ラグビー選手の疾走スキルに対する認知過程の研究 A Study on Cognitive Process of Rugby Players about Sprint Skill

山田 雅敏 [†],里 大輔 [‡],遠山 紗矢香 [§],竹内 勇剛 [!] Masatoshi Yamada, Daisuke Sato, Sayaka Tohyama, Yugo Takeuchi

† 常葉大学, [‡] SATO SPEED Inc., [§] 静岡大学, [!] 静岡大学創造科学技術大学院 Tokoha University, SATO SPEED Inc., Shizuoka University, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

 $yamada@hm.tokoha-u.ac.jp,\ sato@satospeed.co.jp,\ tohyama@inf.shizuoka.ac.jp\ ,\ takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp$

概要

本研究では、ラグビー選手の疾走に対する認知過程について明らかにすることを目的とした。方法として、ラグビー高校日本代表選手が記述した言語報告を要素化し、プロットグラフを作成した。考察から、(1)疾走に伴うスピード・加速の体感、(2)ラグビーへの応用、が共通した認知として示唆された。また、ポジション別によって差異が確認され、(3)フォワードは腕振りを意識、(4)バックスは下肢の動作を意識、などが特徴ある傾向として示された。

キーワード: コーチング、疾走スキル、認知過程、ラグビー

1. 研究の背景と目的

疾走は,陸上競技種目はもとより,球技種目においても,パフォーマンスに大きな影響を及ぼす重要な身体スキルとなる [1]. ここで本研究では,ラグビーを対象とした疾走に注目する.学術的視座から見ても,疾走は注目される身体スキルであるが,その手法は客観的評価となる身体動作を定量的に解析し,特徴的なパターンを導くことに着目した文献が多い.

しかし一方,フィールドにおいて身体スキルを伝える場合に,選手からの主観的な言葉も重要な指標となる[2].なぜならば,コーチの本来の目的は,身体動作に伴う体感を伝えることにあり,単に身体動作ができるようになるだけでは十分ではないからである.したがって,身体動作の評価に合わせて,身体スキルの動作に対する選手の言葉も,コーチングでは不可欠な情報となる.

そこで本研究では、コーチから指導を受けたラグビー選手の疾走スキルに対する認知過程を明らかにすることを目的とする.

2. 方法

2.1 期間と分析対象者

分析対象者は、2018 年 1 月 \sim 3 月の期間にアイルランド遠征のために全国から召集された第 43 期ラグビー高校日本代表チーム [3] の選手である。第 I 期,第 II 期の合宿(計 10 日間)に参加した代表選手のうち、三期すべての合宿に参加した 19 名(フォワード 10 名、バックス 9 名)を分析対象者とした。

2.2 コーチの指導内容

2019 年 6 月現在,高校日本代表スタッフ [3] のコーチである第 2 筆者が,疾走スキルのコーチングを行った.第 2 筆者は「SAT (Shin Angle Technique)」」と呼ばれる疾走スキルを合宿・遠征期間中のすべてのセッションで指導した.

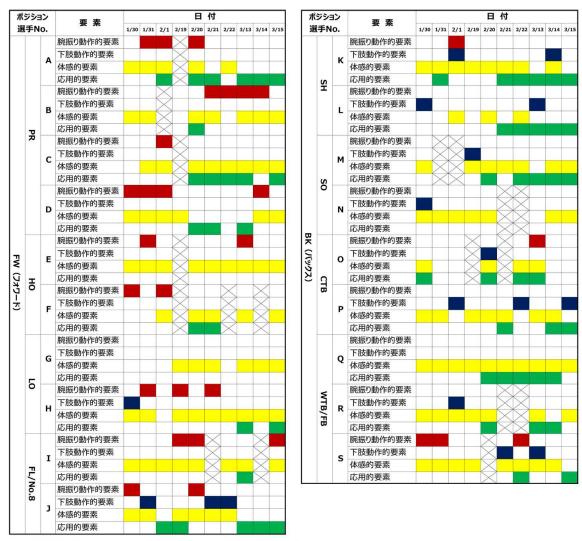
2.3 言語報告の収集方法

SAT を実践して、身体が感じたこと、身体の動かし方や気づきに関する運動感覚的印象について、自由にできる限り多くノートに記入するように求めた、言語報告の中で、分かり難い表現や、内容が判断できない場合は、アイルランド遠征に帯同した第1筆者が、フォローアップインタビューを実施した(付録 A 参照).

2.4 言語報告の分析手続き

19 名の代表選手から得られた 172 回分の言語報告 に関して、質的分析手法の SCAT (Steps for Coding and Theorization) [4][5] により分析し、要素化を図った、続いて、生成された要素を用いて、プロットグラフを作成した(図 1 参照).

 $^{^{1}}$ 地面に対する足の角度を,脛(Shin)の傾き(Angle)により作り出し,疾走スピードを向上させるテクニック.



- ・言語報告に対して、いずれの要素にも該当しない場合は空欄、怪我などの理由で練習に不参加の場合には×印を表示
- ・FW(フォワード) \rightarrow PR:プロップ,HO:フッカー,LO:ロック,FL/No.8:フランカー・ナンバーエイト
- BK (バックス) → SH: スクラムハーフ, SO: スタンドオフ, CTB: センター, WTB/FB: ウィング・フルバック
- ・現在, 投稿中(2019年6月24日時点)の電子情報通信学会特集号(ヒューマンコミュニケーション)の論文から一部データを使用. copyright(c)2006, IEICE. 許諾番号: 19RB0049

図1 要素のプロットグラフ

3. 結果と考察

本研究の結果から、スタートの動感やスピード感・加速感などの概念である体感的要素が、19名(=100%)すべての選手において生成されたことから、疾走動作に伴うスピード・加速の体感を認知することが示された。また、19名中16名(=84.2%)の言語報告で、ラグビーの実践への応用の概念である応用的要素が生成された。清水ら(2015)は、身体スキルの学びとは、単にある技術を身につけることに終始するだけでなく、領域知識や他の技術との関連性を構築しながら、その身体スキルを位置づけ、自身の身体表現全体を変化させる可能性を持った取り組みであることを指摘している[6]、代表選手にとって、疾走動作に伴う体感を

認知するだけではなく,その疾走スキルをラグビーの 実践に位置づけ,応用することが示唆された.

一方で、結果からポジション別で認知に差異があることが示された。ラグビーは、バックスとフォワードのポジションに大別される。フォワード選手は、スクラムやタックルなどを多く実践するポジションであるため、特に重い体重と筋力を必要とする。

それに対して、バックス選手は、ボールをパスやキックなどでつなぎ、トライして得点を取る役割のため、フォワードに比べると、相手からのタックルを交わしながら長い距離を速く走ることが要求される[7].

先行文献によると,試合中の総走行距離,1分あたりの走行距離,スプリント回数すべてにおいて,バッ

クス選手がフォワード選手を上回っていることが報告されている [8]. 一方で、フォワードの運動休息比は1:1.5 と、バックスの1:2.9 よりも運動時間が長いことも報告されている [9, 10]. つまり倒れては直ぐに立ち上がり、スタートを連続して繰り返すフォワード選手に対して、バックスはタイミングを見計らって長い距離を早く走ることとなる.

また、フォワード選手の特徴的な傾向として、腕振り動作的要素が多く生成される傾向にあることが明らかになった(10 名中 9 名=90.0%).腕振りの動作は、上肢と下肢の協調運動パターンに組み込まれた受動的制御だけでなく、外的環境に適応するための能動的制御も受けていることが明らかにされている [11]. 受動的制御を受ける下肢の運動パターンに注意を向けることよりも、能動的制御も受けている腕振りを意識することよりも、能動的制御も受けている腕振りを意識する 方が難易度は低いと考えられる.フォワード選手は、ディフェンスやオフェンス時に、スタート動作を何度も繰り返すなど連続的な運動負荷が強い.そのため、難易度の低い腕振りの動作を意識することにより、認知的負担を低くしていると考えられる.この結果は、第1筆者の疾走スキルに対する認知モデル [12] を概ね支持する結果となった².

一方,腕振り動作的要素に関して,フォワード選手と比べてバックス選手の生成は少なく(9名中3名=33.3%),また難易度が高いと考えられる下肢の動作へフォーカスしていることも特徴として示された(9名中8名=88.9%).速い疾走スキルを実現するためには,腕の振りだけでは十分ではなく,両足の軌道や足のステップなど下肢の動作への意識が必要となる[13].バックス選手は,相手をかわしながら長い距離を早く走る能力が求められるため,下肢の動作を意識すると推測される.

4. まとめと今後の課題

本研究では、ラグビー選手の疾走スキルに対する認知過程について明らかにすることを目的とした.考察の結果、(1)疾走動作に伴うスピード・加速の体感、(2)ラグビーの実践への応用、が共通した疾走に対する認知として示された.また、ポジションの特性により認知に差異が確認され、(3)フォワード選手は腕振りの動作を意識、(4)バックス選手は下肢の動作を意識、などが特徴ある傾向として示唆された.結果から球技選手間で共通する認知が示されたことや、ポジ

ション別の認知に違いが見出されたことから、言語報告を指標としたコーチングのデザイン指針が得られたと考えられる.

今後の課題として、得られた知見を確実なものにするために、新たにデータを蓄積することや、詳細なポジション別の特徴などを考察に加えること [14] を視野に入れている.

謝辞

第 43 期ラグビー高校日本代表のスタッフ・選手の皆さまに御協力を賜りました。高梨克也先生には,貴重なご意見を頂きました。本研究は,JSPS 科研費16K12986 の助成を受けたものです。

猫文

- V.Di Salvo, W.Gregson, G.Atkinson, P.Tordoff, B.Drust, (2009) "Analysis of High Intensity Activity in PremierLeague Soccer" International Journal of Sports Medicine, Vol.30, No.3, pp.205-212.
- [2] 宮本謙三, 岡部孝生, 竹林秀晃, 宮本祥子, 宅間豊, 井上 佳和, 上野真美, (2002) "運動学習過程における主観的運 動理解の変容" 理学療法学, Vol.29, No.4, pp.105-112.
- [3] 日本ラグビーフットボール協会, (2018) "https://www.rugby-japan.jp/"参照 Mar.1, 2018.
- [4] 大谷尚, (2007) "4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案-着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き"名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要(教育科学), Vol.54, No.2, pp.27-44.
- [5] 大谷尚,(2011) "質的研究シリーズ SCAT:Steps for Coding and Theorization 明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法 -" 日本感性工学会, Vol.10, No.3, pp.155-160.
- [6] 清水大地, 岡田猛, (2015) "ブレイクダンスにおける技術学習プロセスの複雑性と創造性"認知科学, Vol.22, No.1, pp.203-211.
- [7] 松島佳子,北川薫,(2007) "ポジション別にみた大学ラグビー選手の身体組成,形態,筋機能,栄養素摂取量の特徴"中京大学体育学論叢, Vol.48, No.1/2, pp.7-16.
- [8] 吉田仁志, (2016) "ラグビーにおける身体移動量に関する研究" 国士舘大学体育研究所報, Vol.35, pp.79-83.
- [9] Marshall, J. (2006) "In-Season Periodization With Youth Rugby Players" NCAA JAPAN, Vol.13, No.3, pp.4-13.
- [10] Deutsch, M.U., G.J. Maw, D. Jenkins, and P.Reaburn, (1998) "Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition" Journal of Sports Sciences, Vol.16, No.6, pp.561-70.
- [11] 樋口貴弘, 建内広重, (2015) "姿勢と歩行 協調からひ も解く"三輪書店, pp.136-138, pp.237-238.
- [12] 山田雅敏, 里大輔, 遠山紗矢香, 竹内勇剛, (2019) " ランニングコーチから指導を受けた球技選手の疾走に 対する認知変容"電子情報通信学会和文論文誌(A), J102-A, No.2, pp.15-25.

²詳細については「山田雅敏, ほか:ランニングコーチから指導を受けた球技選手の疾走に対する認知変容;電子情報通信学会和文論文誌(A),J102-A, no.2 (2019)」を参照されたい.

- [13] 木越清信, (2015) "短距離走における腕ふり動作の反動効果が疾走速度に及ぼす影響" 筑波大学体育系紀要, Vol.38, pp.133-138.
- [14] 山田雅敏, 里大輔, 遠山紗矢香, 竹内勇剛, (2019) "ラ グビー高校日本代表選手の疾走に関する認知過程の情報 学的研究"電子情報通信学会和文論文誌(D), 許諾番 号:19RB0049 (2019 年 7 月時点査読中).

A 言語報告のフォローアップインタビュー

言語報告の中で、分かり難い曖昧な表現や内容が判断できない場合は、第1筆者が合宿およびアイルランド遠征に帯同し、代表監督と代表スタッフから承諾の上、直接フォローアップインタビューを行った(音声はボイスレコーダーで録音した).



図 2 言語報告のフォローアップインタビュー(場所: アイルランド・ダブリン)

ユーザのロボットに対する本音を日常的モラルジレンマ課題によっ て炙り出す手法の検討

Everyday Moral-dilemma Scenario for Extracting Users' Intuitive Impressions What Robots are to Us

小松 孝徳 Takanori Komatsu

明治大学総合数理学部 School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University tkomat@meiji.ac.jp

概要

人間とのコミュニケーションを目的としたロボットが、 我々の日常生活空間に急速に普及しつつある. 我々は これらのロボットを「何者」と認識しているのであろう か. 本研究ではこの問いに対して、ロボットが日常生活 空間に普及することで起こりうる状況を想定した「日 常的モラルジレンマ課題」を提案した. 本稿では、この 日常的モラルジレンマ課題によって、ユーザがロボット をどのように認識しているのか、さらには、ロボット の設計者、製造者、使用者をどのように認識しているの かについての調査結果、およびこの研究アプローチの 将来展望について紹介する.

キーワード: モラルジレンマ課題, 道徳的判断, チューリングテスト, ヒューマン・ロボット・インタラクション

1. はじめに

人間とのコミュニケーションを目的としたロボットが、我々の日常生活空間に急速に普及しつつある。これらのロボットはあたかも我々にとって家族や仲間といった立場で稼働することが想定されているが、果たして実際のユーザはそのロボットを「何者」と認識しているのであろうか。ロボットに対するこのような認識は、ユーザとそのロボットとのインタラクションに大きな影響を及ぼすと考えられる。

ユーザがロボットを「何者」と認識しているのかを把握するため、モラルジレンマ課題にロボットを登場させ、そのロボットの行動をどのように評価するのかを調査した研究が Malle らによって行われている [1]. モラルジレンマ課題とは、道徳的な価値が拮抗している選択肢を参加者に提示した上で、どのような選択肢をどのような理由で選択したのかを観察する課題であり、トロッコ問題 (Trolley Problem [2]) などがよく知られている. 実際に Malle らは、トロッコ問題をベースとした以下のようなシナリオを参加者に提示した.

線路を走っていたトロッコの制御が不能になった.このままでは

前方で作業中だった 4 人が猛スピードのトロッコに避ける間もなく轢き殺されてしまう。この時たまたま○○が線路の分岐器のすぐ側にいた。○○がトロッコの進路を切り替えれば 4 人は確実に助かる。しかしその別路線でもB氏が1人で作業しており、4人の代わりにB氏がトロッコに轢かれて確実に死ぬ。

このシナリオ中の○○の部分には「作業員 A 氏」も しくは「作業用ロボット」のどちらかが割り当てられ、 シナリオの最後には、以下のような文章のいずれかが 付与された:「○○は,トロッコを別路線に引き込んだ」「○ ○は、トロッコを別路線に引き込まなかった」. つまり「作業 員A氏がトロッコの進路を変える場合|「作業員が進路 を変えない場合」「ロボットが進路を変える場合」「ロボ ットが進路を変えない場合」の四つの条件が用意され た. そしていずれかのシナリオを読んだ参加者に対し て、「この○○の行動は、どのくらいの非難に値すると 思いますか」という質問に回答させた. その結果, 作業 員A氏に対しては、「トロッコの進路を切り替えない」 よりも「進路を切り替える」方が非難されていたのに対 し、ロボットに対しては、「進路を切り替えない」方が 非難されることが明らかとなった. つまり, 人間に対し ては「多数を助けるために少数を犠牲にするべきでは ない」という義務論的な判断をしていた一方, ロボット に対しては「多数を助けるために少数を犠牲にするべ きである」という功利主義的な判断をしていたと考え られた. この結果を受けて Malle らは,「我々は人間と ロボットに対して異なる道徳的判断をしている(人間 に対する道徳的規範とロボットに対する道徳的規範は 別物である)」と主張し、我々はロボットを人間とは別 の存在として認識していることを示唆した.

このように、モラルジレンマ課題を利用することで「モラル」という観点から人間の意思決定を観察することが可能となる。そして、ある種のチューリングテストのように「人間はロボットをどのようにみなしてい

るのか」という事柄に対する人間の直観的かつ根源的な反応を把握できると期待される.しかしながら、トロッコ問題に限らず一般的なモラルジレンマ課題においては「四人を助けるために一人を犠牲にするべきか」

「家族を助けるために盗みを働くべきか」といった、現実的にはあまり起こらない抽象的な状況が取り上げられることが多い. 抽象的な状況と具体的な状況とでは異なる意思決定がなされる可能性があるため [3,4]、本研究では、我々の日常生活で起こりうる具体的な状況を想定した「日常的モラルジレンマ課題」を提案した。そしてこの状況下において、ユーザがロボットをどのようにみなしているのかを確認した調査について報告する. さらには、ロボットの設計者、製造者、使用者に対する非難度を調査した結果、およびこの研究アプローチの将来展望についても併せて紹介する.

2. 調査 1:日常的モラルジレンマ課題によるロボットへの認識の把握 [5]

日常的モラルジレンマ課題

本研究で提案した、日常的モラルジレンマ課題を以下に示す. なおこの課題は、トロッコ問題のように「多数を助けるために少数を犠牲にすることは許されるか?」というジレンマ状況に着目している.

研究室において、ある○○が室内にある生ゴミの管理を担当 しています. 具体的には, 決まった時間に研究室を訪れる自 動ゴミ回収車に対し、必要に応じて生ゴミの入ったゴミ箱の回 収を依頼するという仕事をしています. 回収日に○○が生ゴミ を確認したところ、中に誰かの家の鍵が紛れ込んでいることを 発見します.しかし,[××], 生ゴミの中から家の鍵を取り出す ことはできません.もし〇〇がゴミを捨てなければ,この家の鍵 は捨てられないので、持ち主に鍵が戻る可能性があります. そ のかわりに生ゴミが処理されないため, 研究室内に悪臭・虫 などが発生します. 研究室を元の状態に戻すためには数日 かかり、研究室の多くの学生が困ります. もし○○がゴミを捨て れば,この家の鍵は捨てられ、持ち主が家に入れない可能性 があります. そのかわりに生ゴミが処理されることで、研究室内 は清潔に保たれ、研究室の多くの学生が助かります. あと数 分後に自動ゴミ回収車が来るため,○○はゴミ箱の回収を依 頼するか否か決断する必要があります。

このシナリオ中,○○の部分には「学生」もしくは 「ロボット」のどちらかの行為主体が割り当てられ,× ×の部分にはゴミ箱から鍵を取り出せない理由が行為主体ごとに記載された(学生の場合は「学生は腕を怪我しており」、ロボットの場合は「ロボットはその機能上」).そして、シナリオの最後には、以下の文章のいずれかが付与された:「○○は、生ゴミを捨てることに決め、回収を依頼しました」、「○○は、生ゴミを捨てないことに決め、回収を依頼しませんでした」.つまり、「人間(学生)がゴミ箱の回収を依頼する場合(Human – Action 条件)」「人間が回収を依頼しない場合(Human – Inaction 条件)」「ロボットが回収を依頼する場合(Robot – Action 条件)」「ロボットが回収を依頼しない場合(Robot – Inaction 条件)」の四つの条件が用意された.

参加者

本調査には184人の大学生および大学院生(男性135人,女性49人;20~26歳)が参加し、上記の四つの条件のいずれかに無作為に割り当てられた。そして割り当てられたシナルオを読んだ後、「この行為主体の行動は、どのくらいの非難に値すると思いますか」という質問が提示され、0~100の間の数値を選ぶことで、行為主体に対する非難度を回答させた。また、そのような非難度を回答した理由を、自由記述欄に記載させた。

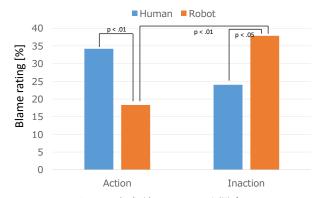


図1 各条件における非難度

非難度の解析

この非難度について、二要因参加者間分散分析(独立変数その1:行為主体の違い:ロボット/人間,独立変数その2:行動の違い:ゴミ捨てを依頼した(Action)/依頼しなかった(Inaction),従属変数:非難度)を行った.その結果、二要因の交互作用に有意差が観察された [F(1,172)=11.32,p<.01,f=.26]. そこで各要因の単純主効果について確認したところ、ゴミ捨てを依頼した場合、人間(学生)の方がロボットよりも非難度が有意に高く [F(1,172)=4.52,p<.05,d=.48]、ゴミ捨てを依頼しなかった場合、ロボットの方が人間よりも非難度

が有意に高いことが明らかとなった [F(1,172) = 6.93, p <.01,d=.57]. また、ロボットに対しては、ゴミ捨てを依頼しなかった場合の方が有意に非難度が高い一方 [F(1,169) = 10.46, p < .01, d=.71], 人間に対しては、ゴミ捨てを依頼した場合と依頼しなかった場合との間に有意差は存在しなかった[F(1,172) = 2.32, n.s.].

この結果は以下のようにまとめることができる.

- 行為主体が学生の場合,ゴミ箱の回収を依頼しな かった場合よりも,ゴミ箱の回収を依頼した場合 の方が,有意に高い非難度が与えられていた.
- 行為主体がロボットの場合,ゴミ箱の回収を依頼 した場合よりも,ゴミ箱の回収を依頼しなかった 場合の方が,有意に高い非難度が与えられていた.

つまり実験参加者は、人間に対しては義務論的な判断をしていた一方、ロボットに対しては功利主義的な判断をしていたことが明らかとなった.

自由記述欄へのテキストマイニング

さらに、実験参加者がなぜそのような非難度を回答したのかの理由を記載した自由記述欄を精査し、ロボットと人間をどのように認識していたのかを探ることとした。そこで、Robot-Action および Robot-Inaction 条件をまとめて Robot グループ、Human-Action および Human-Inaction 条件を Human グループとし、それぞれのグループの自由記述欄のテキストデータから、共起ネットワークを作成した(図 2).

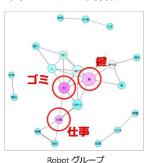




図2 自由記述欄への記載に対する共起ネットワーク: (左) Robot グループ, (右) Human グループ

Robot グループの共起ネットワーク(図2左)には、「ゴミ」「鍵」「仕事」などの単語を中心とした大きなまとまりが一つと、そこに属さない小さなまとまりが複数存在していた.一方、Human グループの共起ネットワーク(図2右)には、「困る」「人」「悪臭」「ゴミ」などの単語を中心とした大きなまとまりが一つ、「合鍵」「生活」などの単語を含む中規模のまとまりが一つ存

在していた.この図より、ロボットにとっては「仕事」 が、人間にとっては「困る」「悪臭」などが特徴的な単 語であると読み取ることができた. また, Human グル ープには、Robot グループと比べてシナリオに存在して いない多様な単語が登場していることも確認できた. 具体的な自由記述欄への記述として, Robot グループに 対しては、「悪いのは鍵をゴミ箱に入れた人で、ロボッ トは仕事をしただけ」「鍵が入っていても生ゴミの袋で あることに変わりはない」などと書かれており、ロボッ トは「仕事」が優先であり他の事は考えなくてよい、と 多くの参加者が考えていたことが示唆された. また, Human グループに対しては、「合鍵など鍵の所有者は別 の方法で開けられる」「悪臭・虫は気になるならば消臭 剤・殺虫剤で対処すればいい」など、人間ならその状況 の背景を読み取り比較したうえで判断するべきと期待 されていたことが明らかとなった.

以上,非難度に対する統計的な解析結果および Robot グループおよび Human グループへのテキストマイニン グの結果を踏まえると,この日常的モラルジレンマ課題においても,Malle らが一般的なモラルジレンマ課題で報告した内容と同じように,実験参加者は人間とロボットに対して異なる道徳的規範を当てはめていたと考えられ,「ロボットは人間とは異なる別の存在である」と認識されていたことが示唆された.

3. 調査2:日常的モラルジレンマ課題によるロボットに関連した人への非難度の 把握

ロボット自身、設計者、製造者、使用者?

前節の調査1において、モラルジレンマ課題にロボットを登場させることで、そのロボットを人間がどのように評価するのかという研究の枠組みについての調査結果を報告した。本節では、日常生活空間で稼働しているロボットが、何らかのトラブルを引き起こすという状況、特に「ロボットが正常稼働した結果として、何らかのトラブルが発生した」という状況に着目する。このような状況におけるロボットの開発者、製造者および使用者などの責任の所在については、主に法律の観点から多くの議論が行われているものの、このような状況においてロボットに関連した人々に対して我々がどのような直観的な判断を下すのかという観点からの調査は行われていない。そこで本節では、「ロボットが正常作動時にトラブルを引き起こした」という状況に

おいて、そのロボット自身、ロボットの設計者、製造者、 および使用者に対して、実験参加者がどのような非難 度を与えるのかを観察する調査を行った.

調査概要

本調査は、調査1と同様の日常的モラルジレンマ課題を使用した。割り当てられたシナリオを読み、ロボットに対する非難度を回答するという調査の流れは全く同じであるが、その後、ロボットの設計者、製造者、使用者という三つの対象における非難度を回答させる質問が追加された。具体的には、「この行動について、[設計者/製造者/使用者]は、どれほどの非難に値する責任を問われるべきだと思うか」という質問を提示し、0~100の間の数値を選ぶことで、これらの対象への非難度を回答させた。設計者とは「このロボットのデザイン、アルゴリズム、機構などの設計に携わった人々」、製造者とは「このロボットの製造工程に携わった人々」、使用者とは「このロボットの製造工程に携わった人々」、使用者とは「このロボットの導入を決定した人々」との説明を参加者に提示した。

本調査には 84 人の大学生および大学院生 (男性 65 人,女性 19 人; $20\sim24$ 歳) が参加し、ロボットがゴミの回収を依頼しない Robot-Inaction 条件もしくはロボットが回収を依頼する Robot-Action 条件のどちらかに割り当てられた.

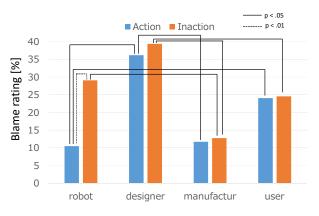


図3 各関係者に対する非難度

非難度の解析

非難度に関する二要因参加者間分散分析を行った結果 (独立変数 1:行為要因, ゴミを捨てるように依頼/依頼なし, 独立変数 2:立場の違い要因, ロボット/設計者/製造者/使用者,従属変数:非難度),交互作用に有意傾向が観察された[F(3,246) = 2.60, p < 10]. そこで,各要因の単純主効果について確認したところ,立場の違い要因の各水準における行為要因については, ロボ

ット自身水準の場合、ゴミ捨てを依頼しなかった場合の方が依頼した場合よりも非難度が有意に高いことが観察された [F(1,162)=8.61,p<.01]. この結果は調査1のRobot-Inaction条件とRobot-Action条件との比較と同様の結果であった。その一方で、その他の設計者、製造者および使用者水準においては、ゴミ捨てを依頼した場合としなかった場合との非難度に有意差は存在しなかった。

また、行為要因の各水準における立場の違い要因について Holm 法による多重比較を行ったところ、回収を依頼した場合、ロボットよりも設計者、製造者よりも設計者、ロボットよりも使用者が有意に非難度が高かった (MSe = 0.0594, p < .05). その一方、回収を依頼しなかった場合、製造者よりもロボットおよび設計者、使用者よりも設計者の方が有意に非難度が高いことが明らかとなった (MSe = 0.0594, p < .05).

この結果は、以下のようにまとめることができる.

- ロボットに対しては、どのような行為を行ったのかという観点で非難度が決定されていた。具体的には、回収を依頼した場合よりも、回収を依頼しなかった場合に、有意に高い非難度が与えられていた(調査1の結果と同じ)。
- 設計者,製造者,使用者に対する非難度は,ロボットがどのような行為を行ったのかという要因の影響を受けていなかった(ロボットがどのような動きをしようと,これらの対象者に対する非難度は変わらなかった).ただし立場の違い要因の主効果の解析から,製造者よりも使用者,使用者よりも設計者に対して有意に高い非難度が与えられていたことが明らかとなった.

本調査において、ロボットの設計者に対しては、ロボット自身やそれ以外の関係者と比べても、高い非難度が認識されることが明らかとなった.この非難度判断はあくまでも、この状況を観察した実験参加者によるものであり、法律的な判断との関連性はない.ただしこのような状況に遭遇した一般の人々は、ロボットの設計者に対して厳しい目を向ける可能性が高いことが明らかとなった.

4. 今後の研究方針

本稿では、ユーザがロボットを「何者」として認識しているのかという本音を炙り出すために、日常的モラルジレンマ課題にてジレンマ状況に陥っているロボッ

トに対して道徳的判断を行わせるという研究アプローチを紹介した.現在までの研究の結果を踏まえると,ロボットは人間とは異なる存在であると認識されているようである.しかし,現在の研究アプローチは非常に限定された状況しか扱えていないため,今後,以下のような要因について検討していくことを予定している.

- ロボットの外見の影響:現在の調査では、ロボットが稼働する状況をシナリオという文字情報でのみ参加者に提示しているため、シナリオに登場するロボットをどのように想像しているのかは、参加者任せである。よって、想像したロボットの外見の違いによって、ロボットに対する道徳的判断が異なってくるという可能性を否定できない(例.リアルなヒューマノイドロボットを想像している参加者はロボットを人間のようにみなしているが、機械らしい外見を持つロボットを想像している参加者はロボットを人間とは別物とみなしている)、よって、シナリオと同時に稼働しているロボットのイラストを提示するなどして、ロボットの外見の影響についても検討していきたい.
- 他のジレンマ課題の導入:本研究では、モラルジレンマ課題としてトロッコ問題のように、「多数を助けるために少数を犠牲にするべきであるか?」というジレンマ状況に着目した。言うまでもなく、トロッコ問題以外にも様々なタイプのモラルジレンマ課題が提案されている(例.ハインツのジレンマ[6]、タブー侵犯シナリオ[7]).よって、人間社会で稼働するロボットが陥る可能性のあるモラルジレンマ状況を精査し、様々なジレンマ状況をシナリオ化することで、人間がロボットをどのように認識しているのかを幅広い視座から調査していきたいと考えている。
- チューリングテストとしてのモラルジレンマ 課題:調査1の結果は、「人間に対しては、義務 論的な判断を期待し、ロボットに対しては功利 主義的な判断を期待している」と解釈すること ができる. よって、モデルジレンマ課題はある 種のチューリングテストのような役割を果た せるのではと考えている. 例えば、対象に「感情」の存在を仮定しているか否かでこの判断が 異なるのであれば(例. 人間は感情があるから 義務論的判断、ロボットは感情がないから功利 主義的判断をするべき)、モラルジレンマ課題 は「感情の有無に関するチューリングテスト」

とみなすことができる.また「社会に受け入れられているか受け入れられていないか」という点で判断が異なるのであれば(例.ロボットはまだ社会で受け入れられていないので功利主義的判断,人間は社会で受け入れているから義務論的判断),「社会受容性のチューリングテスト」になるとも考えられる.まずは,シナリオに登場するロボットに感情もしくは社会的受容性に関する情報を付与することで,実験参加者の判断がどのように変化するのかを観察する調査を行い,「モラルジレンマ課題のチューリングテスト化」を検討していきたい.

これらの多方面にわたる研究課題を推進することで、人間とロボットとのあるべき関係について考察すると同時に、これらの研究で得られた知見をロボット以外の人工物に拡張することも併せて検討していきたい.

文献

- [1] B. F. Malle, M. Scheutz, T. Arnold, J. Voiklis, and C. Cusimano, "Sacrifice one for the good of many? People apply different moral norms to humans and robot agents," In Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction (HRI2015), pp. 117–124, 2015.
- [2] P. Foot, "The problem of abortion and the doctrine of the double effect in virtues and vices," Oxford: Basil Blackwell, 1978.
- [3] P. N. Johnson-Laird and P. C. Wason, "A theoretical analysis of insight into a reasoning task," Cognitive Psychology, vol. 1, no. 2, pp. 134–148, 1970.
- [4] R. A. Griggs and J. R. Cox, "The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task," British Journal of Psychology, vol. 73, no. 3, pp. 407–420, 1982.
- [5] 田畑緩乃・小松孝徳, "ロボットとは何者なのかを考える ための日常的モラルジレンマ課題の提案", HAI シンポジ ウム 2017、D-1, 2017.
- [6] L. Kohlberg, "Essays on moral development, vol. I: The philosophy of moral development," San Francisco, CA: Harper & Row, 1981
- [7] J. Haidt, "The Righteous Mind," New York, NY: Penguin books, 2012.

上演芸術における演者間インタラクションに対する探索的検討: 同期理論の応用

The Interaction among Performers in Performing Arts: Cases of Breakdance

清水 大地[†],岡田 猛[†] Daichi Shimizu, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院教育学研究科 Graduate School of Education, University of Tokyo tothefuture0415@yahoo.co.jp

概要

ダンスや音楽演奏といった上演芸術では、他者と豊かな関わり合いが営まれ魅力的な表現が披露される.本研究では、同期理論を用いた検討を行うことで、この関わり合いを検討するための枠組みの構築を目指した.実際にブレイクダンスのバトル場面を対象とし、ダンサー間・ダンサーと DJ 間の振る舞いの対応関係を検証したところ、単純な同期を超えた多様な部位間の複雑な対応関係が見られ、時間経過によってそれらが動的に変化する様子が示唆された.上演芸術のインタラクションの理解のためには、これらの複雑な枠組みを捉えるための同期理論の拡張が必要と考えられる.

キーワード:上演芸術, ブレイクダンス, 演者間インタラクション, 同期, Multi-layered Coordination

1. Introduction

ダンスや音楽演奏といった上演芸術では、他者と豊かな関わり合いが営まれつつパフォーマンスが披露される。例えば、演者が互いの表現に依拠した表現を展開すること、関わり合いから一人では生成困難な魅力的な表現が生成されることが指摘されている[1][2]. また生物学や文化人類学の観点からも、上演芸術における共演者との関わり合いが社会的な絆の強化に繋がること、そしてその強化が共同体の維持・発展にとって有用であったため、様々な共同体において音楽やダンス表現が伝統的に受け継がれてきたことが示されている[3][4]. 本研究では、ブレイクダンスを取り上げ、そこで生じる演者間インタラクションを捉える枠組みの提案とその枠組みに基づいた探索的な検討を行った。

上記の演者間インタラクションを科学的に捉えるために本研究が着目したのが、同期現象(synchronization)である. 同期現象とは、時空間を共有する複数のエージェント間に、類似した振る舞いが時間的に近接して生じることを示す現象である. これまでホタルの明滅やカエルの鳴き声に加え[5]、拍手や歩行・会話時の姿勢等のヒトの多様な振る舞いにおいても観察されること

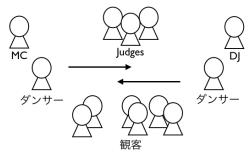


図1. バトル場面の1例

が示され[6], 相対位相等の物理学に基づいた理論によって検証が行われてきた.

以上の同期現象やその蓄積された理論は、演者間の インタラクションを検討する上でも有効と考えられる. 複数名がともに表現を披露する表現場面では、多様な 媒体を通した関わり合いを行うことで、演者同士が類 似した特徴を持つ表現を生成・披露すると推測される ためである. 近年では、実際に同期理論を適用すること で芸術表現における関わり合いを捉える試みが営まれ つつある[7]. 一方で、演者間で生じるインタラクショ ンは、特定の媒体において同一の振る舞いを一致した タイミングで行うことに留まらない. ダンスを例とす れば、多様な媒体(腕部や脚部といった各身体部位等) を用いて,他者と多様なレベルで対応した振る舞いを, 多様なタイミングで披露する様相が見られることが想 定される[2][8][9]. 以上を踏まえ、本研究では、実際の インタラクションデータに同期理論の解析手法を適用 し、その適用可能性と拡張すべき方向性を検討する. 特 に各参与者の振る舞いが互いの振る舞いにより規定さ れるシステム的な様相が見られることが想定されるブ レイクダンスのバトル場面(図1,図2参照)を対象と した.

2. ダンサー間のインタラクション

まずダンサー間に生じるインタラクションを検討し

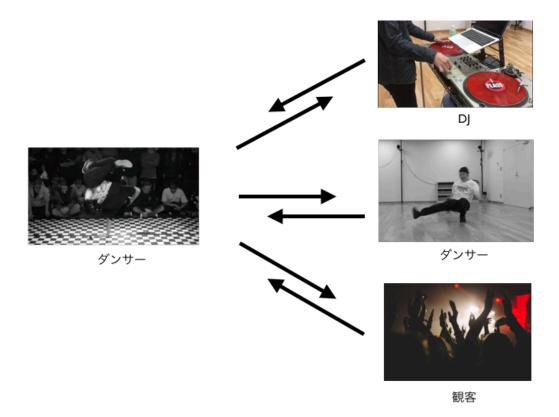


図2. バトル場面において見られる関わり合いによるシステム的な様相。実際は、DJや他のDancer、Audienceの間においてもインタラクションが生じており、それらも含めた非常に複雑な関わり合いが構築されている。

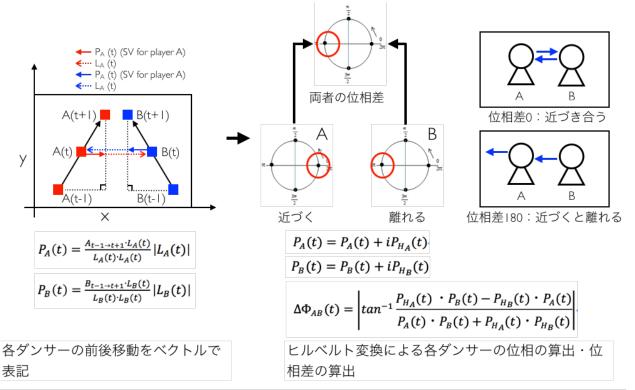


図3. 空間内の前後移動の協調関係に関する解析手法. Kijima et al. (2012), Okumura et al. (2012) に基づいて作成

た[8] (図3). ここでは,入賞経験を持つ熟達者7名(4 名ずつの2グループ,年齢:27.29(2.43),経験年数: 10.86 (2.54)) に依頼し, グループ内で総当たりのペアを 形成してバトルを行った (各グループ6ペアの計12ペ

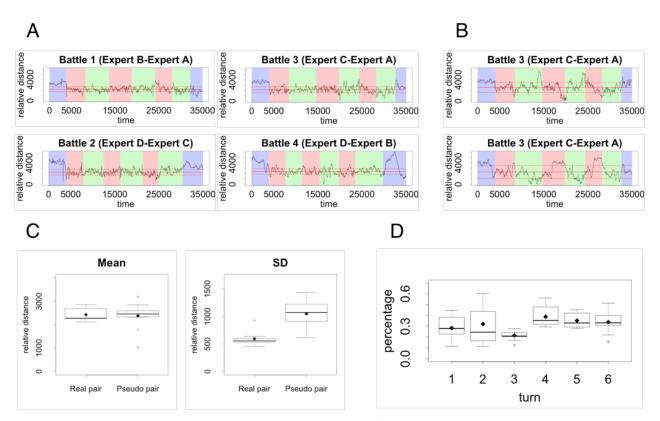


図4 (A) Real pairにおける相対距離の例。各時系列データに平行に引かれた実線は距離の平均値を、点線は平均値 ± 1 SDの値を示す。赤色で塗りつぶされた部分は最初のダンサーのパフォーマンス部分を、緑色で塗りつぶされた部分は二番目のダンサーのパフォーマンス部分を、青色で塗りつぶされたう部分はパフォーマンスの前後部分をそれぞれ示す。(B) Pseudo pairにおける相対距離の例。(C) Real pairとPseudo pairにおける相対距離のgrand meanとSD。(D) Real pairにおいて平均値 ± 1 SDを逸脱したパフォーマンスの各turnの割合

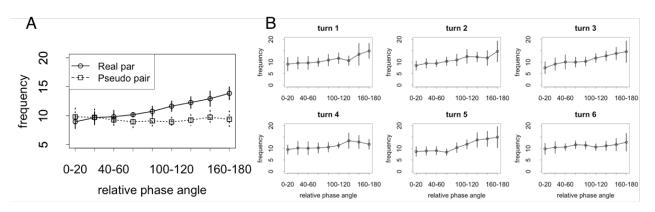


図5 (A) Real pairとPseudo pairにおける各相対位相の頻度。 (B) Real pairにおける各turnの各相対位相の頻度。

ア). そしてバトル時の頸部付近の位置データをモーションキャプチャー (OQUS 300, QUALISYS, Göteborg, Sweden) により測定し、両ダンサーの相対距離と前後移動に関する相対位相を算出することで両者の移動に関する振る舞いの協調関係を検討した(図3,解析の詳

細は[8][10]を参照).

結果を図4、図5に示す。図4Aから両者が一定の距離を保ちつつ表現を行なった様子が伺われる。実際に片方のダンサーを別のペア時の同ダンサーと入れ替えたPseudo pair と比べ、Real pair ではSDが有意に小さ

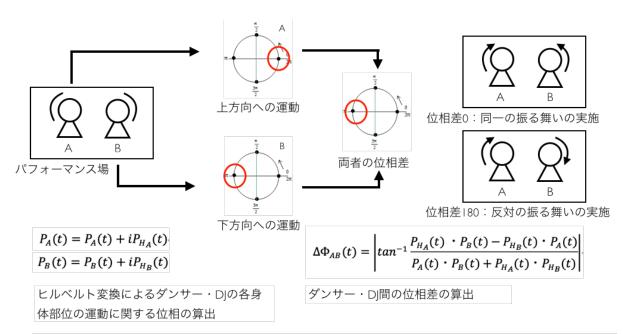


図6. ダンサー・DJ間の振る舞いの協調関係に関する解析手法。Kijima et al. (2012)、Okumura et al. (2012)に基づいて作成した。

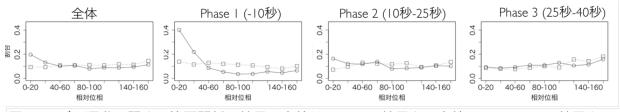


図7. リズム運動に関する協調関係の結果. 実線はreal pairの結果を、点線はpseudo pairの結果を示す.

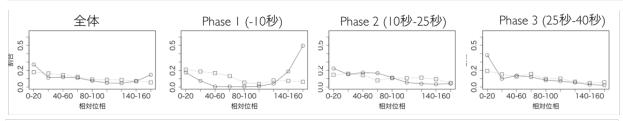


図8. 表現の詳細に関する協調関係の結果.実線はreal pairの結果を、点線はpseudo pairの結果を示す.

いことが示された(t(17.46)=5.33,p<.001). また図 5A から両ダンサーが逆位相の同期に該当する振る舞い(一方が前進した場合,他方が後進する)を数多く行っており(F(8,72)=11.45,p<.001),他者に対応した振る舞いを行うことで距離を維持していたことが推測された. また興味深いことに,上記の他者と協調した振る舞いはバトルの時間経過とともに見られなくなっていった様子が伺われた(図 4D,図 5B 参照).

3. ダンサー・DJ 間のインタラクション

次にダンサーと DJ 間に生じるインタラクションを 検討した[11]. ここでは入賞経験を有する熟達したダン サー2 名 (A:30歳,経験年数14年,B:30歳,経験年数13年)とバトルでの演奏経験を豊富に有するDJ1名(27歳)とでそれぞれペアを作り、パフォーマンスを実施した。そして表現時の各身体部位(特に頸部と左手)の位置データを測定し、ダンサーとDJのリズム運動(頸部の上下動)と表現に関する運動(左手の運動)の協調関係を相対位相によって検討した(図6参照).

リズム運動の結果を図7に、表現に関する運動の結果を図8に示す。図より、ダンサーを入れ替えたPseudo pair に比べ Real pair において同位相・逆位相の同期双方が多く見られる様子、そしてパフォーマンスの展開に応じてその協調関係が同位相から逆位相または逆位

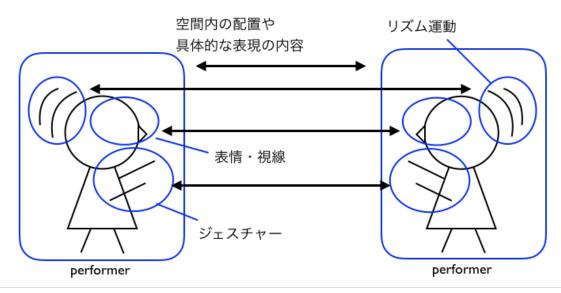


図9. Complicated Multi-layered Coordinationの枠組み. 特にダンスパフォーマンスの場合の例を記している

相から同位相へと変化する様子が見られた.これはダンサー, DJ 間に何かしらの協調関係が生じること,そしてその関係性が時間経過によって動的に変化することを示唆する結果と考えられる.

Discussion

上記の結果は, ブレイクダンスの演者間インタラク ションに見られる特徴を示唆したものと考えられる. 表現場面では、演者間に多様な媒体において協調関係 が生じ、そしてその関係性が時間経過によって動的に 変化しうると推測されるのである. 以上を踏まえて本 研究が提案する演者間インタラクション(Complicated Multi-layered Coordination) の枠組みを図 9 に示す [10][11]. この多様な媒体における動的な関係性を捉え る上で同期理論とその解析手法は有効である一方で、 複数の媒体内・媒体間の関係性をどう抽出するか,時間 経過による変化をどう検討するのか、他者にわずかに 遅れて実施する等の複雑な対応関係をいかに抽出する のかといった点で課題を抱えている. 今後演者間のイ ンタラクションを定量的に検討するためには、以上の 観点を踏まえた同期理論の拡張が必要と考えられよう [12].

また、上記した複雑なインタラクションの特徴が何故表現場面において生じるのか、その理由は明らかにされていない、この点を検討するには、表現の実施者に加えてこれらのインタラクションが鑑賞者にどういった影響をもたらすのかといった、鑑賞者側の観点も踏まえたアプローチが必要と考えられるだろう。今後は

この観点も踏まえた検討を行っていくことを予定している.

Acknowledgments

本研究への協力をご快諾頂いたダンサーの方々に厚く御礼申し上げます. なお本研究は, 科学研究費基金若手研究 B (課題番号:26780352, 代表:清水大地, 課題番号:16K17306, 代表:清水大地) の助成を受けて行われました.

6. Reference

- [1] Bailey, D. (1980). *IMPROVISATION*, Buxton: Moorland Publishing.
- [2] 清水大地・岡田猛:ストリートダンスにおける即興的創造過程,『認知科学』,20(4),421-438,2013.
- [3] Merker, B., Morley, I., & Zuidema, W. (2015). Five fundamental constraints on theories of the origins of music, *Philosophical Transactions of the Royal Society* B: Biological Sciences, 370(1664), 20140095.
- [4] Weinstein, D., Launay, J., Pearce, E., Dunbar, R. I., & Stewart, L. (2016). Singing and social bonding: changes in connectivity and pain threshold as a function of group size, *Evolution and Human Behavior*, 37(2), 152-158.

- [5] Strogatz, S. H. (2003). *Sync: rhythms of nature, rhythms of ourselves*, Allen Lane.
- [6] Néda, Z., Ravasz, E., Brechet, Y., Vicsek, T., & Barabási, A. L. (2000). Self-organizing processes: The sound of many hands clapping, *Nature*, 403(6772), 849.
- [7] Walton, A. E., Richardson, M. J., Langland-Hassan, P., & Chemero, A. (2015). Improvisation and the selforganization of multiple musical bodies, *Frontiers in Psychology*, 6: 313.
- [8] 清水大地・岡田猛:舞台表現における他者との相互 作用のダイナミクスーコミュニケーションの隠れた次元 としての距離による検討,『HCS2016』, 95, 29-34, 2017.
- [9] OHJI: 『ROOTS OF STREET DANCE』, 東京: ぶんか 社, 2001.
- [10] 清水大地・岡田猛:上演芸術における演者間インタ ラクションに関する多層的な検討, 『第 13 回 VNV 年 次大会』, 2019.
- [11] 清水大地・岡田猛:ダンスパフォーマンスにおける演者間インタラクション:Dancer-DJ 間の相互作用に関する検討,『人工知能学会全国大会第 33 回大会論文集』, 2019.
- [12] Dale, R., Fusaroli, R., Døjbak Håkonsson, D. D., Healey, P., Mønster, D., McGraw, J., ... & Tylén, K. (2013). Beyond synchrony: complementarity and asynchrony in joint action, *In Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Vol. 35, No. 35.
- [13] Okumura, M., Kijima, A., Kadota, K., Yokoyama, K., Suzuki, H., & Yamamoto, Y. (2012). A critical interpersonal distance switches between two coordination modes in kendo matches, *Plos One*, 7(12), e51877.
- [14] Kijima, A., Kadota, K., Yokoyama, K., Okumura, M., Suzuki, H., Schmidt, R. C., & Yamamoto, Y. (2012). Switching dynamics in an interpersonal competition

brings about "deadlock" synchronization of players. *Plos One*, 7(11), e47911.

未知領域を含むオブジェクト同定による窓問題知覚の説明 A computational account for an aperture problem by object identification with uncertainty

日髙 昇平[†], 高橋 康介[‡] Shohei Hidaka, Kohske Takahashi

[†] 北陸先端科学技術大学院大学, [‡] 中京大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology, Chukyo University shhidaka@jaist.ac.jp

Abstract

The idea of "representation" has been pervasive among empirical sciences and philosophy of mind including cognitive science. It implicitly assumes the existence of a correspondence between a construct in the cognitive system and an object in the outer world. Beyond this implicit assumption, can we formulate a potential mechanism of recognition without "representation"? This study explores an answer to this question by considering with a visual illusion, called Barberpole illusion, which has intrinsic ambiguity in its interpretation. Our approach exploits a sort of structural consistency as a basis to infer the "object" which is not directly accessible to the observer, and gives an account for the visual illusion. This theoretical account may be a step toward a potentially novel mechanism replacing "representation".

Keywords — Representation, object identification, Barberpole illusion, aperture problem

1. はじめに

我々が何かを認識するとき、それはその何かの鋳型のような"表象"を我々が持っている、あるいはそれに対応づける、という考え方は、認知科学にとどまらずデカルト以来の心の哲学においても主流の考え方である。もしそうだとしたら、その鋳型あるいは表象はどこから来たのだろうか。一見すると、この考え方は何かを説明しているようにも思えるが、"脳内小人"ホムンクルスが外の世界を見ている、という無限後退に陥る。

本研究では、こうしたなんらかの鋳型を前提としない認識過程の説明を模索する。そのような説明原理の一つとして、"オブジェクト同定"による視覚的物体の説明[1,2,3]に着目し、具体的な視覚現象の説明を試みる。具体的に、Barberpole illusion [4]と呼ばれる曖昧図形の知覚を一つの事例として取り上げ、その数理的な説明を提案する。

2. オブジェクト同定に基づく運動知覚

ある2つの時点(多くの場合、その2時点の物理的時間の間隔は十分短い)の視覚的パタン(以下,「視覚データ」)が与えられると仮定する。このとき、1つの線形変換(場合によってアフィン変換まで拡張)で対応がつく2時点の視覚データのある部分(ベクトル空間上の点の集合)を「オブジェクト」と呼ぶ。また、2時点の視覚データが与えられたとき、それらの視覚データから可能なオブジェクトを探索し、オブジェクトを特定することを、「オブジェクト同定」と呼ぶ。

ある2時点の視覚データが与えられたとき、それらの間の"最大マッチング"により、オブジェクト同定を行う。これは、視覚データとオブジェクトモデルの間の予測誤差を最小にすることと同値である。オブジェクト同定で考えられるケースとして、大きく以下の3つのケースが考えられる。:

- (1) 1 つのオブジェクトモデルで視覚データが過不 足なく説明できる場合(well-posed)
- (2) 無数のオブジェクトモデルが視覚データを説明 できる場合(ill-posed)
- (3) どの 1 つのオブジェクトモデルでも視覚データ が説明できない場合 (over-posed)

直感的に言えば、(1)は、データの複雑さとモデルの複雑さが本質的に同じ場合、(2)はデータがモデルを制約するのに十分でなく、説明できるモデルが 1 つに決まらない場合、(3)はデータの制約が強すぎて、1つのモデルでは説明できない(独立な2つのオブジェクトを同時に仮定する必要がある)場合である。それぞれ、線形代数で言うところの、(1)モデルの未知変数と方程式の数が一致する well-posed (良設定)問題, (2) モデルの未知数が方程式の数より多い (ill-posed)不良問題, (3) モデルの未知数より方程式

の数が多い(over-posed)過剰設定問題に相当する。

3. 窓問題におけるオブジェクト同定

具体的に、窓問題(Aperture problem)[5,6]あるいは Barberpole [4]と呼ばれる直線運動を例として、オブジェクト同定による曖昧図形 (前節の(2)の場合) の知覚を説明する。

Barberpole 知覚(以下 BP)とは、2 次元平面上の、"窓" から移動する直線を覗いたときに生じる直線の運動 知覚を指す(図 1)。図 1 において、青枠で囲われた領域の内側の領域のみ観測でき、ある時点 0 で直線 $0(L_1=\{(x_1,x_2)\mid ax_1+bx_2=c_0\})$ が観測され、また次の時点 1 において直線 $1(L_1=\{(x_1,x_2)\mid ax_1+bx_2=c_1\})$ が観測されたとする。また、直線 0 と直線 1 はいずれもある法線ベクトル(a,b)[†]に直交するとする。

異なる 2 つの時点の 2 つの直線を対応付ける平行移動は、直線がその方向への運動の知覚と解釈できる。このケースでは、運動知覚と解釈可能な平行移動、すなわち、2 つの直線 0 と 1 を対応づけるアフィン変換(この場合では平行移動のみを考える)は、無数に存在する。つまり、任意の $\gamma \in \mathbb{R}$ に対し、以下のどの平行移動も直線 0 上の任意の点を直線 1 のある点に対応付ける。:

$$(\alpha, \beta)^{\top} = \frac{c_1 - c_2}{2(\alpha^2 + b^2)} (a, b)^{\top} + \gamma (b, -a)^{\top}.$$

つまり、この2つの時点の直線を観測することでは、 直線がどのような移動をしたのか一つに定めることは できない。原理的には、(線分ではなく、無限遠にまで 伸びる)直線であれば、窓の内側だけを観測しない場合 (窓がない、あるいは窓が無限に大きい場合)にでも、こ の対応付けの不定性は生じる。逆に、端点のある線分 の場合は、その端点の存在から、線分上のすべての点 を過不足なく対応付けるアフィン変換は一つに定まる。 この現象が往々にして"窓問題"と呼ばれる理由は、 仮に端点の存在する線分であっても、その端点が窓枠 の外にあり、観測できない場合には、2直線の対応付

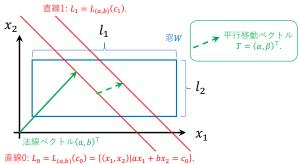


図 1: Barberpole 知覚の定式化.

けの不定性と同質の不定性が生じるからである。

以上のように、原理的には2つの直線を対応付ける変換は無数に存在するに関わらず、典型的には、特定の窓から直線の移動を観測すると、ある一定の方向に運動するように知覚される。これがBP知覚である。BP知覚の典型例は、その名称の指す通り、床屋のポール(Barberpole)が、水平方向に回転しているにもかかわらず、鉛直方向に縞模様(直線の束)が平行移動しているように見える経験は誰しもあるだろう。

4. 観測されない視覚データの最小化

原理的に不定であるはずの運動方向が、しかし経験 的には一定の方向への運動を生じる、という BP 知覚 は、いかに説明されるだろうか。本研究では、窓の存 在によって生じる対応づけの不確実性を着目して BP 知覚の説明を与える。図2に、ある平行移動(破線矢印) を想定した場合に生じる「未知領域」(灰色の領域)を図 示する。「未知領域」とは、仮にある平行移動によって ある時点0から1へと平面全体が変換されたと考えた ときに、窓 Wの内に時点1で観測されるが、時点0で は窓の外にあるような領域を指す。この領域にある点 は、平面のある平行移動で対応づける場合、時点0で 観測されないが、"対応づけられる位置に時点1と同じ 視覚的パタン(直線や空白など)があった"と想定しなけ れば、その平行移動による平面の「解釈」と整合性が 保てない。つまり、未知領域にある点に関して、特定 のパタンを"でっちあげる"ことで、平面全体を平行 移動したという解釈が整合的に成立する。

もし未知領域にある特定の視覚的パタンが存在する 事前確率があるとすれば、ある平行移動を想定したと きの未知領域の面積が大きいほど、その平行移動の事 後確率が小さくなる。あるいは、"でっちあげる"領域 が大きいほど、そのようなことが生じる確率が小さく なるとも言える。したがって、未知領域に関する一様 な事前分布を考え、ベイズ推定における事後確率をよ り大きくする対応付けを知覚する確率が高いと考えれ ば、未知領域の最小化する平行移動が知覚される確率 が最大となる。

この考えに従って計算すれば、矩形の窓である場合(図 1,2 の場合)、縦横比に応じて、より長い辺に平行移動するように知覚されるという最大事後確率解が得られる。具体的に、図 2 のように矩形窓の横の長さを l_1 、縦の長さを l_2 とした場合、未知領域の面積

Aは平行移動パラメタγの関数として

$$A(\gamma) = (l_1, l_2)^{\mathsf{T}} \left| \frac{c_2 - c_1}{2(a^2 + b^2)} \binom{a}{b} + \gamma \binom{b}{-a} \right|$$

とかける。これを最小にする平行移動パラメタγを解けば、矩形の窓枠長と生じる知覚の関係を定性的に説明する平行移動が得られる。

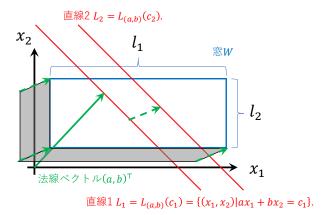


図 2: ある平行移動(破線矢印)を想定した場合に対応づける点が観察されない「未知領域」(灰色の領域).

5. 今後の課題

本稿では、曖昧図形の全体性をもつ知覚の一種である窓問題・Barberpole 知覚のオブジェクト同定による説明を与えた。今後の課題として、これと同様の説明により、BP刺激の2重の重ね合わせによるPlaid motion [7]など、他の運動知覚や、あるいは運動を伴わない静的な曖昧図形の知覚の説明へとスコープを広げていくことが挙げられる。また、本稿で提示した説明による予測を実験的に検討していく予定である。

参考文献

- [1] Hidaka, S. (2018). From Machine Learning to Machine Understanding. Japanese-German Frontiers of Sciences Symposium, 2018 年 9 月 7 日,京都ブライトンホテル.
- [2] 日高昇平 (2018). 記号接地問題における地とは何か: 視覚的物体の同一性の分析. 日本認知科学会第35回大会論文集. (OS10-2).
- [3] 高橋康介・日髙昇平 (2019). 恒常性 (constancy) の構造 と認知的錯覚への適用. 錯覚現象のモデリングとその応 用・第13回 錯覚ワークショップ.
- [4] Guilford, J.P. (1929) "Illusory Movement from a Rotating Barberpole." American Journal of Psychology 41: 686–687.
- [5] McDermott, J., Weiss, Y., Adelson, E.H. (2001). Beyond junctions: Nonlocal form contraints on motion interpretation. Perception, 30: 905-923.
- [6] Adelson, E. & Movshon, A. (1982) Phenomenal coherence of

- moving visual patterns. Nature, 300, 523-525.
- [7] Kim, J. & Wilson, H. (1993) Dependence of plaid motion coherence on component grating directions. Vision Research, 33, 2479-2489.

知覚はプロジェクションか? ——認知科学者のための知覚の哲学入門—— Is Perception Projection? A Cognitive Scientist's Guide to Philosophy of Perception

呉羽 真*, 小草 泰[†], 藤川 直也[‡] Makoto Kureha, Yasushi Ogusa, Naoya Fujikawa

*大阪大学,[†]慶應義塾大学,[‡]東京大学 Osaka University, Keio University, The University of Tokyo kureha@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

Abstract

There has been little exchange concerning perception between philosophy and other areas of cognitive science. This article tries to bridge this gap through explaining basic ideas of philosophy of perception and comparing them with those of cognitive science. In particular, we examine the view of perception held by proponents of 'projection science', according to which perception necessarily involves projecting internal representations to the world. We raise some questions to it from the philosophers' viewpoint and by doing so make visible some differences between philosophers' and cognitive scientists' interests and values. Through this attempt, we aim at paving the way for fruitful exchanges between them.

Keywords — Philosophy, Perception, Representation, Projection

0. はじめに

哲学は認知科学という学際領域を構成する諸分野の1つである。実際に、ドレイファスによる人工知能の基本前提の批判[1]や、クラークによる身体性認知研究の理論基盤の整理[2]、といった試みに代表されるように、哲学は認知科学が発展する上で、ときに批判的、ときに建設的な仕方で、重要な役割を演じてきた。

しかし、知覚に関しては、哲学と他の認知科学分野 (以下では「認知科学」と略記する)の双方が膨大な研究を行ってきたにもかかわらず、両者の間であまり実 りのある交流が行われていないように思われる。それ どころか、基本的な用語や前提のレベルですらすれ違 いが多く、意思疎通がうまくできない場合もしばしば ある。例えば近年、日本の認知科学者たちにより、知覚 を始めとする様々な認知活動に関して、表象の投射 (projection)という側面の解明を目指す「プロジェクション科学」[3][4]という研究プロジェクトが進行中であ る。このプロジェクトは、「身体性認知」の次の認知科 学のパラダイムを打ち立てようとする点で非常に野心 的であり、また心と世界がどう結びつくかを長年議論 してきた哲学とも問題意識が大きく重なるものである。 しかし、その知覚に関する見解を哲学(特に「分析哲学」 と呼ばれる伝統に属す「知覚の哲学」分野)の考え方に 基づいて理解し評価しようとすると、哲学者が疑問に 感じる点もある。

そこで本発表は、知覚の哲学の基礎知識を解説し、それに基づいてプロジェクション科学の知覚観に関する疑問を明確化することを試みる。ただし発表者らの目的は、この知覚観を論破したり、それを放棄するようその擁護者たちを説得したりすることにはない。むしろ、上記の作業を通して、哲学と認知科学の見解の相違の根底にある問題意識や価値基準のずれを可視化するとともに、両者の間で共有できる語彙やツールを見つけ出すことで、両者が今後実りある交流を行っていくための土台を作り出すことを目指すものである。

第1節では、知覚の哲学の問題意識と主要理論を解説する。第2節では、特に「表象」概念を中心として、知覚の哲学の用語体系を整理する。第3節では、以上の枠組みに基づいてプロジェクション科学の知覚理論について疑問を提起する。最後に第4節で、哲学と認知科学の間の問題意識や価値基準のずれについて考察し、またプロジェクション科学の今後の展望に関する提言を行う。

1. 「知覚の哲学」とは何か

1.1 知覚の哲学とその問題意識

知覚は常に哲学の中心問題の1つであり続けてきた。 それは、知覚が世界に関するわれわれの認識において 極めて重要な役割を果たしていると思われるからであ り、またわれわれの心(と身体との関係)を解明する際 に、現象的で意識的な知覚経験が特別の注意に値する と考えられてきたからである。

現在、英語圏を中心として定着している、いわゆる「分析哲学」においても、知覚に関する盛んな議論が行われており、特に 2000 年代以降、「知覚の哲学」は分析哲学の中でも最も活気のある領域の 1 つとなってい

る。そこで論じられているトピックは多岐にわたるが、 特に、「知覚の現象的性格 (phenomenal character)をいか に理解するか」という点は、哲学者の関心の中心部分を 占めていると言えよう。

知覚経験の現象的性格とは、知覚主体当人の観点か ら感じられる、知覚経験の意識的で質的な側面のこと である。(その側面はまた、「クオリア」と呼ばれたり、 「主体にとってその経験をもつとはどのようなことで あるか (what it is like)」という言い回しによって表現さ れたりする。) 例えば、パンダの毛並を見るという経験 をもつときに主体に感じられる(モフモフとした質を 伴う) 経験のありようは、トマトの表面を見るという経 験をもつ際に感じられる(つるつるとした質を伴う)経 験のありようとは顕著に異なっているし、また、パンダ の毛並みに実際に触れるときに感じられる(ゴワゴワ、 ベトベトした質を伴う) 経験のありようともはっきり 異なっている。このことは、それぞれの経験の現象的性 格が異なることを意味する。こうした知覚経験の現象 的性格(またそれを構成する質)の本性をいかに理解す べきかに関して哲学者は議論しあっているのである。

この問いはまた、われわれが知覚経験において直接 に気づくものは何であるのか(それは「外的な」ものか、 「内的な」ものか)という問いと深く関わる。というの は、現象的性格を構成する諸々の質(モフモフとしたあ の質)は、直接的な気づきの対象の特徴であるようにみ えるからである。それゆえ、(後述のように) 哲学的知 覚理論はしばしば、知覚における直接的な気づきの対 象は何であるかをめぐって対立する。

そして、以上の問いに十分な答えを与える知覚理論 は、次の3つの重要な観点から満足のいくものでなけ ればならないと哲学者たちは考えている。

存在論:「世界にはいかなる種類の存在者が存在する のか」

認識論:「われわれは何を知りうるのか」

現象学2:「われわれ知覚主体自身の観点から、知覚は

どのようなものとして捉えられるか」

現代の哲学者たちが、これらのポイントに留意しな 1 ただし、「現象的性格」と「クオリア」は、哲学では 厳密に使い分けられることもある。その場合、「現象的 性格」は、単に知覚経験の意識的で質的な側面を(それ が何によって構成されるにせよ) 理論中立的に指すの に対して、「クオリア」は経験それ自身がもつ内在的質

(という論争の余地のあるもの)を指すものとして用

がら知覚理論を構築しまた評価する際に、広く共有さ れた前提となっているのは、われわれの前理論的・常識 的な信念を理論にとってのデータとみなし、それらを 可能な限りすくい取る理論を作るべきだという、近年 の分析哲学において標準的な方法論的スタンスである (こうした方法は「反照的均衡」と呼ばれる)。このス タンスによれば、われわれは理論的探求以前に、知覚や 関連するトピックに関して、ある程度、基本的な理解や 信念をもっており、そして哲学理論は、探求の出発点と なるそれらの信念とできる限り合致することを目指す べきである。したがって、例えば、ある知覚理論が、「わ れわれは世界について何も知りえない」というような 常識的に受け入れがたい認識論的帰結をもつ場合には、 その理論は望ましくないものとみなされる。もちろん 正当な理由があれば、前理論的な信念の一部が誤りと して退けられることもある。しかし、前理論的信念は理 論に対して重要な制約を課すものであり、必要なくそ れらを否定することは避けるべきだとされる。

1つの(少なくともかなり広く)共有された前提となっ ているのは、自然主義である。自然主義とは、哲学を科 学と連続的なものとみなす立場である。この立場は、 「哲学は、諸々の科学的知識に先立ち、科学的知識に依 拠することなく、われわれの(科学的知識を含む)認識

また、現代の知覚をめぐる哲学的議論において、もう

の正当性や、実在の本性、等々を明らかにする学問だ」 という哲学観に対するアンチテーゼである。自然主義 には様々な種類があり、哲学者ごとにどのようなバー ジョンを信奉するかは異なるし、またもちろん自然主 義に反対する哲学者もいるが、一般に、「経験科学が描 く世界像と明確に衝突すると考えられる存在者(例:不 滅の霊魂) は認めるべきではない」という存在論的方針 や、「哲学的な知覚理論は、知覚に関する経験科学的デ ータとも整合すべきだ」という方法論的方針は、現代の 哲学では標準的であると言えよう。

こうした自然主義を背景として、哲学においても、科 学の具体的な成果を取り上げ、考察対象とする動きが 見られるようになっている(例:色覚に関する科学的発 見、二重視覚システム説、等々)。しかし、その一方で、

いられる。

² この「現象学 phenomenology」という語は、種々の経 験の一人称的観点から捉えられる側面を指すものであ り、フッサールに始まる哲学の伝統を指す用語として の「現象学」とは区別される。

知覚を可能にする神経メカニズムについての認知(神経)科学的知見などへの哲学者の興味は、現状では、限定的なものにとどまっている。

1.2 知覚の哲学の主要理論

これまで提起されてきた哲学的な知覚理論は、大きく、以下の3つの種類に分類される。

直接実在論:知覚者は心から独立に存在する対象(外界に存在するパンダ) そのものを、心的な代理物など介することなく直接に知覚する。(素朴実在論、志向説、二重要素説など)

間接実在論:知覚者は直接には、「センスデータ」、「観念」、「脳が生み出した幻」など、外的対象の代理物となる心的対象を知覚し、それを通して心から独立の外的対象を間接的に知覚する。われわれが直接に見るのはパンダの心的な代理物である。そして、われわれは、テレビの映像を見ることによってサッカーの試合を見るように、その代理物を見ることによって間接的にパンダそのものを見るのである。(センスデータ説、神経構築説など)

反実在論:知覚者はただ心的な対象を知覚するだけであり、その「向こう側」に心から独立の対象など存在しない。パンダはわれわれが直接に知覚する心的対象の集まりであり、心から独立のパンダなど存在しない。(観念論、現象主義)

前理論的な観点から、われわれにとって最も自然に 感じられるのは、直接実在論である。しかし、この立場 は、比較的近年に至るまでは、必ずしも主流ではなかっ た。その主な理由の1つは、「心から独立の対象がなく ても、そうした対象を正しく見る(と日常的にみなされ る)場合と同様の経験が生じうる」という点である。例 えば、パンダの幻覚を見ている人は、心から独立の対象 を見ていない。しかし、それでも、実際にパンダを見る ときと同じように、その人にはしかじかの色や形をし た何かが現に見えているのだから、その人は心的な対 象を見ているのでなければならない。そして、ひとたび こうして心的対象が導入されるなら、幻覚と正しい知 覚は見分けのつかない経験である(もしくは、ありう る) から、正しい知覚の場合も、われわれが直接知覚す るのは心的対象とみなすべきだ。このような論拠から、 間接実在論や反実在論が勢力をもっていたのである。

(ちなみに、ここで持ちだされた直接的な知覚対象と しての心的対象は「表象」と呼ばれることがあるが、以 下の2節で確認するように、今日の哲学で用いられる意味での表象とは異なる点に注意せよ。)

しかし、現在、間接実在論や反実在論は下火となり、何らかの直接実在論を採る論者が大勢を占めている。その主な理由は、(a)間接実在論や反実在論――より正確には、哲学におけるそれらの標準形である「センスデータ説的」間接実在論・反実在論――が、先ほど見た理論評価の基準に照らして受け入れがたい立場だという広範な合意が形成されたこと、(b)幻覚や錯覚の可能性を踏まえた形で、直接実在論を守る見込みのある知覚観が注目されるようになったこと、の2点である。

(a)について説明すると、まず、センスデータ説的間接実在論・反実在論はともに、センスデータの導入に伴う存在論的な問題点を抱えていると指摘される。まず、物体とは違い、センスデータに関しては、どう答えるべきか不明な問いが生じる(例:「瞬きの前後に見えるセンスデータは同一なのか、別物なのか」など)。また、センスデータという心的対象を認めることは、自然主義の枠内には収まり難い存在者にコミットすることだと一般にみなされており、自然主義的傾向が支配的な現代の議論状況では、この点からもセンスデータを認める立場は回避される傾向にある。

また、これら両見解に対しては、現象学的な問題点も 指摘される。それは、「われわれ知覚主体自身にとって、 知覚経験は外的世界に直接に気づくことであるように 思われる」という現象学的データと両立しがたいとい う点である。われわれが自分自身の知覚経験を反省す るときに見出すのは、心的対象などではなく、むしろ経 験されている外的対象とその性質そのものであるよう に思われる(この現象学的ポイントは「経験の透明性」 と呼ばれる)。直接的な知覚対象を心的対象とみなす理 論がこの点とどう折り合うのかは明らかではない。

さらに、センスデータ説的間接実在論に対しては、「ひとたびわれわれが直接に知覚しうる範囲をセンスデータに限るなら、われわれは心から独立の世界について知ることができるという常識的信念を確保するのは困難となる」という認識論的批判もしばしば向けられる。間接実在論者はしばしば、「われわれはセンスデータに関する直接的な知識に基づいて、心から独立の事物について推論的に知ることができる」と主張する。しかし、「かくかくのセンスデータが存在する」という前提のみから、「しかじかの心から独立の対象が存在する」という結論を導き出す推論とはどんなものなのか、間接実在論者は説得力のある仕方で示していない。

他方で、反実在論をとり、物体の心からの独立性を否定してしまえば、物体の認識可能性は確保できるかもしれない。しかし、この説は、「物体は心から独立に存在する」という常識を否定する点で、重大な存在論的代償を払うことになる。

以上のように、センスデータ説的な間接実在論・反実 在論には数多くの問題があるという同意が形成される 一方で、(b)で述べたように、近年、幻覚や錯覚の存在 を踏まえた上で、直接実在論を採ることを可能にする 見込みがあるとされる方針が注目されるようになった。 それは、知覚経験を、信念や判断と同様に、世界のあり ようへと向けられた、「表象的」ないし「志向的な」心 的状態とみなすという方針である。次節で、この方針の 内実とメリットを確認することにしよう。

2. 知覚と表象

前節で見たように、現代の知覚の哲学における 1 つの影響力のある見解は、知覚経験は表象的である、というものである。ただし、ここでの「表象」は、センスデータや観念がしばしば「表象」と呼ばれるのとは異なる意味で用いられている。本節では、現代的な意味での表象とは何なのか、知覚経験を表象的とすることと直接実在論とがどのように関係するのかを見る。

2.1 表象とは何か?

まず、「表象媒体(representational vehicle)」と「表象内容(representational content)」によって表象を理解する〈媒体 - 内容〉図式を導入しよう[5]。表象媒体は、世界の中のものごとについてのものであり、それらのものごとを一定のあり方をするものとして表す。表象内容は、表象媒体が表すものごとのあり方である。例えば、(ア)の文(正確には、紙ないしスクリーン上の一定のパターン)は表象媒体であり、その表象内容は、シャンシャンはパンダだということである。

(\mathcal{T}) Xiang Xiang is a panda.

この表象内容にはシャンシャンというパンダそのもののあり方が含まれるが、そうしたあり方は(ア)という表象媒体そのものの構成要素ではない。あるいは、(ア)という表象媒体は4つの語から構成されているという特

徴をもつが、その表象内容はそうした特徴をもたない。 より一般に、表象媒体そのものがもつ特徴やその構成 要素が、それが表す表象内容そのものの特徴やその構成 成要素である必要はない(そして、実際多くの場合、それらは全く異なる)。知覚の哲学においては単に表象と いうことで、しばしば表象媒体のことが意味される。本 発表でもこうした用語法に従うことにしよう。

ある表象媒体が表すものごとのあり方は、世界の実際のあり方に合致する場合もあれば、そうでない場合もある。例えば、(ア)の内容はこの世界の実際のあり方に合致しているが、「Xiang Xiang is a dolphin.」という文の内容はそうではない。ある表象媒体の表象内容が世界の実際のあり方と合致する場合、その表象媒体はものごとのあり方を正確(accurate)に表象している³。そうでない場合、その表象媒体はものごとのあり方を正確に表象しておらず、誤表象している。このように、表象の内容は、表象の正確さの条件――どのような場合にその経験はものごとのあり方を正確に表象し、どのような場合にそうしないのか――を特定するものであるものごとをある仕方をしたものとして表象するのは

文だけではない。例えば、右の絵は パンダを一定のあり方をしたもの として表象している。現代の哲学 において広く受け入れられている 見解によれば、信念や知識といっ



た心的状態は 1 種の表象であり、一定の表象内容をもつ。さらに心的表象は、絵や文とは異なり、本来的、非派生的な表象だと考えられている。絵や文は、心的表象に依存して派生的に表象作用をもつ。それに対して、心的表象の表象作用は他の種類の表象がもつ表象作用に依存していない。

では、そもそもいかにして心的表象は特定の表象内容をもつのだろうか。心的表象とその内容の関係を扱う「サイコセマンティクス」は、80年代以降の心の哲学の主要な関心事の1つであった。サイコセマンティクスの問題に自然主義的な説明を与えようとするプロジェクトは「志向性の自然化」と呼ばれる。このプロジェクトにおいて現在もっとも有力視されているのは、表象媒体と表象内容の関係を、表象媒体がそれを生み出しまた用いるシステムにおいて果たす機能(とりわ

³ 厳密には、こうした説明が当てはまるのは、信念(後述するように信念も表象媒体の1種である)や主張文など一部の(とは言え多くの)記述的な表象に限られ

る。例えば、欲求や意図はそもそも正確だとは言われない。知覚経験が表象だとする現代の理論の多くは、知覚 を前者のタイプの表象であるとみなしている。

け生物が進化の過程で自然に獲得した生物学的機能) の観点から考察しようというものである[5]。(サイコセマンティクスの解説として、[6]を参照せよ。)

第1節の最後で触れたように、現代の知覚の哲学における1つの有力な立場は、知覚経験を表象的な状態とみなすという立場である。第2.2項ではそうした立場の中でも、特に志向説と呼ばれる立場を取り上げ、〈媒体・内容〉図式に基づいて、志向説が直接実在論の1形態であるということを確認する。

2.2 志向説と直接実在論/間接実在論

志向説によれば、知覚経験とは一定の表象内容をもつ心的表象である。あなたが眼前のパンダを目にしているとき、あなたの経験はそのパンダを、大部分白く、ところどころ黒く、あなたの眼前に位置し、等々、というあり方をしたものとして表象する。そして主体があるものごとを経験するというのは、経験という特定の種類の心的表象をもつということに他ならない。志向説にとって、知覚を表象的に捉えることの眼目は2つある。1つは、間接実在論を否定し、直接実在論を擁護すること、もう1つは、(信念など他の表象状態にはない)知覚に特有の現象的性格を、表象という観点から説明するということである。順を追って見ていこう。

志向説は、「知覚経験において主体は何を直接知覚す るのか」という問いに対して、経験が表象するものごと だ、と答える。とりわけ主体が真正な (veridical) 知覚 的表象をもつ場合、主体は、それが表象する外界のもの ごとを直接知覚している。ここで注意すべきは、経験と いう心的表象をもつということと、そうした心的表象 を知覚するということの区別である。志向説によれば、 外界のものごとを経験するというのは、そうしたもの ごとのあり方を内容とする心的な表象媒体をもつとい うことであり、そうした脳内の表象媒体を知覚する、す なわち、脳という物体のあり方を内容とする表象をも つということではない。これはちょうど、シャンシャン はパンダであるという信念をもつ人は、シャンシャン について何かを信じているのであって、自分の脳や心 について何かを信じているわけではない、というのと 同じである。

志向説はさらに、錯覚、幻覚を誤表象の一種として扱う。例えば、眼前にパンダはいないのも関わらず、目の前にピンクのパンダがいるように見えたとしよう。志向説によれば、この幻覚経験は、眼前にパンダがいるという誤った内容をもつ心的表象である。そして、その幻

覚に陥っている主体は、そうした心的表象をもっているのであり、その心的表象を知覚しているわけではない――パンダが目の前にいると信じている人は、世界について誤った信念をもっているのであって、自分の脳や心について何かを信じているわけではないのと同じように。

このように、知覚経験を表象的に捉えることの眼目 の1つは、頭/心の中にある何かを知覚することを通 じて外界の対象を間接的に知覚するという考えを否定 することにある。志向説において、心的な表象媒体は、 経験において主体が直接知覚する対象ではない。心的 表象は、間接実在論が措定する「センスデータ」や「脳 が生み出した幻」のように、世界へのアクセスを遮断す るヴェールのようなものではなく、むしろそれをもつ ことで世界にアクセスすることを可能にするようなも のである。このような知覚の捉え方は、センスデータに 伴う存在論的問題を回避するだけでなく、知覚経験を 直接に外界に向けられたものとみなすことで、現象学 的・認識論的観点からも適切なものとなる見込みがあ る。また、この見解は外的対象の心からの独立性を否定 する必要もない。こうした見通しから、志向説に代表さ れる「知覚は表象的だ」という考えは、現在の知覚の哲 学におけるパラダイムとなっている。

次に現象的性格の問題に目を向けよう。この問題に対する志向説の基本的な考えは、知覚経験の現象的性格も表象という観点から理解できる、というものである。ただし、具体的にどう理解されるのかについては、志向説論者の中でも意見が分かれる。ある志向説論者は、経験の現象的性格は経験の表象内容によって尽くされる(パンダがモフモフに見えるという経験がある現象的性格をもつことは、その経験がパンダをモフモフしたものとして表象しているということに他ならない)と主張しつつ、知覚は「非概念的な表象内容」をもつ)とみなすことで、知覚に特有の現象的性格を捉えようとする。

また、別の志向説論者は、表象内容の違いではなく、 表象内容に対する主体の<u>態度</u> (表象内容と関係する仕 方)の違いに、知覚経験の現象的性格を捉える手掛かり を求める。この考え方によれば、表象内容と〈信じる〉 という仕方で関係することもできるし、〈欲する〉とい う仕方でそうすることもできるのと類比的に、われわ れは表象内容と視覚的に関係することや、触覚的に関 係すること、等々ができる。そして、こうした感覚様相 に特有の内容との関係の仕方によって、知覚に特有の 現象的性格は説明される。

志向説論者によるこれらの説明が成功しているかどうかは決して明らかでない。そこで、知覚経験を表象的とみなす人々の中にも、知覚経験の現象的性格を適切に捉えるには、表象内容(やそれと関係する仕方)に加えて、何らかの非表象的な要因を認めるべきだと考える人たちもいる。彼らは、知覚経験には、表象的な側面に加えて、主観的で感覚的な側面があるとみなすことで、知覚の現象的性格を説明しようとする。第3節で見る二重要素説はそのような立場の1つである。

最後に、想定される2つの疑問に答えておきたい。 疑問1:表象媒体が頭にあるとして、表象内容はどこ

にあるのか?

応答: 表象内容は、ある種の抽象的な対象であり、世界の中の具体的な位置をしめるものではない。それゆえそれは、そもそもそれは「どこにあるのか?」という問いを適切に問うことができないようなものである (0 という数はどこにあるのか、という問いが不適切であるのと同様に)。

他方で、内容が抽象的対象であるということは、内容が実際の世界の中でのものごとのあり方と一致している場合、その内容をもつ表象が、そうしたものごとについてのものであるということと両立する。この意味で、真正な知覚経験をもつ主体は、実際の外界の対象を知覚しているということができる。

疑問2: 表象内容が頭の中にないとすれば、なぜわれ われは内容に基づいて行為できるのか?

応答:この点を理解するためにも、表象媒体と表象内容の区別が重要になる。表象内容は確かに頭の中にない、それどころがそれは抽象的対象であり、因果的な効力をもたない。しかしここから表象媒体がそうであるということは帰結しない。志向説によれば、知覚経験とは1種の心的表象であり、一定の神経活動のパターンによって実現されている。そうしたパターンは、物理的なものであり、物理的性質をもつ。内容に基づいた行為とは、こうした表象媒体が、内容に対応するような仕方で因果的力をもつことによって可能になる。

知覚はプロジェクションか?

本節では、これまでの議論を踏まえて、プロジェクション科学が採用する知覚観について検討を加える。

3.1 プロジェクション科学とは何か?

鈴木ほか[3]はプロジェクションを「内的に構成され た表象と世界とを結びつける心の働き」と定義する。そ してプロジェクション科学とは、この投射の働きに焦 点を当てることで、脳内の表象が外界の対象といかに して関係づけられるのかを解明することを目指すもの とされる。プロジェクション科学では、表象が外界の対 象と(比較的)正確に対応する場合に加えて、表象がそ の入力源となった対象とは別の対象に対応づけられる 場合(「異投射」)や、外界に表象の入力源となる対象が 存在しないにもかかわらず投射が行われる場合 (「虚投 射」)をも考慮対象に含める。この正常な投射・異投射・ 虚投射は、知覚の場合にはそれぞれ、真正な知覚・錯 覚・幻覚に該当する。投射の働きは、知覚だけでなく、 様々な認知活動に介在しているものとされ、具体的に はモノへの愛着や、幽霊・神への信仰、VR などが例と して挙げられている。ただしここでは、最も基本的な認 知活動である知覚に話題を絞りたい。

プロジェクション科学は、知覚を、脳内の表象を外界に投射する働きと捉える。このように、投射を引き合いに出して知覚を説明しようとする見方を「投射的知覚観」と呼ぶことにしよう。投射的知覚観は、プロジェクション科学の登場以前から存在していたものである。しかしそれは、評判がよかったとは言い難い。例えばマッハ[7]やジェイムズ[8]が、この見方に対して否定的なコメントを残している。その一方で、鈴木[4]も指摘するように、ポランニー[9]はこの否定に異議を唱えている。ただし、マッハやジェイムズ、ポランニーが言及する投射的知覚観では、心ないし身体が受け取った感覚を投射する、という言い方がされ、頭の中の表象を投射する、と述べるプロジェクション科学とはやや内実が異なる。この相違が何を意味するかについては後(第3.2項の末尾)で考察する。

プロジェクション科学が知覚の説明において「投射」を引き合いに出すのは、表象と外界の結びつけを理解するためであるとされる。鈴木はこの点を、「表象の考え方からすれば、何かが見える時には、それはシステム内部において見えるということになってしまう.しかし我々は頭の中に何かを見るわけではなく、外の世界に視覚対象を知覚する」[4]、と説明している。しかしこの知覚観が知覚経験の本性をどのように捉えているかは、哲学者の目には明らかでない。そこで、この点を理解するために、それを代表的な知覚の哲学理論と照らし合わせてみよう。

3.2 プロジェクション科学と知覚の哲学理論

本項では、プロジェクション科学の投射的知覚観を間接実在論、志向説、二重要素説の3つの知覚の哲学理論と照らし合わせつつ、検討を加える。

間接実在論

まず、間接実在論から検討しよう。前掲のように、鈴木は「表象の考え方からすれば、何かが見える時には、それはシステム内部において見えるということになってしまう」と述べるが、ここで「表象の考え方」と言われているものは間接実在論と酷似している。すなわち、表象というものを、〈媒体-内容〉図式で捉えられるものではなく、システム(心/脳)の内部で生み出される直接的な知覚対象として捉えているように読み取れるのである。そこで考えられるのは、プロジェクション科学において、ある種の間接実在論が(部分的にであれ)前提されている、という可能性である。この場合、表象の投射とは、心/脳の中にある知覚対象(例:パンダの表象)がもつ性質を、外界にある事物(例:実在のパンダ)に帰属する作用として理解できる。

第1節では今日の哲学の世界で間接実在論が支持を得ていないことを述べた。しかし哲学と異なり、認知科学では現在でも、われわれが直接見るものは脳が作り出した幻にすぎない、という間接実在論が根強い支持を得ている[10][11]。この状況は、認知科学者が「センスデータ説」のような哲学者の放棄した古い考え方を引きずっているというよりも、「神経構築説(neural construction theory)」と呼びうるような、科学的論拠と認知科学特有の関心に支えられた、新しい種類の間接実在論が登場している、と見る方が建設的だろう。

だが、神経構築説はやはり従来の間接実在論が直面したものと同じ難点を孕んでおり、発表者らの目には魅力が乏しいように思われる。特に深刻なのは、間接実在論を採ってしまえば、投射の働きを持ち出しても、結局のところ外界との対応づけを確保することは困難に思われる、という点である。知覚が直接的には内的な表象=「脳の中の幻」を見ることだとすれば、当該の表象とそれが投射される実在の事物が対応しているという

保証がどのようにして得られるかは明らかでないのだ。こうして神経構築説は、認識論的な観点から見て困難に直面する。また、存在論的観点から見ても神経構築説には難点がある。この説を採る認知科学者は二元論にコミットするつもりはないだろうが、「脳の中の幻」とされる知覚対象がどんな種類の存在者なのか、それが物理的にどのように実現されているかは極めて不可解なのである。以上のような認識論的および存在論的な関心に認知科学者は共感を覚えないかもしれないが、哲学的には無視しがたい点である4。

志向説

前節までで述べたように志向説は現代の知覚の哲学 の主流の位置を占めるものではあるが、投射的知覚観 とは両立しがたいと考えられる。ここで問題になるの は、プロジェクション科学が「表象」と呼んでいるもの ――脳内から外界へ投射されると言われるもの――は、 直接実在論的な「表象」理解に基づく志向説の枠組みの 中で何に対応するか、という点である。それは、一方で、 表象媒体ではない。というのも、知覚経験の表象媒体を 成す神経活動は頭の中にあり続けるからだ。また他方 で、それは表象内容でもない。というのも、知覚経験の 表象内容を成す事態は元々頭の中にないからだ。表象 媒体が頭の中にあるからと言って、表象されるものが 頭の中に見えなければならないわけではない。そうで なければならないと考えるのは、表象そのものの性質 と表象内容の性質の混同である。「頭の中の絵」のよう な内的な知覚対象という意味での「表象」は志向説の枠 組みの中には存在しないのだ。従って、志向説の下で は、内部の表象を外部に投射する、という知覚の捉え方 は不適切になる。むしろこの説では、投射の働きを持ち 出すまでもなく、知覚経験が表象的であると認めるこ とによって、真正な知覚の場合にはそれが外界と関係 する (外界で成立している事態をその内容とする)、と いうことは確保されているのである。

無論、直接実在論的な「表象」理解を採用したからと言って、すべての問題が解消するわけではない。残される問題の 1 つは、前述のサイコセマンティクスの問題

4 哲学における「間接実在論」を斥けることは、心理学における「間接知覚論」を斥けることではない、という点に注意せよ。両者はしばしば混同されるが、前者が知覚経験においてわれわれが直接的に知覚する対象の存在論的身分に関わるものであるのに対して、後者は知覚プロセスにおける推論の介在の有無に関わるもので

ある (知覚を環境内の情報の直接的ピックアップとみなす生態学的知覚論と対比される)。この区別を踏まえれば、知覚を推論的な過程による表象の構築と捉える認知科学の標準的見解は、直接実在論と両立可能だと言える (より詳しい説明は[12]を参照)。

である。知覚経験を含む表象的な心的状態がいかにしてその固有の表象内容をもちうるか、ということが解明されなければならない⁵。もう1つは、現象的性格の問題である。前述の通り、経験の現象的性格が表象という観点から十全に説明できるかどうかについては異論もある。だが、これらの問題が残されているとはいえ、間接実在論的な「表象」理解の下では、外界との対応づけの問題は解決不可能になってしまう懸念が大きいため、直接実在論を採用した上で上記の問題の解決を図るのが標準的となっている。

二重要素説

鈴木[4]も述べるように、理論心理学者のハンフリー [13][14]は近年、投射を引き合いに出すような知覚理論を提唱している。彼の理論は、知覚を感覚と思考(あるいは判断、推論)という2つの要素から成るものとして説明する「二重要素説」に分類される。二重要素説は、18世紀英国の哲学者リードが当時主流だった間接実在論に抗して唱えた理論であり、直接実在論の最も古典的なバージョンとみなされる。

ハンフリーはリードを引き合いに出しながら、知覚 において、感覚刺激から「感覚 (sensation)」と「知覚」 という 2 種類の表象が作られる、と論じる。この際、 知覚が外界のあり方を表象するのに対して、感覚は身 体表面に与えられた刺激、およびそれに対する知覚主 体の反応を表象するとされる。ハンフリーの理論は志 向説と同じく知覚経験を表象的とみなすが、このよう に知覚とは別に、外界ではなく身体のあり方を表象す る感覚を措定する点で、志向説と異なる。それが措定さ れるのは、知覚経験がもつ現象的性格を説明するため である。ハンフリーによれば、現象的性格は感覚に由来 する。例えば、パンダを見るときに感じられるパンダの 毛並みのモフモフした質感は、網膜刺激と知覚主体の 相互作用を表象する感覚に由来する。しかしわれわれ は誤ってそれを外界の事物(パンダ)がもつ性質と判断 するのであり、この判断(思考)の働きのおかげでわれ われは外界の事物がもつ性質を知覚するのだ、と言う。

以上の説は、一見して、知覚経験の「透明性」――すなわちわれわれが自らの経験を反省するときに見出される性質はいずれも、経験される外的事物のもつもの

であるように見えるという事実――に反する。例えばパンダを見るときにわれわれが気づくモフモフした質感は、パンダがもたらす網膜刺激の性質ではなく、外界のパンダがもつ性質であるように思われる。ここでハンフリーは、次のように述べて、「投射」を引き合いに出す。「もし今、外部のもの自体に現象的属性が本来具わっているとあなたが本当に信じているとすれば、それはあなたが何らかのかたちで、その感覚を自分の頭のなかから外の世界へと投射しているからにほかならない」[14]。また、ハンフリーは、知覚と感覚が乖離しうる事例として、色失認(色感覚は影響を受けないが、色知覚は失われる事例)や盲視(色知覚は無事だが、色感覚は失われる事例)を挙げて、知覚に加えて感覚の存在を認める必要がある、と主張する[15]。

ハンフリー的な二重要素説は、われわれの経験が感 覚刺激の性質を外的対象に帰属させる体系的な誤りを 犯しているという過激な見解であるために、その支持 者は多くはないものの、特に志向説とは異なる仕方で 現象的性格を説明しようとするものとして、1 つの検討 に値する立場だとは言える。そして、この説は、一見し て投射的知覚観とうまく合致するように思われる。こ の場合、表象の投射とは、感覚が表象する身体に関する 性質(例:網膜刺激に由来する質感)を、知覚が表象する外界の事物(例:実在のパンダ)に帰属する作用とし て理解できる。ただし、感覚も知覚もそれ自身は頭の中 にあってその外部(身体/世界)の対象を表象するもの とされるため、「表象を脳内から外界へ投射する」とい う言い方は不適切になり修正を要する。

より深刻な問題として、プロジェクション科学とハンフリーの説にはすれ違いが見られる。二重要素説においては伝統的に、外界との対応づけの機能は感覚に付加される<u>思考</u>(あるいは<u>概念、判断</u>)によって担われるとされている。ハンフリーもこれを踏襲して、思考作用のもつ志向性が外界との結びつけの役割を果たすと認めている。彼が投射を引き合いに出すのは、あくまで知覚経験の透明性の事実を説明するためなのだ。プロジェクション科学は、投射的知覚観を採用するだけでなく、この投射作用を引き合いに出すことで表象と外界の結びつけを理解することを目指すが、ハンフリーの説では投射作用にそのような積極的な役割は認めら

のか、錯覚や幻覚の場合の誤定位はどのようなメカニズムの変調によって生じるのか――もまた、投射的知覚観の真偽に関わりなく残される。

⁵ 本文中に挙げた哲学的問題に加えて、認知科学の問題として、空間的定位の問題――知覚される性質の空間的配置はどんなメカニズムによってコード化される

れていないのである。

まとめ

プロジェクション科学は「内部から外部への表象の投射」を引き合いに出して表象と外界の結びつけを説明しようとするが、以上で確認したように、知覚の哲学で現在有力視されている理論枠組みのいずれもこうした考え方となじまない。それどころか、「表象と外界の結びつけ」という問題意識自体に疑問の余地がある。ここで、前述の「感覚が投射される」と「表象が投射される」の相違という論点に立ち戻ってみよう。従来の投射的知覚観は前者を主張してきたが、プロジェクション科学は後者を採用するのであり、その際に間接実在論的な「表象」理解を混ぜ込んでしまっている懸念がある。「表象」理解を(第2.2項で紹介した)現代的なものにアップデートすれば、上記の疑問は(部分的に)解消されるのではないだろうか。

その一方で、上記の理論枠組みのどれを採っても知 覚経験の現象的性格については決定的な説明が与えら れるとは言い難く、その解明に投射的知覚観が貢献す る可能性はあるかもしれない。この点については、結論 でさらに論じよう。

4. 結論——知覚の哲学と認知科学の実り ある対話に向けて

ここまでで、知覚の哲学における主流の考え方に準拠して、プロジェクション科学の知覚観への疑問を述べてきた。とはいえ、最初に述べたとおり、発表者らは、この理論を論破したり、その擁護者たちを説得したりすることにはない。発表者らが抱く疑問は、1つには哲学と認知科学の間の問題意識や価値基準のずれ、もう1つには両者の間の用語法のずれに起因すると思われる。そこで、これらのずれが具体的にどこにあるかを確認しよう。

1つの大きな見解の相違は、間接実在論に対する態度にあるだろう。第1節で確認したように、哲学では、常識的見解と両立困難であるという理由でそれは拒絶される。だが認知科学には、常識を救いとることへの動機づけはあまりないだろう。むしろ、例えば近代天文学が天動説を覆したように、ドグマと化した常識を覆していくことこそが科学としての正常な発展のあり方だと考えるのではないだろうか。実際に知覚の認知科学はこれまで、意識のための視覚と行動のための視覚の分離や変化盲・不注意盲の存在など、常識に反する事実

を発見してきた。以上の点は、認知科学者の中に間接実 在論への賛同者が多い1つの理由かもしれない。

哲学も常識に反する理論を一概に否定するわけでは ない。常識は(上述のように)探究の出発点になるもの だが、それとの一致は哲学理論に期待される様々な美 点の1つにすぎず、他にも様々な美点(例えば科学的 知見との一致や、哲学の他の分野の見解との一致)があ る。また、「常識」と呼ばれるものもしばしば相反する 様々な見解の寄せ集めであり、理論の選択に際しては どの常識的見解を救いどれを捨てるかを取捨選択する ことが必要になる。結局のところ、どの哲学理論が優れ ているかは、どれだけの範囲の重要な見解を汲み取れ るかによって決まる。この際、ある重要な常識的見解と 合致する理論がそれと衝突する理論に比べて同等以上 の説明力をもつならば、前者を採ることが合理的だ、と 考えるのが一般的である。われわれが外界の対象を直 接知覚しているという見解は、認識論的・存在論的な含 意も強く、重要なものと認識されている。

発表者らは、以上のような哲学の価値基準を認知科学者に対して押し付ける気はない。ただし、認知科学の見解と哲学の見解が何らかの点で対立した場合に、後者を単に非科学的とみなすのではなく、それが相応の根拠と独自の関心に基づくものであることを理解してもらえれば、実りある交流ができるだろう。

また、語彙に関しても哲学と認知科学の間には大きなずれが見られる。特に「表象」概念を巡っては、現代哲学では〈内容-媒体〉図式で捉えられるものとして理解が深められているが、それが認知科学には浸透していないように思われる。発表者らはこうした語彙の用法についても認知科学者に押し付けるつもりはないが、もし役に立つと思うなら共有してもらえると意思疎通が容易になる。あるいは、哲学者が使用する語彙について違和感を覚える点を指摘してもらえると、哲学内部で自明視されていることを批判的に問い直す機会になってありがたい。

最後に、プロジェクション科学の発展に貢献しうるような提案を行いたい。この際、強調しておきたいのは、発表者らは、プロジェクション科学を、これまで計算主義認知科学や身体性認知科学が着目してこなかった側面に光を当てようとする野心的な取り組みとして評価している、という点である。身体性認知科学では、環境への適応という知能の側面が強調されてきた。だが、人間のような認知エージェントの行動には、受動的に既存の環境に適応するだけでなく、能動的に新しい

現実を構築するという面がある。発表者らは特に、プロジェクション科学が、この現実の構築という知能の側面に取り組んでいこうとする点に、共感を覚える。

この試みを進めていく上で、幾つかの課題を切り分ければ見通しが良くなるだろう。そして、この切り分けの作業に際しては哲学の概念ツールが役立つと思われる。例えば、プロジェクション科学では、投射の働きによって「世界が意味で彩られる」[4]といった言い方がなされるが、この「意味」という表現には曖昧さがある。この点に関わる問題の候補として、知覚の哲学では伝統的に以下2つの問いが区別されてきた。

- (i) **志向性の問題**: 知覚経験はいかにして外界の事物を一定のあり方をしたものとして表象するのか。
- (ii) **現象的性格の問題**:知覚経験はいかにして一定の 現象的な質をもっているように感じられるのか。

(i)は信念などと共通とされ、鈴木[4]が言及する記号接地問題などで論じられているのはこちらである。これに対して、(ii)は知覚を始めとする意識経験に特有とされる。これら両者の関係については哲学でも議論がなされており、幾つもの立場がある。例えば、現象的性格を表象という観点から理解しようとする志向説は、(i)に対して自然主義的な説明を与えた上で、それに基づいて(ii)を説明しようというものである。これに対して、知覚は感覚と思考の2つの要素から成り立っているとする二重要素説は、(i)を思考の働きによって、そして(ii)を感覚の働きによって、別々に説明しようと試みる。

プロジェクション科学は、(i)と(ii)を混ぜ合わせて、 「知覚主体にとってなぜ外界の事物が一定の現象的な 質をもっているように感じられるのか」という問題を 提起し、それに「投射」という単一の装置で答えようと していると見なせる。だが、この2つの問題の関係が 自明でない以上、両者を一旦切り分けた上で、その関係 を検討した方がよいだろう。発表者らの見るところ、一 方で、第3節で論じたように、(i)の志向性の問題を解 決するために「表象の投射」を引き合いに出すことが適 切であるかは疑問の余地がある。そこで、志向説や、あ るいは、現代的な「表象」概念をめぐる哲学的議論の蓄 積が、プロジェクション科学に寄与する点があるかも しれない。他方で、(ii)の現象的性格の問題に関しては、 これまで認知科学からの取り組みがあまりなされてこ なかったため、投射という観点からそれに取り組み、現 実の構築という知能の側面を明らかにする新たな試み が始まったのならば、非常に興味深い。いずれにせよ、こうした問題の切り分けによりプロジェクション科学の狙いを明確化することは、この新たな企てがより実り豊かに展開していく上で有益だろう。

参考文献

- [1] Dreyfus, H. L., (1972). What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason, New York: Harper & Row. (黒崎政男・村若修(訳) (1992). 『コンピュータには何ができないか――哲学的人工知能批判』,産業図書.)
- [2] Clark, A., (2003). Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence, Oxford: Oxford University Press. (呉羽真・久木田水生・西尾香苗 (訳) (2015). 『生まれながらのサイボーグ――心・テクノロジー・知能の未来』,春秋社.)
- [3] 鈴木宏昭・小野哲雄・米田英嗣, (2019). "特集「プロジェクション科学」編集にあたって", *Cognitive Studies*, Vol. 26, No. 1-2, pp. 6-13.
- [4] 鈴木宏昭, (2019). "プロジェクション科学の目指すもの", *Cognitive Studies*, Vol. 26, No. 1-2, pp. 52-71.
- [5] Dretske, F., (1995). Naturalizing the Mind, Cambridge, MA: The MIT Press (鈴木貴之 (訳), (2007). 『心を自然化する』, 勁草書房.)
- [6] 戸田山和久,(2014). 『哲学入門』, 筑摩書房.
- [7] Mach, E., (1918). Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen, Jena: Gustav Fischer. (須藤吾之助・廣松渉 (訳) (1971). 『感覚の分析』 法政大学出版局.)
- [8] James, W., (1892). *Psychology: Briefer Course*, London: Macmillan and Co. (今田寛 (訳) (1992). 『心理学 (上・下巻)』岩波書店.).
- [9] Polanyi, M., (1967). *The Tacit Dimension*, London: Routledge and Kegan Paul. (高橋勇夫 (訳) (2003). 『暗黙知の次元』, 筑摩書房)
- [10] Smythies, J. R. & Ramachandran, V. S., (1997). "An empirical refutation of the direct realist theory of perception", *Inquiry* Vol. 40, Iss. 4, pp. 437-438.
- [11] Frith, C., (2007). Making Up the Mind: How the Brain Creates our Mental World, Oxford: Blackwell. (大堀壽夫 (訳) (2009). 『心をつくる——脳が生み出す心の世界』, 岩波書店.)
- [12] Drayson, Z., (2018). "Direct perception and the predictive mind", Philosophical Studies Vol. 175, Iss. 12, pp. 3145-3164.
- [13] Humphrey, N., (2006). Seeing Red: A Study in Consciousness, Harvard: Harvard University Press. (柴田裕之 (訳), (2006). 『赤を見る――感覚の進化と意識の存在理由』, 紀伊國 屋書店.)
- [14] Humphrey, N., (2011). Soul Dust: The Magic of Consciousness, Princeton: Princeton University Press. (柴田裕之 (訳), (2012). 『ソウルダスト――〈意識〉という魅惑の幻想』, 紀伊國屋書店.)
- [15] Humphrey, N., (2000). "In reply", *Journal of Consciousness Studies* Vol. 7, Iss. 4, pp. 98-125.

系列情報の閾下呈示が洞察問題解決に与える影響 Integration of Subliminally Presentation of Sequence Information in Insight Problem Solving

小田切 史士[†], 鈴木 宏昭[‡] Hitoshi Otagiri, Hanako Ninchi

[†]青山学院大学社会情報学研究科,[‡]青山学院大学教育人間科学部 Graduate School of Social Informatics,Psychology and Human Sciences, Aoyama Gakuin University h.otagiri0128@gmail.com

Abstract

It has been suggested that, in insight problem solving, implicit information processing plays an important role. Previous studies showed that subliminally presented hint stimuli using continuous flash suppression (CFS) cause better solution performance in problem solving. However, when subliminal hint information was presented in a sequential order, it did not affect the solution performance. In this study, we examined whether sequentially presented hint information could produce better performance, using illusory line motion where illusive motions of lines are perceived. Although there was no increase in the solution rate, more subjects in the experimental condition drew diagonal lines in congruent with the subliminally presented line. These results suggest that, when using sequentially presented hints, motion information could play a role in integrating them.

Keywords — Insight Problem Solving, Implicit memory, Continuous Flash Suppression, llusory Line Motion.

1. はじめに

1.1 創造的思考としての洞察

洞察問題とは非定型な解法の発見が必要とされる問題のことで、解決者は自身の状態を適切に認識することができずインパス(行き詰まりの状態)へと陥ってしまいがちである。図1は9点問題と呼ばれる洞察問題で、縦横 3×3 の9つの点を一筆書きかつ4本の直線で結ぶことが求められる。解決者は初期には外周の8つの点を枠として捉えてしまい、インパス(行き詰まり)から抜け出せずに苦戦を強いられる。

制約論的アプローチ [1][2] によれば、問題解決初期には不適切な制約が適用されてしまうため、解決者はインパスに陥る. 先の9点問題であれば、外周の8つの点を枠として捉えるのが制約となる. しかし試行を繰り返す過程で徐々に制約の強度が緩和され、適切な操作の確率を上昇させていくことで、最終的に解決へと至る.

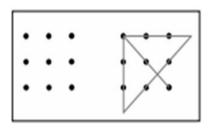


図1 9点問題(左)と解決状態(右).

1.2 無意識な学習による洞察問題解決

制約の緩和は無意識下で行われており、解決は主として解決者の意識を離れ、潜在的な学習によってなされていると考えられる。事実、洞察問題解決時における人間の意識と無意識には、乖離が生じることが示されている。例えば Metcalfe [3] は解決者の現在の解決状況に対する意識的な評価と、実際の行為の間に食い違いが生じることを示している。

また無意識下の処理が意識上における処理よりも先行していることを示す事例も報告されている. 例えば小学生に「A+B-B」のような, 法則に気付きさえすれば見ただけで答えがわかる算数の問題を与える. この時, 法則に気が付いた時点で報告をするように求めると, 解決時間の減少は彼らが言語報告をするよりも五間ほど前の問題から生じている [4]. 他にも寺井・三輪・小賀 [5] は, インパスに陥っている解決者が方略として誤った仮説を口にしていても, この時の眼球運動の変化過程を見ると, 本人は無自覚だが試行を重ねるに伴い, 適切な方向への操作を増加させていることを報告している.

1.3 闌下呈示による潜在性の検証

洞察問題解決と潜在的な学習の関係を検討する方法として, 西村・鈴木 [7] は実験参加者にヒント情報(洞察問題の正解画像)を含むサブリミナルカット(約1/30秒)を挿入した動画を提示した後に, 洞察問題解決に挑戦させた. 実験参加者はヒント情報を意識上では知覚していないにも関わらず, パフォーマンスに改

善がみられている。また Hattori, Sloman & Orita [8] は複数の洞察問題を用いて同様の手法による実験を行い、ヒント情報の閾下呈示によって解決者数が増加することを示した。

しかしサブリミナルカットを用いた手法は、必ずしも充分な効果を得られるとは限らない。例えば服部・ 柴田 [8] ではある程度のパフォーマンスの改善が見られたものの、統計的には有意に至っていない。

鈴木・福田 [9] はヒント情報の呈示時間が短いことから、効果が有意なレベルに到達していない可能性を考慮し、Tsuchiya & Koch [11] が用いた連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression、以降 CFS) による閾下呈示を行った。 CFS とは両眼視野闘争を利用した刺激の呈示方法で、短時間の間に激しく変化するコントラストの高い画像を優位眼に呈示し、劣位眼にはコントラストの低い静止画像を呈示する。こうすることでコントラストの低い静止画像が長時間に渡り抑制され、知覚出来なくなる。鈴木らは CFS を用いることで、洞察問題解決における実験参加者のパフォーマンスを大幅に改善させることに成功した。

1.4 閾下情報統合活用の検討

一方で正解図のような完結した画像ではなく、手順 やストラテジーなど動的な情報を閾下呈示した場合に ついては充分な検討がなされていない. 鈴木・福田 [12] やMiyata et al. [13] ではCFSを用いて9点問題 の解決手順に沿って、系列的に線分の閾下呈示を行っ た. 個々の画像は一部の点を通る直線に過ぎないため、 それら断片的な情報を統合活用できなければ、解決を 促進することはできないことが予想される. 実験結果 は解決者数に差は見られず、また外周枠の外へと線を 伸ばす人数に増加が見られなかった. またこの結果に 対して、小田切・鈴木 [13] は先に閾下呈示された画 像が後から呈示された画像によって上書きされてしま っていた可能性を検討する為に、洞察問題の正解画像 を閾下呈示した後に, 異なる画像を閾下呈示する実験 を行った. その結果, 異なる画像の閾下呈示の有無を 問わず促進的な効果が見られ、上書き的な保存はされ ていないことが示唆された.

鈴木・福田 [12] や Miyata et al. [13] で促進効果が見られなかったことから、一見すると潜在的な情報は統合できないように思われる。しかしこれらの実験では、そもそも呈示した線分自体の影響が見られていない。即ち解決には至らないなりに関下呈示によって制

約が緩和し、枠外へと線を伸ばす頻度が増加するような効果も見られていない. 画像単体での影響が見られていないことから、使用した刺激そのものに何か不備が生じていた可能性が考えられる. 実際、関上で彼らと同じ様に1本の線が描かれた静止画を系列的に呈示すると、普通は前の画像の直線の行き先と次の画像の直線の出発点が一致しているため、一本の線が回転移動しているような印象を受ける. その点を加味すると、彼らが CFS で関下呈示した画像は、実験者の想定した"系列的な複数の線分"とは異なるものとして処理されていたかもしれない. またその結果として、関下呈示の影響が見られなかった可能性が考えられる.

1.5 線運動錯視を用いた再検討

意図した通りに情報を受け取らせるためにはどうすればいいだろうか. 意識外のことなので確かなことは言えないが、線分がただ現れるのではなく、端から端へと伸びる様に呈示できれば、少なくとも方向づけされた複数の直線として受け取られることが予想される.しかし例えば CFS を用いて、劣位眼側に線を徐々に伸ばすような画像を呈示してしまうと、コントラストの時間的な変化量が高まるため、マスクが破れ知覚できてしまう危険がある.

そこで画像の更新回数を抑えつつ線分が伸びていく 印象を与える方法として、線運動錯視 (Illusory Line Motion、以降 ILM) を用いることが考えられる. ILM とは線分を提示する直前にどちらかの端に先行刺激を 提示すると、線分がそちら側から伸びているように見 える錯視のことである. ILM が生じる理由としてよく なされる説明に、空間的注意の促進が挙げられる. ま ず先行刺激が提示されることで観察者の注意がそちら に引き付けられ、続く線分の処理は注意の向いている 位置に近いところから優先的に行われる. その結果、 線分の端から出現したかのような印象を伴うというも のである.

ILM の線分を閾下呈示した前例はないものの,無意識下でも対象への注意が成立するのであれば,ILM は CFS を用いても生起することが予想される.実際, CFS で閾下呈示された刺激の付近に注意が向くことは指摘されており [14], また先行刺激を意識的には知覚できない様に呈示した場合でも,観察者は先行刺激を呈示した側から線が伸びる印象を受けることが指摘されている [15] [16].

以上より、本研究では鈴木・福田 [12] や Miyata et

al. [13] と同様に、実験参加者を 9 点問題に取り組ませる前に、CFS を用いて解決のヒントとなる線分を系列的に関下呈示する. この時に ILM を用いて "3 本の線が動的に引かれた"印象を伴うようにすることで、実験参加者が複数の関下情報を統合し、続く問題解決時に活用が可能になるかどうかを検討する.

2. 実験

2.1 実験参加者

青山学院大学での募集に応じた 10代・20代の男女のうち、後述の適性検査にて9点問題を知っていると答えた者、9点問題の意味を理解していなかった者を除いた29人を分析対象とした。条件毎の人数は実験群が14人、統制群が15人であった。

2.2 装置

実験参加者から 60cm 離れた位置に置かれた液晶ディスプレイ (Diamonderysta Color RDT242WH) の左右で異なる画像を表示し、ステレオスコープ内の 4枚の鏡によって実験参加者の左右の眼に対して、それぞれ異なる画像を呈示可能にした(図 2). 優位眼(以下、フラッシュ画面)はランダムな大きさと色、形により描かれた図形を描画し、これらの図形は 10Hz 毎に更新されることで変化し続けた.

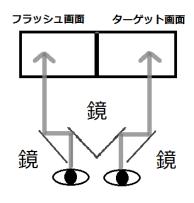


図2 闕下呈示方法(優位眼が左目の場合).

劣位眼側(以下,ターゲット画面)に呈示する画像としては説明用画像,サンプル画像,ヒント画像の3種類を用意した.

まずターゲット画面が知覚できないことを実験参加

者に説明するために、星形の図形を配置した説明用画像を用意した(図3上).次に知覚可能なコントラストには個人差があるため、実験参加者の知覚できる範囲を確認するためのサンプル画像として、円形もしくは六角形の周囲や内部に点を散りばめたものを用意した(図3下).これはヒント画像が更新されるのと同じタイミングで図形の向きが変化するか、もしくは散りばめた点の一部が明滅するようになっていた。

9点問題のヒント画像は"正方形の中に縦横3×3の 点が打たれた画像", "外周の枠の外に先行刺激として 点が打たれた画像", "縦横3×3の点に1本の直線が 引かれた画像"の3種類で構成されていた。またヒン ト画像は左右の向きを反転させたRとLの二種類が用 意された。9点の位置をテンキーに置き換えた時に, ヒント画像(R)であれば先行刺激が9番の上部,3番 の下部,7番の左隣の3か所に現れ,線分がそれぞれ9 番から3番へ向かい枠外まで伸びる線,3番の下部か ら2番4番を通り7番の左隣にまで伸びる線,7番の 右隣から9番へ伸びる横線となっており,組み合わせ ると三角形が描かれるようになっていた(図4).

画像は濃さの異なる黒色で描画され、背景は灰色で統一されていた。またいずれの画像も常にディスプレイ上に呈示されていた赤枠内に納まるように、視角 4.5° × 4.5° の範囲に呈示された。

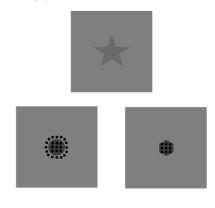


図3 実験で使用した画像例. 上段が説明用画像. 下段がサンプル画像の一部.

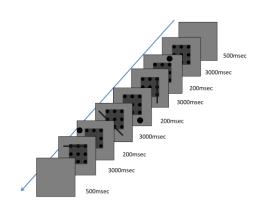


図4 ヒント画像 (R) の手順.

2.3 手続き

実験を始める前に適性検査と称して、10個程度の質問への回答を求めた.質問は「9点問題を知っているかどうか」を問うものが含まれており、それ以外は「幽霊の存在を信じるか」など課題とは無関係のものだった.9点問題を既知であると答えた者には、後続の課題として9点問題を採用していることを伝えた上で、実験中止とした.

適性検査後、実験参加者にはまず優位眼の調査を行ってから、注視点の調整作業に入らせた。実験参加者にステレオスコープを覗き込ませ、片目で見た時に、赤い枠が見切れずに視界の真ん中に存在することが確認でき、また両目で見た時には中央で注視点が重なって1つになるように調整することを指示した。

注視点の調整を完了後、実験参加者には左右の目に 異なる画像を呈示するが、見えるのはフラッシュ画面 側の高コントラスト画像のみであることを説明した. またこの時、デモンストレーションとして説明用画像 をターゲット画面側に閾下呈示し、優位眼を閉じなければ知覚できないことを体験させている. その後、実 験の目的は「両目を開けたままでも、画像の特徴によっては劣位眼側に映したものが知覚可能になるのかを 検証することである」という偽の教示を行った.

その後、実験参加者にサンプル画像の閾下呈示を行った.サンプル画像は後述のヒント画像の画面の切り替えと同じタイミングで"画像の向きが変わる""散りばめられた点の一部が明滅する"などの変化が生じた.参加者がターゲット画面に呈示した画像を報告する度にコントラストを下げて再呈示を行い、2回連続で画像が知覚できない状態が続くまで繰り返した.その後、実験群に割り振られた者に対しては、その知覚できなかったコントラストでヒント画像の閾下呈示を行い、統制群に対してはブランク画像の呈示を行った.すべ

てのコントラストで画像が知覚できると報告した者については統制群として扱った.

ターゲット画面に呈示されるヒント画像は、フラッシュ画面が開始してから 0.5 秒後に、まず正方形の中に 9 つの点が打たれているだけの画像が 3 秒呈示された. その後、先のものに先行刺激が加えられた画像が 200 秒、先行刺激が消えて代わりに 1 本の直線が加えられた画像が 3 秒呈示されるのを 3 回繰り返し、最後の画像はフラッシュ画面が終了する 0.5 秒前に終了した. またヒント画像は、3 本の直線によって描かれる三角形の角が右上となるヒント画像(R)と左上となるヒント画像(L)の二種類のうち、どちらかがランダムに使用された.

CFSによる閾下呈示が終わると、別のテーブルへと移動させてから9点問題に15分間挑戦させた.課題文(下に示された9つの点を、一筆書きで、4本の直線で結びなさい。同じ点を何度通ってもよい)を音読させた後に、9つの点が打たれた紙の束と黒のマジックペンを渡した。紙はA4サイズの中心に縦横5.5cmの範囲で9点が打たれ、個々の点は縦横1cmの大きさであった。解決できなかった場合、少なくとも10枚から15枚程度は紙を使用するように努めること、また空中や頭の中で線を引いたりするのは出来るだけ避けるように指示した。またこの時、実験参加者がパズルに挑戦する様子は頭上からビデオカメラで終始撮影を行った。

3. 結果

3.1 自力解決者・解決時間

15 分以内に自力解決できた実験参加者は実験群が14 人中 5 人 (35.71%),統制群が15 人中 2 人 (13.33%)となり,統制群に対して倍の解決者数となった.この各群の自力解決者数に対して,両側のFisherの正確検定を行ったところ,有意には至らなかった.なお人数が少ないため各群における解決時間の平均を比較することは出来ないが,参考までに記すと実験群は1分以内に解決した者が3人の他に5分台,6分台に解決した者がそれぞれ1人ずつ.統制群は1分以内と9分台が1人ずつであった.

自力解決者の人数に差は見られなかったものの,解 決には至らなかっただけで, 関下情報自体は何らかの 形で活用していたかもしれない、そこで"1度でも枠外へ(枠外から)線を引いた人数"と"枠外へ(枠外から)線を引きかつ三角形を構成した人数"を比較した、まず枠外へ線を引いた人数は、実験群が10人(71.42%)だったのに対して統制群が3人(20%)であった。各群の線を引いた人数に対して両側のFisherの正確検定を行ったところ、有意差が認められた(p<<.05)、続いて枠外へ線を引きかつ三角形を構成した人数は実験群が7人(50.00%)に対して統制群が2人(13.33%)であり、同じく各群の人数に対して両側の

鈴木・福田 [12] や Miyata et al. [13] では枠外に線を引く人数の差が統計的に有意に至っていない. その点を踏まえると、今回の呈示方法では少なくともヒント画像として活用されていたと考えられる.

Fisher の正確検定を行ったところ、こちらは有意傾向

3.4 線分の順序

であった (p < .10).

実験参加者が生成した枠外に伸びる線を含む三角形が, 関下呈示されたヒント画像と同じ手順となっていたかについて調べた.

実験群 7 人のうち、手順が一致する三角形を描いた者は 3 人で、残りの 4 人については最初の線の時点で既に異なる手順であった。また手順が一致した 3 人のうち 2 人は描いた三角形の全てが一致していたものの、三角形自体を作った回数が 1 回, 2 回とともに少ない。またもう 1 人は三角形を描いた 6 回のうち 1 度だけ一致しており、それ以外は異なっていた。なお統制群の2 人に関しては、実験群のヒント画像(L)と一致する手順の者が 1 人いた。

人数, 試行数ともに少ないため参考程度に留まるが, 上記の人数や頻度を見る限り, 実際に線を引く際に 個々の画像が手順のガイドラインとして活用されたわ けではないと推測される.

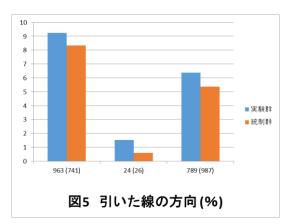
3.3 引いた線分の傾向

実験群と統制群の間で、引いた線の方向にヒント画像の影響が見られるかどうかを調べた。9つの点の位置をテンキーに置き換え、ヒント画像(R)を呈示した被験者に関しては963、24、789を通る線分、ヒント画像(L)を呈示した被験者に対しては741、26、987を通る線分の割合を、空中で引いた線も含めて集計した。統制群に対してはヒント画像のRとL両方の該当箇所と一致する線分を集計し、その値を半分にしたも

のを用いた. ただし、引いた線全体の本数が標準偏差 から 2SD を引いた値に満たない実験群の 3 人と統制群 の 1 人については除外した.

図 5 を見る限り、両群共にいずれの方向の線も同程度の割合で引かれていたことがわかる。963(741)と 789(987) の線については実験群と統制群との間に差は見られなかったものの、24(26) の斜め線においてのみ t 検定で有意傾向が認められた(t=1.66, df=14.06, p<.10)

即ちヒント画像を呈示することで、一致する方向の斜め線を引く割合が統制群よりも増加していたことが示唆されたと言える。その一方で下へ向かう線や横の線には差が見られていない。これは9点の角から角へ向かう直線は典型的な試行であるため、元々引かれやすい線であり、関下呈示の影響が見られにくかったのが原因と思われる。対して、斜め線に関しては自力解決者や枠外へ伸びる三角形を描いた際にこの部分を通ることになる一方で、実験群の中には制約が緩和していないにもかかわらず、この線を引くものもいた。9つの点を4本の直線で結ぶ課題の性質上、このような線は1本で消化できる点が少なくなり効率的とは言い難い。その点も踏まえると、制約が緩和しなかった実験群の者も、事前に呈示されていた線分と一致する線分を引こうとしていたと考えられる。



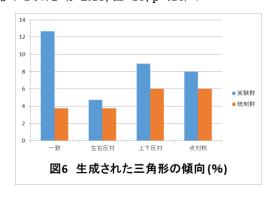
3.2 三角形の向きの傾向

枠外へと線を伸ばしかつ三角形を作った頻度は、1 分以内の解決者を除いた場合、実験群であっても平均 13.99%と少ない.これは9点の制約が強固であること によるものと考えられる.しかし関下呈示された3本 の線分を統合できていたのであれば、枠内でも同じ向 きの三角形を描く頻度が高まる影響があったかもしれ ない.そこで枠外枠内を問わず、実験参加者が15分の 間でどの程度、関下呈示と向きが一致する三角形を描 いたかを集計し、実験群と統制群の比較を行った.

1枚の紙につき1試行として、9点の4つ角のうちのいずれかで90°に曲がる三角形の割合を集計した。三角形はそれぞれ、関下呈示と一致した向きの"一致"、角の位置が左右に反対の"左右反対"、角が上下に反対となった"上下反対"、点対称な位置に角が来る"点対称"の4つに分類した(ヒント画像のRを呈示された参加者であれば、90°の位置がテンキーの9番に来るものが一致、7番に来るものが左右反対、3番に来るものが上下反対、1番に来るものが点対称となる)。統制群は90°を構成する角が9点の上部にあるか下部にあるかで集計し、その値を半分にしたものを用いた。なお試行数を集計するにあたり、空中で引かれた線分は明確な場合を除き、機械的に4本ずつで1試行とした。また試行数が標準偏差から2SDを引いた値に満たない実験群の3人と統制群の1人については除外した。

集計結果を図6に記した.向きを問わず三角形全体の生成自体は、実験群で34.25%なのに対して統制群は19.47パーセントとなり、実験群の方が統制群よりも多く生成する傾向が見られる.その中で閾下呈示した向きと一致する三角形は12.66%と比較的高い頻度となっている.各群の向きが一致する三角形の生成頻度に対して、両側のt検定を行ったところ、有意差が認められた(t=1.24, df=14.93, p<.01).

また実験群における 4 種類の三角形の生成数の合計を 100%とした時、向きの一致が 39.44%,左右反対が 14.32%,上下反対が 23.21%,点対称が 23.01%となっていた.三角形が 4 種類であることから,チャンスレベル 25%に対して向きが一致する三角形の生成頻度が増加していたかどうかを分析したところ,有意傾向が認められた(t=2.15,df=10,p<.10).



4. 考察

本研究はCFSによって洞察問題である9点問題のヒ

ント画像として、系列的に3本の直線の関下呈示を行い、個々のヒントを組み合わせて活用することが出来るのかを検討した。また先行研究とは異なり、呈示する線分は ILM を用いて静止画でありながらも動的な印象を伴うように行った。

結果は統制群と比べて実験群の解決者数に増加が見られたものの、その差は有意には至らなかった.しかし実験群で9点の外周の外へと線を伸ばした人数に増加が見られ、統計的にも有意な差が認められた.また9点上において、2本目に呈示した斜め線と一致する箇所に直線を引く傾向も実験群には見られている.先行研究ではこのような影響は見られていないことを踏まえると、本研究はILMを用いて線分を関下呈示したことでヒント情報として画像が成立し、制約を緩和する影響をもたらしたと考えられる.また9点の枠の外へと線を伸ばした上で、三角形を描いた人数にも有意傾向が見られている.これはILMによって動的な情報として関下呈示をすることで、個々の画像の統合活用を促したことを示唆しているように思える.

しかし今回の結果のみをもって潜在的な情報を人間 は統合活用できると断定することはできない. 9 点の 枠外に線を引きつつ三角形を描いた実験群7人のうち、 半数の者は閾下呈示した順番と実際に引いた線分の手 順が一致していない、また残りの3人のうち1人は1 度だけ手順が一致したものの, 殆どの試行が異なって いた. この点を踏まえると例えば次のような可能性が 考えられる. 今回ヒント画像として ILM によって枠外 へと伸びる印象を伴う線分を3回に渡り呈示していた. 潜在情報を統合できずとも、ヒント画像に複数回に渡 り接したことで制約が強く緩和され、その結果として 三角形を描くところまで辿り着く者が増えていたのか もしれない. ただし今回, 9 点の枠の内外を問わず, 実験群は閾下呈示された画像と同じ向きの三角形を構 成する頻度が高まっていた. 仮に潜在情報の統合が生 じていなかったのであれば、このような傾向は見られ ないはずである. むしろ閾下呈示された個々の潜在情 報は、統合した状態でのみ保持されており、個々の詳 細な情報(線分がどこからどこへと伸びたか)につい ては保持していないと考える方が自然に思われる. ILM を用いていない鈴木・福田 [12] では統計的に有意に は至らないものの、最後に呈示した線分と一致する直 線を引く傾向が見られたことを指摘している. これも 閾上で観察した時の印象と同じく, 彼らの呈示した画 像が一本の直線の回転移動として潜在的に受け取られ

ていたのであれば、時系列の統合により最終的な線分 の空間的位置だけを保持していたと考えられる.

また今回の結果はILMによる線分は関係なく、9点 の枠外に呈示された ILM の先行刺激によって解決が 促されていた可能性も考えられる. Kershaw and Ohlsson [17] は、9点問題の制約は9点の外周を枠と して認識することではなく、曲がる時は点上でなくて はならないと捉えてしまうことだと指摘している. 本 研究では 9 点の外に追加で点 (先行刺激) を呈示して いたため、実験参加者は9点の外枠の更に向こうに点 があるかのように無意識下で問題を捉え、その結果と して制約が緩和していた可能性が考えられる. 更に先 行研究は画像の呈示方法に問題があっただけに過ぎな い可能性も考えられる. ILM を用いなくとも適切に線 分を呈示さえすれば、促進的な効果がみられるかもし れない. 他にも ILM の先行刺激を意識的には知覚でき ない状態で呈示した研究は存在するものの、本研究の ように線分も含めて全てを知覚できない状態で呈示し た前例は存在しない. そのため本当に ILM が閾下呈示 した場合でも成立するのかを確認する必要があるだろ

今後は呈示する情報の構成要素を細かく統制することで、ILM が関下でも成立するのか、また個々の潜在情報を人間は統合活用することが出来るのかを検証していく必要がある.

5. 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤 (B) (15H02717) の助成を受けて行われた. 使用した CFS のプログラムは早稲田大学の宮田裕光先生の作成したものを岩波空による改良を加えることで完成したものである. 池田優には本研究を進める上で, 改良した CFS のテスターをはじめとする多岐にわたる協力を得た. また査読者の御二人には, 本研究に関する有益なご指摘を頂いた.

参考文献

[1] Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem-solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1534 - 1555.

- [2] 鈴木 宏昭・開一夫 (2003) 洞察問題解決への制約論的アプローチ. *心理学評論*, **46**, 211 232.
- [3] Metcalfe, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **12**, 623 - 634.
- [4] Siegler, R. S., & Stern, E. (1998). Conscious and Unconscious Strategy Discoveries: A Microgenetic Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 377 - 397.
- [5] 寺井 仁・三輪 和久・古賀 一男 (2005). 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程, *認知科学*, **12**. 74 88.
- [6] 西村 友・鈴木 宏昭 (2004). 洞察問題解決の制約緩和に おける潜在的情報処理. 日本認知科学会第 21 回大会発 表論文集,42・43.
- [7] Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2013). Effects of subliminal hints on insight problem solving. *Psy*chonomic Bulletin & Review, 20, 790 - 797.
- [8] 服部 雅史・柴田 有里子 (2008). 洞察問題解決における 潜在認知とメタ認知の相互作用: 9 点問題の場合. 日本 認知科学会第 25 回大会発表論文集, 156 - 159.
- [9] 鈴木 宏昭・福田 玄明 (2013b). 洞察問題解決の無意識 的性質:連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを 用いた検討. *認知科学*, **20**, 353 - 367.
- [10] Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages, *Nature Neuroscience*, 8, 1096 - 1101.
- [11]鈴木宏昭・福田玄明(2013a). 部分解の継時的な閾下呈示 が洞察問題解決に与える影響. 『日本心理学会第 77 回 大会発表論文集』,822.
- [12] Miyata, H., Otagiri, H., & Suzuki, H. (2017). Do subliminal hints facilitate sequential planning when solving a spatial insight problem? 青山心理学研究, 17, 47-56.
- [13] 小田切史士・鈴木宏昭 (2018). 洞察問題解決時における 連続提示された閾下情報の利用可能性. 認知科学, 25, 451-459.
- [14] Hsieh, P. J., & Colas, J. T. (2012). Awareness Is Necessary for Extracting Patterns in Working Memory but Not for Directing Spatial Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38, 1085 1090.
- [15] Blanco, M. J., & Soto, D. (2009). Unconscious perception of a flash can trigger line motion illusion. Experimental Brain Research, 192, 605 613.
- [16] Yamada, Y., & Kawabe, T. (2012). Illusory line motion and transformational apparent motion during continuous flash suppression. *Japanese Psychological Research*, 54, 348–359.
- [17] Kershaw, T. C., & Ohlsson, S. (2001). Training for insight: The case of the nine-dot problem. Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society, 489 493.

比喩の適切性判断と選択におよぼす特徴の示差性の効果

Distinctive features affect speaker's evaluation of metaphor aptness and preference for metaphor use

岡 隆之介[†],楠見 孝[‡] Ryunosuke Oka, Takashi Kusumi

[†]三菱電機,[‡]京都大学大学院教育学研究科 Mitsubishi Electric Corporation, Graduate School of Education, Kyoto University Qualia1006@gmail.com

概要

本研究では示唆特徴が話し手の比喩表現に対する適切性と選好の判断に与える影響を検討する。2つの実験の結果、比喩の適切性の評定課題と比喩の選好判断課題のそれぞれにおいて、標的比喩の示唆特徴(ある比喩に固有の特徴)を呈示した場合に、競合比喩の示唆特徴や共通特徴を提示した場合よりも、適切性や選好が高くなった。これらの結果は示唆特徴が特定の比喩表現の使用に影響している可能性を示唆した。

キーワード:比喩表現,適切性,示唆特徴

1. はじめに

私たちはしばしば比喩的に物事を表すことがある。 例えば、ある女性の笑顔が明るく、見ていて楽しいと いう特徴を持っていた場合に、その表情について「彼 女の笑顔は花だ」や「彼女の笑顔は太陽だ」と表現で きる。このように比喩を用いることができるのは、彼 女の笑顔の{明るい}や{楽しい}という特徴を、「花」 や「太陽」が代表しているためだと考えられている [1]。一方で、彼女の笑顔が華やかで咲きほこるような 印象を持つ場合には、「彼女の笑顔は花だ」とは表現 できるが、「彼女の笑顔は太陽だ」とは表現できない だろう。このように考えると、同一の主題(彼女の笑 顔) について表現する場合であっても、ある特徴{明 るい、楽しい}が付加されている場合には複数の喩辞 (例:花、太陽) が許容されるが、別の特徴{華や か、咲く}が付加されている場合は一方の喩辞(花) しか容認できないといった性質が、比喩の選択におい てはあると推測される。では、こうした違いを生んで いるのは、主題に付加されている特徴のどのような性 質によるものであるだろうか。

本研究では、比喩の喩辞の選択に影響する主題に付加された特徴として、「示差特徴(ある喩辞に固有の特徴)」と「共通特徴(複数の喩辞が共通している特徴)」を考える。そして、主題に付加された特徴を比喩によって説明する場合に、その特徴を説明可能な喩辞の候補が限られているほど、その比喩に対する適切性と選好が高まるという仮説(比喩選択における特徴

の示差性仮説)を、2つの実験によって示す。

1.1. 比喩の喩辞の選択

ある主題とそれに付加された特徴を、比喩を用いて 説明する場合には、主題に付加された特徴をよくとら えた喩辞を選択する必要がある[1]。先行研究は、比喩 の喩辞が主題の重要な特徴をとらえているほど(喩辞 が適切であるほど)直喩表現(笑顔は花のようだ)より も隠喩表現(笑顔は花だ)が好まれることを明らかにし てきた[2,3,4]。こうした研究では、参加者は主題と喩 辞のみが提供された比喩をもとに、比喩の適切性を回 答することが求められていたため、本研究で明らかに しようとする、主題に付加された特徴が明示された状 況でどのような喩辞を選択するのかといった問題に答 えることができない。

また、比喩の産出に関する先行研究は、参加者に主題「彼女の笑顔」と主題に付加される単一の特徴{明るい}を提示して、与えられた主題と特徴を適切に統合した喩辞を産出することが求められてきた[5,6]。こうした研究は、適切な喩辞を産出できる個人の能力やパーソナリティの特定に寄与してきた。一方で、主題に付加される特徴が実験的に操作されたわけではなかったため、どのような特徴が主題に付加された場合に、ある主題に対する喩辞が適切となるかについては明らかにしてこなかった。

こうした研究に対して、異なる種類の特徴が付加されることで、比喩の適切性が変わることを示唆した研究もある。こうした研究では、主題にも喩辞にも適用可能な形容詞が付加された場合(例:私の弁護士は老いたサメだ)に、主題にのみ適用可能な形容詞や(私の弁護士は高給取りのサメだ)や、喩辞にのみ適用可能な形容詞(私の弁護士はカミソリ状の歯をしたサメだ)が付加された場合よりも、比喩の適切性が高まるという結果を報告している[7,8]。こうした研究は、比喩表現の喩辞にどのような特徴が付加されるかによって、ベースとなる喩辞が同じ(サメ)比喩でも適切性が異なることを示唆している。

1.2. 示差特徴と共通特徴

本研究では主題に付加される特徴の種類によって、 喩辞の適切性や、比喩表現に対する選好が異なる可能 性を検討する。特に、ある主題に付加された特徴が、複 数の喩辞で共通可能な場合(共通特徴が付加された場 合)と、特定の喩辞でのみ利用可能な場合(示差特徴が 付加された場合)での、比喩の適切性の評価と、比喩表 現に対する選好の違いを検討する。主題に付加された 特徴が複数の喩辞で共通可能な場合とは、例えば「彼女 の笑顔は明るく、楽しい」といった文を比喩で説明する 状況で見られる。この場合、{明るく、楽しい}という特 徴は花や太陽など、複数の喩辞によって表現すること ができるだろう。これに対して、主題に付加された特徴 が特定の喩辞でのみ利用可能な場合とは、例えば「彼女 の笑顔は華やかで、咲く」といった文を比喩で説明する 状況で見られる。この場合、{華やかで、咲く}という特 徴は花(あるいはその下位カテゴリ)によってのみ表現 することができるだろう。

本研究では、主題に示差特徴が付加された場合に、共 通特徴が付加された場合よりも、比喩の適切性が高ま ると予測する。Property attribution model[1]から、主題に 付与された特徴をある喩辞がよくとらえているほど、 その比喩は適切であると判断されることが示唆されて いる。主題に付与された特徴をある喩辞が捉えている 程度には量的な側面(例:喩辞と関連する多くの特徴が 付与されている程度)と質的な側面(例:喩辞と関連の 強い特徴が付与されている程度)の両方があると考え られるが、本研究では質的な側面に着目する。特に、主 題に付加された特徴を比喩によって説明する際に、そ の特徴を説明できる喩辞の候補が少ない場合に、その 喩辞は主題に付与された特徴をよく捉えた適切な喩辞 であると考える。この予測は、Giora[9]が提唱した語の 意味の顕著性(語が有している複数の意味の利用可能 性[10])と類似した性質を、比喩の喩辞に対して求める。 すなわち、比喩の選択の場合には、その特徴を説明可能 な喩辞が限られているほど(すなわち、示差的な選択肢 であるほど)、その喩辞の適切性が高まるとする。

1.3. 本研究の概要

本研究では、示唆的な特徴が話し手の比喩の適切性と選好の判断に与える影響を検討する。

実験 1 では、主題に示差特徴が付加された場合に、 共通特徴が付加された場合よりも、比喩の適切性が高 まるかを検討する。参加者は主題に対して特徴が付加

された文(例:彼女の笑顔は華やかで、咲く)を読む。 そして、その文を説明する上である隠喩表現(彼女の笑 顔は花だ) がどれくらい適切かを回答する。主題に付加 する特徴として 3 種類を用意する。1 つ目は標的比喩 の示差特徴で、ある比喩表現(例:彼女の笑顔は花だ) からのみ得られる比喩の解釈を用いる(彼女の笑顔は 華やかで、咲く)。2つ目は競合比喩の示差特徴で、あ る比喩表現と主題が共通する別の比喩表現(例:彼女の 笑顔は太陽だ) からのみ得られる比喩の解釈を用いる (彼女の笑顔は光り、熱い)。3つ目は共通特徴で、共 通の主題を持つ標的比喩と競合比喩のどちらでも得ら れる解釈を用いる(彼女の笑顔は明るく、楽しい)。実 験1では、標的比喩(彼女の笑顔は花だ)の適切性が、 標的比喩の示差特徴を呈示した場合に、共通特徴と、競 合比喩の示差特徴を呈示した場合よりも高く評価され ると予測する。

実験2では、主題に示差特徴が付加された場合に、 共通特徴が付加された場合よりも、その比喩に対する 選好が高まるかを検討する。実験2は実験1と概ね同様の実験計画であるが、実験の内容に変更を加える。実験2では、参加者に主題に対して特徴が付加された文を呈示し、その文を言い換えた表現として最も適切な比喩表現を、4つの選択肢から選択させる。この4つの選択肢のうち、1つは標的比喩であり、もう1つは競合比喩であり、残りの2つはフィラー比喩である。実験2では、標的比喩の選択割合が、標的比喩の示差特徴を呈示した場合よりも高くなると予測する。

2. 実験1

2.1. 方法

参加者 クラウドワークス上で集められた132名(男性73名、女性59名;20歳~64歳、平均年齢39.0歳) の参加者が参加した。

刺激 刺激として、隠喩表現と、隠喩表現に付加する 特徴の2種類が集められた。

隠喩表現は、先行研究[11,12]および辞典[13]を参考に、主題(例:笑顔)と喩辞(花)からなる直喩表現(笑顔は花だ)を用いる。実験1では、異なる種類の特徴(示差特徴と共通特徴)の付加による、比喩表現の適切性評価の変化を明らかにする。そこで、それぞれの主題に対して、その主題をもとに隠喩表現を構成したときに、共通特徴と示差特徴のそれぞれが隠喩表現の解釈として得られるような喩辞(花、太陽)24ペアからなる、合

計48個の隠喩表現を用いた。

隠喩表現に付加する特徴は、予備調査で新たに収集 した。予備調査では194名の参加者それぞれに24個の 直喩表現を提示し、それぞれについて最低2つ、最大3 つまで、提示された直喩表現がどのような意味を持つ と思うかを形容語(動詞・形容詞・形容動詞)で回答す ることを求めた。このとき、参加者はペアとなる喩辞で 構成される直喩表現(笑顔は花のようだ、笑顔は太陽の ようだ)については、どちらか一方のみが提示された。 予備調査で得られた直喩表現に対する形容語について、 (a) 辞書系が同じ回答(かわいい、かわいさ)と(b) 表記揺れ(かわいい、可愛い)を統一した。そして、ペ アとなる喩辞で構成される直喩表現の一方(笑顔は花 のようだ)を標的比喩に、もう一方(笑顔は太陽のよう だ)を競合比喩に割り当てた。そして、標的比喩と競合 比喩で共通して得られた特徴から、その比喩の解釈と して適切な特徴をそれぞれの比喩について 2 つ、第一 著者と第二著者で決定し、これらを共通特徴とした。ま た、標的比喩と競合比喩のそれぞれでのみ得られた特 徴から、それぞれの比喩の解釈として適切な特徴を 2 つ同様に決定し、これらを示差特徴とした。

なお、特徴の抽出の際に直喩表現を用いたのは、隠喩 形式で呈示した場合に、参加者にその表現の意味が通 らないと判断され、特徴を収集することができなくな ることを避けるためである。

最終的に、標的比喩と競合比喩からなる合計 48 個の 隠喩表現と、それらに対する標的比喩と競合比喩の共 通特徴、および標的比喩・競合比喩それぞれの示差特徴 がそれぞれ2つずつ収集され、刺激として用いられた。 実験1で用いた刺激例を表1にまとめた。

手続き 参加者は web 上で課題に取り組んだ。参加者は、主題に特徴を付加した文(例:あの男は孤独で、食欲だ)と隠喩表現(あの男は狼だ)を提示され、隠喩表現が文の重要な特徴を捉えている程度を 7 件法で回答した(0:全く捉えていない-3:どちらともいえない-6:とても捉えている)。

実験計画 特徴の種類(標的比喩の示差特徴、共通特徴、競合比喩の示差特徴)を要因とする、1 要因 3 水準 参加者内計画であった。

表1. 実験1で用いた刺激例

比喻表現			特徴の種類				
標的比喩の				競合比喩の			
標的比喻 競合比喻		競合比喩	示差特徴 共有特徴		示差特徴		
彼女の笑顔は	花だ	太陽だ	華やかで、咲く	明るく、楽しい	光り、熱い		
彼女の子供は	天使だ	子鹿だ	無垢で、純真だ	可愛く、無邪気だ	跳ねて、怯える		
彼の激怒は	噴火だ	雷鳴だ	熱く、荒々しい	激しく、怖い	とどろき、響く		

2.2. 結果

評定平均値を図 1 に示す(エラーバーは標準偏差)。特徴の種類の水準間の評定値差を確認するために、線形混合モデルを用いて解析を行った。固定効果として標的比喩の示差特徴を reference level とするダミーコーディングを行った。加えて、変動効果として参加者と刺激のそれぞれについて切片と固定効果の傾きの変動を投入した。その結果、標的喩辞の示差特徴-共通特徴(b=0.42, SE=0.12, t=3.46, p<.01)も標的喩辞の示差特徴・競合比喩の示差特徴(b=1.79, SE=0.14, t=13.09, p<.001)のどちらも有意であった。さらに、固定効果として共通特徴を reference level とするダミーコーディングを行った同様の解析の結果、共通特徴・競合喩辞の示差特徴(b=-1.37, SE=0.14, t=-9.48, p<.001)も有意であった。

これらの結果は、標的比喩の示差特徴が呈示された場合(3.91)に、共通特徴(3.49)や競合喩辞の示差特徴が提示された場合(2.12)よりも、隠喩表現が文の重要な特徴を捉えている程度が高く評価されることを示した。

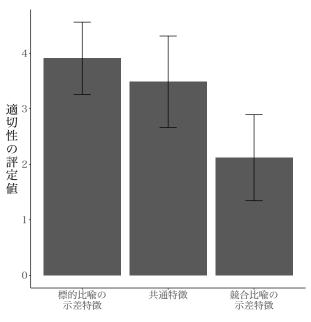


図1. 比喩の適切性の評定値(実験1)

2.3. 考察

実験 1 から、主題に示差特徴が付加された場合に、 共通特徴が付加された場合よりも、比喩の適切性が高 まることが明らかになった。このことは、比喩の適切性 評価において、他の喩辞と共通していない弁別性の高 い顕著な特徴を持つ場合に、その比喩の適切性が高ま ることを明らかにした。

3. 実験 2

3.1. 方法

参加者 クラウドワークス上で集められた 90 名 (男性 61 名、女性 29 名; 20 歳~59 歳、平均年齢 38.0 歳) の参加者が参加した。

刺激 実験1と同様であった。

手続き 参加者は web 上で課題に取り組んだ。参加者はある主題についての簡単な文 (例:あの男は孤独で、貪欲だ)が呈示されると説明された。参加者の課題は呈示された文について最もよく言い換えた表現を 4つの選択肢から選ぶことが求められた。4つの選択肢はそれぞれ (a) 標的比喩 (あの男は狼だ)、(b) 競合比喩 (あの男は熊だ)、(c)フィラー比喩 1 (あの男は檻だ)、そして (d) フィラー比喩 2 (あの男は時計だ)であった。参加者は 24ペアの隠喩表現すべてについて回答が求められた。

実験計画 実験1と同様であった。

3.2. 結果

各選択肢の選択割合を図 2 に示す。なお、フィラー 比喩1とフィラー比喩2は、フィラーとしてまとめた。

特徴の種類の水準間の標的比喩の選択割合の差を確認するために、混合効果ロジスティック回帰モデルを用いて解析を行った。固定効果として標的比喩の示差特徴を reference level とするダミーコーディングを行った。加えて、変動効果として参加者と刺激のそれぞれについて切片の変動を投入した。従属変数は、標的比喩を選択した場合を 1 とし、それ以外を選択した場合を 0 とした。その結果、標的喩辞の示差特徴-共通特徴(b=2.16, SE=0.14, z=15.31, p<.001)も標的喩辞の示差特徴-競合比喩の示差特徴(b=5.13, SE=0.22, z=23.36, p<.001)のどちらも有意であった。さらに、固定効果として共通特徴を reference level とするダミーコーディングを行った同様の解析の結果、共通特徴-競合喩辞の示差特徴(b=2.97, SE=0.20, z=15.20, p<.001)も有意であった。

これらの結果は、標的比喩の示差特徴が呈示された場合(.85)に、共通特徴(.47)や競合喩辞の示差特徴が呈示された場合(.07)よりも、標的比喩が選ばれることを示した。

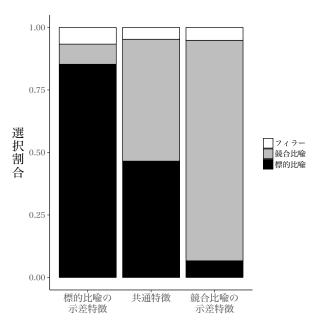


図 2. 各選択肢の選択割合 (実験 2)

3.3. 考察

実験 2 では、標的比喩の選択割合が、標的比喩の示差特徴を呈示した場合に、共通特徴と、競合比喩の示差特徴を呈示した場合よりも高くなることが明らかになった。このことは、比喩の喩辞の選択場面において、他の喩辞と共通していない弁別性の高い顕著な特徴を持つ場合に、その比喩の選好が高まることを明らかにした。

総合考察

本研究では比喩選択における特徴の示差性仮説を検討した。実験 1 では、主題に示差特徴が付加された場合に、共通特徴が付加された場合よりも、比喩の適切性が高まることが明らかになった。実験 2 では、標的比喩の選択割合が、標的比喩の示差特徴を呈示した場合に、共通特徴と、競合比喩の示差特徴を呈示した場合よりも高くなることが明らかになった。これらの結果は、主題に付加された特徴を説明可能な喩辞の候補が限られているほど、比喩の適切性が高まり、比喩の選好も高まるとする予測を支持した。

Property attribution model[1]は、比喩の産出・選択において、主題に付加された特徴をよく捉えた喩辞が選ばれることを示唆している。喩辞が主題に付与された特徴をとらえている程度には量的な側面と質的な側面があると考えられるが、本研究ではその特徴を説明できる喩辞の候補が少ない場合に、その喩辞が主題に付与された特徴をよく捉えた適切な喩辞であるという予測した。本研究の結果は Property attribution model の質的な予測を支持し、特徴の種類を示差特徴と共通特徴に

分け、また主題に付加する特徴の数を 2 個で統制した場合に、示唆的な特徴がそうでない共通特徴よりもより比喩の適切性と選好判断が高まることを示した。

参考文献

- [1] Glucksberg, S., McGlone, M. ., & Manfredi, D. (1997). Property attribution in metaphor comprehension. *Journal of Memory and Language*, 36(1), 50–67.
- [2] Chiappe, D. L., & Kennedy, J. M. (1999). Aptness predicts preference for metaphors or similes, as well as recall bias. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(4), 668–676.
- [3] Chiappe, D., Kennedy, J. M., & Smykowski, T. (2003). Reversibility, aptness, and the conventionality of metaphors and similes. *Metaphor and Symbol*, 18(2), 85–105.
- [4] Chiappe, D. L., Kennedy, J. M., & Chiappe, P. (2003). Aptness is more important than comprehensibility in preference for metaphors and similes. *Poetics*, 31(1), 51–68.
- [5] Chiappe, D. L., & Chiappe, P. (2007). The role of working memory in metaphor production and comprehension. *Journal of Memory and Language*, 56, 172–188.
- [6] Beaty, R., & Silvia, P. (2013). Metaphorically speaking: cognitive abilities and the production of figurative language. *Memory & Cognition*, 41, 255–267.
- [7] Glucksberg, S., & Haught, C. (2006). On the relation between metaphor and simile. *Mind and Language*, 21(3), 360–378.
- [8] Haught, C. (2013). A tale of two tropes: how metaphor and simile differ. *Metaphor and Symbol*, 28(4), 254–274.
- [9] Giora, R. (1997). Understanding figurative and literal language: The graded salience hypothesis. *Cognitive Linguistics*, 8(3), 183–206
- [10] 平知宏・楠見孝 (2011). 比喩研究の動向と展望. *心理学研究*, 82(3), 283-299.
- [11] 中本敬子・楠見孝 (2004). 比喩材料文の心理的特性と分類-基準表作成の試み-. *読書科学*, 48(1), 1-10.
- [12] Utsumi, A. (2005). The role of feature emergence in metaphor appreciation. *Metaphor and Symbol*, 20(3), 151–172.
- [13] 中村 明 (1994). 比喻表現辞典 角川書店

絵画呼称課題における語彙意味選択に現れる調音の影響 Effect of overt speech on lexical-semantic processes during picture naming

パク ウンビ[†], 保前 文高^{†‡} Park Eunbi, Homae Fumitaka

[†] 首都大学東京言語科学教室,[‡] 首都大学東京言語の脳遺伝学研究センター Department of Language Sciences, Tokyo Metropolitan University [†], Research Center for Language, Brain and Genetics, Tokyo Metropolitan University [‡]

park-eunbi@ed.tmu.ac.jp

Abstract

Word production requires conceptual preparation, lexical processes, phonological processes, and motor preparation. Indefrey and Levelt (2004) proposed a serial progression model of speech production and the timings of individual stages. However, their model did not consider the effect of overt speech on early stages of word production. In order to clarify this effect, we recorded electroencephalogram from participants performing the following three tasks: naming, phonology, and category tasks. We found that task differences were observed sequentially in the time course as the model suggested. Moreover, a semantic interference effect was observed only in naming task. Our results suggest that the speech motor command of the word affects early lexical-semantic processes. We propose some modifications of the model to include cascade and interaction between stages.

Keywords — speech production, lemma, semantic interference, EEG

1. Introduction

We can state the name of what we see rapidly and easily. However, the cognitive processes underlying speech are not simple. In psycholinguistics, it is broadly agreed that there are four independent mental operations during word production: conceptual processing, lexical processing, phonological processing, and motor preparation (e.g., Strijkers and Costa [18]). Based on this assumption, Indefrey and Levelt [8] suggested the temporal dynamics of these operations in the brain involved in the production of a content word of a picture (i.e., picture naming task) using a meta-analysis of behavioral, electrophysiological, and brain mapping studies (I and L model, Figure 1). The I and L model presumes a modular theory of cognition, which means that independent brain regions are responsible for each cognitive stage. Moreover, the model assumes that those stages are processed in a serial fashion, supported by the temporal onsets of each component they suggested.

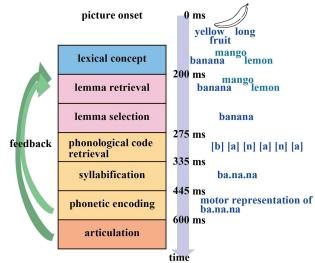


Figure 1. The cognitive stages of speech production and time course of the I and L model ([7], [8]).

Although the I and L model suggests robust and elaborate temporal information regarding word production, Strijkers and Costa [18] pointed out that the I and L model was based on studies that did not use overt picture naming. The I and L model only focuses on what processing stages are needed for each task and what stages were affected in controlled conditions in previous studies. For example, in order to assume the onset time of phonological code retrieval, the model refers several studies with a phonological decision task, which requires participants to press a button, depending on the onset phonemes (consonants or vowels) of pictures names (e.g., Rodriguez-Fornells et al. [15]). Indefrey and Levelt [8] averaged those results and proposed that the onset time is 275 ms (Figure 1). However, how and which process stages different task goals affect the time course of speech production remain unclear.

Although the ERP is a powerful tool to investigate the time course of cognitive processes, only a limited number of studies have been tried recording electroencephalogram (EEG) with overt speech, because of the speech artifact. However, with the progress of technology, some recent studies have focused on the early stages of speech production that would not be affected by

speech artifacts. Semantic interference during picture naming is one of the useful methods for investigating lexical processes before the stage of articulation that induces artifacts in EEG. During the continuous presentation of pictures of multiple semantic categories, stimuli in a later ordinal position within the same semantic category have a greater latency for naming (e.g., Howard et al. [6]; Costa et al. [3]) and lower accuracy rate (e.g., Navarette et al. [12]). This phenomenon is known to result from the cumulation of lemmas of the former target as competitors, as trials go by (Howard et al. [6]). Costa et al. [3] measured the ERP during picture naming with a cumulative semantic interference paradigm to investigate temporal information and they found that the ERP reflected semantic interference between 208 to 388 ms. This time window corresponds to lemma retrieval and lexical selection in the I and L model. However, whether the existence of overt speech affects semantic interference has not been investigated.

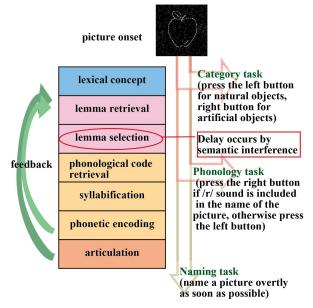


Figure 2. Tasks in the present study, and the different cognitive stages the tasks needed.

Internal and external self-monitorings do not occur in buttonpress decision tasks according to I and L model. While the I and L model assumes sequential progression, it is expected that the time course of stages that are earlier than phonetic encoding are not influenced by online feedback (green arrows in Figure 1). However, if a cascade is permitted, which means that later stages of speech production can be started before the former stages complete, there could be online feedback from later stages to earlier stages. Fink et al. [5] reported that the cumulative semantic interference effect appeared not only in the naming latency but also in the duration of the word spoken by participants. This result supports online interactions between articulation and the early stages of speech production.

In sum, the time course of speech production has been investigated with and without overt speech, it is still not clear that overt speech affects processing time. In the present study, we investigated whether overt speech affects the processing time of stages that are earlier than the stages expected to differ. To confirm the time course of the effect before the response is produced, we investigated the ongoing neural activation during overt speech using electroencephalography (EEG) during three speech production tasks: naming (picture naming task), phonology (phonological decision task), and category (categorical decision task) task (Figure 2). By comparing the ERP of these three tasks directly, we investigate whether the time window of the processes shows different processes. Thus, we can revisit the time course proposed in the I and L model. We also manipulated the sequence of the stimuli within the same category to induce a cumulative semantic interference effect on the lexical stage. If the motor command of overt speech produces an online feedback signal to early the stages before lemma selection totally ends, the semantic interference effect would be reflected qualitatively/quantitatively differently in the naming task relative to the other tasks. Otherwise, the naming task and phonology task, which progress over lemma selection, would show a semantic interference effect at almost the same time, with identical tendencies.

2. Methods

Participants Thirty Japanese native speakers participated (mean age = 21.1, SD = 3.55, 15 females), and the data from twenty-one participants with no history of brain-related disease whose data remained over 16 trials after artifact correction and error trial deletion were included in the following analyses (mean age = 21.6, SD = 3.13, 10 females). All participants had normal or corrected-normal-vision and did not suffer from oral-motor problems. Informed consent was obtained from all participants, and they were paid ¥1,000 per hour using a pre-paid card that could be used to purchase books. Ethical approval for the study was obtained from the Ethics Board of Minami-Osawa campus, Tokyo Metropolitan University.

Materials Seventy-two line-drawings were selected from Snodgrass & Vanderwart [17] and Nishimoto et al. [13]. The drawings consisted of four semantic categories: animals (18 items), plants (18 items), vehicles (13 items), and tools (21 items). We changed drawings to black backgrounds and white lines, and randomly picked white pixels and switched 40%, 60%, and 80% of them to background black pixels Pictures with 80% noise were used as fillers to raise attention (Figure 3). Pictures were resized to be 280 × 280 pixels. Because the vehicles category only included 13 items, we analyzed stimuli 2–13 within the same semantic category (Figure 4). The first item was not analyzed because prior studies have reported that the very first ordinal position shows longer word duration than the second (e.g., Fink et al. [5]). Filler stimuli were included in 13 orders. However, we did not include fillers and incorrect trials in the analysis.

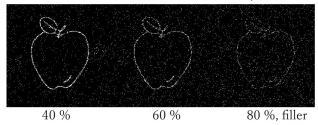


Figure 3. Pictures with three proportion of noises. Pictures with 80% noise were included when count ordinal positions, but not included in the analysis.

The standard names of the pictures in Japanese refer to Nishimoto et al. [13]. The property of the names are as follows: lexical frequency: M = 2,140, SD = 3,947.78 based on NINJAL-LWP for BCCCWJ (2011, National Institute for Japanese Language and Linguistics, Lago Institute of Language); familiarity: M = 5.16, SD = 0.94 according to Nishimoto et al. [13]; and number of mora: M = 3.32, SD = 1.2

Procedure Participants were tested individually in a shielded room. The monitor was 100 cm away from the participants, and the stimuli were presented on the monitor on a black background with a fixation cross that was 4 pixels long. The maximum visual angle for the stimuli was approximately 10 degrees. Three types of task were used: picture naming task (naming), phonology judgement task (phonology), and category decision task (category). In the naming task, participants were asked to overtly name the presented pictures as soon as possible. In the phonology task, they were asked to press the right button if /r/ sounds were included in the name of the picture, otherwise to press the left button on a response pad. In the category task, they were instructed to press the left button if the presented picture is a

natural object and to press the right button for an artificial object.

Each task consisted of two separate sessions. One session consisted of 72 trials and every type of picture was presented once in a session. Stimuli were presented in a pseudo-randomized order; however, images from the same semantic category were not presented consecutively over three times. The second session of each task was in the same order as the first session with the pictures displayed left-right reversed. The order of tasks was counterbalanced. In each trial, a picture was displayed for 2,500 ms, followed by a black screen with a fixation cross with jitter set randomly to 1,250 ms, 1,500 ms, or 1,750 ms. The presentation of stimuli and response were controlled by STIM2 (Compumedics Neuroscan, Charlotte, NC, USA).

The pictures were not familiarized before the measurements; therefore, we performed a questionnaire survey of the names that participants used in the tasks after the completed EEG recording sessions. We decided the correct answers for each participant based on the answers of the questionnaire. However, if the answer of any picture was already used for another stimulus that was more appropriate (e.g., answer cabbage for pictures of lettuce and cabbage), or if it could be applied to multiple stimuli (e.g., answer flower for sunflower and there are other different types of flowers in the stimuli set such as rose), we regarded it as an incorrect response.

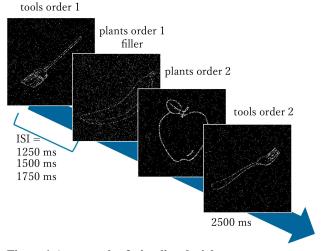


Figure 4. An example of stimuli and trial sequence.

EEG data acquisition The EEG was recorded with 64 electrodes in a cap (waveguard, ANT Neuro, Figure 5). We used BrainAmp DC (Brain Products) to amplify the data, with a sampling rate of 1,000 Hz. Electrode impedance was kept under $10 \text{ k}\Omega$.

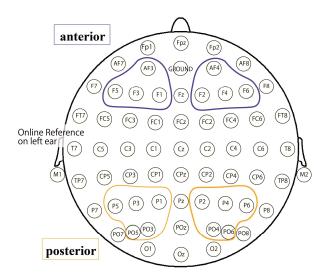


Figure 5. The placement of the electrodes. Data analysis- behavior

Data from three ordinal positions (positions 2 to 4, 5 to 7, 8 to 10, and 11 to 13) were averaged, excluding incorrect answers and fillers. The reaction time for the phonology and category tasks, and accuracy for all tasks were analyzed. With the reaction time data, we performed a two-way analysis of variance (ANOVA) with tasks (two levels) and stimulus ordinal position within a semantic category (four levels). With the accuracy data, we performed two-way ANOVA with tasks (three levels) and stimulus ordinal position (four levels). A Greenhouse-Geisser correction was applied to all ANOVA results. Bonferroni's post hoc tests were performed for both the reaction time analysis and error rate analysis.

Data analysis- ERP

Using EEGLAB v.13.6.5 (Delorme & Makeig [4]) on MATLAB (R2016b, MathWorks, Massachusetts, USA), EEG data were bandpass filtered between 0.143 Hz and 30 Hz. Continuous data were segmented from 200 ms before stimulus onset to 3,500 ms after onset. The baseline correction was carried out based on the 200-ms pre-stimulus interval. If any single electrode showed a potential change over $70\,\mu\mathrm{V}$ in 1,000 ms from the beginning of an epoch, that datum was rejected as artifact contaminated. For each time point, the data recorded from each electrode were subtracted in reference to the averaged data of all electrodes except M1 and M2 after artifact rejection.

Electrodes were grouped into four areas: left anterior (AF3, F1, F3, F5), right anterior (AF4, F2, F4, F6), left posterior (P1, P3, P5, PO3, PO5), and right posterior (P2, P4, P6, PO4, PO6). We performed two-way ANOVAs with tasks (three levels) and stimuli ordinal position (four levels) for each time point averaged within a 31 ms time window for each area. The statistical

threshold was set at the 0.05 alpha level. In order to investigate the task effect, Tukey-Kramer's post hoc tests were performed. To investigate the semantic interference effect for each task, we performed Spearman's correlation test between stimulus ordinal position (positions from 2 to 13) and potential changes in ERP in a 31-ms time window for each task and in each area.

3. Results

Behavior

The reaction time for the phonology task was 1,400.60 ms (SD=178.81) and 916.62 ms (SD=117.96) for the category task. The two-way ANOVA of reaction times with task and stimulus ordinal position showed a significant main effect of task (F=82.72, p < 0.0001) and stimulus ordinal position (F=4.24, p=0.021). Post hoc testing revealed that the difference between the reaction time of the phonology task and that of the category task was significant (t=15.675, p < 0.001). Post hoc testing for stimulus ordinal position was not significant.

The average accuracy for each task is shown in Figure 6. The two-way ANOVA of accuracy showed a significant main effect of task (F = 230.44, p < 0.0001) and stimulus ordinal position (F= 12.83, p = 0.0001). The post hoc test revealed that the accuracy of the last ordinal position was different from the accuracy of the other positions (11–13 vs. 2–4, p < 0.001; 11–13 vs. 5–7, p = 0.02; 11-13 vs. 9-11, p = 0.003). Post hoc analysis also revealed that the accuracy of the category task was highest, followed by the naming task, and that of the phonology task was the lowest (category-naming, p < 0.001; category-phonology, p < 0.001; naming-phonology, p < 0.001). The interaction between the two factors was significant (F = 10.50, p < 0.0001). Post hoc testing revealed that the accuracy of the last ordinal position (11-13) was significantly lower than that of the first ordinal position (2-4) in the naming task (p < 0.0001). In contrast, in the phonology task, the accuracy of the third position (8-10) was significantly higher than that of the other positions (8–10 vs. 2-4: p = 0.006; 8–10 vs. 5–7: p = 0.007; 8–10 vs. 11–13: p = 0.002), and that of the last position (11–13) was significantly lower than that of the first position (2-4) (p = 0.003).

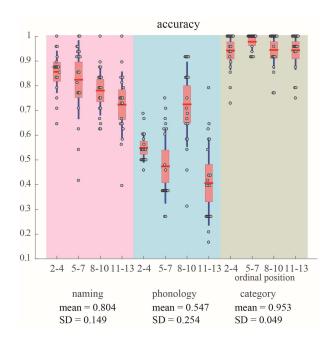


Figure 6. Accuracy in each task for each ordinal position. Each dot on the graph refers to the mean data from a participant.

ERP

We performed repeated measures two-way ANOVAs with stimulus ordinal position (4) × task (3) for each time point in each area. We omitted the results that were sustained for less than 30 ms from further analyses. With alpha level = 0.05, the main effects of task were found in all areas: left anterior (762–1,906 ms), right anterior (775–1,600 ms), left posterior (470–1,824 ms), and right posterior (501–665 ms). The main effects of stimulus ordinal position were found in all areas as well: left anterior (91–231 ms), right anterior (80–174 ms), left posterior (89–251 ms), and right posterior (116–215 ms), (Figure 7). Interaction between the two factors were found in the left posterior region from 435 ms and in the right posterior region from 802 ms.

In order to investigate task effect, multiple comparisons with Tukey-Kramer's test were performed. Significant differences were only found between the naming task and category task in all areas (left anterior: from 758 ms; right anterior: from 650 ms; left posterior: from 516 ms; right posterior: from 509 ms). However, because the wave form of the phonology task was different from the naming task after the time window of the category task and naming task diverges, we performed Tukey-Kramer's post hoc test only with the task factor. Figure 7 shows the ERP waveform of each task in each area and the results of the one-way post hoc test. In the left anterior region, the naming task was different from the category task from 749 ms and was different from phonology task from 811 ms. In the right anterior, the naming task was

different from the category task from 645 ms and different from the phonology task from 829 ms. In the left posterior area, the ERP of the naming task diverged from the category task from 503 ms. Similarly, the ERP of the phonology task diverged from that of category after 530 ms. The naming and phonology tasks differed from 775 ms.

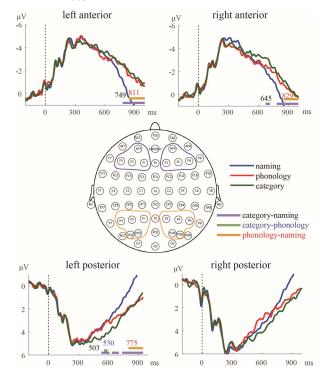


Figure 7. ERP waveforms of the three tasks.

Bar graphs below indicate the significant differences in the post hoc test with 31-ms time-windows (blue: category task vs. naming task, orange: phonology task vs. category task, yellow: phonology task vs. naming task). The number above the bar graph is the onset time that starts to appear statistically significant that last more than 30 ms.

In order to confirm any task-driven effect in the lexical processes, we performed multiple comparison with a Tukey-Kramer's test of the average of the time window where the main effect of the ordinal position was found. In the left anterior area, ordinal positions 2–4 and 8–10 were significantly different at 652-725 ms (p = 0.036). In the left posterior area, three time windows showed significant differences between positions 8–10 and the other positions (89–250 ms: position 5–7 vs. position 8–10, p = 0.003; 297–364 ms: position 5–7 vs. position 8–10, p = 0.004; 369–544 ms: position 2–4 vs. position 8–10, p = 0.005, position 5–7 vs. position 8–10, p = 0.019). In the right posterior area, at 116-214 ms the difference between position 2–4 and position 8–10 was significant (p = 0.026).

In order to confirm interactions between the task and ordinal

position, we confirmed the correlation between stimulus ordinal position (2–13) and potential change in each task and in each area using Spearman's correlation coefficient (Figure 8). Only in the naming task, the significant correlations between stimulus ordinal position and potential change were found in the left anterior area (117–206 ms: r=-0.813, p<0.005), and in the right posterior area (112–328 ms: r=0.870, p<0.005).

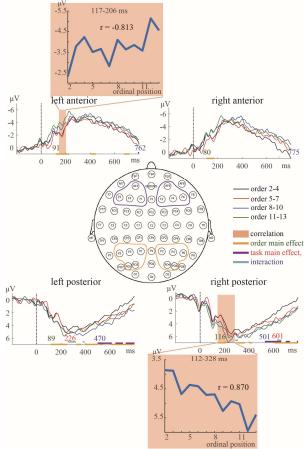


Figure 8. ERP waveforms of stimulus ordinal positions in the naming task. The data of the three stimuli sequences within the semantic category were averaged sequentially: 2–4, 5–7, 8–10, and 11–13. The graphs in the orange boxes show the average potential of the time window where the correlation of the position (2–13) and potential change were significant.

Discussion

In the current study, we examined whether overt speech affects lexical processes in word production during picture naming. We conducted different language production tasks that require different goals, with the sequence of the stimuli within the same category to induce a cumulative semantic interference effect on the lexical stage. We found the time interval of the two task differences (naming and phonology task vs. naming and category task) were reflected in the ERP in the time window that

the I & L model proposed. However, the result indicates that the semantic interference effect was only found in the naming task that requires a speech motor command of the lexical word. This result cannot be explained with the I and L model, which does not assume the influence cascade model.

The present accuracy results imply that the accuracy of each task was different from that of the others. The accuracy in the phonology task was the lowest, followed by naming task, with the highest accuracy in the category task. Moreover, the latest ordinal position (11–13) shows significant differences from the other ordinal positions in the naming and phonology tasks. However, the relationship between accuracy and stimulus ordinal position in the naming task and phonology task were different. In the naming task, the latest stimuli ordinal position (11–13) had lower accuracy than the early stimuli ordinal position (2–4), whereas the accuracy in the phonology task was highest at ordinal position 8–10. The results in the naming task reflect the typical semantic interference effect, which can be seen as longer reaction times and/or lower accuracies at later stimulus ordinal positions.

Task differences in the ERP data were observed in a later time window than that suggested by the I and L model. It is assumed that in the category task, it is not necessary to access or select the lemma; therefore, differences between the category and naming tasks were expected to be seen from 200 ms after picture onset. In addition, since the phonology task does not require the phonetic code of a word, we hypothesized that the phonology task and naming task would show differences from 445 ms, as that is the time course that the I and L model suggests for the start of phonetic encoding. However, both time courses of the task difference in the current study were statistically significant 300 ms later than expected in the left posterior area. The time interval of the two task difference effects (phonology task [775 ms] category task [503 ms] = 272 ms) was consistent with the I and L model (onset of phonetic encoding [445 ms] - onset of lemma retrieval [200 ms] = 225 ms). This result implies that the cognitive stages of speech production essentially progress in serial sequence. Moreover, the time course of speech production without overt speech are consistent with the suggestions of the I and L model.

As mentioned above, the semantic interference effect was observed in task performance accuracy. We used thirteen items for four semantic categories in the present study. This is not a traditional method to evoke cumulative semantic interference, which uses more categories and fewer item numbers. However, we successfully elicited the semantic interference effect in accuracy and the ERP. The last ordinal positions (11–13) had

lower accuracies than the earlier ordinal positions (2–4) in the naming and phonology task. However, the ordinal position 8–10 of the phonology task was higher than the other two earlier ordinal positions (2–4 and 5–7) in the phonology task. This tendency is not a typical semantic interference effect. In correspondence with these results, the correlation between stimulus ordinal position (2–13) and ERP was only significant in the naming task. The semantic interference effect caused by the stimulus ordinal position within a category is often mentioned to be a result of increasing competition between candidate lemmas in lemma selection (e.g., Costa et al. [3]; Howard et al. [6]). However, according to the I and L model, the phonology task needs to generate lemma to encode phonological code for the semantic interference effect to appear.

Several possibilities are conceivable to explain our results. First, the feedback from phonetic encoding could affect lemma selection stage before it is completed. If the cascade manner of progression could be adopted, the feedback signals make the activation of lemma and competitor higher. Because the I and L model assumes that the first feedback occurs internally after the phonetic code is generated (Figure 1), it is no wonder that only the naming task shows semantic interference effect that was affected by the feedback signal in the current study. This account is also in line with the finding that there are interactions between lexical access and articulation, even after articulation starts (Fink et al. [5]).

Second, task difficulty could weaken a semantic interference effect. Abdel Rahman and Sommer [1] explored whether the difficulty of semantic classification would affect the onset time of phoneme decision by using EEG. They utilized a complex design with go/no-go responses and a semantic classification task. They reported that with difficult semantic classification task (herbivore vs. omnivore), phonological no-go lateralized readiness potential (LRP) was not observed. Further, the difficulty of semantic go/no-go decision task did not affect the onset of phonological processes. Because the serial model predicts the latter stages (phonological processes) linearly delayed, they proposed partially parallel progress of semantic and word form retrieval. However, in the present study, a difficulty to answer the phonology task would arise after phonological features of a picture name are retrieved. Therefore, it is unlikely that lexical stages are affected by the task difficulty and the delay of lemma selection is canceled. Further research with tasks using similar difficulties will probably be needed.

On the other hand, this account is incompatible with the result that Abdel Rahman et al. [2] reported. They investigated the task

difference in semantic interference in the picture word interference (PWI) paradigm in comparison with the picture naming task and phonological decision task with button pressing. As a result, they reported a semantic interference effect in both tasks. However, the PWI paradigm is significantly different from the continuous presentation we used because the distractor is compulsorily activated in PWI. In PWI, the semantically related/unrelated written word is simultaneously presented on the target picture, which means that phonetic information is already generated with or without articulation. It is not strange that even in a phonological decision task, information from the phonetic encoding of the distractor delays lexical stages, such as lemma selection.

The time window where correlations were observed was between 112 to 328 ms (117–206 ms in the left anterior area; 112– 328 ms in the right posterior area). This time window was earlier than expected, corresponding to the time between lemma retrieval and lemma selection. However, we used the upper level of semantic category (basic level) rather than an often-used level (i.e., subordinate level), which means semantic interference could occur earlier. Moreover, Miozzo et al. [11] reported that effect from semantic features starts from 150 ms. This result suggests that semantic processing including lemma selection could be started earlier than the I and L model suggests. Even if the semantic interference effect we observed was from conceptual processing, it is consistent with the feedback account we suggested because it is assumed that feedback in speech is sent to the lexical conceptual stage according to the I and L model. Moreover, this argument enables discussion of the stages where interactions occur.

Despite it was not so conclusive, we observed the main effect of the ordinal position at late time windows (652–725 ms in left anterior area; 297–364 ms and 369–544 ms in left posterior area). Krott et al. [10] reported a semantic interference effect that was reflected in ERP at similar time windows (270–310 ms, 440–510 ms, 520-560 ms, and 630-670 ms). They discussed that the two earlier time windows reflect lemma retrieval and phonological code retrieval stages, followed by the two later time windows for the later stages or the self-monitoring. Furthermore, they reported increasing in high beta band power before 150 ms from responses and interpreted the increase reflects the exclusion of uncertain responses from semantic distractors. However, the polarity of ERP they observed was the opposite of our results. Also, they used written word distractor that is simultaneously presented above the picture, which could be directly converted to phonetic information (e.g. Navarette et al. [12]). Although the locus of semantic interference effect has not been completely clarified yet, the present results suggest that multiple factors running in the cascade manner cause the effect, which appears in the early and late time windows of ERPs.

5. Conclusion

In summary, the present study partly supports the sequential progress of speech production proposed in the I and L model. However, from the result of the semantic interference effect, which was observed only in naming task, we suggest that the speech motor command of the word could affect the early stage of speech production, such as lexical processes, through the feedback from phonetic code. For this reason, it is necessary to modify the I and L model to include cascade and interaction between stages and to further investigate the time course of each stage with tasks that demand different aspects of overt speech.

Acknowledgements

The authors thank Izumi Kishida for her administrative assistance. This work was supported in part by the Grant-in-Aid for Scientific Research from the Japan Society for Promotion of Science (16H06525, 16K12449, and 18H03579 to FH).

References

- Abdel Rahman, R. A., & Sommer, W., (2003), "Does phonological encoding in speech production always follow the retrieval of semantic knowledge?: Electrophysiological evidence for parallel processing", Cognitive Brain Research, 16(3), 372–382.
- [2] Abdel Rahman, R., & Aristei, S., (2010), "Now you see it ... and now again: Semantic interference reflects lexical competition in speech production with and without articulation", Psychonomic Bulletin & Review, 17(5), 657– 661. https://doi.org/10.3758/PBR.17.5.657
- [3] Costa, A., Strijkers, K., Martin, C., & Thierry, G. (2009), "The time course of word retrieval revealed by eventrelated brain potentials during overt speech", Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(50), 21442– 21446.
- [4] Delorme, A., & Makeig, S., (2004), "EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis", Journal of neuroscience methods, 134(1), 9–21.
- [5] Fink, A., Oppenheim, G. M., & Goldrick, M, (2018), "Interactions between lexical access and articulation", Language, Cognition and Neuroscience, 33(1), 12–24. https://doi.org/10.1080/23273798.2017.1348529
- [6] Howard, D., Nickels, L., Coltheart, M., & Cole-Virtue, J., (2006), "Cumulative semantic inhibition in picture naming: Experimental and computational studies", Cognition, 100(3), 464–482.

- https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.02.006
- [7] Indefrey, P., (2011), "The spatial and temporal signatures of word production components: A critical update", Frontiers in psychology, 2.
- [8] Indefrey, P., & Levelt, W. J., (2004), "The spatial and temporal signatures of word production components. Cognition, 92(1-2), 101-144.
- [9] Klem, G. H., Lüders, H. O., Jasper, H. H., & Elger, C, (1999), "The ten-twenty electrode system of the International Federation", Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 52(3), 3-6.
- [10] Krott, A., Medaglia, M. T., & Porcaro, C., (2019), "Early and Late Effects of Semantic Distractors on Electroencephalographic Responses During Overt Picture Naming", Frontiers in Psychology, 10, 696. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00696
- [11] Miozzo, M., Pulvermüller, F., & Hauk, O., (2015), "Early Parallel Activation of Semantics and Phonology in Picture Naming: Evidence from a Multiple Linear Regression MEG Study", Cerebral Cortex, 25(10), 3343–3355. https://doi.org/10.1093/cercor/bhu137
- [12] Navarrete, E., Mahon, B. Z., & Caramazza, A., (2010), "The cumulative semantic cost does not reflect lexical selection by competition", Acta Psychologica, 134(3), 279– 289. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.009
- [13] Nishimoto, T., Miyawaki, K., Ueda, T., Une, Y., & Takahashi, M., (2005), "Japanese normative set of 359 pictures", Behavior Research Methods, 37(3), 398–416.
- [14] Oppenheim, G. M., Dell, G. S., & Schwartz, M. F. (2010), "The dark side of incremental learning: A model of cumulative semantic interference during lexical access in speech production", Cognition, 114(2), 227–252. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.007
- [15] Rodriguez-Fornells, A., Schmitt, B. M., Kutas, M., & Münte, T. F., (2002), "Electrophysiological estimates of the time course of semantic and phonological encoding during listening and naming", Neuropsychologia, 40(7), 778–787.
- [16] Schriefers, H., Meyer, A. S., & Levelt, W. J. M., (1990), "Exploring the time course of lexical access in language production: Picture-word interference studies", Journal of Memory and Language, 29(1), 86–102. https://doi.org/10.1016/0749-596X(90)90011-N
- [17] Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M., (1980), "A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity", Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 6(2), 174–215. https://doi.org/10.1037/0278-7393.6.2.174
- [18] Strijkers, K., & Costa, A. ,(2011), "Riding the lexical speedway: A critical review on the time course of lexical selection in speech production", Frontiers in psychology, 2.
- [19] Strijkers, K., & Costa, A., (2016), "The cortical dynamics of speaking: Present shortcomings and future avenues", Language, Cognition and Neuroscience, 31(4), 484–503.

異なる絵画スタイルにおける絵画作品の典型度と嗜好度との関係 Relationships Between Prototypicality and Preference in Different Painting Styles

方 思源,田和辻 可昌,松居 辰則 Siyuan Fang, Yoshimasa Tawatsuji, Tatsunori Matsui

> 早稲田大学 Waseda University siyuanfang@asagi.waseda.jp

Abstract

This study aims to clarify whether the relationship between prototypicality and preference of paintings differs across painting styles. Two psychological experiments, one with style learning (Experiment 1) and one without style learning (Experiment 2), are conducted to remove the effects of confounding factors. Vincent van Gogh's and Paul Gauguin's paintings are used as experimental stimuli. Data analyses of Experiment 1 show that the affective evaluation of the paintings has three psychological dimensions "Nervosity", "Individuality" and "Preference". Correlation analyses reveal that, regarding the acquired Gogh-style paintings, nervosity positively correlates with prototypicality and negatively correlates with preference, which implies that nervosity may bridge a spurious negative relationship between prototypicality and preference. On the other hand, regarding the acquired Gauguin-style paintings, no correlation was found between nervosity and prototypicality or between prototypicality and preference. The results suggest that, in different painting styles, different prototypicality-preference correlations will be detected due to different psychological mechanisms (including mediating effects of confounding factors) that underlie the correlations.

Keywords: prototypicality, preference, painting, style, semantic differential

1. Introduction

The relationship between prototypicality and aesthetic preference was first studied by Martindale and Moore (1988)[1], in which they found that American people preferred colors that were typical for basic color categories in the English language to less typ-

ical colors. Prototypicality-preference relationship of colors was also studied in Japan by Fang and Matsui (2018)[2], who found that Japanese people generally liked colors of low prototypicality because they felt low-prototypicality colors as being graceful. There are multitudes of categories also in the realm of paintings, which are usually called "styles". Paintings in every painting style differ in their prototypicality, namely, the extent to which they are considered to be typical examples of the style. Hekket and Wieringen (1990)[3] reported that, regarding a portion of cubist paintings, people tended to prefer paintings that were typical for the style to less typical paintings. Farkas (2002)[4] found a similar prototypicality effect with regard to surrealist paintings.

In this study, we aim to clarify whether the relationship between prototypicality and preference differs across painting styles, and probe into the relationships between prototypicality and psychological dimensions of the affective evaluation of paintings other than aesthetic preference, depending on the results of the factor analysis of the affective evaluation of paintings.

The clarification of prototypicality-preference relationship cannot be achieved by simply plotting the prototypicality and preference data, because confounding variables may exist that can bring about a spurious relationship between prototypicality and preference by mediating between the two. Specifically, as shown in Figure 1, if a psychological variable exits that occasionally has a significant relationship both with prototypicality and with preference, this variable will bridge a relationship between prototypicality and preference, and, if this bridged relationship is strong, it may distort or even cover the direct rela-

tionship between prototypicality and preference.

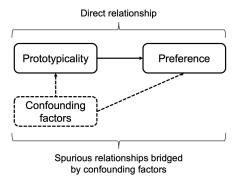


Figure 1 Sketch of the direct relationship between prototypicality and preference and the spurious prototypicality-preference relationships bridged by confounding factors.

To solve the problem, in this study, we conducted two psychological experiments. In the first experiment, e.g., Experiment 1, participants are asked to acquire how to distinguish two painting styles, that is, how to classify paintings into two styles and how typical each painting is in terms of the style that it belongs to, before performing affective evaluation of paintings. The plotting of the prototypicality data and the preference data obtained in Experiment 1 will show a mixture of the direct relationship between prototypicality and preference and the spurious relationships between the two if aforementioned confounding factors exist. In the second experiment, e.g., Experiment 2, participants carry out affective evaluation of paintings without style learning. This means that the participants have no idea of prototypicality of paintings and therefore do not know the direct relationship between prototypicality and preference. Thus, the plotting of the prototypicality data and the preference data obtained in Experiment 2 will show only the spurious relationships between prototypicality and preference mediated by confounding factors. Through comparing the results of the two experiments in a subtractive manner as shown in Figure 2, the direct prototypicality-preference relationship, if it exists, will be discovered.

Experiment 1 has finished, and Experiment 2 is still ongoing. This paper describes the designs and settings of the two experiments as well as the preliminary results of the analyses of the data obtained in Experiment 1.

2. Experiment 1

2.1 Participants

Twenty-two participants (genders and ages described in **Section 4.1**), who were either undergraduate or graduate students at Waseda University, took part in the experiment. They all passed the Ishihara Color Vision Test (38 plates, the International Edition), and none reported having deficiencies in color vision. All of them were native Japanese speakers, and received no professional training in art history, painting or relevant fields. Informed consents of participation were obtained from all the participants.

2.2 Experiment Platform and Stimuli

The experiment was run using a PsychoPy (version 1.90.2) program on a MacBook Air PC (15 inch, 2017). The PC display was calibrated using an il Display Pro calibrator and the software DisplayCAL (version 3.7.1.3). The experiment was conducted using the Japanese language.

The experimental stimuli were digital photos of 23 landscape paintings by Vincent van Gogh (called "Gogh paintings" for short) and 23 landscape paintings by Paul Gauguin (called "Gauguin paintings" for short) collected from museum websites. The paintings were divided into a training set which consisted of eight Gogh paintings and eight Gauguin paintings and a validation set which consisted of 15 Gogh paintings and 15 Gauguin paintings. All the paintings in the training set were the most typical Gogh and Gauguin paintings, while the paintings in the validation set ranged from the least typical Gogh and Gauguin paintings to the most typical Gogh and Gauguin paintings. How typical each painting was was determined by 13 experts in Western painting through an interview prior to the experiment. We removed the painters' signings in the painting images using Adobe Photoshop, and set the longer edges of the images to be 650 pixels.

With regard to the names of the painters, to prevent the participants from using knowledge about Gogh and/or Gauguin in finishing the tasks in the experiment, we did not tell the participants that the paintings were painted by Gogh and Gauguin. Gogh was

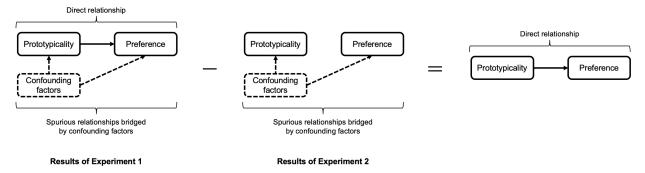


Figure 2 Logic of comparing the results of Experiment 1 and Experiment 2 in a subtractive manner to obtain the direct relationship between prototypicality and preference.

referred as "Painter A" and Gauguin was referred as "Painter B" throughout the experiment.

2.3 Procedure

The experiment had two sessions. Figure 3 shows the procedure of the experiment.

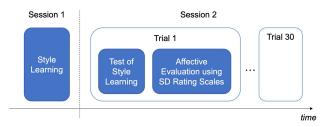


Figure 3 Procedure of Experiment 1.

Session 1 aimed at style learning. In this session, each painting in the training set was displayed three times, each time for 5 seconds. The display order of the paintings was randomly determined for each participant. During the display of a painting, the name of the painter, e.g., Painter A or Painter B, was shown below the painting image. The background color of the screen was set to be medium grey $(L^* = 50)$. The participants were asked to view the paintings carefully to learn how to differentiate between Gogh and Gauguin paintings. The participants did not need to provide any feedback. Between displays of two paintings, a small white cross was displayed in the middle of the screen for two seconds, and the participants were asked to view the cross sign to remove the afterimage of the painting just displayed. This style learning method was adapted from the passive label-only training method developed by Rush (1974)[5].

Session 2 aimed at testing the participants' performance of the style learning and obtaining the participants' affective evaluation data. In this session, the paintings in the validation set were displayed one after another. In other words, the session had 30 trials. In each trial, the participants were first asked to judge whether the painting being displayed was painted by Painter A or Painter B by clicking on one of the two buttons below the painting image on which the name labels of the two painters were shown. Then, the participants were asked to report to which extent he/she thought the painting was painted by Painter A by rating the extent on a continuous scale ranging from 1 to 100. The participants then reported the extent to which they thought the painting was painted by Painter B using the same method. Next, the participants were required to rate the familiarity and complexity of the painting using two seven-point adjective pair scales "familiar- unfamiliar" and "simple-complex". Familiarity and complexity were rated because they were reported to be able to influence preference[6, 7, 8, 9, 10, 11] and therefore were potential confounding factors in this study. Then, the participants were required to evaluate the affective impressions of the painting using a list of 21 seven-point semantic differential (SD) scales. Cho and Haraguchi (2013, 2014)[12, 13] developed this list through an extensive literature review and experimental studies on Japanese people's affective evaluation of Western painting using SD scales. The scales are shown in Table 1. The presentation order of the scales was randomized for each participant. Like in Session 1, a small white cross appeared in the middle of the screen between displays of two paintings to remove

the after-images. The display order of the paintings was randomly determined for each participant.

Before Session 2 started, there was a training trial which told the participants how to use the platform to fulfill the tasks in the session. For half the participants, the training trial used a Gogh painting which was not used in the formal trials. To the other half of the participants, the training trial used a Gauguin painting which was not used in the formal trials.

3. Experiment 2

3.1 Participants, Platform and Stimuli

We plan to recruit at least 20 participants. Like in Experiment 1, all the participants should be native Japanese speakers, have normal color vision and have received no professional training in art history, painting or relating fields.

The experiment will be performed using the same platform and PC as in Experiment 1. The experimental stimuli are the validation-set paintings used in Experiment 1. The experiment is conducted using the Japanese language.

3.2 Procedure

In this experiment, the participants conduct affective evaluation without style learning. In other words, this experiment directly performs the familiarity, complexity and affective evaluation part in Session 2 of Experiment 1. Figure 4 shows the procedure of this experiment.



Figure 4 Procedure of Experiment 2.

4. Data Analyses of Experiment 14.1 Screening of Participants

We screened the participants by examining their learning performance of the Gogh style and the Gauguin style respectively. The learning performance of each participant regarding the Gogh paintings was computed as the accuracy of the participant's answers to the two-choice (Painter A or Painter B) question about the Gogh paintings in Session 2 of Experiment 1. The five least typical Gogh paintings were not used in the performance evaluation. The learning performance regarding the Gauguin paintings was calculated using the same method.

In terms of the Gogh paintings, all participants showed high accuracies. In terms of the Gauguin paintings, however, two participants correctly recognized only three paintings. The data obtained from the two participants were thus excluded from later data analyses. The rest 20 participants were 13 males and nine females of ages M=23.62 and SD=7.51.

4.2 Effects of Familiarity

The familiarity score of each painting was computed as the mean of the rating scores of the painting on the scale "familiar-unfamiliar" which were obtained in Session 2 of the experiment. The results show that all the paintings have a familiarity score smaller than 1.0, which implies that all the paintings were unfamiliar to the participants. Hence, no painting should be excluded from later data analyses, or in other words, familiarity is unable to exert confounding effects in this study.

4.3 Psychological Dimensions of Affective Evaluation of Paintings

The rating scores of the paintings were averaged across the participants in terms of each SD scale. The Kaiser-Meyer-Olkin test for sampling adequacy of the averaged rating data shows that the overall measure of sampling adequacy (MSA) of the data is 0.77. The Bartlett's test for sphericity of the data reveals that significant correlations exist among the SD scales (P < 0.001). The results of the two analyses indicate that the data are suitable for the factor analysis.

Next, we processed the data using the factor analysis. Factors were extracted using the least square method, because Cho and Haraguchi (2014)[13] used this method. Main factors were defined as those with eigenvalues larger than 1.0. Then, the factors were

rotated using the promax method. As a result, three main factors "Nervosity", "Individuality" and "Preference" were extracted. Table 1 shows the factor loadings of each SD scale after the rotation. The factor Nervosity explained 36% of the overall variation, Individuality explaining 28%, and Preference explaining 26%, adding up to 91%. All the SD scales have a degree of communality greater than 0.74. These measures imply that the three factors are enough to explain the SD data.

All in all, the results of the factor analysis demonstrate that the affective evaluation of Gogh and Gauguin paintings are composed of three psychological dimensions Nervosity, Individuality and Preference. The nervosity score (NS), individuality score (IS) and preference score (PFS) of each painting were defined as its factor scores on each factor.

4.4 Categorization and Prototypicality Score Computation of Paintings

In Session 2 of the experiment, with regard to each painting, we asked the participants to rate the extent to which they think the painting was pained by Gogh. We averaged the rating scores of the painting across the participants and named the average score the "Gogh-like score" of the painting. The "Gauguin-like score" of the painting was defined in the same manner.

If the Gogh-like score is larger than the Gauguin-like score, we classified the painting into the category "acquired Gogh-style paintings" and defined the prototypicality score (PTS) of the painting as its Gogh-like score. On the other hand, if the Gogh-like score was smaller than the Gauguin-like score, we classified the painting into the category "acquired Gauguin-style paintings" and defined the PTS of the painting as its Gauguin-like score. The results of the categorization show that the two acquired categories contain nearly the same paintings as the real-world Gogh's and Gauguin's paintings do.

4.5 Style-Specific Prototypicality-Preference Relationships

With regard to the acquired Gogh-style paintings, there is a negative linear relationship between PTS and PFS (Pearson's correlation coefficient = -0.812, P=0.001, plotted in Figure 5(A)). We also found a negative linear relationship between NS and PFS (Pearson's correlation coefficient = -0.717, P=0.009, plotted in Figure 5(B)) and a positive linear relationship between PTS and NS (Pearson's correlation coefficient = 0.642, P=0.024, plotted in Figure 5(C)). These results suggest the possibility that the detected negative relationship between PTS and PFS is a spurious one mediated by NS.

Regarding the acquired Gauguin-style paintings, there is no significant relationship between PTS and PFS (Pearson's correlation coefficient = 0.313, P = 0.205, plotted in Figure 6(A)). Also, no significant relationship exists between PTS and NS (Pearson's correlation coefficient = -0.383, P = 0.117, plotted in Figure 6(B)), although there is a negative linear relationship between NS and PFS (Pearson's correlation coefficient = -0.852, P < 0.001, plotted in Figure 6(C)). These results imply that, in the case of the acquired Gauguin-Style paintings, NS failed to bridge a significant relationship between PTS and PFS.

Concerning complexity, we computed the complexity score (CS) of each painting as the mean of the rating scores across the participants obtained in Session 2 of Experiment 1. We found no significant correlation between PTS and CS (Pearson's correlation coefficient = 0.035, P = 0.913), between CS and NS (Pearson's correlation coefficient = 0.269, P = 0.398), or between CS and PFS (Pearson's correlation coefficient = 0.128, P = 0.692) with regard to the acquired Gogh-style paintings. This implies that the detected PTS-NS-PFS relationships in terms of the acquired Gogh-style paintings could hardly be artefacts caused by CS.

5. Discussion

The data analyses of Experiment 1 show that, with regard to the acquired Gogh-style paintings, a negative linear relationship shows up between PTS and PFS. However, we also found that NS positively correlates with PTS and negatively correlates with PFS.

Table $\,1\,\,$ Factor loadings of SD scales after factor rotation.

		F	Factor loading				
Factor identity	SD scale	Factor 1	Factor 2	Factor 3			
Factor 1 (Nervosity)	神経質でない (unneurotic) - 神経質な (neurotic)	1.078	-0.183	-0.280			
	ゆるんだ (relaxed) - 緊張した (nervous)	1.038	-0.093	-0.064			
	暖かい (warm) - 冷たい (cold)	0.933	0.272	-0.066			
	穏やかな (gentle) - 厳格な (strict)	0.881	-0.080	0.117			
	くつろいだ (relaxed) - 張りつめた (nervous)	0.870	-0.052	0.140			
	陽気な (cheerful) - 陰気な (gloomy)	0.771	0.354	0.094			
	明るい (bright) - 暗い (dark)	0.660	0.313	0.237			
	楽しい (happy) - 寂しい (lonely)	0.633	0.460	0.172			
	柔らかな (soft) - 固い (hard)	0.614	0.005	0.348			
	やさしい (gentle) - 乱暴な (rough)	0.543	-0.493	0.450			
Factor 2 (Individuality)	個性的な (individualistic) - 平凡な (ordinary)	-0.276	0.943	-0.021			
	興奮的な (exciting) - 沈静的な (calm)	0.160	0.936	-0.045			
	動的な (dynamic) - 静的な (static)	0.093	0.929	-0.118			
	感情的な (emotional) - 理知的な (rational)	0.014	0.925	-0.086			
	不安定な (unstable) - 安定した (stable)	-0.362	0.763	-0.406			
	派手な (flashy) - 地味な (plain)	0.244	0.757	0.184			
	面白い (interesting) - つまらない (boring)	-0.114	0.664	0.659			
Factor 3 (Preference)	好きな (like it much) - 嫌いな (dislike it much)	-0.124	-0.097	1.068			
	美しい (beautiful) - 醜い (ugly)	0.005	-0.082	0.985			
	良い (good) - 悪い (bad)	0.001	0.059	0.966			
	快い (pleasant) - 不快な (unpleasant)	0.083	-0.005	0.914			

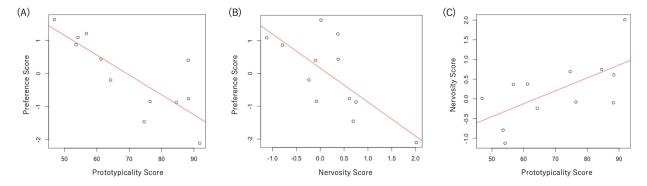


Figure 5 Relationships among prototypicality score, nervosity score and preference score with regard to acquired Gogh-style paintings.

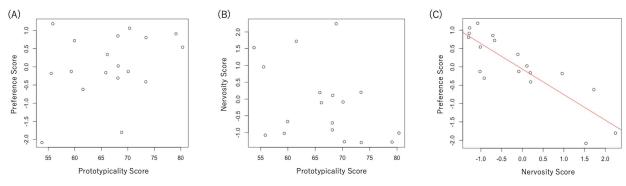


Figure 6 Relationships among prototypicality score, nervosity score and preference score with regard to acquired Gauguin-style paintings.

The positive NS-PTS correlation tallies with the reports that Vincent van Gogh suffered from mental disorders, possibly Miniere's disease[14], PTSD[15], acute intermittent porphyria[16], and/or epilepsy[17], and the mental disorders linked with his artistic creativity[18, 19]. Thus, it is reasonable to interpret the correlation as that, when watching a painting by van Gogh, people tend to use the intensity of the sense of nervosity that the painting elicits as a crucial clue for evaluating its prototypicality. As to the positive NS-PFS correlation, it accords with our daily experience that nervosity is not a pleasant feeling. These two correlations made us consider the possibility that the observed negative PTS-PFS relationship was a spurious one which was bridged by nervosity, as shown in Figure 7. In addition, considering van Gogh's great fame in Western painting, it is interesting to find in an empirical manner that non-experts in Western painting tend to dislike typical Gogh paintings.

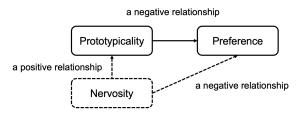


Figure 7 Summary of results of data analyses of Experiment 1.

With regard to the acquired Gauguin-style paintings, no significant relationship was detected between PTS and PFS. Furthermore, although a negative relationship exists between NS and PFS, as in the case of the acquired Gogh-style paintings, no significant relationship exists between NS and PTS. This is fairly

understandable because nervosity has never been reported to be a characteristic of Gauguin's paintings in our literature review. The observation that the inability of nervosity to mediate between prototypicality and preference accompanied the absence of a significant prototypicality-preference relationship deepened our suspicion that nervosity acted as a confounding factor in the case of the acquired Gogh-style paintings.

These results suggest that, in different painting styles, different prototypicality-preference correlations will be detected owing to to different psychological mechanisms (including mediating effects of confounding factors such as nervosity) that underlie the correlations.

6. Summary

This study aims to experimentally clarify whether the relationship between prototypicality and preference of paintings varies across styles. Two psychological experiments, one with style learning (Experiment 1) and one without style learning (Experiment 2), are conducted to remove the effects of potential confounding factors.

Experiment 1 is completed. The factor analysis of the affective evaluation data obtained in Experiment 1 show that the affective evaluation of Gogh and Gauguin's paintings is composed of three psychological dimensions Nervosity, Individuality and Preference. In terms of the acquired Gogh-style paintings, the correlation analysis detected a significant negative linear relationship between prototypicality and preference. However, because we found that nervosity positively correlated with prototypicality and negatively

correlated with preference, we conjecture that the detected negative prototypicality-preference relationship is a spurious one bridged by nervosity. This speculation is further supported by the results of the correlation analyses of the acquired Gauguin-style paintings in which the incapacity of nervosity to mediate between prototypicality and preference accompanied the absence of a significant prototypicality-preference relationship. Regarding the acquired Gauguin-style paintings, nervosity negatively correlated with preference, but had no significant relationship with prototypicality. These results imply the possibility that, in different painting styles, different prototypicalitypreference correlations will be detected due to different psychological mechanisms underlying the correlations, such as mediating effects of confounding factors.

7. Next Research Step

Our next step is to finish Experiment 2 and to conduct a comparison of the results of Experiment 1 and Experiment 2. Through the comparison, we will clarify whether nervosity actually is a confounding factor that bridges the detected prototypicality-preference correlation regarding the acquired Goghstyle paintings, as well as the core questions in our study, that is, whether there exists a direct relationship between prototypicality and preference in terms of the acquired Gogh-style paintings and in terms of the acquired Gauguin-style paintings.

Funding

This paper is a part of the outcome of research performed under two Waseda University Grants for Special Research Projects (Project numbers: 2017S-207 and 2019E-111).

References

- Martindale, C., & Moore, K. (1988). Priming, prototypicality, and preference. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 14, No. 4, pp. 661-670.
- [2] Fang, S., & Matsui, T. (2018, September). Experimental investigation into the mediating variables of the relationship between colour focality and colour preference. In Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2018 (pp. 743-748). AIC.
- [3] Hekkert, P., & Wieringen, P. C. W. (1990). Complexity and prototypicality as determinants of the appraisal of cubist paintings. British Journal of Psychology, Vol. 81, No. 4, pp. 483-495.

- [4] Farkas, A. (2002). Prototypicality-effect in surrealist paintings. Empirical Studies of the Arts, Vol. 20, No. 2, pp. 127-136.
- [5] Rush, J. C. (1974). Acquiring a concept of painting style. Doctoral thesis of the University of Arizona.
- [6] Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 9, No. 2, Pt. 2, pp. 1-27.
- [7] Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. Science, Vol. 207, No. 4430, pp. 557-558.
- [8] Osborne, J. W., & Farley, F. H. (1970). The relationship between aesthetic preference and visual complexity in abstract art. Psychonomic Science, Vol. 19, No. 2, pp. 69-70.
- [9] Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. Perception & Psychophysics, Vol. 8, No. 5, pp. 279-286.
- [10] Michailidou, E., Harper, S., & Bechhofer, S. (2008, September). Visual complexity and aesthetic perception of web pages. In Proceedings of the 26th annual ACM international conference on design of communication (pp. 215-224). ACM.
- [11] Madan, C. R., Bayer, J., Gamer, M., Lonsdorf, T. B., & Sommer, T. (2018). Visual complexity and affect: ratings reflect more than meets the eye. Frontiers in Psychology, Vol. 8, Article 2368.
- [12] Cho, K., & Haraguchi, M. (2013). Scale construction of adjective pairs on the research of impression of paintings. Kurume University Psychological Research, Vol. 12, pp. 81-90.
- [13] Cho, K., & Haraguchi, M. (2014). Scale construction of adjective pairs on the research of impression of paintings (2). Kurume University Psychological Research, Vol. 13, pp. 45-53.
- [14] Arenberg, I. K., Countryman, L. F., Bernstein, L. H., & Shambaugh, G. E. (1990). Van Gogh had Meniere's disease and not epilepsy. JAMA, Vol. 264, No. 4, pp. 491-493.
- [15] Hyams, H. (2003). Trauma post traumatic stress disorder (PTSD) and the case of Vincent Van Gogh. International Journal of Psychotherapy, Vol. 8, No. 2, pp. 95-107.
- [16] Niels Arnold, W. (2004). The illness of Vincent van Gogh. Journal of the History of the Neurosciences, Vol. 13, No. 1, pp. 22-43.
- [17] Voskuil, P. H. (2005). Letter to the editor and author's response: The Illness of Vincent van Gogh. Journal of the History of the Neurosciences, Vol.14, No. 2, pp. 169-176.
- [18] Monroe, R. R. (1978). The episodic psychoses of Vincent van Gogh. Journal of Nervous and Mental Disease. Vol. 166, No. 7, pp. 480-488.
- [19] Wolf, P. (2001). Creativity and chronic disease Vincent van Gogh (1853-1890). The Western Journal of Medicine, Vol. 175, No. 5, p. 348.

Proposal of a System Based on Cognitive Architecture to Distract Rumination While Web Browsing

Thanakit Pitakchokchai, Junya Morita, Yusuke Yamamoto, Hiroyasu Yuhashi, Teppei Koguchi

Graduated School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University pitachokchai.thanakit.18@shizuoka.ac.jp

Abstract

Despite its benefits, technology can negatively affect human behavior and emotion unconsciously. This research tries to support the attempt of positive computing through the development of a system based on ACT-R cognitive architecture to prevent rumination, repetitive negative thinking. The proposed system consists of two sub-systems: data collection sub-system and distraction sub-system. The former collects searching data (e.g., website URL, image URLs) immediately after the individual visits a website. The data will be collected through a browser extension so that it will be compactible for any computer and stored in local database. The latter includes an ACT-R cognitive model that utilizes such data as well as physiological data (e.g., eye movement, gaze fixation, heart rate variability) directly from the individual to predict rumination while searching through websites. The model is activated by a browser extension upon starting it. In addition to predicting rumination, it provides an implicit intervention for rumination based on a concept of nudge which affects human behavior and decision making. The system displays a product image on the screen as advertisement. After rumination is detected, the system changes the image to mildly intervene not to keep ruminating.

Keywords — Cognitive Architecture, ACT-R, Mental Illness, Rumination, Positive Computing, Computational Psychiatry, Website, Advertising

1. Introduction

In recent decades, more and more innovative technologies have been invented to facilitate human lives. In the meantime, technology, especially the internet, has unconsciously changed human behavior and emotional stability. For example, some people are facing the internet addiction—that is, to have difficulties distracting oneself from the internet [1], [2]. Some are having less empathy and even involving in cyberbullying — an aggressive, intentional behavior conveyed towards other people like mean comments on social network sites and uploading embarrassing personal videos/pictures of others [3],

[4]. These side-effects of technology are a source of mental symptoms such as stress, anger, anxiety and depression. Therefore, there has been an increase of interest in field of *positive computing*: the design and development of technology to support psychological well-being and human potential [5]; and *computational psychiatry*: a diagnosis and treatment of mental illness with computational method such as building computational model of human cognition and reinforcement learning to address psychiatric problems—in other word, mental illness [6]. In this paper, we will follow the objective and methodology of positive computing and computational psychiatry to build a cognitive model that provides a diagnosis and treatment for mental illness to people under controlled environment such as website.

2. Related Studies

2.1 Mental Illness

We have reviewed several papers regarding to mental illness, and depressive rumination—which is the preceded stage of depression and considered as serious mental symptom—is needed to be treated prematurely [7]. Depressive rumination is defined as the self-focused repetitive negative thinking about the cause of his/her depression [8], [9] which prolongs dysphoric mood and sadness [10]. Some researchers have claimed that rumination associates with mind-wandering, a state that one's thought is out of focus or unrelates to main task [11]. At the moment of mind-wandering, rumination distracts one's attention and concentration from achieving main task and replaces the position with thoughts about one's past memory such as disappointments and mistakes [12], [13]. In addition, many studies reported the symptoms of ruminating individuals: they are more likely to have attentional biases for negative information [14], [15], [16]. People who engage in depressive rumination are facing a greater risk for depression [7].

2.2 Cognitive Model

To address the problem of depressive rumination, we will

build a cognitive model that is based on Adaptive Control of Thought – Rational (ACT-R) cognitive architecture. The ACT-R [17] is capable of simulating human cognitive operation according to brain regions such as visual module in the model that simulates human vision is imitated from occipital lobe. In this research, we refer to two ACT-R models. First, van Vugt et al. [18] applied their recent computational model of mind-wandering and proposed a method of implementing the model to simulate rumination. The model simulated chunks of different moods (cheerful, content, down, suspicious, and insecure) of 100 normal participants and 100 ruminating participants. The model is able to produce frequencies of chucks in each mood that were recalled during mind-wandering and predict an effect of rumination against performance on attentional task. The simulation result suggests that ruminating participants tends to fall into mindwandering because they retrieve negative moods more often than control participants who retrieve chunks equally. In addition to van Vugt et. al.'s model, Itabashi [19] created a cognitive model based on ACT-R to simulate a reminiscent photo slideshow. The model tries to select an image that matches participant's memory by using image data and physiological data. The former is from images in participant's photo library that were processed by image recognition-the image data are tagged from the viewpoint of who, what, when, where. The latter is from participant directly. Participants wore a heart rate sensor, myBeat, at the beginning of the experiment. The model receives heart rate data and uses it as a noise parameter.

2.3 Advertisement

By applying the framework of the above previous studies, the current study aims to construct a system to predict and distract rumination. The system includes a cognitive model predicting rumination through a simulation of memory chunks associated with moods. In addition, it includes an eye tracker to collect physiological data from user in real time and use it as parameters to predict rumination more accurately. To distract rumination, we focus on the concepts of *mudge* [20] which is an approach of implicit intervention that affects individual's behavior and decision making. As an example of nudge, we can consider the slight change of choice architecture where options are presented to lead individuals or group of people to positive cognitive biases encouraging them

to choose the proper choice. Moreover, the previous study [21] suggests using nudge to prevent behavioral risk leading to major depressive disorder. One of the suggested methods is to influence subjects to employ adaptive coping mechanism over maladaptive one to deal with stressful situation. We also found that advertisement can used as a nudge to influence customer's behavior and decision making. For instance, an advertisement showing message "DRINK MORE WATER." followed by "YOU SWEAT IN THE HEAT: YOU LOSE WATER", is a form of nudge [20] which does encourage people without forcing them to drink water. Therefore, we see great potential to adapt Itabashi's model that recommends an image associated with memory to build the model that shows advertisement based on user memory to draw attention and mildly remind (nudge) user not to keep ruminating.

3. Objectives

In this research, we hypothesized that the cognitive model built with ACT-R could yield an accurate prediction of rumination—not just a simulation—by utilizing physiological data, and the concept of nudge used in form of web advertising banner could draw attention and distract user from ruminating while searching through websites.

4. System

In this study, we propose an intervention approach for depressive rumination by applying van Vugt et al.'s ACT-R model [18] to predict rumination and create a system based on Itabashi's model that distracts user from ruminating. Moreover, we try to improve prediction accuracy of the model by physiological data: heart rate variability (HRV) which is able to signify degree of depression including rumination [22] and eye movement and gaze fixation to indicate level of attention, etc. [23], [24]. The system will be in a form of browser extension that can be installed on any website. It will show an advertising banner of products that is images on websites that the user has visited before (encoded in user's memory). The advertisement is processed by the model to show most relevant image associated with user's memory in terms of recency and frequency. The advertising banner will function as a distractor: drawing user's attention from rumination while searching through websites. The system consists of two sub-systems: data collection and distraction.

user_id	timestamp	web_url	img_url
1056724477	2019/7/3 12:12:09	https://www.amazon.co.jp	https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/ 51%2BYxxM-PALSL1000jpg
1056724477	2019/7/3 12:12:09	https://www.amazon.co.jp	https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61p7Ozqex0LSL1000jpg
1056724477	2019/7/3 12:12:09	https://www.amazon.co.jp	https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/618m86YqQ3LSL1000jpg
1056724477	2019/7/3 12:12:09	https://www.amazon.co.jp	https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/ 61A75HOU2xL_SL1500jpg

Table 1: An example of a table in database that stores user's searching data: user ID, timestamp, website URL, and image URL

5.1 Data Collection Sub-system

In this sub-system, we will create a Google Chrome extension that logs all image URLs on any website that user visits including web URL and timestamp and remotely inserts into database as can be seen from Figure. 1.

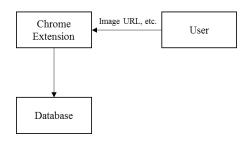


Figure 1: The flow of data collection sub-system

The chrome extension automatically inserts data into database in four columns: user ID, timestamp, website URL, and image URL as shown in Table 1. In the test trail, we obtained around 2,000 to 5,000 rows per hour.

5.2 Distraction Sub-system

Figure 2 displays the flow of distraction sub-system—the ACT-R model (the middle part of the figure) in this system receives data via two ways: physiological data (e.g., eye movement, gaze fixation, HRV) from eye tracker and heart rate monitor (the right side of the figure), and data obtained from user (the top left part of the figure).

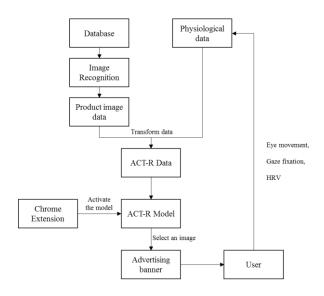


Figure 2: The flow of distraction sub-system

As stated above, we focus on product images that will be used as advertising banner. Therefore, we connect the system with Google Cloud Vision, a machine-learning-based image recognition software. The system retrieves image URLs from database, passes to Google Cloud Vision to categorize images which a certain user has seen and produce results such as type of objects, labels, and color. Figure 3 is the result from requesting Cloud Vision API to detect an image URL of a fan from a shopping site. It shows that, for example, the image is classified as product with 88% detection accuracy and is categorized as mechanical fan with 86% detection accuracy. The ACT-R model processes such data to select and display a product image on the screen, predict rumination, and distract user by changing the image to another. The image will be

chosen from criteria and parameters such as recency and frequency and is expected to be relevant to user's memory. Google Chrome extension initiates the model immediately after a web browser is opened. This way, the system is compatible to install on any computer. The ACT-R model transforms product image data and physiological data transmitted from the user in real time into ACT-R data to use as parameters. The model selects an image from the pool of images shown on the websites that user has visited and displays on the screen as advertising banner. While the user searches through websites, physiological data is constantly transmitted to the model as a cycle.

```
{"responses": [{ "labelAnnotations": [{
    "mid": "/m/01jwgf",
    "description": "Product",
    "score": 0.8828333, "topicality": 0.8828333},
     {"mid": "/m/02x9841",
    "description": "Mechanical fan",
    "score": 0.8628455, "topicality": 0.8628455},
     {"mid": "/m/0h8n8m2",
    "description": "Ventilation fan",
    "score": 0.8209952, "topicality": 0.8209952}],
    "localizedObjectAnnotations": [ {
    "mid": "/m/019dx1", "name": "Home appliance",
    "score": 0.60034335, "boundingPoly": {
    "normalizedVertices": [
     { "x": 0.18847057, "y": 0.13999999 },
     { "x": 0.80023533, "y": 0.13999999 },
     { "x": 0.80023533, "y": 0.7790588 },
     { "x": 0.18847057, "y": 0.7790588 }]}}]}]
```

Figure 3: The result of Google Cloud Vision processing an image URL of a fan in a shopping site

5. Summary

This paper describes the fundament of a system based on cognitive architecture that predicts rumination and provides an intervention (distract) through the concept of "nudge" to user while browsing websites.

In the future, we expect a cognitive model that can detect rumination more accurately and a system that distracts rumination more effectively. We plan to apply the method that predicts mind-wandering which was proposed by Bixler & D'Mello [25]. They used an eye tracker to observe individual's attention (e.g., gazing data, pupil size) when reading a book. With an application of supervised machine learning algorithms, the result achieves a 72% accuracy rate to detect mind-wandering. Therefore, our future model would include supervised machine learning algorithms in a collaboration with ACT-R modeling to predict rumination.

6. Acknowledgement

This research is supported by "JSPS Topic-Setting Program to Advance Cutting-Edge Humanities and Social Sciences Research".

References

- [1] Fitzpatrick, J. J. (2008) "Internet addiction: recognition and interventions", Archives of psychiatric nursing, 22(2), 59-60.
- [2] Xiuqin, H., Huimin, Z., Mengchen, L., Jinan, W., Ying, Z., & Ran, T. (2010) "Mental health, personality, and parental rearing styles of adolescents with Internet addiction disorder". Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 13(4), 401-406.
- [3] Slonje, R., & Smith, P. K. (2008) "Cyberbullying: Another main type of bullying?", Scandinavian journal of psychology, 49(2), 147-154.
- [4] Kowalski, R. M., Limber, S. P., Limber, S., & Agatston, P. W. (2012) "Cyberbullying: Bullying in the digital age", John Wiley & Sons.
- [5] Calvo, R. A. & Peters, D (2014) "Positive Computing: Technology for Wellbeing and Human Potential", The MIT Press.
- [6] Adams, R. A., Huys, Q. J., & Roiser, J. P. (2016) "Computational psychiatry: towards a mathematically informed understanding of mental illness", J Neurol Neurosurg Psychiatry, 87(1), 53-63.
- [7] Kuehner, C., & Weber, I. (1999) "Responses to depression in unipolar depressed patients: An investigation of Nolen-Hoeksema's response styles theory", Psychological medicine, 29(6), 1323-1333.
- [8] Nolen-Hoeksema, S., & Morrow, J. (1991) "A prospective study of depression and posttraumatic stress symptoms after a natural disaster: the 1989 Loma Prieta Earthquake", Journal of personality and social psychology, 61(1), 115.
- [9] Treynor, W., Gonzalez, R., & Nolen-Hoeksema, S. (2003) "Rumination reconsidered: A psychometric analysis", Cognitive therapy and research, 27(3), 247-259.
- [10] Nolen-Hoeksema, S., Morrow, J., & Fredrickson, B. L. (1993) "Response styles and the duration of episodes of depressed mood", Journal of abnormal psychology, 102(1), 20.
- [11] Killingsworth, M. A., & Gilbert, D. T. (2010) "A wandering mind is an unhappy mind", Science, 330(6006), 932-932.
- [12] Wenzlaff, R. M., & Luxton, D. D. (2003) "The role of thought suppression in depressive rumination", Cognitive Therapy and Research, 27(3), 293-308.
- [13] Cramer, A. O. J., van Borkulo, C. D., Giltay, E. J., van der Maas, H. L. J., Kendler, K. S., Scheffer, M., & Borsboom, D.)2016("Major depression as a complex dynamic system", PLoS ONE, 11)12(, e0167490.
- [14] Mogg, K., Bradley, B. P., & Williams, R. (1995) "Attentional bias in anxiety and depression: The role of awareness", British journal of clinical psychology, 34(1), 17-36.

- [15] Bradley, B. P., Mogg, K., & Lee, S. C. (1997) "Attentional biases for negative information in induced and naturally occurring dysphoria", Behaviour research and therapy, 35(10), 911-927.
- [16] Donaldson, C., Lam, D., & Mathews, A. (2007) "Rumination and attention in major depression", Behaviour research and therapy, 45(11), 2664-2678.
- [17] Anderson, J. R. (2009) "How can the human mind occur in the physical universe?", Oxford University Press.
- [18] Van Vugt, M. K., van der Velde, M., & ESM MERGE Investigators. (2018) "How does rumination impact cognition? A first mechanistic model", Topics in Cognitive Science, 10(1), 175-191.
- [19] Itabashi K. (2019) "Evaluation of Photo Slideshow Implementing a Cognitive Model and Physiological Indices", Shizuoka University.
- [20] Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009) "Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness", Penguin.
- [21] Woodend, A., Schölmerich, V., & Denktaş, S. (2015) ""Nudges" to Prevent Behavioral Risk Factors Associated With Major Depressive Disorder", American journal of public health, 105(11), 2318-2321.
- [22] Gorman, J. M., & Sloan, R. P. (2000) "Heart rate variability in depressive and anxiety disorders", American heart journal, 140(4), S77-S83.
- [23] Hyrskykari, A. (2006) "Utilizing eye movements: Overcoming inaccuracy while tracking the focus of attention during reading", Computers in human behavior, 22(4), 657-671.
- [24] Vazquez, C., Blanco, I., Sanchez, A., & McNally, R. J. (2016) "Attentional bias modification in depression through gaze contingencies and regulatory control using a new eye-tracking intervention paradigm: study protocol for a placebo-controlled trial", BMC psychiatry, 16(1), 439.
- [25] Bixler, R., & D'Mello, S. (2014, July) "Toward fully automated person-independent detection of mind wandering", In International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization (pp. 37-48), Springer, Cham.

食事の社会的促進に関する研究: 他人が食事している映像は社会的促進が生じるが、他人 が話をしている映像では生じない

A study on social facilitation of eating: Watching others eating in the video makes food taste better and eat more than watching others calling on the phone in the video

郭セツ根,中田 龍三郎,川合 伸幸 Zhuogen GUO, Ryuzaburo NAKATA, Nobuyuki KAWAl 名古屋大学

Nagoya University

guo@cog.human.nagoya-u.ac.jp, nakata@cog.human.nagoya-u.ac.jp, kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Food tastes better and people eat more of it when eaten with company than alone [1]. As a good example demonstrating an influence of social factors in tasting foods, eating together can change tastes of foods better. Although several explanations have been proposed for this social facilitation of eating, they share the basic assumption that this phenomenon is achieved by the existence of co-eating others.

Recent studies have demonstrated that the social facilitation of eating was been observed when the participants ate food with watching a TV program. However, it is unknown the critical factor to yield the social facilitation effect of eating by the video images. In this study, we presented three types of videos: 1) a person is eating potato chips; 2) a person is talking on the phone, with someone other than the experimenter or the participants; 3) a phone and chips are put on the desk without anyone. The participants tasted popcorn during watching each of these videos. When they watched the video of others eating food, the participants ate much more popcorn, than watched calling video or the video of the food and phone just put on the desk. The subjective evaluations of the popcorn were also better tasting in the eating condition than the two other conditions. These results suggest that, eating behavior of the other people was a crucial factor to induce a social facilitation of eating.

Key words — social facilitation, food intake, eating alone, eating with others, video images

1. Introduction

The social facilitation of eating refers to increases in food intake when people eat together, as compared to when they eat alone [3]. When people eat together in company, they typically communicate with each other and experience social bonding [4], which helps them feel comfortable and relax. These positive changes in mood or atmosphere, in turn, may lead to the social facilitation of eating. The presence of others has a direct effect on the human eating behavior. There are a lot of studies that have shown the food will taste better and people will eat more when eat with others [5]. However, no studies had ever questioned whether the presence of another individual in fact is necessary, that for producing the "social" facilitation of eating. This maybe because that, the presence of other individuals is usually treated as a basic premise for producing the social facilitation of eating. The primarily because this facilitation has been observed when an individual ate together with other individuals [1].

Recently, a new study reported that looking in the mirror can make the popcorn taste more delicious and people will eat more [2]. In that study, all the self-images reflected eating behaviors. It is unclear whether "eating" images are crucial to produce the "social" facilitation effect of eating. The study also demonstrated a similar "social" facilitation of eating. Even when participants ate a piece of popcorn in front of a static picture of themselves eating. This suggested that, static visual information of "someone" "eating" food is necessary condition to produce the "social" facilitation of eating.

A study suggested that watching a TV program also

can have social facilitation on eating. Bellisle et al. [7] measured food intake when participants watched a TV program. Intake was significantly greater under watching TV condition than the control condition (read a text on insects). A pervious study also showed, watched a TV program that draws the participants' attention much more and make them feel relax [9]; by drawing attention away from the food as it is eaten in much the same way as eating in the presence of other distractions. Pleasurable activities which draw attention away from self-monitoring elicited more intake and the facilitation. These positive changes in mood or atmosphere, in turn, lead to the social facilitation of eating [10].

The previous studies reported that eating whilst listening to the radio or watching TV increases amount consumed [6]. The TV shown were pre-recorded video tapes including no relevance to food or eating. The listening is just a detective story, without video images presented for participants. In both these two conditions, the facilitation effect was observed. These results suggest that just listening to someone talking enhance eating. The previous study also suggested that just sitting around the participant could effect on how much they eat [8]. So, we make the prediction that the mere existence of others in the video, that can increase the participants' subjective feeling of tasting food, and also eat more.

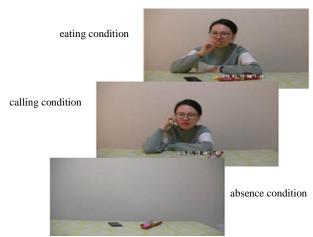
In our daily life, for most people, watching TV or some videos while eating is a relatively common state. In this study, we used videos of the other person to assess whether "eating" video images are crucial to produce the social facilitation effect of eating. In order to illustrate the comparison between eating food and doing other things effect, besides eating condition, we set up other calling condition conditions, a person is talking on the phone, with someone who is other than the experimenter or the participants (calling condition), in addition to a control condition, a phone and chips are put on the desk without anyone (absence condition). In this study, anyone was not present beside the participants, but a person with the same gender with the participants appeared in the video. The person in the video do something (eating or calling) may affect the participant food intake. The participants watched one of the three types of videos: eating condition; calling condition and absence condition. We

hypothesized that "the food will taste better and eat more when participants see the eating video than doing other things' video."

2. Experiment

Stimuli

To test the predictions, we set up an experiment in which individuals ate alone when watching the video. Adding information about the presence of others, we prerecorded different conditions of videos and playing it for the participants during each condition of the experiment. In the eating condition, a person is eating potato chips. In calling condition, the same person is making a call, instead of eating. The person called an individual who is other than experimenters and participants. Just like we see the stranger making a call. As a control condition, any person did not appear but the chips and the telephone are put on the desk (absence condition). In order to minimize the impact of other factors, we recorded video for female and male. In the experiment period, the female will watch the video, which is also the female in it. The male will watch the video, which is also the male in it. A female screenshot images as shown like the Figure 1. In keeping with the absence condition, all the three conditions of video in this experiment are silent.



 $Fig. 1\ Screenshot\ images\ of\ the\ three\ conditions\ in\ video.$

2.1 Material and methods

2.1.1 Participants

Thirteen female students and fourteen male students who studied in Nagoya University participated in this study from April through June 2019. Their age ranged from 19 to 26 years, with a mean age of 20.75 years old (SD=1.92). We also confirmed that all participants were naive to the purpose of the experiment and had them complete a demographic questionnaire assessing their suitability for the study—namely, that they had good health, no food allergies, no history of eating disorders, and no special dietary restrictions.

2.1.2 Procedure

We introduced three different conditions into the tasting period in a randomized order. The video images lasted 90 seconds in each condition.

Each experiment comprised three consecutive phases: Pre-tasting survey, tasting, and post-tasting survey.

2.1.2.1Pre-tasting and post-tasting. The pre-tasting and post-tasting surveys were presented before and after the tasting period respectively. In these two periods, we assessed the mood states survey. The Japanese version of UWIST (University of Wales Institute of Science and Technology) Mood Adjective Checklist (UMACL) [11], [12] was used to assess participants' mood states, as was the previous study [2]. It comprises 20 items that participants must rate in terms of their applicability to participants' present mood on a 4-point scale (from 1="definitely not" to 4 = "definitely"). In this checklist, two independent factors were provided. The scores of the specific 10 items (e.g., active) composed energetic arousal (EA) and those of the other 10 items (e.g., nervous) composed tense arousal (TA). Each score ranged from 10 to 40. The combination of these two factors structured mood dimension. For example, higher energetic arousal and lower tense arousal indicated the increase of pleasant mood (positive mood) [11]. In the pre-tasting phase, participants were told that they would be evaluating the taste of different types of popcorn, and that they could eat as much of the popcorn as they liked. At first, participants would complete the mood states survey. After watching all the three condition videos, one more a mood questionnaire was also conducted for the post-tasting which was done to analyze changes in mood before and after the experiment.

2.1.2.2 Tasting. To examine the influence of the three conditions, a 24-in. vertical LED monitor (38 cm \times 57 cm) was placed on a desk before the participants sat. The different conditions were taken in advance and displayed on the monitor (absence condition, eating condition, and calling condition). The water and the popcorn were also provided on the desk in advance (prepared just before the tasting).

After participants completed the mood questionnaire, the tasting period began. With an alarm call signaling, the video began to play, participants also began to taste the popcorn while alone watching the video. After another alarm call signaling the end of the tasting period, then they completed a short questionnaire indicating their subjective evaluations of the popcorn. The participants then begin with a new condition with the new popcorn, which delivered by the experimenter each time. Finished watching each video and each taste, participants were required to respond the same questionnaire about popcorn for each time with a new one.

For the subjective evaluations of the popcorn, the short questionnaire contained a number of questions on a 6-point scale (from "not at all" to "extremely") that reflected participants' subjective evaluations of the food: Like "How good is this food?" "How do you feel about the quality of the food?" So on. We also calculated the consumption ratio of the food subtracting the ratio of the quantity of the remaining food from its initial quantity ratio. The procedure is shown in the Figure 2.

Experimental procedure

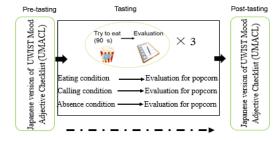
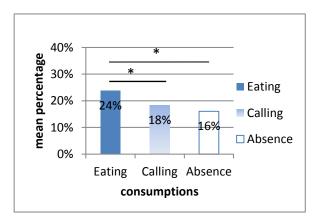


Fig.2 The procedure of the experiments

At first pre-tasting, participants fill out a mood survey. For tasting, the participants begin watching one of the three conditions video in random order with alone tasting popcorn, after watching, filling the survey about popcorn. The same step is used to complete the second and third video watching and popcorn tasting, with new popcorn for each time. At last post-tasting, participants fill out another mood survey, then the experiment complete.

3. Results

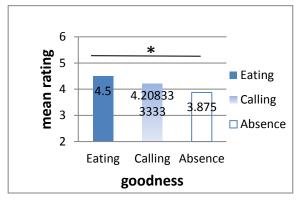


	Eating	Calling	Absence	F = 14.64
Mean	24%	18%	16%	P < .01
percentage				

Fig.3 The vertical axis shows the average consumption of the popcorn, the horizontal axis shows three different conditions (eating condition; calling condition; absence condition). *<0.05.

The vertical axis represents the mean percentage of the consumption in each condition (eating condition; calling condition; absence condition) in Figure 3. The mean consumption percentage of the popcorn in each condition was analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA). The results indicated that there was a significant main effect of consumption (F (1, 23) = 14.64, P < 0.01). Post hoc analysis revealed that the mean percentage of popcorn consumption in eating condition was greater than those in the two other conditions. The consumption of popcorn in eating condition was significantly higher than calling condition and absence condition. Under calling condition, there was no significant difference from absence condition. That is, under calling condition, it did not have the social

facilitation effect.



	Eating	Calling	Absence	F = 4.50
Mean rating	4.5	4.2	3.9	P < .05

Fig.4 The vertical axis shows the mean rating of popcorn, the horizontal axis shows three different conditions (eating condition; calling condition; absence condition). *<0.05.

Participants' ratings of the popcorn were shown in the Figure 4. Participants' ratings of the popcorn in each condition were also analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA). The results indicated that there was a significant main effect of goodness (F (1, 23) = 4.50, P < 0.05). Post hoc analysis revealed that the mean rating of subjective evaluations of the popcorn in eating condition was greater than those in absence condition. Under calling condition, there was no significant difference from absence condition. That is, under calling condition, it did not have the social facilitation effect.

Participants rated their mood state before and after tasting in terms of the two independent scores (EA and TA). Our interest here was to assess whether there were any changes in their mood state when tasting popcorn before and after watching the three different condition videos. There were no significant differences between the ratings of EA in pre-tasting and post-tasting period (pre-tasting: M = 23.96, SD = 6.45, post-tasting: M = 22.58, SD = 5.66). There were also no significant differences between the ratings of TA in pre-tasting and post-tasting period (pre-tasting: M = 33.63, SD = 4.79, post-tasting: M = 35.54, SD = 3.39).

4. Discussion

Our main findings in this experiment were that the

popcorn tasted better and was consumed more, when the participants tasted popcorn alone watched a person eating video, than watched an absence condition video. The result was consistent with previous studies that social facilitation of eating might also occur without the actual existence of others [2]. In our experiments results, there were also have the social facilitation of eating occurred in eating condition.

We analyzed the experiment results, of calling condition and absence condition, on the consumptions and the goodness of the popcorn. There was no difference between the two conditions. These results suggested that, in calling condition, even the other person was presented in the video image, there was no significant difference. That means in calling condition did not have the effect of social facilitation on eating. Present results appeared that mere the person is not enough to have an effect for facilitation of eating.

But a previous study, compared the listening condition and the watching TV condition [6]. They both have the effect of social facilitation. In the experiment, the TV program and the listening tape were all have the auditory stimulus. In our experiments, when watched the three videos, participants could not hear anything. This is the difference from the previous study. In other words, auditory information is also sufficient to produce the social facilitation of eating. The lack of auditory information in calling condition may cause the failure to observe the facilitation effect. As the previous study suggested, not only watching TV, but also listening a tape without images, as long as the sound can be heard, the facilitation effect was occurred. Maybe the auditory is also another crucial factor for the facilitation. For the next step, we will use the video with the auditory to make a further research, if the auditory is necessary for the effect of facilitation. As for our present results, the videos had no auditory stimulus, just using other people's eating video images can produce the facilitation on food intake. We can suggest that eating maybe a necessary factor for social facilitation effect.

Present results appear to be similar to those found in studies on the social facilitation of eating which participants actually taste food with real others, which is often attributed to the highlighted mood with others [1],[3]. However, the scores of EA and TA did not deviate from the center of each score range (from 10 to 40 scores); there was no significant increase in mood between before and after the tasting in the present study, when participants were eating in front of a monitor with watching the video. Which suggests that the facilitation effect observed herein could not be attributed to the influence of mood.

The present findings provided us the opportunity to understand an important aspect of the social facilitation of eating. In the future experiments, how does the brain react when people eat under different conditions it will also be considered to design the experiments to measure the correlation of EEG. Measure the change of the ERP. See if in that condition will have the effect on social facilitation of eating.

5. References

- [1] C.P. Herman, (2015). The social facilitation of eating. A review, Appetite 86 61–73.
- [2] Nakata, &Kawai, (2017). The "social "facilitation of eating without the presence of others: Self-reflection on eating makes food taste better and people eat more. Physiology & Behavior 179 (2017) 23 29.
- [3] J.M. de Castro, E.S. de Castro, (1989). Spontaneous meal patterns of humans: influence of the presence of other people, Am. J. Clin. Nutr. 50 237–247.
- [4] K.A. Patel, D.G. Schlundt, (2001). Impact of moods and social context on eating behavior, Appetite 36. 111–118.
- [5] Boothby, E. J., Clark, M. S., & Bargh, J. A. (2014). Shared experiences are amplified. Psychological Science, doi: 10.1177/0956797614551162. In press.
- [6] Bellisle F, Dalix AM, Slama G. (2004). Nonfood-related environmental stimuli induce increased meal intake in healthy women: comparison of television viewing versus listening to a recorded story in laboratory settings. Appetite; 43(2):175–80.
- [7] Bellisle F, Dalix AM. (2001). Cognitive restraint can be offset by distraction, leading to increased meal intake in women. Am J Clin Nutr; 74:197–200.
- [8] D. A. Roth, C. P. Herman, J. Polivy, and P. Pliner (2001). Self-presentational conflict in social eating situations: a normative perspective. Appetite 36, 165±171
- [9] M.M. Hetherington, A.S. Anderson, G.N.M. Norton, L. Newson, (2006) Situational effects on meal intake: a comparison of eating alone and eating with others, Physiology & Behavior 88 498 – 505.
- [10] V.I. Clendenen, C.P. Herman, J. Polivy, (1994) Social facilitation of eating among friends and strangers, Appetite 23 1–13.1030 (PMID: 7826053).
- [11] G. Matthews, D.M. Jones, A.G. Chamberlain, (1990).Reining the measurement of mood: The UWIST mood

- adjectivechecklist, Br.J.Psychol.8117-42.
- [12] S. Shirasawa, T. Ishida, Y. Hakoda, M. Haraguchi, (1999). The effects of energetic arousalon memory search, Jpn. J. Psychon. Sci. 17 93–99 (in Japanese).
- [13] Colin D. Chapman, * Victor C. Nilsson, Hanna Å. Thune, Jonathan Cedernaes, Madeleine Le Grevès, Pleunie S. Hogenkamp, Christian Benedict, and Helgi B. Schiöth. (2014) Watching TV and Food Intake: The Role of Content. Doi: 10.1371/journal.pone.0100602
- [14] B. Wansink, S.B. Park, (2001). At the movies. How external cues and perceived taste impact consumption volume, Food Qual. Prefer. 12, 69–74.

ワークショップのプロセスの可視化・比較手法の提案 -主体の振る舞 いに着目して-

Proposal of Method of Visualizing and Comparing Workshops' Processes - Focusing on Actors' Behavior

久富 望[†], 坂口 智洋[†], 北 雄介[‡] Nozomu Kutomi, Tomohiro Sakaguchi, Yusuke Kita [†]京都大学, [‡]長岡造形大学

Kyoto University, Nagaoka Institute of Design kutomi.nozomu.83e@kyoto-u.jp

概要

本研究では、ワークショップのもつ【個別性】【多主体性】【時間性】【多目的性】を考慮しながら、ワークショップのプロセスを定量的な手続きで可視化する手法を提案する。その事例として、「京都大学サマーデザインスクール 2017」で行われた 22 のワークショップについて可視化・比較を行う。本研究の手法は、ワークショップの実践知の共有や、様々な教育活動における形成的評価のための道具となる可能性を持っている。

キーワード:ワークショップ,プロセスの可視化,質問紙,パターン分析,教育評価

1. はじめに

1.1 本研究の背景

多数の主体による学びと創造の方法の1つであるワークショップ(workshop.以下,「WS」と略記)は、学校教育や商品開発など,近年多くの場において実践されている。教育学,経営学,デザイン科学,そして認知科学などの多くの分野で,どのようにすればよいWSを行なうことができるか,という実践知[1]について探究がなされている。しかし、その探究は容易ではない。そもそもWSはそれぞれが複雑なプロセスを持っており、全体像を把握することさえ難しい。

その困難さの要因は、WSがもつ以下のような性質によると筆者らは考えている.

- 1. 【個別性】WS は個別的で多様である. WS の目的, テーマ, 状況, 用いられる手法, などに左右されない一般的な傾向を見出すことが難しい.
- 2. 【多主体性】WS は多主体による活動である. 複数の立場が存在し、認識や行動は個人によっても多様である.
- 3. 【時間性】WS における活動内容や個人の役割は

時間的に変化する. WS 自体を分析単位とするのではなく, WS のプロセスに踏み込む必要がある.

4. 【多目的性】WS は複数のあるいは複合的な目的をもつ. 近年のWS では「学び」と「創造」を目的に含むものが多く,最終的な成果物のみをもってWS の成否を論じることはできない.

これまで 3. 【時間性】は、デザインプロセス研究において重点的に扱われてきた.たとえばビデオ撮影などを用いて、発話やトピックを単位としてプロセスを分析する研究がある [2, 3].これらの手法は WS を深く分析し、個々の主体の発話やそのつながりを分析することで 2. 【多主体性】の課題にも迫っている.一方で記録・可視化の手間が大きいため、多数の WS を扱い、1. 【個別性】の課題を乗り越えた汎用的な知見を得ることは難しい.

これに対して筆者らは、多数の WS のプロセスを 工程表のような形式で簡易的に可視化することを試み た[4]. また、3.【時間性】を考慮した質問紙を用いて WS 単位でのプロセスを可視化したうえで、成果物に 対する他者評価と、学びに対する参加者の自己評価な どの複数の観点を用い、WS の成否との関係を論じ、 1.【個別性】も含めた考察を行った[6]. しかしこの研 究では、ワークを行った参加者のプロセスについては わかっておらず、2.【多主体性】の課題に深く立ち入 ることはできなかった.

1.2 本研究の目的と方法

本研究は、【個別性】 【多主体性】 【時間性】 【多目的性】といった課題に取り組み、多数の WS の全体像を 把握する研究手法の提案を目的としている.

特に、WS における各人の振る舞いに着目し、多数の主体(本稿では 182 人)の行動や認識のプロセスを網羅的かつ定量的に収集し、多数の WS (本稿では 22

の WS) に対して可視化・比較を行なうところに,本 研究の最大の特徴がある. それらと満足度との関係を議論することで, WS をどのように行なえばよいか,という実践知を得る新たな手段を示すこともできる.

具体的な方法としては、2017年9月に3日間開催された「京都大学サマーデザインスクール2017」(以下、「SDS2017」と記す)におけるWS群を対象として、主に主体の振る舞いに着目した質問紙を用い、各WSのプロセスの分析手法の構築を行ない、可視化・比較を行なう。この際、1.1節の1.【個別性】、2.【多主体性】、3.【時間性】、4.【多目的性】に対応する形で、次のような方針によってデータを取得する.

- 1. 個別的な多数の WS に対応できる質問項目を用いて,統計的に比較可能なデータを少ない負荷で取得する.
- 2. 複数の主体性からなる, 行動や認識に関するデータを取得する.
- 3. 行動や認識の変化を時系列で追えるようなデータを取得する.
- 4. 一般の WS に想定される複数の目的に対する評価データを取得する.

ここで、本研究における「主体」について述べておく、一般に、WSには多数の主体が参画する。たとえば山内らは、企画・運営・評価の中心となる「コアメンバー」、WSを依頼する「クライアント」、コアメンバーに対して助言を行なう「スーパーバイザー」、評価に関するデータ収集・分析を担う「研究者」、企画された WS への「ワークショップ参加者」などを挙げる[5]. ここに WS の進行を担当する「ファシリテーター」を加えてもよいであろう。

SDS2017においては、SDS2017自体の運営メンバーや研究者たる筆者らを除くと、各 WS の企画や準備・進行などをすべて行なう「実施者」と呼ばれる人々と、WS 当日に実際の議論や作業を行なう「参加者」とに二分されていた。本研究では、前者を「実施者」よりも一般的な「オーガナイザー」、後者を「参加者」と呼び、両者で異なる質問紙を用いる。

ただし、参加者とオーガナイザーが、それぞれ一概に同じ行動を取るわけではないし、またその行動は時間によって変化する. WS 参画主体の役割分担やそのダイナミックな変化も把握することができるのが、本研究の手法の長所の一つである.

1.3 本研究の制約

本研究のように質問紙を用いることは、実践知を調 べるための代表的な手法の1つであり、小さな時間的 コストで多くのデータを取得し計量的に検討できる 利点をもつものの、言葉を用いて自己評価を行うこと による限界が存在する [1]. 加えて, 本研究の分析例 は、SDS2017という1つのイベントの元で行なわれた テーマやプロセスが異なる 22 の WS しか対象にして おらず、1.【個別性】の課題を克服するものではない. また、各WSの目指した個別の目的には踏み込んでお らず、4.【多目的性】への対応は不十分である. さら に,人間の行動や認識へ定量的に迫る研究では,研究 者の設計した実験の環境下でデータを取得するのが常 であるが, 本研究では, 筆者らがコントロールできな い SDS2017 というイベントの中でデータを得ている. イベントの進行を妨げないことも考慮した方法で集め られたため, データは各主体の行動や認識を高精度で 表現しているとは言い切れない.

本研究の目的には、WSの一般論を引き出すことや、対象のWS群を正確に分析し、実証的な知見を得ることは含まれていない。本研究は、WSの全体像をより容易に把握することを目的として、WSプロセスの分析の方法論を提示するものである。本研究の制約については4章で再考し、今後の課題としたい。

2. WS プロセスデータの取得

2.1 SDS2017 について

本研究の分析対象である SDS2017 では、「展示物のないミュージアムのデザイン」「不便の効用を活用させる無人島」「法則を学ぶ:黄金比は優れたおもちゃのデザインを与えるか?」などをテーマにした23 の WS が、同時並行で3日間実施された (http://www.design.kyoto-u.ac.jp/sds2017/).

3日間のうち、初日と2日目、3日目の午前はWSごとにワークを行う。その進め方はオーガナイザーに一任されている。3日目の午後は、全WS合同によるポスター形式のプレゼンテーションの後、参加者とオーガナイザーによる優れたWSへの投票、そしてWSごとに振り返りを行う。

SDS2017 における WS の参加者は合計で 124 人 (うち, 大学生 93 人, 企業関係者 22 人, WS 平均 5.4 人), オーガナイザーは 82 人 (うち, 企業関係者 42 人, 大学教職員 25 人, WS 平均 3.6 人) であった.

2.2 質問項目の設計目的

SDS2017のイベント進行上の制約などを考慮し、質問紙調査は3日目の振り返りの時間において、オーガナイザーと参加者の全員に対して行なうこととした. 質問紙の項目は、以下のようなことがらを知ることを目的に設計した.

- 1. 【WSの内容】各時間帯に、各個人がWS全体として行ったと認識している内容. 他の2点を解釈する際のベースとなる.
- 2. 【自身の振る舞い】各時間帯において,各個人が ワークで果たしたと認識している役割. WS 内の 役割や態度の傾向を分析できる.
- 3. 【自身の満足度】各時間帯における各個人の満足度. それぞれが各 WS についてどのように感じていたのかを通じて、WS への評価に関して分析できる.

2.3 質問紙の詳細

ワークを行った 2 日半を 7 つに分割し(1 日目午前・午後 1・午後 2、2 日目午前・午後 1・午後 2、3 日目午前),すべての質問項目に対して,各時間帯にどのようなことを行ったか/思ったかを $\bigcirc\bigcirc\triangle\times$ の 4 件法で尋ねた.

前節で述べた【WSの内容】【自身の振る舞い】【自身の満足度】それぞれに対応する質問項目をそれぞれ表 1, 2, 3 に,実際に用いた質問用紙を図 1 に示す。これらの質問項目は,過去の SDS に対する筆者らの研究 [4,6,7] を通じて得られた知見を元に作成した.

オーガナイザーと参加者の間において、【WS の内容】における全ての質問項目と、【自身の満足度】における一部の質問項目は共通している。その一方、【自身の振る舞い】における質問項目は、一見すると共通の項目が多いものの、オーガナイザーと参加者の間では同じ内容を表さない。例えば、「リードする、まとめる」は参加者・オーガナイザー双方に含まれるが、ワークしている参加者がリードする事と、ワークを提供しようとしているオーガナイザーがリードする事は内容が異なる。

2.4 得られたデータと WS 単位の定量化

質問紙への回答は参加者 112 人(回答率 90%), オーガナイザー 70 人(回答率 85%) から得られた.

表 1 【WS の内容】の質問項目

参加/実施したテーマにおいて		オ
以下の項目が行われたか		ー ガ
(7 つの各時間帯について)		ナ
◎:かなり行なった ○:行なった	参 加	イザ
$\Delta:$ 少し行なった $\times:$ 行なっていない	者	ĺ
題材についてのレクチャー	*	*
デザインの理論や方法などのレクチャー	*	*
フィールドワーク, 観察, ヒアリングなど	*	*
課題の整理,分析	*	*
アイディア出し	*	*
グループや個人に分かれて分業	*	*
アイディアや進捗のチーム内共有、発表	*	*
アイディアのまとめ,洗練	*	*
プロトタイピング, スケッチなど	*	*
プレゼンテーション作成	*	*

表 2 【自身の振る舞い】の質問項目(参加者とオーガナイザーでは質問項目が同じでも意味が異なる)

参加/実施したテーマにおいて自らは以下の項目 を行ったか (7つの各時間帯について)

◎:主に行なった ○:行なった

△:少し行なった ×:行なっていない

参加者

- ・リードする、まとめる
- ・(意見・アイディア・ものを) 生み出す
- ・(意見・アイディア・ものを) 批評する, 発展 させる
 - ・(ワークや議論を) 聞く, 観察する
 - ・(チームやメンバーを) サポートする
 - ・目標の明確な作業をする(作る・調べるなど)
 - ・盛り上げる

オーガナイザー

- ・リードする。まとめる
- ・(意見・アイディア・ものを) 生み出す
- ・(意見・アイディア・ものを) 批評する, 発展 させる
 - ・(ワークや議論を) 聞く, 観察する
 - ・(ワークや議論を) コントロールする
 - ・(チームやメンバーを) サポートする
 - ・(知識・知見・課題を) 与える, 教える
 - ・盛り上げる

表 3 【自身の満足度】の質問項目

自らが以下の項目を感じたか(7つの各		オー
時間帯と、3日間全体について)		ガ
◎:とてもそう感じた ○:そう感じた	糸	ナイ
△:少しそう感じた	参加	イザ
×:そう感じなかった	者	1
自分の力を発揮できた	*	
参加者が力を発揮した		*
学びがあった	*	
参加者に教育できた		*
チームワークがよかった	*	*
ワークの進行がよかった	*	*
チームとして重要なアイディアや気づき	*	*
が得られた		

回答が誰からも得られなかった WS1 つを除き, 22 の WS を本研究での分析対象とした.

回答された各質問紙には、7時間帯全てにおける、質問項目数に対する記号 \bigcirc \bigcirc \triangle × が記入されている。これらの記号に対して「 \bigcirc = 1] \bigcirc = 2]3] \triangle = 1]3] \bigcirc × = 0] としてデータを定量化し、全時間帯の全質問項目について、各 WS の参加者・オーガナイザーそれぞれについて平均値を計算した。

3. WS の特徴分析

3.1 WS プロセスの経時変化の可視化

本節では、SDS2017 における参加者・オーガナイザーがどのように WS の取り組みを認識し、振る舞い、満足したかを可視化することで、WS 群全体の特徴について考察する.

3.1.1 【WS の内容】について

WS における取り組み内容の認識を、オーガナイザーと参加者の間で比較するため、【WS の内容】の質問項目について、全 WS の平均値を可視化したものが、図 2 の左 2 つである.

左図は参加者,中央図はオーガナイザーの結果を表す.横の各行は【WSの内容】の各質問項目に対応し,縦の各列は各時間帯に対応する.また,赤色(1)が強いほど多くの人が◎や○を付けたことを,青色(0)が強いほど△や×を付けたことを表す.2つの図を比較すると,参加者とオーガナイザーとの間で近い傾向を示しており,大まかに各図の左上から右下へと赤色

3日間の振り返り(参加者)

①②③の各質問に対して、3日間のそれぞれの時間帯について、「◎」「○」「△」「×」のうちもっとも当てはまるものを遊び、空機を全て埋めてください。

			1日日			2日目		3日目	
質問	項目	開始~昼食	昼食~コーヒー	ブレイクト終了	開始~墨食	昼食~コーヒー	ブレイク~終了	開始~昼食	
① <u>あなたのテーマで</u> .	題材についてのレクチャー								l
右の各項目のことを行 ないましたか?	デザインの理論や方法などのレクチャー								
の:かなり行なった	フィールドワーク、観察、 ヒアリングなど								
〇:行なった	課題の整理、分析								l
△:少し行なった	アイディア出し								l
×:行なっていない	グループや個人に 分かれて分乗								
	アイディアや進捗の チーム内共有、発表								ı
	アイディアのまとめ、洗練								l
	プロトタイピング、スケッチなど								
	プレゼンテーション作成								ı
② そのとき あなた自身	リードする、まとめる								ı
は、右の各項目のことを行ないましたか?	(意見・アイディア・ものを) 生み出す								
©:主に行なった	(意見・アイディア・ものを) 批評する、発展させる								
〇:行なった	聞く、観察する								のはなど問題をはついてもでありくかない
Δ: 少し行なった ×: 行なっていない	(チームやメンバーを) サポートする								
x:Udoccide,	目標の明確な作業をする (作る・調べるなど)								
	盛り上げる								
③ そのときあなた自身 は、右の各項目のよう	自分の力を発揮できた								
は、石の各項目のよう に感じましたか?	学びがあった								L
〇:とてもそう感じた	チームワークがよかった								
○: そう感じた △: 少しそう感じた	ワークの進行がよかった								
A:少してつめした ×:そう感じなかった	チームとして重要なアイディア や気づきが得られた								

図1 参加者に実施した質問紙

が移っていくことから、WS が進むにつれて (1) レクチャー (2) 分析・アイディア出し・分業 (3) アイディアの洗練・プロトタイピング (4) プレゼンテーション作成へと取り組み内容が遷移している傾向がわかる.

図2の右図は、参加者からオーガナイザーを引いた差を図示したものである。全体的に差分は小さいものの、基本的には値が正(赤色)、すなわち、オーガナイザー以上に参加者が取り組んだと答えた傾向がある。特に、課題の整理とアイディア出しに関しては、全時間帯にわたって、参加者の方が取り組んでいる認識が強かったと分かる。また、題材レクチャーを行ったする回答は、1日目の午前中は参加者とオーガナイザーが同程度であるのに対し、午後では差が見られる。参加者とオーガナイザーで「レクチャー」の捉え方に差がある可能性が考えられる。

3.1.2 【自身の振る舞い】について

参加者・オーガナイザーの振る舞いの傾向の経時変 化を考察するため、【自身の振る舞い】の質問項目につ

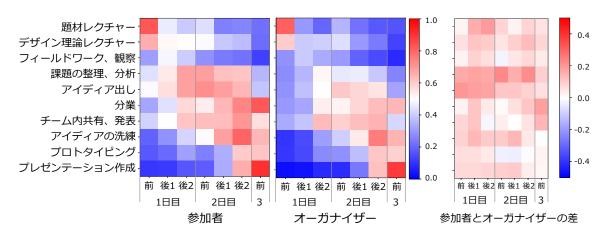


図 2 【WS の内容】の全 WS 平均値の経時変化(左:参加者,中央:オーガナイザー)とその差分(右)

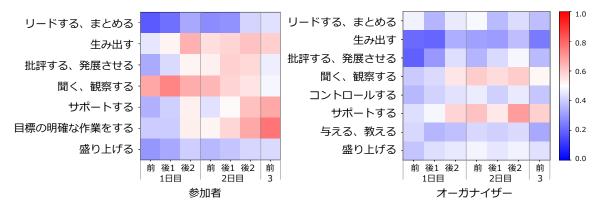


図 3 【自身の振る舞い】の全 WS 平均値の経時変化(左:参加者,右:オーガナイザー)

いて,全 WS の平均値を可視化した(図3).

左図から、参加者は WS の前半ではワークや議論を聞いたり観察し、中盤からアイディアやものを生み出したり、ワークや議論を批評・発展し、後半ではメンバーをサポートしたり目標の明確な作業をしていたことが分かる。また、時間が経つに従って、リードし、盛り上げ、批評する振る舞いの増える傾向があり、参加者の間での関係性が変化していることが示唆される。

右図から、WSの前半においては、オーガナイザーの振る舞いは WS によって様々であるが、中盤から徐々に、参加者の話を聞き、ワークを観察し、サポートすることが共通して行われたことがわかる。また、ワークの内容を批評、発展させる振る舞いは1日の中で徐々に増加したことが示唆される。

3.1.3 【自身の満足度】について

参加者・オーガナイザーは,各時間帯において何に どのくらい満足したのであろうか.図4は【自身の満 足度】の質問項目について、全 WS の平均値の経時変化を示したものである.

参加者は、WS 前半は特に学びがあったことを評価し、後半になるとチームワークの良さやアイディアが得られたことを評価していたことが分かる。また、WS の進行とともに自分の力を徐々に発揮できるようになったことが示されている。取り組み内容の経時変化(図 2)と照らし合わせると、前者はオーガナイザーによるレクチャーやフィールドワーク、後者はWS 内での分業作業での協調性を評価していたと考えられる。

オーガナイザーは、後半になるにつれて、参加者が 力を発揮したことやチームワークの良さを評価してい る.ワークの進行やアイディアへの評価も後半になる につれて徐々に上がっているのに対し、参加者への教 育という観点からは全体を通して相対的に満足度が低 い.図2を参照すると、1日目午前に主に行われたレ クチャー以外の取り組みでは、参加者の教育にうまく いっていない、または教育を意図していない可能性が 示唆される.

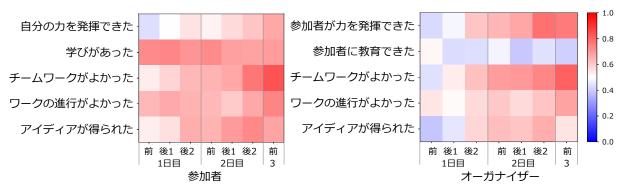


図 4 【自身の満足度】の全 WS 平均値の経時変化(左:参加者,右:オーガナイザー)

3.2 パターン分析による WS の特徴把握

前節は全WSの平均値に基づいて考察を行った.本節では、より本質的な特徴を考察するため、各WSの平均値から少数の潜在的なパターンの抽出・分析を行う.

3.2.1 非負値行列因子分解を用いたパターン分析法

質問紙データを定量化すると、横の各行が質問項目、縦の各列が時間区分の表を得るが、これは、正の実数からなる行列と見なすことができる。本節では、この特徴を利用し、非負値行列因子分解 (Non-negative Matrix Factorization; NMF)[8] を用いたパターン抽出を行う。NMF は、行列を加法的なパターンに分解することを目的とした多変量解析手法であり、パターンの数は事前パラメータとして解析前に指定する。

具体的には,2.4節で得られた各 WS における質問紙データの平均値による行列を作成し,これらの行列を各行が各質問項目になるよう結合したうえで,NMF を適用する [6]. 本研究では (行: 質問項目) × (列: 154 時間帯 (= 22WS × 7 時間帯)) の 行 列 を (行: 質問項目) × (列: 質問項目の数) の行列 を (行: 質問項目の (列: 質問項目の数) × (列: 154 時間帯)の行列 W の 2 つの積に分解する。行列 P は質問項目を情報集約してパターン化したものである。行列 W は各 WS の各時間帯における全パターンの傾向を持っていたことを示す。

3.2.2 【WS の内容】のパターン分析

WS での取り組み内容は、参加者とオーガナイザーで認識の間で傾向が似ていた(3.1.1 節)ため、本研

究では、各WSにおけるオーガナイザーと参加者の 【WSの内容】の平均値を用い、パターン分析を行う.

パターン数 5 として分析したのが図 5 である。左図は,各行が質問項目,各列がパターンである行列 P を可視化したものであり,【WS の内容】の 10 個の質問項目から 5 つのパターンが抽出されている。これらのパターンは関連性の強い項目を集約したものであり,図の青色の濃さから

- パターン1はレクチャー
- パターン2はフィールドワーク
- パターン3は課題分析やアイディア出し
- ・ パターン4は分業での作業
- パターン5はアイディアの洗練やプレゼンテーション作成

を中心とした取り組み内容であることが読み取れる. このパターンを用いて、個々の WS に焦点を当てて

分析を行う. 以後では3つの WS を選んで連番を振り、「#」を付して示す.

図5の右図は、WSにおけるパターンの経時変化を概観するため、行列 W から3つの WS(#1, #2, #3)に対応する部分を抽出し、各行は時間帯、各列はパターンとなるよう可視化したものである。いずれの WSにおいても、大まかにパターン1から始まり5で終わる傾向をもち、前提知識の教示から調査に始まり、アイディアの生成と洗練へと向かうという基本的なプロセスが浮かび上がる。一方で、WS#1は1日目の午後でパターン2(フィールドワーク)を行い、WS#2は2日目までパターン3や4を行い、パターン5(プレゼンテーション作成)は3日目に入ってから行っており、また WS#3はパターン2をほとんど行わなかった代わりに2日目の午前中までパターン1(レクチャー)を行うなど、各 WS の取り組み内容の特徴も表れている.

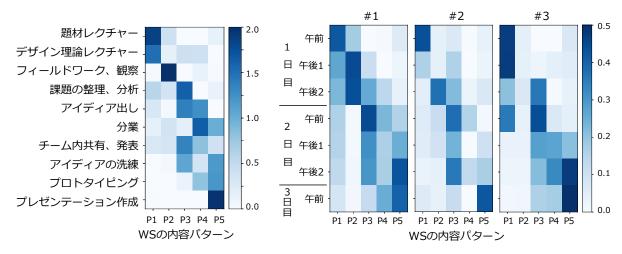


図 5 【WS の内容】に着目した(左)各パターンと質問項目の関係、(右)ある 3 つの WS における各パターン の経時変化(P1 から P5 はそれぞれパターン 1 からパターン 5 を表す)

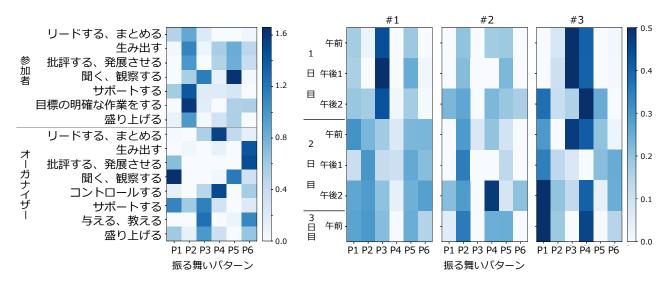


図 6 【自身の振る舞い】に着目した(左)各パターンと質問項目の関係,(右)ある 3 つの WS における各パターンの経時変化(P1 から P6 はそれぞれパターン 1 からパターン 6 を表す)

3.2.3 参加者・オーガナイザーの【自身の振る舞い】 のパターン分析

前節のようなパターン分析は、振る舞いに対しても同様に適用できる.【自身の振る舞い】に関する、参加者への7つの質問項目とオーガナイザーへの8つの質問項目の合計15項目に対し、パターン数6でパターン分析を行った結果を図6に示す.

左図は振る舞いパターンを、右図は前節と同じ3つの WS での振る舞いパターンの経時変化を示している。それぞれ

- パターン1は参加者が全体をリードしオーガナイ ザーがサポートする
- パターン2は参加者がアイディア出しや作業を行

いオーガナイザーがサポートする

- パターン3はオーガナイザーが参加者に情報等を 提供する
- パターン4はオーガナイザーがリードして参加者 がアイディア出しなどを行う
- パターン5は参加者・オーガナイザー双方が参加 者からのアイディアや批評を聞いたり観察を行う
- パターン6は主にオーガナイザーが中心にアイディア出しや批評などを行う

ような傾向の振る舞いであると解釈できる.

図 6 の右図から、各 WS に焦点を当てた分析ができる。 WS#1 では、1日目はパターン 3 (オーガナイザーによる情報提供)を行い、徐々にパターン 1 や 2 が行われるようになっている。 WS#2 では、3 日間に

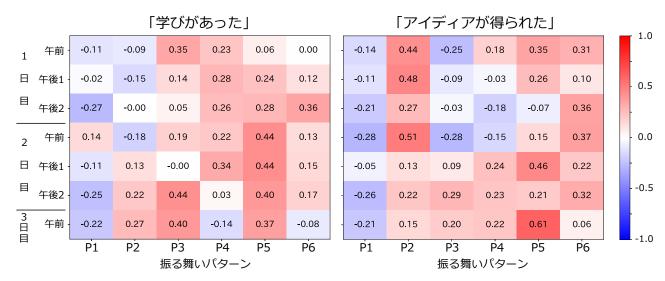


図 7 全 WS の各時間帯における振る舞いパターンと【自身の満足度】(うち,参加者の 2 項目)の相関関係

わたってパターン 2(参加者によるアイディア出しや作業)を行っており、参加者が主体的に WS を進行しているが、2日目の後半にパターン 4 が行われており、最終プレゼンテーション作成に向けてオーガナイザーがコントロールを行っている。 WS#3 では、WS#1と同じようにパターン 3(オーガナイザーによる情報提供)を WS 前半で行なっているが、WS#1と異なり3日間にわたってパターン 4(オーガナイザーによるリード)が行われており、後半ではパターン 1(参加者によるリード)も増えている。

このように、パターン分析は多数の項目から特徴を抽出し、各 WS のプロセスや振る舞いの可視化や複数の WS 間での比較を容易にする.

3.3 振る舞いパターンと、参加者の満足度 との相関関係

本節では、振る舞いパターンと参加者満足度の関係について分析を行うことで、WSの評価の問題を扱う。図7は、各時間帯における各パターンの実行度合いとその時の参加者の満足度(左図は「学びがあった」、右図は「アイディアが得られた」)の相関を図示したものである。

左図を見ると、WS 中盤以降でのパターン5やWS 終盤でのパターン3の相関が強く、中盤以降はオーガナイザーが情報提供をしたり参加者とオーガナイザーがともに批評を聞いたり観察したりすることがより高い満足度につながったことが分かる。

右図では、WS 前半はパターン2が、後半はパターン5の値が大きい. 前者は、アイディア出しを行うほ

ど重要なアイディアが生まれたという直感通りの結果を示す.一方で後者は、批評を聞いたり観察したりする振る舞いがアイディアにつながったことを示唆している.特に3日目の午前の時間帯は、多くのWSがプレゼンテーションに向けて決まった作業を行う傾向にあったが、その中でも互いに情報共有したWSにおいて、アイディアが整理されたり新たなアイディアが生まれていた可能性がある.

4. 本研究の課題と展望

4.1 本研究の課題

本稿では、1章で整理したWSの【個別性】【多主体性】【時間性】【多目的性】の問題を克服しうるような、WSのプロセスの可視化・比較手法を提案した.独自の質問紙調査法を開発し、得られたデータを定量的に処理することで、WS参画主体の行動や認識の経時的変化をわかりやすく可視化し、WS間共通の傾向と差異を議論し、WSの評価の問題にも触れることができた.本研究をより深化させるために以下のような課題が残っている.

4.1.1 各 WS 内の各個人への分析の可能性

2. 【多主体性】の問題をより深く扱うには、個々人の振る舞いの分析や、多主体間での役割分担などについて分析する必要がある.

本研究では、WS内で個人の役割や態度を平均して、各WSのプロセスとしている.しかし、各個人のデータを直接参照することで、より解像度の高い分析が、定量的というよりも質的な方法で、可能になる.たと

えば、図 6 の右図から、WS#3 は全体としてパターン 3,4 の振る舞いからパターン 1,4 の振る舞いへ変化したことは分かる。しかしこの図だけでは、WS#3 の各個人の振る舞いの変化はどうであったかはわからない。全ての個人がパターン 3,4 から 1,4 へ変化したのかもしれないし、ある個人はずっとパターン 4 であり別の個人は 1 から 3 へ変化したり、時間帯によって 1 と 3 と 4 のパターンを担う個人が入れ替わっていたりする可能性もある。

このような分析により、WS を多主体から成る組織として分析することができるであろう。WS は、短い時間でダイナミックに変容する小さな組織としても捉えることができるのである [9].

4.1.2 精度向上に向けた課題

1.3 節で既に述べたように、本研究の方法ではデータの精度に課題が残っている.

まず本質問紙はあくまで各個人の認識を反映した ものであり、解答群には認知的なバイアスが含まれて いる.これは質問紙調査に必ずつきまとう問題である が、どのようなバイアスが生じており、それを解消す る手立てがあるかどうかは慎重に検討すべきである. 各個人の振る舞いについては質問紙だけではなく、発 話内容などのより客観的なデータを併用して精度を上 げる方法も考えられる.

また WS 中の行動や認識を事後的に回答してもらうという本研究の方法では、WS 時と回答時に記憶が変容することが避けられない。特に SDS2017 ではイベント進行の都合上、最終日にまとめて回答を求めざるを得ず、この問題の影響は少なくないと考えられる。WS 実施に関する制約がないならば、より頻繁に回答を求めるべきである。

4.2 本研究の展望

4.2.1 他の WS への応用

本研究の提案する手法は、データの取得方法を調整することによって様々な WS 群に対して適用することができる。アンケート項目や時間の区切りの粒度などは、WS の状況や目的、また分析の目的などに応じて自由に変更することができる。実際、本研究で用いられた質問項目を決める際には、何年も実施されているSDS にリピーターが多いことも考慮し、過去の SDS に対する研究 [4, 6, 7] を通じて得られた知見を利用し

た. また、何らかの形で分類された WS 群(たとえば [10])に応じて質問項目を検討し、実施することにより、WS の 1.【個別性】や 4.【多目的性】に対してより考慮された研究へも展開できる.

なお本研究で用いた NMF による行列分解を利用したパターン抽出は、全 WS の中から各 WS の相対的な特徴を抽出する手法であるため、データが変わるとパターンも変わる。多数の WS への応用を進めることで、新たな振る舞いのパターンを見出す可能性がある。

4.2.2 WS の実践知の共有と利用の可能性

WSのオーガナイザーとして熟達するための知見は乏しく、WSのオーガナイザーの育成のため、WSのデザインモデルの共有と伝達は必要性が高い[10].しかし、WSのデザインモデルは多くの暗黙知を含む実践知であるがゆえに、その共有と伝達には多くの困難が伴う。本研究の手法を用いたWSプロセスの可視化・比較は、このような共有・伝達のための道具の一つとして一定の貢献をすることができると考えられる。

4.2.3 教育評価への応用の可能性

近年多くのWSは、よい成果物をつくることだけではなく、参加者が学びを得ることも目的とされ、教育の現場においても多主体の協働によって調査や提案を行なうWS的な手法(アクティブラーニングやPBLなど)が盛んに採り入れられている。本研究の内容は、こうした現場での教育評価と深い関連がある。

教育評価という用語はしばしば限定的な意味で用いられるが、本来は、教育活動と関連した各種の実態調査と価値判断の全てを指し[11]、教育活動を豊かにするための概念である。そして、戦後初期の文科省の資料においても、近年においては形成的アセスメントなどの形でも、教育の評価においては結果だけでなくプロセスを重視し、学習者の自己評価も重要であることが指摘されている[12].

特に日本の初等中等教育では、各校種で数十名に対してほぼ同じ長さの授業がなされており、本研究の手法は様々な仮説の元、大規模な授業群の授業評価に応用できる可能性がある [13]. また、本手法は学習者自身による評価を積極的に利用しているため、教育活動の節目節目で分析結果を提示し、その後の活動に生かすことができるならば、教育活動を豊かにすることが可能である。言い換えると、総括的評価ではなく、形

成的評価を目的として実施されたとき,本研究の提案 する手法は大きな成果を生み出す可能性がある.

文献

- [1] 金井壽宏, 楠見孝(編), (2012) 実践知 エキスパートの知性, 有斐閣.
- [2] A. Mabogunje N. Sonalkar and L. Leifer, (2014) "Analyzing the display of professional knowledge through interpersonal interactions in design reviews," In DTRS 10 Conference Proceedings, pp. 1–18.
- [3] 酒谷粋将, 門内輝行, (2016) 主体間の対話を通した創造的プロセスのデザインに関する研究, Design シンポジウム 2016 講演論文集, p.1104.
- [4] 北雄介, 坂口智洋, 佐藤那央, (2016) ワークショップの 全体プロセスの可視化と分析, 日本デザイン学会研究発 表大会概要集, Vol.63, p.153.
- [5] 山内祐平, 森玲奈, 安斎勇樹, (2013) ワークショップ デザイン論 - 創ることで学ぶ, 慶應義塾大学出版会, pp.37-39.
- [6] 久富望, 坂口智洋, 北雄介, (2017) ワークショップにおけるオーガナイザーの振る舞いパターン分析, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol.64, p.176.
- [7] Yusuke Kita, Nozomu Kutomi, Tomohiro Sakaguchi, and Kumiyo Nakakoji, (2017) "Depicting a design process for its richer experience," In 2017 International Association of Societies of Design Research (IASDR).
- [8] Daniel D. Lee and H. Sebastian Seung, (1999) "Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization," *Nature*, Vol. 401, No. 6755, pp. 788–791.
- [9] 北野清晃, 宇野伸宏 (監修), 久保田善明 (監修), (2016) 組織論から考えるワークショップデザイン, 三省堂.
- [10] 森玲奈, (2015) ワークショップデザインにおける熟達 と実践者の育成, ひつじ書房.
- [11] 梶田叡一, (2010) 教育評価〔第2版補訂2版〕, 有斐閣双書.
- [12] 田中耕治, (2017) 教育評価研究の回顧と展望, 日本標準.
- [13] 久富望, 坂口智洋, 北雄介, (2017) ワークショップ型 授業におけるプロセスの定量的分析・評価の可能性ーオーガナイザーの振る舞い分析を例に-, 第42回 教育システム情報学会 全国大会.

エージェントに対する共感的行動の生起要因 -VR による身体性の効果に関する検討-

Factors Influencing Empathic Behaviors for Agents -Examination about the Effect of Embodiment-

神尾 優奈[†],森田 純哉[†] Yuna Kano, Junya Morita

†静岡大学

Shizuoka University kano.yuhna.15@shizuoka.ac.jp

概要

本研究では個人の共感力を測る EQ (Empathy Quotient) に着目し、それと関連する共感的行動を分析した。また、共感的行動を引き出す要素としてバーチャルリアリティによって引き出される身体性を検討した。実験課題は参加者と 2人のエージェントによるキャッチボールゲームを改変したものであった。この課題において、2人のエージェントが参加者とエージェントに均等に投げる均等条件、片方のエージェントが参加者のみに投げる不均等条件を設定し、投球数を比較した。結果、高 EQ の参加者は他のエージェントからパスを受けなかったエージェントを排斥する傾向があったが、この傾向は身体性の導入によって軽減した。

キーワード: 共感, VR (Virtual Reality), 身体性

1. はじめに

情報技術が急速に発展していく情報社会では、コンピュータが求められることはただタスクを遂行することではなく、人間と円滑なインタラクションを行い、人を支援しながらともに生活することへと変化してきている。そこで、コンピュータと人の円滑なインタラクションを実現するため、人間同士のインタラクションにおいて、自然なインタラクションを行うために重要な役割を果たしている、共感能力に注目する。

共感能力とは、相手の立場に立ち、相手の感情を理解する、思いやるといった能力である。この能力によって人間は無意識的に相手の視点を取得し、相手と自然にインタラクションを行うことができる。よって、人間が共感できるコンピュータを構築する、あるいは共感能力をコンピュータに実装し、人間とコンピュータが互いに共感しあうことができれば、人間とコンピュータが人間同士のように自然なインタラクションを行うことができると考える。

コンピュータに共感能力を実装するためには,まず

共感能力がどのような能力であるか、共感能力がどのような行動につながるのかを調べる必要がある.本研究では、人間とコンピュータの仲介人の役割として、自ら状況判断を行い、適切に処理を行うエージェント技術に注目した.また、人間の共感能力に関連する行動を観察するため、エージェントに人間の共感能力を引き出すと考えられる要素を組み込み、人とインタラクションを行うことで表れる共感的行動を観察した.

人間の共感能力を引き出すと考えられる要素として、本研究ではバーチャルリアリティ(Virtual Reality: VR)によって導入される身体性を検討した。ここで、VRとは人工的に構成された現実感をユーザに提供する技術の総称である。近年の VR 技術の一環として、HMD (Head Mounted Display) に投影される世界に身体を伴ってユーザを没入させるデバイスが盛んに開発されている。そのような環境におけるエージェントとのインタラクションは、通常のポインティングデバイスなどによるインタラクションと異なり、周囲の環境との相互作用が可能であるため、人間の原初的な感情を強く喚起することが想定される。よって、人間の無意識的な共感を引き出し、エージェントへの共感的行動を観測できると考えた。

以上の背景から、本研究では人間の共感能力に焦点をあて、共感能力と結びつく行動はどのようなものであるかを検討する。特に、人間とエージェントのインタラクションにおける共感的行動、つまり個人特性の共感指数と関連する行動特性の分析、およびその具体的な行動の検討を目指す。また、VR によって導入される身体性により、共感的行動を引き出すことができるか検討を目指す。

2. 関連研究

2.1 共感能力

バロン=コーエンによると共感能力とは、他人の感応を見る、または知ることによって適切な感情が引き起こされることという感情的要素、そして他人が考えたり、感じたり、行ったりすることを理解し、あるいは予測する認知的要素、感情的要素と認知的要素のどちらの要素も持つ複合的要素、他人が苦しんでいるのを見る、または知ることによって、その苦しみを和らげたいという感情を引き起こされることという同情というように、複数の要素が組み合わさった多様なものである[1].

また,ドゥ・ヴァールによると, 共感は他者についての情報を集めるプロセスであるとされている. その一方で,同情は他者に対する気遣いと,他者の境遇を改善したいという願望を反映するものであり,行動につながる点が共感とは違うと述べている[2].

バロン=コーエンは共感能力の要素の中に同情があるとしているが、ドゥ・ヴァールは共感と同情を別のものとしている.このように、共感能力は多様な要素を持つため解釈が難しく、人によって解釈が異なる複雑なものであることがわかる.

また、バロン=コーエンは、他人の感情をどれだけよく理解できるか、どれだけ他人の感情に影響を受けやすいかといった、個人の共感傾向の度合いを測定する共感指数 (EQ:Empathy Quotient) を提唱した. しかし、この共感指数は行動特性とは結びついていない. EQ と行動特性が結び付けば、共感的行動が具体的にどのようなものであるのかがわかり、エージェントに共感的行動をとらせることによって、人間とのインタラクションを円滑にすることが可能となる. そこで本研究では、EQ を行動特性と結びつけることで、共感的行動がどのようなものであるかの具体的な検討を目指す.

2.2 対人的場面における感情を検討する実 験課題

共感は対人関係において生起する感情であり,他者とのインタラクションに影響する.そのため,共感的行動に関わる実証的研究を遂行するために,対人的場面における感情の生起を検討する実験課題を参考にすることができる.

サイバーボールゲームは対人関係の排斥と受容に関する研究に使用するプログラムである. コンピュー

タで制御された 2 人のエージェントと参加者が、ゲーム上でキャッチボールをする [3]. Wlliams らの実験では、参加者の半分はどちらのエージェントからも均等にパスが回ってくる条件で参加した。もう半分の参加者は数回ボールを受けた後に、5 分間は一度もボールが回ってこない、エージェントに排斥される条件でサイバーボールゲームに参加した [4]. その結果、排斥を受けた参加者は、ゲーム課題後の他者との共同作業が著しく困難になるなど、他者への信頼を低下させる結果につながった。

さらに、Eisenberger らはサイバーボールゲームをプレイする参加者の脳の血流をfMRI で観察した [5]. この実験では、参加者が排斥された際、物理的な痛みを感じたときに活動する脳の領域である、前帯状皮質の活動が示された.これは相手がコンピュータで制御されたエージェントであるとわかっていた場合でも、このような結果が得られている.このことは、本課題が他者とのインタラクションにおけるネガティブな感情を喚起する手段となることを示している.本研究では、この課題の性質を利用することで、EQによって測定される共感的傾向がどのような行動を引き起こすのかを検討する.

2.3 共感的行動を引き出すエージェント技術

人とロボットの間に円滑なインタラクションを成立 させるための研究 [6] では、人間と人工物が円滑なイ ンタラクションを行うために,人間と人工物,および 人工物に搭載されたエージェントとの間に関係性を構 築することが必要であるとわかっている. また, 複数 エージェントとのインタラクションに関する研究[7] において, 複数のロボットの対話している様子を眺 めることによって,人間が人間特有の社会空間にいる ときと同じような行動をとることがわかっている. こ のことから,人間はロボットの振る舞いによって,ロ ボット同士のインタラクションが行われている空間を, まるで人間特有の社会空間のように知覚し、関係性を 構築していることがわかる. 本研究ではこの性質を利 用して, エージェントに振る舞いの傾向性を持たせて 人間とインタラクションをさせ、人間の共感的行動を 引き出すことができるか検討する.

2.4 VR と共感

VR 空間における共感に関する研究として、他人への思いやりへの影響を検証する実験がある [8]. この実験では、VR によって色盲を実体験することにより、参加者は現実世界での色盲者への共感が高まったという結果が出ている. つまり色盲を VR で体験したことにより、色盲へのリアリティが高まり、現実の色盲者への共感が自然と行われたと考えられる.

また、同じ著者らによる別の研究では、VR によって参加者にスーパーマンのような飛行能力を持たせ、援助行動を体験させたことによって、現実世界での人間への共感的行動を引き出した [9]. この実験では参加者に腕を伸ばして飛行の操作をさせているため、実際に身体を動かすといった身体性が導入されている.つまり VR によって導入された身体性を伴う援助行動を行うことにより共感を喚起し、現実での援助行動へとつながったと考えられる.

これらのことから、VR 空間において身体性を伴う 操作を行うことで、インタラクションのリアリティが 高まり、共感を喚起させられることが考えられる。本 研究ではエージェントと人間が円滑なインタラクショ ンを行うことができる要素として、VR 空間において サイバーボールゲームを行うことで導入される、参加 者の身体性の検討を目指す。

3. 方法

3.1 実験参加者

静岡大学の情報学部1回生および2回生,男性6名, 女性2名の計8名の学生が参加した.参加者は実験協力の謝金として1,500円の報酬を得た.

3.2 材料

3.2.1 実験課題

本研究では、2.2 に取り上げたサイバーボールゲームを改変した課題を構築した。先行研究の実験において、参加者は複数エージェントによって構成される場に、排斥される役割として参加した。それに対して、本研究では、参加者自身が一方のエージェントを排斥するか否かの決定ができる状況を設定する。具体的には、場に存在する一方のエージェント (エージェント2)が、他方のエージェント (エージェント1)に投球せず、参加者のみに投球する設定を行う。ここで参加者がエージェント2に返球するのであれば、エージェン

ト1は場において排斥されることになる. それに対して、参加者がエージェント2ではなく、エージェント1に投球するのであれば、3名による協調的な場が形成される. このような状況が設定された際、共感能力が高いとされる実験参加者の振る舞いを検討することで、エージェントへの共感的行動を分析する.

3.2.2 課題環境

課題の実装においては、2.3 における一連の研究を参考に、ゲームエンジンである Unity を用いる. これにより多様なインタラクションの要素を設定することが可能になり、共感的行動を引き出すことにつながるエージェントの要素を検討できる. 本研究においては、VR 機器である HTC VIVE によって導入される身体感覚に注目し、実際にボールを投げるという運動によって、参加者の共感的行動が引き出せるか検討する.

エージェントの動作として、自分に向けられたボールをキャッチするように設計した。自分に向けられたボールかを判定するために、エージェント自身がいる座標から4座標分離れている範囲(エージェントの座標を中心とした8座標×8座標の正方形)まではボールを追いかけ、キャッチするように設計した。どちらのエージェントの範囲にも入らなかったボールは地面に転がるため、参加者が投球をしなおす必要がある。

3.3 実験デザイン

本実験では,個人の共感指数に応じたゲーム上での 共感的行動を分析するため,2 (操作方法:マウス条件 vs. VIVE 条件)x2 (エージェントの振る舞いの傾向性: 均等条件 vs. 不均等条件)の4条件下での被験者の 行動を比較した (2要因被験者内計画).表 1 は 4 つの 実験条件を示したものである.参加者とキャッチボー ルを行うエージェントは,エージェント 1 とエージェント 2 の 2 人を設定した.参加者には 3 人でキャッチ ボールを行うように教示を行った.以下に操作方法と エージェントの振る舞いの傾向性のそれぞれの水準に おける実験操作の概略を説明する.

操作方法の要因

• マウス条件:ゲーム課題の操作をキーボードと マウスによって行う条件である. 視点操作はキー ボードによって行い,ボールを投げる操作はマウ スによって行う.

		操作方法			
		マウス条件	VIVE 条件		
		マウス・キーボードを操作して課題を	HTC VIVE を操作して課題を行う.		
エージェント の振る舞いの 傾向性	均等条件	行う. 2人のエージェントがどちらも,	2人のエージェントがどちらも、参加		
		参加者ともう一方のエージェントにラ	者ともう一方のエージェントにランダ		
		ンダムに投球を行う.	ムに投球を行う.		
	不均等条件	マウス・キーボードを操作して課題を	HTC VIVE を操作して課題を行う.		
		行う. エージェント1にボールが	エージェント1にボールが渡った際に		
		渡った際にはランダムな相手に投球を	はランダムな相手に投球を行う.		
		行う. エージェント 2 にボールが	エージェント2にボールが渡った際に		
		渡った際には参加者だけに投球する.	は参加者だけに投球する.		

表 1 実験条件

• VIVE 条件: ゲーム課題の操作を HTC VIVE に よって行う条件である. 視点操作は頭部に装着し たヘッドマウントディスプレイにより, 頭を動か すことで行い, ボールを投げる操作は専用コントローラを振りかぶる動作によって行う.

エージェントの振る舞いの傾向性の要因

- 均等条件:2人のエージェントがどちらも、参加者ともう一方のエージェントにランダムに投球を行う条件である.下記の不均等条件に対するベースライン条件として設定する.
- 不均等条件:エージェント2がボールを受け取った際,必ず参加者にボールを投球する条件である。エージェント1は均等条件と同じく,エージェント2と参加者にランダムに投球を行う。エージェントに対する共感的行動を調べるために設定する。

これらの条件は、マウス均等条件、マウス不均等条件、VIVE 均等条件、VIVE 不均等条件と、組み合わせて 4 通り設定した。参加者は全条件下で実験を行なったが、参加者ごとに順序は違うものとした (全 8 通り、1 名ずつ).

また,エージェントの色が結果に影響しないよう, 参加者ごとにエージェントの色は入れ替えて行なった.

3.3.1 評価対象

本実験では、個人のEQに応じたゲーム上での共感的行動を分析するため、参加者から各エージェントへの投球数に着目した。ゲーム中にどちらのエージェントに多く投球を行なったか、EQ間や操作方法間で比較した。

3.4 手続き

最初に実験全体の教示を行なった後、ゲーム課題のルールと操作方法を説明した.説明後、各参加者に割り当てた条件にあざせた操作方法のテストプレイを行なった.テストプレイではエージェント1人と一対一でキャッチボールをする、テスト用のゲーム課題が終了した後、もう一方の操作方法でも行なった.

システム準備は各被験者のゲーム課題の条件を満た すシステムの準備 (実験機器の準備,エージェントの 動作確認)を行い、その後、ゲーム課題を行なった。図 1はゲーム課題画面である。

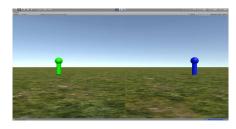


図 1 ゲーム課題画面

4条件でのゲーム課題が終了した後,EQの測定に 進んだ。

EQの測定は、バロン=コーエンの質問紙の日本語版 [1] を Web 上のアンケートフォームに打ち込んだものを用いて回答を記録した。全項目のアンケートへの回答が終了した後、その旨を実験者に報告させ、実験を終了した。

3.5 取得データ

本実験では EQ,操作ログを取得した. EQ はアンケートフォームへの回答結果から取得した.

操作ログは各エージェントがボールを受け取った時間と座標,もう一方のエージェントと参加者のどちらに投球したかを csv 形式で出力し,出力データを元にプレイヤーから各エージェントへの投球数を取得した。エージェント 1 への投球数を Ag1, エージェント 2 への投球数を Ag2 とする。分析では指標として,以下の 2 つを設定した。

- ◆ |Ag1 − Ag2|: 各エージェントへの投球数の差分を 示す
- Ag1/Ag2:各エージェントへの投球数の比率を 示す

不均等条件において,エージェント 2 は参加者にのみ投球するため,エージェント 1 への投球数が少なければ,エージェント 2 と投球しあい,エージェント 1 を排斥したことになる.よって,投球数の偏りを見るために,差分の絶対値として |Ag1-Ag2|, どちらのエージェントに投球数が偏ったかを図る比率として Ag1/Ag2 を指標として扱った.|Ag1-Ag2| は排斥に限らず一方のエージェントへのバイアスを示し,Ag1/Ag2 は排斥に直接的な指標となる.

4. 結果

4.1 各条件における投球数の比較

図 2 は全参加者の投球数の合計を,|Ag1-Ag2| を用いて比較したグラフである。まず 2x2 [操作方法 (被験者内) x エージェントの振る舞いの傾向性 (被験者内)] 分散分析を実施した。その結果,操作方法とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用は有意とならなかった (F(1,7)=0.94, n.s.).

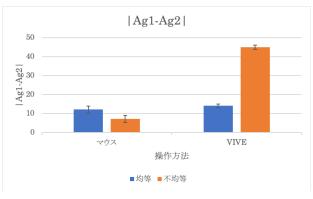


図 2 全参加者のエージェントへの |*Ag1 - Ag2*|

有意な交互作用は得られなかったものの,条件間での直接比較を行なった結果, VIVE 不均等条件の平

均が、VIVE 均等条件より有意に高いことが示された (t(7) = 3.746, p < .05).

図 3 は全参加者の投球数の合計を、Ag1/Ag2 を用いて比較したグラフである。比率が 1 より低ければエージェント 2 により多く投球し、1 より高ければエージェント 1 により多く投球している。まず 2x2 [操作方法 (被験者内) x エージェントの振る舞いの傾向性 (被験者内)] 分散分析を実施した。その結果、操作方法とエージェントの振る舞いの傾向性の交互作用は有意とならなかった (F(1,7)=3.41, n.s.).

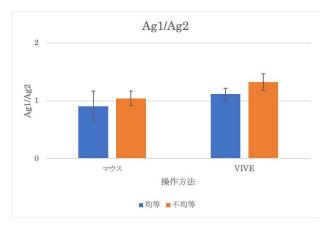


図 3 全参加者のエージェントへの Ag1/Ag2

ただし、この指標についても、条件間の直接比較を行なった場合には、VIVE 不均等条件の平均が、VIVE 均等条件より、統計的に有意に高い傾向が観察された $(t(7)=2.032,\,p<.10)$.

4.2 ゲーム課題での投球数と EQ との相関 分析

表 2 は各条件における各エージェントへの投球数と EQ の相関分析の結果である。M がマウス条件,V が VIVE 条件となっている。

マウス条件での均等条件、VIVE 条件では有意な相関は見られなかった.一方で、マウス条件での不均等条件において、エージェント 2 への投球数と強い正の相関が見られた (r=0.723, p<.05).また、Ag1/Ag2とは強い負の相関が見られた (r=-0.778, p<.05).

5. 考察

ここまでの結果をまとめ、EQとどのような行動特性が関連するのか、その行動は具体的にどのようなものであるか、また共感的行動を引き出す要素はどのようなものかを考察する.

表 2 各条件での投球数と EQ との相関

	Ag1	Ag2	Ag1/Ag2	Ag1 - Ag2
M(均等)	-0.288	-0.126	0.367	0.658
M(不均等)	-0.660	0.723	-0.778	-0.043
V(均等)	-0.120	0.087	-0.027	0.144
V(不均等)	0.232	0.289	-0.228	-0.341

まず、図2の分析から、交互作用は有意ではないものの、VIVE 不均等条件において、参加者からの投球数がどちらかのエージェントに偏ることがわかった。よって本研究の実験においては、参加者に実際に運動させることによる身体性が、参加者のエージェントに対する行動を変化させたと考察できる。これは、2.3 節の関連研究で述べたとおり、VR 空間でのゲーム課題によって、インタラクションのリアリティが高まったためと考えられる[8].

次に表2より、マウス条件における不均等条件にお いて、EQの高い人ほどエージェント1に対して排斥 を行うことがわかった. これはエージェント2が自分 にだけ働きかけてくることによって, エージェント2 に同調したと考えられる. この様子は、共感能力を用 いたいじめの様子と類似している. 共感能力を使うい じめとして, 相手を社会的に孤立させるというような 間接的な攻撃があげられる[1].このようないじめは, 相手の社会的立場を落とすような形をとり、相手の視 点取得である認知的共感能力を必要としたいじめであ る. また,一般的に共感能力が高いとされる女性は, 自分が排斥される危険がある場合, 他者と手を組み, また別の他者を排斥することで自分が排斥されないよ うにする,という傾向がある[10].このような排斥も, 相手の様子を注意深くうかがい、相手の視点を取得し なければならないことから、認知的共感能力を使うい じめと考えられる. このことから, EQ の高い参加者 がエージェント1を排斥するという結果は、エージェ ント2の自分にだけ働きかけてくる傾向を認知的共感 能力によって無意識的に近くし、エージェント2に同 調、自分が排斥されないようにエージェント1を排斥 したと推測できる. この結果は、ポール・ブルームの 述べる共感のスポットライト的性質と整合する [11]. 彼は、共感は大勢よりたった1人を重視するよう仕向 けると述べている. この考えにたてば、共感能力の高 い参加者は、参加者に対して働きかけてきたエージェ ント2に対して、スポットライト的な注意を向け、結 果としてエージェント1を排斥したと解釈することが できる. また,この傾向が VIVE 条件において緩和されている傾向が見られる. VIVE 条件では VR 空間内で実際に身体を動かし,キャッチボールを行うことにより身体性が導入され,よりインタラクションのリアリティが高まる [8] ことによって排斥が顕在化し,感情的共感能力,あるいは同情といった共感感情が喚起され [9],排斥する傾向が緩和したと推測できる.

6. まとめ

本研究は、人間の共感能力に注目し、エージェントとキャッチボールゲームを行うというインタラクションにおける、個人の共感能力を示す EQ と関連する行動特性の分析、および共感的行動を引き出すエージェントの要素の検討を行なった。結果、共感能力の高い人は自分にのみ投球を行うエージェントに投球を偏らせた。また、HTC VIVE を用いた操作による参加者の身体性によって、EQ の高い参加者の投球の偏りが平滑となった。このことから、認知的共感能力によって無意識的にエージェントの振る舞いの傾向性を知覚することで、自分に働きかける相手へ同調し、同調した相手と他者を排斥する傾向があると推測した。そして参加者の身体性によって、インタラクションのリアリティが高まり排斥が顕在化され、感情的共感能力を喚起し、その傾向が抑制されると推測した。

文献

- [1] サイモン・バロン=コーエン, (2005) "共感する女脳、 システム化する男脳"
- [2] フランス・ドゥ・ヴァール, (2010) "共感する時代へ動物行動学が教えてくれること"
- [3] Kipling D. Williams, and Blair Jarvis, (2006) "A program for use in research on interpersonal ostracism and acceptance", Behavior Research Methods, Vol. 38, issue. 1, pp. 174-180.
- [4] Kipling D. Williams, and Kristin L. Sommer, (1997) "Social ostracism by coworkers: Does rejection lead to loafing or compensation?", Personality and Social Psychology Bulletin, Vol. 23, issue. 7, pp. 693-706.
- [5] Naomi I. Eisenberger, Matthew D. Lieberman and Kipling D. Williams, (2003) "Does Rejection Hurt? An fMRI Study of Social Exclusion", Science, Vol. 302, issue. 5643, pp. 290-292.
- [6] 小野哲雄, 今井倫太, 江谷為之, 中津良平, (2000) " ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の 創出"情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 1, pp. 158-166.
- [7] 水丸和樹, 坂本大介, 小野哲雄, (2018) "複数ロボット の発話の重なりによって創発する空間の知覚"情報処理 学会論文誌, Vol. 59, No. 12, pp. 2279-2287.
- [8] Sun Joo (Grace) Ahn, Amanda Minh Tran Le, and Jeremy Bailenson, (2013) "The Effect of Embodied Experiences on Self-Other Merging, Attitude, and Helping Behavior", Media Psychology, Vol. 16, pp. 7-38.
- [9] Robin S. Rosenberg, Shawnee L. Baughman, and Jeremy N. Bailenson (2013) "Virtual Superheroes:

Using Superpowers in Virtual Reality to Encourage Prosocial Behavior", PLOS ONE, Vol. 8, Issue. 1.
[10] 川合伸幸, (2015) "ヒトの本性 なぜ殺し、なぜ助け合うのか"
[11] ポール・ブルーム, (2018) "反共感論"

地図メディアが自由探索時の行動に及ぼす影響 Free exploration with digital map and paper map

南部 美砂子, 河端 里帆 Misako Nambu, Riho Kawabata

> 公立はこだて未来大学 Future University Hakodate m-nambu@fun.ac.jp

概要

観光行動のひとつである「まちあるき」のような、地図を手にしながらその土地を自由に探索する場面を対象として、紙地図条件とスマホ地図条件の探索行動(経路、距離など)、参加者ペアの会話、地図や探索に関する主観的評価、探索の記憶と空間認知(マップスケッチ課題)にどのような違いがあるのかを検討した。その結果、地図メディアによって探索行動が大きく異なっており、紙地図はより豊かな共同行為としての探索を促すことが明らかになった。

キーワード: まちあるき, 自由探索, 地図メディア, 共同行為

1. はじめに

スマートフォン (以下, スマホ) の国内普及率は70%を越え,多くの人がスマホ用の地図アプリを日常的に使用するようになった.目的地までの経路を確認したい時や,知らない場所を訪れた時などには,まずスマホを手に取ることが当たり前になってきている.スマホ地図には,GPS による現在地の表示,目的地へのナビゲーション,拡大(詳細)表示,特定の情報へのリンクなどの機能があり,これらがスマホ地図の利点として広く認識されている.しかしながら,スマホ地図と従来の紙地図ではユーザの認知や行動にどのような違いがあるのかについて,詳細に検討した研究はあまり多くはない(cf. 新垣、2017).

本研究では、観光行動のひとつである「まちあるき」に注目し、地図を手にしながらその土地を自由に歩く自由探索の場面を対象として、紙地図条件とスマホ地図条件のそれぞれで、探索行動(経路、距離など)、参加者ペアの会話、地図や探索に関する主観的評価、探索の記憶と空間認知(マップスケッチ課題)にどのような違いがあるのかを検討した。ここで自由探索を取り上げたのは、観光のようなその土地を楽しむ場面や、効率的な移動を目的としない場面のほうが、地図メディアの優劣ではなく、それぞれの特徴をより明確に把握できると考えたからである。また、ペアによる自由探索としたのは、探索時の思考過程が外化(発話)されるため

分析しやすくなることに加えて、地図メディアがコミュニケーション自体に及ぼす影響についても注目しているためである.

2. 方法

実験計画 被験者間一要因計画 (地図メディア: 紙地図/スマホ地図).

実験参加者 友人同士の大学生女性ペア 10 組 (20-23 歳) が参加し、紙地図条件とスマホ地図条件に5組ずつランダムに割り当てられた.

実験期間 2018 年 10 月下旬から 11 月下旬の約 1 ヶ月.

探索場所 函館市湯川町.実験参加者があまり訪れたことのない観光地区であり、南側に海、北側に山、中央に川のある、地形的にも歩きやすい場所として選定した.

実験装置 ペアはいずれもウェアラブルカメラ (GoPro) を装着し、どちらか一方は移動の経路や時間 を記録するために Apple Watch (ワークアウトのウォーキングを起動) も装着した.

手続き 参加者ペアは湯川町内のスタート地点まで実験者の車で移動し、その場でカメラと Apple Watch を装着した.ペアの条件に応じて、A3 サイズの紙の地図、または参加者自身のスマホ地図を使って、自由に探索するよう教示した.自由探索の時間はおよそ60分とし、探索中に気になるものがあれば自由に写真を撮るように依頼した.ペアは60分経ったところで実験者に連絡し、実験者は車でその場所まで迎えに行った.自由探索後に車内で、探索のルートや目印などを A4 の白紙に描いてもらった(マップスケッチ課題).その後さらに、地図や探索に関する主観的評価(6 項目)、自由探索に関する主観的評価(8 項目)、方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S:竹内、1992)への回答を求めた.実験は、現地への行き帰り(大学起点)も含め全体で約2時間であった.各参加者には2,000円の報酬が支払われた.

3. 結果

函館市湯川町を対象としたフィールド実験により, 自由探索時の行動(経路,距離など),参加者ペアの会 話,地図と探索に関する主観的評価,探索の記憶と空間 認知などのデータを得た.ここではおもに,自由探索時 の行動と会話の分析結果について報告する.

まず,歩行距離と直線距離(スタート地点と任意のゴール地点の間の直線距離)について,地図メディアによる一要因分散分析を行ったところ,いずれの従属変数においても,スマホ条件が紙条件よりも有意に距離が長いという結果が示された(図1).

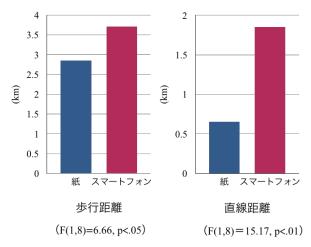


図1 地図メディアごとの 歩行距離と直線距離の平均値と分析結果

そこで、各ペアの探索経路を確認したところ、図2に示すとおり、紙条件では角を曲がる回数が多く狭い範囲をゆっくりとしたペースで探索していたのに対し、スマホ条件では、南側の海と北側の山に挟まれた平坦な地域にある大きめの道路を、東西に直線的に移動していることが明らかになった。スマホ条件の平均歩行距離(探索時間約60分)は3.71 kmであり、成人の普通の歩行速度(時速約4 km)に近いことから、観光というよりも歩行が中心となる探索であったことがうかがえる。さらに、紙条件では使用した地図の範囲内での探索であったのに対し、スマホ条件では5組中3組が紙地図の範囲(図2内の枠)を大きく越えて移動していた。このことから紙地図の表示範囲は、探索行動のあり方を決める重要な要因となっていた可能性が示唆された。

なお、自由探索中に撮影した写真の枚数についても 同様の分析を行ったが、条件間に有意な差はみられな かった(紙条件21.1枚、スマホ条件15.4枚). 次に、探索中のペアの会話について定性的な分析を行った。音声データは風などの影響により不完全なものもあったが、映像データとあわせて、特徴的な行動や発話を抽出した。その結果、進路を決める際に、スマホ条件では地図よりも目の前にある標識や看板、建物、道路などを見ていることを示す発話が多かったのに対し、紙条件では、ペアが地図をいっしょにみながら目的地を設定し、そこにたどり着いたらまた地図上で次の目的地を設定するという地図ベースのコミュニケーションが行われていた。



図2 地図メディアごとの 探索経路(約60分)と紙地図の範囲

さらに、探索後に行ったマップスケッチ課題において描写された内容を、建物・場所(公園・駐車場など)・その他(看板・気づいたことなど)に分けてカウントし、条件間の比較を行った。その結果、建物と場所については差がなかったが、その他の描写ではスマホ条件が有意に多かった(F(1,18)=4.57、p<.05; 紙条件3.9、スマホ条件7.4)。図3は最も気づきの描写が多かったスマホ条件のマップである(16件).

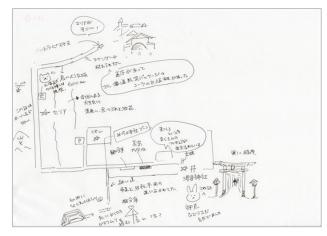


図3 最も「気づき」の描写が多かった マップ (スマホ条件)

なお,方向感覚質問紙の得点に条件間の有意な差はなかった.

4. 考察

本研究では、函館市湯川町を対象とした自由探索(まちあるき観光)のフィールド実験を行い、地図メディア(紙/スマホ)による探索行動などの違いについて検討した。その結果、地図メディアは探索行動を大きく変える非常に重要な要因であることが明らかになった。

紙地図を使った場合、ペアが地図をいっしょに見ながら相談して目的地を決めたり、何度も角を曲がって細かい路地に入っていったり、様々な場所を見て回ったりするような、いかにも自由探索らしい行動が見られた。一方のスマホ地図では、地図そのものに関わる会話が少なく、スタート地点から見て視界が開けている海側へ、目的地を設定することもなく、比較的速いペースで直線的に移動していた(ただし、スマホ条件のうち1組だけは、ある目的をもって山側へ直線的に移動していた)。このことから、少なくともまちあるき観光という場面においては、紙地図のほうがより豊かな探索(狭い範囲をうろうろと、発見しながら歩き回る)を可能にすると言えるだろう。これに対しスマホ地図では、地形の影響を受けやすく、ただなんとなく、さっさとどこかへ移動してしまう可能性がある。

こうした紙メディアの特性について、細馬(2014)は、「共同行為を可能にするメディア」と述べている。つまり、みんなでいっしょに見ることのできるメディアだということが、同行者たちの共通基盤、あるいは共有された情報環境となって、そこでのコミュニケーションを活発にするのである。

さらに、探索後に描かれたマップを見てみると、狭い 範囲を歩き回っていた紙条件の場合、図4に示すよう に、屈曲回数の多さがマップ上にも明確に表現されて いた.一方のスマホ条件でも同様に、実際の直線的な移 動を反映したような描写が多く見られたが、さらにそ の上に、目印となる建物や場所だけでなく、探索者自身 の体験にもとづく主観的な表現(例えば、「飛行機が近 かった!」、「ここで死にかけのカタツムリを踏む」な ど)が、より多く重ねられていた。これらのことから、 紙地図では共同行為としての自由散策が促されていた のに対し、スマホ地図では、個々の主観的体験を中心と した自由散策が行われていた可能性があると考えられ る。この点については、今後さらに詳しく分析していく 予定である.

スマホと地図アプリの組み合わせは、現在地と目的地の間を効率的に移動することに長けている。しかし、迷子になりにくくする支援技術は、友人とともにあえて迷子になってその土地をじっくり味わうようなまちあるき観光にとって、最適はでないかもしれない。スマホ全盛の時代において、紙地図は、より豊かな共同行為としての探索を促すことのできる古くて新しいメディアとして再発見・再評価されるべきではないだろうか。一方、モバイルITメディアという観点からは、スマホ地図の認知的な特性についてさらに詳しく検討していく必要がある。その利点のみならず、限界や制約をユーザの視点から明らかにし、情報環境のデザインにつなげていく取り組みが求められる。

引用文献

細馬宏通 (2014). 相互行為としてのページめくり. 認知科学, 21(1), 113-124.

新垣紀子 (2017). ウェブ時代の人の空間認知とナビゲーション. 地図中心、541, 12-15.

竹内謙彰 (1992). 方向感覚と方位評定, 人格特性及び 知的能力との関連. 教育心理学研究, 40, 47-53.

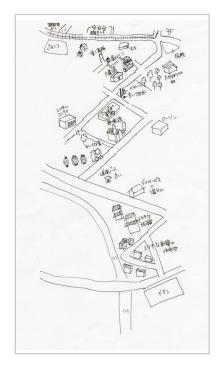


図4 紙条件における移動の特徴が 反映されているマップ

スマートフォン利用時の誤入力傾向に基づいた パスワード生成手法の検討

Study on Generating Passwords based on Mistype Tendency on Smartphone

小倉 加奈代[†],鳥越 大地[‡] Kanayo Ogura, Daichi Torikoshi

[†]岩手県立大学、[‡]株式会社アイシーエス Iwate Prefectural University, ICS Corporation ogura_k@iwate-pu.ac.jp

概要

本稿では、スマートフォン上で誤入力の起こりにくいパスワードを生成することを目標とし、スマートフォンにおけるパスワード入力過程と誤入力傾向の分析結果に基づき、誤入力が少ないと予想される「左右に何度も操作指が行き来しない」パスワードを試作し、その有効性を評価した。その結果、試作したパスワードが、左右に操作指が行き来するパスワード、ランダムな文字列で作成したパスワードよりも誤入力数、入力時間、ユーザの入力しやすさの点で優れたパスワードであることを確認した。

キーワード:パスワード,スマートフォン,誤入力, ユーザビリティ,ユーザ行動

1. はじめに

パスワード入力フォームの多くは、秘匿性を保つた め, 入力パスワードを黒丸やアスタリスクを用いた伏 せ字として表示する. しかしこの状況が、パスワード 入力ミスの原因の1つであり、Web サイトのユーザビ リティ研究の第一人者であるニールセンも、入力パス ワードを伏せ字として表示することは「フィードバッ クをユーザに提供し、システムの状況を視覚化すると いう原則に反している」と述べている[1]. この問題に 対し、PC 利用時のパスワード入力場面を対象とした入 カミスが起こりにくいパスワード生成手法[2][3]や,入 カミスを適度に許容するパスワード認証手法[4][5]が 提案されてきた、しかし、スマートフォン上でのパス ワード入力を考えた場合,スマートフォンでも使用率 の高い iPhone では、PC 利用時と同じ qwerty 配列の仮 想キーボードを利用するが、PC 利用時では物理的キー ボードを利用するため、操作感に大きな違いがあり、 PC 利用時を対象とした従来手法をそのまま適用でき る可能性は低いと考えられる. 実際, PC で利用する両 手入力の物理的キーボードを模す 4 種類のサイズの異 なる仮想タッチスクリーンキーボード用いた際の筋肉 や手首の動き、タイピングしやすさや効率を分析・検 討した研究[6]では、サイズの小さなキーボードではタイピング速度が遅くなることが確認されており、物理的キーボードと仮装キーボードの操作感の違いによる影響が報告されている.

本研究では、スマートフォン特有のパスワード入力 状況について考慮した上で誤入力の少ないパスワード を生成することを最終目標とする。そのために本稿で は、著者らが実施した先行研究[7]であるスマートフォ ンにおけるパスワード入力過程と誤入力分析の結果を もとに、誤入力が起こりにくいパスワードを試作し、 誤入力状況およびユーザの入力しやすさ、安全性を評 価する。

2. スマートフォンにおける文字入力

近年、スマートフォンの普及に伴い、PC だけではなくスマートフォンでもパスワードを入力する機会が増えている。スマートフォンでのパスワード入力は PC のキー配列とほぼ同じ qwerty 配列の仮想キーボードで行われることが多い。

スマートフォンを含めた携帯情報端末を利用する場合,多くのユーザが片手操作を好むことがわかっており[8],特に片手親指操作時のタッチ特性について調査した研究も存在する[9][10].これらの研究の結果として,親指を自然に伸ばした状態で届く位置のタッチ精度が高く,反対に,親指の届きにくい位置のタッチ精度が低い傾向にあることが示されている.

この結果に対し、スマートフォンの片手操作を改善する研究[11][12][13]はあるが、両手で入力する等、片手操作以外の方法で入力しにくさ解消する場合も考えられる. 実際、先行研究で、iPhone5s (4インチ、幅 58.6 mm、高さ 123.8 mm) と iPhone8Plus (5.5 インチ、幅 78.1 mm、高さ 158.4 mm) を用いて、大学生 20 名にqwerty 配列キーボードで文字入力を行なった際の使用

手指について調査したところ,両手持ちで入力するユーザが iPhone5s では 3 名,iPhone8Plus では 10 名という結果であった.PC 入力での使用手指による影響の分析[14]と同様に、スマートフォン入力でも使う指や持ち手,端末の大きさといった入力に影響する要因が多くあると考えられる.例えばサイズが大きい端末は小さい端末に比べて指の動く距離が長くなるため,ミスが増加し,端末の持ち方が右手持ちの場合,左側のキーにミスが多くなることが推測できる.このように PC 入力よりも多くのミスの原因が考えられ,スマートフォン特有のパスワード入力状況について考慮する必要がある.

3. 先行研究:スマートフォンでのパスワー ド誤入力原因の分析

先行研究[7]では、ユーザの端末の持ち方、使用する端末の大きさにより、パスワード入力ミスの数、ミスの種類に違いがあると考え、(1)端末が大きくなると指の移動量が増えるため、ミスが多くなる、(2)片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー(右手持ちの場合は左側)のミスが多くなる傾向があるという2つの仮説を立て、これら仮説を検証するために、端末のサイズによってミスの割合が変化するか、また、端末の持ち方によってミス箇所に偏りが出るかの2点に焦点をあて、パスワード入力データ収集実験を行い、収集データの分析を進めた。

パスワード入力データ収集実験として、情報系学部 に所属する大学生20名に、実際のログイン画面を模し た実験用アプリケーション(図1)に、自身のメール アドレスと「パスワード:」部分に表示される文字(実 験用パスワード)を入力させ、その際の入力履歴デー タ(打鍵時刻と打鍵したキー)を収集した. 使用端末 は, iOS 端末においてサイズ差が大きい iPhone5s (4.0 インチ)と iPhone8Plus(5.5 インチ)と使用した. 入力時の キーボードの種類は、1章で述べたように、iOSのパス ワード認証では、qwerty 配列キーボードで入力する必 要があるため、qwerty 配列キーボードを利用した.端 末の持ち方については、被験者に事前アンケートにて 通常時の持ち方を尋ね、実験開始時に事前アンケート に記入した持ち方で入力するよう指示した. また, 入 カパスワードは, 英大小文字(52 語), 数字(10 語), 記号(33 語)の計95 語を用い、「パスワードに類する 文字列」、「ランダムな文字列」の2種類を用意し、95 語の文字を2回使うようなパスワード群を2種類(190文字を2グループ)作成した.「パスワードに類する文字列」の作成方法は,那須川ら[3]のフレーズパスワードを変更したものや,SplashData[15]が公表した「最悪のパスワード100」を参考に作成した.



図1 実験用アプリケーションユーザインタフェース

収集データの分析では、端末の大きさごとのミス割 合, それぞれの大きさにおける端末の持ち方ごとのミ ス割合を調査した. 分析結果として, 仮説(1)について は, 仮説とは逆で, 端末サイズの小さい方がミス割合 は高くなることを確認した.この結果について,入力 キーの分析より、端末サイズが大きいiPhone8Plusは、 iPhone5s よりも隣接キーの誤入力が減少していること が関係していると考えられる. また, 仮説(2)について は、片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー(右 手持ちの場合は左側)のミスが多くなる傾向があると いう仮説を支持する結果となった. これについて、各 持ち方各操作手指のミス分布を分析したところ、 iPhone5s の右手持ち右手親指入力(図2), iPhone5s の 左手持ち左手親指入力 (図3), iPhone8Plus の両手持ち 両手操作(図4), iPhone8sPlusの両手持ち右手操作(図 5) に顕著な特徴が見られた.

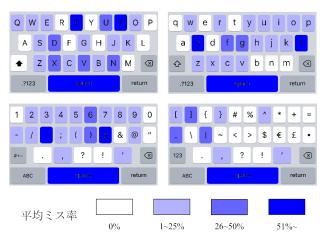
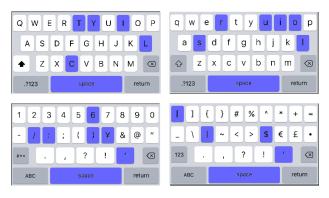


図 2: iPhone5s の右手持ち右手親指入力のミス分布図 (N=13)



(データが少ないため色の濃淡はなし)

図 3: iPhone5s の左手持ち左手親指入力のミス分布図 (N=2)

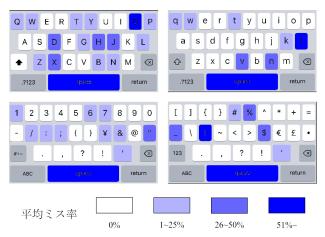


図 4: iPhone8Plus の両手持ち両手入力のミス分布図 (N=6)



(データが少ないため色の濃淡はなし)

図 5 iPhone8plus の両手持ち右手入力のミス分布図 (N=4)

4. 先行研究をふまえたパスワード生成方 針の検討

先行研究での端末の持ち方と操作する指に関する 分析結果より、スマートフォンで利用するパスワードを生成する際に、操作する手と離れた位置にある キーを使わないパスワードを生成することで入力ミスが起こりにくくなると予想できる.しかし操作する手と同じ側に位置するキーを使う場合、パスワードに使用する文字の種類が少なくなり、安全面に問題が生じる.使用文字の種類が少ないと、総当たり攻撃を想定した場合、組み合わせ数も減るために突破される可能性が上がり、辞書攻撃を想定した場合でも、辞書内の単語数が少なくなることで突破される可能性が高くなる.この安全性の問題を解決するために、左右に何度も指が往復しないパスワードを生成することができれば、入力しやすく、かつ、安全性の点で問題がないパスワードが生成できる.

5. 操作手指を考慮した試作パスワード評 価実験

前述のように、左右に何度も指が往復せず、記憶しやすい、かつ、安全性の点で問題のないパスワードとして、「miniTEC142」、「23Dashbomb」の2つのパスワードを試作した.いずれもパスワード強度チェッカーzxcvbn[16]において「許せる」の評価であり、安全性の点で問題がないことを確認済みである.

試作したパスワードの誤入力状況と入力しやすさを 評価するために, 試作した2つのパスワードである「パ スワードA: 左右に指が往復しないパスワード」の他, 「B:操作指が左右に何度も往復するパスワード」、C: ランダムなパスワード」の3種類(1種類につき2つ)、合計6つのパスワードを用意し、被験者6名にこれらのパスワードを入力してもらい、実験後に3種類のパスワードのうちどのパスワードが入力しやすかったかを調査した。使用端末は、iPhone5sで、パスワードの入力順は、6名中3名が $A\rightarrow B\rightarrow C$ の順で入力し、残りの3名が、 $C\rightarrow B\rightarrow A$ の順で入力した。なお、実験で使用した3種類合計6つのパスワードを以下に示す。

表 1:実験用パスワード 3 種類(全て 10 文字) (1 種類につき 2 つ、パスワード A が試作パスワード)

	1つ目	2つ目
パスワードA	miniTEC142	23Dashbomb
パスワード B	tomaYAMA01	cinema92A
パスワードC	chGhMB6yLS	r8yziWNbge

6. 試作パスワード評価実験結果

3種類のパスワードの誤入力数を表 2 に示す. なお, 誤入力数は, 1 つのパスワード内に誤って入力した文字数をカウントした. また, 3 種類のパスワードの平均入力時間を表 3 に示す.

誤入力数については、表 2 より、試作パスワードである A とランダムに作成した C の誤入力数が同じであり、試作パスワードの対称形である、操作指が左右を行き来するパスワードのミスが一番多かった。また、表 3 より、被験者単位でそれぞれのパスワードの誤入力数を比較すると、試作パスワードである A について誤入力がなかった被験者は 6 人中 4 人、パスワード B と C はそれぞれ 3 名であった。

平均入力時間については、表 4 より、パスワード A の入力時間が最も短く、誤入力数が同じであるパスワード A と C では A の方が 4 秒以上速いという結果であった。

事後に被験者に尋ねた 3 種類のうちどのパスワード が最も入力しやすかったかという質問の回答結果については、試作パスワード A と左右に指が何度も往復するパスワード B が 3 名ずつ、ランダムなパスワード C を選んだ被験者はいなかった.

これらより試作した,操作指が左右に行き来しない パスワードは,誤入力が全く起こらなくなることはな かったが,操作指が行き来するパスワードより誤入力 は少ないこと、入力速度は、操作指の行き来するパス ワード、ランダムパスワードよりも速く入力できるこ と、ユーザの主観的な入力しやすさについても概ね入 力しやすいことがわかった.

表 2 パスワード別誤入力数

	誤入力数
パスワード A	4
パスワード B	7
パスワードC	4

表 3 被験者別誤入力数

	パスワードA	パスワードB	パスワードC
被験者1	0	2	0
被験者2	0	0	0
被験者3	0	0	2
被験者4	0	0	1
被験者5	3	1	0
被験者6	1	4	1

表 4 パスワード別平均入力時間

	平均入力時間(秒)
パスワードA	12.3
パスワードB	13.3
パスワードC	16.7

7. まとめと今後の課題

本稿では、スマートフォン上で誤入力の起こりに くいパスワードを生成することを目標とし、先行研 究であるスマートフォンにおけるパスワード入力過 程と誤入力原因分析結果より、誤入力が少ないと予 想される「左右に何度も操作指が行き来しない」パ スワードを試作し、パスワードの安全性(強度)、誤 入力数、入力時間、ユーザの主観的入力しやすさを 評価した。

安全性については、操作指が左右に行き来しないようにすることは、使える文字種が制限されることになるが、実用に耐えうる強度のパスワードの作成可能であることを確認できた。試作パスワードの入力実験結果からは、試作したパスワードの誤入力が全く起こらなくなることはなかったが、左右に操作

指が行き来するパスワード,ランダムな文字列で作成したパスワードと比較すると,誤入力数,入力時間,主観的入力しやすさの点で同等もしくは優れたパスワードであることを確認できた.

今後は、記憶保持性の調査を進めるとともに、今回 実験で使用したパスワードが、通常使用するパスワードと同様に完全に記憶された状況で入力されている状況ではなかったため、通常使用するパスワードと同様の状況下で実験を進める予定である。また、現状、本研究は、パスワードを自動生成する前提で進めているため、高橋らの研究[17]のように、ユーザがどのようなパスワードを好むのかという観点を取り入れていない。記憶保持性を高める上でユーザ側のパスワード生成の傾向を考慮することは重要であると考えるため、今後は、ユーザ側の生成傾向を取り入れた手法を検討したい。

猫文

- Jacob Nielsen, (2009), Stop Password Masking, Nielsen Norman Group (online), available from https://www.nngroup.com/articles/stop-password-masking/ (accessed 2019-07-04).
- [2] 藤原咲子, 小倉加奈代, ベッド.B.ビスタ, 高田豊雄, (2017) "タイピングミスの傾向に基づいたパスワード作成手法 の検討", 日本認知科学会第34回大会発表論文集, pp.876-881.
- [3] 那須川至, 小倉 加奈代, Bhed Bahadur Bista, 高田 豊雄, (2018) "打鍵ミスを考慮したおとり用パスワード管理ツールの提案", 情報処理学会第80回全国大会講演論文集, 2018(1), pp.497-498.
- [4] 宮代理弘,宮下芳明,(2015) "打ち間違えを適度に許容するパスワード認証の提案",第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集(WISS2015), pp.117-118.
- [5] 小林怜央, 黒米祐馬, 武田圭史, 村井純, (2017) "誤入力の傾向を考慮した Levenshtein 距離による柔軟なパスワード認証システム", 情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集, 2017(1), pp.565-566.
- [6] J.H. Kim, L. Aulck, O. Thamsumwan, M.C.Bartha and P.W.Johnson, (2014) "The Effect of Key Size of Touch Screen Virtual Keyboards on Productivity, Usability, and Typing Biomechanics", The Journal of the Huma Factors and Ergonomics Society, 56(7), pp.1235-1248.
- [7] 鳥越大地,小倉加奈代,Bhed Bahadur Bista,高田 豊雄, (2019) "スマートフォンにおけるパスワード入力過程の分析と誤入力原因の検討",情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 2019-HCI-181(4), pp.1-7.
- [8] A. Karlson, B. Bederson and J.Contreras-Vidal, (2006)
 "Understanding Single-Handed Mobile Device Interaction", Tech Report HCIL-2006.
- [9] Y.S.Park and S.H.Han, (2010) "Touch key design for onehanded thumb interaction with a mobile phone: Effects of

- touch key size and touch key location", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 1, No. 40, pp.68–76.
- [10] 松浦吉祐, 郷健太郎, (2007) "小型タッチ画面における片手親指の操作特性", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 9(4), pp.455-461.
- [11] S. Boring, D. Ledo, X. A. Chen, N. Marquardt, A. Tang and S. Greenberg, (2012) "The Fat Thumb: Using the Thumb's Contact Size for Singlehanded Mobile Interaction", Proc. of the 14th international conference on Human-computer-interaction with mobile devices and services (MobileHCI 2012), pp.39-28.
- [12] N.Yu, D.Huang, J.Hsu and Y.Hung, (2013)" Rapid Selection of Hard-to-access Targets by Thumb on Mobile Touch-screens", Proc. of the 15th international conference on Human-computer-interaction with mobile devices and services (MobileHCI 2013), pp.400-403.
- [13] 日高詩織, 馬場哲晃, (2016) "大画面スマートフォンにおける片手操作を補助する為の背面入力装置", 情報処理学会インタラクション 2016 論文集, pp.567-569.
- [14] A. M. Feit, D. Weir and A. Oulasvirta, (2016) "How We Type: Movement Strategies and Performance in Everyday Typing", Proc. of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI2016), pp.4262-4273.
- [15] Splashdata, (2017) "100 Worst Passwords of 2017! The Full List" (online), available from https://www.teamsid.com/worst-passwords-2017-full-list/ (accessed 2019-07-04).
- [16] AGILE, (2015) "パスワード強度チェッカー(zxcvbn)", 入手先<https://www.agilegroup.co.jp/technote/zxcvbn.html> (最終閲覧日 20190704)
- [17] 高橋優, 上田卓司, (2016) "大学生の用いるパスワードの 強度と管理状況", 情報処理学会論文誌教育とコンピュー タ, vol2(2), pp.1-9.

熟練ドラマーの動作解析:演奏速度の違いによる協応構造の変化 Phase Transitions in Coordination of the Wrist to Other Body Parts at Different Tempi in Professional Drum-set Players

谷貝 祐介[†],三嶋 博之[‡],古山 宣洋[‡] Yusuke Yagai, Hiroyuki Mishima, Nobuhiro Furuyama

[†]早稲田大学大学院人間科学研究科,[‡]早稲田大学人間科学学術院 Graduate School of Human Sciences, Waseda University yagai.yusuke@gmail.com

Abstract

本研究では、プロドラマー3 名にテンポの異なる 8 ビートを演奏してもらい、その際の 3 次元動作データから、演奏速度による協応構造の変化を検討した.解析の結果、低中速のテンポでは、右手首に対してその他の部位(肘・肩・頸部)が逆位相や90度位相差など、個人間で多様なパターンを示すが、高速テンポでは、全ての参加者が同位相に近い傾向を示した.この結果から、ドラマーの「持ち味」を表現できるテンポ(低中速)とそうでないテンポ(高速)が存在する可能性が示唆された.

Keywords — Drum-set Playing, Auditory-Motor Coordination, Phase Transition

1. はじめに

ドラムセット演奏では、演奏速度の違いに応じて適応的に運動を調整することが求められる.これまでの研究では、テンポに応じて軌道が調整されること[1]、楽器に応じて打の同期誤差が制御されること[2]、などが報告されている.しかしながら、こうした運動調整がどのような身体各部の協応関係の調整から実現されているのかについては、依然として明らかにされていない.本研究では、プロドラマー3名を対象に、両手足を用いた8ビート課題時における、打圧データ、3次元動作データを計測した.得られたデータから、メトロノーム音に対する各楽器の同期誤差、右手首に対する右肘・右肩・頚部の相対位相を求め、演奏速度の違いによって演奏の時間的精度、右手首に対する各部の位相構造がどのように変化するのかを検討した.

2. 方法

2.1. 実験参加者

3 名のプロドラマーが実験に参加した. 熟練者 1 は 25 歳で, 演奏経験年数は 10 年であった. 熟練者 2 は 38 歳で演奏経験年数は 27 年であった. 熟練者 3 は 34 歳で演奏経験年数は 21 年であった.

2.2. 課題

参加者は、電子ドラムセット (TD-25, Roland 社) を用いてシンプルな 8 ビート課題を叩いた (図 1). 具体的には、ハイハット (右手)、スネアドラム (左手)、バスドラム (右足) から構成されるドラムセットを、3 つの演奏速度 (60, 120, 180 beats per minute, 以下 bpm) で叩くことが課題であった。メトロノーム音をモニターヘッドフォンで呈示した。



図18ビート課題

2.3. 計測

演奏時の打圧データ、メトロノーム音データを 1000 Hz で計測した. 3 次元動作データは、光学式の動作計測装置 (Opti track, Natural Point 社)を用いて 100 Hz で計測した. 計測は 1 試行 30 秒間であった. 3 次元動作データの計測は全身に反射マーカーを貼り付けて行ったが、本研究ではそのうち、右手首と右手首の動作に関わる主部位(第7 頚椎、右肩、右肘)との位相差を分析対象とした.

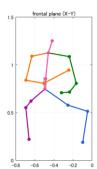


図 2 ドラマーのスティックピクチャ (前額面)

2.4. 解析

解析には計測開始後2小節目から4小節分のデータ

を使用した (ハイハット演奏の 32 打分). 演奏精度を 評価する指標として,メトロノーム音に対する各打の 同期誤差をすべての楽器・テンポで算出した (図 3).

協応構造の変化を評価する指標として、右手首に対 する第7頚椎(C7)・右肩・右肘の相対位相を算出した. 相対位相は、二つの時系列データにおける位相角の差 分から算出できる(相対位相 φ = 位相角 θ_1 - 位相角 θ_2). 本研究では、右手首の位相角 θwist に対する、身体各部 の位相角 θ_{C7} , $\theta_{Shoulder}$, θ_{Elbow} の差分を求めることで相対 位相 φ を求めた. 具体的な解析手順は次の通りであっ た. まず 3 次元動作データは、打動作の周期性が反映 されやすい垂直方向のみを分析対象とし、バンドパス フィルターを適用した(6次, 0.8-10Hz, 双方向). 次 に、各データ点から平均値を減算することでデータを センタリングし、波形が正負をまたぐ点に基づき 1周 期を特定後、周期毎に z スコア化した. これらの処理 は波形のドリフトを抑制し、位相角の算出を安定させ るための手続きであった. 位相角の算出には、ヒルベ ルト変換を用いた (詳細は, Lamb & Stöckl^[3]; Varlet & Rechardson^[4]を参照されたい). ヒルベルト変換により, 位置変位データを瞬時振幅と瞬時位相から成る解析信 号に変換することができ、完全な正弦波でない場合の 位相角算出が安定することが報告されている.

最後に、位相角の各点における相対位相を算出し、結果をヒストグラム化した。本研究では、サンプルが少数であるため、試行内での協応関係の変動量を表す $SD \phi$ (図 4)、相対位相のヒストグラム (図 5) を全ての参加者について呈示し、傾向を定性的に議論した。

3. 結果

3.1. 同期誤差

図3は、演奏速度の違いに応じた各楽器の同期誤差である。値は小さくなればなるほど、打とメトロノームの誤差が小さいことを意味している。また、値が負であれば、打がメトロノームに対して先行し、正であれば、後行していることを示している。図から、演奏速度が上がるにつれ、誤差が小さくなることが読み取れる。さらに、60、120 bpm条件では打がメトロノームに対して先行しており、180 bpm条件のハイハットやバスドラムでは、わずかに後行する結果となった。こうした傾向は、同じくプロドラマーの同期誤差を解析した Fujii et al.[2]でも報告されている。

3.2. 相対位相の SD φ

図4は、熟練者3名の演奏速度の違いに応じた相

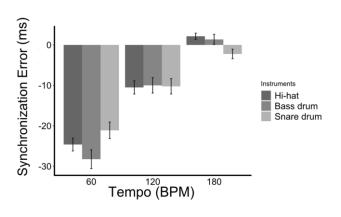


図3. 演奏速度に応じた各楽器の同期誤差 (熟練者3名の平均値)

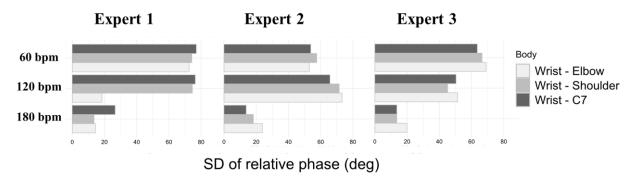


図 4. 熟練者3名における右手首に対する右肘・右肩・頚椎7番(C7)の相対位相のSD φ.

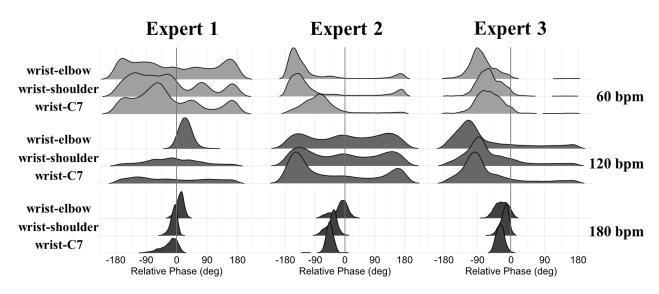


図 5. 熟練者 3 名における右手首に対する右肘・右肩・頚椎 7 番(C7)の相対位相のヒストグラム

対位相の $SD\phi$ である。値が小さければ小さいほど,試行内での各部の協応関係が安定していたことを示している。図より,180 bpm 条件の $SD\phi$ は,60,120 bpm 条件よりも小さく,安定したパターンを維持し続けていたことが示唆される。

3.3. 相対位相のヒストグラム

図5は、熟練者3名の相対位相のヒストグラムである. 同図は、試行内での位相差の分布を示しており、0度付近に分布が集中する場合には、手首に対するが同位相、±180度付近に集中する場合には逆位相の協応関係となっていることを示している.

同図より、60、120 bpm 条件(図 5 上段、中段)では、参加者間で多様な分布となるが、180 bpm 条件(図 5 下段)では、全ての参加者で0度付近に分布が集中していることが読み取れる。すなわち、低速・中速のテンポ (i.e. 60、120 bpm 条件)では、参加者間で多様な協応関係となるが、高速テンポ (i.e. 180 bpm 条件)では、どの参加者も同位相となることが確認できる。

次に、60、120 bpm 条件における協応パターンについて、参加者毎に詳述する. 熟練者 1 の 60 bpm(図 5 左上段)について、いくつかのピークが混在しているが、負の領域により分布が集中していることが確認できる. これは、右手首の位相が各部の位相より先行していたことを示している. こうした傾向は 120 bpm 条件における右手首-右肩、右手首-C7 でも確認できる. 他方、同条件の右手首-右肘では、30 度付近に相対位相が集中しており、右手首に対して、右肘が先行していたことが示唆される.

熟練者 2 の 60 bpm 条件について、右手首-右肘および右手首-右肩の相対位相では、-180 付近に分布しており、右手首-C7では、-90 度付近に分布していることが確認できる。このことから、右手首に対して頸部が一貫して遅れているが、他の部位では逆位相に近い協応関係となることが示唆される。120 bpm 条件では、右手首-C7 においては、±180 度付近(i.e. 逆位相)に値が集中しているが、他の組み合わせでは、0 度付近にもピークが存在し、全体としてフラットな分布となっている。このことから、右手首と頸部の位相関係は、試行内で一貫して逆位相となるが、それ以外の部位では多様な関係となることが示唆される。

熟練者 3 の 60 および 120 bpm 条件における右手首-右肘の相対位相(図 5 右上・中段)は、-90 度付近に集中していた.一方、右手首-右肩、右手首-C7 の組み合わせでは、-60 度付近に集中した.このことから、右手首の位相は他の部位に対して先行し、右肘の位相は、右肩・C7 よりも後行していることが示唆される.

4. 考察

以上の結果より、ドラム熟練者は、低・中速の演奏速度(i.e. 60, 120 bpm, それぞれ 1 秒間に 2 回, 4 回)では、多様な協応関係から演奏を行っているが、高速の演奏条件(i.e. 180 bpm, 1 秒間に 6 回)では、全ての部位が同位相に近い協応関係となることが示唆された。この結果は言い換えれば、低・中速テンポでは各参加者の「持ち味」ともいえる独特な協応パターンから演奏できるが、高速テンポではそれが難しくなり、一様のパターンでしか演奏できなくなることを示唆してい

る.本研究では、こうしたある種の相転移現象を離散的な演奏速度を用いた実験デザインによって示したが、今後は演奏速度を連続的に変化させながら演奏を行うような実験を実施し、120 bpm と 180 bpm 条件との間にある転換点、あるいは熟練者・初心者で転換点に差があるのかどうかなどを検討する必要がある。特に、ドラム熟練者は初心者よりも全身レベルでの運動が大きく、安定している、という報告[5]もあるため、こうしたレベルでの安定性が、本研究で得られた結果とどのように関わっているのかについては、より一層の研究蓄積が不可欠である。

また、本研究では、最も周期性が反映されていた垂直軸のデータのみから、相対位相を算出し、演奏速度に応じた協応関係の変化を検討した。しかし、参加者間・内で多様なバリエーションが観察された 60, 120 bpm 条件では、垂直軸以外にも軌道が分散していた可能性がある。そのため、今後は得られたデータを 3 次元的に解析する必要がある。解決方策としては、3 つの軸全て(前後、左右、垂直)で同一の解析を行い、比較する方法[6]、主成分分析を用いた方法[7] が考えられる。

一点目について、Burger ら「ら」は、音楽に誘発される運動(music-induced movement)に着目し、実験参加者が楽曲を聴いている際の3次元動作をこのような方法で解析している。その結果、楽曲の「拍」に対応する部分では、垂直方向の運動が優位となり、「小節」に対応する部分では、左右方向の運動が優位となる、ということが示唆されている。この方法を用いれば、テンポに応じた運動方向の変化を検討できる可能性がある。本研究の結果から、ゆったりとしたテンポでは、左右・前後方向への運動が優位となり、高速テンポでは、垂直方向への運動が優位となることが推測される。

二点目について、同手法では、まず全身の3次元動作データを主成分分析にかけ、データを代表するベクトルを求める「「このベクトルは全身の3次元動作の中で最も分散が大きい軸であるため、この軸をテンポ条件毎に算出することで、テンポによってどの軸上の運動が優位となっているのかを示すことができる。さらに重要な点は、得られた主成分に対し、各部のデータ(e.g. 手首、肩、肘)を射影することで、どの部位が試行内で優位に動いていたのか「「を評価できることである」例えば、先行研究「「では、チェロのボウイング動作の3次元データに主成分分析を適用し、各関節の第一主成分への寄与率を検討することで、熟練者と

初心者で自由度の使い方が異なることを明らかにしている. ドラマーの 3 次元動作データに対しても,こうした手法を適用することで,テンポや熟練度毎の違いがより詳細に特定できる可能性がある.

参考文献

- Dahl, S. (2011). Striking movements: A survey of motion analysis of percussionists. *Acoustical Science and Technology*, 32(5), 168-173.
- [2] Fujii, S., Hirashima, M., Kudo, K., Ohtsuki, T., Nakamura, Y., & Oda, S. (2011). Synchronization error of drum kit playing with a metronome at different tempi by professional drummers. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 28(5), 491-503.
- [3] Lamb, P. F., & Stöckl, M. (2014). On the use of continuous relative phase: Review of current approaches and outline for a new standard. *Clinical Biomechanics*, 29(5), 484-493.
- [4] Varlet, M., & Richardson, M. J. (2011). Computation of continuous relative phase and modulation of frequency of human movement. *Journal of biomechanics*, 44(6), 1200-1204.
- [5] 谷貝祐介・古山宣洋・三嶋博之.(2019). ドラム演奏を支える姿勢制御—打圧データと床反力中心データを用いた熟練者と初心者の比較—, 認知科学, 26(2), 197-218.
- [6] Burger, B., Thompson, M. R., Luck, G., Saarikallio, S. H., & Toiviainen, P. (2014). Hunting for the beat in the body: on period and phase locking in music-induced movement. Frontiers in human neuroscience, 8, 903.
- [7] Daffertshofer, A., Lamoth, C. J., Meijer, O. G., & Beek, P. J. (2004). PCA in studying coordination and variability: a tutorial. *Clinical biomechanics*, 19(4), 415-428.
- [8] Verrel, J., Pologe, S., Manselle, W., Lindenberger, U., & Woollacott, M. (2013). Coordination of degrees of freedom and stabilization of task variables in a complex motor skill: expertise-related differences in cello bowing. *Experimental brain research*, 224(3), 323-334.

津軽三味線叩き動作における身体の協応と熟達に関する研究: モーションキャプチャを用いた熟練度による撥運動軌跡の比較 A study on motor coordination and its development in performance of *Tsugaru-Shamisen*

梛木 功介[†], 谷貝 祐介,[‡] 古山 宣洋[§] Kosuke Nagi, Yusuke Yagai, Nobuhiro Furuyama

[†]早稲田大学人間科学部,[‡]早稲田大学大学院人間科学研究科,[§]早稲田大学人間科学学術院 [†]School of Human Sciences, Waseda University [‡]Graduate School of Human Sciences, Waseda University [§]Faculty of Human Sciences, Waseda University 1250rkou@ruri.waseda.jp

概要

津軽三味線演奏における「巧みさ」とは何か. 本稿では、モーションキャプチャを用いて津軽三味線演奏のの叩き動作を、熟練者・中級者・初心者・未経験者で比較した. 得られた各マーカーの位置変位の時系列を基に、撥・三味線を含む全身運動アニメーションを作成、視認した. その結果、矢状面から見た撥運動軌跡について、熟練者では楕円型、中級者では三日月型、初心者では直線型、未経験者では特徴の解釈が難しい運動となることが観察された. 津軽三味線演奏の「巧みさ」の解明には、本研究で観察された各群の運動特徴の信頼性の検証、及びそうした撥運動軌跡を司る身体協応の差異に関する実証研究の必要が明らかになった.

キーワード: 巧みさ、モーションキャプチャ、身体協応

1. 問題: 津軽三味線叩き動作の熟達

本研究の目的は、「津軽三味線叩き動作の熟達メカニズム」を明らかにすることである。本稿では、モーションキャプチャを用いて撮影した津軽三味線叩き動作について、熟練者と初心者との間に見られた撥運動軌跡の外見的特徴について報告する。

先行研究としては小坂・柴田・玉本・桂・横山 [1]と Shibata, Mitobe, Miura, Fujiwara, Saito, and Tamamoto [2], 柴田・水戸部・齋藤・藤原・玉本 [3]が挙げられる. 小坂ら川は三味線演奏の基本的な撥遣い「ウチ」について, 熟練者では撥を振り上げてから三味線の胴皮に振り下ろすまでの軌道が直線的になっている一方, 学習者では直線的ではなく振り下ろした撥が三味線の胴皮で止まらず下方まで流れていると報告した. このような撥運動軌跡の差異を踏まえ, 小坂ら川は撥の3次元位置変位に主成分分析を当てはめて熟練者と学習者の動作特徴を評価する指標を設定した. 具体的には, 直線度が高い動きでは3次元位置変位に対する第一主成分の寄与率が高くなることを利用し, その寄与率の値を指標とした. その上で, 小坂ら川はこの第一主成分の寄与率

をリアルタイムで学習者に VR 表示する学習支援システムを開発した. また, Shibata et al. ^[2], 柴田ら^[3]ではこうした主成分分析を用いたフィードバックシステムの有用性が検討された. 具体的には, 三味線未経験者を対象に, VR 学習支援システムによる学習者群と熟練者との対面教授による学習者群で当該指標の値の変化が比較された.

これら先行研究は、その分析において議論の余地を残している。叩き一周期ごとの撥の 3 次元位置に対する主成分分析の当てはめでは、第一主成分軸は当該周期における撥運動の最も顕著な運動方向と捉えることができるだろう。このとき、第一主成分の寄与率は、その運動方向に撥の運動軌跡がどれだけ収束しているかについての指標と考えられる。柴田ら^[3]では秋田の流派、睦実流のある熟練者の「ウチ」動作が直線的であるように観察されたことを以って、寄与率が1.0となることを模範的な動きと仮定している。しかし、第一主成分の寄与率が1.0となるような動きとは、3 次元空間おいて完全に直線となるような動きであり、多自由度な人間の運動として現実的な仮定ではない可能性がある。

本稿では、津軽三味線演奏における撥を振り上げて 三味線の胴皮に振り下ろす動作「叩き」について、熟 練度ごとの撥運動軌跡を観察した. さらに、 撥マー カーの重心の 3 次元位置変位に主成分分析を当ては め、算出された第一主成分の寄与率を撥運動の直線度 とし、その指標としての妥当性を検討した.

2. 方法

実験計画: 実験参加者2要因(熟練度(4)・テンポ(3))混合計画であった. 具体的には, 実験参加者の熟練度4水準(熟練者・中級者・初心者・未経験者)とテンポ3水準(90bpm, 120bpm, 150bpm)を操作し, 検討した.

表1 各参加者と経験年数・熟練度の対応表

参加者ID	BE1	BE2	NO1	NO2	NO3	IN1	EX1
津軽三味線演奏経験年数	経験なし	経験なし	10ヶ月	10ヶ月	2年10ヶ月	2年10ヶ月	15年以上
熟練度カテゴリ	未経験者	未経験者	初心者	初心者	初心者	中級者	熟練者

実験参加者: 津軽三味線演奏の熟練者(n=1), 中級者 (n=1), 初心者(n=3), 未経験者(n=2)を対象に実験を行った. 本研究における熟練者は津軽三味線経験歴 15 年以上の者であり, 中級者・初心者は経験歴 3 年未満の者であった. 本研究において未経験者は 3 年の津軽三味線演奏経験を持つ者(第一著者)から構え方や撥の握り方,叩き方について 15 分程度のインストラクションを受けた後,課題を行なった. なお, 本研究において設定した中級者は, 当該参加者のコンペティション入賞経験を踏まえてのことであった. 各参加者と経験年数・熟練度について表 1 に示した.

取得データ: 身体各部の位置データは、モーションキャプチャによる光学式動作解析装置 OptiTrack (NaturalPoint 社, 12 カメラ仕様、Flex3、Motive: Tracker 1.10.2 Final)を用いた. 動作解析装置の解析対象となるマーカーは、頭頂部、頚椎6番、胸椎10番、両肩、両肘、両手首、腰椎3番、両大転子、両膝、両足首の他、津軽三味線棹部へ2箇所、胴部2箇所、撥へ3箇所貼付した. なお、撥については貼付したマーカー位置の他、マーカーからなる重心位置を計測した. 動作解析のサンプリング周波数は100Hzとした.

実験環境: 叩き動作は座位姿勢で行なった. 参加者 BE1, BE2 については座面の高さ 450mm のドラムスローン(Pearl 楽器製造株式会社, D-1000SN)を, その他の参加者については座面の高さ 495mm のドラムスローン(Pearl 楽器製造株式会社, D-1000N)を使用した. 地面に足がつく状況を確保するため, 参加者 NO1, NO2, IN1 について厚さ 3cm の板を足元に設置した.

課題と教示: テンポ 3 水準(90bpm, 120bpm, 150bpm) について, ヘッドホンを通して参加者に提示し, それに合わせて 20 秒間, 最も細い弦である三の糸について開放弦を叩く課題を用いた. 参加者ごとにこれら1セット, 計3 試行を計測した. なお, 視線による姿勢の変化を統制するため, 座面中心部から 2m 先の壁に床下30cm の場所に目印を貼付し, 叩き動作中はその目印を注視しなるべく頭は揺らさないよう教示した.

3. 結果

実験の結果得られた各マーカーの変位の時系列データをもとに、数値解析ソフトウェア Matlab を用いてそれらのアニメーションを作成した。それを基に、図1~6として矢状面での静止画を作成し、そこへ撥の運動軌跡を散布図形式で重畳プロットした。なお、図に表示した撥運動軌跡はフィルターを当てはめていない生データである。

作成したアニメーションを視認すると,熟練者の撥の運動軌跡について,撥の振り上げ・振り下ろしでの軌道が異なる楕円的な動作特徴が観察された.中級者では,撥の振り上げ・振り下ろしの軌道が曲線的な歪みを呈した三日月型の動作特徴が観察された.初心者では,撥の振り上げと振り下ろしの軌道が近似する直線的な動作特徴が見られた.未経験者では,撥の振り上げ・振り下ろしが極めて小さい幅に限られた運動で,外見から際立った特徴は解釈困難な運動軌跡が観察された.

また、撥運動の直線度を定量評価するため、先行研 究[1][2][3]にしたがって撥マーカーの重心の3次元位置変 位に対して主成分分析を当てはめ、第一主成分による 寄与率を算出した. なお, 主成分分析を適応するにあ たって、 撥マーカーの重心の 3 次元位置変位について 高さ軸における局所的最大値を用いて撥運動を一周期 ごとに区分した. 図7,8 に、分析の結果導かれた第一 主成分軸とその寄与率について一例を示した. また, 図中の第一主成分軸を 30cm 長で表示している. 図 9~11では、上述の通り算出した第一主成分による寄与 率の変位について箱ひげ図で表した. これらの結果よ り、未経験者では他の熟練度カテゴリと比べて著しく 寄与率の値が小さくなることが観察された. また, 熟 練度カテゴリを通して概観すると、初心者において最 も寄与率が高くなる傾向が伺われた。さらに、寄与率 の分布で見たとき、中級者と熟練者間に明瞭な差異は 認められなかった.

4. 考察

本研究の目的は「津軽三味線演奏の熟達メカニズム」を明らかにすることであった。そのために先行研究[3]で報告された熟練度による撥運動軌跡の直線度について、津軽三味線叩き動作で検証した。その結果、熟練者の撥運動の軌道は必ずしも先行研究で仮定された[3]ような3次元空間上における完全な直線に近づくわけではないことが観察された。

しかし、本研究の結果は先行研究[3]と矛盾するもの ではない. むしろ, 熟練度カテゴリを広範に考慮したこ とで、津軽三味線叩き動作の熟達プロセスにおいて従 来見落とされていた知見を示唆する結果であると考え られる. 先行研究[2]では、三味線熟練者の撥運動軌跡の 特徴は直線度に焦点が当てられていたが、その実振り 上げと振り下ろしとの軌道が異なる楕円特徴を呈して いた. また, 未経験者の振り上げと振り下ろしの運動距 離がどちらも短く、形容しがたい運動特徴となってい た[2]. これらは本研究の結果と一致している. 一方, 本 研究ではこれまで未検討であった熟練度カテゴリを設 定し、初心者では熟練者よりもむしろ直線的な軌跡で あり、中級者では歪な三日月型の軌跡を呈することが 観察された. これらを見るに、津軽三味線叩き動作の 熟達において、先行研究[1][2][3]で仮定された直線的な撥 運動の獲得は熟達初期の課題であると考えられる. さ らに、直線的な撥運動の獲得が達成されたのち、直線 運動から脱却して楕円運動の獲得へと移行していく可 能性が示唆された.

5. 展望

本研究では各熟練度についてサンプル数が少なく,津軽三味線叩き動作の各カテゴリの動作特徴について信頼性の保証の不十分が考えられる.今後の展望として,カテゴリごとに十分なサンプル数を確保した上で,それぞれの運動軌跡の動作特徴について検証し,定量評価を用いた統計比較による検討が求められるだろう.

さらに、本研究において中級者の撥運動では歪な三日 月型の運動軌跡が観察された。これは初心者の直線型 軌跡、熟練者の楕円型軌跡を踏まえると形態上は中間 的であるようにも伺われた。しかし、本研究において 中級者と分類した参加者の熟練度は、本研究の初心者 と熟練者の中間に位置づけられるとは言いがたい。津 軽三味線叩き動作の熟達一般について、そのプロセス を線型的と議論するには慎重な検討が必要だろう。ま た,本研究における熟練者と中級者について,楕円型・ 三日月型のように撥運動軌跡の形態ではそれぞれの特 徴が伺われた一方,撥 3 次元位置変位に対する第一主 成分の寄与率の値に著しい違いは見られなかった. 歪 な三日月型の軌道が広く中級者の叩き動作の特徴とし て認められ,かつ熟練者の楕円的な撥運動の萌芽であ るならば,先行研究[1][2][3]のような直線度の定量評価だ けでなく,楕円運動や三日月型運動の動作特徴を適切 に評価できる指標が必要になるだろう.

本稿では津軽三味線叩き動作の撥の軌跡について熟練度ごとに比較した.しかし,撥の軌跡の異なりの背後には熟練度ごとの身体協応の異なりがあると考えられる.熟練度ごとの撥の動作特徴がどのような身体協応によって成立しているか(身体各部の位相関係の変位の時系列や姿勢・構え方による身体の空間定位、あるいは筋活動の有様)について今後究明することが求められるだろう.さらに、身体運動は楽器演奏の手段であることを踏まえると、熟練度ごとの自らの運動に対する内省や産出された音の音響特性も合わせて検討が必要だろう.

文献

- [1] 小坂 晋・柴田 傑・玉本 英夫・桂 博章・横山 洋之 (2011). 三味線演奏における基本動作習得のための特徴表示システムの提案(人文科学とコンピュータ、N 分野・教育・人文科学). 『情報科学技術フォーラム講演論文集』. FIT(電子情報通信学会・情報処理学会)運営委員会. (2011) vol.10, no 4 421-426
- [2] Shibata T., Mitobe K., Miura T., Fujiwara K., Saito M., Tamamoto H. (2016) Development of an Uchi Self-learning System for Mutsumi-ryu-style Shamisen Using VR Environment. In: Kubota N., Kiguchi K., Liu H., Obo T. (eds) Intelligent Robotics and Applications. ICIRA 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9835. Springer, Cham
- [3] 柴田 傑·水戸部 一孝·斎藤 正規·藤原 克哉·玉本 英夫 (2014). VR 環境を活用した三味線の撥さばき自習システムの開発と学習者の評価. 『日本ヴァーチャルリアリティ学会大会論文集』. Vol.19, 216-219.

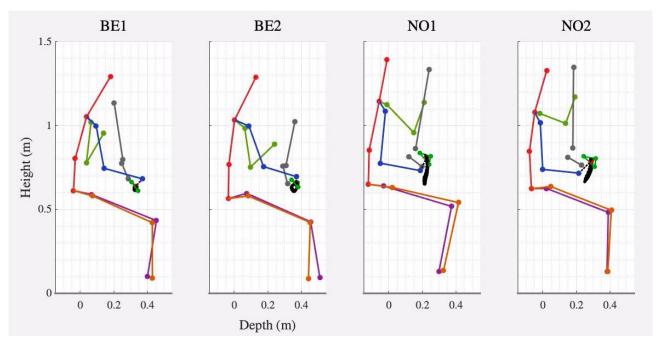


図 1 90bpm での矢状面から見た未経験者・初心者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

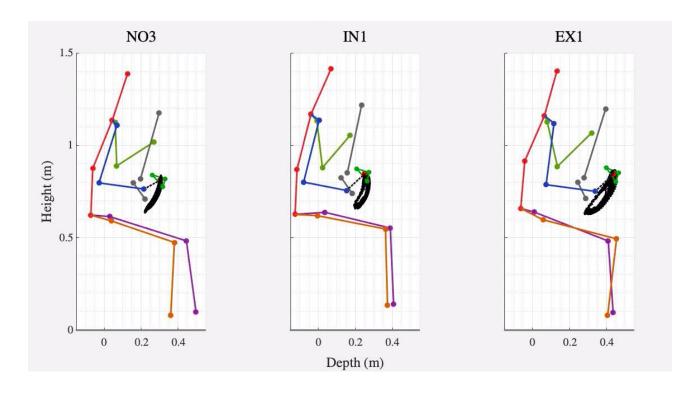


図 2 90bpm での矢状面から見た初心者・中級者・熟練者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

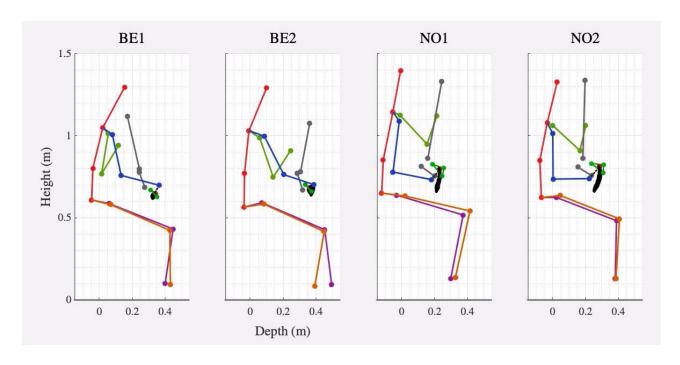


図 3 120bpm での矢状面から見た未経験者・初心者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

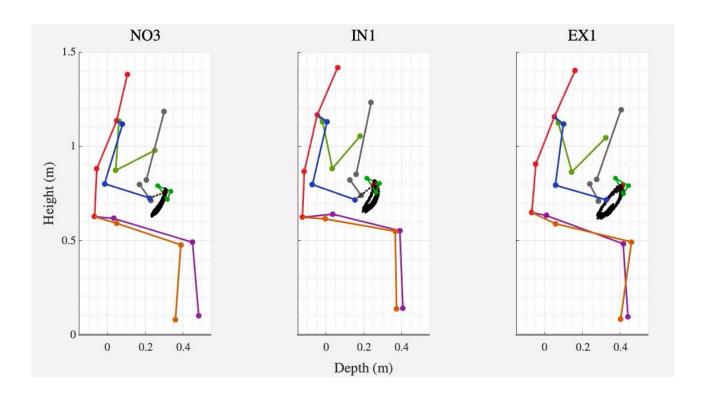


図4 120bpm での矢状面から見た初心者・中級者・熟練者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

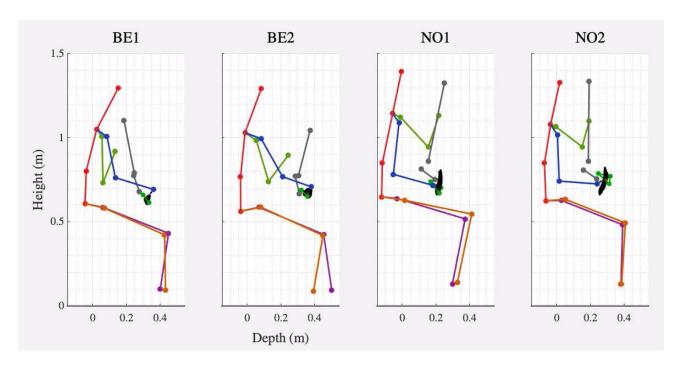


図 5 150bpm での矢状面から見た未経験者・初心者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

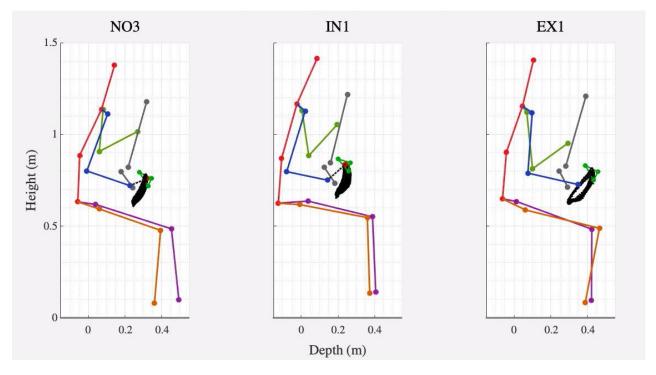


図 6 150bpm での矢状面から見た初心者・中級者・熟練者の叩き動作 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を表す)

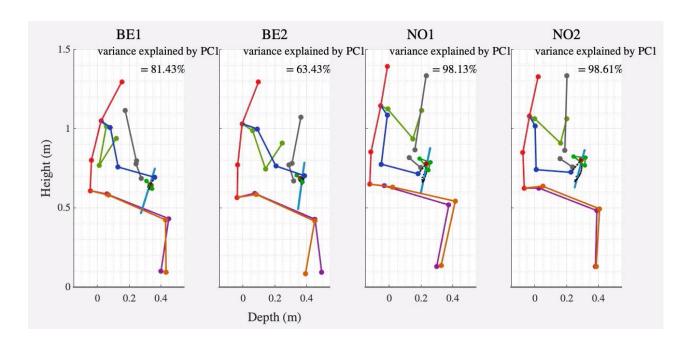


図7 120bpm での未経験者・初心者の叩き一周期ごとへの主成分分析当てはめの一例 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を,水色実線は撥の3次元位置変位の時系列に対する第一主成分軸(30cm長での表示)を表す)

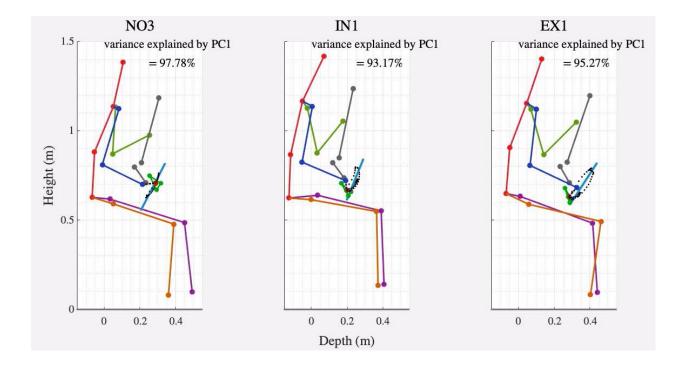


図8 120bpm での初心者・中級者・熟練者の叩き一周期ごとへの主成分分析当てはめの一例 (黒点線は撥マーカーの重心(図中赤いマーカー)についての軌跡を、水色実線は撥の3次元位置変位の時 系列に対する第一主成分軸(30cm 長での表示)を表す)

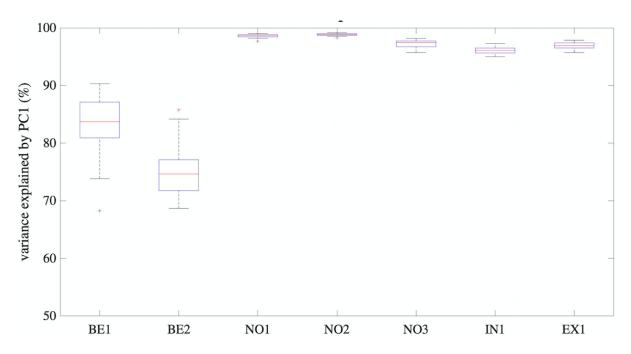


図 9 90bpm における叩き一周期ごとの撥運動位置変位の時系列に対する第一主成分の寄与率についての 箱ひげ図

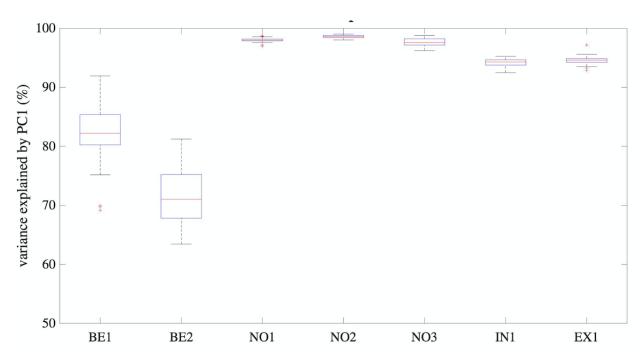


図 10 120bpm における叩き一周期ごとの**接運動位置変位の時系列に対する第一主成分の寄**与率について の箱ひげ図

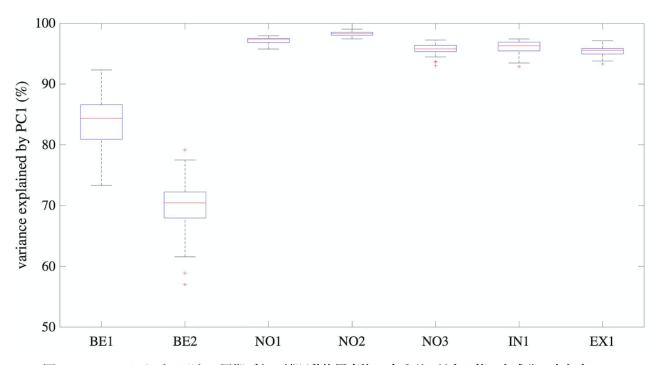


図 11 150bpm における叩き一周期ごとの**接運動**位置変位の時系列に対する第一主成分の寄与率についての 箱ひげ図

関連性の低い対象間の共通点探索プロセス ——カテゴリ列挙課題との関連による検討——

How do people find commonalities between unrelated objects? Relationship between commonality search and alternative categorization

山川 真由^{†‡},清河 幸子[†] Mayu Yamakawa, Sachiko Kiyokawa

[†]名古屋大学大学院教育発達科学研究科,[‡]日本学術振興会 Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University Japan Society for the Promotion of Science Yamakawa.mayu@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The purpose of this study was to uncover the processes of searching for commonalities between unrelated objects. Specifically, we investigated the relationship between the performance of the commonality search task and that of the alternative categorization task. We predicted a positive correlation between the performances on the two tasks because one needs to focus on some obscure features of objects to do both tasks well. Participants were asked to engage in two tasks: commonality search and alternative categorization. In the former task, they were asked to list as many as commonalities between 9 unrelated object pairs for 90 seconds each pair. In the latter task, they were asked to list as many categories as possible, that 5 each object belongs to, for 60 seconds each object. The results showed a significant positive correlation between the performances on these tasks. We concluded that commonality search and alternative categorization have common processes, in which one needs to focus on some obscure features of objects.

Keywords — Creativity, Commonality search, Alternative categorization

1. 問題と目的

人は物事に対して固定的な見方を持つ傾向がある。 そして、固定的な見方を持つことにより、問題の解決が 困難になる場合がある。例えば、「ろうそく問題」と呼 ばれる、ろうそくとマッチの入った箱、画びょうを使っ て、ろうそくを壁に立てるという課題では、マッチの箱 を画びょうで壁に刺し、それを台にしてろうそくを立 てるという答えが正解となる。しかし、多くの人はマッチの箱を「台」として考えることができず、「容器」と しての機能だけに着目してしまうため、正解すること ができない。このように、人が物の典型的な機能にだけ 着目する傾向のことを Duncker (1945) は機能的固着と している。機能的固着のような、物事に対する固定的な 見方を解消して発想することは、様々な場面で求めら れる。したがって、固定的な見方を解消するための方法 を明らかにする必要がある。

固定的な見方を解消するためには、物事がもつ顕在 的な特徴だけでなく, 顕在的でない特徴にも着目する ことが必要である。我々は, 顕在的な特徴に着目するた めの方法として「関連性の低い 2 つの対象間での共通 点の探索」を提案し、その有効性を検討してきた (Yamakawa & Kiyokawa, 2016; 山川·清河·猪原, 2017)。 まず, Yamakawa & Kiyokawa (2016) では,対象の特徴 を考える際に1つの対象のみを用いる場合に比べて, 関連性の低い 2 つの対象間に共通する特徴を探索する 場合に、顕在性の低い特徴が想起されやすくなること が示された。さらに、山川他 (2017) では、共通点を探 索する 2 つの対象間の関連性が高い場合に比較して, 関連性が低い場合に、より独自で面白い共通点が発見 されることが示された。これらの結果から、関連性の低 い 2 つの対象間で共通点の探索を行うことが対象に対 する固定的な見方の解消に有効であることが示唆され る。しかし、この研究では2つの対象間の関連性が高 い場合に比べて、関連性が低い場合には、発見される共 通点の数が少なく, 発見に要する時間が長いことが示 されており、関連性の低い2つの対象間で共通点を探 索することは容易ではないということも示唆される。 したがって、この方法を活用していくためには、共通点 を探索し発見する過程でどのようなことが起こってい るのか、そして、この課題をうまく遂行するためにはど のような認知プロセスが必要であるのかという点を明 らかにする必要がある。

本研究では、関連性の低い 2 つの対象間で共通点を探索し、発見する際に生じている認知プロセスを明らかにするため、カテゴリ列挙課題との関連を検討する。それぞれの課題遂行時には次のようなプロセスが想定される。2 つの対象間に共通点を探索する場合には、ま

ずそれぞれの対象がもつ顕在的な特徴が活性化する。2 つの対象間で顕在的な特徴が共通している場合には, その特徴が共通点とみなされる。一方,顕在的な特徴が 共通していない場合には,顕在的でない他の特徴を活 性化させる必要がある。通常,顕在的でない特徴を活性 化させることは容易ではなく,関連性の低い 2 つの対 象間に共通点を発見するためには,顕在的でない特徴 を連想することができるかが重要となる。

カテゴリ列挙課題は、Chrysikou (2006) において、洞察問題解決を促進するためのトレーニング課題として使用されたものである。この課題では、ある対象が属するカテゴリを複数列挙することが求める。例えば、「靴」の場合、一般的には「履きもの」というカテゴリに属するが、「釘を打ち込むために使うもの」というようなカテゴリに属するとも言える。この課題では、対象のもつ特徴を多く活性化させる必要がある。すなわち、カテゴリを多く列挙するためには、顕在的な特徴だけでなく、顕在的でない特徴にも着目することが求められる。このプロセスは関連性の低い2つの対象間に共通点を探索するプロセスと共通していると考えられる。以上より、共通点探索課題とカテゴリ列挙課題との間には正の相関関係が認められると予測する。

2. 方法

実験参加者

名古屋大学の大学生・大学院生 31 名 (男性 14 名, 女性 17 名, 平均年齢 19.84 (SD = 1.27) 歳) であった。 参加者は報酬として 750 円を受け取った。

材料

共通点探索課題 山川他 (2017) で使用した単語ペアのうち、関連性・低条件で用いられたものを使用した。ただし、山川他 (2017) で用いられた 9 ペアのうち、4ペアについて次のような観点から除外した。まず、対象間で共通する文字が含まれていた 3 ペア (「カエルタイル」、「コンロ レモン」、「バナナ バイク」) については、文字が共通するという表面的な点に着目して意味的な側面の共通点が発見できなくなることを避けるために除外した。また「ドレス チラシ」については「チラシ」が「広告」と「ちらし寿司」の 2 つの意味に取れる可能性があったことから除外した。除外した 4ペア分は、山川他 (2017) で使用した刺激語から新たにペアを作成して使用した。該当するペアは「イチゴ テレビ」、「タオル キムチ」、「テント モグラ」、「ミルクベンチ」である。使用した刺激語を表1に示す。

表 1 共通点探索課題の刺激語

イチゴ	テレビ
インク	メダカ
カルタ	ランプ
コイン	ベルト
タイヤ	パズル
タオル	キムチ
テント	モグラ
バケツ	メダル
ミルク	ベンチ

カテゴリ列挙課題 カテゴリ列挙課題では、特定の分類学的カテゴリの中で典型性が高い事物を用いることとした。そのため、はじめに、使用するカテゴリを選定し、その後、そのカテゴリの中で典型性が高い事物を選定した。使用するカテゴリは、Rosch(1975)で用いられたリストから選定した。Rosch (1975)では「家具」、「果物」、「乗り物」、「武器」、「野菜」、「工具」、「鳥」、「スポーツ」、「おもちゃ」、「衣類」の10カテゴリが用いられたが、その中から、対象者である日本人の大学生になじみがあると考えられる「家具」「果物」「乗り物」「野菜」、「衣類」の5つを使用した。

事物は各カテゴリのリストの中で典型性が最も高いものを使用することとした。Rosch (1975) による事物とその典型性の順位を示すリストが現代の日本人の大学生が捉える典型性とは異なる可能性があるため、予備的調査として各カテゴリに属する事物としての典型性の評定を行った。評定協力者は名古屋大学の学部生・大学院生29名(男性11名,女性18名,平均年齢20.03(SD=1.32)歳)であった。1人1台PCが設置してある講義室を使用し、最大20名程度で同時に実施した。同時に実施する参加者全員に対して一斉に、課題内容および倫理的配慮について説明を行った。同意書にサインをした者のみが評定を行った。その後、参加者は講義室のPCを用いて個別に評定に取り組んだ。課題の呈示と参加者の反応の記録にはQualtricsを使用した。課題終了後に、性別、年齢、母語を尋ねた。

評定の際には、「次の各項目は『家具』というカテゴリからイメージされる内容をどのくらいよく表していると思いますか。1 (まったく表していない) ~ 7 (とてもよく表している)の中から選択してください。制限時間はありません。あまり悩まず、直感で回答してくだ

さい。意味が分からないものがありましたら、一番左の『分からない』を選択してください。」と教示した。

日本語が母語であると回答した28名の回答データを分析に用いた。各カテゴリの事例について1名でも「分からない」という回答があった事例には順位をつけなかった。残りの事例について、評定値の平均値を算出し、順位付けを行った。各カテゴリで典型性が最も高かった事例は、「家具」は「テーブル」(M=7.00,SD=0.00)、「果物」は「イチゴ」(M=6.96,SD=0.19)、「乗り物」は「電車」(M=6.96,SD=0.19)、「野菜」は「ピーマン」(M=6.89,SD=0.31)、「衣類」は「シャツ」(M=6.96,SD=0.19)であった。これらを刺激語として使用した。

手続き

1人1台PCが設置してある講義室を使用し、最大10名同時に実施した。同時に実施する参加者全員に対して一斉に、課題内容および倫理的配慮について説明を行った。同意書にサインをした者のみが課題に取り組んだ。その後、参加者は講義室のPCを用いて個別に課題に取り組んだ。課題の呈示と参加者の反応の記録にはQualtricsを使用した。2つの課題の実施順は、参加者毎にランダムであった。課題終了後に、性別、年齢、母語を尋ねた。

共通点探索課題 画面上に呈示される 2 単語に共通する特徴を最大 10 個まで,入力するように求めた。文字数,表記,濁点の有無,共通する文字の有無など言葉の特徴ではなく,その言葉が表す事物や生物がもつ特徴について考えるよう求めた。制限時間は,1 単語ペア(以下1試行とする)につき1分30秒とした。1分30秒が経過すると画面上に次のページに進むことができるボタンが表示され,表示されたらすぐにクリックして先に進むよう指示した。単語ペアは参加者毎にランダムに呈示した。はじめに練習1試行(「パイプ ボトル」)に取り組んだあと,本試行9試行に取り組んだ。

カテゴリ列挙課題 画面上に呈示される事物について、同時に呈示される一般的なカテゴリ以外でほかに属すると考えられるカテゴリを最大 10 個まで、できるだけ多く挙げるように求めた。回答数および制限時間は Chrysikou (2006) の手続きを参考に、本研究の目的に合うように変更して設定した。 Chrysikou (2006) では、1 つの事物に対して 6 つ以上のカテゴリを挙げるように求めており、12 間を 15 分で実施した。本研究では、限られた時間内でカテゴリをいくつ挙げることができるかを調べるため、1 試行あたりの制限時間を設け、回答数に下限を設けず、時間内でできるだけ多くのカテ

ゴリを挙げるように教示した。また、Chrysikou (2006) において、1 問あたりにかけることができる時間は平均すると 1 分程度になるが、これ以上の時間を設けることで、カテゴリを多く挙げる参加者が多くなり、個人差が見られなくなる可能性が考えられた。そこで本研究では、1 試行につき 1 分の制限時間を設定した。1 分が経過すると画面上に次のページに進むことができるボタンが表示され、表示されたらすぐにクリックして先に進むよう指示した。5 つのカテゴリは参加者毎にランダムに呈示した。はじめに練習 1 試行(カテゴリ:食器、事例:「スプーン」)に取り組んだあと、本試行5試行に取り組んだ。

3. 結果と考察

日本語が母語であると回答した30名の回答データを分析に用いた。参加者毎に、共通点探索課題における回答数の平均値と、カテゴリ列挙課題における回答数の平均値を算出した。共通点探索課題について、参加者全体での回答数の平均値は2.27 (SD = 0.86) 個であった。カテゴリ列挙課題について、参加者全体での回答数の平均値は3.48 (SD = 0.97) 個であった。

これら 2 つの平均値の相関係数を算出したところ, 有意な正の相関が見られた (r=.52,p<.001)。散布図および回帰直線を図 1 に示す。この結果は, 共通点発見課題において共通点を多く列挙できる人ほど, カテゴリ列挙課題においてもカテゴリを多く列挙できることを示している。このことから, 共通点探索課題とカテゴリ列挙課題の背景には共通するプロセスがあることが示唆された。

本研究では,固定的な見方を解消するための方法の1

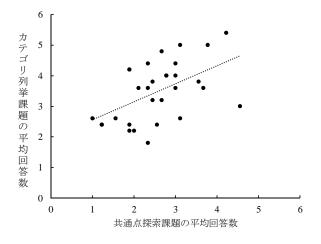


図1 共通点探索課題の平均回答数とカテゴリ 列挙課題の平均回答数の散布図および回帰直線

つとして、「関連性の低い2つの対象間での共通点の探索」のさらなる活用を考えるため、この課題の遂行中に起こる過程について検討することを目的とした。具体的には、共通点を発見するため必要な認知プロセスとして「対象がもつ顕在的な特徴だけでなく、顕在的でない特徴にも着目すること」を想定した。共通点探索課題とカテゴリ列挙課題の両課題において、多くの回答を列挙することができる個人、すなわち、これらの課題をうまく遂行することができる個人は、両課題に共通するプロセスである「対象がもつ顕在的でない特徴への着目」がうまくできていることが示唆される。この点については、参加者による回答内容の質的な評価や分析を通して詳細に検討する必要がある。

4. 謝辞

本研究は JSPS 科研費課題番号 18J11551 の助成を受けた。

5. 文献

- Chrysikou, E. G. (2006). When shoes become hammers: goal-derived categorization training enhances problem-solving performance. *Journal of Experimental Psychology; Learning, Memory, & Cognition*, 32, 935-942.
- Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, 58, 1-113.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology; General*, 104, 192-233.
- Yamakawa, M. & Kiyokawa, S. (2016). Effects of commonality search on activated knowledge for idea generation. Abstracts of the Psychonomic Society (Poster presented at Psychonomic Society's 57th Annual Meeting. Boston, Massachusetts, USA), 21, 168.
- 山川 真由・清河 幸子・猪原 敬介 (2017). 共通点の探索を 通じた創造的な着眼点の発見——対象間の関連性に着目 した検討—— 認知科学, 24, 314-327.

長期デザインプロジェクトにおける集団内葛藤に着目した場合にメンバーの専門多様性が成果物に与える影響

Impact of disciplinary diversity on intragroup conflicts and design outcomes in a longterm design project

田岡 祐樹[†],布施 瑛水[†],齊藤 滋規[†] Yuki Taoka, Emi Fuse, Shigeki Saito

> [†]東京工業大学 Tokyo Institute of Technology taoka.y.aa@m.titech.ac.jp

概要

近年、企業は新しく革新的な製品やサービスを開発するために、グループで長期的なデザインプロジェクトを実行している。グループメンバーの専門の多様性とグループ内の対立は、革新的なアイデアを発展させる要因とされているが、成果物への影響は、特に長期の設計プロジェクトでは十分に検証されていない。本研究は、1.5ヶ月の学生によるデザインプロジェクトにおける多様性の高いグループと低いグループのグループ内対立と成果物の創造性を調査した

キーワード:デザインプロジェクト, 葛藤, 創造性

1. 緒言

近年、多くの組織が、創造的な製品やサービスを創ることが求められている. 創造的な製品を提供するために、様々な専門を持つメンバーがチームを構築し、デザインプロジェクトが実施される. これは、チームメンバーの専門の多様性とそれに伴うグループ内の葛藤(conflict)が革新的なアイデアを開発するための要素の1つであると考えられているためである. 実際に、チーム内の多様性が高いほど、価値の高い(イノベーティブな)アイデアが生成される可能性があると報告されている(図1). しかし、特に長期的なデザインプロジェクトでは、専門の多様性がデザイン成果物に与える過程は十分に検証されていない.

そこで本稿は、専門の多様性がデザイン成果物に与える影響の検証を目的とする. 具体的には、1.5 ヶ月のデザイン思考に基づいたデザインプロジェクトを観察することによって、時間の経過に伴うチーム内の葛藤とそれが成果物に与える影響を研究した.

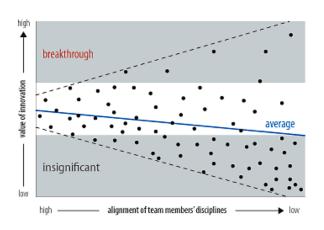


図1 メンバーの多様性とイノベーションの関係[1]

2. 方法

2.1. デザインプロジェクト

デザインプロジェクトは筆者らの大学で実施された 講義の一部であり、筆者の大学の学生の他、美術系 を専門とする大学の学生も参加した。デザインプロ ジェクトは 1.5 か月に渡り、デザイン思考を実践し プロトタイプを製作する PBL(Project Based

Learning)の講義である。学生はグループを作り、「イノベーティブな食体験をデザインせよ」に対応するアイデアを考案した。デザイン思考は、人間中心デザインを用いてイノベーションを創出する手法であり、人々のニーズ(Desirability)・技術的実現可能性(Feasibility)・ビジネス上の妥当性

(Viability) の3つが重要とされる. デザイン思考としては様々なフレームワークが提案されているが,本講義では,d.schoolが提案する5つのステップから成るデザイン思考を採用している(図2). 共感(Emphasize)では,ユーザーインタビュー等を通してユーザーに共感する. 課題定義

(Define) では、共感フェーズによって収集したユ

ーザーに関するデータを統合し、課題設定を行な う.アイデア創出(Ideate)では、設定された課題 に対してアイデア創出を行なう.プロトタイプ

(Prototype) では、創出したアイデアを具現化する. テスト (Test) では、製作したプロトタイプを活用し、ユーザーにインタビューを行ない、プロトタイプに対するフィードバックを得る. その後、フィードバックを用い、アイデアを向上させる[2].

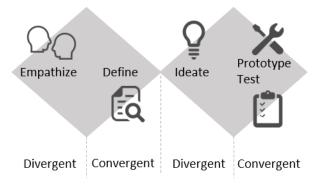


図2 デザイン思考のステップ

講義には、52名の学生が参加し、9グループに分かれた。それぞれのグループは、5から6名の学生で構成されている。本研究では、日本人もしくは日本の大学で4年以上学んでいる留学生から成るグループを評価した。そのため、40名の学生が本研究の調査対象である。40名の学生は、1名のビジネス学生、2名の建築学生、7名の美術を専攻する学生、31名の工学を学ぶ学生から構成された。学生の平均年齢は22.8歳(分散0.71)であり、平均15.2%の女性が各グループに入っている。表1は各グループのメンバーの専門性を現す。

表1 各グループメンバーの専門性

グループ	メンバー	多様性	
クルーフ	<i>7.21</i> 1—	Н	程度
A	1 Art, 4 Eng., 1 Business	0.50	High
В	1 Art, 5 Eng.	0.28	Low
\mathbf{C}	1 Art, 5 Eng.	0.28	Low
D	1 Art, 5 Eng.	0.28	Low
\mathbf{E}	1 Art, 3 Eng., 1 Archit.	0.56	High
\mathbf{F}	1 Art, 4 Eng., 1 Archit.	0.50	High
G	1 Art, 4 Eng.	0.32	Low

多様性の程度は Blau (1977)による定義に基づき式 (1)を用いて計算された[3].

$$H = 1 - \sum_{i=1}^{l} P_i^2 \ (0 < H < 1 - \frac{1}{N})$$
 (1)

この式において、H は多様性の程度、,l は専門の

種類、 P_l はそれぞれのカテゴリーに入るメンバー数の逆数、Nはグループメンバー数を現す。Hの最大値はそれぞれのグループのメンバー数に寄って変化する。グループ A, B, C, D, F は 6 名のメンバーがいるため、Hの最大値は 0.83、グループ E と G は 5 名のメンバーがいるため、Hの最大値は 0.80 である。結果、グループ B, C, D, G は Hの最大値の 50%よりも低い値のため、多様性の低いグループ、グループ A, E, F は、Hの最大値の 50%よりも高い値のため、多様性の高いグループとして考えられた。

2.2. 葛藤 (conflict)の時系列変化の評価

各グループの内の葛藤の時系列変化は、設計プロジェクトの初期、中期、後期を通して、質問紙調査とインタビュー調査によって評価された。アンケートは Jehn, K. A., & Mannix, E. A. によって開発されたグループ内の葛藤を3つの観点(タスク、プロセス、人間関係)から分析する質問紙を活用し実施した [4].

表 2 グループ内の葛藤を問うアンケート

質問文	葛藤
	種類
あなたはプロジェクトでの課題・タスク	タスク
に関してどのくらいの頻度で意見の不一	
致がありましたか	
プロジェクトに関してグループ内で意見	タスク
の対立・衝突はどのくらいありましたか	
グループ内でアイデアに関して意見の対	タスク
立・衝突はどのくらいの頻度でありまし	
たか	
グループ内に感情の対立・衝突はどのく	関係
らいありましたか	
グループ内で誰かが怒ることはどのくら	関係
いの頻度でありましたか	
グループ内の関係に緊張状態はありまし	関係
たか	
プロジェクトをどのように進めるべきか	過程
についてグループ内で意見の対立・衝突	
はどのくらいありましたか	
グループ内で誰が何をすべきかについて	過程
意見の不一致はどのくらいの頻度であり	
ましたか	
あなたはグループの資源の割り振りに関	過程
して意見が一致しないことがどのくらい	
の頻度でありましたか	

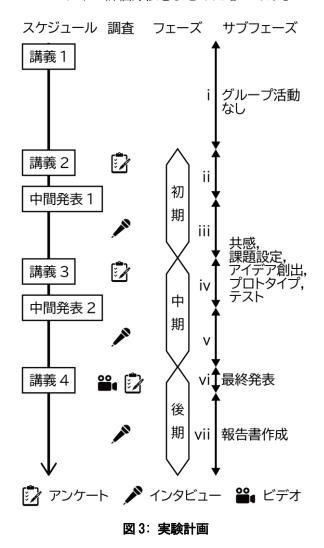
また、インタビューは2つのグループ(多様性が高いグループと低いグループからそれぞれ1グループ)のメンバーを対象に実施した。インタビューはそれぞれ3

0分程度、筆者の内の一人によって実施された.

2.3. 成果物の評価

最終発表時のプレゼンテーションを動画に録画したものを、各グループによって製作されたデザイン成果物として評価した. 創造性評価は、Dean, D. L., Hender, J., Rodgers, T., & Santanen, E. の創造性の定義及び、創造性評価手法に基づき実施した [5]. Dean らによると、創造性は新規性とアイデアの質の二つに大きく分けられ、アイデアの質はさらに8つの指標に分類される. それぞれの指標は、訓練を受けた評価者によって評価された.

図3は、デザインプロジェクトのタイムラインと、プロジェクトの評価方法をまとめたものである.



3. 結果

3.1. アンケート結果

葛藤に関するアンケートの結果は統計的に処理され

た. 表 3 は、アンケート結果において 3 つのカテゴ リーにおける内的信頼性を現すクロンバックのアル ファの数字である. タスクと過程に関する項目の内 的安定性は、許容範囲であるが、関係に関する葛藤 の項目の内的安定性は低い. そのため、関係に関す る葛藤の項目は、参考値として評価する.

表3 アンケートの内的安定性

	タスク	関係	過程
Cronbach's Alpha	0.809	0.579	0.73
質問数	3	3	3

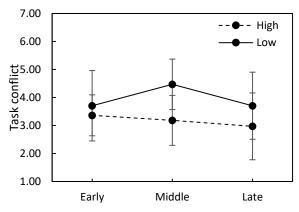


図4:タスクに関する葛藤

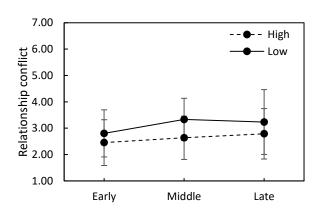


図5:関係に関する葛藤

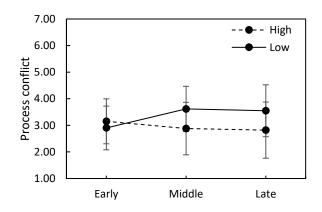


図6:過程に関する葛藤

図 4,5,6 は、それぞれの項目において、多様性の高いグループと低いグループのアンケート結果の平均値と分散の時間経過を現している.

それぞれの項目と段階において、多様性の高低2つのグループを統計的に比較したところ、タスクに関する葛藤を現すカテゴリーの内、Middleフェーズにおいてのみ、有意差があった。

結果は、多様性の低いグループのほうが、多様性の 高いグループよりもより強い、タスクに関連する葛 藤を感じていたことを示している.

3.2. インタビュー結果

グループ B とグループ E の中のそれぞれ 3 名の学生が,継続的にインタビューに回答した.インタビューは,チーム内の専門多様性は専門多様性の程度に応じてチーム内に異なる影響を与えることを明らかにした.表 4 は,インタビューに答えた参加者のプロフィールを,表 5 と表 6 はそれぞれインタビューにおける参加者のコメントを文字に起こしたものである.

表 4 インタビュー調査に回答した協力者

タグ	グループ	専門	性別
B-A1	В	芸術	女性
B-E1	В	工学	男性
B-E2	В	工学	男性
E-A1	\mathbf{E}	芸術	女性
E-Ar1	\mathbf{E}	建築	男性
E-E1	E	工学	男性

表5インタビュ一調査結果(多様性の低いグループ)

人	期	コメント
B - A 1	初期	(意見が言いにくいのは) 一人だから. 例えば他にもう一人ひて, 5人くらい(工学学生)がいたら, 私がこうした方が良いのではと話したときに, その一人の美大生がうなずいてくれるだけで, 結構違うというか[]
B - E 2	初期	(アイデアは)流れというか, ノリで決めて しまった感じがあるので, 6人の意見が反映 されているかっていうとそうではないかも しれない.
B - E 1	後期	うちの班は機械系が多かったのでそこらへん (多様性) はあまり生かされなかったというか反映されてないですね.
B - A 1	後期	今回私のグループでは,美大だからこれが活かされたとか感じなかったから,別に (多様性) なくても良いかなーと思いますね.

表5のインタビューの引用が表すように、多様性の

低いグループ (グループ B) の専門多様性は,専門性によるチーム内の少数派を生み出した.グループBにおいて,6名のグループメンバーの内,5名が工学を学ぶ学生である一方で,1名が芸術を学ぶ学生である.このため芸術を学ぶ学生(B-A1)から,発言の難しさについて,コメントがあった一方で,工学の学生から,発言の難しさにあたる発言はなかった.

表6インタビュー調査結果(多様性の高いグループ)

人期	コメント
E - 中 A 期 1	みんなそれぞれできることが違うんで、手分けしてうまくやれたような気がします. () (役割分担は)自然と. 話し合いとかはわりとみんな「こういうのはどう?」って「いうんですけど、結構得意不得意があるんで、実際に手を動かすってなると. 話し合いの時とかも分業だねって話してました.
E - 中 A 期 1	(役割分担は) それは最後、ものつくらなきゃってなってから、あとどういうふうに動かそうって仕組み考え始めたことから分業化が始まりました。
E - 後 A 期 1	みんなが何かしら持ち寄れるところがあるっていうのはすごく信頼できる要素だなって思いました。
E - 初 E 期 1	うちの美大の人たしか映像系の人だった気がするから、どっちかっていうと勝手に考えてるのは最後の PV 作るときにすごいデザインで貢献してくれるのかなーとか期待は持ってる感じかな。
E - 中 E 期 1	今回みんな誰かしらが何かしらをちゃんとやってて、フィードバック、話し合いができて、って感じだったので良かったのかなとは。わかんないことは何も触れられなかったですけど、映像投げてもっとこうしたほうが良いんじゃないって言われたら直してとかですね。

専門多様性の高いグループ (グループ E) では、専門の多様性がデザインプロジェクトを進める際に生じるタスクの分担を促進した. 具体的には、タスクの特徴に応じて、専門性の観点からそのタスクに適任であると思われるメンバーにタスクを分担していた.

3.3. 成果物の評価

表7は、それぞれのグループが製作した成果物の評価値を現している.新規性と質はそれぞれを現す項目に関する合計値を現し、新規性の最大値は14、質

の最大値は 42 である. 創造性は, 新規性と質のスコアの合計で表し, 最大値は, 56 である.



図7: デザインプロジェクトの成果物例(色や模様が 変わるお皿, グループB)

表 7 成果物の創造性評価

グループ	多様性	成果物		
-71V-7		新規性	質	創造性
В	低	10.5	32.0	42.5
С	低	4.00	33.0	37.0
D	低	6.50	30.0	36.5
G	低	11.0	29.0	40.0
A	高	5.50	27.0	32.5
Е	高	9.00	29.0	38.7
F	高	5.50	27.0	32.5

4. 結論

本論文では、中期のデザインプロジェクトにおける グループ内の葛藤とデザイン成果物について、アン ケート調査とインタビュー調査から観察した。多様 性が少ないグループでは、マイノリティーとなる学 生の発言が限られていること。また、多様性が低い グループでは、専門を生かした役割分担が進む一方 で、相手の専門を尊重するがゆえに、込み入ったこ とに対して発言しない学生が判断している様子が垣 間見えた。本研究でのインタビュー調査はサンプル 数が限られているため、今後より多くの被験者を交 えた研究が望まれる。本論文は、専門の異なるメン バーによるデザインプロジェクトをより円滑に進め る手法の開発の一助となる。

参考文献

- [1] L. Fleming, "Perfecting cross-pollination", *Harvard business review*, 2004, Vol. 82, No. 9, pp. 22-24.
- [2] 齋藤 滋規, 坂本啓, 竹田陽子, 角征典. エンジニアのためのデザイン思考入門. 株式会社翔泳社. Dec, 2017.
- [3] Blau, P. M. (1977). Inequality and heterogeneity: A primitive theory of social structure (Vol. 7). New York: Free Press
- [4] Jehn, K. A., & Mannix, E. A. (2001). The dynamic nature of conflict: A longitudinal study of intragroup conflict and group performance. Academy of management journal, 44(2), 238-251.
- [5] Dean, D. L., Hender, J., Rodgers, T., & Santanen, E. (2006). Identifying good ideas: constructs and scales for idea evaluation.

演劇における演技の反復性がもたらす表現の変化 The changes in theatre acting caused by repetition.

ヒュース由美[†], 三浦哲都[‡], 向井香瑛[†],工藤和俊[†] Yumi Hughes, Akito Miura, Kae Mukai, Kazutoshi Kudo

> [†]東京大学,[‡]早稲田大学 University of Tokyo, Waseda University yumihughes@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

本研究では、演劇経験者 2 名ペアが 即興的に演じた劇を 20 回反復した時に起こるセリフと動きの変化を実験的に検討した. 映像からセリフの変化を、足圧中心の時系列データから二者の身体的な相互作用を検討した結果、①セリフの重複が反復開始後に減少した.②即興時の二者間の相互相関が最も高かった.③反復により即興時の微細な動きは割愛され、大きくパターンのあるものに変化した.この結果は、反復性により即興表現が編集されたことを示唆する.

キーワード: 反復性 (repetition), 即興 (improvisation), Center of Pressure (COP), 演劇, 演技.

1. はじめに

1.1 演劇における行動の再現性

アリストテレスは『詩学』の中で、演劇の表現形式の特徴は「行動する人間を、行動によって再現すること」と述べた(1459). 美学者の佐々木 (1984) も演劇の特徴を、人間の行動を再現する再現対象性と、観客の目前で再現される再現様式性であると説明している. ここでいう再現とは、単純なイベントの復元ではない. 観客にとって「いま初めてここで起こったこと」として、感じられるべき一回性の表現である(佐々木、2011). さらにこの表現は、繰り返すという反復性を孕んでいる. そのため俳優は、すでにセリフや動きを知っていながらも、そのイベントが初めて起こったかのように振る舞う必要がある.

現在,世界中で上演される演劇は多種多様であるが, 生身の観客と俳優が同時空間で出会うパフォーミング アーツが本質的に持つ再現対象性と再現様式性という 特徴において,俳優が一回性かつ反復性のある演技を 遂行する必要性は,すべての演劇に共通していると考 えられる.

1.2 日常の演技・舞台の演技

ここで、本研究で扱う「演技」について明らかにしておく。本研究における「演技」とは、人が日常的に行う「演技」とは異なる。もちろん人は、日常の場面でも特定の役割としての振る舞いを求められることがある(以下、日常の演技)・例えば、教師になると「教師」という役柄に、親になると「親」という役柄に、ふさわしい行動を求められる。清水(2016)は、人生を即興劇にたとえて、人はみな俳優であり、特定の観客のために、人生という舞台で演技をしていると述べた。つまり人は日常でも「演技」行為を行なっていると考えられる。

しかしベネディティ (2001) が,日常における「いまのままの"わたし"」が行う演技と,舞台における「劇的なる"わたし"」が行う演技を区別したように,俳優の演技は日常行為の再現ではあるものの,あくまでも芸術的な再現であり,稽古を通して,劇作家や演出家によって,吟味され,決定されている(佐々木,1984).さらに日常の演技のほとんどは即興であり,2度と同じ状況やセリフが繰り返されることはない.上記の理由から,本研究では舞台と日常の演技は異なるという立場に立つ.

1.3 演技の困難さ・新鮮かつ反復するには

世界で初めて演技システムを確立した俳優・演出家 のスタニスラフスキーは、著書『俳優の仕事』で反復 することの難しさを以下のように記述した.

同じ感情や身振りを繰り返すというのは、どういうことなのか。それは一体だれのものなのか(中略)。なぜ昨日の演技は今日のと、今日のは昨日のと同じなのか。私の想像力は種切れになってしまったのか。それとも私の記憶がもう役の材料を提供してくれなくなったのか。なぜはじめはあんなに気持ちよくことがはこんだのか。なぜそれが

急に行き詰まってしまったのか. (スタニスラフスキー, 1983)

上記には、上手くいったと思った演技が、反復によ って変化した混乱と不安が描かれている. このように、 反復によって演技の新鮮さが失われてしまうという問 題は、演劇実践家の一つの課題だとされている (Grant, 2015). これに呼応して後安・辻田 (2007) では、同時 多発の会話構造を持つ演劇が、どのように観客の見る に耐えうる芸術レベルまで磨き上げあげられるかに関 して、稽古の全プロセスを追跡して、演出家からなさ れた俳優への演技指導内容を検討している. 結果とし て, 俳優が複雑な会話劇を何度でも同じように再現で きるようになるために最も重要だと考えられるのは、 演出家から拘束的になされる「セリフのタイミング」 に関する指摘であることが明らかになった. つまり演 劇を反復するためには、俳優個人の技術だけではなく、 外部からの介入や俳優同士のやりとりによって生み出 されるものが重要であると考えられる. しかしこの研 究では、稽古で完成された俳優同士のタイミングの規 則性が, 毎晩繰り返される上演の中で崩れてしまった ことも報告している. このことから、外部の介入によ るタイミングの規定は、会話のリアルさを再現するた めに効果的であるものの、介入がなされない本番とい う反復の中での保持は、容易でないと考えられる.

1.4 即興がもたらすスキル

演技を一回性かつ反復可能なものにするために, 演劇実践者たちに活用されている解決策のひとつに 即興 (Improvisation) がある (Johnston, 1979). 前記 のスタニスラフスキーを始め、Chaikin (1972)、 Grotowski (1975), Brook (1993) など, 即興の重要 性を説いた演出家は枚挙にいとまがない. 能を確立 世阿弥も、俳優の演技は、その日の観客に合わせて柔 軟になされるべきだと説いた (堂本, 1964). 即興で行 う劇の創作には台本を用いないため、どのようなス トーリーになるか分からない不確実性の高い状況下 で、俳優が自発的にセリフを言い、動き、相手役とイ ンタラクションを行う必要がある (中小路・絹川、 2015). この経験を積み重ねることで、舞台上でも、現 実味のある存在感を持ち、相手役とやりとりができ るようになると考えられている (Frost & Yarrow, 2007). 演劇だけに限らず、新鮮な演技を導きだすた めの手法に即興を使う例は多くある. 例えば 2018 年

にカンヌ映画祭でパームドール賞を受賞した映画 「万引き家族」の是枝裕和監督は、即興的に撮影することで、俳優の自然と出た言葉やしぐさを大事にしているという (Uramoto, 2018). ギョーム・セネズ 監督は、映画の撮影中に、即興的に演じる偶然に生じる俳優のセリフの口ごもりやセリフのバッティングを、現実的な良いものとして重要視したことを語っている (小峰, 2019).

先行研究では、即興のトレーニングを受けた表現者 は、一般人と比較して、リーダー・フォロアーの役割 を決めずとも、それぞれが柔軟に対応しすることがで きる能力、すなわち協調性 (Co-leadership) が高いとい う結果が報告されている (Noy et al., 2011). また即興音 楽演奏時のミュージシャンの身体のコーディネーショ ンを検討した研究では、即興音楽演奏中の二者のミュ ージシャンの身体は、ローカルかつグローバルに同期 したことが報告されている(Walton, et al., 2018). しか しこれはあくまで即興的, つまり一回性の行動状況に 限ったことである. 仮に即興によって新鮮な演技を遂 行しても、繰り返された時に、即興時の新鮮さを保て るとは限らない. Keller & Engel (2011) の研究では, 即興ミュージシャンに即興音楽 (Improvised Music)を 演奏してもらい、4-12週間後に、同じ曲を何度も反復 練習した後に演奏してもらう実験を行なった. 即興時 とイミテーション時の2種類の演奏音楽の強度を比較 した結果、鍵盤を押す力のエントロピーは、即興演奏 の方が有意に高かった. この研究では、即興演奏はラ ンダム性が高く, どうなるか分からない状況で演奏し ていたのに対して、イミテーションの演奏は、何度も 反復練習をすることで, 演奏順序が系統的になったた め、即興演奏時に存在した自発性が失われたのではな いかと推測している.

このように、一回性と「どうなるか分からない」という高い不確実性と表現の自由度がある即興表現でも、反復性がもたらす「どうなるか分かっている」という確実性と表現の固定化によって、表現が変化する可能性がある。そこで本研究は、即興的に表現された演技行為が、反復することでどのように変化するのか、反復によって失われるものは何かを、実証的に解明することを目的とする。

2. 実験方法

実験協力者2名に、台本を用いずに即興的に劇を創作してもらい、そこで発せられた言葉を台本として書き出し、セリフとして練習した上で、できるだけ同じ劇として20回反復してもらうことで、実験的に台本演劇を繰り返す状態を作り出し、その中で演技がどのように変化してくかを実験的に検討した.

2.1 データ収集システム

本研究では、前方と後方から2台のビデオカメラでの撮影と床反力計による足圧中心(Center of Pressure, COP)を計測した。身体の姿勢変化はCOPに反映されることから、この時系列データを用いて二者間の身体の前後左右の動きの相互作用を検討した。

2.2 実験協力者

実験協力者は、趣味で演劇を行なっている1名(男性、演劇経験3年・即興演劇経験5年)と演劇経験者1名(女性、演劇経験20年・即興演劇経験3年)であった.

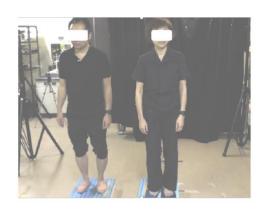


図1 実験の様子

2.3 実験手順

2.3.1 即興劇の創作と反復

実験室において、実験協力者 2 名(S1, S2)それぞれに床反力計(Force Place)に乗ってもらい(図 1)、まず即興的に劇を演じてもらった(3 分). 演技中の発話をすべてホワイトボードに書き出し、台本とした. 反復する長さは、即座に覚えられる程度で、文脈として切りがよいセリフまでとした. 2 名が演じた映像を

何度か見せて、セリフを何度か練習してもらい、セリフをある程度に覚えたことを確認してから、①できるだけ即興で行なった演技と同じようになるように演じてほしい。②その際できるだけ足を動かさないまま演じてほしいと教示をした上で、20回繰り返してもらった.

2.3.1 データ解析

得られた映像データは、動画解析ソフト ELAN を使用してセリフの間の長さと重なり、セリフと動きの関係を調べた. さらに 21 回分の二者間の COP データの相互相関、試行間の速度の変化を検討した.

3. 結果と考察

3.1 セリフの重なりの検討

映像データから、すべてのセリフと間の長さを計測した. さらに重なり部分を 20 回分調べたところ、最初に行なった即興での劇中には、トータル 9 秒のセリフの重なりが起こったが、それ以降 10 回目と 20 回目に1 秒ずつの重なりがあるだけで、それ以外の部分ではセリフの重なりが見られなかった(図 2 と 3). これは台本がないという不確定な制約の中で起こった偶然の重なりが、セリフが決まっていくことで消えたことを示している. 誰が何を話すのかという役割が決まった確定的な制約になったとき、より明確にセリフを話すことが重視されて、話が聞き取りづらくなる要因となるセリフの重なりは修正されていった可能性がある.

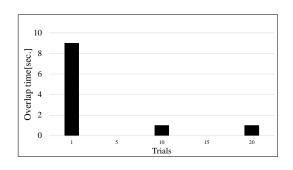


図2 セリフの重なり時間

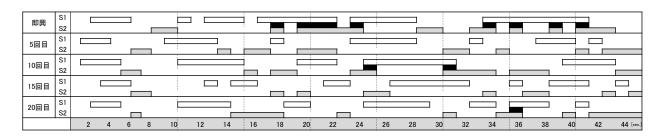


図3 時系列における二者間のセリフのやりとり ここでは即興で行なった1回目から5回ごとの二者(S1,S2)のタイミングと重なりを示す. 黒い部分が二者のセリフが重なった部分である.ここに記さない回で、セリフの重なりは見られなかった.

3.2 動きの速度

次に動きに関して、左右方向の COP 速度を算出し、 台本演劇 20 回分の変化を検討した。図 4 は即興で行 なった回と、そこから 20 回反復した台本演劇のすべ ての回の速度データである。即興演劇では、二者の動 きが、細かく変化している。しかし反復1回目からは、 即興演劇とはまったく異なる動きのやりとりが見られる。速度が全体的に早く、回数を重ねるごとに、一定 の部分のみに限定的に増大が見られ、それが次第にパターンのように発生したことが確認された。

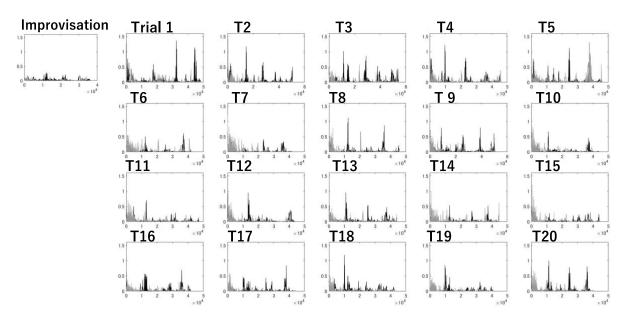


図4 二者の左右方向の COP 速度 左が即興時に行なったもの. その後 20 回同じ劇を反復させた. 黒色が S1, 灰色が S2 である.

例えば、1回目 (T1) からその後すべての回に渡って、 劇の開始直後に S2 の左右の大きな揺れが発生している. これはまるで固定された動きのように、毎回かならず登場している. さらに劇開始後 10 秒付近、25 秒付近、30 秒付近に、S1 による大きく早い動きがパターン的に見られる. これらは即興演劇では見られなかったものである. 実験協力者の 2 名には、できるだけ即興劇でやったものと同じセリフと動きをしてほしいと教示をした. しかしこのデータの結果から示唆されるこ とは、反復する中、即興で行なった劇と同じやりとりがなされるのではなく、それとまったく異なったパターンが、二者間で生まれたと解釈できる。この現象が生まれた理由として以下が考えられる。最初の即興状態では、相手がどう動くか分からなかったため、相手に意識を向けて、相手の動きを予測し、自己の動きを調整する必要があった。その調整が相互の微細な動きを生み出した。それは目立った大きな動きよりも、その場その場の状況によって、動きは細かく変化するも

のである。特に即興のトレーニングを受けた者は、Coleadership の能力が高いため、両者がリーダー・フォロアーの役割を細かく変えながら、互いに協調しつつ演技が遂行されていた可能性がある。しかしセリフ内容が決まり、話す順番が両者間で決定されるようになると、相手の細かい動きを意識して、自分の動きを変更する可能性がなくなる。そのため、むしろ劇表現として、自分の役割を明確に打ち出すことに意識が向くようになり、「おきまり」のような速度の大きい動きが出現したのではないだろうか。

3.3 二者間の速度の相関関係

即興の演技から 20 回の反復まで、二者の COP データから相互相関を検討したところ、左右方向の相関関係において、即興時にのみ、-2 秒から 2 秒遅れのあたりに、負の相関が見られた(図 5).

さらに 21 回ごとの時間遅れなしの時の相互相関値を見ると、即興時が一番強く、-0.4 の負の相関が見られた(図 6).

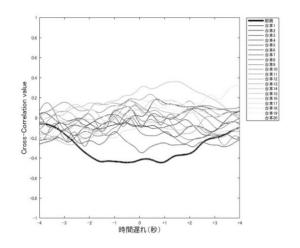


図 5 COP 左右方向の相互相関図 太線が即興時の相関関係を, それ以外は各施行の値を示す.

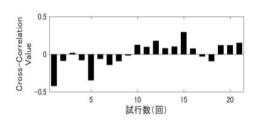


図6 COP 左右方向の相互相関(時間遅れなし)

4. **まとめ**

本研究では、即興的に演じられた演劇が、反復によって変化する様子を、実証的かつ定性的・定量的に検討した。その結果、実験協力者たちが行なった即興劇のセリフのタイミングと動きは、反復することによって変化した。セリフの重複は消滅し、動きは速度のメリハリのあるものとなり、異なるパターンが生じた。

ここで失われたものは何だろうか.変化した点から 考察すると、失われたものとは、即興的な状況で起こっていた微細な身体のコーディネーションではないだ ろうか. つまり、「どうなるか分からない」という不確 実な制約によって発生した俳優同士の行為(相手に注 意を向け、小さな相手の動きにも敏感に反応する、ひ とつのシステムのような繋がり)は、「どうなるか分 かっている.次に来るものが分かっている」という、 確実で安定的な制約に置き換わったことで、本人たち ができるだけ同じ行為の再現を試みたつもりでも、相 手への集中や敏感な反応は薄れ、細かい動きは省略され、知っていることは強調されるなど、表現は編集され、再構築されていったのではないだろうか.

本研究の意義は、定性的な研究が多かった演劇研究において、俳優の「動き」に着目し、演劇における表現者同士の演技行為の関係性を定量的な研究手法によって検討することで、二者間の演劇表現の関係が「行動」に表出することを定量的に示したことである.

今後は、他の俳優ペアにおける再現の可能を検討する必要がある.

文 献

アリストテレス. (1458). 『詩学』. 今道友信 訳. 岩波書店. Benedetti, Jean. (1998). *Stanislavski & the actor*. Routledge, Taylor & Francis Group New York.

(高山 図南雄・高橋 英子 訳. (2001). 『演技―創造の 実際 スタニスラフスキーと俳優』. 晩成書房.)

Brook, Peter. (1993). *There are No Secrets: Thoughts on Acting and Theatre*. London, Methuen. (貴志 哲雄, 坂原 眞理 訳. (1993). 『秘密は何もない』.早川書房.)

Blair, Rhonda. (2008). *The actor, image, and action. Acting and cognitive neuroscience*. Routledge Taylor & Francis group London and New York.

Chaikin, Joseph. (1972). The presence of the actor. New York,

Atheneum.

- Frost, A., & Yarrow, R. (1990). *Improvisation in Drama*. PLAGRAVE MACMILLAN.
- Grant, Clare. (2015). Improvised Liveness: Opening Statements. Improvisation and the 'Live': Playing with the Audience. In Caines & Heble (Eds.). *The improvisation studies reader:*Spontaneous acts, 353-356. Routledge.
- Grotowski, Jerzy. (2014). *Towards a poor theatre*. Routledge. (大島勉訳. (1971). 『実験演劇論―持たざる演劇をめざして』. テアトロ.)
- Johnston, Keith. (1979). *Impro Improvisation and the theatre*. Methuen Drama.
- Keller, P. E., Weber, Andreas., & Engel, Annerose. (2011). Practice makes too perfect: Fluctuations in loudness indicate spontaneity in musical improvisation. *Music Perception.* 29 (1), 109-114.
- 小峰 健一 (2019). 映画「パパは奮闘中!」セネズ監督 現場での対話通し描く 仕事と育児父の苦悩実体験が出発点. 朝日新聞. 4月 26 日夕刊.
- 中小路 久美代・絹川 友梨 (2015). 即興演劇ワークショップ のデザイン学的解釈の試み. 計測と制御. 公益社団法人 計測自動制御学会. 54 (7).
- Noy, L., Dekel, E., & Alon, U. (2011). The mirror game as a paradigm for studying the dynamics of two people improvising motion together. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108** (52), 20947-20952.
- 佐々木 敦 (2011). 『即興の解体/懐胎 演奏と演劇のアポリア』. 青土社.
- 佐々木 健一 (1984). 『講座 美学 第4巻』. 東京大学出版. 清水 博 (2016). 『<いのち>の自己組織 共に生きていく原 理に向かって』. 東京大学出版.
- 堂本 正樹 (1964). 『世阿弥アクティング・メソード』. 晩成書房.
- Uramoto, Mariko. (2018). Portrait Hirokazu Koreeda. Fashion Post. https://fashionpost.jp/portraits/136826 (July 4, 2019).
- Walton, Ashley E., Washburn, Auriel., Langlad-Hassan, Peter.,
 Chemero, Anthony., Kloos, Heidi., and Richardson, Michael J.
 (2018). Creating Time: Social Collaboration in Music
 Improvisation. Cognitive Science .10, 95-119.
- Wilson, G. D. (2002). Psychology for performing artists. Whurr Publishers Ltd.

不確実性を飼いならすレイアウト 書道熟達者の字画配置方略 Layout taming uncertainty: The case of an expert calligrapher

野澤 光 Nozawa Hikaru

東京大学

The University of Tokyo nozawa521@gmail.com

概要

本研究は、書道熟達者 1 名が 16 試行を通じて「臨書」作品を制作するケーススタディである。書家のかいた字画について、画像相互情報量による類似度評価を用い、字画の形態調整を縦断的に検討した結果、字画形態の一貫性は、紙面上の文脈に依存して異なることが明らかになった。またこの結果は、紙面上の文字配置の計画について述べた、書家の内省報告と部分的に一致していた。以上の結果は、書家が戦略的な文字の配置によって、「不確実性を飼いならす」技術を身につけていた可能性を示唆する。

キーワード:書道 (calligraphy),書字行為 (writing), 模倣 (imitation),制御方略 (control strategy)

1. はじめに

「臨書」とは、書道の指導者がかいた手本や古典作品を模倣する行為をさす。書を学ぶ過程の大部分は臨書によって達成される。また、優れた臨書は自律した作品として評価される。したがって、創造性研究の文脈から言えば、臨書は、個人内の創造性と歴史的な創造性[1]を架橋するものである。臨書という制約条件を利用することで実現される作品は、作家にとって新規な作品であると同時に、古典の再制作でもある。臨書は、個人内での作品に、それが属する歴史的な文脈を与えることで、個人が美術史に介入する機会を与える。

これまで本研究は、熟達者 1 名の 16 試行を通じた 臨書制作プロセスを、画像データと運動データの両面 から、継続的に報告してきた[2] [3]. 本稿では、熟達 者のかいた文字と字画について、画像相互情報量によ る類似度評価を用いることで、字画の形態調整プロセ スを浮かび上がらせる.

2. 方法

実験ではプロの書家 1 名が古典作品を臨書する過程を記録した. 作品は,北魏の碑文『鄭羲下碑』(鄭道昭, A.C.511) の拓本[4]であり,碑文から抜き出した 17 文字「父官子寵才徳相承海内敬其榮也先假公」を,半切

用紙(35×135cm)に「形臨」(外形に忠実な臨書)するよう指示した。実験時間は最大8時間,試行数の制限はなく、参加者が作品完成を申告した時点で実験終了とした。なお実験において使用したのは A4 見開き(42×29.7cm)の拓本の複製であり、縮尺は100%であるものの、数文字ごとに切り抜きされているため、字間はオリジナルと異なっている。

3. 結果

実験の結果,熟達者の平均試行時間は17分48秒(SD 150秒)であり,描画時間の合計は4時間46分,試行数の合計は16枚であった。各試行の所用時間別に見ると,試行時間は1試行目の12分10秒から,16試行目の20分59秒まで試行を重ねるにつれ増加する傾向にあったが,1要因ANOVAの結果F(249,15)=0.74(p>.05),試行数の主効果は有意ではなかった。一方,文字の画数と描画時間は強い正の相関(R=0.86)を示しており,描画時間が画数に依存していることを示していた。なお,書家は2,3,4,8試行目では16文字しかかけず,7試行には指示に反して18文字目をかいているが,この文字は分析で除外している。

4. 相互情報量による字画の類似度評価

相互情報量(Mutual Information)とは、情報理論において、2つの確率変数の相互依存の尺度を表す量である。事象 B と事象 A の間に従属的な関係があると仮定し、B の事後エントロピーを知ることによる、A の事前エントロピーの現象度合いを尺度とする。相互情報量は、画像の類似度を機械的かつ一様に算出するため、細部の特徴を捉えられない。また、文字面積や字画の数に対して値が敏感に反応する。このため本稿では、文字間、字画間の比較は行わず、試行数に対する相関を検討した。

まず、臨書の文字の、見本の文字に対する相互情報 量を検討した. 算出の際は、600ppi でスキャンした JPG

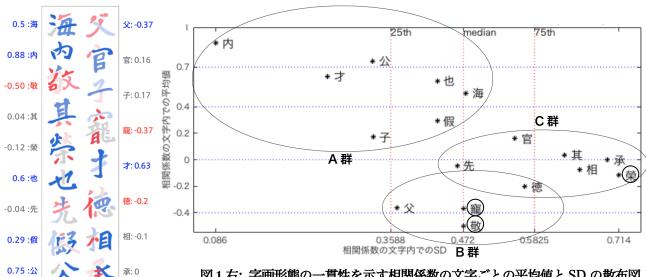


図1右: 字画形態の一貫性を示す相関係数の文字ごとの平均値と SD の散布図. 左: 字画形態の一貫性を文字ごとに平均したダイヤグラム.

データのピクセル領域を 2 値画像に変換した後、バウンディングボックスで文字ごとに切り離した画像を使用した。文字のサイズとプロポーションは、見本と臨書が同一になるよう調整したため、紙面内での文字位置、文字の大きさ、および文字の縦横比は、類似度の評価から捨象されている。文字種ごとに Z 値化した、見本の文字と臨書の文字の相互情報量を、試行数要因で検討した ANOVA1 の結果 F(249,15)=0.09 (p>.05)、主効果は有意ではなかった。この結果は、臨書が試行数に対して直線的に類似度を上昇させるようなタスクではないことを示している。

つぎに、文字を構成する各字画の、16 試行を通じた 字画形態の一貫性を検討した. 具体的には、まず 16 試行を4分割してグループ化(1-4試行,5-8試行,9-12 試行,13-16 試行) したのち,グループ内のすべての組 み合わせについて、字画の相互情報量を算出し、得ら れた字画ごとの結果を文字ごとに平均し、さらにグル ープごとに平均した値の、グループ数に対する相関係 数を算出した。これにより、グループ間での字画形態 の一貫性を定量化することができる。17 文字から作成 された字画のセグメントは、全16試行で1488個であ った。各セグメントは筆跡が肉眼で観察できない場合 をのぞいて、文字の画数にしたがって分割し、相互情 報量が最大になるよう、バウンディングボックスのス ケーリング, 平行移動, 回転を行った. 相互情報量の 文字ごとの平均値の,グループ数に対する相関係数は, 1 行目 (R=-0.08, SD 0.6), 2 行目 (0.18, SD 0.65) とも 無相関であり、17文字中、正の相関を示す文字が7種、

無相関を示す文字が7種,負の相関を示す文字が3種であった.一方,相s互情報量の相関係数を文字色に対応させ、形態の一貫性を、紙面上の文脈で捉えたダイヤグラム(図1左)は、形態の一貫性が文字ごとに異なることを示していた.たとえば10文字目「内」の一貫性が、試行を通じて増加している(R=0.88)のに対して、11文字目「敬」は、試行を重ねるほど減少しており(R=0.5)、形態の一貫性が脆弱であったことを示している.これらの結果は、形態調整の難易度が、文字ごとに異なることを示唆している.

5. 書家の内省報告との比較

文字ごとの形態調整の難易度をさらに明解に可視化するため、形態の一貫性をあらわす相関係数の平均値と SD を、散布図にプロットし、形態調整のタイプを3つの群に分類した(図 1 右). A 群は形態の一貫性が増加し、ばらつきが少ない文字群、B 群は形態の一貫性が減少し、ばらつきが中程度の文字群、C 群は形態の一貫性が増減せず、ばらつきの大きい文字群である。字画の形態の一貫性が増加している A 群は、書家にとって形態調整がより易しかったと考えられる。一方、字画の形態の一貫性が減少している B 群は、形態調整がより探索的であったと考えられる。

以上の分析を、実験後に実施した書家の内省報告と 比較した結果、字画形態の一貫性の散布図は、書家の 報告(表 1)と、部分的に一致していた。書家の内省 報告は、まず臨書作品に関して5種の質問、各文字に 関して3種の質問をしたのち、必要に応じて追加質問 書家:……この十七文字の中で、一番目立たせて書こうとしているのは「寵」なんです。画数が多いこともありますが、自分の中で造形的にポイントになるし、いい位置にあるので、ここでひとつポイントにしたいのですが、この中(前半の試行)では、「栄」のほうが大きいか、ほぼ同じくらいですね。6試行目あたりから、「寵」を目立たせるために少し小さくなってきたのですね…(中略)…でもこれは小さすぎて、二行目に山場がなくなってしまいました。

質問者:16 試行を通じて、見せ場をつくる、それに合わせて大小や緩急に変化をつける、という意識があるのですか? 書家:ありますね。

質問者:それは試行を書き始める前に決めているのでしょうか?

書家:それはあります。この17文字を二行に書く選ぶ時に、だいだい文章の切れのいい部分を選ぶのですが、その中で、多少目立つ文字がいい位置にくるように、設計図じゃないですが、そういう意識をもってやりますね。この十七文字のなかでは「寵」が一番の主役のようなものです、準主役のようなかたちで、「敬」「栄」ですかね。そのあたりに少し、こう、ちょうどやっぱり真ん中に来るように、かつ、並ばないように、またその周辺には脇役となるような画数の少ない字が並んだりすると、構成としては面白くなる、そんなようなイメージが、言葉を選ぶ前からあります。

表1 書家の内省報告 10 試行目の臨書の全体に関する発話からより抜粋した。

をする,反構造化インタビューで実施された.ここでは,書家が臨書を制作する前に,あらかじめ意図していた事柄を述べた会話に注目する.書家は,臨書制作前の文字の選択と,紙面上の文字の配置に関して述べている.発話内容は,書家が,臨書の「主役」として書いて文字と,「脇役」として書いた文字で,質的に異なる形態調整をしていたことを示唆している.とりわけ書家が「主役」として挙げたのは,形態の一貫性が試行をかさねるほど減少したA群の文字であった.このことは,A群において,制御困難な状況下で,きわめて探索的な形態調整が続けられていたこと,および,書家が文字ごとの形態調整の難度を予期して,あらかじめ紙面上に文字を配置していたことを示唆している.

6. 議論と結論

臨書の見本と文字の類似度が、試行数に対して無相関であった事実、および、16 試行を通じた字画形態の一貫性が紙面上の文脈ごとに異なり、書家の内省報告と一致していた事実は、つぎのことの意味している。臨書は、そもそも見本に類似する文字をかくタスクではなく、むしろその制作プロセスは、試行を通じて文字の形態を変形させ続ける過程である。このような状況下で、書家は、字画形態の制御の不確実性を、部分的に縮減するような仕方で、文字位置を計画することができると考えられる。書家が「主役」として報告したのは、試行を通じた形態の一貫性が脆弱で、制御の難しい文字群であった。加えて、これら不確実性の高

い文字群は、紙面に相互に隣接しておらず、むしろ調整の容易な「脇役」の文字に周囲を取り囲まれ、ジグザグ状に配置されていた。このような文字の配置は、書家が、字画の戦略的な配置によって、部分的に不確実性を飼いならす術を身につけていた可能性を示唆する。書家の文字配置方略は、形の安定した領域を利用して、形の脆弱な領域を取りかこみ、線の造形の多様性を確保する、外的制約の自己生成であったと考えられる。紙面上に、文字は単独で存在するのではない。一文字の形は、他の文字の形によって取り囲まれており、一文字の形を変えると、その変化は、他の文字にも影響を及ぼす。いいかえれば、書における形態の調整は、ローカルな変形がグローバルな変形に波及しないような、ダイナミクスの囲い込みの方略を必要とする。

本稿は、熟達者1名の臨書制作プロセスの、総合的研究の一部である。すでに、同じ書家に関する先行研究[2]では、書家の文字レイアウト方略が、生態学的制約に従って自らの調整レベルを複数の背景レベルに差異化する能力と、複数の変数を相補的な入れ子にする能力からなることが、明らかにされている。書家は、紙面のフレームと文字の組み合わせという課題特定的な制約に対して、文字の配置を補償的に調整していた。また、同じ書家の視線探索を検討した先行研究[3]は、書家の観察動作が、試行を通じた安定性と、文字位置に対する適応性を併せもつ、高度な熟達を遂げており、加えて、書家の安定した観察頻度が、水という物理的制約に由来することも示唆している。書家は、墨汁が

紙の上に滴り滲まないよう,一定の速度で頭と手を動かし続けなければならない。書家の身体は,重力に滴る水という媒質に拘束され,継続する動作に導かれている。これら先行研究は共通して,書家のスキルの本質が,紙面のプロポーション,低粘度の墨汁といった生態学的制約を,身体を安定させる資源として利用できる点にあることを示している。本稿の結果を,これらの先行研究と併せて考えたとき,書家が,視線探索のレベル,文字の配置のレベル,字画の形態のレベル,といった複数の次元において,生態学的制約を積極的に利用していることを示唆している。墨に浸された柔らかな毛筆は,かくたびに異なる線の造形を,紙面上に描き出す。書家の生み出す線の変異は,生態学的制約の重層的な利用によって実現された,安定した支持平面を必要としている。

文献

- [1] Boden, M. A. (1990) The creative mind: Myths and mechanisms, George Weidenfeld and Nicolson Ltd.
- [2] 野澤 光 (2017) "書道熟達者の臨書制作プロセス 文字配置の補償的な調整過程—",東京大学大学院情報 学環紀要 情報学研究 (93) ,35-52
- [3] 野澤 光 (2018) "臨書の研究 —書道熟達者の視線探 索—", 生態心理学研究, Vol. 11, No. 2, 17 - 19.
- [4] 鄭道昭(1989)鄭羲下碑, 中国法書選, 二玄社.

アプリケーション使用時におけるメンタルモデルの修正の検討 The modification of mental model for users who use application

姚昕[†],松林 翔太[†],三輪 和久[†] Xin Yao,Shota Matsubayashi,Kazuhisa Miwa

† 名古屋大学

Nagoya University youshin@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要

本研究は、ユーザがスマートフォンでアプリケーションを使用する場面を考え、その時行われるメンタルモデルの修正を検討する。方法として、同じ機能を持つが、機能構造が異なる家計簿アプリケーションを2つ設計した。実験では、参加者に異なるアプリを提示して使用させることにより、メンタルモデルの修正を行わせる。その後、カードソーティングを行うことで、メンタルモデルを測定し、その修正の程度を定量的に分析する。また、アプリ操作中のヒューマンエラーを分析し、ヒューマンエラーとメンタルモデルの修正がどう関連するかを検討する。

キーワード:メンタルモデル, ヒューマンエラー, カードソーティング

1. 導入

1.1 メンタルモデルの修正

技術の進歩に伴い、私たちが目常的に使用するコンピュータやスマートフォンなどの情報機器は高機能化している。それに伴い、その利用方法も益々複雑になる傾向がある。先行研究により、これらの製品を操作する際に、メンタルモデルが重要な役割を担っていることが明らかになっている[1]。メンタルモデルとは、システムが何を含んでいるか、システムがどのように動くか、システムがなぜそう動くかに関して、ユーザの理解を反映した緻密な構造である[2]。ユーザに適切なメンタルモデルの構築を促すことにより、システムの理解が促進され、より正確な操作が期待できる[3]。

従来の研究では、メンタルモデルの「構築」に注目することが多かった。例えば、メンタルモデルの構築に影響する要因、メンタルモデルの構築における動的なプロセス、メンタルモデルの構築度合いがユーザパフォーマンスに与える影響などは研究のテーマになっている[3]。その一方、メンタルモデルの「修正」について検討した研究は少ない。すなわち、不適切なメンタルモデルを持っているユーザがどのようにメンタルモデルを修正するかについての検討はほとんど行われていない。現実には達成すべき目標は同じであっても、アプリケーションによって操作が異なるため、メンタ

ルモデルの修正が必要になることがある。例えば、コンビニによってコピー機の種類が異なる、Android アプリと iOS アプリで操作が異なる、文書作成ソフトの Microsoft Word と macOS Pages で操作方法が異なるなどは日頃よく経験する。これらの製品を適切に利用する過程で、メンタルモデルの修正が必要だと考えられる。

そこで、本研究は、ユーザがアプリケーションを使用する場面を取り上げ、その時行われるメンタルモデルの修正を検討する。そのひとつの場面として、近年急速に利用が増えているスマートフォンアプリケーションを用いる。

1.2 カードソーティング

メンタルモデルの修正を検討するために、ユーザが持つメンタルモデルを測定することが必要である. 従来の研究により、スケッチ法、思考発話、概念リスト、カードソーティングなどの方法が開発された. そのうち、カードソーティングとは、参加者に、システムの機能や情報が書いてある一連のカードを与え、自分の理解に基づいて分類させる課題である[4]. その分類結果からユーザのメンタルモデルを洞察することができる. この手法は、研究の分野だけでなく、システムをデザインする観点でもよく利用されている. また、他の方法と比べ、カードソーティングの結果を定量的に分析することができるという特徴を持つ.

そこで、本研究は、カードソーティングを用いて、メンタルモデルを測定する。カードソーティングの結果を分析することにより、実験参加者のメンタルモデルとアプリケーションの機能構造とのギャップを定量的に示すことができる。すなわち、あるアプリケーションに対して、参加者のメンタルモデルがどの程度不正確であるかを定量的に表すことが可能である。

1.3 メンタルモデルとヒューマンエラー

ヒューマンエラーについての研究は、様々な分野で

行われている. ヒューマンエラーとは, 意図しなかった結果に至った行為のことである[8].

IT 製品を使用する際に起こったヒューマンエラーは、タスクが正しく行われるのを妨げ、タスクの遅延やタスクの失敗をもたらす[7]. Norman は、IT 製品を使用する際に問題が発生する根本的な原因は、ユーザのメンタルモデルと製品の間のギャップであるとを主張した[1]. つまり、ユーザに適切なメンタルモデルの構築を促すことにより、より正確な操作が期待できると考えられる[3].

本研究は、不適切なメンタルモデルがヒューマンエラーを引き起こし、これらのヒューマンエラーがメンタルモデルの修正に関連するかを検討する. 具体的には、どのようなヒューマンエラーを引き起こすか、またこれらのヒューマンエラーがメンタルモデルの修正にどう影響するかを検討する.

1.4 目的

本研究は、ユーザがアプリケーションを使用する場面を考え、その時行われるメンタルモデルの修正を検討する. 具体的に、不適切なメンタルモデルによって起こったヒューマンエラーの種類と、そのヒューマンエラーがメンタルモデルの修正に与える影響を検討する.

そこで、同じ機能をもつが機能構造が異なる家計簿アプリケーションを二つ設計した(以下 APP1、APP2 と呼ぶ).実験では、参加者に APP2 を提示してそのメンタルモデルを構築させた後に APP1 を使用させ、APP2 から APP1 へのメンタルモデルの修正を行わせる.その後、カードソーティングを用いて、参加者のメンタルモデルの修正について定量的に分析する.また、アプリの操作からヒューマンエラーに関する分析を行い、ヒューマンエラーとメンタルモデルとの関連を検討する.

実験 la では、参加者に APP1 を提示してそのメンタルモデルを構築させた後に APP1 を使用させ、適切なメンタルモデルを持っているユーザがアプリケーションを使用する際に、どのようなヒューマンエラーが起こるかを確認する。次に実験 lb では、参加者に APP2を提示してそのメンタルモデルを構築させた後に APP1 を使用させ、アプリを使用する際のヒューマンエラーと、APP2 から APP1 へのメンタルモデルの修正を関連して分析する.

適切なメンタルモデルを持っていても、必ずしも適

切なパフォーマンスができるとは限らないことが、いくつかの研究で示されている[4]. そのために、アプリケーションを操作する際に、適切なメンタルモデルを持っているユーザでも、ヒューマンエラーを起こす可能性があると考えられる. つまり、これと比較することで、不適切なメンタルモデルを構築した実験 1b の参加者にとって、タスク中起こったヒューマンエラーのうち、どのようなエラーが適切でないメンタルモデルのため起こったのかを確認することができる.

2. 実験 1a

実験 la の目的は、適切なメンタルモデルを持っているユーザがアプリケーションを使用する際に、ヒューマンエラーが起こるか、またどのようなヒューマンエラーが起こるかを確認することである.

2.1 実験装置と刺激

実験 1a で使われる家計簿アプリケーションは APP1 で、支出・収入の入力、入力した項目の検索および分析などの機能を持っている. APP1 (図 1) は、スマートフォン (HUAWEI P20 lite 5.84 インチ) で提示される.



図1 APP1インタフェース例

2.2 手続き

実験 la は 4 つのフェーズから構成される. フェーズ 1:

先行研究により、メンタルモデルの構築に影響を及ぼす要因はいくつかあることが明らかになっている [3]. これらの要因は、メンタルモデルの修正過程にも 影響する可能性があると考えられる. そこでフェーズ 1 で, ユーザのメンタルモデルに影響を及ぼす個人特性を把握するために, アンケート調査を行う. 具体的には, 参加者の年齢・学歴・専攻・スマートフォンまた家計簿アプリケーションの使用経験を測定する. スマートフォンおよび家計簿アプリケーションの利用頻度は5段階評定を行う.

フェーズ2:

参加者が最初に構築するメンタルモデルをコントロールするために、フェーズ2でAPP1に関するトレーニングを実施する.具体的には、参加者に、APP1のインタフェースを提示して、その構造を学習させる.その後、カードソーティング課題により、APP1のメンタルモデルが構築されたか操作チェックを行う.つまり、期待されたメンタルモデルが正確に構築されたことを確認した上で、次のフェーズに入る.

フェーズ3:

参加者にアプリケーションを操作させ、ヒューマンエラーが起こるか、また、どのようなヒューマンエラーが起こるかを確認する。参加者は、トレーニングした APP1 を操作してタスクを行う。タスクの時間制限は15分である。タスク中の操作は記録される。

フェーズ4:

参加者は、APP1 について、再度カードソーティング 課題を行う.

3. 実験 1b

実験 1b の目的は、ヒューマンエラーとメンタルモデルの修正との関連を検討することである.

3.1 実験装置と課題

実験 1b では、APP1 と、APP1 と同様の機能を持つが機能構造が異なる APP2 の、2 つの家計簿アプリケーションを用いる. つまり、APP1 と APP2 で、同じ目標を達成するための操作方法が異なる. 例えば、「食事」という支出項目を検索するという目標を達成するために、APP1(図 1)では、「履歴」メニューから「絞り込み」画面にアクセスしてから項目を検索する. 一方、APP2 (図 2)では、「その他」メニューから「カテゴリー」画面にアクセスして、「食事」カテゴリーを選択した後に検索する.

3.2 手続き

実験 1b は、以下の4つのフェーズから構成される.フェーズ1:

実験 la と同様, ユーザのメンタルモデルに影響を及ぼす個人特性を把握するために, アンケート調査を行う.

フェーズ2:

参加者が最初に構築するメンタルモデルをコントロールするために、フェーズ2でAPP2に関するトレーニングを実施する. 具体的には、参加者に、APP2のイ



図2 APP2インタフェース例

ンタフェースを提示して、その構造を学習させる。そ の後、カードソーティング課題により、参加者が構築 したメンタルモデルを測定する。

フェーズ3:

参加者は、トレーニングした APP2 とは機能構造が 異なるアプリケーション (APP1) を操作してタスクを 行う. タスクの内容と操作したアプリケーションは、 実験 la と同様である.

ここで、参加者はAPP1の操作を、APP2のメンタルモデル、つまり不適切なメンタルモデルに基づいて行うと考えられる。その場合、参加者は、タスク遂行を通して、APP2からAPP1へメンタルモデルに修正することが期待される。

フェーズ4:

参加者が修正したメンタルモデルを測定するために、 APPI の機能構造についてカードソーティング課題を 行う.

4. 分析方針

4.1 ヒューマンエラーの分析

実験 la は、適切なメンタルモデルを持っている参加者がアプリケーションを使用する際に起こったヒューマンエラーの種類と数を確認する.

実験 1b は、不適切なメンタルモデルを構築した参加者が、アプリケーションを使用する際に起こったヒューマンエラーの種類と数を分析する.

実験 la と実験 lb におけるフェーズ 3 のタスク遂行中のアプリにおける操作データをそれぞれ分析した後、比較する. そこで、どのようなエラーが適切でないメンタルモデルのために起こったのかを確認する.

4.1.1 ヒューマンエラー分類例

先行研究により、参加者の操作リストを、規範となる操作リストと比較して、その違いを Error of omission, Error of commission, Extraneous acts に分類する[7]. Error of omission は、するべきことをしない行為を、Error of commission は、するべきことを誤ってした行為を、Extraneous acts は、必要のないことをした行為を指す.以上の基準に従ってヒューマンエラーを分類した後、各基準のエラーの数を求める.

以下に、アプリケーションの操作時に起こりうるエラーを英文字で表す.規範となる操作リストは abcdef である場合を想定する.このときの参加者の操作リストとエラーの分類の例を表 1 に示す.

表1 ヒューマンエラー分類例

ヒューマン エラー	操作リス	説明	
Error of omission	規範: a 参加者: a		操作cをしな かった
Error of commission	規範: a 参加者: a	b c def b c' def	操作cをした が,誤ってした
Extraneous acts	規範: a 参加者: a	b c def b g def	操作 c の代わりに他の操作をした

4.2 メンタルモデルの修正程度

実験 1b では、不適切なメンタルモデルがどのような種類のヒューマンエラーを引き起こすかを検証した後、違う種類のエラーがメンタルモデルのどのような修正に影響するかを検討する。そのために、まず実験 1b におけるフェーズ 2 とフェーズ 4 のカードソーティング課題の結果から、メンタルモデルの修正程度を確認する。

本研究において、メンタルモデルの修正度は、実験 lb におけるフェーズ2の不一致度とフェーズ4の不一致度の差分を指す。フェーズ2で得たカードソーティングの結果を、APP1の機能構造における規範と比較して、不一致度(Mismatch Score)を計算する[4].不一致度は、参加者のメンタルモデルとアプリケーションの機能構造との差分を定量的な形で求めたものを指す。その後、フェーズ4におけるカードソーティングの結果に対しても、同様に不一致度を計算し、フェーズ2との差分を測る.

実験 1b では、メンタルモデルの修正度を分析した後、 ヒューマンエラーとメンタルモデルの修正程度との関 連を検証する.

5. 予測

先行研究により、不適切なメンタルモデルはヒューマンエラーを引き起こすため、実験 la と実験 lb におけるヒューマンエラーの数は有意な差があると予測する. また、3つのヒューマンエラーのうち、Extraneous acts は、実験 la より実験 lb の方が有意に多いと予測する. これは、操作対象についてのメンタルモデルが適切でない場合に、タスクの遂行計画をうまく立てられないため、アプリを操作する際に必要のない機能も

探索するからだと考えられる.

また、3 つのヒューマンエラーのうち、Extraneous acts と Error of omission は、ユーザに明確な外在的フィードバックがあるため、その検出がされやすく、メンタルモデルの修正程度に正の影響を与えると予測する。例えば、Error of omission が起こる際に、するべきことをしなかったため、タスクを進められない場合、負のフィードバックが生じる。さらに、Error of commission は、ユーザに対して明確な負のフィードバックが生じにくいため、メンタルモデルの修正との関連がないと予測する。

6. 今後の検討

メンタルモデルの修正程度については、メンタルモデルの修正に関する新たな知見を発見するために、定性的な分析も行う予定である. 具体的に、実験 lb におけるフェーズ 4 のカードソーティングの結果から、複数の参加者に共通したメンタルモデルのパターンを抽出する. ここでは、類似度(Similarity Score)を計算することにより[4]、実験参加者全員のカードソーティングの結果を比較して、いくつかの共通した修正パターンを抽出することができると期待される.

文献

- [1] Norman, D.A., (1983) "Some observations on Mental Models", University of California, San Diego Press,
- [2] Carroll, J.M. and Olson, J.R., (1987) "Mental models in human-computer interaction: Research issues about what the user of software knows. Committee on Human Factors", Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. Washington, DC: National Academy Press.
- [3] Yan Zhang, (2013) "The development of users' mental models of MedlinePlus in information searching", Library & Information Science Research, Vol. 35, No. 2, pp. 159–170.
- [4] M.Schmettow and J.Sommer, (2016) "Linking card sorting to browsing performance—are congruent municipal websites more efficient to use?", Behaviour & Information Technology, Vol. 35, No. 6, pp. 452–470.
- [5] Capra,M., (2005) "Factor analysis of card sort data:an alternative to hierarchical cluster analysis", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Vol. 49, No. 5, pp. 691–695.
- [6] S.Pocock, M.Harrison, P.Wright, and P.Johnson, (2001) "Thea A technique for human error assessment early in design", Proceeding of 8th IFIP TC . 13 Conference on Human-Computer Interaction, pp. 247–254.
- [7] Robert W. Reeder and Roy A.Maxion, (2005) "User Interface Dependability through Goal-Error Prevention", Proceedings of the 2005 International Conference on Dependable Systems and Networks, pp. 60-69.
- [8] Bin Zhao and Olivera,F., (2006) "ERROR REPORTING IN

ORGANIZATIONS", The Academy of Management Review Vol. 31, No. 4, pp. 1012-1030.

環境情報の非対称性が Legible Motion の主観的評価に与える影響 The effect of information asymmetry on the subjective evaluation of legible motions

宝田 悠[†], 福地庸介[‡], 今井倫太[‡], 高橋 達二[†] Yu Takarada, Yosuke Fukuchi, Michita Imai, Tatsuji Takahashi

> † 東京電機大学 [‡] 慶應義塾大学 [†]Tokyo Denki University, [‡] Keio University tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

機械学習技術の発展に伴い,人工エージェントと人間との協働の実現が期待されている.協働では参加するメンバ間の相互理解が重要となる.Fukuchi et al. が提案した PublicSelf は,エージェントの目標を人に伝達する動きである legible motion を生成することができる.本研究では人とエージェントの間に情報の非対称性が発生する場面において legible motion を生成した際の観測者への影響を検証する実験を行った.結果,情報の非対称性を考慮することによって人がエージェントの目標を推測する際の精度を向上できることが確認できた.

キーワード:強化学習, Legible Motion, PublicSelf, Bayesian Theory of Mind

1. はじめに

機械学習技術は目覚ましい成長を遂げており、その応用分野は多岐にわたっている.機械学習技術の現実世界への適用が期待される例として、機械学習によって行動を獲得するエージェントと人との協働があげられる.

効果的な協働を実現するには参加するメンバ間の相互理解,特に互いの目標を知ることが必要になる.また,現実への人工エージェントの介入を検討する際には,ロボットアームなどのハードウェアの使用が考えられる.相手の目標を把握することは人工エージェントと人間で物理的に衝突してしまうなどの危険性を排除する為にも重要な要素である[1].

Fukuchi et al.[5] が提案している PublicSelf モデルは、行動をする人工エージェント (行為者) とそれを観察する観測者の間の関係において、観測者から行為者の行動がどう見えているかを推測する行為者のモデルである。 PublicSelf モデルを使うことによって行為者の目標を観測者に伝達する動き、legible motion を生成することができる。 Fukuchi et al. は legible motion

の生成の際に、行為者と観測者の間で環境の状態に関する情報の非対称性を考慮することの必要性を主張し、また PublicSelf モデルによって生成される legible motion が情報の非対称性のある場面でも有効に行為者の目標を伝達できていることを検証するため、実験協力者に様々なシナリオ及びエージェントの行動方針を組み合わせ記録した動画を提示し評価をする実験を行った. 実験結果として、情報の非対称性を考慮することで PublicSelf モデルによって生成される legible motion がより明確に目標を目指しており予測しやすく感じるといった主観評価への影響が予想されたが、情報の非対称性を考慮した動きと考慮しない動きでの人間の主観評価には差異が確認できなかった.

この結果に関して、実験デザインの問題から十分な 検証がされていなかったことが問題として挙げられる。 代表例としては、実験参加者へ提示される刺激にはラ ンダム刺激が多く、行動方針ごとの主観評価がランダ ム刺激に左右されてしまうということがある。他にも、 実験参加者へ求める主観評価の項目の再検討も同様に 実験デザイン上の問題点として挙げられる。

本研究ではこれらの要素を改善し再度実験を行い、 情報の非対称性が観測者の主観評価に与える影響を考 察し検証を行なった. 結果, 観測者が行為者の目標を 推測する際の精度の向上が確認され, 主観評価への影 響は確認できなかった.

2. 背景

2.1 Legible motion

人と人工エージェントが同じ環境で共存していくためには、人がエージェントの振る舞いを理解できるようになることが必要である。人が予期しないエージェントの振る舞いは致命的な事故に繋がる。また人とエージェントによる効果的な協働を実現するためには、エージェントの振る舞いの背後にある目標を人が理解できることが重要となる。人はエージェントの目

標が理解できてはじめて、タスクを分担する、エージェントを手助けするといった行動を選択できるよう になるためである.

しかし、一般的な強化学習によって行動を獲得する エージェントの場合、周囲の人にはエージェントの行 動決定がブラックボックス化してしまい人がエージェ ントの目標を理解できなくなるという問題が生じる。 行動を決定する強化学習器が、エージェントの振る舞 いの背後にある目標に関して明示的な表現を持たない ことが多いためである.

これまで実世界へのプロジェクション [2] や自然言 語[7]など、様々な手段を通じてエージェントの目標 を人に伝達する手法が提案されている. Dragan et al. [4] は、人が他者の行動からその背後にある目標を推 測しようとする(心を読む)能力に着目し,動きに よってエージェントの目標を伝達する legible motion の生成手法を提案している. 例えば図3で、青いエー ジェントがりんごかなしのどちらかを目標に移動して いる状況を考える. 図3左ではエージェントがりんご となしの間に向かって直進し、りんごとなしの直前で 向きを変えりんごに向かっている. エージェントの動 きを見ている我々には, エージェントが向きを変える までエージェントの目標を推定することが困難だとい える. 一方, 図3右ではエージェントがりんごの側へ 回り込んでいるため、図3左に比べてエージェントの 目標をより素早く推定できると考えられる.

Dragan et al. は legible motion を「エージェントの 軌道 ξ を元に人が推測するエージェントの目標 g が,実際の目標 g^* と一致する確率を最大化する軌道」と 定義している.

$$LegibleMotion(g^*) = \operatorname{argmax}_{\xi} \frac{\int P(g = g^* | \xi) f(t) dt}{\int f(t) dt},$$
(1)

ここで、f は軌道の初期に大きく重みをつけることでエージェントの目標がより素早く推測されるようにする関数である。ベイズ則によると $P(g|\xi) \propto P(\xi|g)P(g)$ であり、 $P(\xi|g)$ は、行動するエージェントが目標に対してコストが小さくなる動きほど選択されやすい、というエージェントの行動の合理性を仮定することで推定される.

$$P(\xi|g) \propto e^{-(C[\xi] + \min(C[\xi']))} \tag{2}$$

 $C[\xi]$ は軌道 ξ に必要なコストであり、 ξ' は ξ の時点から目標 g を達成する軌道である.

Dragan et al. は人とロボットとの協働に legible motion を応用しその有効性を示している [4]. しかし,

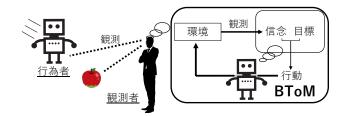


図 1 Bayesian Theory of Mind

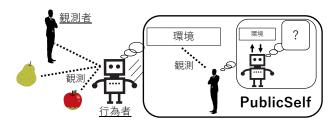


図 2 PublicSelf モデル

これまでの legible motion の研究では協働を行う環境が限定的で、人とエージェントが環境の情報を完全に共有していることを前提としていた。実際の協働では人とエージェントにはそれぞれ部分観測性があるため、一方が知っている環境の情報を他方が知らないという情報の非対称性が生じ得るが考慮されてこなかった

2.2 Bayesian Theory of Mind

Bayesian Theory of Mind (BToM)[3] は,人が他者の振る舞いから信念や目標といった心的状態を帰属する過程をベイズ推論としてモデル化したものである(図 1). 本稿では,行動を見せているエージェントを"行為者",行為者の行動を観測しているエージェントを"観測者"と呼ぶ.BToM は行為者に心的状態を帰属している観測者をモデル化したものである.

BToM は、行為者の行動選択に合理性を仮定することで行為者の目標を推定する点では Dragan et al. の legible motion と共通している. 一方 BToM では行為者の部分観測性を前提としている. BToM では、行為者は自身の観測をもとに環境に関する信念を形成し、信念のもとで目標を合理的に達成する行動を選択しているという過程がモデル化されている.

3. PublicSelf モデルによる Legible motion の生成

3.1 PublicSelfモデル

PublicSelf モデル [5] は「観測者が行為者に帰属する心的状態」を推定する行為者をモデル化したもので、BToM の入れ子構造が 1 つ深くなったものである(図 2).

PublicSelf モデルは、時刻 t までの行為者の観測 $o_{:t}$ と行動 $a_{:t}$ をもとに観測者が行為者に帰属する行為者の目標 g^2 を推定する.

$$P(g^{2} \mid o_{:t}, a_{:t})$$

$$\propto \sum_{\substack{b_{t}^{2}, b_{t-1}^{2}, b_{t}^{1}, b_{t-1}^{1} \\ o_{t}^{2}, o_{t-1}^{1}, s_{t}. s_{t-1}}} P(a_{t} \mid b_{t}^{2}, g) P(b_{t}^{2} \mid b_{t-1}^{1}) P(o_{t}^{2} \mid b_{t}^{1})$$

$$P(b_{t}^{1} \mid b_{t-1}^{1}, o_{t}^{1}) P(o_{t}^{1} \mid s_{t}) P(o_{t} \mid s_{t})$$

$$P(s_{t} \mid s_{t-1}, a_{t-1}) P(g^{2} \mid o_{:t-1}, a_{:t-1})$$

ここで,b は信念を表す.上付きの添字 1 はその変数 が行為者が観測者に帰属する心的状態,添字 2 は,行 為者が推定する「観測者が行為者に帰属する心的状態」であることを示している.式 3 は前向きアルゴリズムによって計算できる.

3.2 Legible motion の生成

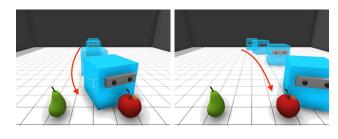
式3によって「観測者が推測する行為者の目標が、 実際の行為者の目標と一致する確率」を最大化する行 動が選択できる:

$$\operatorname{argmax}_{a_t} P(g^2 = g^* \mid o_{:t}, a_{:t})$$
 (4)

ただし、式 4 によって選択される行動がエージェントの実際の目標を達成するためのコストを大きく増加させる行動を選択しないよう、選択可能な行動は制限をかける。これは例えば、エージェントの目標が誤解される確率 $P(g^2 \neq g^* \mid o_{:t}, a_{:t})$ を減少させる行動を取ることで $P(g^2 = g^* \mid o_{:t}, a_{:t})$ が大きく上昇することがある一方、そういった行動が実際の目標の達成を阻害してしまうことがあるためである。

4. シミュレーション環境における実装

PublicSelf モデルによる legible motion の生成を評価するためシミュレーション環境を用意し、環境内のエージェントに対して legible motion の生成手法を実装した。環境には行為者であるエージェント,観測者である人とりんご,なしが存在する。エージェントの目標 g はりんごとなしの二択である。エージェントの行動は,深層強化学習によってりんごかなしに向かうよう学習した Original,従来手法と同様に観測者と行為者に生じる情報の非対称性を考慮せずに legible motion を生成する False-projective,そして情報の非対称性を考慮する PublicSelf の 3 種類のモデルから生成した。Original が学習するのは,目標に向かう際

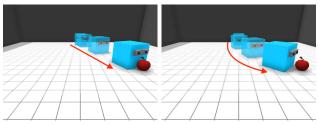


(a) Original motion

(3)

(b) False-projective, PublicSelf

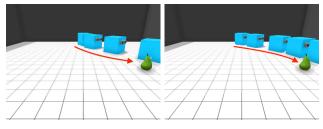
図 3 center シナリオ



(a) Original motion, PublicSelf

(b) False-projective

図 4 side_visible シナリオ



(a) Original motion

(b) False-projective, PublicSelf

図 5 side_invisible シナリオ

のコストを最小化する行動である. 評価は center, side_visible, side_invisible という 3 種類のシナリオで行なった. 図 3,4,5 は、観測者の視点から見たそれぞれのシナリオを示している. 本章では行為者がりんごを目標としている場合を考える.

center シナリオではりんごとなしが観測者の目の前にあり観測者と行為者の両者がりんごとなしを観測できるため、観測者と行為者の間には情報の非対称性が存在しない。Original の動き (図3左)では行為者が観測者の方向へまっすぐ進み直前でりんごに向きを変えるため、観測者は終盤になるまで行為者の目標を推定することができない。一方 False-projective とPublicSelf の動き (図3右)では最初から行為者がりんごの側に回り込んでいるため、観測者は早い段階から行為者の目標がりんごであることを推測しやすくなっていると言える。

side_visible シナリオは、エージェントの目標であるりんごのすぐ隣になしがあるが、観測者の視界には入っていない状況である。Original と PublicSelf では、行為者は図4左のように一直線に目標に向かっている。一方 False-projective(図4右)は、りんごの側に回り込むことで行為者がなしを目標にしていると誤解される可能性を減少させようとしている。しかし観測者の視点からはなしが見えていないため、りんごの側に回り込む動きは有効にエージェントの目標を伝達できていないと考えられる。

side_invisible シナリオでは、エージェントの目標であるりんごがなしのすぐ隣にあるものの、観測者の視界からはなししか見えないという状況である。 Original(図 5 左)はなしの側へ膨らんだカーブを示した。一方 False-projective と PublicSelf(図 5 右)はりんごの側に回り込むことで、行為者の目標がなしでないことを示している.

PublicSelf モデルによって生成された Legible motion の評価実験

5.1 先行研究における評価実験

Fukuchi et al.[5] は観測者及び行為者間の情報の非対称性が発生する場面において、PublicSelf モデルで生成した Legible motion が情報の非対称性を考慮することで観測者に与える影響を検証すべく実験を行なった。実験は大学生 12 名 (男性 6 名, 女性 6 名, 20-24歳、M=22.6、SD=1.83)を対象に実施され、謝礼として実験参加者一名につき 750 円の謝礼金が支払われた。

5.1.1 実験概要

実験はディスプレイの映像観察とキーボードによる 入力を用いて行われた.

実験は以下のような手順に沿って行われた.

- 1. 実験参加者に対して, 実験の流れや操作方法を口頭で説明した.
- 2. 第一段階の練習試行を行った. 実験参加者は画面 の表示領域にひらがなで断続的に「りんご」もし くは「なし」を表示した画面を観測し,表示した 文字に対応したキーを押下する. この試行は実験 参加者が任意のタイミングで終了するまで行った.
- 3. 第二段階の練習試行を行った. 実験参加者はテストシナリオとして行為者であるエージェントの挙動を観察し, エージェントの目指す目標の推定を行い, 対応するキーを押下することで回答を行なった. テストシナリオは 2 つ提示し, 2 つ目の刺激提示終了と同時にこの練習試行は終了した.
- 4. エージェントの行動を Original, False-projective, PublicSelf の 3 モデルから選び, 本実験を行なった. 手順 3 と同様の形式でエージェントの挙動を刺激として提示し, エージェントの目標の推定を対応するキーでの回答をするよう促し, キーの押下及び離上タイミングを記録した. 刺激は, center, side_visible, side_invisible を含む5 つのシナリオとダミー刺激 4 つの計 9 つを用意し, ランダムな順番で提示した.
- 5. 刺激提示終了後, フォーム形式のアンケートの回答を促した. 以下にリッカート尺度の質問項目を示す.
 - Q1. エージェントの動作は簡単に予測できた. (Predictability)
 - Q2. エージェントの動作は一貫していた。 (Consistency)
 - Q3. エージェントの意図は明確だった. (Clarity)
- 6. 提示する行動のモデルを残っているものに変更 し, 再度手順 4 から 5 を繰り返した. 提示するモ デルの順序はカウンターバランスをとった.

5.1.2 要改善点

この実験において各行動モデルの挙動が実験参加者 へ与える影響を検証したが、後述の点より適切な検証

を行うことができなかった. 問題として考えられる点を以下に示す.

- 1. 実験実施上の環境に関して, 実施時間が長かった事
- 2. 提示刺激に関して、ダミー刺激が多かった事
- 3. 刺激観察実験後の主観アンケートに関して, 質問 内容の検討が十分に行われていなかった事

1に関して、この実験では各モデルの実験刺激数は9 シーンであり、観察が終了し次第主観アンケートを実 施し次のモデルの実験刺激を観察する,といった流れ を繰り返す形式となっていた. 多くの刺激観察を行っ たことにより、実験参加者の疲労度や集中力が回答へ と影響していたことが考えられる.2に関して、各モデ ルの挙動の法則性への気づきが回答に影響することが ないようダミー刺激をランダムに混ぜて提示したが、 その数は全刺激数 27 シーンに対して 12 シーンと, お よそ4割強を占める数であった。各モデルのダミー 刺激を含んだ一連の刺激提示が終了する度に実施して いた主観アンケートは、提示されたダミー刺激やその 提示順が実験参加者の印象に大きく影響し、モデルに よって生成された挙動そのものに対する主観の回答を 得られなかったことが考えられる.3に関して、この実 験では3つの項目のリッカート尺度による質問を行っ ていたが、他の収集データと用途が重複していたり項 目数が少なかったりといったことが要改善点として挙 げられる.

5.2 本実験における改善点

今回行った実験は、前節で述べた点に関して改善を行ったものである.以下に変更点を示す.

- 1. 各モデルのシミュレーション刺激を実験参加者ご とにカウンターバランスし, 比較対象とするモデ ルのどれか1つに関しての実験刺激の観察のみを 行う形式に変更
- 2. ダミー刺激の提示を廃止し、分析対象のシーン 3 つのみを提示する形式に変更
- 3. 主観アンケートの内容を変更

1 に関して、全てのモデルの刺激を全実験参加者に 提示していた形式から、モデルを 1 つ選択し提示する 形式へと変更することで、実験参加者の疲労度をはじ めとする負荷を軽減し回答への影響を軽減した. 2 に 関して、上記 1 によりダミー刺激を提示する必要がな くなった為削除した. 3 に関して、Legible motion の先 行研究である Dragan et al.[4] を参考に、本実験で該 当する質問項目を選択し設定した.

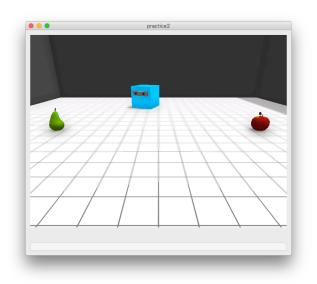


図 6 実験プログラムの画面

5.3 実験

5.3.1 実験概要

先行研究での要改善点を改善した内容で再度実験を行なった. 実験は大学生 20 名を対象として行い, 実験上不具合が生じたデータ 3 件を除外した 17 件を収集し分析を行った. 本実験の目的は, 情報の非対称性を考慮した PublicSelf モデルによって生成された Legible motion が Original や False-projective と比較して観測者に与える影響を検証することである.

5.3.2 実験で使用したプログラムについて

実験において刺激提示に使用したプログラムを説明する.メインで使用する画面を図6に示す.

画面上部には、実験刺激であるエージェントの挙動を表示する区画がある。実験刺激は毎秒5フレームで表示され、実験参加者はその刺激に対する推定をF,Jキーを用いて回答する。キーにはそれぞれりんごとなしのいずれかが割り当てられているが、キーとの対応は実験参加者ごとにランダムに選択される。

画面中央には、実験参加者がキーを押している間に 該当のキーが対応する目標を表示する区画がある。例 えば、実験参加者がりんごに対応しているキーを押下 している間「あなたの入力:りんご」といった表示が される。

画面下部には,実験もしくは練習試行開始時に押下するボタンが配置されている.各フェーズ終了時には終了した旨が表示される.

5.3.3 実験手順

実験手順を以下に示す.

- 1. 実験参加者に対して, 実験の流れや操作方法を口頭で説明した.
- 2. 第一段階の練習試行を行った. 実験参加者は画面 の表示領域にひらがなで断続的に「りんご」もし くは「なし」を表示した画面を観測し,表示した 文字に対応したキーを押下するよう教示した. こ の試行は実験参加者が任意のタイミングで終了するまで行った.
- 3. 第二段階の練習試行を行った. 実験参加者はテストシナリオとして行為者であるエージェントの 挙動を観察し, エージェントの目指す目標の推定を行い, 対応するキーを押下することで回答を行なった. テストシナリオは 2 つ提示し, 2 つ目の刺激提示終了と同時にこの練習試行は終了した.
- 4. 実験を行なった. 手順 3 と同様の形式でエージェントの挙動を刺激として提示し, エージェントの目標の推定を対応するキーでの回答を促し, キーの押下及び離上を記録した. 刺激は 1 モデルに関する挙動で, 被験者間でのカウンターバランスをとった. 目標の配置別 3 つのシナリオを用意し,ランダムな順番で提示した.
- 5. 刺激提示終了後, フォーム形式のアンケートの回答を促した. 以下にリッカート尺度の質問項目を示す.
 - ロボットは信頼できると感じた。(Trust)
 - 私はロボットの動きに不快な印象を受けた。 (Safety/Comfort,R)
 - ロボットの動きは合理的で頭がいいと感じた。(Ability)
 - ロボットの動きは意外性があった。(Predictability,R)
 - ロボットが何を目指しているのかを予測することは簡単だった。(Legibility)
 - ロボットは自身の意図 (ゴール地点) を明確 にするように動いていた。(Legibility)
 - ロボットは、観測者(私)が目標を推測する 事を助けるような方法で動こうとしていた。 (Legibility)

以上の項目への回答をもって実験終了とした.

5.3.4 結果

実験参加者が刺激の観察と同時に入力した推定の精度に関して、各実験参加者ごとに得点を計算した. 得点は式 5 の通り与えた.

$$score = \begin{cases} +1 & (正解時) \\ -1 & (不正解時) \\ 0 & (その他) \end{cases}$$
 (5)

center, side_visible, side_invisible 各シナリオ ごとの得点の平均をそれぞれ, 図 7, 8, 9 に示す. また, 刺激提示後に行った主観アンケート結果を図 10 に示す.

5.3.5 考察

center シナリオにおける実験参加者の得点に関し て, Original はおよそ 8000ms 経過するまでの得点平 均が 0.00 から -0.25 の間にある. 得点が上昇する付 近でエージェントが果物に近づいて目標に向き直る シーンであることから、その時点以前では適切な推 測が立てられなかった事が考えられる. その一方で、 PublicSelf と False-projective は刺激提示 1500ms 付 近から得点の上昇が見られ、このことから早期のタイ ミングでの推測可能性に影響を与えていると言える. しかし、PublicSelf は False-projective と比較して後半 (3000-12000 ms) の得点が低い. 刺激の終了まで得点 が低い状態が続いていることは、操作ミスもしくは 持 続して誤った推測をしていたかを判断するのは、今回 の実験ではモデルそれぞれの実験データが少数である ことから, 実験参加者一人の結果への影響力が非常に 大きいため難しい、この問題に関しては、データ数を 増やして引き続き検討を行う必要がある.

side_visible シナリオでは、Original は center シナリオと比較して早期に得点が上昇しており、False-projective と PublicSelf は center シナリオと同様のタイミングで得点が上昇している事が観察できる。 違いとしては、False-projective は得点の上昇するさまが緩やかである事が挙げられる。この点より、side_visible シナリオにおいては PublicSelf モデルはより早く正確に意図の伝達していたといえる。

side_invisible シナリオではより複雑な得点変化がみられる.全体的に、刺激の前半部分はどのモデルも得点がマイナスである事がみて取れ、このことより前半はどのモデルも共通して正しくない意図を伝えてしまっているといえる. False-projective と PublicSelfが Original と差をつけられなかった理由として、提示

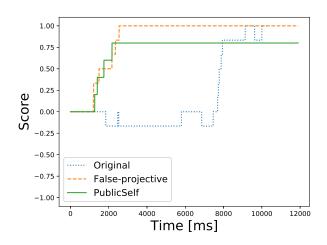


図 7 center シナリオにおける実験参加者の平均 得点

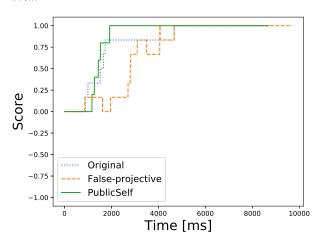


図 8 side_visible における実験参加者の平均 得点

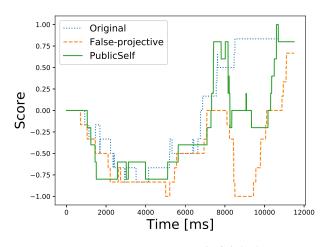


図 9 side_invisible における実験参加者の平均 得点

する映像の遠近感が十分でなく, False-projective と PublicSelf において行為者が回り込んでいることが伝 わりにくかった可能性が考えられる.一方,刺激後半 部分 (7000-12000 ms) で特筆すべきは、PublicSelf と False-projective の得点変動である. いずれも得点の変 動のタイミングや正誤の方向が概ね一致していて、違 いとしては得点の値そのものが挙げられる. 得点が一 度下がった後に上昇しているという共通点が存在する が、PublicSelf は False-projective よりも先に正しい意 図を伝達しているという事がいえる. このシナリオで は、Original の後半得点が安定して高い、このことか ら、side_invisible のような横方向に並んだ目標の、 観測者から見えない方の目標を目指す状況では, 直線 的な動きは終着点がより推測しやすく曲線的な動き は推測が困難であったのではないかといった事が考え られる. PublicSelf モデルにおいては、後半に誤った 意図の伝達をしてしまう点を解消する事ができれば side_invisible シナリオでも Original と同等の性能 を発揮する事ができるため、得点を下げた原因につい てさらなる調査を行う事が今後の課題として挙げら れる.

主観評価アンケートに関しては、特筆すべき特徴に Original の ability に関する回答平均が他 2 つのモデルに対して大きく下回っている事がある. 理由として center シナリオでの挙動が考えられる. 図 7 で表されるように、Original と False-projective および PublicSelf の得点の変動タイミングは著しく異なっている. 実際、center シナリオの提示刺激を観察するとエージェントは目標が設置してある付近に接近するまでは、観測者から見てちょうど中央を直線上に移動していることから、この得点変動は説明ができる. 観測者にとって判断が難しい行動を刺激全体の時間の大半に渡ってとっていたことが、合理性に欠けているという印象を与えていたと考察する.

また、主観アンケートの結果において False-projective と PublicSelf の間には顕著な傾向や差異はほとんど見られなかった。これは、今回の実験形式と質問項目があまりマッチしていなかった事が原因として考えられる。観察のみを行って回答する本実験の形式では、今回の質問項目において主観に対する影響は小さいものであったのではないか、という事である。作成する際に参考にした質問は元々、現実においてロボットの動作を実際に協働することで確かめた上で回答する質問であったためである。質問項目を刺激提示形式に合わせて作成する事も解決策としては存在するが、PublicSelf は現実環境での人間との協働を前提

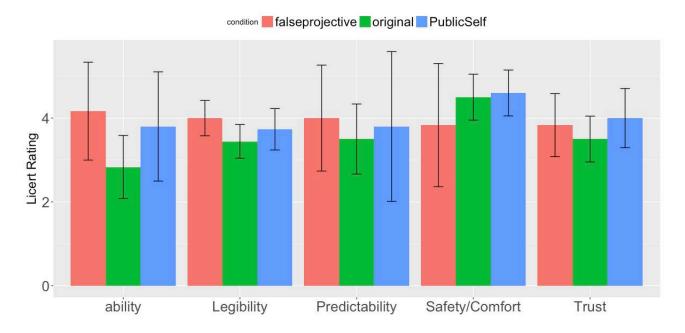


図 10 主観アンケートの回答

としたモデルであるため, 想定する状況により近い実験設定である方が性能を評価する上で望ましいと考える.

この問題に関しては、より想定に近い状況への没入感を向上させるために、刺激の提示形式をインタラクティブな形式にすることが挙げられる。 Dragan et al. の実験では回答者自身の意思は観測者 (この場合回答者と同一個体) の行動に反映される、よりインタラクティブな形式の観察を行っていた [4]. 対して本実験はモニタ上で実施する実験であるが、インタラクティブな形式での刺激提示をすることでより適切な評価を得られるのではないかと考える.

6. おわりに

本研究では、Fukuchi et al. が提案した PublicSelf モデル [5] に関して、観測者と行為者間で生じる非対称性を考慮した挙動が、観測者への与える効果を検証することを目的とした実験を行った。結果として、観測者の推測精度の向上は見られたが心理的影響についての確認はできなかった。実験をモデルが前提としている状況に近づけるなど詳細な評価実験の必要性が認識された。今後の展望としては、詳細な評価実験を行うことや、人間との協働において必要な要素を組み込むことなどが挙げられる.

7. 参考文献

汝献

- Amodei, D., Olah, C., Steinhardt, J., Christiano, P.F., Schulman, J., Man´e, D.(2016). "Concrete problems in ai safety." CoRR abs/1606.06565
- [2] Andersen, R. S., Madsen, O., Moeslund, T. B., & Amor, H. B. (2016, August). Projecting robot intentions into human environments. In 2016 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN) pp. 294-301. IEEE.
- [3] Baker, C.L., Jara-Ettinger, J., Saxe, R., Tenenbaum, J.B.: Rational quantitative attri- bution of beliefs, desires and percepts in human mentalizing. Nature Human Behaviour 1, 0064 EP (2017). URL http://dx.doi.org/10.1038/s41562-017-0064
- [4] Dragan, Anca D., et al. (2015) "Effects of Robot Motion on Human-Robot Collaboration." Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI '15 pp. 5158. doi:10.1145/2696454.2696473.
- [5] Fukuchi, Y., Osawa, M., Yamakawa, H., Takahashi, T., Imai, M.(2018). "Bayesian inference of self-intention attributed by observer.", Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction, HAI' 18, pp. 310. ACM, New York, NY, USA. DOI 10.1145/3284432.3284438. URL http://doi.acm.org/10.1145/3284432.3284438
- [6] Hayes, B., Scassellati, B.(2013) "Challenges in sharedenvironment human-robot collaboration." Collaborative Manipulation Workshop at the ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2013), vol. 8, p. 9
- [7] Hayes, B., & Shah, J. A. (2017, March). Improving robot controller transparency through autonomous policy explanation. In 2017 12th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI

- (pp. 303-312). IEEE.
- [8] Kahn, G., Villaflor, A., Ding, B., Abbeel, P., Levine, S. (2018) "Self-supervised deep reinforcement learning with generalized computation graphs for robot navigation." 2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pp. 18 (2018). DOI 10.1109/ICRA.2018.8460655
- [9] Kalashnikov, D., Irpan, A., Pastor, P., Ibarz, J., Herzog, A., Jang, E., Quillen, D., Holly, E., Kalakrishnan, M., Vanhoucke, V., Levine, S. (2018) "Scalable deep reinforcement learning for vision-based robotic manipulation." A. Billard, A. Dragan, J. Peters, J. Morimoto (eds.) Proceedings of The 2nd Conference on Robot Learning, Proceedings of Machine Learning Research, vol. 87, pp. 651673. PMLR (2018). URL http://proceedings.mlr.press/v87/kalashnikov18a.html
- [10] Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu, A.A., Veness, J., Bellemare, M.G., Graves, A., Riedmiller, M.A., Fidjeland, A., Ostrovski, G., Petersen, S., Beattie, C., Sadik, A., Antonoglou, I., King, H., Kumaran, D., Wierstra, D., Legg, S., Hassabis, D. (2015) " Human-level control through deep reinforcement learning." Nature 518(7540), 529533
- [11] Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A., Hubert, T., Baker, L., Lai, M., Bolton, A., Chen, Y., Lillicrap, T., Hui, F., Sifre, L., van den Driessche, G., Graepel, T., Hassabis, D. (2017) "Mastering the game of go without human knowledge." Nature 550, 354. URL http://dx.doi.org/10.1038/nature24270

エージェントの社会性と責任の所在に基づく 持続可能なインタラクションの検討

How can we design sustainable interaction based on agent's sociality and responsibility

野村竜暉[†],遠山紗矢香[†],竹内勇剛[†] Ryuki Nomura, Sayaka Tohyama, and Yugo Takeuchi

†静岡大学大学院総合科学技術研究科

Graduate School of Integreted Science and Technology, Shizuoka University nomura.ryuki.17@shizuoka.ac.jp

概要

人とエージェントによる協調作業において,エージェントの援助の失敗は信頼関係の破綻に繋がる.これを防ぐ方法として「エージェントに失敗の責任を帰属させない」という手法を検討した.責任の帰属のプロセスをモデル化できればこれに則したインタラクションの設計が可能となる.そこで人がエージェントを社会的存在であると認知していることを検証する予備実験を行い,モデル構築のため責任の判断プロセスを明確にする実験を検討した.

キーワード: 認知科学, HAI, 協調, 責任の帰属, 信頼

1. はじめに

近年の仮想エージェント技術の発展には目覚ましい ものがある.スマートフォンの発展に伴いアシスタン トエージェントが搭載されるようになり、電子レンジ 等の家電にもエージェントが搭載され始めている. こ れらのエージェントは音声を発し、我々に情報を与え てくれる. つまり、我々は既に日常的に人-エージェン ト間でインタラクションを行いながら生活している といえる. これらのエージェントは今後さらなる発展 を遂げ、いずれ我々と協力して課題に取り組むような 存在となっていくだろう. しかし, いかに優れたエー ジェントでも必ずしも支援が成功するとは限らない. また, エージェントが与えてくれる情報が全て計算に よって確定的に予測できる物ばかりではない. 時には 予想に過ぎないような不確定な情報も提供しなければ ならないシーンは存在する. 例えば道案内を行うエー ジェントであれば、 最短経路を導くことはできても実 際にはその経路が工事や事故などのトラブルにより使 えないということが発生しうる. このような時, 我々 は往々にしてこれらが使い物にならないと判断しがち である. このようにエージェントの過失的なミスや事 故的な失敗は人-エージェント間の信頼関係の破綻に

繋がる.このような人-エージェント間の信頼関係の変化を考えることは今後のエージェント技術の発展には欠かせない.一方で、我々は既にアプリケーション同士を比較して「こちらの方が正確な情報を与えてくれる」と評価するなど、スマートフォンなどに搭載されたエージェントに対して人格性を見出しているのではないだろうか.このエージェントに対して人格性を見出しているという点からどのようなインタラクションを行うのが持続可能な関係を構築できるのか、また人々はこれらのエージェントから不確定な情報を与えられた場合に実際に起きた結果とのギャップに対してどのような反応を返すのか検討する必要がある.

そこで予備実験として人は本当にエージェントに対 して人格性や社会性を見出しているのかを検証する実 験を行った. その結果を踏まえ, 協調課題における失 敗の責任の帰属に着目し,失敗の責任がエージェント には無いとユーザに判断させる方法を検討した.「失敗 の責任を取って現在の職を辞める」といった状況は人 間社会においては往々にして見られる. 人がエージェ ントに対して人格性や社会性を見出しているならば, このような責任の帰属および「責任を取らせる」とい う判断が人-エージェント間にもあるのではないか. こ れにはまず人-エージェント間における責任の所在の 決定方法を検討する必要がある. そこで人が責任の所 在を決定するために必要な要因を検討し, どの要因が 重要視されるのか、人はどのような思考プロセスを経 て責任の帰属を判断しているのかを観察する実験を検 討した. 実験により有効な結果が観察出来れば人が責 任を帰属させるときの思考をモデルとして表すことが できる. このようなモデルが構築できれば, エージェ ントの失敗が予期されるインタラクションにおいても エージェントにその責任が帰属されないような設計が 可能となる.このアプローチのイメージを図1に示す.

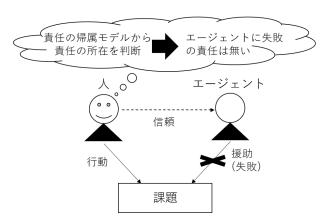


図 1 責任の帰属モデルを用いた信頼関係維持のイメージ

2. 背景

2.1 エージェントに対する信頼

インタラクションの持続には信頼関係の構築が重要となる。人同士のインタラクションであれば、一度失敗してしまっただけで信頼関係の破綻に繋がることは少ない。一方で、前述のようにエージェントに対しては一度の失敗が「このエージェントは使えない」という判断に繋がりやすい。この人とエージェントの間にある差は何なのだろうか。

信頼は「(1)能力に対する信頼」「(2)誠実性に対す る信頼」「(3) 投資としての信頼」に大別される [1]. (1) は相手には信頼に足る能力があり、「これを依頼し たら、このくらいの結果が返ってくるだろう」という、 「自身に返ってくる結果」を期待するものであるとい える. このことから現在のエージェントに対する信頼 は(1)に基づいた議論が主流であるといえる. これは 援助が失敗した場合には「結果に対する期待」は裏切 られ, 信頼は失われてしまうと予測できる. この能力 に対する信頼だけで信頼関係の構築を図っている点が エージェントとの信頼関係が脆弱になってしまってい る原因ではないか.一方で、(2) は相手は自分と誠実 に向き合ってくれる存在であり、「これを依頼したら、 これくらい頑張ってくれるだろう」という「問題に取 り組む過程」を期待するものであるといえる. また, (3) は短期的に見れば不利益になる関係でも,長期的 には自身の利益になる可能性があるため、関係を継続 するというものである. つまり今は期待に応えるだけ の能力を持っていなくとも,将来的にはその能力を有 するだろう, という相手の成長を期待するものといえ る. 総じて, (2) と (3) は対象の能力そのものではなく 人格や社会性に基づいており, 多少の失敗では失われ ないと予測できる. また, ユーザとエージェントがコ

ミュニケーションを行う際, ポジティブな感情と知識 量をアピールすることでエージェントに対する信頼感 が向上することがわかっている[2]. これは信頼関係が 知識量という能力的な性質だけでなくエージェントの ポジティブな発言・性格という社会性が信頼感を構築 しているという実例だといえる. このように, 既に人 はエージェントに対して社会性を見出している可能性 が示唆されており、協調作業者であり失敗の責任を取 りえる主体であると見ている可能性がある.また,西 垣らによれば、人はコミュニケーション相手との意思 の祖語が感じられたり、相手の発言に不安を覚えたり する場合のほか、相手の態度によっても不信感を抱く ことが示されている[3]. つまり、コミュニケーション を伴うような協調作業場面においては、実際の課題の 達成内容にかかわらずコミュニケーション内容によっ てユーザから一方的な不信感を抱かれてしまう可能性 がある.

2.2 責任の帰属

人はエージェントから支援を受けた場合にも支援に対しての返報義務感を感じることが示されている [4]. 返報義務感は山本らにも言及されている通り, ユーザがエージェントからの援助を受けたことに対して責任や負い目を感じているため発生していると考えられる. これはエージェントが援助に失敗してしまった場合にはエージェントに責任を取らせようとする可能性があることを示している.

実際に責任の帰属のモデル化を試みている例として 熊谷の例がある [5]. ここでは消費者と企業間で製品 に事故があった場合の責任の帰属を決定するモデルが 検討されている. ここでは企業の事故防止に向けた努 力量がパラメータとして扱われており,この点は人-エージェント間インタラクションにおいても参考にで きる点といえよう.一方でこのモデルは事故発生から 裁判の発生・利益や損害の発生までをモデル化してい るため,信頼関係ではなく両者の実益に焦点を当てた 例となっていることに注意する必要がある.

森らによればエージェントが失敗に対して謝罪を行うことでユーザの怒りや興奮を抑えられることが示されている[6]. ここからも人はエージェントが失敗した場合に謝罪やインタラクションの断絶といった方法で責任を取らせようとしていることが示されている. さらに,自発的に謝罪を行うことで意図の誠実性が保証され,許されやすくなるという指摘もある[7]. このことからも人は誠実な態度の相手に対しては責任を重く

帰属させない傾向にあるといえ,これは責任の帰属に 「相手の印象」が影響していることを示唆している.

また,大渕らは失敗の内容に応じて謝罪と自身の正 当性の提示を使い分けることが信頼回復に効果的だと 示した[8]. ここから、人は単に相手の態度や印象を評 価するのではなく失敗の内容がどんなであったかとい う点も判断材料にしていることが伺える. Reason は ヒューマンエラーを「ミステイク」「ラプス」「スリッ プ」の3つに分類した[9]. ミステイクは計画や考え方 の間違いである. 例えば車の運転ならば「行先を間違 えてしまった」という状況になる. ラプスは認知の誤 りに基づく失敗である. つまり「曲がるべき道を見落 としてしまった」という失敗がこれにあたる. スリッ プは実行時の誤りや技術不足に基づく失敗である. 例 えば「アクセルとブレーキを間違えて踏んでしまっ た」という失敗が挙げられる. ミステイクは意図して いた内容がそもそも間違っているというものであり. これは故意性が高いといえる. 一方でラプス・スリッ プは不注意や偶然に起因する失敗であり過失的なもの であることから, 本研究ではミステイクを故意による 失敗, ラプス・スリップを過失による失敗として扱う.

さらに古城によれば課題の内容によっても責任の帰属は変化すると示されている [10]. 課題の難易度が高いなど、失敗が起きやすい場合では相手に責任は帰属されにくくなると考えられる.

これらをまとめると、人は「課題の内容」「相手の印象」「ミスの内容」から責任の所在を判断しているといえる。責任の帰属先は能力や努力量といった内的要因と運や課題の難易度といった外的要因の二つであることが古城によって示されている[10]が、本研究では人-エージェント間の責任帰属を考えるため、これを「エージェントの内的要因」と「外的要因」として扱う。

小俣によれば「自身が同じ (ミスをしてしまうような) 状況になりえる場合,外的要因に責任を帰属しやすい」と示されている [11]. このことから「ミスが発生しやすいと想定される状況では外的要因に,そうでなければ内的要因に帰属される」と予測される.「課題の難易度」と「ミスの内容」がこれにあたる.森らが適切な謝罪がユーザの許しを得やすいと示した [6] ことから,「相手の印象」では「相手の印象が良ければ外的要因に,悪ければ内的要因に帰属される」と予測できる.しかし,人がこれらの要因から責任の所在を判断する際,どのような順番・プロセスで責任の帰属に至っているのか,また要因ごとに優先度が存在するのではないかという点はまだ明らかになっていない.そ

のため、責任の帰属モデルを構築するには責任を判断 する際の要因の検討順、重みづけといった点を観察す る必要がある.

3. 実験

本章では「実際にエージェントに対して社会性を見出しているのか」を検証するための予備実験と「与えられる情報の順番によって責任の帰属の判断は変化するか」を検証するための実験について検討する.

3.1 予備実験

3.1.1 実験目的

ユーザがエージェントに対して社会性を見出しているか観察するほか、これにより実際に行われる支援が効果的に働かなかった場合のエージェントに対する評価が変化するか観察する.

3.1.2 実験内容

まず実験参加者は課題を共にするエージェントとの 簡単なチャットを通じて関係の構築を行った. その後 ゲームのルール説明とデモ映像を見て実験の導入は完 了とした.

実験参加者とエージェントで以下に示すゲームに取り組んだ.実験参加者とエージェントは分身となる駒を操作して迷路を探索する.迷路には宝物が設置してあり、これを拾ってスタート地点の宝箱まで持ち帰ることで得点となる.迷路内にはランダムに罠が発生する.これに駒が触れると5秒間駒の移動ができなくなる.1ゲームの制限時間は2分とし、制限時間内に実験参加者かエージェントが一つも宝物を持ち帰れなかった場合は得点に-100点のペナルティが科される.ゲーム回数は全5回とする.以上をルールとして実験参加者に教示した.

制限時間になると結果発表画面に自動的に遷移する. 結果発表画面ではゲームの成績が詳細に提示される. また, この時に「次のゲームでエージェントは何点くらい獲得できるか?」を実験参加者に予想してもらう. 入力の後次のゲーム画面へ遷移する.

以上の内容を5回分繰り返すことが本ゲームの内容となる.エージェントは3回目までは平均100点,標準偏差10点の成績を収めるが,4回目で罠にかかってしまうことにより-100点のペナルティを科される.これは回避は非常に難しいとわかるようにする.また5回目の成績は実験条件によって異なり,再び好成績を

収めるパターンと再びペナルティを科されるパターン に分かれる.

実際のゲーム画面を図2に示す.

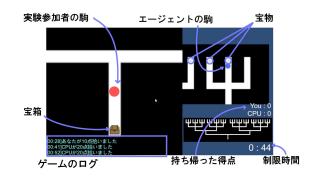


図 2 ゲーム画面

3.1.3 実験条件

実験要因をエージェントに関する教示の有無および 5回目のゲームにおけるエージェントの得点とする.

教示要因は教示有り条件と教示無し条件の2条件であり、実験の最初に行う教示の内容とデモ解説フェーズの解説内容を変更する. 教示有り条件では実験の最初に「エージェントは取り組むゲームの内容をよく理解している」と教示する. 教示無し条件ではこの教示を行わない. また、教示有り条件ではデモ解説フェーズで映像に合わせてエージェントがゲームの目的を理解した行動をしていると解説する. 教示無し条件ではこの解説を行わない.

5回目の得点要因は成功条件と失敗条件の2条件である.成功条件では5回目のゲームにおいて3回目までと同様に宝物を持ち帰ることに成功し,110点の成績を収める.失敗条件では4回目のゲームと同様に罠にかかってしまい,再び-100点のペナルティを科される

以上の2要因4条件について被験者間で実験を 行った.

3.1.4 観察項目

各ゲーム終了時に設ける「次のゲームでエージェントは何点獲得できると思うか?」の質問に対する実験参加者の回答と、各ゲームの実験参加者の得点を記録し観察する.

また,実験終了後に実験参加者にエージェントに対する印象についてのアンケート調査を行う.アンケート項目は全17問とした.

3.1.5 予測

教示有り条件の場合,実験参加者のエージェントに 対する信頼感は能力的側面と社会的側面を併せ持つも のとなり,ゲームにミスがあったとしても期待する得 点は減少しないか,わずかに減少するに留まると予測 される.

教示無し条件の場合,エージェントに対する信頼は ミスで失われ,期待する得点は大きく減少すると予想 される.

3.1.6 実験結果

本実験の参加者は全30名であり、いずれも18~27歳の大学生・大学院生であった。教示有り条件の参加者が各8名,教示無し条件の参加者が各7名であった。エージェントに期待する得点の推移とアンケートの集計結果、およびエージェントの失敗について抱いた印象の自由記述内容の分類結果を図3から図5にそれぞれ示す。

記録されたエージェントに対する得点予想値では条 件間で有意差を見ることはできなかった. アンケート に対する回答では、質問7「あなたはコンピュータが 得点に貢献してくれていたと思いましたか?」, 質問 10「あなたはコンピュータの行動は人間らしいと思い ましたか?」、質問11「あなたはコンピュータのことを 信頼できると思いましたか?」、質問13「あなたは同 じゲームをもう一度する時, このコンピュータと一緒 に取り組みたいと思いますか?」の4項目で有意差が 見られた. また, エージェントの失敗に対する印象を 自由記述させた項目では、教示有り条件ではエージェ ントの失敗を許容したりエージェントに対して共感を 抱くようなポジティブな回答や、そもそもエージェン トが失敗することを想定していなかった旨の回答が多 く見られた. 一方教示無し条件ではエージェントの失 敗を叱責したり,失敗することを諦めるような内容の 回答が多く見られた.

3.1.7 考察

アンケート項目において 4 項目で有意差が見られた. このうち, 質問 7, 11, 13 では教示無し条件の時

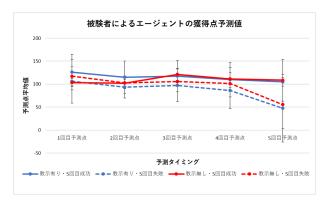


図3 エージェントに期待する得点

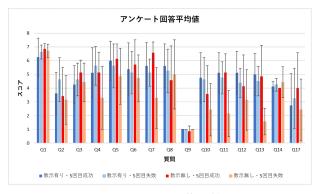


図 4 アンケート集計結果

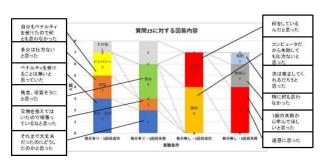


図 5 自由記述分類結果

のみ5回目の成績要因で有意差が見られた.これらの 質問はエージェントに対する信頼感・印象を調査する ための質問であった.このとき教示有り条件では有意 差が見られていないため、教示有り条件では5回目の 失敗があったとしてもエージェントに対する印象が悪 化していないとわかる.このことから、教示があった ことで印象の悪化が防がれた可能性があるとわかる.

一方で、質問 10 に対しての回答は教示条件によって有意差が見られている。これはエージェントの行動に人間性を感じたかを問う質問であった。ここから教示無し条件では実験参加者はエージェントに対して社会性や人間性を感じていなかったことが示唆される。このことが質問 15 においてエージェントに対してネガティブな評価をしたことに繋がったと考えられる。

質問 15 に対する回答では、教示有り条件ではエージェントの失敗を許容したり、エージェントに対して共感を抱くなどポジティブな内容の回答が多く見られている。教示無し条件ではエージェントを責める、エージェントが失敗することを諦めているようなネガティブな内容が殆どであった。このことからも教示がエージェントの失敗時の印象悪化を防いでいた可能性が示されている。

以上より、エージェントに対しての認知の内容を操作したことにより、エージェントとのインタラクションを通じてエージェントに社会性を見出している可能性が示唆された。一方で、エージェントに対しての認識内容が印象変化に影響を与えているにもかかわらず、ゲーム獲得点予想値では差異を見ることができなかった。

以上の実験結果をふまえると、人はエージェントのような対象に対しても失敗を責めたり逆に失敗を慰めるような発言をしてエージェントに社会性を見出す一方で、どのような思考プロセスを経て失敗の責任の所在を決めているのかが不明瞭であるということが言える。そこで、2.2節で述べた責任の判断要因がそれぞれどれくらいの強さで責任の帰属に影響を与えているのか、また情報の提示順番が思考プロセスに影響するのかを調査する必要があるといえよう。

3.2 責任の帰属の判断プロセスを明確にするための実験の検討

3.2.1 実験目的

責任の帰属判断モデルの構築のため,人が責任の帰属を構成する要因のうちどの要因を重視しているの

か、またそれらを提示する順番によって判断が変化するかを観察する.

3.2.2 実験内容

株の売買を模したゲームを行う. 実験参加者には一 定の持ち点が与えられ、そこから得た利益が得点とな ると実験参加者に教示する. ゲーム画面には (1) 株価 の推移履歴と予測(2)売買の選択ボタン(3)現在の持 ち点(4)エージェントによるアドバイスが表示される. 本実験では簡単のためリアルタイムに株価が変動する のではなく、売買を一つ実行するごとに株価が変化す るものとする. 売買はその時点ごとにどちらか1つの みを選択することができる他、どちらも行わないとい う選択も可能である. 売買が行われると株価に応じて 持ち点が変化する. エージェントは実験参加者に対し てどのように行動するべきかを助言する. 具体的には 「株価の上昇が見込めるから, 今は株を買って取って おこう」といったものである. 上記の売買の選択を一 定回数行い, 最終的に持ち点がどれだけ増えたかを競 う. しかし、エージェントが途中で誤ったアドバイス をしてしまい, 実験参加者に損失をもたらす. これが 責任の帰属を判断させるためのミスになる. 今回は責 任の帰属を判断する要因である「ミスの内容」「エー ジェントの態度」「課題の難易度」は固定とし、それぞ れ「過失」「悪い」「低難易度」とする. これらはミス の内容は外的要因に帰属されると予測される条件であ り、エージェントの態度と課題の難易度は内的要因に 帰属されると予測される条件である. 上記のインタラ クションのイメージを図6に示す.ここでは以前の株 の取引きの結果や実験に関する教示などが関係構築に なり,実験参加者は実際にエージェントと取引を進め ていくうちに信頼関係の構築に至ると考えられる.途 中でエージェントがエラーを起こしてしまい取引が悪 い結果になってしまった時、人は責任を問われるため エラーの状況を振り返ることが予測される. この時判 断に利用される要因は前述した通り予測がされている が、どのようなプロセスを経て責任の帰属がなされる のかは依然不明である、本実験はこの思考プロセスを 明らかにするためのものである.

3.2.3 実験条件

責任の帰属を判断する要因の提示順番を実験要因とする.総じて1要因3条件の実験となる.具体的にはエージェントの態度とミスの内容は実験の進行に伴っ

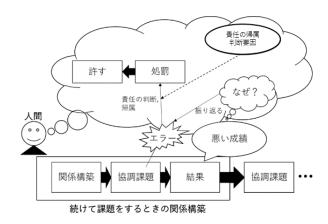


図 6 責任の帰属インタラクションのイメージ

て提示されるため、それ以外の要因である課題の難易度の提示タイミングを操作することとなる.課題の難易度が低いと最初に提示される場合と、実験の途中で提示される場合と、実験の最後に提示される場合の3条件で実験を行う.

3.2.4 観察項目

エージェントの助言が招いた損失に対して「誰の責任だと思ったか」を質問する.回答先として「エージェントの能力不足」「エージェントの努力不足」「課題の難易度が高かった」「運が悪かった」の4つを提示する.また,それを判断するまでにかかった時間と,何を判断基準として判断したかを質問する.,エージェントに対して抱いた印象をアンケートにより調査する.

3.2.5 予測

責任の帰属を判断するのは全ての実験が終了した後である。よって、最後に提示された要因が最も強く判断に影響しているのではないかと予測できる。一方、全ての要因がニュートラルに判断されるならば今回のミスの責任は内的要因に帰属されると予測される。

4. まとめと今後の展望

現在の人-エージェント間インタラクションにおいて、人からエージェントに対する信頼感についてはエージェントの能力に対しての期待から生じるものへの議論が一般的である。今後人とエージェントによる高度な協調作業が実現した時、エージェントのミスや援助の失敗は信頼関係の破綻を起こす可能性がある。しかし現実には全ての援助が成功、あるいは計算から予測可能な情報だけでの支援を行うことは難しい。こ

の問題を解決するには、エージェントがユーザにとって効果的でない援助を行った場合にも信頼感を損なわず関係を維持できるような人-エージェント間の関係構築が課題となる.

この問題の解決方法として、「エージェントに失敗の 責任を帰属させない」という方法を考えた. これによ り失敗がエージェントの責任では無かったとユーザに 判断させることで信頼関係の維持を狙う.

予備実験として人はエージェントに対して社会性を 見出しているのかを検証するための実験を行いデータ を収集した.

実験結果より、エージェントに対して社会性を持った存在であると認識の構築を行った条件ではエージェントの失敗に対する印象が悪化していたことがわかった.これは実験参加者がエージェントの社会性に対して信頼感を抱いていた可能性を示唆する結果である.

以上より人はエージェントに対して社会性を見出し ており、同時に失敗に対する責任を取りうる存在であ ると見ている可能性が示唆された.

これをふまえて責任の帰属を判断するためのモデルを検討し、どの要因が責任の判断に重要視されているのか、情報が提示される順番が影響しているのかを観察するための実験を検討した.

今後の展望として、責任を判断するプロセスを明確にしたうえで責任の帰属モデルを構築する必要がある。また、責任の帰属モデルを組み込んだエージェントの設計についても検討の余地が残されているといえる。また、本研究の実験ではインタラクションを行う状況・問題の変化や失敗からの挽回といったインタラクションが繰り返し行われる場合、文脈の考慮といった点が含まれておらず、ここにも検討の余地がある。

近年の傾向としてエージェントや端末の高性能化ばかりが注目され、インタラクションの形態が軽視されているように思える。本研究はいかに優秀、高性能なエージェントが設計されたとしてもユーザからは使えないという烙印を押されてしまう可能性を示している。また、インタラクションの設計次第で人を騙すようなエージェントが生まれる可能性がある。これらの点から、人-エージェント間インタラクションにおける責任の帰属モデルを明確にする必要があるといえる。

文献

- [1] 片桐恭弘"対話を通じた相互信頼感構築に関する考察", 情報処理学会研究報告 Vol.2014-ICS-176 No.10, 2014
- [2] Tetsuya Matsui, Seiji Yamada "Building Trust in PRVAs by User Inner State Transition through Agent State Transition", HAI '16 Proceedings of the Fourth

- International Conference on Human Agent Interaction P.111-114, 2016
- [3] 西垣悦代,浅井篤,大西基喜,福井次矢"日本人の医療 に対する信頼と不信の構造:医師感謝関係を中心に", 対人社会心理学研究 4 p.11-p20, 2004
- [4] 山本紗織, 竹内勇剛 "返報義務感を低減する Human-Agent Interaction デザイン", 知能と情報 27 巻 6 号 pp.898-908, 2015
- [5] 熊谷太郎"寄与過失を伴う厳格責任は過失責任よりも優れた損害賠償責任ルールか",松山大学論集 第20巻第6号,2009
- [6] 森純一郎, Helmut Prendinger, 土肥浩, 石塚満 "ユーザ感情に基づくエージェントの感性的インタラクション", 知能と複雑系 130-11, 2002
- [7] 藤井聡, "合意形成問題における"計画修正可能性"と" 謝罪"の決定的役割", 運輸政策研究 Vol7 No.3, 2004
- [8] 大渕憲一, 渥美惠美, 山本雄大 "謝罪による信頼回復: その逆転効果をめぐる検討"文化 80 巻 1, 2 号, 2016
- [9] James Reason"Human Error", Cambridge University Press, 1990
- [10] 古城和敬 "成功・失敗の原因帰属に及ぼす public esteem の効果", 実験社会心理学研究 第 20 巻 第 1 号, 1980
- [11] 小俣謙二"犯罪化会社への責任帰属に関連する心理的 要因の検討-傷害致死事件の場合-", 駿河台大学論叢 第 40 号, 2010

エージェントとのインタラクションによる価値発見 An Interaction with Embodied Agent to Discover Alternative Values

堀田 拓海,遠山 紗矢香,竹内 勇剛 Takumi HOTTA, Sayaka TOHYAMA, and Yugo TAKEUCHI

静岡大学大学院総合科学技術研究科

Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University hotta.takumi.15@shizuoka.ac.jp

概要

創造的思考場面において、当初とは異なる使い道や目的を発見することで、より重要な発明品や概念を生み出すというアプローチは有用であるが、固着が生じることでそのアプローチを発見しづらくなると考えられる。本研究では、エージェントとインタラクションを行う創造的思考場面において、エージェントに対し帰属する価値観が、エージェントの行動に対する解釈と、固着の解消・創造的思考プロセスの転換に影響するという仮説を、実験により検証する.

キーワード:協同, 創造的思考, HAI(Human Agent Interaction)

1. はじめに

偶然に予想外の良い結果を得られることを示す「セレンディピティ(serendipity)」という言葉があるように、失敗や偶然から生まれた発明は多く存在する.発明におけるセレンディピティの一つの有名な例として、世界初の糊付き付箋として販売された 3M 社のポストイットが挙げられる [1].

3M 社の研究者スペンサー・シルバーは、接着力の強い接着剤の開発中に、くっつきやすいが簡単に剥がれやすいという接着剤を作り上げた. 簡単に剥がすことのできる接着剤は、強力な接着剤を作るという本来の目的からすると失敗作であるといえる. しかし、スペンサーはその失敗作を棄てずに、その失敗作の接着剤の新しい用途を探し続けた. その結果、書類や書籍に使うしおりに用いる接着剤としての大きな利点が見出され、ポストイットが開発された. このような、新たな使い道を見出すことで生まれる発明は、どのようなアプローチによって実現されているのだろうか.

発明やデザインなどの創造的発見は,通常,目的や機能が先行し,それらに従いアイデアや生産物を作ろうとするというアプローチ(機能優先アプローチ)が一般的である.しかし,ポストイットの例のように,

ある目的に向かって試行錯誤するのではなく,既に存在するアイデアや生産物に基づいて,当初とは異なる使い道や目的を発見することで,より重要な発明品や概念を生み出すというアプローチ(形状優先アプローチ)がしばしばとられる.問題解決の研究においては,これを問題発見と呼び,創造的な問題解決をする上で重要なアプローチであると考えられている[2].

しかし、発明などの創造的場面において形状優先アプローチを適応するには、まず発明者がそのアプローチに気づく必要がある。創造的思考をする上では、ほとんどの場合に機能優先アプローチが行われる。問題や状況に対し、慣習的・常套的なアプローチをすることは、新しい情報を体制化し理解するために有用である一方で、問題解決や創造的思考においてさまざまな種類の固着を引き起こす可能性があるため[3]、機能優先アプローチによって固着が生じた場合、たとえ形状優先アプローチが有効な場面であっても、それに気づきにくくなることが考えられる。

とりわけ、当初とは異なる使い道や目的を見出すというアプローチは、「機能的固着 (functional fixedness)」によって阻害される可能性がある.機能的固着は、対象物をその典型的な機能でのみ考えてしまう傾向である.

創造的思考における障害を排除し、創造的思考を促進させる上で、他者との協同の重要性が指摘されている。石井らは、実験により創造的問題解決場面において1人で考えて取り組むよりも、2人で話し合いながら取り組むことで、アイデアの解釈や評価、追加や修正がより積極的に行われ、創造性の高いアイデアが産出されることを示唆しており[4]、自分とは異なる他者の視点や解釈が、創造的思考を促進させるうえで重要な役割を果たすことが考えられる。

また,人の代わりにエージェントとのインタラクションによって創造的思考を促進させるアプローチの研究も行われている.林は,複数の対話エージェント

を用い、協同問題解決における重要な認知活動を捉えられることが可能であるとし、エージェントとの協同の有用性が示している [5].

しかし、エージェントとのインタラクションにおいて、「エージェントがどのような価値観・視点に基づいて行動しているのか」というエージェントに対する認識が、創造的思考に及ぼす影響に着目している研究は少ない。そこで本研究では、創造的思考場面において、エージェントに対する意図帰属、およびエージェントに対し帰属する価値観の、エージェントの行動に対する解釈と創造的思考プロセスの転換への影響を実験により観察する。

2. 背景

2.1 エージェントとの協同

哲学者 Dennett は、人は対象物の振る舞いを理解するために物理スタンス、設計スタンス、意図スタンスの3つのスタンスを使い分けると述べている [8].物理スタンスは、主体の振る舞いをその物理的性質や法則により理解するスタンスである。設計スタンスは、主体はある設計原理に基づき設計されていて、設計通りに動作しているのだと、物理的な性質には着目せずに理解するスタンスである。そして、意図スタンスは、主体はなんらかの意図や信念を持ち、それらに基づき行動していると解釈するスタンスである。人間のような複雑なシステムに対しては、そのふるまいを理解し予測するためには、そのシステムに心の状態を帰属させることが有効かつ容易である。そのため、われわれは通常、人間に対して意図スタンスを採用する [9].

意図性を知覚させやすくする要因として,外部からの力を受けずに動作する自己推進運動 [10] や,ある目標に向かおうとする目的指向性 [11] があるとされており,われわれは人間だけでなく人工的なエージェントの振る舞いに対しても意図スタンスにより理解することができる (図 1).

2.2 協同場面における他者に対する認識による影響

他者との協同場面において, どのような要素が創造 的思考を促進させるのだろうか.

清河・伊澤・植田 (2007) は、言語的なやりとりを行わない状況でも、洞察問題の解決過程で他者の試行の観察を行った場合、解決を阻害する制約が緩和され、過去の自分の試行の観察を行った場合には制約は緩和



図1 エージェントに対する意図の帰属

されないことを示している [6]. このことから、言語的なやりとりが行われなくとも他者との協同が創造的思考プロセスを促進しうることが考えられる.

また,自分の試行の観察による制約の緩和の妨害効果について,小寺ら(2011)は,洞察問題解決場面で過去の自分の試行を観察する場面において,その試行を「他人の試行である」と認識した場合より妨害効果が抑制されることを明らかにしている[7].つまり,協同場面において創造的思考を促進する要素には,他者との直接的・言語的なやりとりや,環境に対する行動のみならず,他者自体に対する自らの認識も含まれているといえる(図2).

エージェントとの協同場面に置き換えれば,エージェントが同じ行動をした場合でも,「エージェントがどのような意図に基づいて行動しているか」「エージェントがどのような価値観を持っているのか」という認識の違いによって,制約の緩和への影響が変化するのではないかと考えられる.

たとえば、創造的思考場面で機能的固着が生じている場合にエージェントが何らかの行動をしている状況において、エージェントの行動に対し意図を帰属し、「自分とは異なる価値観をエージェントが持っている」と認識することにより、制約が緩和され、固着が解消される可能性が考えられる.

そこで本研究の実験では、創造的思考場面において、エージェントの外見を変え、意図を帰属させた際に推定する価値観を変化させることにより、固着の解消や、発明のアプローチの転換に影響するかどうかを検証する。本研究においては、実験参加者がエージェントに対して帰属する意図や価値観を、エージェントの外見を変えることにより調節する。人間に似た形の



図 2 他者との言語的なやりとりだけでなく,他者の行動や他者に対する認識が創造的思考の促進に影響しうる.

エージェントに対して意図を帰属させる場合,人間の価値観に基づいた意図によって行動していると推測すると考えられる.一方で,動物やより単純なつくりのエージェントに対して意図を帰属させる場合は,人間に似た形のエージェントと比べて,人間の価値観を適応しづらくなり,同じ行動に対しても異なる解釈が生じると考えられる.

3. 予備実験

創造的思考場面において,エージェントの視線を きっかけにエージェントに対する意図の推定を行うこ とで,制約が緩和され,創造的思考プロセスが促進さ れるのではないかという仮説のもと実験を行った.

実験では、指定されたパーツを組み合わせ独創的かつ実用的な発明品を生み出す創造的思考課題を VR 空間内で実施した.この課題は、Finke[12] による創造的発明実験を元に作成した.様々なパーツに視線を向けるエージェントの存在が、実験参加者の行動や発明品にどのように影響を及ぼすかどうか観察した (図 3).実験条件と実験手順を図 4 に、実験結果と考察を図 5 に示す.その結果、エージェントの視線による主効果は認められなかったが、チュートリアル中にエージェントがパーツを組み立て、課題を理解している様子を見せることでエージェントに対し意図の帰属を促した場合では、視線が創造性に影響することが示唆されており、同じ行動を他者がとっていても、その他者に対

し意図を帰属させるかどうかによって創造的思考プロセスに及ぼす影響が変化することが考えられる.

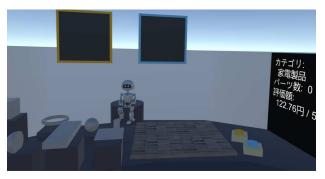


図3 実験環境

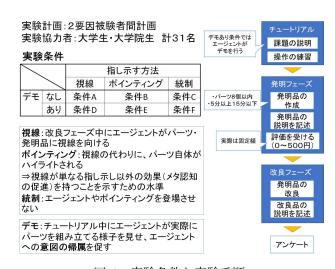


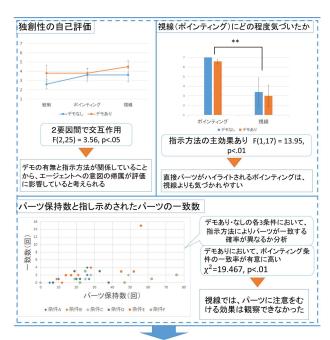
図 4 実験条件と実験手順

この結果をふまえ、創造的思考場面において、エージェントに帰属する価値観の差によって固着の解消や 創造的思考プロセスに対する影響が変化するか実験に より検証を行う.

4. 実験

4.1 目的

創造的思考を要する問題解決場面での、エージェントに対する意図の帰属、およびエージェントに帰属する価値観の差が、エージェントの行動に対する解釈と創造的思考におけるアプローチの転換に及ぼす影響を観察する.実験の課題は、VR 空間内で部屋の中から脱出するゲームを行うものである.



・視線が、パーツに注意を向けるというポインティング以外の要因によって創造性に影響しているのではないか ・視線に対して意識することがなくとも、無意識的な要素が創造性に影響を与えているのではないか

図 5 実験結果と考察

4.2 実験方法

4.2.1 実験環境

本実験は、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いた VR 空間内で行う. VR 空間の環境は、統合開発環境内蔵のゲームエンジンである Unity[13] を使用して構築する. 使用する HMD は Oculus Rift[14] を使用し、付属の Oculus Touch コントローラ (以下、コントローラ) と、HMD とコントローラの位置をトラッキングするためのセンサーを併せて用いる (図 6). コントローラーは VR 空間内では手のオブジェクトとして表示され、コントローラのボタン操作により指の形を変えることができる. HMD とセンサーは PC に接続して使用する. センサーと PC、記録用のカメラの位置と、実験参加者の初期位置を図7の左側に示す.

VR 空間内は、図7の右側に示す環境によって構成される. 部屋の中には、スロットマシン、テーブル、はしご、札束、エージェントが存在している. 部屋の天井は一部空いており、そこから部屋の外につながっており、外にはゴールを示す旗が設置されている. 旗をつかんだ時点で脱出したと見なし、ゲームを終了する.

はしごは, 部屋の外に脱出する際に用いるオブジェクトで, テーブル上に一定額の札束を置くことにより



図 6 実験に用いるデバイス

利用することができる. また,テーブルや札束の上に も上ることができる.

スロットマシンは各リールに対応するボタンを押すことでリールを止めることができ、各リールの絵柄がそろうと賞金として札束が出現する. なお、各リールはボタンを押してからランダム時間経過後に停止するため、狙った絵柄をそろえるのは困難である. かわりに、一定確率でボタンを押すタイミングと関係なく絵柄がそろう. また、スロットマシンの上には上ることができる.

エージェントは人型,または非人型の自律するオブ ジェクトで,テーブルの上に札束を階段状に積み上げ ようとする.

4.2.2 実験条件

エージェントの外見要因による被験者間実験を行う. エージェントの外見要因は,人型エージェント,非人型エージェント, エージェントなしの 3 条件によって構成される (表 1). 実験で用いるエージェントのモデルを図 8 に示す.

表 1 実験条件

エージェントの外見	人型	非人型	エージェントなし
	条件 A	条件 B	条件 С

4.2.3 課題内容

実験内容は、VR 空間内の部屋から脱出するゲームを行うものである.実験は、練習と本番の2つのフェーズで構成される.







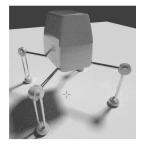
実環境

VR内環境

図 7 実験環境







非人型エージェント

図8 実験に用いるエージェント

まず、練習のフェーズでは、VR 空間内で小さなオブジェクトをつかんで移動させる練習や、台のオブジェクトの上に上る練習を行う.

練習のフェーズが終了したのち行われる本番のフェーズでは、VR 空間内で部屋の中から脱出するゲームを行う. ゲーム開始時点の状態では、ゴールを示す 旗は手の届かない壁の上の高い位置にある. 実験参加 者は、スロットマシンにより札束を集め、はしごを購入するか、あるいは札束を高く積みその上に上ることで旗のオブジェクトをつかみ脱出することができる.

制限時間は 20 分で、旗のオブジェクトを掴んで脱出するか、脱出できないまま 20 分が経過した時点でゲームを終了する.

この課題において札束のオブジェクトは2つの使い 道が想定されている.一つは,はしごを購入するため の資金としての使い道である.そしてもう一つは,高 い場所に上るための踏み台としての使い道である (図9).

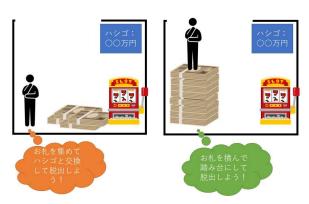


図 9 札束を貨幣として用いるアプローチ(左)と踏 み台として用いるアプローチ(右)

はしごを購入して脱出するためには、大量の札束を 集める必要があり、時間がかかるようになっている。 一方で札束を踏み台にして脱出する場合に必要な札束 の数は、はしごを購入するために必要な数と比べかな り少なく、札束を踏み台にすれば最も効率よく脱出で きるようになっている。

しかし、一般的に紙幣は「ものを購入する(交換する)」という機能を有しており、札束に対し紙幣としての機能を認識してしまった場合、機能的固着が生じ、紙の束という物理的な機能に気づくためにはその固着を解消させる必要があると考えられる。

札束をテーブルに積み上げるエージェントが存在した場合、そのエージェントの行動を、紙幣の価値を理解した上での行動とみなすか、紙幣の価値を理解せず、単なる「もの」として扱っている行動としてみなすかにより、機能的固着の解消における影響が変化すると考えられる.

4.2.4 観察項目

はしごを購入するためにテーブルに札束を積んでいる状態から、踏み台にするためにゴールの真下に札束を積み始めるようになる状態へ遷移するまでの時間を計測することで、札束の「ものを購入する」という機能による機能的固着が解消されるまでの時間を観察する。またアンケートにより、エージェントが持っていると推定される価値観や、エージェントの行動に対する解釈など、エージェントへの認識の違いを観察する。

4.2.5 仮説と予測

仮説

創造的思考場面において、エージェントに対する意図帰属、およびエージェントに対し帰属する価値観が、エージェントの行動に対する解釈、そして固着の解消・創造的思考プロセスの転換に影響する.

予測

人型エージェント条件では、エージェントに対して 人間の価値観を帰属させるため、エージェントの行動 は札束を貨幣として見ているとみなされ、札束の物 理的な特性に気づくまでの時間が長くなる. 非人型で は、エージェントに対して人間の価値観が適応されづ らく、エージェントの行動は札束をブロックや踏み台 として見ているとみなされるため、物理的な特性に気 づくまでの時間が短くなる.

5. まとめ

本研究では、創造的思考場面で「エージェントがどのような価値観を持っているか」という認識の違いにより、エージェントが同じ行動をしている場合でも、エージェントに対して推定する意図、そしてエージェントの行動に対する解釈が変化し、固着の解消・創造的思考の促進に影響を与えるかどうかについて検討する。

予備実験では、エージェントに対する意図の帰属と エージェントの視線操作による創造的思考プロセスへ の影響を観察した。その結果、エージェントに意図を 帰属させることで、そのエージェントが同じ行動をし た場合でも,創造的思考に対し異なる影響を与える可能性が示唆された.

この結果をふまえ、創造的思考場面において、機能的固着により物の新しい使い道を発見しようとするアプローチが阻害される状況下で、エージェントが同じ行動をしている場合でも、「エージェントがどのような価値観や視点に基づいて行動しているか」という認識の違いにより、エージェントの行動に対する解釈、そして固着の解消・創造的思考の促進に与える影響に差が生じるという仮説のもと、実験を行う.

本研究が,人間と協同を行うエージェントシステムにおいて,より人間の創造的思考を促進させるようなエージェントの設計に貢献することが期待される.

文献

- [1] 3 M | ポスト・イット® ノート | 製品開発ストーリー, https://www.mmm.co.jp/wakuwaku/story/story2-2.html (アクセス日: 2019/6/27)
- [2] Bransford, J.D., and Stein, B.S.(1984). The ideal problem solver. Newyork: Freeman.
- [3] Finke, R. A., Ward, T. B., and Smith, S. M.(1992). Creative Cognition: Theory, Research, and Applications, The MIT Press, Cambridge, MA (小橋康章訳,森北出版)
- [4] 石井成郎・三輪和久 (2001). 創造的問題解決における協調認知プロセス. 『認知科学』**8**, pp.151-168
- [5] 林勇吾 (2014). エージェントベースの協同に関する実験 的検討.『認知科学』**24**(3), pp.382-395
- [6] 清河幸子・伊澤太郎・植田一博 (2007). 洞察問題解決に 試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討. 『教育心理学 研究』 **55**(2), pp.255-265
- [7] 小寺礼香・清河幸子・足利純・植田一博 (2011). 協同問題解決における観察の効果とその意味:観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響.『認知科学』18(1), pp.114-126
- [8] Dennett, D.C.(1987). The Intentional Stance. Bradford Books/The MIT Press.
- [9] 山田誠二 (2007). 人とロボットの<間>をデザインする. 東京電機大学出版局.
- [10] Premack, D.(1990). The infant's theory of self-propelled objects. Cognition, **36**(1), pp1-16.
- [11] Dittrich, W. H., Feldman, J.(1994). The influence of spatial context and the role of intentionality in the interpretation of animacy from motion, Preception & Psychophysics, **23**(3), pp.253-268.
- [12] Finke, R. A.(1990). Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization. Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- [13] Unity. https://unity.com/ja (アクセス日:2019/7/2)
- [14] Oculus Rift: VR 対応 PC 用の VR ヘッドセット Oculus. https://www.oculus.com/rift/ (アクセス日: 2019/7/2)

応答プライミングにおける主観的可視性の効果

Effects of subjective visibility on Response priming

森本優洸聖†,牧岡省吾†

Yukihiro Morimoto, Shogo Makioka

[†]大阪府立大学 人間社会システム科学研究科

Graduate school of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University sza02290@edu.osakafu-u.ac.jp

概要

意識的処理が応答プライミングに与える影響については十分に検討されていない。本研究では矢印の左右判断課題と可視度判断課題を用いて応答プライミングがプライム刺激の可視性により変動するのか、また応答プライミングが正と負のいずれのプライミングであるのかを検証した。可視度がSOAと独立にプライミング量に影響することの示唆は得られたが、SOAが一定の実験では明確な結果が得られなかった。今後も実験統制を改善し検討を進めていく。

キーワード:意識(Awareness), プライミング(Priming)

1. はじめに

Response priming (応答プライミング)[1,2]とは反応と結び付けられたターゲットマスク(TM)刺激の前にプライム(P)刺激を呈示したとき、P刺激とTM刺激の特徴が一致している場合のほうが不一致の場合よりTM刺激に対する反応時間が短くなるという現象である.このプライミングの特徴は刺激の内容と反応の意味的な関係ではなく、あくまで教示で結び付けられた反応においてプライミングが発生することである。例えば、矢印を利用した課題では、TM刺激の矢印とボタン配置的に逆のボタンを押すという反応)という際でもプライミングが発生する[3]。この現象において一致と不一致の反応時間の差(プライム効果)はP刺激が不可視でも発生することが報告されていることから、応答プライミングは意識的処理に依存しないと考えられている.

応答プライミングは P 刺激が呈示されてから TM 刺激が呈示されるまでの時間(SOA)に伴って増加することが報告されている[4]. 一方で、応答プライミングは P 刺激と TM 刺激の ISI が 100ms を超えると確認されなくなるということも報告されているが[5], 非意識的処理であるという前提で議論がされており、意識的処理の進度の影響については特に議論がされていないまた P 刺激の可視性を PAS[6]によって測定し、応答プライミングに与える影響について検討した研究[7]では、

メタコンストラクト刺激を用いた応答プライミング課題において、可視性がSOAと独立にプライミング量に影響を与えることはないという結果が得られている.

本研究では、矢印刺激を用いて、可視性(PAS)が SOA と独立して応答プライミングに影響を与えるかどうかを検証する. さらに、条件を単純化してより厳密な検証を行うために、同一の SOA 条件における可視度の違いがプライムの効果に影響を与えるのかを検討する.また、応答プライミングが P 刺激と TM 刺激の一致による促進効果なのか、不一致による抑制効果なのかについても検討を行う。

2. 実験1

実験1では、結果の頑健性を確認するために、キーボードとジョイスティックという2つの反応取得方法を用いて、同じ実験を繰り返した。

・実験参加者

実験 1a: 大阪府立大学の学生23名(男性10名,女性13名), 平均年齢は20.83歳(SD1.624歳), 全員右利きだった. また分析の際にはうち3名のデータについては除外した. 除外理由として2名は課題の正答率が90%を下回っていたためであり,残る1名は除外した2名を除いた21名の参加者の平均反応時間に標準偏差の2.5倍を足した値よりも大きな平均反応時間となっていたためである.

実験 1b: 大阪府立大学の学生23名(男性13名,女性10名), 平均年齢は19.65歳(SD1.19歳), 全員右利きだった. 分析の際にはうち1名のデータについては除外した. 理由は参加者全体の平均反応時間に標準偏差の2.5倍を足した値よりも大きな平均反応時間となっていたためである.

・使用機器等

実験 1a では PC, ディスプレイ (ASUS, VG248), キーボードを用いた. 実験 1b はこれらに加えてジョイスティックを用いた.

実験の制御は Linux (Ubuntu 16.4)上の MATLAB 及び psychtoolbox 3 を用いて行った. ディスプレイのフレームレートは 85Hz に設定した. また, 実験参加者はディスプレイから 50cm の距離に座って実験を行ってもらった.

・独立変数と従属変数

独立変数は SOA (24,47,71,94,118ms)と P 刺激と TM 刺

激の矢印が向いている方向の組み合わせの(一致・不一致)の2要因であった. 従属変数はTM 刺激の反応時間とP刺激の可視度PAS(0,1,2,3)であった. 反応時間の分析においてP刺激の可視度は説明変数として用いた.

·使用刺激

刺激については図1に1試行の流れとともに例を示した. 注視点は「+」(視角 $0.2^{\circ}\times0.2^{\circ}$), 矢印は左右どちらかを向いており大きい物(視角 $2.1^{\circ}\times1.1^{\circ}$)と小さい物(視角 $1.6^{\circ}\times0.8^{\circ}$)を使用した. 小さいものをP刺激,大きいものをTM刺激として利用した. 矢印はいずれもグレー(RGB 178,178,178)で呈示した. 画面の背景色は黒 (RGB 0,0,0)を用いた.

・実験手続き

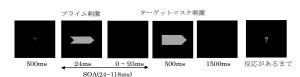


図1. 1試行の流れ

実験参加者は課題中に 2 枚の矢印の画像が呈示されること、また 1 枚目の矢印は見えないこともあること、2 枚目の矢印は必ず見えることを教示された。そして、2 枚目の画像(TM 刺激)が呈示されたら 1a ではキーボードの指定されたキーを押すことで出来るだけ早くかつ正確に 1a TM 刺激の向きを答えること、"?"マークが呈示されたら 1a P刺激がどの程度見えたかを評価するよう求められた。実験 1a では 1a 関版についてはジョイスティックを左右いずれかに傾けることで反応してもらった。

1試行の流れは次の通りである。まず注視点が画面中央に500ms呈示され、次にP刺激が24ms呈示された後にブランクスクリーンが設定したSOAに従って呈示された。次にTM刺激が呈示され、左右判断が行われるかTM刺激が呈示されてから500ms経過するまで刺激が呈示された。左右判断が行われるか2000msが経過すると画面中央に?マークが呈示され、実験参加者はP刺激がどの程度見えたかについて0(全く何も見えなかった)、1(何か見えた)、2(矢印が見えた)、3(はっきりと矢印が見えた)の4段階で、対応するキーボードのキーを押すことで判断した。可視度の評価が終わると試行の初めに戻り課題が繰り返される。

また課題中にはP刺激が呈示されず,TM刺激のみが呈示されるP無し試行とTM刺激が長方形になっている ongo 試行,またその組み合わせであるP無しongo 試行が混ぜられていた。ongo 試行のTM刺激に対する反応はIa ではスペースキーを押すよう,Ib ではジョイスティックを正面方向に傾けるよう予め教示しており,これらの試行については分析には利用されていない。

試行数についてまとめると実験 la,lb では参加者に 66 試行を 1 ブロックとし、10 ブロック計 660 試行を 行ってもらい、ブロックごとに最低 30 秒の休憩をしてもらった.

1 ブロックの内 6 試行は ongo 及び P 刺激無し試行であり、分析対象となるのは 600 試行(SOA[5 条件]×P 刺激と TM 刺激の組み合わせ[4 条件]を 3 試行ずつを10 ブロック)である. ブロック内の試行の順序はすべ

てランダムだった. また本試行の前には SOA を 144ms に設定し、本試行とは異なる形の矢印を使った 10 試行の練習試行を行ってもらった.

・結果

まず実験 1a の SOA 毎と可視度毎の平均 RT を図 2,3 に 示す。

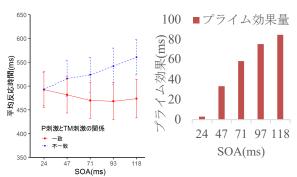


図 2. 実験 la の SOA 毎の平均 RT のグラフ

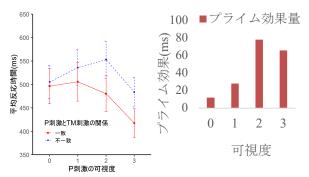


図3. 実験 1a の可視度毎の平均 RT のグラフ

図2を見ると、先行研究の通り SOA が大きくなるに伴って、プライム効果量が大きくなっていることが分かる。また、図3を見ると可視度については0~2については可視度が大きくなるのに伴って、プライム効果量が大きくなっているが、可視度3の時のプライム効果量は2の時よりも小さくなっている。しかし、可視度3の時の反応時間を見ると一致不一致ともに反応時間が2の時よりも短くなっておりこの可視度の効果の反応時間全体への効果がプライム効果量を小さくしたことが示唆される。

分析に移るとまず SOA と可視度の相関係数は 0.47 であった. この分析から可視度と SOA に正の相関があると判断できる. 決定係数を見ると互いについて約22%の説明力しか持たないことから, 今回はそれぞれを反応時間についての説明変数として扱うこととした.

線形混合モデルによる分散分析で目的変数である反応時間に対して、固定量効果に (一致不一致)と (P 刺激の可視度)と (SOA)について 2 次を含めた全ての交互作用を指定し、変量効果として(実験参加者毎の左右の反応)を指定して分析を行ったところ、一致不一致とSOA の交互作用(F(4,11221)=11.55, p=2.3×10°)、一致不一致と可視度の交互作用(F(3,11227)=15.53, p=4.4×10°)がそれぞれ有意であった。よって両方が独立にプライム効果に影響を与えていると言える。

図2からSOAの増加に伴ってプライム効果が増加していること、線形混合モデル分析よりSOAと一不一致

の交互作用が説明変数として機能していること. また, モデル式の分散分析においてその交互作用が有意に存 在することからこれまでの応答プライミングについて の報告通り, SOA が長くなるごとに, プライム効果が 大きくなることが確認できた.

次に、P 刺激の可視度毎のプライム効果についてみると、図3より可視度が3のところを除いて可視度の値が大きくなるに伴ってプライム効果が増加していること.線形混合モデル分析より可視度と一致不一致の交互作用が説明変数として機能していること.また、モデル式の分散分析においてその交互作用が有意に存在することから可視度毎においてもプライム効果は発生し、可視度が大きくなるごとに、プライム効果が大きくなることが示唆される結果が得られた.

次に実験 1b の SOA 毎と可視度毎の平均 RT を図 4,5 に示す.

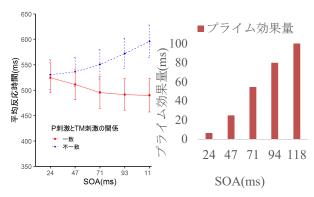


図 4. 実験 1b の SOA 毎の平均 RT のグラフ

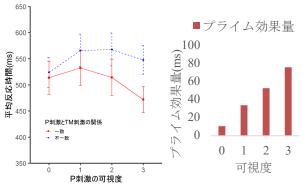


図 5. 実験 1b の可視度毎の平均 RT のグラフ

図4を見ると、先行研究の通り SOA が大きくなるに伴って、プライム効果量が大きくなっていることが分かる。また、図5を見ると可視度については $0\sim2$ については可視度が大きくなるのに伴って、プライム効果量が大きくなっている。

実験 1b において SOA と可視度の相関係数は 0.60 であった。目的変数である反応時間に対して、固定量効果に (-致不一致)と (P 刺激の可視度)と (SOA)について 交互作用を含めて指定し、変量効果として(実験参加者毎の左右の反応)を指定した線形混合モデルによる分散分析では、一致不一致と SOA の交互作用 $(F(4,12400)=17.95, p=1.0\times10^{-14}, -$ 致不一致と可視度の

交互作用(F(3,12407)=18.61, p=4.8×10⁻¹²)がそれぞれ有意であった.よって実験 la と同様に両方が独立にプライム効果に影響を与えているといえる.

·実験1総合考察

応答プライミングにおいて、P 刺激の主観的な見えがプライム効果に影響するのかについて検討した結果、実験 1a,1b の両実験において、P 刺激の可視度がプライム効果に影響しており、P 刺激の可視度が大きくなるにしたがってプライム効果が大きくなることを確認できた.

この結果は、基本的には先行研究における SOA の結果と似たものであり、かつ、P 刺激の可視度は SOA の長さに影響されるため当然の結果のようにも思えるが、今回の分析において、SOA と可視度の相関関係は強いものではなかった。さらに、線形混合モデル分析においては、SOA と一致不一致、可視度と一不一致の両方の交互作用が固定量として反応時間の説明に必要であった。以上の結果は、可視度が SOA による影響とは独立にプライム効果に影響を与えたことを意味する。つまり、応答プライミング課題のプライム効果は、SOA とP 刺激の可視度の両方から独立して影響を受けていると言える。

実験1では一致条件と不一致条件の平均RTからプライム効果を測定したため、SOAや可視の程度がP刺激と一致するTM刺激に対する反応を促進しているのか、両者が一致しない場合に反応が妨げられているのかが未解明である.

また、SOA を操作しているため、可視度のみが変化したときに反応時間がどのように変化するのかが不明である。そこで、刺激条件の一致・不一致の構成を変え、P 刺激と TM 刺激の方向が一致しているもの、不一致のもの、P 刺激が方向を示さないものの 3 種類に増やし、SOA を一定の値に固定した実験を実験 2 として行った。

3. 実験2

実験 1 と同様な刺激を用い、SOA を 1 つの値(47ms) に固定し、P 刺激が方向を示さない条件を追加して実験を行った。

実験参加者

大阪府立大学の学生 32 名(男性 18 名,女性 14 名), 平均年齢は 18.65歳(SD 1.31歳),全員右利きだった. また分析の際にはうち 2 名のデータについては除外した.除外理由として 2 名の課題全体の正答率が 85%を下回っていたためである.

使用機器等

PC, ディスプレイ (ASUS, VG248), キーボード, ジョイスティックを用いる.実験の制御はLinux (Ubuntu 16.4)上の MATLAB 及び psychtoolbox 3 を用いて行った. 実験参加者はディスプレイから 50cm の距離に座って実験を行った.

独立変数と従属変数

P 刺激と TM 刺激の方向の一致性の組み合わせ(一致・不一致・プライムの方位なし)の 1 要因 3 水準計画. 従属変数は TM 刺激の反応時間と P 刺激の可視度 PAS(0,1,2,3).ただし反応時間の分析において P 刺激の可視度は説明変数として用いた.

使用刺激・実験手続き

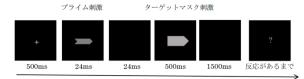


図1. 1試行の流れ

実験参加者は課題中に 2 枚の矢印の画像が呈示されること、また 1 枚目の矢印は見えないこともあること、2 枚目の矢印は必ず見えることを教示された。そして、2 枚目の画像(TM 刺激)が呈示されたらキーボードの指定されたキーを押すことで出来るだけ早くかつ正確に TM 刺激の向きを答えること、"?"マークが呈示されたら P 刺激がどの程度見えたかを評価するよう求められた。実験 2 ではジョイスティックを左右いずれかに傾けることで反応してもらった。

1試行の流れは次の通りである。まず注視点が画面中央に500ms呈示され、次にP刺激が24ms呈示された後にブランクスクリーンが24ms呈示された。次にTM刺激が呈示され、左右判断が行われるかTM刺激が呈示されてから500ms経過するまで刺激が呈示された。左右判断が行われるか2000msが経過すると画面中央に?マークが呈示され、実験参加者はP刺激がどの程度見えたかについて0(全く何も見えなかった)、1(何か見えた)、2(矢印が見えた)、3(はっきりと矢印が見えた)の4段階で、対応するキーボードのキーを押すことで判断した。可視度の評価が終わると試行の初めに戻り課題が繰り返された。

また課題中にはP刺激が呈示されず,TM刺激のみが呈示されるP無し試行とTM刺激が長方形になっている ongo 試行,またその組み合わせであるP無しongo 試行が混ぜられていた。ongo 試行のTM刺激に対する反応はジョイスティックを正面方向に傾けるよう予め教示しており,これらの試行については分析対象としなかった。

実験2では参加者に66試行を1ブロックとし、5ブロック計330試行を行ってもらい、ブロックごとに最低30秒の休憩をしてもらった.

1 ブロックの内 6 試行、計 30 試行は ongo 及び P 刺激無し試行であり、分析対象となるのは 300 試行(P 刺激と TM 刺激の組み合わせ[6 条件]を 10 試行ずつを 5 ブロック)である. ブロック内の試行の順序はすべてランダムだった.

また本試行の前には SOA を 144ms に設定し、本試行とは異なる形の矢印を使った 10 試行の練習試行を行ってもらった.

結果

まず実験2の可視度毎の平均RTを図6に示す. 図6を見ると可視度については0の時のプライム効果が1の時よりも大きくなり、1~2については可視度が大きくなるのに伴ってプライム効果が大きくなってい る. しかし、可視度3の時のプライム効果量はほぼ0msになっている.

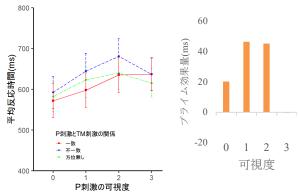


図 6. 実験 2 の可視度毎の平均 RT のグラフ

次にP刺激とTM刺激の一致・不一致ごとの反応時間の推移を見ると一致条件は可視度が大きくなるごとに反応時間が大きくなっている。不一致条件では可視度0-2では反応時間が大きくなっているが、可視度3では反応時間が短くなっている。また方位無し条件は不一致と同じように不一致条件では可視度0-2では反応時間が大きくなっているが、可視度3では反応時間が短くなっている。

線形混合モデルによる分散分析で目的変数である反応時間に対して、固定量効果に (P 刺激と TM 刺激の一致・不一致と(P 刺激の可視度)について交互作用を含めて指定し、変量効果として(実験参加者毎の左右の反応)を指定して分析を行ったところ、P 刺激と TM 刺激の一致・不一致・方位無しの主効果はで有意であり (F(2,8357)=33.41,p=3.6×10⁻¹⁵)、可視度の主効果もで有意であった(F(3,8390.5)=16.32,p=1.4×10⁻¹⁰). しかし、P 刺激と TM 刺激の関係と可視度の交互作作用はで有意ではなかった(F(6,8364.8)=1.56,p=0.15).

P刺激とTM刺激の一致・不一致・方位無しの単純主効果を下位検定したところ,一致条件(平均RT:610.60ms,SD:228.68) は 不 一 致 条件(平均RT:638.62ms,SD:226.45)よりも有意に反応時間が短くその差は 28.02ms であった。また、方位無し条件(平均RT:615.23ms,SD:213.94)は不一致条件よりも有意に反応時間が短く、その差 23.39ms であった。最後に一致条件は方位無し条件よりも有意傾向で反応時間が短くその差は4.63ms であった。よって一致・不一致の差が有意であることからプライミング効果は有意に存在することが確認できた。

また、可視度についても下位検定をしたところ、可視度0は1よ0も有意に反応時間が短く、1は2よ0も有意に反応時間が短かった。2と3の間には有意な差は存在しなかった。

一方, 交互作用が見られなかったことから可視度が 応答プライミングの大きさに与える影響については確 認できなかった.

考察

応答プライミングにおいて、P 刺激の主観的な見えがプライム効果に影響するのかについて検討した結果、実験2においてはP刺激の可視度がプライム効果の大

きさに影響していることが確認できなかった.

この結果は実験1の結果とは異なっていた.しかし,実験2における反応時間の推移を見ると,可視度が大きくなる毎に一致条件の反応時間が長くなるという実験1a,1bとは異なった推移が見られている.これは方位無し条件を追加したことにより,実験1になかった方位無しP刺激がongo課題への反応に影響を与え、実験参加者に左右判断以外の正面方向への反応が左右判断と同等に重要なものとして認識されたことに起因する可能性があるこれにより実験参加者にとって課題が3肢選択課題になり,実験1a,1bとは異なったものになっていた可能性があるためこの実験から可視性がプライム効果に影響を持たないと言い切ることはできない.

実験 2 では、方位無し条件全体の反応時間は、一致条件全体と不一致条件全体の間にあり、それぞれとの差は不一致条件では有意であり、一致条件とは有意傾向であった。またその差の大きさを見ると不一致との差の方が大きいものであった。これはプライム効果は主にP 刺激とTM 刺激の関係が不一致であった場合の阻害の効果が大きいことを示唆する結果である。しかし、先述の通り、本実験の結果はt ongo 課題の影響を受けていると考えられ、更なる検討が必要である。

4. 今後の展望

今回の3つの実験からはP刺激の可視度が応答プライミングの大きさに影響するかどうかについて、明確な結論は得られなかった。そのため現在、新たな実験を準備中である。1つの実験は実験1のようにSOAを操作し、方位無し条件を加え、ongo課題を廃止し強制二肢選択課題とするものである。これによって方位無し条件がSOAの変動でどう変化するのか、また可視度の変動でどう変化するのかを確認する。

もう一つの実験は上記の実験のSOAを固定し、ongo 課題を除いた強制二肢選択課題において純粋な可視度 がプライム効果に影響を与えるかを再度検討する実験 である.

この二つの実験を行うことで、P 刺激の可視度がプライム効果に影響するかを検証可能であると考えている.

猫文

- [1] Fehrer, E., & Raab, D. (1962). Reaction time to stimuli masked by metacontrast. Journal of experimental psychology, 63(2), 143.
- [2] Neumann, O., & Klotz, W. (1994). Motor responses to nonreportable, masked stimuli: Where is the limit of direct parameter specification. *Attention and performance XV*: Conscious and nonconscious information processing, 123-150.
- [3] O'Connor, P. A., & Neill, W. T. (2011). Does subliminal priming of free response choices depend on task set or automatic response activation?. *Consciousness and cognition*, 20(2), 280-287.
- [4] Schmidt, F., Haberkamp, A., & Schmidt, T. (2011). Dos and don'ts in response priming research. Advances in Cognitive Psychology, 7, 120.
- [5] Ocampo, B., & Finkbeiner, M. (2013). The negative compatibility effect with relevant masks: A case for automatic motor inhibition. *Frontiers in psychology*, 4, 822.
- [6] Ramsøy, T. Z., & Overgaard, M. (2004). Introspection and

- subliminal perception. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 3(1), 1-23.
- [7] Peremen, Z., & Lamy, D. (2014). Do conscious perception and unconscious processing rely on independent mechanisms? A meta-contrast study. *Consciousness and cognition*, 24, 22-32.

プライバシーポリシーへの同意とフォントの関係性分析

Analysis of Relations between Consent to Privacy Policy and Font Styles

高口鉄平, 土屋望実 Teppei Koguchi, Nozomi Tuchiya

静岡大学

t-koguchi@inf.shizuoka.ac.jp

概要

本分析では、インターネットサービス等において個人情報の収集方法や利用目的を定めたプライバシーポリシーについて、そのフォントの変化によって、利用者の信頼感や安心感などの印象に影響を与えるかについて検討した。分析を通じて、プライバシーポリシーへの向き合い方や個人意識などの利用者の属性にこだわることで、フォントがプライバシーポリシーへの印象に有効にはたらく場合があるということが明らかになった。

キーワード:パーソナルデータ

本分析の目的は、インターネットサービス等において個人情報の収集方法や利用目的を定めたプライバシーポリシーについて、そのフォントの変化によって、利用者の信頼感や安心感などの印象に影響を与えるかについて明らかにすることにある。

分析では、フォントが広告や商品に与える影響に関する先行研究を踏まえ、HG 丸ゴシック M-PRO・HG 教科書体・HG 創英角ポップ体・MS ゴシック・MS 明朝の5種類のフォントを取り上げ、比較することとした。

分析にあたって、Web アンケート調査を実施した。 調査は NTT コムリサーチによるもので、調査期間は 2019年1月18日、1,105人の回答を得た。調査では、 まず、取り上げたフォントごとに回答者を5つのセグ メントに割り振りそれぞれのフォントで書かれたプラ イバシーポリシーを見せ、不安感や信頼感といった印 象の程度を調査した。その後、印象の差に独立性がある か検定を行った。

また、回答者にプライバシーポリシーを読ませたの ち、プライバシーポリシーの内容に関する問題を解か せ、その正答率から理解度を調査した。

さらに、プライバシーポリシーから想起される企業像を調査するため、企業イメージを表現する形容詞を回答者に提示し、SD法によりフォントと企業イメージの関係性を分析した。

分析の結果、プライバシーポリシーとフォントに関 して以下の知見を得た。

- HG 創英角ポップ体はプライバシーポリシーへの 信頼感を下げる。
- MS ゴシックは個人情報の利用への抵抗感を増加 させる傾向にある。加えて、女性は HG 丸ゴシック M-PRO にも同様の傾向がみられる。
- プライバシーポリシーを入念に読むような、慎重 な利用者を対象とするサイトは、MS 明朝を使用 しないほうが良い。
- 個人情報の利用への不安感を小さくするためには、 個人属性ごとに不安感を低減するフォントが異な る。
- 事業者は、プライバシーポリシーを理解させたいのならば、HG 創英角ポップ体が有効である。ただし、理解した結果として不信感を抱きサイト利用をやめる場合もあるので、事業戦略としてあえて理解させないとするならば、HG 丸ゴシック M-PRO を使用することが望ましい。

分析を通じて、プライバシーポリシーへの向き合い 方や個人意識などの利用者の属性にこだわることで、 フォントがプライバシーポリシーへの印象に有効には たらく場合があるということが明らかになった。利用 者はプライバシーポリシーの内容に関わらずフォント によって印象が変わってしまう可能性があることから、 冷静に自分のパーソナルデータがどう利用されるか確 認してサイト利用を検討する必要性がある。

本献

- [1] 池田マイケル(2008)「SD 法を用いた本文用欧文書体の印象分析」『デザイン学研究』Vol.54, No.5, pp.11-18
- [2] 石川重遠・生田目美紀(1999)「日本語フォントのイメージ 調査のための書体分類」『日本デザイン学会研究発表大会 概要集』Vol.46, pp58-59
- [3] 高口鉄平(2015) 『パーソナルデータの経済分析』 勁草書房
- [4] 小松文子・高木大資・古関範章・松本勉(2011)「情報セキュリティ対策を要請する説得メッセージによる態度変容の調査と実験」『情報処理学会論文誌』Vol.52, No.9, pp.2526-2536
- [5] 高崎晴夫(2018) 『プライバシーの経済学』 勁草書房
- [6] 日景奈津子・カールハウザー・村山優子(2007)「情報セキュ

- リティ技術に対する安心感の構造に関する統計的検討」 『情報処理学会』Vol.48, No.9, pp.3193-3203
- [7] 松永崇秀・山口哲敬・高橋健一・川村尚生・菅原一孔(2016) 「利用者による個人情報保護手法の決定を可能とするフレームワークの提案」『情報処理学会論文誌』Vol.57, No.9, pp.2058-2063
- [8] 向井詩緒子(2013)「和文書体フォントの印象に関する因子構造の探索的検討と分類」『日本デザイン学会研究発表大会概要集』Vol.60, p.221
- [9] 山本太郎・関良明・高橋克巳(2013)「インターネット利用における不安の対象とその要因の調査結果に関する一考察」『マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集』pp.1233-1241
- [10]山本太郎・千葉直子・間形文彦・高橋克巳・関谷直也・中村 功・小笠原盛浩・橋元良明(2009a)「インターネット利用の 安心・不安調査と不安発生モデルの構築」『日本社会情報 学会第24回全国大会研究発表論文集』pp.54-59
- [11]山本太郎・千葉直子・間形文彦・高橋克巳・関谷直也・中村 功・小笠原盛浩・橋元良明(2009b)「インターネットにおけ る不安発生のモデル化とその検証について」『コンピュー タセキュリティシンポジウム 2009 (CSS2009) 論文集』 pp.1-6
- [12]山本太郎・千葉直子・増田広樹・高橋克巳・平田真一・小笠原盛浩・関谷直也・中村功・橋元良明(2011)「インターネットにおける不安からみた安心の模索」『研究報告コンピュータセキュリティ(CSEC)』 Vol.54, No.8, pp.1-7

他者小説作品の推敲による創作の促進 Facilitation of Creation by Revising Others' Short Stories

岩井 優介[†],岡田 猛[‡] Yusuke Iwai, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院学際情報学府,[‡]東京大学教育学研究科 The University of Tokyo

yusuke-iwai26@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to investigate whether revising short stories created by an expert facilitates creating interesting stories and whether inspiration occurs. Forty-eight students were assigned to one of four experimental groups: Revision and Expert work group, Reading and Expert work group, Revision and Novice work group, and Reading and Novice work group. As a result, although there was no significant difference in quality of works between groups, analysis of questionnaire suggested that participants in the Novice work condition acquired "expressive awareness" and improved appreciation with inference and evaluation of others' creation processes. This study contributes to the theories of art creation and writing.

Keywords — Writing, Short Stories, Revision, Creativity, Inspiration

1. はじめに

現代社会においては、例えば小説や漫画のような物 語的な思考を行うことの重要性が強調されている。そ こでは、科学やビジネスにおいて物語の観点から事象 を捉えることで、新しいアイデアを発見することがで きることや不確実な状況に対応できるというメリット があると説かれている([1]や[2])。しかし、小説を創 作するような営みは、普段創作活動を行うことのない 初心者にとっては心理的・技術的なハードルが高いと 考えられる。これを乗り越えるにはどうすれば良いだ ろうか。その解決策として、他者の小説を推敲するこ とで、例えば、他者作品の文章を削ったり、文体を変 えるという「既存の小説をいじる」作業を行うことで、 小説創作能力が向上するという作家の主張([3])に注 目する。しかしながら、この点について実証した先行 研究は存在しない。そこで、本研究では、主に認知科 学の観点からこの問題について取り組む。以下では、 まず、既存の認知科学の知見から他者作品を推敲する ことが小説創作能力を向上させるプロセスの仮説を提 案する。その後で、学生を対象とした心理学実験を通 して、その仮説の実証的な検討を行う。

文章指導上、推敲は、生徒に「書くこと (テキストを生み出すこと) の負担を学習 (テキストの評価と改

善)の負担から分離し、こうして『2重の課題』に道をあけることになる」([4])。つまり、推敲によって、生徒は文章産出と評価の2種類の課題をこなさなければならない通常のライティングとは異なり、文章を評価し改善することに集中できるということである。また、他者の文章を推敲することが自己の文章産出の質をも高めるという研究がある。peer review の研究分野における、Cho & MacArthur(2011)の研究([5])はこうした推敲による学習を実証した。他人の文章に対してreviewを行った条件の生徒は、単に読解をした条件・無関係な文章を読んだ条件と比べて、事後に書いたレポートの質が向上したことを示した。

こうした推敲による学習は、小説文というジャンルにおいても起きるのだろうか。また、それはどのような種類の文章を推敲した時に起きるのだろうか。そして、もし起きるとしたら、どのようなメカニズムでそれは起きるのだろうか。

石橋・岡田 (2010)([6])は、初心者に抽象画という「既 有知識構造と合致しにくい作品」を「模写という関わ り方」によって経験することで、「制約の緩和」と「新 しい着眼点の方向づけ」を通じて描画の創造が促進さ れることを示した。この研究は、「触発」(何らかのか たちで創造活動に携わっている人が、自分の外側の何 か (特に、他者の仕事) に出会い、そのような出会い を通して、自らの想像活動において、モチベーション が高まったり、感情が動いたり、新しいアイデアが生 まれたり、作品が変化したりする現象[17,p3])のメカ ニズムを示した研究とされているが、本研究にとって、 2点示唆的であると考える。第一に、「既有知識構造と 合致しにくい作品」とは何かである。[6]では、既有知 識への合致しにくさの基準として、作品の馴染みの薄 さに着目している。さらに、初心者にとっては写実的 スタイルの作品が馴染みやすく、それとは極端に異な るスタイルである抽象画は既有知識と合致しにくいと 考えている。本研究では、これを小説というジャンル に当てはめた形で、「既有知識との合致しにくさ」とし

て、初心者と熟達者が作成する小説文の質の違いに着 目する。すなわち、初心者が小説創作に対して持って いる思い込みから離れているのは、熟達者が創作した 優れた作品であると考える。熟達者は、読者の反応を 考えたプロットを持つ作品を創作するのに対して、初 心者はそうでない作品を創作するということを前提に している。この点については、文章発達の研究におい て、熟達者は読者の視点を考慮した文章作成を行うこ とができることも示唆的である[7]。第二に、作品との 関わり方である。模写のような他者作品との関わり方 をすることで、自己の創作と他者の創作との比較が起 きる。[8]が作成した芸術鑑賞を通した触発モデルでは、 この段階が触発にとって重要なプロセスであるとされ ている。翻って、小説創作において他者作品とどのよ うな関わり方をすれば触発は起きるのだろうか。本研 究では、上述のように推敲に着目する。推敲を通して 他者作品と関わることで、他者作品を単に受動的・無 批判に読み流すのではなく、書かれた文章に間違いが ないかをモニタリングしつつ、自分ならどう書くかを 考え積極的・批判的に読むことが可能になり、深い関 わり方ができるだろう。この推敲については、Hayes et al.(1987)による古典的なモデル構築がなされてきた [9]。このモデルは、推敲の課題定義(=推敲する範囲 や洗練度など、推敲とはどういうものかという推敲に ついてのメタ認知) のもとで、文章を評価し問題検出 を行なった後、検出した問題を解消するものとして推 敲を記述した。さらに、このモデルの前提には、3段 階に分かれた読解のプロセスがある。すなわち、(1)理 解のための読み(テキストメッセージの表象が目標)、 (2)評価のための読み (テキストの問題の検出が目標)、 (3)問題定義のための読み(評価に加えて検出された問 題の修正が目標)である[11]。この前提のもとで、推敲 は第3段階に、読解は第1段階にあたる。こうして、 推敲と読解の違いは、推敲の認知モデルによっても支 持されている。

以上の議論から、本研究では、以下の2つの仮説を立てる。

(仮説 I) プロダクトレベル:

熟達者によって作成された小説文を推敲した後においては、事後に作成した小説文の質が向上する

(仮説Ⅱ) プロセスレベル:

熟達者によって作成された小説文を推敲する際には、 「触発」が起きる

2. 方法

2.1 作文課題

2.1.1 被験者

大学生・大学院生48名 (M=21.9, SD=2.3) (男性28名・女性20名) が実験に参加した。彼らはランダムに、推敲・熟達者の作品群、読解・熟達者の作品群、推敲・初心者の作品群、読解・初心者の作品群の4条件に割り当てられた(なお、被験者の各条件における文系・理系の比率と男女比は一定にしてある)。被験者は、実験参加前に、小説創作の頻度、創作活動の頻度、小説鑑賞の頻度、フィクション鑑賞の頻度について7件法で回答を求められた。

2.1.2 実験計画

介入課題での要因 1 (関わり方:推敲, 読解の 2 水 準被験者間) × 要因 2 (文章の種類: 熟達者の文章, 初 心者の文章の 2 水準被験者間) × 時期 (プリテスト, ポ ストテストの 2 水準被験者内) の 3 要因配置とした。

2.2.3 課題

事前課題と事後課題では、被験者は、80分の制限時間内で800字から2000字程度のショートショートを創作することを求められた。ただし、被験者が制限時間内に作品を完成させることができなかった場合、できた箇所まで印をつけ、その後完成するまで作業を続けてもらった。提出の際には、全員に完成に要した時間を報告させた。また、被験者は、各自で用意したペンとメモを自由に取ることが可能であること、提出時にタイトルをつけること、回答中にスマートフォンや辞書で調べることが禁じられていることについて教示された。

ショートショートというジャンルに絞った理由としては、文量が少なく、初心者でも創作することが比較的容易であること、エキスパートによって良いショートショートの条件が明確にされていることが挙げられる。ただ、このジャンルに絞ったことによって、登場人物の心情表現など、小説において一般に重要であるとされる要素が抜け落ちてしまった可能性はある。

お題は「夢」あるいは「時計」をテーマ(「テーマとする」の意味は自由に捉えてもらって構わない)としており、これはショートショート分野で著名な阿刀田高が運営するショートショート公募ウェブサイト(https://www.koubo.co.jp/reading/rensai/oubo/toben/tobe.html)

での課題を参考にしている。そのため、実際の創作状

況に近いと言える。

課題には、良いショートショートの定義について記載した。すなわち、「面白いショートショートの特徴には、『完全なプロット・新鮮なアイデア・意外な結末の3要素を持つ原稿用紙20枚以下のアイデア・ストーリー』があります。」という文言である。これは[12,p28~29]を参考にして作成された。この記載を行った理由は、被験者全員にショートショートについてある程度共通の理解を持ってもらい、その結果として、一定の種類のプロダクトを作ってもらうように方向付けるためである。もし、この文言を削除すれば、種類のばらつきが大きなものを被験者が各々作成してしまい、それらを同じ基準で評定をすることは難しくなってしまうからである。

2.1.4 手続き

事前課題と事後課題は自宅回答、介入課題は実験室にて行った。各被験者には実験室での課題に参加する1日前に、事前アンケートと事前課題(「夢」「時計」は被験者間でカウンターバランスを取っている)に回答し、ショートショートを作成してもらった。

その後、各条件に割り当てられた被験者は、実験室 で介入課題を行った。推敲課題・読解課題共に制限時 間25分間で行った。推敲課題では、被験者は「与え られた文章を推敲して文章の質を向上させてくださ い。」という教示を受け、熟達者が作成した文章もしく は初心者が作成した文章を推敲した。さらに、課題文 には、推敲の定義として、「文章表現の洗練やよりふさ わしい内容への変更を目的に, 既に書いたテキストに 対して、 語・句・文・文章の構造などを消したり新た に加えたりする変更を伴う行為」であることが示され た。そして、現実の推敲状況に近いことを踏まえて、 「文章として変更を加えることが難しい場合には、問 題だと思う点などについて記述することが可能」とし た。これによって、問題である原因まではわかったが、 代替的な案を創出することが困難あるいは煩雑なケー スについても分析の対象とすることができる。

他方、読解課題では、被験者は「与えられた文章を 読んで理解」するよう教示を受けた。文章が制限時間 に対して短いため、全員の被験者がすぐに読み終えて しまったが、推敲条件の課題取り組み時間との均衡を 考え、時間が許す限り何度も読ませた。

推敲あるいは読解させる課題文については、予備実験において被験者が作成した文章を第一著者が改変し

たものを初心者の文章として用いた。また、筒井康隆作のショートショート「セクション」(『笑うな』新潮文庫)[12]を熟達者の文章として用いた。ここでいうところの初心者/熟達者の文章というのは、2つの意味がある。第1に、作成者がそれぞれ初心者と熟達者であることである。第2に、文章のクオリティについてである。つまり、先に述べたショートショートの3要素を満たしている優れた作品が熟達者の文章であり、他方で満たしていない質の低い作品が初心者の文章である。熟達者は、文章産出の際に、初心者に比べて多くの「修辞的問題」を考慮することができる[14]。したがって、熟達者は初心者よりもショートショートというジャンルの制約をより多く、精度が高く考慮することができると考える。

いずれの群の被験者も、最初の25分間で課題に取り組んだ後、課題文を回収され、読解テストと課題文の良い点・良くない点について記述した。前者は、読解条件と推敲条件とで、理解度に違いがあるかどうかを確認するためであり、後者は、被験者が課題文のどこに注目していたか、また思考の深度についてのデータを取得するためである。さらに、今回の実験デザインでは、発話プロトコルを用いることができなかったため(もしこれを用いると、読解条件は読解ではなく評価を行なっていることになってしまうと思われるため)、その代替的な手段として、課題遂行中の被験者の思考過程についてのデータを得るためという理由もある。

介入課題終了後、被験者は1日以内に事後課題と事 後アンケートに回答した。

2.2 質問紙

質問紙では、3つの項目についてそれぞれ5件法で 測定した。触発[14] (因子は外界や他者による触発の 頻度),表現の自覚性・省察性・伝達性の変化[15](表 現の自覚性とは「自身の創造的活動におけるイメー ジ・アイデアと表現の方法との間の一致を探索するた めの意図を持つこと」[8]である),他者作品鑑賞態度 [14] (下位尺度として、他者の創作プロセスの推測や 評価を伴う鑑賞・自己と他者の表現の比較を伴う鑑賞) である。仮説として挙げた「触発」以外にも、小説創 作能力の向上のメカニズムとして考えられる可能性を 考え、3つの項目について測定することを行なった。

また、事後アンケートにおいては、被験者な実験室 での介入課題で得られた学び等について自由記述で回 答した。

	読者の評定触発		表現の自覚性		他者の創作プロセ			
							スの推測	や評価を
							伴う	鑑賞
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
推敲・熟	2.28	2.61	4.21	3.69	2.88	2.98	2.94	2.98
達者の	(0.14)	(0.39)	(0.32)	(0.50)	(0.71)	(0.49)	(1.05)	(0.49)
作品								
読解・熟	2.69	2.72	4.15	3.56	2.55	2.67	2.90	2.84
達者の	(0.10)	(0.17)	(0.24)	(0.74)	(0.63)	(0.35)	(0.43)	(0.33)
作品								
推敲・初	2.08	2.28	4.17	3.69	2.62	2.80	2.78	2.91
心者の	(0.08)	(0.26)	(0.23)	(0.48)	(0.22)	(0.32)	(0.40)	(0.42)
作品								
読解・初	2.03	2.22	4.44	3.96	2.37	3.05	2.54	3.13
心者の	(0.08)	(0.08)	(0.30)	(0.35)	(0.44)	(0.32)	(0.40)	(0.41)
作品								

表1 各従属変数の平均値(カッコ内SD)

2.3 プロダクトの評定

コンテストなどでない限り、通常、小説の評価は一般読者が読んで面白いかどうかによって決まる。そこで、本研究では、一般読者である学生による評価を行なった。

大学生・大学院生3名に被験者が創作したショートショート48枚×2(プリテスト・ポストテスト)=96枚の評定を行ってもらった。読者としての立場から、「面白い作品か?」という問いに対して、5件法(5:非常にそう思う、4:まあまあそう思う、3:どちらとも言えない、2:あまりそう思わない、1:全くそう思わない)で回答した。

以上から、本研究の従属変数と独立変数はそれぞれ、 従属変数:

- ①触発尺度の得点のプリポストでの変化量
- ②表現の自覚性尺度の得点のプリポストでの変化量
- ③他者作品鑑賞態度尺度(下位尺度として、他者の創作プロセスの推測や評価を伴う鑑賞・自己と他者の表現の比較を伴う鑑賞)の得点のプリポストでの変化量
- ④読者による評定の得点のプリポストでの変化量 独立変数:
- ①関わり方:推敲・読解
- ②文章の種類:熟達者の文章,・初心者の文章 となっている。

従属変数について各群の母集団の平均値差に有意な 差があるか、創作活動の頻度を共変量にとり、重回帰 分析を行った。

3. 結果と考察

読者の作品評定、表現の自覚性、他者の創作プロセスの推測や評価を伴う鑑賞、触発についてのプレテストとポストテストの平均と SD を表 1 から表 4 に示す。 創作活動の頻度を共変量にとり、それぞれ従属変数について重回帰分析を行った結果、読者による評価については各群で有意な差は見られなかった。また、表現の自覚性については文章の種類の主効果に有意傾向が見られた(F(1,43)=3.57,p=.065)。さらに、他者の創作プロセスの推測や評価を伴う鑑賞については文章の種類に主効果があった(F(1,43)=5.26,p=.027)。そして触発尺度得点の変化量については各群で有意な差は見られなかった。

分析の結果、一般読者の観点からはプロダクトの質は変化せず、また、「触発」は起きなかったため、仮説 I と仮説 II はともに支持されなかった。しかし、プロセスレベルについては変化があったと言える。以下では、それについて詳細に見ていく。

まず、他者鑑賞態度の下位尺度である創作プロセス の推測や評価を伴う鑑賞の尺度得点について、熟達者 の作品よりも初心者の作品を読解・推敲した時の方が 有意に高かった。これは、初心者の文章の作品の意図 がわかりづらいものであるため、被験者はそれについ て思考を深めた結果起きたのだと考えられる。この点 は、以下の3点の観点から今後検討する必要性がある だろう。第1に、課題の文章を初心者の文章/熟達者 の文章という質の低い/高いで二分していたが、実際 には、より複雑であり、作品の要素の質の高低やそれ らのバランスなどの特徴が複雑に関わっている可能性 が示唆される。特に、被験者の自由記述アンケートか らは、「実験室の課題はテーマが大きく(「社会」を描 いていた)、表現技巧よりも内容に重点が置かれていた ように思う」(推敲・初心者の文章条件)、「ディテール・ スタイルともに物足りない」(読解・初心者の文章条件) などと表現方法や表現技法への不満と内容重視であっ たという感想が見られた。第2に、初心者にとって「既 有知識に合致しにくい」作品とは、常識的には熟達者 が創作した作品であると予想されるが、むしろ、初心 者が創作した作品であるという可能性を、本研究は提 示した。初心者が創作したからこそ、意図が鑑賞者の 視点を意識して表現されておらず、分かりづらいもの となっている。その結果、解釈の必要性・解釈の余地 があるものとなっている可能性がある。第3に、作者 の属性に言及していた被験者がいた点である。熟達者 の文章条件に割り当てられた被験者は、「星新一」のシ ョートショートを読んだ、あるいは、「小説を書くこと はプロフェッショナルな営みなのだな」と述べていた。 他方、初心者の文章条件に割り当てられた被験者は、 「実験室で推敲した文章は他の被験者が書いたもの」、 「自分同様プロの物書きではない人物の作品」と述べ ていた。このように、鑑賞を通して作者情報を推測す る被験者が存在していたことは、今後考察していく必 要がある。

さらに、表現の自覚性尺度得点について、熟達者の 作品よりも初心者の作品を読解・推敲した時の方が高 い有意傾向があった。このことから、被験者は初心者 の作品と自己の作品とを比較し学習をしていたのでは ないかと推察される。例えば、ある被験者は、「翻って 自分の作品を考えてみると、内容は卑近なものが多く、 比喩や日本語としてのリズムなど、日本語表現に気を 配って書いていたと気がついた」(推敲・初心者の作品 群)とあり、課題文の内容面は評価する一方で、表現 技法は下手であると考えている。また、「実験室での課 題は割と現実世界に寄せた部分を舞台設定に使ってい たが、自分は意識的か無意識的か絶対にありえない設定から始めている」と内容面での比較をした被験者もいた。このように、初心者の作品条件では、内容面・文章表現両方の比較が行われていた。これは、先述の通り、初心者の文章は解釈の必要性があったため、内容面について深く検討することが起きていたためだろうと考えられる。それに対して、熟達者の作品条件では、内容面での比較は起きておらず、主に表現のリズムやプロットなど、文章表現・技巧に言及されていた。両条件を比較すると、表現の自覚性の獲得のためには、内容面での比較が起きる必要性があることが示唆される。

また、今回仮説IIは支持されなかったが、ポストテストでの被験者の自由回答アンケートを見ると、「課題作品のストーリーの流れ等、参考にできるところは自分の創作にも活かした」(推敲・熟達者の作品群)とある。そこで、どうすれば「触発」が起きるのかを今後検討する必要がある。例えば、ショートショートというジャンルを変えてみる必要性があるのかもしれない。そして、今回はプロダクトの質の変化を読者による評定によって行なった結果、仮説Iは支持されなかった。しかし、創造性評定(e.g.[16])や文章表現の洗練さ、あるいはショートショートの3要素という観点から評定を行った時、異なる結果が出る可能性がある。この点については、今後の分析の必要性がある。

最後に、今回の研究では、読解と推敲とで違いが見 られなかった。この点について考察をしたい。[5]では、 reviewによる学習が起きるメカニズムとして、(1)生徒 に読み手の視点を取らせ、文章の質の理解とともに論 文にアクティブにかかわらせること、(2)問題の検出・ 診断・解決策の提案がライティングの技能を学習させ ること、(3)生徒に説明を与えるプロセスにかかわらせ ることを挙げている。しかし、第1に、[5]が低・中・ 高の文章の質のものを課題としていたのに対して、本 研究では、1種類しか与えなかった。それによって、 文章の良し悪しを判断する基準ができず、学習が進ま なかった可能性がある。第2に、本研究では、課題文 が短かったために、読解条件では被験者が何度も繰り 返し文章を読んでおり、その結果、作品との深い関わ り合いが起きていた可能性がある。こうして読解と推 敲との違いはなくなってしまった可能性があるが、そ れは推敲を行なうことの価値を損なうものではない。 推敲条件の被験者からは、推敲することで自分の表現 に活かす学びがあったという感想やより主体的に作品

鑑賞することができたという感想もあった。例えば、「実験室での課題の際に人の書いた小説を批判的に見て推敲を行うという作業は、表現の適切さや内容の一貫性など自分の活動にも還元できる有意義なものでした」(推敲・熟達者の作品群)、「何も指示がなければ、ただ読んで終わっていたと思う。校正を加える、との指示があったからこそ、自分の考えを膨らませて、作品に対してよりアグレッシブに・主体的に考えて向き合ったように感じる」(推敲・初心者の作品群)である。したがって、創作活動の中で「推敲」という営みを捉えていく意義はあるだろう。

参考文献

- [1] キース・ヴァン・デル・ハイデン; 西村行功訳. (1998). シナリオ・プランニング—戦略的思考と意思決定. ダイヤモンド社
- [2] ブライアン・デイビッド・ジョンソン; 島本範之訳. (2013). インテルの製品開発を支える SF プロトタイピング. 亜 紀書房
- [3] 冲方丁(2011). 冲方丁のライトノベルの書き方講座. 宝 島社
- [4] Rijlaarsdam, G., Couzijn, M., & Van Den Bergh, H. (2004). The study of revision as a writing process and as a learning-to-write process. In *Revision Cognitive* and *Instructional Processes* (pp. 189-207). Springer, Dordrecht.
- [5] Cho, K., & MacArthur, C. (2011). Learning by reviewing. Journal of Educational Psychology, 103(1), 73
- [6] 石橋健太郎, & 岡田猛. (2010). 他者作品の模写による描画創造の促進. 認知科学, 17(1), 196-223.
- [7] Kellogg, R. T. (2018). 23 Professional Writing Expertise. The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance, 413.
- [8] Ishiguro, C., & Okada, T. (2018). How can inspiration be encouraged in art learning. Arts-based methods in education around the world, 205-230.
- [9] Hayes, J. R., Flower, L., Schriver, K. A., Stratman, J., & Carey, L. (1987). Cognitive processes in revision. Advances in applied psycholinguistics, 2, 176-240.
- [10] Hayes, J. R. (2004). What triggers revision?. In Revision cognitive and instructional processes (pp. 9-20). Springer, Dordrecht.
- [11] 高井信(2005). ショートショートの世界. 集英社
- [12] 筒井康隆(2002). 笑うな. 新潮社
- [13] Flower, L., & Hayes, J. R. (1980). The cognition of discovery: Defining a rhetorical problem. *College* composition and communication, 31(1), 21-32.
- [14] 石黒千晶, & 岡田猛. (2017). 芸術学習と外界や他者による触発. *心理学研究*, 88(5), 442-451.
- [15]横地早和子, 八桁健, 小澤基弘, & 岡田猛. (2014). 教員養成学部の絵画教育における省察的実践についての研究 (3) 授業アンケートによる授業実践の効果の検討. 美術教育学研究= Studies in art education: 大学美術教育学会誌, (46), 285-292.

- [16] O'Quin, K., & Besemer, S. P. (1999). Creative products. Encyclopedia of creativity, 1, 413-422.
- [17]中小路久美代 新藤浩伸, 山本恭裕, 岡田猛(2016). 触発するミュージアム: 文化的公共空間の新たな可能性を求めて. あいり出版

議論の過程で何が起こるのか:アイデア生成における協働の効果 What Happens During a Discussion: Effect of Collaboration on Idea Generation

新垣 紀子[†],大間知 ありさ[‡] Noriko Shingaki, Arisa Omachi

[†]成城大学社会イノベーション学部 Seijo University shingaki@seijo.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to clarify how creative ideas are generated in the collaboration of two people. At first, we conducted experiments to generate ideas by participants individually. Next, the participants were paired by two people, brought their ideas, and the two considered better ideas.

As a result, a pair that produced many ideas through collaboration and a pair that hardly created new ideas were observed. In pairs where many new ideas were generated, one participant was inspired by another participant's idea and was able to come up with a new idea. The importance of discussions in collaboration was suggested and discussed.

Keywords — idea generation, collaboration, innovation

1. はじめに

本研究の目的は、創造的なアイデアを生成する際の複数人での協働の効果を明らかにすることである。

近年、既存の枠組みに異なるアイデアによって、問題を解決して新たな価値を生み出すイノベーションが重要視されている。イノベーションは、問題を発見し、従来とは異なる解決法やアイデアを考え出し、アイデアを評価してくれる人と手を組み、アイデアを普及し、実用化するプロセスとして定義される(Scott & Bruce,

1994)。このイノベーションの第一段階には、新たなアイデアを生成するための創造性が重要である。アイデアの促進効果がどのように生じるのかを検討することが重要である。

創造性の研究において、一人で行うアイデア生成と複数人で行うアイデア生成の違いに関する研究は古くから多くなされている。例えば Osborn(1963)の考案したブレインストーミングは、日常的にアイデア生成場面でよく用いられる技法であるが、複数人でブレインストーミングを行うことが必ずしも多くの、あるいは良いアイデアを生成できるわけではないという指摘が多くなされている(e. g. Taylor, Berry, & Block, 1958; Diehl, & Stroebe, 1987)。複数人では、議論する際に注目する視

点が固定化されたり、他者のアイデアについて思考する

ために個々の生産性が阻害されること、また他者からの評価を恐れることにより自らのアイデアを伝達することを抑制してしまうこと、責任の分散などがその要因として挙げられている。一方で、複数人によるアイデア生成では、個人でアイデアを生成するときと比較して、他者への説明を必要としその際に抽象的化して検討するために、優れたものが生まれるということも知られている。しかしながら協働によるアイデア生成に置いて、個々のアイデアがどのようなプロセスで変更されていくのかということは明確になっていない。

本研究では、アイデア生成における協働の効果を検討する。具体的には、個人でのアイデア生成過程とその後、他者と協働して行うアイデア生成過程を比較することにより、個人の生成したアイデアが他者との議論によってどのように変更されて協働でのアイデア成果物が生成されていくのかというプロセスを検討する。

2. 方法

実験参加者:大学生10名(男5名、女5名)が参加した。2名で行う課題では、対等に議論できるおうに同じゼミナールに所属している男女をペアとした。

課題:独創的で実用的な新しい傘を考えるという課題で、一人でのアイデア生成を行いその後2名ペアとなり再度同じ課題でアイデア生成を行った。

手順:3分間の発話思考法の練習の後、単独思考で新しい傘についてのアイデア生成を行った。実験時間は7分間で、考えている内容を発話させる方法で行った。またアイデアを時間内にアイデアシート(アイデアを図とテキストでの説明させるシート)に最終的な傘の案を1つの形にして描いてもらった。その後男女のペアでそれぞれが個人で生成したアイデアを説明しつつ7分間の間に協働で新しい傘についてのアイデア成果物を一つ完成させた(協働思考)。

表1単独思考および協働思考で生成された新アイデア項目数

	ペア1	ペア 2	ペア3	ペア4	ペア 5	
A: 単独思考で生成された新アイデア項目数	4	0	1	4	5	_
B: 単独思考で生成された新アイデア項目数	1	7	2	1	1	
2名協働の検討により追加で生成された新アイデア項目数	2	0	0	5	1	

表 2 単独で生成されたアイデア成果物と協働で生成したアイデア成果物の創造性得点

	ペア1	ペア 2	ペア3	ペア4	ペア 5
A:単独思考で生成された成果物の独創性	5	1	1	6	5
実用性	5	3	1.5	5. 5	3. 5
B: 単独思考で生成された成果物の独創性	2.5	6. 5	1	4.5	2
実用性	3.5	6	1.5	4.5	3
2名協働で生成された成果物の独創性	4	2	1.5	7	4. 5
実用性	4	3	2	6	4

3. 結果

アイデア生成過程の発話内容は、書き起こしを行った。各参加者がアイデアを既存の傘に用いられている既存アイデアと既存の傘にはない、新アイデアに分類した。新アイデア数を表1に示す。ここで、新アイデア数とは、思考過程あるいは議論の過程で、新しく出てきたアイデアの数である。

また各実験で、最終的に生成されたアイデア成果物に対して、独創性と実用性の観点で、実験者と共同研究者により 10 段階で評価した。その平均点を表 2 に示す。

表1より、単独思考で生成された新アイデア数は、 実験参加者により異なり、既存の製品同様のアイデアしか生成できない参加者もいた。表2に示すアイデア成果物の得点は、最終的に選んだ1つのアイデアに対する得点とした。2名で協働したアイデアの多くは、各参加者が単独で検討したアイデアを持ち寄って組み合わせたものが多かった。

また表 1 と表 2 より、単独思考で新しいアイデアを多く生成する傾向の高い実験参加者のアイデア成果物の方が、そうでない参加者より、アイデア成果物の独創性得点が高い傾向が($\mathbf{r}=.83$)また実用性得点も高い傾向($\mathbf{r}=.67$)が見られた。

単独思考でのアイデア生成の5組全体の独創性平均得点は3.3、実用性平均得点は3.5であった。さらに二人での協働思考でのアイデア生成の5組全体の

独創性平均得点は3.8、実用性平均得点は3.8であった。ペアでのアイデア成果物の多くは、それぞれのアイデアをしかしながらペアによっては、一人で生成したアイデアよりも、ペアで協働することにより最終的に生成したアイデアの方が、独創性や実用性が低くなるケースも観察された。

4. 考察

個人でのアイデア生成:発話プロトコルより、新しいアイデアを思いつくきっかけになると考えられるのは、傘に関する問題を解決する機能を考えることを出発点として検討している例が多く観察された。また思考過程で、アイデアをシートに図示することにより、図を改めて観察することにより、さらに新しいアイデアを生成する事例などが観察された。

協働でのアイデア生成:協働でのアイデア生成は、協働で多くのアイデアが生成されたペアと、個人のアイデアの組み合わせのみで新しいアイデアがほとんど生成されないペアが観察された。協働することにより多くのアイデアが生成されたペアの検討過程では、ペアの相手のアイデアを検討することをきっかけとして新しいアイデアが生成されるというこ特徴がみられた。

アイデア生成はさまざまなきっかけで、生み出されるが、ペアのアイデアについて詳細に検討することの 重要性が示唆された。

参考文献

- [1] Scott, S. G., & Bruce, R. A.(1994) Determinants of innovative behavior; A path model of individual innovation in the workplace, *Academy of Management Journal*, 37, pp. 560-607.
- [2] Osborn, A. F. (1963). Applied Imagination; Principles and Procedures of Creative Problem Solving, 3rd ed. (オズボーン (1982). 『創造力を伸ばせ』ダイアモンド社)
- [3] Taylor, D., Berry, P., & Block, C. (1958). Does Group Participation When Using Brainstorming Facilitate or Inhibit Creative Thinking?, Administrative Science Quarterly, 3(1), 23-47. doi:10.2307/2390603
- [4] Diehl, M., & Stroebe, W. (1987). Productivity Loss in Brainsorming Groups; Toward the Solution of a Riddle, *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(3), 497-509.

演奏音はいかに指されるか? ―ピアノレッスンにおけるポインティングの構造化の分析― How are "sounds of musical performance" pointed to?

山本 敦[†],門田 圭祐[†],古山 宣洋[‡] Atsushi Yamamoto, Keisuke Kadota, Nobuhiro Furuyama

An analysis of deictic gesture in piano lessons

[†]早稲田大学大学院人間科学研究科,[‡]早稲田大学人間科学学術院 Waseda University [†] Graduate School of Human Sciences, [‡] Faculty of Human Sciences atsushiyamamoto@toki.waseda.jp

Abstract

In this paper, we analyzed how "sounds of musical performance" are pointed to. Using video recorded data of one-on-one piano lessons in music college, we examined how interactional resources, such as utterances, body posture, musical sounds and deictic gesture, are organized spatiotemporally. Pointing was organized in terms of following three factors: (1) how temporal relation of the deictic gesture to sounds of performance are displayed, (2) how performance and body posture are maintained during pointing, and (3) levels of granularity of deictic gesture.

Keywords — pointing, gesture, piano lesson, multimodality, contextual configuration

1. 問題•目的

本研究は、熟練者(音楽大学学生)に対する 1 対 1 のピアノレッスン場面におけるポインティング(以下 PTG と略記)を対象とし、"演奏音" 1 への PTG が、いかにして楽曲の特定部分への指示として理解可能になるかを、相互行為資源の配置の分析 [1][2]から明らかにすることを目的としたものである.

多くの場合、PTG は視覚的にアクセス可能な対象に向かってなされるが、演奏音は物理的実体を持たず、かつ時間的に持続しないため、PTG の直接の対象になることができない。McNeill^[3]によると、想像や概念のような視覚的に現前しない対象へのPTG は、それが向けられる対象を発話やジェスチャによって身体の周囲に空間上の位置としてマッピングし、その空間に対してなされるという。

McNeill^[3]が扱ったのは実験室などの、比較的疎な空間における会話で生じる PTG であったが、ピアノレッスンにおける PTG は、非常に複雑で相互行為的資源に満ち溢れた環境の中で行われている。 発話やジェスチャだけでなく、ピアノ (それ自体が鍵盤・ペダル・筐体・

椅子などの様々な部分からなる)やPTGの対象以外の 演奏音,視線,演奏運動など、PTGが向けられる対象 を作り出すために数多くの資源を用いることができる.

複雑さは、PTG の行われる環境の側だけでなく、対象である演奏音の側にも存在する。音楽は時間芸術ともいわれるが、楽曲は時間上に複数の音を継時的に連続して配置するとともに、共時的に複数の音を重ねて配置することで構成されている。特にピアノは、一人の演奏者が複数の音を同時に出すことができるという特徴を持つため、特定の演奏音を指示する際には、経時的音系列と共時的音系列の中から一点を指示する必要が生じる。

Goodwin ^[2]は、そのような複雑な環境における行為の理解可能性は、その都度、発話・ジェスチャ・環境内の資源が相互に意味を精緻化しあうように配列されることによって作り上げられるとしている(文脈的統合態:Contextual configuration).

そこで本研究では、演奏音への PTG 時に、環境内の 様々な資源がどのように時空間的に配置されているか に着目することで、楽曲の複雑な経時的・共時的音系列 の中から特定の演奏音を指すことがいかに可能になっ ているかを明らかにしたい.

2. 方法

データ収録:X音楽大学で日常的に行われている,2 台のピアノを用いた1対1のレッスンをビデオ撮影した.撮影対象は生徒6名・教師1名の計6セッションであり,各セッションはおよそ30分間であった.演奏音と共起・継起する形でPTGが行われている事例を抽出したところ,44事例が抽出された(すべて教師によるものであった).

鍵盤上の位置など)を含み込んだ統合態を指すものとして 扱う. これは、レッスンという実践において、音がそれ単 体で扱われることがないためである.

¹ 本研究では「演奏音」を、純粋に音のみを指すのではな く、演奏に含まれる諸側面(音名や聴覚的印象、テンポ、

<Pointing-b19>

S:ここ () になるんですけど:, ちょっとテンポって,

[°]上げ(たほうがいいですか)?[°](.) [°]同じ(ですか?)[°]

→ LF: 02 Ρ: ((演奏)) =

03 ⇒ T:=いま゚の゚僕のって速く聞こえる?

**_ Ptg: \rightarrow LB:

04 S:((首を振る))

※P:演奏、T:教師の発話、S:生徒の発話、Ptg:PTG、LF=Lean Forward、LB=Lean Back ※Ptg では最初の"-"は準備を、"*"はストロークを、続く"-"は撤退の開始・終了タイミングを示し、それ以 外では"-"は当該資源の持続を示す、以降の事例も同様

※行番号がついていない行は、上の行と同時であることを示す。インデント位置は発話との相対的な時間 関係を示す



図1 事例1

分析方法: 各事例について, 発話・ジェスチャ・演奏・ PTG をアノテーションし、各資源の相互の時間・空間 的配置構造の類型化を試みた. PTG は、ジェスチャ・ フェーズ概念 4に基づき, 準備動作・ストローク (実行 部分)・撤退動作に分けてアノテーションを行った.

トランスクリプト:発話については、微細なイントネ ーションなどを記述するために, 会話分析で標準的に 用いられている記法[5]を用いた(付録参照). PTGと身 体動作については、Goodwin の記法 4を参考とした.

3. 分析

演奏音の複雑な継起関係がいかに分節化されるかを 明らかにするために、PTGと演奏とが、どのような時 間的関係にあるものとして示されるのかに着目したと ころ、3つの特徴的な資源配置構造が観察された. それ は、PTG が演奏の終わった後に行われるもの(以下"終 結": 3.1)、演奏の進行と平行して行われるもの(以下 "進行": 3.2), 演奏内の特定時点で行われるもの(以 下"時点"3.3) である2.

PTG の対象となる演奏音の範囲は、終結では演奏さ れた範囲全体、進行では PTG が行われている範囲であ り、PTG との時間的関係の構造化と一致していた.

これに対して時点では、PTG 時に鳴っている演奏音 の全体もしくは一部が対象となっており、演奏音の継 起関係だけでなく, 共起関係の分節化もなされていた. 以下にそれぞれの具体例を示す. なお, 共起関係の分 節化については、資源配置構造に楽曲の複雑さに由来 すると思われる多くのバリエーションが見られたため, 演奏音の全体,フレーズの構成音の1音,重音の構成 音の 1 音の PTG について典型的だと思われる事例を それぞれ1つずつ示す.

3.1 終結:演奏された範囲全体を指す

事例1は、PTG 開始より前に発話と身体的志向によ って演奏が終結したものとして示され、続いて鍵盤に 対して特定性の粒度の低い PTG が行われることで、直 前の演奏全体が指示される事例である.

01 行目で生徒は、楽曲の特定範囲について演奏の テンポに関する質問を行う. 教師はこれに直接には答 えず(ややテンポを上げた)演奏を呈示した直後に、 鍵盤を指さしつつ「いまの僕のって速く聞こえる?」 と質問をすることで、教師の演奏に対する生徒自身の 知覚に基づいた判断を求める.

PTG は 03 行目の「僕の」という語の産出と同時に 行われているが、それが行われている場所は、身体的な 志向と先行する発話によって枠づけられた,"演奏が終 結した"場所である.

この事例を通しての身体的志向の変化を見てみると, 01 行目のはじめでは椅子に寄り掛かり、生徒に視線を 向けているが、質問が終わりに差し掛かったところで ピアノに向かって上体を乗り出し、鍵盤に手をかける. 演奏中はその姿勢が維持され、03行目で演奏が停止さ

重なりが頻繁に生じるが、それによって発話の理解に問題 が生じない限り、我々はそれらの発話を時間的に分離した 「前の発話」と「後の発話」として理解し、一部が重なっ たものとしては理解しない.

² ここでいう時間的関係とは、物理的な事実としての前後 関係ではない. 相互行為の中でそのような時間的関係とし てなされたものとして示されていることを意味している. 例えば、雑談では話者が交代する際に、双方の発話の間に

<Pointing-a15>

01 T: 三連符のほうにメロディ合わすんじゃなくて,

メロディのリズムに三連符のほう合わして.

02 P: ((演奏:左手の三連符を右手に合わせる))

03 T: 君のだと=

 $04 \rightarrow P: = ((演奏:正確さを強調した三連符<math>\times 3))$

⇒ Ptg:

05 T: に合わしちゃう (から)

06 P: ((演奏:右手を左手の三連符に合わせる))

07 T: (に) なっちゃうじゃん?



03 行目

図2 事例2

れ発話が開始されるのと同時に、手を下ろしつつ椅子に寄り掛かる姿勢に戻っていく.PTGが行われたのは、まさにこの寄りかかりの最中であり、演奏の姿勢から語り合いの姿勢への復帰の場所で行われている.

また、PTGに先行する発話「いまの」もまた、直前に起こった出来事を現在から切り離す.

これらによって、02 行目の演奏はすでに終わったものとして位置付けられ、PTG はそのあとになされるものとして行われている.

PTGの形態にも、その位置と軌道に特徴がみられる. PTG する手は、その対象である鍵盤からやや離れた位置で行われ、かつ、椅子への寄りかかりとともに後ろに引かれていく。すなわち、対象の特定性の粒度を高めることが志向されていないようになされている。このことと、随伴する「僕の」という発話によって、このPTGは鍵盤それ自体ではなく、直前に画された演奏全体を指示するものとして理解可能になっているといえるだろう。

3.2 進行:時間的変化を指す

事例2は,演奏呈示中の左手に対して,右手でのPTG が隣接され続ける事例である.これによって,演奏の経 時的な側面, すなわちリズムが指示されている.

ここでの指導の内容は、ルバートと三連符に関する 演奏の緩急についてのものである。ルバートとは、メロディを楽譜通りの音の長さで演奏するのではなく、 強調したい音をやや長めに弾き、その前後の音をその 分だけ短く弾くことで、全体の長さを変えずにリズム に微細な変化をつける演奏表現の技法である。三連符 は、3つの音が1拍の長さで弾かれる。通常は1拍は 2の倍数で分割されるため、三連符が三連符として聞 こえるようにするためには、リズムに特に注意を払 い、2分割と3分割の差を示さなければならない.事例2の演奏部分では、右手でメロディを弾き、左手で三連符を弾く.この時、メロディのルバートを優先すると、三連符が三連符として聞こえにくくなり、三連符を優先するとルバートをしにくくなってしまうという関係がある.ここで生徒は三連符を優先することを選択したが、教師はルバートを優先するように指導を行っている.

PTG が行われたのは、言語的な教示(01 行目)に続いてよい演奏の例が呈示されたのちに(02 行目),生徒の演奏の問題点を説明するための根拠として、正確なリズムの三連符が演奏によって呈示された場所である(04 行目). その演奏に随伴し続ける形で、左手に対して右手で PTG がなされている.

この PTG は、リズムについての教示の中で、良い演奏の例の直後に「君のだと」(03 行目) という対比によって問題のある演奏に随伴するものとして導入されることで、どのようにルバートをするべきか、といったことではなく、まさに問題となっている三連符のリズムを指すものとして理解可能になっている.

また,リズムを生成し続けている左手に対して指さしを継続することによって,単一の音や音程ではなく, 範囲をもった時間的比率としてのリズムを指示することが可能になっている.

3.3 時点: 共時的・経時的一点を特定して指す

以下に示す 3 つの事例は、いずれも演奏の途中でそれが中断であることがわかる形で音が引き延ばされ、その最中に PTG が行われることで、特定の音が指示される事例である. すなわち、演奏のある時点の状態が維持され、その中の具体的な指示対象が分節化され示される. この分節化は、PTG の形態と、維持の方法によ

<Pointing-b11>



02 T: これ, >強いと<=

03 P: = ((演奏: Gis を強く弾く))

04 T: 最後残ったときにこう (いう音に) なるじゃん

03 行日 「こう」

図3 事例3

って環境が構造化されることでなされている.

3.3.1 今鳴っている音全体を指す

事例 3 では、ペダルで音を残しながら低音から高音 へ上行するフレーズの弾き方についての指導が行われている。指導内容は、フレーズ中の Gis (ギス=ソの半音上の音)を強く弾くと終了部で音が濁ってしまうため、Gis を弱く弾くことである。

PTG は 03 行目で Gis を強く弾いたのちに、ペダルで音を維持し、残る音の聞こえに関する発話とともに、 鍵盤の演奏使用部分中央部の直上の空間を両手で指すことで行われている。

04 行目で、教師はフレーズの終わりですぐに鍵盤から手を上げつつも、そのほかの身体部位は演奏姿勢を保っている。この身体的な示しと、ペダルによって音が維持されていることで、演奏運動の停止が終結ではなく、ある時点での中断状態の維持であることが理解可能になっている。これによって、演奏の一時点を切り出す形で、PTG のための地が構造化されている。

その地に対して行われる PTG は、手を引きつつ両手で鍵盤の上方に向けるというものである。 指はピアノの方向に向いてはいるものの、 それぞれの指さしの交点はとくに何もない空中にある。 この PTG は非常に特定性の粒度が低く、具体的な対象、特に視覚的な対象を

とらないようになされているといえよう.

呈示され続けている演奏の切片と、「最後残ったとき」という記述に組み合わせられることによって、この PTG は今まさに鳴っている音全体を指すものとして理解可能になっている.

3.3.2 フレーズの構成音の1音を指す

事例 4 では、2回 PTG が行われており (02・03 行目)、両方がフレーズの構成音の中の同じ一音を指している. 指導の内容は、右手のフレーズのある一音が短く弾かれてしまっている (03 行目「切れちゃってる」) ことを指摘し、十分に長く弾くこと (02 行目「残して」)を指示することである. 指導の組み立ての特徴は、事例2 と同様に、良い演奏の例示ののちに、生徒の演奏に言及する形で悪い演奏が例示されることで、問題点の対比が行われていることである.

1回目の PTG は、良い演奏の例示の中でなされている。演奏中に、対象音が演奏されたまさにその瞬間に、そのままの手形で右手を維持し、左手の演奏音もペダルによって維持したまま、「こっち」と発話しつっ左手で右手の親指を PTG する。

ここでも 3.3.1 と同様に、演奏の停止から PTG の終 了まで、演奏姿勢および演奏停止時の音が維持されて

<Pointing-a07, 08>

T: え:::っと: $^{\circ}$ この辺り: $^{\circ}$ 一番気になったのはまずね::

02 → P: ((演奏:良例)) ---- ((中断/ペダル/押下維持)) ---T: こっちを残して、** 君の(は) ** =

⇒ Ptg: ----************

 $03 \rightarrow P$: = ((演奏:悪例)) -- ((中断/押下維持)) -- ((演奏:"残し"を強調))

T: 全部切れちゃってる.

⇒ Ptg: ----*****--





図4 事例4

<Pointing-c02>

01 P: ((演奏:対象音の直前まで))

02 T: これから::

P: ((中断/押下維持))

03 T: °こう° これ届かないんだったらこれ抜いて::

→ P: ((対象音演奏)) ------ ((中断/押下維持)) ------

 \Rightarrow Ptg:

※PTG は小指で1度打鍵+顎指し



「これ」

図5 事例5

いる.しかし、そこで行われている PTG は 3.3.1 のものとは大きく異なり、非常に特定性の粒度の高いものとなっている.これは、左手の人差し指が右手の親指とほとんど接触していること、「こっち」という指示詞が用いられていることによる. さらに、「残して」おくべき音の鍵が押下された状態が PTG されることで、単に音を指示するだけでなく、その状態もまた指示されているといえるだろう. なお、「こっち」という指示詞の選択は、この停止位置では右手が重音になっているため、単に右手を指すのでは親指の音を指示できないためであると思われる.

2回目のPTGは、悪い演奏の例示の中でなされている。基本的な組み立ては1回目と同じで、対象音が弾かれた直後に演奏が中断状態で維持され、PTGがなされる。だが、指示対象音が残っている状態を指示していた1回目とは異なり、2回目では対象音が「切れ」ている状態が指示されている。この違いは、地の構造化の違いによって理解可能になっている。

2回目では、演奏音の維持が、ペダルを用いずに鍵の押下を維持することのみで行われている。このことによって、演奏状態は維持されつつも、対象音は「切れ」た状態が作られている。また PTG は、右手で対象音の鍵に接触せず、上から指さすことでなされている。これによって、右手の音が無い状態として PTG がなされているといえよう。

以上のように、フレーズ中の1音に対するPTGは、その対象音が記述されるべき状態にある瞬間を、中断状態の維持として切り出し、その時に鳴っているほかの音と区別するのに十分な特定性の粒度の高さでPTGを行うことによってなされている。

3.3.3 重音の構成音の1音を指す

事例 5 は、重音の構成音のうちの 1 音を PTG する

事例である.この PTG の組み立ては,事例 4 のものと極めて似ている. つまり, 対象音を含む時間的切片として演奏状態を切り出し, 特定性の粒度の高い PTG を行うことである. しかし, 経時的な音系列の一断面であるフレーズ中の 1 音と, 共時的な音系列の一点である重音中の 1 音という系列上の位置の違いから, PTG の仕方に大きな違いが生じている.

この指導では、両手をいっぱいに広げて弾かれる重音のうち、左小指で弾かれる一番低い音を抜く(弾かない)ことで、演奏運動の無理をなくすことの提案が行われている。このような工夫は、手の大きさが足りない時に一般的に行われることである。

PTG は 03 行目の「°こう°」で対象音を含む重音が 押下状態で維持され、「これ届かないんだったら」とい う限定の後に「これ」という発話とともになされる. こ の PTG を特殊なものにしているのは、ほかのすべての 鍵を押下状態にしたままで、対象音を押下していた指 で再度打鍵することでなされていることである.

この打鍵は、通常の演奏運動とは異なり高く振り上げるようになされ、かつ顎指しと同期して行われており、演奏の呈示としては行われていない。実例の呈示というよりは、むしろ、その時点で鳴っている、時間経過によって減衰しつつあるほかの構成音に再度付け足されることによって、構成音の一部として際立たされることで、PTGの対象として理解可能になっているといえるだろう。

このような方法は、音系列の共時性を PTG の地として強調して呈示するようなやり方であるといえる. このように、演奏音の PTG は、その共時的・経時的特徴を極めて敏感に反映する形で組み立てられているのである.

4. 考察

以上の分析で明らかになった PTG のための音・演奏環境の構造化をまとめると、以下のような特徴があるといえるだろう.

第一に,指示対象音を含む演奏と PTG の時間的関係に,演奏終了後/演奏進行と平行/演奏の一時点という3つのパターンが存在する.これらのパターンは演奏姿勢(演奏自体)の維持の有無および発話によってしめされ, PTG の対象となる時間的範囲を特定する.

第二に、演奏の一時点として演奏状態が維持されるとき、その姿勢や音の維持の方法(鍵押下の維持やペダルの使用)、維持のタイミングによって PTG の対象音が経時的な音系列の中で際立たされる.

このように構造化された環境に対してなされる PTG は、その位置・軌道・手形などによって指示対象音の範囲や性質を特定する. 特に、時点では共時的な音系列の中から特定の音を指示するために、PTG と維持状態の構造との間に緻密な関係が作られることがわかった.

これらの方法によって、物理的実体を持たず、時間的にも持続しないという特徴を持つ演奏音は、諸資源の時空間的配置の中に PTG 可能な形で位置づけられるのである.

最後に、PTG 対象である"演奏音"の多面性について言及しておきたい、本稿では PTG の対象を"演奏音"として一括して扱い、その範囲がいかに切り出されるかという観点で分析を行うことで、いくつかのパターンを見いだした。しかし、それぞれの事例で指されているものは、決して単なる音としてではなく、テンポ(事例 1)、リズム(事例 2)、響き(事例 3)、持続と不在(事例 4)、鍵盤上の範囲と運指(事例 5)といった、指導内容と結びついた演奏表現上の性質を帯びたものとして PTG されていた。これらの性質は範囲の切り出しと共通の資源によって、かつ切り出しと同時に示されていた。本稿では、これらの要素が PTG の組織化の上で区別されているのか、されているならばいかにしてかという点についての検討は行えていない。この点は今後の課題としたい。

付録

トランスクリプトの記号 [5]

言葉? 語尾の音が上がっている

言葉, 語尾の音が少し下がっている

言葉. 語尾の音が下がって区切りがつく

(言葉) 聞き取りが確定できない部分

言・ 言葉の途切れ

言葉: 音声の引き伸ばし.コロンの数は音の相

対的な長さを示す

>言葉< 発話の速度が目立って速くなる部分

((言葉)) 発言の要約や注記

=言葉 前の発話に途切れなく密着している

(.) 0.2 秒未満の短い間合い言葉 音が目立って小さい部分

参考文献

- [1] Goodwin, C., (2000) "Action and embodiment within situated human interaction", Journal of pragmatics, Vol. 32, No.10, pp.1489-1522.
- [2] Goodwin, C., (2018) "Co-operative action" Cambridge University Press.
- [3] McNeill, D., (1987) "Psycholinguistics: A new approach", Harper & Row Publishers.
- [4] 細馬宏通, (2008) "非言語コミュニケーション研究のための分析単位:ジェスチャー単位 (< 連載チュートリアル > 多人数インタラクションの分析手法 [第 5 回])", 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 3, pp. 390-396.
- [5] 西阪仰, (2008) "分散する身体:エスノメソドロジー的相 互行為分析の展開", 勁草書房.

ダンサーの熟達化にみる舞踊の「知」 "Knowledge" of dance in the mastery of dancers

岡 千春[†] Chiharu Oka

[†]お茶の水女子大学 Ochanomizu University oka.chiharu@ocha.ac.jp

概要

本研究では、舞踊の身体知を、コンテンポラリーダンサー(以下ダンサー)の熟達と言語化の働きという視点から探った。国内外の公演で活躍中のダンサーを対象に PAC 分析調査を実施し、舞踊における知の様相及びその熟達の特性を考察した。そこから、ダンサーの身体知には、型の知およびその型の定着によって獲得される「場」の知が含まれ、この場の知が舞踊における「上演の知」であること、熟達には上演の知の言語化、即ちメタ認知的言語化の寄与が示唆された。

関連キーワード:ダンサー,知,メタ認知

1. はじめに

舞台上のダンサーとは非日常的な身体の動きで観客を魅了する存在である. 観客はダンサー特有の身体性によって生み出される舞踊へ否応なしに惹きつけられることがある. ダンサーは訓練と上演を重ねながら, 舞踊特有の身体知を獲得していくといえる. 舞踊に限らず, 専門的な訓練によって培われる身体の知は, それぞれの領域で特有の様相をみせ, 特にスポーツや武道, 楽器演奏の領域においては活発に議論されている. 舞踊学においても, バレエダンサーやストリートダンスにおいて, ダンサー側の観点から研究がなされている(柴田・遠山 2003, Legrand, 2009, 清水・岡田 2015) が, モダンダンス・コンテンポラリーダンスにおける舞踊の知の様相およびその獲得について論じられた研究は数少ない.

生田(1987)は世阿弥の芸道論をもとに、「わざ」への潜入プロセスについて論じている。実践的な身体の知としてのわざは、模倣による形の獲得からはじまり、形は徐々に型となってわざの世界そのものへ潜入することで獲得されていく。柴田・遠山(2003)はバレエダンサーの型の熟達について、技としての技術的な型と、さらに高次の型があると分析しており、型の獲得にも段階があることを示している。また、舞踊のわざには、上演を重ねることで身につく「上演の知」があり、稽古場の中だけでは獲得されない、場の理解としての知があることが示唆されている

(岡, 2018).

身体的な知の熟達過程について、波多野は定型的熟達と適応的熟達の二側面があるとし(波多野・稲垣、1983)、さらに適応的熟達とメタ認知との関連を指摘している. 諏訪らの研究では特にこのメタ認知的な熟達と「知」の言語化の関連が着目され、メタ認知的言語化理論が提唱されている(諏訪 2005、2007). 芸術の領域では大浦(2000)によりピアニストの熟達が論じられ、さらに競技ダンスの領域においてもメタ認知的言語化の関連が示唆されている(牧島・赤石 2016).

筆者は、観客を前にした上演が主たる目的である上演 舞踊に着目し、その熟達の特徴として、内的な身体意識の 変化、観客への働きかけの意識化が挙げられると考える。 ダンサーの熟達過程は、ダンサーが自らの内的な身体感 覚や運動感覚を、舞台上でよりふさわしい表現ができる ように変容させていくプロセスであると捉えることがで きる。ここで、ダンサーが身体訓練及び上演を重ねて熟達 化していく過程は、他の競技スポーツや芸術領域と比べ どのような特性を持っているか、またそのプロセスにお いてメタ認知的言語化はどのようにはたらくのかという 問いが生じる.

以上を踏まえ、本研究においては、コンテンポラリーダンサーの知の様相および熟達過程に着目し、その特性を明らかにすること、またダンサーが舞踊活動を継続し熟達していくこととメタ認知的言語化との関連性について考察することを目的とする.

本稿ではまず舞踊の熟達についていくつかの文献から その特徴を明らかにし、次にダンサーへの聞き取り調査 から熟達プロセスの特性とメタ認知的言語化のあらわれ について検証する. それらを踏まえ、舞踊特有の知および 熟達の様相と、ダンサー自身による知の言語化について 総合的に考察することとする.

2. 方法

研究方法は文献研究およびPAC分析を用いた聞き取り 調査とする. PAC 分析とは、Personal Attitude Construct (個人別態度構造)を用いた分析法として内藤 (1993) によって開発された. 個人別に態度構造の測定を目的とし、認知やイメージ構造、心理的場などの測定が可能であるとされる.

手続き方法は、自由連想(アクセス)を用いて態度やイメージの個人内構造を測定し、連鎖反応間の類似度評定に基づいて、クラスター分析で析出される.

本研究ではコンテンポラリーダンサー3名を対象として行ったPAC分析データを基に、析出されたクラスターとダンサーの語りから、熟達過程にあるダンサーの意識構造およびその変化を再検討することとした.

3. 舞踊における熟達について

3-1. 型の理解

生田(1987)は、師匠の動きを模倣し、繰り返すことで形が身につき、徐々にその動きの持つ本来的な意味や目指している世界そのものを理解するに至るとし、これを「型」の理解、わざの世界への潜入ととらえた、舞踊においても、まず形を覚えこみ、上演や鑑賞の経験を経ることで、稽古の本来的意味を知り、「型」そのものの理解、わざへの潜入が促される。このようなわざへの潜入は、師匠の模倣や反復、上演経験によって目指されるものであるが、必ずしも言語的理解によって深まるわけではなく、暗黙知としての側面を持つと考えられる。

生田が取り上げる能をはじめとした上演芸術の演者の 熟達が職人技やスポーツの技と異なるのは、観客への意 識と上演経験が深くかかわっている点である. 熟達過程 にある稽古者は、身体や動きの見え方に意識をはらう必 要があり、また舞台上でいかにして観客を引き付けるか、 という、わざの世界の客観的理解も経験を重ねることで 変化していくといえる.

例えば、日本のコンテンポラリーダンスカンパニー「Noism」の主催者である金森譲は次のように語っている (茂木 2007, pp. 94-98).

「360 度同時に体を意識していないと, 体は動かない. 動かないというか, 体が平面になっちゃうんですね.」

「ダンスって, 普段毎朝トレーニングするとき, 鏡に向かってするんですよね....自分自身を客観的に見て, 自分で自分をチェックしているんですよね.」

「鏡がないときでも, さっきみたいに 360 度意識するということは, すごく重要になってくるんですけれども, ただし, ダンスし始めのときは, 自分の

体がどう見えているかっていうのをまずわからなきゃいけないので、鏡はとても重要ですね、鏡がない所で踊ってきた子っていうのは、動作、動きの質についてはすばらしいものがあっても、自分の体がどう見えているかとか、自分の体のアウトラインというものに対しては、ものすごく認識が貧しかったりします。」「自分自身が踊っている姿を遠くから見ている意識はあります。…舞台で自分が踊っているときであったり、作品をつくるときであったり、物事を客観的に見ることは、それが当たり前になっちゃっていますね。」

このように、舞踊の稽古者の多くは鏡のある稽古場で身体や動きがどのように見えるかということを日々確認し、徐々に鏡のないところでも身体が正面から見てどのように見えるかということが想像できるようになる。このような身体・動きの客観的理解について、世阿弥は「離見」として語っており、この概念は舞台芸術のみならず競技スポーツにおける熟達の要素として不可欠であるといえるだろう。しかし、世阿弥は「離見」的視点から、さらに舞台上で「離見の見」へ至ることを説いており、舞台における演者特有の視点として、型の理解とは異なる次元の知として理解すべきであると考えられる。

3-2. 上演の知

舞台上では、稽古場とは異なる空間に身を置きながらも、自在に踊り、客席に座る観客を舞踊そのものへ引き込んで行く能力が求められる。ダンサーが舞台上で発揮する空間認知や表現の技術は、稽古場の中だけでは身につくことのない、舞踊特有の上演の知として理解できる。日々の稽古で身につけ、理解した型は、実は観客の様子に合わせて変幻自在に発揮されなければならず、ダンサーは観客の様子や空間の性質を感じ取る力と、自身の踊りを観客の視点からとらえる力が必要になる。世阿弥は俯瞰的な視点として「離見の見」をあげ、それは観客席に座る観客から舞台がどのように見えているか、また客席を含めた舞台空間全体がどのような状態であるかを察知する能力であると説く。

清水(2000)は、相手の様子に合わせて臨機応変に対応していく力を「リアルタイムの創出知」であるとし、自己中心的自己と場所中心的自己の二領域のはたらきがバランスよく発揮されることで実現するとした。また、場所中心的自己が上手くはたらくことで、コミュニケーションは身体的同調を伴い、時としてエントレインメント(引き込み現象)が生じるとする。舞台上のダンサーが、観客と

ダンサーとの間に引き込みを生じさせるには、リアルタイムに発揮される離見の見が必要であり、これは「型」の理解とは別の段階の熟達である。したがって、舞踊における上演の知は「型」が定着することによって獲得される「場」の知であり、舞踊ではこの場の理解がなされることで本来の「わざ」への潜入が達成されると考えられる。

「わざ」の熟達は、定型的熟達と適応的熟達に分類される(波多野・稲垣1983). これをダンサーの熟達としてとらえると次のようなことが考えられる. 例えば優れた身体技術を持ち、与えられた振付を正確に踊ることができるダンサーは多くいるが、稽古場の中でうまく踊れるダンサーと、舞台上で臨機応変に観客を引き付けるダンサーはイコールではない. この場合、前者は定型的熟達者の要素が強く、後者は適応的熟達者の要素が強いと推察する. 舞踊における適応的熟達とは、上演を含めた舞踊経験を重ねる中で、応用的に型を変化させたり、自己分析や工夫を繰り返したりしながら、よいパフォーマーを目指して心身を柔軟に修正していく熟達であると考えられる.

劇場の特徴やその日の観客の様子に合わせ、臨機応変にパフォーマンスを適応させることは、定型的熟達者(うまく踊れるダンサー)が突然初舞台を踏んでできることではなく、「場」の知のはたらきによって実現すると捉えられる。これらのことから、舞踊の上演の知は特に適応的熟達として理解されるべきであると考えられる。また、適応的熟達者は、獲得された知について言語的に説明が可能であるとされていることから(高取 1992)、熟達の進んだダンサーはある程度その知について言語化することができるという仮説を立てることができる。

3-3. 言語化の問題

わざの世界における熟達と言語的理解の問題について, 高取(1992)は職人への聞き取り調査から論じており,ま た,波多野(2001)は適応的熟達とメタ認知との関連を指 摘している. 諏訪(2005, 2007)は身体知の獲得とメタ認知 の関連に着目し,スポーツや音楽の領域において調査を 重ねている. さらに松原,諏訪(2011)の研究では,オーケ ストラ奏者への調査によって,オーケストラ理解の熟達 とメタ認知的言語化の関連が明らかになっている.

従来のメタ認知理論と異なり、諏訪の論じるメタ認知の対象は自己受容感覚や身体動作である。さらに内部観測的行為によって、身体と環境のかかわりを主体的に捉えようとしている点、言葉で自己を制御することを第一義的目的にせず、体感できることを増やすことを目的にしている点がメタ認知的言語化理論を特徴づけている。

岡田(2009)は音楽領域,特に演奏行為と鑑賞行為にお

ける言語的理解の重要性を強調しており、演奏家独特の身体言語=わざ言語(生田、1987)に着目している。舞踊においても指導言語の研究は行われてきており(山崎・村田2011、山崎・村田・朴2014)、ダンサーの内的感覚の言語化については、竹谷(2016)が現象学的視点からの分析を試みているが、ダンサー側の視点からメタ認知的言語化の枠組みで論じられた研究は見受けられない。

金森の語りから見ても、内的な感覚や見え方の客観的 理解が達成されると、それらを言語的に説明することが 可能な状態になることがうかがえる。ここから、ダンサー が熟達していく過程と身体感覚を言語的な次元で理解す るという事象は関連があると推察できる。ここで、ダンサーの内的感覚の言語化は、メタ認知的言語化の枠組みか らどのように分析が可能であるか、筆者がこれまで行っ てきた調査の再解釈をとおして考察を試みることとした。

4. PAC 分析調査による検証

4-1. 調査概要

調査 I ではダンサー3名を対象とした PAC 分析を行い、クラスターの比較を行った。3名のうち、対象者 C について、4年後に再調査を行った。C は調査 II の調査時においてはカンパニーの主要ダンサーであり、I と II の間に熟達化が促されたとみることができる。本研究では、調査 I からダンサーの意識構造を探り、また調査 I と II の比較から熟達化による意識変化をみることとする。

(1) 調査日時

調査Ⅰ:2013年7月,調査Ⅱ:2017年12月(2)対象者

調査I: 女性コンテンポラリーダンサー3名 (対象者 $A \cdot B \cdot C$ とする).

対象者 B:調査時 30歳. 舞踊歴; モダンダンス 25年, クラシック・バレエ 10年. 国内のダンスカンパニーに 24歳時から所属. 出演公演数は約 110公演. コンクールに多く出場し, 複数回入賞経験を持つ.

対象者 C:調査 I では 24 歳,調査 II では 28 歳. 舞踊歴は クラシック・バレエ 21 年, コンテンポラリーダンス 13 年 (調査 I 開始時). 国内のダンスカンパニーに 22 歳時から 所属し,年間を通して国内外で公演活動を行う. 入団当初 は研修生であったが調査 II の時点ではカンパニーの主要メンバーとして第一線で活躍している.

(3) 手続き

手続きは内藤 (1993, 2008) に倣い以下のように行った. 調査 $I \cdot II$ ともに同様の手順で行い, 連想刺激文も同一のものを使用した.

手順① 自由連想:連想刺激文(表1)を提示し口頭で 読み上げ,自由連想した事項を連想した順に記入させた. 本調査では,訓練を行うダンサーの身体意識や舞踊観に ついての認知構造を探ることを目的としているため,対 象者が現在どのようなダンサーを目指しているかを連想 刺激として提示することとした.

表1 調査 |・|| 連想刺激文

「あなたは今まで、舞踊作品を作ったり、踊ったり、他の作品を見たりと、ダンサーとして様々な活動を積み重ねてきましたね。そのなかで、『このようなダンサーになりたい』と思ったことがあるのではないでしょうか。そこで、『あなたが理想とするダンサー像は?』と問われた時に、どんな言葉やイメージが浮かびますか?頭に浮かんだ言葉やイメージを、浮かんだ順に記入してください。」

手順② 重要順に並び替え: 想起された事項について, 重要順での並び替えを求めた.

手順③ 連想項目間の類似度評定:連想項目間の類似 度距離行列を作成するために,全ての項目間の類似度に ついて7段階での評定を求めた.

手順④ 類似度距離行列によるクラスター分析:類似度距離行列に基づき, HALBAW を用いてウォード法でクラスター分析を行い, 析出されたデンドログラム(樹状図)に連想項目を書き入れた.

手順⑤ 調査対象者によるクラスター構造の解釈やイメージの報告:

樹状図を対象者に提示し、各クラスター、クラスター間の 比較、全体の印象についての解釈を求めた。さらに、補足 質問が必要だと判断された項目については、項目ごとに 補足質問を行った.

4-2. 調査 I:結果の解釈

調査 I より析出された 3 名のデンドログラムを図1-3に示す. 項目の頭の数字は重要度順位, カッコ内は想起順位である.

調査 I におけるそれぞれの連想項目数, クラスター数は, A:8 項目 3 クラスター B:11 項目 5 クラスター C:10 項目 4 クラスターであった.

ここから、対象者への聞き取り調査も参考にしながら それぞれのクラスターにコーディングを行い、各クラス ターを命名した。さらに3名それぞれのクラスターを比較 し、内容が類似したクラスター同士を分類したところ、3 つのコードが抽出された(表2).

3名の連想項目及びクラスターには、熟達過程にあるダンサーの意識下における舞踊の知の一端が表れており、舞踊の熟達の特性として捉えられる。それぞれ他のダンサーを客席から鑑賞した際の経験を基に、「こうありたい」という具体的なダンサー像が確立されており、目指す姿の在り方やそのために必要と思われることを言語化していることがわかる。観客に感動してもらいたい、さまざまなイメージを想像してほしいといったビジョンがあり、訓練で培われる技術とは異なる、表現する力を重視していることがわかる。その一方で、ダンサーとしての身体技術も不可欠であると捉えられている。また、舞台上の表現、身体技術とも異なる次元で、一個人としての独自性や自律性、主体性も求められている。

表2 クラスターの命名とコーディング

コード	A のクラスター	B のクラスター	C のクラスター
	1.感動させる表現	1.集客力	2センス・イメージ
表現		2.国外の上演経験と輪	
		5.観客へ想像させる	
- LLIL	2.臨機応変さ・	4.作品意図の理解	3.ダンサーとして
主体性	舞踊観		の主体
11.4	3.基本レッスン・	3.コントロール力・	1.身体・空間意識
技術	体型	観察力	4.技術・強さ

3名の連想項目及びクラスターには、熟達過程にあるダンサーの意識下における舞踊の知の一端が表れており、舞踊の熟達の特性として捉えられる。それぞれ他のダンサーを客席から鑑賞した際の経験を基に、「こうありたい」という具体的なダンサー像が確立されており、目指す姿の在り方やそのために必要と思われることを言語化していることがわかる。観客に感動してもらいたい、さまざまなイメージを想像してほしいといったビジョンがあり、訓練で培われる技術とは異なる、表現する力を重視していることがわかる。その一方で、ダンサーとしての身体技術も不可欠であると捉えられている。また、舞台上の表現、身体技術とも異なる次元で、一個人としての独自性や自律性、主体性も求められている。

さらに連想項目や分析後の聞き取り調査(補足質問)に おいては、特に観客に対するはたらきかけや表現性に関 する連想や語りが多くみられたことから、熟達の過渡期 にあるダンサーは、観客とのコミュニケーションとして の上演を強く意識しており、舞踊活動そのものへの動機 づけとしてもはたらいているとみることができる.

2.00

6.99



図3 調査 I 対象者 C のデンドログラム(2013)

2.身体的に強い人(2)

8. すごいテクニックを大変そうに見せない人(4)

2) |___

以下は聞き取り調査から得られた語りの抜粋(語りの一部は筆者により省略)である.

「自分の個人的な感情とか、我欲っていうか、そういうもので一杯にしてしまわずに」「そのときその瞬間の状況も、半分の目で判断して見ているみたいな」「本番の時は空間も変わるし見てる人も変わるから、全部自分がやってきたこと 100%を押しつけるんじゃなくってお客さんの存在も、半分の目で察知しながら」「なんか一緒に体験していくというか、そういう隙間を自分の中につくっておきたい」「あまり練習を信じすぎず、その場になったらその場の感覚も大事にしていきたい」(B)

「その渦中にいるときは、外から見ることはできないから、その前にその環境を下調べしておくっていうのが前提」」「観客席の後ろから舞台をみるとか、どのくらいの高さで、とかっていう下準備があった上で」

「本番の時は、いろんなものを研ぎすませるというか、聞こえてくるものだったり」「そういうものも、見てる人と一緒に聴くって言うか」「五感を研ぎすまして、見てる人とできるだけ、近い感覚になりたい」「あまり外から自分がどう見えているかっていうところまではちょっと意識できないかな」「この瞬間に聞こえるものとか見えるものを一緒に共有しようっていうようなところに一番意識をおいている」(B)

このように、B は観客と同じ感覚に近づくことで、押しつけにならない、観客と心を触れ合わせるような表現を目指しており、臨機応変にその場の状況に合わせた表現を意図的に行っていることがわかる. 状況を「半分の目」で判断してみている、という感覚は、世阿弥の離見の見、そして場所中心的自己のはたらきによるリアルタイムの創出に通じていると解釈できる. しかし一方で、自分の見え方そのものは意識していないと語る. これは、「離見」ではない「離見の見」へ至った結果なのか、あるいは未だ離見的な視点の獲得にも至っていない状態なのか、この調査のみでは検証ができない. 身体の見え方そのものは無意識的にすでに理解されている、もしくは重視されておらず、劇場の下準備によって得られた場の情報を舞台上の状況に反映させ、場全体を把握することが優先されているとも捉えられる.

これに対し、A,Cは以下のように語っている.

「練習する時っていうのは自分がどう見えているか

っていうのを,第三者の目で想像しないといけないっていうところがあって,それをせずにただ同じ動きを繰り返すっていうのとは,多分違っていて」(A)

「良いなあと思うダンサーに近づきたいと思う」「イメージ、振りをもらった段階で、自分の中でこういうイメージで今日はやってみようっていう想像を、まず最初に絶対する」「そのイメージを、自分の中で、こう踊ってみたらどう伝わるのかって考えるときに、すごい神経使って、結構踊りながら考えていて」「自分の体の、一つ外」「一生懸命のばしたその先までと、その自分と、お客さん」「三角形というか」「やっぱり見せ物として、こっち(客席)から自分がどう見えているかっていう意味で、こっち側(客席側)と、自分のまわりを支配できている人」(C)

A, C はそれぞれ, 自分の身体や動きを客観的に見る意識 が顕在化していることがわかる. それは, 第三者の目で想 像する, 観客席からの見え方を自分の身体空間に含みこ んでいくような感覚(三角形) として意識されている.

A,C は離見による判断がなされているとみなすことができ、観客からの見え方を想像しているという意味で、離見の見の状態にもあると考えられる.3名の対象者はそれぞれ従事する活動の内容が異なり(カンパニー上演、ソロコンクールなど)、それぞれの舞踊観や理想像に相違がみられ、この調査結果のみによって、舞踊の知の様相を一般化することは困難であるが、以下のことが明らかになったといえる.

まず、熟達過程にあるダンサーの認知構造として、身体技術、主体性、観客に対する表現の3つが重視され、訓練中や上演中の意識に影響を与えていると考えられる。次に、客観的な視点で自己の身体あるいは場全体を捉え、表現に反映させようとする意向がうかがえ、世阿弥の離見の見、場の知のはたらきとの関連が認められる。

4-3. 調査Ⅱ:結果と解釈

調査 I の約4年後,対象者 C に対して同様の調査を実施した結果,図 4 のデンドログラムが析出された。各クラスターを調査 I のクラスターの内容と照らし合わせ、類似した内容のクラスターを同項にまとめ、対照表を作成した(表3). しかし、クラスター同士を完全に対応させることはできなかったため、調査 I のクラスターは調査 II の複数のクラスターに関連すると解釈される。

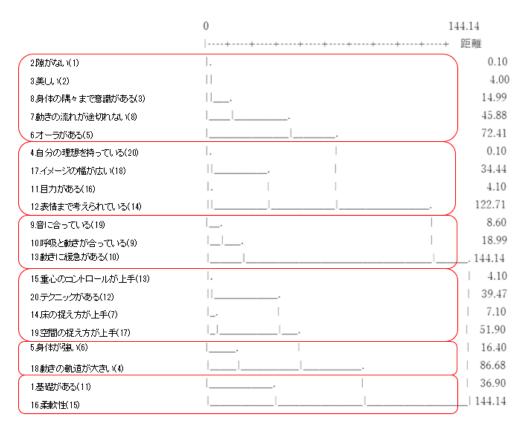


図4 調査 II 対象者 C のデンドログラム(2017)

表 3 調査 ・ クラスター対照表 (対象者)	表3	調査Ⅰ	.	クラスタ	マー対照表	(対象者(((
-----------------------------	----	-----	---	------	-------	-------	----

	/ / / / / / / / / / / / / / / / / / /
調査	調査∥
	2.隙がない(1)
	3.美しい(2)
4. すごいテクニックを大変そうに見せない人(4)	8.身体の隅々まで意識がある
6. 空間を支配しているかどうか(5)	(3)
	7.動きの流れが途切れない(8)
	6.オーラがある(5)
7. 音を捉える力(10)	9.音に合っている(19)
9. センス (9)	10.呼吸と動きが合っている(9)
5. いろいろなイメージを想像させてくれる人(3)	13.動きに緩急がある(10)
	4.自分の理想を持っている(20)
	17.イメージの幅が広い(18)
	11.目力がある(16)
3. 踊ることが好きという気持ちが伝わる(6)	12.表情まで考えられている
10. のびやかさ(7)	(14)
	15.重心のコントロールが上手
8. 身体のすみずみまで神経がいきとどいている人(8)	(13)
2. 身体的に強い人(2)	20.テクニックがある(12)
	14.床の捉え方が上手(7)
	19.空間の捉え方が上手(17)
	5.身体が強い(6)
	18.動きの軌道が大きい(4)
	 1.基礎がある(11)
	16.柔軟性(15)

調査Ⅱの結果から、次のことがみてとれる.まず、連想項目数が10項目から20項目へ増加し、クラスター数も4クラスターから6クラスターへ増加した.次に、調査Ⅰの時点で抽象的な語であらわされた内容が、調査Ⅱでは具体化および細分化されたことがわかる.

調査 I で「のびやかさ」として語った内容について、調査II において C は次のように語っている (調査II の聞き取り調査から抜粋).

「「のびやかさ」がこういう言葉に変わったって感じ、空間とか、動きの軌道とか、呼吸とか緩急とか重心っていうものに」「観客を飽きさせないためのトレーニングとして(捉えられる)」「「センス」もですけど、練習だけでは培われない、経験って感じ、舞台上での経験に基づくものですね」

ここから、調査Iの時点では「のびやかさ」「センス」といった漠然とした語で捉えられたものが、上演経験によって実態を伴い、Cの中で具体化したことがわかる. 以前は観客からの見え方として解釈されていたものが、ダンサーとしての内的感覚から語られるようになったとみてよいだろう. のびやかさやセンスを体現するために、自らの身体感覚を分析し、結果として「重心のコントロール」や「動きの流れ」といった具体的な感覚によって理解されたと考えられる. 捉えどころのないものが身体的に理解され、説明可能な状態になったということから、上演の知が Cの意識下で言語化された解釈できる. したがって、コンテンポラリーダンサーが上演経験を積み重ね熟達していく過程に、メタ認知的言語化が関わっていることがうかがえる.

また、C には B にみられたような、観客との同調を目指すといった、上演中の場の把握や、表現や伝達に関する語りは多くは得られず、身体感覚・身体意識や見え方・見せ方の工夫に関する項目の増加が目立つ結果となった。このような傾向はC自身の特性によるものか、あるいは所属カンパニーの作品・指導特性によるものか、または普遍的に熟達傾向のダンサーにはこうした傾向がみられるのか、本研究では検証ができなかったため課題が残る形となった.

5. 総合的考察

本稿では、コンテンポラリーダンスにおけるダンサー の熟達の特徴と言語化の問題について考察してきた. 文 献研究および調査結果から、以下のことが導き出された.

(1) まず、舞踊というわざの世界において、その獲得さ

れる知は多層的であり、稽古場における型の獲得・理解と、 舞台上で発揮される上演の知がそれぞれ熟達化していく ことが示された.

- (2) 次に、上演も含めた舞踊経験を積み重ねることで舞踊の知は多面的に深まり、その熟達にはメタ認知的言語化が寄与している可能性をみることができた。特に外的な見え方としての理想像を設定し、見え方と内的な身体感覚を照合しながら分析・内省を繰り返すことで言語的に説明可能な状態へ移行していく。結果としてダンサーが意識できる身体感覚が細分化していくというプロセスが明らかになったといえる。これはダンス以外の競技スポーツにおいて諏訪が指摘しているプロセスと同様であると考えられる。
- (3) そして上演における表現性は、離見の見にかかわる部分であり、適応的熟達として理解できる。そこには、模倣によって身に着けた形から離脱し、自分なりの解釈によって型を修正していく姿がある。その過程には表現者・芸術家としての主体性が少なからずかかわっていると考えられる。

本研究は3名という少ない対象者から検証したため、予備調査の域を出ないものではあるが今後の調査研究へ十分な示唆を与えるものであった。離見の見にかかわる知が認知科学的に分析可能なものかどうかという問題も含め、今後は事例を重ねながら検討していきたい。

参考文献

- [1] 波多野誼余夫, 稲垣佳代子 (1983), 文化と認知 思想・知能・言語, 現代基礎心理学 7, 東京大学出版会
- [2] 波多野誼余夫 (2001), "適応的熟達化の理論をめざして", 慶応義塾大学教育心理学年報 40, pp.45-47.
- [3] 市川淳, 三輪和久, 寺井仁 (2016) "身体スキル習得過程における個人特有の運動に関する検討", 認知科学, 23(4), pp. 337-354.
- [4] 生田久美子 (1987)「わざ」から知る, 東京大学出版会
- [5] M.ポランニー, 高橋勇夫(訳)(2003) 暗黙知の次元, 筑摩書 房
- [6] 工藤孝幾 (2013)"運動学習のメタ認知に関する調査研究— 運動学習実験の結果をどこまで正確に予想することができるか",福島大学人間発達文化学類論集,17,pp.17-45.
- [7] Legrand, D., and Ravn, S. (2009) "Perceiving subjectivity in bodily movement: The case of dancers" Phenomenology and the Cognitive Sciences 8, no. 3. pp.389-408.
- [8] 牧嶋直将, 赤石美奈 (2016), "メタ認知的言語化による身体 知言語化支援システム", 第 30 回人工知能学会全国大会論 文集,1-4.
- [9] 松原正樹, 諏訪正樹 (2011)"メタ認知言語化によるオーケストラ理解の熟達プロセス", 日本認知科学会28回大会,p2-14,448-452.
- [10] 茂木健一郎 (2007), 芸術の神様が降りてくる瞬間, 光文社
- [11] 内藤哲雄 (2003), PAC 分析実施法入門—「個」を科学する 新技法への招待、ナカニシヤ出版

- [12] 内藤哲雄, 井上孝代, 伊藤武彦, 岸太一 (2008), PAC 分析研究・実践集1, ナカニシヤ出版
- [13] 内藤哲雄 (2008)"PAC 分析を効果的に利用するために", 信州大学 人文科学論集人間情報学科編,42,pp.15-37.
- [14] 西平直 (2009) 世阿弥の稽古哲学, 東京大学出版会
- [15] 西平直 (2014) 無心のダイナミズム, 岩波書店
- [16] 岡千春 (2013) ダンサーがとらえる舞踊する身体", お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学論叢, 16, pp.29-38.
- [17] 岡千春 (2015) 踊ることによって生成される身体-その様相 と構築過程"お茶の水女子大学大学院博士論文
- [18] 岡千春 (2019)"舞踊における「知」とメタ認知的言語化の関連"お茶の水女子大学人文科学研究, 15, pp.217-230.
- [19] 岡田暁生 (2009) 音楽の聴き方、中央公論新社
- [20] 岡本真彦 (2001) "熟達化とメタ認知 -認知発達的観点から-", ファジイ学会誌、13,pp.2-10.
- [21] 奥井遼 (2017) "身体的主体を経験する-「身体による学び」の 現象学のための理論的整理",京都大学大学院人間・環境学 研究科共生人間学専攻カール・ベッカー研究室 いのちの未 来=The Future of Life 2, pp.1-17.
- [22] 大浦容子 (2000) 創造的技能領域のおける熟達化の認知心理学的研究, 風間書房
- [23] Parviainen, Jaana (1998) "Bodies moving and moved", TAMPERE UNIVERSITY PRESS, Finland: Tampere
- [24] 柴田庄一, 遠山仁美 (2003) "技能の習得過程と身体知の獲得:主体的関与の意義と「わざ言語」の機能」", 言語文化論集 24(2), pp.77-93.
- [25] 清水博 (1996) 生命知としての場の論理, 中央公論社
- [26] 清水博 (編著), 久米是志, 三輪敬之, 三宅美博 (2000), 場と 共創, NTT 出版株式会社
- [27] 諏訪正樹 (2005)"身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化",人工知能学会誌, 20-5, pp.525-532.
- [28] 諏訪正樹 (2007) "メタ認知的言語化による身体技の開拓", ゲームプログラミングワークショップ 2007 論文集, pp.107-111
- [29] 高取憲一郎 (1992) "技能知の獲得における手続的知識と概念的知識に関する一考察", 鳥取大学教育学部研究報告. 教育科学, 34(2), pp.391-399.
- [30] 竹谷美佐子 (2016), "舞踊の稽古における身体的思考 身体 イメージの再構成を手がかりとして", 人体科学 25-(1), pp.23-33.
- [31] 清水大地, 岡田猛 (2015)"ブレイクダンスにおける技術学習 プロセスの複雑性と創造性", 認知科学, 22(1), pp.203-211.
- [32] Shimizu, D., and Okada, T. (2018) "How Do Creative Experts Practice New Skills? Exploratory Practice in Breakdancers", Cognitive science 42(7) pp.2364-2396.
- [33] 山﨑朱音, 村田芳子 (2011) "ダンス授業における指導言語と発言に至る思考の特徴に関する研究-学習者・逐語記録・指導者の側面からー"、スポーツ教育学研究 30-2, pp. 11-25.
- [34] 山崎朱音, 村田芳子, 朴京眞 (2014) "創作ダンスの指導における指導言語の意味と動きをみる観点教材「新聞紙を使った表現」を対象に", 体育学研究 59,pp.203-226.
- [35] 横地早和子, 岡田猛 (2007)"現代芸術家の創造的熟達の過程", 認知科学, 14, pp.437-454.
- [36] 横山拓, 鈴木宏昭 (2017)."プロジェクションと熟達:マイケル・ポランニーの暗黙的認識の理論から",日本認知科学会第34回大会発表論文集,pp.164-170.
- [37] 世阿弥著,竹本幹夫訳 (2009) 風姿花伝・三道,角川学芸出版

弓道における的確な行射を成立させている機序に関する研究 A Study on Mechanism Underlying Precise *Gyosha* (Line Shot) in Japanese Archery

清水雄貴¹, 谷貝祐介², 古山宣洋³ Yuki Shimizu, Yusuke Yagai, Nobuhiro Furuyama

¹ 早稲田大学人間科学部,² 早稲田大学大学院人間科学研究科,³ 早稲田大学人間科学学術院 Undergraduate school of Human Sciences, Waseda University mth08060806@gmail.com

Abstract

弓道では、いかに力みを抑え、同じ動きを再現でき るかが重要視される。そのため弓道熟練者の姿勢制御 は、安定的かつ各射のパターンが一貫して再現されて いることが推測される。本研究では、弓道熟練者3名 と初心者3名の床反力中心データを4本ずつ計測し、 両群の比較および各試行の一貫性の検討を行うことで、 この仮説の検証を試みた。分析対象は、離れ(矢を放 つフェイズ)を中心に、その前後のフェイズを含む、 会・離れ・残心とした。姿勢の安定性の指標として、 各フェイズの標準偏差 (SD) と会の傾きを算出した。 一貫性については、4 試行分の波形を並べ、傾向を定 性的に議論した。その結果、熟練者・初心者との間で 顕著な差異は確認できなかったが、特に的中率の高か った熟練者1は、それ以外の参加者と比べ、姿勢が安 定的で、再現性も高いことが示唆された。以上より、 弓道における的確な行射には、会における予備動作や、 各射の重心移動の再現性が寄与している可能性が示唆 された。

Keywords - Kyudo, Center-of-Pressure, Expertise

1. はじめに

これまで弓道の運動制御については、引分け(矢を引くフェイズ)における左右の三角筋、上腕三頭筋、棘下筋などの筋活動を検討した研究「「や、離れ(矢を放つフェイズ)における重心移動について検討した研究「等が報告されてきた。しかしながら、これらの動作は行射の一フェイズを切り取ったものに過ぎず、弓道のスキル理解には、行射に含まれる一連の動作の中でどのように姿勢を制御しているのか、という観点から研究が必要である。本研究では、行射時の床反力中心データ(Center-of-Pressure,以下 CoP)を計測し、解析結果を熟練者と非熟練者で比較検討する。とりわけ弓道において特に重要視される、力みの抑制や姿勢の再現性の観点から検討することで、的確な行射を成立させている身体制御を探る。

1.1. 弓道における上手さ、技術の高さの基準

現代弓道では、「射法八節」と呼ばれる射法が広く普及している。射法八節とは古くにあった七道と呼ばれ

る射法に最後の一行程、残心(残身)を加えて八つの行程に分類し八節としたものである。すなわち、足踏み、胴造り、弓構え、打起し、引分け、会、離れ、残心(残身)の八つである。それぞれの動作の中にも細かい区分があるが、大きな流れとしてはこれら8フェイズである。この射法八節が現代弓道の最も基本的な型であり、これに沿うことが弓の上手さ、技術の高さの一基準となっている。それほど、射法八節は和弓を引く上で合理的な型として定められているということである。

各動作について役割とともに以下に解説をする。

1) 足踏み

足を開き、正しい姿勢を作る動作である。矢束(喉の中心から腕を伸ばした指先までの長さ)を標準に、外八文字に(約60度)に踏み開き、両方の親指の先を的の中心と一直線上になるように構える。

2) 胴造り

弓を立てて、矢を番える。弓は左膝に置き、右手は右の腰にとる。重心を体の中心に置き、弦調べと箆調べ(弦調べは筈を中心として上下 30cm 程度の弦を見る動作のことを指し、箆調べは弦調べの後に矢を見る動作のことを指す。どちらも気息を整えることを目的とした動作である。)を行い、息を整える。足踏み、胴造りはともにその後弓を引く上での土台になるため、重要な動作である。

3) 弓構え

弓構えは「取懸け」、「手の内」、「物見」の三つの動作からなる。取懸けとは右手を弦にかける動作のことである。この時、右手には専用の道具である弽をつけており、正確には弽に弦をかける動作のことである。手の内とは左手で弓を握る動作である。ただ握るのではなく、その後の動作で弓を押していく上で力がしっかり伝わり、形が崩れないような手の内を作る必要がある。取懸けと手の内が作られたとき、左右の肘を軽く貼り、大木を抱えたような状態で円相を形作って構

える。物見とは的の方に視線を向ける動作である。物 見によって的に狙いを定めるのである。

4) 打起し

弓構えで作った形を変えずに、両拳を同じ高さに掬い上げる気持ちで軽く挙げる。高さは額の線よりやや上、側面から見たときに腕と地面の角度が45度くらいになるようにする。矢は地面に対して水平に、弓は垂直になるように構える。

5) 引分け

打起こした弓を、左右均等に引き分けていく動作。 大三 (押大目引三分一のこと。右肘は打起こしたとき のまま左手で弓を押し開く)と呼ばれる形に弓をとり、 会に至るまで弓を左右に均等に引き分けていく。大三 からだんだん力を強めていき、途切れさせないことが 重要である。

6) 会

引分けが完成した状態が、会である。見た目は大きな変化が見られないが左手は的に向かって押し続けており、右手は的とは逆の方向に引き続けている状態である。各関節がかみ合わさり、伸合いができる状態である「詰合い」、気力を充実させ間断なく身体を伸ばす「伸合い」、この二つができることが会において重要である。

7) 離れ

会での伸合いそのままに胸郭を広く開いて矢を放つ。 離れとは伸合いの延長線上にあり、力の充実とともに 自然に離れが起きる形がよいとされている。

8) 残心 (残身)

離れた後の姿勢を崩さずに、しばらくその状態を保つ。矢所(矢が中ったところ)を見て、そのまま気合を抜かず、弓倒しをする。両拳を腰にとり、物見を静かに正面に戻す。

以上が射法八節の基本的な動き、その役割である。 一つ一つの動作に意味があり、弓を正しく引く上での 基本となる。

弓を引く上で重要なことの一つとして余計な力を加えない、力みをなくすというものがある。射法八節の型からも見てとれるように、強い弓の張る力を上から肩の開きとともに引くことで、力をあまり使わない引き方をしているのである。洋弓のような弓を持った手を伸ばしたまま、反対の手で弦を引っ張るような引き方とは根本的に異なると言える。このことから総じて上手い人、技術的に優れている人は力いっぱいに引いているというよりは、楽に引いているように見えると

いうのが共通項の一つとして挙げられる。力みが多い 人は身体の前後左右のバランスが崩れやすく一定にな らなかったり、離れの際に弓の返る力を妨げ、弓の張 力を最大限に使えなかったりする。また矢の飛び方も ぶれる為中たる場所も不安定になりやすい。

また弓を引く上でよく言われることの一つとして同じ弓を引けない、即ち全く同じ引き方をすることができないというものがある。一度上手く引けたとしても、その引き方を何度も繰り返し出来るとは限らない。これは弓道に限った話ではなく他のスポーツ、人間の身体を用いた行動であれば同じことが言える。人間には同じような行動を取ることができても、完全に同じ行動、機械の如き同じ出力を元にした行動を取ることはできないからである。すなわち、重要になるのは同じような行動をどれだけ高い精度で再現できるのか、行動の再現性もまた一つの重大な要素である。

1.2. 仮説

以上を踏まえ、本研究では次の仮説を検証する。

仮説 1: 熟練者は非熟練者に比べて動作が安定し、無 駄な動きが少ないため重心の動揺が小さくなる。 仮説 2: 熟練者は一つ一つの動作が安定しており、動 作の再現性が高いため、重心移動の軌跡の類似性が

作の再現性が高いため、重心移動の軌跡の類似性 非熟練者に比べて高くなる。

1.3. 研究目的

本研究では、上記仮説を検証するため、経験年数、 実験実施日に至る一ヶ月の的中率により熟練者と非熟 練者を分類し、両者の行射における重心動揺が異なる かどうかを明らかにする。

2. 方法

2.1. 実験参加者

熟練者3名、非熟練者3名が実験に参加した。実験 参加者はそれぞれ早稲田大学弓道部に所属している者 から選出した。熟練者は、弓道経験が1年以上あり、 2016年度のシーズンにおいて試合にも多く出場してい た、日置流の流派で弓を引く部員、非熟練者は、弓道 経験が1年未満であり、2016年度のシーズンにおいて 試合に出ていない、または経験が少ない、日置流の流 派で弓を引く部員から選出した。また選考基準として 月間的中率も考慮し、熟練者は直近の月間的中率が 70%を超えているものを選出した。各参加者の月間的 中率は熟練者 1 が 82.0%、熟練者 2 が 70.8%、熟練者 3 が 71.5%、初心者 1 が 25.1%、初心者 2 が 35.5%、初心者 3 が 58.8%であった。

2.2. 実験環境

実験は、早稲田大学東伏見キャンパススポーツホール地下一階弓道場で実施した。同弓道場は 10 人立、 距離 28m で完全屋内の弓道場である。

2 枚のフォースプレート (KISTLER 社, 9260AA3、横 120 cm×縦 50 cm) の上で行射を行った。CoP データのサンプリング周波数は、1000 Hz であった。また、ハイスピードカメラ(CASIO 社, EX-100PRO)を参加者の正面と側面に、カムコーダを正面に設置し、一連の動作を撮影した(SONY 社, HDR-CX670 TC)。

2.3. 手続き

本実験では、実験参加者が練習試行を 4 本引いた後に、本試行を 4 本引いた。

今回の実験においては通常の行射動作に対し、明らかに影響を及ぼすような特別な実験課題は設定していない。指示に併せて、フォースプレートに乗り、行射を開始し、その後行射を終えて、フォースプレートから降りる、フォースプレートに乗って行射をするということを除いて、実験参加者が普段と変わらぬように行射できる環境になるように努め、実験を行った。

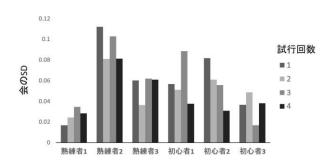


図 1 会の SD

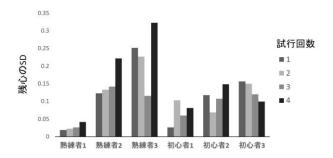


図 3 残心の SD

2.4. 分析

本研究では、行射における八つのフェイズの中から、 矢を放つフェイズである「離れ」を中心に、その前後 のフェイズを含んだ、会・離れ・残心(残身)を分析 対象とした。解析に用いたデータは、本試行(計4試 行) のみとした。「会」は、矢を引き、姿勢を保持して いるフェイズ、「残心(残身)」は、矢を放った直後に 姿勢を崩さず保持しているフェイズのことである。各 フェイズは、まず CoP の時系列データから離れの開始 点を特定した後(矢を放つ瞬間に値が急変動すること を利用し、直前の安定領域から 4SD を上回った点を離 れの開始点とした)、ハイスピードカメラ映像から、前 後のフェイズ(会・残心)の開始点を特定した。各フ ェイズの開始点に基づき分割した CoP データから、 会・離れ・残心 (残身) のグラフとともに、それぞれ の区間における動揺量を表す標準偏差(以下SD)を算 出した。また、会の CoP には、最小二乗法により直線 を当てはめ、その傾きを「離れ」に至るまでの姿勢制 御の指標とした。本研究では、これらの指標を参加者 毎に可視化し、得られた結果を定性的に検討した。

3. 結果・考察

まず会・離れ・残心(残身)の SD について、両 群の間で顕著な差異は確認できなかったが、熟練者 の中でも、熟練者1は全体を通して安定して小さい 傾向を示した。一方、熟練者2・3 は、試行間のばら

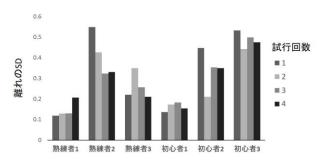


図 2 離れの SD

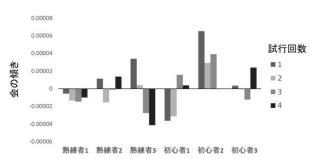


図 4 会の傾き

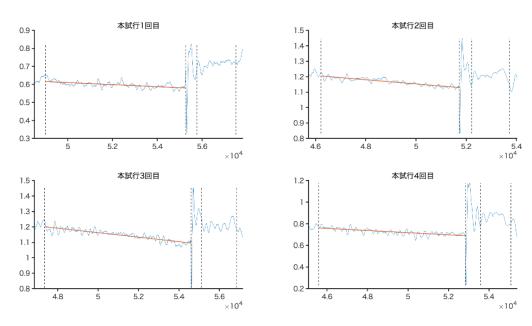


図5 熟練者1における会・離れ・残心のCoP

破線は各フェイズの開始点を示し、赤実線は最小二乗法による直線近似である。

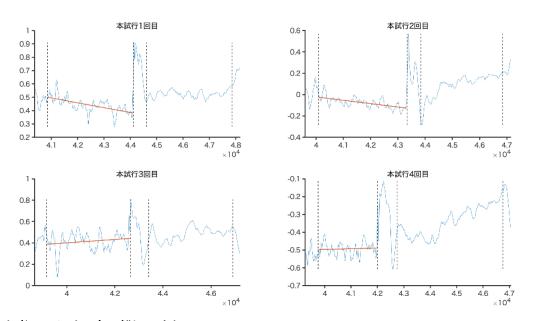


図6 初心者1における会・離れ・残心のCoP

つきが大きく、値も非熟練者と近似した。非熟練者 では、会・離れ・残心(残身)の SD は各試行によ って大きく異なり、試行間の動作の不安定さが見ら れた。

次に、会・離れ・残心(残身)における CoP 波形を定性的に検討した。図 5,6 は会・離れ・残心(残身)における左右方向の CoP 変位である。各フェイズは破線で分割されており、会のフェイズに重畳された直線は最小二乗法による近似直線である。正が右方向、負が左方向への動揺を表している。熟練者1 は会・離れ・残心(残身)の全てにおいて全実験

参加者のなかで最も重心動揺の SD が小さく、また試行間で安定していた。図1の CoP 波形から、会における直線近似の傾きはわずかに負で各試行安定していることが読み取れる。また、離れにおける CoP に着目すると、離れの瞬間に重心は一度左に傾き、すぐに右に戻り、また少し左に戻り、その後安定に向かうという動きを見せている。これは会で左右均等に伸びていた力がそのまま離れに繋がったことで左手の弓を押す力によって重心が左により、右手が弦から離れた力によって右により、身体の軸が真っ直ぐに戻ろうとする力により少し左に戻り、その後

安定に向かったと考えられる。会から離れに至る CoP の流れを踏まえると、熟練者 1 の行射では、会で重心位置をわずかに左方向に傾けることで、離れで生じる大きな反動に対して素早い補償運動を実現していたことが推察される。一方、非熟練者 1 は離れの SD は熟練者 1 と同じく小さかったが、会の SD は大きく、安定していなかった。図 2 の波形から、会の傾きも試行ごとに正負が異なり、矢を放つ瞬間に至る姿勢も各試行で一貫していなかったことが見て取れる。

以上より、弓道における的確な行射には、会における予備動作、各射の重心移動の再現性、が寄与している可能性が示唆される。

参考文献

- [1] 水野忠文, 猪飼道夫, 丹羽昇, & 浅見高明. (1965). 呼吸・筋電図からみた弓道技術の研究. 体育学研究, 10(1), 204
- [2] 川村自行・北本拓 (1978). 弓道の離れにおける重心変化について. 武道学研究, 11, 78-79.

定義の必要十分性判別能力を試す課題の構築

斉藤 功樹^{†‡}, 日髙 昇平[‡] Koki Saito, Shohei Hidaka

[†]日本ユニシス株式会社,[‡]北陸先端技術大学院大学 Nihon Unisys, Ltd., Japan Advanced Institute of Science and Technology koki.saito@unisys.co.jp

概要

ソフトウェア開発の要件定義にて、顧客要求は過不 足なく定義されるべきであるが、既存のレビュー指標 ではその必要十分性を評価できず、レビューアに依存 する. そこで、レビューアのもつ要求の必要十分性判 別能力をはかるための課題を作成する実験を実施した. その結果、象徴化された顧客要求に対し、必要十分性 を満たす/満たさない要求のセットを得た. さらに、 本実験は一般の要件定義工程と同様の性質を持ち、そ の工程を十分に模した実験であることが示唆された.

キーワード:要件定義、象徴化、必要十分性

1. はじめに

ソフトウェア開発では、その開発に先立ち、開発するソフトウェアが満たすべき要件を定義する要件定義書あるいは仕様書・設計書の策定を行い、それに従ってエンジニアが要求される機能を持つソフトウェアを開発する。この開発の前段階にあたる上流工程で、仕様書や設計書の品質を担保することが、短い期間で高品質のソフトウェアを開発するために重要である。なぜなら、それらは後工程の成果物の品質へも影響を及ぼすため、品質が十分でない仕様書によって後工程で修正が発生した場合、上流工程で欠陥を修正した場合と比べて5-200倍のコストが発生する[1].

最上流の要求分析では、原則として顧客要求は必要十分に過不足なく要求として定義されるべきであるが[2]、それを網羅的かつ定量的に評価することは難しい、一般的には、要件定義書の査読(レビュー)によりその品質を確認するが、既存の指標であるレビュー実施率や不具合検出率では、要件定義書が要求を必要十分性に記述できているか、という品質を定量的には評価できない。さらに、レビューの観点はレビューアに依存するため、必要十分性が十分に検証されない可能性もある。

近年,ソフトウェアエンジニアリングの分野で視線情報が活用されており[3],視線を用いて要件定義書レビューの品質を推定する研究も行われている[4][5].そこで,視線情報を用いることで,レビューアが要求の必要十分性を判別できるか否かを評価できると考えた.視線情報を用いてレビューアの要求の必要十分性判

別能力をはかるためには、顧客要求とそれに対応する 要件定義が必要となる.しかし、実際のシステム開発 では顧客要求は複雑かつ多岐にわたっており、また、 顧客に納品された要件定義書であっても必要十分性を 満たしているか否かを判別できないため、それらを研 究で用いることは難しい.そこで、本研究では、要求 の必要十分性判別能力をはかるためのテストを作成す る実験を提案する.実験では、顧客要求を象徴的に表 現した代替物として幾何学的図形の組み合わせを用い て、その顧客要求を言語的に記述する要件定義書のセットを作成した.

2. 象徴化された顧客要求と要件定義書の刺激セットの構築手法

2.1. 顧客要求の作成

顧客要求とは,顧客が求める製品の性質を表す言語的表現(命題の集合;内包的定義)であり,それを満たす事例をここでは顧客要求事例(外延的定義)と呼ぶ. 本研究では,実験上操作可能な顧客要求およびその事例の空間を,単位図形の組み合わせによって象徴的に表現する.

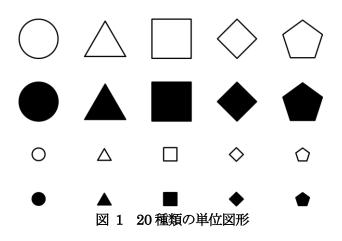
象徴化された顧客要求は、特定の図形の組み合わせの集合を指示する命題の集合であり、その事例は単位図形の組み合わせで視覚的に表現する。本研究では、単位図形は20種類で各1回まで1つの組み合わせに使えるとした。具体的には、円、正三角形、正四角形、ひし形、正五角形の五つの形状を基にそれぞれ大/小、黒塗り/白塗りの4種類の計20種類を単位図形とした(図1)。

それらを組み合わせて図形を作成し、顧客要求を満たすものを正例、満たさないものを負例とした.組み合わせ上可能な操作は平行移動のみとし、単位図形の回転・反転・拡大は不可とした.

組み合わせにて以下の制限事項を規定し、組み合わせ図形の事例が一定数となるようにした. ③④では要求が同じである組み合わせ図形類(以降、同値類)を定義しており、その一例を図 2 に示す.

- ① 小の単位図形(以降,小)は大の単位図形(以降,大)に包含される
- ② 大が黒塗りの場合、小は白塗りのみである
- ③ 大と小が接する場合,接する辺や点の位置は要求として定義しない
- ④ 大と小が接しない場合,小の位置は要求として 定義しない
- ⑤ 大と小が接する場合,辺と辺,辺と点(辺と頂点,辺と円が接する),点と点(頂点同士,円と他の図形の頂点,円と円が接する)の3通りで表現する

上記制限事項に基づき, ⑤の3条件の組み合わせで 作図可能な組み合わせ図形の個数を表1に示す.



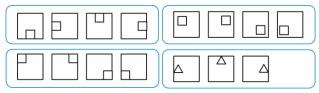


図 2 同値類の一例(青線内が同値類)

表 1 作図可能な組み合わせ図形の個数

大の形	小の形	大の塗り	小の塗り	点と点	辺と点	辺と辺	個数
円			黒塗り 白塗り	0点接する	0点接する	0辺接する	75
					1点接する	0辺接する	48
	円				2点接する	0辺接する	48
正三角形	正三角形	黒塗り 白塗り				1辺接する	30
正四角形	正四角形				3点接する	1辺接する	9
ひし形	ひし形			1点接する	0点接する	0辺接する	24
正五角形	正五角形				1点接する	1辺接する	9
					2点接する	2辺接する	12
				2点接する	0点接する	0辺接する	12
						合計	267

2.2. 顧客要求の記述

顧客要求の言語的な記述にて、被験者間で表現のば らつきを抑えるため、顧客要求で用いることができる 用語と記述規則を以下のように規定した.

顧客要求で可能な用語

- 形:円,正三角形,正四角形,ひし形,正五形
- 四角形:正四角形とひし形
- 正多角形:正三角形,正四角形,正五角形
- 多角形:正三角形,正四角形,ひし形,正五角 形
- 大きさ:大,小
- 塗り:白塗り、黒塗り
- 辺/頂点の数:辺,頂点共に円は0,正三角形は3,正四角形とひし形は4,正五角形は5とする
- 接する:単位図形同士の枠線が重なっている場合は、接するとし、辺と辺、辺と点(辺と頂点、辺と円が接する)、点と点(頂点同士、円と他の図形の頂点、円と円が接する)の3通りで表現する(多角形の場合には頂点を点と、円の場合には接する点を点と記述する)

顧客要求で可能な構文

- AはBである/でない
- AがBである/でない場合、CはDである/でない

A, B, C, Dは1種類の要求のみ記述でき、同種類の要求であれば「または」で複数記述できるとした.

2.3. 要求と事例のセット作成実験

実験記号学における繰り返し学習パラダイム[6]のような様式の繰り返し要求と事例を生成する実験により、 漸近的により洗練された要求と事例の刺激を作成する.

具体的には、被験者を2つのグループ(顧客要求作成グループと事例提示グループ)に分け、実験を行う. 顧客要求作成グループ(以下、要求作成グループ)の被験者は、顧客要求として提示された図形の事例を基にその正例を含み、負例を含まない要求を言語的に記述する課題に取り組む. 事例提示グループの被験者は、顧客要求作成グループが作成した要求を基に、要求を満たす図形の例をそれぞれできるだけ多く作図する課題に取り組む.

顧客要求作成グループと事例提示グループの1回の 課題の対を1セッションとする.このセッションを複 数回繰り返し,顧客要求作成グループに提示した正例 と事例提示グループが作成した正例がすべて一致する か,規定のセッション回数を超えたときに,繰り返し を終了する. 顧客要求作成グループと事例提示グループが協調することにより、要求が必要十分でないにも関わらずセッションを終了する可能性がある。そのため、顧客要求作成グループは少ないセッションで、事例提示グループは多いセッションで終了した場合に得られる点数が多くなるような敵対的ゲームとした。

顧客要求はそれぞれの難易度が等しくなるように、言語的に記述された顧客要求は8-9個,正例は6個とした.したがって、顧客要求作成グループは少なくとも8-9個の要求で正例を記述できる.負例は、顧客要求を1つまたは2つ満たさない事例とし、正例と同じく6個とした.顧客要求の言語的表現とその正負例の一例を図3に示す.

顧客要求作成グループにはそれぞれ異なる顧客要求 事例を提示した. 顧客要求作成グループの1人に対し て, 事例提示グループの2人を対応付け, 実験を実施 した. 本課題に慣れるため, 最初のセッションでは顧 客要求作成グループと事例提示グループそれぞれに例 題2題を提示した.

実験終了後,質問紙調査を実施し,またインタビューを行い,個人特性を収集した.

顧客要求の言語的記述

- 1. 大は正三角形または四角形である
- 2. 小は正四角形または正五角形である
- 3. 大の辺と小の辺が1辺のみ接する場合、大は黒塗りである
- 4. 大が正四角形の場合、大の辺と小の点は3点のみ接する
- 5. 大が正三角形の場合、大の辺と小の点は2点のみ接する
- 6. 大の辺と小の点は接しないまたは2点以上接する
- 7. 大の辺と小の辺が接しない場合、小は黒塗りである
- 8. 小が黒塗りの場合、小は正五角形である

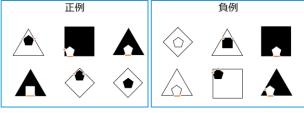


図 3 顧客要求事例の一例

2.4. 被験者

被験者は 10 人のシステムエンジニア(男性:8 名,女性:2名),平均年齢は 45.3(SD = 9.4)であった. 10 人を顧客要求作成,事例提示グループにそれぞれ 5 人ずつランダムに割り振った.

3. 結果

3.1. 顧客要求作成グループの結果

顧客要求作成グループの5人のうち,2人は2セッション目で,1人は3セッション目で,1人は4セッ

ション目で終了した. 1人は4セッション目でも終了 しなかったため,4セッションで終了とした.

顧客要求作成グループでは、セッションが進むにつれて作成した要求を満たす正例が顧客要求事例数である6個に収束していく.各被験者のセッションごとの顧客要求の文数とその正例数の推移を図4,図5に示す

顧客要求の文数は、顧客要求事例数を超える場合は 次セッションで増加するまたは変化しない傾向にあり、 そうでない場合は減少する傾向にある. 正例数は、顧 客要求事例数を超えた後に減少して収束する傾向にあ る. したがって、顧客要求を満たすために必要な要求 を列挙し、その後十分性を満たすように要求を追加ま たは修正することで必要十分性を満たす要求を作成す る傾向にあることが分かった.

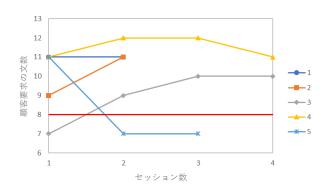


図 4 各被験者のセッションごとに作成した顧客 要求の文数推移

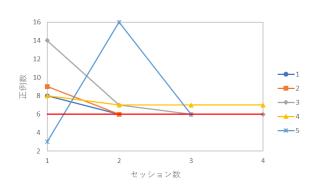


図 5 各被験者のセッションごとの正例数推移

3.2. 事例提示グループの結果

事例提示グループの作図した図形事例にて、顧客要求作成グループの正例との類似度を示す Jaccard 係数を表 2 に、正例を網羅しているかどうかを示すカバー率を表 3 に示す.

Jaccard 係数は、多くの被験者でセッションが進むにつれて増加傾向にあり、セッションが進むほど顧客要求作成グループが作成した要求を必要十分に満たす事例を作成できるようになる傾向がある.しかし、Jaccard 係数が次セッションで著しく減少する場合もある.本実験では、事例作図グループは誤って負例を正例として作図しても減点を受けることなく、かつ顧客要求作成グループにはそのような事例は提示しなかった.そのため、セッションが終了しないことを危惧して、網羅性を満たすために多くの事例を作図したことによってJaccard 係数が減少したと考えられる.

事例提示グループの個人のカバー率にはばらつきがあり、正例を網羅できていない場合も多く、顧客要求の検証には一人では不十分である.しかし、二人を合わせた合算でのカバー率は、すべてのセッションで86%以上であり、顧客要求の検証には二人で十分であることが分かった.

表 2 事例提示グループ作図事例の正例類似度

顧客要求 作成	事例提示 被験者No	Jaccard係数					
被験者No		セッション1	セッション2	セッション3	セッション4		
1	10	1.00	1.00	-	-		
	9	0.88	0.86	-	-		
2	9	0.60	1.00	-	-		
۷	8	0.39	0.55	-	-		
3	8	0.61	1.00	0.43	1.00		
3	7	0.75	0.36	0.75	0.63		
4	7	0.18	0.22	0.44	0.71		
4	6	0.78	0.50	1.00	1.00		
5	6	0.75	0.94	0.35	-		
	10	0.67	0.94	0.83	-		

表 3 事例提示グループ作図事例の正例カバー率

顧客要求	事例提示	セッション1		セッション2		セッション3		セッション4	
作成	尹乃乃た小、	カバー率		カバー率		カバー率		カバー率	
被験者No	被験者No	個人	合算	個人	合算	個人	合算	個人	合算
1	10	100%	100%	100%	100%	-	-	-	-
	9	88%		100%		-		-	
2	9	67%	89%	100%	100%	-	-	-	-
	8	78%		100%		-		-	
3	8	79%	86%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	7	86%		71%		100%		83%	
4	7	38%	88%	29%	86%	57%	100%	71%	100%
	6	88%		86%		100%		100%	
5	6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	-	-
	10	67%		94%		83%		-	

4. 考察

本実験での顧客要求作成/事例提示グループは、それぞれ要件定義工程での、要件定義の作成者/レビューアのような役割を果たしていると考えられる。そし

て、要求の必要十分性を満たすためには、複数回のセッションが必要であり、かつ複数人の観点での検証が必要であることが実験で示された. これは、実際の業務での要件定義書作成においても同様であり、複数人による複数回のレビューが必要とされる. したがって、本実験は要件定義工程における要件定義書作成/レビューのプロセスを十分に模した実験であると考えられる.

5. 今後の予定

5.1. テスト作成方法

本実験では、セッションごとに異なるバージョンの 要求が作成され、古いバージョンほど、顧客要求を満 たす図形の組み合わせを必要十分性に記述する定義書 に近づくと期待されるため、セッション数は定性的に 定義書の質の高さと相関すると考えられる. したがっ て、この作成順で順序づけられた刺激セットを要求の 必要十分性判別能力テストの難易度として用いる. 最 終セッションで作成された要求は、顧客要求を満たす 図形事例の最も必要十分性の高い要求と目されるが, それより古いセッションでの要求は必要十分性の度合 いがより低い、セッションが古くなるにつれ、図形事 例と要求の間の乖離が大きくなるため、 古いバージョ ンの要求ほど必要十分性を満たすか否かの判別がしや すくなると考えられる. したがって、こうして作成さ れた刺激の系列 (バージョン) は、要件定義書のレビ ューで検出すべき要件定義書の瑕疵の一つの基準を与 え,要件定義書のレビュー品質を検討する課題におい てレビューの難易度の指標になりえる.

そこで、要求の必要十分性判別能力テストには、実験で使用した図形と複数のバージョンの要求を用いて作成予定である。一つの図形に対して、複数のバージョンの要求を対応付けることで、難易度に応じた必要十分性判別能力をはかることができ、より精緻なテストができる。

5.2. 視線との関連

作成した要求の必要十分性判別能力テストを実施した際の視線情報を計測し、テスト結果と視線の間の関係について調査予定である.

参考文献

[1] B. W. Boehm, (1981) "Software Engineering Economics",1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.

- [2] P. Sawyer and G. Kotonya, (2001) "Software requirements," *SWEBOK*, p. 9.
- [3] Z. Sharafi, T. Shaffer, B. Sharif, and Y.-G. Gueheneuc, (2015) "Eye-Tracking Metrics in Software Engineering," in 2015 Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC), pp. 96–103.
- [4] 斉藤功樹 and 土肥拓生, (2018) "アイトラッキングを利用した, 次世代の要件定義書レビュー評価手法," in *日本認知科学会第35回大会論文集*, pp. sP1-50.
- [5] K. Saito and S. Hidaka, (accepted), (2019) "Analysis of review quality by using gaze data during document review," in *The 41st Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2019)*.
- [6] K. Smith, S. Kirby, and H. Brighton, (2003) "Iterated Learning: A Framework for the Emergence of Language," *Artificial Life*, vol. 9, no. 4, pp. 371–386.

日本語拗音に関する音節構造について

On the syllable structure of the palatalized consonants in Japanese

松井 理直 Michinao F. Matsui

大阪保健医療大学 Osaka Health Science University michinao.matsui@ohsu.ac.jp

Abstract

his study examines whether the yoo-on (拗音) in Japanese is the palatalized singleton [C^j], the consonant-glide sequence [Cj] or the diphthong [CiV] from the view point of the lip shapes and the articulatory movements of the tongue. The results show that the yoo-on has the [CjV] structure.

Keywords — consonant, palatalization, syllable structure, lip shapes, Electropalatograpy, Japanese

1. 研究の目的

開拗音の存在は、日本語の音節構造を考える上で興味深い問題を引き起こす。もし開拗音が1つの子音であると考えられるのであれば、日本語の頭子音に子音連鎖は認められない。これに対し、開拗音が子音+介音という構造を持っているのであれば、介音の位置づけが問題となろう。介音が頭子音の一部であるなら、限定的であるとはいえ、日本語は頭子音の子音連続を許すことになる。一方、介音が音節構造のピークに位置づけられるものであれば、それは母音の一種と考えられるため、日本語に /ie/, /ue/, /ue/ といった上昇二重母音を認めなければならない。

本稿は、日本語における拗音の構造について生理学的手法を用いた検討を行う。結論として、いくつかの先行研究と同じく拗音は [CjV] という構造を持つと考えるのが妥当であることを述べる。

2. 開拗音に関する先行研究

2.1 開拗音の音韻表示に関する先行研究

まず、日本語の拗音についての先行研究を概観しておく。McCawley (1968), Vance (2008), 窪薗 (1998), 益子 (2009) を始めとした多くの研究が、日本語拗音の音素構造として /子音+ヤ行子音/の構造を考えている。すなわち、カ行の音素 /k/に対してキャ行は /kj/, ナ行の音素 /n/ に対しニャ音は /nje/ という音素表示を持つと見なす。ただしチャ行・シャ行・ジャ行に関しては、窪薗 (1998)が「拗音」という体系を重視した /tj/, /sj/, /zj/ と

いう構造を考えているのに対し、Vance (2008) は /tc/, /c/, /²/ という /j/ を介入させない音素表示を提案した。これは、他の拗音が工段をほぼ許していないのに対し、借用語という語種に限るとは言え、「チェック」「シェイク」「ジェット」のようにチャ行・シャ行・ジャ行が工段の生起を許すという理由に依る。また斎藤 (2006) などでは、拗音の性質として Cj という子音連鎖の構造と C^jという硬口蓋化した単子音が併記されており、どちらの性質が妥当であるかは明確にされていない。

これに対し服部 (1954) は、直音と拗音の対立を母音の違いに帰着させた。例えば、/ka/というカ音の音素表示に対し、キャ音は /kä/という前舌化した母音の音素表示を持つ。事実、国立国語研究所 (1990) による日本語調音の X 線動態を見てみると、キャ音やキュ音のにおける母音の調音位置は直音に後続する母音の調音位置よりも若干前方に偏っていることが見て取れる。

2.2 拗音の音声的性質に関する先行研究

拗音の音声的性質については、Nogita (2016) による日本語とロシア語の比較対照研究が非常に重要であろう。彼はまず持続時間についての検討を行い、日本語については、拗音を含むモーラの持続時間が直音を持つモーラの持続時間に対して統計学的に有意に長いことを実証した。しかしロシア語については、硬口蓋化した子音を含む音節の持続時間は非硬口蓋化子音を持つ音節の持続時間に対し有意差がないことが多いという。また野北は無声子音に挟まれた狭母音ウ音の無声化率についても検討を行い、拗音に後続するウ音の無声化率が直音に後続するウ音の無声化率に対し有意に低いことを示した。こうした傾向は、Hirayama et al. (2018) の研究の中でも再確認されている。

これらの研究結果は、拗音が単一の子音ではなく、/Cj/という複合的な子音であると仮定すると 矛盾なく説明が付く。すなわち拗音は /j/ 要素を 持つために持続時間が長くなるし、/j/ 要素の無声 化過程が余分に加わるが故に、拗音の無声化率は 低下することになる。ただし、これらの研究では 拗音を校正する複合要素が /CjV/ なのか /CiV/ な のかといった点は考慮されていない。そこで本稿 は、これらの点を再度検討することを目的とする。

3. 口唇形状の観測

3.1 Vowel-to-Vowel Coarticulation

音声発話時に観測される調音結合は隣接する分節音間で起こることが多いが、Ohman (1966) は、自然な発話時に隣接する音節間における母音同士が干渉して調音結合が起こることを見いだした。こうした現象を母音間調音結合 (Vowel-to-Vowel coarticulation) と呼ぶ。母音間調音結合の性質は、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤村 (2007) による定量的な調音動態モデルである C/D モデルでも重要な役割を果たしている。例えば、軟口蓋音である [ke] 音を繰り返して発音した場合、後舌面は大きく動くが、口唇や下顎はほとんどア音の状態から変動しない。

母音間調音結合の重要な点は、これが音節間における調音結合と考えられる点にある。例えば接近音である [j] 音は調音動態として母音である [i] 音に比較的近い性質を持っているが、[jo] 音や [ju] 音を繰り返し発音した場合、[o] 音や [u] 音に相当する母音間調音結合が生じるのであり、そこに母音 [i] に近い効果を持つ調音結合は生じにくい。

この性質から、拗音を含む音節における母音間調音結合のパターンを調べることで、開拗音における硬口蓋要素が子音に属しているものなのか、あるいは母音 [i] として存在しているのかといった問題に関する傍証が得られるはずである。すなわち、母音間調音結合が [i] に近い性質を持っているのか否かを調べればよい。

3.2 実験方法と実験結果

関西方言話者男性 10 名、女性 3 名に対し、カ行およびキャ行の調音を連続で行わせた。検査語は無意味音列で、母音についてはカ行では全ての母音を、キャ行では了音・ウ音・オ音を全ての組み合わせている。口唇形状の測定は、上唇中央部と下唇中央部および左右口角部に光学センサーを取り付け、サンプリング周期 2ms で垂直方向および水平方向のデータを取得した。データの処理は、被験者によって口唇の大きさが異なるため、アータを取ける口唇の開きを基準にし、被験者のデータを標準化した上で、集計を行っている。なおウ音に関しては、単独発話で唇の突出が認められた被験者 4 名を別データとした。

口唇形状の測定結果を図1、図2に示す。唇の突出を持つ[u]音を除き、カ行子音部における口唇形状とキャ行子音部における口唇形状のパターンに有意差はほぼ認められない。このことは、拗音

の硬口蓋要素が母音として存在しているのではなく、子音として機能していることを示唆している。 すなわち Nogita (2016), Hirayama et al. (2018) の 研究と同様に、口唇形状の観点から言っても、開 拗音の音声情報は [CiV] ではなく、 $[C^jV]$ か [CjV] のいずれかと見なしてよい。

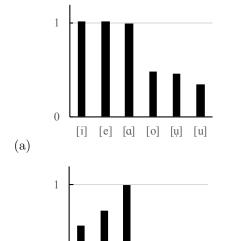
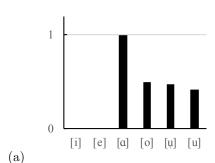


図 1 (a) カ行子音部における口唇水平方向, (b) カ行子音部における口唇水平方向

(b)

[i] [e] [a] [o] [u] [u]



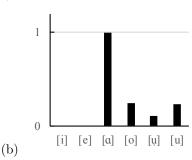


図 2 (a) キャ行子音部における口唇水平方向, (b) キャ行子音部における口唇水平方向

4. EPG を用いた口腔内舌動態の測定

次に、開拗音の音声情報は直音が単に硬口蓋化した $[C^iV]$ なのか、あるいは子音連続 $[C_iV]$ なのか

という問題について、エレクトロパラトグラフィ (EPG) を用いた口腔内の舌運動動態について測定を行った。

本研究で用いた EPG の人工口蓋床は、各個人ご とに、その口蓋の大きさに合わせて個別に作成さ れたもので、異なる話者の調音位置を比較検討で きるよう、電極位置が標準化されている。この標 準化された人工口蓋床の電極点と音声学的な調音 位置との関係を図3に示す。図から分かる通り、 前後方向の調音位置については、歯茎2列、後部 歯茎 2 列、硬口蓋 3 列の分解精度で計測が可能 である。軟口蓋に調音点を持つ子音については、 EPG のみならず、口蓋や舌に測定器を取り付ける 計測技法では一般に測定が難しい。ただしこの軟 口蓋についても、硬口蓋との境界に近い1列につ いては測定ができるようになっている。したがっ て、軟口蓋音の[k]音についても完全な測定は困 難であるにせよ、ある程度の動態測定は可能であ るし、硬口蓋化した [kii] 音については明確な接触 のパターンを確認できる。

調音位置の指標となる前後方向の EPG データに対し、口腔の横方向における接触パターンは、側面部の狭窄 (lateral constriction) も含め、子音の調音における狭窄の程度を推測する指標となる。この冠状面に関する EPG データについては、歯茎最前列を除き、8点の分解能を持っており、歯茎前列については6点の分解能を持っており、歯茎がら軟口蓋前部まで計62点(片側31点ずつ)の電極が配置され、調音動態のデータを計測できる。各電極は幅1.4mm,厚さ0.7mmの銀製のもので、各電極に0.1mmのエナメル線を配線し、そのエナメル線を東にして口角部から外部に引き出すことで口唇を用いる調音にも支障が生じにくいよう工夫されている。

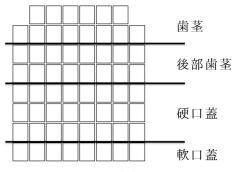


図 3 IPA 記号の調音位置との対応

4.1 実験方法と実験結果

実験は被験者4名(東京方言女性1名、関西方言女性1名、関西方言女性1名、関西方言男性2名)に対し、EPGと口腔用マイクを装着し、刺激語をランダムに5回

ずつ発話させる形で行った。刺激語は、直音と開拗音およびヤ行子音を持つもののミニマルペアとなる「格・客・気悪」「項・今日・既往・紀要」などを用いている。EPG データは、4名の被験者に対し人工口蓋床を各被験者ごとに用意し、サンプリング周期 10 ms で収集した。この人工口蓋床は山本一郎氏によって調音への負担が最小限になるように開発され、電極位置は被験者間の違いがなるべく出ないように標準化されている。なお、EPGデータの収録は、Blutooth 経由でタブレット端末を用いて行った。

測定結果として、まず「格·客·規約」の EPG 遷移パターンを図4に示す。「格」の場合は[k]音 に硬口蓋化が起こっていないため、図 4(a) に見る ように、EPG パターンの最後列部に相当する軟 口蓋最前列に完全な接触が認められるのみで、硬 口蓋部分には側面狭窄などが一切観察されない。 これに対し、「客」「気悪」の場合は図 4(b), (c) か ら分かる通り、最初の k 音部分で軟口蓋部から硬 口蓋部にまで「完全」接触パターンが広がってお り、いずれも硬口蓋化した軟口蓋「破裂」音であ る [ki] 音になっていることが見て取れる。すなわ ちしばしば言われる通り、カ行イ音の子音とキャ 行の子音に定性的な音声情報の違いはないと言っ てよいだろう。両者の違いは、「完全」接触パター ンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残って いる持続時間であり、言うまでもなく「客」より 「気悪」のほうが硬口蓋部の側面狭窄が残る時間 が長い。

しかしここで重要なことは、「客」でも「気悪」でも「完全」接触パターンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残っている点にある。「気悪」において硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは母音 [i] 音のためであると説明が付く。それに対し、「客」においても硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは、明らかに母音 [ɛ] 音のためではない。このことは、キャ音の子音が単に硬口蓋化した [ki] という一つの子音なのではなく、[kj] という子音連続と見なした方がよいことを示唆している。

軟口蓋音に母音 [o] 音が後続する「項・今日・既往・紀要」でも、同様の現象を確認しておこう。これらの語における EPG 遷移パターンを図 4 に示す。図 4 (a) の「項」における EPG 遷移パターンでは、硬口蓋部分に側面狭窄は全く観察されない。なお図 4 (a) における EPG パターンの最後列部に「完全」接触パターンが観察されないのは (最後列中央部に抜けがあるのは)、母音が最も後舌となる [o] 音の効果によって、軟口蓋最前列より後方に完全な閉鎖が起こるためである。これに対し、図 4 (b), (c), (d) では、いずれも軟口蓋から硬口蓋まで

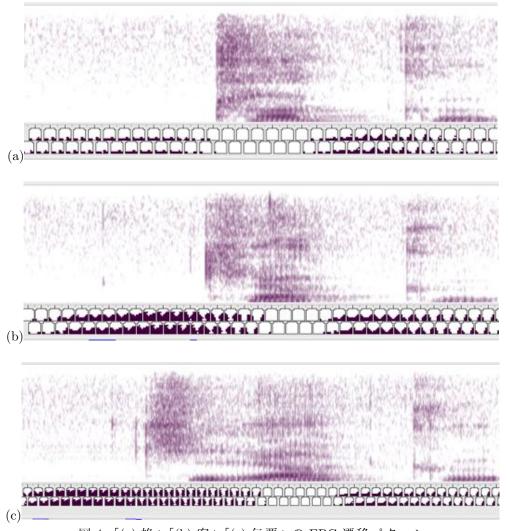


図 4 「(a) 格」「(b) 客」「(c) 気悪」の EPG 遷移パターン

の広い範囲で EPG パターンの完全な接触が観察されており、図 4 (a) の EPG パターンと大きく違う。すなわち、いずれも語頭の子音は硬口蓋化した軟口蓋音 $[k^j]$ であるといってよい。

しかし同じ[ki]音といっても、細かな時間遷移 パターンを見ると、 $\boxtimes 4$ (b), (c), (d) では異なる点 も観察される。まず言うまでもなく、「紀要」で は EPG の完全接触パターン後に続く硬口蓋部に おける側面狭窄が長く続く。これは母音 [i] に続 いて接近音[j]が存在している効果である。また、 その他に気がつく違いとして [k^j] 音の完全接触パ ターンを作るまでの遷移パターンを挙げることが できよう。各図における左端付近の EPG 遷移パ ターンに注目されたい。カ行イ段の子音を語頭に 持つ図 4 (c), (d) では、EPG 遷移パターンの開始 部から、硬口蓋部に接触パターンが現れ始めてい る。これに対しキャ行子音を語頭に持つ図 4 (b) では、まず軟口蓋部から接触パターンが起こり始 め、その後に接触パターンが硬口蓋部まで広がっ ていく。つまり、キャ行子音の[ki]音とカ行イ段 における [ki] 音は定性的には同一のものと見なせるかもしれないが、実時間遷移という定量的性質としては違いを持ち得る。

この違いは、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤 村 (2007) による C/D モデルなどでうまく説明が 付く。C/D モデルは、母音が調音運動の大局的基 底状態を作り、その上に子音が局所的な影響を与 えると見なす。カ行イ段の場合なら、母音である [i] 音が大局的な基底状態を成し、その上に局所的 に [k] 音の性質が重畳するため、子音は結果的に 硬口蓋化すると共に、硬口蓋の性質が音節当初か ら出現しやすい。一方、キャ行音が[kje] あるいは [kio]という構造を持っている場合、大局的基底状 態は[e]音か[o]音が作ることになるが、頭子音自 体が硬口蓋化した性質を持っているため、やはり 硬口蓋の性質が音節当初から出現することを予測 する。しかし、キャ行音が [kje] あるいは [kjo] と いう構造を持っている場合には、音節の頭子音が 子音連鎖を成しており、その中で硬口蓋子音であ る [j] 音が先頭にあるわけではないため、音節当

初から硬口蓋の性質が出現するとは限らない。その一方で、図 4 (b) の「完全」接触パターンから舌が離れていく運動を見てみると、軟口蓋部の閉鎖から消失していき、硬口蓋における側面狭窄だけが残っていく運動を観察できる。この調音動態も [kje] あるいは [kjo] という構造を考えると、C/D モデルで説明が付く。

5. まとめ

本研究では、口唇形状と口腔内の舌運動パター ンから日本語の開拗音の性質について考察を行っ た。口唇形状についていえば、もし開拗音が [CiV] 構造を持っているのであれば [i] 音の性質が強く 反映されるはずであるが、実際には[V]の性質が 現れやすく、直音の口唇形状とほとんど有意差が ない。したがって、開拗音は $[k^jV]$ か [kjV] という 音声構造を持っていると考えられる。一方、舌運 動パターンを EPG で調べて見ると、音節頭に硬口 蓋要素が出現していないことがあり、完全閉鎖が 終わった後の開放部では硬口蓋部分に側面狭窄が 残っていく。このことは、 $[k^jV]$ 構造よりも [kjV]構造のほうが妥当性を持つことを示唆している。 したがって、少なくともキャ行に関しては [kjV] 構造を持つと結論づけてよいであろう。この結果 は、Nogita (2016), Hirayama et al. (2018) の実験結 果とも整合性を持つ。

今後の課題としては、ピャ行やチャ行といった 開拗音でも同様の結果が得られるか調査を行う必 要があろう。今回の研究で用いた光学センサーに よる口唇形状の測定法では、両唇音に関しては違 いを検出するのが難しい。そのため、研究対象か ら外さざるを得なかった。こうした点も考慮し、今 後は実験手法に関しても改良を行う予定である。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金·基盤研究(C)「日本語音声の調音協調運動に関する総合的研究」(2018年度~2021年度、研究代表者:松井理直、課題番号:18K00597)による援助を受けました。

参考文献

- Fujimura, Osamu (1992) Phonology and phonetics—a syllable-based model of articulatory organization. The Acoustical Society of Japan (E) 13(1): 39–48.
- Fujimura, Osamu (2002) Temporal organization of speech utterance: A C/D model perspective.

- Cadernos de Estudos Linguisticos, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas 43: 9–36.
- 藤村靖 (2007) 『音声科学原論―言語の本質を考える』 岩波書店,東京.
- 服部四郎 (1954) 『音韻論と正書法』, 研究社, 東京.
- Hirayama, Manami and Vance, Timothy J. (2018) Onset Cy and High Vowel Devoicing in Japanese. Journal of Japanese Linquistics 34(1): 103–126.
- 窪薗晴夫 (1998) 『音韻構造とアクセント』, 研究 社, 東京.
- 国立国語研究所 (1990) 『日本語の母音,子音,音 節—調音運動の実験音声学的研究—』,秀英出版,東京.
- 益子幸江 (2009) 「音声記号」今泉敏 (編)『言語聴覚士のための音声学・言語学』: 20-36. 医学書院,東京.
- McCawley, James (1968) The Phonological Component of a Grammar of Japanese, Mouton, Hague.
- Nogita, Akitsugu (2016) Arguments that Japanese [Cj]s are complex onsets: durations of Japanese [Cj]s and Russian [C^j]s and blocking of Japanese vowel devoicing. Working Papers of the Linguistics Circle of the University of Victoria 26(1): 73–99.
- Öhman, S. E. G. (1966) Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements. *Journal of Acoustical Society of America*, 39, 151–168.
- 斎藤純男 (2006) 『日本語音声学入門』 三省堂, 東京.
- Vance, Timothy J. (2008) The sound of Japanese. New York: Cambridge University Press.

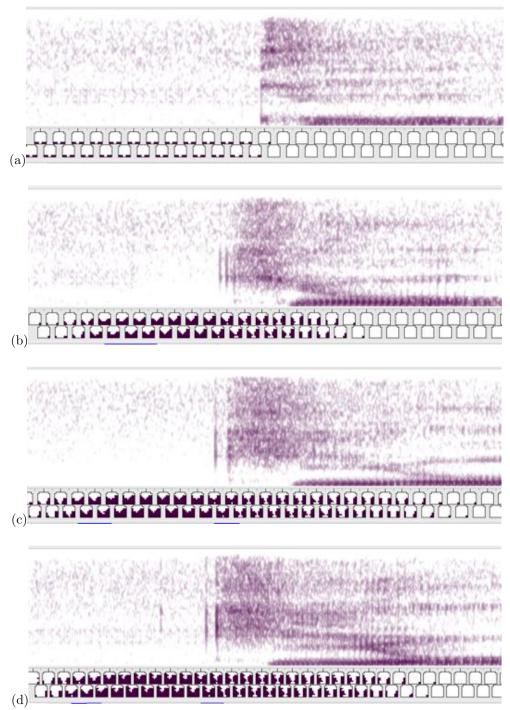


図 5 「(a) 項」「(b) 今日」「(c) 既往」「(d) 紀要」の EPG 遷移パターン

成員性と物質 --野沢温泉村道祖神祭りのフィールド調査から--

Membership and Materiality:

From a Field Research on Dosojin Festival in Nozawa-onsen Village

高梨 克也 Katsuya Takanashi

京都大学 Kyoto University takanasi@sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp

Abstract

This article conducts micro video analysis of collaborative activities for building the shrine pavilion in Dosojin festival in Nozawa-onsen village. By comparative analysis on several related scenes from viewpoints of both membership and materiality, it illustrates descriptively how participants within on-going activities solve such highly situated problem as who among participants is adequate for taking up particular work and what sort of operation is suitable for executing the work.

Keywords — Membership, M Collaborative Activity, Dosojin festival, Micro video analysis

1. はじめに

ビデオデータを用い、相互行為分析とフィールドワークを融合することを目指す「フィールドインタラクション分析」(高梨 2018、Takanashi&Den、近刊)は認知科学に多様で豊かな発見や洞察をもたらすと考えられる。特に、必ずしも熟達者ではないメンバーによる協同作業には認知科学的に興味深いさまざまな現象が見られることが明らかになりつつある(高梨 2017)。この点について、本稿では特に「メンバーの成員性」と「物質的対象との関わり方」という二つの観点からの記述的研究を試みる。

2. 調査対象

2.1 道祖神祭りと三夜講

対象とするのは長野県野沢温泉村で毎年行われる道祖神祭りの社殿(図1)を組み上げる作業である(榎本・伝2015).この作業を担うのは数え42歳につらなる3学年からなる「三夜講」と呼ばれる組織であり、その年の数え42歳が祭りの執行を担う「世話人」、それより年下の集団は「見習い」、逆に世話人を終えた年上の集団は後見人的な補佐となる。三夜講は3年で次

の世代に代替わりし、退役した三夜講の各学年の道祖神委員長・副委員長(計6名)が「保存会」として次の代の三夜講を後見する。社殿は毎年新たに組み上げられ、祭り当日の1月15日の昼までに完成するのだが、その日の夜の祭りで燃やされるため、後には残らない。



図1 完成間近の社殿

このように、一般的な伝統芸能などの伝承とは異なり、この祭りの準備作業には、伝承を長期的に担う固定的なメンバーが存在しない、各メンバーは一生のうちで三夜講の間の3年間しか当該の作業を行わない、という際立った特徴がある。加えて、メンバーの多くは日常的に林業などに携わっているわけではない。従って、1年の経験の差が非常に明瞭に観察できる。また、このように1年ごとの伝承が不可欠であることから、ほぼすべての作業に年長者から年少者への学習・教育という側面が伴うこととなる。



図2 材木を積み上げる作業と参加メンバー

2.2 分析対象とする作業

今回分析するのは2018年10月に行われた「材木の積み上げ」作業である(図2).この作業は既に山から切り出して別の場所に保管してあった材木を道祖神場の裏の保管場所(以下「置き場」)に移動させて積み上げるものである.積み上げられた材木はシートを被せ、縄で縛られた状態で、翌2019年1月の祭り直前の準備が始まるまでこの場所で保管されることになる.保管期間中に材木が崩れたりすることのないように、また、他の村民の目に晒されてもよいように、この積み上げ作業は丁寧に行われる必要がある.

2.3 物質: 材木と道具

御神木(柱)と桁材,垂木など,社殿の基本的な材料として主に用いられるのはブナである。今回分析する作業では,桁材や垂木などは用途(社殿のどの部分に用いられるか)に合わせて既に所定の長さ(複数の種類がある)に切り揃えられている。しかし,ブナなどの広葉樹は形が不揃いであることが多く¹,また,未経験者が見た目から想像するよりもはるかに重量がある。さらに、上述のように、メンバーの多くは必ずしも材木の取り扱いを生業としている熟達者であるわけではない。そのため、材木をなるべく丁寧に揃えて積み上げる作業は決して容易なものではない。

今回分析対象とする作業で主に用いられる道具は鳶口 (図 3) 2 と掛矢 (図 4) である. 鳶口は長さ 1.5~2m ほどの木製の棒の先にトビの嘴のような金属製の金具が取り付けられた道具であり、丸太や原木など木材の

移動・運搬・積み上げや(高梨 2017), 木造の建築物の解体や移動(曳き屋)に使用される。掛矢は長い柄のついた大型の木槌であり、今回の作業の中では、置き場を構成する杭を地面に垂直に打ち込む際や置き場に積まれた材木の位置を水平(材木の幹に沿った)方向にずらす際などに用いられる。いずれの道具も、その形状やサイズ、素材などから、どのような用途に使用できるアフォーダンスを持っているかは一見分かりやすいが、その一方で、個々の場面での操作対象の個別性や作業目的に応じて柔軟に使いこなすことは必ずしも容易ではなく、経験の差が現れやすい。



図3 鳶口(鶴)



図4 掛矢

2.4 成員性とカテゴリー付随活動

この年は当該の三夜講の3年目のため、一番下の学年の光駿会(「光」)が世話人であり、その1年上の真心会(「真」、1年前の世話人)と2年上の励翔会(「励」、1年前の世話人)は光駿会の作業を手伝いつつ後見している(図5)。また、次の代の三夜講の最上学年の友想会(「友」)が翌年に備えて見習いとして参加している。さらに、これらを後見するため、保存会のメンバーも加わっている。材木に関する作業は副委員長が管轄するものであることから、この場面には計7世代の

¹¹ ブナ以外にアカマツも一部用いられるが,アカマツなどの 針葉樹は幹が比較的真っ直ぐなため,ブナよりも運搬や加工 が容易であるように見える.

² メンバーが鳶口と呼んでいるため、本稿でもこれに倣うが、 実際には「鶴」という道具かもしれない.

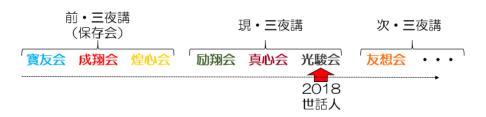


図5 三夜講

副委員長が参加することになる³. さらに,この場面には,材木や資材の運搬を担う運搬係(光運と友運),副委員長と一緒に材木関連の作業に従事することの多い帳付け(真帳)も恒常的に参加している.

三夜講には3学年から構成されるという縦関係だけでなく、委員長、副委員長をはじめ、運搬係、道具係、縄係などといった役割分担に基づく水平方向での分業体制がある。こうした役割ごとにどのような種類の活動・行為を遂行する権利と義務があるかという点に関する社会的に共有された期待は「カテゴリー付随活動」(Sacks、1972)の概念を用いて捉えることができる。ごく一般的なレベルでは、三夜講には以下のようなカテゴリー付随活動があるといえる。

作業責任者:

各作業についての判断・決定・指示を行う責任を負う. 当該作業を担う役職(成員カテゴリー)の中で世話人の年の者. ここでの作業では光副が相当する.

後見人:

責任者の判断や指示などに抜けや不適切な箇所などがあった際の指摘や修正指示を行う.三夜講の中で(主に責任者と同じ役職にある)学年の上の者と保存会が相当.ただし、最も率先して責任者に助言等を行うことが期待されるのは責任者と同じ役職にある1学年上の者であり、ここでは真副が該当する.

見習い:

責任者の職務を翌年担えるよう,当該の作業の習熟 が最も強く要請される者.この作業では友副.

作業遂行者:

指示を受けて実際の身体的作業を行う者. 保存会は 直接作業せず, 三夜講のメンバーが担うのが基本. 単純な作業や重労働ほど下の学年の者(この事例で は友副が担うのが望ましい. しかし, 多くの作業は 反復的に行われるため、特により難しい作業では、 世話人よりも上の学年の者(真や励)が少なくとも はじめは率先して行い、見本を見せることも多い.

3. 分析の焦点

活動理論(Engeström, 1987)の重要古典の一つであるレオンチェフ(1980)は活動場面を「活動 activity ー行為 action ―操作 operation」という 3 階層で捉える枠組みを提示している。この考え方を参照すれば、まず、この場面で行われている「活動」は「材木を置き場に積み上げること」であると表現できるだろう。このレベルではメンバーはこの活動の種類とその「動機」を基本的に共有していると見なせる。また、2.4節で述べたように、メンバー間での大まかな役割分担とそれぞれに伴うカテゴリー付随活動には一般的なレベルでの原則があり、これらもメンバー間で共有されていると考えられる。なお、本稿の事例ではメンバーの大半が各代の副委員長であるため、年代という上下関係の違いがより重要になる。

しかし、これらの原則が共有されているというだけで、個々の具体的な作業(行為や操作)が機械的に遂行可能になるわけではなく、そこには常に「未決定部分 underspecifiedness」が伴う。そこで、本節では、この未決定性が進行中の作業の中でどのようにして決定されていくかというプロセスについて、「成員性への参照」と「操作の物質的特性」という 2 つの観点から例証していく。具体的には、1. 当該の行為の実際の「遂行者」はどのように決まるのか(4.1 節)、2. 当該の行為を実現するための「操作」の方法はどのように決まるか(4.2 節)、という 2 点を焦点とする。

³ 図2には励翔会と寶友会(保存会)の副委員長は写っていないが、この作業場面に頻繁に出入りしている.

4. 分析

4.1 行為の遂行者

4.1.1 成員性から予想される遂行者

一連の活動の大まかな流れは、1. トラックで運ばれてきた材木に数本ずつワイヤーをかけてクレーンで置き場へ移動する、2. ワイヤーを外された材木が崩れにくくなるよう、材木の位置や向きを調整する、という2つの行程からなる. どの材木をどの順に移動・操作するかやそのタイミングを判断し指示するのは光副の重要な任務である.

【事例 1】(23:25)

クレーンを操作していた光運が先に「下ろすよー」と声をかけると、光副が「はい」と応答する(図 6). クレーンのレバー(黄色丸印)を操作するのは光運の役割だが、これから下ろす材木の束が置き場の上空の適当な位置と向きにあるかや、下ろし始めるタイミングが整っているかなどを判断する権限は光副にある.

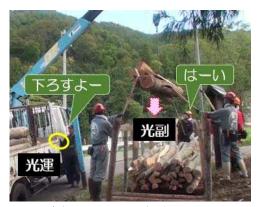


図6 クレーンの操作と承認

【事例 2】(24:50)

事例1で下ろされた材木の束について、それぞれの 材木の位置の調整が始まった場面である。光副がどの 材木をどのように動かすかを判断し指示すると、他の メンバーが指示された通りに材木を動かすのに適した 立ち位置と操作方法をすばやく選択する。この事例(図 7-1)では、光副が「これ」と言って次に操作する材木 を選択しながら、右手のジェスチャ(青色曲がり矢印) によって当該の材木を回転させる向きを指示している。



図 7-1 光副の指示

しかし、光副が明示的に指示するのは対象の材木の位置や向きまでであることが多く、その場合、この指示をどのような具体的な操作方法で実行するかは各作業遂行者が判断しなければならない。ここでは真帳と友副が立ち位置を移動し、前者は手で、後者は鳶口を使って(図 7-2、黄色丸印)、当該の材木を回転させる(赤色曲がり矢印)。



図 7-2 真帳と友副による材木の回転

以上の2つの事例ではいずれも、各参与者のもつ成 員性から予想されるカテゴリー付随活動が遂行されて いたことが分かる.これに対して、次節の事例では、 あるメンバーが担っていた役割を他のメンバーが一時 的に担う場面について見る.

4.1.2 他の成員が役割を代行する場合

【事例3】(22:06)

トラックの荷台上でワイヤーで東ねられた材木はクレーンで吊り上げられて置き場の上空まで運ばれる. その際,空中にある材木の東が揺れたり回転したりしないよう,材木の両側に位置したメンバーが鳶口を伸ばして材木の揺れを抑える必要がある.しかし,この場面(図8-1)では,画面手前側(黄色点線丸印)でこの役割を担うはずの真副は吊り上げが始まったタイミングで別のところに移動し始める(水色矢印).



図8-1 真副が持ち場から離れる

すると、これに気づいた真帳は、真副が歩いて行った方向を目視した上で(図 8-2)、真副の役割を担うべく当該位置へ移動する(図 8-3). 作業が必要になるタイミング(吊り上げられた材木が近づいてくる様子から分かる)までに真副が戻って来ない可能性があると判断したと考えられる.



図8-2 真帳が真副の行方を目視



図8-3 真帳が真副の役割を代行

結局,すぐに真副が戻ってきたので,真帳は鳶口でのこの材木操作をすかさず交代する。自分の脇の位置に真副が戻ってきて鳶口を材木の側面に刺すと,すぐに自分の鳶口を外し(図8-4,青矢印),元の位置に戻り,今度は材木を引き寄せる方向で作業ができる向きに鳶口を構える(図8-5).



図 8-4 真副が戻ってくる



図8-5 真帳は元の位置へ戻る

ここでの真帳と真副の一連の動きからは、この役割を本来担うのが真副であり、真帳はこれを代行しようとしていたという認識が両者に共有されていることが分かる。この真副と真帳は同学年であり、材木関連の作業をいわば「コンビ」で担当してこの年で3年目になる4. 一方、この間、見習いの友副はこの一連の流れを見ているのみであった。

【事例 4】(34:18)

直前の事例3と同様、ここでも、材木の吊り上げが始まった時点で、真副はトラックの後ろに来ていた保存会の成副と何か話しており、所定の位置(図9-1、黄色点線丸印)にいない。

⁴ 真副自身もこの持ち場を離れるのは一時的なことであり、 彼の担うべき作業が必要になるタイミングまでに持ち場に戻 るつもりだったとも考えられる. その意味では、真帳の振る 舞いは「用心」のためのものと見なすべきかもしれない.



図9-1 真副は所定の位置にいない

しかし、先ほどの事例3とは異なり、この場面では、 材木が持ち上がり始めたにもかかわらず、真副が所定 の位置にいないことに気づいたのは、真帳ではなく、 友副であった。友副はこの位置に移動し、これまで真 副が担っていた役割を代行しようとする。友副は自身 が真副の役割を代行すべきであるということに気づく ことができているといえる。

しかし、慣れていない作業であるためか、友副は適切な立ち位置がなかなか定まらず、しばらくの間、空中での材木の移動に応じてこまめに立ち位置の修正を続ける.その後、材木が画面右方向へ移動し始めると、鳶口の先から視線を外して、足元を確認しながら用水路を跨ごうとする(図 9-2). この間材木に掛けられている鳶口はあまり効力を発揮していない可能性が高いが、ちょうど接近してきた材木に真帳が反対側から鳶口を伸ばし(水色丸印)、事なきを得る.



図 9-2 用水路を跨ぐ友副

しかし、今度は材木が再度上空へ引き上げられ始めると、伸ばした鳶口が徐々に届かなくなっていき、効力を失っていく(図 9·3). そのため、友副は先ほどまで立っていた用水路の左岸に再度戻ることになる.



図9-3 友副の鳶口が徐々に届かなくなる

一方で、これまで真副が担っていた役割を代行する という友副の判断は的確なものといえるだろう. しか し、他方で、実際に代行してみると、その操作は想像 していたよりも難しいものであったかもしれない. こ の場面で特に難しいのは、クレーンで吊り上げられた 材木の束がトラックの荷台から置き場の上空まで最短 コースで移動するとは限らない、という点である. 上 記の事例1のように、クレーンを操作する光運は置き 場のすぐ脇ではなく、トラックの横でレバーの操作を しているため、材木と置き場との正確な位置関係を自 分では確認できないことや、材木は長いワイヤーで吊 られているため、揺れが収まらないと材木の束の中心 位置が分からないことに加え、クレーン上部が電線や 立木に引っかからないように迂回する必要が生じる場 合もあるためである。用水路を早めに渡ろうとした友 副の判断は最短コースの先読みにはなっているものの, ことが順調に進まない可能性にも対処できるものとは 必ずしもなっていなかったようである.

4.2 行為を実現する操作の選択

技術が問われるのは、同一の操作における巧拙のレベルにおいてだけではない。むしろ本稿で対象としているような自由度の高い作業においては、同一の行為を遂行するための操作の複数の選択肢の中からより適切な操作を瞬時に選択して実行に移す際にこそ技術的経験が問われるといえるだろう。逆に言えば、特にこのフィールドで見られる操作の多くについては、やる

べき操作が確定しているならば、長年の熟練が必要となるものは必ずしも多くないともいえる. そこで、ここでは、対象物の操作に用いられる道具に着目しながら、状況に応じた操作方法の選択の適切性について記述的に見ていくことにする.

4.2.1 鳶口の向き

上記の事例2からも分かるように、どの材木をどのように動かすのかのイメージは参与者全員がある程度 共有している一方で、これを実現するための具体的な 操作方法は指定されていないことが多く、そのため、 その判断に経験などによる差が如実に現れる.

【事例 5】(11:10)

光副と真副の2人が既に置き場に下ろされた材木のうちの1本の位置をずらす作業をしている(図 10-1).この作業にあたり、はじめ光副は当該の材木に上側から鳶口の先を掛けることによって(黄色丸印)、手前に引っ張る方法で移動させようとしていたことが分かる.しかし、真副は反対に、材木の下側から鳶口の先を差し入れて掬い上げようとしている.光副はこの真副の操作方法との違いに気づき、すばやく自身の鳶口を真副と同じ向きに反転させる(図 10-2).



図 10-1 二者で鳶口の向きが異なる



図 10-2 光副が鳶口の向きを反転

光副によるこの操作方法の変更からは、異なるレベルでのいくつかの可能性が示唆される。まず、光副は一連の活動の責任者であり、どの材木をどの位置に移動させるかの判断の権限も有しているが(2.4 節)、そのことはこの行為を実現するのに最も適した種類の操作を選択できるということを保障するものではない。むしろ、ここでは年長者の真副の採った操作方法に合わせている。次に、この同調は年長者に従うという三夜講の規範に単に従ったものとも見なせるが、実は理由はそれだけではないのではないかと考えられる。この点について、類似の場面を用いて観察してみよう。

【事例 6】(26:00)

材木①(図 11-1)を画面左手の方向に移動させるという光副の指示の直後に、真副、光副、友副の三人がこの作業に取り掛かる。はじめに真副が先ほどの事例 5 と同様、材木の下側から鳶口を刺し入れる。ついで、光副がやはり先ほどと同様、一旦材木の上から鳶口を掛け、すぐに真副と同じ向きに修正する。少し遅れた友副は材木の上から鳶口を掛ける(図 11-1 はこの瞬間)。



図 11-1 三者の鳶口の向きの選択

このように準備が整うと、真副と光副は、1. 鳶口の 先を直接持ち上げるというよりもむしろ自分たちが持っている柄の方を下方に傾けることによって、梃子の 原理を用いて材木を軽く上に持ち上げた上で(図 11-2)、 2. 鳶口の先に材木を載せるようにして手前に引きな がら材木①を手前の材木②③の上をすべり超えさせる ようにして手前に移動させ(図 11-3)、3. 動き始めた 材木①は今度は鳶口の柄に近い部分で受け止められる

⁵ 画面奥の光副の鳶口は真副と同じタイミングで同じ操作を しているため、写真だけでは目視が難しい.

(紫矢印) ことによって停止する(図 11-4) 6. この一連の操作によって、材木①は光副が直前に指示した位置まで移動する.

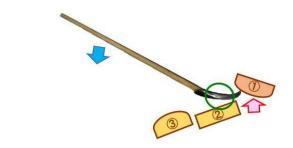


図 11-2 梃子の原理で材木①を軽く持ち上げる



図11-3 鳶口を引きながら材木②③を超える



図 11-4 材木①を受け止める

このように、事例 5 と事例 6 で真副が率先して採用していた「材木の下側から鳶口の先を差し入れて掬い上げる」という操作方法には以上のようないくつかの物理的な合理性があると考えられる。事例 5 から事例 6 の間に光副がこうした操作特性をゼロから学習したとは言いにくいものの、このように年長者の操作方法を見倣い、その効果を体感することを通じて、各状況で求められるより適切な操作を瞬時に選択して実行に移す力が徐々に養成されていくのではないかと考えられる。これに対して、上から掛けられた友副の鳶口は

材木①の最初の動き出しの瞬間に力を添えるものとなってはいるものの, それ以降の過程に貢献する操作にはなっていないだろうと考えられる.

4.2.2 掛矢による対象操作と伝達

【事例7】(19:51)

主に光副,真副,友副が既に置き場に積まれた材木の水平位置を修正している(図 12-1). 光副が自分の側から見て奥に入りすぎている材木を特定し,その材木を反対(画面手前)側から掛矢で打って押し込むよう指示している.



図 12-1 掛矢による打ち込み

友副が連続して材木を打ち、適当な位置まで移動したと判断した瞬間に光副が「止まれ!」と言って1本の材木に対する作業が終了する。しかし、何本目かの材木について、光副が「次その下」と指示すると、友副は掛矢で打つのではなく、迷った様子で屈み込みながら該当する付近を指さす(図12-2、黄色丸印)。



図 12-2 友副による指さし

当然この指さしは反対側にいる光副に向けられたものではなく、実際、これに応じて動き出すのは友副のすぐ横でこの作業を見守っていた真副であり、屈み込んで該当付近を覗き込もうとする. 二人には光副が反

⁶ 一般に、鳶口で材木を動かす場合、材木が動かないほど小さな力も、逆に必要以上に動きすぎるほど大きすぎる力も適当でない。そのため、最適な力の大きさと込め方を事前に予測しながら行為していると考えられる(高梨 2017).

対側から指し示そうとした「その下」の材木が自分たちの側から見てどれなのかが特定できないようだ.

そこで、真副は友副から掛矢を受け取ると、役割を 交代し、該当しそうな材木を掛矢で軽く叩きながら「これ?」と言って光副に確認を求める(図 12-3).



図12-3 掛矢で材木を軽く叩く

2本の材木についてこのやり取りを行うが、どちらも光副が指そうとしているものではなかったため、真副はさらに深く屈み込み、同時に掛矢を持ち替えて、柄の先を使ってさらに下で奥に入っている材木を突きながら「これは?」と尋ねると光副が「それです」と応答し(図 12-4)、ようやく指示対象の材木が両側から特定されるに至る.



図 12-4 掛矢の柄の先で材木を突く

すかさず真副は「こっちねー,もう30 (cm) ぐらい中に入っちゃってる」と、自分の側で観察された状況を報告すると、光副はその材木はもう動かさなくても良いという判断を下す。要するに、材木の長さは互いに異なっており、この材木は短かった、ということである。そのため、光副の側から見て奥に入っている(掛矢で打つ必要がある)ように見えた材木が真副や友副の側から見てもやはり既に奥に入っている(従って深く覗き込まないとそもそも見えない)ということ

が生じたわけである.

さて、この事例では、これまでの事例を通じて論じてきた現象が複合的に観察される.

まず、成員性について、4.1 節の事例 2 と同様、ここでも判断の責任者は光副である。また、実際に掛矢で材木を打つ操作をしているのが最年少の見習い友副であることも、これまでの議論から適切な役割であると理解できる。

次に、役割の交代について、掛矢の操作の担当が友 副から真副へと交代した点は、事例3や事例4で見た 役割の「代行」と同様のもののように見えるかもしれ ないが、いくつか重大な違いがある.まず、「掛矢で打 つ」というある意味では「単純な重労働」は本来なら ば友副が担うべきものであると考えられる. しかし, 実際には、ここで掛矢を受け取った真副が行った行為 は「材木を打ち込む(水平方向に移動させる)」という ものではなく、材木が動かない程度の軽い力で材木を 叩くことによって当該の「材木を指し示す refer」こと であった. そして, この指し示しは判断の責任者であ る光副との間で指示対象の共有を図るためのものであ ることから、光副の権限になる「判断」というタスク を支援するものであるといえるだろう. その意味で、 この作業により適任なのは後見人である真副の方だと いえるのではないだろうか. なお, この確認作業の途 中で、友副はすばやく用水に飛び降り、真副が掛矢の 柄の先で指し示そうとしている材木の状況を視覚的に 最も確認しやすい位置と姿勢をとっている(図12-4). 道具を手放した最年少者にできることとしてはこの選 択はかなり的確なものといえるだろう.

さらに、ここでは掛矢という道具の使い方が少なくとも3種類観察されている。まず、友副は掛矢で材木を強く打つことによってこの対象物を物理的に移動させていた。次に、真副は一見この友副と同様の持ち方と操作方法で掛矢を用いながらも、適度に弱い力で材木を叩くことによって、この材木を移動対象としてではなく、指示対象として扱っていた。最後に、真副は同様の指し示しを行うのに、掛矢を持ち替えることによって、より長い柄を使ってより奥にある材木を指し示すことにも成功していた。

これらの一連の作業は最も物質的な意味での「媒介」 (レオンチェフ 1980) された相互行為であるといえる だろう. 第一に、材木という対象物が掛矢という道具 (媒介) によって操作されている. しかし、それだけ ない. 対象物である材木は、それを相互行為的に指し 示すためのやり取りの中で、掛矢によって叩く・突くという操作をされることにより、その振動によって反対側の光副に対して自らを指示対象として提示する「触媒」ともなっている。この指示対象の共有において、当該の材木は指示対象であると同時に自らを指し示すための道具でもあるのである。当該の調査フィールドのように、広大な空間における共同作業の中では、他にも、例えば枝やロープなどを揺らすといった操作が指示対象の共有のための有効な手段の一つとして頻繁に用いられているのが観察できる。

5. おわりに

本稿では野沢温泉村道祖神祭りの社殿建設のための協同作業を対象とした微視的ビデオ分析を行った.複数の事例を成員性と物質性という2つの観点から詳細に比較分析することを通じて,進行中の作業の中でどのメンバーがどの作業を担うべきかや,その作業の際にどのような道具や対象物の操作方法を選択すべきかといった,きわめて状況固有性の高い課題が参与者たちによってどのように解決されているかを例証した.

本稿が対象としたフィールドでは、この他の場面でも成員性と物質性に関わるさまざまな実践が豊富に観察される. しかし、膨大なビデオデータの中から微視的に分析すべき場面を選択することや、選択した場面の中で起こっている出来事の詳細を的確に読み解いていくためには、当該フィールドについての長期的なフィールド調査の経験もまた欠かせない(高梨 2018、Takanashi&Den、近刊). 今後もこのような微視的ビデオ分析とフィールドワークとの融合の試みを継続していく必要があるだろう.

謝辞 本研究は科研費 15H02715, 17H00914, 18K12369, 18H03292 の補助により行われた. 調査地の関係者と調査チームの共同研究者に感謝したい.

参考文献

- [1] Engeström, Y. (1987) Learning by Expanding: Activity theoretical Approach to Developmental Research. Orienta-Konsultit. (山住勝広 (他訳),『拡張による学習:活動理論からのアプローチ』, 新曜社, 1999)
- [2] 榎本美香・伝康晴(2015)「共同体〈心体知〉の経年的変化に関する分析〜相互行為データと当事者の内省的叙述を手がかりに〜」,『日本認知科学会第32回大会論文集』,1010-1019.
- [3] レオンチェフ, A. N.(1980) 『活動と意識と人格』 (西村学・ 黒田直実(訳),明治図書出版)

- [4] Sacks, H. (1972) An initial investigation of the usability of conversational data for doing sociology. In Sudnow, D. (ed.), Studies in Social Interaction. 31-74, Free Press. (北澤裕・西阪仰(訳)「会話データの利用法:会話分析事始め」北澤裕・西阪仰(編訳)(1995)『日常性の解剖学:知と会話』,93-173,マルジュ社)
- [5] 高梨克也(2017)「協働作業において相手の環境との関わり方を観察する一野沢温泉村道祖神祭りの準備における 氷点下の木遣りの事例から一」、『日本認知科学会第34 回大会発表論文集』、573-580.
- [6] 高梨克也 (編著) (2018) 『多職種チームで展示をつくる: 日本科学未来館「アナグラのうた」ができるまで』(シリーズ「フィールドインタラクション分析」第1巻,ひつじ書房)
- [7] Takanashi, K. & Den, Y. (forthcoming) Field interaction analysis: A second-person viewpoint approach to maai. New Generation Computing, 37 (3). (2019年7月掲載予定)

デザイン・ドリブン型開発における対話構造の解明 —対話とピボット(Pivot)による考察—¹

Discussion on Dialogue Structure in Design-Driven Development —Creation of models for dialogue and pivot—

廣田章光
Akimitsu Hirota
Professor, Doctor of Commerce Science
近畿大学 経営学部 商学科
KINDAI University (Osaka Japan)
Faculty of Business Administration
akhirota@bus.kindai.ac.jp

概要

イノベーションにおける対話の重要性は指摘されているものの、プロセスの視点でその実態を捉えた研究は少ない。さらに対話を構造的に捉えた研究も充分では無い。本研究では、インサイトに至る、リフレクティブ・カンバセーション(認知と表現の相互作用)を、開発におけるピボット (Pivot (変曲点)) に注目し比較事例分析を行った。そこから閉鎖型と開放型の 2 つのタイプのピボットの存在を明らかにした。さらに 2 つのピボットの関係と閉鎖型から開放型へのピボットの変化について対話構造の視点によって説明した。

キーワード:デザイン、デザイン・ドリブン、イノベーション、対話、インサイト、ピボット (Pivot)、ハンターギャザーモデル。

1. 研究の目的

本研究は、開発プロセスの中で初期段階における問題発見とその解決を見出す領域を対象としている。市場創造型製品の開発初期段階は一般に不確実性が高い。そのため、開発担当は初期段階においては、何を開発するかについて明確に定義できない状況が存在する。そしてこの段階は顧客の意見を注意深く聴取したとしても、プロジェクトの目標を明確に定めることは不可能である(Lester and Piore 2004)。そのため開発者は試行錯誤のプロセスを経て、問題を見出していく(石井(1993)、Lester and Piore 2004)。本研究は試行錯誤の行動を投射の観点から考察し、イノベーションにおいて重

要とされている。対話の構造とその実態について明らかにする。

2. 実験的行動と認知と表現の相互作用

「デザイン・ドリンブン」型イノベーション

デザイン活動を経営に取り込みイノベーションを生 み出す行動を「デザイン・ドリブン」(Verganti 2009,2016) と呼ぶ。デザイン・ドリブン型イノベーションは、「人々 が気づかないニーズの掘り起こす」、すなわち問題解決 だけでなく、問題発見を伴う行動によって新たな市場 や価値を創造する。そのため従来のイノベーション研 究の中心であった問題解決型の行動 (Clark and Fujimoto 1991、石井 1993、小川 2000, Verganti 2009, 2016) とは、 明らかに異なる枠組みが求められる。デザイン・ドリブ ン型の特徴である、問題を創造的に発見することを促 進する行動が必要となる。問題発見型の行動を議論す るための手がかりはデザイナーの行動にある(諏訪 2018)。デザイナーは大まかなゴール (要求) を提示さ れ、スケッチやメモの手段によって表現することを繰 り返し、解を創造する。スケッチ、メモなどの表現行動 を繰り返すことを通じて、解決可能な問題(安西 1986) を見いだし、同時に解決案も見いだす。このようなデザ イナーの行動は、認知と表現との相互作用を行うもの とされ「リフレクティブ・カンバセーション」(Reflective Conversation: Schon 1983) と呼ばれている。

インサイト(創造的瞬間)と相互作用

石井(2009)は、新たな市場を切り開いた(デザイン・

¹本研究は、平成31年度 科学研究費助成金 (基盤研究(C) 「デザイン・ドリブン型開発促進のためのインサイトと対話プロセスの解明」(課題番号 19K01974) および、

平成 30 年度 科学研究費助成金(挑戦的萌芽研究 「デザイン・ドリブン型開発におけるプロトタイピングと価値創造に関する研究」(課題番号 16K13392)の成果の一部である。

ドリブン型) 主体者の経験には、新たな切り口が見えた瞬間が存在することを指摘し、この瞬間を「ビジネス・インサイト(以下、インサイト)」(創造的瞬間)と呼んだ。しかし市場創造の主体者の経験にインサイトの存在は指摘されているものの、インサイトの詳細な発生プロセスは明らかになっていない。デザイン・ドリブン型開発における、①インサイトの実現プロセスを明らかにすること、②そこからインサイトの構造が示されれば、デザイン・ドリブン型イノベーションの促進という実践的貢献と、デザイン・ドリブン型イノベーションの研究に貢献できる。インサイトの構造を示す上での手がかりは、リフレクティブ・カンバセーション(認知と表現の相互作用)である。

3. 問題理解と問題解決

製品およびサービスは人工物 (Simon 1969) と呼ばれ る。そして人工物は人間によって合成(開発)される (Simon 1969)。人工物(製品・サービス)の開発には 正しい問題を発見することと共に、正しい解決を創造 することが必要である (Norman 1993,2013)。一方、製 品開発研究の多くは問題解決に焦点があてられてきた (Clark and Fujimoto 1991、石井 1993、小川 2000、Lester and Piore 2004)。しかし不透明性の高い状況の中では、 問題が定義できない場合があり、問題解決の枠組みは このような場合には限界を抱えることが指摘されてい る (Lester and Piore 2004 p.53)。問題解決を中心とし製 品開発研究の前提は、少なくとも以下の3点が存在す る。第1に、問題発見と問題解決の行動は別々に発生 する(問題発見行動と解決行動の分離性)。第2に、問 題発見がされたあとに問題解決の行動が発生する(問 題発見行動と解決行動の順序)。第3に、問題発見ある いは問題解決は共に1回の行動で実現する(行動の単 一性)。

問題を解決するためには、問題を解決可能な形で表現することが重要である(安西 1985、鈴木 2016a)。そして問題が解決可能な形で表現されるためには、問題を理解することが必要となる(安西 1985、鈴木 2016 a)。この問題理解が問題解決において一番難しいプロセスである(安西 1985)。難しい理由の一つは、顧客から解決を求められる問題は、根源的な問題でもない場合が存在するからである(Norman 1993,2013)。つまり顧客が言語等で表現する問題は本当に顧客が解決を望む場合ばかりであるとは限らない。そのため人工物開

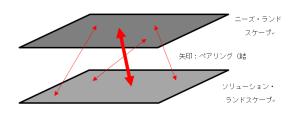
発の成功のポイントは何が本当の問題かを理解することにある (Norman 1993,2013)。しかし顧客自身も表現することが難しい問題を他者が理解することは容易ではない。

そのため、まずは状況が理解されなければ問題を適切に表現できない。そこで現時点の自身の状況理解の程度によって、(可能な水準で)問題を表現しその上で解いてみると、表現が充分でない、あるいは正しくない部分が明らかになり、直面している状況の理解が進む(安西 1985)。つまり問題理解につながる状況理解は「明らかになっている」もしくは、「明らかになっていない」による区分ではなく、部分的に明らかになっている状態の存在や段階的に明らかになっていく状態にも注目する必要がある。

「ニーズ・ソリューション・ペアズ」

「ニーズ・ソリューション・ペアズ」(Von Hippel and Von Krogh 2016) は、顧客が抱える問題 (ニーズ) の発見と、その問題解決(ソリューション)を同時 的に取り扱う枠組みである。従来の製品開発研究の 中心的考え方である主に問題解決に注目する視点と は異なる枠組みである。この成果は、ニーズとソリ ューションの知識集積(ランドスケープ)から相互 探索的に選択される特定のニーズとソリューション によってペアリング(組合せ)が生まれることを構 造的に示したことにある。その要点は以下の3点に まとめられる。第1に、問題が定義されない状態で 問題発見と解決が同時的に実現するイノベーション の存在を指摘したこと。第2に、ニーズとソリュー ションの組合せ(ペアリング)は、ニーズ、ソリュ ーションに関する知識集積(ランドスケープ)の中 から選択される。第3に、ペアリング(組合せ)は、 ニーズ・ランドスケープの中で解決よって生まれる 利益の最も大きなニーズと、ソリューション・ラン ドスケープの中で最もコストが低いソリューション が選択される。

図表 1 ニーズ・ソリューション・ペアズ



出所: Von Hippel and von Krogh (2016)

イノベータの DNA と「実験行動」

近年、従来の延長線上にない分野において社会実 験を通じて、問題発見、解決を繰り返し実例が多く 報告されている。例えば、自動運転における公道実 験やシェアライドサービスなどがそれにあたる。 Dyer and Christensen, et al. (2011)は約100名の 起業家、経営者へのインタビューおよび世界75ヶ国 の約 500 名のイノベータおよび約 5000 名の経営幹 部に対する質問票調査によってイノベーションを生 み出すための5つの行動要件(質問、観察、ネット ワーク、実験、関連づけ)を明らかにした。5つの要 件は、4つの行動スキルと関連付け能力に分類され、 4つのスキル(質問、観察、ネットワーク、実験)が 関連付け能力を支える構造を示した。そして行動ス キル中で最も重要な要件は「実験力」であることを 提示した。実験を行うことを通じて製品開発に結び 付ける行動を、ここでは「実験行動」と呼ぶ。実験 行動には 3 つのタイプが存在する (Dyer and Christensen, et al. 2011)。第1に従来とは異なる環 境に身を置くことによって新たな体験をすること。 第2に製品やビジネスモデルなど現存する対象を分 解し構造を理解する。第3にプロトタイプを通じた アイディアの検証をすることである。彼らの調査よ れば、優れたイノベータは少なくともこの3つのタ イプの実験行動を行っていた。

実験行動と「ピボット(pivot)」

新たな市場や事業の創造には試行錯誤が不可欠であり、従来見いだせていなかった問題を発見し、解決することを通じて実現するためには、試行錯誤(石井 1993、Lester and Piore 2004)行動の必要性が指摘されている。同様の指摘は、優れた起業家の研究(Sarasvathy 2008、Ries 2011)、デザイン思考(Kelly and Kelly 2013)、多頻度の行動と修正(Steinert and Leifer 2012)、建築分野(広域空間デザイン)(Alexander 2013)でもなされている。試行錯誤は1回で終了する行動ではない。行動して発生した現象をもとに、行動を修正する。試行錯誤は行動と修正を繰り返す。実験行動によって発生した現象をもとに修正する行動が「ピボット」(Ries

2011、Stainert and Leifer 2012、Furr and Dyer 2014)である。

4. 調査

リフレクティブ・カンバセーションの実態を捉えるべく、市場創造型の2つの新市場創造型の製品を選定した。事例選択は、①伝統的な製品市場において新たな市場を創造した製品。②開発プロセスにおいてプロトタイプと検証する行動が確認できる。③ ほぼ1人の試行錯誤の行動を通じて、新たな問題と解決を同時的に創造した。

そして、それらの製品の開発プレセスを公開資料ならびに開発担当者のインタビューによって調査を行った。調査によって開発初期段階からプロトタイプ開発、検証と修正に至るプロセスを詳細に文章化し、内容を担当者に確認依頼し、誤認等の修正を行った。その記述資料を元に、KJ法を使った考察を行い、対話構造を示すモデルを設定した。

以下、事例について確認する。

カシオ G-SHOCK²

G-SHOCK は、カシオ計算機株式会社が1983年に発売した腕時計である。2017年に累計出荷量が1億個を突破した。2019年度は年間出荷量が1000万個を越える見込みである(カシオ計算機)。同時に、日本国内での認知度は95%を超える(カシオ計算機調査。一橋ビジネスレビュー 2015 spring) G-SHOCK は、腕時計の市場に「耐衝撃腕時計」と呼ばれる市場カテゴリーを創造した。G-SHOCK は開発当初に明確なゴールが決められ計画的に開発が進んだわけではない。開発者はほぼ1人で、自ら設定した「落としても壊れない時計」という曖昧な問題に対して、プロトタイプ(試作)の開発と検証を繰り返す中で問題と解決を同時的に発見する試行錯誤を、約2年間繰り返す(廣田 2017c)。G-SHOCK の開発プロセスの分析では、3つのピボットが確認できる。

開発者は、自身の腕時計が床に落下し壊した経験を持つ。開発者はたった一行の提案書を上司に提出し受理される。開発者は装置による実験ではなく、落下予測が難しい「自然落下」による実験を直感的に選択する。そして腕時計の「ムーブメント」の四隅に

(2017c, 2019) を参照のこと。

² カシオ G-SHOCK の開発プロセスは、廣田

緩衝材を取り付けたプロトタイプ(試作)を開発し、 建物の3階からの自然落下実験を繰り返した。最終 的に落としても壊れないプロトタイプはソフトボー ルほどの大きさになっていた。大きさはともかくと して壊れない時計が開発できた。

第1のピボットは、ソフトボールほどの大きさになった「落としても壊れない時計」のプロトタイプが完成したと同時に、直感的に5段階の衝撃吸収構造を思いつく。そしてすぐにプロトタイプを開発する。ソフトボールの大きさでは「腕時計」として製品とならないため、腕時計のサイズに縮小が必要であるとの問題が明らかになったためである。そのため腕時計のサイズに縮小するための解決を考えたのである。

第2のピボットは、衝撃吸収構造の開発に取り組み始めたときに訪れる。昼食のため事業所から外出した時に目にした道路工事の様子だった。そこでは削岩機を使用している作業員が全員時計をしていなかった。この様子をみて耐衝撃腕時計のターゲットが明確になる。

第3のピボットは、5段階の衝撃吸収構造のプロ トタイプの実験を繰り返すと、必ず1つの部品だけ が故障する現象に直面する。破損した部品を衝撃か ら守るためその周辺の衝撃吸収材を強化する。しか し実験をすると別の部品が故障する。この繰り返し だった。開発が行き詰まる状況で休日出勤する。そ して事業所の周辺に外出をした時、ボール遊びをす る小学生に出会う。その様子をみてボール内に腕時 計のモジュールが存在するイメージが浮かぶ。それ がモジュールを点で支える構造を生み出す。耐衝撃 腕時計の構造が生まれた瞬間だった。5 段階の衝撃 吸収構造では、モジュールと衝撃吸収構造との隙間 を埋める行動になっていた。そのため衝撃が逃げる 部分がなく、特定の部品に衝撃が集中してしまうの だった。しかし点で支え空中にモジュールを浮かせ る構造は、衝撃が伝わってもモジュールの振動によ ってより強い衝撃であっても吸収が可能となった。

これらのピボットにおいては、解決可能な水準での問題とその具体的解決がセットで創造されることが確認される。そしてその創造によって開発の方向が修正されていく。さらに問題発見と解決のセットは1回で完了する場合だけでなく、複数回の連鎖の中で最終的なプロトタイプにつながることが確認さ

れた。

ナルセペダル3

ナルセペダルは乗用車のブレーキとアクセルのペ ダルの踏み間違いを防ぐペダルである。このペダル は電子的な制御は一切無く機械的な構造だけで踏み 間違い動作を防止することが特徴である。自動車の ペダルはオートマチック車の場合、アクセルとブレ ーキの2つのペダルによって構成される。ナルセペ ダルは2つのペダルを一体にした「ワンペダル」であ る。ナルセペダルは明確なゴールが決められ計画的 に開発が進んだわけではない。開発者は自身の踏み 間違い体験をきっかけに、ほぼ1人で「踏み間違いを しないペダル」という曖昧な問題に対し、プロトタイ プの開発と検証を約20年繰り返す。開発者はユーザ ー中心の思考のもと、ユーザーとアクセル、ブレー キペダルとの関係を操作動作との関係を含めた新た なデザインを生み出す。そのプロセスは、プロトタ イプ(試作)の開発と検証の繰り返しである(廣田 2017a、2018、Hirota2017, 2018a, b)。このナルセペ ダルの開発プロセスでは、4 つのピボットが確認さ れた。

5. 考察

ペアリングにおけるピボットの役割

問題を解決可能な形で表現できる水準(安西 1986)にならないと解決できないとの前提に立つと、問題発見行動はその水準になるまで繰り返さなければならないことになる。さらに、問題発見行動の後でなければ、問題解決行動が行われない前提となると、解決可能な問題が存在しなければ、問題解決行動が発生しないことになる。しかし、多くの開発の現場では、解決可能な水準で問題が明らかにならないままプロトタイプを開発し実験行動と修正を繰り返すことが確認されている(廣田 1999)など)。あるいは誤った問題の理解のもとで解決を行う行動が確認されている(廣田 1999)。

ニーズ・ソリューション・ペアズ (Von Hippel and von Krogh 2016)は、問題を解決しながら問題を発見することがあることを組み込んだ考え方である。このような行動は誤った非効率な開発行動なのかと

(2017a)、Hirota(2018)を参照のこと。

³ ナルセペダルの開発プロセスは、廣田

いえば、必ずしもそうではない。仮に誤った問題の認識や理解のもとであっても、それが正しい問題であるかを議論することに時間を費やすよりも、プロトタイプを開発することよって現物化し、プロトタイプを使って価値を現実化することによって問題を見出すことができる可能性を広げることが確認されている(廣田 2016、2017a,b、2018)。

そこで注目されるのがピボットである。新たな市 場を切り拓く必要があるリーンスタートアップにお いて、ピボットの重要性が指摘されている(Ries 2011, Stainert and Leifer 2012, Furr and Dver 2014)。ピボットは不確実の対処として受け入れるこ とが重要であり (Furr and Dyer 2014)、当初の計画 (仮説) を実験によって生まれた現実から得られた 情報をもとに学習し、修正を行う。そして、修正は、 目標に対する道筋 (パス) の修正だけでなく、実験 とピボットによって当初設定していた目標が修正さ れる場合もある (Stainert and Leifer 2012)。ピボ ットにおける変更は、その都度全てをリセットする ものではなく、それまでの実験行動と獲得した情報 をもとに学習と修正を繰り返す(Furr and Dver 2014)。そして、ピボットの効用は一度に多くの要素 を変更することでは得られないインサイトを発見す ることにある (Furr and Dyer 2014)。

不確実性のもとでは「間違い」あるいは「失敗」は必ず発生する(Furr and Dyer 2014)。ピボットは、実験行動によって「間違い」あるいは「失敗」発生させ、そこから学習して新たに進むべき方向を創造することである。ピボットは、実験行動と発生した現象から学習を繰り返し、結果的に正しい問題の発見と同時に解決発見するための重要なステップなのである。

対話とピボット

ペアリングのプロセスを議論するため、実験行動における「ピボット」とその創造に注目する。顧客も気づいていないニーズを解決する製品を開発する場合には、開発者も解決すべき問題が定義されない状況である。そのような中で問題を定義しながら解決を見出していく上では、「対話」というプロセスが重要であることが指摘されている(石井 1993、2009、Lester and Piore2004)。

実験行動は、プロトタイプの開発、すなわち「つくる」行動、プロトタイプの実際のフィールドでの使用、

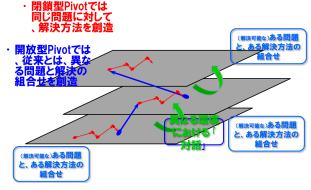
すなわち「使う」行動を繰り返すことである(廣田 2016)。これらの行動には、つくる行動、使う行動と 顧客体験との対話が存在する(廣田 2016)。また、認知科学の視点から考察すると、つくる行動と使う 行動は開発者からの投射(鈴木 2016)であり、開発者は投射を通じて外的表象、内的表象の間で対話を繰り返す(鈴木 2016)。さらにこれらの対話を通じて、ユーザーがどのように使用するかの「使用手続き」と開発者がどのようにつくればいいのかの「開発手続き」の対話を繰り返す(廣田 2018)。

ピボットは、つくることを通じてプロトタイプと 対話し、使うことを通じてプロトタイプの振る舞い やそれを通じてもたされる現象(情報)と対話する ことを通じて、次の方向性を投射(創造)すること と考えることができる。そして、プロトタイプと実 験によって創造される情報は常に現実的である。そ して現実的な情報によって創造されるピボットには、 新たな問題と解決の手がかりあるいは解決そのもの が含まれると考えられる。

閉鎖型と開放型の2つのピボット

本研究では、ピボットと対話構造との関係によって2つの事例のペアリングに至るプロセスを確認した。その結果、2つのタイプのピボットの存在が明らかになった。そして、ピボットは繰り返し発生する指摘(Ries 2011、Steinert and Leifer 2012)を、本研究では複数ピボット間の関係を確認した。すなわち、ピボットの存在に加え、ピボットの連鎖の中で異なるタイプのピボットを組合せイノベーションにつなげる場合がある。

図表 2 閉鎖型ピボットと開放型ピボットとの関係



出所:筆者作成

新たな問題とその解決を同時的に創造するペアリングに至る試行錯誤のプロセスにおいてピボットの存在が不可欠である。しかしピボットのタイプは必ずしも同じではない。2つの事例の実験行動を、対話の枠組みによって考察すると少なくても2種類のピボットの存在が確認された。それが「閉鎖型ピボット」と「開放型ピボット」である。

閉鎖型ピボットとは、ある対話構造を継続することで発生するピボットである。ここで言う対話構造とは、ある問題とある解決の組み合わせを言う。製品開発における対話は、ある問題に対して解を探索する行動と、異なる問題を発見、創造し、新たな問題に対する解を探索する2つの行動が存在すると考えられる。閉鎖型ピボットとは、ある問題に対して異なる解を探索し新たな解を発見、創造する。つまり解くべき問題は継続し、解に対して行動が継続する。この中で解の変化させる行動が閉鎖型ピボットである。あるステージのおいて小さなピボットを繰り返す行動として観察される。対話の構造が固定化し継続する。しかし必ずしも新しい対話構造が創造されるばかりではない。場合によっては行き詰まりペアリングに到達できない場合もある。

開放型ピボットとは、問題発見、創造を伴うピボットである。従来の問題とは異なる問題に対する解決を創造するため、問題と解決の構造に変化をもたらす。新たな問題と解決の組合せの創造つまり対話構造の創造を伴うピボットである。対話構造の変化は、従来の対話構造に存在しない、従来とは異なる環境や異なる人々による実験行動によって発生する。異なる環境や人々と実験行動は、異なる対話構造を設定することになる。異なる対話構造が実現することによって創造されるピボットである。

4.5. 2つのピボットの連鎖とイノベーション

Dyer and Christensen, et al. (2011) は、優れたイノベータには、実験行動という特性が存在すること、そして実験行動には3つのタイプが存在することを明らかにした。さらに優れたイノベータは、この3つの実験行動のうちのどれか1つを繰り返し実行していることを明らかにした。事例から明らかになることは、実験行動において閉鎖型ピボットの連鎖が発生している。しかし、閉鎖型ピボット以外の行動も存在している。それが異なる環境における実験行動である。そしてプロトタイプを通じたアイデ

ィアの検証行動の連鎖の上に、異なる環境における 実験行動を組合せることによって開放的ピボットに 結びつく。

これは対話の視点からみると、閉鎖的ピボットを 繰り返した後に、異なる環境における実験行動が対 話構造を変化させることにつながると考えられる。

6. 結論

ピボットの視点によって製品開発初期段階における実験とピボットとペアリング (Von Hippel and von Krogh 2016)の関係について考察を行った。

2つのイノベーションの初期段階の実験とプロトタイプを伴う試行錯誤の事例から、次の4点を明らかにした。

①ピボットには閉鎖型と開放型の2つのタイプが 存在する。

- ②閉鎖型と開放型のピボットは連鎖して行われる こと。
- ③閉鎖型と開放型の違いは対話構造が変化すること。
- ④閉鎖型ピボットの連鎖の後に、環境、ターゲットの変更を伴う行動が開放型ピボットに結びつく場合がある。

参照文献

- [1] 安西 祐一郎(1985),『問題解決の心理学―人間の時代への発想』、中公新書。
- [2] 石井淳蔵 (2009),『ビジネスインサイト―創造の知とは何か』、岩波新書。
- [3] 石井淳蔵(1993,2004), 『マーケティングの神話』、 岩波文庫。
- [4] 石井淳蔵 (2009), 『ビジネスインサイト―創造の知とは何か』、岩波新書。
 - [5] 石井淳蔵 (2014), 『寄り添う力』碩学舎。
- [6] 小川進(2000) , 『イノベーションの発生論理』 千倉書房。
- [7] 小川進(2013) , 『ユーザーイノベーション』東 洋経済新報社。
- [8] 鈴木宏昭(2016a) 『教養としての認知科学』、東京 大学出版会。
- [9] 鈴木宏昭(2016b) , 「プロジェクション科学の展望」、日本認知学会第 33 回大会予稿集 pp.41-46。

- [10] 諏訪正樹(2018), 『身体が生み出すクリエイティブ』、ちくま書房
- [11] 高岡浩三、フィリップ・コトラー(2016),『マ ーケティングのすゝめ』(中公ラクレ新書)。
- [12] 竹田陽子(2016), 「イノベーション創出過程に おけるプロジェクション」, 2016 年日本認知科学会第 33 回大会予稿集 pp.41-46。
- [13] 廣田章光 (2019) イノベーションにおける「実験行動」の効果,日本商業学会第 69 回全国大会論文集,日本商業学会。
- ープロジェクション(投射)と対話視点による考察
- [14] 廣田章光 (2017a) 「ニーズとソリューションの同時性と対話のトライアングルーユーザー・イノベーションによる踏み間違い動作を解消する自動車ペダル「ナルセペダル」の開発」、マーケティング・ジャーナル 36(4) pp.6-23。
- [15] 廣田章光 (2017b) 「開発焦点の収束・拡散と プロタイピング」,日本認知科学会予稿集第 34 回大会, pp.666-672。
- [16] 廣田章光(2016),「製品デザインプロセスにおけるプロトタイプの実現ーラピッド・プロトタイピングの実現要因」日本商業学会 2016 年度全国研究大会報告論集、日本商業学会、pp.96-98。
- [17] 藤本隆宏 (2002) 「製品アーキテクチャー概念・ 測定・戦略に関するノート」 RIETI Discussion Paper Series 02-J-008、独立行政法人経済産業研究所。
 - [18] Dyer, Jeff, Hal Gregersen, Clayton M. Christensen
- (2011) The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators, Harvard Business School Press. (櫻井祐子訳(2012)、『イノベーションの DNA』,翔泳社)
- [19] Hirota, Akimitsu(2019), "Pivot chain to create the pairing in Needs solutions pairs", ISPIM innovation conference 2019.
- [20] Hirota, Akimitsu(2018), Effect of "prototyping stage" for "Need-Solution Pairs" in design thinking, ISPIM innovation conference 2018.
- [21] Hirota, Akimitsu(2017a), "The prototype used in the implementation of the "Need-Solution Pairs" The prototype use of single-user and multi-user to relate ", 14th Open and User Innovation Society Meeting 2017.
- [22] Hirota, Akimitsu(2017b), "The prototype used in the implementation of the "Need-Solution Pairs" The prototype use of single-user and multi-user to relate ", 14th Open and User Innovation Society Meeting 2017.

- [23] Hirota, Akimitsu, Masaaki Takemura, Manabu Mizuno (2017) ,Design Prototyping: Reducing the uncertainty in "fuzzy front end" stage of product development", ISPIM innovation forum 2017.
- [24] Von Hippel E.(1994) " "Sticky information" and the locus of problem solving: Implications for Innovation", Management Science, vol. 40.
- [25] Von Hippel E.(1998)" Economics of Product Development by Users:Impact of "Sticky" Local Information, Management Science, vol. 44, No. 5 (May) p. 629-644.
- [26] Von Hippel E. and G. Von

 Krogh(2016)"CROSSROADS–Identifying Viable "NeedSolution Pairs" Problem Solving Without Problem

 Formulation" Organization Science 27(1) pp.207-221.
- [27] Von Hippel E.(2005) Democratizing Innovation, MIT Press. (サイコムインターナショナル訳 (2005) ,『民主化するイノベーションの時代』、ファーストプレス)
- [28] Von Hippel E. and G.Von Krogh (2016) "CROSSROADS—Identifying Viable "Need Solution Pairs" Problem Solving without Problem Formulation" Organization Science 27(1) pp.207-221.
- [29] Schumpeter, Joseph A. (1926) The Theory of Economic Development, Cambridge ,MA Harvard University Press(塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳 (1977) 『経済発展の論理』岩波文庫)。

複合現実環境下で協調作業をしている 2 者間の脳波同期解析 Inter-brain synchronization during a cooperative task under shared mixed reality environment

小川 雄太郎[†],嶋田 総太郎[‡] Yutaro Ogawa, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院理工学研究科,[‡]明治大学理工学部 [†]Graduate School of Science and Technology, Meiji University [‡]School of Science and Technology, Meiji University ce191013@meiji.ac.jp

概要

近年では、協調作業に適した環境の1つとして、複合現実(Mixed Reality: MR)環境がある。本研究では、MR環境下で協調作業を行っている2者の脳活動の同期を、脳波同時計測手法(ハイパースキャニング)で調査した。実験の結果、協調作業をしているときの方が、単独作業をしているときよりも、前頭前野における2者間脳波同期が高まった。また、アンケートスコアと脳波同期の相関解析から、MR環境における空間や図形の共有感が、脳波同期と関係していることが示された。以上より、前頭前野における2者間脳波同期は、MR環境下での協調作業中の質を反映している可能性が示唆された。

キーワード: 脳間同期(inter-brain synchronization),脳活動同時計測(hyperscanning),複合現実 (mixed reality)

1. はじめに

協調作業とは、「複数の人々が同じ問題を互いに相互作用を持ちながら解こうとする作業」[1]である.協調作業の利点は、それによって個々の学習、理解が深まる場合があることだと考えられる.近年では、協調作業に適した環境の1つとして、複合現実(Mixed Reality: MR)環境が考えられる。MRとは、現実空間と仮想空間を混合し、現実のモノと仮想的なモノがリアルタイムで共存する新たな空間を構築する技術全般とされている[2]. MR環境におけるコンテンツは、仮想物体を使って設計することが可能であるため、自由度が高く、現実世界で実現が難しい課題も設計しやすくなる特徴がある. MR技術の効果的な利用法としては、現実の環境に仮想物体を重ね合わせて、その空間を複数人が同時に体験することが挙げられる.

先行研究により、互いに向かい合って協調作業をする2者間の脳活動の同期が前頭前野で生じたという結果が示されている[3]. これより、協調作業に適したMR環境においても、2者間の脳活動の同期が見られるという仮説が立てられる. そこで本研究では、MR環境下で協調作業を行っている2者の脳活動の同期を、2人の脳波を同時計測する手法(ハイパースキャニング)で調査した.

2. 実験

2.1. 被験者

健康で知り合い同士の同性 16 ペアが実験に参加した (男性 9 ペア,22.1 \pm 0.95 歳 平均 \pm 標準 偏差). 被験者からは,実験が始まる前に実験内容の説明をした上で,研究参加同意書の署名を得た.

2.2. 実験手順

被験者は、ヘッドマウント MR デバイス (HoloLens, Microsoft) を装着し、互いに向かい合って椅子に座り、MR 環境下で作業を行った.





(a) cooperative 条件





(b) individual 条件

図1 各条件における図形課題中の様子

本実験では、MR 環境下でヴァーチャル図形を操作して、課題図形と同じ図形を組み立てていくタスクを行った。本実験は、ペアで協力して組み立てていくcooperative 条件(図 1a)と 1 人だけで組み立てていく individual 条件(図 1b)の 2 条件を設けた。

各条件ともに、実験担当者の「始め」の口答合図をタスク開始とした。合図後、被験者はまず、画面中央付近に存在する「Sample」ボタンを押下し、課題図形を出現させた。それから、各被験者視点で、画面の左側に存在する「BlueCube」もしくは「RedCube」ボタンを押下し、組み立てに使用するヴァーチャル図形(Cube)を出現させた。各被験者が組み立てに使用する Cube の色は予め決まっており、1Pが BlueCube、2PがRedCubeを操作した。そして、画面中央にある白い小さな立方体(縦3個×横5個×奥3個)を座標の目印として、課題図形と同じ図形を組み立てていった。

individual 条件では、MR 環境下に virtual wall をペアの間に設置し、各被験者は、その壁の内側で個人でタスクを行った。また、individual 条件では、課題図形が各々の担当する色のみで構成されているが、形状はcooperative 条件の課題図形と全く同じものにした。図形の組み立てが完了したかどうかは、被験者自身が判断し、「終わった」と口答で合図をしてもらい、それをタスク終了とした。なお、cooperative 条件においては、課題図形の出現と「終わった」という口答での合図を、予めペアのどちらか一方が担当することを決めてもらった。

各条件のタスク終了後,被験者はそのタスクに関する自己評価アンケート(協調性,空間共有,図形共有)に回答した.

2.3. 脳波計測

実験課題を行っている間の被験者ペアの脳波を同時に計測した. 脳波計測には g.tec 社製の脳波計 (BCI Research System)を用いた. 脳波 (EEG) は Ag-AgCl アクティブ電極を拡張 10-20 法に則り, F5, F3, Fz, F4, F6, C5, C3, Cz, C4, C6, P5, Pz, P6, PO3, POz, PO4 の計 16 ヶ所に貼付し, 基準電極を左耳朶, 接地電極を AFz に貼付し計測した. 0.5~60 Hz のバンドパスフィルタをかけ, サンプリング周波数 512 Hz で記録した.

2.4. 解析

EEG の計測エラーと身体の大きな動きによるアーチファクトが生じたため、全ての EEG データから 5 か 所のチャンネル (F4, C3, C4, C5, Pz) のデータを除外した.

脳波解析には数値解析ソフト (MATLAB R2018b, The MathWorks, Massachusetts, USA) を使用した. まず、得られた EEG データから、開始と終了の合図で 記録された信号をもとにタスク時間のみを切り取った. それから、ペア毎に各条件間での解析時間を等しくす るため、データの長さを調整した. 調整されたデータ を, MATLAB 上で動作する脳波解析ソフト (EEGLAB 14.1.1, Swartz Center for Computational Neuroscience, San Diego, USA) を使用して, 遮断周 波数 35 Hz のローパスフィルタ (low pass filter: LPF) を適用し、アーチファクト除去とデータ解析のために 1s 毎のエポックに分けていった. さらに, 頭や目, 身 体の動きによるアーチファクト除去のために、± 100 μV の閾値を定め、そのアーチファクトを含むエポック を全て除外した. 本研究では、この前処理段階で除外さ れなかったエポックのうち、2 者間で時間枠が共通で あったエポックのみを、解析に用いる共通エポックと

ペア間の脳活動の同期を調査するために、Total Interdependence (TI) [4]を用いた. TI はスペクトルのコヒーレンスと定義されており、TI 値はウェルチ法を用いた振幅二乗コヒーレンスを計算し推定される.

$$TI_{x,y} = -\frac{2}{f_s} \sum_{i=1}^{N-1} \ln\left(1 - C_{xy}^2(i\Delta f)\right) \Delta f$$

上式における, f_s はサンプリング周波数, $C_{xy}(\lambda)$ は $f = \lambda/2\pi$ 時の 2 信号x,yのコヒーレンス, Δf は周波数分解能である.2 信号の TI 値を計算し求めることで,それらの総相互情報量を 0 から 1 の範囲で測定することができる.したがって,TI 値が大きいほど同期度が高いということを示す.本研究では各条件での $1\sim11$ チャンネルの平均 TI 値を算出した.得られた平均 TI 値に対してタスクの 2 条件間で t 検定を行い検討した.

3. 実験結果

3.1. 主観的報告

各条件における全被験者の協調性、空間共有、図形共有に関するアンケートの平均スコアを図 2 に示した、なお、エラーバーは標準誤差を表している。 t 検定により条件間を比較したところ、全 3 項目で cooperative 条件におけるアンケートスコアが、individual 条件のスコアより、有意に大きい値となった(協調性: t(31) = 26.12, p<0.001; 空間共有: t(31) = 17.81, p<0.001; 図形共有: t(31) = 23.57, p<0.001).

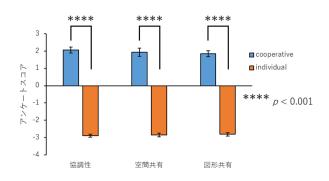


図2 各条件における協調性,空間共有,図形共有に関するアンケートの平均スコア

3.2. 脳波同期

チャンネル毎の平均 TI 値を t 検定により条件間で比較したところ,前頭前野に含まれる Fz において,cooperative 条件の平均 TI 値は,individual 条件の平均 TI 値より有意に大きい値となった(t(15) = 2.66,p < 0.05; \boxtimes 3).

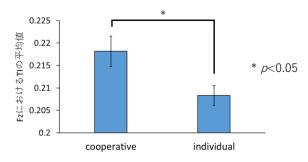
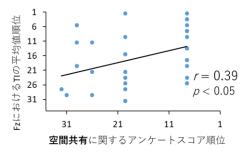


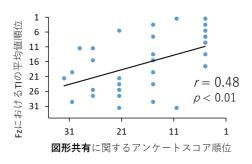
図3 各条件のFzにおける平均TI値

3.3. アンケートスコアと TI 値との相関関係

各条件における協調性,空間共有,図形共有に関するアンケートの平均スコアと Fz における平均 TI 値に関してスピアマンの順位相関解析を行った. cooperative 条件において,アンケート項目の空間共有と図形共有に関するアンケートスコアと, Fz における平均 TI 値との間に有意な正の相関関係が見られた(空間共有:r = 0.39, p < 0.05, 図 4a; 図形共有:r = 0.48, p < 0.01, 図 4b).



(a) 空間共有



(b) 図形共有

図 4 (a) 空間共有, (b) 図形共有に関するアンケートの平均スコアと Fz における平均 TI 値との関係

4. 考察

本研究では、MR 環境下で協調作業を行っている 2 者の脳活動の同期が生じるのかどうかについて、2 者 の脳波を同時計測し、自己評価アンケートと脳波同期 の結果から検討を行った.まず,自己評価アンケートの 結果から、MR 環境下での協調作業の方が単独作業よ りも、ペアとの協調感があったと感じていた. これよ り,本研究の cooperative 条件の内容は協調感を生むタ スクであったといえる. 次に、脳波同期解析の結果か ら、前頭前野において2者間の脳波が individual 条件 よりも cooperative 条件の方で同期していた. このこと は、協調作業中の2者間の脳活動の同期が前頭前野に おいて生じることを報告した研究とも整合性がある [2]. 前頭前野は、思考や行動の高次の認知制御を行う エグゼクティブ機能を担う脳領域とされている[5]. 本 研究のタスク遂行には、cooperative 条件において、自 身のヴァーチャル図形の配置場所に加えて, 相手の図 形の配置場所も考慮しながら, 適切な場所に配置して いく必要がある. 協調感が高かった cooperative 条件に おいて前頭前野の同期度が高くなったことから、他者 理解を含む高次の協調作業には、前頭前野の脳領野の 活動が関わっていることが確認された. 最後に, 自己評 価アンケートと脳波同期との相関関係の結果から、MR 環境における空間や図形の共有感は、脳波の同期と関 連していると考えられる.以上より,前頭前野における 2 者間脳波同期は、MR 環境下での協調作業中の質を反 映している可能性が示唆された.

参考文献

[1] 三宅なほみ・落合弘之・新木眞司 (1985) 『理解におけるインタラクションとは何か一認知科学選書 4 理解とは何か』 東京大学出版会

- [2] Silva, A. S., & Sutko, D. M. (2009). Digital Cityscapes: merging digital and urban playspaces. Peter Lang Publishing, Inc: New York.
- [3] Liu, N., Mok, C., Witt, E. E., Pradhan, A. H., Chen, J.
- E., & Reiss, A. L. (2016). NIRS-Based Hyperscanning

Reveals Inter-brain Neural Synchronization during

Cooperative Jenga Game with Face-to-Face

Communication. Frontiers in Human Neuroscience, 10, 82.

- [4] Dikker, S., Wan, L., Davidesco, I., Kaggen, L., Oostrik,
- M., McClintock, J., Rowland, J., Michalareas, G., Bavel, J.
- J., Ding, M., & Poeppel, D. (2017). Brain-to-Brain

Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group

Interactions in the Classroom. $Current\ Biology,\ 27,\ 1375-1380.$

[5] 苧阪直行 (2012). 「前頭前野とワーキングメモリー高次 脳機能研究」, 32, 7-14

競技社交ダンス動作における男女間の相互作用 Interactions of Male and Female Dancers in Competitive Ballroom Dance

吉田 康行[†], Arunas Bizokas[‡], Katusha Demidova[‡], 中井 信一[§], 中井 理恵[§], 西村 拓一[†] Yasuyuki Yoshida, Arunas Bizokas, Katusha Demidova, Shinichi Nakai, Rie Nakai, Takuichi Nishimura

[†]産業技術総合研究所,[‡]Non-affiliate, [§]ダンスジャルダン National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Non-affiliate, Dance Jardin yasuyuki.yoshida@aist.go.jp

概要

ワルツは世界的に有名な社交ダンスである。また、 社交ダンスを競技化しものは競技社交ダンス、または ダンススポーツとも呼ばれる。このダンスではホール ドポジションにより、上半身のセグメントが連結され、 そこから相互作用が生じる。本研究の目的は、競技社 交ダンスのワルツにおけるインタラクションを歩幅と 下肢の動作の観点から考察することである。

キーワード:バイオメカニクス,クローズドホールドポジション

1. はじめに

ワルツは世界的に有名な社交ダンスである.また, 社交ダンスを競技化しものは競技社交ダンス,または ダンススポーツとも呼ばれる.このダンスでは上半身 のホールド姿勢[1]により男女間に相互作用が生じる.

これまで多くのスポーツの相互作用が研究されてきている。例えば、テニス[2]、サッカー[3]がある。しかし、この分析方法では全身の動作は詳細に記述されていない。そこで本研究ではバイオメカニクスの計測装置であるウエアラブルのモーションキャプチャシステム[4]を用いていく。

Prosen et al. [5]は競技社交ダンスの試合中における 成績の上位群と下位群の比較をコンピュータビジョン トラッキングアルゴリズムにより行った. その結果, 上位群は有意に速いスピードで移動していたことが明 らかになった. 音楽は種目によりピッチが規定されて いる. そのため上位群は歩幅がより大きかったことに なる.

男女が一緒に踊る時にインタラクションが生じる. バイオメカニクスの観点から見ると、ペアで踊る際には身体に幾つかの外力が作用することになる.そのため通常よりも身体運動の制御が難しくなると考えられる.しかし、逆の考え方もある.ペアになると身体が 連結され骨と筋の数が倍になるため運動しやすくなるという考え方である. 通常, 競技会では男女はペアで踊る. 一方, 練習では単独で練習することも多くある. そこで単独とペアの条件の動作を比較することによりインタラクションにより起きる現象が歩幅や下肢の動作に現れるものと考えられる.

本研究の目的は、競技社交ダンスのワルツにおける インタラクションを歩幅と下肢の動作の観点から考察 することである.

2. 方法

参加者

国内上位レベルの競技ダンサー 13 組 (男性: $24.3\pm$ 5.6 years, 173.4 ± 6.3 cm, 61.1 ± 4.9 kg 女性: 22.6 ± 4.7 years, 161.2 ± 6.1 cm, 47.6 ± 5.0 kg) が参加した. 更に, 実験当時に競技社交ダンスの世界チャンピオンだった ダンサー 1組 (男性: 40 years, 183 cm, 76 kg 女性: 40 years, 169 cm, 52 kg) も参加した. 参加者にはインフォームド・コンセントをおこなった. 本研究は産総研人間工学実験委員会の承認を得ている.

実験機材

身体の位置を計測するために慣性センサ式モーションキャプチャシステム(MVN; Xsens, Netherlands)をサンプリング周波数 240Hz で二台用いた. 解析用ソフトウェア (MVN Studio BIOMECH 2019) を用いて解析を行った.

実験手順

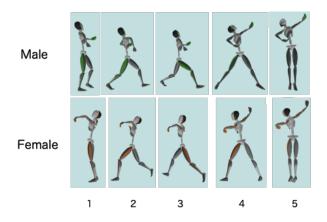
音楽はアルバム Ballroom Symphony (Casa Musica) からワルツ Without You を選曲した. モーションキャプ

チャシステムの中で 23 セグメントの剛体リンクモデルを構築するために身体計測を行った.次に、参加者は慣性センサシステムが装着された専用スーツを着用した.その後、キャリブレーションを行った.

試技としてクローズドホールドポジションを用いた ワルツの基本的な以下の連続する動作を採用した.

- ①プリパレーション(123123)
- ②ナチュラルスピンターン (123123)
- ③リバースターン後半 (123)

条件は単独条件とペア条件とした. 試技の順番は最初に男性のみで踊り、次に女性のみで踊り、最後に男女がペアで踊った. 解析区間はプリパレーションステップ、ファーストステップ、セカンドステップ、クロージングレッグで構成されるナチュラルスピンターン前半部分とした(図1). 統計処理は単独条件とペア条件で対応のある t 検定をおこなった. また、ペア条件において骨盤の上下方向の位置変化の相関係数を算出した.

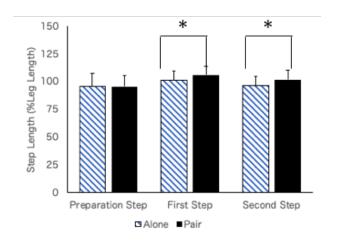


1-2 Preparation Step 2-3 First Step 3-4 Second Step 4-5 Closing Leg 図 1 解析区間

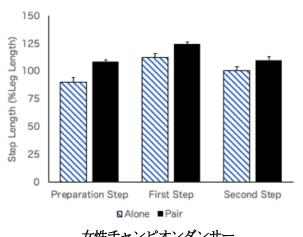
3. 結果

図2には女性ダンサー群と女性チャンピオンダンサーの歩幅を単独条件とペア条件で示した. 歩幅は脚長で正規化されている. 女性ダンサー群においてファーストステップとセコンドステップはペア条件で有意に長くなった. 女性チャンピオンの平均値は全ステップ

でペア条件で長くなった.



女性ダンサー群



女性チャンピオンダンサー 図2 歩幅

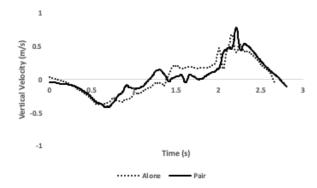


図3 骨盤の鉛直方向の速度 男性ダンサー群の 一例

図3には男性ダンサー群における骨盤の鉛直方向速度の一例を示した. 負の値は骨盤が下降していることを示す. ペア条件の下降時間が単独条件よりも短い値を示した.

また、チャンピオン組における骨盤の上下方向の移動の相関係数は0.99±0.0048であった。

4. 考察

女性ダンサー群と女性チャンピオンダンサーの歩幅 は単独からペアへの条件変化に伴い増加していた.特 に女性チャンピオンダンサーはすべての歩幅が増加し, その増加率は女性ダンサー群よりも大きかった. 社交 ダンスではリード&フォローという用語がある. 前進 する人,もしくは男性をリーダー,後退する人,もし くは女性をフォローワーと考えることができる. 女性 チャンピオンダンサーはフォローワーとしてのパート ナリングスキルに長けていると考えられる.

3歩の中でもファーストステップが単独とペア条件 共に女性チャンピオンダンサーが女性ダンサー群より も長かった.クローズドホールドポジションではファ ーストステップにおいて男性の右脚が女性の両脚の間 に入ってくる.そして男性の右前には女性がおり、物 理的に移動しにくい.そのため男性と女性チャンピオ ンダンサーは著しく高いダンススキルを持つことがわ かる.また、骨盤の上下方向における移動の男女間の 相関係数は高い値を示した.この値からも男女のパー トナリングスキルの高さがわかる.

ワルツでは初期に身体位置が下降し、その後に上昇する動作が入る. 男性ダンサー群における骨盤の鉛直方向の速度の一例では下降の所要時間がペア条件でより短くなっている. 前進する男性ダンサーのスキルも重要であるが、後退する女性ダンサーのスキルも互いに影響し合っているといえる.

本研究では慣性センサ式モーションキャプチャシステムを用いて競技社交ダンサーの動作を計測し、物理量で定量化をおこなった.しかし、知覚などの認知科学の観点からは考察できていない.クローズドホールドポジションでは頭部の傾きにより視覚で足元が確認できない.また、互いの顔を見ることもできない.このような状況下で踊る競技社交ダンスの分析には認知科学の観点が今後必要になると考えられる.

5. 参照文献

- [1] M. Wilhelm et al.,(2016) "Ballroom dancing is more intensive for the female partners due to their unique hold technique," Physiol. Int., vol. 103, no. 3, pp. 392–401.
- [2] T. J. C. Pereira, R. E. A. van Emmerik, M. S. Misuta, R. M. L. Barros, and F. A. Moura, (2018) "Interpersonal coordination analysis of tennis players from different levels during official matches," J. Biomech., vol. 67, pp. 106–113.
- [3] T. Laakso, B. Travassos, J. Liukkonen, and K. Davids, (2017) "Field location and player roles as constraints on emergent 1-vs-1 interpersonal patterns of play in football," Hum. Mov. Sci., vol. 54, no. February, pp. 347–353.
- [4] J. Jurkojć, R. Michnik, and K. Czapla, (2017) "Mathematical modelling as a tool to assessment of loads in volleyball player's shoulder joint during spike," J. Sports Sci., vol. 35, no. 12, pp. 1179–1186.
- [5] J. Prosen, N. James, L. Dimitriou, J. Perš, and G. Vuckovic, (2013) "A time-motion analysis of turns performed by highly ranked viennese waltz dancers," J. Hum. Kinet., vol. 37, no. 1, pp. 55–62.

複数の非言語行動が発想支援に及ぼす影響

崔 豪准[†],三輪 和久[†] Hojun Choi, Kazuhisa Miwa

[†]名古屋大学情報学研究科 School of Informatics Nagova Unive

Graduate School of Informatics Nagoya University choi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要

対話インタラクションにおいて、非言語行動とされる聞き手のあいづちと視線は話し手の発想促進に影響を及ぼすのか検討する.独立変数はあいづちの頻度(多・少)×視線(有・無)で参加者内計画をとる.従属変数は発想数、発話数、関心・同意・賞賛の認知と考える意欲とする.課題や要因の提示順は 4×4 のグレコ・ラテン方格法によりカウンタバランスがとられる.

キーワード: 非言語行動, 発想, あいづち, 視線

1. はじめに

ヒトは対話において、言語情報以外に、さまざまな情報のやり取りを行っている。しばしばそれらは非言語情報と呼ばれ、そのやり取りによって円滑な対話が成り立っていると言われている。相手に非言語情報を送ることを非言語行動と呼ぶが、その非言語情報の一つにあいづちが挙げられる。あいづちは話し手からの発話に対し、聞き手がそれについてどれだけ理解しているかを表出したり、話し手に発話の継続を促す機能をもつことが知られている[4]。しかしあいづちには、こういった対話の潤滑油としての機能以外にも、別の機能を有している。

大森ら (2000) は、聞き手によるあいづちの頻度が話 し手の発想産出に影響を及ぼしていることを示した[5]. 彼らは参加者 2 名と実験者 1 名の合計 3 名による会議 形式の実験を行い、実験者は司会者となって参加者の 話を聞きながら、あいづちの頻度を操作した. 分析の結 果、あいづちを入れたほうの発想数がより多くなり、そ の質についても、よりきちんとした発想が得られるこ とが明らかになった. この研究で、彼らはあいづちが発 想に影響を与えるという仮説を設定する際、その背景 として、あいづちによる円滑なコミュニケーションを 挙げていた.

メイナード (1994) による 「会話管理のストラテジー」 において, あいづちの機能は 6 つに整理されており [4],

- (1) 続けてというシグナル
- (2) 内容理解を示す表現
- (3) 話し手の判断を支持する表現
- (4) 相手の意見,考え方に賛成の意志表示をする表

現

- (5) 感情を強く出す表現
- (6) 情報の追加, 訂正, 要求などをする表現

大森ら(2000)は、このあいづちによる会話管理ストラテジーによって、コミュニケーションが円滑になり、コミュニケーションが円滑であれば、話し手の発想が促され、発想数がより多くなるはずであると考えていた[5].

また Matarazzo et al. (1964) はあいづちによる発話時間の増加についてその原因を, 聞き手の高頻度のあいづちによって, 話し手はより承認されていると感じ, 積極的に働きかけるためだと考えた[3].

このように、あいづちが発想に影響を及ぼす背景には、認知的活動が想定されており、三宮 (2004) はその点について検討した[6].

三宮(2004)は実験課題として、結果予想課題と問題解決課題という拡散的思考を求める課題を用意した[6].結果予想課題とは、「OOしたらその結果、同のようなことが起きるか」という問いに答える課題であり、具体的には「日本社会の高齢化がさらに進むと、どんなことが起こるか」という問題であった.問題解決課題とは「OOを解決するには、どうすればよいか」という問いに答える課題であり、具体的には「日本のごみ問題を解決するには、どうすればよいか」という問題であった.また独立変数として聞き手のあいづちの頻度(高・低)が設けられた.参加者は実験者と二人で実験室に入り、5分という時間で、課題に対して答えた.さらにこの実験では課題終了後、話し手の認知活動を測るため、以下の質問に「かなりそう」から「全くそうでない」の5段階評定でアンケートに回答した.

「聞き手はあなたの考えに関心を示してくれましたか」 「聞き手はあなたの考えに同意してくれましたか」 「聞き手はあなたの考えをほめてくれましたか」 「あなたは聞き手の反応によって考える意欲がわきま したか」

この結果,頻繁なあいづちによって,話し手の発想が有意に促進されること,また話し手が聞き手からの関心・

同意・賞賛を受け止め、さらに考える意欲が高まったことが明らかになった.

また三宮ら(2019)は同様の実験をあいづちの種類 (肯定・中立・非肯定)を変えて行ったところ,発想数 については結果予想課題においてのみ,あいづちが肯 定>中立>非肯定の順で多くなり,話し手の認知につ いてはいずれの課題でも,あいづちが肯定>中立>非 肯定の順で高い得点を示した[7].

このことからも聞き手によるあいづちは、話し手との円滑なコミュニケーションを可能にしていると考えられる. しかし、対話場面を想定した場合、円滑なコミュニケーションを可能にする非言語行動は、あいづちだけだろうか.

土屋(2016)は、対話場面において視線と表情を操作することで、その対話の満足度及び対人印象にどのような影響があるか検討した[8].この実験では、独立変数を視線(有・無)と表情(笑顔・無表情)とし、映像によってこれらの刺激を参加者に提示した.課題は1問60秒で答える質問が映像から出された.測度として会話中に関する評価10項目を「全く当てはまらない」から「非常に当てはまる」の5件法で回答を求めた.その結果、対話の満足度については笑顔群において、印象については笑顔群、無表情群ともに、視線あり条件が視線なし条件よりも有意に得点が高いことが分かった.つまり、視線もあいづちと同様に円滑なコミュニケーションを可能にし、発想を促進する効果が予想される.また複数の非言語情報の利用が発想に影響を及ぼ

そこで本研究では、あいづちと視線に着目し、これらの非言語行動の複数の利用が、発想にどのような影響を及ぼすか検討する。また話し手の発想については、結果予想という拡散的思考の発想について検討していく。

すかについてはこれまで検討がなされていない.

2. 方法

3.1 実験者および実験参加者

課題中聞き手となる実験者は筆者が訓練を積み担当する.

3.2 課題

課題は、結果予想課題を以下の4題用いる.

① 自動運転「近年,車の自動運転化技術が発展してきています.この自動運転化技術が進むと,日本社会でどんなことが起こるでしょうか. あなたの考え

をできるだけ多く述べてください. |

- ② プログラミング教育「2020年より、日本の小学校でプログラミング教育が必修化されます.このプログラミング教育によって、日本社会でどんなことが起こるでしょうか.あなたの考えをできるだけ多く述べてください.」
- ③ 高齢化問題「近年日本では、高齢化が進んでいます. 日本社会の高齢化がさらに進むと、 どんなことが 起こるでしょうか. あなたの考えをできるだけ多 く述べてください.」
- ④ インバウンド「近年,海外から日本への旅行者が増えています.この外国人旅行客の増加によって,日本社会でどんなことが起こるでしょうか.あなたの考えをできるだけ多く述べてください.」

3.3 実験計画

独立変数は、聞き手のあいづち 2 要因(多い・少ない) ×視線 2 要因(あり・なし)を参加者内計画とする.

従属変数は、話し手の発想数、発話数、聞き手からど のくらい関心・同意・賞賛を感じられたかの認知、考え る意欲とする.

要因と課題については、4×4のグレコ・ラテン方格 法で、カウンターバランスがとられる。

3.4 発想数

本実験では三宮 (2004) にならい, 以下のルールでカウントする

- 「~がどうなる」「~になったらいい」という形で 表せるものをアイデアとみなす.
- ▼イデアの内容は問わない。
- 言外方の意味を文脈から推測しない.
- 他者から聞いたり本で読んだアイデアと本人のア イデアを区別しない.
- 一つのアイデアの細かい具体例は一つひとつアイ デアとしては数えず、もとになるアイデアのみを 数える。

3.5 発話数

本実験では、丸山ら (2010) にならい、発話を節単位とする[2]. この節単位とは SOV の語順をもつ日本語の場合、基本的には述語句の出現によって完結点が生じ、統語的にも意味的にもまとまりをもつ単位を取り出すことができる. さらに詳細なルールは次の通りでこの

境界で区切る.

- 絶対境界(文末表現)
- 強境界(従属度の低い従属節)「~なんですけど」「~なんですが」
- 弱境界(従属度の高い従属節)「~らしくて」「~だったので」
- 節境界以外で発話の切れ目になる箇所 (1 語文、体言止めなど)
- 独立した感動詞
- 独立した語断片

ここで本実験では、フィラーと問題文の復唱という 発話はカウントしないというルールを設ける.

3.6 あいづち

打たれるあいづちはすべて「うん」という発話であり、頭の動き(うなずき)も同時に行われる. 聞き手(実験者)によるあいづちは、多い条件でも少ない条件でも,話し手(参加者)の発話の切れ目で自然なタイミングで打たれる. あいづちの多い条件では,1 施行で約50回、少ない条件では1施行で約10回のあいづちが打たれる.

3.7 視線

視線あり条件では、聞き手は課題中常に話し手の目を見ている. 視線なし条件では、聞き手は、話し手の後方に視線を外すよう設置された鏡を、課題中常に見る(Figure1). また土屋(2016)によると、聞き手の表情の変化が対話の印象を変え、話し手の発話・発想に影響を及ぼす可能性もあることから[8]、各課題開始前はこの鏡で表情を確認し、変化の内容心掛ける. また実験室に設置してある、実験者を撮影するビデオカメラより、開始 1 分毎の表情を写真にし、第三者による評定を行う.

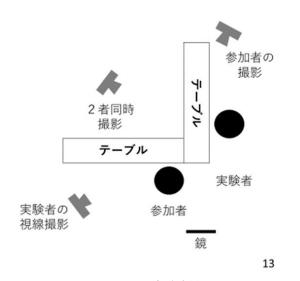


Figure1. 実験室構図

3.8 パーソナリティ測定

本実験では視線を要因としており、予備実験の際、参加者の中には、普段目を見て話すことがないため直視されることを負担に思う方や、反対に普段目を見て話すため目線が合わないことで違和感を覚える方がいた。そこで本研究では、参加者のパーソナリティを測定し、そのパーソナリティと発想にどのような関係があるのか検討する. 使用するのは IPIP-IPC-J (橋本ら、2016)である[1]。この IPIP-IPC-J は対人円環モデルの一つであり、簡易な短文 32 個 (8 特性) からなる. Big Five など他のモデルとの妥当性も検討されている.

本実験では全課題終了後に、これを「全く当てはまらない」から「非常に当てはまる」の5件法で測定する.

3.9 手続き

本実験では、筆者は実験者となることから、実験の説明者を筆者とは別の者に担当させる。実験の説明をし、参加者からの同意を得られた後、練習課題を行う。実験者は説明者と入れ替わるように実験室に入室し、参加者とテーブルの角をはさんで着席する。実験者は練習課題用に次の課題を口頭で提示する。「2019年から政府の重要政策である、働き方改革が施行されました。この働き方改革によって、日本社会でどんなことが起こるでしょうか。あなたの考えをできるだけ多く述べてください。」練習課題では、実験者は特にあいづちや視線を気にすることなく、参加者とリラックスして対話する。練習課題は5分間である。課題終了後は話し手の発話が途中であっても話を止め、アンケートに答えてもらうために、説明者と入れ替わるように実験室を去

る. その後参加者は本課題と同様に、聞き手からどのくらい関心・同意・賞賛を感じられたかの認知、考える意欲を、「かなりそう」から「まったくそうでない」の5件法で答えるアンケートに回答する.

練習課題終了後,同様の手続きで本課題が 4 回行われる. ただし,聞き手のあいづち,視線といった条件や 出題される結果予想課題は実験計画に則って,話し手 に提示される.

課題の模様は、3台のカメラ(話し手と聞き手の撮影・話し手の撮影・聞き手の撮影) と1台のIC レコーダーによって録画・録音される.

すべての課題,アンケートが終了したところで IPIP-IPC-J によりパーソナリティを測定したところで筆者が入室し,参加者に対しデブリーフィングを行う.

文献

- [1] 橋本泰央, 小塩真司, (2016) "対人円環モデルに基づいた IPIP-IPC-J の作成", 心理学研究, Vol. 87, No. 4, pp. 395-404
- [2] 丸山岳彦, 高梨克也, 吉田奈央, (2010) "対話研究にふさわしい統語的単位の認定基準——対話節単位の設計——", 言語処理学会, 第16回年次大会発表論文集, pp. 387-390
- [3] Matarazzo, J. D., Saslow, G., Wiens, A. N., Weitman, M., & Allen, B.V., (1964) "Interviewer head nodding and interviewee speech durations", *Psychotherapy: Theory, Research, and Practice*, Vol. 1, pp. 54-63
- [4] メイナード K. 泉子, (1994) "会話分析", くろしお出版
- [5] 大森晃, 土井晃一, (2000) "あいづちが発想数に与える 影響——その実験と分析——", 認知科学, Vol. 7, No. 4, pp. 292-302.
- [6] 三宮真知子, (2004) "コプレズンス状況における発想支援方略としてのあいづちの効果――思考課題との関連性――", 人間環境学研究, Vol. 2, No. 1, pp. 23-30.
- [7] 三宮真智子, 山口洋介,(2019) "発想に及ぼすあいづちの種類の効果", 心理学研究, Vol. 90, No. 3, (印刷中)
- [8] 土屋裕希乃, (2016) "会話場面における視線行動と満足度および印象評価の検討", 国際経営・文化研究, Vol. 21, No. 1, pp. 153-162

不定自然変換理論による比喩理解モデリングの計算論的実装へ向けて

Toward the computational implementation of metaphor comprehension modeling with the theory of indeterminate natural transformation

池田 駿介 ¹,高橋 達二 ¹,布山 美慕 ²,西郷 甲矢人 ³ Shunsuke Ikeda, Tatsuji Takahashi, Miho Fuyama, Hayato Saigo

東京電機大学1,早稲田大学2,長浜バイオ大学3

Tokyo Denki University, Waseda University, Nagahama Institute of Bio-Science and Technology tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

意味の創造過程としての動的な比喩理解の分析と 実現のために数学の圏論の概念を用いて提案された 不定自然変換理論 (TINT: theory of indeterminate natural transformation, Fuyama & Saigo, 2018; 布山 & 西郷, 2019) の計算論的な実現を目す. その実装の過程で現 状の諸課題を浮かび上がらせ, その解決案を提案する.

キーワード:圏論、比喩、類似、類推

1. はじめに

意味の創造過程を探求するための仮説として提案さ れた比喩理解のモデルである不定自然変換理論 (theory of indeterminate natural transformation, TINT) (布山&西 郷, 2019; Fuyama & Saigo 2018) がある. TINT ではイ メージの意味をイメージの間の想起関係として定義 し、被喩辞のイメージからの喩辞のイメージの想起を 端緒として、動的にイメージの連想ネットワークの構 造が変化する過程として比喩理解過程をモデル化す る、このモデル化のため、圏論の数学的構造が導入さ れ,イメージの意味はコスライス圏で,喩辞と被喩辞 のイメージの意味の対応づけは関手で、そして比喩理 解の過程は自然変換の探索で表現される. 加えて, 比 喩理解の動的な過程をモデル化するために, イメー ジの想起確率を導入し、圏が不定化されている. この 想起確率をもとに、自然変換の探索中, あるイメージ から別のイメージを想起すると判断される場合, その イメージの間の射は圏に残り, そうでなければ射は圏 から消える. これを射の「励起 (excitaiton)」と「緩和 (relaxation)」と呼び、どのように起こるのかをルール として定める. この理論化によって、被喩辞と喩辞の もつイメージの意味の構造単位での相互作用を扱うこ とができると期待される.

しかし TINT はまだ提案段階にあり、具体的な計算

論的実装も、データを用いた検証も、なされていない、特に、圏論を実際のデータの動的過程に応用するために肝心な圏の不定化の具体的な定式化が不十分である。射の励起と緩和のルールには、basic rule、neighboring rule、fork rule、anti-fork rule の4つのルールがあるが、それらのルールが、どのような順番や規則で適用されるのかが具体化されていない。この課題に対して計算論的に定式化したうえで、TINTを実装し、シミュレーションをどのように行うことができるのかを考える過程で浮かび上がってきた TINT の理論としての曖昧さや課題を報告する。

2. 圏論の概要

圏は大まかに言えば、「対象」とその対象の間をつな ぐ合成可能な「射」からなるネットワークである. 圏 は対象と射を含む体系で、以下の4つの条件を満たす.

1. 各射 f には 2 つの対象 dom(f) と cod(f) とが対応づけられていて、それぞれ域 (domain) と余域 (codomain) と呼ばれる. dom(f) と cod(f) は同じ対象であっても良い. 「射 f の域が X,余域が Y である」ということを

 $f: X \to Y$

あるいは

$$Y \stackrel{f}{\leftarrow} X$$

と記し、こういった矢印を用いて組み上げた表記 を図式と呼ぶ.

2. 射 f, g で cod(f) = dom(g) となるものがあるとき, つまり

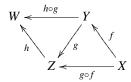
$$Z \stackrel{g}{\leftarrow} Y \stackrel{f}{\leftarrow} X$$

のとき、こういった f,g に対して、これらの合成 と呼ばれる射

$$Z \stackrel{g \circ f}{\longleftarrow} X$$

が存在する

3. 次のような図式で表現される状況のとき

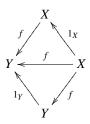


平行四辺形の上側を通る経路と下側を通る経路 が射として同じものとなるという結合律を要請す る. つまり,

$$(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$$

となる. このように、域と余域を共通とする射が 合成の順によらず等しいとき、その図式は可換で あるという.

4. 最後に、単位律が要請される。単位律とは、任意のXについて恒等射 $1_X: X \to X$ があり、任意の射 $f: X \to Y$ に対して、次の図式が可換であることである



つまり

$$f \circ 1_X = f = 1_Y \circ f.$$

でなければならない. 対象とその恒等射は1対1 で対応づけできるため,この意味では対象をその 恒等射と同一視できる. 言い換えれば対象を射の 特殊な事例として見なすことができる.

以上をまとめると、圏は次のように定義される.

定義(圏): 圏とは、「対象」と「射」と呼ばれる二つの 要素から構成される体系で、射は域と余域と呼ば れる2つの対象を持ち、合成と恒等射を備え、ま た結合律と単位律を満たす。

圏の例は身近に見いだせる.「集合」を対象とし「写像」を射とする圏や,「命題」を対象とし「証明」を射とする圏を考えることができる.また,交通や代謝のネットワークも一例として考えられる.

次に二つの圏の間の構造を保つ対応づけとして関手を次のように定義する.

定義 (関手): 圏 C の対象から圏 D の対象, 圏 C の射から圏 D の射への対応 F が関手 (functor) であるとは、以下の 3 条件をみたすときにいう.

- 1. C の射 $f: X \to Y$ を D の射 $F(f): F(X) \to F(Y)$ に対応させる.
- 2. C の各対象 X の恒等射 1_X について $F(1_X) = 1_{F(X)}$ が成り立つ.
- 3. C の射 f, g の合成 $f \circ g$ について $F(f \circ g) = F(f) \circ F(g)$ が成り立つ

簡単に言うと、関手は図式あるいは圏の構造を保つ対応づけである. ただし、関手の定め方は一意とは限らず2つの圏の間に複数の関手を考えることができる.

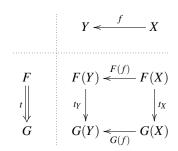
関手は普遍的な概念であって、認識・表現・構成・モデル化・理論化などの言葉で言い表されるプロセスは、すべて関手の生成と見なせるほどである。関手を通じて、いわば一つの圏が他の圏に映り込み、自明に異なる現象のあいだに同じさを措定することができる。こういった関手と理論化の関係については、Tsuchiya、Taguchi、& Saigo (2016) において、意識の理論化に関して、関手で対応づけられるモデルが現象に対してどの程度情報を保つモデルと見なせるかが議論されている。

前述した通り、関手の定め方は一意とは限らないため、2つの圏の間に複数の関手を考えることができる。すると、これら複数の関手の間の変換を考えることができる。これが自然変換である。これは、ある圏と別の圏の一つの対応づけが自然変換を通じて別の対応づけに変換されることと見ることができ、いわば関手自体を対象とみてそれらの間の射を考えることに相当する。

- 定義 (自然変換): F, G は圏 C から圏 D への関手とする. t が F から G への自然変換 (natural transformation) であるとは、以下の 2 条件をみたすときに言う.
 - 1. t は C の各対象 X に対して,D の射 t_X : $F(X) \to G(X)$ を対応させる.つまり自然変換は,そもそもの「身分」としては,対象から射への対応の集まりである.
 - 2. C の各射 $f: X \to Y$ ついて F(X) から G(Y) への射として, $t_Y \circ F(f) = G(f) \circ t_X$ が成り立つ.

自然変換をここでは $t: F \Rightarrow G$ と表すことにする. 2 つめの条件については、次の図式を用いるとわかりや

すいだろう.



右上がCでの射,右下がDでの射を表している。ここでは関手F,Gによるfの2つの映り先と自然変換 $t:F \Rightarrow G$ の関わりが描かれている。2つめの条件は,この四角形が可換であることを要請するものである。関手から関手への変換を,関手によって映る先の圏Dの構造を保つかたちで行うことである。

次に,圏の一例としてコスライス圏を次のように定 義する.

定義 コスライス圏: C を圏, X を C の対象とするとき, コスライス圏 $X \setminus C$ を次のように定義する.

- 1. 対象は dom(f) = X となる全ての射 $f \in C$
- 2. 射は $f: X \to a$ から $g: X \to b$ への $h \circ f = g$ を満たすような $h \in C$. このような f, g, h に よって作られる構造を、本論文では三角構造 と呼ぶ.
- 3. 射の合成はCの合成で行う.
- 4. 恒等射は C の恒等射を引き継ぐ.

コスライス圏は,もとの圏 C のある対象 X と他の対象の関係性を対象とし,それらの関係性同士の関係を射とする圏と言える.イメージとしては,世界を神様の視点から俯瞰的に見るのではなく,ある一つの視点 X から見た場合の世界の見え方に対応すると解釈できる.

3. 不定自然変換理論 (TINT) の概要説明

布山 & 西郷 (2019) に従って TINT の概要を説明する.

3.1 被喩辞と喩辞の間の意味ある関手の自 然変換の探索

不定自然変換では次のようにイメージとイメージの 意味の圏を定義する.

定義 イメージの圏 C の対象はイメージ,C の射はそれらの間の想起関係とする.

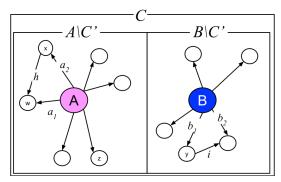


図 1 イメージA の意味とイメージB の意味を表現するコスライス圏 $A \setminus C'$ と $B \setminus C'$

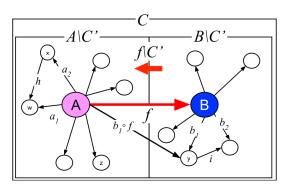


図 2 比喩の措定, A は B のようだという比喩の推定 によって射 f が生まれる. 射 f を基に $f \setminus C'$ (base of metaphor functor) が生まれる.

定義 A がイメージの圏 C の対象であるとする. この時 A の「意味」をコスライス圏 A\C で表現する. TINT ではイメージの意味を他のイメージとの想起関係としてとらえる. そして不定自然変換では比喩理解の過程を次のようにコスライス圏の間の関手の自然変換の探索過程とみなす. 以上の定義のもとに, 不定自然変換は比喩の意味理解を以下のように説明する.

まず、「A は B のようだ」という比喩がなされたとする。すると A から B への想起が起こる。これは図 1 のように表現されたイメージ A と B の意味を表すコスライス圏 A C と B C の間に、図 2 に示すように比喩によって一つの射 f が生まれることに相当する。このf によって,厳密には全体の圏が変化するため,C' と記している。ただし,あとで確率過程を導入して定式化しなおす際にこの変化は吸収される。

この f によって,自然に一意にコスライス圏 $B \setminus C'$ から $A \setminus C'$ への関手 $f \setminus C'$ が生まれる.ここで, $f \setminus C' := (\cdot) \circ f : B \setminus C \to A \setminus C$ であり,たとえば,図 $2 \circ b_1 \in B \setminus C$ を $b_1 \circ f \in A \setminus C$ に写すような関手である.この関手を Base of Metaphor Functor (BMF) と呼ぶ.この BMF は,図 $2 \circ C$ で見れば,「B にとっての B

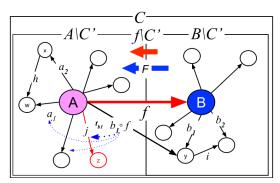


図 3 $f \setminus C'$ から自然変換が探索され、比喩理解の関手 F が構築される.

にとってのy」というようなかたちで、Bを媒介としてyとAとの想起関係を作る.

しかし、このようにイメージBを経由するかたちでは、イメージAからの直接的な想起関係でないため、比喩の解釈としては不明確で、比喩理解がなされたとは考えにくい。そこで、 $f\setminus C'$ と自然変換をなすような比喩の解釈としてより自然な関手Fを見出し、比喩の意味を理解しようと試みる。これは、たとえば、 $b_1\circ f$ に対応するものを元のコスライス圏 $A\setminus C'$ の中で探索することに相当する。すでに $b_1\circ f\in A\setminus C'$ なので、 $A\setminus C'$ の内での射の探索となっており、BMFに対する自然変換の族の探索に相当する。この探索によって、図3のように $b_1\circ f$ に対応するjが見つかるとき、この対応づけによって新たな関手Fが見出される。(ただし他の対象との関係性も含めて自然変換の定義を満たすように対応づけを行うことが条件である。)

この対応づけでは、「B にとっての y」は「A にとっ てのz」というように、BとAそれぞれから直接に想 起されるイメージ同士の間に対応づけがなされ、比喩 の意味が解釈される. たとえば、「薔薇のような愛」と いう比喩なら、「薔薇にとってのトゲ」が「愛にとって の残酷さ」のように対応することで、この比喩の意味 の理解が進む. ただし, 自然変換は強い条件であり, コスライス圏 $B \setminus C'$ から $A \setminus C'$ への関手そのもの,つ まりコスライス圏 $A \setminus C'$ と $B \setminus C'$ 全体に対して見出す ことは通常難しいと考えられる. この例で言えば「薔 薇」から想起されるイメージ全てに対して「愛」から 想起されるイメージの全てを単一の解釈で結びつける ことは難しいことがわかる. したがって, コスライス 圏 $A \setminus C'$ とコスライス圏 $B \setminus C'$ の部分的な圏同士を結 びつける関手に対する自然変換を探索すると考えるの が妥当であろう. 部分的な圏を結びつける関手は複数 あり、自然変換も複数ありえるため、一つの比喩には 複数の解釈がありえ, それらが並存する状態が比喩理

解の状態だと考えられる.

3.2 動的な理解過程の記述のための圏の不 定化

比喩の措定により射fが生まれることや,自然変換が探索されて関手Fが見出される圏の時間変化・発展過程は圏論の枠組みの中ではそのまま記述することができない。そこで,これらの動的な過程を表現するために TINT では圏論に確率的な過程を導入する。イメージの圏Cの射である想起可能性の射に確率的な重み μ を導入した上で,この想起の連鎖過程のルールとして射の励起と緩和のルールを導入する。以下にこの不定化のアイデアを比喩理解の過程に沿って列挙する。

- •全てのイメージの体系とすべての想起関係は圏 Cとしてモデル化される。このイメージの想起関係の全体をモデル化した圏を潜在圏と呼ぶ。潜在圏の各射 f_i に対し想起確率 μ_i を対応させる。また、ある時点で励起した射すべてを含む圏を C_{exc} で表し、これを顕在圏と呼ぶ。想起確率 μ と射の励起・緩和のルールは以下のように導入される。
 - 1 イメージA の意味はコスライス圏 $A \setminus C$ と射に 付与された想起確率 μ_i によってモデル化される.
 - **2** 「A は B のようだ」という比喩表現によって、射 $f:A \rightarrow B$ が励起する. f は f の μ の値にかかわらず必ず励起する. この f の射の励起を契機に、励起と緩和の過程を経て BMFからの自然変換により関手 F が構築される
- 射の励起の過程は以下のルールに従う.
 - **0.** (basic rule): 励起した二つの射の合成によってできた射は μ にかかわらず励起する. 域と余域の対象と同一視できる恒等射が励起している射は μ にかかわらず励起する.
 - 1. (neighboring rule): 励起した射の余域を域に持つ射は μ に依存して決まるある確率で励起する
 - **2.** (fork rule):域を共有している射が励起しているとき、その余域の間の射(あるいは間の射に相当する合成射)が探索され確率 μ に従って励起する。ルール 1 あるいは 2 の特別な場合として、逆射も確率 μ で励起する。
- 緩和の過程は以下のルールに従う (励起に比較して長い時間で緩和過程は起こる).

- **3.** (anti-fork rule):域を共有する 2 つの射が互いの 余域間に射を持たないときつまり、三角構造 を持たないとき、この 2 つの射は緩和され るつまり、2 つの射はその時点の顕在圏 C_{exc} からなくなる.
- 潜在圏 C をもとにして「A は B のようだ」という射 $f:A \rightarrow B$ が励起したのを契機にルールを用いて射を励起・緩和させ、顕在圏に浮かび上がらせることで自然変換の探索を行う。以上の過程を経て、不定圏は顕在圏として定まり、励起した射の族は $f\setminus C$ (BMF) の自然変換を成す。ここで生まれる自然変換が不定自然変換である。
- ここまでの不定自然変換の過程によって、 μ の値が変化する.これは理解した比喩を受けての学習に値する.この想起確率 μ の変化はイメージの想起関係の変化であり,この変化によってイメージの意味 (そのイメージから見た世界の見え方) に変化が生じる.

4. TINT の計算論的な実装に向けて

TINT を実装するうえで、浮かび上がってきた課題がある。特にこの理論で重要な圏の不定化の部分の定式化はこれからの課題である。そのため課題を挙げ、議論を行う。

4.1 圏の初期状態

圏の初期状態にはどのようなものが考えられるか. 「AはBのようだ」という比喩表現を考えたときその 比喩が広く意味が理解されている, いわゆる「死んだ 比喩」と呼ばれるものである場合は、イメージA、B に対応するコスライス圏は確立していると考えられ る. この場合は、二つのコスライス圏の間で自然変換 を探索するだけでよい. そうではなく意味があまり理 解されていない新規比喩の場合は、イメージA、Bに 対するコスライス圏は最初から確立しているわけでは ないと考えられる. この場合は $\lceil A \bowtie B \cap$ のようだ」と いう射 $f: A \rightarrow B$ を基に、射の励起と緩和のルールを 用いてコスライス圏を発展させながら自然変換を探索 する必要がある. これらの方法の違いからどのような 比喩表現がどちらの圏の初期状態と対応するのかを判 断する必要がある. しかし, TINT では f を基に圏を 発展させながら自然変換を探索することを考えている ので, どちらの比喩も扱える.

4.2 ルールの妥当性

射の励起と緩和ルールの適用の順序や適用範囲の具体化が必要である.射の励起と緩和のルールをどのような順番,範囲で適用していくかを決めることで計算理論が作れる.

4.2.1 緩和プロセスの具体化

1つ目はある条件下で緩和のルール,つまり antifork rule が機能しなくなる課題である. anti-fork rule ルールは域を共有する2つの射が互いの余域間に射 を持たないとき、この2つの射は緩和されるという ものである. しかしある条件下で射の緩和が起こら なくなってしまう. その条件は neighboring rule を適 用した後に、basic rule を適用した場合である. いま $a_1: A \to w$ が励起しているとする. ここで neighboring rule を適用し新たに $a_2: x \to w$ という射が励起した. この後に basic rule を適用すると $cod(a_1) = dom(a_2)$ よ り合成射 $a_2 \circ a_1 : A \to w$ が励起する. こうなると三 角構造が自動的に出来上がってしまう. これにより, anti-fork rule による射の緩和が起こらなくなってしま う. 射の緩和が起こらないと、圏の中の射の数が膨大 になってしまい, 自然変換を見つけ出すことが困難に なる. したがってたとえ三角構造を持っていたとして も三角構造に何らかの基準を考え、基準を満たしてい ない三角構造は anti-fork rule で緩和させられるように する必要があると考えられる.

この残す三角構造の基準を変化させることは、比喩の解釈にも影響を及ぼす可能性がある。それは、例えば「愛は薔薇のようだ」という比喩を考える。愛から想起されるもの、薔薇から想起されるものはいろいろ考えられるが、現在図4のような圏を考える。ここで自然変換の要素を含む三角構造は破線で囲んだ部分で

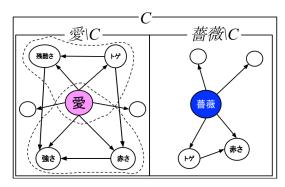


図4 「愛は薔薇のようだ」という比喩の三角構造の例

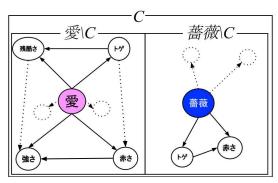


図 5 自然変換の要素を含む三角構造以外を緩和させる

ある. 今回の場合は自然変換の要素を含む三角構造以 外を緩和させることを考えると図5のようになる. こ こでの比喩の解釈を取ると「愛にとっての残酷さは薔 薇にとってのトゲ」,「愛にとっての強さは薔薇にとっ ての赤さ」という比喩になる. ここで注目するべきは 「残酷さ」から「強さ」と「トゲ」から「赤さ」の射で ある. これらは残す三角構造に入らなかったので緩和 された. しかし, 自然変換を含む三角構造の間の射と いうものは重要であると考える. もしこれらの射が緩 和されず残った場合の比喩を考えると「愛のにとって 残酷さは薔薇のにとってトゲ」,「愛にとっての強さは 薔薇にとっての赤さ」、「残酷さにとっての強さはトゲ にとっての赤さ」といった解釈が得られる. 愛の強さ と残酷さの関係と、薔薇のトゲと赤さの関係には何か 関係があると解釈できる. これは「残酷さ」から「強 さ」と「トゲ」から「赤さ」の射も残すような緩和の 方法により豊かな比喩の解釈が得られることを示し ている. どのような三角構造を残こせばこのような豊 かな比喩の解釈ができるのかについては、これからシ ミュレーションなどを行って基準をどのように設ける かを検証していく.

4.2.2 射の種類分け

2つ目は fork rule によって励起される射には 2つの種類があり、その射の区別ができないという課題である。fork rule で励起する射のうち、1つは自然変換の要素となる射である。これは BMF によって移される射 f_{bmf} と $A \setminus C$ にもともと存在した射 f_a があるとき $cod(f_{bmf})$ から $cod(f_a)$ への射である。もう 1 つは自然変換の要素にはならない射である。fork rule によって励起する射が、もともと $A \setminus C$ にある射の組の余域間を結ぶ射、BMF でうつされる射の組の余域間を結ぶ射、もともと $A \setminus C$ に存在した射の余域から、BMF に

よって移される射の余域への射であるとき,これらは 自然変換の要素にはならない.この区別がつかなけれ ばどの部分が自然変換の要素であるかがわからず,結 果として自然変換の探索は困難になる.

1つ目、2つ目の課題に共通しているのは自然変換の 要素を含む三角構造というものをどのように判別する のかという課題である. [A は B のようだ]という比喩 を考えたときに自然変換の要素を含む三角構造はA\C の中にあり、域を共有する2つの射の域がAである三 角構造に限定される. これを判別するための方法は現 在 $A \setminus C$ に存在する射の中で BMF で $B \setminus C$ からうつさ れた射を見つけ出すことである. BMF でうつされる 射というのはもともとコスライス圏 B\C に存在する 射である. つまり BMF でうつされた射が判別できれ ば、それ以外の射はもともと $A\setminus C$ にあった射という ことが判別でき自然変換の要素を含む三角構造を見つ け出すことができる. 自然変換の要素を含む三角構造 が判別できればそれ以外の三角構造は緩和させる候補 になり得え、また fork rule を用いてもこの三角構造は 自然変換であると判断でき、BMF から関手 F を構築 できる. この課題が解決できれば,多くのシミュレー ションが検討可能になるため重要である.

4.2.3 自然変換の優先度・妥当性

3 つ目は自然変換の優先度・妥当性を判断する方法 が明らかではないという課題である。自然変換の優 先度・妥当性を判断する必要がある場合を以下で説明 する.

fork rule を適用していく中で, BMF でうつされる 射 f_{bmf} ともともと $A\setminus C$ に存在する射 a_1, a_2 を考える. $cod(f_{bmf})$ から $cod(a_1)$ への射が励起するとこの射は 自然変換の要素になる. さらに $cod(f_{bmf})$ から $cod(a_2)$ への射が励起するとこの射も自然変換の要素になる. この場合1つの対象に複数の自然変換の要素が存在し てしまう、この自然変換から関手 F を構築しようと したときに、この関手 F は関手の条件を満たさない (関手は写像であるため). したがって, どの自然変換 が妥当かを判断し、選択する必要がある. 最も妥当で あると判断する基準として, 射に備わっている想起確 率が最も大きな値を持つ自然変換を妥当なものとして 選択する方法が考えられる. しかし, fork rule で励起 する射は直接繋がっている射だけではなく, 直接つな がっている射と同一視できる合成射が存在する場合も 想起確率 μ で励起する. 直接つながっている射には想 起確率が存在し、どれが妥当かを判断することができ

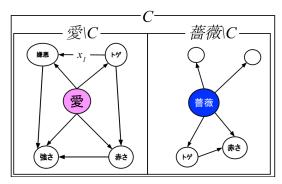


図6 「トゲ」から「嫌悪」への射 x1 が励起する

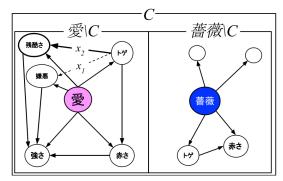


図 7 新たに「トゲ」から「残酷さ」への射 x_2 が励起する

るが、合成射そのものには想起確率が割り振られておらず何かしらの方法を用いて合成射の想起確率またはそれに準ずる値を設定する必要がある。この合成射の想起確率をどのように定めるのかが明らかになっていない。しかし、この課題を解決することでルールの適用中に比喩の解釈がより妥当なものへ変化する可能性がある。例えば、4.2.1 と同じ「愛は薔薇のようだ」という比喩を考える。この場合の圏を図6とする。

これは図4とは違い、「残酷さ」が「嫌悪」になっている。この場合「トゲ」から「嫌悪」への射 x_1 が自然変換の要素になっている。この圏を射の励起のルールを用いて発展させたものを図7とする。ここで新たに「愛」から「残酷さ」への射が励起し、その後 fork ruleで「トゲ」から「残酷さ」への射 x_2 が励起した状態である。この射 x_2 は自然変換の要素である。この射 x_2 は自然変換の要素である。この場をある。この射 x_2 は自然変換の要素である。この場をある。この射 x_2 は自然変換の要素である。この射 x_3 は自然変換の要素である。この射 x_4 と x_5 の方が「トゲ」に対する自然変換の要素になってしまう。ここで自然変換の優先度がつけられることで、先に「トゲ」に対する自然変換の要素として更新する。これは、今まで比喩の解釈だと考えていたものがイメージの意味の圏の構造が変わることで、より良い比喩の解釈に更新しながら自然変換の探索を行うこ

とができる. これは圏の構造を発展させながら自然変 換の探索が行える TINT の長所である.

4.3 想起確率の取得法

想起確率がどのようなデータから取れるかという事が明らかではない。TINTを用いて比喩表現が理解できるような想起確率を取るためにはデータの性質としてどのようなものが求められるのかということが明らかではない。現状どの射が励起されやすいのか、どの射の間に対応が見つかりやすいのかというのは想起確率に大きな影響を受けてしまう。この想起確率がうまく付与されていないと自然変換が見つかるような射の励起と緩和が起こらない。したがってデータにどのような性質が求められ、どのようなデータが利用できそうかという点を検証するのが重要である。

4.4 比喩理解後のフィードバック方法

比喩が理解された後の潜在圏へのフィードバックの 具体的な方法が定まっていない, TINT では比喩理解 がなされた後にイメージ間の想起確率 μ の値が変化す る (学習が起こる). この μ の変化はイメージの想起関 係の変化であり、この変化によって私たちの世界の見 え方が変化する. この世界の見え方が変化するという のは、[A] は B のようだ」という比喩が理解されてイ メージAの意味が変換するというだけで終わりではな い. 例えば A の世界の見え方が変化したことで, 今ま ではイメージAの意味となんら関係のないと思われて いた C というイメージの意味との間に関係を見出すこ とができるようになる可能性がある. そのためどのよ うな学習法を用いればイメージの意味が豊かにし、ま た今までは見出すことのできなかったイメージの間の 関係性を発見できるようになるのかを検証する必要が ある.

5. シミュレーション案

4.1, 4.2 において述べた課題からコスライス圏が確立していない場合の実装は現状困難である. したがって,コスライス圏が与えられた場合の実装を考える. 想起確率に使用するデータは Nelson による大規模な連想ネットワーク (Nelson et al., 1999) を用いる. このデータは実験参加者に対し刺激語 (cue) を 1 つ提示しする. その刺激語に対して有意義に関連している,または強く関連していると考えた 1 つの単語 (target) を,提示された刺激語の隣の空白に記入するといった個別

関連付けタスクと呼ばれる手順で収集されたものである。例えば実験参加者に提示された刺激語が BOOK であった場合,強く関連する単語が READ であると考えたならば READ と記入するといった形式である。このデータを用いた理由としては,cue から target を連想する強さがどの程度であるかがデータとして存在すること,cue の数が 5019 単語,cue に対する回答数が72,176 回答存在するという大規模なデータであることから,Nelson らのデータを用いる。

コスライス圏の抽出は「AはBのようだ」という比喩を考えたときのイメージAを考える。Aを域に持つ射の集合を取る。その中で想起確率が上位r番目までの射を励起させる,その後圏の定義を満たすように合成射を追加する。そして,その励起した射の余域を域に持つ射の集合を取り同じことを行う。これをn回行う。これによってAからnステップの広がりを持つようなコスライス圏 $A\setminus C$ が抽出できる。コスライス圏 $B\setminus C$ に関しても同様に抽出する。射の励起と緩和のルールの適用の流れについてはTルゴリズム 1 の流れで行う。

まず「A はB のようだ」という比喩のイメージA,Bとそのイメージの意味の圏 $A \setminus C, B \setminus C$ が与えられる. $\lceil A \rceil$ はBのようだ」という射 $f: A \rightarrow B$ をが励起し、 $B \setminus C$ の射が BMF をとして $A \setminus C$ にうつる. これをアルゴ リズム 2 で示す local_basic_rule で行う. その後, 自然 変換の探索をアルゴリズム 3 で示す local_fork_rule で 行う. 4.2 で述べた通り BMF でうつった射の余域か ら、もともと $A\setminus C$ に存在する射の余域への射が自然 変換の要素になる. コスライス圏が与えられている 場合, その射がどちらの射なのかを判別することが できる. そのため local_fork_rule では BMF でうつさ れた射と、もともと *A\C* に存在する射の間を直接つ なぐ射のみを考え、自然変換の探索を行う. これは、 ルールの適用範囲を域を共有する2つの射の全体に 適用するのではなく、域を共有する BMF でうつされ る射と, もともと A\C 存在する射の組に制限してい る. また local_fork_rule 中に BMF でうつされた射 1 つ から、複数のもともと A\C 存在する射の間で射が励 起した場合には、その中で最も高い想起確率を持つも のを自然変換の族として選択した. そして自然変換の 族を含む三角構造を記録しておく. その後, 記録され た三角構造以外を切るためにアルゴリズム 4 で示す local_anti_fork_rule を適用する. これにより BMF から の自然変換をなすような関手 F が構築できていれば, それが TINT による比喩の理解である.

6. 結び

6.1 まとめ

ここまでで TINT の実装方法や、シミュレーション の設計を考える過程で浮かび上がってきた課題を述べた. これらの課題をうけて、TINT の計算論的な実装を行うための解決すべき課題が明確になった. 今後は発見した課題の解決に向けて理論の精微化や、さらなる検証を行っていく.

6.2 TINT の長所

現状提案段階ではあるが、TINT には現在までに提 案されてきた様々な比喩理解の理論 (内海 2013) と比 べて喩辞と被喩辞の構造の相互関係をより豊かに扱 い, 記述することができるという長所がある. 例え ば、2つの概念の間の対応付けを、それらの概念を構 築する要素の体系同士の対応付けと考える理論とし て Gentner (1983) の構造写像理論をもとに、比喩理 解の理論として提案された隠喩履歴理論 (Bowdle & Gentner, 2005) がある. TINT も構造の間の対応付け を扱うという点でこの理論と類似している部分があ る. しかし, 構造写像理論や隠喩履歴理論では, 実際 には概念の要素の one-to-one mapping を行っているた め, 構造を同士の対応づけを同型にしなければいけな い. そのため構造同士の相互作用としては十分でなく, また「構造として同じ」という「同じ」の定義が強す ぎる. TINT は「同じ」ということを圏論の枠組みで ある関手や自然変換として定義している. 自然変換は 準同型としてとらえられるため、同型よりも対応付け られる範囲が広がる. これにより構造同士の相互作用 の表現として、適当な表現になりうる.

6.3 今後行うべきこと

6.3.1 想起確率として利用可能なデータの検証

想起確率として利用可能なデータの検証については、まずデータに求められる性質として考える必要がある。まず人間の連想、想起、共起などについて集められたデータであり、そのなかで確率に変換ができそうなものの中でさらにイメージの意味を豊かにするために、あるイメージが多くのイメージとつながっているようなデータが望ましい。現在利用を検討しているデータは現在3つある。

1つ目は Nelson らの大規模連想ネットワークである. このデータは人間の連想のデータであるため, 想

起確率として用いることが可能である。しかし、データを集める際に1つの刺激語に対して1つ単語しか回答していない。これは1つの単語から1つの連想しか考えない形になっているためイメージの意味の広がりとしては、小さい可能性がある。

2 つ目は word2vec である. word2vec は単語をベクトルとして表現する方法の 1 つである. word2vec は類推に類似している構造がベクトル空間上に表現されていると報告されている (Mikolov, Chen, Corrado, & Dean, 2013; Mikolov, Sutskever, Chen, Corrado, & Dean,2013). word2vec での単語間のコサイン類似度などの距離を想起確率の逆数のような形で用いることができるのではないかと考えている.

3つ目は大規模コーパスの共起行列である. 単語の意味を表現しているという観点から言うと, あるイメージ A の意味を表現するときは「A とは…」という説明の文章に出てくる単語などが考えられる. そうすると, 大規模コーパスなどの共起行列などを用いることが考えられる. 共起した回数などを用いてイメージ間の想起確率として表すことができるのではないかと考えている.

6.3.2 トイデータを作成,トイデータを用いたシミュレーションの実装・検証

トイデータの作成としては、今回シミュレーション 案を考えたが実際に動かすことを考えると、やはり最初は小さなトイデータを用いて検証を行うことが重要である。最初はトイデータを用いてシミュレーションを行い。その結果から理論や実装方法、シミュレーションの流れなどの課題をあぶり出し、改善を行っていく。そして徐々にデータを大きくしながら検証と改善を繰り返し行うことで、効率的な検証が行える。そのため、まずはトイデータ作成を行い、シミュレーションの結果としてどのようなものがでてくるのかの確認を行いたい。

6.3.3 実験による人間の想起確率の取得

想起確率として利用可能なデータがない場合に実験を通してデータを収集することが必要になってくる. そのため、どのような実験を行えば人間の想起確率のデータを取得できるのかを考える。例えば Nelson らが大規模連想ネットワークのデータを取得した方法である、個別関連付けタスクの拡張を行う。つまり提示された刺激語 cue に対して有意義または強く関連し ていると思う単語を上位n個回答してもらう。これによってNelonらのデータでの欠点である,イメージの意味の広がりが小さいといった課題が解決できるのではないかと考えている.

他に必要なデータとして、ある「A は B のようだ」という比喩表現から TINT が生み出した比喩の解釈と、人間が生み出した比喩の解釈の間にどのような関係が見られるのかといったデータも将来的には必要になってくる。実験の設計について今後考えていくことは重要である。

References

- 布山 美慕 西郷 甲矢人, (2019). 不定自然変換理論の構築: 圏論を用いた動的な比喩理解の記述, 知識共創, 8, III, 5, 1–11.
- Fuyama Miho, Saigo Hayato (2018). Meanings, Metaphors, and Morphisms: Theory of Indeterminate Natural Transformation (TINT). arXiv:1801.10542
- Tsuchiya,N., Taguchi, S., & Saigo, H. (2016) Using category theory to assess the relationship between consciousness and integrated information theory. Neuroscience Research, 107, 1–7
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L., & Schreiber, T. A. (1999). The University of South Florida word association norms. Retrieved from http://w3.usf.edu/FreeAssociation
- 内海 彰 (2013). 比喩理解への計算論的アプローチー言 語認知研究における計算モデルの役割, 認知科 学, 20, 2, 249-266.
- Gentnerm, D. (1983) Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy., Cognitive Science, 7(2), 155–170
- Bowdle, B. F. & Gentner, D. (2005). The Career of Metaphor. Psychological Review, 122(1), 193–216.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013) Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint, arXiv: 1301.3781.
- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado,G. S., & Dean, J. (2013) Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Adavances in neural information processing systems 26, 3111–3119.

付録 (アルゴリズム)

Algorithm 1 TINT flow

Input: $A, B, A \setminus C, B \setminus C$

- 1: $C_{exc}.add_edge(A, B)$
- 2: $local_basic_rule(A, B, A \setminus C, B \setminus C)$
- 3: BMF-pair, F-pair, nat_trans $\leftarrow local$ -fork_rule $(A, B, A \setminus C, B \setminus C)$
- 4: $local_anti_fork_rule(A \setminus C, B \setminus C, BMF_pair, F_pair)$
- 5: **if** $is_nat_trans(B \setminus C, A \setminus C, BMF_pair, F_pair)$ **then**
- 6: 比喻理解
- 7: else
- 8: 比喻不理解
- 9: end if

Algorithm 2 local basic rule

Input: $A, B, A \setminus C, B \setminus C$

- 1: **for** $B_edge \in B \setminus C.edges$ **do**
- 2: **if** $dom(B_{-}edge) == B$ **then**
- 3: $edge \leftarrow (A, cod(B_edge))$
- 4: $A \setminus C.add_edge(edge)$
- 5: else
- 6: $A \setminus C.add_edge(B_edge)$
- 7: end if
- 8: end for

Algorithm 3 local fork rule

```
Input: A, B, A \setminus C, B \setminus C
```

- 1: $B_edges \in B \setminus C.edges$
- 2: **for** $B_edge \in B_edges$ **do**
- 3: **if** $dom(B_edge) = B$ **then**
- 4: $edge \leftarrow (A, cod(B_edge))$
- 5: BMF_edges.add(edge)
- 6: end if
- 7: end for
- 8: **for all** edge such that $A \setminus C.edges \notin BMF_edges$ **do**
- 9: **if** dom(edge) = A **then**
- 10: $A_edges.add(edge)$
- 11: end if
- 12: end for
- 13: **for** BMF_edge such that $edge \in BMF_edges$ **do**
- 14: **for** A_edge such that $edge \in A_edges$ **do**
- 15: $cod1 \leftarrow cod(BMF_edge)$
- 16: $cod2 \leftarrow cod(A_edge)$
- 17: **if** $is_exc(cod1, cod2)$ **then**
- 18: $A \setminus C.add_edge((cod1, cod2))$
- 19: $BMF_pair.add((cod1, cod1))$
- 20: $F_pair.add((cod1, cod2))$
- 21: **end if**
- 22: end for
- 23: end for
- 24: **return** *BMF_pair*, *F_pair*

Algorithm 4 local anti-fork rule

Input: $A, B, A \setminus C, B \setminus C, BMF_pair, F_pair$

- 1: $remain_B \setminus C \leftarrow [(B, edge[0]) \quad for \quad all \quad edge \in BMF_pair]$
- 2: $remain A \setminus C \cdot dom \leftarrow [(A, edge[0]) \quad for \quad all \quad edge \in F \cdot pair]$
- $3: \ \textit{remain_A} \backslash \textit{C_cod} \leftarrow [(\textit{A}, \textit{edge}[1]) \quad \textit{for} \quad \textit{all} \quad \textit{edge} \in \textit{F_pair}]$
- 4: $remain_A \setminus C \leftarrow remain_A \setminus C_cod$
- 5: **for all** edge such that $edge \in A \setminus C$ **do**
- 6: **if** $edge \notin remain A \setminus C$ **then**
- 7: $A \setminus C.remove_edge(edge)$
- 8: end if
- 9: end for
- 10: **for all** edge such that $edge \in B \setminus C$ **do**
- 11: **if** $edge \notin remain_B \setminus C$ **then**
- 12: $B \setminus C.remove_edge(edge)$
- 13: **end if**
- 14: **end for**

文章理解における抑制機能の働きの検討:年齢群間比較 Inhibitory function and text reading: A study by investigating cognitive ageing effects

原田 悦子[†],中嶋 直哉[‡] Etsuko T. Harada, Naoya Nakashima

[†] 筑波大学人間系, [‡] 筑波大学人間学類 {Faculty of Human Sciences, College of Psychology}, University of Tsukuba etharada@human.tsukuba.ac.jp

概要

言語性知能は加齢による影響を受けにくいとされる - 方で、一般に加齢によって低下するとされる抑制機 能が文章理解に関係しているとも言われている. そこ で本研究では、複数文から成るテキストを読む課題を 取り上げ、文章構造や主題の理解など高次な文章理解 過程と抑制機能の関係について明らかにすることを目 的として, これらの課題達成に加齢がもたらす影響を 検討した. テキストの手がかり再生課題, 再認記憶, 世 界の知識課題の検討の結果,若年成人においては複数 文のテキスト表象を構成する際に、不要文の組込みを 抑制している可能性が示されたが、高齢者は不要文と その他のテキストとの区分が明確ではなく、両者が混 在する記憶表象となっている可能性が示唆された. テ キスト理解における抑制機能の果たす役割、ならびに そこでの認知的加齢の影響について, さらに検討する 必要があることが強く示唆された.

キーワード: テキスト理解 (discourse understanding), 認知的加齢 (cognitive aging), 抑制機能 (inhibition)

1. はじめに

認知科学におけるテキスト理解では、心的表象が構 築されることが一つのゴールとされ、入力された言語 刺激がそうした表象に組み込まれていく bottom-up な 過程がモデル化の主たる対象とされてきた. しかし, 実 際の言語環境の中での刺激には常にさまざまな非関連 情報が含まれ、ゴールとしての心的表象を、整合性・一 貫性のある,精緻なものとなるためには,何らかの抑制 的機能による処理が必要と考えられる. Gernsbacher ら (1990)は文末に多義語を用いた実験(exp.4)により、非 関連の連想語が直後(100ms)に提示された場合には「文 意とは非関連」と判断するまでに要する時間が長くか かるのに対し、テスト語提示が遅延条件(850ms後)に なると, 読み能力の高い大学生においてのみ反応時間 が短くなることを示し, 文章理解の能力が非関連情報 を抑制する機能強度と関連することを示した. またこ うした知見を受けてか, リーディングスパンテストの 構成を統制し、より抑制的処理を必要とするテスト課 題の方が読解力の達成をよりよく予測するとの知見も

報告されている (大塚ら, 2002: 森下ら, 2007).

一方、社会の中の高齢者の占める割合が高くなっている中で、健康な高齢者との対話が若年成人間の対話に比べて「やや異なる」こと、高齢者との対話において「ある種の対話負荷感」があることが実感されるようになってきている。特に日常的に高齢者との対話が発生するコールセンターなどでは高齢者対応の難しさがしばしば語られ、そうした現実場面での対話の分析も行われつつある(池永・原田、2018; Ishii ら、2018)。そうした対話の変化には複数の要因が考えられるが、その一つに言語を用いた理解・産出の過程における加齢変化、あるいはディスコース理解の機能低下がある可能性も否めない。

これまで、健康な加齢において、その認知的機能の変化には大きく2種類、すなわち課題達成が20歳代から徐々に課題達成が低下していく流動性知能と、少なくとも70歳代までは低下しない(むしろ上昇していく)結晶性知能があるとする考え方が広く受け入れられてきた(Schaie, 1980; Salthouse, 2004). 前者はその時点の刺激状況に合わせて、より速くより正確に処理を求められる課題(刺激反応課題やエピソード記憶課題)での現象であり、後者は言語的知能や「世界の知識」にかかわる課題(語彙判断や短文の文検証課題など)において見られる課題達成とされている。そのため一般に、こうしたシンプルな言語性課題のテスト結果に基づき、言語能力については加齢変化がごく小さいと広く考えられてきている。

しかし一方で、認知的加齢の主たる原因が認知的制御機能の低下と考えられるようになったことから(Amer, Campbell, & Hasher, 2016;原田, 2009)、言語利用においても高度な認知的制御を必要とする場合には加齢変化を受ける可能性が考えられる。実際,8枚のカードを言語的コミュニケーションの中で並べ替える対象指示課題で、メンバーに高齢者が含められたときの課題成績低下ならびにそこでの発話の質の変化が大き

く(原田・池永、2018)、言語処理における加齢変化をより厳密に検討していく必要性が示されている。また認知的制御の一つとして、特に抑制機能の加齢に伴う低下(Hasher.& Zacks, 1988)に注目をする研究では、主課題と共に提示される単語について、「関係がないので無視してください」という教示を与えられているにもかかわらず、その後の課題で提示単語についてのプライミングが高齢者のみに出現する(Rowe ら、2006;Campbell ら、2010)といった潜在記憶の効果が報告されている。それらの結果は、顕在的な記憶においても潜在記憶課題においても、若年成人は「非関連情報とされたものを抑制し、処理をしない」ことを示しているのに対し、高齢者は「抑制しきれないために刺激の処理をしてしまい」その結果としてその後の刺激処理において記憶による促進が得られているものと考えられている。

そこで本研究では、複数文からなるテキストの読解 を求める際に、命題レベルでの関連性が低い文が含ま れているときに、その文がどのように処理されるのか を,若年成人(大学生)と健康な高齢者の間で比較する ことを目的として実験を行った. ここで用いたテキス トは、いわゆる大学入試の英語問題の中で「不要文削除 問題」とよばれる問題のテキストにヒントを得て独自 に作成した1. 不要文削除問題では、7 文程度のテキス トの中ほどに、文としては成立しているが、テキスト全 体としての文意とは無関連の命題文が 1 文含まれてお り, それを抽出することが求められる. こうしたテキス トを読む際には、1文ずつの命題を表象として構築した 上で、その意味を統一的に理解しようとする際に非関 連文としてその存在を抑制する処理がなされることか ら, テキスト全体の心的表象はより整合的, 一貫性の高 い精緻なものとなるものと考えられる.

以上から、本実験では不要文を含むテキストを読んだ後に「全体を現すタイトルをつける」という課題を行うことによりテキスト全体を統一的にとらえる課題状況を設定し、その後に、間接的にテキストの記憶表象を探るための手がかり再生課題ならびに再認記憶課題を行い、年齢群によって表象の相違があるか否かを検討した。加えて、不要文の意味内容について、「世界の知識」として問う課題状況の中で、不要文に関する潜在記憶の測定を試みた。

2. 方法

実験デザイン: 年齢群 (参加者間: 若年成人 vs 高齢者) と文の特性に関する要因 (参加者内: 主要文, 不要文) を独立変数とする2 要因混合計画.

参加者: 若年群 20 名 (大学生, 男女各 10 名, 平均年齢 21.7歳, SD 0.71), 高齢群 20 名 (筑波大学みんなの使いやすさラボ登録者, 男女各 10 名, 平均年齢 71.5歳, SD 3.38). 高齢者については, 65歳以上, MMSE (Mini-Mental State Examination, Folstein, Folstein, & Mchugh, 1975) 27以上で健康であり, 教育年数 13年以上を抽出条件とした.

刺激文章 不要文を含む文章 20 セットを作成した(さらに説明用1,実験時バッファー用2 セットを追加). 過去の大学入試センター英語問題を日本語訳する(ただし,実験に参加する大学生が実際にその問題に触れたことがないよう,出題年を統制),あるいは類似の評論・説明文の中に不要文を1文挿入するなどして作成した.1セットのテキストは6文構成とし,主題に関連する5文(以下,主要文とする)に加えて,1文は主題には関係しないが,前後のつながりからは文としては逸脱しない文(以下,不要文とする)とした.テキスト全体の文字数は平均229.15文字(SD21.73),不要文は第2~5文目に配置された.例を表1に示す.

課題 文章理解のための実験課題として次の3つを設定した.

・タイトル選択課題: テキストを統括的に読み,理解することを求めるために,「テキストを読んで適切なタイトルを選択するよう」求める課題(2 肢選択)を作成し,加えてそのタイトル選択についての確信度評定(1~10)を行った. 20 セットのテキストについて,テキストを読んだ直後に画面上で実施した.テキスト表示ならびにタイトル選択課題の表示は,E-prime ver2.0を利用して行った.提示順は最初の2セットのテキスト(練習ならびに初頭効果をなくすためのバッファー用材料)を除き,20セットをランダムな順に提示した.

・世界の知識課題 (穴埋め課題): 不要文の内容に関する穴埋め形式問題を 20 題,またダミー項目として同一形式で,テキスト非提示情報に関する問題を 20 題,1 枚の紙にランダムな順に紙に印刷して渡し,自由にペンで記入するよう求めた.これまでの課題との関係性については一切説明されなかった.

https://www.dnc.ac.jp/albums/abm.php?f=abm000 33158.pdf&n=h30+eigo.pdf

¹ たとえば、H30 年度事例:大学センター試験英語 問題、第3問A, p.12 など

- ・手がかり再生課題:紙に20テキストのタイトルを1 語で手がかりとして提示した上で、テキストに書かれていた内容を、自由に再生するよう求めた.再生は文そのままでもよいが、どんな内容が書かれていたかという概要や、部分的な情報でもよいとして、「思いつくものは何でも」できるだけ多くのことを書くよう求められた.
- ・再認課題:20テキストについて、3文に基づいた再認課題をセットとして20組作成した、1文は不要文、残り2文は第1文以外の主要文から作成し、再認の正誤を逆転させた2セットを各テキストについて作成し、参加者間でカウンターバランスをとって実施した.

手続き 実験は個別に行われた.来室後,「文章を読 むことについての研究であり, また PC ディスプレイ上 で文章を読んでもらうことの読みやすさについても意 見を聞く」調査実験と説明され、同意を得た上で実験を 開始した. まず PC 上で, テキストを読んで適切なタイ トルを選択し、その確信度を評定10段階で評定するこ とを、デモ用テキスト1セットを用いて説明を行い、 課題内容が理解できたことを確認したうえで、練習/ 初頭効果用バッファー2セットの後,20セットがラン ダムな順に実施された. なお、教示の際に「あなたはあ る雑誌の編集長になったとお考え下さい。これから新 人編集者が書いたいくつかの文章を画面上で読んでい ただきます。文章はまだ仕事に慣れていない新人編集 者が書いたもので本文のテーマ(主題)には関係のない 不要な文が含まれている可能性があります。」と伝え, あらかじめ不要文が存在している可能性を示した。ま た刺激文章の読み時間、タイトル選択に必要とした時 間を測定するため、画面に表示されたボタンを押して 次に進むよう求められた。なお本試行実施前に、「ふだ ん新聞や本を読むようなスピードで構いませんが、出 来る限り早く正確に回答するようにお願いします」と 教示した. 課題終了後, 参加者のプロフィール (年齢, 性別, 学生の場合は学年と所属学部) の記入を求め, そ の後,刺激文章とタイトル選択に関する質問紙(例:文 章は難しかった) に回答を求めた。

次に、紙と鉛筆形式で、世界の知識に関する穴埋め課題を行い、その課題についての質問紙に回答した後、「先ほど読んでいただいた文章について思い出してください」と述べて、手がかり再生課題、ならびに再認課題をいずれも紙と鉛筆形式で、参加者ペースで行った。再認課題終了後に課題に関する質問紙に回答を求め、さらに日常の読書活動などについての質問紙に回答を

求めた. 実験は若年成人では約60分, 高齢者群では90分で終了した.

表1 実験材料の例:テキスト本文および各種課題

提示テキスト		·			
佐ホナヤヘト	トマトは野菜か果物、どちらだと思いますか?				
(下線部が不要					
文)	実際、フランスや台湾ではトマトは果物として扱われています。				
X)	(大) 大院、ノフンスや台湾ではトマトは来物として扱われています。 しかし日本やアメリカではトマトは野菜であるとされており、お店や家庭でも				
	調理されています。	るとされており、お店で家庭でも野来として			
	B. 22 1. 4. 0.70				
	<u>またスペインのブニョルという町では大量のトマトをぶつけ合うトマト祭りが毎年開催されています。</u>				
	XLCいます。 トマトが野菜だとされる大きな理由は、畑で作られること、デザートにはならないことの				
	トマトか野来たとされる大さな理由は、畑で作られること、ナサートにはならないこと 2点だと言われており、作り方や食べ方が大きく関わっていると言えます。				
	2点にこ日4741110859、1497711日、177717	八とく因りりていると日元より。			
	(正)	(誤)			
タイトル選択肢	トマトはどう分類できるか	トマトをおいしく食べるには			
	(学習項目)	(新項目)			
「世界の知識」	スペインの_では毎年トマト祭りがおこな	ロシアのでは毎年ブロンド美女祭りがま			
問題	われている。	こなわれている。			
自由再生課題 手がかり	トマト				
	(正)	(誤)			
再認課題	花の付け根から発達し、中に実を含んで	花の付け根から発達し、中に身を含んで			
	いるものは果物である。	いるものだけが果物ではない。			
	スペインではトマト祭りが毎年開催され	イタリアではトマト祭りが毎年開催される。			
	る。	アメリカでは多くの人がトマトを果物だと			
	アメリカでは多くの人はトマトを野菜だと	思っており、法的にもそれが認められた。			
	思っており、法的にもそれが認められた。				

3. 結果と考察

テキスト理解とタイトル選択課題

テキストを読むのに要した時間,タイトル選択までに要した時間,ならびにタイトル選択の正答率とその際の確信度評定値を各参加者ごとに20のテキストについての平均値を産出し,群ごとの記述統計を求めた結果を表2に示す.年齢群間に有意な差があるか否かをt検定で検討したところ,タイトル選択課題の正答数には有意な差が見られなかったが,確信度評定値では若年群で高齢者よりも確信度が高かった。また文章の読み時間,タイトルの選択時間のいずれも高齢者が若年者よりも長い時間を要していた(読み時間はおおよそ10秒,タイトル決定時間はおよそ4.5秒延びていた).

表2 タイトル選択課題における課題達成					
	若年群		高齢者群		
	平均	SD	平均	SD	t-test
正答数	18.85	1.11	18.50	1.99	n.s.
確信度評定値	8.24	0.60	7.63	0.87	p<.05
読み時間(ms)	18244.55	3324.35	28200.66	6642.94	p<.001
選択時間(ms)	6211.38	2875.81	10707.68	4052.85	p<.001

世界の知識課題(穴埋め課題)

ターゲット項目の正答数については若年群は平均 10.20 (SD 2.99), 高齢者群は平均 8.90 (SD 3.00)であり,年齢群間で有意な差は見られなかった. なお,本課題は潜在記憶の計測を目して実施したが,事後インタビューにおいて,参加者全員から,本課題がテキスト読解課題で提示された文章と関係していることに「気づ

いていた」と述べ、潜在記憶課題としては機能していなかったことが示された.

手がかり再生課題

再生課題では、刺激テキストの6文を命題表現し、 その命題を含んだ文あるいはそれを代表する語の有無 を判断して得点化した. そこでテキスト1 セットにつ き、主要文5点、不要文1点が割り振られた、各参加 者ごとの20テキストの総和について、年齢群ごとの平 均と標準偏差を表3に示した。年齢群間差を t 検定で 検討した結果、主要文の再生数は若年者群のほうが高 齢者群よりも高かったが、不要文の再生数は年齢群間 で有意差が見られなかった、参加者ごとに、不要文に関 する再生が全体に占める割合を産出したところ, 年齢 群間差が有意であり、高齢者群のほうが高かった. ま た, エラーとして, 主要文と不要文の要素が一つの命題 の中で混在し、主要文の再生が歪められるものについ て歪みエラーとしてカウントしたところ、若年群では そうしたエラーは観察されず, 高齢者群の再生数は有 意に 0 よりも高いことが示された. こうしたエラーの 例を表4に示す。

表3 手がかり再生課題における課題達成					
	若年群		高齢者群		
	平均	SD	平均	SD	t-test
主要文得点	50.00	11.96	29.70	7.91	p<.001
不要文得点	7.50	3.14	6.10	2.64	n.s.
不要文割合	0.13	0.04	0.17	0.06	p<.01
エラー数	0.00	0.00	0.90	0.99	p<.001

再認課題

テキストにあった文の内容を正しく再認できた Hit 数から誤文に対する False Alarm 数を引いた値 d'を 再認課題成績とし、各参加者の主要文、不要文ごとに平 均値を求めて、年齢群ごとの平均値を求めた結果を図 1 に示す。

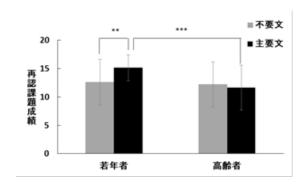


図 1 再認課題成績 (**p<.01, ***p<.005)

再認成績について,文(2:主要文,不要文)×年齢群(2)の分散分析を行った結果,年齢群の主効果が有意傾向(F(1,38)=3.74,p<.10),文と年齢群の交互作用が有意であった(F(1,38)=6.48,p<.05).交互作用の単純主効果について検討すると,若年群において,不要文と主要文の再認成績に有意差が見られ(F(1,38)=8.76,p<.01),主要文のほうが不要文よりも高かったのに対し,高齢者では文の効果は有意ではなかった。また主要文において,年齢群間の再認成績に有意差が見られ(F(1,76)=8.82,p<.005),若年群は高齢者群よりも高かったが,不要文では年齢群間の差は有意ではなかった。

質問紙による主観評定

テキスト提示段階後の質問紙での「文章の中に要らないと思われる部分があった」、および全課題終了後の質問紙での「本来は必要のない文があると分かった」の両者において年齢群間で t 検定での有意な差が見られ(いずれも6段階評定値、p<.001)、若年者群のほうが高齢者群のほうが高かった(図2)、テキスト提示・タイトル選択課題後の「文章の内容は難しかった」「文章の内容はスムーズに理解できた」「文章を読むのは楽しかった」「タイトルの選択は難しかった」の項目についてはいずれも有意な年齢群間差は見られなかった。

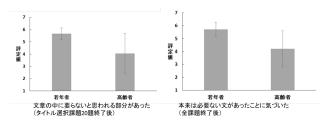


図2 不要文への気づき(6段階評定)

総合考察

本研究において高齢者群は、タイトル選択の確信度は若年成人よりも低かったこと、再認課題において主要文と不要文との間に有意な差が見られなかったこと、さらに再生個数において有意に高い不要文率を示したことから、高齢者においては不要文と主要分の区分が低かった可能性が考えられる。この点は、主観的な評価においても示されており、高齢者が若年成人に比べ、不要文としての認識が低く、不要文としての処理がなされる度合いが低かった可能性が示された。

これらの結果は、若年成人においては、テキスト理解 の途中で主要文と不要文とを区分するような処理がな され、その結果として主要文の方に重きを置いたテキスト処理がなされていたことを示している. しかしそこでの処理は、Rowe ら (2006) や Campbell ら (2010)が示したような、若年成人において不要文の処理が全くなされず、その結果として記憶表象に残らないといったものではなく、「不要な文は不要な文として」区分して処理され、記憶されているものと考えられる.

一方,先行研究で示されたような,不要情報の抑制的処理に「失敗」をした高齢者群のみに潜在記憶としての促進効果がみられるという現象については,本研究では実験課題作成/手続きの問題から,観察できなかった.すなわち,テキスト理解課題と世界の知識課題の関連性がすべての参加者に「気づかれて」しまったことにより,潜在記憶としてのプライミング効果の測定は不可能となり,顕在的に検索をした可能性が高い.その際に年齢群間差が見られなかったことからも,上記の若年成人の記憶表象に不要文情報も残されていたことが示唆されているといえよう.

興味深いことに、不要文についての記憶成績には年齢群間差が見られないことから、これらの結果が、高齢者の言語理解能力が低く、そのために記憶表象の確立が不可能であったためではないと考えられる。すなわち少なくとも文単位での理解は十分にできているにも関わらず、テキスト全体としての統一的表象を作る際に、「不要文に気づき、区分し、抑制的処理を行う」ところに認知的加齢の影響が示されたものと考えられる。

しかし、本実験の結果のみでは、何らかの加齢の影響 から「不要文であることの抽出」ができなかったために これらの結果が得られたのか、逆に不要文の抽出はで きていたとしても、その抑制を行う処理がうまく行わ れなかったために生じた現象であるのかについては、 明らかにすることはできていない. ただし, いずれにせ よ最終的に構築された記憶表象が、不要文と主要文が 混じった形になったがために、再生課題における歪み エラーが生じたことは、高齢者が現象として「不要な情 報を含まないように、抑制的な処理を行う」確率が低い ことを示している. こうした処理の様式の違いは, 一つ の文章を読む、あるいはディスコースの交換をする際 に若年成人と高齢者との間に理解のズレを引き起こし ている可能性を示しており, 若年成人が感じる異世代 間コミュニケーションでの対話負荷の一因となりうる と考えられよう.

今後さらに,人の文章理解と不要情報の処理/抑制 について検討を行い,同時にこうした加齢に伴う抑制 的処理を行った文章理解の困難が、どのようなコミュニケーション上の問題につながっていくのか、そうした問題をどのようにして健康な高齢者に対する認知的支援として実施可能なのか、検討を加えていく必要性が示されたといえよう.

猫文

- Amer, T., Campbell, K. L., & Hasher, L. (2016).
 Cognitive Control As a Double-Edged Sword. Trends in Cognitive Sciences, 20(12), 905-915
- [2] Campbell K. L., Hasher, L., Thomas, R. C. (2010). Hyper-binding: A unique age effect. Psychological Science, 21 (3), 399-405
- [3] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research, 12(3), 189-198.
- [4] Gernsbacher, M. A., Varner, K. R., & Faust, M. E. (1990). Investigating differences in general comprehension skill. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16(3), 430-445.
- [5] 原田悦子・池永将和 (2018).加齢に伴う会話の変化-対 象指示課題による検討- 第 16 回日本認知心理学会大 会発表論文集.
- [7] Hasher, L., Tonev, S. T. Lusting, C. & Zacks, R. T. (2001). Inhibitory control, environmental support, and self-initiated processing in aging. In M. Naveh-Benjamin, M, Moscovitch, H. L. Roediger (Eds.), Perspectives on human memory and cognitive aging: Essays in Honour of Fergus Craik. New York: Psychology Press.
- [8] Hasher, L. & Zacks, R. Working memory, (1988) comprehension and aging: A review and a new review .In G. Bower(Ed) The psychology of learning and motivation. Sandiego, CA: Academic Press. Pp 493–325.
- [9] 池永将和・原田悦子 (2018). 高齢者―若年成人間のコミュニケーション: コールセンター場面における高齢者対応事例. 日本認知科学会第35回大会大会発表論文集.
- [10] Ishii, K., Shirakawa, S., Ikenaga, M., Akatsu, H., & Harada, E.T. (2018) Communication at Customer Centers as Collaborative Problem Solving: Characteristics of Older Adults.Cognitive Ageing Conference 2018.
- [11]森下正修, (2007). 読解力に対するワーキングメモリ課題 の予測カーリーディングスパンテストによる検討 心理 学研究, 2007, 77.6: 495-503
- [12]大塚結喜, 森下正修, 近藤洋史, 苧阪直行(2003). 読解力とワーキングメモリにおける抑制 メカニズムの関係性 基礎心理学研究,21,131-136.
- [13] Rowe, G., Valerrama, S., Hasher, L., & Lenartowicz, A. (2006). Attentional disregulation: A benefit for implicit memory. Psychology and Aging, 21, 826-830.
- [14] Salthouse, T.A. (2004). What and When of Cognitive Aging. Current Directions in Psychological Science, 13, 140-144.
- [15] Schaie, K. W. (1980). Intelligence and problem solving. In J.E.Birren, & R.E.Sloabe(Eds), Handsbook of

mental health and aging. New York: Prentice-Hall. $Pp262\hbox{-}284$

* 本研究はJSPS科研費JP16H02053, 18K19798の助成を得て実施された.

表 4 手がかり再生課題における「ゆがみ」エラーの例

手がかり語	エラー例	備考
チキン	アメリカやイギリスでチキンを食べる習慣の由来について記述があった	日本の習慣~イギリスの習慣に
	日本のクリスマスではローストチキンを食べる	ローストビーフと混同?
	ケンタッキー・フライド・チキンが始めた習慣だが,本当は牛肉を食べる	牛肉→ローストビーフから?
	日本のクリスマスではチキンを食べることが一般的になったが、イギリスは以前から食べて	イギリスでチキンは食べられていない
	チキンがイギリスのクリスマスに食べられるようになったのはケンタッキ―に由来する	日本マイギリスに
	クリスマス、英国ではチキンを食べる習慣がある。	日本~イギリスに
サザエさん	近年は長寿社会となり60歳,65歳の定年でそぐわなくなったので,低視聴率の原因か	因果関係で結ぶ
	波平さんの時代と現代とのギャップがあるから視聴率が下がったのである	因果関係で結ぶ
	波平さんに見られる父親像が近年には当てはまらないので視聴率が落ちている	因果関係で結ぶ
	時代背景から解離したため視聴率が低下してきた	因果関係で結ぶ
テレビ	視聴率を上げるために、夜の番組はお笑いが多くなった	因果関係で結ぶ
	お笑いなどの人気番組は少し00よりオーバーして放映する	つなげて考えている?
トマト	トマトはスペインでは果実です	台湾, フランス-スペインに
	トマト, 果物…スペイン, イタリア	台湾、フランスースペインに
切手	切手収集の趣味はイギリスから日本に伝わった	つなげて考えている?
森林管理者	森林管理者は、森林火災の時、低い姿勢で逃げなければならず大変である。	苦労の内容が間違っている
しゃっくり	しゃっくりは脳や舌咽神経の病気のこともある	舌咽神経と病気をつなげている

電算画面で読み聞かせた絵本の理解における誤信念理解と類推 保育専門学校生による誤信念理解(II)

False-belief of college students in computerized picture-book reading

光田 基郎†

Motoo Mitsuda

[†]ノースアジア大学・経済学部

North-Asia University ,Akita,010-8515 mitsuda@mopera.net

概要:成人に「対象の予期しない移動による誤信念」の理解を求めた実験(例:Birchなど'07)に注目し,実験参加者が対象の移動を知り得た結果が登場人物の誤信念内容の理解と誤信念一般に与える効果を検討した。はじめに:本報告は,画面で読み聞かせた絵本の内容理解,下位技能と成人の誤信念理解検査成績(従来の2肢/Birthの4肢選択)とを関連付けた探索実験である。 方法:

(イ)材料:トラと干し柿 (パク ジエヒン著 光村教育 図書)より、強さを自任するトラでも 泣く子が母に「泣 くな、熊や狼が来る。トラも来る」と脅されても泣き止 まないのを聞いて驚いた。トラは「この子は本当に自 分が来ても泣き止まない程の強い子だ」と誤解する。 母親がこの子に干し柿を与えたら泣き止んだので、ト ラは「自分が来ても泣き止まない様な強い子でも怖が って泣き止んだほど干し柿は怖い」と思い込んで逃げ た時、農家に侵入した牛盗人と鉢合わせする。盗人は牛 を盗む気でトラに飛び乗ったが、トラは干し柿という 怪獣に抑え付けられたと恐れて盗人を背中に乗せて走 る。夜が明けて盗人は自分がトラに乗った事が分かっ て驚き,木の枝につかまって命拾いし,トラも逃げ去る 話と、下記の検査計17画面を電算に録音・録画して保 育専門学校生(M5, F29, 平均年齢 20;6)に読み聞かせ, 下記の内容再認と下位技能検査結果を求めた。(ロ)検 查項目: (a) 上記の内容の逐語・推理再認, (b) 幼児用の 長文理解(留守番のエピソードを読み聞かせてその順 序再構成), (c) 類推, (d) 文法理解 (タクシーがトラ ックを牽く絵の選択), (e) 従来の誤信念理解検査のサ リーとアン課題(2肢選択),(f)反応抑制及び(g)対象 物の予期しない移動を扱った4肢選択の成人用誤信念 検査(女の子が左端の青ケースにヴァイオリンを入れ たが、彼女の留守中に妹がこれを赤または紫のケース に移し、赤ケースの位置も元は青ケースのあった位置 に並べ替えたほか、紫と緑ケースの位置も変えて退室 した。姉が戻った時には4個のケースのいずれを最初 に開くかを参加者に質問し、4個のケース毎にその比 率を記載させた (Birch など '07 の手続きに準拠)。所 要時間23分。(ハ)デザイン:上記の誤信念理解課題 で妹が (a) ケースのどれかにヴァイオリンを移し替え たか不明の条件、(b) 赤ケースに移し替え、位置も姉が 最初に楽器を入れた青ケースのあった位置に移して並 べ替えた情報追加条件と (c) 紫のケースに移した情報 無効条件を級間変動因,姉が戻って最初に開く青,赤, 紫と緑のケース毎に答えた選択の主観的確率を級内変

動因とする 3x4 混合型2要因共分散分析を用いて,再

認,下位技能と楽器ケース選択の主観的確率の相関関係を検定以外に、絵本理解成績の判別分析を試みた。 結果

(イ) Tab. 1 は上記の方法(ハ a-c)の姉が戻ってどの楽器ケースを最初に開くかの主観的確率である. Birch の結果(括弧内)同様,位置情報が「赤」選好>不明=情報無効(紫)の結果(上記級内変動因の主効果は 5%水準)は,移動先の情報による誤信念理解の偏向を示す。Table1. 再認に対する上記のケース選択比の寄与

どれ	か不明 位置	情報あり(赤)	情報無効(紫)
青	53%(71%)	50% (59%)	72% (72%)
赤	9% (23%)	26% (34%)	9% (19%)
紫	15% (5%)	6% (3%)	20% (6%)
緑	14% (3%)	5% (4%)	4% (3%)

*()はBirch & Bloom'07,Psychol. Sci.の結果)

(ロ) Table2 は上記(イ)の楽器ケースの選択比を含む 誤信念理解, 反応抑制と類推などの技能が絵本の推理 再認比と青ケース選択比を説明する判別分析で, 移動 の情報が絵本の理解を規定し難い結果を示す。

Table2. 絵本理解(推理再認)の判別分析結果の一部 誤信念理解を含む技能で推理再認成績の規定変数は どの容器か不明 位置情報あり(赤) 情報無効(紫) 文法(9,855) 文法(2.549) 有意変数なし。

サリーアン(4.921)サリーアン(2.492)

逐語再認(-5.448)

長文理解(-8.475)

青ケース選択の主観的確率を規定する技能は どの容器か不明条件 位置情報(赤) 情報無効(紫) 反応抑制(13.36) 反応抑制(15.17) 赤選択(5.72) 図形類推(13.68) 逐語再認(13.57) 推理再認(4.54) 長文理解(6.87) 緑選択(7.85) サリーアン(2.81) 緑選択(-5.94) サリーアン(-18.83)

*()の数値は判別分析での正準判別係数値を示す 考察

絵本の内容理解では誤信念理解の寄与は限られ, 誤信 念内容理解の手がかりとなる既得情報による偏向は 4 肢選択よりもサリーアン課題での 2 肢選択課題による 結果の変動が得られた. 他方, 赤容器に移動を述べた条 件でのみ推理再認と赤容器の推定比との正相関(日教 心'19)をも併せて考えた際, 誤信念理解には既得の情 報による偏向, 類推, 反応抑制と作業記憶の協応も必要.

文献

Birch S.A., & Bloom, P.2007. The curse of knowledge in reasoning about false belief. *Psychological Science*, 18: 382-386.

物語の大局的理解と局所的理解の相互依存関係の分析 Analyzing interdependency between comprehension of the whole and parts of story

布山 美慕[†],日高 昇平[‡] Miho Fuyama, Shohei Hidaka

† 早稲田大学,‡ 北陸先端科学技術大学院大学 Waseda University, Japan Advanced Institute of Science and Technology miho02@sj9.so-net.ne.jp, shhidaka@jaist.ac.jp

概要

文章の大局的理解と局所的理解の階層的相互依存的 関係は解釈学的循環と呼ばれ、文章理解の基盤の一つ とされる.本研究は、この解釈学的循環の認知過程解 明を目指し、大局的理解を反映する課題(元童話推定 課題)と局所的理解を反映する課題(意味的段落分け 課題)を提案し、両課題の回答の構造やその関係性を 分析した.その結果、両課題の回答間の一貫した関係 性や、意味的段落分けの回答において物語終盤とそれ 以外の部分に対し異なる構造が示唆された.これらの 構造は解釈学的循環の認知過程の一端を示唆し、その 特徴づけにつながる.

キーワード:解釈学的循環(Hermeneutic circulation), 意図推定(Intension estimation), 物語理解(Narrative comprehension), 文章分割 (Text segmentation),

1. 物語理解を理解するための解釈学的循環 過程解明

物語を理解するとはどのようなことだろうか?単語の意味理解,文法理解を含む単文の意味理解を超えて,「物語」の理解には構成する文章の"構造"の理解が含まれると考えられる。こういった文章の構造として,物語文法[1], global coherence[2] などが考えられてきた。これらの先行研究は物語構造の一部を反映すると考えられるが,説明可能な文章の種類が限定的であるなど[3]の課題が残り,物語構造の特徴づけや定義は必ずしも十分とは言えない。加えて,こういった物語構造が逐次的な読みからどのように構築されるのか,そのダイナミクスは未解明である。

本研究では、文章の局所的理解と大局的理解の相互 依存関係を明らかにすることで、読者の物語構造構築 過程の解明を目指し、同時に読者が構築する「物語構 造」の特徴づけを目指す、ここで、文章の局所的理解 と大局的理解の相互依存関係とは、解釈学的循環 [4] と呼ばれ、文章理解の基盤となる次のような構造である。読者は、文章が全体として伝えたいこと(物語の意図、ある種の物語の要約)を理解するために、その文章を構成する単語や文などの局所的な情報を理解し読み進める必要がある。一方、単語や文の意味は多義性を持ち(比喩的表現の可能性など)、"その文章における"単語や文の意図は文脈情報によって定まる。そのため、ある文章における単語や文などの局所的な意味の理解には、文脈情報である上位の意図の理解が必要となる。この理解における階層的相互依存関係である解釈学的循環の認知過程も未だ明らかではない。

我々は、解釈学的循環の構造は階層的・相互依存的な意図のネットワーク構造と見なせ、この構造が文章の構造の一つの表現であり、読者がこの構造を推定することが文章理解であるとの仮説を持つ(図 1 参照、次段落で説明). この仮説が正しければ、この意図ネットワーク構造構築過程の解明がすなわち文章構造の構築過程の解明につながる. さらに、物語読書で固有に構築される構造が特徴づけられれば、「物語構造および物語理解とは何か?」への解答に近づくことができると期待する.

図1に示した意図のネットワーク構造と文章理解の仮説について述べる。この仮説では、文章理解を階層的な意図推定・予測過程と見なし、以下の意図ネットワーク構造の推定が文章理解と考える。まず、本仮説において"意図"とは、作者(あるいは作品)がその文表現によって読者に伝達しようとした情報(あるいはそのように読者が思う情報)を指す、読者は各文から推定した局所的な意図から、より上位の意図を推定し、最上位の意図として文章全体の意図を推定する。このときまた、推定された上位の意図から下位の意図が推定され、階層的な相互依存関係をなす(なお、図1では模式的に3層のみ記載しているが、より多層でありうる)。上位の意図ほど情報が圧縮され、階層ごとにそのレベルの意図はその階層レベルのある種の文

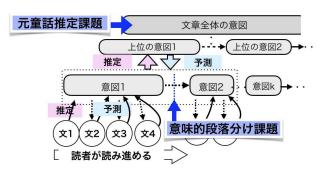


図 1 階層的・相互依存的な意図推定・予測過程としての文章理解モデル

章の"要約"(様々なレベル・種類でありうる)と対応すると考える。物語スキーマ[5]や起承転結などの物語構造も、この意図を表現した意図ネットワーク構造の一種とみなせる。読者は現実世界や読書経験から部分的なネットワーク構造の事前知識を持ち、文章理解時の意図推定にはこの知識を利用すると考える。

読書による物語理解は文章理解の一つのクラスであり、説明文に比べ解釈多様性が大きいことから、整合的な意図ネットワークを複数許す(少なくとも部分的には)ような特徴が考えられる。ただし、物語固有の構造の特徴づけは今後の課題とし、本研究では、まず一般に意図ネットワーク中の最上位の意図である文章全体の意図(大局的な意図)の推定過程と下位構造(局所的な意図ネットワーク構造)の推定過程の関係性を行動実験を用いて調べ、解釈学的循環過程の特徴づけを行なった。

2. 研究方法

本研究では、最上位の文章全体の意図推定を反映する課題として元童話推定課題を、下位の意図ネットワーク構造推定を反映する課題として意味的段落分け課題を用いる(図 1). 順に説明する.

2.1 元童話推定課題

文章全体の意図は、ある文章を読み終わった時にその文章全体の最小の「要約」として表現される内容に対応すると考えられる。文章全体の意図の必要条件の一つは、全体の意図のネットワーク構造をある程度制約し、推定可能とすることである。本研究では、よく知られた童話では、この文章全体の意図(最小の「要約」)推定はその童話の"タイトル"推定によって代替可能と考える。この理由は、有名な童話(例えば「浦島太郎」)ではタイトルからその物語内容の要約を想起可能で、全体の意図のネットワーク構造を推定可能

と考えるためである(「浦島太郎」と聞けば、その話の概要が想起でき、「主人公が亀を助ける」→「お礼に亀に竜宮城に連れて行かれる」→「乙姫に歓待される」→「帰る時に玉手箱を渡される」→「数百年経っている」→「玉手箱を開けてしまい老人になる」といった概要に対応する意図ネットワークを元に全体の意図ネットワーク構造を推定できる).

これを利用し、本研究では、有名な童話の概要的な 意図構造を保存したまま新規な物語を実験者(布山) が創作し、その物語がどの童話を元に創作されている か当てる元童話推定課題によって、読者の文章全体の 意図推定過程を実験者が推定する. 有名な童話そのも のでは、被験者が、局所的な情報である固有名詞など を手掛かりにして、全体の意図を推定せずとも、読ん でいる物語がどの童話か当ててしまう(たとえば主人 公の名前が『浦島太郎』なのでその物語は「浦島太郎」 だと推定してしまう)。この固有名詞などの局所的情 報によるタイトル推定を避けつつ、読者の文章全体の 意図推定過程を調べるため、有名な童話の局所的な情 報を改変した上で、その構造を保った物語を創作した (図2参照). 以降,この元童話と構造が同じ創作物 語を類推物語と呼ぶ. ここで言う実験者が利用した物 語の構造とは、登場人物や登場するアイテムの関係性 の有向グラフ構造とその有向の矢印にこめられた意味 を指す. 部分的な意図ネットワークの一つの表現の仮 説として用いた. たとえば, 「A さんが B さんを愛す」 という物語は

$$A \xrightarrow{\mathcal{Z}^{\text{する}}} B$$

というように表せる。この物語に対する類推物語の例は「Cが D を愛す」などであり、ラベル A や B は変更されるものの、グラフ構造とその矢印の意味は保たれる.

$$C \xrightarrow{\mathscr{D}^{\dagger \delta}} D$$

この元童話と対応する類推物語のグラフ構造の例を 図2に示した.読者が、表面的なラベル情報ではなく、 物語の意図ネットワークの構造の水準で既知の童話の 知識を利用できれば、これらの類推物語から元童話の タイトルを当てることが可能と考えられる.

本実験では、10個の童話のリストを渡し、3文読むごとにリスト中のどの童話が元になった童話と思うか被験者に強制回答を求めた。元童話回答の時系列変化が類推物語の文章全体の意図推定過程を反映すると考える(実験手順詳細は後述)。また、実験素材として作成した4話の類推物語のうち2話において、作品の途中で元とする童話を変更し、意図的に文章全体の意図推定過程を変化させることを試みた。

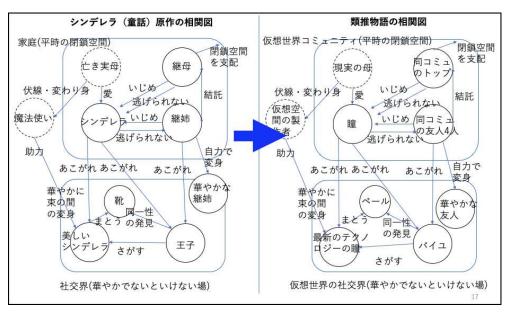


図 2 類推物語の構造の対応例: 左が元の童話(シンデレラ)、右がその童話を元に創作した類推物語の構造. 丸の中が登場人物やアイテムの名称を表し、それらの関係性が矢印を表現する. 左右の図で丸の中の固有名詞は変化するが、矢印の関係性は保たれる.

2.2 意味的段落分け課題

本研究では下位の意図ネットワーク構造の指標として、文章の意味的段落分けを用いる。読者は文章を読み進める際に、その意味的なまとまりを認識できるとされ、この認知は文章分割の認知過程として研究されてきた[6]。この意味的まとまりは、一つの物語全体(読了時の話がきちんと「終わった感じ」として認識される)、章、段落、文、単語など様々な単位で認知される。この中で、単語や文と言ったまとまりの範囲が明示的なものを除く、最小の意味のまとまりの単位が「段落」である。著者らは、これが図1の一番下の階層の意図の変化に対応する単位であり、最小の意図に紐づく文章範囲が一段落に対応すると考える。

以上から、被験者に段落記号を除いた文章を提示し、意味的なまとまりに応じた段落分けをしてもらう課題(意味的段落分け課題)の成績が、読者の下位のネットワーク構造推定の指標と見なせると考えた[7].ここで、次の文が読めない条件とした理由は、段落をまたぐ2文の間での情報の差分情報を利用し、この差分が大きい部分を段落終端と判断してしまうと、意味のまとまり判断を反映する課題とならないためである.

本実験では、元童話当て課題と同じ類推物語を(元 童話当て課題の被験者群とは別の被験者群に)一文ず つ提示し、次の文が読めない状況で、その文が(意味 的な)段落の最後の文だと思う程度の回答を五件法で 得た、この被験者回答の変化や、回答と作品の元の段 落終端との一致度,被験者間での一致度を下位ネットワーク推定過程の指標とみなして分析した.

3. 実験方法

3.1 被験者

北陸先端科学技術大学院大学の日本語母語話者の大学院生および教員を被験者とした. 10 名が元童話推定課題,別の10名が意味的段落分け課題を行った.

3.2 実験素材:類推物語

類推物語は、物語 1 が「鶴の恩返し」、物語 2 が「シンデレラ」、物語 3 が「白雪姫」と「赤ずきん」、物語 4 が「眠れる森の美女」と「浦島太郎」を元に創作した、物語 3 では「白雪姫」を元にした部分から「赤ずきん」を元にした部分へと、物語 4 では「眠れる森の美女」から「浦島太郎」を元にした部分へと物語が変化する。各類推物語の文数と文字数は、物語 1 が 72文・2730 文字、物語 2 が 109 文・3983 文字、物語 3 が 92 文・3232 文字、物語 4 が 143 文・4785 文字である。

3.3 実験手順

元童話推定課題では、被験者は類推物語を読み、3 文ごとに元となった童話だと思うものをリスト中の10 話の童話から1つ強制選択にて回答した.回答と同

TaleNo tale1 tale3 tale5 tale7 tale9 tale2 tale4 tale6 tale8 tale10

図 3 元童話推定課題回答の時系列変化. 被験者 10 名中何名がその元童話を回答したかを読み進めた文数(累積分数)に対してプロットした. TaleNo は元童話の回答番号を,各グラフタイトルの括弧内部は正答の番号を示す. 類推物語 3 と 4 のグラフ中には元童話の正答の変化点を赤線で示した.

時に、その3文の中で回答の根拠となった箇所があれば赤ペンで下線を引くよう求めた。回答箇所より以前の文章の読み返しは許可し、回答箇所より以降の文章を読むことは禁じた。被験者は以上の教示を受けたのち、まず、10話の童話タイトルのリストとその回答候補の童話10話の概要を読み、その後4話の類推物語を順に読んだ。4話の提示順は被験者によって異なるようランダムに定めた。前述の通り、4話の類推物語のうち、2話では途中で元とする童話を変化させた。4話への回答終了後、実験への感想や直近一ヶ月間の読書量等を尋ねるアンケートへの回答を求めた。

意味的段落分け課題では、被験者は元童話推定課題で使用した4話の類推物語を一文ずつ読み、その文で段落が終わると思う程度を5件法(1:全く終わると思わない、2:あまり終わると思わない、3:どちらとも言えない、4:やや終わると思う、5:強く終わると思う)から強制選択にて回答した。回答箇所より以前の文章の読み返しは許可し、回答箇所より以降の文章を読むことは禁じた、4話の提示順は、元童話推定課題の提示順と同じにし、被験者によって異なるようにした。各類推物語の最後にはフィラーとして無関係の物語の文を5~10 文程度追加した。4話への回答終了後、実験への感想や、読んだ物語について気づいたこと、直近一ヶ月間の読書量等を尋ねるアンケートへの回答を求めた。

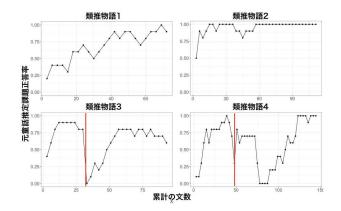


図 4 元童話推定課題回答の正答率の時系列変化.

4. 実験結果

4.1 元童話推定課題回答の時系列変化傾向 と課題の妥当性確認

まず、各課題回答の傾向を独立に確認し、各課題が物語の大局的意味理解・局所的意味理解を反映した結果とみなせるか検討した.

元童話推定課題の回答の時系列変化を図3に,対応する元童話正答率を図4に示す.類推物語1と2では正答の元童話回答が単調増加する傾向が見られ,類推物語3と4は元童話の変化に伴い回答が変化する傾向が確認された.図3,4の類推物語3と4のグラフ中,赤線で示した時点(30~33 文目)で元童話を変化さ

せているが、この変化点に合わせて最大の回答数を得た童話が変化することがわかる。ただし、類推物語 4 では、実験者(類推物語創作者)の意図は赤線の時点(44~47 文目)一回のみ元童話を変化させる(「眠れる森の美女」→「浦島太郎へ」)ことだったが、被験者の回答では 3 回最大の回答数を得た童話が変化した(「眠れる森の美女」→「浦島太郎」→「眠れる森の美女」→「浦島太郎」)、この理由は、類推物語 4 では、70 文目あたりに再度前半部分の童話(「眠れる森の美女」)が元童話としても解釈可能な記述があり、この解釈多様性をもつ記述によって被験者が再度元童話が変化したと考えたことに起因すると推測される1.

全体の傾向として、読み始めを除く多くの時点で、 多くとも2つの童話に被験者の回答が集中する.確度 が低い時点においても、なんらかの意味で"似ている" 童話を被験者が回答する(なんらかの理解がある)こ とが示唆される.

以上の結果から、回答がほぼ実験者の意図した正答 と一致すること、また一致しない場合であっても被験 者間の一貫性は保たれることが示唆された.

加えて、類推物語3と4での元童話回答の変化が緩 やかであることから,被験者は局所的情報(一単語な ど)ではなく、物語全体の構造など、より大局的な情 報に依拠して元童話回答を変化させることが示唆され た. この確認のため、物語構造を表現した図2のエッ ジに構造の情報があると考え,各文に対しこの各エッ ジ内容が含まれる文か否か(その文が構造の情報を もっているか否か)を実験者(類推物語創作者)がア ノテーションした. その上で, 元童話が途中で変化す る類推物語4において、元童話回答と含まれるエッジ 情報(どちらの元童話のエッジ情報が含まれるか、ま たはどのエッジ情報も含まないかの三区分)の関係性 をカイ二乗検定で調べた. その結果. 含まれる元童話 のエッジ情報と同じ元童話が有意 (p < 0.001) に回答 されることが示唆された. この結果も, 元童話回答が 物語構造の情報に依拠してなされることを示唆する.

以上を総合すると、元童話推定課題の回答は、物語の大局的な意図推定を反映しており、かつ被験者間で 一貫性した意図推定がなされたことが示唆される.

4.2 元童話推定課題回答の構造

4.1 の分析から元童話が 1 つの場合 (類推物語 1・2) では正答率が単調増加する傾向や,元童話が 2 つ

の場合はその 2 つの童話の間で回答が切り替わる傾向が見られた. これらの回答傾向が示唆する大局的理解の構造をより詳しく調べるため、元童話推定課題回答を少数の次元に落としてその構造を調べた. 具体的には、元童話の回答をダミー変数に変換し、各データを $10~4\times10$ 種類の元童話の回答 = 100~次元のデータとし、主成分分析を行った. 各データ点の主成分得点を第一・第二主成分の二次元空間上にプロットして示す(図 5. 各類推物語データの第二主成分までの累積寄与率は $40\%\sim65\%$). 時系列データのため、各点を順に直線でつなぎ、データ点の番号を付した.

全ての類推物語で、第一主成分軸に平行な軌跡と第二主成分軸に並行な軌跡が合わさった直角を成すような軌跡が確認できる。この結果は、回答の時系列変化(図3)と合わせ以下のように解釈できる。

まず、直角を成す二辺のうち、データ点の少ない方の辺(類推物語 1、3、4では第二主成分軸に、類推物語 2では第一主成分軸に並行な辺)は、読み始めの元童話が定まらない探索時期に対応する。一方、もう片方のデータ点が多い辺は、類推物語 1・2では元童話の回答が全被験者でほぼ一つに定まった状態、類推物語 3・4では元童話の回答が全被験者でほぼ 2つに定まった状態に対応する。この解釈は主成分得点と主成分負荷量の biplot の結果(紙幅の関係で省略)にも整合的で、とくに類推物語 3と4では第一主成分軸の両方向がそれぞれ正答の2つの元童話の回答に対応し、この2つの元童話の選択過程が表現されていると解釈できる。

まとめると、元童話推定課題の回答を低次元空間で表現した結果、10話から探索する時期(探索時期)と1話で安定あるいは2話から選択する時期(少数からの選択時期)に分けられることが示唆された。このことは、大局的な意図理解が、広く意図を探索する時期時期と、より少数の意図に限定して意図理解を行う(少数の意図理解を深めるような)時期に分けられることを示唆する。

4.3 意味的段落分け回答の一貫性検討と課題の妥当性確認

意味的段落分け課題回答に被験者間で一貫性があるか、また実験者が創作した元の類推物語の段落分けをどの程度当てられているか分析した。 被験者 10名の相関行列を求めたところ、相関係数は $0.01\sim0.37$ で全45ペア中 34ペア(76%)が p<0.05 水準で有意な相関を示した。また、被験者が元の文章の段落終端を検

¹類推物語 4 におけるこの元童話回答の変化は実験素材の統制の 不十分さによるものであるが、実質的に回答の変化点が増えたこと で以降の分析では面白い結果が見えた.

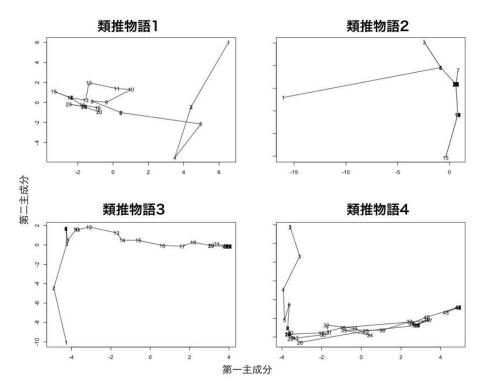


図 5 元童話推定課題回答の主成分分析結果. 各データ点の番号を記入(文字が重なって見辛いが時系列の順を示す)

出可能か,信号検出理論の d'prime (信号とノイズを どの程度弁別可能か示す)を指標として調べた.分析 の結果,d'prime = 0.47 となり,dprime は標準偏差 相当を単位とみなせるため,ほぼ信号(段落終端)を ノイズ(それ以外の文)と標準偏差 0.5 個分程度の精度で弁別可能であることが示唆された.

以上の結果から、被験者は段落分けをなんらかの一貫した手掛かりを元に行なっており、その回答は元の段落分けに対応することが示唆された。よって、被験者の文章の段落単位の構造推定を本課題が反映すると考えられる。ただし、段落終端に特徴的な文末表現等のみに依拠した被験者の段落分けの可能性を棄却する分析は行っていない。そのため、段落内部の意味のまとめりではなく、文末表現などより局所的な情報による意味的段落分け判断の可能性が残っており、今後の課題である。

4.4 意味的段落分け回答の構造

次に、元童話推定課題の分析と同様に、意味的段落分け回答を低次元表現し、示唆される局所的理解の構造を調べた。意味的段落分けデータを順序尺度とみなして主成分分析を行った(分析時にはフィラー文への回答は除いた)。結果を図6に示す(第一・第二主成分

の2次元空間上に主成分得点によって各データ点をプロット、第二主成分までの累積寄与率は36%~45%). 図6では、真の段落終端の文を赤丸で、それ以外の文を青丸で示した. 文番号は見辛いため付していないが、いずれも密度の高い点の集合から外れた端点が類推物語最後の文に対するデータ点である. 物語終盤データがそれ以外のデータの密集部分から離れる特徴は、意味的段落分け回答が各類推物語終端部分とそれ以外で異なる特徴を持つことを示唆する.

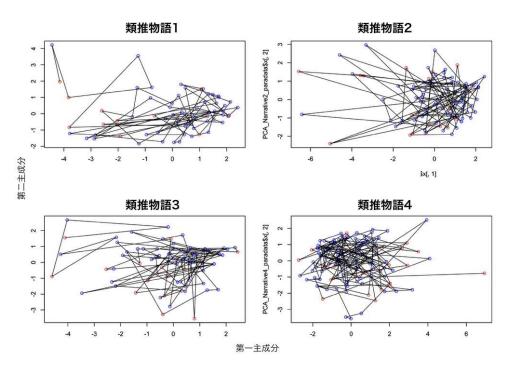


図 6 意味段落分け課題の主成分分析結果. 類推物語の真の段落終端の文を赤丸で、それ以外の文を青丸で表した. 段落終端の文がそれ以外の文に比べて原点から離れた場所にある.

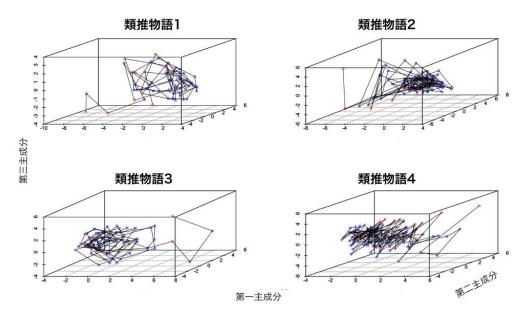


図 7 意味段落分け課題の遅延座標系に対する主成分分析結果

有意となった.両主成分の解釈が難しく,原点から距離があることの意味はいまのところ明確でないが,被験者が真の段落終端を当てられていた点と合わせ.被験者の意味的段落分け回答の構造と真の段落構造に一貫した関係性があることを示唆する.

加えて、より明確に意味的段落分けのダイナミクスを見るため、遅延座標系への埋め込みを行い、その

データに対して主成分分析を行った. 具体的には、各被験者の各文に対する回答データに、2文前までの回答データを加えて1データとし(10名 \times 3 時点の回答 = 30 次元のデータ),主成分分析を行った. この分析は、2 文前までの意味的段落分け評価値を用いた,人の意味的なまとまり判断の構造推定とも解釈できる.

この30次元に対する主成分分析結果を図7に示す.

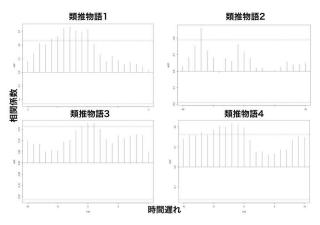
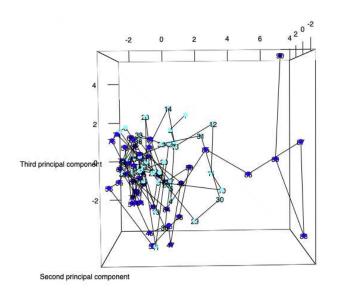


図 8 元童話推定課題正答率と意味的段落分け評価被験者間平均値の交差相関分析:横軸は意味的段落分け評価平均値を基準として,元童話推定課題正答率のを示す.青い点線が有意水準.段落分け評価の被験者間平均値に先行して(あるいはほぼ同時に)元童話推定の正答率が同傾向で変化することが示唆された.

第三主成分までの三次元空間上に主成分得点に基づき各データ点をプロットした(第三主成分までの累積寄与率は27%~35%). 各データ点は前述同様に真の段落終端の文か否かで赤/青で色分けした. 前述の10次元データに対する主成分分析結果と類似に,物語終端付近のデータがそれ以外のデータ集合から外れて存在することがより明確に確認できる. また,4つの類推物語に共通して,物語終端以外のデータ点は周期的な軌道を描き,物語終端に近づくにつれて周期的軌道の一周の距離が大きくなり(周期軌道が解けていくように見える),最後に周期的軌道から外れて物語終端を迎える様子が確認できる. この段階的な構造の変化は,意味的段落分け回答が物語理解過程の何らかの段階に対応したフェーズを表現している可能性を示唆する.

4.5 両課題回答の関係性分析

まず、両課題回答の関係性を簡単にみるため、元 童話推定課題の正答率 6割以上(4話の類推童話合 計で325文)と6割未満(同90文)で文の集合を作 り、各文集合で意味的段落分けの被験者間相関が有意 (p < 0.05 水準)のペア数を比べた。正答率6割以上 の文に対しては36ペアが有意、6割未満に対しては6ペアが有意であり、両指標は独立ではなく、統計的な 関係があることが示唆された。両者の時間遅れを含む 相関関係を調べる交差相関分析では、段落分け評価の 被験者間平均値に先行して(あるいはほぼ同時に)元 童話推定の正答率が同傾向で変化することが示唆され



First principal component

図 9 類推物語 3 の意味的段落分けの時間遅れを含む 30 次元のデータに対する主成分分析結果を,元童話 推定課題の各点での最大の回答数を得た童話で色分けした.

た(図8).この結果は、上位の意図推定が先行して変化し、下位の意図推定の変化が後続する傾向を示唆する.

次に、4.4 の意味的段落データの遅延座標に対する主成分分析で示した通り、意味的段落分け回答は物語理解の何らかのフェーズを反映した構造を持つ可能性が考えらえた。この結果を受け、この意味的段落分けの主成分分析結果の各データ点を元童話推定課題の回答に対応させて色分けし、両者の関係性を調べた。具体的には、最大の回答数を得た童話によって色分けした(図 9、図 10). ただし、類推物語 1 と 2 は元童話推定において開始後即時あるいは数文で正答の回答が過半となっており、本分析の意味がない。このため、類推物語 3 と 4 の結果のみ示す。

類推物語3の結果(図9)を見ると、元童話推定回答の2種類(青と水色)が層状に分かれて存在することが確認できる.水色が前半の元童話回答の正答(「白雪姫」)、青色が後半の元童話回答の正答(「赤ずきん」)に対応する.水色が第一主成分軸と第三主成分軸方向に少しほどけたような構造をして層になっているのに対し、青色は(物語終盤を除いて)より密な層として第一主成分の負方向にまとまって見える.もし元童話推定の回答の種類によって層を構成しているならば、大局的な「元童話が何か」という理解と局所的な意味的まとまりの理解の関連性を示唆すると言える

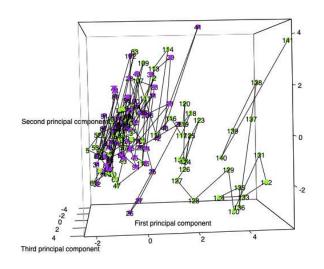


図 10 類推物語 4 の意味的段落分けの時間遅れを含む 30 次元のデータに対する主成分分析結果を,元童話推定課題の各点での最大の回答数を得た童話で色分けした.

だろう. ただし、水色も一部青の集団の中に混ざって 見える部分もあり、読み始め部分の特異性や時系列の 連続的な変化によって各元童話推定の回答がまとまっ て見える可能性も現時点では否定できない.

次に類推物語 4 の結果(図 10)を、元童話推定回答傾向のグラフ(図 3)を参照しつつ検討する。まず、大まかに見て、このプロットには 3 層の構造が見て取れる(図 11 参照).1 層目は第一主成分の値が -2~1 程度の間に位置する最も密なデータ集合の層(図 11 赤の楕円で囲った部分)、2 層目は 1 層目から少し離れ 3 層目との中間に位置する層(同青の楕円)、3 層目は物語の最終盤部分に対応する層(同水色の楕円)である。

1層ずつ詳しく見る.1層目は密度が高く元童話回答の種類も混在しているため,3層目から考察する.3層目は,データ番号129以降(第一主成分の得点が4以上),元童話推定回答が被験者9名以上で一致する時点以降のデータを含み,他の類推物語の結果と同じように物語最終盤に特徴的な,周期的構造から抜け出す部分に対応すると考えられる.

次に、2層目には紫(元童話「眠れる森の美女」に対応)のデータ集合と緑(元童話「浦島太郎」に対応)のデータ集合が含まれるため、順に考察する。まず紫(元童話「眠れる森の美女」に対応)の24-42番は、元童話推定で読み始めの探索時期を終えて、8名以上の被験者の回答が正答の「眠れる森の美女」に集中し、次の童話「浦島太郎」に変化する直前までの部分であ

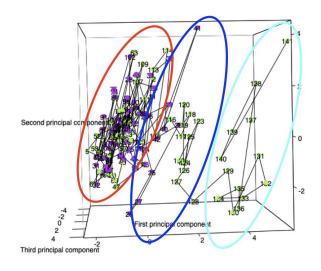


図 11 図 10 に対し、分析者の層の解釈を加えた. 1 層目=赤、2 層目=青、3 層目=水色で囲った集合と見なす.

る. 元童話回答の1回目の変化点(「眠れる森の美女」 から「浦島太郎」へ変化. なお童話の変化点のカウン トは読み始め部分の回答変化を除きカウントする)は 44 文目(43 文目まで「眠れる森の美女」)であり、こ の遅延座標系の主成分分析では2時点ずれるのでちょ うど 42 番目のデータに対応する、物語の内容は、こ の変化点において、物語中100年の時間が経過し、主 な登場人物にも変化がある(話自体は1つの話とし てまとまるよう変化点以前のストーリーと繋がってい る). また、3層目の最終盤とこの部分の軌跡の形状 は、大きく第二主成分軸上で値が変化する点で類似す る(図11では見えないが第三主成分の絶対値も共通 して大きな値をとる). これらを総合すると, この2 層目 24-42 番目の部分は、元童話の推定が定まった後 の物語終端特有の読解に対応する構造と解釈できる. つまり、被験者はこの部分を、物語終盤と捉えて処理 していた可能性がある.一方、緑(元童話「浦島太郎」 に対応)の114番目から128番目は、元童話推定課題 の最大の回答数を得た童話が「眠れる森の美女」から 「浦島太郎」に変化し、「浦島太郎」回答が全10名まで 増加する部分である. 紫と同様に物語の変化点でもあ るが、むしろ他の類推物語 1~3 の物語終盤に向かう 周期的軌道がほどけていく部分に対応すると解釈でき るかもしれない. つまり、物語終盤に向かうことを予 想し、第1層目から徐々に離れた軌道を取る部分との 解釈ができる.2.

²2 層目, 特に第二主成分の値が大きいデータ点に関連し, 元童 話の文章には共通点がある. 43 文目 (データ番号 41)「そうして、 百年後に目覚めたときまで安全な場所で守られることになった。」,

1層目は、読み始めおよび 75 文目あたりの 2回目の元童話回答の変化点のデータを含むが、それ以外は物語終端に関連しないデータ点の集合と見なせる. 類推物語 3 と異なり、元童話ごとに層が分かれる構造は確認できない.

以上を総合し, 意味的段落分けの遅延座標への埋め 込みを行ったデータの構造は、元童話の回答自体の変 化よりも, 物語の終端部分での理解とそれ以外の部分 での理解の処理の違いをより強く反映すると考えられ る. 類推物語 4 では、元童話の変化点直前が物語の終 盤部分と被験者に判断されたため、一つの類推物語の 読書の中で二回物語終端部分における理解の処理が観 測されたと考える. 類推物語3での元童話変化点では この構造が確認できない理由としては、類推物語3の 元童話の変化点では時間や空間の変化が大きくない一 方, 類推物語 4 では変化点で 100 年間の時間変化や登 場人物も変化するため、より(ある種非連続的な)構 造となっていたことが影響した可能性が考えられる. 各類推物語の終盤においては、残文が少ないというメ タ情報から意味的段落分け回答が特徴的になる可能性 も考えられた.しかし,類推物語4の1回目の回答変 化点において物語終盤と対応する意味的段落分け回答 の構造が確認できたことによって、読者が残分数情報 によらず物語終端の判断と関連づけて意味的段落分け 回答の構造を変化させることが示唆された. 意味的段 落分けという最小単位の意味のまとまり判断のデータ が、物語全体の終端(物語全体のまとまり)を示唆す る点は興味深い.

5. 総合議論と今後の課題

本研究では、文章の大局的理解と局所的理解の相互 依存関係の解明に向けて、元童話推定課題と意味的 段落分け課題の回答の関係性分析を行った. 現在まで の分析から、新規に提案した元童話推定課題が大局的 意図理解を、意味的段落分け課題がより局所的な意図 理解を反映する課題と見なせることが示唆された. ま た、元童話推定課題の正答率と意味的段落分け課題の 被験者間相関の関係性から、両者は同時点(あるいは 多少の時間遅れを伴って)に一貫した相関関係を示す ことが示唆された. 加えて、意味的段落分け回答デー タの遅延座標系での主成分分析結果に元童話推定課題

116 文目(データ番号 114)「それで、彼に百年程度仮死状態となる薬を飲ませ、自分も同じ薬を再度飲んだのだった。」など,長い時間の経過を表す文に対応するデータ点において,2 層目の軌道中第二主成分の値が突出して大きい.このことは,物語の大きな時空間的な変節点(ある種の終端と始点を示唆し,場合によっては物語自体の終端を示唆する)の予測が第二主成分の大きな絶対値に対応するとも解釈できる.

の回答情報を加えて分析することで、「物語終盤」という大局的な意図理解のフェーズが、意味的段落分けというより局所的な読解のデータから推測可能なことが示唆された。この結果は、意味的段落分けの認知処理の特徴が、より大局的な物語終端に関する推定・予測と関連して変化することを示唆し、解釈学的循環の一つの構造を示すものと著者らは考える。

著者らは、意味的段落分けの主成分分析結果(元の座標系および遅延座標系における)において、少数の次元のみでは寄与率があまり高くない点や、構造に周期性が見出せる点から、元データが非線形の構造を持つと考え、多様体学習による構造分析も試みた。しかし、データ点の少なさから、現在までの分析では構造を見出せない。また、ベクトル自己回帰モデル等やマルコフ転換モデルを用いた時系列分析も試みたが、現在まで報告できる結果は少ない。今後、両課題の回答データに加えて、図2の物語ダイアグラムの分析や、元童話推定課題で回答の根拠部分に引かれた赤線データなどを活かして分析を進め、議論を深めたい。加えて、より長文・より多人数による実験を計画し、十分なデータ数に対する非線形の分析も試みたい。

謝辞

本研究は科学研究費補助金若手研究 A (16H05860) の補助,および早稲田大学特定課題研究助成費(課題 番号:2019C-602)を受けた.

文献

- [1] Thorndyke, P. W. (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. Cognitive psychology, 9(1), 77-110.
- [2] McNamara, D. S., & Magliano, J. (2009). Toward a comprehensive model of comprehension. Psychology of learning and motivation, 51, 297-384.
- [3] De Beaugrande, R. (1982). The story of grammars and the grammar of stories. Journal of Pragmatics, 6, 383-422.
- [4] Gadamer, H. G. (1975) Wahrbeit und Methode. Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik. J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) Tügbingen (轡田収訳 (1986)『真理と方法』法政大学出版局.)
- [5] Alba, J. W., & Hasher, L. (1983). Is memory schematic?. Psychological Bulletin, 93(2), 203-231.
- [6] Zacks, J. M., Speer, N. K., & Reynolds, J. R. (2009). Segmentation in reading and film comprehension. Journal of Experimental Psychology: General, 138(2), 307-327.
- [7] Fuyama, M. & Hidaka, S. (2018). Can readers recognize unit of summarization for reading?: an analysis of text segmentation task. The Proceedings of the 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society, 108-109.

ワーキングメモリーと二つの思考の制御 Two-way control of the two types of thinking

服部 郁子,服部 雅史 Ikuko Hattori, Masasi Hattori

立命館大学総合心理学部

College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University iht23083@pl.ritsumei.ac.jp, hat@lt.ritsumei.ac.jp

概要

認知資源は推論や他の認知機能にとって極めて重要であり、認知資源と推論との間の重要な関連性は古くから認識されてきた. さらに近年、論理的推論能力、因果推論における子供の発達、問題解決における創造的思考、因果推論に関する実証的研究でも注目を集めている. 認知資源によって課される制約は、しばしばあいまいなで膨大な情報を扱うための重要なメカニズムであると考えられる. 本研究では、二種類の思考の制御に関するワーキングメモリーの役割について、近年様々な領域の研究を概観し論じる.

キーワード:二重フレーム理論,二種類の思考,認知資源,ワーキングメモリー

1. はじめに

嘔吐や腹痛といった食中毒のような症状を示す人が 出たとする. あなたならまず何をするだろうか. まず, その人が何を食べたかを知り、その人が食べたものか ら食中毒の原因を推測しようとするのではないだろう か. 最も重要なことは、関連性の高い原因候補をでき る限りすばやく見つけることである. 迅速な原因候補 の発見は、それを食べないように周囲に警告を発し、 同じ症状を発症しうる人をみつけ、食中毒による被害 を最小限に抑えることにつながる. ここで, あなたが 注目したのは、食中毒様の症状が起きたということと、 何かを食べたということである. つまり、生起事象に 注目していることになる. 一方, もしあなたが, タバ コが肺がんの原因かどうかを精査しようとするならば、 タバコを吸う場合と吸わない場合で有病率が異なるか どうかが問題となる. この場合, 喫煙者のうちの肺が ん患者の割合と、非喫煙者のうちの肺がん患者の割合 を比較することが必要になる. したがって, 今度は, 生起事象のみならず不生起事象も考慮することになる. このように、われわれは、目的や状況によって、処理 の対象となる情報を変えている.

2. 二重フレーム理論

二重フレーム理論では、人は異なる二つのフレーム

(AフレームとBフレーム)を切り替えて思考や推論を行うと仮定する (Hattori, Over, Hattori, Takahashi, & Baratgin, 2016). 表1は、各々のフレームが持つ特性を表している. 人の情報処理において速さと正確さはトレードオフの関係にあり、現実世界では通常両方を同時に満たすことは不可能なことが多い. そのため、人は二つのフレームを切り替えて情報処理を行う. フレームとは「ものの見方」のようなもので、フレームが変わることによって、何に焦点を当て、何を認知的計算処理の対象とするかが変わる.

二重フレーム理論によると, 因果帰納推論では, 二 つのフレームはそれぞれ異なる推論モードに直結する. ヒューリスティックなAフレームでは関連性モードに なり、原因候補事象 (C) と結果事象 (E)の共変関係の 検知が行われる. このモードでは、事象間の関連性を 迅速に検知することに重点が置かれ、因果と相関は特 に区別されない. C と E の間にどの程度関連性がある かが問題となるため、デフォルトは無相関となる. Hattori and Oaksford (2007) の提案した DFH モデルは, このAフレームでの因果推論モデルに相当する(式1). 下の式 (1) の a, b, c, d はそれぞれ, 原因あり・結 果あり、原因あり・結果なし、原因なし・結果あり、 原因なし・結果なしの事象の生起頻度を表す. このモ デルの特徴のひとつは、d セルの頻度情報を含まない 点にある. ターゲットの事象 C と E が全事象の中で相 対的に稀少であると考えると、CでもEでもないもの、 すなわち d セルの頻度は膨大になる. そこで, d セル を無限大と仮定して処理に含めないことによって,情 報処理の省力化と迅速化を可能にする.

$$DFH = \sqrt{P(E|C) \ P(C|E)}$$

$$= \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$$
(1)

分析的なBフレームでは、比較の観点を持つ差異化モードとなる。Cが存在するときのEの生起と、Cが存在しない ($\neg C$) ときのEの生起が比較される。

表1 二重フレーム理論の二つのフレームの特性

	A frame	B f ram e	
	Positivity focus	Comparative view	
	Non-symmetry in negation (Figure-ground framing) Symmetry in negation		
	Relevance mode	Differentiation mode	
	D-cell disregard	D-cell respect	
	Monopolar causality (nulleffective)	Bipolar causality (preventiveneutralgenerative)	
System	Heuristic	Analytic	
Invasiveness	Observation	Intervention	
Negation	Explicit negation	Implicit negation	
Property	Attribution	Action	
Dynamism	Static	Kinetic	
Commitment	Uncommitted (low commitment)	Committed (high commitment)	
Activeness	Passive	Active	
Base rate	Rare	Non-rare (moderate)	

 ΔP モデル (Jenkins & Ward, 1965) は、パラメータを含まない最もシンプルな形でのBフレームの因果帰納モデルに相当する(式 2). このフレームの目的は、C が E の生起を制御する度合い、つまり C の因果力を正確に測ることであり、ここでは因果と相関は区別される.差異には、C が E の生起を促進する正方向の効果だけでなく、C によって E の生起が抑制されるという負方向の効果もある.このフレームでは、正と負、双方向に因果関係を推論する.

$$\Delta P = P(E|C) - P(E|\neg C)$$

$$= \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d}$$
(2)

3. 焦点化思考と脱焦点化思考

二重フレーム理論の重要な特徴の一つは注意と思考の焦点化である. A フレームは、肯定事象に焦点を当てたヒューリスティックな認知処理を行う. このフレームでは、肯定事象に焦点を当て、否定事象は背景に押しやり無視することで、処理資源をセーブし、膨大な情報の中から、関連性を迅速に検知することが可能になる. しかし、A フレームの思考では焦点化により部分的情報が処理の対象となるため、このフレームによる思考は、時に誤った判断を下しバイアス反応の原因となる場合もある. とは言っても、A フレームは日常生活では通常は概ね良好な判断をもたらす. なぜなら、この焦点化とは、でたらめで行き当たりばったり

なものではなく、日常生活における経験や学習を通じて獲得された方向性に基づくものだからである.

一方、B フレームは、比較の観点を持ち、分析的な認知処理を行うフレームである。このフレームでは、注意と思考の特定方向への焦点化が緩和される。それにより、肯定事象だけでなく、否定事象にも注意が向けられ、両者を対比的に捉える見方が生じる。差異を比較する見方によって、詳細で正確な分析が可能になり、規範的な判断や推論が引き出されやすくなる。しかし、B フレームでは、その時点で入手可能なすべての事象が処理の対象となるため、A フレームに比べて、情報処理に多くの認知的資源と時間が必要となる。そのため、ワーキングメモリーの実行機能には相対的に高い負荷がかかることになる。

4. フレームと二重過程理論

二重フレーム理論は、広い意味で二重過程理論のひとつといえる。二重過程理論とは、人の認知システムが二種類の質的に異なる思考を持つという考え方を核に持つ複数の理論の総称である。推理や意思決定、社会心理といった異なる領域の異なる研究者によって、独立に提案され、支持されてきた (e.g. Denes-Raj & Epstein, 1994; Epstein, 1994; Evans & Frankish, 2009; Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000). 二種類の思考とは、直感やヒューリスティックな思考を担う連想的で自動化された処理を行う思考と、論理的で分析的な思考を担う意識

的で熟考的処理を行う思考である. ここでは, これらをそれぞれ, タイプ1, タイプ2と呼ぶ!.

各理論によってやや異なるが、二種類の思考が持つ特性として、タイプ1は無意識的(前意識的)で速く並列的に処理を行い作動記憶と独立、タイプ2は意識的で遅く逐次的に処理を行い作動記憶に強く依存する、といった点が典型的な特性としてあげられることが多い(Evans、2009; Evans & Frankish、2009; Manktelow、2012)。表1にみられるとおり、AフレームとBフレームの特性には、それぞれタイプ1とタイプ2に共通する特性が存在する.

近年、実験データに対する二重過程理論による説明 が増えるとともに、二種類の思考の性質と両者の関係 性についての議論が活発化している。第1の論点は, 二種類の思考の関係性と制御である. 関係性に関する 見方は大きく分けて二つある. 一つは、同時活性化で ある. 二種類の思考は、初期段階から思考と反応の制 御のために同時に生じ、競合するという (e.g. Epstein, 1994; Sloman, 1996). もう一つの見方は,逐次活性化で ある. まず、タイプ1が自動的に生じ、続いて必要が あれば何らかのきっかけによりタイプ2が起動される とする見方である (e.g. Evans, 2007; Evans & Over, 1996; Thompson, 2009). この場合は, 高い認知資源を必 要とするタイプ2思考を,高い認知資源の関与なしに どう起動するのかが問題となることから、タイプ1に 論理的直観を組み込んだモデルが提案される (e.g. De Neys, 2012; Pennycook, 2018) など, 近年, 見方はさら に多様化しつつある.

5. 思考の切り替えの二方向性

われわれは、二つの思考の制御にワーキングメモリーの認知資源は二つの方向で関わると考えている。第1は、これまでに様々な先行研究が指摘してきたように、ワーキングメモリーの認知資源は、ヒューリスティックなタイプ1思考を抑制し、処理に高い認知リソースを必要とする分析的なタイプ2思考の成功を左右するというものである (Evans & Stanovich, 2013;

Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000). すなわち,推論や意思決定課題にみられるバイアスや非合理な選択の多くはヒューリスティック思考に起因し,ワーキングメモリーの処理資源の高さは分析的思考の成功の鍵となる (e.g. Stanovich, 1999; Stanovich & West, 2000). De Neys (2006)は,三段論法課題を用いた推論実験で,実際にワーキングメモリーに高い負荷をかけることによって分析的思考が阻害されることを示した.

二重フレーム理論もまた、分析的なBフレームはワーキングメモリーの高い処理リソースを必要とすると仮定する.しかし、実際にこれを検証した実験はない.そのため、Hattori & Hattori (2017)は、因果帰納推論の中に二重課題法を使ってワーキングメモリーに負荷をかけることによって、分析的なBフレームへの移行が影響されるかどうかを検証する実験を行った.副課題によって高い認知的負荷をかけられた条件では、DFHモデルのフィットが高く、Aフレームが用いられる傾向が高くみられた.すなわち、副課題によってワーキングメモリーに高い負荷がかけられ、処理資源が不足することによって、認知的負荷の高いBフレームへの切り替えが難しくなるという二重フレーム理論の見方を支持する.

二つの思考の制御に関するワーキングメモリーの第2の役割は、ワーキングメモリーの認知資源は、状況や目的によって、分析的なタイプ2の活性化を抑制し、ヒューリスティックなタイプ1が優勢になるのを助けることに関与すると考えられる。二重フレーム理論でいうと、ワーキングメモリーの高さは、状況や目的によって、Bフレームへの移行を抑制し、デフォルトのAフレームを維持するように働く場合があるということになる。これは、先ほどの第1の役割と矛盾して奇妙に聞こえるかもしれない。しかし、適応的合理性という観点からみると、この役割は奇妙ではない。このことを示唆する知見が、近年の発達研究にみられる。

6. 処理資源の増加と思考の焦点化

McCormack, Simms, McGourty, and Beckers (2013) の知見は、経験や学習、そして発達に伴うワーキングメモリー容量の増加によって、注意の焦点化が生じやすくなることを示唆する。彼女らは、子供のワーキングメモリー容量を測定し、因果帰納推論においてブロッキング効果が、年少の子どもよりも年長の子供に、同じ年齢でもワーキングメモリー容量の少ない子供より

¹ システム 1/2 という概念は、それぞれのプロセスを生み出すものが異なるシステムであることを意味するため、ここでは、主にヒューリスティックな思考が関わるプロセスをタイプ1、主に分析的思考が関わるプロセスをタイプ2 と呼ぶ(Evans, 2009, 2010).

多い子供に、より多くみられることを報告した。年長の子供、ワーキングメモリー容量の高い子供は、食べ物 A がロボットのお腹を光らせ音を鳴らす効果があることをすでに知っていると、食べ物 A と B を同時に与えてお腹が光り音が鳴るのを観察しても、食べ物 B も効果を持つかもしれないとは考えない。

ブロッキング効果は、人や動物の因果推論が焦点化によって効率的に働くことを示す一つの好例である. 我々は通常、Xが存在するとYが生じるという関係をすでに知っていた場合、XとZがともに存在するときにYが生じても、わざわざZとYの間にあらためて関係性を見出そうとはしない。もちろん、XとYの間に因果関係があるからといって、ZとYの間に関係がないとは限らない。しかし、ZとYの間の関係性を知る何らかの必要性が生じない限り、それは無駄な情報処理でしかない。経験と発達に伴うWM容量の増大は、子供に注意と思考の焦点化を可能にし、関連性(食べ物Aはお腹を光らせ音を鳴らす効果がある)を素早く検知し、無駄な余分の情報処理(他にも効果を持つものがあるかどうか)を抑制するように制御する.

Gopnik とそのグループが行った研究の知見もまた, 経験や学習、そして発達に伴うワーキングメモリーの 増加と焦点化した思考モードとの関連性を示唆する. ただし、こちらは思考の焦点化がバイアスをもたらす 例となる.彼女らの一連の子供の研究では、従来の発 達研究の知見と異なり、幼い子供の方が年上の子供よ りも高い推論能力を示す場合があることが示された (Lucas, Bridgers, Griffiths, & Gopnik, 2014; Seiver, Gopnik, & Goodman, 2013; Walker & Gopnik, 2014). 子供たちは 一連の事象を観察した後,仮説AとBのうち事象を説 明すると思う仮説を選択した. 事象ははじめのうち仮 説Bの方を支持するようにみえ、Aはもっともらしく ない. しかし、実際には仮説 A は子供たちが見た証拠 (事象系列全体) に支持されている. 年少の子供たち は証拠に基づいて A を推論する可能性が高いが、年長 の子供たちははじめに支持されるように見えた仮説 B に固執する傾向が高かった. Gopnik, Griffiths, and Lucas (2015) は、これらの知見から、年少の子供たちの方が 年長の子供たちよりも, 通常と異なる抽象的な因果規 則を証拠に基づいて学習するのに優れており、年少の 子供の方がオープンマインドに証拠を見ると論じた.

彼女たちの研究は、ワーキングメモリー容量と推論 の関係をダイレクトに扱っているわけではないが、発 達に伴って思考の焦点化が生じやすくなることを示し ている. 年長の子供たちの方が, 注意と思考を焦点化 して情報を素早く処理し, 仮説を形成することができ る. たとえその仮説がまちがっているにしても.

一方,年少の子供たちは焦点化した思考がまだ十分に行えないために,逆にすべての証拠を均一に処理してしまう.それが結果的に証拠に基づいた因果規則の発見につながったと言える.ワーキングメモリー容量の増加や知能の発達は,馴染み深い(あるいはそう思っている)知識のある(あるいはそう思っている)状況において,人に焦点化した思考処理を取りやすくさせる.

大きなワーキングメモリー容量,あるいは焦点化した思考が悪い結果に導く例は、洞察問題解決のような拡散的思考や周辺情報の利用が必要な課題においてよく認められる.古くは、報酬による動機づけが機能的固着からの脱却を妨げることを示した研究がある(Glucksberg, 1962).また、ワーキングメモリー容量が大きい方が構えから脱出しにくいという知見 (Beilock & DeCaro, 2007; Ricks, Turley-Ames, & Wiley, 2007)や、逆に、老人(ワーキングメモリ容量が小さい)の方がヒントとなる周辺情報に気づきやすい (Kim, Hasher, & Zacks, 2007)という知見もある.関連して、生活ノイズ(Mehta, Zhu, & Cheema, 2013)や少量のアルコール摂取(Jarosz, Colflesh, & Wiley, 2012)が創造性を高めることも知られている.

方向性を持つ焦点化された情報処理は諸刃の剣でもある. 焦点化された思考は, 焦点から外れてしまった情報, 自分が「知らないこと」や「信じていないこと」に注意を向けることを難しくする (Birch & Bloom, 2003, 2007). そのために, かえって証拠に基づく推論を妨げることがある. もちろん, 得られた仮説が本当に正しいのかどうかを検証するためには, 注意と思考の焦点化をいったん緩和し, すべての情報を詳細に比較する分析的思考プロセスが必要となる. 焦点化を緩和し, 分析的思考に移行し, その処理が成功するためには, さらに多くのワーキングメモリー容量が必要とされる.

7. 分析的思考の自動性

二種類の思考に関する第2の論点は、各々の特性についてである. Hattori & Hattori (2017)の結果は、二重フレームと二重過程の対応関係を示したと見ることができるが、同時に、別のことも示唆していることに注

意する必要がある. Hattori & Hattori (2017) および Hattori et al. (2017) の実験結果は、否定の対称表現がフ レームの選択に対して強い影響を持つことを示した. つまり、X でないもの、すなわち not-X を、Y という 名称で表現することによって、あいまいな背景であっ た not-X が、Y という X に対峙するものとなり、両者 が心理的に対称な事象となることを示した. このよう な問題の表現が、半自動的にBフレームを起動して分 析的な思考を惹起しうる, あるいは, 少なくともBフ レームの起動を促進しうると考えることができる. こ れまで、二重過程理論では、ヒューリスティックなタ イプ1思考が無意識的(前意識的)とされ,分析的な タイプ2思考は意識的とされてきたが、これらの知見 は、B フレーム、つまり分析的な思考に、少なくとも 一部は無意識的で自動的な部分があることを示唆する. これまで、二つのタイプの思考の切り替えに関す る研究では、三段論法課題のような古典的な演繹推 理課題(De Neys, Moyens, & Vansteenwegen, 2010)や, 基準率無視問題などの初等数学問題(De Neys & Glumicic, 2008)が用いられることが多かっ た. こういった問題は正解が存在し、問題によって cue されたヒューリスティック反応を検証し、正解 に到達するためには、分析的思考が必要とされる. したがって、ヒューリスティックから分析的思考へ という方向にばかり光が当たりやすい. しかし、現 実世界で我々が直面する多くの問題は正解が存在す ることはむしろ稀である. むしろ状況に応じて最適 な解が変わりうる. 直感的規則による反応は、とき にバイアスや非合理な判断の原因になることもある が、現実世界における推論や意思決定では分析的な タイプ2による反応と同程度、場合によってはそれ 以上に効率的で正確な判断を可能にする (Kruglanski & Gigerenzer, 2011). 人は, 問題や状 況に応じて,適度な速さと正確さで解を得るために, 適切なフレーム、あるいは思考タイプを選択する必 要がある. 二つのタイプの思考について議論するう えで、ヒューリスティック思考から分析的思考とい う一方向の切り替えのみを議論するだけでは不十分 である. 逆の方向、あるいは分析的思考の抑制とい う観点からも考える必要性がある. 二重過程理論を 考えるうえでも,何が分析的思考への移行を抑制し, ヒューリスティックな思考を維持させるのかという 観点からの研究が必要であると考えられる.

文献

- [1] Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*, 983-998. doi:10.1037/0278-7393.33.6.983
- [2] De Neys, W. (2006). Dual processing in reasoning: Two systems but one reasoner. *Psychological Science*, 17, 428-433. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01723.x
- [3] De Neys, W. (2012). Bias and conflict: A case for logical intuitions. *Perspectives on Psychological Science*, 7, 28-38. doi:10.1177/1745691611429354
- [4] De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition*, 106, 1248-1299. doi:10.1016/j.cognition.2007.06.002
- [5] De Neys, W., & Goel, V. (2011). Heuristics and biases in the brain: Dual neural pathways for decision making. In O. Vartanian & D. R. Mandel (Eds.), *Neuroscience of decision* making (pp. 125-141). Hove, UK: Psychology Press.
- [6] De Neys, W., Moyens, E., & Vansteenwegen, D. (2010). Feeling we're biased: Autonomic arousal and reasoning conflict. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 10, 208-216. doi:10.3758/CABN.10.2.208
- [7] Denes-Raj, V., & Epstein, S. (1994). Conflict between intuitive and rational processing: When people behave against their better judgment. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 819-829. doi:10.1037/0022-3514.66.5.819
- [8] Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychdynamic unconscious. *American Psychologist*, 49, 709-724. doi:10.1037/0003-066X.49.8.709
- [9] Evans, J. St. B. T. (2009). How many dual-process theories do we need? One, two, or many? In Evans, J. St. B. T. & K. Frankish (Eds.), *In two minds: Dual processes and beyond* (pp. 33-54). New York, NY: Oxford University Press.
- [10] Evans, J. St. B. T. (2010). Thinking twice: Two minds in one brain. New York, NY: Oxford University Press.
- [11] Evans, J. St. B. T., & Frankish, K. (Eds.). (2009). In two minds: Dual processes and beyond. New York, NY: Oxford University Press.
- [12] Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). Rationality and reasoning. Hove, UK: Psychology Press.
- [13] Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 223-241. doi:10.1177/1745691612460685
- [14] Glucksberg, S., & Weisberg, R. W. (1966). Verbal behavior and problem solving: Some effects of labeling in a functional fexedness problem. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 659-664. doi:10.1037/h0023118
- [15] Gopnik, A., Griffiths, T. L., & Lucas, C. G. (2015). When younger learners can be better (or at least more open-minded) than older ones. *Current Directions in Psychological Science*, 24, 87-92. doi:10.1016/j.cognition.2013.12.010
- [16] Hattori, I., & Hattori, M. (2017). Dual Frames in Causal Induction. Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society, 7-12.
- [17] Hattori, I., Hattori, M., Over, D. E., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2017). Dual frames for causal induction: The normative and the heuristic. *Thinking & Reasoning*, 23, 292-317. doi:10.1080/13546783.2017.1316314
- [18] Hattori, M. (2014). Figure and ground in thinking: The affirmation-negation asymmetry as a consequence of framing. *The Ritsumeikan Bungaku*, 636, 131-147.
- [19] Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal

- induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, 31, 765-814. doi:10.1080/03640210701530755
- [20] Hattori, M., Over, D. E., Hattori, I., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2016). Dual frames in causal reasoning and other types of thinking. In N. Galbraith, E. Lucas, & D. E. Over (Eds.), *The thinking mind: A festschrift for Ken Manktelow* (pp. 98-114). New York, NY: Routledge.
- [21] Jarosz, A. F., Colflesh, G. J. H., & Wiley, J. (2012). Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving. *Consciousness and Cognition*, 21, 487-493. doi:10.1016/j.concog.2012.01.002
- [22] Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs: General and Applied*, 79, 1-17. doi:10.1037/h0093874
- [23] Kim, S., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Aging and a benefit of distractibility. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 301-305. doi:10.3758/BF03194068
- [24] Kruglanski, A. W., & Gigerenzer, G. (2011). Intuitive and deliberate judgments are based on common principles. *Psychological Review*, 118, 97-109. doi:10.1037/a0020762
- [25] Lucas, C. G., Bridgers, S., Griffiths, T. L., & Gopnik, A. (2014). When children are better (or at least more open-minded) learners than adults: Developmental differences in learning the forms of causal relationships. *Cognition*, 131, 284-299. doi:10.1016/j.cognition.2013.12.010
- [26] Manktelow, K. I. (2012). Thinking and reasoning. Hove, UK: Psychology Press.
- [27] McCormack, T., Simms, V., McGourty, J., & Beckers, T. (2013). Blocking in children's causal learning depends on working memory and reasoning abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115, 562-569. doi:10.1016/j.jecp.2012.11.016
- [28] Mehta, R., Zhu, R. J., & Cheema, A. (2012). Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition. *Journal of Consumer Research*, 39, 784-799. doi:10.1086/665048
- [29] Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 621-640. doi:10.1037/0096-3445.130.4.621
- [30] Ricks, T. R., Turley-Ames, K. J., & Wiley, J. (2007). Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge. *Memory & Cognition*, 35, 1456-1462. doi:10.3758/BF03193615
- [31] Rubin, E. (1915/1958). Figure and ground. In D. C. Beardslee & M. Wertheimer (Eds.), *Readings in perception* (pp. 194-203). Princeton, NJ: D. Van Nostrand.
- [32] Rubin, E. (1921). Visuell wahrgenommene figuren: Studien in psychologischer analyse [Visually perceived figures: Studies in psychological analysis]. Kobenhavn: Gyldendalske Boghandel.
- [33] Seiver, E., Gopnik, A., & Goodman, N. D. (2013). Did she jump because she was the big sister or because the trampoline was safe? Causal inference and the development of social attribution. *Child development*, 84, 443-454. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01865.x
- [34] Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22. doi:10.1037/0033-2909.119.1.3
- [35] Stanovich, K. E. (1999). Who is rational? Studies of individual differences in reasoning. Mahwah, NJ: Elrbaum.
- [36] Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavoral* and *Brain Sciences*, 23, 645-726.
- [37] Thompson, V. A., Turner, J. A. P., Pennycook, G., Ball, L. J., Brack, H., Ophir, Y., & Ackerman, R. (2013). The role of

- answer fluency and perceptual fluency as metacognitive cues for initiating analytic thinking. *Cognition*, *128*, 237-251. doi:10.1016/j.cognition.2012.09.012
- [38] Walker, C. M., & Gopnik, A. (2014). Toddlers infer higher-order relational principles in causal learning. *Psychological Science*, 25, 161-169. doi:10.1177/0956797613502983

日常場面を想定した familiarity-matching 利用の検討 Investigations of familiarity-matching used in people's daily life

白砂 大[†],本田 秀仁[‡],松香 敏彦^{† †},植田 一博[†] Masaru Shirasuna, Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka, Kazuhiro Ueda

[†]東京大学, [‡]安田女子大学, ^{††}千葉大学

The University of Tokyo, Yasuda Women's University, Chiba University m.shirasuna1392@gmail.com

Abstract

In the present paper, we conducted an exploratory study for investigating the use of familiarity-matching (FM) in people's daily life. FM, which was proposed in our earlier work, is defined as a choice strategy based on similarity in familiarity between an alternative and a third object (i.e., an object in a question sentence) in a binary choice task. We also defined relationships-comparison task as a binary choice task wherein objects are presented not only in alternatives but also in a question sentence. People can make inferences based on relationships between one alternative and the presented object in a question, and thus they can use FM in a relationships-comparison task. Although in previous works, the use of FM was investigated in inference tasks (e.g., which country is City X, Country A or Country B?), in this study, it was investigated in preference tasks. Specifically, we focused on consumer choice situations (e.g., which item do you want to buy, an item X made by company A, or an item X made by company B?). We conducted a behavioral experiment for non-student participants, and then predicted their choice patterns by FM model and another heuristic model (FH, which was also proposed in our previous work). We found that FM could predict participants' choice patterns well, and therefore we could provide the first evidence that people would use FM strategy even in their daily life.

Keywords — Familiarity-matching, Relationships-Comparison Task, Consumer Choice, Preference

1. Familiarity-matching と関係比較課題

Familiarity-matching (以下 FM)[1]とは、二者択一の選択場面において、対象に対する familiarity の類似性に基づいて選択を行うとする選択方略である。具体的には、選択肢だけでなく問題文でも対象が呈示される課題構造において、「問題文で呈示された対象の familiarity に、より類似した familiarity を持つ選択肢を選ぶ」とする方略をさす。本研究では、この FM が、一問一答の推論課題ではなく、日常に想定される選好選択場面においても見られるかどうかについて検証を行った。 FM が有効に働く二者択一課題の課題構造として、[1]では「X という都市がある国はどちらか。 国 A 国 B」という課題が用いられていた。選択肢で2つ、問題文で1つの対象が呈示されるこのような課題構造を、問題文で呈示さ

れる対象と各選択肢との関係をもって選択が行われ うる(e.g., familiarity がより類似している方の選択 肢が選ばれる)ことから、本研究では「関係比較課題 (relationships-comparison task)」と呼ぶ。日常に想 定される関係比較課題として、本研究では購買行動 (商品選択)に着目し、「実験参加者の選択パターンを、 FM の認知モデル(後述)がどの程度予測できるか」と いう観点から分析を行った。なお本研究では、後述 の通り、familiarity 以外の要因についてはほぼ統制 されていない。しかしながら、まずは「単純な FM モデルで予測可能かどうか」という観点から、探索 的に実験を実施した。

2. 方法

2.1. 実験参加者

120 名が実験に参加した(うち 61 名が女性)。日常の購買行動を検証するという目的のもと、学生ではない幅広い年齢層(30 代, 40 代, 50 代, 60 代から各 40 名ずつ)の参加者を募集した。年齢の、平均は44.3、標準偏差は0.82 であった。

2.2. 課題および実験手続き

実験は、オンラインアンケート形式で実施した。 実験課題は[1]にならい、大きく「二者択一課題」お よび「familiarity 測定課題」の2つから構成された。

二者択一課題では,購買行動を想定した関係比較課題として,「X という商品を買うなら? A 社製 B 社製」という形式の選択課題を題材とした。参加者は,「A 社製」または「B 社製」の,いずれかを選ぶことを求められた。この「X」に入る商品には,familiar と思われる商品・unfamiliar と思われる商品をそれぞれ用意し,また「A 社」,「B 社」についてもそれぞれ familiar と思われる会社・unfamiliar と思われる会社名を用意した(e.g., 「醤油を買うとしたら?キッコーマン社製 フンタン社製」)。これらの商品および会社名は,いずれも実在のものであった。設問数は 14 題(表 1; 7 カテゴリ×2 パターン)であり,出題順は参加者間でランダマイズされた。また,

この 14 問の最中に、ランダムでフィラー課題も挿入された。フィラー課題は、「確実に 5000 円もらえる」または「X %の確率で 10000 円をもらえるが、100 - X %の確率で何ももらえない」という 2 選択肢のどちらを選ぶかを問う形式であった。フィラー課題の設問数は 11 問であった(X に入る値として、1, 10, 20, \cdots , 90, 99 の 11 パターンを用意した)。

二者択一課題ののち、参加者は Familiarity 測定課題に回答した。この課題は、[1]にならって作成された。二者択一課題で登場した対象(商品または社名)が画面に 1 つずつ呈示され、参加者はそれぞれに対してどの程度なじみがあるかを $[0(全く知らない) \sim 100(非常によく知っている)]$ の 101 件法で回答した。回答には VAS (Visual analog scale)が用いられた。課題の最後に、参加者は「普段、商品を買う際に、産地をどの程度気にするか」というアンケートにも回答した。回答は、Familiarity 測定課題と同様に、 $[0(全く気にしない) \sim 100(非常に気にする)]$ の VAS による 101 件法で記録された。

3. 結果および考察

はじめに、実験者側で「familiar (unfamiliar)」を 想定した対象について、実際に参加者がどの程度の familiarityを持っていたかを確認した。結果として、 商品、社名のいずれにおいても、familiar な対象の 方が unfamiliar な対象よりも有意に familiarity が高かった(familiar 商品平均 0.75, unfamiliar 商品平均 -0.38, $V=7.3*10^3$, p<.001, r=0.61; familiar 社名平均 0.63, unfamiliar 社名平均 -1.00, $V=7.2*10^3$, p<.001, r=0.61。 いずれも Wilcoxonの順位和検定)。よって,対象に対する familiarity の大小は,実験者側の意図した通りに操作できていたことが考えられる。

続いて、「参加者が二者択一課題 14 題に対して行った選択が、FM による予測とどの程度一致するか」を、個人ごとに算出した。本実験では、FM による予測を、「問題文で呈示された対象への familiarity に、より近い familiarity を持つ方の選択肢を選ぶ」と定義した (e.g., 商品 X, 社名 A, 社名 B の familiarity がそれぞれ <math>60, 75, 10 であった場合、|X-A|=15, |X-B|=50 であるため、選択肢 A が選ばれる)。結果を下記の図 2 上に示す。横軸は正答率、縦軸は累積分布を示しており、縦の点線はチャンスレベルの .50 を表している。結果として、全参加者における予測の一致率の平均は .61(縦の実線)であり、チャンスレベルを上回っていた。

一方, FM の比較として, familiarity heuristic (以下「FH」)という認知モデルを仮定した。FH では, 「問題文で呈示された対象が比較的 familiar (unfamiliar) であれば, より familiar (unfamiliar) な選

カテゴリ		選択肢 A (familiar)	選択肢 B (unfamiliar)
飲料	Q1 (familiar)	サントリー社製のビール	トーレイ社製のビール
	Q2 (unfamiliar)	サントリー社製のトカイ	トーレイ社製のトカイ
調味料	Q3 (familiar)	キッコーマン社製の醤油	フンタン社製の醤油
	Q4 (unfamiliar)	キッコーマン社製のニョクマム	フンタン社製のニョクマム
お茶	Q5 (familiar)	伊藤園社製の緑茶	プリミアスティー社製の緑茶
	Q6 (unfamiliar)	伊藤園社製のニルギリ	プリミアスティー社製のニルギリ
容器	Q7 (familiar)	京セラ社製のコップ	モーゼル社製のコップ
	Q8 (unfamiliar)	京セラ社製のボヘミアングラス	モーゼル社製のボヘミアングラス
自転車	Q9 (familiar)	ブリヂストン社製の自転車	キャノンデール社製の自転車
	Q10 (unfamiliar)	ブリヂストン社製のロードバイク	キャノンデール社製のロードバイク
筆記具	Q11 (familiar)	トンボ社製のボールペン	ラミー社製のボールペン
	Q12 (unfamiliar)	トンボ社製の万年筆	ラミー社製の万年筆
カメラ	Q13 (familiar)	富士フィルム社製のコンパクトカメラ	ハッセルブラッド社製のコンパクトカメラ
	Q14 (unfamiliar)	富士フィルム社製のデジタル一眼	ハッセルブラッド社製のデジタルー
		レフレックスカメラ	眼レフレックスカメラ

図1: 二者択一課題で使用された14問

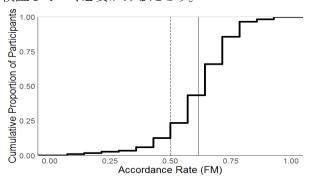
択肢が選ばれる」と予測する。より具体的には、「あ る問題で呈示された商品の familiarity が、全14 商 品の中央値より高ければ(低ければ),より familiar (unfamiliar) な選択肢が選ばれる」と定義された。 FM と FH は、一見すると似たモデルであるが、次 のように、それぞれで異なる予測を示すこともある。 簡略化のため、全課題数を3問とし、その3問の問 題文で呈示された対象のfamiliarityがそれぞれ40, 50,60 であったとする(中央値は50)。また問題文の 対象への familiarity が 40 のとき, 2 選択肢 A, B の familiarity がそれぞれ 60, 10 であったとする。 このとき、FMでは、familiarityがより近いAが選 ばれるのに対し、FHでは、「40<50 (=中央値)」で あるため、より unfamiliar な B が選ばれることと なる。このFHモデルを用いて、先と同様に、各参 加者の選択パターンを予測したところ(図2下),予 測の一致率の平均は .40(縦の実線)であった。Wilcoxon の順位和検定の結果, FM の方が, FH よりも 有意に参加者の選択パターンを予測することができ ていた $(V=5.1*10^3, p<.001, r=0.49)$

なお、課題後のアンケートにより参加者の「産地を気にする態度」の指標を、またフィラー課題により参加者の「リスク態度(e.g.,「X%」の値が高くても確実な選択肢を選ぶほど、リスク回避的)」の指標を、それぞれ得ることができた。しかしこれらはいずれも、FM または FH による予測の一致率と、相関が見られなかった(「産地を気にする態度と FM」「リスク態度と FM」「リスク態度と FM」「リスク態度と FM」「リスク態度と FM」「リスク態度と FM」「リスク態度と FM」「r=-.02, p=.84」「r=-.01, p=.91」)。

以上から,人間は日常の選択場面,特に購買行動においても,先行研究での推論課題と同様に,FMに沿った選択をすることが示唆された。人間は,具体的な手がかりを持たないときには,「知っている方や,よりなじみがある方を選ぶ」など主観的な記憶経験を手がかりとする単純方略を用いやすいこと,また推論場面においてはそのような単純方略も正答を導くうえで有効であることが,いずれも先行研究で報告されている(e.g., [2][3][4])。日常場面の関係比較課題であっても,少ない労力でなるべく満足のいく選択を行えるよう,人間は記憶経験(familiarity)に頼り,「問題文の対象と同じようになじみのある(またはなじみのない)選択肢を選ぼう」といった方略を取

るのであろう。

ただし、商品や会社自体の選好やブランド力、また個々人の知識など、familiarity以外にも多数の要因が関係していることが予想される。今後は、より詳細な題材や要因を考慮に入れ、「FMがどのような場面・条件で使われやすいか」といった適用範囲を、検証していく必要があるだろう。



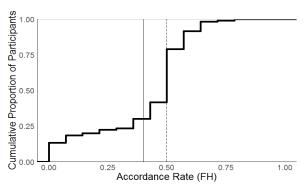


図 2: FM(上)および FH(下)による予測の一致率の, 累積経験分布関数。横軸は予測の一致率を, 縦軸は 累積の参加者(割合)を, それぞれ示す。

参考文献

- [1] Shirasuna, M., Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Familiarity-matching in decision making: Experimental studies on cognitive processes and analyses of its ecological rationality. *Proc of the 39th Annual Conference of CogSci* (pp. 3143–3148).
- [2] Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of Ecological Rationality: The Recognition Heuristic. Psychological Review, 109(1), 75–90.
- [3] Hilbig, B. E. (2014). On the role of recognition in consumer choice: A model comparison. *Judgment and Decision Making*, 9(1), 51–57.
- [4] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Memory-Based Simple Heuristics as Attribute Substitution: Competitive Tests of Binary Choice Inference Models. *Cognitive Science*, 41(5), 1093–1118.

データ分析における目的設定の有無による分析過程の違い Differences in analytical process caused by purpose setting in data analysis

辻 泰輝[†],山崎 治[†] Taiki Tsuji, Osamu Yamazaki

* 千葉工業大学情報科学部

Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology s1532102hu@s.chibakoudai.jp

概要

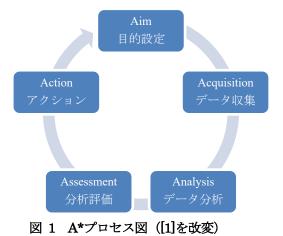
The purpose of this study is to investigate the effect of prior purpose setting on the analytical process. In the experiment, participants were divided into two groups, "group with purpose / group without purpose", and asked to analyze data of sales of virtual stores using multiple graphs. As a result of protocol analysis, the difference appeared in the way of viewing and using the graphs. Participants in groups with purpose viewed more composite graphs and focused on important elements related to the purpose.

Keywords: data analysis, analytical process, problem definition

1. はじめに

ビッグデータを企業の意思決定の材料として活用するため、ビジネス現場でのデータ分析や、データサイエンティスト育成への期待が高まっている。データ分析とは抱えている問題を解決するための手段の一つであり、分析の目的を明確にしなければ大量のデータから本当に必要な知見を得ることはできない。

データ分析のプロセスとして藤本・青山[1]はデータ 駆動要求工学 D2RE (Data-Driven Requirements Engineering) の枠組みと、D2RE に基づく「A*プロ セス」を提案した(図 1).



「A*」とは Aim (目的), Acquisition (データ収集),

Analysis (分析), Assessment (評価), Action (アクション) の 5 つのアクティビティの頭文字を表している

またデータ分析は目的を設定する者と実際に分析を 行う者が同一であるとは限らない. 企業経営者が保有 しているデータを活かしたいと考え, データサイエン ティストに分析を依頼するというような状況も考えら れる. そのような状況下で分析を依頼する側と実際に 分析を行う側で目的の乖離があった場合にも目的設定 の不明確さによって必要な分析結果を導き出せない可 能性がある.

本研究では A*プロセスにおける Aim (目的設定) を 重視し、その目的が分析者の思考や着眼点にどのよう な影響を及ぼすのかを調査するとともに、目的設定の 重要性を明らかにするための実験を行う.

ただし、本研究においては目的の有無が分析者の「思考や着眼点」に与える影響の調査を目的としているため、データの選択、加工、統計処理等は行わせず、あらかじめ実験者が用意したグラフを読み取る行為を「分析」とする。その中でも読み取った内容の解釈(思考)や着目するグラフ(着眼点)に違いが現れるのではないか、という仮定の元で実験を行う。

2. 目的

本研究では、複数のデータを分析することで有意義な事実を発見し、予測を立てる活動に注目し、「目的設定」を持ってデータ分析を行った場合と、そうでない場合での分析過程やその結果に差が現れるのかを調査する。この調査を通じて、データ分析活動における「目的設定」の重要性を明らかにすることを本実験の目的とする。

3. 方法

3.1 実験参加者

情報科学もしくは経営工学を専攻とする大学 4 年生 12 名が 2 人 1 組ごとに実験に参加した. 計 6 組の参加者を,目的なし群 (3 組),目的あり群 (3 組)に分けた.

3.2 実験計画

1 要因 2 水準参加者間計画で行う. 独立変数として 目的の有無を取り上げ,「目的を与える」/「目的を与 えない」の2 水準を設ける.

3.3 材料

Kaggle 社のWebページに掲載されている「Store Item Demand Forecasting Challenge

(https://www.kaggle.com/c/demand-forecasting-k ernels-only/data)」という商品売上のデータを用いた. 同データを加工し,仮想的な実験用データとした.実験用データは「月」「日」「曜日」「店舗」「アイテム」「年齢」の 6 項目で構成され,それぞれに対して「売上(個数)」が示される.また資料として, 1 つの項目に対する売上を示すグラフ(単純集計)を 6 個,2 つの項目を掛け合わせたものに対する売上を示すグラフ(クロス集計)を 15 個 Excel 上で作成した.

3.4 手続き

実験は「データの観察・話し合い (25 分間)」・「記述 (制限時間なし)」の二段階で構成される.目的あり群,目的なし群の共通目的として,実験用データから読み取れる「現状」と,それに対する「改善案」を提出することを求めた.この際,目的あり群のみに「既存商品・既存店舗についての弱みを知りたい」という分析の目的を伝えた.またグラフ閲覧・操作の過程を記録するために,スクリーンキャプチャソフトで録画した.さらに,参加者 2 人による協調活動の過程を記録するために、ビデオカメラ (SONY 株式会社・HDR-CX120)で参加者の様子を録画し、iPhoneXS で参加者の発話音声を録音した.

4. 結果

4.1. グラフ閲覧の様子に関する分析

4.1.1 単純集計とクロス集計の閲覧率

各群が課題中に閲覧したグラフが単純集計であった のか、それともクロス集計であったのかについて、割 合では、図2に示す.



図 2 単純集計とクロス集計の閲覧率

本実験では分析資料として単純集計グラフを 6 個, クロス集計を 15 個作成した為, おおよそ単純集計 30%, クロス集計 70%の割合であった. 図 2 から目的なし群 は 70%以下,目的あり群は 70%以上クロス集計を閲覧 した結果となった.

4.1.2 グラフごとの閲覧数(平均)

また,目的なし群,目的あり群別にグラフ 21 個ごとの閲覧数を図 3 に示す. 縦軸が閲覧数の平均値,横軸がグラフの番号を示す. 青色の棒グラフは目的なし群,オレンジ色は目的あり群を示し,グラフ番号の 1~6 番が単純集計のグラフ,7~21 番がクロス集計のグラフである.

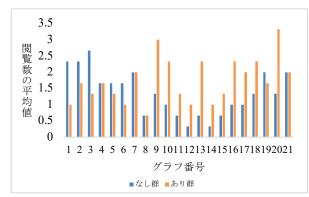


図 3 グラフごとの閲覧数(平均)

目的なし群はクロス集計よりも単純集計のグラフを、 目的あり群は単純集計よりもクロス集計のグラフを閲 覧していることが図2からも分かる.

目的なし群と目的あり群との間で、閲覧数の差が特に大きいグラフは9(店舗×月),10(アイテム×月),13(店舗×日),16(店舗×曜日),20番(店舗×年齢)のグラフである。全てのグラフがクロス集計であり、「アイテム」もしくは「店舗」の項目が含まれるグラフである。

4.1.3 グラフ遷移の連続箇所

各群の分析の過程で、閲覧されたグラフの順序に注目した分析を行った。3回以上連続で同じ項目を含むグラフを遷移した場合、その箇所を遷移の連続箇所とした。この際、単純集計とクロス集計の区別はしていない。グラフ遷移の連続箇所を視覚化することで、2人1組の参加者がどの項目を軸にデータとグラフを閲覧していたのかを観察出来ると考えた。各6組の実験のグラフ遷移の連続箇所をまとめた表とグラフが表1と図4である。

表1の()内の数値は同じ項目が連続した回数を表す.例として、「店舗」→「店舗×アイテム」→「年齢×店舗」の順番でグラフが閲覧された場合、連続箇所として1カウントされる.その合計値が表1の一番下の連続箇所数として記されている.またこの際「店舗」という項目が3回連続で続いている為、「店舗(3)」と表記される

表1 グラフ遷移の連続箇所

なし	なし	なし	あり	あり	あり
群 1 店舗 (3)	群 2 店舗 (5)	群3 アイ テム	群 1 店舗 (3)	群 2 日 (4)	群 3 店舗 (8)
アイテム	アイテム	(3)	月	店舗	曜日
(4) 年齢	(3)		(3) 曜日	(4) 年齢	(6) 年齢
(5)			(4)	(5)	(3)
曜日 (4)			店舗 (3)	アイ テム (3)	年齢 (4)
				年齢 (3)	店舗 (4)
				アイテム	
				(3)	

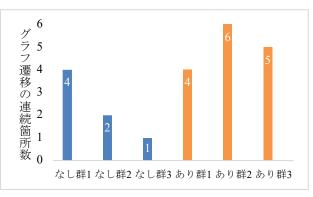


図 4 グラフ遷移の連続箇所数

目的なし群は4箇所以下,目的あり群は4箇所以上 グラフ遷移の連続が見られた.各6組が連続して着目 する項目に傾向は現れなかった.

4.2. 発話内容に関する分析

4.2.1 発話内容の分類

録音した発話を書き起こし、その発話内容を「計画」、「グラフから読み取れる内容」、「独自の解釈」の3つのグループに分類した.「計画」は、次に閲覧するグラフを決める様な発話、「グラフから読み取れる内容」は、グラフが示すデータに関する発話で、人による解釈の違いが現れない発話、「独自の解釈」はグラフが示すデータに関する解釈や、原因推測(売上)、また「月」「日」「曜日」「店舗」「アイテム」「年齢」以外のグラフに示されていないデータを用いた解釈や原因推測(売上)の発話、と定義した。またその発話例を表2に示す.

表 2 3つの分類(例)

3つの分類	例
計画	店舗のグラフを見よう
グラフから読 み取れる内容	店舗1と5の売上が低い
独自の解釈	店舗1と5は立地が悪いんじゃない?

各組の発話における 3 つの分類の割合を表したグラフが図 5 である.

表 2 と同様に「計画」: オレンジ,「グラフから読み取れる内容」: 緑,「独自の解釈」: 青の3色で表されている. また A, B は各群 2 人の参加者を指す.

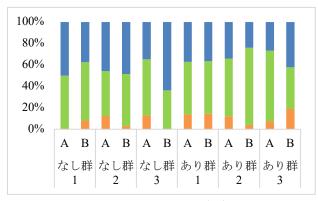


図 5 3つの分類の割合

まず「グラフから読み取れる内容(緑)」と「独自の解釈(青)」について、目的あり群は「グラフから読み取れる内容」が、目的なし群は「独自の解釈」が割合を多く占める結果となった.

次に「計画 (オレンジ)」について、目的あり群は A, B の 2 人から発せられているのに対し、目的なし群においてはどちらか一方に偏っている様子が読み取れた.

4.2.1 独自の解釈を分類

「独自の解釈」に分類された発話は参加者それぞれの考えが反映されている発話である。この発話内容をさらに細分化することで、参加者ごとの意図や分析の指針が読み取りやすくなるのではないかと考え「閲覧したグラフに対する評価」、「問題提起(売上」、「原因推測(売上)」、「その他」の4つのグループに分類した。

「閲覧したグラフに対する評価」は、あるグラフを閲覧した後に、そのグラフに対して観察する価値があるかないかの判断する様な発話、「問題提起(売上)」は、売上げの低い店舗や商品について、なぜ低いのかを検討する前に、「売上を上げるにはどうしたら良いのか?」という観点で改善策を考えている発話、「原因推測(売上)」は、売上が低いデータもしくは高いデータに対して、その原因を考察している発話、「その他」は、上記3のグループに当てはまらない発話、と定義した。またその発話例を表3に示す。

表 3 4つの分類

4つの分類	例
閲覧したグラフ	このグラフは重要そう
に対する評価	(見る必要がなさそう)
問題提起 (売上)	・1月2月どうやって伸ばすか
	・60 代を上げたいよね
	売上を上げるにはどうすれば
	いいんだ
原因推測(売上)	給料日だからじゃない?
	(月末の売上が高いことに対
	して)
	・1,5,16 が売れないのは 4,50 代
	が買わないからじゃない?
その他	・50 代がやたら伸びてるとこと
	が気になるな
	・土日に売れないアイテムとか
	あるの?

4つの分類の割合を表したグラフが図6である. 表3と同様に「閲覧したグラフに対する評価」: ピンク, 「問題提起(売上)」: 紫,「原因推測(売上)」: 青,「そ の他」: 白の4色で表されている. A, B は各群2人の 参加者を指す.

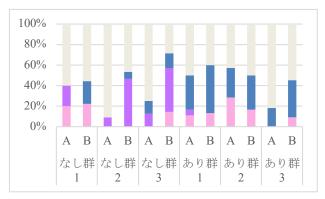


図 6 4つの分類の割合

「その他(白)」に分類された発話を除いて目的あり群では「閲覧したグラフに対する評価(ピンク)」と「原因推測(青)」が、目的なし群では「問題提起(紫)」の発話の割合が増えるという結果となった.

5. 考察

まず、単純集計とクロス集計の閲覧率について、目的あり群の方が目的なし群よりクロス集計のグラフを

多く閲覧していることがわかる. 目的あり群は「既存 商品・既存店舗についての弱みを知りたい」という分 析の目的を与えられていた為に「アイテム」と「店舗」 の項目に着目しやすい. その結果,「アイテム」と「店 舗」を他の項目と照らし合わせる為に、クロス集計の グラフをより多く閲覧したのではないかと考えられる. 次に, グラフ遷移の連続箇所について, 単純集計と クロス集計の閲覧率と同様に目的あり群は、「アイテム」 と「店舗」を軸に他の項目と比較しながらグラフを閲 覧すると考えた. その結果,「アイテム」「店舗」の 2 項目を主としたグラフ遷移の連続箇所が多くなるので はないかと考えた. 連続箇所総数は目的あり群の方が 多いが、特定の項目を軸にグラフを閲覧している様子 はなかった. 原因として, 使用した実験用データが簡 略であったと考えられる. 分析資料として作成したグ ラフは、どれも右肩上がりのグラフや、関係性は変わ らず総量が増減しただけのような一定の傾向しか持た ないグラフであった「既存商品・既存店舗についての 弱みを知りたい」という分析目的の下、目的あり群が アイテムや店舗のデータを閲覧しても、データの簡略 さ故に、「アイテムや店舗の弱み」と捉えられるような 要因を見つけることが困難であったと考えられる.

最後に、参加者同士の発話内容について、「グラフか ら読み取れる内容」の発話が多かった目的あり群は、 分析目的であった「商品と店舗の弱み」を把握するた めに、グラフに示される現状を整理しようする傾向に あったのではないかと考える. 他方、「現状と改善案の 提出」という指示しかされていない目的なし群は、閲 覧したデータに対して、自身の経験等から売上の低い 原因を予測し改善案を考えようした結果、グラフに示 されているデータ以外の要素を加えた解釈や原因推測 (売上)に関する発話が増えたのではないかと考える. 「計画」に関する発話については、目的あり群は目的 を与えられていたために、共通する指針に対する2人 (A, B) の意見が出やすかったのではないかと考える. しかし目的なし群は A, B それぞれの指針が統一され ておらず、2 人の内のどちらかの考えにもう片方の参 加者が合わせたために、「計画」発話が偏ってしまった のではないかと考える.

また「独自の解釈」の分類について、両群とも「現状と改善案」の提出を共通の目的としていたが、目的 あり群は「弱みを知りたい」という分析目的を与えられたことによって、現状を把握することを主目的として、データの観察や考察を行ったのではないかと考え

る. その結果「閲覧したグラフに対する評価」や「原 因推測(売上)」に関する発話が増えたのではないかと 考える. 他方,目的なし群は改善案を出すことを主目 的とし,売上の低い店舗や商品,年代をどう上げるの かのみを考えた. その為,現状を整理する様な観察を 行うことやデータに対する評価基準が無かったのでは なかと考えられる. 結果,目的あり群の様な発話傾向 は現れず「問題提起(売上)」に分類される様な発話が 増加したのではないかと考える.

6. まとめ

本研究の目的は目的設定の有無がデータ分析の過程 や結果の洞察に及ぼす影響を調査することであった。 実施した実験においては目的設定に焦点を当て、「目的 あり群/目的なし群」に分けた参加者にデータ分析を 行ってもらった.結果、両群の間に目的の有無が及ぼ したと考えられる差として、グラフの閲覧の仕方やグ ラフ閲覧中の発話に違いが現れた.

本研究の実験では、「既存商品・既存店舗についての 弱みを知りたい」という分析目的を設定したが、この 目的は「分析の観点」程度であった可能性がある.本 研究の目的や意義の検証には分析で解決したい問題の 定義や、問題解決のための分析目的をより詳細に設定 する必要があり、今後の課題とする.

しかし,「分析の観点」程度でも参加者の思考や着眼点の特徴に違いが現れた.目的を与えられなかった目的なし群は、目の前にデータがあったとしてもそれに対する評価基準を持っていなかった.煩雑なデータを扱うほどに評価基準は必要であり、それを決めるタスクは非常に重くなる.

今後,実験環境を整理し,参加者を増やして再度実験を行えば,両群間の違いや「目的設定」の重要性をより明らかにできる可能性がある.

猫文

[1] 藤本 玲子,青山 幹雄, (2016) "データ駆動要求工学 の提案とステークホルダ分析日の適用評価",研究報告 ソフトウェア工学(SE), Vol. 2016-SE-191, No. 15, pp. 1-8

基礎情報処理クラスにおける問題解決型のアクティブ・ラーニング Problem-based Active Learning in College-level Intro Computer Literacy Courses

森下 浩平 Kohei Morishita 大阪経済法科大学

Osaka University of Economics and Law kohei@kobe-ocn.jp

Abstract

This study discusses the effectiveness of problem-based learning in intro computer literacy courses based on the results of qualification tests and the students' responses to the questionnaires.

Keywords — Problem-based Learning, Active Learning, Intro Computer Literacy Courses

1. はじめに

昨今,「アクティブ・ラーニング」というキーワードは、すっかり定着しており、さまざまな教育現場で導入されている。 坂本(2017)は、アクティブ・ラーニング型授業(授業内容や教授方略)の実施が、学生の出席意欲に何らかの影響を与えている可能性があるとしている。 森下(2018)は、赤堀(2017)をもとに、基礎情報処理クラスの受講を希望する学生を対象に、アクティブ・ラーニングについてのアンケートを行った。その結果、教師が一方的に説明をするだけになりがちで、アクティブ・ラーニングに向いていないように思われる基礎情報処理クラスにおいても、学生は少なからずアクティブ・ラーニングの必要性を感じていることが分かった。

また、小学校から高等学校までの教室での授業の中で、最も印象に残っている授業について調査したところ、「音楽・美術・体育など、いわゆる実技科目でのグループワークが楽しかった」「教科書通りの授業よりも教師の経験談を聞いたり、課外活動に参加したりするほうが楽しかった」などの意見が目立った。これらのことから、基礎情報処理クラスにおけるアクティブ・ラーニングのニーズは必ずしも低くはないことが示唆された。

2. 調査内容

本調査では、森下(2018)のアンケート結果について詳しく分析したうえで、2018年度の基礎情報処理クラスの中で実際にアクティブ・ラーニングを行うことにした、授業の目的は、Microsoft Office Specialist

2010 資格(以下, MOS 資格)を取得することであり、MOS 資格試験用の文書作成(Word)と表計算(Excel)の演習を行った. 授業では「MOS 2010 対策テキスト&問題集」(富士通エフ・オー・エム出版)を使用した. 大学の情報系演習授業や資格取得の課外授業で広く採用されているテキストである.

前期は 3 クラス (Word 初級・上級, Excel 初級), 後期は 4 クラス (Word 初級, Excel 初級; 各 2 クラス)で、一部の学生は、前期と後期の両方の授業 (ただし異なる科目)を受講した. 表 1 に各クラスの受講者数を示す.

表 1 各クラスの受講者数

クラス	学期	受講者数
Word 初級	前期 金3	49名
Word 上級	前期 金1	44名
Excel 初級	前期 金4	50名
Word 初級(1)	後期 水3	47名
Word 初級(2)	後期 金4	26名
Excel 初級(1)	後期 金2	40名
Excel 初級(2)	後期 金3	40名
のべ受講者数		296名

前期の最終授業では、森下 (2018) のアクティブ・ラーニングに関するアンケートを参考に、上記のクラスの内容に対応する新たなアンケートを実施した.後期の授業では、前期のアンケート結果を踏まえ、実践的な問題解決型の小テストを実施し、最終授業で小テストに関するアンケートを行った.

3. アクティブ・ラーニングに関するアンケート

前期の最終授業で実施したアクティブ・ラーニング に関するアンケートの内容を表 2 に示す. 欠席者を除 く有効回答数は 3 クラスで 105 名であった.

表 2 アクティブ・ラーニングに関するアンケート

【用語の説明】

アクティブ・ラーニング:

教員による一方的な講義形式の教育とは異なり、 学習者が能動的に関与することによって、汎用的 能力の育成を図ることを目的としている学習方 法。具体的な方法には以下のようなものがある

グループワーク:

学生がいくつかのグループに分かれ、グループの 各自が協力しながら行う学習方法

反転授業(問題解決):

授業と宿題の役割を「反転」させ、授業時間外に デジタル教材等により知識習得を済ませ、教室で は知識確認や問題解決学習を行う授業形態

プレゼンテーション:

課題探求や問題解決等の過程で知り得たことや理解したこと、また見いだした解答について情報伝達する方法

ディスカッション:

情報の交換や共有、アイデアの出し合い、一つの問題を解決するためなどに協議する方法

Q&A:

一問一答形式で、質問とそれに対応する回答が紹介される方法

ピアレビュー:

学生がペアもしくはグループ単位で、成果物や発 表について互いに評価し合う活動

【1】受講する授業に、グループワークや問題解決な ど、以下に挙げるようなアクティブ・ラーニン グ的な要素を取り入れるとしたら、どういった 内容を希望しますか(複数回答可)

グループワーク, 反転授業 (問題解決), プレゼンテーション, ディスカッション, **Q&A**, ピアレビュー, その他

【2】受講する授業に、アクティブ・ラーニング的な要素として取り入れる必要がない(不向き)と思うものを選んでください(複数回答可)

グループワーク,反転授業 (問題解決),プレゼンテーション,ディスカッション, $\mathbf{Q&A}$,ピアレビュー,その他

【3】授業前半のテキストベース (Lesson の消化) による受動型学習に必要性は感じましたかとても必要、そこそこ必要、あまり必要でな

い、まったく必要でない

【4】授業後半の模擬試験による反復学習(復習)に 必要性は感じましたか

とても必要, そこそこ必要, あまり必要でない, まったく必要でない

【5】アクティブ・ラーニングの要素を取り入れることで、授業内で扱う Lesson 数や模擬試験の実施数が減ることに同意できますか

とても同意できる, そこそこ同意できる, あまり同意できない, まったく同意できない

上記の質問についての回答を,以下の図 1~5 に示す (有効回答数:105名).

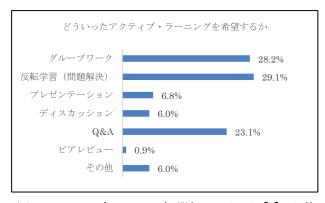


図 1 アクティブ・ラーニングに関するアンケート【1】の回答

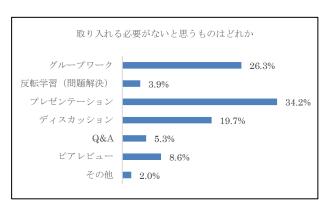


図 2 アクティブ・ラーニングに関するアンケート【2】の回答

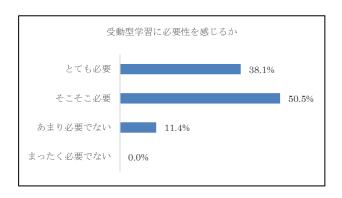


図 3 アクティブ・ラーニングに関するアンケート [3] の回答

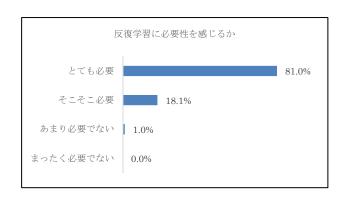


図 4 アクティブ・ラーニングに関するアンケート【4】の回答

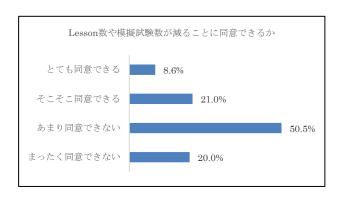


図 5 アクティブ・ラーニングに関するアンケート【5】の回答

アンケート【1】の回答から、学生が授業に取り入れてほしいと思っているアクティブ・ラーニングの種類としては、グループワーク、反転授業(問題解決)、Q&Aが突出して多いことが分かる。「実務で使えそうだから」「記憶に残りやすいから」「実践で使えると思ったから」「覚えた技術を実践する場が欲しい」などがその理由として挙げられた。一方、アンケート【2】の回答で見られるように、グループワークは「時間がかかる」「効率が悪い」「意味がない」などの理由で、授業に取り入れるのに向いていないという回答も多く、取り入れるべきかどうかについては意見が分かれていることがう

かがえる.

また、アンケート【3】と【4】の回答からは、資格取得を目的とした授業には、受動型学習(いわゆる作業研修型)や反復学習への要望が根強いことが分かる。受動型学習に必要性を感じると回答した学生の意見としては、「説明を聞きながら操作を確認できるから」「知識がない状態での学習にとても適していたため」「自分でやるのは大変そうだから」などがあった。また、反復学習に必要性を感じると回答した学生の意見としては、「何度も繰り返すことによって頭に入り確実に覚えられる」「回数を重ねる毎に知識がついたため」「自分の得手不得手が明確にわかる」などがあった。

一方, 受動型学習に必要性を感じないと回答した学 生の意見としては、「やる人は自分で進んでやる、やら ない人は結局やらない印象」「見ているだけで記憶に残 りにくいから」「淡々としていくだけなので」などがあ った. 実際, アンケート【5】の回答に見られるように, アクティブ・ラーニングの要素を取り入れることによ り Lesson 数や模擬試験数が減少することについては、 約3分の1の学生が同意していた.「新しいことをする ことでよりよい授業になるから」「いろいろな人と確認 できる」という意見からも、従来型の受動型学習からの 脱却や変化を望んでいると捉えることができる. その 反面、「積極的な生徒が少ないため」「時間の無駄」「魅 力を感じない」「授業に不向きと思われるため」など, アクティブ・ラーニングの導入に対しては, 否定的な意 見も多かった. 「このままの授業内容で良い」 「今のまま のほうが授業に取り組みやすい」など、現状で特に不満 がないという保守的な意見も散見された.

4. 小テスト

これらの結果を踏まえ、後期の授業では、実践的な問題解決型の小テストを実施することとした. 学生の意見を参考に、従来型の授業形態から大きく変更することはせず、また、成績評価に直接関係するほうが緊張感を持って取り組むと考えられるため、小テストの形を取った. テキストに準拠しつつも、ビジネスの現場における資料作りなどを想定した内容とした.

MOS 資格試験には、実務的な(問題解決型の)問題は出題されないため、テキストの問題は基本的にドリル形式となっている. たとえば、テキストデータのコピー&ペーストや図の挿入など、直接的な指示に従って操作を行うにとどまる. そのため、本調査では、実務レベルでの使用例を体験させることを目的として、通常

の出題形式とは異なるオリジナルの小テストを作成した. 正解すれば加点するが, 欠席・未提出・不正解の場合でも減点はなしとし, テキストやインターネットの閲覧も可とした. 小テストの翌週には, 出題の意図, 模範解答の解説とともに, 提出された解答も一部紹介し, クラスで共有した. 各小テストの実施日と有効解答数は表3の通りである.

表 3 各小テストの実施日と有効解答数

クラス	実施日	有効解答数
Word 初級(1)	12月19日	8名
Word 初級(2)	12月14日	12名
Excel 初級(1)	11月16日	20名
	11月30日	15名
	12月14日	20名
Excel 初級(2)	11月16日	32名
	11月30日	14名
	12月14日	15名

4.1 Word 初級クラスの小テスト

Word 初級クラスでは、各クラス共通の小テスト(1問)を実施した。配布された PDF ファイルに、情報漏洩の危険のある箇所を黒塗り(マスキング)し、再度 PDF データとして提出するように指示した。同じような文書が 100 枚以上あるという想定で、効率よく作業するように伝えた(例: スクリーンショット機能の使用など)。図 6 に完成イメージを示す。

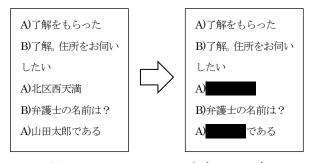


図 6 Word 小テストの完成イメージ

想定される作業手順は、①Word にテキストデータをコピー、またはスクリーンショット機能を使って画像を挿入し、②網掛け設定で塗りつぶすか、または黒塗りしたいテキスト上に図形を重ねて配置し、③PDFファイルとしてエクスポートするというものである(図7)、どのような手順を踏んでも、最終的に正解できれば問

題はないが、ここでは、学習した内容をうまく組み合わせて使うことを思い付くかどうかに着目した.

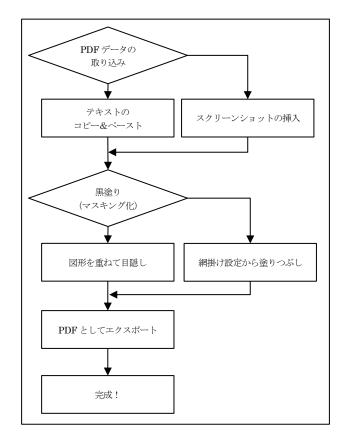


図 7 Word 小テストの想定される作業手順

4.2 Excel 初級クラスの小テスト

Excel 初級クラスでは、各クラス共通の小テストを1回につき1間、合計3回実施した。各小テストは以下の通りであった。

4.2.1 小テスト1:簡易カレンダーの作成

Excel には、数値データと文字データがあるが、数値 データのみが計算対象となるので、原則として可能な 限り数値データに置き換えるほうがよいとされている。 日付や曜日なども、シリアル値で管理すれば自動計算 できることを理解させることを目的とした。

小テスト1では、指定のセルに日付を入力することで、1週間分の日付と曜日が表示されるように「表示形式」の書式設定をさせた(図8).日付のズレを+数値で指定し、曜日も日付データから取得することができる.

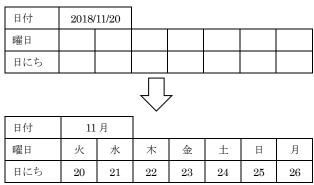


図 8 Excel 小テスト1の完成イメージ

想定される作業手順(図 9)は、①[曜日]、[日にち] セルに[日付]セルを参照先として設定し、②オートフィル機能の使用を前提として、[左隣り+1]と設定するか、または[日付]セルを共通の参照先として個別に[日付+1]、[日付+2]、[日付+3]…と設定し、③表示形式から[日付]表示を[日にち]表示と[曜日]表示に変更するというものである。

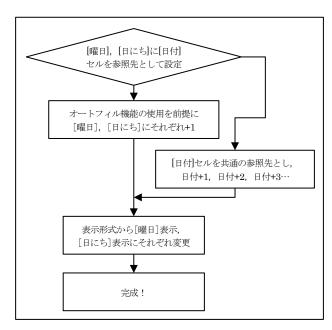


図 9 Excel 小テスト1の想定される作業手順

4.2.2 小テスト2:成績表の完成

IF 関数は、ネスト (入れ子) のせいで、理解が困難な項目である。また、実務においては、手法が 1 つではないということを理解させることを目的とした。

関数のネストを使用した評価判定について出題し、4 科目のうち 1 科目でも 90 点以上だった場合は②と判 定するように、関数を使用して数式を入力する問題で あった(図 10). 使用する関数は、テキストで学習した ものに限定したが、ORやANDなどの論理関数は使用しないことを条件とした.

	科目名			合計	F	価	
氏名	国語	数学	日本史	情報		評価A	評価B
織田	89	88	78	85	340	0	
羽柴	95	60	71	60	286		0
柴田	57	62	77	64	260		
明智	94	91	78	86	349	0	0

図 10 Excel 小テスト 2 の完成イメージ

想定される作業手順(図11)は、①IF 関数と MAX 関数のネストによる解答「=IF(MAX(4 科目のセル範 囲)>=数値,"真の場合","偽の場合"」, または, 複数の IF 関数を組み合わせた「IF(国語>=数値,"真の場合",IF(数 学>=数値,"真の場合",IF(日本史>=数値,"真の場 合",IF(情報>=数値,"真の場合","偽の場合"))))」とした. テキストでは、IFとAND, ORの組み合わせについて は学習したが、MAX 関数やMIN 関数については単体 での使用のみが紹介されている. したがって、MAX 関 数は「単体で使用するもの」という誤った認識を持つ可 能性があるため、状況によっては論理関数の代わりと して機能することを理解させることを試みた. 他の関 数との組み合わせでも、解答を導き出せることを思い 付くかどうかに着目した. IF 関数と COUNTIF 関数 を組み合わせる想定外の解答を提出する学生が複数お り、発想の柔軟性が面白いと感じるケースもあった.

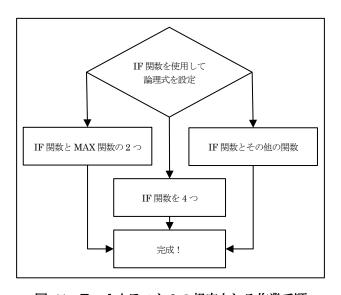


図 11 Excel 小テスト 2 の想定される作業手順

Excel 小テスト 1, 2 とも、どのような手順を踏んでも、最終的に正解できれば問題はないが、ここでは、学習した内容をうまく組み合わせて使うことを思い付くかどうかに着目した.

4.2.3 小テスト3:データベースの完成

条件付き書式に関する問題(タレント好感度ランキングのデータベース)を出題した(図 12). 特定の職業に対して、行方向にセルの色を塗りつぶすというものである. テキストでは、セル範囲を指定(絶対参照)するところまでを学習していた. 条件付き書式を設定するセル範囲を選択し、参照方法を複合に変更できることを思い付くかどうかに着目した. なお、参照方法の切り替え手順については、別の項目において学習済みであった.

順位	タレント名	性別	職業
1位	明石家さんま	男性	芸人
2位	阿部寛	男性	男優
3位	マツコ・デラックス	男性	コラムニスト
4位	博多華丸·大吉	男性	芸人
5位	内村光良	男性	芸人
6位	イチロー	男性	スポーツ選手
6位	所ジョージ	男性	芸人
8位	サンドウィッチマン	男性	芸人
9位	阿部サダヲ	男性	男優
10位	岡田准一	男性	ジャニーズ
10位	タモリ	男性	芸人
12位	大泉洋	男性	男優
12位	福山雅治	男性	歌手
14位	さまぁ~ず	男性	芸人

図 12 Excel 小テスト 3 の完成イメージ

5. 小テストに関するアンケート

後期の最終授業で、後期に実施した小テストに関するアンケートを実施した(表 4).

表 4 小テストに関するアンケート

【1】小テス	トの受験状況
--------	--------

小テストを受けた, 小テストを受けなかった, 小テストを断念した (未提出)

【2】小テストの解説(解答例)について

よく理解できた,理解できた,あまり理解できなかった,全く理解できなかった,その他

【3】小テストで受講科目の興味や理解は高まりましたか

とても高まった、やや高まった、あまり高まらなかった、全く高まらなかった

【4】今後も小テストは必要ですか

必要、不要、どちらともいえない

【5】小テストとして受け入れられるものはどれですか

プレゼンテーション,ディスカッション,グループ ワーク,課題解決型学習,授業で扱った過去問題に 個人で解答する従来型の小テスト,その他

上記の質問についての回答を,以下の図 13~17 に示す (有効回答数: 96 名).

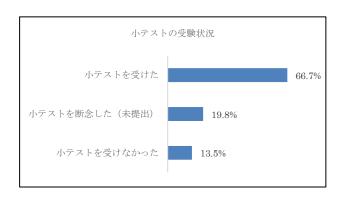


図 13 小テストに関するアンケート【1】の回答

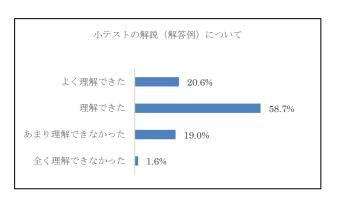


図 14 小テストに関するアンケート【2】の回答

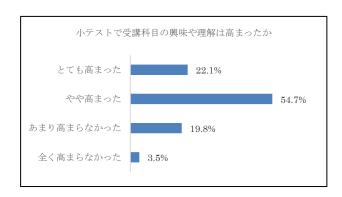


図 15 小テストに関するアンケート【3】の回答

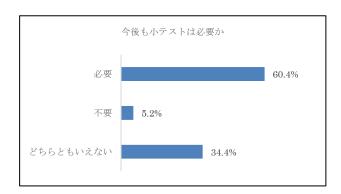


図 16 小テストに関するアンケート【4】の回答

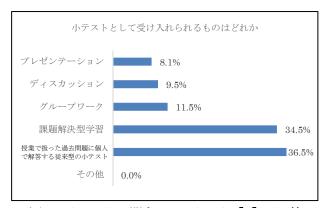


図 17 小テストに関するアンケート【5】の回答

アンケート【1】で、6割強の学生がいずれかの小テストを受けたと回答しており、今回の小テストについて、アンケート【2】の回答に「よく理解できた」「理解できた」、【3】の回答に「とても高まった」「やや高まった」を選んだ学生は、いずれも約8割を占めている。アンケート【4】については、「必要」が約6割を占めたものの、「どちらともいえない」と回答した学生も3割に上った。アンケート【5】の回答を見ると、今回の小テストと従来型の小テストを受け入れられる割合がほぼ同じであったことから、小テストを受けた学生は、ある程度その効果を実感していたことがうかがえる。

6. まとめ

本調査では、基礎情報処理クラスの中で、実践的な問題解決型の小テストを実施し、小テストに関するアンケートの結果についてまとめた。小テストを受けた学生と受けていない学生の MOS 資格の合格率 (89.8% vs. 83.9%) および平均点 (828.0点 vs. 788.6点) を比較したところ、両者間に有意差はなかったものの、全体として前者のほうがいずれも高かった。

今回の小テストを受けた学生からは、「解説が分かり やすかった」「小テストで分からないことを教科書で見 直した」「勉強した知識を応用できた」などの前向きな意見が目立った。ただし、小テストをきっかけに学習意欲が高まったのか、あるいは授業外で自主的に学習をおこなった学生が多かっただけなのかは分からないため、今後は、授業外での学習時間などについても調査する必要があるだろう。

7. 参考文献

- [1] 赤堀侃司 (2017)「アクティブ・ラーニングに関する 意識調査と分析」『教育テスト研究センター年報』 第2号,8-18.
- [2] 坂田隆文 (2016)「教育の現場から (第二回):何故、 アクティブラーニングがうまくいかないか」『大学 ジャーナルオンライン』

http://univ-journal.jp/column/20164103/

- [3] 坂本健成 (2017)「情報処理関連科目におけるアクティブラーニング型授業の実践: やる気と出席率に着目して」『流通科学研究』16,39-44.
- [4] 白澤秀剛・丸山有紀子 (2014)「全学向け情報モラル 教育の現状とアクティブ・ラーニング導入による教 育効果」『大学教育と情報』146号, 22-25.
- [5] 森下浩平 (2018)「基礎情報処理クラスにおけるアクティブ・ラーニングの可能性」『日本認知科学会第35回大会発表予稿集』,806-810.
- [6] 文部科学省 (2014)「産業界ニーズに対応した教育 改善・充実体制整備事業:中部圏の地域・産業界と の連携を通した教育改革力の強化」『アクティブラ ーニング失敗事例ハンドブック』
- [7] 文部科学省中央教育審議会 (2012)「新たな未来を 築くための大学教育の質的転換に向けて~生涯学 び続け、主体的に考える力を育成する大学へ~」

アンカリング効果の発生に必要な要素の検討 Investigation of the elements necessary for generating anchoring effect

大貫祐大郎†・本田秀仁‡・植田一博†

Yutaro Onuki · Hidehito Honda · Kazuhiro Ueda

†東京大学, ‡安田女子大学 The University of Tokyo, Yasuda Women's University. onuki-yutaro32@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

Anchoring effect is a phenomenon in which prior presentation of a number can change a subsequent numerical estimation. Previous studies have discussed whether anchoring effect occurs by a presentation of number or increasing selective accessibility of knowledge. That is, whether anchoring effect occurs by numerical priming or semantic priming. However, no study has examined whether anchoring effect occurs by only the presentation of number or increasing selective accessibility without using number. From the results of our study, it was found that the occurrence of the anchoring effect needs to present a number with units (e.g., 150kg). In addition, it was also confirmed that anchoring effects did not occur just by the increasing selective accessibility without using number. In previous research, it was thought that the anchoring effect would occur by the presentation of number without unit or the increasing selective accessibility alone, but our study confirmed that the anchoring effect did not occur with only one of them. The results of this study suggest that in order to elucidate the generation mechanism of anchoring effect, it is important to combine the two models.

Keywords — Anchoring effect, Selective Accessibility, Numerical Priming.

1. はじめに

1.1. アンカリング効果とは

アンカリング効果とは、直前に与えられた数値情報 が後続の数量推定に影響を与える認知バイアスである (Tversky & Kahneman, 1974). 古典的な研究では、65 か 10 で止まるように操作したルーレットを使用して、実験参加者にルーレットで止まった値 (アンカー) と国連に占めるアフリカ諸国の割合 (推定対象) のどちらが大きい、あるいは小さいと思うかを比較させた。その後、推定対象の具体的な割合を推定させた結果、ア

ンカーの値が 65 (高アンカー群) であった場合の推定の中央値は 45%が観測され, 10 (低アンカー群) であった場合の推定の中央値は 25%が観測された. このように、アンカリング効果とは、推定には無関係であるはずのアンカーが、後続の数量推定に影響を及ぼすことを意味する (Tversky & Kahneman, 1974).

また、アンカリング効果は日常的にも見られ、かつ 頑健な効果として知られている (Mussweiler, Englich, & Strack, 2004). 例えば、スーパーマーケットでの購買 行動のような日常の経済行動でも生じることが明らか になっている (Wansink, Robert, & Stephen,1998). また、 住宅価格を推定する際にもアンカリング効果は発生す ることが知られている (Northcraft & Neal, 1987). 特に 後者では、専門家の判断でさえも、アンカリング効果 の影響を受けることが報告されている.

1.2. 数値がアンカリング効果に与える影響

数値プライミングモデルのように、 提示した数値の 大小のみがアンカリング効果に影響を与えると考える モデルが提唱されている (Jacowitz & Kahneman, 1995; Wilson et al., 1996; Wong & Kwong, 2000; Critcher & Gilovich, 2008). 一方で, 先行研究では, アンカリング 効果の発生に数値だけが影響を与えているのかどうか を正確には検証できていない. 例えば、Tversky & Kahneman (1974) の研究で遂行させた実験手続きでは、 65と国連に占めるアフリカ諸国の割合を比較させてい る. そのような比較を実行するためには、65 という数 値を 65%として割合に変換した後に、65%と国連に占 めるアフリカ諸国の割合を比較する必要がある. つま り、数値に%という単位を付けて比較をさせている. また、先行研究では、社会保障番号の下 2 桁の数値が 商品の購入意思額に影響を与えることが知られている (Ariely, Loewenstein, & Prelec, 2003, 2006). 上記の研究 は、社会保障番号という商品の購入意思額とは無関係 な数値が、商品の購入意思額に影響を与える研究であ

ると知られている. しかし、上記の Ariely, et al., (2003, 2006) の研究では、社会保障番号の下 2 桁の数値に\$と いう単位を付けて、商品の購入意思額と比較をさせて いる. 例えば、初回保障番号の下2桁の数値が81だっ た場合、\$81 として刺激を提示している. これらの研究 から、比較タスクを使用することで、数値だけではな く、単位という刺激も同時に与えていると考えること ができる. また実際に、比較タスクの有無がアンカリ ング効果の発生に影響を与えることが確認されている (Harris & Speekenbrink, 2016). 例えば、ゾウの体重をト ンで予想させた後に、キリンの体重をポンドで予想さ せた場合にはアンカリング効果は発生しない. 一方で、 ゾウの体重 (トン) とキリンの体重 (トン) のどちら が重いと思うのかを比較させた後にキリンの体重 (ポ ンド)を予想させた場合には、アンカリング効果は発 生する (Harris & Speekenbrink, 2016). つまり, 比較タ スクによって、実験刺激 (ゾウの体重をトンで予想さ せる) 以外の要因がアンカリング効果の発生に影響を 与えると考えられる.

上記の理由から、数値と推定対象を比較させるタスクを利用した実験手続きでは、数値だけがアンカリング効果を発生させているのかを正確に確認することができない。そのため、これまでの研究では、実際に数値だけの提示によってアンカリング効果が発生するのかどうかは明らかに出来ていないという問題点がある。もし、これらの問題を解決できた場合、数値の大小のみが判断に影響を与えていると考える数値プライミングモデル(Jacowitz & Kahneman、1995; Wilson et al.、1996; Wong & Kwong、2000; Critcher & Gilovich、2008)に対する新しい知見が得られる可能性が高い。

2. 実験1

実験 1 では、数値のみを提示した場合と、数値に単位を付けた刺激を提示した場合でアンカリング効果が発生するのかどうかを検討した.

先行研究で使用されてきた実験手続きは、"65 と国連に占めるアフリカ諸国の割合、どちらが大きいあるいは小さいと思いますか?"のように、アンカー(実験刺激)とターゲットの大小を比較させていた。しかし、前述のように、アンカーとターゲットの比較タスクを使用すること自体が、アンカリング効果の発生に影響を与えることが分かっている(Harris & Speekenbrink、2016). そのため、本実験でも比較タスクを使用した場合、提示した数値以外の要素がアンカリング効果へ与

える影響を排除できない. そこで, 実験1では, 比較タスクを使用しない方法で, 数値のみを提示した場合と, 数値に単位を付けた刺激を提示した場合でアンカリング効果が発生するのかどうかを検討した.

2.1. 実験参加者

所属や年齢などの制限は設けずに実験参加者を Web 上で募集した. Web 調査には 236 名が参加した. 実験は Web 上の Qualtrics で遂行した.

2.2. 実験課題・刺激・手続き

多くの日本人が正解を知らないと考えられるチェコ人の平均体重とブランデンブルグ門の高さを推定対象に設定した.以下に実験手続きの例を記述する.実験参加者に、図 1 に示した 8 種類の刺激の中から 1 種類をランダムに提示し、何と書かれているかを回答させた.その後、推定対象の数値を予想させた.ブランデンブルグ門の高さを予想させた群では、150 (n=29)、25 (n=30)、150m (n=30)、25m (n=32)の 4 種類中の 1 種類を提示した.チェコ人の平均体重を予想させた群では、150 (n=25)、25 (n=30)、150m (n=31)、25m0 4 種類中の 1 種類を提示した.

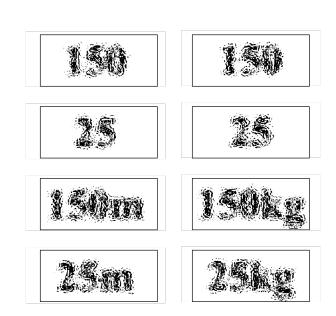


図 1. 全部で 8 種類の刺激の中からランダムに 1 種類を提示した. 刺激の種類によって, 値を回答する推定対象は異なっていた.

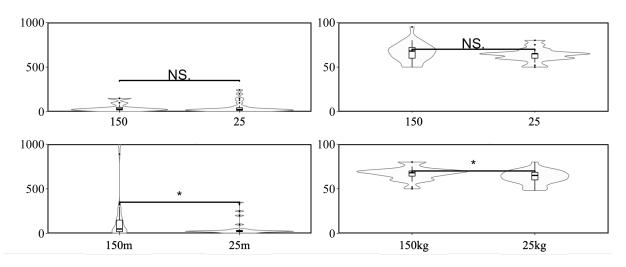


図 2. 左の図 (上下)はブランデンブルグ門の高さ (m) に対する推定の分布を示している. 右の図 (上下)はチェコ人の平均体重 (kg) に対する推定の分布を示している. NS: Non-Significant, *: p < .05.

実験1で提示した刺激は、読みづらい刺激を使用した.以下に2点の理由を述べる.1点目は、実験参加者に実験の意図を悟られないようにするためである.例えば、読みやすい"150"という表記に対して、何が書いてあるのかは容易に回答できる.そのため、実験参加者に、その回答によって次の問題に影響を与えさせようとしている意図を悟られる可能性があると予想した.2点目は、流暢性の高い文字よりも、流暢性の低い文字の方が認知的な処理にかけるコストが高まり、深い記憶処理が促されることが知られている(Diemand-Yauman, Oppenheimer, & Vaughan, 2011).刺激に対する認知的な処理にかけるコストを高めた場合、刺激がアンカリング効果に与える影響力が強まると予想した.以上の2点の理由から、実験1の刺激は、読みづらい刺激を使用した.

2.3. 結果

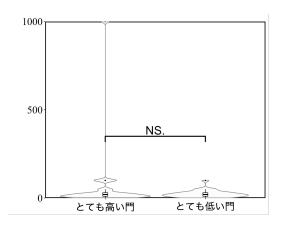
実験1の結果を図2に示す.実験の結果,ブランデンブルグ門の高さの予想では、150m (M_m =174.710、 SD_m =277.133)、25m (M_m =51.862、 SD_m =78.964)、150 (M_m =47.800、 SD_m =46.018)、25 (M_m =46.56667、 SD_m =59.614)という結果になった.そして、150mと25mを刺激に使用した2群間では、有意な差が見られた(t [35.149] = 2.3675、p=.024、d=.59).一方で、150と25を刺激に使用した2群間では、有意な差が見られなかった(t [52.726] = 0.086、p=.931、d=.02).チェコ人の平均体重の予想では、150kg (M_{kg} =67.133、 SD_{kg} =7.200)、25kg (M_{kg} =63.000、

 SD_{kg} =7.526), 150 (M_{kg} =66.586, SD_{kg} = 10.537), 25 (M_{kg} =64.033, SD_{kg} = 7.490) という結果になった. そして, 150kg と25kgを刺激に使用した2群間では, 有意な差が見られた (t [59.973] = 2.209, p = .03, d = .56). 一方で, 150 と25を刺激に使用した2群間では, 有意な差が見られなかった (t [50.418] = 1.069, p = .29, d = .28).

2.4. 考察

実験1の結果から、数値の呈示だけではアンカリング 効果を発生させられないことが明らかになった。また 実験1の結果から、数値に単位を加えた刺激をアンカーとして呈示することで、アンカリング効果が発生することが分かった。これらの結果は、数値の呈示のみが 重要であると考える従来の研究の知見(Jacowitz & Kahneman、1995; Wilson et al.、1996; Wong & Kwong、2000; Critcher & Gilovich、2008)からは予測できなかった結果である。

なぜ、数値に単位を付けることがアンカリング効果を発生させる上で重要であるのかを考察する.150 などの数値を見た際には、その数値が大きいか小さいかの判断をすることは難しい.一方で、150g という表記を見た際には軽いと感じ、150kg という表記を見た際には重いと感じる.このように、数値に単位が付随して初めて数値の大小を判断することができる.このように重い、軽いなどの意味的な活性がアンカリング効果を発生させているという意味活性モデルが存在する



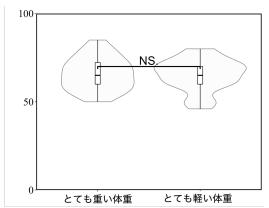


図 3. 左の図はブランデンブルグ門の高さ (m) に対する推定の分布を示している. 右の図はチェコ人の平均体重 (kg) に対する推定の分布を示している. NS: Non-Significant.

(Strack & Mussweiler, 1997; Mussweiler & Strack, 1999a, b, 2001; Mussweiler, Strack, & Pfeier, 2000). つまり, 実験 1 の結果は, 意味活性モデルを支持する結果が得られたとも言える.

実験 1 の結果から、数値の提示ではなく、意味活性がアンカリング効果の発生に重要であると予想した。そこで、意味活性を誘発すれば、刺激に数値を使用しなくてもアンカリング効果は発生するのだろうかという疑問が生まれる。しかし、先行研究では、数値を提示しない方法を使用しながら、意味活性を誘発させることでアンカリング効果を発生させようと試みた研究はない。そこで実験 2 では、刺激に数値を使用しない場合でも、意味活性を誘発すればアンカリング効果が発生するのかどうかを確認する。

3. 実験 2

実験 2 では、刺激に数値を使用しない場合でも、意味活性を誘発すればアンカリング効果が発生するのかどうかを確認する.

従来のアンカリングを発生させる手続きは、"65 と国連に占めるアフリカ諸国の割合、どちらが大きいあるいは小さいと思いますか?"のように、アンカー (実験刺激)とターゲットの大小を比較させる方法が一般的である。そこで、実験2では、アンカー (実験刺激)とターゲットの大小を比較させる方法を使用して、刺激に数値を使用しない場合でも、意味活性を誘発すればアンカリング効果が発生するのかどうかを確認する。もし、上記の刺激がアンカリング効果を発生させた場合には、実験3を実施し、アンカリング効果の発生がアンカーによる影響であるのか、比較タスクによる影

響であるのかを明らかにする.

3.1. 実験参加者

所属や年齢などの制限は設けずに実験参加者を Web 上で募集した. Web 調査には 110 名が参加した. 実験は Web 上の Qualtrics で遂行した.

3.2. 実験課題・刺激・手続き

実験2でも、実験1と同じ推定対象を使用した.以下に実験手続きを記述する.ブランデンブルグ門の高さが推定対象の場合、実験参加者にブランデンブルグ門の高さと実験刺激とでは、どちらが高い、あるいは低いと思うのかを予想させた後、ブランデンブルグ門の高さが推定対象の場合に使用した刺激は、"とても高い門"(n=26)、あるいは、"とても低い門"(n=29)の2種類を使用した.チェコ人の平均体重が推定対象の場合、実験参加者にチェコ人の平均体重と実験刺激とでは、どちらが重い、あるいは軽いと思うのかを予想させた後、チェコ人の平均体重を推定させた。チェコ人の平均体重が推定対象の場合に使用した刺激は、"とても重い体重"(n=28)、あるいは、"とても軽い体重"(n=27)の2種類を使用した.

3.3. 結果

推定対象に対して、それぞれ対応する群間で t 検定を実施した。その結果、"とても高い門" がアンカーの場合と ($M_{kg}=64.692$, $SD_{kg}=193.031$)、"とても低い門" がアンカーの場合 ($M_{kg}=23.65517$, $SD_{kg}=20.461$) の2群間では、有意な差は見られなかった t (25.504) =

1.078, p=.291, d=0.31. また, "とても重い体重"がアンカーの場合と ($M_{kg}=65.964$, $SD_{kg}=9.134$), "とても軽い体重"がアンカーの場合 ($M_{kg}=65.296$, $SD_{kg}=9.041$)の2群間でも、有意な差は見られなかった t (52.962) = 0.272, p=.786, d=0.07.

3.4. 考察

実験 2 の結果から、意味的活性を誘発する言語表現だけをアンカーとして使用した場合にはアンカリング効果は発生しないことが明らかになった。そのため、アンカリング効果の発生には数値の呈示が必要である可能性が示唆された。これらの結果は、アンカリング効果の発生には意味活性のみが影響を与えていると考える意味活性モデル(Strack & Mussweiler, 1997; Mussweiler & Strack, 1999a, 1999b, 2001; Mussweiler, Strack, & Pfeiffer, 2000)からは予想できない結果である。

比較タスクを使用した場合,比較タスクを使用しなかった場合と比較して,アンカリング効果が発生する可能性が高まる (Harris & Speekenbrink, 2016). 実験 2 では,比較タスクを使用したにも関わらず,意味的活性を誘発する言語表現だけでは,アンカリング効果は発生しなかった。そのため,仮に比較タスクを使用しなかった場合でも,意味的活性を誘発する言語表現だけを提示した場合には,アンカリング効果は発生しないと予想できる.

4. 総合討論

実験 1, 2 の結果から, 数値のみをアンカーにした場合, あるいは, 意味活性を誘発する言語表現だけをアンカーにした場合には, アンカリング効果は発生しないことが確認された. 従来の研究では, 数値 (Jacowitz & Kahneman, 1995; Wilson et al., 1996; Wong & Kwong, 2000; Critcher & Gilovich, 2008) と意味活性 (Strack & Mussweiler, 1997; Mussweiler & Strack, 1999a, 1999b, 2001; Mussweiler, Strack, & Pfeiffer, 2000) のどちらがアンカリング効果を発生させるのかに関して議論されてきた. しかし, 本研究の実験によって得られた知見から, 数値と意味活性を誘発する言語表現のどちらか一

方だけでは、アンカリング効果を発生させることが出来ないという新たな知見が得られた.

4.1. なぜ数値と単位がアンカリング効果の発生に重要な役割を果たすのか

従来の研究では、提示した刺激に関して、数値と単 位という要素に分けて実験した研究は存在しないため、 数値の呈示だけでアンカリング効果が発生するのか、 あるいは数値と単位を組み合わせた刺激によりアンカ リング効果が発生するのかは明確ではなかった. 実験 1 の結果から、アンカリング効果を発生させるために はアンカーとして使用する数値に単位を付随させる必 要があると分かった. そのため, 上記の発見は独創性 の高い発見であると言える. アンカリング効果の発生 に、数値に単位を加えた刺激が必要な理由としては、 数値に単位を加えることによって初めて意味活性が生 まれるためであると予想される. 例えば、150 という数 値を見た場合、大きいと感じることもある一方で、 150mm や150秒の場合は小さい (短い)と感じる場合も ある. そのため、150を見ただけでは重いや大きいと感 じる意味活性は発生しにくいと予想できる.しかし, 150kgという重さの場合は、大抵の場合150kgに対して 重いと感じる. そのため、具体的に kg と単位を明示す ることで、重いと感じる意味活性が発生したと考えら れる.

実験 2 の結果から,数値を使用しない刺激ではアンカリング効果を発生させることが難しいことが確認された.プライミングに関する先行研究では,先行刺激と後続反応が音韻的に類似している場合に,情報処理が促進されることが知られている (Meyer & Schvaneveldt, 1971). また,先行刺激と後続の判断が意味的に類似している場合に先行刺激が強く後続の判断に影響を与えることが知られている (Slovic, Griffin, & Tversky, 1990). 今回の実験1,2では,推定対象を数値で回答させた.そのため,音韻的にも意味的にも類似している数値の提示が,アンカリング効果の発生に重要であると考えられる.今後の研究では,数値による回答が必要ない推定の場合に、数値提示がアンカリング

効果の発生に与える影響を確認する必要がある.

参考文献

- Ariely, D., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2003). "Coherent arbitrariness": Stable demand curves without stable preferences. *Quarterly Journal of Economics*, *118*, 73–105. http://doi.org/10.1162/00335530360535153
- Ariely, D., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2006). Tom Sawyer and the construction of value. *Journal of Economic Behavior and Organization*, **60**, 1–10. http://doi.org/10.2139/ssrn.774970
- Critcher, C. R., & Gilovich, T. (2008). Incidental environmental anchors. *Journal of Behavioral Decision Making*, 21, 241–251. http://doi.org/10.1002/bdm.586
- Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the bold (and the Italicized): Effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, 118, 111–115. http://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.09.012
- Harris, A. J. L., & Speekenbrink, M. (2016). Semantic cross-scale numerical anchoring. *Judgment and Decision Making*, 11, 572–581. Retrieved from http://journal.sjdm.org/16/16609/jdm16609.pdf (May 23, 2019)
- Jacowitz, K.R., & Kahneman, D. (1995). Measures of anchoring in estimation tasks. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 1161–1166. http://doi.org/10.1177/01461672952111004
- Meyer, D.E., & Schvaneveldt, R.W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 27-234. http://doi.org/10.1037/h0031564
- Mussweiler, T., & Strack, F. (1999a). Comparing is believing: A selective accessibility model of judgmental anchoring. *European Review of Social Psychology,* 10, 135–167. http://doi.org/10.1080/14792779943000044
- Mussweiler, T., & Strack, F. (1999b). Hypothesis consistent

- testing and semantic priming in the anchoring paradigm: A selective accessibility model. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*, 136–164. http://doi.org/10.1006/jesp.1998.1364
- Mussweiler, T., & Strack, F. (2001). The semantics of anchoring. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **86**, 234–255. http://doi.org/10.1006/obhd.2001.2954
- Mussweiler, T., Strack, F., & Pfeier, T. (2000). Overcoming the inevitable anchoring effect: considering the opposite compensates for selective accessibility. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26, 1142–1150. http://doi.org/10.1177/01461672002611010
- Mussweiler, T., Englich, B., and Strack, F. (2004). 10
 Anchoring effect. Ruediger, F, Pohl (Eds.), Cognitive Illusions: A Handbook on Fallacies and Biases in Thinking, Judgement and Memory. Psychology Press. pp. 183-200.
- Northcraft, G. B., and Neale, M. A. (1987). Experts, amateurs, and real estate: An anchoring-and-adjustment perspective on property pricing decisions. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 39, 84-97.
- Slovic, P., Griffin, D., & Tversky, A. (1990). Compatibility effects in judgment and choice. In R. M. Hogarth (Ed.), *Insights in decision making* (pp. 4–27). Chicago: University of Chicago Press.
- Strack, F., & Mussweiler, T. (1997). Explaining the enigmatic anchoring effect: Mechanisms of selective accessibility, *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 437–446. http://doi.org/10.1037/0022-3514.73.3.437
- Tversky, A., and Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristic and biases. *Science*, *185*, 1124-1130.
- Wansink, B., Robert J., and Stephen J. (1998). An Anchoring and Adjustment Model of Purchase Quantity Decisions. *Journal of Marketing Research*, *35*, 71–81.
- Wilson, T.D., Houston, C., Etling, K.M., & Brekke, N. (1996). A new look at anchoring effects: Basic anchoring

and its antecedents. *Journal of Experimental Psychology: General,*4,
387–402.
http://doi.org/10.1037/0096-3445.125.4.387

Wong, K. F. E., & Kwong, J. Y. Y. (2000). Is 7300 m equal to 7.3 km? Same semantics but different anchoring effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82, 314–333.

http://doi.org/10.1006/obhd.2000.2900

指さしの対象特定における文脈の効果 Effect of context in target identification of pointing

笠原 臣[†],柏舘 敬[†],小林 春美^{†*} Jin Kasahara, Kei Kashiwadate, Harumi Kobayashi,

> [†]東京電機大学大学院 Graduate School of Tokyo Denki University *h-koba@mail.dendai.ac.jp

概要

本研究では、指さしの解釈の方法について注目し、対象物を指し示す際の指さしの遠近、文脈の有無によって、指さしの対象特定における文脈の効果を検討した。例として、実験者が風邪を引いていて何かを飲みたいという文脈において「それを取ってください。」と発言しながら指さしを行うと、実験参加者は指さしの先にあるジュースではなく指さしの先から逸れた位置にある風邪薬であると解釈した。また、対象からの距離が近い指さしであっても、文脈を優先した解釈をする結果となった。

キーワード:対象特定,文脈情報,指さしの推論

1. はじめに

指さしは基本的な意図的コミュニケーションの研究 における中心的なトピックである。誰かの注意をある 物に向けるという、最も基本的な直示的ジェスチャー であり、自己と他者の心理的プロセス(注意と共有)に関 する認識に依存している(Brinck, 2004;Franco & Butterworth, 1996)。指さしは、伝達者によって行われた 指さしが何を指し示しているのかを推論し、指さしの 意図を解釈するとされる。この解釈について、意味論 的なビーム仮説と、語用論的なコーン仮説が提案され ている。ビーム仮説とは、指さしからあたかも直線の ようなビームが投射されていると仮定して、その直線 と最初に当たった対象を観察者は参照するという仮説 である(McGinn, 1981)。一方、コーン仮説とは、指さし の方向に観察者の注意を向けさせ、その方向に指さし を行っている指を起点として円錐状に広がる空間の中 から文脈にあった対象物を観察者は参照するという仮 説である (Kranstedt, Lücking, Pfeiffer, Rieser & Wachsmuth, 2006)

指さしの対象特定を可能とする範囲について、 Lücking, Pifeiffer and Rieser (2014)の研究では、ビーム仮 説とコーン仮説の検討を意味論的かつ語用論的な観点 から行っている。指さしの方向を精緻に調べるために、 指さしをする参加者(伝達者)の手にグローブ型の測定 器を取り付け、指さしの方向を計測した。この伝達者 の指さしが、どのような事物を指していたかを調べる ために、もう一人の参加者(観察者)は、指さしがどの対 象を指していたのかを推測した。その結果、伝達者に よる指さしのほとんどが、実際には遠い対象物を正確 には指し示していないことがわかった。さらに、観察 者は遠い位置の対象物を正しく推測することが困難で あった。これらのことから、Lücking らは指さしにおけ る対象物特定には曖昧性があり、コーン仮説が支持さ れるとしている。

伝達者による指さしから、観察者が対象を特定するために、語用論的観点から指さしを解釈する必要性がある。指さしの意図解釈について、Tomasello (2010)は言語が伴わない様々な場面における指さしについて、人は文脈によって指さしの意図を推論し、指さしの解釈をするという実例を多く挙げている。これは、人間が共有志向性を持つことと、社会的または個人間によって形成された共通基盤(Common Ground)によって、複雑なコミュニケーションを成立させていることを暗に示している。よって、文脈から形成された共通基盤が指さしの対象特定に寄与すると示唆されるため、この現象を多角的に検討する必要性がある。

本研究では文脈条件と指さし条件によって、文脈による対象特定に与える影響を明確にすることを目的とした。ここでは文脈を、教示文とオブジェクトとの関連性とした。文脈条件では、発話の際に文脈を含む場合と含まない場合を設けた。指さし条件では、遠い位置からの指さしと、どのオブジェクトに向けられたのか明確な近い位置からの指さしを行った。対象からの距離が近い指さしにおいても、参加者は文脈をもとに指さしの解釈をすると予測した。

2. 方法

実験には、大学生・大学院生 14名が参加した。実験の準備として、縦4列、横8列のオブジェクトの写真(縦 $10cm \times$ 横12cm)が貼られたボード(奥行 $90cm \times$ 幅150cm)を作製した。ボード上に貼りつけたオブジェク

		オブジェクト			
文脈条件	教示文	関連性の強 度:弱	関連性の強 度:中	関連性の強 度:強	
文脈あり	「風邪を引いていて、結構しんどいです。それを 飲みたいのでそれを取ってください。」	ジュース	7K	風邪薬	
文脈なし	「それを取ってください。」		7.4	/= W 3 > C	
文脈あり	「昨日レポートの修正に使ったあれを使いた いです。それを取ってください。」	ボールペン	消しゴム	修正ペン	
文脈なし	「それを取ってください。」				

表1 実験にて用いた教示文とオブジェクトとの関連性の強度(一例)

トの写真は実験で用いる文脈に関連したもので、それ ぞれ関連性の強度として弱・中・強の3種類を設けた。 例として、「風邪を引いていて、結構しんどいです。そ れを飲みたいのでそれを取ってください。」という文脈 には、缶ジュース(弱)、水入りペットボトル(中)、風邪 薬(強)を用意した。実験にて用いた教示文は合計4パタ ーンあった(表 1)。教示文の指示詞使用について、「そ れ」は直示用法として用い、「あれ」は非直示用法(記 憶指示)として用いた。ボード上の写真の掲示の順序は、 実験者の手前からディストラクタ・中・弱・強の並び と、ディストラクタ・強・弱・中の並びの2パターン があった。ボード上での並べ方は、左4列はディスト ラクタ・強・弱・中を始めとして交互に並べた。右4 列は1列目と4列目が、実験者の手前からディストラ クタ・強・弱・中と並び、2列目と3列目はディスト ラクタ・中・弱・強と並べた。実験の際に実験参加者 に、視線による手がかりを与えることがないように、

実験者はサンバイザーを着用した。

実験では、実験者は参加者に対して「自分(実験者)が何のオブジェクトの写真を指し示しているか答えてください」と教示した。実験は文脈なしの前半の試行と、文脈ありの後半の試行に分かれていた。前半の試行(文脈なし)では、「それを取って下さい」と発言しながら文脈的に弱いオブジェクト(実験者の手前から3番目のオブジェクト)に人差し指を向けて指さしを行った。ひとつの縦列の試行を終えたら、次の列の正面に移動した。また、実験が行われていないオブジェクトの写真の列には黒色のカバーを被せて見えないようにした。後半の試行(文脈あり)では、同様に文脈的に弱いオブジェクトに人差し指を向けて指さしを行いながら、指さしの際の発言に各オブジェクトに関連した文脈を加えた。各試行では遠い指さしをする場合と、近い指さしをする場合があった(図1)。

実験の試行回数は、4 パターンのオブジェクト列×

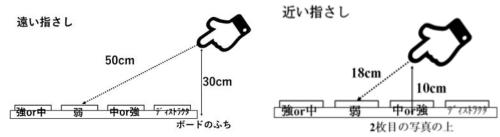


図1:指さし条件

指さし条件2×文脈条件2の計16試行であった。

3. 結果·考察

文脈条件(文脈なし/文脈あり)と指さし条件(遠い指さし/近い指さし)を独立変数とした。各オブジェクトの種類(弱/中/強)を従属変数とした3つの2要因分散分析を行った。分析を行うオブジェクトが選択された場合において1点、それ以外が選択された場合において0点とした。例えば、関連性の強度が弱いオブジェクトを分析する際は、関連性の強度が弱いオブジェクトが選択された際に1点、関連性の強度が強い、または中程度のオブジェクトが選択された場合には0点とした。いずれも参加者内要因であった。各分析において、参加者がどの事物を答えたかについての割合を図2に示す。

3.1 関連性の強度が弱いオブジェクト(低関連性事物)

文脈条件の主効果(F(1,13)=28.7680, p<.001)と、指さし条件の主効果(F(1,13)=5.6320, p<.05)が認められた。 文脈と指さしの条件の交互作用は有意傾向であった(F(1,13)=3.8340, ns)。

指さし条件では、遠い指さし(M=1.071)よりも、近い指さし(M=1.892)において低関連性事物がより多く選択された。文脈条件では、文脈あり(M=0.606)よりも、

文脈なし(M=2.357)において低関連性事物がより多く 選択された。

3.2 関連性の強度が中程度のオブジェクト (中関連 性事物)

文脈条件(F(1,13)=3.2070, ns)は有意傾向であったが、指さし条件(F(1,13)=2.1360, ns)では主効果が認められなかった。文脈と指さしの条件の交互作用(F(1,13)=4.7890, p<.05)が有意であり、単純主効果の検定を行ったところ、実験者が近い位置で指さしを行った場合、文脈条件の単純主効果が有意であった (F(1,26)=6.3570, p<.05)。また、文脈なしの場合において、指さし条件の単純主効果が有意であった(F(1,26)=5.3160, p<.05)。その他の交互作用は有意ではなかった(all ns)。近い指さしにおいて、文脈なし(M=0.500)よりも、文

近い指さしにおいて、文脈なし(M=0.500)よりも、文脈あり(M=1.214)において中関連性事物がより多く選択された。また、文脈なしの場合において、近い指さし(M=0.500)よりも、遠い指さし(M=1.07)において中関連性事物がより多く選択された。

3.3 関連性の強度が強いオブジェクト (高関連性事物)

文脈条件の主効果(F(1,13)=47.3260, p<.001)と、指さし条件の主効果(F(1,13)=7.5830, p<.05)が認められた。 文脈と指さしの条件の交互作用は有意ではなかった (F(1,13)=1.4270, p<.05)。

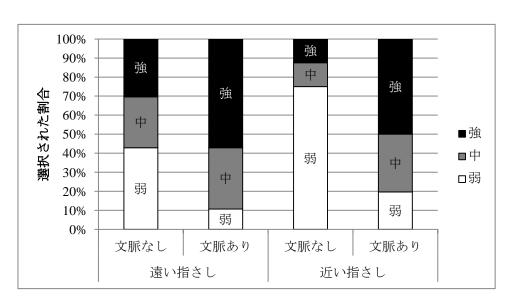


図2:指さしを行った場合の各文脈条件において選択された事物の各タイプの割合(文脈との 関連性の強度:弱い/中程度/強い)

注:指さしにおいて、人差し指は常に「関連性の強度が弱いオブジェクト」に対して向けていた。

指さし条件では、近い指さし(M=1.250)よりも、遠い指さし(M=1.749)において高関連性事物がより多く選択された。文脈条件では、文脈なし(M=0.857)よりも、文脈あり(M=2.143)において高関連性事物がより多く選択された。

3.4 考察

指さし条件において、遠い指さしよりも近い指さしの方が、実験者が人差し指を向けた関連性の強度が弱いオブジェクトがより多く選択された。これにより指さしが対象物に近いと指さしは明確となり、実験参加者がオブジェクトの推論をし易くなることが分かった。しかし、文脈ありの条件では、関連性の強度が強いオブジェクトが多く選択された。また、近い指さしにおいて、文脈なしよりも文脈ありの方が関連性の強度が中程度のオブジェクトが多く選ばれた。これらのことから、対象からの距離が近い指さしであっても、人は文脈をより優先した対象物の解釈をすることが示唆された。

4. 結論

本研究では、指さしの解釈の方法について注目し、 対象物を指す際の指さしの遠近、また指さしの際に文 脈(事物と教示文の関連性)を含む場合と含まない場合 によって、文脈による対象物の指示に与える影響を検 討した。

Lücking らの研究において、指さしを行う伝達者は遠 い対象物を正確に指し示すことができず、指さしにお ける対象物特定には曖昧性があり、コーン仮説を支持 することが示唆されていた。そこで、本実験にて、対 象からの距離が近い位置からの指さしを行ったところ、 実験者の人差し指の先の方向が向かっていた低関連性 事物が多く選択された。近い位置からの指さしでは、 指さしの精度が高まり、対象物を推論し易くなること が分かった。しかし、対象からの距離が近い指さしで あっても、教示に事物との関連性が含まれた場合、実 験者の人差し指の先の方向の事物ではなく、文脈をよ り優先した選択が多くなるという結果となった。人は 指さしを解釈する際に、文脈から対象物との関連性の 強弱を推論し、文脈により適した対象物の解釈をする ことが示唆された。人は指さしを解釈する際に、文脈 が含まれていない状況では指さしの先の方向の事物の

解釈をするビーム仮説を支持し、文脈が含まれている 状況では指さしの先の方向よりも文脈を優先した事物 の解釈をするコーン仮説を支持する結果となった。

今後の展望として、今回の実験ではオブジェクトの 列が一列であり、垂直方向における二つの角度におい てのみ検討を行った。しかし、水平方向の多様な角度 については検討を行っていない。実際に行われる指さ し方向の知覚では、水平方向の異なる角度における知 覚も重要と考えられる。そこで、オブジェクトの列を 増やし、縦横と複雑な対象物の推論を行わせる実験が 必要と考えられる。指さしがどの程度対象物の参照空 間を限定しているのか、文脈との関係で調べることが 必要である。

謝辞

本研究は、MEXT/JSPS 科研費新学術領域研究領域番号 4903 課題番号 17H06382 「言語の発達過程の認知科学的研究」、JSPS 科研費基盤研究(C) 16K04318 (HK)の助成を受け行なわれた。

参考文献

- [1] Brinck, I. (2004). The pragmatics of imperative and declarative pointing. Cognitive Science Quarterly, 3(4), 429-446.
- [2] Franco, F., & Butterworth, G. (1996). Pointing and social awareness: Declaring and requesting in the second year. *Journal of child language*, 23(2), 307-336.
- [3] Kranstedt, A., Lücking, A.,Pfeiffer, T., Rieser, H., & Wachsmuth, I. (2006). Deixis: how to determine demonstrated objects using a pointing cone. Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation, 2006, 300-311.
- [4] Lücking, A., Pfeiffer, T., & Rieser, H. (2014). Pointing and reference reconsidered. Journal of Pragmatics, 2015,77, 56-79.
- [5] McGinn, C. (1981). The mechanism of reference. Synthese, 49 (2), 157-186.
- [6] Tomasello, M. (2010). Origins of human communication. MIT press.

次善解から最善解への転換時の情報探索の変化

Transitions of information search prior to the conversion from a suboptimal solution to an optimal solution

二宮 由樹[†], 寺井 仁[‡], 三輪 和久[†]

Yuki Ninomiya, Hitosi Terai, Kazuhisa Miwa

[†]名古屋大学,[‡]近畿大学 Nagiya University, Kindai University <u>ninomiya@cog.human.nagoya-u.ac.jp</u>

Abstract

誤った表象からの転換には潜在的処理の関与が見られることが多くの洞察研究で示されてきた.しかし,次善解から最善解への転換のような,初期表象による課題の解決が可能な状況における転換に関する議論は進んでいない.本研究では,次善解から最善解への転換における潜在的処理の関与を眼球運動計測を用いて検討した.その結果,言語報告と乖離した固着の緩和が,転換に先行して観察された.これは,次善解から最善解への転換における潜在的処理の関与を示唆する.

Keyword

conversion, Einstellung effect, implicit processes, insight problem solving, eye movement

1. 問題と目的

創造的なアイデアを考えたり, 作業の効率化が求

められたりする場面では, 既存の知識や経験に基づ く方法から新しい方法への転換が非常に重要である. このような問題は洞察研究を通して中心的に扱わ れてきた. 洞察は、長い行き詰まり(インパス)に 陥った状態から、突然の解の発見(Aha!)を伴う問 題解決である. 洞察問題は、先行経験や知識に従っ た解決は"不可能"であり、むしろそれがミスリード になるような場面を扱ったものであり、解決のため には先行する知識や経験からの転換が必要である (Ohlsson, 1992). こうした洞察問題の解決には発話な どにより捉えられる意識的なプロセスとは乖離した 本人が自覚していない潜在的プロセスが関与するこ とが知られている(Siegler, 2000, Knoblich; Ohlsson & Raney, 2001). 例えば、意識的には解に気付いていな いにも関わらず、解に関する情報探索が増加するこ とが、眼球運動計測を通して明らかにされている(寺 井・三輪・古賀, 2005; 田村・三輪, 2013; Ellis, Glaholt

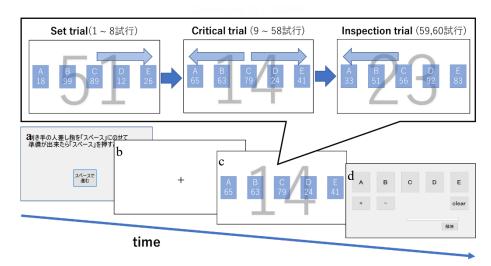


Figure 1 実験の流れ. 課題の提示と眼球運動の測定には Tobii Technology 社製の Tobii T60 Eye Tracker (17 インチモニター, サンプリングレート 60Hz) を使用した. 画面解像度は 1280px × 1024px であった.

& Reingold, 2011)

一方,このような転換は誤答から正答への転換を 扱ったものであり,ひとまず解(次善解と呼ぶ)が 得られるものの,より良い解(最善解と呼ぶ)が存 在する状況に見られるような,正答から正答への転 換に関しては説明しない.

次善解への固着時の眼球運動を測定した研究では、一度次善解を発見すると最善解への転換は非常に難しく、最善解を探していると報告していても、次善解に関する領域ばかり見てしまうことが示されている(Bilalic, McLeod, & Gobet, 2008). これらの研究は、次善解から最善解への転換においても意識的なプロセスとを記る際の眼球運動計測の有効性を示す. 一方で、これらの研究の関心は知識や経験に対する固着であり、次善解から最善解への転換という文脈では検討されていない。さらに、ほとんどの参加者が固着を解消しないため、次善解から最善解への転換を扱うためには、安定的に転換が起こる課題を作成する必要がある.

そこで本研究では、正答から正答への転換の生起 プロセスを明らかにするために、次善解から最善解 への転換に着目し、洞察における転換と同様に、潜 在的なプロセスが関与するかを検討する.

課題は水がめ問題(Luchins, 1942)を参考に課題を作成した(Figure 1). Figure 1 の A から E は、5 つの水瓶を示しており、それぞれの容器の容量が数字で与えられた(A=65, B=63, C=79, D=24, E=41). 参加者は、画面の背景の数字の量の水(14)を、この5つの水瓶を使って汲むことが求められた.

Set trial では、次善解への固着を形成するため、C-D-E でしか解けないように設定された。Critical trial において、C-D-Eで解を求めることを次善解、C-A で解を求めることを最善解とした。課題を通して次善解を右、最善解を左に配置した。これにより、視線の左右の情報から、次善解か最善解のどちらに関する情報探索かを分析解釈可能となっていた。

本研究では、課題の最後まで次善解(C-D-E)で解き続けた参加者を非転換群とし、その情報探索の平均を、非転換群の情報探索のベースラインとした、次に、そのベースラインと、最善解(C-A)への転換をした転換群の転換前後の試行における情報探索との差異を検討した。

もし、最善解への転換に、潜在的なプロセスが関与するのであれば、最善解への転換よりも前の試行において、同じ次善解で課題を解いているにも関わらず、ベースラインに比べ、最善解に関連した情報探索(左方向の情報探索)が増加すると予測される.

2. 方法

Participants Nagoya University の学生 40 名を対象 に実験を行った. 実験は最大 90 分で行われ,参加者 には,2000 円の謝金が支払われた.

Apparatus Tobii Technology 社製の Tobii T60 Eye Tracker(17 インチモニター, サンプリングレート 60Hz)を課題の提示と眼球運動の測定に使用した. 画面解像度は 1280px × 1024px であった .

Procedure 参加者は練習で手順を確認した後,課題 を行った. 課題を行う前に、視線計測のキャリブレ ーションのチェックを行った. 各試行では、準備フ ェイズ、思考フェイズ、解答フェイズの順で課題が 進行した. 準備フェイズでは, あご台にあごを置き, 準備が出来たら効き手の人差し指でスペースキーを 押すことを求められた. スペースを押すと注視点が 画面の中央に表示され、3000msで自動的に切り替わ った.この時,参加者は注視点を注視することとス ペースキーをすぐに押せる状態にしておくことを求 められた. 思考フェイズでは, Figurel c のように課 題が表示され、解法が思いついたらスペースキーを 押すことを求められた. この際, 課題が表示されて から,スペースキーを押すまでの眼球運動を計測し た. 最後に解答フェイズでは、マウスを使用して解 答の入力を行った、この時参加者は、思考フェイズ で提示された課題を見直すことはできなかった. 実 験後、インタビューで、C-A(最善解)を発見した 試行で、すぐに最善解を報告したかを確認した.

3. 結果と考察

参加者 40 名のうち、課題を中断した 1 名と、インタビューにおいて、C-A という回答発見後も C-D-Eで解いたと回答した 1 名を除外した。そして残った38 名分析の対象とし、試行ごとの最善解への転換の

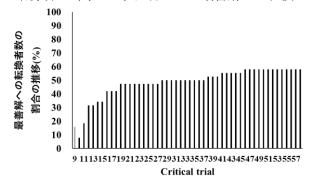


Figure 2 最善解への転換者数の割合の推移

割合を Figure 2 に示す. 最終試行までに転換した参加者は全体の 6 割であり, 安定的に次善解から最善

解への転換が観察された.

眼球運動の分析には、Gaze の x 軸の位置の重心を、情報探索の位置の指標として使用した。画面の中心が <math>0, 正の値が次善解方向 (max 640px), 負の値が最善解方向 (min -640px) とした.

最後まで最善解への転換しなかった参加者 10 名を非転換群とした. また,転換をした 22 名のうち,眼球運動の取得率が 40%以下の 4 名,転換の直前 3trial 中に誤答した名を除外した参加者 17 名を転換群とした. また 9 試行目で転換した 6 名も,一度も次善解で解答していないため除外した.

critical trial において最善解への転換が起こった試行を転換試行 (t) とした. そして t 前後の転換群の Gaze の x 軸上の重心と, 非転換群の Gaze の重心の 平均 (非転換群のベースライン) と比較した (統計値は Figure 3 の注に示す).

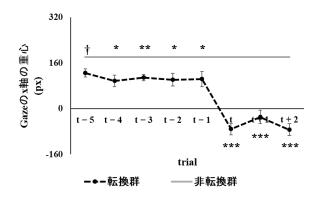


Figure 3.t 前後の X 軸上の Gaze の重心(右端 = 640,中心 = 0,左端 = -640). Welch's t test の統計値(t - 5(n=8): t(15.31) = 1.96, g=0.93; t-4(n=8): t(12.24) = 2.33, g=1.10; t-3(n=11): t(17.04) = 2.98, g=1.30; t-2(n=15): t(22.99) = 2.61, g=1.06; t-1(n=17): t(24.98) = 2.36, g=0.94; t(n=17): t(23.55) = 9.05, g=3.61; t+1(n=17): t(24.87) = 6.84, g=2.73; t+2(n=17): t(24.16) = 8.85, g=3.53). ***p<.001, **p<.05, †p<.10. エラーバーは SE.

その結果 t-4 から t+2 までの試行において,非転換群のベースラインと有意な差異が見られ,また t-5 も有意傾向であった.すなわち,非転換群の情報探索に比べて,転換群は転換より前の試行から,探索の重心が最善解の方向へシフトしていた.

重要な点は、この試行の間、参加者は次善解で解答していたこと、すなわち意識的には最善解に気が付いていなかったということである。このことは、次善解から最善解への意識的な転換に先立つ、潜在的な準備過程の存在を示唆するものだと考えられる。

意識的な転換以前に潜在的な処理が関与するということは、次善解から最善解への転換が偶発的に起こるのではなく、「準備された心」によって起こるものであることを示唆している。「準備された心」によって転換が起こるという観点は、洞察における知見と一致している(Terai & Miwa, 2006)。本研究では新たに、これまで検討されてこなかった、正答から正答への転換においても準備された心が関与することを示した。

ただし、本研究の結果は、次善解から最善解への 転換における潜在的プロセスの存在を示したにすぎ ず、転換の漸進性を示していない、そのため、転換 に向けての準備が段階的に進むのかについては慎重 に議論を進める必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15H02717 の助成を受けたものです.

参考文献

- Bilalic, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008). Why good thoughts block better ones: The mechanism of pernicious Einstellung (set) effect. Cognition, 108, 652-661.
- Ellis, J. J., Glaholt, M. G., & Reingold, E. M. (2011). Eye movements reveal solution knowledge prior to insight. Consciousness and Cognition, 20, 768-776.
- Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001) An eye movement study of insight problem solving. Memory & Cognition, 29 (7), 1000-1009
- Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. Psychological Monographs, 54(6), 1—95.
- Ohlsson, S. (1992). Information processing explanations of insight and related phenomenon. In M. Keane & K. Gilhooly (Eds.), Advances in the psychology of thinking (pp. 1–44). London, UK: Harvester-Wheatsheaf.
- Siegler, R. S. (2000). Unconscious Insights. Current in Psychological Science, 9(3), 79-83.
- 寺井仁・三輪和久・古賀一男 (2005). 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程. 認知科学, 12(2), 74-88.
- 田村昌彦・三輪和久 (2013). 眼球運動が洞察問題解 決における固着形成・解消に与える影響の検討. 心理学研究, 84(2), 103-111.
- Terai, H. & Miwa, K.(2006). A Chance Favors a Prepared Mind: Chance Discovery from Cognitive Psychology. Vol. 423. In Ohsawa, Y. and Abe, A. (Eds.), Advances in Chance Discovery (pp. 33-48). Springer Berlin Heidelberg.

創造的思考と創造的実績の関係 The relationship between creative thinking and achievements

石黒 千晶[†], 高岸 治人[‡], 佐藤 由紀[‡], 加藤 悦子[‡], 髙橋 愛[‡], 阿部祐子[‡], 岡田 浩之[‡] Chiaki Ishiguro, Haruto Takagishi, Yuki Sato, Etsuko Kato, Ai Takahashi, Yuko Abe, Hiroyuki Okada

[†]金沢工業大学, [‡]玉川大学

Kanazawa Institute of Technology, Tamagawa University ishiguro@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

The current study aims to examine the relationship between creative thinking, production, and achievement. Eighty-eight undergraduates participated to an experiment with four tasks. First, they took a psychological test of creative thinking. Second, they created cutting papers and thirdly created short poems. Finally, they filled in the questionnaire on their creative achievements and the other questions related to their creative activities and traits. The results showed that creative thinking and achievements had a significant and positive correlation. The future study should examine the more specific relationship between them and creative production ability.

Keywords — creativity, creative thinking, creative production, creative achievement

1. はじめに

創造性は科学や芸術などの文化を発展させるヒト特有の能力であり、近年は脳科学や遺伝学的アプローチによる研究も増加している重要な研究トピックの一つである[2,9,12]. しかし、創造性はいまだに新規性と有用性という2つの観点でしか定義されておらず[10,13]、十分に明確な概念化がされていない、そのため、創造性研究では研究目的によって心理検査から行動実験、観察まで様々な方法がとられている。創造性を測定する方法として最も用いられているのは、拡散的思考テストやトーランス創造性検査である[6,14]. これらの創造性検査は新しいアイディアを生成する思考能力を測定する. 具体的には、新聞紙の新しい使い方を考えてくださいといった教示に対して、「読む」だけでなく「紙吹雪」などの新しい使用方法を思いつくことができるかを評価する.

一方、創造活動にはアイディア生成だけでなく、 実際にプロダクトを産出する過程もある. プロダクトを生み出す過程にはもちろんアイディア生成能力も求められるが、プロダクトを作り出す技術や制作過程を俯瞰する認知能力なども必要になる. このようなプロダクト生成能力を評価する方法もある. 例えば、Amabile(1983)は研究参加者に詩やコラージュ などのプロダクトを生成させ、それを各創造領域の 専門家に評価させる方法を提案している[1]. 領域の 専門家は作品を見ることで、制作者のプロダクト制 作能力をある程度把握できると考えられている.

さらに、特定の創造活動に従事している人は現実 社会でアイディアやプロダクトを生み出し、それを 社会に発信して様々な領域の発展に寄与している. このように創造的実績を評価する方法[3]は、アイディアやプロダクトだけでなく現実社会での創造活動 に焦点を当てることができる.

以上に挙げたアイディア生成能力・プロダクト生成能力・創造的実績はいずれも創造性を測定する観点として重要である.しかし、それらの観点から見た創造性がどのように関連しあっているかについては十分にわかっていない.そのため、本研究はアイディア・プロダクト・実績という3つの観点で創造性を測定し、その関連性を検討することを目的とする.このような知見を得ることで、多様な観点から見た創造性とその関係を理解することが可能になる.

2. 方法

研究参加者 大学生 88 名 (男性 44 名, 平均年齢= 19.42, SD = 2.30) が書面および口頭で実験について説明を受けた上で参加した. 実験は玉川大学倫理審査委員会の承認を得て行われた.

手続き アイディア・プロダクト・実績の3つの観点の創造性を測定する実験を行った.

(1) アイディア生成能力 参加者の新奇なアイディアを生み出す思考力を測るため、S-A 創造性検査を実施した.この創造性検査はJ.P.Guilford の指導のもと考案された.検査は応用力・生産力・空想力を問うような3つの課題からなり、いずれも1分程度の練習問題の後に3つの課題をそれぞれ5分で回答するものだった.それぞれの課題の回答は思考の速さ・

変数名	M	SD	Min	Max
創造的実績総合スコア	6.64	4.50	0.00	35.00
美術スコア	1.91	3.14	0.00	18.00
音楽スコア	0.85	1.31	0.00	8.00
ダンススコア	0.21	0.73	0.00	4.00
建築スコア	0.03	0.18	0.00	1.00
文筆スコア	1.08	3.07	0.00	26.00
ユーモアスコア	0.58	1.12	0.00	8.00
発明スコア	0.57	1.99	0.00	11.00
科学スコア	0.21	0.55	0.00	3.00
演劇スコア	0.60	1.85	0.00	10.00
料理スコア	0.60	0.94	0.00	8.00
創造性検査の偏差値	49.30	8.39	26.00	69.00
応用力	4.83	1.66	2.00	9.00
生産力	5.51	1.74	2.00	9.00
空想力	5.78	1.64	2.00	10.00
思考の速さ	5.19	1.41	1.00	8.00
思考の広さ	5.24	1.45	1.00	8.00
思考の独自さ	5.21	2.06	1.00	10.00
思考の入念さ	6.43	2.30	1.00	10.00

Table 1. 創造性検査および創造的実績の記述統計

広さ・独自さ・入念さの観点で評価される. 速さは 一定時間により多くのアイディアを出すこと, 広さ は柔軟で自由な思考を巡らし多様な着想ができるこ と, 独自さは多くの人が考えつかないような非凡な 考えを出すこと, 入念さは課題に対して, どれだけ 具体的に思考できるかを測定する. これらの得点は 課題ごとに算出され, それぞれ活動領域の応用力・ 生産力・空想力の得点になる. さらに,全ての課題 における速さ・広さ・独自さ・入念さの得点はそれ ぞれ合計され, 思考特性の3つの得点とされた. な お,採点は東京心理株式会社に委託し,本研究では, 合計得点の偏差値を分析対象として扱った.

- (2) プロダクト生成能力 特定の創造領域で創造的 なプロダクトを生成する能力を測るため,美術・俳 句生成課題を実施した.
- (3) 創造的実績 参加者がこれまで創造領域で達成してきた実績を問う項目[3]を含む質問紙への回答を求めた. Carson et al. (2005) は創造領域を、美術・音楽・ダンス・建築・文筆・ユーモア・発明・科学・演劇・料理の 10 領域に分類し、各領域スコアとすべ

ての領域の総合スコアを算出する方法を提案している [3]. 他にも、性格 (NEO Five Factor Inventory; [4]) 等の個人特性を測定する項目を含む質問紙に回答を求めた.

なお、美術・俳句課題で得られた参加者のプロダクトの創造性は今後専門家に評定(Consensual Assessment technique: [1])を依頼する予定であり、いまだ結果が得られていない、そのため、本稿ではアイディア生成能力と創造的実績に焦点を当て、その関係性について検討した。

3. 結果と考察

本研究の研究参加者は青年期初期にあたり、各領域スコアの平均値も低く、正規分布になっていなかった (ps < .0001). そのため、すべての領域の得点を合計して、創造的実績の総合スコアを算出し、以降の分析に用いた. アイディア生成能力の得点と創造的実績の記述統計を Table 1 に示した. またアイディア生成能力と創造的実績について相関係数を算出した. 性別と年齢を統制した相関分析の結果、創造性

検査の総合スコアの偏差値と創造的実績の総合スコアの間に有意な正の相関が見られた(r=.28, p<.01).

4. 総合考察

本研究は、アイディア生成能力と創造的実績の関係 を検討することを目的とした. 創造性検査, および創造 的実績の相関関係を検討した結果, アイディア生成能 力と創造的実績の総合スコアには弱い正の相関関係が あることがわかった. この結果は、青年期の大学生でア イディア生成能力が高い人は創造的実績が多いことを 示唆している. 先行研究でも, 本研究と類似した創造性 検査(Torrance Test of Creative Thinking: [14])の児 童期の得点が40年後,50年後の創造的実績を予測す ることが報告されている[5,11,14]. しかし, 先行知見 では創造性検査のスコアは創造的実績の中でも、社会 に認知された活動は予測できず、趣味や教育プログラ ムの中など個人的な活動の実績を予測することが報告 されている. 本研究の中で使用した創造的実績の質問 紙[3]には、個人的な活動から社会的な活動まで多様な 創造活動の実績を回答させた. 本研究の研究参加者の 創造的実績のスコアは平均6.64であった. 本研究の参 加者である総合大学の学生は自らの創造活動を社会に 発信する機会は十分になく、社会的実績を積むには至 っていないのかもしれない. その結果, アイディア生成 能力は個人的な活動を中心とした創造活動実績との間 に正の相関関係が見られたと考えられる.

今後は、さらにプロダクトの創造性評定を行い、プロダクトの創造性がアイディア生成能力や創造的実績とどのように関連しているかを検討する予定である。複数の観点から創造活動を測定することが創造性のより深い理解につながると考える。

参考文献

- [1] Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. Journal of personality and social psychology, 43(5), 997.
- [2] Beaty, R. E., Christensen, A. P., Benedek, M., Silvia, P. J., & Schacter, D. L. (2017). Creative constraints: Brain activity and network dynamics underlying semantic interference during idea production. Neuroimage, 148, 189-196.
- [3] Carson, S. H., Peterson, J. B., & Higgins, D. M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. Creativity Research Journal, 17(1), 37-50.
- [4] Costa, P. T., & MacCrae, R. R. (1992). Revised NEO personality inventory (NEO PI-R) and NEO five-factor

- inventory (NEO-FFI): Professional manual. Psychological Assessment Resources, Incorporated.
- [5] Cramond, B., Matthews-Morgan, J., Bandalos, D., & Zuo, L. (2005). A report on the 40-year follow-up of the Torrance Tests of Creative Thinking: Alive and well in the new millennium. Gifted Child Quarterly, 49(4), 283-291.
- [6] Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. The Journal of Creative Behavior, 1(1), 3-14.
- [7] Jauk, E., Neubauer, A. C., Dunst, B., Fink, A., & Benedek, M. (2015). Gray matter correlates of creative potential: A latent variable voxel-based morphometry study. NeuroImage, 111, 312-320.
- [8] Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). Creativity research journal, 18(1), 3-14.
- [9] Reuter, M., Roth, S., Holve, K., & Hennig, J. (2006). Identification of first candidate genes for creativity: a pilot study. Brain research, 1069(1), 190-197.
- [10] Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. Creativity Research Journal, 24(1), 92-96.
- [11] Runco, M. A., Millar, G., Acar, S., & Cramond, B. (2010). Torrance tests of creative thinking as predictors of personal and public achievement: A fifty-year followup. Creativity Research Journal, 22(4), 361-368.
- [12] Runco, M. A., Noble, E. P., Reiter-Palmon, R., Acar, S., Ritchie, T., & Yurkovich, J. M. (2011). The genetic basis of creativity and ideational fluency. Creativity Research Journal, 23(4), 376-380.
- [13] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), Handbook of creativity, 3-15. New York, NY: Cambridge University Press.
- [14] Torrance, E. P. (1972). Predictive validity of the Torrance tests of creative thinking. The Journal of creative behavior, 6(4), 236-262.

二重課題法による課題解決時のひらめきの計測方法の提案 Proposal of Measurement Method of Insight in Problem Solving with Dual Task Technique

坂田 顕庸[†], 坂平 文博[‡], 國上 真章[†], 吉川 厚[†], 山村 雅幸[†], 寺野 隆雄^{*} Akinobu Sakata, Fumihiro Sakahira, Masaaki Kunigami,

Atsushi Yoshikawa, Masayuki Yamamura, Takao Terano

[†]東京工業大学,[‡]株式会社構造計画研究所,*千葉商科大学 Tokyo Institute of Technology, KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc., Chiba University of Commerce sakata.a.aa@m.titech.ac.jp

Abstract

本研究では、同期タッピング課題を構成要素とした 二重課題法による注意計測手法を新たな課題に応用す るにあたり, ボタン押しが音刺激の呈示に直接反応し て起きたのか、それとも音刺激の提示のタイミングを 予測して起きたのかを考察する上での新たな視点を提 供する. このため、本研究の目的は、同期タッピング課 題における音刺激に対するボタン押しの同期のズレの 発生の原因が、ボタン押しのタイミングを決める方策 の切り替えであるということを確かめることである. 同期タッピング課題とは、周期的に繰り返される音や 光などの刺激に, 実験参加者の指などの運動を同期さ せ, その同期のズレの変化から, 指などの運動と刺激の 間の順序関係を検出する実験課題である. 従来研究で は、同期タッピング課題は、二重課題法の一次課題とし て用いられ、二次課題として設定された単語の記憶課 題で使用される注意の定量的な計測を目的に使われて いた. 二重課題法とは, 一次課題の遂行と同時に, 二次 課題を課すことによって,一次課題の遂行に必要な特 定のシステムの情報処理能力を減少させる実験手続き である. 同期タッピング課題を, 単語の記憶課題以外の 課題を用いた実験に応用するためには、同期タッピン グ課題におけるボタン押しのタイミングの変化が起き るメカニズムを知る必要がある. 実験では, まず, 実験 参加者に対して特定の方策をとるよう指示すると、音 刺激の周期の長さに関わらず、指示した方策に対応し たタイミングでボタン押しが起きることを確かめた. 次に、同期タッピング課題の遂行中に負の非同期が起 きる頻度と, 音刺激の呈示を予測したボタン押しが起 きる頻度が、音刺激の周期の長さの値が大きくなるに 従って低下することを確かめた. 実験結果および考察 を学会発表の場にて報告する. これにより, 二重課題法 を使用した注意計測手法の適用対象となる課題の範囲 拡大に貢献する.

Keywords — Dual-task method, **Synchronized Tapping** task, **Attention capacity model**.

はじめに

本研究では、従来研究の同期タッピング課題を構成 要素とした二重課題法による注意計測手法を新たな課 題に応用するにあたり、ボタン押しが音刺激の呈示に 直接反応して起きたのか、それとも音刺激の提示のタ イミングを予測して起きたのかを考察する上での新た な視点を提供する. 本研究の目的は、同期タッピング課題における音刺激に対するボタン押しの同期がずれる現象が起きる原因が、ボタン押しのタイミングを決める方策の切り替えであるということを確かめることである.

課題を遂行する人間の認知のメカニズムを探索する上で,注意の計測は重要な役割を果たしてきた.注意とは,一部の刺激を取り入れ,それ以外の物事を排除する心的過程や能力を言う[1].注意は感覚器官から情報を取り入れるときに働くだけなく,行動,記憶,試行や情動を制御したり,覚醒状態や集中している状態を維持する働きをもつ[1]. Khaneman は,注意を情報処理のための一定量の資源ととらえた[2].資源が十分にあれば,高い成績で課題を遂行できる.逆に,資源が不足すると,課題の成績は低くなる.また,2つ以上の課題に同時に資源を配分し遂行する能力を分割的注意と呼ぶ[3].

人間の認知のメカニズムを明らかにする上で,課題 を遂行する際の注意の変化を検出するための計測技術 の開発という領域の研究は重要である.

課題の遂行中に起きる注意の変化を誘発する心的な活動の中には、突然発生すると考えられているものがある。例えば、パズルを解く際に起きるとされるひらめきである。ひらめきは、洞察とも呼ばれ、問題解決の過程で突然発生する心的な現象である[4]. Neckaらは、ひらめきはワーキングメモリの働きによるものと考えている[5]. ワーキングメモリが働くための資源として、注意が必要と考えられている[3].

突然発生する心的活動に付随する注意の変化もまた,瞬間的に起きる現象である可能性がある.

課題の遂行中に、いつ起きるか予測できない注意の 変化を検出するためには、継続的に注意を計測し監視 することが可能な技術が必要である.

課題の遂行中の注意を定量的に計測するための実験 手続きとしては、二重課題法[6]が一般的である.二重 課題法とは、対象とする課題(一次課題)の遂行と同 時に、他の課題(二次課題)を課すことによって、一次課題の遂行に必要な特定のシステムの情報処理能力を減少させる実験手続きである.

二重課題法に形式的に則って、課題の遂行中の注意を計測する方法として、外部から呈示された刺激に対する反応時間を計測するプローブ反応時間課題[7]を利用する方法が有名である.しかし、プローブ反応時間課題を使った方法は、刺激の呈示のタイミングがランダムな上にサンプリングの間隔が数秒から数十秒と長く、突然発生する注意の変化の検出には使い難い.

我々は、同期タッピング課題と計測対象の課題で構成された二重課題法に則った実験方法を開発することによって、課題の遂行中に突然発生する注意の変化を検出することができるのではないかと考えている。同期タッピング課題とは、周期的に繰り返される音や光などの刺激に、実験参加者の指などの運動を同期させる実験課題である[8]. 刺激に対する指などの運動の同期のズレの変化から、運動と刺激の間の順序関係を検出する. この同期のズレのうち、刺激に先行する運動が起きる現象を負の非同期(Negative Asynchrony、以下NAと略す)と呼ぶ[9].

我々が上記のように考える理由は2つある. 第1 に、Miyake らの研究[8]が、同期タッピング課題と単語の記憶課題で構成された二重課題法に則った実験によって、単語の記憶によるワーキングメモリへの干渉状態が、同期タッピング課題の遂行成績に与える影響を定量的に計測できることを示しているためである. 第2に、同期タッピング課題は、周期的に呈示される音刺激のタイミングに対して、実験参加者の指などの運動を同期させる作業を求める課題であるため、継続的な注意の計測に適しているためである.

Miyake らの注意計測の方法論を、単語の記憶課題以外の課題へ応用するには、同期タッピング課題において発生する NA が起きる原因を説明できる必要があると考える. なぜなら、計測対象の課題が異なれば、NAの発生頻度が異なる可能性がある. 二重課題法による定量的な注意の計測では、Miyake らの研究でも行っているように、異なる条件間における NA の発生率の差分の意味を解釈する必要がある. もしも、基準となる二次課題なしの条件下での同期タッピング課題において発生する NA が起きるメカニズムを説明するための根拠を与えることができれば、実験結果の解釈に役立てることができる. そのような理論を構築することで、Miyake らの方法論をさらに発展させることに繋がる.

そこで、我々は Miyake らの実験結果のうち、音刺激とボタン押しのタイミングの同期のズレが起きるメカニズムを説明するため、「同期タッピング課題において、実験参加者は予測的タッピングと反応的タッピングを切り替えて使用している」という仮説を得た. Mates と Poppel らによれば、同期タッピング課題に取り組む実験参加者のタッピングは、音刺激の呈示のタイミングを予測してタッピングすることで NA が生じているタッピングと、音刺激の呈示を待った上でタッピングするという、音に反応的なタッピングの 2 種類がある[10]. 本研究では、Miyake らの研究[8]に倣い、前者を予測的タッピング、後者を反応的タッピングと呼ぶ.

本研究では、上で立てた仮説を検証するにあたり、次の2つの課題を設定した。第1に、上記の同期タッピング課題で起きる2つの方策の内、片方の方策の使用を明示的に禁止したときに、NAの発生率が変わらなくなることを確かめた。第2に、同期タッピング課題において、予測的タッピング方策に特有の現象の発生率の変化が、NAの発生率の変化と同じ傾向を示すかを確かめた。

本研究の 2 章では、我々が開発を目標とする注意計測手法の基礎となる Miyake らの研究について説明する. 3 章では、Miyake らの実験結果を考察して立てた仮説の導出過程を説明する. 4 章では実験方法、5 章では実験結果、6 章では考察、7 章では結論、8 章では参考文献を扱う.

2. 関連研究

2.1. 同期タッピング課題を構成要素とした二重課題 法によって注意を計測した研究

ここでは、先行研究として Miyake らの研究[8]を紹介し、本研究と彼らの研究との差を明確にする.

我々が参照した Miyake らは、同期タッピング課題と単語の記憶課題を、それぞれ一次課題と二次課題として配した二重課題法を採用した実験を行った。彼らは、実験参加者に単語を記憶させることで、彼らのワーキングメモリの音韻ループに負荷をかけた状態にした。その上で、ISI の値を振り、同期タッピング課題の遂行成績への影響を観察した。このような操作を施した理由は、人間の内部に 2 種類あると想定された時間知覚のシステムのうち、注意を必要とするシステムの働きを抑制し、注意に依存しない自動的なシステムの働きを観察するためであった。

この実験では、N 条件(同期タッピング課題のみの

条件)と M 条件(単語の記憶課題を加えた二重課題条件)を設け、ボタン押しと音刺激の呈示開始の時刻の時間差を計測した.

実験の結果、両条件において、ISI の値が比較的小さい条件で安定して観察されたNAが、M条件の実験ではN条件の実験よりも数百ms 小さい値の条件で低下し始めた。さらに、それ以上の大きさのISI の値においても、実験のNA率はM条件がN条件を下回った。

このような実験結果について、Miyake らは、注意に依存する時間知覚のシステムの働きが、二次課題である単語の記憶課題の遂行によって妨げられたためであると説明した. つまり、両条件間の NA の発生率の差分が、単語の保持のために必要とされた注意であると説明した.

Miyake らの実験では、NA 曲線が ISI の値が小さくなる方向に移動する現象(図 1 を参照)のメカニズムを明らかにすること目的としている. NA 曲線とは、同期タッピング課題で起きた NA の発生率と ISI の関係を表す曲線のことである(図 1 を参照).

一方で、我々の研究では、Miyake らの研究1は異なり、NA 曲線が生成されるメカニズムを明らかにすることを目的とする. NA 曲線が生成されるメカニズムを明らかにすることで、Miyake らの方法論を単語の記憶課題以外の課題に適用したとき、新たに観測されたNA 曲線が生成された理由を説明するための視点を提供することができる.

上で説明した Miyake らの研究と、我々の研究の違いを踏まえた上で、3 章では我々が立てた仮説について説明する。

3. 仮説

ここでは、Miyake らの実験結果について考察を行い、 NA 曲線の成り立ちのメカニズムに関して立てた仮説 が導かれた議論の過程を記述する.

図 1 の N 条件の NA 曲線を確認すると、NA 率が $450 ms \sim 1500 ms$ の時間領域では、NA 率はほぼ 100% である. 一方、ISI の値が 1800 ms 以降の時間領域では 徐々に低下する.

上記の ISI と NA 発生率の関係は、前者の時間領域においては、音刺激が発生するタイミングを正確に予測してボタン押しをすることは容易いが、後者の時間領域では難しいと、直感的に解釈できる. これは、極端に短い時間間隔でリズミカルに呈示される音刺激には、感覚的な同期が容易であることと、何十秒間も後に呈示される音刺激の発生のタイミングを正確に予測する

ことは困難であるという、我々一般人の経験的な知識にも当てはまる. Miyake らの実験結果においても、ISIの値が 4800ms 以上の時間領域では、音刺激のタイミングを正確に予測することは困難となっている.

また、上記の実験結果の解釈に加えて、Miyake らの 実験における同期タッピング課題において、実験参加 者は事前に音刺激の発生と同時にボタンを押すよう指 示されていることも考慮する必要がある.

以上から,同期タッピング課題において,実験参加者は予測的タッピング方策と反応的タッピング方策を切り替えて使用しているという仮説が導かれた.予測的タッピング方策とは,音刺激の呈示のタイミングを予測してタッピングする方策と定義する.反応的タッピング方策とは,音刺激の呈示を待った上でタッピングする方策と定義する.

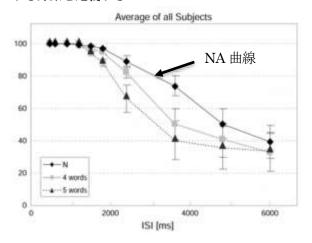


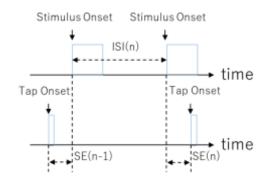
図 1 Miyake らの実験における NA 発生率と ISI の関係を示す図 ([8]から転載&加筆修正). グラフの縦軸は NA の発生率(単位はパーセント).

4. 実験方法

本研究における実験の方法は、Miyake らの研究[8] の研究に準拠している.

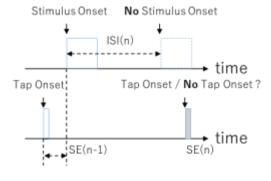
4.1. タスク

被験者に与えられた課題は、周期的なパルス音刺激の開始時刻に同期させてボタンを押すこと(同期タッピング課題)である. ボタンを押すのに右手人差し指を用いた. 用いた ISI は、450,900,1350,1800,2250,2700,3150,3600,4050,4500,5400,6000 ms の 12 種類である. 各音刺激の持続時間は 100 ms,周波数は 約 500 Hz,音圧は音刺激を明瞭に聞き取ることができる適切な大きさに設定し、全ての試行、被験者を通して共通とした. 実験中の予期しない環境音によって集中が乱れるなどの影響を考慮し、全ての試行において実験参加者にホワイトノイズを聞かせた.



ISI: Inter Stimulus-onset Interval SE: Synchronization Error

図 2 音刺激とタッピングの間の関係の模式図 (Miyake らの研究(Miyake et al. 04)[8]に準拠)



ISI: Inter Stimulus-onset Interval SE: Synchronization Error

図3 実験者によって操作的に省かれた各試行の最後の音刺激に対するタッピングの有無の確認.

4.2. 特徴量の定義

実験を通して取得したデータは、音刺激の開始時刻 (Stimulus Onset)、タッピングの開始時刻(Tap Onset)であった。音刺激とボタン押しの時間的な関係を反映する指標として、音刺激の開始時刻とタッピングの開始時刻の時間差(Synchronization Error, SE)を解析の対象とした(図2を参照)。また、ボタン押しのタイミングが音刺激の開始のタイミングを予測した結果のものなのか、それとも音刺激を知覚した後に反応してボタンを押したのかを判別するための指標として、各試行の最後に呈示される音刺激に対応するボタン押しの有無を解析の対象とした(図3を参照)。

4.3. 被験者

20代~50代の男女N名に協力を依頼した.実験参加者の条件を,聴力に異常がなく,右利きで,同期タッピング課題に関する予備知識のないこととした.実験を始める前に,実験参加者が同期タッピング課題に慣れるためのトレーニングの時間を設けた.

4.4. システム

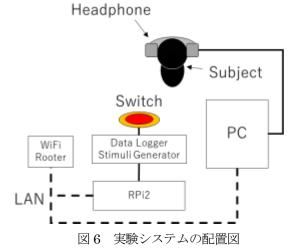
システムの外観の写真(図5を参照)と、システムの配



図4 スイッチボタン入力装置の外観



図5 システム全体の外観



置図(図6を参照)を掲載した. 本実験では、被験者に実験システムの操作とそのための指示を与える目的で、

DELL-Latitude 7280(Windows10 Home Edition, 64bit, 16GB) を使用した.この PC には, Python3(Version 3.6.8) と心理学実験環境である PsychoPy3 (Version 3.1.2)[11][12]がインストールされた. PsychoPy3 で構築された GUI アプリを操作することで、被験者の意思で同期タッピング課題における一連の手続きが実行される仕様とした.

また, 同期タッピング課題のために必要な機能であ

る音刺激の呈示とボタン押しの検出,及びこれらの時刻記録をできるだけ時間に正確に実行するために,それらのための機能を Windows 上に実装せず,汎用シングルボードコンピュータの Raspberry pi 2 Model B(OS: Raspbian GNU/Linux 9.9 Stretch,Kernel: 4.19.42-v7+,以下 RPi2 と呼称)上に実装した.音刺激の出力とボタン押しの検出の時刻を記録するプログラムは,C++言語で作成された.RPi2 と PC が相互に通信できるよう,ローカル LAN に接続した.

音刺激の生成・出力の影響で、RPi2 の処理速度が不安定化することを回避するために、音刺激の生成を担う発振回路を、Texas Instruments 製のシングル高精度タイマ NE555P[13]を用いて製作した。発振回路はRPi2 の GPIO 経由で制御された。

実験参加者のタッピングによるボタン押し検出するためのスイッチボタン装置(図4を参照)を作製した.ボタン装置にはマイクロスイッチとRCシュミットトリガ回路を組み込み,チャタリング対策を十分に施した.ボタン押しによる電圧レベル変化を検出するために,RPi2のGPIOにスイッチボタン入力装置の電圧出力ラインが接続された.

4.5. 手続き

実験条件として被験者に与えられた課題は、周期的なパルス音刺激の開始時刻に同期させてボタンを押すことであった.この課題を、プレテスト、ポストテストの順に実施した.

① プレテスト:統制条件. 音刺激は各試行の標準で 20 秒の間、間欠的に呈示され続けた、各試行の ISI の値は一定であった. 各試行の最後に呈示さ れる無音のまま呈示される音刺激のタイミングを 実験参加者に悟られないよう、音刺激の呈示数の 総数を 0 から 3 の範囲で、各試行でランダムに増 やした. 各試行の音刺激の呈示回数は12種類の ISI に対応して、それぞれ 10 試行が行われた. 試 行の順序は、実験参加者ごとにランダムに決定し た. 試行の間, 実験参加者はできるだけ正確に音 刺激の開始と同時に手元のボタンを押すことを要 求された. タッピング中に心の中で数を数えた り、身体の一部を使ってリズムを取ったりしてタ イミングを計ることは禁止とした. 各試行におい て被験者が最初にタップしてスイッチボタンを押 してから 10 秒間経過するまでボタン押しの時刻 を記録した. 各試行の最後に呈示される音刺激は 消音状態で呈示された.

② ポストテスト: 実験条件. プレテストの手続きに加えて、被験者の半数の者に対して、音刺激の開始時刻を予測せずにタップするよう要求した. 残りの半数の者に対しては、音刺激の呈示を待たずにタップするように要求した. 実験参加者の選別は、ランダムに決定された. 前者をR群、後者をP群と命名した.

5. 結論

本研究の目的は、同期タッピング課題における NA が起きる原因が、ボタン押しのタイミングを決める方策の切り替えであるということを確かめることである。本研究では仮説を確かめるため、(1)実験参加者に対して特定の方策をとるよう指示すると、音刺激の周期の長さに関わらず、指示した方策に対応したタイミングでボタン押しが起きることと、(2)同期タッピング課題の遂行中に負の非同期が起きる頻度と、音刺激の呈示を予測したボタン押しが起きる頻度が、音刺激の周期の長さの値が大きくなるに従って低下するという類似性があることの、2点について確かめる。実験結果およびその考察を、学会発表の場で報告する.

文献

- [1] 藤永保, 内田伸子, 繁桝算男, & 杉山憲司, (2013) "最新 心理学事典", 平凡社.
- [2] D. Kahnemann, (1973) "Attention and efforts.", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [3] A.D. Baddeley, (1996) "Exploring the central executive.", The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, Vol.49, No.1, pp.5-28.
- [4] J.E. Davidson, (1995) "The suddenness of insight", The nature of insight, pp.125-156.
- [5] E. Nęcka, P. Żak, & A. Gruszka, (2016). "Insightful imagery is related to working memory updating.", Frontiers in psychology, Vol. 7, 137.
- [6] A.D. Baddeley, (1974) "Working memory.", Psychology of Learning and Motivation,
- [7] H. Pashler, (1994) "Dual-task interference in simple tasks: data and theory.", *Psychological bulletin*, Vol. 116, No.2, pp.220-244.
- [8] Y. Miyake, Y. Onishi, & E. Poppel, (2004) "Two types of anticipation in synchronization tapping.", Acta neurobiologiae experimentalis, Vol. 64, No. 3, pp.415-426.
- [9] G. Aschersleben, W. Prinz, (1995) "Synchronizing actions with events: The role of sensory information", Perception & Psychophysics, Vol.57, No.3, pp.305-317.
- [10] J. Mates , U. Müller, T. Radil, & E. Pöppel, (1994) "Temporal integration in sensorimotor synchronization.", *Journal of cognitive neuroscience*, Vol. 6, No. 4, pp. 332-340.
- [11] "PsychoPy Web Page", https://www.psychopy.org/
- [12] J. W. Peirce, (2007) "PsychoPy—psychophysics software in Python.", *Journal of neuroscience methods*, Vol. *162*, *Issues* 1-2, pp.8-13.
- [13]"日本テキサス・インスツルメンツ合同会社", http://www.tij.co.jp/

グループ構成員における共通/個別の役割が モデル構築を伴う推定課題に与える影響

Influence of common or individual role of group members on performance in number estimation with model construction

佐藤 信之介†,山崎 治‡

Shinnosuke Sato, Osamu Yamazaki

[†]千葉工業大学大学院, [‡]千葉工業大学

Chiba Institute of Technology Graduate School, Chiba Institute of Technology s1432065DD@s.chibakoudai.jp

Abstract

In this research, we focused on homogeneity and heterogeneity in the role of task execution as a factor to promote number estimation with model construction. We investigated the relationship between assignment of role to participants and process of model construction in number estimation task. In order to confirm effects of assignment of roles, two kinds of roles were prepared: a proposer and a critic. As a result, heterogeneous groups formed more detailed models in estimation process then homogeneous groups.

Keywords — number estimation, collaborative problem solving, homogeneity and heterogeneity, division of roles.

1. はじめに

協調活動では、構成員間の等質性や異質性が課題解決のパフォーマンスやプロセスに影響を与えていることが知られている。飛田(2014)は、等質性や異質性に着目した先行研究を展望し、等質性および異質性が協調活動プロセスとどう関わるのかを整理した。等質性の高い集団は、類似性の高さにより相手の行動が予測しやすいため、相互に報酬的となる相互作用が起こりやすく、コミュニケーションや合意形成が行いやすいと考えられる。また、異質性の高い集団は、知識や価値観などの活用できる情報資源が増え、潜在的には優れたパフォーマンスを発揮する可能性が高いことが分かっている。しかし同時に、相互コミュニケーションや意思疎通の困難さなどが高まることで、パフォーマンスに抑制的に影響する可能性も高いと考えられる。

これまでの等質性・異質性に関する様々な先行研究では、より高いパフォーマンスを発揮するために異質性の高い集団が抱える課題を解決する方法が提案されてきた。その一方で、等質性の高い集団のパフォーマンスを向上させるための方法を検討する研究は多くない。大学や企業など、同様の専門性を持つ人が集まる可能性が高い組織は多く、実際にグループを形成することになった際、所属するメンバーで異質性の高いグループを形成することが困難な場合は少なくない。そ

のため、異質性の高い集団だけではなく、等質性の高 い集団のパフォーマンスを向上させるための方法を検 討する必要がある.

これまで等質性と異質性を規定する要素として,構 成員の個々の個人特性である性差/文化差/専門性な どが用いられてきた. これに対して, 問題解決中で 個々に割り当てられる役割もまた, 等質性・異質性を 規定する特性の一種として扱うことができると考えら れる. そこで、本研究では等質性・異質性を規定する 要素として「問題解決中の役割」を用い、これらの等 質性および異質性が、問題解決パフォーマンスに及ぼ す影響を調査する. 本研究では課題として, 与えられ た題材についてモデル構築を行い、より高い精度の推 定を目指す「フェルミ推定」を用いた. フェルミ推定 のモデル構築では、アプローチの仕方が一意に決めら れているわけではないため、創造的な問題解決の特徴 が含まれている. そのため、役割という観点からの等 質性および異質性が、モデル構築プロセス自体の捉え 直しなど, 創造的な問題解決過程にどのような影響を 及ぼすのか観察できることが期待される. 他方、最終 的な推定結果という観点からは、推定の精度や構築さ れたモデルの妥当性といった観点からのパフォーマン ス評価を行うことも可能である。本研究ではグループ の構成員に異なる役割を与えることが問題解決パフォ ーマンスに及ぼす影響を調査することが目的である.

2. 方法

2.1 実験参加者

実験には情報学を専攻する学生 12名(男性 11名,女性 1名)が参加した。参加者は 2人 1 組で課題を行った。参加者をグループに割り当てる際には互いに知り合いであることを条件とした。

2.2 実験計画

1 要因 2 水準参加者内計画で実験を行った. 構成員

間の異質性を高めるために「提案」と「評価」の役割を 別々の構成員に与える分割条件と、構成員間の等質性 を高めるために「提案」と「評価」の役割をどちらの構 成員にも与える統一条件で実験を行った.参加者はど ちらの条件も経験するよう 2 つの課題を別々の条件で 行った.

2.3 材料

本研究では実験課題として「フェルミ推定」を用い た. 課題は2つあり、課題1では「日本国内にあるPCの台数 | を推定させた. この課題では PC の種類をデ スクトップPCとノートパソコンに限定し、PCはすべ て過去に販売され、現在使用されているものであるこ ととした. 課題2では「1日のうちに119番通報によ って救急車が出動する回数」を推定させた.この課題で は熱中症など季節によって増える特定の事項を連想さ せないように、季節については特に指定しなかった.な お、課題1と課題2にはそれぞれ実験者の解答を用意 した. 課題 1 は一般財団法人電子情報技術産業協会が 公表しているパーソナルコンピュータ国内出荷実績 (一般財団法人電子情報技術産業協会, 2017)と, 内閣府 の景気統計部調査から PC を買い替えるまでの使用年 数(内閣府経済社会総合研究所景気統計部,2018)を掛 け合わせ、実験者の解答とした(6457 万 5000 台)。課 題2はベレ出版の「日本で1日に起きていることを調 べてみた」(宇田川, 2018)に記載されている値を実験者 の解答とした(1万7000回). また、参加者がどのよう な手順で課題を分解したか記録するために、モデルを 作成させるためのポストイットと A4 用紙を複数枚用 意し、その様子を録画・録音した.

2.4 手続き

実験では2つの課題を別日に実施することとし、約1週間の期間を空けて行った.それぞれの課題は、分割条件あるいは統一条件に沿って取り組みが行われた. 課題の実施順および条件の割り当てに関しては順序効果を相殺するよう設定をした.

初めに参加者へ課題に関する説明を行い、その後、 条件に基づき、課題遂行中に役割が書かれた A4 用紙 1 枚を参加者に配布した.参加者には役割を意識させ るために紙に書かれた内容を「課題の遂行中に重視す べき行動」と伝え、途中、10 分ごとに計 4 回、紙に 書かれた内容を意識できていたかを 5 段階で自己評価 させた. 参加者に与えた役割については,「提案」と「評価」の二つを役割として用いる.「提案」では,

- 最も現実に近い値を求められるよう、採用される・されないに関わらず、複数の種類のモデル (目標に対する項目への分解)を提案すること
- 目標に対して漏れなく・重なりのない項目に分解 されたモデルをつくること

この2点が特に重要であるとした。一方、「評価」で t

- 考えられるモデルの中でも、どのモデルが最も現 実に近い値を求められそうであるかを考えること
- 分解されたモデルがより推定を行いやすいモデル になるよう判断し、調整すること

この2点が特に重要であるとした.

また,モデルを作成するために,出た意見を付せんに 記入し,図1のような形で A4 用紙に貼り付けること を求めた.課題終了後には課題の解答と,解答に至るま での計算過程を解答用紙に記入してもらい,実験を終 了した.

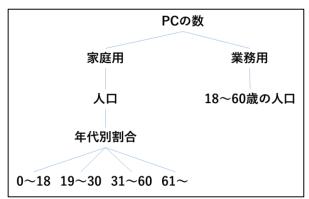


図1:作成されたモデル図の例

3. 結果

各グループの課題遂行の順序や条件は表 1 の通りに 行われた. 課題達成時間は必要があれば時間の延長を 行ったためグループによってばらつきが生じた(表 2).

表1:グループごとの課題の条件と実施の順番

	**		
グループ	課題 1	課題 2	実施の順番
A	分割	統一	課題 1→2
В	統一	分割	課題 1→2
C	分割	統一	課題 2→1
D	統一	分割	課題 2→1
Е	統一	分割	課題 1→2
F	分割	統一	課題 1→2

表2:各グループの課題達成時間

グループ	課題 1	課題 2
A	49:20	40:08
В	56:31	40:06
C	49:09	45:39
D	41:31	40:07
Е	99:36	61:19
F	81:17	42:45
平均	62:54	45:00

3.1 推定の精度

課題ごとの推定値に対して課題依存の効果を解消するために正規化を行い分析に用いた. 推定値は上限がなく負の値を取らないため, 分析には Brown(2002)による absolute order of magnitude error (OME)を用いた. OME は対数変換した変数 a と変数 b の差の絶対値で表され,変数 a と b の距離を表す. 本研究ではOME の値を以下のように計算する.

OME = |log₁₀ 実験者解答 - log₁₀ 推定値|

OME は 0 に近づくほど推定値が実験者解答に近く,1 に近づくほど 1 桁のずれがあることを示す.表 3 に条件ごとの OME の平均値と標準偏差をまとめた.各グループの OME について対応のある t 検定を行った結果,有意な差はみられなかった(t(5)=0.39,p=.71, r=.17).

3.2 モデル分析

推定値とは別に、課題中に作成されたモデルに関して分析を行った. グループによっては 1 つの課題に対

して、異なるアプローチに基づく 2 種類以上のモデルが作成されていた。そこで、条件ごとに産出されたモデル数の平均と標準偏差をまとめた。ただし、各グループの課題達成時間にばらつきがあるため、問題を解くための目安とした 40 分時点でのモデル算出数を表 3 の「産出モデル数」に示した。各グループの 40 分時点での産出モデル数について対応のある t 検定を行った結果、有意な差はみられなかった(t(5)=2.23, p=.08, r=.71).

モデルの構築を行う課題においては、途中で別のモデルに切り替える場面や、現在検討中であるモデルの一部に手を加えて組み替えたりする場面が発生していた。そこで、課題遂行中に別のモデルへ切り替えた回数とモデルの一部に手を加えた回数の平均と標準偏差を表3の「モデルの切替と組替数」にまとめた。この結果も産出モデル数と同様に、各グループの課題達成時間にばらつきがあるため、40分時点での回数をまとめている。各グループの40分時点での別のモデルへ切り替えた回数とモデルの一部に手を加えた回数の合計について対応のあるt検定を行った結果、有意な差はみられなかった(t(5) = 1.58, p = .17, r = .58).

次に、産出されたモデルのノード数に着目した. ノード数の多さは、モデル構築の過程でモデルの分解 が多く試みられたことを表していると考えられる. フ エルミ推定の解決過程において、モデルの分解は重要 な要素となっている. そのため, 分解に伴い生成され るノードの多寡は、各グループの解決過程の質を表す 指標だと考えられる. ただし, 分解によりノードが生 成されるとき、多くのノードに分解しやすい特性をも つ対象もある(極端な例では「都道府県」というノー ドは1都1道2府43県の47のノードにわけること が可能). そのため、必ずしもノードの多さが、「分 解」というアクションの行われた回数を示すとは限ら ない. そこで、モデルの部分構造に着目した分析を行 った、図2のように産出されたモデルを全体モデルと 定義し、木構造のデータと同様、節とその下の部分を 切り出したときにそれ自体が木構造となっている個所 (=部分木)を部分モデルと定義した. 部分モデルの数を まとめることで、ノードの数よりもさらに正確に

「分解」アクションが発生した回数を調べることができる。条件ごとの部分モデルの数の平均と標準偏差を表3にまとめた。各グループの部分モデルの数について対応のあるt検定結果を行った結果,有意な差はみられなかった(t(5)=0.75, p=.49, r=.32).

	分割条件	統一条件
OME	0.49 (0.36)	0.56 (0.26)
産出モデル数(~40min)	1.33 (0.52)	0.83 (0.41)
モデルの切替と組替数	3.67 (1.37)	2.67 (1.63)
(∼40min)		
部分モデル数	7.83 (2.99)	6.33 (4.37)

表 3: 各結果の条件ごとの平均値(括弧内は標準偏差)

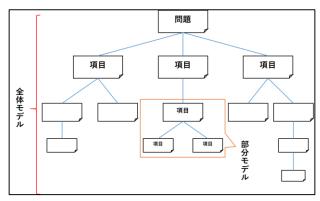


図2:全体モデルと部分モデル

部分モデルの数について, 条件間で差はみられなか ったが、課題1に注目してみると同じ分割条件でも産 出されたモデルに極端な違いがみられた(図 3, 図 4). 課題ごとにモデルの構築のしやすさが異なると考えら れたため、部分モデルの数を課題1と課題2で分け、 条件ごとに平均と標準偏差を求めた(表 4). その結果、 課題1よりも課題2において部分モデルの数における 条件の違いが明確になる可能性が指摘された. そこで、 課題2のみ着目し、実際にどのようなノードに対して 部分モデルへの分解が行われていたのかをまとめた. 木構造の節にあたる部分モデルのノードを節ノードと 定義し、その内容を列挙した.表5に課題2における 分割条件と統一条件の節ノードの内容を示す. 表 5 の 節ノードについては重複する内容のノードは省かれて いる. この結果から、課題2では、それぞれに対して 「提案」と「評価」の役割を分けて割り当てた分割条件 において、部分モデルへの分解が多様な観点から行わ れていたことが示唆された.

さらに、課題 2 における各グループで、部分モデルへの分解を行った参加者が、2 名の内、いずれの参加者かを特定した。図 5 に、参加者ごとに、部分モデルの分解へ関与した回数を示す。この結果から、統一条件に

比べて分割条件では、部分モデルの分解がより多く行われていたことが明らかとなった。さらに、分割条件で部分モデルの分解に寄与した参加者は、「提案」の役割を割り当てられた参加者であることも示唆された。

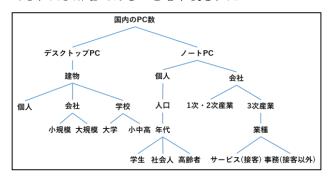


図 3:課題 1 のモデル図(グループ A)



図 4: 課題 1 のモデル図(グループ C)

表 4:課題ごとの部分モデルの数

課是	題 1	課題 2		
分割統一		分割	統一	
7.33 (4.51)	8.67 (5.51)	8.33 (1.15)	4.00 (1.00)	

分割条件

秋 0 · 水口(C401) の即分 C / / 6 0 / 以口
午後 / 市区町村 / 都道府県 / 4 人家族 / 人口 / 家 / 外日
「故 / 事件 / 全国 / 本州 / 四国 / 九州 / 出動の回数(1 回)

実長・冬供における郊分エデルの筋ノード

出先/ 午前 / [)対する人口/ 交通事 消防署の数 /1 病院が1日に出動できる最大数 /1 病院が実際に出動する回数/ 病気 / 怪我 / 呼ばれる条件 / 地域全体の病人の割合 / 地域ごとの事故率/

統一条件 市区町村 / 消防署数 / 日本の病院の数 / 1 病院が出動する回数 / 日本人の平均寿命 / 栄えている都道府県 /

日本人の平均生存日数 / 総合呼び出し回数

栄えてる・栄えてない地域の割合と拠点数 / 拠点ごとの救急車の使用回数

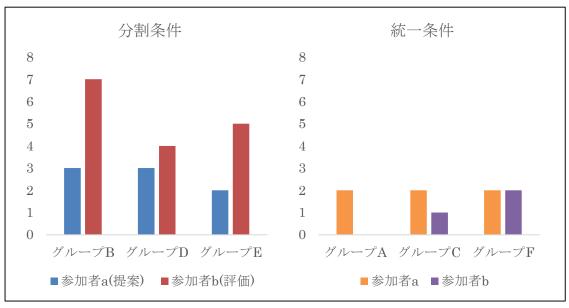


図5:課題2における参加者の節ノードの産出きっかけとなった回数

考察 4.

4.1 推定の精度に対する「役割」

実験の結果から、同様の役割を与える場合と個別の 役割を与える場合では、モデル構築を伴う推定課題に おいて, 推定の精度に与える影響は小さいという結果 が得られた. 図3のように分割条件で網羅性の高いモ デルが産出されたとしても、該当グループの OME の 値が 1.08 であった. このことから, 推定の精度に関 しては、フェルミ推定における見積もりの手掛かりは 参加者一人ひとりが持つ情報源に依存することが多 く、異なる役割を与えるだけでは「性別」や「専攻」 といった個人特性のように判断材料となる情報源を増 やすことが困難であったと考えられる.

4.2 モデル構築

グループごとの課題達成時間の差により 40 分時点 での産出されたモデルの数や部分モデルの数をまとめ た. モデルの構築においては産出されたモデルの数や

部分モデルの数に有意な差はないという結果だった. 産出されたモデルについては有意な差がみられなかっ たものの、大程度の効果量を示していることから、今後 参加者を増やすことで有意な差が現れる可能性がある. 実際の実験では、「提案」の役割を与えられた参加者が 異なるアプローチのモデルを提案する場面や、「評価」 の役割を与えられた参加者が現状の課題の進行度合い と経過時間から判断して別のアプローチのモデルを考 案しようと相手に持ち掛ける場面がいくつか見られた. このような特徴から、モデルの産出については「提案」 や「評価」の行動を役割として与えられることで、モデ ルが産出されやすくなることも考えられる. 今後は発 話データに基づき、分割条件で与えられた役割に基づ いた発話行動がどの程度行われたいたのかを調べ、モ デルの産出数との関係を分析する必要がある.

部分モデルの数については条件間で有意差がみられ なかったものの、産出モデル数と同様に大程度の効果 量があった. 課題1と課題2に分けて部分モデルの数

をまとめた結果、表 4 で示したように条件間で部分モ デルの数が分割条件で多くなる可能性が示唆された. 分割条件で役割の違いによる節ノードの産出のきっか けに差があるのかを見たところ、「評価」の役割を与え られた参加者が関与する場合が多いことがわかった. 一方、統一条件ではそもそも部分モデルの数が分割条 件と比べて少なく、どのグループも節ノードの産出き っかけについて2者間の間で偏りはみられなかった. このことは、課題 2 においてのみ分割条件で「評価」 の役割を与えられた参加者が、モデルをさらに細分化 するための節ノードの産出に関与していたことを示唆 している. つまり, 課題による差はあるものの,「評価」 の役割はモデルの構築を促進する効果があった可能性 がある. しかしながら, 部分モデルの数を条件間で比較 していたところを課題1と課題2に分けたことで、比 較可能なデータ数が少なくなってしまい統計的な検定 をおこなえなかった. そのため, 今後比較可能なデータ 数を増やし、より正確な分析を行うことで、「問題解決 中の役割」を分けて与えることが、モデル構築を伴う課 題においてモデルの構築を促す可能性を検討する必要 がある.

4.3 等質性・異質性としての「役割」

これまでの研究におけるグループの等質性・異質性 は、参加者が元々持っている個人特性によって操作さ れたものが多かった. それに対して本研究では等質性・ 異質性として、参加者が元々持っていない後付けの特 性として,「問題解決中の役割」を用い,等質性と異質 性を操作することで問題解決パフォーマンスに対する 影響を調査した. 先行研究では, 等質性と異質性による パフォーマンスへの影響について、ある指標について は異質性の高いグループが有意に高い場合もあれば、 また別の指標に関しては等質性の高いグループと異質 性の高いグループについて差がない場合もあると報告 されている(例えば、Hoffman(1959))、本研究で行った 実験では、「問題解決中の役割」として役割を「提案」 と「評価」に分けた場合において、推定の精度には効果 がなく、モデル構築に関しては効果が表れる可能性が あることが示唆された. つまり, 後付けの特性としての 「問題解決中の役割」において, 異質性をもたせた役割 の割り当てによって、課題やモデルの分解が促進され る可能性がある.しかし、先述したようにモデル構築に 関しては比較可能なデータ数が少ないため、今後十分 な検討を重ねる必要がある. また, 今回用いた「提案」

と「評価」は、あくまで役割を分ける際の一例でしかなく、ペアプログラミングにおける「実行者」と「観察者」のような役割や、就職活動のグループディスカッションにおける「司会」や「書記」といった役割も存在する. そのため、グループに役割を与えて等質性と異質性を操作することに対する効果については、今後別の課題や役割構成で実験を行い、慎重に検討する必要がある.

5. まとめ

本研究では、「問題解決中の役割」として「提案」と「評価」の役割を操作して異質性の高いグループである分割条件と等質性の高いグループである統一条件を作り、参加者に2つの条件を経験するように課題を実施させた。実験では、モデルの構築を伴う推定課題を通して「問題解決中の役割」の等質性・異質性が問題解決パフォーマンスに与える影響を調査した。実験の結果、等質性の高いグループである統一条件と異質性の高いグループである分割条件の間で、課題の推定結果の精度と産出されたモデル数や部分モデルの数に有意な差はみられなかった。しかしながら、部分モデルの数に関しては課題2において分割条件でモデルの構築が行われやすい可能性が示唆された。しかし、課題を分けたことで比較可能なデータ数が少なくなったため、今後さらに参加者を増やし実験を行う必要がある。

「問題解決中の役割」を等質性・異質性の要素として用いることについては、十分な効果を示すことができなかった。その一方で、本研究のような、参加者が元々持っていない後付けの特性として等質性・異質性の効果を検討することは、異質性を確保することが困難である組織でも問題解決パフォーマンスを向上させるために重要なことであると考える。そのため、今後の等質性・異質性に関する研究において、参加者の個人特性のみに関わらず、後から加えることによって異質性を高めることのできる要素を用いた実験を検討することも求められていくべきだろう。

参考文献

Brown, N.R., (2002) "Real-world estimation:

Estimation modes and seeding effects", Psychology of learning and motivation, Vol. 41, pp. 321-359.

飛田操, (2014) "成員の間の等質性・異質性と集団による問題解決パフォーマンス", The Japanese Journal of Experimental Social Psycologisy, Vol. 54, No. 1, pp. 55-67.

- Hoffman, L. R., (1959) ""Homogeneity of member personality and its effect on group problem-solving.", The Journal of Abnormal and Social Psychology, Vol. 58, No. 1, pp. 27.
- 一般財団法人電子情報技術産業協会, (2017) "パーソナルコンピュータ国内出荷実績(2011~2017)",
 - https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/pc/index.htm
 2019 年 4月14日アクセス
- 内閣府経済社会総合研究所景気統計部, (2018) "消費動向調 香(平成30年3月調查)".
 - 査(平成 30 年 3 月調査)", hohonb.pdf>
 2019 年 4 月 14 日アクセス
- 宇田川勝司, (2018) "日本で1日に起きていることを調べてみた", ベレ出版, pp. 104-105.

認知システムにおけるストーリーのマルチモーダルな 関連付けに向けた試み

An Attempt toward Multimodal Story Association in a Cognitive System

秋元 泰介[†],内海 彰[‡] Taisuke Akimoto, Akira Utsumi

[†]九州工業大学,[‡]電気通信大学 Kyushu Institute of Technology, The University of Electro-Communications akimoto@ai.kyutech.ac.jp

Abstract

The basic objective of this study is to obtain a computational model of the memory that produces complex associations between stories based on various types of similarity and relatedness. It is aimed at providing a basis for generative story cognition in a cognitive system. The present work particularly focuses on the memory structure underlying multimodal similarity between stories. In dealing with this issue, we introduce multimodal distributional semantics. In the proposed memory structure, stories are associated via the connections with conceptual and visual memory items. In this paper, we present an initial implementation of this idea and discuss future issues toward the next step.

Keywords — Story, Memory, Similarity, Cognitive System, Multimodal Distributional Semantics

1. **はじめに**

統合的な知能の仕組みを計算論的に探求する認知システムや認知アーキテクチャの研究[1-3]では、心・知能の様々な現象や機能を統合的に説明できるような原理や枠組みを明らかにすることが主要な問題となる.この問題に対して本研究は、物語(narrative)ないしストーリーという情報の形に着目する.人工知能や認知科学において、物語は古くから重要な問題として扱われており(例えば Schank や Winston による研究が挙げられる[4,5])、本研究もその延長上にある.

物語の基本的な性質として、複数の事象を筋立てること、あるいは事象を中心として世界を時間的・言語的に構造化することが挙げられる.この性質は、個体間のコミュニケーションを媒介する本来の意味での物語に限らず、個体内に生じる心的表象としての世界(過去、未来、現在、虚構)の構造にも当てはめることができるだろう[6].この個体内に生じる物語的な表象のことを特に「ストーリー」と呼ぶ.以上のように考えて、ストーリーの生成的認知の原理を探求することが本研究の基本的な目的である.

そのための主要な問題の一つとして、本研究が特に注目しているのは、既存のストーリー(記憶)をもとに新しいストーリーを生み出す仕組みである. Akimoto [7]はこの問題をさらに、ストーリーどうしを様々な種類の類似に基づいて関連付けることと、既存のストーリーを混ぜ合わせて新しいストーリーを生み出すことの二つに分けて整理している. 本稿で扱うのは前者の、ストーリーどうしを関連付ける仕組みである.

これまでに、その全体的な枠組みと、その中の概念的な類似をもとにストーリーを関連付ける仕組みの簡単な実装を提案してきた[8]. 本稿では、新たにマルチモーダル分散意味論[9,10]を取り入れて、概念だけではなく、視覚的な類似も交えてストーリーを関連付けるための初歩的な試みについて報告する.

これ以降の構成は次のようになっている。まず、2 節でストーリーの関連付けの全体的な構想を述べる。 この構想の部分的な実装として、概念的及び視覚的な 類似をもとにストーリーを関連付ける仕組みを3節で 示し、4節でその動作例を分析する。最後に5節で今 後の展望を述べる。

2. ストーリーの関連付けの基本構想

本節では、認知システムにおけるストーリーの関連 付けの位置付けや仕組みに関する基本的な考え方を述べる.

2.1 ストーリーの関連付け

本研究では、認知システムの内部で、あるストーリーが活性化した時に、それに類似する複数のストーリーが自ずと(自動的・無意識的に)活性化することを、ストーリーの関連付けと呼ぶ.

ストーリーの関連付けは、特に以下に挙げるような 認知プロセスの共通基盤として位置付けられる.

想起:あるストーリーまたはその部分に注目して

いるときに、それに類似する他のストーリーが活性化することは、想起の予備段階として位置付けられる。

- 生成:新しいストーリーを作る際に、既存のストーリーを、ストーリーを作るための知識ないし素材として取り込む。
- ・ 一般化:類似するストーリーどうしを関連付ける こと,あるいはストーリー間に類似を見出すこと によって,複数のストーリーに通じる一般的な構 造としてのスキーマを作り出す.
- ・ 事物の主観的意味:ストーリー中に現れる物・者・場所(例えば「私」,家族,愛車,故郷)等に,様々なストーリーを結び付けることによって,個体にとっての主観的な意味を形成する.

これらは、個体が時間的な広がりのある主観的な世界 を構築することや、それ以前の経験をもとに新しいス トーリーを生成するための主要な認知プロセスとなる.

2.2 関連付けの仕組み

ストーリーの関連付けは、意味、構造、感覚運動的特徴等、様々な種類の類似の複合的な働きによって生じると考えられる。例えば、人間の記憶の振る舞いを想像(内省)してみると、前方から犬が歩いてくるのを見て過去に犬に襲われたことを思い出したり、「ウエスト・サイド・ストーリー」を観ながら「ロミオとジュリエット」を思い出したり、街中で鉄の匂いを感じて昔鋳物工場の立ち並ぶ道を通学していた日々を思い出したりする。ストーリーの関連付けは、想起のプロセスにおいては、予備的な段階として位置付けられるが、上に例示したような多様な現象を再現できるようなモデルを目指すべきであろう。

2.2.1 背景

この問題に取り組むに当たって、想起の計算モデルに関するこれまでの研究が一つの足がかりになる。まず、想起の計算モデルに関する研究の主要な系統の一つとして、類似に基づく想起の計算モデルが提案されてきた。例えば、Thagardら[11]は、意味的類似、構造的類似、目的・用途的類似の3種類の並列的な制約充足に基づく想起モデルARCSを提案している。一方、Forbusら[12]は、表層的な類似に基づく選択と、構造的な類似に基づく選択の二段階処理による想起モデルMAC/FACを提案している。これらは、処理の方式は異なるが、想起を複数種類の類似の複合的な働きとしてモデル化している点や、アナロジーに基づく構造的

な類似を主要な要因の一つに位置付けているという点では似ている.

上に挙げた類似に基づく想起の計算モデル[11, 12]は、何れも、記憶要素間(検索キーに相当する probe と長期記憶内の要素)の比較に基づく類似度の計算を基本としている。しかし、あるストーリーと他のストーリーとを比較するためには、予め比較対象となるストーリーが参照可能な状態になっている必要があり、ストーリーの関連付けを比較に基づく処理としてモデル化することは適切ではないように思われる。ストーリーの関連付けはむしろ、参照可能なストーリーを限定的に活性化する処理として位置付けられるだろう。

こう考えると、ストーリーどうしが自動的に関連付けられるような構造が記憶の内部に備わっている必要がある。これに関連する研究として、Schank [13]は、スクリプト理論[14]を発展させた、MOPs (memory organization packets) というスキーマ的な知識構造(目標指向的な場面系列)に基づいて、複数のエピソードを動的に組織化するモデルを提案している。また、この考え方をもとに、Kolodner [15]は、E-MOPs (episodic MOPs) という知識構造に基づく記憶システムを実装している。しかし、MOPs のような一元的な構造では、記憶の複雑な振る舞いは説明できないだろう。

2.2.2 構想

そこで本研究では、ストーリーどうしが様々な種類の類似に基づいて自ずと関連付けられるような記憶システムの構築に取り組む、その基本となる考え方は以下の通りである.

- ・ 一つ一つのストーリーは、ある時ある場所における具体的な出来事を表す、一回的な情報である¹.
- しかし、ストーリーを構成する要素の大部分は、 一般的な水準において、複数のストーリーの間で 共有される。
- ・ このストーリー間で共有される一般的な要素を介して、ストーリーどうしが自ずと関連付けられる。 ストーリー間で共有される一般的な要素として想定されるのは、現在のところ、主に以下の4種類である.
- ・ 一般的概念:単語の意味に相当する要素(例えば「犬」「社長」).

¹ 但し、類似した複数のストーリーが一つに圧縮される場合もあるだろう (例えば「私は子供の頃に毎朝相撲の練習していた」). この種の時間的な圧縮はストーリーの部分的な一般化や忘却として説明できるだろう. また、ストーリーグラマー[16]やスクリプト[14]のような、物語的な構造を持つが具体的・一回的な出来事を表さない表象的要素のことは「スキーマ」と呼び、一般的な水準の方に位置付ける.

- ・ 感覚運動パターン: 事物の感覚運動(視覚, 聴覚, 味覚, 嗅覚, 触覚, 運動)的な類似のもとになる要素.
- ・ 個別的概念:特定の存在物に対応する,固有名詞的な要素(例えば「タマ」「太郎」「私」).また, その特別な下位区分として,ストーリーが起きる時間及び場所に対応する概念を,それぞれ「時間概念」「場所概念」と呼ぶ.
- スキーマ:複数のストーリー(事物)に通じる一般的かつ複合的な構造。

さらに、これらの一般的要素とストーリーを、情報の具体性及び複合性に着目して、図1に示す3つの層に分ける.外側の層(1)は、具体的かつ一回的な情報としてのストーリーからなる.内側の層(3)は、比較的断片的かつ抽象的な要素としての一般的概念と感覚運動パターンからなる.中間の層(2)には、一般的概念や感覚運動パターンが複合的に構造化された要素としてのスキーマと個別的概念が含まれる.

このような形で、個々の記憶要素が、同じ層内の他の要素や、別の層の要素と結び付くことによって、様々な記憶が全体として組織化され、このネットワーク状の記憶組織における活性伝播を通してストーリーどうしが関連付けられる.以上が本研究の基本的な考え方である.

2.3 マルチモーダルな関連付けに向けて

この枠組みの中で、本稿で焦点を合わせるのは、ストーリー間の感覚運動的な類似を生み出す、感覚運動パターンである。人間の経験に関する記憶や、人間が想像する未来や虚構の世界は、身体性に根ざした、マルチモーダルな情報であると考えられる。ストーリーをマルチモーダルな情報として扱うことは、想起や生成をはじめとする各種認知プロセスの質的な豊かさや柔軟性に通じる、重要な問題といえる。

従来の認知アーキテクチャにおけるエピソード記憶 [17-19]や,前述した想起の計算モデル[11-13,15]の研究の多くは,記号的な情報処理の枠組みの中で行われてきた.一方,近年はニューラルネットワークに基づくエピソード記憶の研究も行われている。例えば、

Rothfuss ら[20]は convolutional long short-term memory に基づく記憶モデルを提案している. しかしこちらは反対に, 視覚的な側面に比重が置かれており, 概念的な構造はほとんど扱われていない.

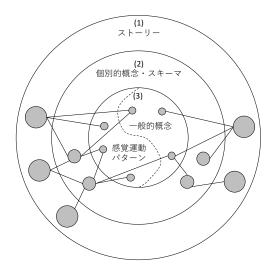


図1 記憶組織の全体像.

ストーリーのマルチモーダルな関連付けのモデル化 に向けた一つの試行として, 本研究では, 計算言語学 において近年研究されている、マルチモーダル分散意 味論[9,10]の導入を試みる. 従来の分散意味論の研究で は、計算機上での単語の意味を、テキストコーパス上 での単語の使われ方(単語が現れる表層的な文脈)に 基づく、多次元ベクトルによって表現するモデルが提 案されてきた[21,22]、こうしたモデルは、任意の単語 間の関連性を、ベクトル間の角度や距離に基づいて柔 軟かつ容易に計算できるため、自然言語処理の様々な タスクにも応用されている. しかし、身体性や記号接 地問題の観点から、テキストデータのみから獲得され る単語の意味表現が、実世界の対象に根ざしていない という問題も指摘されてきた[23]. この問題に対して, 近年, コーパス上での使われ方だけではなく, 諸種の 感覚運動的情報も組み合わせて単語の意味表現を構築 しようとする,マルチモーダル分散意味論の研究が行 われている. これまでに提案されている主な方法は, コーパスから獲得される単語のベクトルと、単語に対 応する画像の特徴ベクトルとを組み合わせるというも のであり(例えば[9])、本研究でもその方法を取り入れ る.

3. 部分的な実装

これまでの研究では、ストーリー、個別的概念、一般的概念の3種類の要素を結合したシステムの簡易的な実装を試みた[8]. 今回の実装では、新たに視覚パターンの導入を試みる. なお、この実装には、記憶を動的に形成・組織化する仕組みやスキーマは含まれていない.

3.1 記憶の構造

記憶は、図2に示すネットワーク構造により表現される. 記憶の構成要素 (ノード) は次の4種類である.

- ・ ストーリーの集合: $S = \{s_i\}$
- ・ 個別的概念の集合: $D = \{d_i\}$
- ・ 一般的概念の集合: $G = \{g_k\}$
- · S, D, G の各要素に付随する視覚パターン:

$$V^{(S)} = \{v_i^{(S)}\}, V^{(D)} = \{v_j^{(D)}\}, V^{(G)} = \{v_k^{(G)}\},$$

$$V = V^{(G)} \cup V^{(D)} \cup V^{(S)}$$

ストーリーは本来何らかの構造的な要素として表現されるべきであるが、この実装では単純化のために一つのノードとしている.

これらの要素はそれぞれ以下の情報を持つ.

- ・ ストーリーs: 固有番号, 文, 画像(任意).
- 個別的概念 d: 名前.
- ・ 一般的概念 g: 単語, 単語ベクトル.
- ・ 視覚パターン v: 付随対象の記号, 視覚ベクトル. なお, ストーリーや概念に対する視覚パターンの有無は任意であり, 視覚パターンと結合されないストーリーや概念があってもよいこととする.

要素間の関係(結合の強さ)は基本的に重み付きエッジにより表現される. S-D, S-G, D-G, 及びD-D(個別的概念どうし)の各領域間のエッジの集合を、それ

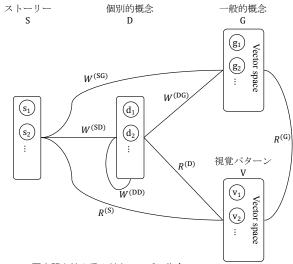
ぞれ
$$W^{(SD)} = \{w_{ij}^{(SD)}\}, W^{(SG)} = \{w_{ik}^{(SG)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SG)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{(DG)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{(DG)}\}, W^{(DG)} = \{w_{ik}^{(SD)}\}, W^{$$

 $\left\{w_{jk}^{(\mathrm{DG})}\right\}$, $W^{(\mathrm{DD})}=\left\{w_{jl}^{(\mathrm{DD})}\right\}$ とし、それぞれ行列形式で要

素間の重みを定義する。例えば、 $w_{23}^{(SG)}=0.5$ は、ストーリー s_2 と一般的概念 g_3 の間の重みが 0.5 であることを意味する。結合が無い部分の値は 0 である。これらのエッジの重みは、本来は何らかの仕組みによって形成されるべきであるが、現在は暫定的に手作業で任意の値を設定することにしている。

視覚パターンとその付随対象(ストーリー,個別的概念,一般的概念の何れか)は,一対一的に結合される.このエッジ集合をそれぞれ $R^{(G)}$, $R^{(D)}$, $R^{(S)}$ とする.これらの重みは心像性(イメージの浮かびやすさ)に相当するものとする.

なお、一般的概念どうし及び視覚パターンどうしの 結び付きの強さは、それぞれのベクトル空間上での角 度(コサイン類似度)に基づいて計算される.



W: 要素間を結ぶ重み付きエッジの集合 R: 概念の心像性に相当する重み付きエッジの集合

図2 記憶のネットワーク構造.

3.1.1 一般的概念のベクトル空間(単語ベクトル)

一般的概念は、単語を基本単位として、分散意味論に基づく多次元ベクトルにより表現する。このベクトル間のコサイン類似度を、一般的概念間の類似度(重み)と見なす。

今回の実装では、単語のベクトル空間の構築には word2vec [22]の Skip-gram モデル(300 次元、ウィンドウサイズ 10、negative sampling)を用いた。学習には、『現代日本語書き言葉均衡コーパス』[24]を使用し、結果として得られた 175,801(出現頻度 10 以上の単語に限定)の単語ベクトルの中から、一般的概念に対応するもののみを抽出して使用する.

3.1.2 視覚パターンのベクトル空間(視覚ベクトル)

視覚パターンは、ストーリー、個別的概念、一般的概念の何れかに対応する画像の特徴表現に相当するベクトルにより表現する. 視覚パターン間の類似度(重み)もまたコサイン類似度により計算される.

マルチモーダル分散意味論の研究では、画像の特徴 表現として、SHIFT や SURF 等の局所特徴列を用いる 方法[9,25]や、学習済み convolutional neural network

(CNN) において、ある画像を入力した時の最終隠れ層の活性状態を特徴表現として抽出する方法[26,27]が用いられているが、本研究では後者を用いた.実際に使用したモデルは ResNet152-hybrid1365 [28]²であり、最終隠れ層からは 2048 次元のベクトルが得られる.

² https://github.com/CSAILVision/places365

ストーリーに対応する視覚ベクトルには、ストーリーに含まれる単一の画像から得られるベクトルをそのまま用い、一般的概念または個別的概念に対応する視覚ベクトルは、当該概念に対応する複数枚の画像(例えば「犬」の画像セット)から得られたベクトルの重心とする。

前述したように、視覚パターンとその付随対象の間の重みは心像性に相当するものであり、その値は、ある概念に対応するn枚の画像セットにおける全通りペアのコサイン類似度の平均値とする(Kielaら[29]のimage dispersion の計算式を応用して、「犬」のように概ね似たようなイメージに結び付く概念は心像性が高く、「幸せ」のように多様なイメージに結び付きそうな概念は心像性が低いと仮定)、ストーリーとそれに対応する(単一画像から得られる)視覚ベクトルの間の重みは常に1とする。

3.2 活性伝播の局所的な仕組み

局所的な計算の模式図を図3に示す.あるノードの 活性度が、複数のノードから受け取る活性度に基づい て計算される.この計算式を以下のように定義する.

$$a_{y} = \sum_{i}^{n} \operatorname{out}(\mathbf{x}_{i}) w_{i} \tag{1}$$

ここでout(x)は、ノードxの出力活性度を計算する関数であり、

$$\operatorname{out}(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0, & a_{\mathbf{x}}\beta < \theta_{out} \\ a_{\mathbf{x}}\beta, & a_{\mathbf{x}}\beta \ge \theta_{out} \end{cases}$$
 (2)

と定義する. θ_{out} は小さな活性度の出力を遮断する閾値である. β は出力活性度を抑制または増幅する係数であり、1を基本値として、ストーリー (β_S) 、個別的概念 (β_D) 、一般的概念 (β_G) 、視覚パターン (β_V) の各領域について任意の値を設定することができる.

3.3 活性伝播の流れ

活性伝播の流れは、あるストーリーが活性化し、そ こから内側の層へと伝播していき、再び外側の層へと

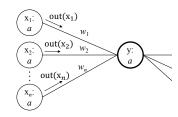


図3 活性伝播の局所的な仕組み.

向かうというように仮定する. 初期状態として, 一つのストーリーの活性度を1とし, それ以外の全ノードの活性度を0とする. その後, 以下に示す7つのステップを経て, 他のストーリーが活性化する. 各ステップ冒頭の角括弧に伝播経路を略記する.

Step 1 [S \rightarrow D]: ストーリーの出力活性度に基づいて、各個別的概念の活性度を計算する.

$$a_{d_j} = \sum_{i}^{|S|} \operatorname{out}(s_i) w_{ij}^{(SD)}$$
(3)

Step $2[S+D \rightarrow D, V]$: ストーリーと個別的概念の出力活性度に基づいて、一般的概念と視覚パターンの活性度をそれぞれ以下のように計算する.

$$a_{g_k} = \sum_{i}^{|S|} \text{out}(s_i) w_{ik}^{(SG)} + \sum_{j}^{|D|} \text{out}(d_j) w_{jk}^{(DG)}$$
 (4)

$$a_{\mathbf{v}_i^{(S)}} = \mathsf{out}(\mathbf{s}_i) r_i^{(S)} \tag{5}$$

$$a_{\mathbf{v}_{j}^{(\mathrm{D})}} = \mathrm{out}(\mathbf{d}_{j})r_{j}^{(\mathrm{D})} \tag{6}$$

Step $3 [G \leftrightarrow V^{(G)}]$: $G \ge V$ は連動的に活性化することとし、その関係を

$$a_{g_k} = a_{g_k} + \text{delta}(\mathbf{v}_k^{(G)}) r_k^{(G)}$$
 (7)

$$a_{v_{L}^{(G)}} = a_{v_{L}^{(G)}} + \text{delta}(g_{k})r_{k}^{(G)}$$
 (8)

と定義し、Step 3 と後述する Step 5 において実行する. ここで delta(x)は、当該ノードの活性度が最後に変化した際の変化分を返す関数である。 Step 2 が G の最初の変化であるため、delta(g_k) = a_{g_k} となる。一方、Step 2 終了時点では $V^{(G)}$ の活性度は全て初期値(0)のままであり、delta($v_k^{(G)}$) = 0 となるため、Step 3 においては G 側の活性度には影響を与えない。

Step 4 [G \rightarrow G | V \rightarrow V]: 一般的概念と視覚パターン それぞれの内部において活性度が伝播する.

$$a_{g_k} = a_{g_k} + \sum_{i \neq k} \operatorname{out}(g_i) \operatorname{sim}(g_k, g_i)$$
(9)

$$a_{\mathbf{v}_l} = a_{\mathbf{v}_l} + \sum_{i \neq l} \operatorname{out}(\mathbf{v}_i) \operatorname{sim}(\mathbf{v}_l, \mathbf{v}_i)$$
 (10)

ここで、sim はノード間の類似度を返す関数であり、

$$sim(x,y) = \begin{cases} 0, & cos(x,y) < \theta_{sim} \\ cos(x,y), & cos(x,y) \ge \theta_{sim} \end{cases}$$
(11)

と定義する.ベクトル間のコサイン類似度(cos)が閾

値 θ_{sim} 未満のノード間では伝播が生じないようになっている. G と V の領域ごとに閾値を設ける場合, それぞれ θ_{simC} , θ_{simV} と表記する.

Step $5 [G \leftrightarrow V^{(G)}]$: Step 4 によって, $G \lor V$ の各ノードの活性度が更新されるため,その変化分を式 $7 \lor$ 式 8 により双方に反映させる.

Step $6 [G + D + V^{(D)} \rightarrow D]$: 個別的概念の活性度を,一般的概念,視覚パターン,及び隣接する個別的概念の出力活性度に基づいて計算する.

$$a_{d_{j}} = \sum_{k}^{|G|} \text{out}(g_{k}) w_{jk}^{(DG)} + \sum_{l}^{|D|} \text{out}(d_{l}) w_{lj}^{(DD)} + \text{out}(v_{j}^{(D)}) r_{j}^{(D)}$$
(12)

Step 7 [$G + D + V^{(S)} \rightarrow S$]: 最後に、各ストーリーの活性度を、内側から来る出力活性度をもとに計算する.

$$a_{s_i} = \sum_{k}^{|G|} \text{out}(g_k) w_{ik}^{(SG)} + \sum_{j}^{|D|} \text{out}(d_j) w_{ij}^{(SD)} + \text{out}(v_i^{(S)}) r_i^{(S)}$$
(13)

4. 動作例と分析

上記のプログラムの動作例を示し、主に以下の二つの観点から動作を分析する.

- (1) 概念的にはあまり似ていないが、視覚的には似ているストーリーどうしを関連付けられる.
- (2) 各要素の関与の度合いを出力係数βによって調整 することで関連付けの振る舞いが変化する.

4.1 記憶の内容

前述したように、現在の実装には記憶を自律的に形成するアルゴリズムがないため、記憶を構成する要素や要素間の結合の大部分は手作業で用意する.

まず、表1に示す6つのストーリーを用意した. なお、#5以外のストーリーにはそれぞれ1枚の画像が付与されている(ストーリー#5は、遠い昔のことなので具体的なイメージが消失していると想定する). これらのストーリーは、A)牧場にいる牛の話、B)肉を食べる話、C)ゴルフの話という3つのグループに分けられる. (なお、ここで「グループ」というのは説明のための概念であり、プログラム内にはこれに対応する構造はない.) これらのグループ間には図4に示すような関係がある. まず、A-B間は概念的には似ているが視覚的

には似ていない(「食べる」という動詞が同じであり、「牛」と「焼き肉」や「ステーキ」も概念的に近い). 反対に、A-C 間は概念的には似ていないが視覚的には似ている(牧場に牛がいる光景とゴルフ場で人がゴルフをしている光景が似ている). そして B-C 間は、概念的にも視覚的にもあまり似ていない.

さらに、上記の6つのストーリーに関連する個別的概念、一般的概念、視覚パターンを用意した。表2にそれらをまとめる。ストーリー及びこれらの要素の結合構造の詳しい説明は省略するが、要素間の結合がある場合の重みは一律で0.5としている。

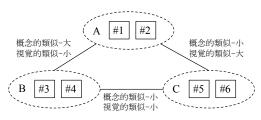


図4 ストーリー間の関係.

表1 記憶要素として用意した6つのストーリー.

		1.1.7.1	
		内容(文)	画像
Α	#1	先月、私は K 牧場に行った。牛たち	[緑の牧場風景.
		は牧草を食べたり、「モーモー」と鳴	遠くに牛たち.1
		いたりしていた。	,_ ,, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
	#2	先週、私は M 牧場に行った。 牛たち	[黄味がかった
		は牧草を食べたり、寝そべったりして	牧場風景. やや
		いた。	遠くに牛たち.]
В	#3	一昨日、私は、友人の太郎と焼き肉屋	[網の上に並ん
		Uに行って、焼き肉をたらふく食べ	[MAN ユバーエル だ肉]
		た。	1CM]
		9	
	#4	昨日、私は、ステーキ屋Yに行って、	[皿の上のステ
		大きなステーキを食べたが、不味かっ	ーキ]
		た。	
C	#5	2001年の夏、どこかのゴルフ場で、	無し
		私ははじめてゴルフをして、ナイスシ	, o
		ョットを連発した。	
	11.6		5 % IB () % V
	#6	今朝、テレビを付けたら、ゴルフの大	[ゴルフ場 (グリ
		会を中継していた。それをぼんやりと	ーン)でパター
		観ていたら、S選手がミスショットを	を打つ人]
		連発して苛立っていた。	

表2 ストーリー以外の記憶要素 (ノード).

- '		
種類	ノード	数
一般的概念	牧場, 牛, 牧草, 食べる, 寝そべる, 友人, 焼き肉, ステーキ, 不味い, 夏, ゴルフ, テレビ, 失敗, 苛立つ, レストラン, アスリート, 人間	18
個別的 概念	私, K 牧場, M 牧場,太郎,焼き肉屋 U ,ステーキ屋 Y , S 選手	7
視覚パ ターン	(VG) 牧場, 牛, 牧草, 焼き肉, ステーキ, ゴルフ, テレビ, レストラン, アスリート, (VS) #1, #2, #3, #4, #6	14

各視覚パターンに対応する特徴ベクトルを構築する際に用いた画像は次の方法で用意した.一般的概念に対応する画像は、Flickr³のキーワード検索(APIによる自動抽出)により、一般的概念(を英単語に置き換えたもの)をキーとして上位10枚の画像を取得した.ストーリーに対応する画像は、一般的概念に対応する画像の中から手作業で適当な1枚を選んだ.なお、個別的概念には視覚パターンが付与されていない(視覚パターンの働きに焦点を合わせるために個別的概念の関与が小さくなるようにしている).

4.2 結果と分析

上記のネットワーク構造を用いたプログラムの動作例を示す。概念系のノードと視覚系のノードそれぞれの関与の度合いの増減によるプログラムの振る舞いの違いを観察するために、出力係数(式2における β)の調整により、基本(Base)、概念系重視(CE)、視覚系重視(VE)、概念系のみ(CO)、視覚系のみ(VO)という5種類のモードを用意した(表3)。ここで概念系というのは個別的概念(D)と一般的概念(G)、視覚系は視覚パターン(V)である。

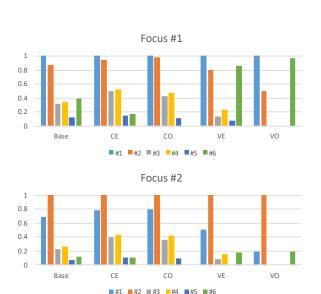
その他のパラメータは、何れのモードにおいても、活性度の出力閾値 $\theta_{out}=0.2$ 、一般的概念間の伝播閾値 $\theta_{simG}=0.2$ 、視覚パターン間の伝播閾値 $\theta_{simV}=0.5$ とした。 θ_{simV} が θ_{simG} よりも大きいのは、視覚パターン間のコサイン類似度の値が、一般的概念間のそれと比べて全般的に大きな値になる傾向が顕著であったためである。

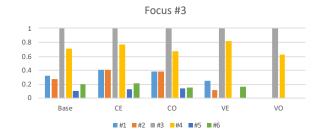
上記の条件で、各モードについて、各ストーリーを 焦点として実行した結果を図5にまとめる。グラフに は、Step7後の各ストーリーの活性度を、最大値が1 になるように正規化した値が示されている。例えば、 最上段のFocus#1は、各モードについて、初期状態で ストーリー#1の活性度を1として実行した後の、#1-#6 までの各ストーリーの活性度を表している。

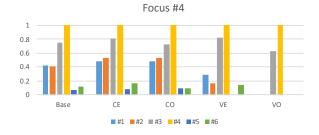
表3 5種類のモード.

	Base	CE	VE	CO	VO
β_{S}	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$\beta_{ m D}$	1.0	1.5	0.5	1.0	0.0
β_{G}	1.0	1.5	0.5	1.0	0.0
$\beta_{ m V}$	1.0	0.5	1.5	0.0	1.0

³ https://www.flickr.com









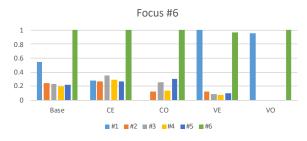


図5 各ストーリーを焦点とした実行結果. モードご とに、最終ステップ後の各ストーリーの活性度(正規 化後の値)を表す.

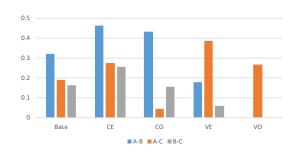


図 6 各モードにおけるグループ間の関連の強さ.モードごとに、グループ間のストーリー対全通りの活性度(正規化後)の平均を表す.

それから図6は、3つのストーリーグループそれぞれの間の関連の強さを見るために、図5のデータにおける A-B 間、A-C 間、B-C 間それぞれに対応する部分の値を平均したものである。各グループに2つのストーリーがあり、実行後の活性度は非対称(例えば Focus #1 における#6 と、Focus #6 における#1 の値は少し異なる)であるため、2つのグループの間には8通りの値がある。

以上のデータをもとにプログラムの動きを細かく見ていく.まず図6を見ると、概ね想定(図4)通りに、概念系に比重をおいたCEとCOではA-B間の関連が強まり、視覚系に比重をおいたVEとVOではA-C間の関連が強まっている.基本となるBaseは、これらの中間的な振る舞いと捉えてよいだろう.B-C間の値は、何れのモードにおいても比較的小さいが、概念系のノードによる関連は生じているようである.

次に図5を見ると、A-C間に該当する部分の値は、ストーリー対ごとに大きく異なっている。上ではVEやVOにおいてA-C間が強く関連付けられていると述べたが、実際のところ、VEやVOによる関連が生じているのは#1-#6間だけであり、#2-#6、#1-#5、#2-#5 の間には関連がほとんど生じていない。

#2-#6 間の関連が弱いのは、単純に、#2-#6 間において、ストーリーに付随する視覚ベクトルのコサイン類似度が $\theta_{simV}=0.5$ を下回っていたからである。#1 の画像と#2 の画像は、何れも牧場風景に相当するが、色味の違い(#1 は緑の牧草、#2 はやや黄色味がかった牧草)が、類似度に大きく影響しているようである。

一方,#1-#5間及び#2-#5間の関連が弱いのは,#5に画像(の視覚パターン)が付与されていないことが主な理由である。今回提案したネットワーク構造(図2)では,ストーリーそのものが視覚パターンを持たない場合にも,一般的概念と視覚パターンの結び付き

 $(R^{(G)})$ を通して,ストーリー間に視覚的な類似を生み出すこともできそうである.しかし,今回定義した活性伝播の仕組みでは,ある一般的概念から別の一般的概念に,視覚パターンを介して活性度が伝播する過程($g_x \rightarrow v_x^{(G)} \rightarrow v_y^{(G)} \rightarrow g_y$)で,ノード間を伝わる活性度が徐々に弱まっていく.そのため,ストーリー間の視覚的な特徴による関連の強さは,結局の所,ストーリーに直接結び付いた視覚パターン(式 13 における $v_i^{(S)}$)が,Step 7 の時点でどの程度活性化しているかに強く依存している.

5. 展望

本稿では、ストーリーの関連付けに視覚的特徴を介在させる最初の試みについて述べた.本研究はまだ全体的に初期段階にあり、手付かずのままになっている問題も多数ある.例えば、記憶の動的な側面はまだ扱っていないし、記憶の構造についても検討すべき問題が多数ある.また、記憶のシステム全体としての認知的な妥当性を如何に検証するかも難しい問題である.その中の幾つかの問題に関する今後の展望を述べる.

5.1 マルチモーダルな関連付けについて

今回の実装において、ストーリーの関連付けに視覚的特徴を介在させることはできたが、その仕組みに関してはまだ検討や拡張の余地がある。例えば、ストーリーに対して単一の視覚パターンを付与するだけではなく、一つのストーリーに様々なイメージが結び付いてもよいだろう。また、現在のモデルでは、ストーリーと視覚パターンとが固定的に結合されているが、ストーリーは視覚的なイメージも含めて動的に生成される情報であると考えることもできる。なお、視覚的な特徴表現自体にもまだ課題はあるだろうが、そこを改良することは本研究の本筋からは少し外れる。

一方,ストーリーの認知においては、視覚よりもむしろ,時間軸のある運動的な特徴が重要であるとも考えられる.この問題に関連する理論として、事象や概念の運動的な特徴を抽象的な水準(例えば物理的・心理的な移動、何かを内部に取り込む、容器を満たす)で表現する Schank の概念依存理論[30]や、認知言語学におけるイメージ・スキーマ[31,32]が挙げられる.このような要素を、マルチモーダル分散意味論の枠組みを基本とした上で、どのような形でシステムに取り入れるかを考えていく必要がある.人工知能の研究では、これらに類する知識が記号的に表現されている場合が

多いが、このような身体的な特徴を記号的に表現する ことにはやや疑問があるし、それを如何に学習するか という問題もある.

5.2 ストーリーの内部構造の導入に向けて

ストーリーが時間軸を持つ複合的な情報であるとすると、ストーリーは複数の部分(事象・場面や実体)からなる構造を内部に持つ必要があるだろう⁴. ストーリーが内部構造を持っていれば、関連付けを、部分構造の水準で関連ないし類似を生み出すことへと拡張することができる. 例えば、ストーリー中のある事物や場面に注目した時に、それに類似する他の事象や場面(他のストーリーの部分)が活性化する、というように、この方が、ストーリーという時間軸のある情報の動きとしては妥当であるように思われる.

さらに、ストーリーどうしを内部構造の水準で関連付ける仕組みは、ストーリー間に構造的な対応関係(図7)ないしアナロジー的なマッピングを形成するための基盤として、ストーリーの生成や一般化においても重要な役割を担うだろう。これについては次の5.3節で詳しく説明する.

5.3 記憶に基づく創造性の基盤として

記憶(ストーリー)に基づいて新しい情報(ストーリー)を生み出す仕組みに相当する主要な理論やモデルとして、アナロジー、事例ベース推論、conceptual blending [33]の3つが挙げられる。アナロジーは、ある慣れ親しんだ領域(base)と新奇な領域(target)の間に構造的な対応関係を作り、それを通して base 側の知識を target へと転移するプロセスとして説明される。事例ベース推論は、ある問題の解決策を、過去の類似する事例(問題の解決)を再利用して導き出すような方法である。これらは何れも目標(target や問題解決)指向的なプロセスと見なせる。一方、conceptual blendingは、(生成の観点から見ると)複数の概念構造(input spaces)から取捨選択された情報が統合されて、別の概念構造(blend)が生じるという枠組み(図8)になっている。その際、input spaces 間に対応関係や共通構造

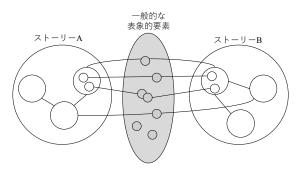


図7 ストーリーの部分構造を単位とする関連付け.

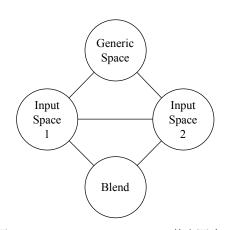


図 8 Conceptual blending [33]の基本図式.

(generic space)を構成することが、blend の生成や理解の鍵になるとされる. なお、アナロジーや事例ベース推論の計算モデルに関する研究は古くから行われているが、近年は conceptual blending に基づく創造性の計算モデルに関する研究も行われている(例えば[34]).

上に挙げた 3 種類は何れも類似に基づく認知であり、ストーリー間に部分構造の水準で関連を生み出す仕組みは、類似するストーリーどうしを結び付けることと、ストーリー間に構造的な対応関係を生み出すことという二つの面で、記憶に基づく創造性の基盤になる。本研究が現在特に注目しているのは conceptual blendingであり、Akimoto [35]は、二つのストーリーを混ぜ合わせて新しいストーリーを作り出す story blending の計算モデルに向けた理論的な整理を行っている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K18344 の支援を受けた.

⁴ ストーリーがどのような形や大きさで保持されるかという問題については今後さらなる検討が必要である。ストーリーが断片化された形で保持されており、それが参照される際に、まとまりのある構造が動的に生じると考えることもできる。あるいは、ストーリーはある程度まとまった形で保持されていて、それを参照する際の文脈に応じて有用な情報が抽象されるという考え方も有り得るだろう。しかし、ストーリーに内部構造が無ければこの種の動的な側面も扱いにくい。

参考文献

- [1] Langley, P., Laird, J. E., & Rogers, S. (2009). Cognitive architectures: Research issues and challenges. *Cognitive Systems Research*, 10, 141-160.
- [2] Samsonovich, A. V. (2012). On a roadmap for the BICA Challenge. Biologically Inspired Cognitive Architectures, 1, 100-107.
- [3] Laird, J. E., Lebiere, C., & Rosenbloom, P. S. (2017). A standard model of the mind: Toward a common computational framework across artificial intelligence, cognitive science, neuroscience, and robotics. AI Magazine, 38(4), 13-26.
- [4] Schank, R. C. (1990). *Tell me a story: A new look at real and artificial memory*. Charles Scribner's Sons.
- [5] Winston, P. H. (2012). The right way. Advances in Cognitive Systems, 1, 23-36.
- [6] Akimoto, T. (2018). Stories as mental representations of an agent's subjective world: A structural overview. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 25, 107-112.
- [7] Akimoto, T. (2019). Key issues for generative narrative cognition in a cognitive system: Association and blending of stories. Story-enabled Intelligence, AAAI 2019 Spring Symposium.
- [8] Akimoto, T. (2019). Toward complex story association in a cognitive system: A holistic framework and partial implementation. 7th Annual Conference on Advances in Cognitive Systems, Poster Collection.
- [9] Bruni, E., Tran, N. K., & Baroni, M. (2014). Multimodal distributional semantics. *Journal of Artificial Intelligence* Research, 49, 1-47.
- [10] Baroni, M. (2016). Grounding distributional semantics in the visual world. *Linguistics and Language Compass*, 10(1), 3-13.
- [11] Thagard, P., Holyoak, K. J., Nelson, G., & Gochfeld, D. (1990).
 Analog retrieval by constraint satisfaction. *Artificial Intelligence*, 46(3), 259-310.
- [12] Forbus, K. D., Gentner, D., & Law, K. (1994). MAC/FAC: A model of similarity-based retrieval. *Cognitive Science*, 19, 141-205.
- [13] Schank, R. C. (1982). Dynamic memory: A theory of reminding and learning in computers and people. Cambridge University Press.
- [14] Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures. Lawrence Erlbaum.
- [15] Kolodner, J. K. (1983). Maintaining organization in a dynamic long-term memory. Cognitive Science, 7, 243-280.
- [16] Rumelhart, D. E. (1975). Notes on a schema for stories. In Bobrow, D. G. & Collins, A. (Eds.), Representation and understanding: Studies in cognitive science. Academic Press.
- [17] Nuxoll, A. M., Laird, J. E. (2012). Enhancing intelligent agents with episodic memory. *Cognitive Systems Research*, 17-18, 34-48
- [18] Menager, D. H., & Choi, D. (2016). A robust implementation of episodic memory for a cognitive architecture. *Proc. CogSci* 2016, pp. 620-625.
- [19] León, C. (2016). An architecture of narrative memory. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 16, 19-33.
- [20] Rothfuss, J. et al. (2018). Deep episodic memory: Encoding, recalling, and predicting episodic experiences for robot action execution. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 3(4), 4007-4014.
- [21] Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104(2), 211-240.
- [22] Mikolov, T. et al. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Proc.* 26th

- International Conference on Neural Information Processing Systems, pp. 3111-3119).
- [23] Glenberg, A. M., & Robertson, D. A. (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of high-dimensional and embodied theories of meaning. *Journal of Memory and Language*, 43(3), 379-401.
- [24] Maekawa, K. et al. (2014). Balanced corpus of contemporary written Japanese. *Language Resources and Evaluation*, 48(2), 345-371.
- [25] Takano, K., & Utsumi, A. (2016). Grounded Distributional Semantics for Abstract Words. *Proc. CogSci* 2016, pp. 2171-2176.
- [26] Kiela, D., & Bottou, L. (2014). Learning image embeddings using convolutional neural networks for improved multi-modal semantics. Proc. 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pp. 36-45.
- [27] Utsumi, A. (2018). A distributional semantic model of visually indirect grounding for abstract words. *Proc. NeurIPS 2018* Workshop on Visually Grounded Interaction and Language.
- [28] Zhou, B. et al. (2018). Places: A 10 million image database for scene recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 40(6), 1452-1464.
- [29] Kiela, D., Hill, F., Korhonen, A., & Clark, S. (2014). Improving multi-modal representations using image dispersion: Why less is sometimes more. *Proc. 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 835-841.
- [30] Schank, R. C. (1975). Conceptual information processing. Amsterdam: Elsevier.
- [31] Lakoff, G. 著, 池上 他 訳 (1993). 認知意味論. 紀伊國屋書店. (原著 1987)
- [32] Johnson, M. 著, 菅野・中村 訳 (1991). 心の中の身体―想像カへのパラダイム転換. 紀伊國屋書店. (原著 1987)
- [33] Fauconnier, G., & Turner, M. (2002). The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities. Basic Books.
- [34] Eppe, M. et al. (2018). A computational framework for conceptual blending. *Artificial Intelligence*, 256, 105-129.
- [35] Akimoto, T. (2019). Theoretical framework for computational story blending. From a cognitive system perspective. *Proc.* 10th International Conference on Computational Creativity, pp. 49-56.

一人称視点からの見えと指示者の指示間違いの可能性が 空間指示の理解に及ぼす影響

The effects of your first-person view and director's possibility of mistakes on your understanding spatial indication

小島 隆次*1, 田中 廣明*2, 西口 美穂*3 Takatsugu Kojima, Hiroaki Tanaka, Miho Nishiguchi

*¹滋賀医科大学, *²京都工芸繊維大学, *³京都大学大学院教育学研究科
Shiga University of Medical Science, Kyoto Institute of Technology, Graduate School of Education, Kyoto University tkojima@belle.shiga-med.ac.jp

要旨

対象の空間位置が指示される場面では、指示者側の 視点に基づく制約に関する認識が、被指示者の一人称 視点からの見えによって影響を受けることが考えられ る。また、指示間違いの可能性に関する被指示者の認 知の影響を考えることも重要である。本研究は、これ ら二点について検討した。その結果、空間指示場面に おいて、被指示者視点からの見えと指示間違いの可能 性の認知が、被指示者の空間指示理解に影響を及ぼす ことが示唆された。

キーワード:空間指示,対象指示,ディレクター課題

1. はじめに

日常生活では、対象の空間位置を指示するような 場面において、被指示者は、指示者側の視点状況や 事情を考慮する必要があることも多い。しかしなが ら、そうした考慮をしていたとしても、被指示者は、 空間指示の理解に際して、自身の視点で見ている空 間状況の見えに影響を受ける可能性が高い。また、 指示者側が指示を間違う可能性があることを、被指示 者が明確に認識していた場合には、その認識が空間指 示の理解にどのような影響をもたらすのだろうか。本 研究では、空間指示を行うコミュニケーション状況で 重要となる、これら二点について、ディレクター課題 [1]を参考にした実験課題によって検討した。

2. 実験 1

2.1. 実験参加者

大学生・大学院生 19 名が実験に参加した。しかし、3 名の参加者は実験プログラムの不具合でデータが取得できなかったため、16 名の参加者の実験データを取得した。

2.2. 実験装置

実験刺激の呈示等のために、OS に Windows 10 を搭

載したデスクトップ PC と 24 インチワイド液晶ディスプレイ(解像度は 1920×1080)を使用した。視線計測装置は、THE EYE TRIBE TRACKER(The Eye Tribe 社製)を用いた(サンプリング周波数は 30Hz)。実験参加者の頭部を固定するために顎台を一台使用した。

2.3. 実験状況 • 刺激

実験は、ソフトウェアエージェント(以下エージェント)をディレクター役(指示者役)として、参加者を被指示者役とする次のような状況を想定して行った。エージェントと参加者は、ディスプレイ画面上の4×4のマス目のパネルをそれぞれが表面(参加者が見る面で、ディスプレイ上に表示される面)と裏面(エージェントが見る面で、参加者がその見えを想像する必要がある面)から見ているという想定の下で、エージェントから指示された図形(「一番上の〇」や「アナタから見て一番左の×」など)の描かれたマス目を参加者が選択するという課題であった(図 1)。

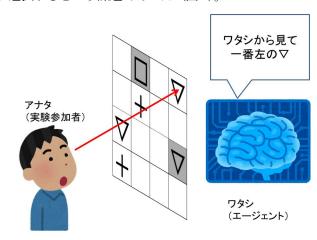
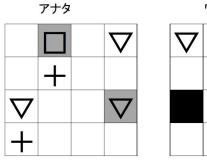


図1. 実験状況

但し、実験参加者から見て灰色のセルは、エージェント側では黒塗りになっており、図形は見えないという設定になっていた。例えば、図1で示された実験状

況において、実験参加者とコンピュータがそれぞれ見 ているパネルの状態は、図2のようになっていた。



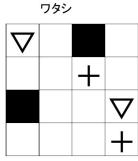


図2. 実験参加者 (アナタ) とエージェント (ワタ シ) からのパネルの見えの例

パネル上には、所定の規則で 4 種類の図形が配置さ れていた。また、灰色パネル(エージェント側から見 た場合は黒色パネル)も所定の規則で16マス中の3マ スに設定されていたが、その内の1マスは、エージェ ント側から対象を指示するために使用される空間表現 (上下左右等) に対して、典型的な空間位置に該当す る場所に配置された。例えば、図3は、「一番上の○」 というエージェントからの指示があった場合に呈示さ れたパネルの例である。この典型的な空間位置に配置 される灰色パネル上に呈示される図形は2種類あり、 一つは指示対象と一致する図形で、もう一つは一致し ない図形であった。一致する図形が呈示される場合を 一致条件、一致しない図形が呈示される場合を不一致 条件とした。したがって、図3は、エージェントから の指示が「一番上の○」であった場合について、左側 が一致条件で、右側が不一致条件の例である。

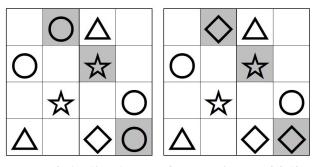


図3.実験で使用されたパネルの例(左が一致条件・ 右が不一致条件)

エージェントが出す指示に含まれる空間表現は全部で8種類(「一番上」「一番下」「一番左」「一番右」「一番上の段」「一番下の段」「一番左の列」「一番右の列」)であった。これらの空間表現に対して、それぞれ一致条件・不一致条件のパネルが設定されていたため、全部で16種類のパネルが実験では呈示された。空間表現に左右が含まれる場合には、誰の視点を取るのかが明示された(「アナタから見て~」や「ワタシから見て~」など)。但し、後述のように、本稿では左右系統の指示に対応する刺激の実験データは扱わない。

2.4. 実験手続き

実験参加者は、まず視線計測装置のキャリブレーションを行い、簡単な実験手続きの流れを教示された後、練習試行を4試行行い、本試行に取り組んだ。実験での刺激呈示の流れは図4の通りであった。注視点画面からの画面の切り替えやパネル選択などは、画面上の所定の位置に視線を一定時間(1500ms)停留させることで行った。エージェントからの指示を受けてパネル選択画面へと切り替える際には、参加者が指示を十分に理解したと判断した上で「読了」と記された領域に視線を停留させることで切り替えを行った。実験中は顎台で参加者の頭部を固定した。視距離は約60cmであった。本試行は全部で16試行であった。実験終了後、参加者は実験状況の認識に関するアンケートに回答した。

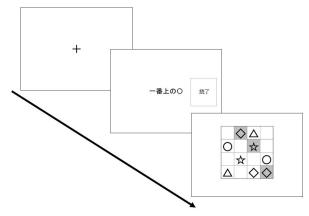


図4. 実験刺激呈示の流れ

2.5. 結果

本稿では視点取得の問題を扱わないため、実験データの内、上下の空間表現についての全 8 試行分のデータについて扱うこととする。上下それぞれの系統の空

間指示に対して、「段」という表現の有無(「一番上の」か「一番上の段の」か)と灰色パネル上の図形に関する一致・不一致条件との二要因について、パネル選択までの時間を従属変数として、参加者内二要因の分散分析を行った。その結果、下系統の空間指示について、一致・不一致条件の主効果で統計的に有意な差が見られた($(F(1,15)=16.75,p<.001,\eta^2=.23)$)。この場合、一致条件において選択時間が短かった。

実験状況の認識については、全参加者が実験中もしっかりと認識していたと回答していた。

3. 実験2

3.1. 実験参加者

大学生・大学院生 17 名が実験に参加した。しかし、1 名の参加者は実験プログラムの不具合でデータが取得できなかったため、16 名の参加者の実験データを取得した。

3.2. 実験装置・状況・刺激・手続き

基本的に実験1と同様であったが、参加者に対して、エージェントが指示間違いを起こす可能性があることが明示的に教示された点と、実験終了後のアンケートで、エージェントの指示間違いがあったかなかったかを確認する項目が追加された点だけが、異なっていた。但し、実際に呈示された指示とパネルの組み合わせは実験1とまったく同じであった。

3.3. 結果

実験1の結果と同様に、上下それぞれの系統の空間 指示に対して、「段」という表現の有無(「一番上の」 か「一番上の段の」か)と灰色パネル上の図形に関す る一致・不一致条件との二要因について、参加者内二 要因の分散分析を行った。その結果、統計的に有意な 差は見られなかった。

また、上下それぞれの系統の空間指示に対し、エージェントが指示間違いを起こす可能性についての教示の有無(実験 1 vs 実験 2)を参加者間要因として、「段」表現の有無と灰色パネル上の図形に対する一致不一致条件を参加者内要因とした、三要因分散分析を行った。その結果、上下いずれの系統に対しても、エージェントの指示間違いの可能性についての教示の主効果で、統計的に有意な差が見られた(上系統、F(1,30)=6.24、p=.018、 $\eta^2=.058$;下系統,F(1,30)=6.76,p=.014, η^2

= .055)。指示間違いを起こす可能性についての教示を行った場合(実験2)での判断時間が長くなっていた。

実験状況の認識については、全参加者が実験中もしっかりと認識していたと回答していた。エージェントが指示間違いをしたかどうかについては、半数(8名)がエージェントに指示間違いがあったと回答した。そして、エージェントが指示間違いをしたと回答した参加者については、全16試行中で何試行に指示の間違いがあったと思うか尋ねたところ、平均で約3.63試行という結果になった。

4. まとめ

本研究の結果から、空間指示場面において、被指示者視点からの見えと、指示者の指示間違いの可能性に 関する被指示者の認知が、被指示者の空間指示理解に 影響を及ぼすことが示唆された。

ただ、被指示者視点からの見えの影響が見られた下系統の空間指示の実験データについて、一致条件と不一致条件を比較した場合に、不一致条件ではなく、一致条件で選択時間が短くなっていた。この点については、どういう理由でそのような現象が生じているのかが、よくわからないため、今後の検討が必要である。

文献

[1] Keysar, B., Barr, J.D., Balin, A.J., & Brauner, S.J. (2000). Taking perspective in conversation: The role of mutual knowledge in comprehension. *Psychological Science*, 11, 32-38.

言語化行為がもたらす動作と気付きの変容 ~調理スキル習得過程の分析を通して~ Format Guideline for Manuscripts of JCSS

Action and Awareness Transformation by Verbalization in the cooking skill acquisition

石川 悟 Satoru Ishikawa

北星学園大学 Hokusei Gakuen University ishi_s@hokusei.ac.jp

概要

一人の実践者が、好みの「卵焼き」/「出汁巻き卵」を作成できるようになるまでの過程を、言語化により記録した.言語化した記録のうち、実行した動作に関する記述および動作や状態への気付きに関する記述に注目し、それらの変遷について分析・検討した.その結果、気付きの詳細化に伴った調理品の完成度の上達が認められた.また、習得された動作が実行できなくなったときには、新たな気付きを生みながらより再現性の高い動作が獲得し直される過程が観察された.

キーワード:調理スキル,身体知,言語化

1. はじめに

身体知あるいは暗黙知として身につけられるスキルの多くは、その習得過程が明らかになっていない. 日常的なスキルの1つである調理スキルも、その習得過程が意識的に分析されることは少ない. 失敗せずに調理するために必要となる「コツ」は、調理指導者からの指導や各実践者の試行錯誤を通して意識されることはあるが、その「コツ」である「知」を実践者がどのように発見し、どのように身につけるか理解されることは少ない.

本研究は、このような日常的な身体知の一つである 調理スキルの習得過程を言語化により記録し、スキル を習得し新たな知を得るまでの過程において現れる、 気付きおよび動作の変容について明らかにすることを 目的とした. 他の身体知研究[1][2]と同様に、スキル習 得者が実践を重ねるにつれ、動作についての記述、自 身の状態についての記述、調理対象についての記述内 容は変化し、かつそれぞれは別個に変遷するのではな く、相互に関連して変容していくと考えられる.

本研究で習得に取り組む調理スキルは、「卵焼き」および「出汁巻き卵」とした。実践者が身につけていな

い調理スキルであることに加え、両スキルは類似した 調理スキルだと考えられるものの調理中の状態はそれ ぞれで異なり、両スキルの習得においては特定の動作 の習得や気付きが得られると考えられた.

2. 方法

実験参加者 女性の大学生1名(実験開始時21歳) が 実験に参加した.

調理スキル習得課題 本研究で実験参加者が取り組んだ調理スキルは、「卵焼き」調理スキルと「出汁巻き卵」調理スキルの2種類であり、「卵焼き」調理スキル習得後に「出汁巻き卵」調理スキルの習得に臨んだ. どちらの調理スキルの習得過程においても、調理スキル実践中におこなった動作、およびその動作の実施中に得られた気付きについて言語化し記録した.

手続き 「卵焼き」調理スキルの実践と記録は,2017年4月27日から5月26日の期間に計19回行われた. 「出汁巻き卵」調理スキルの実践と記録は,1回目として2017年5月31日から6月24日の期間に計14回,および2回目として2017年11月17日から2018年1月20日の期間に計38回,行われた.

それぞれ1回の実践においては、卵2個を使って「卵焼き」あるいは「出汁巻き卵」を1つ作ることとした. その際、「他者からの助言はもらわない」、「過去の練習の記録を見ながら調理は行わない」こととし、実践者が理想とする「卵焼き」あるいは「出汁巻き卵」に近付くことを目指した.特に「出汁巻き卵」の調理スキルの2回目の実践では、出汁の量を徐々に増やし実践者にとって理想の「出汁巻き卵」の完成を目指した.

表1. 出来映え評価項目

卵焼き完成度のチェックポイント

- ・表面・中身ともに焦げ目がない
- ・表面に凹凸がない
- 高さは均一である
- ・程よい火の通り具合である

実践に用いた調理器具は、テフロン製卵焼き器 (13cm×18cm)、ボール、菜箸だった.「卵焼き」および1回目の「出汁巻き卵」の実践にはガスコンロが用いられたが、2回目の「出汁巻き卵」の実践では、実践者宅のリフォームにより IH 調理器が用いられた.

実践の言語化による記録は次のようにおこなった. 毎回の調理後,調理中の手順を追いながら,調理動作とその動作によって生じた卵の状態を箇条書きで記録した.また,調理中に行った試行錯誤の内容や,試行中に気付いた調理に必要な動作や卵の状態の変化についても記録した.最後に,次回の実践で注意すべき点や改善が必要な点も書き留めた.

完成した「卵焼き」,「出汁巻き卵」の出来映えは, 事前に設けた評価項目 (表 1) のそれぞれについて, ○ (達成できた), △ (あと一歩の状態), × (達成で きていない) の三段階で評価した.

分析手順 各回の実践の記録内容を,まず「行ったこと」,「気が付いたこと」,「次回目標」に分けた.「行ったこと」には調理の手順として実践者がおこなった動作に関する記述が含まれた.「気が付いたこと」には,調理中に気になった点や,改善が必要な点として挙げられた記述,および卵の状態に基づいた着眼点の変化を示した記述が含まれた.「次回目標」には,次の実践で行うことや意識する点についての記述が含まれた.

次に、「行ったこと」の記述内容を「出汁巻き卵」調理スキルであれば、『出汁準備』、『火加減/卵準備』、『焼く①』、『焼く②』、『焼く③』、『焼く④』、『焼き終わり』の5つに、同様に「気が付いたこと」の記述内容を『出汁準備』、『卵と出汁割合』、『卵状態/火加減』、『私自身(流し入れ)』、「私自身(焼く)」、『味/見た目』、『次回目標』の7つに分けた(表2)。その後記録内容を精査し、『混ざり具合』、『流し入れ』、『火加減』、『巻き方』の4項目に分類し直した上で、記録内容に沿って"疑問と仮説"、"確信"、"評価"の内容に分類した。その上で、これらの記述を時系列に沿って並べ、実践の進行に伴って生じたと考えられる質的な変化がいかなるものか、引き出すことを試みた(図1)。

表 2. 「出汁巻き卵」の分析に用いた分類項目

行ったこと	気が付いたこと
『出汁準備』	『出汁準備』
『火加減/卵準備』	『卵と出汁割合』
『焼く①』	『卵状態/火加減』
『焼く②』	『私自身(流し入れ)』
『焼く③』	『私自身(焼く)』
『焼く④』	『味/見た目』
『焼き終わり』	『次回目標』

3. 結果と考察

「卵焼き」、1回目および2回目の「出汁巻き卵」、 の3種類の調理スキル習得過程で得られた記述内容に ついて分析を進めた結果、「卵焼き」調理スキル、「出 汁巻き卵」調理スキル、「出汁巻き卵」調理スキル(2) 回目) のそれぞれにおいて、「実践者の動作」の習得に 伴って『火加減』や『巻き方』について新たな「気付 き」が得られていることが確認された(図1).また「出 汁巻き卵」調理スキル(2回目)において、それまで の「気付き」よって得られた知識や動作が上手く実行 できなくなる事態が認められた. この時には「火加減」 や「卵の状態」について新たな「気付き」を得た上で、 改めて調理に必要な動作が獲得される, という過程が 観察された. この一連の経緯は, 先行研究[3]で示され た自己調整と過剰適応の繰り返しに相当する過程だと 考えられた. またこれまでの身体知研究と同様に, 実 践者が調理スキル実践中の実践者自身の動作や卵の状 態を言語化することにより新たな「気付き」を得、そ の「気付き」を通して動作が変化していくという、言 語化することと身体スキルの向上との関係性が本研究 でも認められた.

引用文献

- [1] 澤田亮・中島平, (2017) "未経験者は熟達する最初の過程 で何を考えているのか ~一輪車乗りを対象とした思考 内容の質的分析~", 東北大学大学院教育情報学研究 部・教育部教育情報学研究, Vol.16, pp. 113-124.
- [2] 諏訪正樹, (2016) "「こつ」と「スランプ」の研究 身体 知の認知科学", 東京:講談社.
- [3] 富永哲志・豊田則成・福井那宗 (2015) "「できない」ことが「できる」ようになる過程についての質的研究", スポーツ心理学研究, Vol.42, No.2, pp. 51-65.

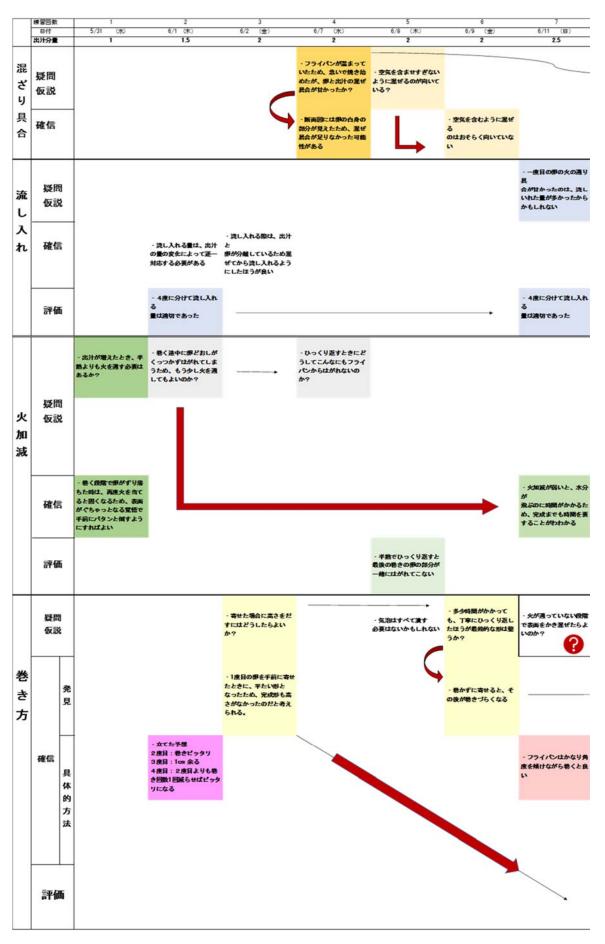
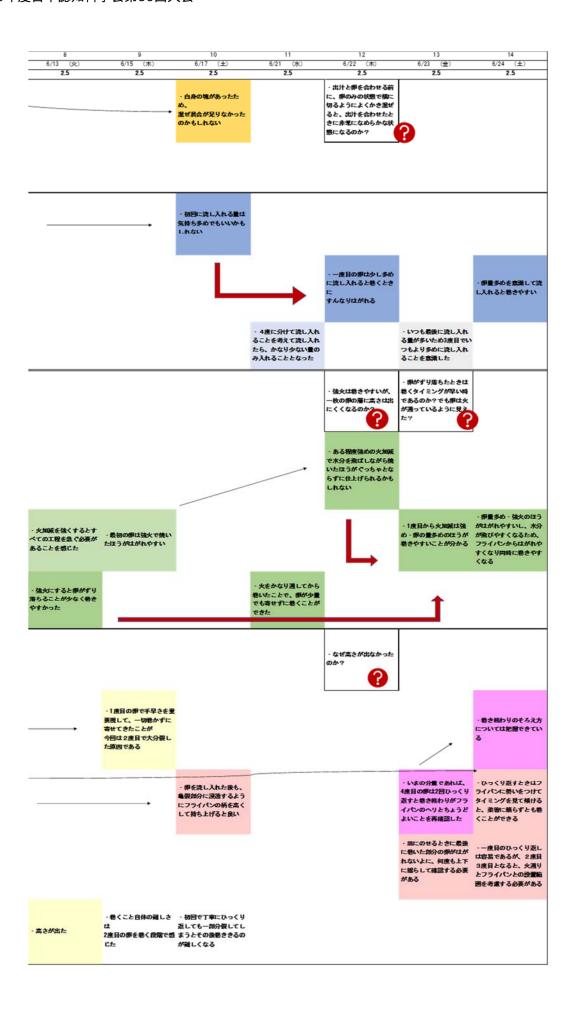


図1.「出汁巻き卵」調理スキル習得過程の経緯



知的集中状態を客観定量的に評価する手法開発の取り組み Development of a quantitative and objective evaluation method for intellectual productivity

上田 樹美[†], 下中 尚忠[†], 下田 宏[†], 石井 裕剛[†], 大林 史明[‡] Kimi Ueda, Shota Shimonaka, Hiroshi Shimoda, Hirotake Ishii, Fumiaki Obayashi

> [†]京都大学,[‡]パナソニック株式会社 Kyoto University, Panasonic Corporation ueda@ei.energy.kyoto-u.ac.jp

概要

著者らは、知的作業に対する集中に着目して執務者の状態を客観定量的に評価する指標である集中指標の開発を行ってきた。これまでに、作業中に集中していた時間の割合を表す集中時間比率 CTR (Concentration Time Ratio)と、集中していた時間の中でもより深い集中状態にあった時間の比率を示す集中深さ指標 CDI (Concentration Depth Ratio)を提案しており、本研究ではこれらの詳細を実際の例を交えつつ紹介する。また、今後の展望として時系列解析の試みにも言及する.

キーワード:知的集中,解答時間解析,指標開発

1. はじめに

オフィス作業や勉強などの知的作業を行う際、「集中する」という表現を用いることがある。一般に、「作業に集中する」という表現は「作業に意識や注意を向ける」と表現されることが多く、様々な知的作業の進行に深くかかわる概念であると考えられる。情報化が進んだ社会では、肉体労働だけでなく、知的作業の生産性(以下、知的生産性)を高め、かつ健全な作業条件を構築するための環境調整や支援を行う必要があり、それに伴って執務者が知的作業を実施している際の状態を測る必要が生じる。著者らは、その際に利用できる指標のひとつとして、「集中」に着目した客観定量的な指標(以下、集中指標)の開発を行ってきた。

これまでにも、様々な方法により集中を評価する試みが行われてきた。中でも、最も一般的な方法は主観評価を用いるものである。オフィス環境が知的生産性に及ぼす影響を評価するために杉浦らにより作成された SAP[1]には、知的生産性に関わる要素として集中が取り上げられており、「集中のしやすさ」という項目で回答者に主観的な集中度合いを5段階評価で問うている。 SAP のように、「集中しやすさ」を問い評価する方法をとる研究は多くある[2][3]。集中しやすさを主観的に問う方法は、質問紙への回答のみで評価が可能だが、一方で客観性に欠け、実際の作業進度や作業効率と主観的な申告値は必ずしも一致しないこと、回答者ごとに集

中の捉え方が異なる場合がある等の問題点がある.

主観評価以外の方法を用いて集中の評価を試みる研究もある. 濱田ら[4]や島田ら[5]は講義中に撮影した受講者の映像を解析することにより,受講者全体の集中状態を判別するシステムの構築を試みた.これらは,前を向いている受講者の比率と受講者全体が集中していると感じられる主観的な評価は関連しているという,小林ら[6]の得た知見に基づいたものである. つまり,これらの研究における集中とは,注視に近いものと考えられる.この方法により,受講者の映像を記録するという比較的容易な方法によって集中をリアルタイムに計測することが可能である.しかし,計測に用いる特徴量は顔方向のみであり,全体の集中度の推定は可能である一方で,実際の学習効果や作業進度は考慮されていない.

執務者の動作や生理指標を用いて集中の評価を試みた研究もある. 三木ら[7]は、照明環境と作業者の集中度との関係を調べるために、主観評価のみでなく、体動と脳波を集中の評価に用いた. 体動を用いた評価では、あくびや椅子の座り直し等の知的作業の進行に無関係な動作を数え、脳波を用いた評価では事象関連電位の一種であるラムダ反応を用いて集中の評価を行った. 國政ら[8]は瞳孔径や心拍計測等の生理指標から仮想タスクの回答時間を推定する手法を提案した. しかしこれらの生理計測を用いるものは、計測時に身体に電極を貼り付けること自体が作業者に影響を与える可能性や、計測実施に専門的な知識が必要であるという難点があった.

田中ら[9]は、パソコンを用いた作業時の情報提示タイミングについて、集中度が低い時に情報提示を行うことで、作業に割込まれた際の拒否度を抑えることができると考え、作業中のPCの操作量から作業者の状態を推定して適切な情報掲示のタイミングを割り出した。しかしこれは実際のオフィス作業等におけるマルチタスクの割込みと割込み拒否度の軽減を想定したも

のである. すなわち,作業が進行していない,集中していない状態を測ることに特化した方法であり,著者らが開発した作業が進行している状態,つまり集中している状態を表現する手法とは異なる.

以上のように、様々な方法で集中を様々な捉え方で 計測を試みた研究は多くあるなかで、著者らは、集中すると作業が進行するような、資料作成等の一人で行う 定型作業に対する集中に着目した評価手法を開発して きた. 本手法における集中とは、「対象の知的作業に対 して認知資源を割り当てている状態」である. 集中指標 は、オフィス作業で要求される数字取り扱い能力や言 語能力、比較判断能力を用いて回答する仮想タスクを 実施した際の、解答時間データの解析によって算出さ れ、タスク実施中の執務者の集中状態を客観定量的な 評価に用いることができる. 以下に、算出の際に想定す る認知モデルと、指標の詳細について述べる.

2. 集中状態モデルと集中時間比率

Card の人間情報処理モデル[10]では、作業対象に注 意している間, 認知処理がシングルプロセッサのよう に進行すると表現されている. 集中指標の算出におい ては、対象の作業に集中しているあいだ作業が進行す ると考える. そこで、作業対象に対して注意している、 つまり作業対象に対して認知資源を割り当てている状 態を集中している状態(以下,集中状態)とした.人間情 報処理モデルにおいて、同様の処理に対しても必要な 時間に変動があることから、集中状態においても作業 が進行している状態(以下, 作業状態)と無意識のうちに 作業が中断している状態(以下, 短期中断状態)があると 考えることができる. さらに, 評価対象であるオフィス 作業などの知的作業を行う際には、疲労蓄積やモチ ベーションの低下等様々な理由で意図的な休息をとる 状態(以下,長期休息状態)になることがある.この際, 対象の作業には認知資源を割り当てていないと考えら れるため、これを集中していない状態(以下、非集中状 態)とした. 以上のように、知的作業中の執務者は3つ の状態を遷移しつつ作業を進行させるとしたものが、 図1に示す集中状態モデル[11]である. 改めて、下記に 3 状態の説明を記す.

- 作業状態:対象の課題に認知資源を割り当て,作業が進行している状態
- 短期中断状態:対象の課題に認知資源を割り当て ているが、作業が進行していない状態

• 長期休息状態:対象の課題に認知資源を割り当て ず、意図的に作業をやめ休息している状態

なお,集中指標で評価できる知的作業は,村上ら[12] の分類における情報処理と知識処理にあたる作業であると考えている.一般に,集中するだけでは成果が得られないとされている創造的な作業,知識創造にあたる作業については,定型処理ではなく,Cardの人間情報処理モデルでも説明がつかないため,集中指標では評価の対象にはならない.

図1の集中状態モデルに基づくと、集中状態におい て難易度一定の課題を複数問解いた際の解答時間はあ る一定の分布を形成すると考えることができる. ここ で,問題の難易度に基づいて,常に作業状態に遷移して いたとしても最低限解答に至るまでに認知処理を行う 必要があるため、最短の解答時間は存在しているが、一 間の解答に至るまでに短期中断状態に遷移する回数は 不定であるため、理論上最長の解答時間は存在しない. よって、集中状態における解答時間分布は、理論上下限 があるが上限がない, 偏りのある分布になると考えら れる. 加えて, 難易度が一定の認知課題を複数問連続で 解答した際の解答時間データが対数正規分布を形成す る様子を、著者らが過去に実施した実験データからも 確認した. そこで, 解答時間データのうち対数正規分布 で近似された解答を、集中状態での解答とした、解答時 間分布と近似の様子を図2に示す.



図1 集中状態モデル [11]

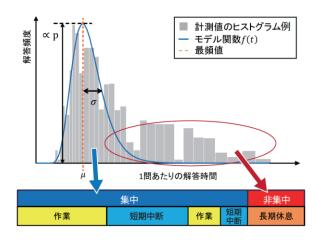


図1 解答時間ヒストグラムと対数正規分布近似のイメージ図

近似した結果得られた, 集中状態を示す対数正規分

布のパラメータを用いることで,集中状態における解答時間期待値Eを得る.これを用いると,作業時間中に集中していた時間の長さ T_c をEと総解答数Nの積で求めることができる.これを用いて,客観定量的な集中指標として,一定時間作業を行った際に,集中していた時間の割合を示す集中時間比率 CTR (Concentration Time Ratio)を,総作業時間 T_{total} に対する集中していた時間 T_c の割合として算出する[11].

この方法を用いることで、解答時間データにおける 解答数や回答速度を作業成績として直接用いる方法と は異なり、集中していた時間に着目した指標であるの で、課題を繰り返し実施した際に作業成績が受ける習 熟の影響を受けずに、知的作業への集中を評価するこ とができる.

3. 集中深さモデルと集中深さ指標

CTR の算出では、解答時間データのなかで解答時間の短い部分に現れる分布を、あるひとつの対数正規分布で近似した結果を用いた. つまり、CTR は解答時間データの中でも最も解答時間が短い部分に形成される分布にのみ着目した指標である. しかし、認知資源の割り当て方は作業中にも様々に変化させることができるという Baddeley[13]の議論や、ワーキングメモリで保持できる情報の量は注意の制御、つまり認知資源の割り当て方と関わりが深いとして知見[14]がある. これらの先行研究を参考にすれば、認知資源を割り当てている集中状態の中にも、割り当てる認知資源の量が異なる、つまり集中の程度が異なる複数の集中状態が存在し得ると考えられる. 実際の解答時間データにも、図3のように複数の対数正規分布の和を形成しているようなものが多く見られた.

そこで、対象に割り当てる認知資源の量を「集中の深さ」として、集中状態モデルを図4のような集中深さモデルに改めた[15].このモデルでは、最も深く集中した状態を第一位集中状態、次いで深い状態を第二位集中状態、それ以降第三、第四と複数の深さの集中が集中状態に含まれるとした.

集中深さモデルに基づいて、CTR で着目した第一位集中だけでなく、第二位集中まで解析の対象を広げ、第一位、第二位のいずれかで作業を進行していた時間に対して、より深い第一位集中で作業していた時間の割合を指標として利用するものが、集中深さ指標 CDI

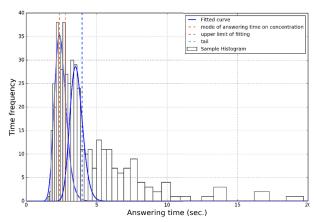


図3 ふたつの対数正規分布の和を形成する解答時間 ヒストグラムの例

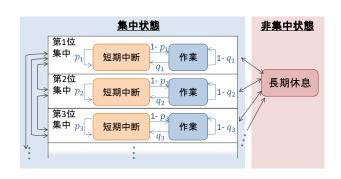


図4 集中深さモデル [16]

(Concentration Depth Ratio)である。実際には,第n位集中 状態(n=1,2)での遷移時間 T_n を,それぞれの深さの集中 状態ごとに対数正規分布で近似した結果から,解答時 間期待値 E_n と解答数 N_n の積で計算し,CDI = T_1 / $(T_1 + T_2)$ として算出する[15].

4. 実際の解析例と集中指標の算出

集中状態モデルと集中時間比率 CTR, 集中深さモデルと集中深さ指標 CDI について, 実際の実験データを解析した例を紹介する.解析に用いるデータは, オフィスにおける温熱環境を変化させた際に集中が受ける影響を評価した実験を実施した際の解答時間データである. データの収集日は2016年12月8日(12月8~10日で行われた実験の1日目), 実験参加者は健康な男子大学生であり, すでに1時間程度該当の仮想タスクを実施して十分タスクの解き方を理解し, 一定の解答戦略で連続して解答できるようになった状態で収集されたデータである.

解答時間データの収集には、図 5 に示したような仮 想タスクである比較問題[16]を用いた. 比較問題は、著



図5 比較問題の回答画面例 [16]

者らが過去に集中指標算出に適した課題として開発した。各間は、簡単な不等式の正誤を判定する「数字比較問題」と、表示された2単語が指定の4つの意味カテゴリー(動物、植物、人工物、地名)に分類した際に同じ意味カテゴリーか異なる意味カテゴリーかを判定する「単語比較問題」から成る。集中指標の算出には、難易度が一定の問題を複数問続けて解答した際の解答時間データが必要である。そのため、比較問題において、数字比較問題では比較すべき数字が表示される桁を整える、単語比較問題では表示される単語のカテゴリーの順序によるプライミング効果の発生を防止するなど、各問の難易度が等しくなるように工夫が施されている。

実際に得られたデータと解析結果の例を、図 5 に示す. 解答時間データを対数正規分布で近似する際, 精度を高めるため, 一度解答時間を短い順に並べ替えたうえで累積解答数のグラフに変換した後, 対数正規分布の累積度数分布による最小二乗近似を実施している.

第一位,第二位集中の近似を行う際には,まず第一位 集中状態に値する対数正規分布による近似を終えた後 に,第一位集中状態と判別された解答時間データを解 答時間データから削除したものに対して,改めて対数 正規分布近似を行うことで,第二位集中状態に値する 分布のパラメータを得る. ただし,最終的な近似曲線で ある第一位集中と第二位集中の和を求める際には,改 めて最も適合度の高くなる第一位集中と第二位集中に おいて解答された解答数 N_1 , N_2 が得られるよう最終調 整を行っている.

図 5 の例では,集中時間比率 CTR は 52.3%,集中深 さ指標 CDI は 63.6%であった.

5. まとめと今後の展望

集中指標の開発により、オフィス環境の変化から執

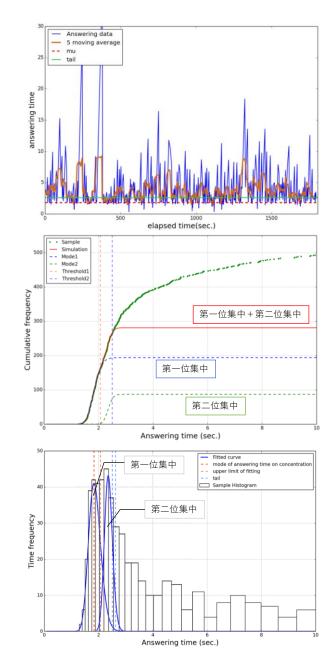


図 6 実際の解答時間データと集中深さモデルに基づいた解析結果の例(上:解答時間データ,中:累積解答数と対数正規分布の累積度数分布による近似結果,下:解答時間ヒストグラムと近似結果の対数正規分

布)

務者の集中状態が受ける影響等について、仮想タスクによる容易な計測方法で、客観定量的な評価を実現することができた.集中時間比率に加え、集中深さ指標の開発により、2種類の異なる視点から集中状態をより詳細に考察できるようになった.

しかし,集中指標は、時系列データを全て切り捨てた 形で算出する指標である.オフィスや学習のための環 境として、在室者をリアルタイムに評価し、状況に応じ た環境調整を行うためには、集中状態の時間変化を捉える必要がある。そのため、同モデルを用いて集中の時系列変化を評価する方法を検討中であり、ここではその一例を紹介する.

解答時間データの近似により第一位集中, 第二位集 中を示す対数正規分布を求める際に、どの回答がどの 分布として近似されたかは記録されている.図6のデー タでは、解答時間の短いほうから 194 間が第一位集中 の近似に用いられ、それに次いで短い87間が第二位集 中の近似に用いられた. そこで、いずれの分布の近似に 用いられたかを解答時間データにラベル付けし、時系 列で表示した解答時間データに重ねて示したのが図7 である. ただし、ここで長期休息としてラベル付けされた 解答時間データには、実際は第三位集中以降のより浅い集中 状態で解答されたものが含まれていると考えられる. 加えて, 長期休息としたものについても、解答時間には解答の ための認知処理の時間, つまり集中状態での遷移時間 が含まれていることから、純粋に長期休息のみをラベ ル付けすることは実際には困難である. また, 見やすさ のために、5問ごとに「その5問のなかで最も多いラベ ル」を表示したグラフも重ねて表示した. この例では, 0~200 秒まではうまく集中し続けることができず、200 ~400 秒ごろに長い休息をとることで連続して集中し 解答できるようになった様子や、中盤以降短い時間の 集中に対して同程度の休息を挟みつつ作業を続けてい たような様子を見て取ることができる. この方法に留 まらず、解答時間を一定の時間窓に区切りつつ近似解 析を実施する方法なども検討していく必要がある.

また、これまでの集中指標では、非集中状態に関する

考察を行ってこなかった. 知的作業を行う際, 過度な作業の長期継続は過労死や精神疾患等にもつながる危険性がある. つまり, 集中指標の向上を目指す一方で, 長期で持続可能な執務状態を実現するためには, 適切な休息や過度に集中しすぎない工夫も重要になると考えられる. そのため, 集中状態だけでなく, 非集中状態にも着目した検討を行っていく必要がある.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17H01777 JSPS 科研費 18J20603 の助成を受けたものです.

文献

- [1] 杉浦敏浩,橋本哲,寺野真明,中村政治,川瀬貴晴,近藤靖史 (2007) "ワークプレイスプロダクティビティの評価方法,第 1 報- プロダクティビティ評価方法の整理と標準的な評価票の提案",空気調和・衛生工学学術講演論文集,Vol.123,pp.11-22.
- [2] Masaya Nishikawa, Naoe Nishihara and Shin-ichi Tanabe, (2009) "The effect of moderately hot environment on performance and fatigue evaluated by subjective experiment of long time exposure", Architectural Institute of Japan Journal of Environmental Engineering, Vol. 74, No. 638, pp. 525-530.
- [3] 杉浦敏浩,橋本哲,寺野真明,中村政治,川瀬貴晴,近藤靖史 (2007) "ワークプレイスプロダクティビティの評価方法,第 1 報-プロダクティビティ評価方法の整理と標準的な評価票の提案",空気調和・衛生工学学術講演論文集,Vol.123,pp.11-22.
- [4] Masaya Nishikawa, Naoe Nishihara and Shin-ichi Tanabe, (2009) "The effect of moderately hot environment on performance and fatigue evaluated by subjective experiment of long time exposure", Architectural Institute of Japan Journal of Environmental Engineering, Vol. 74, No. 638, pp. 525-530.

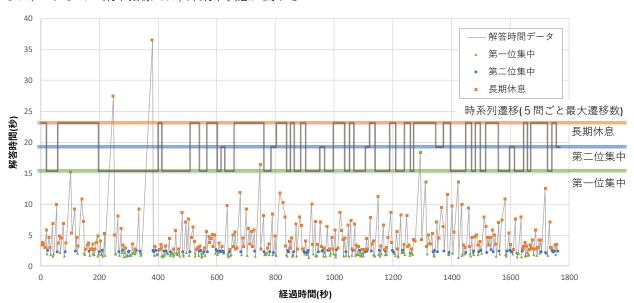


図7 時系列集中状態解析の一例

- [5] 望月 菜穂子, 宇治川 正人, 平手 小太郎, 安岡 正人, (1996) "オフィスにおける行動と好まれる照明: タスク・アンビエント照明の問題点と可能性", 日本建築学会計画系論文集, Vol. 61, No. 479, pp. 17-25.
- [6] 濟田武志, 矢内浩文, "授業参加者の集中状態を判別する動画 像処理," 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコ ミュニケーション基礎, vol.103, no.742, pp.83-87, 2004.
- [7] 島田 大樹, 彌冨 仁, (2017) "畳み込みニューラルネット ワークを使った授業映像中の聴講者の状態推定システム の構築と特徴量獲得に関する検討", 知能と情報, Vol. 29, No. 1, pp. 517-526.
- [8] 小林陽平, 角所 考, 村上正行, (2013) "講義映像に 基づく 受講者の集中状況の認識", 教育システム情報学 会第 38 回全国大会(JSiSE2013) 講演論文集, pp. 17-18.
- [9] 明石 行生,金谷 末子,八木 昭宏, (1996) "作業者の集中度と周辺照度/作業面照度の比との関係",証明学会誌, Vol. 80, No. 8, pp. 540-549.
- [10] 國政 秀太郎, 瀬尾 恭一, 下田 宏, 石井 裕剛 (2019) "知 的作業中の生理指標計測による作業成績推定手法", 計 測自動制御学会論文集, Vol. 55, No. 4, pp. 260-268.
- [11] 田中 貴紘,深澤伸一,竹内 晃一,野中 雅人,藤田 欣也, (2012) "業務従事者を対象とした PC 作業時の割り込み 拒否度推定可能性の検討",情報処理学会論文誌,Vol.53, No.1,pp.126-137.

- [12] S. K. Card, T. P. Moran, A. Newell, (1983) "The Psychology of Human-Computer Interaction", Erlbaum Associates.
- [13] Miyagi K., Kawano S., Ishii H., Shimoda H., (2012) "Improvement and Evaluation of Intellectual Productivity Model based on Work State Transition", The 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.1491-1496.
- [14] 村上周三, (2012) "建築空間と知的活動の階層モデル", 2012.3.15 知的生産性研究委員会,資料 No.5.
- [15] Alan Baddeley, (1996) "Exploring the central executive", The Quarterly Journal of Experimental Psychology A, Human Experimental Psychology, Vol. 49, pp. 5-28.
- [16] Alan Baddeley, (1993) "Working memory or working attention? In A.D. Baddeley & Lawrence Weiskrantz (eds.), Attention, Selection, Awareness, and Control: A Tribute to Donald Broadbent", New York: Clarendon Press, pp.152-170.
- [17] Kimi Ueda, Shota Shimonaka, Hiroshi Shimoda, Hirotake Ishii, Fumiaki Obayashi, (2017) "Quantitative Evaluation of Intellectual Productivity Considering Depth of Concentration", 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), pp.758-763.
- [18] Kimi Ueda, Hiroshi Shimoda, Hirotake Ishii, Fumiaki Obayashi, Kazuhiro Taniguchi, (2016) "Development of a new cognitive task to measure intellectual concentration affected by room environment", The Fifth International Conference on Human-Environment System ICHES2016 Nagoya, Paper No.20144.

室内環境を変化させたときの知的集中の定量的評価 Quantitative evaluation of intellectual concentration when changing indoor environment

宮崎 大輔[†],上田 樹美[†],石井 裕剛[†],下田 宏[†],大林 史明[‡] Daisuke Miyazaki, Kimi Ueda, Hirotake Ishii, Hiroshi Shimoda, Fumiaki Obayashi

[†]京都大学大学院エネルギー科学研究科,[‡]パナソニック株式会社ライフソリューションズ社 Graduate School of Energy Science, Kyoto University, Life Solutions Company, Panasonic Corporation miyazaki@ei.energy.kyoto-u.ac.jp

概要

オフィスの室内環境を改善することで知的作業に対する集中が向上し、労働生産性が向上することが期待できる。室内環境として温熱環境、気流環境および照明環境の3つの環境に着目し、それぞれの環境において知的集中の向上が期待される環境を提案し、実際にどの程度知的集中が向上するのかを実験を行うことで定量的に評価した。その結果、3つ全ての室内環境において提案環境の方が標準環境に比べて知的集中が有意に高くなった。

キーワード: 温熱環境, 気流環境, 照明環境, 認知タスク, 知的集中, 集中時間比率

1. はじめに

オフィス環境における労働生産性を向上させるために、デスクワークなどの知的な生産活動において、費やされた時間や資本に対して得られる成果の効率を表す知的生産性の向上に注目が集まっている。一人で行う定型的な作業では、知的作業に対する集中である知的集中を向上させることで知的生産性が向上すると考えられ、執務空間を改善し集中を促進させる方法が有効であると考えられる。しかし、改善された環境下における知的作業の集中を定量的に評価した研究は少ない。そこで、本研究では、認知タスクの解答時間から算出される、集中している時間割合を表す集中時間比率CTR(Concentration Time Ratio)を知的集中の定量的評価指標とし、室温や照明などの室内環境を変化させたときの知的集中を定量的に評価することを目的とする。

2. 知的集中の定量評価方法

著者らは、知的作業の集中を客観的かつ定量的に評価するための認知タスクおよび評価指標を開発した[1].本章では、知的集中評価のための認知タスクである比較問題と知的集中の評価指標である集中時間比率 CTR について述べる.

2.1. 認知タスク

知的集中の評価指標である集中時間比率CTRを算出 するための認知タスクとして、比較問題[2]という認知 タスクを用いた. 比較問題は、iPad に表示される2つ の単語の意味カテゴリーの比較と 2 つの数字の大小比 較を行う認知タスクであり、実際のオフィスワークで 必要な言語処理能力, 数字取り扱い能力, 判断能力を全 て必要とする. 単語比較では、提示された 2 つの単語 が地名,人工物,動物,植物の4つの意味カテゴリー のうち同じカテゴリーに属するものか、異なるカテゴ リーに属するものかを判断する.一方数字比較では,4 桁の数字 2 つが不等号で繋がれて表示され、その不等 式が正しいか誤りかを判断する. 解答はこれら 2 つの 比較結果の組み合わせに相当するボタンをタップする ことで行い、タップすると次の問題へ移る.参加者には 解答時間が終了するまで次々と解き進めてもらう. 比 較問題の実際の問題画面および解答方法の例を図1に 示す.

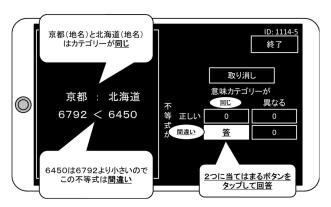


図1 比較問題の問題画面および解答方法

2.2. 集中時間比率 CTR

集中時間比率CTR(Concentration Time Ratio)は作業中に集中して作業に取り組んでいた時間の割合を表す指標であり、難易度が同程度の問題が連続する認知タスクを一定時間行って得られた 1 問あたりの解答時間データから以下に述べる方法で算出される. 認知タスクの解答時間の頻度ヒストグラムおよびCTRの算出方法の概念図を図3に示す. 宮城らは、作業中の執務者が集中状態、短期中断状態、長期休息状態の3状態を遷移するという図2に示す3状態遷移モデルを考案した[3]. この3状態モデルによると、作業状態、短期中断状態間の変動は遷移確率が一定のマルコフモデルに従うので、解答データのうち集中状態のみに着目すると、その解答時間の頻度ヒストグラムは式(1)で表される対数正規分布で近似できる.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma t} exp\left[-\frac{(\ln(t)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$
 (1)

この対数正規分布のパラメータである μ と σ については、 e^{μ} が分布の最頻値、 σ が分布の標準偏差を意味しており、集中状態における認知課題 1 問あたりの解答所要時間の平均はf(t)の期待値 $exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2})$ で算出できる.

よって、集中状態の総時間 T_c は期待値 $\exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2})$ と総解答数Nを用いて式(2)で表せる。そして、式(3)に示すように認知課題の実施時間 T_{total} に対する T_c の比率が集中時間比率CTRと定義している。この集中時間比率CTRを実験の知的集中評価指標とした。このCTRを用いることで、知的集中を客観的かつ定量的に評価することができる。

$$T_c = exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2}) \cdot N \tag{2}$$

$$CTR = \frac{T_C}{T_{total}} \tag{3}$$

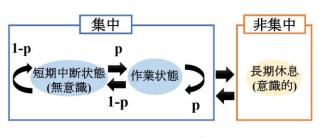


図2 3 状態遷移モデル

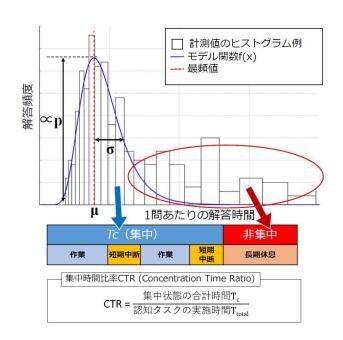


図3 認知タスクの解答時間の頻度ヒストグラムおよび CTR の算出方法の概念図

3. 室内環境の改善が知的集中に与える影響の定量評価実験

知的集中の向上が期待される室内環境を提案するとともに、その定量的評価として実験参加者を募り、数日間それぞれの同時刻に認知タスクを行った。実験実施日ごとに環境条件を変化させ、知的集中の向上が期待される室内環境(提案環境)と標準的な室内環境(標準環境)のそれぞれにおける集中時間比率 CTR を環境間で比較評価した。本研究では、室内における人間の快適性への影響が大きいと考えられる温熱環境、気流環境および照明環境の3つの室内環境について知的集中が期待できる環境をそれぞれ提案した。本章では、それぞれの提案環境における知的集中の評価実験とその結果について述べる。

3.1. 温熱環境

室温や温度などの環境要素が知的生産性へ及ぼす影響を調べた既往研究は執務環境における温熱制御についてのみに着目した事例がほとんどである[4][5][6]. しかし, 休憩時の温熱環境も知的集中に影響を及ぼすと考えられる. そこで, 執務時と休憩時の統合的な温熱環境制御に着目し,2 つの環境間の温度差を考慮に入れた図 4 に示す温熱制御手法を提案し, 知的集中の向上効果を定量的に評価することを目的として夏季に実験を実施した. 執務室は涼しい環境, 休憩室は執務室に比べ

て暖かい環境を設計し、執務室から休憩室へ入室する 際に曝露される温刺激と、休憩室から執務室へ入室す る際に曝露される冷刺激を与えるようにした. 環境条 件を上記の温熱制御手法を用いた提案環境と休憩室と 執務室の温度差の小さい標準環境の2条件を設定した. 室温は空調設備で制御し、室内の温度のむらが生じな いようにサーキュレータを用いて空気を攪拌させた. 実験は図5に示すようなスケジュールで2日間実施さ れ、提案環境と標準環境をそれぞれ1日1条件とし、 実験参加者でなるべく環境条件順序のカウンターバラ ンスを取るようにした. SET1 から SET4 までの 4SET を CTR の計測対象とし、実験参加者は 1SET あたり 45 分間認知タスクとして比較問題を行った. 提案環境お よび標準環境の2条件下で参加者のCTRの平均を算出 した結果を図5に示す.標準環境と提案環境でのCTR に対のある両側 t 検定を行ったところ、提案環境での CTR は標準環境より 2.3%ポイント高くなり, 有意に高 い傾向が見られた(p<0.05).

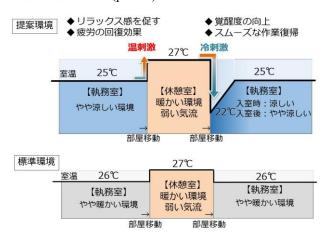


図3 執務室と休憩室の統合的な温熱制御環境(提案環境) および標準環境の概念図

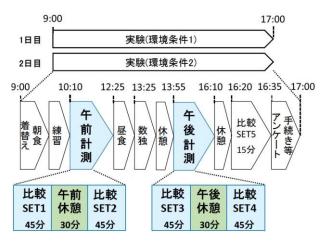


図4 温熱環境評価実験の実験スケジュール

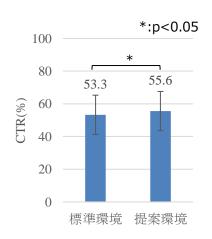


図 5 温熱環境評価実験における CTR の実験参加者 平均 (%) (N=28)

3.2. 気流環境

3.1 節で提案した温熱環境に関して、室温を短時間に 大きく変化させることは困難であり、さらに一般的な 空調では室内全体の温度を変化させてしまうため、個 人毎の温熱制御には向かない. そこで, 個人ごとに温熱 環境を制御可能な気流に着目し、執務中と休憩中で風 量を変化させることで温冷感の差を作る室内気流環境 を提案し、知的集中の向上効果を定量的に評価するこ とを目的として夏季に実験を実施した. 提案した気流 環境では、快適性を向上させるために執務中は涼しく, 休憩中は暖かくなるように気流を制御した。さらに休 憩中にはリラックス効果および疲労回復促進効果を得 るために 1/f ゆらぎの気流を曝露し、執務開始直後には 覚醒度の向上と休憩からの作業復帰促進のために短時 間の強風を曝露し、作業に対する集中の向上を期待し た. 気流を含めた温熱環境における快適性を示す指標 として平均予測温冷感申告 PMV(Predicted Mean Vote)と 呼ばれる指標がある[7]. PMV は温熱環境を構成する温 度,湿度,平均放射温度,気流,着衣量,活動量の6要 素が人間の熱的快適性に与える複合効果を評価する温 冷感指標である. PMV は 0 の状態を熱的中立状態と定 義し、-3から+3の値で人間の温熱快適性を表す。負の 値は冷感を表し、正の値は温感を表す. 気流に着目する と、風速が大きいときに気流が冷刺激となり PMV は低 くなり, 風速が小さいときに PMV は高くなる. そこで, タワー型の扇風機を図6に示すように1人当たり2台 設置し、図7に示すように風速の制御を行った. 実験 は図8に示すスケジュールで3日間実施され、1日目 を練習日とし、環境の適応と比較問題の習熟を目的と

した. 2 日目と 3 日目は提案環境と標準環境をそれぞれ1日1条件とし、実験参加者でなるべく環境条件順序のカウンターバランスを取るようにした. SET1からSET4までの4セットをCTRの計測対象とし、実験参加者は1セットあたり30分間比較問題を行った. 提案環境および標準環境の2条件下で参加者のCTRの平均を算出した結果を図9に示す. 標準環境と提案環境でのCTRに対のある両側t検定を行ったところ、提案環境でのCTRは標準環境より2.8%ポイント有意に高くなった(p<0.01).

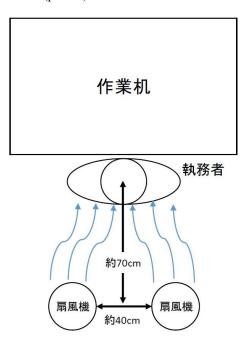


図 6 気流環境の気流制御方法(Top View)

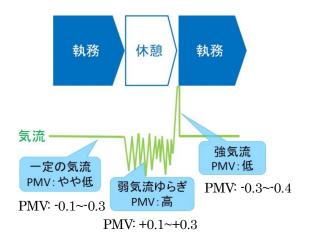


図7 扇風機を用いた風速制御方法

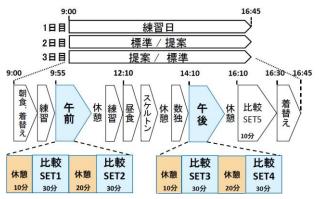


図8 気流環境評価実験の実験スケジュール

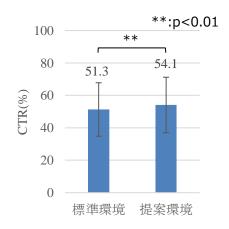


図 9 気流環境評価実験における CTR の実験参加者 平均 (%) (N=38)

3.3. 照明環境

照明環境において執務作業における知的集中を向上 させる方法として、 覚醒度の向上や作業に対する没入 感の向上が有効であると考えられる. 高照度の照明環 境下において覚醒度が向上するという研究はなされて いる[8]が、没入感に着目した研究は少ない、そこで、 作業机の机上面照度を周囲の照度に比べて高くなるよ うに天井からのアンビエント照明とデスク上のデスク 照明の照度をそれぞれ設定した従来のタスクアンドア ンビエント照明(従来 TA 照明環境)と、さらにデスク 照明として覚醒効果と文字の読みやすさを考慮に入れ た色温度に設定した照明環境を提案した. 本実験は 4 日間実施され、1日目を練習日とし2日目以降は環境 条件の順序効果のカウンターバランスを取るように順 序を変えて実施した. 図 10 に示した提案環境, 従来 TA 照明環境およびデスク照明のない標準環境の3条件下 で参加者の CTR の平均を算出した. その結果を図 11 に示す、従来 TA 照明環境が標準環境に比べて CTR が 3.4%ポイント向上させる効果が確認され、提案環境が 標準環境に比べて CTR が有意に高く,5%ポイント向上させる効果が確認された(p<0.01).

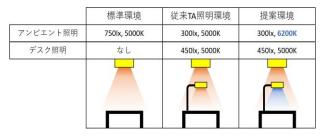


図10 3つの照明環境の制御方法

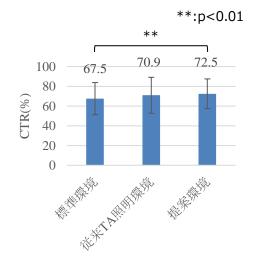


図 11 照明環境評価実験における CTR の実験参加者 平均 (%) (N=21)

4. まとめ

本研究では、温熱環境、気流環境、照明環境の3つの環境において、知的集中の向上が期待される環境を提案した.次に、提案環境と標準環境間での集中時間比率 CTR を比較した.その結果、3つ全ての室内環境において提案環境の方が標準環境に比べて CTR が有意に高くなった.本研究によって、温熱環境、気流環境、照明環境の室内環境を改善することで知的作業に対する作業効率が向上することが確認できた.また、CTRを用いたことにより、提案環境下における知的集中が標準環境下に比べてどの程度の差があるのかを客観的かつ定量的に評価できることがわかった.よって、知的集中を向上させる室内環境を実際のオフィスに導入することで作業効率が向上し、さらには CTR を指標として用いることで、どの程度作業効率が向上するのかを定量的に評価することができると考えられる.しかし、

CTR は、難易度の変化しない連続した問題をある一定以上の時間解答したときの解答時間データから算出されるものである。よって、アイデアを必要とする創造的作業では適用できないが、実際のオフィスで行われる単純な事務的作業なら適用できる可能性があると考えられる。今後は、CTR を算出するために必要な比較問題のような認知タスクだけでなく、実際のオフィスにおける事務的作業に適用可能であり、かつその作業中に現在の知的集中をリアルタイムで測定できるような新たな知的集中評価指標の開発や他に考えられうる室内環境の改善方法を提案し、知的集中評価実験を行いたいと考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17H01777 JSPS 科研費 18J20603 の助成を受けたものです.

文献

- F. Obayashi, K. Miyagi, K. Ito, K. Taniguchi, H. Ishii, H. Shimoda, (2019) "Objective and quantitative evaluation of intellectual productivity under control of room airflow.", Building and Environment, Vol. 149, pp. 48-57.
- [2] 上田 樹美, 辻 雄太, 下田 宏, 石井 裕剛, 大林 史明, 谷 ロ 和宏, (2016) "オフィス環境における知的集中計測のための認知課題の開発", ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016 論文集, pp. 403-410.
- [3] K. Miyagi, S. Kawano, H. Ishii, H. Shimoda, (2012) "Improvement and Evaluation of Intellectual Productivity Model Based on Work State Transition.", The 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 1491-1496.
- [4] W. Cui, G. Cao, J. H. Park, Q. Ouyang, Y. Zhu, (2013) "Influence of indoor air temperature on human thermal comfort, motivation and performance", Building and Environment, Vol. 68, pp. 114-122
- [5] O. Seppanen, W. J. Fisk, Q. Lei, (2006) "Effect of temperature on task performance in office environment", 5th International Conference on Cold Climate Heating, Ventilating and Air Conditioning.
- [6] T. K. Wai, W. H. Cahyadi, (2010) "Room air temperature affects occupants" physiology, perceptions and mental alertness", Building and Environment, Vol. 45, No. 1, pp. 40-44.
- [7] ISO: Predicted Mean Vote, (1994), ISO 7730
- [8] 萩原 啓, 荒木 和典, 道盛 章弘, 斎藤 正己, (1997) "脳波 を用いた覚醒度定量化の試みとその応用" 日本生体医工 学会, Vol. 11, No. 1, pp. 86-92.

車室内デザイン評価の因子構造 Factorial Structure on Car Interior Design Evaluation

樋田 浩一^{†*},越智 光[‡],田中 君明[‡],杉浦 元亮[†] Koichi TOIDA, Hikaru OCHI, Kimiaki TANAKA, Motoaki SUGIURA

[†]東北大学加齢医学研究所,[‡]株式会社デンソー [†]Institute of Development, Aging and Cancer, Tohoku University, [‡]DENSO CORPORATION *koichi.toida.e2@tohoku.ac.jp

Abstract

In the future, self-driving car technology will advance. Fully automated self-driving car will allow us to spend time like never before. Furthermore, with a self-driving car, the car interior design can be freely designed such as without pedals or steering wheel. These changes make us construct new factor structure of car interior design differently from the existing factor. To investigate the evaluation structure on selfdriving car interior design, factor analysis and cluster analysis were performed. As a result, five factors were extracted: Luxury, Spatial-futuristic, Active, Prettiness, and Comfortable. Here, we focus on the second factor Spatial-futuristic as a specific evaluation factor on the self-driving technology. Since this factor comes from two inseparable clusters which are wide and futuristic, we assume that futuristic design is related to spacious. We intend to provide effective car interior design in the future.

Keywords — Car Interior Design, Self-driving Car, Factor Analysis, Impression Evaluation, Value Structure

はじめに

現在,自動車は自動運転化の実現に向けて,様々な研 究・技術開発が為されている[1]. システムが緊急時の 対応をも行い、ドライバが運転にかかわる必要が一切 なくなった完全自動運転車については、従来の自動車 の枠組みを超える新たな移動手段になると考えられて いる. 内閣府による予想では、移動時間の充実や別の機 能がモビリティに求められ、"プライベートな快適空間" や"カスタマイズ性"といった新しい価値が生まれると される[2]. また, 運転操作に関わる装置は不要となり, ハンドルやアクセルペダル等を廃すことが可能となる. このような, 車室空間に対する要求性能の変化に付随 した新たな価値の出現・車室内デザインを制約してい た機能的側面の技術革新は、我々の内装に対する価値 軸に変化を生じさせ、従来の自動車に対して構築して いた評価構造とは異なるものになると考えられる. こ れらのことから、各自動車メーカにとって、自動運転車 の内装のデザインに対して我々がどのような評価構造 を保持しているのかを明らかにすることは、感性工学 的アプローチによるデザインを可能とするうえで重要 である.

これまでに、自動車のデザインに対する評価構造を 明らかにしようとする様々な研究が為されてきた.複 数の自動車メーカへのインタビュー調査結果からは、 「審美性」「継続性」「先進性」「操作性」「安全性」「快楽性」 「独自性」の8要素が各企業に共通する製品デザイン要 素として挙げられている[3]. 特に内装に着目した研究 では、デザインを評価するのに適した形容詞として、 「luxury (豪華さ)」「interesting (面白さ)」「stylish (お しゃれさ)」「casual (カジュアルさ)」「dynamic (ダイナ ミックさ)」「precise (精密さ)」「technological (テクノ ロジーさ)」「lively (元気さ)」の8つが挙げられており、 それらの評価語を用いて質問紙調査を実施した結果, 観察される価値には、「quality (品質)」「emotional (感 情的)」「price (価格)」「social (社会性)」の 4 つの軸があ るとされた[4]. しかし、この調査は既存の自動車に対 して実施されており、旧来的な内装デザインの枠組み で観察される評価構造への言及に留まっている.

そこで、本研究では、自動運転車の内装デザインについて、我々がどのような評価構造を有しているのかを明らかにすることを目的とした。調査にはコンセプトカーを含む車室内のパース画像を用い、内装デザインの印象評価調査を実施した。評価データを元に因子分析およびクラスタ分析を実施し、車室内デザイン評価の因子構造について明らかとした。

2. 方法

2.1. 車室内画像の作成

本研究で評価に使用する車室内の内観パース画像 (イラスト)を図 1 に示す. 作成にあたり,主要自動車メーカの既存車・コンセプトカーの内装デザインの洗い出しを実施し,二次元の感性マップ上で異なるベクトルを持つように 10 種類に分類した. 該当座標空間の感性を代表する画像を筆者らで選定し,それらの内装デザインをトレースした計 10 枚の刺激を準備した. なお,4 点については既存車,6 点についてはコンセプトカーであった. コンセプトカーの画像は,ハンドルがなく運転席周りの広いものや,運転席助手席間に隔たりが存在しないものなど,自動運転を前提とした.

2.2. 評価語の選定(予備調査)

因子分析に用いる評価語を選定するための予備調査として、ウェブアンケートを実施した. 有効回答者数は325名(男性143名、女性182名、45.4±13.5歳)であった. 回答者は、ウェブサイト上に呈示された10枚の車室内の画像について、デザインの魅力を表す3つの短い形容詞をそれぞれ回答した. 得られた評価語について、筆者らで重複整理および取捨選択を実施し、最終的に本調査の評価語として50語を選定した(表1).

2.3. 車室内デザインの評価(本調査)

(1) 調査対象者

20~69 歳の男女 500 名(男性 250 名,女性 250 名, 44.8 歳±14.0歳)に対し、ウェブアンケートを実施した.

(2) 手続き

回答者は、ウェブサイト上に表示された画像について、予備調査で選定した評価語 50 語それぞれに対する評価を実施した.評価は 6 段階の評定尺度法とし、「全くそう思わない(0)」~「非常にそう思う(5)」の該当する数字にチェックを入れた.各画像に対して評価を繰り返し、全 10 枚の画像に対して評価を実施した.なお、回答者ごとに呈示する画像の順番はランダムとした.

(3) 解析

全画像に対する各評価語の評定値を用い、因子分析を実施した。事前共通性は SMC とし、推定法は最尤法、回転法は Promax 回転とした。「穏やかな」「機能的な」「爽やかな」の 3 語に関しては、いずれの因子に対しても負荷量が 0.40 に満たなかったため、上記 3 語を除外し、計 47 語で再度分析を実施した。得られたスクリープロットより、固有値 1 以上となった 5 因子を因子数として決定した(図 2)。また、因子内でみられた評価語をクラスタリングすることを目的とし、各評価語の因子負荷量を用いて階層型クラスタ分析を実施した。距離の算出には Euclidean 距離を用い、クラスタリングは Ward 法とした。上記の分析から抽出された価値軸がコンセプトカーに特異的なものか既存車と共通するのかについて検討するため、コンセプトカー群と既存車群ごと平均因子得点を算出し、統計的検定を実施した。

3. 結果

表2に因子パタン行列,表3に相関行列,図3に代表的な結果として因子 $1\cdot2$ のバイプロットを示す.抽出された5つの因子はそれぞれ,第1因子「高級感」(代表評価語:ゴージャスな,高級感のある),第2因子「すっきり・未来感」(すっきりした,未来感のある),第3因子「活動性」(元気な,アクティブな),第4因子「かわいらしさ」(かわいい,キュートな),第5因子「安心感」(安心感のある,運転しやすい)と名付け,累積寄与率は68.04%であった.

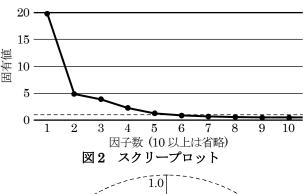


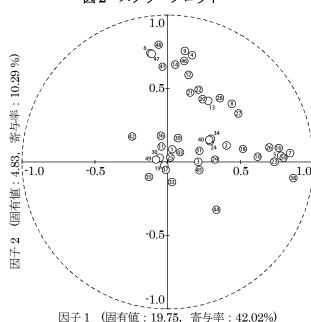


図1 評価に使用したコンセプトカー画像(抜粋)

表1 本調査で用いた評価語

1運転しやすい	18 落ち着きのある	35 元気な
2 格好良い	19 キュートな	36 遊び心のある
3 安心感のある	20 クールな	37 かわいい
4 先進的な	21 シャープな	38 ゴージャスな
5 エレガントな	22 スタイリッシュな	39 ワクワク感のある
6 シンプルな	23 ラグジュアリーな	40 居心地の良い
7 高級感のある	24 リラックスできる	41 視界が良い
8 洗練された	25 楽しそうな	42 若々しい
9 未来感のある	26 大人な	43 女性的な
10 シックな	27 知的な	44 情熱的な
11 スポーティな	28 都会的な	45 男性的な
12 スマートな	29 癒される	46 広く感じる
13 ゆったりしている	30 アクティブな	47 さっぱりした
14 開放感のある	31 やわらかい	48 すっきりした
15 機能的な	32 穏やかな	49 活動的な
16 上品な	33 家庭的	50 優雅な
17 さわやかな	34 乗り心地がよさそう	





因子内での評価語の傾向を調べると,第2因子には, 空間的な広さと関連した語(すっきりした, 開放感があ る)と、デザインの新しさと関連した語(未来感のある, 先進的な)の両者がみられた. これらの類似度を検討す るため, 因子得点を用いてクラスタ分析を実施した結 果を図4に示す。第2因子を代表するクラスタに着目 すると, 評価語群は「空間性」(代表評価語: すっきりし た,スマートな)と「未来感」(都会的な,先進的な)の2 つのクラスタに大別されることが示された.

コンセプトカーに特異的にみられる因子を特定する ため, 各画像の平均因子得点について, 既存車群とコン セプトカー群に分けて比較を実施した(図5)、それぞれ の因子において検定を実施したところ、第2因子のみ有 意な差が確認された($t_{(7)}$ = -7.38, p < 0.01, Welch's t-test). このことから、「高級感」「活動性」「かわいらしさ」「安心 感」は既存車・コンセプトカー共通してみられる評価軸で あるのに対し、「すっきり・未来感」はコンセプトカーに特 異的にみられる評価軸であることが示された.

4. 考察

本調査で抽出された5つの因子は、従来型の自動車 における内装デザインについて調査した研究[4]で報 告されていた評価軸およびその結果得られる価値軸と は異なるものであった. 「高級感」や「活動性」は先行研 究と共通する要素である一方、「すっきり・未来感」や 「かわいらしさ」は、本研究特有にみられた因子である.

特に、「すっきり・未来感」については、本研究が自動 運転車に着眼したことにより抽出された特異的な軸で あった. 因子には、「空間性」と「未来感」の両クラスタが包 含され、このことは、我々の思い描く「未来感」は「空間性」 を特徴としている可能性を示している。現代の工業デザ インは、美術学校・Bauhaus が 1920 年代に産み出し たモダンデザインを源流としており[5],機能美を追及 したシンプルなスタイルは、"社会の将来象を先取りす ることに意が払われていた"[6]デザインであった。こ の思想に、1929年に Norman Bel Geddes が設計した 流線形の自動車や、1933年に Buckminster Fuller が 発表したトラス構造による広い空間を確保した流線形 のコンセプトカー(Dymaxion car)が融合し、未来感と 空間性は密になったと考えられる、特に、自動運転技術 は、ハンドルレスやダッシュボードレスを可能とする など、車室内デザインをすっきりとさせる自由度を拡 張するものであり、モダンデザインと親和性が高いと 考えられる. 但し、時代の変化に対する両者の関係の普 **遍性**, また, デザイナ固有の美意識の影響など, 検討の余 地も多い.

表2 因子パタン行列

	衣 2		ナハク				
NI-		丛子1	因子2	因子3	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , 		北字州
No	評価語	高級感	すっきり 未来感	活動性	かわい	安心感	共通性
38	ゴージャスなり	0.865					
7	高級感のある						
50	優雅な	0.799	0.029	-0.064	0.142	0.034	0.692
5	エレガントなり	0.779	0.042	-0.100	0.229	-0.011	0.667
16	上品なり						
23	ラグジュアリーない	0.735	0.001	0.018	0.136	-0.004	0.591
26	大人な!	0.700	0.100	0.011	-0.153	0.149	0.670
10	シックなり	0.620	0.035	-0.076	-0.008	0.229	0.564
18	落ち着きのある	0.519	0.088	-0.181	0.068	0.427	0.669
27	知的な	0.487	0.329	0.035	-0.023	0.096	0.643
8	洗練された	0.443	0.395	0.125	-0.026	-0.011	0.666
2	格好良い	0.407	0.113	0.417	-0.120	0.121	0.652
48	すっきりした-	0.059	0.797	-0.049	0.025	0.141	0.635
9	未来感のある	0.120	0.754	0.086	-0.025	-0.324	0.672
6	シンプルな・	0.117	0.741	-0.114	0.088	0.217	0.564
47	さっぱりした-	0.108	0.735	-0.011	0.081	0.149	0.566
4	先進的なり	0.169	0.727	0.085	-0.026	-0.286	0.677
46	広く感じる	0.115	0.688	-0.161	0.012	0.164	0.645
14	開放感のある	0.054	0.662	0.051	0.078	0.086	0.636
41	視界が良い-	0.033	0.649	0.048	-0.029	0.208	0.559
12	スマートなり	0.145	0.593	0.129	0.014	0.035	0.612
22	スタイリッシュない						
21	シャープなり	0.157	0.472	0.285	-0.108	-0.024	0.584
28	都会的なり	0.361	0.434	0.212	-0.049	-0.132	0.628
20	クールなり	0.242	0.427	0.251	-0.208	-0.008	0.600
13	ゆったりしている	0.282	0.417	-0.145	0.083	0.315	0.647
35	元気な-	0.127	-0.101	0.825	0.166	0.136	0.624
30	アクティブな-	0.053	0.029	0.805	-0.062	0.098	0.627
49	活動的な-	0.079	0.016	0.804	-0.009	0.151	0.634
11	スポーティな-	0.040	0.106	0.766	-0.168	-0.038	0.607
44	情熱的な	0.338	-0.324	0.683	0.088	0.013	0.555
42	若々しい-	0.242	0.173	0.677	0.292	-0.017	0.559
36	遊び心のある・						
39	ワクワク感のある						
25	楽しそうなり						
45	男性的な						
37	かわいい						
19	キュートな・						
43	女性的な						
31	やわらかい						
33	家庭的						
29	癒される						
3	安心感のある						
1	運転しやすい						
	乗り心地が良さそう						
40	居心地の良い						
24	リラックスできる						0.691
	固有値		4.83	3.90	2.20	1.30	
	寄与率 (%)	42.02	10.29	8.29	4.68	2.76	
			* 太	字は因子負	荷量 0.40	以上の評価	西語を指す

表 3 因子相関行列

		*	11.12.41.47	*	
	因子1	因子 2	因子3	因子4	因子 5
因子1	1.000				
因子 2	0.624	1.000			
因子3	0.428	0.471	1.000		
因子4	0.173	0.134	0.126	1.000	
因子 5	0.433	0.340	0.178	0.450	1.000

モダンデザインにおける空間性と未来感の共存の一例として、ボトムアップ型に調査を実施した本研究とは反対に、コンセプトカーの試作を試みるために、トップダウン型に自動運転化後の車室空間の内装デザイン軸の特定を試みた実践的研究[7]においても類似した結果が得られていることが挙げられる.ワークショップを通じ、自動運転車の室内空間に求められる最大の機能的目的は「時間の有効化」と議論され、その下位項目として「快適性の提供」「娯楽性の提供」「仕事ができること」などが示されている.これらを実現する内装デザインの3つの軸として、「smart」「relax」「home」が提案されており、本研究でみられた「すっきり・未来感」は、このうちの「smart」軸(広い眺望、乗客四人が対面できる座席配置、窓のタッチパネルディスプレイ化、調節可能なガラスの透明度等)に該当する因子だと考えられる.

また,第4因子「かわいらしさ」についても,本研究で見出された特徴的な因子であるが,「すっきり・未来感」とは異なり,コンセプトカー・既存車に共通してみられる軸であった.近年,空間に対する「かわいい」評価は盛り上がりをみせており[9],今後,「かわいらしさ」はデザインに対する新たな軸となる可能性が考えられる.

上記以外の因子である「高級感」「活動性」「安心感」については、プロダクトデザインの印象評価研究(総説として[8])においてもしばしば報告される評価因子であった.

以上から、自動運転車の内装デザインの評価構造には、 従来の自動車に対してみられていた評価因子と一部共通 する一方で、「すっきり・未来感」といった新たな特徴が みられた. 「すっきりした」「シンプルな」内装とすること で「未来感のある」「先進的な」デザインを目指す方略や、 空間性以外の価値を追求することで新しい未来感を開拓 する等、今後のデザインに応用することが期待される.

参考文献

- [1] 内閣府, (2019) "戦略的イノベーション創造プログラム 第 1 期 課題評価 最終報告書", pp,163-202.
- [2] 内閣府 (2017) "平成 28 年度 国土交通白書", pp,107.
- [3] 岩下仁, 他 (2015) "製品デザイン要素の解明: 自動車産業に対する定性 調査による考察", マーケティングジャーナル, Vol. 34, No. 3, pp. 99:116.
- [4] Liang CC, et al, (2014) "Analyzing automotive interior images and their perceived-value with Kansei Engineering", Proceedings of the 5th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research, Linköping, pp. 111-126.
- [5] Chen W, & Zhuozuo H, (2013) "The Analysis of the Influence and Inspiration of the Bauhaus on Contemporary Design and Education", Engineering, Vol.5, No.4, pp.323-328.
- [6] 杉本俊多, (1979) "バウハウス その建築造形理念", 鹿島出版会, pp.27.
- [7] Figo P, & Lubega I (2015) "Design of interior for a self-driving car", Master's thesis. Chalmers University of Technology.
- [8] Heskett J, (1980) "Industrial Design", Thames & Hudson.
- [9] 日本建築学会(編), (2018) "「かわいい」と建築", 海文堂出版.

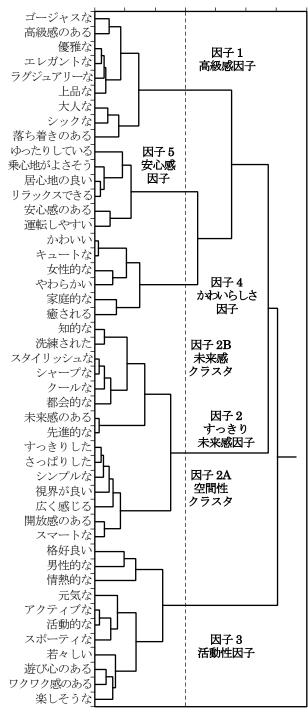


図4 因子得点に基づくデンドログラム

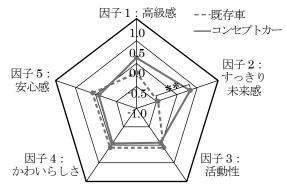


図5 因子得点と既存車/コンセプトカーの関係

「タイトル」と「解説文」が絵画の印象評価に与える影響 An Influence of "Title" and "Caption" on Estimation of Impression for Painting

後藤 靖宏 Yasuhiro Goto

北星学園大学文学部 心理・応用コミュニケーション学科

Faculty of Psychology and Applied Communication, School of Humanities, Hokusei Gakuen University goto@hokusei.ac.jp

Abstract

絵画のタイトルと解説文が印象評価に与える 影響を検討した.美術未経験者に絵画を鑑賞させ、 美術作品評価のための 4 因子を用いて評価させ た結果,解説文の影響およびタイトルの内容差と 解説文の相互的影響は観察されなかった.一方, 活動性及び明るさ因子にタイトルの影響が見ら れた.これはタイトルそのものの影響力が絵画の 評価に対して大きな影響を持っているか,タイト ルと解説文が絵画に与える影響は別物であると 考えられる.

Keywords — "Title", "Caption" Impression, Painting

はじめに

本研究の目的は、絵画のタイトルと解説文が 絵画の印象評価に影響を与えるのかを明らかに することである.

絵画の評価には様々な条件が関係していると考えられる. たとえば,鑑賞する絵画についての解説文や表現技法に関しての説明,あるいは絵画のタイトルといった言語情報を含む外的な情報などはその条件の一つである. こうした外的な情報が絵画の評価に与える影響については,すでに広く調べられている(たとえば Franklin, Becklen & Doyle, 1993; 石坂・高橋, 2006; Seifert, 1992; 田中・松本, 2013 など).

絵画に関する外的な言語情報のうち、絵画タイトルは作者の意図を明確に伝え、作品を知らしめ受容させるために利用されてきた(野田、1998). すなわち、美術作品が解釈されるものである以上、タイトルは解釈に必要な情報を鑑賞者に提供するものとして作品になくてはならないものであるということである(野田、1998). Franklin ら(1993)は、絵画のタイトルによって鑑賞者が持つ絵画の印象が変化するかどうかを調べており、そ

の結果,タイトルの内容によって絵画の印象が変わることがわかった.この結果は,絵画に描かれている内容や絵画のテーマについての情報が言語的に解説されなければ,絵画のテーマは認識できない(Seifert, 1992)という知見とも一致する.言語情報と絵画のこうした関係性は作品を創作する際にも重要であり,描こうとするイメージを言語に一旦置き換えることにより創作的発想が増進するとされている(有田, 2011).

美術作品の言語情報である解説文もまた,作品の鑑賞を促進すると考えられている(Temme, 1992). 田中・松本(2013)は,解説文が絵画鑑賞にどのような影響を与えるかを調べる目的で,鑑賞時の感想文を詳細に分析した.その結果,解説文で絵画鑑賞の仕方を学んだ場合に感想文の量と質が充実することが確認された.また,石坂・高橋(2006)は,絵画鑑賞時の教示の効果について調べ,絵画が正確な遠近法では描かれていない旨の教示を呈示される群とされない群とで,絵画の印象が異なることを報告している.

以上のような知見を踏まえ、後藤(2019)は、絵 画の外的要因に焦点を当てて実験的に検討して いる. 具体的には、絵画の外部情報であるタイト ルと, 絵画の鑑賞環境とが, 絵画の評価行動に相 互的に影響を与え合うのかに注目してそれぞれ を操作した絵画鑑賞環境を作成し, 互いの関係性 を調べた. その際, 実験の生態学的妥当性 (ecological validity)を高めるために、より現実の絵 画鑑賞の状況に近づけた"模擬展示空間"を設営 し実際の油彩画を使用するという手法を用いた. 後藤(2019)で用いられた"模擬展示空間"は、鑑 賞に適している環境である適切環境と,ものが乱 雑に設置されており絵画鑑賞には適していない 不適切環境の2種類であった.これらの環境で, タイトルがある場合とない場合とに分けて絵画 を設置した. そして, 実験参加者にどちらか一方 の鑑賞環境の中で 5 分間自由に絵画鑑賞をさせた後、その絵画の印象評価を行わせた結果、絵画のタイトルが絵画の印象評価に強い影響を与えることがわかった。一方で、絵画の鑑賞環境はさほど絵画の印象評価に影響を与えず、絵画タイトルと鑑賞環境の交互作用もないことがわかった。この結果を踏まえ、後藤(2019)は、タイトルそのものが絵画の評価に対して非常に大きな影響を持っていたと結論づけた。

上述のように、この実験は生態学的妥当性 (ecological validity)を重視した実験であった.後藤 (2019)によれば、人間の絵画評価行動を可能な限り再現できたという大きな利点があった一方で、実験材料に限りがあることや,統制しきれない変数が含まれる恐れがあることなどが課題として残ったという.後藤(2019)は、この実験で得られた絵画タイトルの影響の大きさをより精緻に検証するためには、厳密に統制された実験室的実験を行い、絵画のタイトル自体を系統的に操作する必要があると主張している.

後藤(2019)のこうした主張を踏まえて、本研究 では、絵画の評価に与える言語情報の影響を調べ るために、絵画の「タイトル」と「解説文」の二 つの要因に焦点を絞って実験的に検証すること にした. 具体的にはまず, 一つの絵画に対し, 明 るい印象のタイトルと暗い印象のタイトルの二 つを準備した.この理由は、絵画の印象の様々な 次元の中で, 明暗はもっとも顕著で基本的な一つ の要素であると考えられるからである. 次に, そ れぞれの絵画に対し、タイトルにふさわしい解説 文を作成した. 絵画は, 実物の絵画を直接呈示す るのではなく、PC に取り込んだ絵画をスライド ショーで呈示した. このようにして準備した明暗 2種類のタイトルと、それに見合った解説文とを 組み合わせ、計27対の形容詞から構成される「活 動性」、「明るさ」、「評価性」、および「柔らかさ」 の四つの因子を使用してそれらを評価させた.以 上の手法を用いることによって, 絵画のタイトル と絵画の解説文が、絵画の評価に相互的に影響を 与え合うのかを明らかにすることができると考 えられる.

本研究の仮説は以下の通りである. 絵画のタイトルと, 絵画の解説文は, 評価行動に相互に影響を及ぼし合うであろう. 具体的には, タイトルが明るい印象で解説文がある場合には「活動性」,

「明るさ」、および「柔らかさ」の得点が上がる であろう. その一方で、タイトルが暗い印象で解 説文がある場合には「活動性」、「明るさ」、およ び「柔らかさ」の得点が下がるであろう. また, 解説文がない場合においても,タイトルが明るい 印象の場合は得点が上がり、タイトルが暗い印象 の場合は得点が下がるであろう. ただし, 解説文 がある場合よりもその得点差は広がらないであ ろう. さらに、「評価性」については、解説文が ある場合の方がない場合よりも評価が良いもの になるであろう. このように考えられる理由は、 すでにタイトルと解説文がそれぞれ絵画の印象 評価に影響を与えることが明らかとなっており, これらの双方を組み合わせた場合でも,同様に絵 画の印象評価に影響を与えると考えられるから である.

2. 方法

実験参加者 大学生 104 名(男性 36 名, 女性 68 名, 平均年齢 20.6 歳)が調査に参加した. 特別な美術経験のない者 40 名(男性 9 名, 女性 31 名, 平均年齢 19.9 歳)が本実験に参加した. 美術経験を考慮した理由は,特別な美術教育を受けたか否かによって, 絵画鑑賞の仕方が変わってくる(O'Hara, 1976)ためである. 具体的には, 過去に美術展や美術大会の作品出展経験がなく,かつ美術鑑賞を目的として美術展に頻繁に行く習慣がない者を実験参加者とした. 対象者は全員,後述する予備調査に参加していなかった.

実験デザイン 2 要因の混合計画とした. 第 1 要因はタイトル要因であり,明印象タイトルと暗印象タイトルの2 水準であった. 第 2 要因は解説文要因であり,解説文ありと解説文なしの2 水準であった. タイトル要因は実験参加者内要因とし,解説文要因は実験参加者間要因とした.

装置 絵画の呈示のためにノートパソコン (HP 製 HSTNN-154C)を用いた.

材料 練習試行で使用する絵画 1 点と本試行で使用する絵画 8 点,計 9 点の絵画を用いた.

絵画は全て具象画であり、女性が描かれている油彩画のうち、構図や色彩があまりに奇抜でなく、著名な画家が描いたものといった条件を満たす9点を準備した。絵画が材料として適するかを調べるために、本試行で使用する8点の絵画の知名度を調べた。このために、本実験に参加しない特

別な美術経験のない者 10 名に予備調査を行った. 予備調査では、8 点の絵画を A4 用紙にカラーコピーしたものを 1 人ずつ呈示して、それぞれの絵画を知っているかどうかを尋ねた. 予備調査の結果、8 点全ての絵画の知名度が低かった. そのため、8 点全ての絵画を本実験で使用することとした.

次に,絵画のタイトル選定を行った.一般的に, 絵画のタイトルは、単語一語で表現されるものや 複数の単語で構成されるもの,あるいは副題がつ けられるものなど、様々なパターンがある. 本研 究では, 原則として最も基本的な形である名詞一 つで作成した. これらは明るい印象であると考え られる8個と暗い印象であると考えられる8個の 計 16 個であった. 予備調査では、1 人ずつにタ イトルを呈示し、7 対の評価項目に回答させた. これらの評価項目は長・原口(2013)で用いられた ものであり、美術作品の「明るさ」について評定 するものであった. 具体的には、「暗い―明るい」、 「寂しい一楽しい」、「深みのある一表面的な」、 「重い―軽い」,「複雑な―単純な」,「神経質な― 神経質でない」、および「陰気な―陽気な」の7 項目からそれぞれ構成されていた. 予備調査の結 果,実験者が意図した通りの印象と評価された

最後に、絵画の解説文選定を行った。美術作品の展示解説文には、絵画に直接表現されている内容からなる「顕在的属性」、絵画から受ける感情やイメージからなる「潜在的属性」、および作者や作品あるいはその時代に関する内容からなる

14 個のうち、一部を改訂して本実験でタイトル

「背景情報」の三つの側面があるとされる(吉村, 2012). 本研究では、このうち「潜在的属性」と「背景情報」の情報を含む解説文を、美術作品の解説として一般的な表現を模して実験者が作成した. 解説文は予備調査で選定した単語の内容に沿った文章となっており、202—235 文字のほぼ同じ長さで構成した. 今回作成した解説文の例を表1に示す. 予備調査では、1人ずつに文章を16個呈示し、タイトルの予備調査と同様の7対の評価項目に回答させた. 予備調査の結果、全ての文章について実験者が意図した通りの印象が得られたため、全ての文章を解説文として本実験で使用することとした.

本実験では、予備調査と同様の「明るさ」に加え、長・原口(2013)の「活動性」、「評価性」、および「柔らかさ」を記した回答用紙を使用した(表2). その際、順番の効果を防ぐため項目の順序をランダマイズしたものを3種類準備した. また、鑑賞中に絵画のタイトルと解説文を記した絵画情報用紙も準備した. 絵画情報用紙については、解説文を記したものと記していないものに分けた.

手続き 実験は個別に行った. まず, 練習試行を行い, その後本試行を行った.

実験は騒音のない静かな部屋で行った. 部屋には、あらかじめ回答用紙、絵画情報用紙、および絵画を呈示するためのノートパソコンを準備した. 絵画が呈示される前と絵画の合間には黒色の画像を挿入した. 実験参加者には回答用紙の表紙に年齢, 性別, 学科, および学年を記入させた後,

"アンケート"として美術経験の有無を回答させ

表1. 予備調査および本調査で使用した解説文の例

絵画

として使用することとした.

絵画タイトル

解説文



明るい印象 のタイトル 「談笑」

> 暗い印象 のタイトル 「仲違い」

この絵画は少女たちが楽しそうに談笑をしているところを切り取って描いたものである。リボンをつけた少女が囁いているのはどうやら約束事のようだ。約束は次の遊びの約束だろうか、それとも秘密にして欲しい恋の話だろうか。帽子を被った少女は真剣な眼差しでその約束事に耳を傾ける。少女達はどの国、どの時代であってもこのように親友間で約束をすることで胸を躍らせていたのであろう。暖かな人間の日常を暖かな色彩で描くルノワールらしい一枚である。

この絵画は少女たちが争いごとになり冷ややかな空気が流れる場面を切り取って描いた絵画である。 どちらも笑顔を見せず、冷ややかな目で佇むその雰囲気は、まさにタイトルの通り、「仲違い」の最中だ。思春期の少女達、まだまだ争いごとも絶えない年頃なのはどの国、どの時代であっても同じであるようだ。人間の醜さを取り上げることをしなかったルノワールがこのような陰湿とも言えるテーマを取り上げたのは極めて稀であるが、日常を描くことを目的とした印象派画家ならではの作品といえるのかもしれない。

表2.本実験で使用した形容詞対

活動性	(明るさの続き)
1 不安定な-安定した	
2 鎮静的-興奮的	16 重い-軽い
3 静的-動的	17 複雑な-単純な
4 平凡な-個性的な	18 神経質な-神経質でない
5 ばらばらな-まとまった	19 陰気な-陽気な
6 女性的-男性的	20 冷たい-暖かい
7 理知的-感情的	評価性
8 弱い-強い	
9 不健康な-健康な	22 つまらない-面白い
10 古い-新しい	23 嫌い-好き
11 子供っぽい-大人っぽい	24 悪い-良い
12 地味な-派手な	柔らかさ
明るさ	25 固い-柔らかな
13 暗い-明るい	- 26 緊張した-緩んだ
14 寂しい-楽しい	27 鋭い-鈍い

た.次に口頭で教示をし、解説文なし群の実験参加者は別紙にある絵画タイトルを、解説文あり群の実験参加者は絵画タイトルと解説文を、それぞれ確認しながら 2 分間じっくり絵画鑑賞することを指示した.2分経過後、評価用紙への記入を教示した.この時、別紙に記したタイトル、またはタイトル、および解説文の情報を確認しながら回答するよう指示した.絵画教示が全て終わった後、まずは、手順の確認のため練習試行をさせた.この時、実験者が絵画の切り替えをし、経過時間を知らせながら鑑賞させた.実験参加者が評価用紙を回答し終えたら、練習試行を終了した.本試行も同様の手続きで行った.本試行は全部で8試行であり、実験は約40分程度であった.

3. 結果

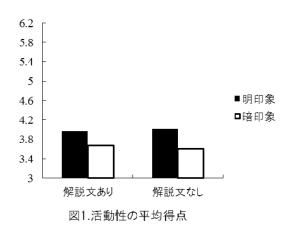
実験参加者全てのデータを分析対象とした. はじめに,長・原口(2013)に基づいて,表 2 に示した 1 から 12 項目を「活動性因子」,13 から 20 項目を「明るさ因子」,21 から 24 項目を「評価性因子」,25 から 27 項目を「柔らかさ因子」として,因子ごとに得点の平均値を求めた. その上で,タイトル要因と解説文要因を独立変数,活動性因子得点,明るさ因子得点,評価性因子得点,および柔らかさ因子得点をそれぞれ従属変数として,分散分析を行った. その結果,活動性因子において,タイトル要因の主効果(F[1, 38] = 0.002, p < .05)が見られた. しかし,解説文要因の主効果は見られず(F[1, 38] = 0.849, n.s.),タイトル要因と解説文要因の交互作用も確認されなかった

(F[1,38]=0.635, n.s.). 続いて、明るさ因子にお いて、タイトル要因の主効果(F[1, 38] = 0.039, p< .05)が見られた. しかし, 解説文要因の主効果 は見られず(F[1,38] = 0.153, n.s.)、タイトル要因 と解説文要因の交互作用も確認されなかった (F[1,38]=0.90, n.s.). 次に、評価性因子において、 タイトル要因の主効果(F[1, 38] = 0.706, n.s.)は見 られず、解説文要因の主効果も見られなかった (F[1,30]=0.05, n.s.). また、タイトル要因と解説 文要因の交互作用も確認されなかった(F[1, 30] = 0.082, n.s.). さらに, 柔らかさ因子のタイトル要 因の主効果(F[1,38] = 0.127, n.s.)は見られず、解 説文要因の主効果も見られなかった(F[1, 30] = 0.589, n.s.). また, タイトル要因と解説文要因の 交互作用も確認されなかった(F[1, 30] = 0.874, n.s.). 各因子の平均得点を,図1,図2,図3,お よび図4にそれぞれ示す.

4. 考祭

本研究の目的は、絵画のタイトルと解説文が絵画の印象評価に影響を与えるのかを明らかにすることであった.

本研究の仮説は、絵画のタイトルと、絵画の解説文は、評価行動に相互に影響を及ぼし合うであるうというものであった。具体的には、タイトルが明印象で解説文がある場合には「活動性」、「明るさ」、および「柔らかさ」の得点が上がる一方で、タイトルが暗印象で解説文がある場合には「活動性」、「明るさ」、および「柔らかさ」の得点が下がるというものであった。また、解説文が



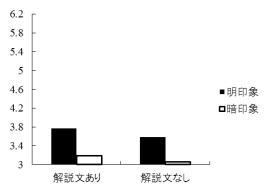
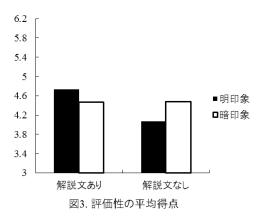
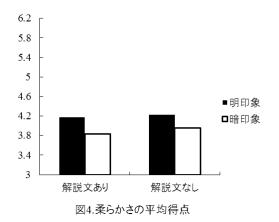


図2.明るさの平均得点





い場合においても、タイトルが明印象の場合は得点が上がり、タイトルが暗印象の場合は得点が下がるというものであり、ただし、解説文がある場合よりも得点差は広がらないというものであった。また、「評価性」については、解説文がある場合の方がない場合よりも評価が良いものになるであろうと予想した。

実験の結果,解説文とタイトルの相互的な影響 は観察されなかった. これは仮説に反するもので あった.しかし、タイトルは「活動性」と「明る さ」において影響を与えていることがわかった. 一方で、解説文による影響は観察されなかった. まず,タイトルと解説文は相互的な作用がなく, 評価に影響を及ぼさなかったことについて考察 する. 今回のこの結果は、一見すると、絵画の言 語情報である絵画タイトルと解説文は絵画評価 に対して影響を与えるという先行研究(田中・松 本,2013など)と合致しないように思える.しかし, 言語情報の影響がタイトルのみ確認されている ことから、タイトルと解説文は同じ言語情報であ っても,両者の持つ絵画評価への影響は同等では ないと考えられる. 換言すれば、タイトルそのも のの影響力が絵画評価に対して非常に強いもの であるか、タイトルと解説文が絵画に与える影響 は同様のようで実際は別物であると考えられる.

絵画の評価において、解説文の有無の影響が観 察されないという今回の結果は、田中・松本 (2013)や石坂・高橋(2006)とは合致しない. 田中・ 松本(2013)や石坂・高橋(2006)では、解説文の種 類や有無によって絵画鑑賞に影響を与えるとし ていた. しかし, 本研究で絵画評価への解説文の 影響が観察できなかったのは、解説文の属性の違 いがあるからかもしれない. 田中・松本(2013)や 石坂・高橋(2006)が呈示した解説文あるいは教示 文は「顕在的属性」(吉村, 2012)であると考えら れる. 一方で、本研究の解説文は「潜在的属性」 と「背景情報」からなるものであった。 すなわち 解説文の属性が違うと考えられるために、今回の 実験では絵画の言語情報量がもたらす絵画評価 への影響がなかったと考えられる. 絵画評価に関 して, 幼児の時点ですでに絵の好みを説明するこ とができる(寺川、1995)ということを踏まえると、 絵画解説文ほどの情報量を絵画に付与しても,個 人が絵画鑑賞をした際の絵画評価に影響を与え ないかもしれない. あるいは遠藤(1983)の主張す

るように, 絵画鑑賞学習に絵画についての情報量 の多さが特に有利になることはなく, 絵画の評価 において,解説文ほどの情報量を付与したとして も,絵画評価に影響を与えるには至らないと考え られる. ただし, 絵画タイトルは絵画評価に影響 を与えていた結果を考えると、絵画評価には絵画 の情報が不必要であると結論づけるには慎重で あるべきであろう. むしろ, 絵画の評価を左右す る情報量には適切な量があると考えられる. すな わち絵画鑑賞において情報量がタイトルほど適 切ではないと考えられる、「潜在的属性」あるい は「背景情報」からなる解説文は絵画の印象評価 に影響を与えるまでに至らず, 一般的な絵画タイ トルのように簡潔な短い単語で表現されること によって絵画の印象に影響を与えるのかもしれ ない.

もう一方の要因であるタイトルの印象差は, 「活動性」および「明るさ」に影響を及ぼしてい た. この結果は、Flanklin ら(1993)や Seifert(1992) のタイトルが絵画の印象に影響を及ぼすことと 合致するものとなった. その一方で,「評価性」 と「柔らかさ」に影響を及ぼすことはなかった. このような結果となった理由は、タイトルの属性 の違いが絵画評価に影響を与えたからかもしれ ない. 具体的には、タイトルにも解説文のような、 含まれた意味合いによって異なる属性(吉村, 2012)があると考えられる. 実際に、タイトルに は単語一語や複数の単語で構成されるものなど, 様々な形式があり,絵画に描かれている対象自体 をタイトルにしたり, 絵画に込められた背景情報 をタイトルにしたりするなど,様々なタイトルの 付け方がある. そのため, 吉村(2012)で示された 解説文の属性のように、タイトルも属性に分けら れると考えられる. また, タイトルの印象差につ いては、絵画鑑賞において美しさと醜さを感じと る神経活動は異なる領域で処理される(Ishizu and Zeki, 2011)という指摘も傾聴に値するかもしれ ない.

本実験では、タイトルの内容の違いと解説文が相互に影響を及ぼし合うのではなく、タイトル要因のみが一部影響を与えていた.この結果から、絵画評価において、言語的な情報は解説文という文章形態の情報よりもタイトルのような単語の方が評価に対して影響を与えると考えられる.すなわち、解説文のように絵画の情報を多く与える

よりは、むしろタイトル程度の情報量の方が、絵画の評価にはより強力な影響を及ぼすということである。前述のように、使用した解説文は「潜在的属性」あるいは「背景情報」からなる実験者が作成したものであった。先行研究と今回の実験を踏まえると、絵画評価に影響を与える解説文は「顕在的属性」であると考えられるため、今後は「顕在的属性」の解説文が絵画評価に与える影響を詳細に検討する必要があろう。

5. 謝辞

本研究は伊藤綾音(2018年3月卒業)の協力を 得て行った. 記して謝意を示す.

引用文献

- 有田洋子 (2011). 総合絵画: 複数美術作品を言語で分析・総合させる絵画制作方法. 美術教育学: 美術科教育学会誌, **32**(0), pp. 25-39.
- 長潔容江・原口雅浩 (2013). 絵画印象の研究における形容詞対尺度構成の検討. 久留米大学 心理学研究: 久留米大学文学部心理学科・大 学院心理学研究科紀要, (12), pp. 81-90.
- 遠藤健治 (1983). 絵画の概念学習における方略 の能動的発見の効果. *教育心理学研究*, **3**, pp. 250-254.
- Franklin, M. B., Becklen, R. C., & Doyle, C. L. (1993). The influence of titles on how paintings are seen, *Leonardo*, **26**, pp. 103-108.
- 後藤靖宏 (2019). 油彩画の印象評価に「タイトル」と鑑賞環境が与える影響―疑似展示空間を用いた実験的検討―. *日本教育心理学会第61 回総会発表論文集*, 印刷中).
- 石坂裕子・高橋晋也 (2006). 表現技法の教示が絵 画の印象に与える影響—遠近法の歪みに着 目して—. 心理学研究, 77(2), pp. 124-131.
- Ishizu T, Zeki S (2011). Toward A Brain-Based Theory of Beauty, *PLoS ONE*, **6**(7), e21852. doi: 10.1371/journal.pone.0021852
- 野田由美意 (1998). パウル・クレーの絵画とタイトルの関係. *比較文学・文化論集*, (15), pp. 50-60.
- O'Hara, D. (1976). Individual differences in perceived similarity and preference for visual art: A multidimentional scaling analysis. *Perception & Psychophysics*, **20**(6), pp. 445-452.

- Seifert, L.S. (1992). Pictures as a means of conveying information. *Journal of General Psychology*, **119**, pp. 279-287.
- 嶌田久美・増山英太郎 (2001). デザイン活動における直観像の機能に関する基礎的研究・第2報 絵画評価における直観像素質の有無による影響. 人間工学,(5), pp. 246-251.
- 田中吉史・松本彩季 (2013). 絵画鑑賞における認知的制約とその緩和. *認知科学*, **20**(1), pp. 130-151.
- Temme, J. (1992). Amount and kind of infor mation in museums: Its effects on visitors satisfaccion and appreciation of art. *Visual art research*, **18**(2), pp. 28-36.
- 寺川志奈子 (1995). 絵画に対する幼児の評価. 日本教育心理学会総会発表論文集, **37**, p. 359.
- 吉村浩一 (2012). 絵画に顕在するものを展示解 説文に生かす意義. *展示学*, **50**, pp. 42-51.

インタラクションを介した音韻意識獲得に関する認知モデルの検討 A Study of Cognitive Model about Phonological Awareness Acquisition through Interaction

西川 純平[†],森田 純哉[†] Jumpei Nishikawa, Junya Morita

†静岡大学

Faculty of Informatics, Shizuoka University bi16050@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

Humans acquire language through social work, that is, interaction between themselves and others. Especially in the process of mastering spoken language, it is important to be able to be aware of phonemes from continuous sounds. In this research, we aim to understand the process of acquisition of phonological awareness through interaction by modeling. For that purpose, we constructed a cognitive model that interacts using the cognitive architecture ACT-R, and performed simulations using that model. From the results of the simulation, factors inhibiting the phonological errors and a method to model underdeveloped phonological awareness has been suggested.

キーワード:音韻意識,認知アーキテクチャ,認知モデル

1. はじめに

言語は, 社会的な営み, すなわち当人と他者とのイ ンタラクションのなかで習得される. 典型的な言語習 得プロセスにおいては, 乳幼児は養育者のふるまい を観察し, その模倣を行うことで言語を習得してい く[6]. このプロセスのなかで、乳幼児は、音の分節化 のパターン、記号と対象の対応関係など、膨大なパラ メータの値を, 共同注視や役割交代を伴う模倣などの 生得的に埋め込まれた社会認知的機能に誘導されなが ら推定している [2]. とくに音声言語習得の過程にお いては、音韻に関する意識が重要な役割を果たす.連 続した音声のなかで音のくぎりに注目したり, それぞ れの音を聞き分けたりする音韻の知覚機構は、生後約 1年で母語の音韻体系に沿うかたちが形成され、4、5 歳までかけて確立されていくということが知られてい る. このような能力の発達の過程を,一連の流れの中 で,個人差を含めて理解し,発達支援につながる要素 を検討すためには、計算機上にインタラクションの一

連のプロセスをモデル化し、シミュレーションを通し て観察することが有効であると考える.

これらを踏まえて、本研究では、インタラクションを介した音韻意識獲得のプロセスをモデル化することを目指す。音韻に着目するインタラクションの例として言葉遊びを扱い、モデル化のためのフレームワークに認知アーキテクチャACT-R(Adaptive Control of Thought-Rational)[1] を用いる.

本稿の構成は次の通りである。まず、2節にて本研究と関連する研究をレビューする。そののちに、本研究で実装を進めているプロトタイプモデルとモデルを用いたシミュレーションを示す。最後に現状のまとめと今後の課題を示す。

2. 関連研究

2.1 言葉遊びの利用

本研究では、音韻意識に関わるインタラクションの例に言葉遊び、とくにしりとりを扱う。しりとりと学習に関する研究として、学習者の語彙モデルを構築する学習支援システムのなかで、タスクの一つとしてしりとりを課す山本と柏原によるもの[9]が存在する。また失語症の治療、あるいは自閉症の療育など、言語聴覚療法においても、しりとりは頻繁に用いられている。いくつかの論文の中で、療育中の自閉症児の検査にしりとりが利用されている[11, 13]。

高橋による研究 [8] では、幼児がしりとりを可能とする条件を定型発達の幼児を対象とした横断的な発達心理学実験を通して調査している。この調査は、しりとりを遂行するためには、音を音韻に分割する音韻意識や音韻による索引が付与された心的な語彙辞書が必要であること、音韻による語彙への索引付けに、かな文字の獲得が有効であることを示している。さらに、しりとりの遂行に必要な音韻意識を持たない子供であっても、ヒント提示などの大人の援助により、遊び

の活動に参加可能であることも示されている.このことから高橋は「子ども達はことば遊びの活動に最初は周辺的に参加して行く中で音韻意識が高まって行き,それを支えとして文字の読みを習得する,といった過程をたどる」と考察している.

本研究においても、しりとりのなかで、単語にあたる連続音から語尾音を切り出す能力や、語頭音によって単語を検索する能力としての音韻意識に着目してモデル化を行う.

2.2 認知アーキテクチャの利用

認知アーキテクチャは、個別の課題において生起する認知プロセスをモデル化する基盤である.認知アーキテクチャを利用したモデルにより、課題の達成に関わる要因を切り分けたモデルを構築できる.様々な認知アーキテクチャが開発されるなかで、本研究ではACT-R[1]を利用する.

ACT-R は複数のモジュールを持つプロダクションシステムである. 外界とのインタラクションを受け持つモジュールや, 知識の検索, イメージの役割を果たすモジュールを持ち, 反応時間の予測が可能である. また, モジュールの動作を規定する様々なパラメータが存在し, 個人のモデル化を容易にしている.

ACT-R を用いた言語の獲得に関する研究は多く行われている。英語の学習における不規則動詞の獲得に関わるモデル [5], 幼児による名詞の学習などのモデル [7] が構築されている。脳機能障害に関わる検討もなされており、失語症の文理解において生じるエラーを ACT-R のパラメータによって説明した研究も存在する [4].

ACT-R によるしりとりのモデルとして、著者ら [10] は、知識の活性値と音韻意識を対応づけるシミュレーションを行なった.その結果、音韻意識の高まりによってしりとりの継続数が増加すること、しりとりの遂行に伴って音韻意識が増強されることを示した.この結果は、先述の高橋による調査と整合的なものといえる.

3. モデル化とシミュレーション

3.1 モデルの構成

しりとりのプロセスを検討するため、モデルを構築した。図1にモデルの概観を示す。モデルの中で、同じ内部構造を持つ2体のエージェントが交互に単語を回答することでしりとりが進行していく。エージェント中のボックスはACT-Rの各モジュールに対応する。

以下に、ACT-Rのモジュール構造によって、しりとりのプロセスがどのように実現されるかを示す.

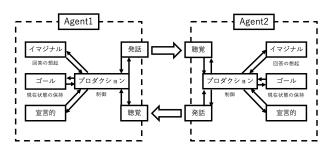


図1 モデル概観

3.1.1 宣言的モジュール

ACT-R の宣言的モジュールを用いて,しりとりの遂行に必要な知識をモデル化する. ACT-R の宣言的モジュールにおいて,知識はチャンクと呼ばれる構成要素からなる.本研究のモデルが保持するチャンクには,単語の知識(語彙)に関するものと,音韻の知識に関するものがある.前者のチャンクとして,単語の音情報を表すwords,単語の語頭音の知識であるword-heads,単語の語尾音の知識であるword-tailsというタイプを用意した.以下にそれぞれのタイプに含まれるチャンクの例を示す.

(ringo ISA words sound "ringo")

各チャンクは、先頭にチャンク名が示され、その後にスロット名と値の組が続く。ISA スロットの値によってチャンクの種類(チャンクタイプ)が示され、以降にチャンクタイプごとに共通のスロットを持つ。words をタイプとするチャンクは、sound という名前のスロットを持ち、単語の音の情報("ringo")を保持する。word-heads タイプは、meaning スロットに単語の知識、head-char スロットに語頭音の情報を持つ。word-tail タイプも同様に、単語の知識と語尾音を組み合わせた情報を保持している。ここで、words タイプのチャンクは word-heads および word-tails タイプの構成要素となっている。

本研究における ACT-R モデルは, この他に, 音韻 に関わる知識をチャンクとして持つ. 以下にその例を示す.

(a ISA kana mean a sound "a")
(ka ISA kana mean ka sound "ka")
(sa ISA kana mean sa sound "sa")

(n ISA kana mean n sound "n")

このチャンクは、先に示した単語に関わるチャンクの構成要素となる。つまり、本研究のモデルにおいて、しりとりにおける単語から文字を切り出す音韻意識は、word-heads あるいは word-tails タイプのチャンクに含まれる語頭、語尾音の知識をもとにして kana タイプのチャンクを検索するということに対応すると言える。

また、本モデルはしりとりのゲーム中で既に回答された単語に関する知識を保持するためのタイプ past を持つ. このタイプは単語の知識 past-word と単語の音知識 past-sound からなる. past タイプのチャンクは、はじめは宣言的モジュール内には存在せず、しりとりの進行に従って生成され、格納されてゆく.

3.1.2 ゴールモジュール

ゴールモジュールは、課題の状態を保持する。本モデルでは、ゴールモジュールに保持される短期記憶は回答単語を表すスロット (a-word)、回答単語の語頭音を表すスロット (a-head)、回答単語の語尾音を表すスロット (a-tail) とモデルの状態を表すスロット (state) によって構成される。これらのスロットの値はプロダクションモジュールによって逐次的に挿入、更新される。

3.1.3 イマジナルモジュール

イマジナルモジュールは短期記憶に関するモジュールであり、そこに保持された情報をチャンクとして生成する機能を持つ.本モデルの中では、相手の回答を受け取ったとき、または単語を回答するときに、回答済みの単語を表すチャンクを新たに生成し、宣言的モジュールへ格納する役割を果たす.

3.1.4 聴覚モジュール

聴覚モジュールは,耳で聞きとった音について,位 置を把握し,内容を理解することに要する時間をシ ミュレートする. 本モデルでは, 聴覚的な情報の入力があるまで待機し, 入力があった際には, その情報をバッファに保持したのち, 宣言的知識として格納する.

3.1.5 発話モジュール

発話モジュールは、口から言葉を発することや、頭の中で言葉を思い浮かべることに要する時間をシミュレートする。本モデルでは、相手の回答した単語を思い浮かべること、自分の回答を発話することに利用される。

3.1.6 プロダクションモジュール

プロダクションモジュールは、他のモジュールが保持する情報や状態を利用しながら、ルールを選択、適用し、モジュールを操作する様々な処理を行う。本研究のモデルに含まれるエージェントは、相手の回答として単語の情報を受け取ると、しりとりのルールに即して単語を検索し回答する。

モデルには、相手の回答を聞き取り自分の回答を発話する一連のプロセスの他に、自分の回答をチェックするプロセスが存在する。回答候補の想起プロセスにおいて、まず聞き取った単語の情報が聴覚モジュールから受け渡され、ゴールモジュールの a-word スロットに配置される。その後、a-word に配置された知識をもとに宣言的モジュール内の単語と語尾を結ぶ知識(word-tails タイプのチャンク)が呼び出される。また、a-word の知識はイマジナルモジュールを利用して既に回答した単語の知識(past チャンクタイプ)として記憶される。その後、語尾音に注目して、ゴールモジュールの a-tail スロットに格納し、a-tail の音を語頭に持つ単語(word-heads タイプのチャンク)を検索する。単語が検索されると、単語知識を次のゴール(a-word スロット)にセットする。

この後、モデルは想起された回答候補が語尾に「ん」を持たないことをチェックする。想起した回答候補の語尾が「ん」でなければ、その単語を回答とする。回答候補の単語の語尾が「ん」であるとき、回答候補単語の語頭文字との関連記憶を検索し、語頭文字に着目し、語頭文字の知識を利用することで、再度音韻の知識から回答候補となる単語の検索を行う。

「ん」のチェックの後、現在ゴールに保持されている 単語が、自分もしくは他者によってすでに回答されて いないか判定する。モデルの宣言的モジュールは、過 去に想起された単語を経験として保持している(past タイプのチャンク). 回答の前に past タイプのチャンクを検索し、失敗した場合(過去にその単語を想起した経験がない場合), その単語を回答とする. 回答候補を手掛かりとした宣言的モジュールの検索によって、過去に想起した経験が思い出された場合(回答候補の単語が既回答だった場合), 回答候補となる単語を再検索する.

現在ゴールに保持されている単語が、既に回答された単語ではなく、語尾の文字が「ん」でもないとき、その単語を回答済みの単語(past チャンクタイプ)として記憶した上で、発話モジュールを用いて単語を回答する.以上が本モデルにおける回答の流れである.しりとりは、2体のエージェントによってこのプロセスが連鎖することで遂行される.

3.1.7 モデルのパラメータ

ACT-R のモジュールの動作は、数値的なパラメータによって調整される。本研究では、エージェントの音韻意識を、単語知識をもとにして語尾音の知識を検索することで表現する。このことから、知識の検索されやすさを表す ACT-R パラメータ(活性値)の設定が重要となる。活性値は学習や忘却、文脈などに対応する複数の項の加算として定義され、算出された値がひとつひとつの知識(チャンク)に付与される。このうち、本研究において、学習と忘却の効果を表すベースレベルに注目する。

$$B_i = \ln\left(\sum_{j=1}^n t_j^{-d}\right) + \beta_i \tag{1}$$

上記の式1において, B_i はあるチャン0 i のベースレベルを表す.ベースレベルは,そのチャン0 が参照された回数 n および ACT-R 内部でパラメータ(:bll)によって指定される減衰率 d と j 回目にチャン0 i の経過時間 i i パラメータ(:blc)によって指定されるオフセット i i から算出される.

ベースレベルを項として算出される活性値は、そのチャンクの想起に要する時間に影響する(活性値の高いチャンクほど素早く想起される). さらに、活性値が一定(パラメータ:rt によって指定される閾値)よりも低いチャンクは、長時間の検索の試行が行われた後に失敗する. つまり、シミュレーションの進行にともなう活性値の変化を観察することで、ACT-R 内部での知識の使われやすさの変化を推測することできる.

活性値は繰り返しの効果によって強化されるため、 通常の ACT-R において自由連想の課題をモデル化す ると、検索が一部の知識に偏り、病的な検索になるということが指摘されている[3]. これに対し、知識の検索条件に制限をかける方法が存在する. プロダクションモジュールに含まれる記憶検索のルールにコマンド(Recently-Retrieved)を設定することにより、直近に検索されたことのある知識のみを指定した検索や、直近の記憶を除外した検索が可能となる. このコマンドを設定し、直近に検索された知識を除外することで、特定の事柄に対するこだわりを抑制することができるような個人を表現することが可能となる.

3.2 しりとりを失敗するモデル

未発達な音韻意識を想定したシミュレーションを行うために、3.1.1節で示した音韻の知識について、誤った知識を作成した. 誤った音韻の知識を表すチャンクの例を以下に示す.

(ka-error ISA kana mean ka sound "a") (ki-error ISA kana mean ku sound "i") (ku-error ISA kana mean ku sound "u")

この知識では、ka という知識が、誤ってその母音のみを表す "a" という知識と紐つけられている。競合する音韻の知識によって、エージェントはしりとりのルールに沿わない誤った回答(「りんご」に対して「おかし」と答えるなど)をするようになる.

しりとりを通して言語の習得に至るためには、このような誤った回答に対するフィードバックや補助が必要となる。モデルに含まれる2体のエージェントのうち、一方にのみ誤った音韻の知識を搭載することで、非対称なインタラクションとするとともに、他方のエージェントには、誤った回答を受け取ったとき、先の回答をもう一度提示するというプロセス(「りんご」に続く「おかし」という誤った回答に対しては、もう一度「りんご」を提示する)を組み込んだ。これは、同じ単語に対する回答を繰り返し考えさせるという補助に対応すると考えられる。

3.3 シミュレーション

モデルを用いて、シミュレーションを行い、結果から考察を行った。このモデルの各エージェントには天野、小林による『基本語データベース』[12] に掲載される単語の中から、20,544 単語を知識として搭載した。本研究では、処理の容易さとしりとりのルールから、名詞以外の品詞、同音異義語などの重複、一音のみで構成される単語("木" や "輪" など)を除外して

モデルの知識としている。また、単語末尾の長音記号はすべて削除した。モデルの持つ音韻の知識には、単語の知識を音韻の単位で分割し、出現しうる音韻をすべて与えた。さらに、音韻の知識の検索において、Recently-Retrievedの設定により直近に検索された知識を抑制する設定(抑制 ON)をしたエージェントを含むモデルと、指定をしない(抑制 OFF)モデルの2パターンを用意した。

シミュレーションにおいて,モデルは 10,000 秒間 (約 2.8 時間)のしりとりを 250 回実行した.それぞれ試行の中で,一方のエージェントの回答から他方のエージェントが別の単語を回答することを 1 チェーンと数え,しりとりがつながった回数をチェーン数として記録している.

以下では、モデルに組み込んだしりとりの失敗と補助の効果を検討する。図2は、各試行における達成チェーン数をヒストグラムにまとめたものである。このヒストグラムから、2モデルでともに達成チェーン数の小さな試行が多く、長くしりとりを続けられた試行は極端に少ないことが見て取れる。とくに達成チェーン数が少なくなる理由は、単語の知識に語頭音として含まれる音韻に偏りがあることによると考えられる。ある音を語頭音にもつ単語が極端に少ない場合、数回のチェーンによって次の回答候補がなくなるという状況が考えられる。達成チェーン数が少ない階級において、抑制ONモデルは抑制OFFモデルよりも度数が小さい。これは直近に検索された知識を抑制する意識により、しりとりが継続する可能性を示唆する。

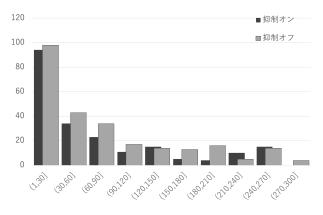


図 2 達成チェーン数の分布

図3は1チェーンに含まれる誤答の数の変化を表す.図3の横軸はチェーン数を示す.誤った知識を持つエージェントは誤った回答をするため、1チェーンの中には複数の誤答が含まれる場合がある.図の縦軸はそのチェーンに含まれる誤答数の平均値を示す.

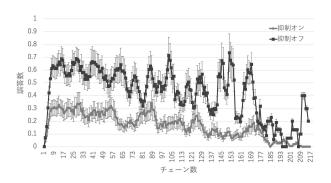


図 3 誤答数の推移,エラーバーは $\pm \frac{SD}{L}$

このグラフから、2 モデルでともに初期は誤答数が比較的多く、しりとりの進行に伴って誤答数が減少傾向にあることが読み取れる.これは、同じ単語への回答を繰り返し考えることで、正しい音韻の知識の活性値が相対的に高くなり、誤った知識が検索されることが少なくなったためであると考えることができる.また、抑制 ON モデルでは、抑制 OFF モデルに比べて一貫して誤答数が少ない.これは直近の記憶を抑制する設定により、誤答したあとに同じ誤答を繰り返すことが少なくなるためであると考えられる.

4. まとめと今後

本研究では、インタラクションを介した音韻意識獲 得のプロセスをモデル化することを目的とした. こ れを達成するために、ACT-Rを用いて対話的に言葉 遊びを行うモデルを構築し、シミュレーションを行っ た. このシミュレーションから、未発達な音韻意識を, 誤った音韻の知識と正しい音韻の知識が検索の際に競 合することに対応づけてモデル化できることが示唆さ れた. また, 同じ単語への回答を繰り返し考えさせる 補助により正しい音韻が想起されやすくなることや, 同じ間違いを繰り返さないという意識によって誤った 音韻の知識による誤答が減少することが示唆された. さらに, 直近の知識への抑制がないモデルでは、相対 的に誤答が多く, しりとりのチェーン数も少ない傾向 にあった. これは、間違えた経験など特定の事柄への こだわりによって課題遂行に失敗している状態である と考えられ、自閉症による言語発達遅滞者などといっ た個人に対応づけられるモデルであることが示唆さ れた.

本研究に対して、多くの課題が残されている。まず、シミュレーション結果の精査と、条件の異なるシミュレーションに対する結果の比較を含むさらなる分析が必要である。本研究のシミュレーションでは、約2.8時間のしりとりによって、誤答数に改善の傾向が見ら

れた.これは実際の音韻意識の発達過程にくらべて非常に短い期間である.モデルの振る舞いを分析し,このような変化の要因をさらに詳細に調べる必要がある.また,モデルの発展が必要である.達成チェーン数が小さくなるのは,特定の語頭音を持つ単語が少ないことによると考えられる.単語数の少ない語頭音として,たとえば,"シェ"や"ヴァ"などと言った音は,日本語の音韻に無く,外国語に由来するものである.日本語の音韻意識獲得に関するシミュレーションにおいて,このような音をどのように扱うか("ヴァ"は"バ"に置換するなど)検討の上でモデルに与える知識を更新する必要がある.

文献

- [1] Anderson, J. R., (2007) "How can the human mind occur in the physical universe?".
- [2] Baron-Cohen, S., (1997) "Mindblindness: An essay on autism and theory of mind": MIT press.
- [3] Lebiere, C. and B. J. Best, (2009) "Balancing long-term reinforcement and short-term inhibition," in "Proceedings of the 31st annual conference of the cognitive science society", pp. 2378– 2383, Cognitive Science Society Austin, TX.
- [4] Mätzig, P., S. Vasishth, F. Engelmann, D. Caplan, and F. Burchert, (2018) "A computational investigation of sources of variability in sentence comprehension difficulty in aphasia," Topics in cognitive science, Vol. 10, No. 1, pp. 161–174.
- [5] Taatgen, N. A. and J. R. Anderson, (2002) "Why do children learn to say "broke"? A model of learning the past tense without feedback", Cognition, Vol. 86, No. 2, pp.123–155.
- [6] Tomasello, M., (1999) "The Cultural Origins of Human Cognition."
- [7] Van Rij, J., H. Van Rijn, and P. Hendriks, (2010) "Cognitive architectures and language acquisition: A case study in pronoun comprehension," Journal of Child Language, Vol. 37, No. 3, pp. 731–766.
- [8] 高橋登, (1997) "幼児のことば遊びの発達:" しりとり"を可能にする条件の分析",発達心理学研究, Vol. 8, No. 1, pp.42–52.
- [9] 山本米雄・柏原昭博, (1989) "知識定着を目的 とした開放型 CAI のモデル化", 電子情報通信 学会論文誌 D, Vol. 72, No. 9, pp.1459-1471.

- [10] 西川純平・森田純哉, (2018) "認知アーキテクチャを利用したことば遊びにおける音韻意識のモデル化", 日本認知科学会第35回大会.
- [11] 大石敬子, (1994) "学習障害における言語の問題", 聴能言語学研究, Vol. 11, No. 2, pp.57-63.
- [12] 天野成昭·小林哲生, (2008) "基本語データベース: 語義別単語親密度".
- [13] 日山美子, (2012) "自閉症児の読み書きの発達 を促すための指導: 認知特性を踏まえた音節分 解の指導", 筑波大学特別支援教育研究, Vol. 6, pp.31-36.

二肢選択ベイズ最適化によるリップ・チークの色のよい組み合わせ の検討

An Interactive Approach for Arrangement of Makeup Colors Using Preferential Bayesian Optimization

小森 政嗣[†] Masashi Komori

[†]大阪電気通信大学 Osaka Electro-Communication. University komori@osakac.ac.jp

概要

未知の関数の推定をする大域的逐次最適化手法の 1 つであるベイズ最適化 (Bayesian Optimization) を応用し、化粧画像のリップ・チーク色の「かわいさ」「大人っぽさ」を題材とした対話的な二肢選択課題を行った. 選択の結果をもとに、「かわいさ」「大人っぽさ」予測平均値が最大/最小となる色の組み合わせを推定した. 本手法は、多変量の物理量が関与する繊細な感性的評価・判断を包括的に検討する有用な手法となりうる.

キーワード: 化粧, ベイズ最適化, 感性評価

1. はじめに

色彩の調和は古くから多くの関心を集めてきた問題である.Juddら[1]はそれまでの色彩調和理論を要約し、秩序、親近性、共通性、明瞭性の原理を示している.また、Moon、とSpencer[2]はこれとは別に、色彩の調和・不調和を定量的に求める手法を提案している.このように色彩調和に関しては様々な原理が提唱されてきたが、依然として統一的な見解は得られていないと言えるだろう.

色彩調和原理の統一的な理解が難しい理由は、色彩調和が全体論的で直感的な「良さ」に関する判断であるためである。一般的に色は3次元のパラメータで表現されるため、例えば、単純な2色の組み合わせの「配色の良さ」であってもパラメータは6次元になる。つまり2色の配色の調和の問題は、6次元の物理量に対する良さの評価(1次元の心理量)を応答とした未知の心理物理関数(ブラックボックス関数)を求める問題と考えることができる。ここで、各次元を16階調で表現した場合を考えると、色(物理量)に2²4通りの組み合わせが存在しうる。したがって、この関数の全容を明らかにするために総当たり的に多次元の物理量の全ての組み合わせに対する心理的応答を収集すること(すなわちグリッドサーチ的アプローチ)は、コスト的に不可能である。実際に配色の良さに関する心理

物理関数を検討する場合は、限られた数の応答のみを 手がかりとして推定する必要がある.

そこで本研究では、ブラックボックス関数の最大値/最小値の探索や関数の推定をする大域的逐次最適化手法の1つであるベイズ最適化(Bayesian Optimization)を応用し、化粧画像のリップ、チーク色を題材に、対話的に「配色の良さ」を表す心理物理関数の推定を試みた、ベイズ最適化は以下の3つのステップで構成される;(1)応答の取得:設定したパラメータに対する反応・評価を得る、(2)ガウス過程回帰:事前分布(ガウス過程)および既知の応答データから未知の関数の予測平均・分散を求める、(3)獲得関数の更新:獲得関数の最適化により次の探索点を決定する、以上の(1)~(3)を繰り返す、ベイズ最適化は、応答の履歴を利用して対話的に次の探索点を決定するので、効率よく優れた解を求められることが知られている(図1)。

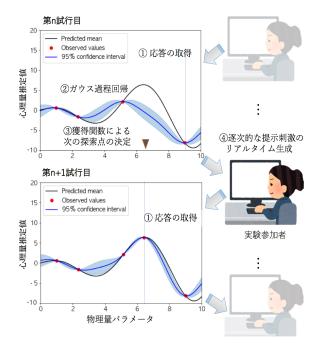


図1 ベイズ最適化による逐次的実験計画のイメージ

機械学習のパラメータ調整や逐次的実験計画などで 用いられる一般的なベイズ最適化手法では、直接的に 未知のブラックボックス関数からの応答が連続量で取 得できる.しかし、人間には評価の強度を連続量で判 断・回答することは困難であるため、一般的なベイズ 最適化手法をそのまま「良さ」の判断に関する検討に 用いることは難しい.そこで、本研究では、二肢選好 課題の回答データに基づいてベイズ最適化を行う手法 [3,4]を援用し、色彩調和関数の推定を行うことを試み る.

ここでM回の二肢選好の比較結果を

$$D = {\mathbf{r}_i > \mathbf{c}_i; i = 1, ..., M}$$
 (1)

とする. >は \mathbf{c} より \mathbf{r} が好まれたことを示す. この結果をもとにプロビットモデルに基づいて未知の関数 $f(\mathbf{x})$ を推定する手法を Chu と Ghahramani [3]が提案している. プロビットモデルでは選好確率Pを

$$P(\mathbf{r}_i > \mathbf{c}_i | f(\mathbf{r}_i), f(\mathbf{c}_i)) = \Phi(Z_i)$$
 (2)

ただし

$$Z_i = \frac{f(\mathbf{r}_i) - f(\mathbf{c}_i)}{\sqrt{2}\sigma_{noise}}$$
 (3)

と考える. ここで、 Φ は正規分布の累積分布関数を示す.

ガウス過程回帰は平均関数 $m(\mathbf{x})$ とカーネルkで定義され(4)、Gaussian カーネルが用いられる事が多い(5).

$$f(\mathbf{x}) \sim GP(m(\mathbf{x}), k(\mathbf{x}, \mathbf{x}))$$
 (4)

$$k(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \exp\left(-\frac{1}{2\theta^2} \|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\|^2\right) \quad (5)$$

未知の関数 \mathbf{f} の推定は、ガウス過程によって定義される事前分布 $P(\mathbf{f})$ を尤度 $P(D|\mathbf{f})$ により更新した $P(\mathbf{f}|D)$ を最大化することで行う. \mathbf{K} は \mathbf{i} , \mathbf{j} の要素が $\mathbf{k}(\mathbf{x}_i,\mathbf{x}_j)$ となる共分散行列である.

$$P(\mathbf{f}) = |2\pi \mathbf{K}|^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2}\mathbf{f}^T \mathbf{K}^{-1}\mathbf{f}\right) \quad (6)$$

$$P(D|\mathbf{f}) = \prod_{k=1}^{m} P(\mathbf{r}_{k} > \mathbf{c}_{k} | f(\mathbf{r}_{k}), f(\mathbf{c}_{k}))$$
 (7)

また、P(f|D)は(8)に従う.

$$P(\mathbf{f}|D) \propto P(D|\mathbf{f})P(\mathbf{f})$$
 (8)

ここで、Laplace 近似を用いてfの最尤推定 f_{MAP} を求めることで、導き出された f_{MAP} から未知の点 \mathbf{x}_{N+1} の予測平均(9)予測分散(10)を求めることができる.

$$m(\mathbf{x}_{N+1}) = \mathbf{k}^T \mathbf{K}^{-1} \mathbf{f}_{MAP} \quad (9)$$

$$\sigma^2(\mathbf{x}_{N+1}) = k(\mathbf{x}_{N+1}, \mathbf{x}_{N+1}) - \mathbf{k}^T (\mathbf{K} + \mathbf{C}^{-1})^{-1} \mathbf{k} \quad (10)$$

ただし

$$\mathbf{C}_{m,n} = -\frac{\partial^2 \sum_{i=1}^{M} \log \Phi(Z_i)}{\partial f(\mathbf{x}_m) f(\mathbf{x}_n)} \quad (11)$$

次の探索点の決定には獲得関数El(x)(Expected Improvement)が最大となるxを求める(12).

EI(x) =

$$\begin{cases} (\mu(\mathbf{x}) - f(\mathbf{x}^+) - \varepsilon)\Phi(Z) + \sigma(\mathbf{x})\phi(Z) & \text{if } \sigma(\mathbf{x}) > 0 \\ 0 & \text{if } \sigma(\mathbf{x}) = 0 \end{cases}$$

(12)

$$Z = \frac{\mu(\mathbf{x}) - f(\mathbf{x}^+) - \varepsilon}{\sigma(\mathbf{x})} \quad (13)$$

ただし $f(\mathbf{x}^+)$ は既に探索した点の予測平均最大値、 Φ は正規分布の累積分布関数, ϕ は正規分布の確率密 度関数を示す。(12)で求められた探索点と既に探索し た予測平均最大値の点 \mathbf{x}^+ との比較評価を行い,比較結 果をもとに予測平均・分散を更新する。

以上を繰り返すことにより、二肢選好課題の提示刺激を逐次的に生成し、未知の関数の推定を行うことが可能になる.

本研究では化粧画像を対象とした. 化粧の評価においては「良さ」は多義的であると考えられるので、「かわいさ」と「大人っぽさ」それぞれについて配色の良さに関する検討を行った.

2. 方法

実験参加者は、20代の女性8名である.

刺激画像には女性の顔写真を用いた(図 2(a)). 画像のサイズは 960×960 pixels だった. また,チーク領域のレイヤ(図 2(b)),および唇領域のレイヤ(図 2(c))を作成し,グレースケール化した. 各レイヤの色は刺激ごとに設定された色(R,G,B)に対応してそれぞれ変化する. この際,各レイヤ内の最大輝度値となる画素が,指定した色(R,G,B)になるように設定した. またその他の画素については各(R,G,B)0に当該画素の輝度値と最大輝度値の比を乗じた値を設定した.

実験では「かわいい」条件と「大人っぽい」条件を 設けた.「かわいい」条件では実験参加者には画面に提 示された2つの化粧画像うち「かわいい」と感じられ た刺激をキー押しにより選択するよう指示した.また 「大人っぽい」条件では「大人っぽい」と感じられた 方を選択するように指示した.各実験参加者は「かわ いい」条件、「大人っぽい」条件ともに1セッション行 った.





(a)刺激画像 (b)チークのレイヤ (c)リップレイヤ 図 2 刺激画像とチーク・リップレイヤ. 実験の際に は刺激画像に目線は入っていない

提示される 2 つの画像のチークおよびリップの色は それぞれ, RGB それぞれ 16 階調のいずれかの組み合わせによって作られる. したがって, 各刺激画像について可能なチーク・リップ色の組み合わせは 2²⁴種類ありうる.

各セッションは 30 試行から構成され、最初の 26 試行は探索空間内からランダムに選ばれたパラメータから生成された画像が提示される。また次の 4 試行ではすでに提示された探索点の中で最も予測平均値が高くなる配色と獲得関数が最大値となる配色を施した刺激として呈示した。この際、画面上に刺激を提示する位置は左右でランダム化した。獲得関数には EI(Expected Improvement)を用いた。実験に使用したアプリケーションは先行研究 [4]を参考に PsychoPy 環境で作成した。刺激の提示は 23 インチ液晶モニタで行った。また、この際、カーネル k(式 5)の θ は 0.5 とした。各実験参加者は 1 セッション行った。

実験後に、普段どのような色のチークやリップを利用するか、およびチークやリップの色として不適切な 色について自由記述で回答させた.

3. 結果

各実験参加者について、色の組み合わせ \mathbf{x} に対する評価の予測平均値を「かわいい」「大人っぽい」についてそれぞれ求めた、全実験参加者の応答を要約するため、パラメータ \mathbf{x} における各実験参加者iの予測平均値から平均予測平均 $\mu_{all\mathbf{x}}$ 、および予測分散 $\sigma_{all\mathbf{x}}^2$ を求めた.

$$\mu_{allx} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \mu_{ix} \quad (14)$$

$$\sigma_{allx}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (\mu_{ix}^2 + \sigma_{ix}^2) - \mu_{allx}^2 \quad (15)$$

これをもとに、 μ_{allx} が最大値および最小値を取る \mathbf{x} をそれぞれ求めた。ただしNは実験参加者数である。

「かわいい」平均予測平均値が最大となるリップと チークの組み合わせは、リップが赤、チークがピンク 色であった。また最も「かわいい」予測平均値が低い のは、黒いリップに灰色のチークであった(図 3). 一 方、最も「大人っぽい」評価が高くなるのはリップが 赤、チークが水色、逆に最も「大人っぽい」評価が低 くなるのは黄緑色のチークとリップの組み合わせであった(図 4).

実験後にインタビューを行った結果では、黒および 緑はチークやリップとして不適切な色であるとの回答 があった.

4. 考察

本研究ではベイズ最適化による逐次的実験計画に基づき化粧の最適な配色の探索を行い、平均的に最も「かわいい」、最も「大人っぽい」と評価される配色を推定した。また、「かわいい」および「大人っぽい」の評価が最も低い配色も同様に推定した。



(a) 最大値 (b)最小値 3 「かわいい」評価の平均予測平均値が最大とな る色の組み合わせと最小となる組み合わせ



図4 「大人っぽい」評価の平均予測平均値が最大となる色の組み合わせと最小となる組み合わせ

最も「かわいい」とされた配色のリップの色と、最も「大人っぽい」とされたリップの色はともに赤系統の色であり、共通性が認められる。一方、チークの最も「かわいい」色はピンクであるのに対し、「大人っぽい」チークは水色であった。このことは、適切なリップの色が状況によって変化しにくいのに対して、適切なチーク色は文脈によって大きく変化する、すなわち自由度が高いことを示唆している。

本研究はあくまでもトイプロブレムの域を出るものではないが、推定されたチーク・リップ色は事後の自由記述の結果と矛盾しておらず、二肢選択ベイズ最適化が配色の適切さに関する心理物理関数を推定する上で有用な手法である可能性を示唆している.

今後,二肢選択ベイズ最適化を用いた心理物理関数の推定手法を確立する上で解決しなければならない問題が2つある.1つ目は,適切なハイパーパラメータの設定に関する問題である.本研究ではガウス過程回帰を行う際のハイパーパラメータを事前に決定しているが,今後はハイパーパラメータ自体の推定も同時に行っていく必要がある.2つ目は二肢選択データによるガウス過程回帰によって得られた結果の妥当性を示す手法を確立する必要があるという問題である.これらの問題を解決することで,応用可能生の高い心理物理学的手法を確立することが可能だろう.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K03375, 17H02651 の助成を 受けた.

猫文

- Judd, D. B., Wyszecki, G., & Wintringham, W. T. (1963). Color in business, science, and industry. *Physics Today*, 16, 74.
- [2] Moon, P., & Spencer, D. E. (1944). Geometric formulation of classical color harmony. *Journal of the Optical Society of America*, *34*(1), 46-59.
- [3] Chu, W., & Ghahramani, Z. (2005). Preference learning with Gaussian processes. In *Proceedings of the 22nd international conference on Machine learning* (pp. 137-144). ACM.
- [4] Brochu, E., Cora, V. M., & De Freitas, N. (2010). A tutorial on Bayesian optimization of expensive cost functions, with application to active user modeling and hierarchical reinforcement learning. *arXiv preprint*, arXiv:1012.2599.

実践経験による山岳リスクイメージの精緻化: 三相因子分析による検討

Refining risk image of mountain risk by practical experience: a psychometric study by three-mode factor analysis

満下 健太[†], 村越 真[‡]

Kenta Mitsushita, Shin Murakoshi

[†]静岡大学大学院教育学研究科,[‡]静岡大学教育学部 Graduate School of Education Shizuoka University, Faculty of Education Shizuoka University mitsushita.kenta.16@shizuoka.ac.jp

概要

実践経験の異なる群において、SD 尺度による山岳リスクのリスクイメージ次元がリスクの性質(評定対象)と個人属性によってどのような差異があるかを三相因子分析(Tucker, 1966)で検討した。分析の結果、尺度相においては脅威性・制御可能性の2因子が抽出され、評定対象相ではリスクは急激的・逼在的リスクの2因子に大別された。熟達指導者群と一般指導者群を比較した結果、急激的リスクに対して両者の評定に差異はなかったが、逼在的リスクに対して熟達指導者は制御可能性を高く、脅威性を低く評定する傾向が見られた。

キーワード: リスク認知, psychometric paradigm, 三相因子分析, 実践知

1. はじめに

登山は人気のレジャーである一方で、死亡事故が毎年300人程度発生しているリスクの高い活動でもある。 遭難のリスクは一重にまとめられるものではなく、例えば道迷い・転倒・雪崩・動物の襲撃といった発生率や損害の大きさの異なる多様なリスクから構成される。また、リスクが急激にエンドポイントへと進行するものもあればそうでないリスクもある。多くの研究が行われてきた科学技術や身近で一般的なリスク(Slovic, 2000)に比べると、遭難リスクは個人や小集団が曝露されるため、個人の属性によってリスクの捉え方が異なることが予想される。これを検討することは微増が続く山岳遭難についての安全教育への一助となる。

これまでのリスク認知研究から、人はリスクを客観的指標と対応した評価を行うのではなく、事象に対する脅威性・未知性のリスクイメージが影響することが指摘されている(Slovic, 1978)。従来の研究パラダイムはpsychometric paradigm と呼ばれる SD 法によって個々の対象へのリスクイメージを対象毎に繰り返し測定し、因子分析を活用してその認知次元を明らかにする手法が用いられてきた。しかし、通常の因子分析を使う手続きは方法論上の問題点があり、特に評定者×尺度×評定対象の三相データを平均値行列等に二相化する際に

生じる問題が批判されている(Marris et al., 1993;Siegrist et al., 2005)。

これらの問題は Tucker(1966)の提案による, 三相因子分析法(three-mode factor analysis)を適用することによって解決できる。この方法を提案した Siegrist et al.(2005)は, 一般的なリスク事象群に対する人々のリスクイメージを再度測定し, 得られたデータに対してこれまでの平均値行列による分析方法と三相因子分析を用いた分析方法の両方を実施し, リスクイメージに関しては先行研究と同様の因子が抽出されたことを報告している。このように, 方法論的な不備を解決した上でもリスクイメージは同様の次元があることが言える。

尺度項目における因子抽出は旧来の方法と同じであるが、それに加えて三相因子分析では、評定対象と個人に対する因子抽出を行うことで、加えて次のような知見を得ることができる。Siegrist et al.(2005)は更に、三相因子分析によって、これまでの方法では明らかになっていなかったリスク認知の特性を指摘している。第一に、評定対象群の因子である。三相データでは尺度間だけでなく、評定対象群にも相関が生じることから、その背後には個人が評定対象に共通した何らかの特性を認知していると考えられる。同論文ではリスク事象群に対して2因子が抽出され、それぞれ観測不可性(Unobservable)、日常性(Old)の二次元が事象の特性として認知されていることを示している。

それと関連して、第二に、個人の評定傾向の背後にある因子である。観測不可性の高い事象群と日常性が高い事象群ではリスクイメージの評定が独立していることを示し、例えば同じ脅威性イメージであってもそれぞれの評定対象因子に対して両者を高く評定する個人がいればそうでない個人もいるといったように、個人はそれぞれの評定対象次元に感じられるリスクイメージを区別している可能性を示唆している。

満下・村越(2018)は同様に、学校の体育的活動に対するリスクイメージ・と教育的意義を測定し、三相因子分

析によって同じ教育的意義の尺度であっても活動によって感じられるリスクイメージや教育的意義が異なっており、特に教育的意義は全体に共通する意義と特定の活動にのみ感じられる意義があることを示した。このように、同一の評定項目の尺度であっても、評定対象のそれぞれに対する質的なイメージは共通している部分もあれば、異なっている可能性もある。

これらの先行研究の報告から、三相因子分析による 評定対象と個人の評定傾向に関する因子抽出は、複数 の事象群に対するリスクの捉え方の異なりを、個人の 属性を踏まえて検討する上で有効であると考えられる。 すなわち、三相因子分析を適用した psychometric paradigm を用いて種々の山岳リスクに対してどのよう な性質次元が認知され、それが個人の属性によってど のように異なるかを検討することができると期待でき る。

以上の議論より、本研究では、三相因子分析による psychometric paradigm を用いて山岳リスクに対するリ スクイメージを測定し、リスク事象にどのような性質 次元が認知されるかを検討し、それらに対する熟達指 導者と一般指導者のリスクイメージの比較検討から対 象の性質とリスク評価の関連を検討することを目的と する。

2. 方法

調査協力者は一般指導者として国立登山研修所が主 催する全国規模の研修会の参加者 33 名, 熟達指導者と して国立登山研修所で講師を務める 9 名であった。前 者は山岳会の活動等で登山技術の指導に当たることが あるが、そのレベルは多様であり、経験年数3年未満の 者は分析対象から除外された。後者は、研修講師を務め るだけでなく, 国際的にも知られた登山家や指導者の 指導役を務める日本国内のトップレベルの指導者であ った。質問紙によって中高年の初級登山者をロープな どで確保しない前提で一緒に歩く時の想定における登 山のリスク(落石・道迷い・落雷・転倒・滑落・動物の 襲撃・雪崩)について、Slovic(1978) のリスクイメージ 尺度(危険だ・おそろしい・自分にふりかかりそう・よ く知っている・多くの被害がでる・致命的だ・よく発生 する・制御できる・軽減が容易・潜在的である・知らな いうちに巻き込まれそう・すぐに進行する)に対して7 段階で評定することが求められた。

3. 結果

得られた 42(名)×12(項目)×7(ハザード)の三相デー タに対して Tucker3 モデル(Tucker, 1966)による三相因 子分析を行った。通常の因子分析では尺度相における 評定項目の相関しか検討しないが、前節でも述べたよ うに三相因子分析ではどの評定対象で個人が類似的な 評定を行うかを因子として抽出し(評定対象相におけ る因子抽出), どの評定対象因子ごとの尺度因子で共通 の因子があるか(個人相における因子抽出)も同時に分 析する。結果として、尺度相で2因子、評定対象相に おいて2因子(急激的リスク:落雷・動物の襲撃・雪崩, 偏在的リスク: 道迷い・転倒・滑落), そして個人相で は4因子が得られた。4つの個人因子は、3つの相で得 られた因子間の関連を記述した核行列(core array)から その成分を解釈できる(Table3)。例えば第1個人因子を 見ると、急激的リスクの制御可能性においてスコアが 大きいことがわかる。Tucker3 モデルは各データを個人 因子×尺度因子×評定対象因子×核行列と誤差によっ て近似するモデルであるので、ここでは第1個人因子 が変動するとそれに応じてスコアの大きい急激的リス クの制御可能性が最も大きく変動することがわかり, すなわち第1個人因子は「急激的リスクについての制 御可能性の次元」として解釈できる(Siegrist et al., 2005 に詳しい)。それぞれの項における関連性の指標を絶対 値 10 以上(Kiers, 1998) とした結果, 各評定対象因子の それぞれの尺度因子と関連し、急激的・遍在的リスクそ れぞれの脅威性・制御可能性が独立していることがわ かった。第1個人因子は急激的リスクの制御可能性, 第2個人因子は急激的リスクの脅威性, 第3個人因子 は遍在的リスクの制御可能性,第4個人因子は遍在的 リスクの脅威性と解釈された。

得られた個人因子は調査協力者のそれぞれが各因子への負荷量を持ち,個人の反応傾向として解釈できる (Kroonenberg, 2008; Siegrist et al, 2005) (Figure 1)。各個人因子負荷量が一般指導者と熟達指導者で異なっているかを検討するために t 検定を行ったところ,第3個人因子で有意傾向(t((40)=2.02, p<.10),第4個人因子で有意差が見られた (t(40)=2.07, p<.05)。

Table1.尺度相の因子負荷行列(バリマックス解)

		.,
尺度項目	制御可能性	脅威性
軽減が容易	. 61	. 00
制御できる	. 60	01
よく知っている	. 43	. 14
おそろしい	06	. 41
危険だ	08	. 39
自分にふりかかりそう	04	. 39
多くの被害がでる	. 11	. 35
致命的だ	01	. 34
知らないうちに巻き込まれそう	 12	. 33
よく発生する	. 08	. 29
潜在的である	. 09	. 26
すぐに進行する	 18	. 10

Table2.評定対象相の因子負荷行列(パーシマックス解)

評定対象リスク	急激的リスク	遍在的リスク
落雷	. 59	19
動物の襲撃	. 54	. 11
雪崩	. 45	. 00
落石	. 33	. 22
転倒	 18	. 67
滑落	. 09	. 48
道迷い	. 12	. 47

Table3.核行列

評定対象因子	急激的リスク		遍在的リスク	
尺度因子	制御可能性	脅威性	制御可能性	脅威性
第1個人因子	13. 776	-0. 524	6. 107	1. 911
第2個人因子	-1.035	16. 824	1.619	4. 338
第3個人因子	2. 332	0.490	10. 420	0.344
第4個人因子	5. 134	7. 970	1. 395	20. 412

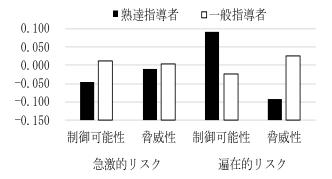


Figure1.個人因子負荷量の群別平均値

4. 考察

リスクイメージは先行研究(Slovic et al., 1988;Siegrist et al., 2003) と類似的な2因子が抽出された。他方,対象 評定因子の結果からリスクは大きく急激性・遍在性の2 次元によって認知的に区分されていることがわかった。 また、個人因子負荷量の比較から遍在的リスクでは熟 達指導者は制御可能性を高く, 脅威性を低く評定する 傾向があることが明らかになった。これらの結果から, 一般指導者は落雷・動物の襲撃・雪崩といった急激的に 状態が変化し制御が困難なハザードも, 道迷い・転倒・ 滑落といった事態が比較的ゆっくり進行し、常にその 危険が遍在しているリスクも同様の評定をしている一 方で、熟達指導者はリスクの特性が異なっていること を認知し、それに応じて制御可能性や脅威性が異なっ ていることを理解している可能性が示唆された。単純 化してまとめれば、熟達指導者は、「なんとかなる(制 御可能) リスクと「なんともならない」 リスクを区分し て認知していると考えられる。

登山場面におけるこれまでのリスク認知研究では、 リスクの特定能力においては、指導経験の有無の差は 見られるが、経験年数による熟達化の影響は見られな いことが報告されてきた(村越, 2017;村越・小西, 2018) が、先行研究では実際の登山中の場面に限定されてい たこと、被験者が少なく定量的な分析が行えていなか ったことなどが課題として挙げられる。本研究ではサ ンプル数が多いとは言えないものの、リスクイメージ の観点では、認知的区分が可能になる点で、登山のリス ク認知において熟達化の影響があることが示唆された と言える。

村越ら(2014)は、国際的な賞の受賞歴がある者など熟達高所登山家らのリスクの捉え方を質的に検討し、致死性が高く制御不可能性が高いリスクとそうでないリスクとでは対処方略が異なっていることを報告した。前者の典型例として挙げられているリスクは「雪崩」「崩壊しそうなセラック」「悪天候」であり、完全に一致してはいないものの急激的に事態が進行するリスクが多く、本研究で得られた評定対象因子と類似的である。因子次元が異なっているため直接的な比較はできないが、本研究でも熟達指導者は、相対的に急激的リスクの制御可能性を低く、遍在的リスクのそれを高く評定している。この結果から、登山の熟達者に見られる対処方略の異なりは、それらに対するリスクイメージの異なりを反映しているものと考えられる。また、そうし

た熟達指導者のリスクイメージ・方略の異なりが、評定 対象因子の抽出においても反映されているのだろう。

登山におけるリスクマネジメントでは、こうしたリスク事象の特性に基づく方略の異なりが意識されることは少ないという(村越, 2014)。実際に本研究の結果を見ても、一般的な指導者であっても、リスク事象の背後にある系統的特性に自覚的になるのは難しいと考えられる。実践経験の蓄積による熟達化の中でそれに気づくプロセスを検討することで、単にある危険に対してある対処法を習得するというだけでない、特性を意識した体系的なリスクマネジメント方略の習得方法への示唆があると考えられる。

まとめとして、本研究を通して、登山の熟達者におけるリスク認知はリスクの背後にあるその特性を踏まえてより精緻にリスクを把握していることが示唆された。これは、リスクの遍在する自然環境の中で、焦点化され、効率的なリスク対応に資することが予想される。本研究の結果は、三相因子分析を用いてハザード群の潜在的な特性を抽出することでそれを定量的に示した研究として位置づけられる。

文献

- [1] Kiers, H. A., (1998) "Joint orthomax rotation of the core and component matrices resulting from three-mode principal components analysis", Journal of Classification, Vol. 15, No. 2, pp. 245-263.
- [2] Kroonenberg, P. M., (2008) "Applied multiway data analysis", John Wiley & Sons.
- [3] Marris, C., Langford, I., Saunderson, T., and O'Riordan, T., (1997) "Exploring the "psychometric paradigm": comparisons between aggregate and individual analyses", Risk analysis, Vol. 17, No. 3, pp. 303-312
- [4] 満下健太・村越真,(2018)"三相因子分析による大学生の小学校の体育的活動に対するリスク認知分析",日本リスク研究学会誌, Vol. 28, No. 1, pp. 13-21.
- [5] 村越真、(2017) "登山者のリスク特定能力の実態:登山道を対象とした KYT 図版による検討"、野外教育研究. Vol. 21、No. 1, pp. 1-15.
- [6] 村越真・小西岳勝,(2018)"登山道に対する指導者のリスク 特定能力", 教科開発学論集, Vol. 6, pp. 163-170.
- [7] 村越真・中村美智太郎・河合美保,(2014)"高所登山は「死と隣り合わせ」か:高所登山家のリスクの捉えとリスク対処方略を明らかにする",体育学研究, Vol.59, No.2, pp. 653-671.
- [8] Slovic, P., (1988) "Perception of risk", Science, Vol. 236, No. 4799, pp. 280-285.
- [9] Slovic, P., (2000) "The Perception of Risk", Routledge.
- [10] Siegrist, M., Keller, C., and Kiers, H., A., (2005) "A new look at the psychometric paradigm of perception of hazards" Risk Analysis, Vol. 25, No. 1, pp. 211-222.
- [11] Tucker, L., R., (1966) "Some mathematical notes on three-mode factor analysis", Psychometrika, Vol. 31, No. 3, pp. 279-311.

非共感覚者における数字と色のマッピングの個人差とその経時的変 化について

Idiosyncratic number-color correspondence in non- synesthetes: evidence from magnitude comparison tasks

于 成,牧岡 省吾 Yu Cheng, Shogo Makioka

大阪府立大学 人間社会システム科学研究科

Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University mcb04006@edu.osakafu-u.ac.jp

概要

色字共感覚者は、数字や文字などから色の感覚を喚 起される. その対応は個人間で異なるが、個人内では一 定している.一方,非共感覚者は数字や文字と色との間 に特定の対応関係を持たないとされる.本研究では、非 共感覚者において, 意識されない数字と色の対応関係 が存在するかどうかを複数の課題を用いて検証した. 実験1では2つの数字の大小判断課題を用いて,数字 の色が反応時間に与える影響について検討した. その 結果, 色が反応時間に与える影響は, 参加者ごとかつ数 字ごとに異なっていることが分かった.しかしその傾 向に経時的な一貫性はみられなかった. 実験2では1つ の数字が5より大きいかどうかを判断する課題を用い て色が反応時間に与える影響を検討した.この課題で は数字と色の対応関係について明確な証拠は得られな かった. 今後はストループ課題を用いて検討を進める 予定である.

キーワード: 色字共感覚, 数字の大小判断, 自己組織化

1. はじめに

色字共感覚者は、数字や文字を見たり、数字や文字について考えたりするときに、それぞれの数字や文字に対応する色を自動的に想起する[1].その対応は個人間では多様であり、個人内では時間を置いても一貫性がある.このような個人間での多様性と個人内での一貫性という性質は、モダリティ間で自己組織化学習が行われているという仮説によって説明可能である[2].一方、非共感覚者ではそのような対応関係が意識されない.しかし、上記のように共感覚現象がモダリティ間の自己組織化学習に由来するのであれば、非共感覚者においてもモダリティ間の対応関係そのものは存在する可能性がある.非共感覚者は対応関係を意識できないが、しかし、共感覚者と非共感覚者の違いはモダリティ間の

対応関係の有無ではなく、その対応関係が意識化されるかどうかにあるのかもしれない.

数字と色の対応関係は非共感覚者においては確認されていないが、その関係が個人間で異なるという前提に基づいて詳細に分析した研究はこれまでにない。そこで本研究では、非共感覚者を対象に、数字と色の意識できない対応関係について検討する。さらに、対応関係の経時的一貫性についても調べる。

2. 実験1

方法

参加者は大阪府立大学学生8名(うち男性4名,平均年齢23.5歳)であった。参加者は、ディスプレイ上に左右に並んで呈示される2つの数字を見て、大きい方の数字の側にあるShiftキーをできるだけ速く押すことを求められた。刺激は1から7までの数字のペア(2,3)、(3,4)、(4,5)、(5,6)、(6,7)であり、大きさの差は常に1であった。一方の数字は、赤、オレンジ、黄色、緑、水色、青、紫の7種類のうち一つの色で呈示し、もう一方の数字は黒で呈示した。画面の背景は灰色だった。左右の並べ方及びどちらに色を付けるのかについてはそれぞれ同数として、呈示順は参加者ごとにランダム化した。刺激例を図1に示す。

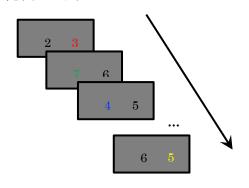


図1 実験1の刺激例

実験は MATLAB と PsychToolbox[3][4]によって制御され、.反応時間と正誤が記録された.1 つのブロックにつき、140 回(5 ペア×7 色×4 回)の試行を繰り返した.合計で8 ブロック、総計 1,120 回の試行を行った.

反応の経時的な一貫性について検討するために,2ヶ月以上の時間を空けて,2回目の実験を行った.8人の参加者のうち7名が参加した.うち1名は誤答率が10%を超えたため,分析から除外した.

結果と考察

誤答及び反応時間が 200ms 未満と 2000ms 以上の試行のデータは除外し,参加者ごとに,各条件の平均反応時間を算出した.2名の参加者の結果を図2に示す.

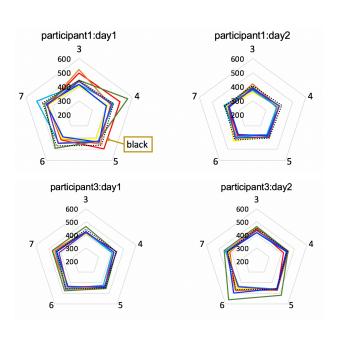


図 2 実験 1 の平均反応時間.線の色は刺激の色に対応 している.

次に、数字の色が反応時間に与える影響について分析した。本実験では数字ペアのうち大きい方の数字が呈示された側のキーを押す課題を用いたため、大きい方の数字が黒で呈示された場合の平均反応時間をベースラインとして、赤~紫のいずれかので呈示された場合の反応時間と比較した.比較には Welch の t 検定 (Bonferroni 補正)を用いた.結果を表3に示す.

表 3 大きい方の数字の色が反応時間に与える効果.数字が各色で呈示されたときの反応時間が、黒で呈示されたときと有意に異なる場合を示す.

PARTICIPANT	NUMBER		DAY 2
•	3	yellow*	yellow*,light_blue*
	4	blue*	green†
1	5	yellow*	
	6	orange*, yellow*, blue*	blue†
	7		red*,blue*
	3	red*	
	4	-green*	
2	5		Correct rate was too low
	6		
	7		
	3	yellow*	light_blue*, blue*, red*
	4	red*, orange*, light_blue*	
3	5		-green†
	6		-green*
	7	-orange†	-green†
	3	-	blue†
	4		yellow*, green*, blue*, purple*
4	5		yellow*, light_blue*, purple*
	6	blue*	yellow*, green*, light blue*, blue
	7	light_blue†	red*,yellow*
	3		
	4		
5	5	-green*	
	6	blue†	
	7	-green*	
	3		
	4	yellow*	
6	5	yellow*	Absent
	6	red*	
	7	red†	
	3	·	light_blue*
	4		
7	5		
	6		
	7	yellow*	
	3	•	
8	4		yellow*
	5	light blue†	purple*
	6	<u> </u>	· ·
	7		

* p <.05; † p <.1

表3に示されるように、黒で呈示されたときと有意に 異なる反応時間が得られた色は、参加者ごと、かつ数字 ごとに異なっていた。これは色字共感覚者における数字 と色の対応関係と共通する性質である。一方、1日目 (DAY 1)と2日目(DAY 2)の結果を比較すると、有意差 がみられた色は異なっていた。これは、非共感覚者にお いて、数字と色の対応関係に経時的な一貫性がみられ ないことを示唆する。

3. 実験 2

実験 1 では非共感覚者において数字と色の対応関係が存在することを示唆するデータが得られたが、その対応には経時的一貫性がみられなかった。これらの結果は、実験 1 の課題に依存するのかもしれない。そこで実験 2 では、より単純な課題を用いて数字と色の対応関係について検証する.

方法

参加者は大阪府立大学学生 5 名 (うち女性 2 名, 平 均年齢 21.8 歳) であった.参加者は,ディスプレイ上に 呈示される 1 つの数字が 5 より大きいかどうかを判断し、5 より大きければキーボードの M キーを、小さければN キーをできるだけ速く押すことを求められた.刺激は 3,4,6,7 のいずれか 1 つであり、画面の中心に呈示された.色については、実験 1 と同じ 7 色が用いられた.半数の試行では、数字そのものが 7 色のいずれかで着色されていた(foreground).背景は灰色であった.残り半数の試行では、数字は黒色で呈示され、その背後、数字の大きさより少し大きな領域に色が付けられていた(background).色を付けた領域の外周は、輪郭の情報を排除するためにガウシアンノイズを用いてぼかされていた.1 つのブロックにつき、56 回(数字 4×6 7×6 無り返した.合計で 20 ブロック、総計 1,120 回の試行を行った.

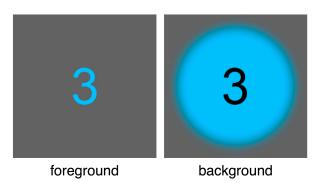
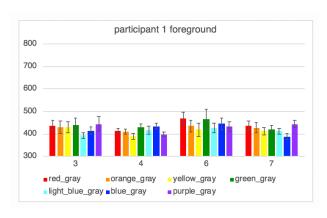
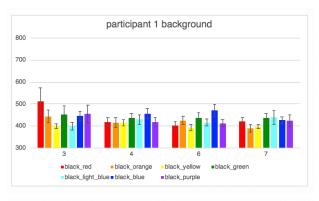


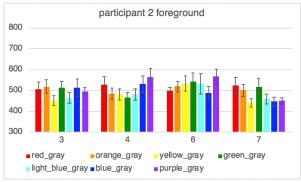
図3 実験2の刺激例

結果と考察

誤答及び反応時間が 200ms 未満と 1500ms 以上の試行のデータは除外し、参加者ごとに、各条件の平均反応時間を算出した. (図 4). 色による反応時間の変動が誤差と比べて小さいことが見て取れる.







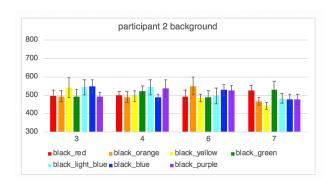


図4 実験2の平均反応時間.棒の色は刺激の色に対応 している.誤差棒は標準誤差.

次に、foreground/background ごとに、色と数字のそれぞれの主効果及び交互作用が反応時間に有意な影響を与えているかどうかを、線形混合モデルを用いて検定した。検定は参加者ごとに行い、ランダム要因として各試行の実施順を用いた。検定の結果を表4に示す。数字の主効果は4名の参加者でみられ、色の主効果は参加者3のみでみられたが、両者の交互作用はどの参加者でもみられなかった。数字ごとに色の効果が異なる場合には交互作用がみられるはずであるが、本実験ではそのような結果は得られず、非共感覚者が数字ごとに異なる色との対応をもっているという証拠は得られなかった。

表 4 線形混合モデルによる検定結果

		Significant	effects found	by linear mixed mode
Partici- pants	position of color	number	color	number*color
1	foreground background	†		
2	foreground background	*		
3	foreground	*		
	background	***	***	
4	foreground	***		
	background	*		
5	foreground	***		
	background	***		

4. 考察

本研究では、非共感覚者を対象に、数字の大きさを判断する課題において数字と色の対応関係が存在するかどうかを検討した.2 つの数字の大小判断課題を用いた実験 1 では対応関係の存在が示唆されたが、1 つの数字が 5 より大きいかどうかを判断する課題を用いた実験 2 では、数字や背景の色は反応時間に大きな影響を与えなかった.今後は、数字のフォント色を答えるストループ課題を用いて、数字と色の対応関係について更に検討する予定である.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K12017 の助成を受けた.

文献

- Ward, J. (2013). Synesthesia. Annual review of psychology, 64, 49-75.
- [2] Makioka, S. (2009). A self-organizing learning account of number-form synaesthesia. *Cognition*, *112(3)*, 397-414.
- [3] Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial vision*, 10, 433-436.
- [4] Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial vision*, *10*(4), 437-442.

セルフタッチ錯覚を通した個人差研究の展望 Prospects of individual differences research focusing on self-touch illusion

小鷹 研理[†],石原 由貴[†] Kenri Kodaka, Yuki Ishihara

† 名古屋市立大学芸術工学研究科

Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City University kenrikodaka@gmail.com

概要

Susceptibility to the rubber hand illusion has been found to function as a marker of individual differences such as empathy. Though a self-touch illusion has been regarded as a variation of the rubber hand illusion, we have found the susceptibility to the self-touch illusion does not positively correlate with the ownership susceptibility in the rubber hand illusion and the inter personal reflex index. Based on this result, we discuss prospects of individual differences research focusing on the self-touch illusion.

 \pm - \neg - $\$: self-touch illusion, rubber hand illusion, individual differences, interpersonal reflex

1. はじめに

目を閉じた状態で一方の手でラバーハンドに触れると同時に、もう一方の手の対応部位が触覚刺激を受けることで、自己接触の感覚(self-touch illusion、以下STI)が生起することが知られている [1][2]. STI は、別名 somatic rubber hand illusion と呼ばれることもあるが、よく知られている rubber hand illusion(RHI)と異なり、明示的に視覚が関与せず、「触った感覚」と「触られた感覚」の二つの方向性を持った触覚の同期によって誘発される。したがって、視覚という特定のモダリティーから離れて、感覚一般に関するシステム論的な視野で身体所有感の投射の条件を探るうえで、STI は貴重な知見を提供しうるものである.

STI において体験者が触れるラバーハンド自体はどのような素材のものでも構わないため、RHI と異なり、比較的容易に錯覚誘導の手続きを構成することできる. 他方で、様々なバリエーションが提案されている RHI と異なり、STI に関する学術研究は、発表されて15年ほどたった現在にあっても驚くほど少ないのが現状である [3][4][5][6][7]. 筆者の研究室は、これまでに手

を交差させた場合の STI のドリフト特性の質的変化を報告した後に [8], 各種の展示やワークショップにおいて, 手軽に STI を体験することのできる 3 つの新たな STI 誘導法を提案し, 複数の予備的な実験により, 錯覚 の感度に関して様々なデータを取得してきた. 本稿では, これらの誘導法を新たに紹介するとともに, それぞれについて錯覚感度に関して得られている実験データをもとに, 今後の錯覚の個人差研究の展望について触れる.

2. self-touch illusion の誘導法の提案

これまでに発表された STI の誘導法の多くは,「錯覚を誘導する実験者」対「錯覚を体験する被験者」の非対称的な構図を前提とするものである.具体的には,目を閉じた被験者にラバーハンドに触ってもらうように誘導するのと同時に(直接触れるのが一般的だが,筆先を介して誘導を行う例もある [2][3]),被験者のもう一方の手の対応部位に何らかのかたちで触覚刺激を与えるという形態をとる.これに対して,筆者の研究室は,展示やレクチャー等で多くの人数が一斉に錯覚を体験する状況を念頭に置き,ラバーハンドを使用せずに,手ぶらの状態で一対一で対面し,双方が同時に錯覚の体験者かつ誘導者となるような誘導法を多く提案してきた.以下では,筆者の研究室がこれまでに考案した STI に関する 3 つの誘導法を紹介する.

2.1 Tong-tong swap (トントンスワップ)

体験者と実験者が机上で対面的に向かい合い,一方の手を机に添える.このとき,それぞれの手は接近させておく.この状態で双方は目を閉じ,相手の机に添えられた方の手の甲を同じタイミングで叩き続ける(図1).この際,メトロノームやBGMを提示すると,接触のタイミングを正確に合わせやすくなる.錯覚状態に入ると,まるで自分の手を叩いているように感じ

るようになる. この手法では,二人とも目を閉じることで,参加する二人が同時に体験者となることも可能である. 錯覚感度の高い人は,三回程のタップ(トントントン)で,錯覚状態に入ることができる. 以下では,必要に応じて TTS と略記する.



図 1 Tong-tong swap

2.2 Double-scratch (ダブル・スクラッチ)

ダブル・スクラッチの誘導も、二人が対面的に向かい合い、互いに一方の手を差し出し合うレイアウトをとる(図 2). 具体的には、まず、一方の手の指をピンと伸ばした状態で、その指先が手の左右とは逆の方向を(つまり内側に)向くようにして、手の平を机に添える. この際、両者の指先の向きが互いにかち合うようにして、それぞれの指先が触れるか触れないかのギリギリのところまで接近させておく. この状態で目を閉じ、机に添えていない方の手の指の腹の部分で、相手の(人差し指から小指までの)4本の指を縦断するようなかたちで、比較的高速に前後に擦ることによって錯覚が誘導される.

TTS と異なり、メトロノームなど時間を合わせる道 具は必要ない. 錯覚状態に入ると、うどん粉を延し棒 で平たく延ばしていくように、擦られている自身の4 本の指が、擦っている方のもう一方の自身の手の方へ と、全体として長く引き延ばされていくような感覚が 得られる.

2.3 Desk-or-self illusion

Desk-or-self illusion(DSI)は,筆者の研究室が参加した名古屋市科学館の企画展『さわってビックリ!見てフシギ? 人間の皮膚』(2017年9月)において初めて発表し,実際に多くの来場者に体験してもらった錯覚である 1 .



図 2 Double-scratch

DSI は、他の二つの誘導法と異なり、実験者対被験者の枠組みを採用している。図3に示すように、目を閉じた被験者は、一方の手を机に添え、もう一方の手の人差し指を差し出した状態とし、実験者が机の上に添えられた親指の甲をなぞるとともに、その近傍で、体験者の人差し指で机をなぞるように誘導する。錯覚を感じている状態となると、体験者は自分の人差し指で、もう一方の手の親指の甲をなぞっているように感じる.



図 3 Desk-or-self illusion

3. 予備的な実験

筆者は、これまでに大学の教育の場で、錯覚の問題を 当事者の立場で学習してもらうための試みとして、受 講者同士が対になって錯覚を交換し合うとともに、錯 覚の感度をその場で記録させる内容の授業を行なって いる.この種の実験は、十分に統制のとれた再現性の 保証された被験者実験とは言えないため、結果の妥当 性については一定の留保が必要である.一方で、こう した結果の中から、今後の錯覚研究の展望的な知見の 萌芽を見出すことは十分に可能であると思われる.以 下に、前章で提案した誘導法による STI の感度に加え、 古典的な Rubber Hand Illusion の感度を調べた、2つ の実験の内容と結果について簡単に紹介する. なお、

てもらい、20 歳以上のグループは 20 歳未満のグループと比して、錯覚の感度が有意に減退するという結果を得ている。これらの結果は、従来の RHI における加齢の影響に関する知見と同一の方向性を示すものである [9][10]

¹本稿では詳細を省略するが、展覧会の場では 2 週間にわたり、 300 人以上の幅広い年齢層の体験者に対して DSI の錯覚を評価し

いずれの実験についても、被験者の 90%以上は当時大学 3 年の学生である.

3.1 実験1

実験1では、Rubber Hand Illusion (RHI) と Tongtong swap (TTS) それぞれの錯覚誘導手続きを, 授業 の受講者間(参加者29人)で、実験者役と被験者役を 交互に入れ替えながら、それぞれについて4回、合計 8回行った. RHI に関しては、試行ごとに異なる4種 類のラバーハンド(図4)を用いた.ここで,机上に被 験者の手とラバーハンドを左右に並べ、その間に衝立 を挟み込む最も古典的な RHI のレイアウトを採用し た. TTS については、BPM120 のリズムのメトロノー ムの音を与え、そのリズムに合わせてお互いの左手の 甲を叩くように指示した. 各試行において, それぞれ 40 秒間の誘導時間を与え、以下の三種類のアンケート に7段階(-3:全く感じない,-2:ほとんど感じない, -1:あまり感じない, 0: どちらともいえない, 1: やや 感じる, 2: 強く感じる, 3: 大変強く感じる) で回答さ せた.

Rubber hand illusion

- **A1.** illusory touch ラバーハンドの触られている付近に, 相手の指の触感を感じた.
- **A2.** ownership ラバーハンドが自分の手であるよう に感じた.
- **A3.** proprioceptive drift 自分の手がラバーハンド の方向に動くように感じた.

Tong-tong swap

- **B1.** illusory self-touch 自分の右手の人差し指で, 自分の左手の甲を触っているように感じた.
- **B2.** proprioceptive drift 自分の右手が左手の方向 に動いているように感じた.
- **B3.** proprioceptive drift 自分の左手が右手の方向 に動いているように感じた.



図4 ラバーハンドの種類

さらに、全ての8回の試行が終了した後、対人共感尺度(Interpersonal Reactivity Index: IRI)のアンケー

ト 20 項目 [15] に回答してもらった.

実験結果 RHI の感度 (A1, A2) と TTS の感度 (B1) の関係について、ピアソン相関分析によって解析したところ (図 5), 有意な相関は検出されなかった (r=0.36, p=0.056 for A1, r=0.21, p=0.29 for A2).

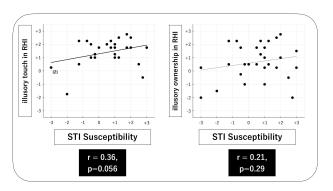


図 5 RHIとTTSの相関関係

また、RHI の感度(A1 と A2 の平均)と IRI score の間には有意な相関が見られた一方で(r=0.39,p<0.037)、STI の感度と IRI score の間には有意な相関は みられなかった(r=0.14,p=0.45).

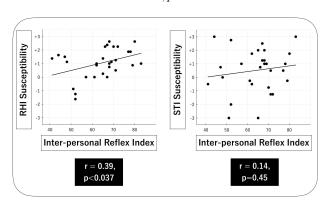


図 6 IRIと RHI/STI の相関関係

RHI の錯覚強度が、対人共感尺度(IRI score)と正の相関を示す点については、既に 2011 年に、より大きな被験者数の規模(N=72)で報告されており [11]、本実験はこの知見を追認することとなった.

なお、STIと RHI の感度および IRI との相関の有無に関する報告は、筆者の知る限り、今回の実験が初めてのものである。本実験で確認したように、STI が RHIと相関しないことが事実であるとすれば、STI を RHIの類型とみなしてきた従来の錯覚研究に大きな疑問を投げかけるものである.

4. 実験 2

実験2では、RHIに加えて、STIの3つの錯覚誘導法(TTS、DS、DSI)を、やはり筆者が受け持った授業を受講する生徒間で一斉にペアとなって体験してもらい、錯覚感度を7段階で評価してもらった(N=30)、RHIのラバーハンドとしては、シリコンの人形(図4の左から二番目)を、実際の手の真上に設置した木の台に向きを揃えて置く垂直型のレイアウトを採用し、TTSのみ、BPM120のメトロノームの音を与えた。なお、この実験では、あらかじめ錯覚の生じたときの主観的様態として、RHIについてはOwnershipの変調(A2)を、STIについてはillusory self-touch(B1)を解説し、アンケートは、単純に「錯覚を感じたか」について7段階で答えるというかたちの簡略化した方式を採用している。

実験結果 各錯覚感度の相関をピアソン相関分析によって解析したところ、実験 1 と同様に、STI の感度 (3 つの誘導法の平均)と RHI の感度に有意な水準の相関は得られなかった (r=0.29, p=0.13, 図7). 他方、同じ STI に属する 3 つの誘導法の錯覚感度について、いずれのペアについても、有意な水準で正の相関が検出された(図 8).

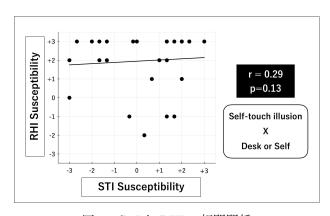


図 7 STI と RHI の相関関係

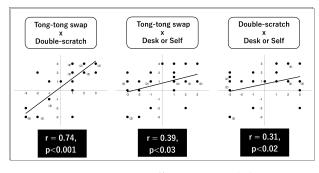


図8 STIの3つの誘導法に対する感度の相関

5. 展望

5.1 STI における感度分布の二極化

実験 2 では、STI の感度分布において、錯覚を感じる群と感じない群とで、大きく二極化している.これは、筆者が授業やレクチャーなどで大勢の受講者に一斉に STI を体験してもらう時に感じる印象に非常に近い.実験 1 の結果を考慮すると、実験環境を整えることで、実験 2 で見られる STI 不感者のうち一定の割合が、「感じる側」へと移動するであろうことは十分に想定される.他方で、RHI に関しては、実験 2 のような、訓練されていない実験者が関与する雑な環境であっても、極端に錯覚強度を低く評価する被験者はほとんどいない.

実験 1 (N=29) と実験 2 (N=30) では、STI に関す る B1 (illusory self-touch) の質問に対して,全ての試 行(実験1は全4回,実験2は全3回)で「-3」と解 答した完全不感の被験者が、それぞれ2人だけ確認さ れた一方で、RHI の完全不感者は実験 1・2 を通して 皆無である. 実は, 本実験でみられる完全不感者の割 合は、過去の STI 研究の実験結果を眺めてみると、必 ずしも多いとは言えない. 例えば, 本研究と同じ7段 階の STI の錯覚評価を求める研究のうち、文献 [4] の 実験では健常者 12 人中 4 人が(感じる側から, 4-2-2-0-0-1-3), 文献 [6] の実験では健常者 13 人中 2 人が (3-6-2-0-0-1-1), illusory self-touch を「ほとんど感じ ない」または「全く感じない」と回答している. とり わけ前者は、実験2のTTSとダブル・スクラッチでみ られるのと同じような、「感じる」被験者群と「感じ ない」被験者群との、極端な二分化の様相を呈してい ることがわかる.

RHI の錯覚強度は、共感尺度のみならず、内受容感覚 [12]、被暗示性 [13] などの個人特性と緩やかに相関することが示されている.ここまでの分析を踏まえるならば、STI には、個人間の認知特性の差異をクリアカットに二分する「リトマス紙」としての性質を有している可能性を指摘できる.他方で、実験 1 と実験 2 によれば、STI の感度は、RHI の感度とも対人共感尺度とも相関していない.したがって、STI が特定の認知特性の差異を検出する優れたマーカーであるとして、それが RHI の感度に影響する認知特性と同一のものであるかどうかを見極めるには慎重な議論が必要である.

5.2 RHIとSTIの感度分布

STI と RHI の錯覚の感度の組み合わせに関して, 以下の4つのグループに大別することができる.

- 1. 「RHI も STI も感じる」
- 2. 「RHI も STI も感じない」
- 3. 「RHI は感じるが STI は感じない」
- 4. 「STI は感じるが RHI は感じない」

実際、RHIとSTIの間でそもそも何らかの相関関係が成立しないのは、これら4つのグループが(多かれ少なかれ)一定数並存しているためである。とりわけ、STIとRHIとの間での正の相関の成立を阻んでいるのは、タイプ3とタイプ4の被験者群である。このうち、図7によれば、タイプ4の被験者よりもタイプ3の被験者が圧倒的に多いように思えるが、より統制のとれた手続きで進めれた実験1の結果によれば(図5)、実際には、タイプ3もタイプ4も同数程度存在しているようにみえる2。こうした事実は、STIとRHIの感度特性がかなりの程度独立であることを示唆しており、したがって、STIとRHIが、共通の認知的基盤の派生物であるとする直感に反するように思われる。

5.3 STI における視覚モダリティーの意味

以上の問題をさらに厄介にするものは、全盲者はSTIに対して完全不感であるとする、複数の研究によって得られている信頼性の高い知見である [4][6]. 実際、Navaらの実験によれば [6]、生まれつきの全盲者のillusion statementに対する評価は、ほぼ全てが最低のrating(-3: strongly disagree)で埋め尽くされる. 一見すると、この種の特性は、全盲者特有の触覚刺激に対する時空間の解像度の高さに起因しているようにみえるが、Petkovaらが Discussion で指摘しているように、その推論はおそらく誤りである. というのも、多くの錯覚者は、実際のところリズムのズレや触感の違いを物理的なレベルでは十分に認識しつつ、メタ的に知覚モードをスイッチし、感覚間の差異に関する注意をオフとすることで、半ば能動的に錯覚状態に入っていくようなプロセスをとるからである.

Petkova らが指摘するように,全盲者の不感特性に決定的な役割を果たしているのは,おそらく,視覚経験の欠如である. 例えば,STI の錯覚状態に入る時に,経験的には,左右の手が触れているような空間的な視覚イメージを持つことが有効であるように思われる.

さらに、STIの錯覚状態に入っている時、錯覚者は、左右の手の位置が空間的に重なっている主観イメージを明瞭な形で保持している。実際、筆者らは、感度の強いSTI錯覚者に対して、錯覚中にこの接触ラインを報告させることで、順手と交差した手では、左右の手のドリフトのパターンが異なることを示している[8].このように、STIにおいては、主観的なレベルでは視覚的な様相を多く含んでいるのであり、先に触れた、RHIとSTIが共通の認知的基盤を持つとする仮説は、ここで示した観点から、非常に強力な説得力を持つものであるといえる。他方で、繰り返しになるが、本稿が示す予備的な実験結果は、この推論が、単純なかたちでは成立しないことを強く示唆するものである.

5.4 STI における ownership

さて、RHIとSTIとの差異を検討するうえで重要と 思われる項目として、ここでは、STI における ownership の様態について取り上げる. 「自分で自分の身体 を触る」という主観的な触覚体験において、接触対象 がモノではなく自分の身体であることを区別できる 限りにおいて、STI においても, ownership が介在して いるであろうことはまず認めてよいだろう. そのうえ で、現象論的な位相に立脚してみると、RHIにおける ownership と、STI における ownership とではかなり の程度,体験の質が異なるように思われる.簡単に言 うと、RHIでは、異質なものを自分の身体として受け 入れているという違和感が強く付帯する一方で(グラ デーション的な遷移), STI の場合, そのような奇妙な 感覚はかなりの程度薄れ、単に触っているものが「自 分」か「モノ」かを離散的に往復するような体験とな る(離散的な遷移).

筆者らの考えでは、STI における感度の二極化は、この事情を反映している。実際、実験 1 において STI と RHI との感度の相関がとりわけ低くなるのは、STI と RHI における ownership(A2)との関係である。この点に関して、タイプ 4「STI は感じるが RHI は感じない」の感度傾向を持つ被験者が、illusory touch(A1)と比較して ownership(A2)において、一気に増加する傾向を持つ点については、とりわけ注目すべき点である(図 5)。関連して、STI では錯覚のオンセットを主観的に報告することは比較的容易だが、RHI では STI ほど明瞭なかたちで、オンセットのタイミングを決められないように思われる(実際、RHI の実験でオンセットの時間を錯覚の強度の指標とするケースは稀である [2])。

 $^{^2}$ この種の傾向(タイプ $_3$ とタイプ $_4$ の同居)は,筆者らが最近行った,よりコントロールされた実験の結果の中でも踏襲されている.

こうした点に注目するならば、ownershipを単一的な様態として捉えるようとする従来のパラダイムについては、何らかの見直しを要するように思われる.例えば、RHIとSTIのownershipの様相の差異は、筆者には、少数の特定のモダリティーの組み合わせによって生まれる、それぞれに固有な「minimal ownership」の位相の存在を示唆しているように思われる.この種の推論は、共感(empathy)にも、モダリティー固有の共感という様相が想定されることを意味する.以上の観点より、今後、ownershipベースの個人差研究を一段前に進めていくための最優先課題として、STIが強い相関を示すような個人特性を同定することが急務であると考える.

文献

- Ehrsson, H. H., Holmes, N. P., & Passingham, R. E. (2005). Touching a rubber hand: feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. The Journal of Neuroscience, 25(45), 10564-10573.
- [2] Aimola Davies, A. M., White, R. C., & Davies, M. (2013). Spatial limits on the nonvisual self-touch illusion and the visual rubber hand illusion: Subjective experience of the illusion and proprioceptive drift. Consciousness and Cognition, 22(2), 613636.
- [3] White, R. C., Aimola Davies, A. M., & Davies, M. (2011). Two hands are better than one: a new assessment method and a new interpretation of the non-visual illusion of self-touch. Consciousness and Cognition, 20(3), 956964. https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.03.021
- [4] Petkova, V. I., Zetterberg, H.,& Ehrsson, H. H. (2012). Rubber hands feel touch, but not in blind individuals. PloS One, 7(4), e35912.
- [5] Pozeg, P., Rognini, G., Salomon, R., & Blanke, O. (2014). Crossing the hands increases illusory self-touch. PloS One, 9(4), e94008.
- [6] Nava, E., Steiger, T., & Rder, B. (2014). Both developmental and adult vision shape body representations. Scientific Reports, 4, 6622. https://doi.org/10.1038/srep06622
- [7] Hara, M., Pozeg, P., Rognini, G., Higuchi, T.,
 Fukuhara, K., Yamamoto, A., ··· Salomon,
 R. (2015). Voluntary self-touch increases body
 ownership. Frontiers in Psychology, 6, 1509.
 https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01509
- [8] Kodaka, K., & Ishihara, Y. (2014). Crossed hands strengthen and diversify proprioceptive drift in the self-touch illusion. Frontiers in Human Neuroscience, 8, 422.
- [9] Cowie, D., Makin, T. R., & Bremner, A. J. (2013). Children's Responses to the Rubber-Hand Illusion Reveal Dissociable Pathways in Body Representation. Psychological Science, 24(5), 762769.
- [10] Cowie, D., Sterling, S., & Bremner, A. J. (2016). The development of multisensory body representation and awareness continues to 10 years of age: Evidence

- from the rubber hand illusion. Journal of Experimental Child Psychology, 142, 230238.
- [11] Asai, T., Mao, Z., Sugimori, E., & Tanno, Y. (2011). Rubber hand illusion, empathy, and schizotypal experiences in terms of self-other representations. Consciousness and Cognition, 20(4), 1744-1750.
- [12] Tsakiris, M., Tajadura-Jimnez, A., & Costantini, M. (2011). Just a heartbeat away from one 's body: interoceptive sensitivity predicts malleability of body-representations. Proceedings. Biological Sciences/The Royal Society, 278(1717), 2470-2476.
- [13] Marotta, A., Tinazzi, M., Cavedini, C., Zampini, M., & Fiorio, M. (2016). Individual Differences in the Rubber Hand Illusion Are Related to Sensory Suggestibility. PLOS ONE, 11(12), e016849
- [14] David, N., Fiori, F., & Aglioti, S. M. (2014). Susceptibility to the rubber hand illusion does not tell the whole body-awareness story. Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience, 14(1), 297306.
- [15] 野村弘平, 赤井誠生, 森川和則, 日本語版 IRI(対人反応性指標) 作成の試み, 日本心理学会第 79 回大会発表論文集, 2015

筋運動は順逆両位相の伸縮イメージと適合する A direction-specific elastic legs illusion is bi-adaptive for both stretched and contracted body-images.

岡田 莞助[†],小鷹 研理[‡] Kansuke Okada, Kenri Kodaka

[†]名古屋市立大学芸術工学研究科 Graduate School of Design and Architecture, Nagoya-City University kenrikodaka@gmail.com

概要

筆者の研究グループは、これまで展示会のレベルで、脚への筋肉負荷において、筋運動の方向とは異なる方向へと脚が伸びる映像を HMD 環境にて呈示することで、脚の伸縮感覚が誘発されるという知見を得ていた、本研究では、あらためて被験者実験を行い、特定の筋運動に対して、収縮あるいは伸張という順逆いずれの位相の視覚イメージを適用しても等しく伸縮感覚が誘導されるという結果を得たので、これを報告する.

Keywords: body transform illusion, full-body illusion, elastic legs illusion;

1. はじめに

物理空間と仮想空間の両者にまたがって複数感覚に 同期刺激を与えることで, 仮想空間内の身体やアバタ 一に体験者の身体所有感が投射されることはよく知ら れている(Full Body Illusion).このとき,所有感の変調 は、所有された身体のサイズ感をも引き込んで変調す ることが報告されている. 例えば、自分とはサイズの 異なるアバターに対して視触覚の同期刺激を与えると、 自分自身の身体のサイズ感がアバターと同化する方向 で変形する[1][2]. このサイズ感の変調は、実際に外部 空間のスケールを縮小/拡大させるとともに[1][2]、身 体のサイズに紐づけられた種々の自己イメージ(例え ば、身体満足度の変調[1]) にまで作用する. さらに、 特殊な鏡を使って手のサイズを拡大・縮小して呈示し た2つの報告[1][2]では、サイズ感の大小に対応するか たちで主観的な痛みが増減することが紹介されている. さらに、CRPS (複合性局所疼痛症候群) [2]の患者に対 して指の主観的なサイズをリアルタイムに伸縮させる システム[2]を用いた場合、伸張・収縮ともに痛みの感 覚を低減する効果が確認されている[2]. こうした報告 は、身体像を伸縮させることが身体マップの再組織化 を促進する可能性を示しており、身体像伸縮の機序を 様々な身体部位で明らかにしていくことは、神経可塑 性の見地からも非常に有用な題材を提供するものと期 待される.

我々は、以上の見地から、HMD を用いて腕や脚の伸

縮する感覚を誘発する研究を継続的に行ってきた [1][2][2].. 2019 年に発表した「Elastic Legs Illusion (以下, ELI)」[2]では、特に脚が伸縮するような錯覚を誘発さ せることを試みている. 図1に示すように、体験者は長 座体前屈の姿勢をとり、両足の裏にあてがったスタン ドを、ゴムチューブを介して手で引っ張ることで、腕 と脚にそれぞれ互いが相反する方向の力を発生させる. ゴムを引く力の大きさは、足とスタンドの間にかませ た体重計によって計測されており、この力が大きくな るほど、仮想空間に CG で表現された自分の脚が伸び ていく (muscletension-elastication correlation). 特に興味 深いのは、ここで現実の脚に力が加えられる方向は、 脚が収縮する方向であるにも関わらず, それとは逆に 脚が伸張する錯覚が引き起こされている点である(展 示のデモにおいて、75%以上の体験者が、実際に錯覚を 強く感じている). 身体に対し外的な圧力が発生すると き, 逆方向に筋肉の内的な補償作用が働く(伸張反射) という生理学的知見[2]を踏まえると、ELIにおいて、 伸張する脚のイメージに同期しているのは、外力(収縮) ではなく、内的な補償作用(伸張)の方であるという解 釈が成立する.この解釈を拡大すると、特定の筋運動 に対して, 順逆いずれの位相の視覚イメージを適用し ても、等しく伸縮感覚が誘導されることも考えられる. すなわち、現実空間における「脚を突っ張る」という運

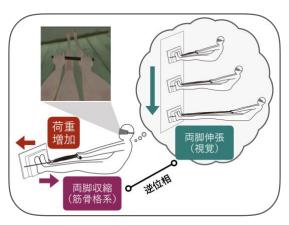


図1 Elastic Legs Illusion の機構

動は、仮想空間における「脚が伸びる映像」と「脚が縮む映像」のどちらとも同期して錯覚を誘発しうる. 本研究は、ここで挙げた仮説を、被験者実験によって具体的に検証することが目的である.

2. 実験

2.1. 手順

実験では「Elastic Legs Illusion」にて構築されたシステムを利用し、被験者がゴムを引っ張る運動姿勢として、体ごと後ろに倒れこむように引く引き方(Lean Back)か、ゴムを体へと手繰り寄せるように引く引き方(Lean Forward)の二種類の姿勢を使用する。さらに、ゴムを強く引くほど、HMDを通して、仮想空間で脚が縮む(Contraction to Contraction、以下 CC)映像か、脚が伸び

像が提示される. CE は、脚が通常の長さから 2 倍の長さまで伸びていく(伸縮変換率:1 to 2)もので、従来の「Elastic Legs Illusion」のシステムにて、既に展示会のアンケートにおいて個人差の少ない錯覚誘発を確認している. このような、脚に加えられる力の方向とは逆方向に脚が伸縮するインタラクションを本研究では「逆位相型」の変換と定義し、筋運動と同方向に伸縮するものを「順位相型」と定義する. CE に対して CC は、今回の実験で新たに追加した順位相型の変換であり、2 倍に伸びた長さから平常時の長さへと戻っていく映像(伸縮変換率:2 to 1、以下 CC1)と、平常時の長さから 1/2 に縮む映像(伸縮変換率:1 to 1/2、以下 CC2)の2つのパターンを用意する.

以上の「伸縮変換率 (3)」x「運動姿勢 (2)」による合計 6 種類の条件からなる課題を、それぞれ 2 回ずつ行

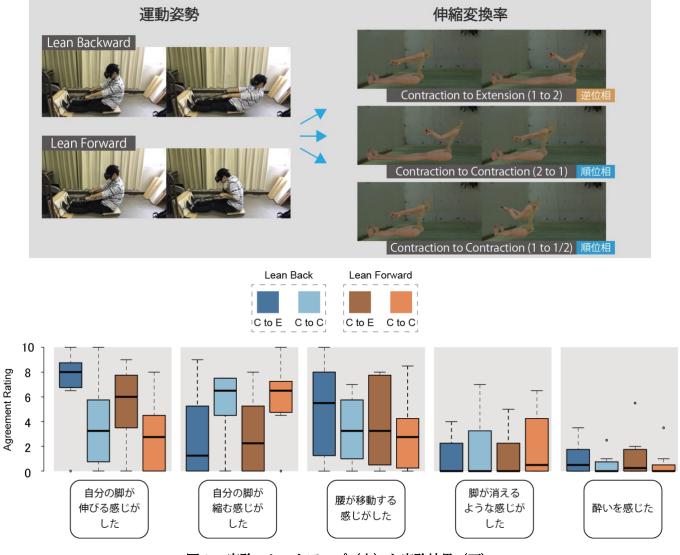


図2 実験のセットアップ(上)と実験結果(下)

る (Contraction to Extension, 以下 CE) のいずれかの映 った. 各課題においては、自由に伸縮体験をしてもら

う時間を40秒間与え、それぞれの体験後に、0(全く感じない)~10(大変強く感じた)の11段階で、「自分の脚が伸びる感じがした」「自分の脚が縮む感じがした」「自分の脚が消える感じがした」「酔った」の5項目について、紙面にて評価させた。実験には8人の学生が参加した

2.2. 結果

図2下に実験結果 (N=8) を示す. なお, 実験の分析に 先立って, 3種類の「伸縮変換率」のうち, CC1 および CC2 の効果を, 対応のある t 検定で比較したところ, い ずれの姿勢, 質問項目についても CC1 と CC2 で有意な 差は見られなかった. そのため, この2種類の CC の結 果については, どちらか評価の高い方を実測値として 採用して. 条件は CE と CC の2種類とした.

こうして得られた値について、姿勢・伸縮変換・質問 項目の三つの要因に関して被験者内分散分析を行った ところ、質問項目に関する主効果が得られた (F(4,28)=13.74, p<0.001) が、姿勢と伸縮変換率に関す る主効果は得られなかった. また, 質問項目と伸縮変 換の交互作用が有意であったため (F(4,28)=5.49, p<0.01),単純主効果検定を行ったところ、いずれの伸 縮変換率においても質問項目の単純主効果が有意であ った (p<0.001) . また、質問項目のうち 「自分の脚が伸 びる感じがした」と「自分の脚が縮む感じがした」の2 項目においてのみ伸縮変換の単純主効果が見られた (p<0.01). さらに多重比較を行った結果、伸縮に関す る2つの質問項目と、腰の移動感が、他の二つの要因と 比較して有意に高い評価を得た. これにより, 本シス テムの有する伸縮感覚への効果が示されたともに、こ の伸縮感覚の成立に「腰の前後の移動感覚」が寄与して いる可能性が示された.

3. 考察

CE (逆位相) は、「ゴムを強く引くほど脚が伸びる」という変換であり、CC (順位相) はその逆に「ゴムを強く引くほど脚が縮む」変換である。実験結果のグラフを見ると、CE については「脚が縮む感じ」よりも「脚が伸びる感じ」が強く評価され、CC のときは「脚が縮む感じ」がより強く評価されている、という当然の結果が得られた一方で、CE の「脚が伸びる感じ」の強度と CC の「脚が縮む感じ」の強度とを見比べると、同程度に強い伸縮感覚の評価が得られていることがわかる。この結果は、先に示した「特定の筋運動に対して、順逆いず

れの位相の視覚イメージを適用しても、等しく伸縮感 覚が誘導される」の仮説を支持するものである.

しかし必ずしも、CEの「縮む感じ」が弱く、CCの「伸びる感じ」が弱かったと結論付けられるわけではないことを強調しておかなければならない。どちらについても強度10と回答した被験者は見られたし、根本的に「伸びる感じ」と「縮む感じ」は同一の基準で比較できるものではないからだ。今後は、より総合的に伸縮感覚を評価できる実験系を構築する必要があるだろう。

本システムにおいて CG の脚が伸縮するとき, 仮想 空間において、足先の座標は固定されたまま、腰から 上が視点とともに前後に移動することで伸縮を表現し ている. Lean Back の姿勢かつ逆位相の伸縮のとき, 体 を後方に倒す (=ゴムを引く) ほど仮想空間での視点は 後ろに移動し、体を前に戻すと視点は前方に移動する. このとき、現実空間と仮想空間での視点の移動方向が 一致しているといえる. しかし順位相の伸縮のときは, 体を後方に倒すほど視点が前に移動する. そのような、 現実空間と仮想空間での視点移動の一致・不一致がも たらす影響を考慮して、今回の実験で新たに Lean Forward の姿勢は追加された. 直感に従うと、視点の移 動方向は一致している方がより強い伸縮感覚を得られ るのではないかと推測される.しかし、本実験におい て姿勢に関する主効果は得られず、ふたつの姿勢の間 で伸縮感覚の強度に差がないという結果が得られた. この結果は、視点の移動方向や上半身の運動形態が必 ずしも伸縮感覚に強く寄与していないことを示唆する ものである.

全体としては以上のような傾向が見られた一方で、個人レベルでは大きな偏りが確認されている。例えば「自分の脚が伸びる感じがした」について強度 0 と回答した被験者は、腰の移動感以外のすべての質問項目について 0 の強度しか示さず、腰の移動感についても 0~2程度のわずかな錯覚しか感じなかった。このように消極的な反応を示す被験者は極めて例外的なものなのか、もしくは一定の割合で見られるものなのか、現在の実験結果からは判断することができなかったため、より多くのデータを収集することが課題である。

猫文

- [1] van der Hoort, B., Guterstam, A., Ehrsson, H. H. (2011). Being Barbie: the size of one's own body determines the perceived size of the world. PloS One, 6(5), e20195.
- [2] Normand, J. M., Giannopoulos, E., Spanlang, B., Slater, M. (2011). Multisensory stimulation can induce an illusion of larger

- belly size in immersive virtual reality. PLoS ONE, 6(1).
- [3] van der Hoort, B., Ehrsson, H. H. (2014). Body ownership affects visual perception of object size by rescaling the visual representation of external space. Attention, Perception, and Psychophysics.
- [4] Van Der Hoort, B., Ehrsson, H. H. (2016). Illusions of having small or large invisible bodies influence visual perception of object size. Scientific Reports.
- [5] Preston, C., Ehrsson, H. H. (2014). Illusory changes in body size modulate body satisfaction in a way that is related to non-clinical eating disorder psychopathology. PloS One, 9(1)
- [6] Moseley, G. L., Parsons, T. J., Spence, C. (2008). Visual distortion of a limb modulates the pain and swelling evoked by movement. Current Biology: CB, 18(22), R1047-8.
- [7] Ramachandran, V. S., Brang, D., McGeoch, P. D. (2009). Size reduction using Mirror Visual Feedback (MVF) reduces phantom pain. Neurocase, 15(5), 357–60.
- [8] Lewis, J. S., Kersten, P., McCabe, C. S., McPherson, K. M., Blake, D. R. (2007). Body perception disturbance: a contribution to pain in complex regional pain syndrome (CRPS). Pain, 133(1–3), 111–9.
- [9] Newport, R., Auty, K., Carey, M., Greenfield, K., Howard, E. M., Ratcliffe, N., ... Themelis, K. (2015). Give It a Tug and Feel It Grow: Extending Body Perception Through the Universal Nature of Illusory Finger Stretching. I-Perception, 6(5)
- [10] Preston, C., Newport, R. (2011). Analgesic effects of multisensory illusions in osteoarthritis. Rheumatology (Oxford, England), 50(12), 2314–5.
- [11] 小鷹研理:「筋運動誘導型 Elastic Limb(s) Illusion に関する研究の展望」、日本人工知能学会第 33 回大会, 2019.6
- [12] 曽我部愛子, 森光洋, 小鷹研理: ぶら下がりによる自重変 化を利用した腕が伸縮する感覚の誘発, 第20回情報処理 学会シンポジウム・インタラクション 2016, 2016.3
- [13] Kodaka, K., Mori, K. (2017). Stretchar(m) makes your arms elastic. In SIGGRAPH Asia 2017 VR Showcase, SA 2017.
- [14] 安楽大輝, 森光洋, 小鷹研理: Elastic Legs Illusion 脚を長く伸ばす体操, 第 23 回情報処理学会シンポジウム・インタラクション 2019, 2019.3
- [15] 伊藤宏司:筋運動制御機構、計測と制御、Vol.25, No.2

後ろの正面だあれ:背面におけるセルフタッチ錯覚

齋藤 五大 Godai Saito

東北大学

Tohoku University godai@tohoku.ac.jp

概要

本研究では視覚入力が優位な空間である身体正面とまれな背面の多感覚的な自己身体表象を調べるために、目を閉じたまま左手で偽物の手に触れながら右手を同期して触れられると、偽の手を触れているにもかかわらず自分自身の左手で自身の右手を触れていると感じるセルフタッチ錯覚パラダイムを用いた。その結果、錯覚強度は正面で両手を交差した条件よりも背面で交差した条件で高かった。これは正面と背面における手の触覚と自己受容感覚の信頼性が異なる可能性を示す。

キーワード: セルフタッチ錯覚 (self-touch illusion), 多感覚相互作用 (multisensory interaction), 身体所有感 (feeling of body ownership)

1. はじめに

身体所有感は視覚、聴覚、触覚などの多感覚入力に 依存する。たとえば、セルフタッチ錯覚は、閉眼の参 加者が一方の手(左手)で偽物の手に触れながらもう 一方の手(右手)を実験者に触れられると、参加者は 物理的には偽の手を触れているにもかかわらず、あた かも参加者自身の左手で自身の右手を触れているよう に感じる現象である[1]。セルフタッチ錯覚のような 身体錯覚は、自己身体知覚がどのように成立するかを 検討する手段をもたらす。先行研究は、セルフタッチ 錯覚の生起には触覚と自己受容感覚だけでなく発達に 伴う自己身体に関わる視覚経験の役割が重要であるこ とを示している「2]。一般的に背面の触覚は、視覚で 確認することがほとんどできないため、視覚で確認可 能な正面よりも触覚の信頼性が高くなる可能性がある。 そこで本研究では、視覚入力が優位な空間である身体 の正面とまれな空間である背面における多感覚的な自 己身体表象を検討するためにセルフタッチ錯覚を用い た。したがって、本実験の状況では背面におけるセル フタッチ錯覚の強度は正面で生じる錯覚強度よりも増 進すると予測した。セルフタッチ錯覚の評価には質問 紙と自己受容感覚ドリフト(条件前後で参加者の指さ した手の位置の差)が用いられた。

2. 方法

参加者 大学生および大学院生 16 名 (平均年齢 21.3 歳) がそれぞれ個別に本実験に参加した。

手続 参加者は視聴覚情報が入力されないようアイマスクとホワイトノイズの呈示されるヘッドフォンを装着し、立位で本実験を受けた。参加者、実験者、偽の手は、それぞれ手の触覚表面が可能な限り同じになるように同一の手袋をつけた。卓上に置かれた参加者の右手人さし指と偽の右手人さし指の距離は常に 15 cm であった。

参加者は、身体正面あるいは背面で両手を交差ある いは非交差した姿勢で左人さし指が実験者によって偽 の右手人さし指のつけ根をタップするように動かされ ると同時に, 時間的に同期あるいは非同期に右手人さ し指のつけ根をタップされた(図1)。この触覚刺激の 呈示時間は1条件あたり約60秒であった。参加者は、 触覚刺激を呈示される前後で参加者自身の左手人さし 指を机の角に移動させられた後、その左手人さし指で 机の端を沿わせ右手人さし指があると感じる位置を指 し示すよう教示された。各条件の最後に、彼らは Ehrsson et al. [1] と Pozeg et al. [3] で用いられた 3 項 目にそれぞれ0(全くそう思わない)から6(非常に強 くそう思う)の尺度で回答した。項目 Q1 は「自分で 自分の手を触れているように感じた」というセルフタ ッチ錯覚の指標であり、他の項目 Q2 と Q3 は「もう一 つ手があるように感じた」と「手が移動したように感 じた」という統制の指標であった。各参加者は、全8 条件を無作為な順序で受けた。

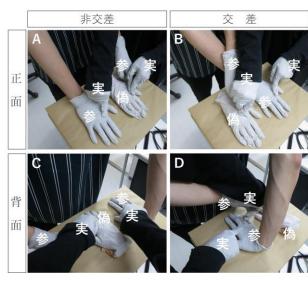
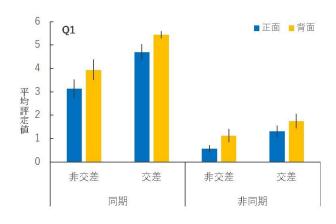


図1. 本実験における各条件の参加者の姿勢。(A) 正面非交差条件。(B) 正面交差条件。(C) 背面非交差条件(D) 背面交差条件。各図内の「実」は実験者の手、「参」は参加者の手、「偽」は偽の手をそれぞれ示す。

3. 結果

質問紙データ 図 2 は項目 Q1-3 の平均評定値を示す。項目 Q1-3 に対してそれぞれ 2 (身体の正面,背面) \times 2 (両手の交差,非交差) \times 2 (触覚刺激の同期,非同期) の 3 要因の参加者内分散分析を行った。その結果,Q1 では 3 要因全ての主効果が認められたが (all p < .01),相互作用は認められなかった (all p > .05)。 Q2 ではいずれの主効果および相互作用も認められなかった (all p > .05)。 Q3 では身体正面か背面の要因と触覚刺激の同期か非同期の要因のみで主効果が認められた (all p < .05)。





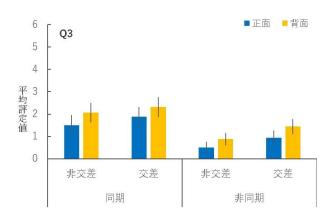


図2. Q1-3 における各条件の平均評定値。エラーバーは標準誤差を示す。

自己受容感覚ドリフト 自己受容感覚ドリフトは各条件前後に感じられた右手人さし指の位置の差分とした。図 3 は平均自己受容感覚ドリフト値を示す。質問紙データと同様に、ドリフト値に対して 3 要因の参加者内分散分析を行った。 3 要因全ての主効果が認められたが (all p < .001),相互作用は認められなかった (all p > .05)。

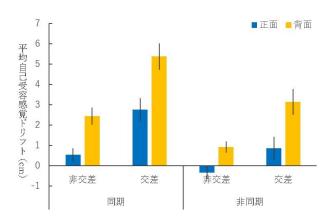


図3. 各条件の平均自己受容感覚ドリフト値。エラーバーは標準誤差を示す。0cmは実際の右手人さし指の位置を示す。値がプラスになるほど参加者の指さした位置が触覚刺激呈示後に偽の手に近づいたことを示す。

4. 考察

本研究では、背面におけるセルフタッチ錯覚の強度が正面よりも高くなることを質問紙と自己受容感覚ドリフトの両方で見出した。特にセルフタッチ錯覚の強度は、背面で両手を交差したときにより増進することが確認された。これらの結果は、通常視覚が入力されない背面の空間では正面の空間よりも本実験状況において触覚と自己受容感覚への信頼性が高まったためよりセルフタッチ錯覚が強く生じた可能性を示す。さらに各条件前に知覚された右手の位置(自己受容感覚)が身体の正面と背面で異なるどうかを確認するため3要因の分散分析を行った結果、いずれの主効果と相互作用も認められなかった(all p>.05)。したがって、不慣れな姿勢による触覚と自己受容感覚の再重みづけに起因して背面におけるセルフタッチ錯覚の促進が生じた可能性は低いと考えられる。

5. 引用文献

- Ehrsson, H. H., Holmes, N. P., & Passingham, R. E. (2005).
 Touching a rubber hand: feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas. *Journal of Neuroscience*, 25, 10564-10573.
- [2] Petkova, V. I., Zetterberg, H., & Ehrsson, H. H. (2012). Rubber hands feel touch, but not in blind individuals. *PloS One*, 7, e35912.
- [3] Pozeg, P., Rognini, G., Salomon, R., & Blanke, O. (2014). Crossing the hands increases illusory self-touch. *PloS One*, 9, e94008

日本刀の印象評価は身体感覚に左右される Swinging a Japanese sword down increases a preference for the sword

三浦 慎司[†],川合 伸幸[‡] Shinji Miura, Nobuyuki Kawai

†‡名古屋大学

Nagoya University
†miura@cog.human.nagoya-u.ac.jp, ‡kawai@is.nagoya-u.ac.jp

概要

日本刀の美や力強さの評価は「日本刀を振る」身体感覚に左右されるのだろうか.本研究では、VRで日本刀を振ってブロックを斬る/壊す課題を行った後に日本刀の評価をさせたところ、ブロックを砕いた刀よりも真っ二つに斬った刀の方が好みの評価が高くなった.このエフェクトの差は日本刀を振る映像を身体を動かさずに見たときには現れなかった.このことから、日本刀の好みの評価は刀を振った時の身体感覚と視覚の統合的な働きに左右されることが示唆された.

キーワード:身体化された認知 (embodied cognition), 美 (aesthetic) , 日本刀 (Japanese sword) , バーチャル・リアリティ (virtual reality)

1. はじめに

芸術作品の創造は、3万年以上前の洞窟壁画から現代に至るまで行われており、ときに芸術は私たちを魅了し、常に生活の一部にあり続けた。それでは、ヒトはいかにして芸術に魅了されてきたのだろうか。心理学や認知科学では、実験的手法や社会的調査によって芸術を鑑賞し、美を感じる際の知覚・認知メカニズムについて解明してきた。

近年、身体化された認知 (embodied cognition) の枠組みに基づいた研究によって、思考や言語、判断などの様々な認知活動が身体感覚によってコントロールされることが知られている [1]. たとえば、手に持ったモノの温かさによって他者をより温厚な人物であると判断したり [2]、ペンを加えさせて笑顔の表情を作ることで、無表情のときよりも漫画をより面白いと判断したりすることが分かっている [3]. しかし、芸術や美の領域の、特に視覚芸術の分野では、身体感覚が作品の評価に及ぼす効果について検討した研究はほとんど行われていない。視覚芸術の認知活動にも身体感覚の効果がみられると考えたとき、身体感覚はどのような影響を与えるのだろうか。

視覚芸術における、身体感覚と美の関連性を示した 数少ない研究の一つに、筆づかいに関する研究が行わ れている. 点描やストロークなどの絵画の筆づかいと 一致あるいは不一致の手の動きをすることで、絵画の 美的な評価が変化することを示されている[4].また、 三浦・川合(2019)は、天井画は上を向くからこそ美 や力強さの評価が高くなるのかどうかを検討した[5]. Virtual Reality (VR) で作成した部屋の天井と壁に天井 画と正面画 (壁に飾られるないし描かれている絵画) を配置して, 作品に対する主観的な印象評価を測定し た. 結果として、一部の西洋画の天井画は壁よりも天 井にあるときに美しく,力強いと評価されていた.こ のことから, 天井画には上を向くという身体状態であ るからこそ作品の認知を変容させるような視覚情報が 描かれている可能性があることが示唆された. また, 身体感覚の効果は美しさだけでなく,力強さにも及ぶ 可能性も示唆された. 天井画における身体感覚と美し さ、力強さの評価のそれぞれの関連性がどのようなメ カニズムで成り立っているのかについては現状ではほ とんどわかっていない.しかし、美術作品における身 体感覚の効果を検討するにあたって, 美しさのほかに 力強さやその他の要因の評価についても着目する必要 があると考えられる.

そこで、本研究では、作品の美や力強さに効果があると予想される対象として日本刀に着目した。日本刀は日本の代表的な美術工芸品の一つである。博物館に飾られて美の対象として鑑賞される一方で、日本刀は武器であり手にもって人や物を斬るための道具としての性質も持っている。道具は手にもって利用されるという点で身体感覚と密接に関連していることが予想される。また、刺激に伴う感覚運動情報と一致した運動をしたときは、不一致の運動をしたときよりも刺激に対する美的な評価が高くなることが知られている [4,6]。そのため、少なくとも美という観点においては、「日本刀を振る」感覚運動情報と一致した身体動作を行うことによって、評価が高くなるかもしれない。

そこで、本研究では、「日本刀を振る」という身体感覚を、日本刀を評価する前に生じさせることで、刀の評価がどのように変化するのかを検討する。それでは、「日本刀を振る」という身体感覚とはどのような感覚

なのだろうか. まずは, 重要なポイントとして, 何か持ち物を持って振るという身体動作が挙げられる. しかし, 「日本刀を振る」という感覚は身体感覚のみに基づいたものではない. 持ち物の見た目や斬った対象の見た目の変化などの視覚的な要素を含めた統合的な感覚であると考えられる. しかし, 「日本刀を振る」感覚における重要な要素が, 身体感覚なのか, それとも身体感覚と視覚情報の両方なのかについては不明である.

そのため、本実験では、身体動作および視覚情報の 両方の効果を検討する実験を行った. まず身体動作の 効果について検討するために、VR を利用して、参加者 の現実の手の動きに同期する VR 上の手を動かして日 本刀を振る条件(動作あり条件)と参加者の現実の手 の動きとは関係なく勝手に VR 上の手が動いて日本刀 を振る条件(動作なし条件)における評価の差異を比 較した. また、視覚情報の影響についても検討するた めに、日本刀をブロックに対して振った時のエフェク トを操作して,真っ二つに割れる条件(切断条件)と 日本刀が当たった部分が砕ける条件(破壊条件)の比 較をした. 真っ二つに割れる条件は日本刀を振った時 の典型的なエフェクトである一方で、当たった部分が 砕ける条件はバットのような鈍器が当たった時のエフ ェクトを想定している. もし、「日本刀を振る」感覚の うち身体動作だけが重要なのであれば、エフェクトに かかわらず動作あり条件では無し条件よりも評価が高 くなることが予想される. また, 身体感覚と視覚情報 の両方が重要なのであれば、動作あり条件において切 断エフェクトが生じた方が,破壊エフェクトよりも評 価が高くなることが予想される. 見た目 (エフェクト) だけが重要であるなら、動作にかかわらず切断条件の ほうが破壊条件より評価が高まると予想される.

2. 方法

実験デザイン 独立変数は、身体動作(あり・なし)とエフェクト(切断・破壊)の2要因参加者内計画であった。従属変数には、日本刀の好み(好き一嫌い)、美しさ(美しい一美しくない)、強さ(強い一弱い)、切れ味のよさ(切れ味が良い一切れ味が悪い)の4項目についてどのように感じたのか、6件法で主観的な評価を測定した。

実験参加者 名古屋大学の大学生 26 名 (男性 14 名, 女

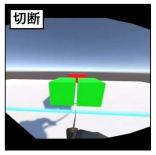
性 12 名, 平均年齢 19.81 歳) を実験参加者とした(学会当日までに計 32 名分のデータを取得する予定である). 全員美術の専門的な教育は受けていなかった.

<u>実験装置</u> VR デバイスとして HTC Vive (HTC & Valve Corporation) を使用した. VR の画面解像度は 2160 (1080×2)×1200 であった. 頭部のトラッキングはヘッドマウントディスプレイを利用し,手および道具のトラッキングには Vive Tracker を利用した. 現実世界で振るものとして実際の日本刀とほぼ同じ重さであるアルミ棒 (長さ50 cm,直径3 cm,重さ1 kg) を用いた. また,刺激を提示するモニターには,縦32.6 cm,横52.4 cmの24型ディスプレイ (ColorEdge CG245W, EIZO)を使用した. 画面解像度は,1920×1080 であった.

刺激と仮想空間 仮想空間は、ゲームエンジン Unity によって作成した. 刺激観察および日本刀を振る運動 課題で使用した日本刀は、日本刀の 3D モデルのデー タ (katana/Japanese sword, Bunnopen) を利用した (図 1). 刺激に利用した日本刀の種類は打刀と太刀の2種類で あり、刺激数は計4本であった.刺激はUnity内で刀の 3D モデルをビデオ撮影するカメラを移動させながら 録画することによって、全体でも部分でも刀を閲覧で きるような動画を作成した. 動画時間は約50秒であっ た. 動画は VR を表示するヘッドマウント・ディスプレ イではなく、24型ディスプレイにおいて観察され、刺 激の観察距離は80 cm であった. 運動課題に用いた仮 想空間は,実験参加者の正面に提示される縦一列に並 んだ10個のブロックによって構成されていた.ブロッ クは順次前進し、日本刀の間合いに入った. ブロック は,ブロック上部の中心付近に日本刀が接触した後に, 0.5 秒以内にブロック下部の中心付近に接触すると,ブ ロックが真っ二つに割れる(切断)あるいは刀が当た



図1 実験に使用した日本刀の3Dモデルの例



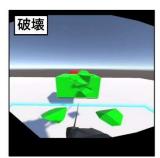


図2 各条件のエフェクト

った部分が砕ける(破壊)エフェクトが生じるように設定されていた(図 2). また,ブロックを斬る/壊すと,次に斬る/壊すブロックの前に自動的に近づくようになっていた.

手続き 実験は身体動作とエフェクトのそれぞれの水 準を1回ずつ行ったため、試行数は全部で4回であっ た. 各条件の順番はカウンターバランスを取って行わ れた. 4 種類の刺激はそれぞれの水準で提示され、提示 順序はラテン方格法により参加者ごとにカウンターバ ランスを取った. 1 試行の流れは、HMD を装着して VR 内で日本刀を振る課題を行った後に、HMD を取り外し てモニターの前に座って日本刀を鑑賞・評価する, と いう 2 段階で構成されていた. 日本刀を振る課題にお ける動作あり条件では、VRで日本刀(現実世界ではア ルミ棒)を持って縦に刀を振ってブロックを10個斬る /壊すように要求した.一方で、動作無し条件では、参 加者が立っているときに、事前に実験者が記録した日 本刀を振った際の手と日本刀の動きのアニメーション を再生した. 教示の際には、実験者が参加者のVR上の 手を勝手に動かして日本刀を振り 10 個のブロックを 斬る/壊しているのを立って見ているようにと要求し た. なお、本実験の前に、鑑賞・評価フェーズのみ1回 だけ練習を行った.

3. 結果

各指標に対して身体動作(あり/なし)×エフェクト (切断/破壊)の2要因参加者内計画で分散分析を行 った. その結果、エフェクトの主効果が、美しさ (F(1, 25) = 5.58, p < .05), $\not H \Rightarrow (F(1, 25) = 11.17, <math>p < .01$), 強さ (F(1,25) = 22.79, p < .01), 切れ味のよさ (F(1, 25) = 22.79, p < .01)25) = 117.19, p < .01) の評価で有意であった. また, 身 体動作×エフェクトの交互作用が有意であったのは、 好みの評価のみであった (F(1,25) = 5.30, p < .05). 多 重比較を行ったところ,動作あり条件では,切断エフ ェクトが生じる刀の方が、破壊エフェクトが生じる刀 よりも好まれることが分かった(p < .01).この効果は 動作無し条件では認められなかった. また, 切断エフ ェクトが生じる刀は、動作あり条件の方が動作無し条 件よりも好まれることが分かった (p < .05). 身体動作 の主効果についてはいずれの評価も有意差は認められ なかった、図3に各条件の評価について、指標ごとに 算出した平均値および標準誤差を掲載した図を示す.

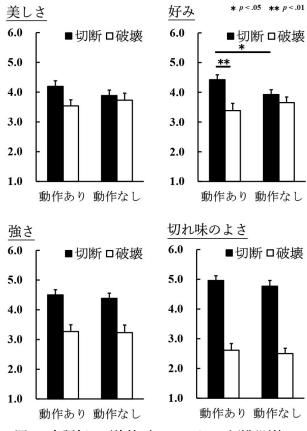


図3 各評価の平均値(エラーバーは標準誤差)

4. 考察

本実験では、身体動作の効果は好みの評価において のみ認められた. 自身が身体を動かして刀を振ったと き、ブロックを切断する刀の方がブロックを砕く刀よ りも好まれるということが示された.一方で,このエ フェクトの差は VR 上の手が動いて刀を振る様子を観 察したときには見られなかった. これらの結果は、日 本刀の好みの評価は「日本刀を振る」ときの身体感覚 と視覚の統合的な感覚の効果を受けることを示唆して いる. 身体感覚に基づいて好みが高くなった原因は, 筆づかい[4] や仮現運動をする円刺激[6] を用いた 実験と同様, 刺激に伴う運動情報と一致した運動を行 ったため,不一致の時よりもより流暢に処理されて好 みが高くなったと考えられる.しかし、本実験では、身 体動作の操作はありかなしかであったため、身体感覚 の効果が、「日本刀を振る」ための典型的な動作であ る縦振りを行ったことの効果なのか身体を動かすこと そのものの効果なのかについては分からない. そのた め、必ずしも先行研究と同様のメカニズムで好みの変 化が生じたとも限らない. そこで, 今後の課題として, 縦振りの動作だけではなく、バットやゴルフのスイン グ動作など日本刀ではあまり行われないような動作の 効果を検討する必要があると考えられる。また、動作 やエフェクトの効果が、評価対象が日本刀のときに限 定した効果であるのかどうかも不明である。日本刀以 外の道具を利用するときの動作をさせるだけなく、評 価対象を日本刀以外の道具にした実験もする必要があ るだろう。

本研究では、好みの評価においては身体感覚とエフ ェクトのインタラクションが認められた一方で、美し さにおいては見られなかった. なぜ好みでは効果があ り、美しさでは無かったのだろうか. 可能性の一つと して, 美しさは対象の造形に基づいた客観的な判断と しての要素が好ましさの評価よりも強く, 視覚以外の 要素に基づいた評価が行われにくかったことが挙げら れる. つまり, 仮に身体感覚の効果によって, 情動的に ポジティブに感じていたとしても, 刀の造形のよさと はまた別物であるから、評価に入れなかったのではな いだろうか. また, 強さおよび切れ味のよさにおいて も、身体感覚の効果は認められなかった. 切断条件に おける強さの平均値は 4.44、切れ味のよさの平均値は 4.87 であったことから、特に切れ味においては天井効 果が起こっていた可能性がある. 強さや切れ味のよさ の評価に関しては、より選択肢数を増やすことで身体 感覚の効果が生じるかもしれない.

また、本実験では、いずれの評価においても、身体動作に関係なく、切断エフェクトが生じる刀は破壊エフェクトが生じる刀よりも評価が高くなることが示された。切れ味および強さの評価は、図 3 よりエフェクト間で大差があったことから、大部分がエフェクトの効果によって左右されていたと考えられる。また、好みや美しさについても切断エフェクトの方が破壊エフェクトよりも評価が高いことが示された。しかし、この効果が切断エフェクトそのものへの好みなのか、「日本刀を振る」際の典型的なエフェクトを再現したことによる好みへの効果なのかは分からない。身体動作についての効果と同様、別の道具との比較をして、明らかにする必要がある。

また、今後の課題として、より顕著な身体感覚の効果が得られるよう、居合道経験者を対象にした実験を行う必要性があると考えられる。刺激に伴う感覚運動情報と一致した行為をすることによる好みの変化は、刺激と身体感覚の間に強い結びつきがあることが前提として必要である。ところが、本実験の参加者は実際

に刀を振った経験がないため、縦振りという動作や切断のエフェクトが刀の典型的な身体動作として知覚されにくかったかもしれない. しかし、居合道経験者であれば、刀に対して実際に振った時の感覚が強固に結びついていると考えられることから、本実験の参加者のような刀を振った経験がない参加者よりも強い効果が期待できるかもしれない.

5. 引用文献

- [1] Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, *59*, 617-645.
- [2] Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth. *Science*, *322*, 606-607.
- [3] Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A nonobstrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 768-777.
- [4] Leder, H., Bär, S., & Topolinski, S. (2012). Covert painting simulations influence aesthetic appreciation of artworks. *Psychological Science*, *23*, 1479–1481.
- [5] 三浦慎司・川合伸幸(2019). 空間的配置が美術作品の印象評価に及ぼす影響認知科学、26,179-183.
- [6] Topolinski, S. (2010). Moving the eye of the beholder: Motor components in vision determine aesthetic preference. *Psychological Science*, *21*, 1220–1224.

趣味の継続を支える社会—技術的アレンジメントをめぐって On the socio-technological arrangements which support continuing hobbies

青山 征彦 Masahiko AOYAMA

成城大学 社会イノベーション学部 Faculty of Social Innovation, Seijo University aoyama@seijo.ac.jp

概要

ハンドメイドなどの趣味を題材に、どのようにして 趣味が継続されているかをインタヴュー調査によって 検討した。その結果、母親が同じ趣味に参入したり、 母親近い趣味を楽しんでいたりするなど、母親との関 係が趣味の継続に影響しているのではないかと考えら れた。趣味は、主体に内在するエージェンシーによっ て維持されているというよりも、主体を下支えする社 会一技術的アレンジメントによって可能になっている と言える。

キーワード: 趣味、ハンドメイド、社会一技術的アレンジメント

1. 目的

これまでの心理学や認知科学における学習研究では、 教室での学びが議論されることがほとんどで、それ以 外の学習としては、わずかに仕事場の学習(上野,1999) についての研究が見られるくらいであった。そのため、 教室や仕事場ではない生活文脈での学びについては、 歌や舞踊に関する熟達研究(生田,2007)や、サブカル チャーにおける実践の研究(岡部,2008)がわずかにあ る程度で、ほとんど研究されていないと言って過言で はない状況である。

そこで、本発表では、教室でも仕事場でもない生活 文脈での学びとして、趣味に注目する。生活文脈にお ける学びの研究、特に趣味における学びの研究は、教 室、仕事場に続く、第3の学習研究になる可能性を十 分に持っている。趣味における学びには、誰にも頼ま れていないのにも関わらず自発的になされること、長 期にわたって継続されることといった点が、教室や仕 事場の学びとは異なっている。本発表では、こうした 趣味における学びの特徴を明らかにすることで、自発 的かつ継続的に学びつつ、実践を継続するためにはど のような仕組みが必要なのか、インタヴュー調査によ り探索的に検討した。

これまでの認知科学会における発表(青山, 2017, 2018)では、(1)100円ショップや手芸専門店で必要な

材料が入手できる、(2) YouTube などの動画共有サイトで解説動画を利用できる、(3)SNS に投稿された画像を見たり、ハンドメイド作品を扱う店に通ったりすることで、他者の作品に継続的にふれている、といった下支えが、趣味の継続的な実践を支えているのではないかという見方を提示してきた。今回の発表では、これまでに指摘していない側面である家族との関係について、インタヴュー調査をもとに検討する。

2. 方法

すでに青山(2017,2018)で発表しているものとは別に、以下の3件のインタヴュー調査を実施した。今回の発表では、主にハンドメイド系の趣味を継続しているNさん、Hさんについて報告するが、Rさんのインタヴューについても補足的に参照する。

Nさん 大学生 女性 アクセサリー制作について 以前の発表でもインタヴューを行っているが、 追加の調査を実施した。

Hさん 大学生 女性 レジンアクセサリー制作について

Rさん 大学生 女性 劇団四季の俳優の追っかけに ついて

3. 結果と考察

(1) 制作のきっかけとしての価格

作品を制作するきっかけについては、昨年の発表 (青山,2018)でも採りあげたが、SNSや店頭で見た作 品がきっかけになることが少なくない。インフォマン トから繰り返し述べられるのは、作品が高価なために 自作するというエピソードである。

例えば、Hさんは以下のように述べている。Nさんも以前のインタヴューで同様の発言をしている。

H: (ハンドメイドのショップの作品は)高い。めっちゃ高い。めっちゃ高いし、なんかこういうのでも、本当になんか3000円4000円とかするじゃないですか。 一しますします。

H:作れるんじゃないって思い始めて、やっぱそこ から。

―やっぱりあの、作り始めてから、作れるんじゃない?という感じになりました?

H: そうです、そうです。はい。これ全然頑張れば 作れるよね?って思い始めて。

ただし、自分ではうまく再現できないこともある。 Nさんはこうした場合、ふだんなら自作する金額であっても購入している。

N: ビジューのパーツを、なんか自分で作ると、取れちゃうんですよね。前に作ったことがあるんですけど。

一見せて見せて

N:固定するのが難しくて。

(略) あんまり得意じゃなくて、自分で作るのが ーふーん。

N: だったら、もうこれは作れないなと思って。そ んなに値段も高くないんで

ーうん。

N: 千いくらとかだから

このように考えると、作品に触れることだけでなく、 価格が高いことも自作を促す重要な要素であることが 見えてくる。このことも、趣味の実践を継続しやすく する要因と考えられる。

(2) 母親の趣味の影響

また、今回のインタヴュー結果からは、母親の趣味がインフォマントの実践に影響を与えたり、インフォマントの趣味を母親も楽しんだりすることで、趣味が継続されやすくなる可能性が指摘できるように思われる。今回の発表では、この点を中心に検討する。

例えば、Hさんは、母親がハンドメイドをしていたことがきっかけとなって、自身が制作するようになったと語っている。逆に自分の趣味に母親があとから参入したという発言も、Nさん、Rさんから得られており、母親との関係は趣味に少なからぬ影響を与えていることがわかる。

H:なんか、母が、もともとなんか、すごい、こういうハンドメイドとか、細かいものを作るのが好きで。で、もう最初からもう材料が揃ってたんですよ。母が全部こういうのとかも、最初に母がやりだして、

一ふーーん。

H:で、なんかもう本当になんていうのかな、もういろんなものに手出しすぎて、いろんなものが揃ってて、で、なんか、レジンもやりたいってなって買ったらしく、で、やる?ってなって。やりたーい!ってなって。ハマった?っていう。

Hさんは、手芸専門店(以下では喜和製作所)を見かけると母親に連絡すると語っている。Nさんも、以前のインタヴューで母親と共同でパーツを購入したと語っていることから、母娘が連携して買い物をすることも、趣味の実践を支えているのではないかと考えられる。ハンドメイド系の趣味ではないが、Rさんはいっしょに観劇をしていた母親も追っかけをするようになったと述べていて、母親という味方をつけることで、趣味の実践が継続しやすくなっている面もあるのかもしれない。

H: 一緒にじゃなくて、なんか貴和があったら、とりあえずお母さんに LINE して、欲しいものある?っていって、

一あははははっ

H: ふふふふっ

一貴和があったら LINE。

H: そう、とりあえず LINE して、

一あはははははつ。

H: あ、なんとか買ってきて一みたいになって、で、 ついでに私のも買うみたいな。

―その時点ではお母さんもハマってるの?

M: いや、全然、

一あじゃあ、M さんが、

M:はい

一どハマリしてから、

(略)

M: 本当に、言われましたなんか、「いやーもう、本 当 M がいなかったら、こんなハマってないよ」って すでに認知科学会で発表した内容 (青山, 2017, 2018) とあわせて考察するならば、趣味の実践は、何かを作りたいという強い内発的動機づけをもとに生じるというよりは、100 円ショップ、手芸専門店が提供するリソースと YouTube 等の動画が提供するノウハウが結び付いて可能になることであり、SNS に投稿されてくる作品の画像や販売店で見かけた作品、母親と趣味を共有することがそうした実践を支えているように思われる。アクターネットワーク理論(例えばラトゥール, 2019)のアイデアを援用するならば、趣味は、主体に内在するエージェンシーの発露というよりは、こうした主体を下支えする社会一技術的アレンジメントによって可能になっていると言える。

引用文献

- 青山征彦(2018) .継続的な実践を支える文脈: 趣味の アクセサリー制作を例に. 日本認知科学会第35回 大会 大会発表論文集, p.599-601.
- 青山征彦(2017).趣味への参入をめぐってーレジンア クセサリー制作における野火的活動の実際. 日本 認知科学会第 34 回大会 大会発表論文集, p.995-998.
- 生田久美子 (2007). 「わざ」から知る. 東京大学出版 会.
- ラトゥール, B., 伊藤嘉高(訳)(2019). 社会的なものを組み直す: アクターネットワーク理論入門. 法政大学出版局.
- 岡部大介 (2008). 腐女子のアイデンティティ・ゲーム: アイデンティティの可視/不可視をめぐって. 認知 科学 15(4), 671-681.
- 上野直樹 (1999). 仕事のなかでの学習. 東京大学出版会.

多感覚的で文脈依存的な概念表象に関する fMRI 研究 An fMRI study on multi-sensory and context-dependent representations of concept.

栗津 俊二¹,松香 敏彦²,小田切 史士³,鈴木 宏昭³,岡田 浩之⁴,松田哲也⁴ Shunji Awazu, Toshihiko Matsuka, Hitoshi Odagiri, Hiroaki Suzuki, Hiroyuki Okada, Tetsuya Matsuda

¹実践女子大学,²千葉大学,³青山学院学大学,⁴玉川大学 Jissen Women's University, Chiba University, Aoyama Gakuin University, Tamagawa University Awazu-shunji@jissen.ac.jp

概要

概念の神経表象が課題文脈によって変化するか検討するため、f MRI 実験を行った。同じ単語刺激を提示して4つの判断課題で脳活動を比較した。食物の色、形、カテゴリー、食べ方(行為)に関する判断を比較したところ、左 IPL と左 ITL の活性化程度が課題によって異なった。この結果は、同一の概念でも、文脈によって神経表象が異なる可能性を示している。

キーワード: 身体性、意味、概念処理、f MRI、文脈依存性、マルチモーダル

1 目的

本研究の最終目標は、ヒトが言語理解や言語的思考を行うさいに、その意味内容がどのように表象され、表象が変化するかを、脳活動として理解することである。概念に関する研究は古くからあるが、認知科学における主要な論点として、1)概念が身体感覚から独立した非感性的情報かという問題と、2)概念が文脈に影響されない安定的なものかという問題がある。現在では、概念を感性情報から独立した不変的なものと考える古典的概念観は消えつつあり、どの程度感性情報が必要なのか、感性情報をどのように統合しているのか、不変的要素が全くないのか、などが議論の焦点となっている。

本研究では、同じ概念の処理時に活性化する神経部位が、文脈によって変化するかどうかを検証する。

2 方法

<刺激> 果物や野菜の名前 24 個を正刺激とし、標準 語アクセントの女性音声で提示した。また、それぞれを 逆再生した音声を統制刺激とした。

これらの刺激について、本実験に参加しない協力者 42 名に、1) 調理したり摂取した経験の程度、2) 野菜 か果物か、3) 形が丸いかどうか、4) 皮をむいて食べる か、5) 実物をイメージしやすいかどう、6) イメージ時 に視覚的特徴を想起するか、7) イメージ時に嗅覚的特 徴を想起するか、8) イメージ時に聴覚的特徴を想起するか、9) イメージ時に味覚的特徴を想起するか、10) イメージできる動作があるかを、それぞれ 5 段階で評定させた。

<装置>

玉川大学脳科学研究所設置の f MRI 装置(Siemens Healthcare, MAGNETOM Trio 3T)を使用した。EPI 画像の撮像パラメータは、TR2500、TE=25、FA90、FOV192mm、3×3×3mm voxel、ギャップ 0.45mm(15%)、44 スライス、マルチバンドファクター1 であった。 f MRI 内のヘッドセットから音声刺激を提示し、プロジェクターから視覚刺激を提示した。また、実験協力者の反応を取得するため、左手に 2 つのボタンのあるパッドを持たせた。実験刺激の制御や反応の記録は E-Prime 2.0 Professional(Psychology Softwar Tools)を使用した。

<実験協力者>

26名の大学生が参加した。

<手続き>

果物か野菜の名前を日本語単語として提示し、対象物の感覚特性と、階層関係について判断させ、脳活動を記録した。実験は、概念判断課題とローカライザー課題から構成された。

概念判断課題は、各34秒のブロックデザインで行い、計32 ブロックを2 セッションに分けて実施した。各ブロックでは、まず課題を2 秒間視覚提示した。「まるい?」「みどり?」「やさい?」「むく?」という4種の課題指示のいずれかを、文字で提示した。「まるい?」は音声提示された食物が丸い形かどうかを、「みどり?」は緑色かどうかを、「やさい?」は野菜かどうかを、「むく?」は食べるときに皮をむいて食べるものかどうかを、判断させた。課題指示が消えた直後から、4秒に1つずつ音声が6連続で提示された。参加者は音声が流れるごとに、その食物が各課題にあてはまるかどうかを判断し、yes なら左手人差し指のボタンを、No なら

中指のボタンを押して回答した。6つの食物名が提示されると、8秒間の無音となった。これを4種の課題それぞれに対して4ブロックずつ実施した。別の16ブロックでは、4種の課題指示画面のいずれかの後、逆再生単語が6連続で提示された。実験協力者は、逆再生単語がながれるたびに、両方のボタンを同時に押した。

ローカライザー課題は、実際の知覚運動活動に関連する脳領域を確定するためにおこなった。色判断、形態判断、実行為に関するローカライザー課題を実施した。各課題は、25秒間のブロックデザインを5回繰り返した。色判断課題では、前半12.5秒間は2.5秒に1つずつ色のついた刺激図形が提示され、緑色かどうかを判断して左手ボタン押しで反応させた。後半12.5秒間は安静状態とした。形状判断課題では黒色図形を提示し、丸いかどうかを判断して左手ボタン押しで反応させた。実行為課題では、前半12.5秒間に2.5秒に一度ずつ黒色四角形が提示され、両手でベッドをたたき続けるように求めた。

fMRI 装置内での実験終了後、概念判断課題での自身の回答について、質問紙で尋ねた。質問項目は、1)全般的にみて今回の実験課題にうまく答えられたか、2)ボタンは間違えずに押せたか、3)音声が聞き取れたが、4)特にできていないセッションや音声(あれば)、5)「まるい?」に答えるときそのものの形を視覚的なイメージとして想像したか、6)「みどり?」に答えるときそのものの色を視覚的なイメージとして想像したか、7)「むく?」に答えるとき、そのものの皮をむいたり調理するときの手の動きを想像したか、8)「やさい?」に答えるとき、そのものの色や形を視覚的なイメージとして想像したか、であり、全て4段階で回答させた。このうち、質問項目5から8は、概念判断課題時に知覚運動的なイメージを想起いた程度であるため、合算してイメージ想起度とした。

また、それぞれの食物について、1) 食べたり調理した経験があるか、2) 野菜かどうか、3) 形が丸いか、4) 皮をむいて食るか、5) 緑色か、を5段階で答えさせた。 <分析方法>

反応時間の分析には、IBM-SPSS を使用した。脳機能画像の分析は、Matlab2017 b 上で、SPM12 およびAutomated Anatomical Labeling (AAL)を使用した。

標準的な preprocessing ののち、概念判断課題とローカライザー課題にわけて、ともにイベントデザインで、Levell 分析を行った。概念判断課題、ローカライザー課題のうち色判断課題と形態判断課題では、各刺激の

オンセットから、参加者がボタン押しするまでの間の 脳活動を分析対象とした。実行為課題では、各刺激オンセットから 2.5 秒間を 1 つのイベントとして分析した。 概念判断課題のデザインマトリックスは、4 つの概念判断を第1要因、正刺激と統制刺激を第2要因とする繰り返しのある2要因である。ローカライザー課題のデザインマトリックスは、各課題を1つの要因として、繰り返しのある1要因である。Level2分析では、概念判断課題では繰り返しのある2要因分散分析を、ローカライザー課題では一要因の繰り返しのある分散分析を行った。

3 結果

3.1 反応時間

課題別の平均反応時間を図 1 に示す。繰り返しのある分散分析を行ったところ、課題の主効果が有意であった[F(3,57)=15.46, p<.01]。

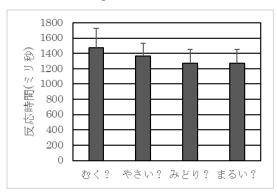


図1 課題条件ごとの平均反応時間

条件間の対比検定を有意水準5%で行ったところ、最も平均反応時間の長い「むく」は、他の3条件いずれもとも有意差があった。最も反応時間の短い「まるい」は、「むく」「やさい」と有意差があり、「みどり」とは有意差がなかったが、カテゴリー判断と比べて、行為判断の反応時間は長く、視覚的特徴の反応時間は短くなっているといえる。反応時間に有意差があることから、同じ刺激を提示していても、判断する属性の違いによって、認知処理が異なると考えられる。

3.2.脳機能画像

26 名の実験協力者のうち、1 名は実験時のヘッドモーションが 10mm 以上あったため、また別の1名は実験全体のボタン押し反応が総試行数の75%以下であっ

たため、分析から除外した。そのため、以下に示すのは 24名の分析結果である。

3.2.1. 概念判断課題

概念判断課題(4種)×音声(正・逆再生)の2要因分散分析をおこない、課題ごとに実験刺激(正再生単語)と統制刺激(逆再生単語)の脳活動部位を比較した。

刺激による主効果は、左半球を中心に広い分野で見られたため、割愛する。主効果が5%水準で有意なボクセルのうち、正刺激を聞く際に強い活性化が見られた領域と、統制刺激を聞く際に強い活性化が見られた領域を表1に示す。なお、すべてクラスターレベル、ボクセルレベルともにFWE修正済みの5%水準で有意であり、かつボクセル数5以上の有意な箇所のみ示す。

統制刺激において側頭葉、特に側頭葉前部(ATL)を含む側頭極(Temporal pole)の活動が大きかった。したがって、正刺激に対する反応を、統制刺激をベースラインとして概念判断課題間で比較するさい、側頭葉前部を比較するのは困難である。

表 1 概念判断課題における刺激の効果

刺激	部位	クラスタ		MNI座標			
**1/6X	各クラスターの10%以上	ーサイズ	Χ	Υ	Z	T値	
	Frontal_Inf_Tri_L		-40	20	24	11.9	
	Precentral_L	9693	-46	12	30	11.6	
	Frontal_Mid_2_L		-42	28	16	11.5	
	Supp_Motor_Area_L		-4	16	50	11.1	
Œ	Frontal_Sup_Medial_L	1813	-8	26	32	7.7	
	Cingulate_Mid_R		10	26	32	7.2	
刺	Parietal_Inf_L		-30	-62	38	9.8	
激	Parietal_Sup_L	2292	-30	-72	52	8.2	
>	Occipital_Mid_L		-36	-58	48	8.2	
統	Temporal_Inf_L	327	-48	-54	-10	9.1	
制			-22	-22	-6	6.9	
刺	Hippocampus_L	354	-24	-34	6	6.4	
激			-28	-30	0	6	
	Frontal_Inf_Tri_R	75	40	32	30		
	Frontal_Mid_2_R	75	48			5.7	
	Precentral_R	88	28	-4	46	5.6	
	Hippocampus_R	21	28	-28	-4	5.1	
	Temporal_Sup_L	343	ΕA	1	-2	6.7	
	Rolandic_Oper_L		-54	-4		6.7	
	Temporal_Mid_L	8	-58	-66	4	5.2	
	Temporal_Sup_R		60	4	-2	5.7	
統	Temporal_Pole_Sup_R	313	64	-6	2	5.6	
制	Rolandic_Oper_R		64	-8	-10	4.7	
刺刺	Temporal_Sup_L	50	-66	-24	16	5.5	
激	SupraMarginal_L		-00	-24	10	5.5	
/EX >	Occipital_Mid_L	23	-46	-80	4	5.4	
Œ	Occipital_iviid_L		-40	-86	10	5.1	
刺刺	Olfactory_R	58					
	Frontal_Med_Orb_R		4	20	-8	5.4	
激	Olfactory_L						
	Rectus_R	77	_	4.0	1.4	F.0	
	Frontal_Med_Orb_R		4	46	-14	5.2	
	Temporal_Mid_R	28	58	-60	10	5.1	
	Temporal_Mid_R	8	64	-50	6	4.8	
	I .		1				

次に、課題によって刺激による効果がどう違うか検討した。刺激の主効果が 5%水準で有意な領域の中で、正刺激を聞く際に強い活性化が見られた領域を課題別に示す(表 2)。なお、クラスターレベル、ボクセルレベルともに FWE 修正済みの 5%水準で有意、かつクラスターサイズ 10 以上の箇所のみ示す。

表 2 概念判断課題における課題別の活動部位

課	部位	クラスタ		ANI座標	E	
題	各クラスターの10%以上	ーサイズ	X	Y	Z	T値
	Frontal_Inf_Tri_L	,	-42	14	28	6.1
	Precentral_L	472	12	- 1		0.1
	Frontal_Inf_Oper_L		-48	36	24	5.5
形	Supp_Motor_Area_L	57	-6	18	44	5.1
態判	Parietal_Inf_L		-30	-72	50	5.3
断	Parietal_Sup_L	146				
-	Occipital_Mid_L		-28	-62	38	5.2
	Temporal_Inf_L	28	-46	-56	-10	5.3
	Occipital_Inf_L	20	70	30	10	5.5
	Frontal_Inf_Tri_L		-40	28	16	6.7
	Frontal_Inf_Oper_L	1198	-52	16	32	6.7
	Precentral_L		-50	28	24	6.7
	Caudate_L	15	-24	20	6	4.8
	Supp_Motor_Area_L	124	-4	14	52	5.5
	Frontal_Sup_Medial_L	124	-6	22	44	5.2
	Parietal_Inf_L	76	-30	-62	38	5.3
色判	Occipital_Mid_L	15	-36	-58	50	4.7
断	Angular_L	10	-30	-30	30	4.1
14/1	Temporal_Inf_L	11	-48	-52	-10	4.9
	Frontal_Inf_Tri_R	12	48	32	30	5.1
	Frontal_Mid_2_R		40	32	30	5.1
	Caudate L	31	-10	10	6	5.3
	Caddate_L	30	-14	0	16	5.1
	Caudate R	23	12	12	10	4.9
	Caddate_It	10	18	-2	20	4.8
	Frontal_Inf_Tri_L	397	-40	32	10	5.8
行	Frontal_Inf_Oper_L		-46	10	30	5.2
為		83	-40	20	24	5 5.6
判	Supp_Motor_Area_L Temporal Inf L	37	-6 -50	-54	-10	5.4
断	Thalamus L	38	-6	-6	2	5.4
	Caudate_L	36	-14	6	16	4.9
		1552	-40	20	22	7
	Frontal_Inf_Tri_L		-44	30	14	6
+	Frontal_Inf_Oper_L		-26	24	-4	5.6
カテ	Supp_Motor_Area_L	260	c	16	50	6.4
ゴ	Frontal_Sup_Medial_	269	-6	10	00	0.4
IJ	Parietal_Inf_L	180	-30	-62	38	5.9
判	Occipital_Mid_L					
断	Caudate_L	296	-12	12	16	5.9
-	Thalamus_L		-12 -6	-22	18 12	5.7 5.1
	Caudate R	14	-6 14	2	18	4.9
	odudate_IN	14	14		10	4.3

正刺激に対して、全課題共通で有意に強い活性化が 見られるのは、左下前頭回三角部(IFGtri)から左中心 前回下部(Prcentral)にかけた領域と、左補足運動野 (SMA)であった。形態判断課題では、左下前頭回(IFG) のより広い範囲と、左下側頭葉(ITL)、左下頭頂葉(IPL) から中後頭葉(MOG)にかけた領域が加わった。色判 断課題でも類似した活動が見られ、さらに右前頭葉や 尾状核(Caudate)にも活動が見られた。行為判断課題 では同様に ITL の活動が見られたが、IPL は統制課題 と差異が無かった。また、視床(Thalamus)に活動が見 られた。カテゴリー判断では、IFG に強い活性化が見ら れ、MOG でも活性化が見られた。しかし ITL では統制 刺激と有意な差異がなかった。また Thalamus に活動が 見られた。

つまり、形状、色、行為という知覚運動的な属性判断をする課題では左 ITL に強い活性化が見られ、カテゴリー判断課題および色と形という視覚的特徴に関する判断課題では左 IPL から左 MOG にかけて活性化が見られた。カテゴリー判断課題と行為判断課題では、Thalamus に活動が見られたことも特徴である。

3.2.2. ローカライザー課題と概念判断課題

3つのローカライザー課題で測定した現実の知覚 運動活動に関する領域と、概念判断課題で活性化し た領域とを比較した。

表3に両課題で重複して、クラスターレベル、ボクセルレベルともにFWE修正済みの5%水準で有意に活性化した部位のみ示す。全ての課題において、左SMAの活性化領域が重複した。また行為判断、色判断、形態判断という知覚属性に関する概念判断課題では、左ITLに活性化が見られた。

課	部位	クラスタ	MNI座標			T値
題	리기자	ーサイズ	Х	Υ	Z	1 1100
形態判断	Supp_Motor_Area_L	16	-6	18	46	5
カタ思・中国的	Temporal_Inf_L	27	-46	-56	-10	5.3
色判断	Supp_Motor_Area_L	16	-6	16	50	5.3
	Temporal_Inf_L	4	-48	-54	-10	4.8
行為判断	Supp_Motor_Area_L	17	-6	16	48	5.6
	Temporal_Inf_L	23	-50	-54	-10	5.4
カテゴリ 判断	Supp_Motor_Area_L	30	-6	16	50	6.4

表3 ローカライザー課題と概念判断課題の重複

4 考察

本研究は、野菜と果物という同じ言語刺激に対して、その形態、色、カテゴリー、行為という属性について判断させ、そのさいの脳活動を比較したものである。 全課題に共通した神経活動と、課題間で異なる神経活動が見られた。 左 IFG は、4 つの概念判断課題全てに共通して、活動が見られた。しかし、活性化している範囲は同一ではない。 行為判断課題と形態判断課題の活性化領域は比較的狭く、カテゴリー判断課題では活性化領域が z 軸でマイナスの領域にも広がっており、眼窩部 (IFGorb) や眼窩前頭皮質 (OFC) にも活性化が見られる。これは課題の特性の違いを示すと考えられるが、先行研究を見る限り知覚運動表象や意味表象とは考えにくい。この部位の活性化は課題の非典型性や必要な注意量を反映するものとされており[1][2]、本実験でも、課題の難易度を反映している可能性がある。

左 SMA も全ての概念判断課題で活動が見られた。正 刺激は2つのボタンの選択が必要となるため、これを 反映していると考えられる。

左ITLの活動が行為判断、形態判断、色判断の3課題で有意であり、カテゴリー判断課題では有意な活動は見られなかった。左ITLはローカライザー課題とも重複して活性化している。ただし、ローカラライザー課題の中でも実行為課題では活性化せず、色判断課題と形態判断課題で活性化が見られた。そのため、実際の視覚的処理と、事物の知覚特性に関する概念処理の双方に、関わる部位と考えられる。行為属性の判断時に食物の視覚的特性に関する情報も使用されているのであろう。

左 MOG から左 IPL にかけての活動も、課題によって異なる。色判断、形態判断およびカテゴリー判断では共通して、(-30, 62,38)付近をピークボクセルとした左 IPL、特に角回後腹側部(PAnG)から MOG にかけての領域に活性化が見られた。色判断と形態判断では、さらにやや上部の角回前部(AAnG:-36,-58,50や-30,-72,50)の活動も見られた。しかし行為判断課題では頭頂葉に有意な活性化が見られなかった。

行為判断とカテゴリー判断では Thalamus に、色判断課題、カテゴリー判断課題、行為判断課題では尾状核 (Caudate)に活動が見られた。これらは、大脳皮質ではなく意味表象に関わる部位とは考えにくい。

本研究の目的は、同じ概念の処理時に活性化する神経部位が文脈によって変化するかどうかを検証するこことであった。結果は、同じ刺激を用いた概念判断課題であっても、IPLやITLの活動が異なることを示している。

脳内での概念の表象と処理を扱うモデルには Lambon-Ralph(2016)の CSC モデル[1]や Binder らのモデ デル[3][4]がある。いずれも、複数の感性情報を統合し

た領域と、単一の感性情報を保存する領域を想定している。統合領域(ハブ)や感性情報が保存されている部位が異なり、盛んに議論が行われている。今後、これらのモデルとの対応づけや、両モデルの妥当性について検討していく。

引用文献

- [1] M. A. Lambon-Ralph, E. Jefferies, K. Patterson, and T. T. Rogers, "The neural and computational bases of semantic cognition," Nat. Rev. Neurosci., vol. 18, no. 1, pp. 42–55, 2016.
- [2] R. Chiou, G. F. Humphreys, J. Y. Jung, and M. A. Lambon Ralph, "Controlled semantic cognition relies upon dynamic and flexible interactions between the executive 'semantic control' and hub-and-spoke 'semantic representation' systems," Cortex, vol. 103, 2018.
- [3] J. R. Binder and R. H. Desai, "The neurobiology of semantic memory," Trends Cogn. Sci., vol. 15, no. 11, pp. 527–536, 2011.
- [4] L. Fernandino et al., "Concept Representation Reflects Multimodal Abstraction: A Framework for Embodied Semantics," Cereb. Cortex, vol. 26, no. 5, pp. 2018–2034, 2016.

情報交換タスクによる統語処理の自動化: 統語的プライミングの観点から

Automatization of Syntactic Processing through Information Exchange Tasks: From the Perspective of Syntactic Priming

森下 美和 Miwa Morishita

神戸学院大学

Kobe Gakuin University miwa@gc.kobegakuin.ac.jp

Abstract

This study reports on the results of a pilot study using information exchange tasks between students designed on the bases of our previous studies on interactions between Japanese EFL learners and a native English speaker.

Keywords — Syntactic priming, Information exchange task, wh-question, Japanese EFL learners

1. はじめに

疑問文の発達は、一般に第二言語習得と関連があり、学習者の目標言語発達についての信頼できる指標であるとされている (Pienemann & Johnston, 1987). 日本人英語学習者にとって、文法的に的確な wh 疑問文を素早く産出することは大きな困難を伴い、特に主語疑問詞疑問文の産出が苦手であることが分かっている(原田・森下、2014;森下、2015). 3 週間の海外語学研修に参加した日本人英語学習者と著者間のインタビュー形式の対話を書き起こして分析したところ、著者の産出する wh 疑問文と同じ構文を使って質問するといういわゆる「統語的プライミング」の傾向がわずかに見られた(森下、2017).

「統語的プライミング」とは、言語産出プロセスにおいて、直前に処理した文と同じ統語構造パターンを用いる傾向 (Bock, 1986)を指し、対話の中では、話し手の使用した構文を聞き手も使用する傾向 (Levelt & Kelter, 1982)として現れる。学習者が特定の統語構造を経験することにより、対象言語に対して持っている統語構造の頻度情報に変化が加わり、それによって直前に処理した統語構造へのアクセスが容易になると考えられることから、第二言語・外国語学習者の言語産出における統語構造の学習や統語処理能力の向上に利用できる可能性が指摘されている(McDonough, 2006; Morishita, 2013 ほか)。

森下 (2019) では、日本人英語学習者 31 名と英国人留学生間の約 20 分間の英語での対話について、統語的プライミングの可能性を検討した。 すべての対話を書

き起こした結果、授業中にもよく耳にする<What do you like+目的語?>という誤った表現が、直接的な修正フィードバックを与えずに対話の中で最終的に修正できたケースなどが示されたことから、限定的ではあるが統語的プライミングの傾向が見られたと結論付けた.しかしながら、インタビュー形式などの自然な対話では、プライム文として質問リストを用意していても、統語的プライミングを引き出し、潜在的な学習につなげることは難しい.また、プライムとターゲットの発話がどのような条件を満たしていれば統語的プライミングと言えるのかについても議論の分かれるところである.

そこで、本調査では、新たに情報交換タスクを使用 し、授業内での学生同士の統制された対話における統 語的プライミングの可能性について検討することとし た.

2. 調査

2.1 協力者

大学 1, 2 年生を対象とした「英語読解」クラスでタスクを実施し、計 48名 (2 クラス) が参加した. TOEIC の平均スコアは、379.6 点であった.

2.2 素材

wh 疑問文を 8 種類 (名詞 (補語),形容詞,形容詞 を修飾する副詞,動詞 (句)を修飾する副詞,他動詞目的語,前置詞目的語,名詞 (主語)のそれぞれが疑問詞となる疑問文と,橋渡し動詞を使った疑問詞疑問文)に大まかに分類し,各項目につき 4 文のプライム文(計 32 文)を作成した.プライム文は 4~12 語程度の短文とし,平易な単語のみを使用した.

wh 疑問文の質問リストを表1に示す.

表 1 wh 疑問文の質問リスト (プライム)

	1	wh 疑問又の質問リスト(プフイム)			
種類	#	プライム			
補語	1	Which do you like better, cats or dogs?			
	2	Which do you like better, Kobe or			
		Osaka?			
	3	Which is taller, Tokyo Tower or Sky			
		Tree?			
	4	Which is more important, money or			
		love?			
形	1	What color do you like best?			
	2	What time do you get up?			
	3	Which season do you like best?			
	4	Which town do you live in?			
形副	1	How many students are there in this			
		class?			
	2	How many books do you have?			
	3	How much money do you pay for lunch?			
	4	How much exercise do you do each			
		week?			
動副	1	Where do you eat lunch?			
	2	Where do you study in the evening?			
	3	How do you study English?			
	4	How do you come to school?			
他目	1	What did you eat yesterday?			
	2	What did you learn yesterday?			
	3	What do you usually do on weekends?			
	4	What do you usually eat for breakfast?			
前目	1	What are you looking at?			
	2	What are you thinking about?			
	3	What are you interested in?			
	4	What is Kobe famous for?			
主語	1	What makes you happy?			
	2	What makes you angry?			
	3	Who loves you the most?			
	4	Who teaches you English?			
橋動	1	Who do you think is the most beautiful			
		actress?			
	2	Who do you think is the most			
		handsome actor?			
	3	What do you think is the highest			
		mountain in the world?			
	4	What do you think is the longest river			
		in the world?			
<u> </u>	<u> </u>	I			

すべてのプライム文は、ターゲットとしても使用するため、wh 疑問文を作成するときのヒントとして、疑問詞を含むいくつかの単語(語群)をスラッシュを入れて並べるバージョンも作成した(表 2).

表2 wh 疑問文のヒント (ターゲット)

	双 Z	Wn 疑问又のピント(グーケット)		
種類	#	ターゲット		
補語	1	Which / like better / cats or dogs		
	2	Which / like better / Kobe or Osaka		
	3	Which / taller / Tokyo Tower or Sky		
		Tree		
	4	Which / more important / money or love		
形	1	What / color / like best		
	2	What / time / get up		
	3	Which / season / like best		
	4	Which / town / live in		
形副	1	How / students / this class		
	2	How / books / have		
	3	How / money / pay / for lunch		
	4	How / exercise / do / each week		
動副	1	Where / eat / lunch		
	2	Where / study / in the evening		
	3	How / study / English		
	4	How / come / school		
他目	1	What / eat / yesterday		
	2	What / learn / yesterday		
	3	What / usually / do / on weekends		
	4	What / usually / eat / for breakfast		
前目	1	What / looking at		
	2	What / thinking about		
	3	What / interested in		
	4	What / Kobe / famous for		
主語	1	What / make / you / happy		
	2	What / make / you / angry		
	3	Who / love / you / the most		
	4	Who / teach / you / English		
橋動	1	Who / think / the most beautiful actress		
	2	Who / think / the most handsome actor		
	3	What / think / the highest mountain		
	4	What / think / the longest river		

タスクの前後に、Googleform で事前・事後テストを 実施した(表 3). 8 種類の wh 疑問文から各 1 文を選 び、日本文にしたものを英語に訳す日英翻訳テストを作成した.事前・事後テストは同一内容であった.

表3 事前・事後テスト

設	次の日本文を英語に訳しなさい. カッコの中に単
問	語がある場合はそれを必ず使いましょう.
1	Tokyo Tower と Sky Tree はどちらが高いです
	か?
2	何色が一番好きですか?(best)
3	本を何冊持っていますか?
4	lunch はどこで食べますか?
5	昨日は何を食べましたか?
6	何に興味がありますか?
7	誰があなたに英語を教えていますか?
8	世界で一番長い川は何だと思いますか?(think)

さらに、Googleformで「ふりかえりシート」を作成した. 学生用 PC で各自録音した音声ファイルをチェックし、自分で作成したターゲットの wh 疑問文を聞き取り、書き起こしするよう指示した. それに続き、全体としてうまく質問することができましたか、全体としてうまく答えることができましたか、どういう質問が答えやすいと思いますか、などの質問をし、最後に何か気づいたことがあれば自由に書いてもらった.

2.3 手順

各クラスでは、学生を 2 グループに分け、Student A と Student B のペアを作った。 学籍番号順にペアを作ったが、 CALL システムの完備された教室でヘッドセットを使用して対話するため、 席が離れていても問題なくペアワークをすることが可能であった.

ペアワーク用のワークシートは、セッション 1 とセッション 2 に分かれており、各ペアは前半と後半で役割を交替した。セッション 1 では、Student A が与えられた wh 疑問文(プライム;計 8 文)を 1 文ずつ音読し、Student B の作成した wh 疑問文(ターゲット;計 8 文)に応答した。セッション 2 では、Student B が与えられた wh 疑問文(プライム;計 8 文)を 1 文ずつ音読し、Student A の作成した wh 疑問文(ターゲット;計 8 文)に応答した。したがって、各学生は計 32 文をプライムかターゲットのいずれかの形で処理した。クラス毎に、セッション 1 とセッション 2 の順番を入れ替え、プライムとターゲットで使用する文

も入れ替えた.

Student A 用のワークシートに記載したインストラクションは、表 4 の通りであった.

表 4 ワークシートのインストラクション例 (Student A)

これからペアで、英語での質問・応答練習をします.パートナーと交互に質問し、それに答えます.セッション1ではあなたから質問し、パートナーがそれに答えます.次にパートナーの質問にあなたが答えます.セッション2では逆にパートナーから質問を始め、あなたがそれに答え、その次に質問をします.ひとつ質問したら、☑欄にチェックしておきましょう.セッション1と2で、それぞれ8回質問して8回質問に答えます.セッション1とセッション2の間で休憩を取って構いません.

セッション 1 の質問にはフルセンテンスが与えられています。自分が質問する番になったら、セッション 1 の 1/3/...13/15 の質問を 1 から 15 まで順番に 1 つずつ読み上げます。セッション 2 については、2/4/...14/16 に与えられた単語を使って自分で疑問文を作って質問します。

ひとつ質問したあとに、パートナーがあなたの質問にどの程度上手に答えられたか、1~4 段階で評価欄にスコアをつけてください(1=ほとんど黙っていた、2 =聞き返しが多く、まとまった答えにならなかった、3 =聞き返しがあっても、なんとか答えられた、4=素早く正確に答えられた).

当日の流れは、以下の通りであった.

- 1) 調査に先立ち、各自音声録音のテストをするように指示する. CALL システム (CalaboEX) で一斉録音するが、あとから自分の音声を聞き取り、書き起こしさせるため、学生用 PC のサウンドレコーダーでも録音させ、正しく録音できているか音声ファイルをチェックさせておく.
- 2) 事前テスト用 Googleform を一斉配布し, 解答させる.
- 3) 2 種類のワークシート (Student A, B 用) を配布 し, インストラクションを読み上げながら説明す る.
- 4) 一斉録音と個別録音を同時に行い、タスクを開始 させる.
- 5) タスクを終了したペアは、各自録音を停止し、デ

スクトップに音声ファイルを保存して指示を待つ ように伝える.

- 6) すべてのペアがタスクを終了したら、デスクトッ プに保存した音声ファイルを提出させる.
- 7) 事後テスト用 Googleform を一斉配布し、解答させ る. その際, ワークシートは裏を向けた状態で作 業させる.
- 8) ふりかえりシート用 Googleform を一斉配布し, 学 生用 PC のデスクトップに保存した自分の音声を 聞き取り、書き起こしさせる.
- 9) ワークシートを回収する.

結果と考察 3.

各 wh 疑問文における平均正答率を表 5 に示す.

種類 平均正答率 名詞(補語) 75.0% 形容詞 85.4% 形容詞を修飾する副詞 58.3% 動詞(句)を修飾する副詞 85.4% 他動詞目的語 81.3% 前置詞目的語 52.1%名詞(主語) 70.8% 橋渡し動詞

表 5 各 wh 疑問文における平均正答率

名詞(補語)から橋渡し動詞まで徐々に難易度が上 がることを想定していたが、必ずしもそうはならなか った.

名詞(補語)は最も簡単な項目に思われたが、4. Which is more important, money or love? では, do you think というフレーズを挿入しようとして is を落 としてしまった例が散見された. 相手の意見を聞くと きに「~ですか」と断言せず「~だと思いますか」と 聞いてしまいがちな日本人の傾向が反映されているか もしれない.

形容詞を修飾する副詞の 1. How many students are there in this class? については、9割以上の学生が are there を抜かしていた. これまで教科書などで英語 の疑問文・質問文に接する際に、文として成立してい ない断片的な会話文に触れる機会が多く, 文法的に適 格な疑問文を見聞きすることがほとんどなかったこと が推測できる. 4. How much exercise do you do each week? については、How do you exercise each week? あるいは How often do you exercise each week?など, 想定外の文が多く産出されていた. ヒントは how / exercise / do / each week となっていたが、この語順で 使用するように指示していなかったため、語順を無視 したのか、またはそのままの語順だとうまく使えなか ったためにこのような文を産出した可能性が考えられ

他動詞目的語については、副詞 usually の位置が不 自然だったり、過去形 did の代わりに do を使用するな どの軽微な誤りは見られたが、これらは許容範囲内と したため,正答率は比較的高かった.

前置詞目的語の 2. What are you thinking about? については、正答率には影響しなかったが、最後に now, tomorrow, family などの単語を入れる傾向が見られた. また, 4. What is Kobe famous for? の正答率は1割に 満たず, What is famous for Kobe? という誤答が目立 った. XXX is famous for ... や What is XXX famous for? というフレーズそのものになじみがなかったもの と考えられる.

名詞(主語)については、これまでの研究(原田・ 森下、2014 ほか)で、日本人英語学習者にとって非常 に難しいということが強く示唆されてきたが、実際に 疑問詞を主語として使用することに気づいていない例 が散見された. ここでも、ヒントの語順を自由に入れ 替えて, 1. What makes you happy? を What do you make happy?としたり、3. Who loves you the most? を Who do you love the most? としていたが、意味的な 面も考慮し、前者を誤答、後者を正答とした.

橋渡し動詞を使った疑問詞疑問文は、予想通り最も 正答率が低い項目であった. すべての文において、Who /What do you think は予想以上に産出できていたが, そのあとの(または文の最後の) be 動詞が不足してい る点などは、構文をきちんと理解していないことをう かがわせた.

次に、事前・事後テストおよび(母数は約4分の1 ではあるが)同一文のタスク内での平均正答率を表 6 に示す. なお, 疑問文の構文的(形態統語的)な適格 性に焦点をあてるため, (i) 動詞の原形・現在形・過去 形などの形態論的選択に関与しない単語の綴りの軽微 な誤り, (ii) 一致に関与しない名詞の単数・複数の誤 りなどについては、許容範囲内とした.

10.4%

表 6 事前・事後テストおよびタスク内の平均正答率

#	事前テスト	事後テスト	タスク内
1	53.2%	70.2%	72.7%
2	68.1%	76.6%	81.8%
3	87.2%	89.4%	100%
4	78.7%	80.9%	100%
5	97.9%	95.7%	100%
6	68.1%	72.3%	72.7%
7	55.3%	59.6%	84.6%
8	6.4%	29.8%	7.7%

全体として、事前テストよりも事後テストの正答率が上がっている。テストの練習効果と言えなくもないが、事前テストのあとで正答を提示したわけではないので、タスクの練習効果もあったのではないかと考えられる。

一方,タスクが本質的に異なる,それぞれの母数が大きく異なる,ランダマイズをしていないなど,単純に数字を比較できない事情は重なっているものの,日本文から英語への翻訳テストの正答率とタスク内で産出した wh 疑問文の正答率を比較すると,ほとんどの項目でタスク内の wh 疑問文の正答率のほうが高く,特に名詞(主語)の違いは明らかであった.音声と文字というモダリティの違いが与える影響も否定できないが,少なからずプライム文に影響を受けている(プライミング効果の)可能性があり,今後さらなる検討と調査を行う必要があることを示唆している.

4. まとめと今後の課題

本調査では、情報交換タスクを使用し、授業内での 学生同士の対話について調査した.全体としては、以 下のような点が明らかとなった.

- wh 疑問文の作り方(統語論・形態論)を体系的 に学んでいない
- 中学校・高等学校の教科書に出てきた平易な wh 疑問文や断片的な質問文は作れるが,英文をもと に形態統語的に適格な wh 疑問文を自由に作れる ようになっていない
- したがって、相手の発言を聞いて、その場でその 発言を踏まえた wh 疑問文を作ることはできそう にない

しかしながら、明示的な指導をしなくても事後テストの正答率が上がったこと、タスク内で産出した wh 疑問文の正答率は事前・事後テストを上回っていたことなどから、統語的プライミングの可能性が示唆された. 今後、遅延テストを実施し、効果の持続性を確認する予定である.

本調査で使用したような情報交換タスクでは、プライム文を与える側は正しい構文の反復練習になり、答える側は統語的プライミングの助けで、文法的に的確な wh 疑問文を素早く産出できるようになる可能性がある.本調査で使用したタスクの問題点(ヒントで与える単語、語順の指定など)を修正し、授業の中で同様のタスクを繰り返すことによってその効果を調べたい.

謝辞

本研究は、科学研究費助成金・基盤研究 (C): 課題番号 16K02946『英語コミュニケーションにおける統語的プライミングを利用した統語処理の自動化促進』 (研究代表者: 森下美和) および科学研究費助成金・基盤研究 (B): 課題番号 15H03226『日本人英語学習者のインタラクション (相互行為)を通じた自律的相互学習プロセス解明』(研究代表者:原田康也)の助成を受けている.

参考文献

- [1] Bock, K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, 18, 355–387.
- [2] Levelt, W. J. M., & Kelter, S. (1982). Surface form and memory in question answering. *Cognitive Psychology*, 14(1), 78–106.
- [3] McDonough, K. (2006). Interaction and syntactic priming: English L2 speakers' production of dative constructions. Studies in Second Language Acquisition, 28, 179–207.
- [4] Morishita, M. (2013). The effects of interaction on syntactic priming: A psycholinguistic study using scripted interaction tasks. *Annual Review of English Language Education in Japan (ARELE)*, 24, 141–156.
- [5] Pienemann, M., & Johnston, M. (1987). Factors influencing the development of language proficiency. In D. Nunan (Ed.), Applying second language acquisition research (pp. 45–141). Adelaide, Australia: National Curriculum Resource Centre, AMEP.
- [6] 原田康也・森下美和 (2014). 「日本人英語学習者の英語疑問文産出にみられる傾向: 自動化のための訓練の必要性」電子情報通信学会技術報告 TL2014-8, 43-48.
- [7] 森下美和 (2015). 「日本人英語学習者の wh 疑問文運用能力:コミュニケーションタスクのための調査およびトレーニング」全国英語教育学会第 41 回熊本研究大会発表予稿集,320-321.

- [8] 森下美和 (2017).「インタラクションはプライミングを引き起こすか:自然な対話における統語的プライミング効果の検証に向けて」日本英語教育学会第 46 回年次研究集会論文集,85-90.
- [9] 森下美和 (2019)、「英語母語話者とのやりとりにおける日本人英語学習者の wh 疑問文の産出傾向および統語的プライミング」言語学習と教育言語学: 2018 年度版, 67-73.

市場アルゴリズムとしての文理解 Sentence comprehension as market algorithm

犬童 健良[†] Kenryo Indo

†関東学園大学

Kanto Gakuen University kindo@kanto-gakuen.ac.jp

概要

本論文は自然言語文の理解を、取引サイクルを形成する市場アルゴリズムとして解釈した。市場モデルは協力ゲームの一種であり、また三重対角化を用いたその数値表現が提案された。コンピュータ実験として、日本語 WordNet を用い、語義説明を節形式に翻訳し、語義の写像で定義されるゲームのコアを求めた。またベクトル・行列に再表現して三重対角化を行った。

キーワード:文理解,協力ゲーム,市場モデル,三重対角化

1. はじめに

ある自然言語の文を読んだり、聞いたりするとき、 もし意味が理解できたとすると、文全体としての意 味をなすとともに、各語とそれらの順序は、その文 全体の意味を成立させるという仕事において、何ら かの貢献をしていると考えられる.

言葉の理解はダイナミックで文脈感受的なものである。そのネットワークは、語の関係に閉じておらず、言語内外の多様な資源の集まりであり、状況に埋め込まれている。語の意味をなすイメージや体験、関連する知識、話し手の表情、他の聞き手の反応、発話の場面で利用可能な様々な資源によって、ネットワークは拡大される。これらは認知活動に利用されると、ネットワーク上の枝に沿って仮想的な流れ(フロー)を生じる。つまり語は他の資源と共に、その使用法の総体としての意味のポテンシャル[1]をもつと解釈される。

グラフは枝の集合とノードの集合の組として定義され、ネットワークとはラベル(容量、長さ、費用、流量、ポテンシャルなど)付きのグラフである[2].本論文では、語を資源として文の意味に変換するプロセスとして、文理解を抽象化し、また市場取引のアナロジーを用いてこれを解釈する。まず、その基礎となる語義のネットワークを以下のような手続きによって構成する。

語彙データベース (辞書) L として、語義写像 Γ を次のように定義する.

定義 (語義写像 Γ). 辞書内の一つの語 $w \in L$ から, その語義説明の中の各語に向かって枝を伸ばす操作を, 写像 $\Gamma: L \rightarrow 2^L$ として定義する. Γ (w) $\subseteq L$.

 Γ (w) $\neq \varnothing$ となる語wは意味があり, Γ (w) $= \varnothing$ となる語wは「ナンセンス」であるか,あるいは意味を理解するためには外部の資源に頼る必要がある.

時刻 t=0 で $N=\emptyset$ とする. N 内から語wを適当に選んで Γ を適用し、N に含まれないメンバーを追加して Nを更新する. $N=N\cup\Gamma$ (w). 新しいメンバーが増えなくなるまで Γ を繰り返し適用する.

データベース自体の不完全さとして,少数の例外は 生じうるが,基本的に語義が空であることはない.

命題 1. Γ をLの非空部分集合に制限した Γ ': $L \rightarrow 2^L - \emptyset$ から生成される語義のネットワークは半循環的である.

命題 1 はネットワークの作り方から、ほぼ自明である.循環フロー[2]とは、入口(ソース)と出口(シンク)をもたず、枝容量の上限下限が定義され、流量保存則を満たす(つまりネットワークの境界部分の入出力が相殺されて 0 に等しい)ネットワークのことである. 語義ネットワークには入り口はあるが、出口がない. 基本的に語義を持たない項目はない. 語義の説明に使われない語は、実際には多数を占める(3 節参照).

本論文で提案されるモデルでは、資源、すなわち市場で交換されるアイテムの種類は、語に制限される. 非言語的な資源をネットワークに追加してモデルを拡張することは可能である。ただし循環フローとしての性質が保たれるとは限らない.

本論文では、実用的なシステムを提案することが目的ではなく、文理解を具体的にモデル化するツールとして、不可分財市場 [12,13]、および行列の三重対角化 [6,9]という、じゅうらいの自然言語処理から離れた、それぞれ独立の領域で開発されたアルゴリズムを自然言語理解に活用する新しい方法を提案する.

文理解の市場モデルは、語義写像 Γ の下で定義される協力ゲームを用いて表現される。文理解では、文中の各語に何らかの意味が見出せるはずだ。そうでなければ不要な語を削ったり、別の語を追加したり、語同士を交換したりすることで理解が改善するだろう。こ

のゲームは経済学で言う「市場」をモデル化するため に研究されたものによく似ている(少なくとも形式的 に同じである). そこで本論文では不可分財の市場取引 をアナロジーとして文理解の認知モデル化を試みる.

協力ゲーム[13]は、エージェントの社会的ふるまいを考察する抽象的なフレームワークであり、配分と呼ばれる多次元ベクトル、あるいは提携ごとの分け前(特徴関数)によってゲームの状態を表し、エージェントのグループ化、つまり提携が配分にどのように影響するか予測する。つまり提携はそのメンバーに対して一定の実行可能な配分を約束されている結託である。どのような提携によっても拒絶されない配分の集合はコアと呼ばれる。他の解として、(準)安定集合、交渉集合、仁、シャプレー値などが知られる。

以降の部分では、まず2節では語義ネットワークを用いて文理解のプロセスをモデル化し、市場アルゴリズムのアナロジーを導入する.3節で語義ネットワークの計算機実験として、日本語 WordNet の語義説明から疑似的な論理プログラム Glolog を抽出する. またGlolog を用いて実際に語義写像の不動点としてコアを求める. 4節では前節で導入した節形式プログラム例を行列表現し、三重対角化アルゴリズムを用いて市場均衡として解釈する.5節で本論文とメンタルアカウンティングその他の先行研究との関連について述べる. 最後に6節でまとめとする.

2. 文理解のネットワークと市場ゲーム

交換取引は売り手と買い手の間の 2 者提携の集まりであり、一つの提携がネットワーク上の枝に相当する.本論文が提案する文理解のモデルでは、語はネットワークの有向枝によって表現され、ノードはエージェントを表し、枝の始点と終点がその語の所有者の移転、つまり売り手と買い手に対応する(図1).

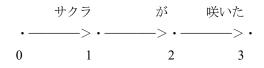


図1 文のネットワーク表現

不可分財 (アイテム) の市場モデルには,割当市場, 交換市場,マッチング市場など,複数の定式化が知られ,取引されるアイテムの種類や売り手や買い手の役 割の割り振り方、別払いや貨幣の有無、効用関数の譲渡可能性などによってモデルが区別される[12,13].

各エージェントが高々1個のアイテムのみ所有する 割当市場モデルでは、効用の譲渡可能性の有無によら ず、非空コアが存在するゲームは平衡ゲームであると きかつそのときに限られ、また競争均衡はコアの中に あることが、線形計画問題の双対性から証明される. しかしマッチング市場や売り手が複数単位のアイテム を所有する割当市場では、この結果は必ずしも成り立 たない.

図1に示した特徴から、文理解モデルでは、各エージェントは高々1個のアイテムのみ所有できると考えてよいだろう。このクラスの市場モデルでは、競争均衡を見つけることでコア配分が得られる。そのアルゴリズムの一つであるトップトレーディングサイクル[12]は、あるエージェントから順に自分が最も欲しいアイテムを所有している相手と取引していき、最初のエージェントが売り手になるまでパスを伸ばす。これは冒頭で述べた文理解の直接的なアナロジーとなっている。そこで以降の部分ではこのモデルに集中する。

文理解において、文中の各位置で辞書(語彙データベース)内のある語のグループが提携で、配分は各語が理解された、つまり文全体に貢献したか、またはそうでないかを表現する 0-1ベクトルである。文理解の基本モデルは、次のような提携を見つけるゲームである。文内に未知の語があると全体としての理解に支障をきたすが、辞書から語義説明の語を提携に追加することで説明力が増す。それ以上文の理解に貢献する語がなくなるまでこれを繰り返す。これは語から語義説明内の語の集まりを求める写像を繰り返し適用し、最小不動点を求めることに相当する。求まった提携はコア配分を約束し、それが文全体の意味に相当する。

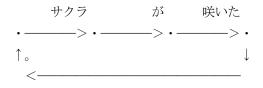


図2 文理解における取引サイクル

定義 (トップトレーディングサイクル). 文頭からk番目の語はk番のノードのエージェントが所有し,k+1番目のノードのエージェントから買われる. 文末の語の所有者 (n番のノード) は 0番のノードから句点

を購入し、文理解のサイクルを完成する(図2).

仮説 1. ある文が文使用者の意図を正直に表現していると仮定すると、その文理解はトップトレーディングサイクルを見出す認知過程である.

文理解のモデルはまだインフォーマルに述べられただけであるので定理とは呼べないが、上の仮説はほぼ自明であろう。もしこの仮説が正しくないとすると、ある k 番目のエージェントが次の語として最もふさわしいと思わない語を選んでおり、それゆえ正しく文使用者の意図を正直に表現していないので、仮説の前提条件に矛盾する。もちろん、この議論は市場モデルが現実の文理解の正しいモデルだと証明してはいないが、おそらく文理解者の認識的モデルとは両立する。すなわち、人が自分自身で意図した意味を文表現できると自覚している限りにおいて、仮説1は直観に反しない。

より正確に言うと、トップトレーディングサイクルアルゴリズムはエージェントの集合を、その長さの順に複数のサイクルに分割する。また最初のサイクルの先頭は文開始のエージェント(0番)とは限らない.形式的には、単文だけでなく、重文、複文、複数の文が連なる文節なども分析できる.

競争均衡におけるノード間の価格差はその最短路に 等しい. また最小均衡価格は VCG 税としての意味を持 ち, そのアイテムがエージェントに与える価値に等し い (これは語義の曖昧性解消として示唆的である).

3. 半循環フローと節形式

語義データベースとして WordNet[3]がよく知られる. 以降の部分では、日本語 WordNet を語義データベース として利用し、半循環的なネットワークから文理解の モデルを実験的に構成する.

本論文ではシンクを、そこから先に出ていく枝のないノード、ソースをそこから前に入ってくる枝のないノードと定義する。ネットワークは通常、特別な2ノード、シンクとソースを1個ずつ持つが、循環フロー[2]はいずれも持たないネットワークである。

命題1で述べたように、語義のネットワークは、その性質上、半循環的であり、シンクはほとんどなく、ソースは多数ある。実際、日本語 WordNet の見出し語を調べてみると、たんに文字列の一部として照合する場合も含めて、他の語の語義説明で一度も用いられていない語の比率が、語の総数の44%、語義を区別したsynset 総数では42%に及ぶ。図3に語義説明における

出現回数の分布を示す(図3参照). ただしこの実験では、いくつかの助詞についてもカウントしている. これらの助詞の語義は空なので、Γによってネットワークが拡張されることはない.

参照回数の多い方には、助詞や接続詞の他、「する」、「こと」、「ある」、「いる」、「人」、「何か」などが上位に含まれる.

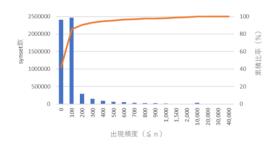


図3 語義説明(gloss)における語の出現頻度

写像 Γ を「カエル」に対して繰り返し適用する実験では、18 ステップで不動点となり、N は 15,135 語からなることを確認した。N の語はすべてN 中で語彙説明が完結するので新たに語を追加したり、別の提携を組んだりしても説明力は増さない($N=\Gamma$ (N))。それゆえN が提供する語の説明は、 Γ (カエル)から生成されたゲームのコア(の一つ)である。N 内に存在する Γ のサイクルとして、例えば「カエル→後肢→足→覆う→不明瞭に→しわがれた→カエル」が存在する。

興味深いことにカエルから生成された N に含まれる他の語,たとえばカメや末尾ステップに近いノア,洪水などから Γ を始めても同じ N が得られる.N の外部 L-N の 72,856 語中で,N の語で語義説明が完成するものは,52,455 語ある.したがって N の支配する語義は全語の約 77%を占める.

「カエル」の語義説明を、主題文として読み替えて、語義説明から語のリストを抽出する手続き(付録参照)を適用すると、"カエル: 跳躍,する,ため,長い,後肢,ある,種々,尾,ない,ぽっちゃりした,体,持つ,両生類,総称;半,水,生,陸,生,種."という Prolog のルール節に似た確定節プログラムが得られる.

本論文では、日本語 WordNet の語義説明 (Gloss) から写像 Γを適用して生成される疑似的な論理プログラムを、Glolog と呼ぶ、半循環性は事実節を持たないことに対応するから、Glolog の節形式は、論理プログラムとしては導出が停止しない、いわば動かない推論システムである。各循環成分から代表を選んだ枝集合(最

小カット)をNから除去し、代わりに事実節を挿入すれば何がしかの動作はする。しかし Γ の定義から、それらはすべてナンセンスであり、言葉の意味を適切に把握したとは言いにくい。

プログラムの手続き的意味論を写像の不動点として表現する方法は論理プログラミングの世界では伝統的である. Glolog は循環的なネットワークの上での協力ゲームの解(コア,または安定集合)となる語義の写像の不動点をその意味論として持つ特殊な論理プログミング言語の例となる.

次節では Glolog から語義をベクトルと行列の表現に 再翻訳して三重対角化アルゴリズムを適用し、その結 果を市場取引として解釈する. いわば、三重対角化は 導出手続きの代わりに、それによって Glolog を動かす エンジンとなる.

4. 三重対角化アルゴリズム

もう一つの有用なアナロジーは線形代数における三 重対角化のアルゴリズムである。行列を相似変換する 直交ベクトルの系列を生成して、対角成分とその前後 の成分以外をゼロ化する。語義の節形式

$$W_i := V_{i1}, V_{i2}, ..., V_{im}$$

を 0-1 ベクトル

$$\left(a_{k}\right)_{k\in\mathbb{N}}, a_{k} = \begin{cases} 1 \text{ if } k = i; \\ -1 \text{ if } j_{1}, j_{2}, \dots, j_{m_{i}}; \\ m_{i} -1 \text{ if } n \\ o.w. = 0 \end{cases}$$

に翻訳し、文中の語順に並べて行列 A を作る. 三重対 角化とは

$$T = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & & & O \\ \gamma_1 & \alpha_2 & \beta_2 & & & \\ & \gamma_2 & \alpha_3 & \ddots & & \\ & & \ddots & \ddots & \beta_{n-1} \\ O & & & \gamma_{n-1} & \alpha_n \end{pmatrix}$$

つまり行列 P の各列をなす直交ベクトルの系列 $p_1, p_2, ..., p_n$

を,適当な p_0 と $\beta_0 = \gamma_0 = 1$ から出発して,Pの列を

 $\beta_i p_{i+1} = \gamma_{i-1} p_{i-1} + \alpha_i p_i - A p_i$ にしたがい,直交ベクトルの列として,順次更新していくと, \mathbf{T} は \mathbf{A} と相似であるから,固有値がすべて一

致する. これは、冒頭で述べた各語の文全体への貢献を読みとることに自然に対応する. A はn次正方行列であり、A が対称なら、 $\beta=\gamma$ で、上式右辺のノルムである. A が非対称の場合は、Aの転置行列に対する直交ベクトルを、

 $\gamma_i q_{i+1} = \beta_{i-1} q_{i-1} + \alpha_i q_i - A^T q_i$ から同時に生成する.

三重対角化行列の対角を挟んだ 3 成分 (γ, α, β) が,文中の連続する 3 語 (3-グラム) の語義ベクトルを線形結合するウェイトであり,これらの語の意味に対して動的に配分されるアテンション(注目の強さ)に対応するものと解釈できる.

三重対角化された語義行列は、元の語義行列と同じ 固有値を持ち、またその固有ベクトルはウェイトの一 次式を逐次代入すれば求まる。元の語義の固有ベクト ルは、三重対角化に用いた直交ベクトルで変換するこ とができる。

ちなみに三重対角化アルゴリズムの一つとして知られる Lanczos 法[6,9]は、直交性が崩れやすく数値的に不安定なため標準的解法として用いられないが、Householder 法に満足できない場合、とくに大規模疎行列では優位性があるとされる。また興味深いことに、低ステップで計算を打ち切ることで両極に近い固有値の正確な近似が得られるという利点がある。この軽快性・倹約性は、判断や決定のヒューリスティックスを実現しているメカニズムの候補として注目に値する。対角成分 α は、レイリー商 $q^T Ap/q^T p$ を再帰的に計算するので、いわば心の中で繰り返される非協力ゲームを表現する。

図 4 にカエルの語義を表す行列の三重対角化の実行例を示す.

?- test_glolog_kaeru(Alpha, Beta, Gamma, lanczos_x, 5).

```
1.000 0.000 -2.237 1.191 -2.782 diagonal entries (alpha)
1.732 5.099 2.710 11.416 10.290 upper subdiagonal entries (beta)
1.732 3.857 2.680 10.479 8.908 lower subdiagonal entries (gamma)
matrix form:
1.000 1.732 0.000 0.000 0.000
1.732 0.000 3.857 0.000 0.000
0.000 5.099 -2.237 2.680 0.000
0.000 5.099 -2.237 2.680 0.000
0.000 0.000 2.710 1.191 10.479
0.000 0.000 0.000 1.416 -2.782
eigen values | vectors (tridiagonalized):
[1]-12.274784 | 1.0000 -7.6642 18.1102 -56.1736 62.0075
[2]-5.737209 | 1.0000 -0.2811 -0.3680 0.0267 0.0848
[4]3.958183 | 1.0000 1.7079 0.9861 -0.1764 -0.2742
[5]10.712369 | 1.0000 5.6074 11.4408 46.6918 36.2587
```

図4 「カエル」の語義を説明する文の三重対角化

語義データベースから得られる行列は明らかに疎で あり、行列演算というより、ルールベースシステムに 近い方法で計算できる. 実際, Glolog からベクトル・行列表現に再翻訳することができる. また本論文ではこれ以上立ち入らないが,認知活動を表す行列をオブザーバブルに読み替えることで,量子力学のアナロジーにもなっている.

5. メンタルアカウンティング、関連研究

自然言語処理技術では、形態素解析、構文解析、意味解析、語用論的あるいは談話的解析などの処理区分があり、それぞれの領域の専門的知識が必要となる. そこで、かつてエージェントの集団による計算的言語理解が開拓された. 1970 年代には、語にかんする異なる知識源が共同して語義の曖昧性を解消する AI システム[7,10,11]が試作された. 文を読むデーモンたちが共同する黒板モデルは情報処理心理学の教科書[7]の表紙を飾った. 期待されたのは音声理解、質問応答、翻訳、議論、物語理解などへの応用、つまり人間と会話できるコンピュータである.

本論文のアプローチは、これらの先駆的な AI システムとは異なり、語義のネットワークのみに集中する. Yale 大のグループが開発した BORIS システム[7]では、記憶の認知科学的モデルに基づき、多様な知識源を駆使して、離婚の物語についての深い理解を行う. 逆に、この文理解モデルには、語義の循環性や知識源たちの行う提携のゲーム論的基礎はほとんど考察されない.

語義を再帰的に辞書から引くだけなので、節形式を 擬しているが、論理的な推論はほとんどできない.い わば芋づる式に記憶を参照しているだけである.唯一、 Glologに論理性を与えているものは、ある種の配分が、 語の提携によって拒否されるということである.コネクショニストの分散表象モデルにおいて、隠れ層がユニット間の競合を抑制し、排他的論理和や条件命題のような論理性を模擬するのと同様の基礎になりうる.

新規の語に対しては、分散表象モデルの一種である Junction モデル[4]が提案されている。語彙記憶にパタン照合しないので、文字の図的な規則性に着目する非語彙記憶の利用が促される。黒田[5]は記憶に基づく言語観から、文法的ルールに基づく文生成を否定し、PLモデル (Pattern Lattice Model)を提案している。非確定要素を含む語の並びのリストの集まりから、文の使用に即してパタン照合される。文の使用例は、Prolog における匿名変数のように扱われ、事実節として蓄積され単一化されて使われる。Glolog では事実節ベースの

パタン照合を計算基盤とする PL とは正反対に、ルール形式だけが蓄積される. 黒田はかつて AI システムで標準的だったルールベース技術を失敗要因と見ている[5]. それが技術的ボトルネックを持つという認識は正しいかもしれない. しかし多数の事実節の単一化もまたネットワークフローとして表現される. 語彙をネットワークの活動パタンとしてベクトル表現すること自体は、コネクショニスト、PL、および本論文のアプローチに共通する.

最後に, 文理解の領域から, 消費意思決定の認知モ デルに視点を転換し、メンタルアカウンティングを心 の中の市場モデルから説明することができることを示 そう. メンタルアカウンティング[14]は、活動にラベル を付け、予算を配分し、他にお金を使えないようにす る約束ごとであり、複数の財布を心の中の独立したエ ージェントたちにそれぞれ与えることに等しい. エー ジェント間での予算の機動的な再配分(ファンジビリ ティ)が阻止されることによって、計画的な消費(将 来のための貯蓄)の意志が、衝動買いの欲求に対抗す る. これはいわば実用的なオキシモロンである. すな わち、(短期の視点での) 合理性の限界を自らに課すこ とによって(長期の視点での)合理的な行動を可能に する. 市場モデルにあてはめると、メンタルアカウン ティングは, 仮想的な不可分財があるトレードサイク ルに割当済みで、他の活動との間での改善する提携が 存在しないことを意味する.

6. まとめ

本論文では文理解を、市場取引(トレード)として解釈し、協力ゲーム理論における市場モデル、循環フローに対応する節形式プログラム、および行列の三重対角化という互いに領域の離れた数理モデルを結びつけてインフォーマルかつ柔軟に直観的な解釈を加えることにより、語義のネットワークから文の意味を計算する認知モデルの基礎を考察した。文理解の基本モデルは不可分財市場アルゴリズムであるトップトレーディングサイクルに相当する。三重対角化は、循環性を持った節形式が連結したネットワーク上の活動(フロー)として文の意味を「考える」人間の文理解のアルゴリズム的な基礎、あるいはより広い領域でのヒューリスティックスの基礎を与える可能性がある。実際、行動経済学で言うメンタルアカウンティングは、心の中の割当市場モデルとの対応を論じることができた。

付録

WordNet[3]における語義の説明は gloss と呼ばれ、語義ごとに異なる synset 記号が割り振られている. 例えば、「カエル」という語の意味は、日本語版の WordNet によると、「跳躍するための長い後肢のある種々の尾のないぽっちゃりした体を持つ両生類の総称;半水生と、陸生の種」と記述されており、'01639765-n'という synset が割り振られた 2 個のデータからなる. 同じ synset は「蛙」と「蝦」にも割り振られている. Synset 記号に基づいて、品詞、同義語、反義語、上位語などの語彙関係データが提供され、自然言語処理の研究者や AIシステム開発者に利用されている.

本文 3 節では語義 DB 中の語で文内の文字列を, 語の間の包含関係なしに分割する手続きを用いている. 例えばカエルの語義は[0:跳躍,2:する,4:ため,7:長い,9:後肢,12:ある,14:種々,17:尾,19:ない,21:ぽっちゃりした,28:体,30:持つ,32:両生類,37:称]および[0:半,1:水,2:生,5:陸,6:生,8:種]に分解される. 語の前の数字はその開始位置を示す. 文中の残りの部分は, いくつかの断片的な文字列(未知語)となる. 実際, [6:の,11:の,16:の,18:の,29:を,35:の総]と[3:と、,7:の]には WordNet 内に対応する語がない.

本文で示されたコンピュータ実験では、synset による名義的な語義の区別と、語義における説明・被説明の関係のみを使用した。WordNet のデータから語義の節形式プログラムを生成するための Prolog プログラム、節形式から行列への変換、行列演算および Lanczos 法などによる三重対角化と固有値問題の解法の Prolog プログラムは、いずれも筆者自身で作成した。Prolog の標準的なシステム述語とそこに組み込まれた OSS の数値計算ライブラリの他に特別なライブラリは用いていない(はずである)。Windows 10 OS 64 bits が稼働するPC上で SWI-Prolog 7.6.4 を用いた。

謝辞

査読者から貴重なご助言と関連文献についてのご教示を頂いた.ここに謝意を記す.もちろん本文中に含まれうる過ちはすべて筆者の責に帰す.

対対

[1] Allwood, J. 2003. Meaning potentials and context: Some consequences for the analysis of variation in meaning. In Cognitive Approaches to Lexical Semantics, pp. 29-66.

- [2] 藤重悟, 2002. 『グラフ・ネットワーク・組合せ論』共立 出版.
- [3] Isahara, H., Bond, F., Uchimoto, K., Utiyama, M., and Kanzaki, K., 2008. Development of Japanese WordNet. In LREC-2008, Marrakech.
- [4] Kello, C. T., 2010. Considering the junction model of lexical processing. In S. Andrews ed., From Inkmarks to Ideas. Psychology Press, pp. 80-105.
- [5] Kuroda, K., 2009. Pattern lattice as a model for linguistic knowledge and performance. In Proceedings of the 23rd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation, Vol. 1, pp. 278-287.
- [6] Lanczos, C. (1950). An iteration method for the solution of the eigenvalue problem of linear differential and integral operators. Los Angeles, CA: United States Government Press Office.
- [7] Lehnert, W. G., Dyer, M. G., Johnson, P. N., Yang, C. J., & Harley, S. (1983). BORIS—An experiment in in-depth understanding of narratives. Artificial Intelligence, 20(1), 15-62.
- [8] Lindsay, P. H., & Norman, D. A., 2013. Human information processing: An introduction to psychology. Academic press. (中溝幸夫他(訳). 『情報処理心理学入門 I,II,III』サイエンス社, 1983, 1984, 1985.)
- [9] 名取亮・野寺隆 1986. ランチョス法とその後, 数理解析 研究所講究録 585, 275-293.
- [10] Rieger, C., & Small, S.L., 1982. Parsing and comprehending with word experts (a theory and its realization). In W. G. Lehnert ed., Strategies for Natural Language Processing, Lawrence Erlbaum, pp. 89-147.
- [11] Small, S. L., 1979. Word expert parsing. In Proceedings of the 17th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics, pp.9-13.
- [12] Shapley, L., & Scarf, H., 1974. On cores and indivisibility. Journal of Mathematical Economics, 1(1), 23-37.
- [13] 鈴木光男・武藤滋夫, 1985. 『協力ゲームの理論』東京大学
- [14] Thaler, R. H., 1999. Mental accounting matters. Journal of Behavioral Decision Making, 12(3), 183-206.

日本語地図課題対話における参照対象の導入形式 On the form of referential expression in Japanese Maptask dialogue corpus

川端 良子†

Yoshiko Kawabata

† 国立国語研究所

National Institute for Japanese Language and Linguistics ykawabat@gmail.com

概要

『日本語地図課題対話コーパス』において,地図上のランドマークが最初に対話に導入される方法を分類する。分類方法を提案し,提案した方法に則って実際のデータにアノテーションを施し,提案方法の有効性について検討する。

キーワード: references, mutual knowledge

1. はじめに

特定の対象について会話が行なわれているとき、話し手が発話によって指示した対象と同一の対象を聞き手が想定していることがコミュニケーション成立のためには不可欠である。そのため、話し手は、聞き手が特定の対象を想定できるように発話を計画する必要がある。その際、話し手と聞き手との間で、対象の参照形式についての共有信念があれば、その表現を用いることができるが、そうした共有信念が常にあるとは限らない。特に難しいのは、聞き手の参照対象についての知識の有無が不確かな場合である。聞き手が参照対象を知らないことが確実な場合は、相手が対象を知らないものとして対象を会話に導入する計画を立てればよいからである。

参照対象に関する聞き手の知識が不確かな場合に、話し手が対象を会話に導入する方法については、英語では [1], [2] などの研究がある。日本語でも英語話者と同様の方法が用いられることが報告されている [3]。しかし、実際にどのような形式がどの程度使用されているのかということについて、まだ十分な調査は行なわれていない。そこで本研究は『日本語地図課題対話コーパス』を題材に、対象が最初に会話に導入されるときの形式について定量的な調査結果を示す。英語版地図課題対話コーパス [4] を用いた同類の分析は、[5]によって行なわれているが、導入の形式についての詳しい分類は行なわれていない。本稿では、実際のデータに基づいた分類を提案し、提案した方法の有効性に

ついて検討する。

2. 日本語地図課題コーパス

『日本語地図課題対話コーパス』は,2名が地図課 題と呼ばれる課題に参加し,一方が持つ地図に描かれ た経路をもう一方の参加者に音声言語により伝達し, 経路を再現するという共同的活動中に行われた言語活 動が収録されている。経路が描かれた地図をもった参 加者は Giver, 経路が描かれていない地図を持ち, 経 路を描写する参加者は Follower と呼ばれる。地図の 経路は、複数のランドマークの間を通って描かれてい るため, 対話参加者は経路を説明するために複数回ラ ンドマークを参照する。ランドマークは、Giver の地 図と Follower の地図の両方に存在する場合もあれば, 片方の地図にのみ存在する場合がある。出発地点は両 者の地図にあり、目標地点は Giver の地図のみにある が、そのことは両者に明示的には知らされていない。 そのため、参加者は、特定の対象を最初に参照する際、 相手がその対象を知っているかどうか不確定な状況に なっている。両者はそれぞれ別の部屋で、お互いの作 業の様子が見えない状態で課題を遂行する。参加者は 4人で一組になり、対話相手と役割を交換しながら、 一人 4回 (Giver2回, Follower2回)課題を行う。この ような 4 人組が 16 組あり, 地図課題全体では 128 対 話が収録されている。

アノテーション

ランドマークが会話に最初に導入される際の言語使用を分類する。単位として、「発話単位」[6]を用いた。発話単位とは、話し手と聞き手が行為や情報を交換する際の基本単位として提案されたもので、統語的、談話的、相互行為的な一まとまりに対応する単位とされる。手順としては、まずランドマークへの参照を含む発話を発話単位に区切り、次に以下のタイプの判定を行った。

存在確認 特定のランドマークの有無について聞き手に情報を要求する発話を「存在確認」とする。図1は、GiverがFollowerに「石の砂漠」の有無について確認要求を行っている。この発話では「出発地点」と「石の砂漠」の二つのランドマークを参照しているが、存在の有無について情報を要求しているのは「石の砂漠」についてのみである。そのため、「石の砂漠」について「存在確認」という注釈をつけ、「出発地点」については後述の「存在前提」という注釈をつける。このように、ランドマークーつずつにそのランドマークの提示方法を判定する。

- 1 G と出発地点の下に石の砂漠ありますよね。
- 2 F はい。あります。

図1 存在確認の例

存在提示 自分または相手の地図に特定のランドマークがあること、もしくはそのランドマークの特徴を相手に伝える発話を「存在提示」とした。図2の1行目で Follower は「ゴルフ場」が自分の地図上にあることを Giver に伝えている。このような発話が典型的なものとなる。また、図3の2行目のような質問に対する答えも本分類とした。

- 1 F えとここにゴルフ場てのがあんですよ。
- 2 G はい。
- 3 F そちらに無いようです。

図 2 存在提示の例

- 1 G えと魔術山の上に何かありますか。
- 2 F えと上に丸い山丸い岩。

図 3 存在提示の例 (質問に対する答え)

非明示 上記の「存在確認」と「存在提示」を区別する重要な要素は文末の表現である。文末に終助詞「か」「ね」などを共なう,もしくは上昇調で発話している場合は相手から情報を要求していると捉えられる。一方,動詞や助動詞の終止形が用いられているような場合には聞き手に情報を伝えようとしていると捉えられる。しかし,図3のように,質問の答えでないにもかかわらず,こうした文末の要素がなく,「存在確認」か「存在提示」か判断できない場合があった。これを「非明示」とした(図4)。

- 1 F あ。洞窟。
- □ G えと ひ えと 洞窟はここに無いんですけれど。

図 4 非明示の例

存在前提 以上に述べた3つのタイプはいずれもランドマークの存在や位置などが発話の中心的な内容とされていたが、ランドマークが存在していることを前提にして、存在確認や存在提示以外の発話行為を行う場合も少なくなかった。これを「存在前提」という分類にした。図1の「出発地点」、図5の「牧場」のようにランドマークが修飾部に使用される場合がその典型的な例である。

- 1 G で今度牧場の上を通る。
- 2 F その牧場でゆうのは無いから。
- 3 G 無い。
- 4 F 無い。

図 5 存在前提の例

その他 上記に該当しない発話

会話に最初に導入されたランドマークとは、ランドマークを含む発話単位の開始時点が一番早いものとした。ただし、その発話が聞き手に聞こえなかったと判断できる場合や、話し手が発話を言いかけて途中でやめた場合は、次にランドマークの参照を含む発話を分析対象にした。

4. 結果

地図課題対話全 128 中の 64 対話においてランドマークが最初に会話に導入されたときの形式の頻度とその比率を表 1, 表 2, 表 3 に示す 1 。

表 1 「出発地点」導入形式の使用頻度と比率

	頻度	比率 (%)
存在確認	29	46.0
存在提示	11	17.5
非明示	4	6.3
存在前提	16	25.4
その他	3	4.8
合計	63	100

表1は、「出発地点」が会話に導入される方法、表2の「ランドマーク一般」とは、「出発地点」と「目標

¹本アノテーションは著者1名で行い、分類で迷う場合も少なくなかった。そのため結果の数値については参考程度に留められたい。

地点」以外のランドマークが会話に導入される方法,表3は,「目標地点」が会話に導入される方法を示している。出発地点と目標地点を他のランドマークと分けて集計するのは,課題の特徴から両者が他のランドマークとは異る特徴を持っているため,それが会話への導入方法にも違いを生じさせる可能性があるためである。

表 2 「ランドマーク一般」導入形式の使用頻度と 比率

	頻度	比率 (%)
存在確認	486	60.3
存在提示	147	18.2
非明示	54	6.7
存在前提	113	14.0
その他	6	0.7
合計	806	100

表 3 「目標地点」導入形式の使用頻度と比率

	頻度	比率 (%)
存在確認	13	21.7
存在提示	33	55.0
非明示	0	0
存在前提	8	13.3
その他	6	10.0
合計	60	100

「出発地点」と「ランドマーク一般」ではどちらも「存在確認」の使用が最も多かったが、「目標地点」では「存在提示」が多かった。「出発地点」と「ランドマーク一般」では2番目に多い方法が「出発地点」では「存在前提」であるのに対し、「ランドマーク一般」では「存在提示」が多かった。

5. 考察

結果で示された「出発地点」「ランドマーク一般」「目標地点」の会話への導入方法の使用傾向は、それぞれのランドマークに対する対話参加者の認識の違いを反映したものと考えられる。出発地点と目標地点は、すべての地図課題で存在し、しかも全て同じ条件(出発地点は互いの地図に存在、目標地点はGiverの地図のみ存在)で存在する。したがって、参加者は課題を繰替えし行うことで、出発地点は互いの地図にあること、目標地点はGiverにのみ存在するという予測が立つ。このことが、出発地点ではランドマーク一般と比べて「存在前提」の使用が多く、目標地点では「存在

確認」が減り「存在提示」が多くなる理由と考えられる。今回提案した分類は、対話参加者の参照対象に対する認識の違いと、会話への導入戦略の違いを分析するため方法としてある程度有効だといえる。

6. まとめと今後の課題

本稿は、参照対象の会話への導入方法をいくつかの タイプに分ける方法を提案した。そして、実際のデー タで分類を行い、その有効性を検討した。今後は、親 近性や課題の熟練度と参照対象の導入方法の関係や、 参照対象の導入方法によってその後の会話の流れが どのように変化するかなどについて分析する予定で ある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K13196 の助成を受けた ものです。

文献

- Sacks, Harey & Schegloff, Emanuel A. (1979) "Two preferences in the organization of reference to persons in conversation and their interaction", In Psathas, George (Ed.), Everyday language: Studies in ethnomethodology, pp. 15-21.
- [2] Clark, Herbert H and Deanna, Wilkers-Gibbs, Deanna, (1986) "Referring as a collaborative process", Cognition, Vol. 22, pp. 1-39.
- [3] 串田秀也 (2008), "指示者が開始する認識探索-認識と進行性のやりくり-". 社会言語科学, 第 10 巻, 第 2 号, pp.96-108.
- [4] Anderson, Anne H. and Bader, Miles and Bard, Ellen G. and Boyle, Elizabeth and Doherty, Gwyneth and Garrod, Simon and Isard, Stephen and Kowtko, Jacqueline and Mcallister, Jan and Miller, Jim and Sotillo, Catherine and Thompson, Henry and Weinert, Regina,(1991), "The HCRC Map Task Corpus", Human Communication Research.
- [5] Anderson, Anne H and Boyle, Elizabeth A, (1994) "Forms of introduction in dialogues: Their discourse contexts and communicative consequences", Language and Cognitive Processes, Vol. 9, No. 1, Taylor & Francis, pp. 101-122.
- [6] JDRI (2017)," 『発話単位ラベリングマニュアル』 version 2.1", http://www.jdri.org/open-data/ から入手可能

美的態度によって促される解釈の過程に関する探索的検討 The Interpretive Process of Non-art Objects Caused by Aesthetic Attitude

古藤 陽[†],清水 大地[‡],岡田 猛[‡]* Minami Koto, Daichi Shimizu, Takeshi Okada

†東京大学大学院学際情報学府,[‡]東京大学大学院教育学研究科,*東京大学大学院情報学環 Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo Graduate School of Education, The University of Tokyo Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo koto-minami220@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

美術創作や鑑賞といった活動においては、しばしば 日常とは異なる特殊なものの見方が生じており、こう した美的なものの見方を引き起こす一つの要因として 「美的態度」と呼ばれる認知的な構えが存在すること が先行研究により示唆されている。本研究において は、美的態度をもって非美術の対象を解釈する活動を 数日間にわたって続けることを実験参加者に促し、そ の中で生じる解釈の変化の過程を探索的に検討するこ とを目指す。これにより、美術作品の鑑賞や創作の個 別の方法論としてだけでなく、美術活動全般に関わる 「対象を美的に見る」という力を養うための美術教育 手法の開発に寄与することができると考えている。

キーワード — 美術教育,美術鑑賞,美的態度,認知的構え,知識の活性化

1. はじめに

美術創作や鑑賞といった活動においては、しばしば日常とは異なる特殊なものの見方が生じることが示唆されている[1][2].

Cupchik & Winston (1996) は、美的な体験とは、対象への注意が生じ、日常的な関心が抑圧されるような特殊な認知過程であり[3]、美術鑑賞に慣れ親しんでいない初心者は美術作品を目にしても日常的な意味の同定に終始してしまい美的体験へと至らないことを指摘している[4][5]. Cupchik らは一連の研究の中で、美的体験においては、日常の中で自動的に行われる対象の意味に関する認知的な処理ではなく自身の知覚へと意識的に注意を向ける過程が生じていること、そして主体が美的体験へと至るためには、上述したような対象の意味に関する自動的・日常的な処理を押しとどめるためのトップダウンの制御が必要であることを示唆している[6][7]. こうした議論を受けて、美術

鑑賞の過程に関する研究の多くにおいても、対象を美的に体験するための前提として "aesthetic attitude" (以下「美的態度」と訳出する)と呼ばれる主体の認知的な構えが想定されている[7].

本研究においては、美的態度によってもたらされる 対象への解釈の変化を捉え、その解釈の過程を探索的 に検討することを目指す。このように、美術活動にお ける特殊なものの見方の背後にあるメカニズムを探る ことにより、美術作品の鑑賞や創作の個別の方法論と してだけでなく、美術活動全般に関わる「対象を美的 に見る」力を養うための美術教育手法の開発に寄与す ることができると考えている。

2. 美的態度に関する先行研究

Leder ら (2004) が提案した美術鑑賞の認知モデルにおいては、対象の知覚的な特性(複雑性、コントラスト、シンメトリーなど)に関するボトムアップの処理が重要な要素として指摘されると同時に、こうした処理を行う際に主体が特殊な認知状態にあることが前提とされている[7]. この特殊な認知状態を Lederらは「美的態度」と表現している。すなわち、美的態度をもって対象を見ることにより、対象を美術作品として解釈することが可能になるのだと理解することができる.

認知科学の先行研究においては、こうした人の解釈に対して影響を与える認知的な要因の一つとして、主体の既有知識のうちどの部分が活性化された状態で対象を解釈するか、ということが実験等により検討されてきた. Bransford and Johnson(1972)は、どのような認知的な文脈が与えられ、関連する知識が活性化されるかによって、対象となる文章の解釈の深度や方向性、記憶を保持可能な程度が影響されることを示唆

している[8]. ある状況を説明する文章について記述された文章が提示された際,事前にその状況と関連する既有知識が活性化されていると理解や記憶はスムーズに行われる. しかし,たとえ同じ程度の知識を保有していたとしても、文章を提示された際にその知識が活性化されていなければ、文章を知識と結びつけて効率的に理解し記憶することには繋がりづらい. こうした認知科学における既有知識と記憶・解釈との関係性に関する理論を踏まえると、「美的態度」は、文脈によって美術に関する既有知識が活性化された状態と捉えることが可能であろう.

美的態度によって促される解釈の特徴の一つとして は、先に述べたような対象の知覚的な要素に関する重 視が挙げられる.一方で、Leder ら自身も指摘する通 り、特に現代美術においては、美術活動はいわゆる 「美しさ」と言う知覚的な快を求めるものにとどまら ない. 美学者の Goodman (1978) は, ある物事は, 何らかの意味を持つシンボルとして機能するときにの み芸術作品とみなすことができると指摘している[9]. また, 同じく美学者の Danto (2013) は, アート作品 は実体化された意味 (embodied meaning) であり、 アートワールドの評価の中で芸術作品として市民権を 与えられていると捉えている[10]. 作品としての実体 を持たないことさえもありうるコンセプチュアルアー トなどのジャンルにおいては、創作者である美術家は もちろんのこと、鑑賞者にもまた、自分自身で作品の 意味を見出し解釈することが求められる. すなわ ち、現代の美術活動においては対象に能動的に意味を 与えようとする態度が創作者だけでなく鑑賞者にとっ てもまた重要であると考えられる. これらの先行研究 に基づくと、美術活動においては下記のような特徴を 持つ解釈の過程が生じると予測することができる.

- a) 対象の色や形といった知覚的な特徴への着目
- b) 対象への能動的な意味の付与

古藤・清水・岡田(2018)は、美術の非専門家を対 象として、身の回りにある非美術の対象を美術作品と して捉えることを促すような介入を行い、その際の認 知過程に関して,同様に身の回りにある非美術の対象 をより日常に近い形で対象を捉えることを促した群と の比較を行った[11]. 日毎の自己報告データの分析の 結果,実験群の参加者は対象から多様な意味や解釈を 引き出そうと試み、日常とは異なるものの見方をする ことによって様々な気づきを得ていることが示唆され た. また、対象の外見の魅力に関しても実験群の参加 者は統制群と比較して頻繁に言及していた. このこと から、美的態度によって引き起こされる認知過程の特 殊性を部分的に明らかにすることができた. また,美 術を専門としない人々に対しても、美術の知識を意識 して周囲を捉えることを促すようなシンプルな教示に よる介入によって、日常場面においてものを美的に解 釈する過程を引き起こし得ることを示唆した.

本発表においてはさらに、同実験における実験群の 参加者が課題期間中に提出したプロダクトである写真 および言語データをより詳細かつ具体的に分析するこ とによって、美的態度によって非美術の対象を捉える 活動を続ける中で、どのような解釈の変化が生じるか という点を探索的かつ詳細に検討する.

3. 方法

美術を専門としない大学生を対象とした一要因被験

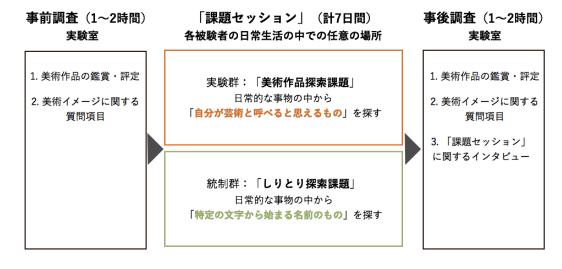


図1. 実験の概要

者間実験を行った(実験の詳細は古藤ら(2018)を参照). 実験には 23 名の美術を専門としない大学生が参加した. 我々は参加者をランダムに二つの群へ振り分け(以下、実験群・統制群と呼ぶ), 各群に異なる介入を行った. データの欠損が見られた 3 名を除いた 20 名のうち, 実験群(平均年齢 = 22.8 (SD = 1.25))10 名(男性 8 名、女性 2 名)の実験参加者によるデータが本研究の分析対象である.

実験群の参加者は、「日常的に身の回りにあるものの中から美術作品と思えるものを探す」課題に取り組んだ. 実験全体の流れについては図 1 に記載の通りである。

実験参加者に対しては、上記の課題の中で見つけた 対象は全て写真を撮影し、日ごとに提出するよう求め た. また、この写真課題に加え、日毎に選んだ対象には 作品タイトルを付け、解説文(作品の説明、自由記述形 式)を提出することを求めた. 本研究では、実験群の参 加者 10 名による日毎の写真データ、作品タイトル、解 説文に対する分析を行った.

実験群の参加者が日毎に選択した対象の写真・タイトル・解説文のセット (10 名×7 日間=70) を,「①解釈において対象のどの要素に着目しているか」「②解釈においてどのような操作を加えているか」という二つの観点から分類してカテゴリを作成し,各カテゴリに分類された作品数を日毎に集計した。この分析により,7 日間の課題期間の中での実験参加者の解釈の変化を捉えることを試みた。

「自分が美術作品と思えるものを探す」という課題 は、実験参加者がそれまでに蓄積した自らの美術に関 する経験や知識, イメージを意識的に活用して対象を 見ること、すなわち美的態度をもって対象を捉えるこ とを促すものであると言える. 課題期間の初期には、こ うした過去の経験の蓄積から構築された美術に対する イメージが比較的ストレートに反映されたプロダクト が多いと予想される.一方、7日間にわたって課題に取 り組む中で、自身の美術に対するイメージやものの見 方についてのリフレクションが生じると考えられる. このように通常は美的に解釈する対象ではないものを, 美的態度をもって捉える活動を続けることにより、「自 分にとっての美術作品とはどのようなものか」という 問い直しが生じ、自身の美術に関する既有知識を改め て探索し、初期とは異なる解釈を各自が試みることが 予想される.

4. 結果

「解釈において対象のどの要素に着目しているか」という点について、写真・タイトル・解説文のセットから、「造形的な要素」「意味・機能」「素材や構造」「配置」の5つの互いに排反なカテゴリがボトムアップで生成された。各カテゴリに分類された作品の合計数の日毎の変遷を図2に示す。

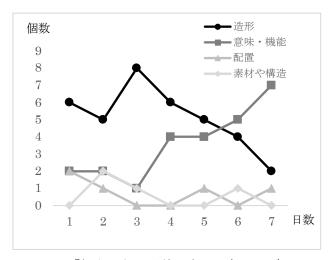


図 2. 「解釈における着目点」の各カテゴリに 分類されたプロダクト数の日毎の変化

図2より、対象の「造形」への着目は1~3日目には 頻繁に生じるが4日目以降は徐々に出現頻度が下がっ ていることが想定される.一方、対象の「意味・機能」 への着目は4日目以降に頻度が上昇し、6日目、7日目 には「造形」を上回っていた.

「対象の解釈においてどのような操作を加えているか」という点については、写真・タイトル・解説文のセットから、「見立て」「ストーリーの付与」「強調」の3つの互いに排反なカテゴリがボトムアップで生成された。各カテゴリに分類された作品の数の日毎の変遷を図3に示す。

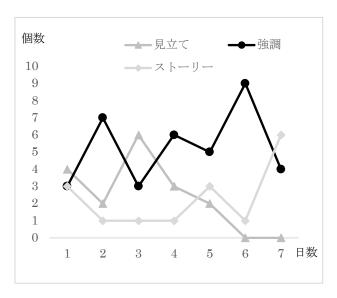


図3. 「解釈において加えた操作」の各カテゴリに分類されたプロダクト数の日毎の変化

図3より、対象のある要素の「強調」は7日間にわたって比較的頻繁に見られた。また、対象の他のものや人への「見立て」は後半にかけて頻度が下がり、6・7日目には見られなかったのに対し、対象への「ストーリーの付与」は7日目に多く見られている。

5. 考察

本発表では、美術を専門としない大学生・大学院生が7日間にわたって「非美術の対象を美術作品として捉える」課題に取り組む中で、対象の解釈がどのように変遷するかということを探索的に検討した.

解釈における着目点として, 初期は造形的な要素, す なわち対象の外見への着目が多かったのに対し、最終 日にかけて意味や機能に対する着目の頻度が増える様 子が見られたことは興味深い結果である. 課題期間の 初期に造形的な要素への着目が多く見られたことから, 非専門家が美術作品のイメージとしてはじめに想起し やすい要素の一つとして、外見の美しさや面白さがあ ることが想定される.一方で、自身の美術に関する知識 や過去の経験の蓄積を参照しながら対象を捉えること を課題期間中に促される中で対象に対する着眼点が変 化し、意味や機能に対する着目が増えたと考えられる. 古藤・清水・岡田(2018)では、本発表と同じ実験の参 加者による「課題期間中の気づき」に関する日毎の主観 報告において、実験群の参加者では「自身の美術観に関 する気づき」に関する言及が見られたことを示してい る[9]. 着目点の変化が引き起こされるメカニズムは本

発表において分析したデータのみからは明らかにする ことはできないが、自身の枠組みの中を探索する中で 自身の持つ美術イメージ自体に関する気づきが促され、 異なる要素に着目する取り組みにつながったという過 程が生じていたことが推測できるだろう.

対象の解釈の際に行った操作に関しては、日毎の変化における強い傾向性を捉えることはできなかった.しかしながら、課題期間の最初は「見立て」が多くみられ、最終日にかけて「ストーリーの付与」の頻度が高くなるような推移が生じている可能性は示唆された.「見立て」は対象を似た要素を持つ別の対象とみなすというある種単純な操作がベースである.一方、「ストーリーの付与」は対象に物語性をもったバックグラウンドを与えるという意味において、対象そのものだけでなくそれを取り巻く背景に関わる操作であると言える.こうした観点を踏まえると、課題期間の最後にかけて「ストーリーの付与」という操作が多く見られたことは、解釈の段階が変化しつつあることを示唆していると言えるのではないだろうか.

こうした解釈における着眼点や操作といった側面の変化を捉えることにより、美的態度をもって対象を捉える活動を一定期間続ける中で、主体が自分自身の美術に関する既有知識を参照しつつ、解釈の仕方をダイナミックに変更している可能性を示唆することができた。こうした変化が新たな知識の獲得によってではなく、外界にある日常的な事物と触れながら自身の美術に関する既有知識を改めて探索することで生じうるという点は、美術鑑賞教育においても応用可能な興味深い知見であると考えられる。

本発表で行った分析はあくまで探索的なものであり、 今後は統計的な処理を含めたより客観的な分析が必要 である。また、解釈における操作については本研究では 強い傾向性を見ることができなかったものの、着目点 との組み合わせによって何らかの傾向性を見いだすこ とができる可能性があり、本発表においては別個に分 析をした二つの側面の関係性をクロス集計等により捉 える必要があると思われる。さらに、解釈の際の着眼点 や操作に関する個人差と過去の美術経験、そして課題 に取り組む前の美術に対するイメージ等の活動に寄与 する要素に注目し、それらを測定することにより、美術 に関する既有知識の詳細と解釈の仕方との関連性を検 計することができると考えられる。

参考文献

- Cassirer, E., (1944) "An Essay on Man" New Haven, CT: Yale University Press.
- [2] 安西 信一 (1989) "ピクチャレスクの美学理論—ギルピン, プライス, ナイトをめぐって—", 美学, Vol. 40, No. 2, pp. 36–49.
- [3] Cupchik, G. C., & Winston, A. S., (1996) "Confluence and divergence in empirical aesthetics, philosophy, and mainstream psychology", In E. C. Carterette & M. P. Friedman (Eds.), *Handbook of Perception & Cognition,* Cognitive Ecology, pp. 62–85. San Diego, CA: Academic Press
- [4] Winston, A. S., & Cupchik, G. C., (1992) "The evaluation of high art and popular art by naive and experienced viewers" Visual Arts Research, Vol. 18, pp. 1–14.
- [5] Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D., (2004) "A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments" British Journal of Psychology, Vol. 95, pp. 489-508.
- [6] Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J., (2009) "Viewing artworks: Contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience", Brain and Cognition, Vol. 70, pp. 84-91.
- [7] Cupchik, G. C., & Gebotys, R. J., (1988) "The search for meaning in art: Interpretive styles and judgments of quality", Visual Arts Research, Vol. 14, pp. 38–50.
- [8] Bransford, J. D., & Johnson, M. K., (1972) "Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall", Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, Vol. 11, pp. 717-726.
- [9] Goodman, N., (1976). Languages of art (Rev. ed.), Indianapolis, IN: Hackett.
- [10] Danto, A. C., (2013) What art is, New Haven, CT: Yale University Press.
- [11] 古藤 陽・清水 大地・岡田 猛 (2018) "美術非専攻の大学 生の自らの「ものの見方」への気づきと美術への親近感 の向上を促す教育的介入", 日本認知科学会第 35 回大会 発表論文集, pp. 487-495

友人・恋人関係における役割期待の時間的変化について Role expectation for a partner changes with time

熊谷 優希[†],日根 恭子[‡] Yuki Kumagai, Kyoko Hine

[†]東京電機大学情報環境学部,[‡]豊橋技術科学大学大学院情報・知能工学系 Tokyo Denki University, Toyohashi University of Technology 16jk092@ms.dendai.ac.jp

Abstract

Role expectation has an important role on building relationships. However, it was not clarified how/whether role expectation is changed with time. In the current study, we conducted the investigation in which participants answered to a questionnaire of role expectation. Also, participants were asked how long the relationship has been lasted with their partner. As a result, the score of "help, confidence" to the partner with long relationship was higher than that to the partner with short relationship. This results suggests that it is important to consider a partner especially in long relationship period in order to keep a good relationship.

Keywords – Role expectation, Cross-sectional survey, Partner

1. 背景

人は他者から抱かれる期待の影響を受け、行動を 決定することがある. この, 他者から抱かれる期待 のことを役割期待いい、人間関係の質に影響してい ることが報告されている[1]. したがって、どのよう な役割期待を持たれているかを明らかにすることは、 円滑な人間関係の構造を明らかにするうえで、重要 であるといえる. 特に、青年期は、主たる人間関係 が親から友人や恋人に移行する時期であり、青年期 における友人や恋人に対する役割期待を明らかにす ることは、自己形成を理解するためにも必要である といえる. 下斗米[3]による大学生を対象とした, 友 人・恋人関係における役割期待を調査した研究にお いて、友人と恋人に対しては、役割期待が異なるこ とが報告されており、青年期における自己形成にお いて、友人と恋人が異なる役割を果たしていること が示唆されている.

しかし、役割期待が時間経過とともにどのように変化するのかに関しては、十分に検討されていない. 青年期を自己形成の過程とみなすならば、役割期待が時間とともにどのように変化するのか明らかにすることは、その過程を検討するためには重要であると考えられる.そこで本研究では、大学生を対象に、友人と恋人に対する役割期待が、時間変化に伴って、どのように変化するのか調査することを目的とした.

2. 調査方法

2.1 調査対象者

東京都内の大学生 11 名 (女性 1名,男性 10 名,平 均年齢 22 歳) と club けいはんな[2]会員 27 名 (男 性 9 名,女性 18 名,平均年齢 22 歳)であった.

2.2 調査内容

先行研究[3]を参考に調査内容を決定した.まず,自分の友人を1人選んでもらい,その人との関係性はどのくらい続いているのか,どの程度その人について知っているかについて,回答を求めた.その後,役割行動期待尺度[3]への回答を求めた.友人に関する調査の後,恋人の有無を尋ねたのち,同様に恋人に関する質問への回答が求められた.

2.3 調査方法

調査は、質問紙もしくはウェブを用いて行った.

2.4 分析方法

友人,恋人に関する調査それぞれについて,役割期待尺度の下位尺度(「支援・信頼」,「外見的魅力」,「他者考慮」,「積極的交流」,「相互向上」,「娯楽性」,「力動性」,「類似性」)[3][4]ごとに評定値を算出した.次に,友人,恋人ともに,関係性の長さが12か月以上かどうかで分類をした.

3. 結果・考察

友人についての 12 ヶ月未満のデータが集まらなかったため、本稿では恋人に関する結果のみ報告する. 役割期待尺度の下位尺度(「支援・信頼」、「外見的魅力」、「他者考慮」、「積極的交流」、「相互向上」、「娯楽性」、「力動性」、「類似性」)の平均値について、関係性の長さが 12 か月未満と 12 か月以上で有意な差がみられるか検討した. その結果、「支援・信頼」について、12 ヶ月以上(4.07, SD=0.47)のほうが、

12 ヶ月未満(3.04,SD=0.5)よりも有意に高かった (t(18)=1.73,p=.05).結果を図1に記載する.一方,「外見的魅力」,「他者考慮」,「積極的交流」,「相互向上」,「娯楽性」,「力動性」,「類似性」の7種類については,12ヶ月以上と12ヶ月未満で有意な差が見られなかった.

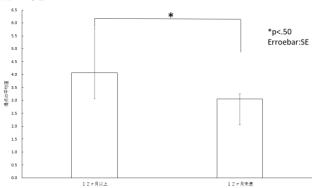


図1. 支援・信頼の平均値 (エラーバーは標準誤差)

今回の調査結果から、「支援・信頼」という役割期 待の下位尺度については、時間が経つにつれて期待 が大きくなることが示唆された. 本調査で用いた質 問紙において,他の下位尺度が、観察可能な行動に ついて問うものが多い一方、「支援・信頼」に関する 質問項目は、「自分を認めてくれること」や「自分を 信頼してくれること」など、相手の内面的な部分を 聞く質問が多く、このことから、人間関係、特に恋 人関係をよりよくするためには、交際1年未満の初 期段階でも相手から信頼をしてもらえるような行動 を心がけ、1年以上からは関係が長くなってきてい ても、その中でも相手に対し嘘をつかないことや約 束を守るなど信頼をしてもらえるような行動であっ たり,相手が困っていることを助けてあげる行動を さらにしてあげることで、より良い関係を継続して いけると考える.

4. 参考文献

[1]蔵永瞳・片山香・樋口匡貴・深田博己.(2008). いじめ場面における傍観者の役割取得と共感が自身のいじめ関連行動に及ぼす影響. 広島大学心理学研究, (8), 41-51.

[2] club けいはんな. 公益財団法人 関西文化学術研究都市推進機構

[3] 下斗米淳. (2000). 友人関係の親密化過程における満足・不満足感及び葛藤の顕在化に関する研究 役

割期待と遂行とのズレからの検討. 実験社会心理学研究, 40(1), 1-15.

[4] 髙坂康雅. (2010). 大学生における同性友人, 異性友人, 恋人に対する期待の比較. パーソナリティ研究, 18(2), 140-151.

認知科学者のための圏論入門 Introduction to category theory for working cognitive scientists

日髙 昇平[†] Shohei Hidaka

†北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Abstract

圏論とは、「圏」という数学的構造を扱う理論で、圏とは、「射」と呼ばれる"関係の代数的構造"の合成操作に閉じた構造を指す。本 OS では圏を基礎として定義される、「関手」や「自然変換」という基礎概念について説明し、認知科学における応用の可能性について論じる。

Keywords — JCSS, Cognitive Science

1. OS の概要

圏論とはどんな数学的な理論であるかを一言でい うならば、数学的な概念がなぜそのように名前が付 けられているか、その理由を記述する理論であると 言えるだろう。あるいは我々が名前を付けたくなる ような数学的な概念が共通して持つ構造を記述する 理論が圏論と言ってもよいだろう。圏論(の一つの解 釈)によれば、名前を付けたくなるのは、何らかの構 造が存在し、かつ一意的に定まるから、であり、そ の性質を普遍性(universal property)と呼ぶ(普遍性 を主題とした圏論の入門書として「ベーシック圏論」 [1] (T. Leinster 著, 土岡訳・斎藤監修))。こうした「一 意に存在する」構造が決まるとき、その多くが"自 然な"関係性を持っており、これを自然変換と呼ぶ。 圏論はこの自然変換を定義するために、その基礎と なる圏、射や関手と言う概念を整備し、それらの関 係を明示するための理論である[2] (Mac Lane 著, 三好・高木訳「圏論の基礎」)。

数学者の中にも圏論は抽象的でつかみどころのない理論という評価もある一方で、近年、意識のメカニズムの試み[3](Tsuchiya, Taguchi & Saigo, 2016)や比喩の理論化[4](Fuyama & Saigo, 2018)、など認知科学分野の研究対象への応用も試みられつつある。こうした潮流をうけて、2019年1月に本OSの前段として同名のワークショップ「圏論による認知モデリングの可能性」[5]を開催した。このWSでは圏論を用いたモデリングを試みる認知科学・人工知能・

数学の研究者を招き、認知科学・認知心理学などの 知見を説明する枠組みとしての圏論の可能性を議論 した。

本オーガナイズドセッション(OS)は、企画者の日高・高橋が第34回大会より開催してきた「ホモ・クオリタスとしての人間理解に向けて」の第3弾であり、引き続き人の知覚、錯覚、幻覚、物体認識、などの「意味を見出す本性を持つ者」としての研究に焦点を当てる。今回は特に、この方向性で認知現象をとらえるために、圏論を基礎とする認知モデリングが、既存の方法論に比べてどのような利点があり得るか探り、議論を深める事を目的とする。

本 OS では、こうした問題意識を念頭に、数学、認知計算論、人工知能、心理学、などの分野における気鋭の論客を招待し、テーマを絞ったオープンディスカッションを行う。

参考文献

- [1] T. Leinster (2014), "Basic Category Theory", Cambridge University Press. (邦訳: 土岡俊介・斎藤恭司「ベーシック圏論」, 丸善出版).
- [2] Mac Lane (1971). Categories for the Working Mathematician, Springer-Verlag New York. (邦訳: 三 好博之・高木修「圏論の基礎」, 丸善出版)
- [3] Tsuchiya, N., Taguchi, S. & Saigo, H. (2016). Using category theory to assess the relationship between consciousness and integrated information theory, Neuroscience Research, 107, 1-7.
- [4] Fuyama, M. & Saigo, H. (2018). Meanings, Metaphors, and Morphisms: Theory of Indeterminate Natural Transformation (TINT)., eprint arXiv: 1801.10542
- [5] 日髙昇平・高橋康介 (2019). 「圏論による認知モデリング の可能性」, 2019 年 1 月 17 日, 長浜バイオ大学. (https://kohske.github.io/research/201901CT WS/)

圏論からみる実在の仮説 Hypothesis of Realism based on category theory

山川 宏†‡

Hiroshi Yamakawa

[†]理化学研究所 生命機能科学研究センター、[‡]NPO法人 全脳アーキテクチャ・イニシアティブ [†]RIKEN Center for Biosystems Dynamics Research、[‡]The Whole Brain Architecture Initiative hiroshi.yamakawa@riken.jp

Abstract

A world model within agents for recognizing the environment was formulated on category theory. The hypothesis that the reality is built on "the behavior of relationships on internal representation" wad proposed.

キーワード: 圏論 (category theory), 実在論 (realism), 世界モデル (world model)

1. はじめに

世界は、それが認識される以前に実在がしているという素朴な直観を持っている。しかしながら一旦、認識するエージェントの中に立ち入れば、そこには、センサから得られた情報かそれを変換した表現上の表示しかなく、実在を直接的に触れることはできない。

本稿では、この長年の哲学的な疑問に対して、エージェントがもつ世界モデルについて圏論を用いて定式化し、実在についての仮説を提案する。

2. 圏論を利用した世界モデル

世界モデルが認識する実在の例として図 1 に示すように外界中に、事物 a から事物 b への射 m があるような物体(ここではリンゴ)を想定する。

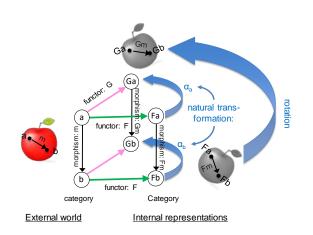


図1 圏論から捉えた世界モデル

事物 a と事物 b は、センシングやエージェント内の情報変換に対応する関手 F により圏 F の表示 Ga と Gb に対応付けられ、射mは射 Fm に対応付けられる。圏 Ga も同様であるが、圏 F とは異なる見方をしている(図 1 では回転している)。内部表現における外界の同一事物についての異なる圏をつなぐ射が自然変換である。例えば Ga から Ga への射は、自然変換Ga である。

3. 実在の仮説

エージェントは直接的に{a, b, m}を見ることができないにも関わらず外界に実在を認識できる。そこで以下において前記モデルに基づく実在の仮説を提案する。

圏論に基づく実在の仮説:

エージェントが、外界の対象に対する内部表現として、同じ対象についての異なる圏における関係の射(図中 Fm, Gb)を持つ場合、それに付随した可換性を与える自然変換(図中 α_a と α_b)を与えられた場合に、対象が実在すると認識する。

この仮説は、エージェントが外界における実在を認識することは、その内部表現において「関係の振る舞い」を把握することである。図の例では、リンゴの振舞い(回転)に対して実在が不変であることになる。

4. まとめ

エージェントが外界における実在を認識することは、 その内部表現において「関係の振る舞い」を把握するこ とであるという仮説を提案した。

本仮説に基づく世界モデルを機械学習エージェント内に構築するには自然変換の学習が課題となる。

謝辞

執筆にあたり、西郷甲矢人らをはじめとしてご議論 いただいた帰納的概念操作研究会の皆様に感謝する。

認知モデリングにおける圏論の可能性: 随伴, 普遍性, 動的双対性 How can category theory be used in modeling cognition? Adjunction, universality, and dynamical duality

高橋 達二

Tatsuji Takahashi

東京電機大学

Tokyo Denki University tatsuji.takahashi@gmail.com

概要

著者の研究領域は変遷してきたが、広義の認知現象を研究してきたという意味では一貫性があるとも言える. 認知に広範にみられる対応関係、構造保存性、双対性、階層性、合成可能性などの性質は圏論 (category theory) で記述できると考え、これまでいくつか圏論の概念に直接着想を得た研究を行ってきた. 本発表では、認知モデリングにおける圏論の可能性を示すいくつかの例として、それらを紹介するとともに、今日再び可能性を強調したい理由を議論する.

キーワード:思考,意味,自己言及

はじめに

これまで著者は、成功したとは言い難いものの、いくつかの認知現象について圏論 (category theory) (西郷&能美, 2019) を用いて研究してきた。本発表ではそのうちのいくつかを紹介するとともに、今後の認知モデリングにおける圏論の可能性について議論する。本論では過去の例二つについて触れる。

2. 言葉に意味はあるか:自己言及的特性からみた規則随順のパラドクス

哲学の問題のいくつかは、自己言及のパラドクスの形式をとる。論理学者・哲学者ソール・クリプキが提示した規則随順のパラドクス (rule-following paradox) (クリプキ, 1983) も、自己言及の形式でも部分的には捉えられる。この点について、 Lawvere の不動点定理 (Lawvere, 1968) での定式化を試みた (高橋, 2002). ちなみに (森, 1976) に分かりやすい説明があり参考にした。

このクリプキの提示するパラドクスについては様々な議論や解釈がある. 基本的には言葉の意味が実在しないことを示すと言えるが, 他方で意味を懐疑する懐疑論者との対話が成立することが我々の言語のあり方を浮かび上がらせる, という郡司ペギオ幸夫の理

解が最も興味深いと思われる (例えば養老, 2002). また, 類似したグッドマンのブルー・グルーの帰納法の新たな謎 (グッドマン, 1987) との違いとして, 関数や公理系, そしてコミュニケーションのあり方をより深く示すという点がある. グッドマンの謎は, 推論の認知心理学の規範としての論理学的合理性から確率論的・情報理論的合理性への転回を導いていた. 例えば (Oaksford & Chater, 1998) においては, 上述のグッドマンの本からの影響が, フォーダーやジョンソン=レアード, そして J. R. アンダーソンの本よりも先に挙げられている.

Oaksford は近年推論心理学に「心理言語学的転回」があったと主張しているが (私信, 2017), その転回の (さらなる) 実質化には規則のパラドクスの再考が肝要となるのではないかと私は最近考えている.

3. 内言としての思考のモデル:自己言及性 を弱め、ダイナミクスを作る

思考はある種のループであるが、自己に閉じ切らな い,ある意味不完全なループと考えられる. 思考を自 分自身との内言による対話として捉え, そのダイナ ミクスをモデリングすることは, 自己言及のパラドク スを弱めることで可能となる (Takahashi, 2008; 2009; 2012). ここでは、オブジェクトレベルとメタレベル を非決定性有限オートマトンと, それに閉包操作を加 えて変換した決定性有限オートマトンとしてそれぞれ モデリングし, その間の相互作用を実現することで, 思考自身により思考ルールが変更され続ける様が表現 できた.このモデルは、抽象モデルに留まるものの、 圏論の随伴性の概念を「規範」として, 二つの表現 の間の双対性を作り続けるというコンセプト (Gunji, Takahashi, & Aono, 2004; Gunji, Miyoshi, Takahashim & Kamiura, 2006) を認知現象に適用したものである. よ り一般的に言えば、従来の最適性などの代わりに双対 性を合理性の規範として採用することで拓ける認知モ

デリングの可能性はあると思われる.

4. 結び

発表においては、刺激等価性や対称性推論で議論されている様々な特性が圏論の概念で整理できることや、経済行動の随伴性によるモデリング(高橋&郡司,2002;2003)などについても紹介したい。また、最近池田駿介,布山美慕,西郷甲矢人各氏らと共同研究している不定自然変換理論(布山&西郷,2018,2019;池田,高橋,布山,&西郷,2019)の認知モデルとしての意味についても触れる予定である。

References

- 西郷 甲矢人, 能美十三, 圏論の道案内~矢印でえがく 数学の世界~, 技術評論社. (2019)
- 高橋 達二, 規範と自己言及, 東京大学教養学部基礎科 学科科学史・科学哲学科 卒業論文. (2002)
- ソール・A. クリプキ, 黒崎 宏 (訳), ウィトゲンシュタインのパラドックス一規則・私的言語・他人の心, 産業図書. (1983)
- Lawvere, F.W. (1969) Diagonal arguments and cartesian closed categories. *Category Theory, Homology Theory and their Applications II, Springer Lecture Notes in Mathematics* 92, 134–145.
- 森 毅, 無限集合 (数学ワンポイント双書 4), 共立出版. (1976)
- 養老孟司 (編), 脳と生命と心一第一回養老孟司シンポ ジウム (養老孟司シンポジウム (第1回)), 哲学書 房. (2002)
- ネルソン・グッドマン, 雨宮 民雄 (訳), 事実・虚構・予言 (双書プロブレーマタ7), 勁草書房. (1987)
- Oaksford, M., Chater, N., Rationality In An Uncertain World: Essays In The Cognitive Science Of Human Understanding, Routledge. (1998)
- Takahashi, T., Interaction in Second Person Manifested as Normative Asymmetric Communication, 神戸大学 大学院自然科学研究科地球惑星システム科学専攻 博士論文. (2008)
- 高橋 達二, 内部観測:脱構築から発達へ, 進化経済学論 集, 第 13 集, a42. (2009)
- Takahashi, T., Gunji, Y.-P., Symmetrizing object and meta levels organizes thinking, *BioSystems*, 107, 95–105. (2012)
- Gunji, Y.-P., Takahashi, T., Aono, M., Dynamical infomorphism: Form of endo-perspective, *Chaos, Solitons*

- & Fractals, 22, 1077–1101. (2004) 10.1016/j.chaos. 2004.03.001
- Gunji, Y.-P, Miyoshi, H., Takahashi, T., Kamiura, M., Dynamical duality of type- and token-computation as an abstract brain, *Chaos, Solitons & Fractals*, 27, 1187–1204. (2006) 10.1016/j.chaos.2005.01.067
- 高橋 達二, 郡司ペギオー幸夫, 原生交換過程における貨幣の起源 コミュニケーションの原基, SI2002 講演論文集, II, 251-252. (2002)
- 高橋 達二, 郡司ペギオー幸夫, 貨幣の起源:媒介者の 個別化過程, 進化経済学論集, 第7集, 95-104. (2003)
- 布山 美慕, 西郷 甲矢人, 不定自然変換理論の構築:圏 論を用いた動的な比喩理解の記述, 知識共創, 8, III, 5, 1-11. (2019)
- Fuyama, M., Saigo, H., Meanings, Metaphors, and Morphisms: Theory of Indeterminate Natural Transformation (TINT). arXiv:1801.10542 (2018)
- 池田 駿介, 高橋 達二, 布山 美慕, 西郷 甲矢人, 不定自然 変換理論による比喩理解モデリングの計算論的 実装へ向けて, 本論文集. (2019)

ビッグデータと経済実験: クラウドソーシングを用いたオンライン実験の可能性 Big Data and Economic Experiments: Possibility of Online Experiments Using Crowdsourcing Services

後藤 晶[†]
Akira Goto
[†] 明治大学
Meiji University
akriagoto@meiji.ac.jp

概要

昨今,認知科学や心理学に限らず,経済学など従来は実験が行われてこなかったような社会科学領域においてもラボ実験が展開されるようになってきた.しかしながら,ラボ実験においては実験参加者の偏りなどの複数の課題が存在している.この問題はクラウドソーシングを用いることにより,様々な社会経済的要因に着目した実験研究により解決できる可能性がある.本研究においては,クラウドソーシングを用いた実験研究の可能性について検討する.

キーワード: クラウドソーシング, オンライン実験, 行動経済学, 実験社会科学, 計算社会科学

1. はじめに

昨今では、計算社会科学という学問領域が注目されつつある。これは Mann の議論によれば、シミュレーション、ネットワーク分析の他に大規模なバーチャルラボとしてオンライン実験を一つの方法論として重視して、社会科学の諸問題にアプローチしようとする学際的な学問領域である [1]. 従来、ゲーム理論に基づいた経済ゲーム実験を行う際には、基本的には実験室によって行われてきた。しかし、情報技術の発展に伴い必ずしも実験室ではなくとも実験が可能な環境が整いつつある。

ここでいう経済ゲーム実験とは、主に公共財ゲームや独裁者ゲーム、最終提案ゲームに代表される個人的合理性と社会的合理性が一致しない社会的ジレンマを扱う実験を指す。経済ゲーム実験は実験経済学や行動経済学、社会心理学など様々な学問分野において、人間の協力傾向・利他傾向を明らかにしたり、社会的ジレンマの解決方法を現実の人間行動にもとづいて検討するために用いられている。しかし、いずれの領域においても実験室実験が中心となっている。実験室実験

では、大学で実験を実施する場合、実験参加者の確保 のしやすさから学生が実験参加者となることが多いた めにサンプリングバイアスが発生し、実験によって得 られる知見の頑健性に課題が存在する可能性がある.

本稿は、この問題に対して情報通信技術を活用することにより、実験室実験の課題を克服するような実験の可能性について多面的に検討する。主にラボ実験で行われているようなコンピュータを用いた実験の実施には実験参加者および実験刺激等の提示システムが必要となる。この点について情報通信技術を活用することにより、オンライン上で実験参加者を確保し、実験を提示することも可能である。例えば、実験参加者を提示することも可能である。例えば、実験参加者ではのTree という経済ゲーム実験システムを用いることで[3]、オンライン上で実験実施可能な環境を構築し、クラウドソーシングによって幅広い実験参加者を得ることができ、世代別・収入別・居住地域別の特徴など、様々な側面からの人間行動を明らかにすることが可能となる。

本研究は国内において広く一般を対象として,金 銭面・時間面においてコストが小さくて済むクラウド ソーシング実験の可能性について検討するものであ り,広く国内の行動・実験経済学や認知科学,実験・ 計算社会科学研究に波及効果があると確信している.

2. oTree とは:

oTree とは経済ゲーム実験プログラムとして開発されたものである. Python の web アプリケーションである Django をベースに開発されており、様々な経済ゲーム実験を実施するために用いられている (図 1, https://www.otree.org/).

oTree が特に実験経済学領域に与える大きなインパクトは、「インタラクションのある経済ゲーム実験」を

oTree
An open-source platform
for behavioral research

Home Demo Download Documentation Forum FAQ GitHub



図 1 otree の web ページ

「ブラウザ上」で「自由に構築」できる環境を構築したことにある.

ここでいうインタラクションのある経済ゲーム実験 とは、公共財ゲームや独裁者ゲーム、最終提案ゲーム のような自身の意思決定のみに利得が決定するのでは なく、複数プレイヤーの意思決定に連動して各プレイ ヤーの利得が決定するいわゆるゲーム理論に関わる実 験を指している.

また、「ブラウザ上」で実施できるということも非常にメリットが大きい.経済ゲーム実験として標準的に広く使われていたのは"z-Tree"というプログラムであった [4].このプログラムはインタラクションのある経済ゲーム実験を実施するには非常に有用なプログラムである反面、専用のアプリケーションが必要となる、windowsでしか使えない、特殊な通信ポートを用いているため、通常の回線では閉鎖されている可能性が高いために外部との通信では難しいなどの課題存在している。一方、oTree はブラウザ上で実験が実施可能である。したがって、インターネットに接続可能であり、ブラウザがインストールされている端末さえあればいつでもどこでも実験を実施することが可能である。

さらに、「自由に構築」できるというのも非常に大きなメリットである。oTree は習得しやすく、応用可能性の高い言語である Python をベースにしているために実験構築が比較的容易であると同時に、自由度が非常に高い。そのために、様々な経済ゲーム実験を自由に設計できるのみに限らず、いわゆる web で導入可能な技術は何でも利用可能である。

クラウドソーシングとは:

クラウドソーシングサービスとは、「群衆」を意味する"Crowd"と「委託」を意味する"Sourcing"をあわせ

た言葉であり、オンライン上で仕事を発注する企業・組織と、仕事を請け負う個人をマッチングするサービスのことであり、情報社会における新たな情報獲得手法の一つである.

クラウドソーシングサービスで利用可能な受発注形式は受注者・発注者の間で交渉した上で契約締結後に作業を開始し、チームで取り組むこともあるプロジェクト形式、複数の受注者がキャッチコピーやロゴなどのクリエイティブな仕事で行い、優れた成果物の提出によって報酬を得られるコンペティション形式やオンライン上で外部に発注することができるために、簡単な調査や機械学習のための画像判別データの作成といった課題を行うことで報酬を得られるマイクロタスク形式など、様々な形態の課題が存在している[2]. 先程の分類に従えば、多くの経済ゲーム実験で実施される内容はマイクロタスク形式の課題に分類される. クラウドソーシングを用いることでより多くの実験参加者の募集が可能となる.

以下ではインターネットを用いたオンライン上における実験のことをオンライン実験として表現し、特にクラウドソーシングを用いた場合にはクラウドソーシング実験として表記する.

4. クラウドソーシングで実験をする際のメ リットとデメリット

クラウドソーシング実験は web フレンドリーな実験環境を構築することで、いつでもどこからでも参加可能な環境を構築することで実施が可能となる. このことは実験研究に対して大きなメリットとなる一方でデメリットも存在する. ここでは、ラボ実験との対比を通じて、クラウドソーシング実験のメリットとデメリットを整理する.

4.1 メリット

クラウドソーシング実験は低コストで実験環境を構築が可能である,ラボ実験に比べて短時間で大量の実験参加者を集めて,小さな金銭的コストでで実験を実施することができることが圧倒的なメリットが存在する.他にも、「空間」に縛られない実験が可能になるなど、様々な可能性を生み出すことができる.

行動経済学や実験経済学で中心的に行われる複数の 実験参加者が集まって、ラボにてコンピュータ上で実 験に参加するような集団実験は、必ずしも多くの研究 機関で行われているものではない、代表的に行われて いる大学としては、大阪大学、京都大学、早稲田大学、 同志社大学,関西大学,高知工科大学や北海道大学や 玉川大学などがあげられる.しかし,いずれの実験室 も施設整備に非常に大きなコストを費やされており, 複雑なネットワーク構築が求められるなど環境構築は 容易なものではない.

一方,ブラウザ上で経済ゲーム実験を実施可能な環境を構築すればラボ実験も実施可能である。間仕切り等を用意する必要はあるが、それ以外に最低限の必要なものはブラウザがインストールされているタブレット端末とサーバだけであり、従来のwindows端末を用意するよりも容易に実験環境を構築することが可能である¹.

また、実験室実験の実施には非常に大きなコストが掛かる。通常の大学生を対象とした実験においても金銭的・時間的コストは掛かるが、大学生ではない参加者を集めて実験を実施するにはより大きなコストが掛かることになる。ここでは、例として玉川大学で行われた一般サンプリング研究を例に取り上げる[5]。2012年~2016年にかけて実施された研究では、一般家庭に約18万部のチラシを配布し、応募の意志を表明した1670名の中から性別・世代のバランスを配慮した600名を元に経済ゲーム実験・調査を実施した。この研究ではfMRIなどの生物学的情報まで取得しているが、金銭面・時間面で非常に莫大なコストが掛かっていることは間違いない。

一方,クラウドソーシング実験では、金銭面・時間面においても非常に小さなコストで実施することができる。例えば、855名を対象に実験を行ったが[6]、合計で12時間程度しかかかっていない。実施中には必ずしも実験用サーバーの監視をしていなくても構わないために、時間的なコストは小さく抑えることができる。さらに、報酬には成果報酬を含めて合計で10万円をかけずに実験を行うことが可能である².

したがって、実験室実験よりも時間的・金銭的コストについては非常に効率的であると言える.

さらに、「空間」に縛られないことにより、多種多様な地域の人とのインタラクションのある実験が可能となる。例えば、戊辰戦争の地域戦でもある会津戦争以来、長州藩のあった山口県(特に萩市周辺)の住人と会津藩のあった福島県(特に会津若松市周辺)の住人は未だに遺恨が残っているという。果たして、そのような遺恨は現在も残っているのであろうか。

そのような問題に対して、クラウドソーシング実験、もしくはオンラインを用いたラボ実験は行動面から明らかにできる可能性がある。例えば、山口県の住人と福島県の住人をマッチングして公共財ゲームや独裁者ゲーム、最終提案ゲームや信頼ゲームといった経済ゲーム実験を行うことにより、実際にお互いの向社会的行動について明らかにすることができる可能性がある。このように、オンライン実験、ないしはクラウドソーシング実験によって空間的距離を乗り越えることができるならば、実験研究は新たな可能性を拡げることが可能となる。

4.2 デメリット

オンラインを用いたラボ実験においては、基本的に一般的に行われている実験をオンライン上に移植しただけであるために、従来と同じように実験ができる。すなわち、ラボ実験の範疇においては通常の経済ゲーム実験研究と変わらないためにデメリットはほぼ存在していない³.

一方,クラウドソーシングを用いて実験をする際には様々なデメリットも存在する.ここでは実験環境の統制困難性,途中離脱,実験参加者の回答行動の不確実性の増大という三点に着目する.

第一に、実験環境の統制困難性とは、実験参加者がどのような状況で実験に参加しているかどうかがわからないということを意味する。例えば、自宅の自室で答えている可能性もあれば、電車の移動中などに回答している可能性もある。どのような端末を用いて実験に参加しているかをコントロールすることも困難である4。

したがって、実験環境を完全に統制することが困難である一方で、RCT(Randmized Control Test)の観点からは従来のラボ実験よりも実験参加者を高度にランダマイズすることができているとも言える。ラボ実験では実験参加者同士が知人同士である可能性もあるが、クラウドソーシング実験では知人同士がマッチングされる可能性は非常に低い。

さらに、様々な社会経済的属性を有したプレイヤー 同士によるプレイが可能になるために、属性について もランダマイズされたゲーム実験が可能となる.

¹実際にはスマホでも実験の実施が可能であるため,授業中に教育目的の実験を実施るつことも可能である.

²より多くの報酬を支払うことも可能である.一方で,他のタスクが1人あたり数円単位の報酬で行われている中で,数百円単位の報酬を支払うとクラウドソーシング市場を崩壊させてしまう危険性もあるため,報酬の設定には課題が残る.

 $^{^3}$ z-Tree は基本的にはキオスクモードで実行される. これは実験に関わらないその他のアプリを実験中に表示できないようにする機能である. これについては Google Chrome を用いるとキオスクモードを利用できる.

⁴利用するクラウドソーシングサービスによっては,回答端末を 限定することも可能である.

第二に、途中離脱とは実験参加者が途中で実験を中止してしまうことである。実験参加者間でインタラクションのある実験を実施するためには、途中離脱は大きな障壁となる。途中離脱は主に2つの側面が存在する。1つは意図的な途中離脱であり、もう1つは非意図的な途中離脱である。意図的な途中離脱とは、実験結果が気に入らなかったり実験に飽きてしまい、クラウドソーシングによる課題の実施による報酬を諦めたなどの場合があげられる。一方、非意図的な途中離脱とは急な用事による退出やネットワーク不良によってインターネットに接続できなくなる状況があげられる。

このような状況に対する完璧な対応は非常に困難である。しかしながら,一定程度の対応は可能であろう。その方策の1つがインタラクティブチュートリアルの導入であり,もう1つが bot の導入である.

インタラクティブチュートリアルについては 5.1 にて後述するため、ここでは bot について説明する. bot とは一定時間が経つと適当な回答をすることでゲーム実験を進めるためのシステムを指す. これにより、インタラクションのあるゲームにおいて途中で実験参加者が離脱したとしても対応が可能となる.

実際に分析をする時には途中離脱者データを抜いて そのまま分析を行う,途中離脱者データを抜いた上で グループ単位では離脱者ありグループダミー変数を設 定する,欠損値補完をするなどの対応策が考えられる.

第三に、回答行動の不確実性とは、実験参加者が調査の際に応分の注意資源をさこうとしない回答行動である Satisfice 問題が発生する可能性がある [7]. これについてはインタラクティブチュートリアルの導入と同時に、チェック問題等の導入によって極力 Satisficeをする実験参加者を減らせるように対応策を打つ必要がある 5 .

5. 今後の可能性について

ここでは、今後の研究展開可能性として3つの方向性について検討したい.1つは様々なweb技術の導入可能性であり、もう1つはオンライン実験とラボ実験のコラボレーションである.さらに、実験研究のビッグデータ化についても検討したい.

5.1 web 技術の導入可能性

web 技術の導入可能性とは、html ベースに基づく 実験を行うことで、web に対して導入されている様々 な技術を導入できる可能性があることにある. 第一に、web 解析ツールがあげられる.例えば、mouseflow というツールでは実験参加者がどのように 画面を動かしたり、クリックをしていたのか記録する ことができる (図 2、https://mouseflow-jp.com/).ま た、あわせて IP アドレス等も取得できるために、誤っ て同じ URL に違うユーザがアクセスしてしまうなど、 想定外な事象が生じたとしてもデータをスクリーニン グすることが可能となる.

調査

以下の質問にお答え下さい、なお、決してウェブで検索などしたりせずにお答えください。 また、数字を入力する際には必ず**「半角数字」**で入力してください。「個」などは入力しないで構いません。

バットとボールが合わせて210円でした。バットはボールよりも200円高いです。さて、ボールの値段は何円でしょうか?:

12/19.20歳で5つの製品を作ると5分かかります。さて、100台の機械で100個の製品を作ると何分かかるでしょうか?:

12929 スイレンの葉が浮かんでいます。毎日、スイレンの葉の大きさが2倍になるとします。48日経って湖全体をスイレンの葉が覆うとしたら、湖の半分を覆うのにかかる日数はどれくらいでしょうか?:

2.211.02

以下の質問について、最もあてはまる(最も近い)選択肢を選んでください。

現在、あなたはどの程度幸せですか?「とても幸せ」を100点、「とても不幸せ」を0点と すると、何点くらいになると思いますか?:

1クリック

図 2 mouseflow の導入例

第二に、可視化ツールがあげられる。実験結果の可 視化のためには highcharts などを導入することができ る (図 3, https://www.highcharts.com).

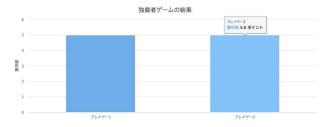


図 3 highcharts の導入例

他にも可視化ツールは存在しており、目的に応じて 様々なツールを導入することが可能となる.

第三に、インタラクティブチュートリアルシステムがあげられる。インタラクティブチュートリアルシステムとは、web 上でユーザがクリック等により、チュートリアルがステップ式に進行していくシステムである。この中で代表的なものは intro.js である (図4, https://introjs.com/).

インタラクティブチュートリアルシステムのメリットは、オンライン上でわかりやすいチュートリアルを 提供できる点にある. 通常のラボ実験では実験参加者

⁵例えば,回答をしなければ報酬を得ることができないような チェック問題を導入することも 1 つの策であろう.



図 4 introis の導入例

の理解が不十分である場合には、実験実施者がサポート可能であるが、特にクラウドソーシング実験では実験実施者と実験参加者が物理的に離れた距離にいることから実験室のような細かな対応をすることはできない.このようなインタラクティブチュートリアルシステムを導入することにより、実験参加者の理解を促すことができることは間違いない.

これらの技術は web ページ作成の技術として標準的に用いられている手法である. html を用いることが可能なオンライン実験では、これらの web 技術を導入できるために様々な実験可能性を拡げることにもつながる.

5.2 ラボ実験とオンライン実験のコラボレーション

一つの実験研究の展開可能性として、ラボ実験とオンライン実験のコラボレーションの可能性がある.ここで言うコラボレーションとは、オンライン実験、もしくはクラウドソーシング実験を実施して獲得できた知見を実験室実験で検証する、もしくは実験室実験で獲得できた知見をオンライン実験、もしくはクラウドソーシングにより検証することである.

これは2つの目的が存在する.1つにはラボ実験で 獲得した知見の頑健性を検証するためである.ラボ実 験はあくまでも実験参加者は学生などの実験実施者が アクセスしやすい実験参加者が中心となってしまう. しかしながら、特にクラウドソーシング実験において は幅広い社会経済的属性を持つ実験参加者にアクセス 可能になる.したがって、通常の実験室実験の結果が 果たしてその実験参加者のみに限られたものなのか、 もしくは幅広いバックグラウンドを持つ実験参加者に も適用できる結果なのか検証が可能となる.

また,もう1つの目的はクラウドソーシング実験による結果の妥当性をラボ実験で検証することも可能となる.クラウドソーシング実験には先述の通り,Satisfice問題や実験参加者の環境を統制できないなどの課題は残っている.しかしながら,クラウドソーシ

ングで獲得された知見をラボ実験でも再現できれば、 その結果の妥当性が検証される.

これらは再現可能性の問題にもアプローチ可能である。オンライン上で実施可能な形式で実験プログラムを開発し、オンライン上で公開すればいつでも誰でも再現実験を容易に実施することが可能となる。様々な研究がクラウドソーシング実験に限らず、広くオンライン実験上で実施可能となれば、様々な観点から再現可能性が検証されることになり、新たな科学のあり方を切り拓くことにもつながる。

5.3 実験研究のビッグデータ化

ここで言うビッグデータ化とは、従来の実験研究では獲得が困難なほどの大量なデータに基づいた研究のことを指している.

クラウドソーシングを用いることで安価に大量の データを獲得することが可能となる.通常の実験行動 に加えて、様々な社会経済的要因や反応時間データな どを確保することが可能となる.さらには図2で提示 したようなカーソルの動き・ポイントタッチの動きな どより多様な要素に着目して分析することも可能であ ろう.

また、違う側面に目を向けると、様々な行動データを取得することも可能である。ラボ実験よりも実験参加者も参加しやすく、実験実施者も実験を実施しやすいためにパネル調査も実施可能である。複数のゲーム実験を月1回など継続的に実施することで、災害等のイベントの発生による社会的選好の変化を明らかにできる可能性がある。

これらの手法は従来の実験室実験でも実施は可能であったかもしれない.しかしながら、パネル調査として経時的に実験室実験を行うコストを考慮すると、コストパフォーマンスの高い実験ではないであろう.しかしながら、データ獲得のコストが低いクラウドソーシングにおいては十分に実施可能な、コストパフォーマンスの高い研究として成立する可能性がある.

6. 終わりに

クラウドソーシングをはじめとして、オンライン実験などの手法を用いることで、ラボ実験とは全く異なった発想に基づく実験のあり方を切り拓ける可能性がある。クラウドソーシング実験、もしくはオンライン実験の限界を考慮しつつ、これからの社会科学における実験研究のあり方を考えていく必要があるであろう。

謝辞:

本研究にあたり、公益財団法人電気通信普及財団、ならびに JSPS 科研費 19K20634 の助成により実施しました。ここに記して感謝申し上げます。

なお、本稿の一部には後藤らの研究 [6] をもとに大幅に加筆修正を行い挿入した箇所があります.

文献

- [1] Mann, A., (2016) "Core Concept: Computational Social Science", Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 113 (3) pp.468-470.
- [2] 鹿島久嗣, 小山聡, 馬場雪乃, (2016) ヒューマンコンピュ テーションとクラウドソーシング, 講談社.
- [3] Chen. D. L., M.Schonger, C.Wickens, (2016) "oTree An open-source platform for laboratory, online, and field experiments", Journal of Behavioral and Experimental Finance, Vol.9, pp.88-97
- [4] Fischbacher, U., (2007) "z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments", Experimental Economics, Vol.10, No.2, pp.171-178.
- [5] Yamagishi, T., Matsumoto, Y., Kiyonari, T., Takagishi, H., Li, Y., Kanai, R., Sakagami, M. (2017): "Response time in economic games reflects different types of decision conflict for prosocial and proself individuals", Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 114 (24) pp.6394-6399.
- [6] 後藤晶, 友野典男, (2018), "ビッグデータ時代の経済ゲーム実験: クラウドソーシングを用いた大規模公共財ゲーム実験の実施", 2018 年度社会情報学会(SSI) 大会, 於島根大学松江キャンパス.
- [7] 三浦麻子, 小林哲郎, (2015) "オンライン調査モニタの Satisfice に関する実験的研究", 社会心理学研究, Vol.31, No.1, pp.1-12.

血縁関係に対する潜在的態度と顕在的態度 Implicit and Explicit Attitudes toward Blood Ties

ターン 有加里ジェシカ*, 村田 光二[†], 唐沢 かおり* Yukari Jessica Tham, Koji Murata, and Kaori Karasawa

> *東京大学,[†]成城大学 The University of Tokyo, Seijo University tham09@outlook.jp

概要

本研究では、犯罪者の子どもに対する偏見の要因について、潜在的態度と顕在的態度が一致しないことを検討した。シナリオ実験を行った結果、顕在的指標によれば人々は遺伝的つながりを重視せず、むしろ社会的つながりを重視することが示された。しかし、シナリオ中の子どもが犯罪者の実子であると知らされた参加者はそうでない参加者よりもその子どもの性格をネガティブに評定する傾向にあり、潜在的態度として人々は遺伝的つながりを重視することが示唆された。

キーワード:潜在的態度、顕在的態度、偏見、血縁、 遺伝的つながり、遺伝的本質主義

背景

犯罪者の子どもは犯罪に関与していなくても、「潜在的犯罪者」と見なされることがあり(Codd, 2008)、インターネット上の掲示板では「殺人者の子どもは、将来殺人者になる」という書き込みがあったという事例も報告されている(阿部, 2015)。このような状況の中、犯罪者の子どもに対する偏見への対処方法に関しては、検討がなされている一方(Thulstrup & Karlsson, 2017)、犯罪者の子どもに対する偏見が生まれる要因に関しては、いまだ十分な検討がなされていない。

本研究では犯罪者の子どもに対する偏見が生まれる 要因を、次の2点に焦点を当てて検討する。1点目は、 「血は争えない」という言葉に表されるように、犯罪 者の子どもが犯罪者の「血」、つまり遺伝子を受け継い でいることを人々が重視している可能性である。2点 目は、「氏より育ち」という言葉に表されるように、犯 罪者の子どもが犯罪者に育てられたことを人々が重視 している可能性である。

人々が遺伝的つながりを重視する傾向を持つことは、遺伝的本質主義(Genetic essentialism; Dar-Nimrod & Heine, 2011)の研究によって明らかにされている。遺伝的本質主義とは人間のあらゆる特徴や行動を遺伝子によって説明しようとする認知バイアスであり、遺伝子を共有している人々を均質的に見なしたり、遺伝子によって将来が決まると考えたりするなど、様々な社会的場面で人々の態度に影響を及ぼす。これに基づけば、犯罪者の子どもに対する偏見の要因として犯罪者との遺伝的つながりが重要であると考えられる。

しかし、潜在的態度と顕在的態度はしばしば一致せず、それは特に社会的に求められる態度が明らかである場合に顕著である。例えば性差別や人種差別に関して、これまで多くの研究で潜在的態度と顕在的態度の不一致が報告されてきた (Nosek et al., 2007)。これを踏まえると、たとえ人々が遺伝的つながりを重視していても、生来性犯罪者説などが忌避される今日の社会

(Collins, 1992) においては、それが顕在的態度として 現れるとは考え難い。

以上を踏まえて本研究では、潜在的態度と顕在的態度を区別して、犯罪者の子どもに対する偏見が生まれる要因を検討する。具体的には、人々は潜在的態度としては犯罪者の遺伝子を受け継いでいることを重視するのに対し、顕在的態度としてはそれを否定するという仮説を立て、シナリオ実験を行った。

方法 参加者

大学生 57 名が参加した。そのうち 40% は女性で、平均年齢は 19.44 (SD=1.34) 歳であった。

手続き

参加者はまず、「社会的に望ましくない性格が遺伝すると考える程度」(顕在的態度①)を回答した。

参加者はその約1カ月後に実験室に呼ばれ、質問紙への回答を求められた。質問紙では、最初に事例1として中年男性が上司を絞殺した事件についての裁判の資料が提示され、次に事例2としてある中学校のスクール・カウンセラーが、同級生に暴力をふるった男子生徒に関してまとめた資料が提示された。

2 つの事例の間では、事例 1 の中年男性と事例 2 の 男子生徒の関係に関するわずかな情報が提示され、こ の際、参加者はランダムに 3 条件(実子条件、養子条 件、無関係条件)に分けられた。実子条件では、男子 生徒が中年男性の実子であり、中年男性によって育て られたことが知らされた。養子条件では、男子生徒が 中年男性の養子であり、男子生徒の誕生直後から中年 男性によって育てられたことが知らされた。無関係条 件では、男子生徒と中年男性の関係について何も情報 が提示されなかった。

参加者が事例1を読んだ直後に、「中年男性の性格が 社会的に望ましい(あるいは望ましくない)と考える 程度」を測定した。同様に、事例2を読んだ直後に、 「男子生徒の性格が社会的に望ましい(あるいは望ま しくない)と考える程度」を測定した(潜在的態度)。 なお、事例2は男子生徒の暴力の原因やその程度に関 して曖昧な記述を含んでおり、男子生徒の人物評定に 関する質問に回答するに当たって参加者に想像の余地 を与えるものであった。

質問紙の最後には、「犯罪者とそうでない者の違いの要因が生物的(遺伝子など)だと考える程度」(顕在的態度②-1)、および「社会的(友人など)だと考える程度」(顕在的態度②-2)を測定した。

質問項目

「社会的に望ましくない性格が遺伝すると考える程度」(顕在的態度①)の測定に当たっては、「不道徳な人」、「信頼できる人」などの 13 項目を提示した上でそれぞれの特徴がどの程度遺伝的影響を受けていると思うか、1 を「まったくそう思わない」、7 を「非常にそう思う」とする 7 件法でたずねた。本研究ではそのうち社会的望ましさに関わる 7 項目をまとめて使用した(α =0.90)。「犯罪者とそうでない者の違いの要因が生物的(遺伝子など)だと考える程度」(顕在的態度②-1)、および「社会的(友人など)だと考える程度」(顕在的態度②-2)はそれぞれ 1 項目ずつ、1 を「まったくそう思わない」、7 を「非常にそう思う」とする 7 件法で測定された。

「中年男性の性格が社会的に望ましいと考える程度」と、「男子生徒の性格が社会的に望ましいと考える程度」(潜在的態度)は、「寛容な」、「温かい」などの 11 項目を提示した上でそれぞれの特徴が中年男性と男子生徒のそれぞれの性格にどの程度当てはまると思うか、1 を「まったく当てはまらない」、7 を「非常に当てはまる」とする 7 件法でたずねた。本研究ではそのうち社会的望ましさに関わる 4 項目をまとめて使用した(中年男性: $\alpha=0.78$; 男子生徒: $\alpha=0.74$)。

結果と考察

顕在的態度に関しては仮説通り、人々は遺伝的つながりを重視しておらず、むしろ社会的つながりを重視していることが明らかになった(表 1)。具体的には、「社会的に望ましくない性格が遺伝すると考える程度」(顕在的態度①)の平均値は中点を下回っていた(M=2.83, SD=1.29)。また、「犯罪者とそうでない者の違いの要因が生物的だと考える程度」(顕在的態度②-1)の平均値は中点を下回っていた(M=3.02, SD=1.40)。それに対して、「犯罪者とそうでない者の違いの要因が社会的だと考える程度」(顕在的態度②-2)の平均値は中点を上回っており(M=5.40, SD=1.16)、「生物的だと考える程度」と比較すると有意に高かった (t(56)=9.23,p<0.01)。

表1 遺伝的つながりに対する顕在的態度

	М	SD
社会的に望ましくない性格が遺伝する と考える程度(顕在的態度①)	2.83	1.29
犯罪者とそうでない者の違いの要因が 生物的だと考える程度(顕在的態度②-1)	3.02	1.40
犯罪者とそうでない者の違いの要因が 社会的だと考える程度(顕在的態度②-2)	5.40	1.16

顕在的態度①はシナリオ実験の約1カ月前に測定されたため、本研究の主旨を参加者が全く知らない状況における個人差であるのに対し、顕在的態度②はシナリオ実験の最後に測定されたため、もし参加者が本研究の主旨に気付いていた場合その回答が歪められている可能性も指摘できる。ただ、顕在的態度①と顕在的態度②で一貫して遺伝的つながりは重視されていないことを踏まえると、仮説の妥当性を支持する結果であると考えられる。

次に潜在的態度を検討するため、条件間で男子生徒の人物評定に差があるかを確認した。もし、潜在的態度として人々は遺伝的つながりを重視するという仮説が支持されれば、中年男性と男子生徒に遺伝的つながりがあるとする実子条件においては他の条件においてよりも男子生徒の性格の社会的望ましさは低く評定されるであろう。

分散分析を行うと、3 条件間の差は有意傾向であり (F(2,54)=2.78,p<.10; 図 1)、多重比較(Tukey 法)の結果、男子生徒が中年男性の実子である場合(M=3.08,SD=0.96)は無関係である場合(M=3.74,SD=0.75)よりもその性格が社会的に望ましくないと判断されるが、その傾向は有意傾向に留まった。それに対し、養子である場合(M=3.26,SD=0.90)と無関係である場合の間には差が見られなかった。

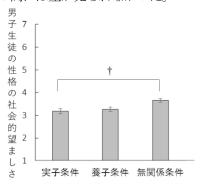


図1 条件ごとの男子生徒の性格の評定

次に、人物を評定する際の個人差を取り除くため、「中年男性の性格が社会的に望ましいと考える程度」を統制して共分散分析を行うと、3条件間に有意な差が見られた (F(2,53)=4.01,p<.05)。多重比較(Tukey法)の結果、男子生徒が中年男性の実子である場合は無関係である場合よりも有意にその性格が社会的に望ましくないと判断された。それに対し、養子である場合と無関係である場合の間には差が見られなかった。

もし人々が潜在的態度として遺伝的つながりを重視していなければ、このように実子条件と無関係条件の間には差があるのに対して養子条件と無関係条件の間には差がないということは起こりえないであろう。ただし、本研究の結果では実子条件と養子条件の間の差は見られなかったため、遺伝的つながりを重視する潜在的態度を示すには十分とは言えず、さらなる研究が必要である。

以上より本研究では、人々は顕在的態度としては社会的つながりを重視しているが、潜在的態度としては遺伝的つながりを一定程度重視していることが示唆された。つまり、人々は遺伝子の影響を重視しているにもかかわらず、それを意識的か非意識的か表出しない。遺伝子を受け継いでいると性格が似るという考えは、犯罪者の子どもに対する偏見のみならず、他の社会的地位の低い人々(ホームレスやブルーカラー労働者など)の子どもに対する偏見、さらには社会的地位の高い人々(医者や弁護士など)の子どもに対する偏見なども生じさせるであろう。今後、このような人々の潜在的態度を考慮に入れた上で、様々な偏見への対処方法を提案することが求められる。

猫文

- 阿部恭子 (編) (2015). 加害者家族支援の理論と実践—家族の 回復と加害者の更生に向けて— 現代人文社
- Codd, H. (2008). *In the shadow of prison: Families, imprisonment, & criminal justice.* Portland, Oregon: William Publishing.
- Collins, R. (1992). Sociological insight: An introduction to non-obvious sociology: Second edition. Oxford: Oxford University Press.
- Dar-Nimrod, I., & Heine, S. J. (2011). Genetic essentialism: On the deceptive determinism of DNA. *Psychological Bulletin*, *137*, 800-818.
- Nosek, B. A., Smyth, F. L., Hansen, J. J., Devos, T., Lindner, N. M., Ranganath, K. A., . . . Banaji, M. R. (2007). Pervasiveness and correlates of implicit attitudes and stereotypes. *European Review of Social Psychology, 18*(1), 36-88.
- Thulstrup, S, H., & Karlsson, L, E. (2017). Children of Imprisoned Parents & Their Coping Strategies: A Systematic Review. *Societies*, 7(2), 15.

自分の好みは他人に有益な情報となるか?:個人差に関する分析 Is my taste useful for others?: An investigation on individual differences

藤崎 樹^{1,3},本田 秀仁²,植田 一博¹ Itsuki Fujisaki, Hidehito Honda, Kazuhiro Ueda

1東京大学大学院,2安田女子大学,3日本学術振興会

¹Graduate School of Tokyo University, ²Yasuda Women's University, ³Japan Society for the Promotion of Science bpmx3ngj@gmail.com

概要

私たちは日々、好みに関する意見を求められる.こうした際、どうすれば有益な意見を与えられるだろうか.最近、一人に複数人分の意見を擬似的に算出させることで、有益な意見を生み出すという手法が提案されている.しかしこの研究では、参加者をまとめて分析していた.そこで本研究では、個人差が手法の有効性に与える影響を検討した.結果、平均から離れた好みを持つ人ほど、手法の有効性が高まることが明らかとなった.

キーワード: 意思決定, 意見の受け取り, 視点変換

1. イントロダクション

「近所の小料理屋、美味しかった?」「あの講義、面白かった?」など、私たちは日々、好み(i.e.、美味しさ、面白さ)に関する意見を求められる。こうした際、どうすれば相手の好みに沿った「有益な」意見を伝えられるだろうか。まず考えられるのは、相手が対象を消費した際の好き嫌いを予測することであろう。しかし、たとえ友人であってもその予測はしばしば外れがちであり、それに対して自分自身の好き嫌いが相手にとって有益な情報であるという主張が近年なされている[1]. さらに最近では、意見(i.e.、自分自身の好き嫌い)を与える人数が増えるほど、その有益さは上昇することが定量的に示されている[2][3]. とはいえ、こうした複数人の意見はまず集めることができない.

そこで先行研究[4]は、一人で複数人分の意見を擬似的に生み出す手法を提案した。具体的には、刺激に対する自身の好み(以下"Own"と表記)に加え、「世間一般の人はどれくらい好きか」想像させ、合わせて回答させるというものである。行動実験による評価データ収集と計算機を通じた分析の結果(後述)、この2つの評価を合わせたもの(平均値;"Double"と表記)が、Ownよりも有益であることを明らかにした。

しかしこの研究では、参加者をまとめて分析していた。参加者の中には、変わった好みを持つ人もいれば、 ごく標準的な好みを持つ人もいるであろう。そこで本 研究では、こうした好みに関する個人差が、本手法の 有効性にどのような影響を与えるか検討を行う.

2. 行動実験による評価データ収集

|実験1:絵画評価課題|

参加者: 543 名(年齢: *M*=45.2, *SD*=11.0; 性別: 女性273 名, 男性270 名). Web 調査を通じて参加した.

刺激: 多ジャンルの絵画5枚.

群:5群. 群によって評価する絵画が異なる.

手続き: 各刺激について本手法を適用した. 評価としては, どれくらい家の壁にかけたいかを 100 段階で回答させた(1:全くかけたくない~100:非常にかけたい).

[実験2:楽曲評価課題]

参加者: 大学生・大学院生 56 名(年齢: *M*=19.6, *SD*=1.4; 性別: 女性 22 名, 男性 34 名). 実験室実験.

刺激: 多ジャンルの楽曲24曲. 各曲は1分に圧縮.

群:1群.全参加者共通で課題を行なった.

手続き: PC 上で各刺激について本手法を適用した. 評価としては、どれくらい好きかを 100 段階で回答させた(1:全く好きではない~100:非常に好きである).

計算機シミュレーションを通じた分析・結果

[分析]

好みに関する個人差が、本手法の有効性に与える影響を検討した(図1). 分析は、計算機上で2人の参加者を選出し、意見を与える Giver と、意見を受け取る Receiver に割り振ることで行う.

第一に、Giver の好みに関する個人差を計算した.指標としては、対象の Giver が持つ好みが、平均からどれだけ離れているかを表す "Distance from Average" を作成した. これは、各刺激について、全参加者の Ownの平均値と、Giver の Own との差の絶対値を求め、刺激間で平均化することで計算される. この値を、全参

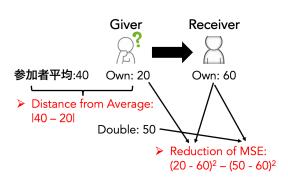


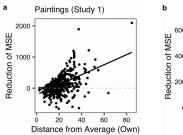
図 1. 分析の概要図. Giver の Own が 20, Double が 50, Receiver の Own が 60 の場合を例示している. 便 宜上, 1つの刺激についての計算を図示している.

加者を Giver として, それぞれ求めた.

第二に、各 Giver における本手法の有効性を計算し た[3]. ある刺激について, 対象となる Giver の意見が, Receiver の好み(i.e., Own)と近いほど, Giver の意見は有 益であると捉えられる. この有益さが、本手法の適用 によってどの程度高まったかを分析した. 具体的には, 二人の MSE (Mean Squared Error;評価値の差の二乗) が、Giver の意見が Own から Double になることでどれ くらい減少したかを計算した("Reduction of MSE"). こ の値が大きいほど、本手法の有効性は高いと捉えられ る. この計算を全刺激について行い, 値を平均化した. 以上の手続きを Giver 以外の全参加者を Receiver とし て実行し、各 Receiver について得られた値を平均化す る. こうして、対象の Giver についての最終的な Reduction of MSE を算出した. この値を, 全参加者を Giver として、それぞれ求めた. なお、実験1は群ごと に上記の分析を適用した.

[結果]

Reduction of MSE と Distance from Average の関係を図 2 に示した. 分析の結果、両者に正の相関が見られた(実験 1: rho=0.42, p<.001; 実験 2: r=0.67, p<.001). つまり、Giver の好みが平均から離れているほど、本手法の有効性は高まることが明らかとなった.



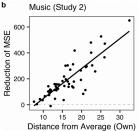


図 2. 分析結果. (a)実験1, (b)実験2. プロットは各 Giver を, 実線は回帰直線をそれぞれ表す.

4. 結論

事実(fact)に対するものとは違い、好み(taste)についての意見は"正解"がない(受け手によって正解が異なる)。 そのような中でも、意見の有益さを上昇させる手法が最近提案された[4]. しかし、その手法の有効性がどのような条件で変化するかは明らかにされていなかった。そこで本研究では、好みに関する個人差に着目して分析を行った。その結果、意見の送り手が平均から離れた好みを持っているほど、手法の有効性が高まることを明らかにした。このように、手法が有効である条件を詳細に特定することは、手法を実際に活用していく上で極めて重要であると捉えられる。

文献

- Gilbert, D. T., Killingsworth, M. A., Eyre, R. N., & Wilson, T. D. (2009). The surprising power of neighborly advice. *Science*, 323(5921), 1617-1619.
- [2] Analytis, P. P., Barkoczi, D., & Herzog, S. M. (2018). Social learning strategies for matters of taste. *Nature Human Behaviour*, 2(6), 415-242.
- [3] Müller-Trede, J., Choshen-Hillel, S., Barneron, M., & Yaniv, I. (2017). The wisdom of crowds in matters of taste. *Management Science*, 64(4), 1779-1803.
- [4] 藤崎樹, 本田秀仁, & 植田一博. (2018). 少数の人から消費行動で「参考になる」意見を引き出すには? 行動経済学 会 第 12 回 大 会 発 表 , http://www.abef.jp/conf/2018/common/doc/poster/G01_PR00 02.pdf.

集団意思決定でヒューリスティックのバイアスは解消されるのか? 記憶の多様性を視点とする理論的分析

Can the bias in heuristic be diminished in group decision making? Theoretical analyses from diversity of memories

本田 秀仁¹, 藤崎 樹², 松香 敏彦³, 植田 一博² Hidehito Honda, Itsuki Fujisaki, Toshihiko Matsuka, Kazuhiro Ueda

¹安田女子大学,²東京大学,³千葉大学 Yasuda Women's University, The University of Tokyo, Chiba University hitohonda.02@gmail.com

概要

本研究では個人が用いるヒューリスティックが有するバイアスが集団意思決定に与える影響について、集団の記憶の多様性を視点として、計算機シミュレーションに基づく理論的な分析を行った。結果として、1)集団の記憶の多様性は、問題の性質によってバイアスを解消、あるいは強める効果がある、2)集団の記憶が多様であるとバイアスの影響を受けにくくなり、問題の性質に関係なく集団意思決定のパフォーマンスを高いレベルで維持できる、以上2点のことが明らかになった。

キーワード:ヒューリスティック,バイアス,集団意思決定,記憶,多様性

1. はじめに

私たちは、記憶に基づく単純なヒューリスティックで適応的な推論や意思決定を行っていることが知られているが(e.g., Gigerenzer et al., 1999)、同時にヒューリスティックは系統的な誤り(バイアス)を生み出すことも知られている(e.g., Tversky & Kahneman, 1974)、バイアスは、集団意思決定の際に負の影響を持ち、集団意思決定のパフォーマンスを下げてしまう可能性が示されている(Fujisaki, et al, 2018)、Fujisaki et al.(2018)は集団のメンバーがヒューリスティックのみならず、知識を用いた推論をするといったように、多様な推論ストラテジーを用いることでバイアスは解消され、集団意思決定のパフォーマンスが上がることを計算機シミュレーションによって示した。このことは、集団メンバーの推論方法の多様性がバイアスの解消に重要な役割を果たしている可能性を示す。

そこで本研究では、Honda et al. (2019)の行動実験データを用い、記憶の多様性が集団意思決定に与える影響について、計算機シミュレーションに基づいて理論的な分析を行った.

2. 研究 1

個人の推論傾向から特徴付けられる問題の性質に関して、集団で意思決定する場合(50名のメンバーが集まって、個々が familiarity heuristic に基づいて推論し、その推論に基づいて多数決で集団として決定する)、集団メンバーの記憶の多様性によってパフォーマンスにどのような影響が出るのかを検討した。

結果として、記憶の多様性が集団意思決定のパフォーマンスに正の影響を与えるのか、または負の影響を与えるのかは問題の性質によって異なることが示された.

3. 研究 2

研究1の結果を踏まえ、様々な問題設定を仮定した上で、集団の記憶の多様性が集団意思決定のパフォーマンスに与える影響について理論的に分析を行った.

分析からは以下の2点が明らかになった。まず集団の記憶に多様性が少ない場合、集団意思決定のパフォーマンスは問題に大きく依存することが分かった。一方で集団の記憶が多様になると、問題設定の影響は少なく、常に高いパフォーマンスを示すことが明らかになった。

4. 結論

研究 1, 2 より,集団の記憶の多様性が集団意思決定に与える影響のメカニズムについて,以下の点が明らかになった.

- (1):問題の性質によって、集団の記憶の多様性が集団意思決定に与える影響は異なること
- (2):集団の記憶の多様性が少ない場合,問題の性質に依存してパフォーマンスは良くも悪くもなる,つま

りパフォーマンスの分散が大きい. 一方で,集団の記憶に多様性が多い場合,問題に関係なく相対的に高いパフォーマンスを維持できる.

謝辞

本研究は JPSP 科研費 18H03501 ならびに 16H01725 の 支援を受けて実施された。

猫文

- [1] Fujisaki, I., Honda, H., & Ueda, K. (2018). Diversity of inference strategies can enhance the 'wisdom-of-crowds' effect. *Palgrave Communications*, 4: 107.
- [2] Gigerenzer, G., Todd, P., & The ABC Research Group.(1999). Simple heuristics that make us smart. NY: Oxford University Press.
- [3] Honda, H., Fujisaki., Matsuka, T., & Ueda, K. (2019). How can diverse memory improve group decision making? Proceedings of the 41st Annual Conference of the Cognitive Science Society. Austin, TX: Cognitive Science Society.
- [4] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Memory-based simple heuristics as attribute substitution: Competitive tests of binary choice inference models. *Cognitive Science*, 41(S5), 1093–1118.
- [5] Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 185, 1124–1131.

滅多にないほどそれだけよいか、痛すぎる目は滅多にみないか: 確率と損失からみた risk-reward heuristic の検討

Do small probabilities indicate large gains and small losses indicate large probabilities? :an examination of risk-reward heuristics under gain and loss situation

中村 國則 Kuninori Nakamura

成城大学社会イノベーション学部 Faculty of Social Innovation, Seijo University nakamura.kuninori@gmail.com

概要

Utility and probability have been considered as independent constructs for judgment under uncertainty. However, many studies suggested that people assume a correlational relationship between probability and utility. Some studies have demonstrated that people appear to estimate utility of events depending on their probabilities, and other studies recently indicated an existence of "risk-reward heuristics" that assume negative correlation between probability and utility in real world when inferring winning probabilities of payoffs during decision under uncertainty. This study aimed to explore this correlational relationship between probability and utility by requiring participants to estimate both probabilities from payoffs and payoffs from probabilities under gain or loss situation. Results indicated that when estimating values of payoffs from probabilities, participants' iudgments showed clear negative correlations between probability and utility both in gain and loss situation. However, when estimating probabilities from payoffs, this negative correlation between utility and probability was found only in gain situation. These results support the existence of risk-reward heuristic, and in the same time suggest a possibility that people have different intuitions for probability-utility relationship between gain and loss domain.

Keywords: utility, probability, risk-reward heuristics

1. はじめに

期待効用理論(expected utility theory; Neumann & Morgenstermn, 1942), あるいはプロスペクト理論 (prospect theory; Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1992)といった不確実状況における意思決定 の理論, は不確実さを含む選択肢を不確実さ(確率, 決 定加重)と結果の望ましさ(効用,価値)という2つの異 なった要素の積でで表し、その大小に従って選択肢を 選ぶことを導くものである. その理論の中では不確実 性と結果の大きさは互いに独立した概念であり、"結果 が程度であれば起こりやすさははこれくらいだろう", といったような一方の値からもう一方の値を予測でき るような関係は想定されていない. ところが実際には, 人は結果の大きさと不確実性との間に定量的な関係を 見出し、その関係を利用して意思決定を下している可 能性がこれまで多くの研究で指摘されてきた(Hofart, Rieskamp, & Dutlih, 2019; Pleskac & Hertwig, 2014).

効用と確率の関係について近年の注目すべき研究として、risk-reward heuristic(Hofart et al, 2019; Pleskac & Hertwig, 2014)に関するものがある. これらの研究は統計データ、および実験的検討を通じて、現実場面では利益の大きいものほど起こりにくく(Pleskac & Hertwig, 2014)、当たった時の金額が大きいほど賭けほど当たる確率を低く見積もる傾向があること(Hofart et al, 2019)から、人は現実場面の経験から"利益が大きい結果ほど得られる見込みは低い"という知識を見出し、それに基づいて現実場面の決定を下していると論じた. このような知識に基づいた推測は risk-reward heuristic と呼ばれ、現実場面の中で適応的な決定を導く決定方略の一つとして位置づけられている(Hofart et al, 2019; Pleskac & Hertwig, 2014)

本研究で注目するのは、この risk-reward heuristic に表 される効用と確率の関係がどうあるか、という点であ る. Hofart et al. (2019)によれば、risk-reward heuristic は 人が現実の経験から得た相関的(correlational)なもので あると述べられている. ここでいう相関的とは、"大き い結果であれば、それが生じる確率は小さいし、逆に 小さい確率であればその結果は大きいものだろう"と いった双方向の, 連合的な関係を意味すると考えるこ とができる. しかし一方で実際の人間の判断を扱った Hofart et al. (2019)では、結果の大きさからその結果が生 じる確率を推測させた状況のみが検討されており、確 率の大きさからその確率を伴う結果の大きさを推測さ せる場合の状況は検討されていない. 加えて, 先行研 究で取り扱っているのは結果として何かを受け取るこ とができる利得状況のみであり、何かを失うといった 損失状況で同様の risk-reward heuristic に従う判断がみ られるかも未検討である.

そこで本研究では、Hofart et al. (2019)の手続きをもとに、仮想の賭けを刺激として金額から確率値を推測させる課題と確率値から金額を推測する課題の双方を利得・損失状況のいずれかで行わせ、確率値と結果の金額の間の関係を分析した.

2. 方法

私立大学生 93 名(利得条件 47 名, 損失条件 44 名)が 実験に参加し、刺激の提示、従属変数の記録は全て Google Form 上で行った.参加者は賭けに対する信念を 測定する課題である旨の教示を与えられたのち、"当た る(外れる:損失条件,以下カッコ内は同じ)確率がx%、 外れる(当たる)確率が 100-x%で、当たるとお金が貰え、 外れると何も貰えない(外れるとお金を失い、当たると 何も失わない)ものとします。この賭けで当たり(外れ) が出るといくら貰える(失う)と思いますか?"といった 確率から金額を推定する課題、および"当たる(外れる) と y 円, 外れる(当たる)と 0 円貰える(失う)賭けがある とします。このような賭けでは、当たる(外れる)確率は 何%だと思いますか?"といった金額から確率を推定 する課題の双方に回答した.確率値としては1%,17%, 33%, 50%, 67%, 83%, 99%の7種類, 金額について は Hofart et al. (2019)の数値に準拠して 240 円, 400 円, 470円, 1200円, 1600円, 2800円の6種類を提示した. 参加者は利得条件・損失条件のどちらかに割り当てら れ、課題の種類の順序については参加者内でカウンタ ーバランスを取り、課題内の刺激の提示順序については参加者は低い値から高い値へと変化する上昇系列か高い値から低い値へと変化する下降系列のどちらかで刺激が提示された。また、刺激が上昇系列で提示されるか下降系列で提示されるかについては参加者内で2種類の課題間で共通させた。

3. 結果

Figure 1・2 に実験結果を示す. 結果の金額から確率を推定させる場合,利得条件の場合は金額が高くなるにつれて確率が低く見積もられる傾向がみてとれる. 金額ごとの平均確率評定値を従属変数,金額を独立変数とした関数の当てはめを行ったところ,線形近似・対数近似双方で金額の確率に対する影響は有意であり, Hofart et al. (2019)の結果を再現するものとなった. 一方損失条件の場合,金額が上昇してもその金額が当たることに対する平均確率評定値の変動はみられず,実際利得条件と同様の分析を行ったところ金額の確率に対する影響は有意にはならなかった.また,確率から金額を推定させる場合,利得・損失条件共に確率が高くなるにつれて結果の金額が低くなる傾向がみられ,この傾向は統計的にも有意であった.

また、個人レベルでの判断を検討するため、確率 と結果の間のスピアマンの順位相関係数を参加者ご とに算出した(Figure 3 も参照). その結果, 利得状 況では確率から金額を推測させる場合の相関の平均 は-0.76、金額から確率を推測させる場合は-0.77 で あり、順位相関が負となった参加者は47名中前者 の条件では 42 名(χ²(1)=29.13, p<.001), 後者の条 件では 40 名($\chi^2(1)=23.17$, p<.001)であり、ともに 統計的に有意な偏りを示した. また, 双方で相関が 負であった参加者は 37 名であり($\chi^2(1)=85.6$, p<.001), 統計的に有意な偏りを示した. 一方損失失 条件の場合、確率から金額を推測させる場合の順位 相関の平均は-0.28、金額から確率を推測させる場合 は-0.33 であり、順位相関が負となった参加者は 44 名中前者の条件では 25 名($\chi^2(1)=0.81$, p=.36), 後者 の条件では 28 名($\chi^2(1)=3.27$, p=.07)であり, 双方で 相関が負であった参加者は 15 名 $(\chi^2(1)=6.94,$ p=.07)であった. このような結果は、利得状況では 多くの参加者が 2 つの条件間で一貫して risk-reward heuristic に一致した判断を下していた

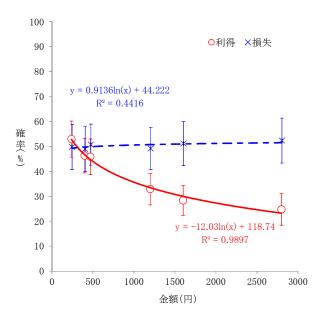


Figure 1 金額から確率を推定する課題の 利得・損失条件の結果

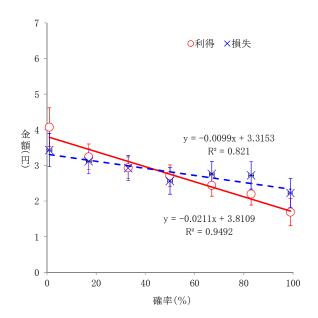


Figure 2 確率から金額を推定する課題の利得・損失条件の結果: 縦軸は金額を 10 を底とした対数変換した値を示す

のに対し、損失条件では確率と効用の対応関係は参加 者間では一貫したものではなかったことを示している.

4. 考察

以上の結果は、risk-reward heuristic から予測される確率と金額の負の相関関係が、利得条件の場合は両条件一貫してみられるものの、損失条件の場合はみられな

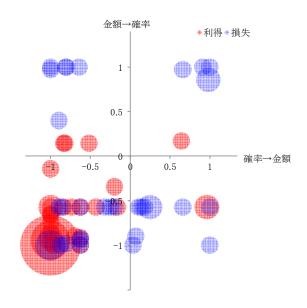


Figure 3 確率と金額の個人ごとの順位相関係数の散布図:図中の丸の大きさは人数を表す.

いことを示している. 条件全体の平均データを分析す ると、金額から確率を推測する場合には利得・損失条 件双方で確率と結果の負の相関関係がみられるものの, 金額から確率を推定させる場合の損失条件ではみられ なかった. また、個人データを分析すると、利得条件 の場合は推測の方向によらず多くの参加者の判断が risk-reward heuristics に従っていたものの、損失条件の 場合はそうではなかった. このような知見は確率から 金額を推定する場合に人間の判断が risk reward heuristics に従うことを見出した Hofart et al. (2019)の知 見を再現・拡張すると同時に、人間の意思決定におけ る利得と損失の非対称性(e.g., Kahneman & Tversky, 1979)の新たな一例として位置づけられるものである. また、利得状況の結果のみに注目すれば、低確率と高 い効用、高確率と低い効用を対応付ける傾向を示す点 で,低確率の過大評価,高確率の過小評価という性質 が仮定するプロスペクト理論(Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1992)と整合すると考えられ るだろう.

同時に本研究結果は、risk-reward heuristic の起源が現実から得た知識や経験によるものという説明(Hofart et al., 2019; Pleskac & Hertwig, 2014)を支持するものと考えることができる.Pleskac & Rieskamp (2014)は、賭けや株式市場、あるいは論文採択率ののデータを分析して、現実世界では見返りの大きいものほど起こりにくいものであることを見出し、人間はこのような現実の経験と対応するような確率と効用の関係を見出してい

るのだと指摘している。ただし彼らの研究で参照され ていたのは金銭を得る、論文が採択されるといった決 定主体にとっての利益に関するもののデータにとどま り、主体にとって損失となるような場面での結果の大 きさと起りやすさの関係を示すものではなかった. そ して直観的に考えれば、ある一定の確率で何か悪いこ とが生じるといった現象は、例えば地震の頻度とマグ ニチュードの関係といったものを除けば思いつきにく いものである. いいかえれば、人にとって損失状況で の確率と効用の関係を見出しうるような場面はそれほ ど多くはなく, 損失場面での risk-reward heuristic を仮定 しうるような経験を得にくいのかもしれない. このよ うに考えると、損失場面では risk reward heuristics に従 う判断がみられにくいことを示した本研究結果は確率 と効用の関係を損失場面で学習する機会が少ないこと を反映したものであるかもしれない. Hofart et al, (2019), あるいは Pleskac & Hertwig (2014)の他にも,確率加重や 価値関数、あるいは利得と損失の非対称性の起源を現 実からの学習に求める立場はStewart, Brown, and Chater (2006)でもみられるものであり、今後はこのような他の 理論的説明も参照しながら利得と損失に関する知識の 因果構造の分析やそれに対応する現実場面のデータ探 索を今後検討する予定である.

文献

- [1] Hofart, J. C., Rieskamp, Y., & Dutli, G. (2019). How environmental regularities affect people's information search in probability judgments from experience. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45, 219-232.
- [2] Kahneman, D, & Tversky, A. (1979). Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica* 47, 263-291.
- [3] Pleskac, T. J., & Hertwig, R. (2014). Ecologically rational choice and the structure of the environment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 2000-2019.
- [4] Stewart, N., Brown, G. D., & Chater, N. (2006) Decision by sampling. *Cognitive Psychology*, 53, 1-26.
- [5] Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representations of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297–323.

物語生成における「見える要素」から 「見えない要素」への転換を促すメカニズム

一歌舞伎演目「桜姫東文章」の驚きの展開はなぜ受け入れられるのかー

青木慎一郎[†] Shin-ichiro Aoki

[†]岩手県立大学 Iwate Prefectural University midorigi@iwate-pu.ac.jp

概要

歌舞伎演目「桜姫東文章」の驚きの展開がなぜ受け入れられるのか。そこには、「個人的な愛情よりも家の存続」を重視するという日本人に特有の心理社会的背景が考えられる。また、かつての高齢者自殺の心理社会的背景にも共通点が見られる。これらの心理社会的背景の個人への影響は、物語生成における「見える要素」から「見えない要素」への転換を促すメカニズムによると考えられる。これは、コミュニケーション全般について想定できる。

キーワード:物語生成,見える要素,見えない要素, 転換の促し,抽象,捨象

1. はじめに

筆者は、自閉症スペクトラム障害の認知行動傾向のある方のコミュニケーションの特徴を理解することをテーマとしている。その際、コミュニケーション全般において、「物語の受け手にとっての、物語生成における『見える要素』から『見えない要素』への転換の促し」「1]が重要と考えている。本発表では、芸能の文脈での感性と物語論という観点から、歌舞伎演目「桜姫東文章」を取り上げ、「個人的な愛情よりも家の存続」を重視する心理社会的背景と、物語生成における「見える要素」から「見えない要素」への転換を促すメカニズムを取り上げる。つまり、ここでは「受け手」の立場としての物語生成、あるいは物語の受け入れとしてのコミュニケーションを取り上げる。

2. 「桜姫東文章」の驚きの大団円

初めに、「桜姫東文章」の概略を述べる。前段に清玄と白菊丸の因縁話があるがそれは省略する。

主人公は,吉田家の息女である桜姫。父と弟梅若が何者か(実は後述の釣鐘権助)に殺され,お家の重宝「都鳥の一巻」を奪われ,さらに桜姫自身も権助によって犯されるという事件に会う。このためお家は危機

となった。

終わりに近づいて,五幕目第二場,権助住居の場になる。暗くうらぶれた場面。桜姫は偶然の出会いから権助と二人の間の子との生活をしている。桜姫を女郎に売った金のおかげで今では権助は余裕の生活。この場面で,権助は,自分が元は信夫の惣太という侍で桜姫の父や弟を殺し,都鳥の一巻を奪ったことを口走ってしまう。今や夫権助こそ親兄弟の仇と知った桜姫は,仇権助と血がつながる我が子と権助の二人を刺し殺す。欧米のドラマであればここで悲劇として終わるはずである。

しかし、次に大詰め浅草雷門の場となる。

「都鳥の一巻」を持った桜姫が姿を現す。これで吉田家の再興がかなうと知った桜姫は、夫とわが子を殺してしまったことから自害しようとする。そこへ松若や稲野谷半兵衛がやってきて、権助の悪事が露見した上は自害に及ばないと止める。あだ討ちをはたし、これでお家の再興もかなうと一同は喜びあう。

折から、その日は浅草神社の祭礼。吉田家の重宝「都鳥の一巻」を取りもどした桜姫は、お家再興の願いがかない、元の姫君にもどって大団円。(公式ホームページ Kabuki on the web より要約し引用) 暗くうらぶれた「権助住居の場」から明るい祭りの「浅草雷門の場」への「場面転換」が印象的である。

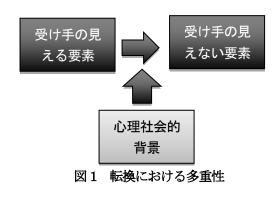
3. 驚きの大団円はなぜ受け入れられるのか

いわばヒモである情夫の権助との落ちぶれた生活。 ふとしたことから権助が、父と弟を殺し、お家の重宝 「都鳥の一巻」を奪った犯人と露見する。桜姫は権助 と実子まで殺してしまう。欧米のドラマであればここ までで、悲劇として終わるはずである。しかし、吉田 家の重宝「都鳥の一巻」を取りもどした桜姫は、お家 再興の願いがかない, 元の姫君にもどるというハッピーエンド。

欧米ではあまり見られないようなハッピーエンドは なぜ受け入れられるのだろうか。

それには二つの観点から見る必要がある。それは第一に、物語の受容過程における「見える要素」から「見えない要素」への転換における多重性、つまり心理社会的背景の影響である。「2」(図1)そして、第二にその転換における「見える要素」による「見えない要素」への転換の促し方のメカニズムである。これが「見えない要素」どうしの切り替え、あるいはどの「見えない要素」を選ぶのかの選択を行っている。このようにして、「転換の促し」が「心理社会的背景」の影響を受け実行されるメカニズムとなっていると考える。(図2)まず、「見える要素」から「見えない要素」への転換

まず、「見える要素」から「見えない要素」への転換における多重性、つまり上述の驚きの大団円が受け入れられる背景には、欧米の文化にはない、「個人的な愛情よりも家の存続」の方を重視するという物語の受容過程に影響する日本人に特有の心理社会的背景が考えられる。(図1)



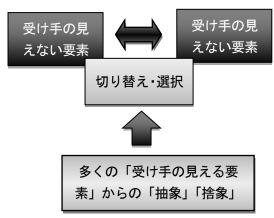


図2 転換の促し方のメカニズム

そして, 第二に挙げた, 「見える要素」による「見え

ない要素」への転換の促し方(メカニズム)とは、例 えば、暗くうらぶれた「権助住居の場」から明るい祭 りの「浅草雷門の場」への「場面転換」があげられる。 この種の転換の促しが、場面における「見える要素」 から受け手にも当然あったであろう夫やわが子に対す る「個人的な愛情」を「捨象」してしまう効果があっ たと思われる。

一方で、同じく「見える要素」である「都鳥の一巻」や「明るい祭り」「女郎から姫君」などから、「見えない要素」である「家の存続」へと「抽象」化をする効果もあったと思われる。ここでいう「抽象」とは「捨象」に対比するものとして使っており、多くの具体的な事柄から共通の属性を抜き出し一般的な概念として捉えることであり、大局的な見方ともいえる。しかし、大局的といっても、ここでは「捨象」によって切り替え・選択した「見えない要素」との優劣をつけて捉えているわけではない。あくまでも、転換の促し方のメカニズムとしての「抽象」による「大局的」ということである。

4. かつての高齢者自殺の心理社会的背景

ところで、筆者はかつて高齢者自殺の多発地域で調査をした。その結果においても、その自殺多発の要因として「個人的な愛情よりも家の存続」を重視するという日本人に特有の心理社会的背景が見られた^[3]。

現在もおそらくそうであろうと予想されるが、当時の私の調査では、自殺する高齢者に 1 人暮らしの方や老人ホーム居住者はおられなかった。家族のおられる高齢者、それも三世代以上が同居している高齢者が多かった。新潟県での報告にも、「独居の高齢者はおらず、三世代家族が多い」「病気などによって身体機能を失い、仕事から引退し、家族の一員としての機能を失っている」という記述が見られた[4]。つまり、孫が同居している例が多いのである。高齢者は病弱となって家族に迷惑をかけたくない。家の存続に悪影響を与えたくないと考えていた。やはり、物語の受容過程に影響する日本人に特有の心理社会的背景の影響が見られる。

しかし、重要なのは、この場合も「見える要素」による「見えない要素」への転換の促し方のメカニズムが見られたことである。一例ではあるが、当時のコナセバサマと呼ばれていた産婆さん(助産師の資格の有無は不明)が使っていた道具にチカラヅナというのがあった。

その道具には、スゴロという臍の緒を切る道具や祈祷札等とならんで、チカラヅナという道具があった。資料によると「(座産の) 妊婦がキバルのを助けるために古銭を握らせるとか、あるいは上から垂れ下げたヒモにつながるように指示したのである。そのヒモにはクビククリ(首吊り)に使った綱がよいとされ、それを何人かで分けて用いたという。具体的には、クビククリの綱に布切れを巻きかけて整えたものが使われたのである」と記述されている^[5]。

つまり、「家の存続」のために自殺をするという象徴的な出来事を示しているのがこのチカラヅナなのである。そして、それが「お家」の次の世代の出産にお守りのようにして使われたのである。当時の高齢者は皆この道具の存在を知っていたはずである。このような「見える要素」は、「個人的な愛情」を捨象してしまう効果と、一方で、「家の存続」へと抽象化する、あるいは大局化するという効果を持つものの一つであったと推察される。このようにして物語生成、つまり物語として受容されたのであろう。

5. おわりに

広くコミュニケーションにおいて「物語生成における『見える要素』から『見えない要素』への転換を促すメカニズム」が重要と考えられる。筆者は、自閉症スペクトラム障害の認知行動傾向のある方のコミュニケーションの特徴を理解する鍵となると考えている^[6] [7] [8] [9]

それは、芸能、芸術、人文学的な文脈においても同様と考える。その促しとは、物語生成における多重性による、心理社会的背景の影響のもとに「見える要素」を捨象したり抽象化したりする、「見えない要素」への転換のメカニズムである。このメカニズムが「見えない要素」どうしの切り替え、あるいはどの「見えない要素」を選ぶのかの選択を行っている。

文献.

- [1] 小方孝 (2018) "物語の分解から合成へ",小方他著 情報 物語論-人工知能・認知・社会過程と物語生成-,pp48-49 白桃書房
- [2] 小方孝 (2018) "物語と人間/社会/機械",小方他著 情報物 語論-人工知能・認知・社会過程と物語生成-,pp26-27 白桃書房
- [3] 青木慎一郎 (2008) "高齢者自殺の社会的側面一心理社会 的介入はなぜ有効なのか",老年精神医学雑誌 Vol. 19, No.2,pp169-175

- [4] 高橋邦明(2004)"地域における高齢者への自殺予防活動", こころの科学 Vol. 118,pp29-33
- [5] 天野武 (1991) "スゴロをめぐる1, 2の問題",浄法寺町 歴史民族資料館調査研究報告 第1集 p29 浄法寺町 歴史民族資料館
- [6] 青木慎一郎 (2017a) "学習困難とストーリー生成",『日本 認知科学会第 34 回大会発表論文集』. OS18-81.
- [7] 青木慎一郎 (2017b) "論文指導とワーキングメモリー —ASD 及びその傾向のある学生の支援から—",『第 55 回全国大学保健管理研究集会 東北地方研究集会報告 書』. pp.15-17.
- [8] 青木慎一郎 (2017c) "学習困難とストーリー生成—精神 医学の視点から—",『第 56 回ことば工学研究会資料』. pp.53-57.
- [9] 青木慎一郎他 (2018) "ASD傾向の学生支援における教員との連携ー心理社会的動機と「般化」の観点からー", 第56回全国大学保健管理研究集会 東京大会報告書

俳句における美意識について

On A Sense of Beauty in Haiku

新田義彦

Yoshihiko Nitta

日本大学経済学部/ALR(言語研究アソシエーション)

Nihon University, College of Economics/ALR(Association for Language Research) nitta.yoshihiko@nihon-u.ac.jp

概要

俳句における「切れ」つまり「語り」の流れの意図的中断というレトリックに焦点を絞って、句作者が句中に埋め込んだ「美意識」を発掘する努力をした.取り上げた句は、芭蕉、千代女、子規などの古典句、および濃厚な感性の筆致を持つ西東三鬼、真鍋呉夫、藤沢周平、大道寺将司などの現代句である.努力の結果得られた知見の断片を披瀝したが、2019年9月の第36回認知科学会オーガナイズド・セッション「日本の物語論と美を感じる心」の議論に資することができれば幸いである.

キーワード:俳句,美意識,切れ,切れ字,和歌, 連歌,発句,格調,完結性と独立性

1. はじめに

俳句の美を語るときには、「切れ」について まず語らねばならない.

俳句の「切れ」あるいは「切れ字」について語る多くの識者は、俳句の内部の切れあるいは切れ字をもっぱら取り上げる。しかし、5-7-5文字(あるいは音)の外部にある「切れ」の方が、俳句の美と深く関わることをまず主張したい。

俳句には2種類の切れ,つまり俳句内の切れと俳句外の切れがあるという考え方は,仁平勝(2009)が明晰に論じている.

俳句は5-7-5-7-7文字の和歌から,その前半部分を独立させて仕立て上げた文芸文であったことを思い出さねばならない.

文芸文の味わいは、それが示唆する「物語」に あると言ってよい. 前半部分の切り出しによって 誕生した俳句には、当然のことながら、物語の全 体を語り尽くす余裕(能力)がない.物語は必然的に当該の俳句の外に置かれることになる.つまり俳句の語る物語は,必然的に読者の想像力による補完に依存することとなる.

俳句はその成り立ちからして、完結性の欠如した不完全な語り(narratological object)であると言えるが、当該の俳句と外置された物語との間の境界(あるいはインターフェス)の部分が、先刻述べた「俳句外の切れ」である.

このような俳句の文構造上の不完全性,俳句外の切れを経由する曖昧な語り(ほのめかし)こそが,俳句の美質の本質であると筆者は主張する.

本論考においてはこの主張の補強を(証明はど うも難しいので),具体的俳句の解釈の積み上げ によって実行してみたい.

2. 俳句における「切れ」

俳句における「切れ」とそこから生じる「美」について論ずることが本論文の目的である. 切れの定訳(英訳)については不知であるが,一応 gap としてよいように思う. 意味的な連続性が断ち切られて,その前後に間隙(いわゆる gap)が生じるからである. 以下の本文で詳細に見ていくが,切れ (gap)には様々な様態が有り得る. 鋭い瞬断からゆるやかに付加される句切れのようなものなど多様に分布する. ほとんど切れ目のない,連続した言葉の並びからなる俳句もある.

切れは、俳句の内部に生じると一般に考えられている。特に上五の次に出現するもの、特に「や」などの特別の助詞、助動詞の命令形・終止形を従えて出現するものが古来多くの研究書で取り上げられている。

本論文では、当該の俳句の文字列の外部、あるいは俳句の末尾に生じる切れを取り上げ、これが俳句に独特の「美」を齎す原動力であることをあれこれ論じてみたい.

句末に切れを齎(もたら)すきっかけ (trigger)は、句内の切れ、特に上五の切れに 多く存することを[仁平 勝(2009)]は、芭蕉 の俳論を引用しながら精緻簡潔雄弁に論じてい る.ここでは氏の言説の要約は諦め、有益な示 唆を得たとだけ言っておく.以下は我流の「切れ」論である.

- まず1つの俳句は、何らかの物語(narratological object)を担っていると見なす.俳句はこの物語を語り尽くす(つまり、完結した物語を述べる)わけでは勿論ない.
- (2) 多くの場合,上五で「語り」は一旦中断され,後続する中七と下五に引き渡される.下五の末尾つまり句末での切れは,上五の切れのおかげでやりやりやすくなる.
- (3) 通俗的な要約をすると

上五(提題) +中七・下五(叙述・語り継ぎ)

という構造が自然に導入される.

ここで議論を少し横にずらして、「発句の完結性と独立性」について述べておかねばならない、発句は俳句の原型である。あるいは、ときに俳句イコール発句と考えてよい場合も多い。発句は、百句あるいは三十六句からなる連歌の先頭にあって全体を束ねつつ先陣を切る五七五の句である。

「俳句」は、明治中期、正岡子規による俳諧

革新運動ののちに広まり定着した呼称である. 「発句」は連歌の全体を束ねるのであるから, それなりの格式・格調が求められるが、形式的 (あるいは統語的)には「言い切り」による, 他の後続句からの独立性を求められた. 言い切 りには「かな(哉)」「けり」などの切れ字を用 いることが多かった. 体言(名詞)「物の名風 情」は切りにくいという古人の言もある. 連歌 において発句は何としても他の句達から独立し て切り出されていなければならない. 句末の 「かな」「けり」「らん」などの特殊な助辞は必 ずその後ろで切れていなければならない. 格調 の保持には言葉使い方などの意味的側面もある が、読者の解釈の仕方に左右されることのな い、普遍的な格調が理想的である. そのために 句末の切れ(きっぱりした言い切り表現),季語 の配置, などの統語論的装置が用意されてい

発句に格調(完結性と独立性)を持ち込むための装置である切れ字について、少し述べておく、川本皓嗣(2009)の「切字の詩学」p.32 切字十八種を引用する. 助詞=かな、もかな(もがな)か、よ、そ(ぞ)、や

助動詞=けり,らむ(らん),す(ず),ぬ,つ,じ

形容詞終止形の語尾=し(青し) 動詞命令形の語尾=せ(尽くせ),れ(氷れ),へ(散りそへ),け(吹け) 疑問の副詞の語尾=に(いかに)

また川本皓嗣(2009)は、切れ字は必ずしも句末に来るわけでもなく、また句の語りの流れを切らない例もあることを指摘している. まことにもって俳句あるいは発句の「切れ字」は、扱いにくい鵺のような代物である.

本論文では、切れ字を持たぬ平句、切れ字を必要としない句も俳句として取り上げる。また「切れ」は形式的・統語的体裁を整えていなくてもよい。語りの流れを中断・切断するものはすべて「切れ」として扱う、という立場を取る。つまり「切れ」は、統語的様態ではなく意味的様態であるとする。

話を戻す.「上五(提題)+中七・下五(叙述・語り継ぎ)」の典型例を挙げよう.

- i) 閑さや岩にしみ入る蝉の声 松尾芭蕉 元禄2年5月27日(太陽暦では 1689年7月 13日)の作
- ii) 夏草や兵どもが 夢の跡 松尾芭蕉 奥の細道の旅(元禄2年3月27日~9月6
- 日)の途中,奥州平泉で詠んだ句. 奥州藤原氏の栄華の跡. 虚無の美.
- iii) あさがおにつるべ取られてもらい水 加賀千代女
- iv) あさがおやつるべ取られてもらい水 加賀千代女

註:後に(35歳のとき) iii) を改作してiv) に治定した.

v) 月も見て我はこの世をかしく哉 註:千代女の辞世の句. "かしく"は"かし こ"と同義,女性の手紙の結語. "さようなら" という意味.

千代女の句として人口に膾炙しているが、実は千代女の句ではない句を2つ取り上げる.

- vi) 起きてみつ寝てみつ蚊帳の広さかな
- vii) 蜻蛉釣り今日は何処まで行ったやら

註:千代女が結婚経験を持つのか否か不明,したがって子をなしたかどうかも不明.このような知見と重ねるとvii)の句は興味深い.つまり子供を持った経験がないのならば,蜻蛉釣りの句が千代女の句である可能性は随分と低くなる.

註:注釈の知見をまとめるにあたって、Wikipediaの記述および章末与えた芭蕉および千代女の句の解説本を参考にした.

句の外にある、つまり句末の切れに続く「語り」について考察する.

- i) 静寂の佇まいは蝉の鳴き声さえも岩に吸収してしまう. 蝉の声が反って静寂を強調している. このような状況の中に身を置いたならば, 普段喧騒に囲まれて生活することを余儀なくされている我々現代人はどのような感懐を持つであろうか? このような開かれた問いかけが, 句外に継続する「語り」であると筆者は考える. そしてこの静かな問いかけが「美」の本態であろうと筆者は思う.
- ii)滅び去った古の兵達の跡に残った生い茂る

夏草を見て、人が感じる何か、単に「無常観」 として一派からげに論じることはできない何か、そこに「語りかけ」の美があうように思う.

- iii) あさがおに・・・と詠むと、これはこれで素直な夏の生活感の歌い上げで悪くはないのであるが、全体がさらりと流れてしまって、単純な語りをする平句に陥る危険性がある。あさがおや・・・のように、上五を明確に切ることにより、後続する語りが、斬新さ、微笑ましさ、生き物に対する愛情などの輝きを増すことになる。句外にある物語は、優しい心を持ちつつ日々をつましく生きる千代女の姿ということになろうか。
- v) 美しい月も堪能した、と満足してこの世に 暇を告げることができる千代女は、凡人の真似 することができない諦観(悟り)の境地に達し ていると言えよう.「哉」の一文字で後続する思い(未練)をスパリと断ち切っているが、強靭 な意志に裏付けられた強い「美意識」の存在を 感じる.
- vi) やや平凡な生活句の感じがする. 遊女が詠んだという説が正しいとすれば, なにやら怠惰で艶めかしい空気が蚊帳の中に漂っているような気がして来て不思議である. 後続する物語は言うまでもなく,・・・(言及御免).
- vii) 蜻蛉釣りの句. 千代女の句である/なしにかかわらず, 腕白な子供を思う母親の心情が素直に詠み込まれた句であると思う. 句外の「語り」は子育てに忙しい平凡な主婦の生活空間であると言えようか.

3. 切れの美学

飛躍の大きい比喩を用いる. 俳句の美には切り花(生け花)の美と共通するものが多い. 花は木について開いていても, また球根から茎を経由して開花していても美しいが, 切り取られて花瓶に活けられ, あるいは花器に挿されていても美しい. 切り花の美は何処を切るか, どのように切った断片を配置するかに左右される. この辺りの状況は句作における語句の配置と共通するところが多いように思う. また花を見て感じる「美」は, その花単独で孤立(閉鎖)しているのではなく, もとの原野や花畑に思念を

飛ばして獲得されるものも多い. このあたり も、俳句とその句外の「語り」と類似するよう に思う.

4.「切れ」のない俳句

「切れ」が無いからと言って、俳句の美が消滅するわけではない. 特に現代俳句においては、斬新な驚きや意外性を重視して、まどろっこしい「切れ」によるもたつきを嫌って、主張や観察・感懐をすらりとひと思いに詠みきる句もある. これにはこれの「美」がある.

仁平勝(2009) p. 22からの孫引きであるが、高浜虚子の句集「五百句」および「五百五十句」から拾ってみる.

鎌倉を驚かしたる余寒あり 天の川のもとに天智天皇と虚子と どかと解く夏帯に句を書けとこそ 白牡丹といふといへども紅ほのか 酌婦来る点取虫より汚きが

(以上 五百句より) げてものは嫌ひで飛騨の秋は好き 歌留多とる皆美しく負けまじく 焚火してくれる情に当たりもし 梅雨傘さげて丸ビル通り抜け 崖ぞひの暗き小部屋が涼しくて

虚子は日記を書くように俳句を作ることを考え、これを「句日記」と呼んでいたほどだから、切れのない平句も量産した.仁平勝(2009)は、最初の句はどう考えても「鎌倉を驚かしたる余寒哉」のように句末の切れ字を誂えることが自然であるから、虚子は意図的に

「哉」を忌避したのであろうと、言っている. つまり虚子の平句志向(あるいは嗜好)の表れ と言えるかもしれない.

5.「切れ」と「語り」の種々相

句外にある物語をSと記す.

(1) 平凡な日常生活と謙虚な諦観(人生への諦め)を楚々たる美として 語る句 鈴木真理子『遠花火(2000)』から

・今生の刹那を生きて遠花火

F: ほんの一刹那, この世を生きてきて今遠 花火を眺めている.

0:この世,一瞬,人生,遠景,花火,無常,疲れ

S:ぱっと咲いてさっと散る花火を遠くから見ていると,自身の人生行路も刹那に展開して終了する遠花火に似ていると思う.

・六月の海の碧さや石廊崎

S:六月の石廊崎は海の碧さが美しい.

・ 冬めきし山の湯けぶり裸婦二人

S: 冬山の露天風呂に女性が二人湯浴みする.

・秋立ちぬ道標古りし沼の跡

S: 立秋の今日, 古い想い出のある道標の立

つ安積沼の跡地を訪れた.

鯵干のひらひらいかに罪深き

S:干し鯵が吊るされてひらひら風に舞っているが、鯵にだって生命と生活があったはずだ. それを無造作に焼いてパクパク食う我ら人間は何と罪深いことか.

・赤い羽根胸に虚実の人の海

S: 赤い羽根を胸につけてぞろぞろ歩く勤め人達. 彼らは虚実が混交した現世を歩いているのだ. [何故かゾンビの群れを連想する]

らいせ

来世にもほうずき赤くなるばかり

S:あの世でもほうずき(鬼灯)は赤い実をつけるのだろうか. そうならば口に入れて鳴らして遊んでみようか. それとも鎮咳・利尿剤として使うべきか.

S:今は老婆となってしまったこの私も,昔 は若く子供に乳房を吸わせていた.そのよ うな記憶が寒夜にふと蘇ることがある.

鈴木真理子『渡る橋(2008)』から

わる

・本物の悪には遠し冷奴

F:冷奴はとても本物の悪(健康を害する食品)とは言えない.こんなに美味しいのだから.

0:冷奴,美味なる食品,家庭用医学書の堅苦しい教え,蘆川桂洲著の『食用簡便』(1687) I:食用簡便 (1687) には,生の豆腐を[番椒(ほうらい)の粉を加えた醤油に浸して]食う冷奴は甚だ[健康に]悪い.食うな,とあるが,悪いなんてとんでもない.こんなに美味しいものはどんどん食べなければならない.九州大学付属図書館の貴重書コレクション所蔵)によると,『食用簡便』(蘆川桂洲著,貞享4(1687)年序刊)は,食物の医学的効能とその調理法を記したものである.と述べている.当時,家庭医学書の役目を果たしていたものと推測できる.

・蝉落ちてひっくり返る世を見たり

S:蝉の死骸が落ちてひっくり返っている. 蝉は実は,何もかもがさかしまな現世を,ひっくり返ることで逆転補正して観照しているのかもしれない.

・ 生涯を浮世の風に十三夜

F:生涯を浮世の風に流されながら過ごし, 今十三夜の月見をしている.

0:浮世,生涯,人生,無為,無常,諦念,十三夜,月見,虚無感,寂寥感

I: 十三夜の月見をしながらふと思った. わが生涯は浮世の風に漂ってふわふわと, この無邪気な名月のように無為に過ぎ去ってしまったなあ.

・焼きさんま静かに冷えて生き難し

S:焼いた秋刀魚が皿の上で静かに冷えている.秋刀魚よ、お前の生涯は生きずらいものだったのだろうなあ.こうして食われもせずに焼き冷ましの憂き目に会っているのだから.実はこの私の生涯もあんたに似ているんだよ.

・メールパソコンみんな駄目でも酸素は鳴らせるの

やや難解 字余りに託した思いの強さ

S:メールもパソコンも, みんな難しくて使

えないけれど、酸素吸入要請のナースコー ルボタンは押せる.

・秋風や洗いざらしの年重ね

かん

・秋の陽をたっぷり入れて柩の窓

S: 旅立するあの人の柩の窓を開けて,最後の秋の陽射しをたっぷり入れてあげましょう. さようなら.

・ 葦枯れて人も枯れゆくみをつくし

S:懐かしき思い出の沼に立つ標識杭(みおつくし)よ.その周辺の葦も枯れて辺りは見通しが効くようになったが、この私も葦のように枯れてしまった.もはや杭の世話になることもないだろう.

(2) 恋愛感情や異性への憧憬における美学を 罪悪感の色づけにより語る句

*おそるべき君等の乳房夏来(きた)る 西東三鬼

shocking to see/your glamorous breasts---/summer has come

t

*花冷えのちがふ乳房に逢ひにゆく 鍋呉夫

S: 花冷え(桜が咲いたが寒い)の頃, 私は別 の女に逢いにゆく

*密会の窓より高し梅雨の駅. 眞鍋 呉夫

S: 私は女と密会している. 宿泊しているホテルの) 窓よりも駅が高いところにある

なぜ駅の高さが気になるのか?

(3) 病気と死への怖れを素直に語る句,素朴な美観が自然に随伴する.

藤沢周平氏の俳句:『藤沢周平句集(1999)』から

*軒を出て犬寒月に照らされる

S:藤沢氏は、犬の振る舞いを客観的に観察しているのではない. 孤独の匂いを纏いながら歩く犬の姿に己を仮託し何かを語っているのである.

*桐の花踏み葬列が通るなり

S: 葬列の中心にある棺の中に己を仮置して強い 虚無の空間について語っているようである.

*死火山の朱の山肌冬日照る

S:「死火山」という自然物の中に「死の予感」 という語りを埋め込んでいる.

*風出でて雨后の若葉の照りに照る

S:失礼な言い方ではあるが、凡庸な句として片づけられそうになるが、作者の抱える「死の予感」「人生の虚無感」に思いを致すと、重い語りであることが分かる. 若々しい生命感・躍動感の裏側には、死の虚無感が存在するのだと語っている. 5) 聖書借り来し畑道や春の虹

S:聖書を借りてくる作者の姿に,死と虚無の語りを読み取るのは深読みであろうか.

(4) 絶望の極限にある美、荒涼の美を語る句 *棺一基四顧茫々と霞みけり

S刑死者が納められた棺が一基ポツンと置いてあり、その四囲が茫々と霞んでいる.

*鬼を呑む夕べ哀しき曼珠沙華

S: 鬼を呑み込んだような妖気を孕む夕べに, 曼珠沙華が哀しげに咲いている.

*縮みゆく残(のこん)の月の明日知らず

S:徐々に小さく縮んでいく残月は、明日の運命 すら分からぬ己の化身のようだ.

*年経てもなほ生きぬかん寒の獄 1997年

S: すっかり老人となってしまったが、私はこの 寒い獄舎で生きてゆかねばならぬ。

*狼や見果てぬ夢を追い続け 2000年

S:狼よ,お前は見果てぬ夢をいつまでも追い続けているのか.この私もそうだが.

こぞことし

*去年今年風の過ぎ行く音ばかり 2004年

S: 去年も今年もこの獄舎には吹きすぎる風の音がするばかり.

*八州の闇の深さやいなびかり 2005年

S:この日本の国の政治の闇は何と深いことだろ

う. 稲光がやたらと目立ってしまう.

*胸底は海のとどろやあらえみし 2011年

S: 私の胸底には上代の朝廷に反逆した荒蝦夷 (あらえみし)の怒りが渦巻き,海のと どろのような音を出している.

*死の覚悟求めて止まず花の雨 2014年

S:私は常日頃から刑死の覚悟を心掛けているが, その精神は無心に咲く花に降りかかる無 常(あるいは無情)の雨のようだ. 花は, それでもなお生き続けたいと願う正直な 心の象徴と解釈したい.

0:「棺」「鬼」「夕べ」「闇」「稲光」「怒り」「政治における矛盾と悪」「曼珠沙華」「残月」「明日が分からぬ運命」「老い」「獄舎」「冬」「死」「覚悟」「花の雨」・・・・ 慙愧と絶望の融合する極限の物語というべきか. 若い大道寺氏を極端な反社会的行動に走らせた政治の闇への消えぬ怒りと, 理想を果たせなかった後悔の念がしぶとく詠みこまれていることに驚かされる. 氏の情熱と行動が社会の許容する範疇に収まるものであったならば・・・・といつしか考えてしまう. 事件の被害者, 犠牲者の遺族の方々は到底認めてくれぬ仮定ではあるが. 芸術という相当に懐の広い領域にすら入れてもらえぬ, 極北領域の語りが形成されていると言えるかもしれない.

I の総括:風雅、超然、余裕などの古典的俳句の特質とは無縁の、極北に位置する句である.極限の荒涼の美を持つ語りが幽鬼のごとく随伴する.作者が若い時代に起こした非社会的事件を知れば、基底にある重い諦念のメッセージに辿り着くかもしれない.

6. 切字と埋字

「切字」と書いたがこれは修辞学的(見てくれ)の理由であり、本来的に「切れ」と書くべき代物である.

俳句の語りの流れには、どこかしらに「切れ」、つまり流れの中断があることをこれまであれこれ論じてきた.この切れの直前あるいは直後の語を意図的に隠して(消去して)しまった俳句が、「埋め字俳句」である.埋め字の部分を補完することにより、所与の俳句の変形判

(variation) が作れる. バリエーションの観察 により所与の俳句のオリジナルの美について考 えることが本章の目的である.

繰り返しになるが、「埋字」とは一部の語句を 省略した穴あき文形式の俳句のこと、あるいは 穴あき部分に語句を埋め込ませることである。 高浜虚子は、埋字の課題を初心者に課して作句 の訓練をすべきと説いている。また埋字の課題 の解き方を見ればその人の俳句の技量が図れる とも説いている. (高浜虚子:俳句の作りよ う,角川ソフィア文庫(2009))

本報告では、埋字を「穴あき俳句」という意味で使うことにする。また、埋め字の課題を提示することにより、当該俳句の美質や句作者の美意識を探る便とすることができる、というのが筆者の主張である。

所与の俳句を、埋字にすることは、俳句の汎化であると見なせる。特定の語句を自由度の高い変数 X に置き換えることであるからである、本報告では穴あき語句を変数 X や Y で表現することにする.

高浜虚子(2009) p. 59から「埋字」に関する記述が始まっている. その冒頭の文は、次のように述べている.

かりそめにも俳句を作る以上は古人のやら なかった境地に足を踏み入れなければだめだ. とこういう議論に私は反対いたしません. けれ どもそれは初めただ一生懸命やっているうち に、自分も予測しなかったほど心眼が明らかに なってきて、今までほとんど意識せずにやって きたことがすでに古人の範疇を脱して,一境地 をひらいておったというようなのがいいのであ りまして、鈍根はいくらやるつもりでかかって も何もできないで終わるのであります. 新しい 早く一機軸を出そうなどとしてあせることや、 強いて人目に立つような新しい試みをしようと したりすることが、決して本当の新境地をひら くゆえんではありません。 急がず騒がずを歩い てゆく心がけが肝要であります.・・・だと申 してまた, 弛緩した心でいて, 俳句は古くても いいのだ、どうでも十七字さえ並べておれば進 歩しなくてもいいのだというような暢気過ぎた 心持でいても困ったものであります. そいう心 持でいては古人のやらなかった境地に足を踏み 入れるどころか、とても句に興味を見出すこと すらできないだろうと思います.・・・・・奇 怪な句を作るようなことはせずに、おもむろ に、確実に、その人相応の力をこめて、沈着な 心持で、急がず騒がず勉強をすることをすすめ

るのであります.清新な句をもとめずともできます.ゆめゆめ近道をしようとして荊棘(けいきょく)にひっかかることをしてはなりません.私が卑近な平易な句作法をお話しいたしたことは、晦渋な迂遠な俳論をして諸君を一夜作りの大家にするよりも、諸君の良友をもって自ら任じておるゆえんだと考えるのであります. <引用終わり>

★★正岡子規(1867-1902)が高浜虚子(1874-1959)に出した埋字課題.

● 鍋提げて XYZ

虚子の解答:

鍋ながら座敷に御馳走を持っていく、鍋を洗いに裏の井戸端に行く、・・・う一む句にならぬ。ふと見た前方に女が2、3人泥の中に足を突っ込んで田螺(たにし)を掘っているような光景。そこで

- ♥鍋提げて田螺掘るなり町外れ 子規が示した句の例
- ♥鍋提げて淀の小橋を雪の人

「鍋提げて」というちょっと尋常ではないはじめの5文字があるので、後半12文字のややもすれば平凡陳腐な写生句が引き立たされて(救われて)いる.新奇性は、「鍋提げて」が与えている.高浜虚子(2009)が取り上げたやや大量の埋字の例題を以下に示す.皆さんはどのような埋字解答をします

か?ちょっとやってみてください. ♥1 大蟻の XYZ 暑さかな

- ♥ 2 蟻の道 XY より続きけり
- ♥3 生きて世に XYZ

解答例

♥ 1 大蟻の石垣のぼる暑さかな 天 涯

大蟻の張板登る暑さかな 白峰 大蟻の銀杏に登る暑さかな 紫牛 大蟻の枯木に登る暑さかな 楽山 大蟻の庭木に登る暑さかな 寒江 大蟻の脛這ひ登る暑さかな 千岳 大蟻の白塔よづる暑さかな 芙峰 大蟻の覚悟あらわる暑さかな 透舟 元句は下記.これが一番すぐれて普遍性を持つ.理由は不言とす.

大蟻の畳をありく暑さかな 士郎 元句に類似した句も出現した,

大蟻の座敷に上る暑さかな 正雄/無楽/今更

大蟻の畳に登る暑さかな 機明

- ▼ 2 蟻の道縁の下より続きけり 林一太郎 蟻の道垣の隙より続きけり 仁東生 蟻の道隣り村より続きけり 百谷王 蟻の道地蔵の腹より続きけり 行々子 蟻の道先の先より続きけり 鬼門堂 蟻の道暑き空より続きけり 松月 蟻の道雲の峰より続きけり 一茶
- ▼ 3 生きて世に貧の寒燈ともしけり 濱人 生きて世に明け暮れ淋し老の秋 時綱 生きて世に病の床の桜かな 昌東 生きて世に真田が庭の桜かな 牧人 死を覚悟して志度山(しどさん)の麓 に隠棲していた真田幸村

同じく人の死に直面しつつ自分の死をみつめる句. 「生きて」が最大限の効果を発揮する.

生きて世に人の年忌や初茄子 (なすび) 凡菫

虚子は、良い句を作るには、古い句を 読み新しい句を作れ ([高浜虚子200 9]p.90)と言っている.これが句作 における美意識高揚に有用ということで あろう.情報論的形式性の観点からは、 俳句における普遍性(不易)と新奇性 (流行)そして、陳腐と珍奇の陥穽から の離脱こそが、句作における美意識であ ると言えよう.

埋字は所与の俳句の汎化であると言ったが、汎化、つまり変数化により俳句の普遍性や美質に一歩接近できると考えている.変数 X をどのように具体化

(instantiation) したならば、より普遍的になるか/より美的になるか、そして、どのような具体化は陳腐を結果するか、と考察することにより不易流行の真

髄、つまり俳句の真の美質に接近できる.

汎化変数X.Y,Zを、今少しカテゴリカルな分類変数にすることは次の課題である。

7. おわりに

俳句の前身は連句の先頭を東ねていた発句であることを確かめつつ、格調つまり完結性と独自性を確保する装置としての切れ字について議論した.次に切れ字の実体(肉体)が消滅し、機能(精神)だけが抽象化されて残存した装置としての「切れ」を論じた.切れは、もはや統語的にのみ作用するのではなく意味的にも作用する.つまり「切れ」は、俳句における「語り」の流れを中断あるいは切断する機能(函数)である.切れの函数的性質の故に、汎化変数としての「埋め字」を自然に導入することが可能となる.

切れ字,切れ,そして埋め字などの装置を使って,俳句の持つ美質,そして句作者の美意識に接近する努力をし,その結果得られた知見の断片を報告した.

結局,良い俳句,美しい俳句を詠むための王 道は,高浜虚子の説くようにすぐれた古典俳句 を多く読み,新しい俳句を作る努力をすること に尽きるのかもしれない.

参考文献

- [1]仁平勝(2009),五七五という装置,in:片山由美子,他(編)俳句の詩学・美学,俳句教養講座 第二巻, 角川学芸出版(2009) pp. 10-24
- [2] 川本皓嗣(2009), 切字の詩学, ibid. pp. 25-37
- [3] 蘆川桂洲 (あしかわ けいしゅう) (1687), 『食用簡便』,九州大学付属図書館(貴重書コレクション所蔵)

[4]鈴木真理子 (2000),『遠花火』,有限会社トーカイ [5]鈴木真理子(2008),『渡る橋』,有限会社トーカイ [6]大道寺将司 (2012),『棺一基』,太田出版

- [7]大道寺将司 (2015),『残 (のこん) の月』, 太田出
- [8]新田義彦(2012) 「俳句の意味の形式的解釈の試み」("An Essay on a Formal Interpretation of HAIKU"), 電子通信情報学会・2012年3月総合大会 於 岡山大学,『A-13-5 思考と言語

- セッション論文集』
- [9]新田義彦(2013) 「不言の美文 ――俳句における 省略の機序」("Silence of Beautiful Sentences----The Mechanism of Omission in HAIKU"), 電 子情報通信学会技報 112(442)
- [10]新田義彦(2018),「オントロジー空間を漂泊する俳句」,第57回ことば工学研究会(2018-2-23) in 人工知能学会,於 千葉大学 人文社会学系総合研究棟 2F グラジュエイト・ラウンジ1
- [11]新田義彦(2013) 「不言の美文 ――俳句における 省略の機序」("SIlence OF BeautIFul Sentences----THe Mechanism of Omission in Haiku"), 電 子情報通信学会技報 112(442)
- [12]新田義彦(2018),「オントロジー空間を漂泊する俳句」,第57回ことば工学研究会(2018-2-23)In 人工知能学会,於 千葉大学 人文社会学系総合研究棟 2F グラジュエイト・ラウンジ1
- [13] 藤沢周平(1999-3) 『藤沢周平句集』, 文芸春秋.
- [14]堀切実(1988)『表現としての俳諧』, ぺりかん社
- [15]水原秋櫻子 (2005),『新装版 俳句小歳時記』,大 泉書店
- [16]山本健吉(1958-6),『近代俳句』岩波講座 日本文学史,第11巻 近代,岩波書店
- [17]山本健吉(訳)(1977-1),『芭蕉名句集』日本古 典文庫17,河出書房新社
- [18] Nitta, Y. (2012c). An approach to linguistic aesthetics by functional grammar. In The Proceedings of the 22nd Biennial Congress of the International Association of Empirical AESTHETICS (IAEA) 2012 Aug (pp. 22-25). Rome, Italy: University of Rome Tre.
- [19]Nitta, Y. (2012d). Aesthetic sentence generation by functional grammar. *Economic* Review of Nihon University. 82(3) .9-17.
- [20]Nitta, Y. (2013), Silence of beautiful sentences The mechanism of omission in HAIKU. In Proceedings of the IEICE Conference on Study of Thought and Language. Meiji University., International General Research Laboratory (Vol.114, No.442, pp. 73-78). Tokyo, Japan: The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

- [21]Nitta, Y. (2015). On the formal generation of Haiku. In *Technical Report of IEICE* (2015-3) (Vol. 114, No. 465, pp. 23-26). Tokyo, Japan: The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.
- [22]Nitta, Y. (2017) Haiku-like Aesthetic Sentence Composition through the Narrative Process, In: Content generation through narrative communication and simulation (ed: T. Ogata) IGI Pub. USA.
- [23] Saraki, M., & Nitta, Y. (2005). The semantic classification of verb conjunction in the "Shite" Form. Proceedings of Spring IECEI Conference (A-13-3). Tokyo: The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.
- [24] Saraki. M. (Ed.) & Nitta, Y. (2008). Seiki-Hyougen-to Text Mining (正規表現とテキスト・ マイニング) [Regular expression and text mining] (Second Printing). Tokyo, Japan: Akashi-shoten.
- [25] Yamane, T. (山根 公) (1996). Chiyo-Jo's haiku seasons (Y. Ishibashi & P. Donegan Trans.). Matto City Publishing. (Original Published, Yamane, T. (n.d.). Chiyo-jo no toki no uta(『千代女の季の句(ときのうた)』). Ishikawa, Japan: Kitaguni-Shuppan-Kyoku).

日本の物語論・文学理論の物語生成システムへの取り込みに向けて Toward the Incorporation of Japan's Narratologies and Literary Theories into the Narrative Generation Systems by the Author

小方 孝 (Ogata Takashi)

岩手県立大学 (Iwate Prefectural University) t-ogata@iwate-pu.ac.jp

1 まえがき

狭義の物語論は、20世紀半ば頃からフランス を中心に提唱された学問分野であるが、それに 直接的な,大きな刺激を与えたのは,それ以前の ロシアフォルマリズムなどの形式志向・構造志向 の文学理論であった. その後物語論は文学作品 や物語作品の分析や研究の有力な一方法として 世界の研究者達に影響を与えて行った. その影 響は文学側の研究者に対するものに限定されず, 認知科学や人工知能のような情報領域への影響 も存在する. さらに遡って, 物語論の嚆矢をアリス トテレスに求めることも可能である. 実際, Bal (2004) による全4巻に渡るアンソロジーの冒頭に 収められた論文は、アリストテレスの『詩学』から抜 粋されたものである. また, 物語論で提唱された 様々な方法は,個別・具体的な文学作品や物語 作品の分析や解釈のためにも利用された. それと 同時に,渡辺直己 (2012)などによって,日本の 物語論的理論や方法や「技術」を摘出し、体系化 しようという指向性における研究も始まっている.

本論文では、旧来の物語論や関連する文学理 論の方法を, 既存の作品の分析に適用・応用しよ うというアプローチではなく、「物語論のエッセンス を成す方法」を考慮して、そのような方法を共有 する物語や文学の研究, 方法, 技術, 技法などを, 日本の物語史や文学史の中に探る. 渡辺(2017) や大浦(2017) による日本の文学や小説の方法を, 一種の物語論・文学理論として捉えたアンソロジ ーも出現し、また従来から筆者が続けて来ている 歌舞伎の調査・分析・モデル化・システム化の研 究 (小方, 2018; Ogata, 2019)の過程で, 歌舞伎の 中には、その記号論的な特性 (渡辺、1989)故の 数々の形式的・構造的とも言って良い特性がある ことを認識した. 他方, 上記渡辺や大浦によるア ンソロジーは,渡辺が曲亭馬琴など江戸文学の 技術を一部取り扱っているとはいえ, 主に日本近 代文学における物語論・文学理論のみを扱って いる. これに対して、歌舞伎もそうであるが、筆者 としては近代以前の古典的な時代における物語 論や文学理論も含めた形で、日本の物語論や文 学理論を扱って行きたい.

さらに、物語生成システムの観点から古典・近 代・現代に渡る日本の物語論や文学理論を扱う, ということが、本研究のもう一つの大きな特徴であ る. 物語生成システムの枠組みにおいてこの問題 を扱うとは、生成という方向付けにおいてそれを 取り扱うということを意味する. すなわち, 調査・分 析・獲得された物語や文学の知識や技法は、物 語生成の機構の中に導入され,組み込まれる. 逆に言えば、そのような方向付けにおいて、知識 や技法や技術の調査・分析・獲得は行われる,と いうことになる. 単に, 作品の理解や分析や解釈 のための「役に立つ道具」として、日本の物語論 や文学理論を調査・検討しようというのではない. 生成や創造や創出をめざして, さらにその形式 化・モデル化・システム化まで進めようとしている のである.

本論文は、以上のような考えと方向付けにおいて行われる「日本の物語論・文学理論」へのアプローチへの序を成すものである.

2 日本の物語論・文学理論の例

2.1 古典文学の例

これまで以下のようなものにざっと目を通した―

- 藤原道綱母の『蜻蛉日記』序文 (1989): 『蜻蛉日記』の冒頭の部分で,作者は一種の物語論を論じているが,これは次の『源氏物語』 (「蛍」)のような物語称揚論ではなく,その逆の方向を持っている. すなわち,『源氏物語』の方は物語のような嘘(虚構)にこそより多くの真実が含まれると述べているのであるが,『蜻蛉日記』の方は「自分は物語のような嘘ではなく,自分の経験を記す日記を通じて本当の真実を描く」という宣言になっている. その点で,この宣言で語られていることは近代文学における「私小説」の概念と似ている.
- 紫式部の『源氏物語』(1993, 1994, 1995, 1996, 1997)における第二十五帖「蛍」:光源氏と玉鬘という主人公及び主要な女性登場人物の一人との間で,歴史と虚構・物語との比較の議論が行われる.この議論の内容は,

アリストテレス (1997)が『詩学』において論じ ている「歴史-虚構比較論」と似ている. 物語 においてこそ,人間の感情や意見を含めた 自由な記述が展開され得,歴史よりも虚構 (嘘)の物語の中にこそより多くの真実が含ま れ得る、ということが、玉鬘や光源氏の言葉 を通じて主張されている. アリストテレスの場 合と同様,ここで物語の比較対象物として取 り上げられているのは、中国や日本の歴史 の古典である. それに対して物語は一見 人々を誑かす嘘の塊であるが、なぜその方 が人々を大いに魅惑するのかと言えば、物 語は歴史のように公的な出来事を外的に語 るだけではなく,人間の微細な感情や複雑 な人間関係を内的に語ることが出来、後者 の方にこそ微妙な心理や関係の中に日々を 生きる人間にとっての真実がより多く含まれ ているからだとされる.

歌論: 近代の和歌(短歌)は、古典和歌が背 後に持っていた膨大な決まり事や規則を廃 して,人間の自由な感情や感性を発露する ことが出来る形式として和歌を短歌に変貌さ せ, そのため, 我々が古典作品の中に含ま れている様々な技術を見る目を結果として阻 害してしまった.この事情は、歌舞伎や人形 浄瑠璃の作品に対しても言うことが出来る. 例えば近松門左衛門は, 江戸の作者達の中 では珍しく, 人間の生き生きした感情的側面 を新鮮な形で描くことが出来た作者として、 突出して称揚されたが、そのような状況の中 で,我々は歌舞伎や人形浄瑠璃の作品にお ける形式性や構造性を見る目を曇らされるに 至ってしまった. 古典音楽についても然りで ある. 逆に言えば、今日の目からすれば、和 歌の中に潜められた膨大な規則や技術や修 辞的技法を、我々はより客観的な目を以って 摘出することが可能になった、という風に無 理に言うことが出来るかも知れない. 和歌は 俳句とは異なり、 叙景と情緒とを一体化して (あるいは直接的に)表現することが可能な 詩的形式であり、そのため後述の夏目漱石 の『文学論』における F+f の公式も良く当て はまる. すなわち, 和歌の構造はかなり物語 的であり、またその物語の内容は、個別の和 歌の背後に精神的に存在する世界に関する 膨大な知識ベースによって支えられている. 少なくとも古代,中世において,和歌は日本 の文学の一大中心であった. 源俊頼の『俊 頼髄脳』、藤原俊成の『古来風躰抄』、藤原 定家の『近代秀歌』など, 実作者が理論的あ るいは解説的な和歌論を著すという伝統もあ

- った (歌論集, 1975). 和歌の理論の中から, あはれ・有心・幽玄・妖艶・花実・風情・やさ し・をかし・本歌取・本説等々の概念が出現 し, その他の文学や物語の世界に影響を与 えて来たものも数多い.
- 世阿弥ら(能):世阿弥ら能楽の作者や演者 達が書き残したものは、もともとは自分達の 内部で回覧するための秘伝書であったが, その中には、特に劇的機構とは何かを巡る 様々の洞察が含まれており、「序破急」の理 論は特に有名である. これは一つの作品を 構成する劇的構成のみを示すために言及さ れている概念ではなく、「風姿花伝」や「花鏡」 や「世子六十以後申楽談儀」(以上, 世阿弥 芸術論集 (1976))などでは, 寧ろ一日ない し数日の能の上演における通しの構造のた めの規範を示すものとして言及されているこ とが多い. しかし、「ただ一切、 序破急を知る べし. 文字一字に序破急あるべし. 人のもの 言ふ返事、「を」とやがて言ふは、序破急なり、 声出さぬ前、序なり、はや「よ」といふところ、破 なり. 言ひ果つるところ, 急なり. 序破急なくは, とどくべからず.」と「世子六十以後申楽談儀」 にあるように、序破急という概念は、一日の 演能,一曲,一つの舞や一つの音など,す べてのものの構成の原理とされている. 従っ て,これは一種階層的な構造を持つ理論的 枠組みであり、これを一曲を演者が如何に 上演するかについてのよりミクロな理論として 置き換えることも出来るし、それと一つの作 品の構造と結び付けて考えることも出来る.
- ・ 近松の虚実皮膜論(きょじつひにくろん):近松半二は,人形浄瑠璃が作品創出の創造性を保持していた最終の時期における最大の作者であったが,その父親であり儒学者であった穂積以貫(1692-1769)が書いた『難波土産』(守随・大久保、1959)は,近松門左衛門の所謂虚実皮膜論について論及している.これは,芸術の訴求力はリアルあるいは真実と非リアルあるいは虚構との間の微妙な隙間にある,とする一種の文学理論であり,近松の世話物も時代物も,この実践となっている.特に『曽根崎心中』以降の心中物の多くは,当時の実際の事件に取材したものであり,虚実皮膜理論の見事な実例となっている.
- 馬琴の稗史七則:渡辺 (2012)は,曲亭馬琴 (1767-1848)の『南総里見八犬伝』(1814-1842)における「稗史七則」という一種の文学 理論を紹介しているが,これは小説・物語を書く上での七種類の技法(主客,伏線,しん染(下染),照応,反対,省筆,隠微)につい

て論じたものである.

2.2 近・現代文学の例

一方,近・現代文学においては,多くの批評的作品が,日本と西欧の文学的伝統を融合することによって独自の理論的文学研究を提案して来た.しかし体系的な文学理論,物語論と呼んで良いようなものは少ない,以下はその稀有な例である一

- 夏目漱石(1867-1916) (2007)の『文学論』: 文 学をF+fとして捉える公式に基づいて全編が 構成される.F は「焦点的印象又は観念」= 「認識的要素」であり、f は F に「附着する情 緒」=情緒的要素であり、これに基軸概念に、 それぞれの内容, それぞれの時間的変化, 文学的技法(とその相互関係), 社会レベル (集合的なF)が体系的に論じられる. 文学的 技法としては、投出語法、投入語法、自己と 隔離せる聯想,滑稽的聯想,調和法,対置 法, 写実法, 間隔論が提示されているが, こ れらは基本的に物語言説のカテゴリーに含 まれるものである. このように, この文学論は, 文学的内容を表現する形式を知的要素乃 至素材としての要素とそれによって喚起され る情緒的要素との関係において分析する枠 組みであり、漱石は、情緒的要素と論理的要 素の関係という観点から主に近代イギリスの 文学作品を分析した.
- 吉本隆明 (1924-2012) (1965)の『言語にとっ て美とは何か』:「自己表出性/指示表出性」 という対になる二つの概念の関係と相克にお いて古代から近・現代に至る日本の文学作 品の独自の分析を行った. 多くの静的な文 学批評とは一線を画すもので, 拡張文学理 論や物語生成システムの観点からは, いわ ば文学の制御のモデルと見做せる可能性が ある.この『言語にとって美とはなにか』を中 心とする吉本言語論は、共同幻想・対幻想・ 個人幻想という, 主に『共同幻想論』(吉本, 1968)を通じて提唱された思想的枠組みと関 連している. その理論構成は、制度等規範と して存在する共同幻想に対して, 文学にお ける個人幻想をどのように正当に対置させる かという問題意識に貫かれていた。また、か つての日本の左翼の「転向」は、しばしば「党」 からの離脱が家族に回収されてしまうという 経路を辿ったが, 吉本は家族的共同体に対 応する対幻想を共同幻想と同等の重みを持 つものとして措定し、必ずしもこの種の転向 を否定しなかっただけでなく, さらに文学の 中に個人幻想の拠点を求め, 文学に共同幻

想や対幻想の共同性を相対化する価値・意 義を求めた. 言語論乃至言語思想において もこの発想が利用され、制度・規範としての 共同幻想的な部分, さらには家族的な対幻 想的な部分に対して,個人幻想的な部分を どのように浸透させるか, そこに文学というも のの価値があるというのが、 吉本言語論にお ける基本思想であった. 因みに、「物語」とは、 文学作品の中への共同幻想的なものの侵入 を意味し,従って吉本の文学論は,同時に 物語批判でもあり、このような観点は、 蓮實 重彦らも共有している. そのような意味で、彼 らが文学主義的であるとすれば, 中上健次 などは物語主義的である. 吉本言語論を通 じて、共同幻想的なものは言語における「指 示表出性」として記述され,一方で個人幻想 的なものは言語における「自己表出性」とし て記述される. (物語生成システムとの関連 では、恐らく現在のコンピュータや人工知能 によって可能となるもののレベルは、共同幻 想的なもの乃至指示表出的なものとしての 物語や文学の生成の部分であろうと考えら れる. これに対して個人幻想的なもの乃至自 己表出的なものは、他者とは何かが違うもの としての自己、という意識を持たないものとし てのコンピュータや人工知能にとっては,不 可能な部分であろう.このような観点からは、 人工知能としての物語生成システムは、当面 あくまで共同幻想的・指示表出的なレベルに 留まるだろう. 一つの考えは, 共同幻想的・ 指示表出的なものとしての物語生成システム と, 自己幻想的なものとしての人間の物語生 成とを切り分けることである.)

- ・ 渡辺直己(2012) の『日本小説技術史』:全体として、渡辺は主に近代日本文学の小説を扱った. 筆者は物語生成の観点から、これらの物語論的、文学理論的な角度から見られた形式的、技法的な方法を、検討することが出来る. この本では、以下のような技法や方法が検討されている―
 - (1) 小説の実践理論としての稗史七則:曲亭馬琴.
 - (2) 三人称多元視点による焦点移動の技法:二葉 亭四迷 (1864-1909).
 - (3) 一人称の技法:森鴎外 (1862-1922).
 - (4) 「突然」と「偶然」を用いた,物語の切断と変換 の技法:樋口一葉 (1872-1896).
 - (5) 内部の記述と三人称単一視点の技法:田山花袋 (1872-1930),国木田独歩 (1871-1908), 島崎藤村 (1872-1943),岩野抱鳴 (1873-1920).
 - (6) 形式指向の小説執筆技法:夏目漱石.
 - (7) 事物の詳細記述と流動的な時間処理:志賀直 哉 (1883-1971), 徳田秋声 (1872-1943).

- (8) メタフィクション的な技法及び隠喩的な技法: 芥川龍之介 (1892-1927), 佐藤春夫 (1892-1964), 谷崎潤一郎 (1886-1965).
- (9) 歴史小説における対比的な技法: 谷崎潤一郎, 森鴎外.
- (10) 新感覚理論, 驚きの比喩, 事物の列挙, 非線 形と飛躍, 心理の断片化, 純粋小説, 読人称 技法: 横光利一.
- (11) 模倣の役割:尾崎翠 (1896-1971).

さらに、何冊かのアンソロジーの本が物語論や 文学理論の観点から、日本近代文学における物 語や文学の技法や方法を、包括的に検討してい る. 例えば、渡辺(2017) は、一部江戸時代を含 むが、主に明治から 1980 年代までの日本の物語 論的、文学理論的な研究を集成した一

- 上田秋成 (1734-1809):『雨月物語』序
- 本居宣長 (1730-1801):『源氏物語玉の小櫛』(抄)
- 曲亭馬琴:「稗史七則」
- 仮名垣魯文・粂野有人:「著作道書キ上ゲ」
- 坪内逍遙 (1859-1935):『小説神髄』(抄)
- 二葉亭四迷:「小説総論」
- 斎藤緑雨:「小説八宗」
- 北村透谷:「人生に相渉るとは何の謂ぞ」
- 松原岩五郎:『再暗黒の東京』
- 内田魯庵:『文学者となる法』(抄)
- 森鴎外·幸田露伴·斎藤緑雨:「三人冗語」(抄)
- 樋口一葉:「日記」(抄)
- 正岡子規:「歌よみに与ふる書」(抄)
- 高山樗牛:「美的生活を論ず」
- 田山花袋:「露骨なる描写」
- 岡倉天心:『茶の本 (The Book of Tea)』(抄)
- 木下尚江:「革命の無縁国」(抄)
- 夏目漱石:「写生文」
- 島村抱月:「『蒲団』評」
- 柳田國男:『遠野物語』(抄)
- 石川啄木:「時代閉塞の現状」
- 平塚らいてう:「元始女性は太陽であった」
- 南方熊楠:「猫一疋の力に憑って大富となりし人の話」
- 大杉栄:「生の拡充」
- 生田長江:「自然主義前波の跳梁」
- 岩野泡鳴:「現代将来の小説的発想を一新すべき 僕の描写論」
- 折口信夫 (1887-1953):「ははが国へ・常世へ」
- 柳宗悦:「朝鮮の友に贈る書」(抄)
- 有島武郎 (1878-1923):「宣言一つ」
- 西光万吉:「全国水平社宣言」
- 廣津和夫:「散文芸術の位置」
- 久米正雄:「「私」小説と「心境」小説」
- 青野季吉:「自然生長と目的意識」
- 大宅壮一:「文壇ギルドの解体期」
- 蔵原惟人:「プロレタリヤ・レアリズムへの道」
- 小林秀雄:「様々なる意匠」
- 尾崎翠:「『第七官界彷徨』の構図その他」
- 谷崎潤一郎:「陰翳礼賛」(抄)
- 三木清 (1897-1945):「シェストフ的不安について」

- 戸坂潤:「反動期における文学と哲学」
- 保田與重郎:『日本浪漫派』広告
- 中野重治:「『文学者に就て』について」
- 横光利一:「純粋小説論」
- 高見順:「描写のうしろに寝てゐられない」
- 花田清輝:「笑の仮面」
- 坂口安吾:「文学のふるさと」
- 石川淳:「江戸人の発想法について」
- 武田泰淳 (1912-1976): 『司馬遷』(抄)
- 志賀直哉:「国語問題」
- 桑原武夫:「第二芸術」
- 小野十三郎: 「短歌的抒情に抗して」
- 伊藤整:『小説の方法』(抄)
- 中村光夫:『風俗小説論』(抄)
- 竹内好:「近代主義と民族の問題」
- 大西巨人:「俗情との結託」
- 吉田健一:「東西文学論」(抄)
- 吉本隆明:「前世代の詩人たち」
- 丸山眞男:『日本の思想』(抄)
- ・ 土方巽:「刑務所へ」
- 宮川淳:『鏡・空間・イマージュ』(抄)
- 江藤淳:『成熟と喪失』(抄)
- 入沢康夫:『詩の構造についての覚え書』(抄)
- 稲垣足穂:『少年愛の美学』(抄)
- 三島由紀夫 (1920-1970):『文化防衛論』(抄)
- 秋山駿:「彼等はドブネズミのようだった・・・」
- 高橋悠治:「小林秀雄『モオツァルト』読書ノート」
- 中平卓馬:『決闘写真論』(抄)
- 中上健次:『紀州』(抄)
- 蓮實重彦:『夏目漱石論』(抄)
- 柄谷行人:『日本近代文学の起源』(抄)

一方大浦(2017) は、近・現代日本における小説家、思想家、批評家、詩人などの著作から物語論的・文学理論的な研究を取り上げそれらを断片的に示すことで、全体的な見取り図を描こうとしている。以下のような話題と著者が示されている一

- 小説の理論:坪内逍遙, 廣津和夫 (1891-1968), 久 米正雄 (1891-1952), 伊藤整 (1905-1969), 三島由 紀夫, 古井由吉 (1937-).
- 記述(写生)の理論:正岡子規 (1867-1902), 高濱 虚子 (1874-1959), 田山花袋, 徳田秋声, 岩野抱 鳴, 高見順 (1907-1965).
- 物語の理論:折口信夫,生田長江 (1882-1936),亀 井英雄 (1937-2016),坂部恵 (1936-2009),東浩紀 (1971)
- 詩的言語の理論:萩原朔太郎 (1886-1942), 吉本 隆明, 入沢康夫 (1931-), 別宮貞則 (1927-), 佐藤 信夫 (1932-1993), 北川透 (1935-).
- 虚構の理論:森鴎外,伊藤整,丸山政男 (1914-1996), 筒井康隆 (1934-),野口武彦 (1937-),外山 慈比古 (1923-).
- 読者の理論:片上伸 (1884-1928),柳田國男 (1875-1962),大熊信之 (1893-1977),外山慈比古,桑原武夫 (1904-1988),大塚英史 (1958-).
- 起源と発生の理論: 土居光知 (1886-1979), 折口信夫, 松田勝美 (1923-2010), 兵藤裕己 (1950-), 藤井貞和 (1942-).

 文学とは何か:夏目漱石,九鬼周造 (1888-1941), 岡崎義恵 (1902-2000),加藤周一 (1919-2008),桑 原武夫.

2.3 民話学における民話の型の研究

さらに、民俗学の中の民話学において推進さ れて来た「民話の型」もしくは民話モティーフの研 究は重要である. プロップ (1987)の「昔話の形態 学」も勿論この系統の中から現れたものであるが、 プロップの場合は、多数の民話の型やモティーフ をそのまま羅列的に示す従来の研究を一歩進め て, あるジャンルに属する多数の民話を総合して, その共通の物語文法(基本的にはストーリー文法) を記述しようとしたのである. 人工知能・認知科学 の幾つかの物語生成の研究も筆者自身の初期 物語生成研究も,このプロップの形式的研究を取 り入れ、それによって物語を生成する機構を作っ たが, 現在の認識としては, この抽象化によって, 物語が本来持っている多様で豊饒な要素が削ぎ 落されてしまったのではないかと考えている. プロ ップ自身にとっては、この物語文法の研究はその 長いキャリアの初期の研究で、その後の努力は、 ロシアの民話に関連する民俗現象の収集と整理・ 体系化に注がれた.

しかし,これまで物語生成研究の中では,プロ ップにおけるこの民俗学的努力に注目した研究 は存在しない. それに対して筆者は、修士論文執 筆当時(1992年以前)から、抽象的な物語文法と それを背後で支える多様・豊饒な知識要素を融 合することの重要性を指摘しており(小方, 2007), 1995 年から数年間に渡り,集中的に日本の民俗 学や民話学を研究し,「多様・豊饒な知識要素」 の調査に努めた. その成果の利用や発展には時 間がかかったが、ほぼ一昨年から、20世紀の後 半に関啓吾らによって行われた日本の民話学の 体系的な成果の調査に着手し, 現在までに, 関・ 野村・大島(1980b) の『日本昔話大成』第十一巻 における 1000 弱の民話の型(モティーフに相当) の記述を形式的に整理し, そのすべてを Common Lisp (Steele, 1990) のプログラム形式の 記述に変換し、統合物語生成システム (Integrated Narrative Generation System: INGS) (小方, 2018; Ogata, 2019) における主に「ストーリ ーコンテンツ知識ベース」中の一カテゴリーに, 「物語(ストーリー)生成のための種」の一種として 格納し、その他の種と共に物語(ストーリー)生成 に使用出来るようにする準備を現在進めている. Ito, Ono, and Ogata (2018), 小野・伊藤・小方 (2019). 小野・小方・伊藤 (2019)などがここまで の成果を記述した. さらに現在,『日本昔話大成』 の主要部分(第一巻から第十巻)(関, 1978a, 1978b, 1978c, 1978d, 1978e, 1979a, 1979b, 1979c,

1979d)(十二巻 (関・野村・大島, 1979e)は資料編) の詳細な調査・分析を行い、民話の変奏(ヴァリエ ーション)の記述を進めている. 関らの民話の収 集と体系化は、日本の全国各地から数多くの民 話を収集するところから始まり、そのヴァリエーショ ンの様態から個々の基本の型を画定して行くとい う手順で進められた.しかし記述のスタイルとして は,基本的な型の記述がまずあり,それに対する ヴァリエーション(具体的には地域ごとの変異)が 示されている. 筆者らの研究では, このヴァリエー ションの記述を収集・整理し、基本の型の記述に これらのヴァリエーションの記述を組織的に付加 して行き,「民話の基本型+変異型を体系的に記 述」することを目指している. また民話のヴァリエ ーションの記述の中には、物語の内容的な側面 に対するヴァリエーションの記述と,物語の手法 や修辞の側面(より大きな範疇を示す言葉では物 語言説の側面)に対するヴァリエーションの記述と がじり合っている. 筆者の再分析はこれらの二種 のヴァリエーションのタイプを区別して行われる.

3 言葉としての歌舞伎、歌舞伎の物語論を索めて

歌舞伎研究は, 当初から批評的文献によって 支えられて来ており、それは歌舞伎における非常 に大きく・重要な特徴であると言って過言ではな い. すなわち, 江戸時代から, 歌舞伎は「役者年 代記」「芝居年代記」などと呼ばれる、主に役者の 身体的演技やその型を批評する文章を持ってお り, またその中には歌舞伎のストーリーや舞台装 置など全般に渡る記事が含まれていた. すなわち, 歌舞伎には膨大な量の研究や批評がある. 中で も狭義の研究を超えた「歌舞伎批評」は江戸時代 の「役者評判記」に始まる. 中野 (1985)によれば、 江戸時代, 宝暦 (1751-1763)から文化 (1804-1817)にかけての時期,多様な「名物評判記」が 叢生するが、その先蹤を成したのが「遊女評判記」 と「役者評判記」であったとされる. 松崎 (2000)や 田口 (2003)によれば、役者評判記とは、歌舞伎 役者の技芸を批評する書物であり、17世紀後半 から明治 20 (1890)年代まで続いた. 元禄から享 保期の主要な執筆者が浮世草子作者の江島其 碩であったことが知られている. 明治時代以後現 在に至るまで、役者の「型」の記録と伝承を目的と した新しいタイプの歌舞伎批評も行われており (三木, 2004; 志野, 1991; 渡辺, 2000, 2004, 2013), 歌舞伎の研究と批評は一つの独特の領域と伝統 を形成している.これらの例からも分かるように, 歌舞伎は受け手側にも優れて実践的であることを 要求するため、研究と批評は分かち難く結び付い

た面がある.

面白いことは, 例えば歌舞伎の脚本は, 人形 浄瑠璃の脚本に比べて, 発展が遅く, 底本ないし 定本として形態が定められることも少ないものであ り、歌舞伎の上演や演技というものは、当初から、 脚本という言葉で書かれたものに準拠してのみ行 われるものではない、という特徴を持っていた. し かしながら、それだからと言って、歌舞伎が言葉と は関連の薄い、専ら身体的なものとして確立され て来たのかと言えば、それは明らかにそうではな い、と言わなければならない、 すなわち、 歌舞伎と いう世界の総体においては、言葉というものが非 常に大きな役割を果たす,という明らかな伝統が 存したのである. それは批評・評論であり、役者に よる演技や型の伝承であり、上演その他諸種の 記録であり、また宣伝・広告なども含まれていた. 従って, 歌舞伎という世界における言葉を収集・ 整理・保存・資料化などを行うという作業もまた、 歌舞伎研究における重要な一環となるのである.

3.1 総攬

歌舞伎の研究書の仮分類を試みる. なおすべ ての項目に渡って、歌舞伎に関する本は、学術 的なものと,一般読者を対象とした啓蒙的・入門 書的なものとが混在しているが、ここでの方針とし ては, 基本的に学術的な文献を取り上げるが, 中 には非常に高度な入門書・啓蒙書, 啓蒙的な学 術書のような中間領域のものも含まれている. ま た, 文献の調査・分析には, ①通時的調査・分析 (江戸時代からの著作が対象), ②共時的調査・ 分析,の二つのタイプが考えられるが,ここでは 主に②において行う. なお参考として, 服部・富 田・広末(2000) による近年の歌舞伎関連図書の 分類は以下のようになっている

一①総説・事典, 歴史に関する本、②作品に関する本、③作者に 関する本、④役者に関する本、⑤演出に関する 本,⑥鑑賞に関する本,⑦劇場に関する本,⑧そ の他(文献の翻刻, 欧文図書, 動画ソフト). 他に, 「雑誌」を網羅した情報もある (富澤・藤田, 2012).

さらに、分類には、「方法」による分類と「対象」による分類があり得る。また、「学術的」対「一般的」という対照も考えられる。これらを踏まえながらも、ここではあまり厳密になることはせず、次のような分類を行う(筆者がこれまで参照した範囲において各分類に含まれる実際の文献は Ogata (2019)に網羅されているので、ここでは割愛する)一

(A) 研究

(1) 全般的・総説的:歌舞伎に関する全般的・ 総説的解説を行った書物であり,所謂入 門書もあれば学術的記述として成り立つ

- ものもある. 以下の役者や作者その他明 示的な対象を記述するもの以外の項目で, 事典類に含まれる記事はここに含まれるも のとする. 方法による分類の一種である.
- (2) 役者に焦点を当てた伝記的等研究 [対象による分類]: 伝記的研究も含まれる.
- (3) 作者に焦点を当てた伝記的等研究 [対象による分類]: 作者の伝記的研究もこの中に含まれる.
- (4) 作品に焦点を当てたもの [対象による分類]:様々な角度から作品を調査・分析する研究である.
- (5) 音楽に焦点を当てたもの [対象による分類]: 歌舞伎と関連する様々な音楽(声楽, 器楽曲など)に関連する研究である.
- (6) 劇場や環境に焦点を当てたもの [対象に よる分類]: 歌舞伎の劇場や上演などの外 的環境に関する諸研究である.
- (7) 民俗学的研究・芸能的研究 [方法による 分類]: 民俗学的性格を特に強く持った歌 舞伎関連研究である.
- (8) 歴史的研究 [方法による分類]: 歌舞伎関連の歴史に焦点を当てた研究である.
- (9) 社会学的研究 [対象による分類]: 特に近年の増えている, 歌舞伎に関連する様々な概念を社会学的の方法を援用して調査・分析する研究カテゴリーである. 例えば劇場研究などでも, 方法的意識のより強いものである.
- (10) 文学的・芸術的・美学的・批評的研究 [対象による分類]:狭義の研究としてよりも、方法的意識の強い批評として分類した方が相応しいタイプの文章である.
- (11) 周辺研究 [対象+方法による分類]:歌舞 伎と関連する他のジャンルなど, 例えば能, 狂言, 人形浄瑠璃, 新派, 新劇などを取り 扱うカテゴリーであり, 対象と方法との両者 に関連する分類である.
- (12) 歌舞伎連の情報学的・認知科学的研究 [方法による分類]:情報学や認知科学の 方法で歌舞伎に関連する何らかの対象や 概念を調査・分析する研究分野である.
- (13) 辞書, 事典類:海外のものを含めて. 歌舞 伎や関連する領域をカバーする事典や辞 典の類である.

(B) 劇評

- (14) 劇評類(近世〜近代) [通時的分類]: 江 戸時代の役者年代記から始まり、その後 の時代における雑誌記事などを含む.
- (15) 劇評類(現代) [共時的分類]:現在的な, 本, 雑誌, 新聞記事などを含む.

(C) 記録

(16) 歌舞伎の記録①:劇場における筋書き類:

劇場の窓口や売店で売っている上演中の 芝居のためのパンフレットであり, 関連する図書館や資料館にも保存されている.

- (17) 歌舞伎の記録②: 関連する浮世絵集, 写真集, 映像集などを含む.
- (18) 雑誌類:歌舞伎に関連する定期刊行の雑誌が各種刊行されている.
- (19) 芸談: 役者をはじめ歌舞伎の関係者が語る芸に関する談話を本の形で固定化したもの, あるいは役者など関係者が自身で執筆した芸についての談話などを含む.

(D) 実作

(20) 歌舞伎及び関連ジャンルの脚本(「台帳」): 歌舞伎脚本全集類などを含む.

3.2 歌舞伎の物語論の理論書

(1) 『作者式法戯財録(さくしゃしきほうけざいろく)』 江戸時代の歌舞伎作者二代目並木正三(「宿 無團七」などで有名な初代並木正三ではない) は,入我亭我入という変名で『作者式法戯財録』 (1972) という著作を現した.この本の全体構成は 次のようになっている一

- 序説的な部分
- 「作者差別之事」
- 「浄瑠璃作者連名」:近松門左衛門, 紀海音, 文耕堂, 並木千柳を「狂言作者四天王」とし, その他 56 人の浄瑠璃作者を挙げている. 多くの作者に注釈 的な説明が付されている.
- 「歌舞伎作者之部」:82 人の歌舞伎作者が挙げられている.この最後に,本稿図1の「作者心得之事 五花十葉之伝」の図及び図2の「二道四別之伝」の図が掲げられている.
- 「看板之心得」
- 「三都狂言替り有事」
- 「竪筋横筋之事」: 下に引用する文.
- 「四季人情差別之事」
- 「狂言之場行工合之事」
- 「作者金言之事」
- 「作者役場心得之事」
- 「役者役場之事」
- 「役場甲乙之事」
- 「役割番附之事」:36人の役者が挙げられている.
- 「表八枚看板の事」:「之」ではなく「の」となっている。
- 「作者支配之事」
- 「江戸紋番附之事」
- 「大阪絵看板之事」
- 「一夜附の事」/「役納る之事」/「作者出勤之事」
- 「幕明の景様之事」/「引上て下に置ぬ」/「一件男女にて引しめる事」

下に、「作者心得之事 五花十葉ノ伝」をそのまま図1に示す。

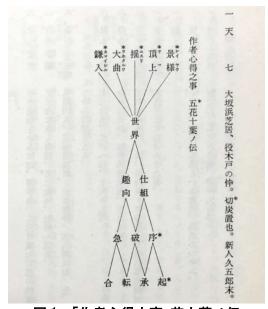


図 1. 「作者心得之事 花十葉ノ伝」

これは一種の歌舞伎作劇法を成す. 郡司正勝による注を参考にして説明すると,この「作者心得之事 五花十葉/伝」の図式によれば(もともとの本文に説明はない),物語の世界は,次のような物語構造において展開される(戯曲の五段構成に相当する)—

- 景様(ケイヤウ):「形容」と同じとされ、事物の 形を序幕で見せることを意味する.
- 頂上(ヤマ):「漸層」に当たる.
- 揺(ユスリ):最も揺れ動くもの,活動するという ことを意味する.
- 大曲(ヲホクルワ):物語が一大展開をする場である.
- **鎌入(カマイレル)**:刈り入れすなわち大団円を 意味する.

さらに、ある仕組と趣向において展開する. 仕 組とは物語の型に沿った通常の展開方式を意味 し、趣向はそれに対する作者独自の工夫・アイデ ィアを意味すると、解することが出来る. それぞれ の下に、「序」「破」「急」、その下に「起」「承」「転」 「合」という、物語の展開の仕方に関するパターン が記述されているが、仕組はこれを基本的に踏襲 すること, 趣向はそこに独自の変異・異化を差し 込むことを意味するのであろうか?(この辺の具体 的説明や注は引用文献にはない.)本稿2.1節 で言及したように、序破急は世阿弥による能の物 語やその上演構成から一曲や一音の構成の基 本原理に関わる概念であるが,ここでは一つの作 品の基本構造(の一面)を示す概念として序破急 が使われていると思われる. 一方、起承転合は四 行漢詩の典型(規範)構成を示す概念である。そ

れらの関係において、序は起承と結び付き、破は 承転と結び付き、急は転合と結び付く、序破急に おけるそれぞれの要素間の移行が、起承転合を 利用して補足されていると解することも出来る.

『作者式法戯財録』の「竪筋横筋之事」の部分には、上記世界と関わる、綯い交ぜ (三浦、2000; Ogata、2018)に関連すると思われる次のような記述もあるので、引用する一「大筋を立るに、世界も仕ふるしたるゆへ、あり来りの世界にては、狂言に働き(動き)なし、筋を組て立る故、竪筋横筋と云、太閤記の竪筋へ、石川五右衛門を横筋に入る。また柏手・公成・桜子・桂子・毛谷村六助など、皆横筋なり、竪筋は世界、横筋は趣向に成、竪は序なり、大切まで筋を合せども働き(動き)なし、横は中程より持出しても働きと成て狂言を新ら敷見せる。大事の眼目なり、」

(2) 『世界綱目(せかいこうもく)』

図1や上の文章における「世界」とは歌舞伎の物語の制作において利用されて来た物語の体系(一種の知識ベース)を意味する.「世界」に関連する江戸時代の文書として『世界綱目』(1916)が残されており、これを見ると歌舞伎における世界とは何かが良く分かる.『世界綱目』は以下の四部に分かれる一

- (1) **歌舞妓時代狂言世界之部**: 次の 58 の世界を含む一神功皇后, 仁徳天皇, 衣通姫, 浦島, 松浦佐用姫, 聖徳太子, 大職冠, 天智天皇, 大友皇子, 大友眞鳥, 百合若, 安部仲麿, 弓削道鏡, 中将姫, 田村丸, 融大臣, 小野篁, 小町, 松風村雨, 業平, 道風, 北野御記, 蝉丸, 将門純友, 平惟茂, 源氏六十帖, 四天王, 奥州攻, 殺生石, 保元物語, 平治物語, 平家物語, 頼政, 伊豆日記, 義経記, 源平軍, 曾我, 賴家治世, 實朝治世, 和田合戦, 鉢木, 太平記, 東山, 甲陽軍, 出世奴, 小栗, 苅萱, 三庄太夫, 愛護, 角田川, 信田, 俊徳丸, 望月, 放下僧, 大内之介, 甲賀三郎.
- (2) 御家狂言之内敵討之部ならびに類: 次の7の世界を含む―義士傳,伊賀上野,浄瑠璃坂,亀山,御堂前,巌柳島,非人敵討.
- (3) 歌舞妓世話狂言世界之部:次の74の世界を含む一一代男,與之助,お七,曽根崎,重井筒,お千代半兵衛,お花半七,三勝半七,お染久松,お菊幸助,お梅条之助,丹波與作,山崎與治兵衛,お夏清十郎,夕霧伊左衛門,山屋新兵衛,小金彦惣,お三茂兵衛,小春治兵衛,金村屋,助六総角,椀久松山,淀屋,本町二丁目,お亀與兵衛,お萬源兵衛,おしゅん傳兵衛,梅川新七,小いな半兵衛,お勘半九郎,樽屋おせん,おさい道徳,神田與吉萬字屋高崎,金屋金五郎額の小さん,おはん長右衛門,信田妻,道成寺,富士淺間,薄雪,清玄,鳴神上人,七草四郎,高尾,条豊勝,天竺徳兵衛,あこぎ平治,累,東金茂衛門,鑓の権三,五人男,團七,黒船,濡髪,梅の由兵衛,源五兵衛,湯の勘右衛門,帯刀男達,神祇組,銘職人,佛教大師,役行

者, 弘法大師, 柿本記僧正, 空也上人, 法然上人, 新泉馬上人, 日蓮上人, 遊行上人, 西行, 兼好, 一休, 自然居士, 釋氏名目.

(4) 神祇之部: 次の3の世界を含む―淡島,常陸帯, 高砂.

各世界は、次の項目から成る—①役名: その世界に登場する主要な人物の一覧を示す. ②引書: その世界が現れる旧来の文献の一覧を示す. ③義太夫浄瑠璃: その世界が使用された義太夫浄瑠璃の作品名を示す. 例えば 歌舞妓時代狂言世界之部における、項目数の比較的少ない「小栗」の世界は、次の内容を含んでいる—

- 役名 (14):小栗判官兼氏(實は孫五郎),横山治郎,栗橋太郎,戌亥局,青蟇の長,鬼次新左衛門,常陸小萩,遊行上人,池庄司時門,照手の姫,鬼王源太,後藤新左衛門,同三郎,横山郡司(式部太郎).
- 引書 (2):『小栗實記』,『新編鎌倉志』.
- 義太夫浄瑠璃 (5):『小栗判官』,『小栗判官軍街道』,『今様小栗判官』,『忠臣金短冊』,『』『鬼鹿毛武蔵鐙』.

さらに、郡司正勝によって「作者道の人生訓」との注が付せられている別の図(「二道四別之伝」)のコピーを図2に掲げる。本文に図の説明はなく、郡司による注釈も簡略なものなので、正確な解釈は難しい。作者に関する記述という理解を少しずらして、登場人物のタイプ分類として解釈し直すことも出来るのではないだろうか。

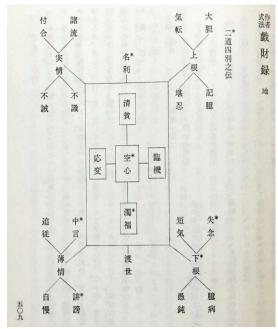


図 2. 「二道四別之伝」

4 物語生成システムへの取り込みへ

4.1 恣意的+構造的アプローチ

本研究では、ある特定の物語のタイプ(ジャンル)や作者など、「特定の対象」に焦点を当て、それを模擬するような形で物語生成を行うというアプローチは採用しない。ある程度恣意的に、すなわち自分(筆者自身)の(長期的な及びその時々の)嗜好に合わせて、様々なジャンルやタイプの物語を選択・収集し、それらを生成の種とするような、そのような進め方を採用する。

ロラン・バルト (1973) による『S/Z』は所謂「テク ストの戯れ」の具現として知られているが、これを その前のより固い・静的なアプローチとしての物 語構造分析から完全に切り離されたものとして, あるいは離反したものとして捉えるのは間違いで あり、 寧ろそれ以前からの物語論の融合・発展形 態として捉えられるべきものである. ここでバルト が主張したのは、小説テクストは、恣意的に捉え られたあらゆる断片を起点として, 構造的さらには ネットワーク的に理解・解釈されることが可能であ るということであり、この一見するところのテクストの 戯れは、他方では実は強力な読み手=作者を要 請しているのである. バルトはこれを一冊の小説と いう範囲において行ったが、多数の小説や物語 などのテクストに範囲を広げて, 恣意的な物語の 構造的・ネットワーク的分析を行うことも可能であり、 筆者は今までこのような方向付けで物語分析を (物語生成のために)行うことであった.

(付言すれば、実際、人間の作者や語り手の場 合,子供の頃から様々なジャンルやタイプの物語 を受容・吸収し、咀嚼し、脳の中に組織化し、その 組織化された,同時に絶えず流動的な思考過程 の中から, 自身の新しい物語を生み出したり語っ たりする. 勿論, 大きな志向性の二つの型として, できるだけ範囲を絞り(集中させ), それを真似 (模擬・シミュレート) することを通じて新しい作品 を生み出そうとする傾向の人が一方には存在す る. 他方で、もっと気儘なタイプの人も存在する. 前者は,何らかの専門領域や特定テーマに思考 を集中しそこに特化した形で思索活動を行うこと が得意であるが、後者にとっては、専門領域への 特化や絞り込みは不得意である. そのどちらがど うと言うわけではなく、タイプの違いであり、筆者の 場合は明らかに後者のタイプである.)

同時に、「恣意性を構造化する」機構を用意する。すなわち、恣意的に選ばれた素材から作られた謂わば料理を、見通し良く配置する構造を用意する。これについては、小方・金井(2010)の第4章・第5章で語り、特に小方・川村・金井(2018)所収の筆者による第17章「内部への物語生成または私物語に向けて」は、恣意的+構造的な、物語生成のための物語の収集・分析・保管方法に

関する一つの計画を示している.

4.2 統合物語生成システムへの取り込みの方針

本稿では扱った類の日本の物語論や文学理 論は、基本的に INGS の物語コンテンツ知識ベー スへの反映を想定して、さらに整理・構造化される. しかしその前に、そこまで具体的ではないレベ ルにおいて,本稿のような試みが,筆者の研究 (特に INGS)に、どのような示唆やヒントを与え得 るかについても考えておきたい. 例えば『世界綱 目』は、INGS における物語の知識ベースの体系 的な構成に示唆を与えるだろう. 『戯財録』におけ る特に図1や図2,さらに世界・綯交ぜに関する 記述は詳細な文章化による概念化と手順化が可 能であろう. 『戯財録』の物語構造図式(図1)には 世阿弥の序破急も含まれており、総合的な物語 文法への示唆を与える. 近松の虚実皮膜の思想 は、物語における虚構と事実の配分の技法につ ながる. 漱石の『文学論』, 吉本の『言語にとって 美とはなにか』,渡辺の『日本小説技術史』などは, より直接的に物語生成の技術,特に物語言説の 技術に貢献するだろう. これに対して, 『日本昔話 大成』に体系化された民話物語の型の記述は, 物語の内容すなわちストーリーの面に貢献する. しかしその中に大量の記述がある物語の変異・ヴ ァリエーションの記述は、物語の語り方すなわち 物語言説の側面にも役立つ可能性が大いにある.

5 あとがき

本論文では、物語生成システムへの何らかの形での導入を目的とした「日本の物語論・文学理論」の調査・分析について述べた。これまで、断片的な形で日本の物語論や文学理論について記述して来たが、今回ある程度まとまった枠組みを示すことが出来た。今後は、より包括的に対象の収集・整理を行い、個々の理論や方法をより詳細に調査・分析し、その結果を物語生成システムに有機的に取り込んで行く。

謝辞 本論文は、科研費(No. 18K18509)(「歌舞伎の物語生成―多重物語構造・型・芸能情報システムに基づく調査と構成―」)の支援を受けている.

参考文献

アリストテレス, 松本仁助・岡道男 訳 (1997).『アリストテレース詩学, ホラーティウス詩論』. 7-222. 岩波書店. Bal, M. (2004). Narrative theory: Critical concepts in literary and cultural studies (Volume I, II, III, IV). NY: Routledge.

ロラン・バルト, 沢崎浩平 (1973).『S/Zーバルザック『サラジーヌ』の構造分析一』. みすず書房.(原著: 1970)

服部幸雄·富田鉄之助·広末保 編 (2000).『【新版】歌舞伎事典』. 平凡社.

Ito, T., Ono, J. & Ogata, T. (2018). Using Motifs of Folktales for Narrative Generation. in Proc. of the 59th Special Interest Group on Language Sense Processing Engineering, pp. 8-11. (SMC2018 Workshop on Informational and Cultural Narratology and Cognitive Content Generation.).

蜻蛉日記 (1989). 『新日本古典文学大系 24』(pp. 35-249). 岩波書店.

歌論集 (1975). 橋本不美男·有吉保·藤平春男 校注. 『日本古典文学全集 50』. 小学館.

源氏物語 (1993, 1994, 1995, 1996, 1997). 『新日本古典文学大系』, 19, 20, 21, 22, 23. 岩波書店.

松崎仁 (2000). 役者評判記. 『【新版】歌舞伎事典』. 平凡社, 404-405.

三木竹二 著, 渡辺保 編 (2004).『観劇遇評』. 岩波書店.

三浦広子 (2000). 綯い交ぜ.『【新版】歌舞伎事典』. 平凡社, 310.

中野三敏 (1985).『江戸名物評判記案内』. 岩波書店. 守随憲治・大久保忠國 校注 (1959). 附載 近松の言 説(「難波みやげ」發端抄).『近松浄瑠璃集 下(日本 古典文学大系50)』. 355-359. (原著:穂積以貫 (元文 3 (1738)). 『難波土産(浄瑠璃評注)』.

夏目漱石 (2007). 『文学論 上下』. 岩波書店. (原著: 1907)

小方孝 (2007). プロップから物語内容の修辞学へ―解体と再構成の修辞を中心として―. 『認知科学』. 14 (4), 532-558.

小方孝 (2018a). 歌舞伎に向けて (2)―多重物語構造の諸相―. In 小方孝・川村洋次・金井明人,『情報物語論: 人工知能・認知・社会過程と物語生成』. (pp. 209-244). 東京: 白桃書房.

小方孝 (2018b). 統合物語生成システム―メカニズムからコンテンツへ―. 小方孝・川村洋次・金井明人. 『情報物語論―人工知能・認知・社会過程と物語生成―』. (pp. 247-288). 白桃書房.

Ogata, T. (2018). A Method of *Naimaze* of Narratives Based on *Kabuki* Analyses and Propp's Move Techniques for an Automated Narrative Generation System. *The proceedings of The 2018 International Conference on Artificial Life and Robotics*. 668-674.

Ogata, T. (2019). *Kabuki* as multiple narrative structures and narrative generation. In T. Ogata & T. Akimoto (Eds.), *Post-narratology through computational and cognitive approaches*. (pp.192-275). Hershey, PA, USA: IGI Global.

小方孝・金井明人 (2010).『物語論の情報学序説― 物語生成の思想と技術を巡って―』. 学文社.

小方孝・川村洋次・金井明人 (2018). 『情報物語論―人工知能・認知・社会過程と物語生成―』. 白桃書房. 小野淳平・伊藤拓哉・小方孝 (2019). 昔話のモチーフのプログラム化とモチーフ構造の比較. 『人工知能学会第2種研究会ことば工学研究会資料』. 61,51-62. 小野淳平・小方孝・伊藤拓哉 (2019). 昔話のモチーフを物語生成へ利用するための基礎研究. 『2019 年度人工知能学会全国大会(第33回)論文集』. 1F2-NFC-

1-05.

大浦康介 編著 (2017).『日本の文学理論―アンソロジー』. 水声社.

ウラジーミル・プロップ, 北岡誠司・福田美智代 訳 (1987).『昔話の形態学』. 白馬書房. (Ргорр, V. (Пропп, В. Я.) (1969). *Морфология сказки, Изд. 2е*. Москва:Наука.) (原著: 1928)

作者式法戲財録 (1972). 郡司正勝校注. 『日本思想 大系 61 近世芸道論』. 493-532. 東京: 岩波書店

世界綱目 (1916). 『珍書刊行会叢書 第 9 冊 世界綱目・芝居年中行事・劇界珍話』. 6-46. 東京: 珍書刊行

関敬吾 (1978a).『日本昔話大成 第 2 巻 本格昔話一』. 角川書店.

関敬吾 (1978b).『日本昔話大成 第 3 巻 本格昔話二』. 角川書店.

関敬吾 (1978c).『日本昔話大成 第 4 巻 本格昔話三』. 角川書店.

関敬吾 (1978d).『日本昔話大成 第 5 巻 本格昔話四』. 角川書店.

関敬吾 (1978e).『日本昔話大成 第 6 巻 本格昔話 五』. 角川書店.

関敬吾 (1979a).『日本昔話大成 第1巻 動物物語』. 角川書店.

関敬吾 (1979b).『日本昔話大成 第 7 巻 本格昔話六』. 角川書店.

関敬吾 (1979c).『日本昔話大成 第 8 巻 笑話 一』. 角川書店.

関敬吾 (1979d).『日本昔話大成 第 9 巻 笑話 二』. 角川書店.

関敬吾·野村純一·大島広志. (1979e). 『日本昔話大成 第 12 巻 研究篇』. 角川書店.

関敬吾 (1980a).『日本昔話大成 第 10 巻 笑話三』. 角川書店.

関敬吾·野村純一·大島広志. (1980b). 『日本昔話大成 第11巻 資料篇』. 角川書店.

志野葉太郎 (1991)。『歌舞伎 型の伝承』。 演劇出版社. Steele Jr., G. L. (1990). Common Lisp: The language, second edition. MA, USA: Digital Equipment.

田口章子 (2003).『歌舞伎と人形浄瑠璃』. 吉川弘文館

富澤慶秀·藤田洋 編 (2012).『最新歌舞伎大事典』. 柏書房.

吉本隆明 (1965).『言語にとって美とはなにか I, II』. 勁草書房.

吉本隆明 (1968).『共同幻想論』. 河出書房新社.

渡辺直己 (2012).『日本小説技術史』. 新潮社.

渡部直己 (2017). 『日本批評大全』. 河出書房新社. 渡辺保 (1989). 『歌舞伎―過剰なる記号の森―』. 新曜社.

渡辺保 (2000). 芸と型と役者と. 『劇評家の椅子―歌舞伎を見る―』. 朝日新聞社, 291-307.

渡辺保 (2004).『歌舞伎―型の魅力―』. 角川書店. 渡辺保 (2013).『歌舞伎―型の神髄―』. 角川学芸出版.

世阿弥芸術論集,田中裕 校注 (1976).『新潮日本古典集成』. 新潮社.

芸術の中心点パトスと言語表現

佐良木昌 1 Masashi SARAKI,

1 明治大学/NPO 言語研究アソシエーション Meiji University / ALR saraki@st.rim.or.jp

Abstract

This paper remarks on the methodology for analyzing literary and artistic productions, based on the principle of G. W. F. Hegel's aesthetics characterized by "Idea", "Ideal" and "Pathos". The literary works can be analyzed from aesthetic point of view that the linguistic expressions comprise both logical and emotional aspects, in other words, objectivity and subjectivity. This is because humans have rational and irrational attributes and therefore literature needs to express both of them, based on subject and predicate logic.

Analogia is not speculation based on similarity but discovery based on the essential equality between the heterologous. The analogia proposed by Aristotle suggests the scientific methodology for finding out proportional regularity between the heterologous.

Keywords — Aesthetics, Logos, Pathos, Idea, Ideal, Predicate logic, Paleologic, Analogia

はじめに

芸術の中心点たるパトス、この中心点から言語表現を捉え得ること、これが本稿の課題である。ヘーゲル美学における芸術論を言語表現論の観点から検討すること、その検討を通じてロゴス面とパトス面とから言語表現態における芸術としての要件を分析的に規定すること、そして、言語表現における美の発見と創造の論理を模索すること、これら基本問題への序論である。なお、本稿でのヘーゲルからの引用は、ラッソン版に加えホトー版を部分引用する形で翻訳された『美学』[1]を用いた。

1. 美の定義

『美学』序論冒頭において、自然美は考察の対象からのぞかれ芸術美を哲学的考察の対象とすることが述べられる。芸術美はつぎのように規定される。

美はそれ自身理念であり、しかも一定の形式における理念であるということができる。総じて理念は概念と概念の実在相との統一を本質とする。」[2]

へーゲル美学においては、理念がその実在相たる芸術に現象するときに美が成立するが、その芸術美は理念の仮象 Scheinであって理念そのものではない。ヘーゲル哲学においては、仮象は非本質的なものではなく本質そのものの本質的契機であるとされている。したがって、理念の仮象が実在することに意味があると言えよう。

ソクラテスの問答(「ピッピアス」)[3]は、ヘーゲルの美学において、あらためて問い直され、美学の課題は、美一般ではなく芸術美を考察することであるとヘーゲルは言明したのである[2]。プラトンの美のイデアは抽象的にして無内容だとして、ヘーゲルは次のようにいう。

われわれは美の理念そのものをさらに深く、さらに具体的にとらえねばならない。なぜならプラントン的理念につきまとう無内容性は、われわれ現代人の精神のより豊富な哲學的要求をもはや滿足させないからである。それゆえ、われわれも芸術哲学において美の理念から出発しなければならないのは事実であるが、しかし美に関する哲学的思索を持って最初の出発点とするような、抽象的なプラトン理念のみを固執することになってはならない。[4]

プラトンにおける美のイデアと異なり、芸術美の限定相(芸術の具体的な存在形態)を規定するものを明らかにし(世界状態 Weltzustand・境位 Situation・反作用特にパトス Pathos)、芸術の歴史的発展過程を総覧しつつ芸術美の具体的諸相をヘーゲルは捉えていくのである[5]。

2. 芸術の中心点

パトスは激情とは区別されるべきものである。パトスは普遍的な意味をもっているが故に、パトスとは盲目ではなくて理性にかなった感情の契機を指す。「芸術の最も本質的な内容であり中心点」[5]はパトスであり、その表現こそ芸術的効果があり人を感動させる。理性に適うパトス、言い換えれば真実性のパトス、かかるパトスの表現が芸術の本来の領域である。パトスの表現こそ「人の胸に反響を生ぜしめ、その内容的規定は一般に人間が真実な、価値あるものとして承認するところとなる。」[5]。よって、情熱の噴出するがままの激情、という俗流解釈のパトス論とは距離を置く。ヘーゲルの言葉使いでは、ドイツ語 Leidenschaft は情熱の意ではあるがパトス Pathos と対立する

Leidenschaft としては、衝動的・盲目的な感情、即ち激情である。原初的なパトスは嘆声や罵声などのような感嘆詞として表されるが、怒号や罵声のような凶暴な言辞によっては、パトスは粗野な心に閉じ込められてしまう、だから、パトスはもっと客観的な表現形態をとらなければならない[5]。さらにヘーゲルは言う。芸術作品を生み出すパトスは、真実性を持ったパトスでなければならないと。またパトストスは、確信や教理などにもとづくものであってもならないという。個人レベルにとどまらず諸国民のレベルにおいても同様である。人格や品性が陶冶されたひとほどよく自己を表現するものであ

り、涵養された反省力のある民族ほど雄弁にその情熱を表現する。

ところでヘーゲル哲学においては、言語表現の核心はロゴ スとされている。「およそ人間が言葉にし、言語に表わすもの はみな、不明瞭な形であれ、他のものと混合した形であれ、 あるいは明瞭な形であれ、カテゴリーを含んでいる。それほ どに論理[ロゴス]は人間にとって自然的なもので、むしろ論 理は人間固有の本性[自然]そのものである。」[6]パトスを 論じるといってもロゴスにとってのパトスであり、ロゴス的パト スであるといってよい。ドイツ語 Rührung は感動の意であり、 対象とともに動くことである。芸術においては、真実性を備え たパトス、換言すれば理性的な感性こそが感動を起こす。こ のようなパトスが芸術のもっとも本質的な内容であり核心であ る。だから、芸術の作品は読者・視聴者の心を動かす力とな る。ヘーゲル芸術論の核心はここにある。ヘーゲルにおいて は、前段で述べたよう、ロゴスが核心であったけれども、ここ では芸術制作の駆動力としてのパトスを認定しているのであ って、パトス無きロゴスには生命力がないとヘーゲルはいっ ているとしても過言ではない。

3. 言語表現の論理

[異類の統一論理としてのアナロギア]

アナロギアは、比例関係を枢軸とした推論であり、類似に基 づく推測ではない。『形而上学』第五巻・第六章[7]において 「一なるもの」について論じて、一つなるものの体系において、 数的に一つ・種的に一つ・類的に一つ、その更に上位にアナ ロギアを措く、すなわちアナロギアを最上位に位置づけている。 アナロギア論は個別・特殊・普遍の立体的な論理構造として 体系化され、この立体構造を前提として類的異別を種的差異 として把握するための本質論理、これにより異類を統一する。 この理論を、アリストテレスは、商品間(類的異別)において価 値の等価(本質論理)が成立していることを見抜いた[8]。す なわち α) 異類の品物が交換される社会条件では、品物は商 品一般という類範疇の下に商品種として置かれる(類的異別 heteros が種的差異 diaspora に転じる)。β) 商品種としては 使用価値の差異によって区分されるとともに、ある商品価値が 他の商品で測られることが、商品の貨幣形態に発展し、商品 相互は比例関係において統一される。γ)この比例関係は、 等価形態(x 量の商品A=y量の商品Bという一般式)として表 される[9]。アナロギア論の展開は、科学的方法論の構築を 強く示唆していると共には言語表現の論理を示している[10]

アナロギアの語構成を、二つのロゴス dia-logos と同じく ana-logos と考えるならば、kata-logos と繋がってくると言う[11]。山内によれば、ana-とは統一でありkata-とは多様化である。ここではロゴスは論理であり言葉である。このように、ロゴスとは展開される場において、比であり論理であり言葉である。したがって、アナロギア(アナロジー)は、比例的統一についての論理と言語表現とに関わってくる[12]。

[述語論理と感情表現]

ロゴスを核心とする言語による表現において、パトスはいかに 表現可能なのか。この課題に迫る方法は主語論理に基づく表 現態ではなく、述語論理に基づく表現態が有効である。パトス はロゴスに還元することはできず。ロゴス的パトスであったとして も衝動の動力を失ってはない。パトス固有の表現論理を検討す ることが必要である。

ソクラテス「ピッピアス」の言、「X は美しい」は、述語論理では、「F(x) = X は美しい」と記述される。列挙された主語 ($X1\cdots Xn$) は離散的で相互に何の関連もない。しかし、言語 芸術の作品おいて場面が設けられて、そこにおいて X が列 挙されると、述語によって主語 X が統一される。主語側(主語論理)からは何も出てこないが、場所的に限定されることで、述語側(述語論理)を基軸として主語間に統一の作用が働くからである。見るものから働くものへ転化するのである。

[述語論理と古論理]

フレーゲ述語論理の記述「X は F である。」において、主語 X はこの命題が真である限り、 X_1 であっても、 X_2 であっても何で X_n あっても同じである($X_1=X_2=X_n$)。たとえば、精神医学者アリエティが挙げた例では、次の論理展開が導き出される。命題「X は処女です。」において、主語 X は、処女である限り、私であっても、聖母マリアであってもだれであっても、同じであるから、私は聖母マリアなのだ。これは、アリエティが「古論理(パレオロジック paleologic)」と名づけた直観的論理[13]で、アリストテレス的な論理的推論とは異なる。常識的な推論からみれば、あり得ない論理展開であり、パレオロジックは錯誤の論理とみなされる。「フォン・ドマルスの原理」(von Domarus1944[13]、アリエティ[ibid.]による)とよばれる。

しかし、パレオロジックは類推に繋がる論理と考えられる。一見まったく異なるもの(既知の事柄と未解明の事象)の間に、類似性を見いだし、同じ事柄が未知の事象の中にもある、と推測するのが、類推、類比推理だからである。たとえば、既知である事柄pと事柄qとの類似関係を、類似関係にはない事象xと事象yとの関係に投射して、事象xと事象yと間に類似関係を想定する。すなわち、「pq間に認めたはずの関係をxy間に転写する」[14][15]。この転写論理は、発見の前段階ないし初期段階においては、「探求者を研究・行動に駆り立てることさえ珍しくない。」のみならず、芸術創造の場面においても有効である。

[漱石作品におけるロゴス表現とパトス表現]

『草枕』[16]では、画家の目から見た対象的世界=外界についての客観的印象を描写している。自然対象象の描写から、印象心理へ向かっている。風景への主人公の印象であり、椿に対する印象に過ぎず、椿が池をうかぶ景色も、景色への印象である。意識を景色に映し出していはいない。風景が主体であって、主人公側が主体ではない。『それから』[17]では、心理の描写ではなく意識を作り出している。主体の内面の表出を主観そのものの極限的世界を、すなわち狂気パトスを創作した。ここで『それから』の最終段落を引く。

忽ち赤い郵便筒が眼に付いた。すると其赤い色が忽ち代助の頭の中に飛び込んで、くる/ と回転し始めた。傘屋の看板に、赤い蝙蝠傘を四つ重ねて高く釣るしてあつた。傘の色が、又代助の頭に飛び込んで、くる/ と渦を捲いた。四つ角に、大きい真赤な風船玉を売つてるものがあつた。電車が急に角を曲るとき、風船玉は追懸て来て、代助の頭に飛び付いた。小包郵便を載せた赤い車がはつと電車と摺れ違ふとき、又代助の頭の中に吸ひ込まれた。烟草屋の暖簾が赤かつた。売出しの旗も赤かつた。電柱が赤かった。赤ペンキの看板がそれから、それへと続いた。仕舞には世の中が真赤になつた。さうして、代助の頭を中心としてくるり/ と焔の息を吹いて回転した。代助は自分の頭が焼け尽きる迄電車に乗つて行かうと決心した。[17]

郵便筒・傘・風船玉・車・暖簾・旗・電柱・看板は、一見すると風物の羅列でしかないが、同一「赤い」によって統一されている。「世の中が真赤になつた。」という文のところで分かる。赤を主人公の絶望の象徴とすることで、意識が赤いものすべてに向くような心理が出来上がる。ここでは、感情主体(代助)の絶望と興奮状態の象徴として「赤」が使われ、代助が世のすべて(上記の風物の列挙)に絶望している状態が描き出されているといえよう。一段落14文中に「赤」を10回も使うとともに、「が/も赤かった」という文型を重ねることで、感情主体の強迫観念を造り出しフラッシュオーバのイメージを醸成している「が/も赤かった」という文型が効果的に使われていることから、述語による主語の統一を暗示している。絵画的色彩的効果が強烈であるといわねばならない。これは主人公の意識状態であって世の中のことではないのは自明である。

『それから』の冒頭数段落と、最終章の最終段落とが繋がっており、冒頭が最終段落を予告する、という構成が取られている。しかも、冒頭の椿は、あきらかに『草枕』を前提して、椿の赤についての印象記述を前提している。冒頭段落では、椿という外界の赤である。「「Xは赤い」は、主題についてその属性を規定する文型、知識表現である。冒頭は、判断命題の範囲である。ところが最終段落は命題論理ではない。大団円では、赤は狂気の象徴である。「Xが赤い」の述語側から、対象を浮き彫りにする。特殊的個物を認定する「が」と、その対象認知としての形容詞述語とによる感覚表現である。

4. 暫定的所感

述語論理では、述語同一によって、異なる主語を互いに等しいと措く。そうすることで、常識とは異なる発想がでてくる、その発想による文芸創作の可能性を措定するのである。感情主体の心理の論理は、主語論理(包摂判断や内属判断)とは異なるからだ。

客体的な詞と主体的な辞とによって構成される入れ子型構造形式とは、言語芸術の基本形式なのである。客体的な概念表現である詞と、心的内容の直接的表れ、即ち主体的表現である辞との結合によって成り立っている。日本語の言語表現態において、主観的な情意を表現する語と、客観的な属性を表現する語と、および主観客観の総合的表現の語という三者、こ

れらは、あくまで概念化の過程を経た表現である。一方、辞で表される「主体的感情の表現」は、主観的感情を表す語とも、客観的感情を表す語とも異なる。これら詞辞の区別と連関を踏まえて、二様三様の言語体使用を均衡させる。言語芸術においては、科学的真理と主体的真実との均衡ある内容と、これに相即する言語表現態が求められる。ここに言語芸術の要諦がある。

5. 謝辞

本稿の執筆に当たって、著者は以下の研究経費等の支援を受けている。

科研費基盤研究(C):課題番号 17K02987『高度翻訳知識に基づく高品質言語サービスの研究』

参考文献

- [1] ヘーゲル『美学』ヘーゲル全集 18a-20c 訳 竹内敏雄 岩波 書店 1956-1996
- [2] ヘーゲル『美学』(第一巻上) 序論 ヘーゲル全集 18a, 17 訳 竹内敏雄 岩波書店 1956
- [3] プラトン『ピッピアス (大)』プラトン全集 10編 田中美知 太郎・藤沢令夫 訳 北嶋美雪訳 287D, 岩波書店, 1975
- [4] ヘーゲル『美学』(第一巻上)序論「美学の出発点」 へーゲル全集 18a 7-14, 53-56 訳 竹内敏雄 岩波書店、1956
- [5] ヘーゲル『美学』(第一巻下) 第三章「芸術美の限定相」 ヘーゲル全集 18c 訳 竹内敏雄 548-746 岩波書店 1962
- [6] ヘーゲル『美学』(第一巻下) 序論 三「反作用すなわち本 来の行為と性格 2 パトス」 ヘーゲル全集 18c 訳 竹内敏雄 643-651 岩波書店 1962
- [7] ヘーゲル『大論理学』(上巻一) ヘーゲル全集 6a,8 訳 武市 建人 岩波書店 1956
- [8] アリストテレス『アリストテレス全集12』(『形而上学』) 第五巻・第 六章, 訳 出隆, 岩波書店, 1968, 144-159
- [9] アリストテレス『アリストテレス全集12』(『ニコマコス倫理学』),第 五巻第一章~第五章,訳加藤信朗、岩波書店,1973,143-162
- [10] 佐良木 昌「アナロギア思考の系譜と言語表現の論理: 発見の方法としてのアナロギアの構築」 電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語 108(427), 45-49, 2009
- [11] 山内得立『体系と展相』弘文堂書房, 1937,64-71
- [12] 山内得立『意味の形而上学』「第十一 表現の論理」, 岩波 書店, 1967, 342-365
- [13] S·アリエティ『創造力 原初からの統合』訳 加藤正明・清水 博之新曜社, 1980,87-91
 - [14] Von Domarus, E., "The Specific Laws of Logic in Schizophrenia." In Kasanin, J. S. (ed.), *Language and Thought in Schizophrenia: Collected Papers*, Berkley: University of California Press. 1944, 104-114
- [15] 芝原宏治『錯誤の意味論 類似性の関係変換分析』 海鳴社 1995
- [16] 芝原宏治『錯誤のレトリック』 17-30 海鳴社 1992
- [17] 夏目漱石『草枕』青空文庫 閲覧 2019/06/20 https://www.aozora.gr.jp/cards/000148/card776.html
- [18] 夏目漱石『それから』青空文庫 閲覧 2019/06/20 https://www.aozora.gr.jp/cards/000148/card56143.html

詐欺脆弱性に対する絵画の影響 The Impact of a Painting on Vulnerability to Fraud

佐々木 美加[†] Mika Sasaki

[†]明治大学 Meiji University mikasa@meiji.ac.jp

概要

本研究では、中世の詐欺に関する絵画が、現代の詐欺に対する危機意識を高めることを実証的に明らかにする。実験では、ラ・トゥールの「いかさま師」の画像を絵画刺激とし、呈示後の感情と詐欺への危機意識が測定された。その結果、絵画呈示条件では、恐怖感が喚起され、詐欺脆弱性が改善されることが示された。本研究結果から、時代も民族も風俗も超えて、詐欺への危機意識を有意に高める効果が絵画刺激にありうることが示唆された。

キーワード: 詐欺脆弱性(vulnerability to fraud), 絵画 (paintings), 感情(feeling)

1. はじめに

(1) 特殊詐欺と説得の心理学 本研究は、絵画に よって特殊詐欺に対する危機意識が高められること を実験的に明らかにするものである。高齢者の特殊 詐欺被害に至る過程は, 説得の心理学的メカニズム から説明が行われ、特にオレオレ詐欺では、説得過 程で恐怖コミュニケーションが用いられているとさ れる(福原, 2017)。具体的には、高齢者の息子が窮 地に陥るかもしれないという恐怖から詐欺グループ に金銭を支払ったり、リフォームしないと家が倒壊 する恐怖を与えられ, 法外に高額なリフォーム費用 を支払うなどの例が挙げられる。これらの特殊詐欺 に対し、金融機関において警察庁と連携して高齢者 への詐欺予防の声掛けや予防的な警察への通報など が行われてきた。しかし、金融機関で声をかけられ た高齢者から反発を招くケースが多い(木村・西田、 2018)。これは声をかけられた高齢者は金融行動の 自由が奪われると感じ、高齢者に心理的リアクタン スが生じているためと考えられる。

<u>心理的リアクタンスの少ない絵画</u> 特殊詐欺被害 対策の大きな阻害因であると考えられる。そこで本研究では、心理的リアクタンスを生じにくい詐欺被 害対策として、詐欺の恐ろしさを説得可能な絵画の 影響力を検討する。説得における恐怖コミュニケーションの効果は古くから確認されている(深田、

1973; 1975)。現在の恐怖コミュニケーションの説得への応用例としては、諸外国のタバコのパッケージに肺がんの写真が掲載され、喫煙による健康被害への恐怖から喫煙が抑制されている例がある。また、日本の運転免許証更新の安全講習で事故映像や事故後の社会的困難や精神的苦痛をまとめたドラマが呈示され、事故の恐怖感や危機感を高めて事故防止を啓発している。このような例を見ても、恐怖コミュニケーションを特殊詐欺の被害対策に援用することが期待できる。しかし、強すぎる恐怖もまた、心理的リアクタンスを生じて説得の効果が弱まることが知られている。そこで、直接働きかけてお節介だと感じられたり意思決定の自由を奪われる脅威を感じず、心理的リアクタンスを生じることのない絵画刺激を用いる。

絵画に見る恐怖感情の効果 寓意画,ことに宗教的 寓意画の中には,恐怖を喚起して人々に戒めや自重を 促すイメージを生じる作品は少なくない。例えば,山本 (2015)は,菅原道真の左遷への憤怒を描いた束帯天神像 や北野天神縁起絵巻を取り上げ,恐怖を喚起する絵と 信仰の結びつきを示唆している。また,加須屋(2003)は, 仏教説話画において,生老病死の苦しみを伝え,生きる ことの本質にかかわる知を表象していると論じている。 また,中野(2007)は,恐怖をイメージさせる西洋画を多 数取り上げている。その中に,詐欺に遭う若者の情景か ら恐怖を感じさせる絵として,ラ・トゥール作の「クラ ブのカードを持ついかさま師」を挙げている(図1参照)。



図 1. クラブのカードを持ついかさま師

この作品は、美術教育研究では、実験参加児童の詐欺知覚が確認されている(福本・金子、1997、中田、2018)。 そこで、本研究では、金融詐欺への恐怖やリスク認知を喚起する刺激として取り上げた。

このように詐欺の場面の絵画から恐怖が生じると, 詐欺に対する危機感が高まり,「自分は詐欺の被害に遭 わないだろう」という詐欺脆弱性は,弱められると考え られる。従って,以下の仮説が導入される。

【仮説 1】絵画刺激により生じた恐怖から詐欺脆弱性は弱まる

(2) 金融行動と危険回避研究 一方,特殊詐欺は,被害者自身が振り込む・送金するなどの金融行動に誘導されるという特徴がある。金融行動の研究では,普段からリスクマネジメントを高いレベルで行っていれば,被害への備えが高まることがわかっている(梯上ら,2003)。これらの研究を踏まえると,以下の仮説が導入される。

【仮説 2】

金融のリスクマネジメントが高度であれば、詐欺脆 弱性は弱まる

(3) 個人特性と金融行動 個人金融の研究において,金融への知識が豊富であると自信過剰になり, 危険金融行動を促進することが知られている(小川・川村・本西・森,2018)。従って,以下の仮説が立てられる。

【仮説 3】

金融の知識が豊富だと, 詐欺脆弱性が高まる

以上の仮説1~仮説3は、図2に示すような心理過程のモデル図が想定される。図中の実線は正の影響を示し、破線は負の影響を示している。

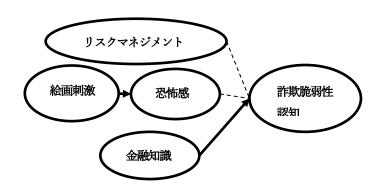


図2 金融脆弱性に至る心理過程モデル

2. 方法

(1) 調査方法

調査は、インターネット調査会社(マイボイスコム(株))を通して、調査会社に登録者に対して行われた。参加者は社会人 556 名(内女性 288 名、年齢 30歳~84歳(Mean=54.67歳、SD=13.59))で、30代~40代、50代~60代、70代~80代を均等割付で参加者を配置した。参加者は、回答の前に研究の趣旨の説明を読み、研究の趣旨を理解したこと、途中で回答をやめることができることを理解した場合、回答にチェックを行い、調査内容の回答に進んだ。なお、調査内容については、関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構の研究倫理審査に合格した上で行っている。

(2) 質問項目

感情測定 絵画刺激の呈示後の感情測定項目 4 項目。小川ら(2000)の一般的感情の中の否定的感情のうち 2 項目と,恐怖と不安を加えたもの)であった(「恐ろしいと感じる」「脅威を感じる」「緊張を感じる」「不安を感じる」)。,7 点尺度(全くそう思わない~非常にそう思う)で測定された。

詐欺脆弱性 ①詐欺脆弱性認知(大工ら,2016)の項目を 1 人称に改変した 4 項目(「わたしが詐欺に遭うことはないだろう」「私なら詐欺だと見抜けるであろう」「わたしも詐欺被害を受けるだろう(逆転項目)」「私なら詐欺の勧誘に適切に対処できる(逆転項目)」であった。7 点尺度(全くそう思わない~非常にそう思う)で測定された。

<u>リスクマネジメント</u> 高坂(2018)の経済的リスクマネジメント因子のうち、高齢者と若年者に共通するリスクマネジメント項目 5 項目であった(「子育てや老後の生活などに、どのくらいのお金が必要なのか知らない(逆転項目)」「自分が今後安定し、かつ充実した生活を送るためには、どのくらいのお金が必要なのかわかっている」「生活が困窮した時に、どのように経済的な支援を求めれば良いか知っている」など)。7 点尺度(全くそう思わない~非常にそう思う)で測定された。

金融知識 北村・中嶋(2016)の「金融に関する問題」を用いた。質問1~質問5までで、各設問正解に1点が与えられた。これら5項目の合計点を金融知識の得点とした。

(3) 手続き

参加者は、フェイスシートとして、証券口座の有無や、金融心理尺度(佐々木、2015)に回答後、絵画あり条件では、「しばらく休憩して下さい」という文字が出た後、20秒間ラ・トゥールの「いかさま師」の絵が呈示された。絵画無し条件では、「しばらく休憩して下さい」という文字の後、空白画面が20秒続いた。その後、両条件の参加者は、感情測定項目、パーソナリティ測定項目、リスクマネジメント項目、金融知識項目、詐欺リスク項目、詐欺脆弱性認知項目に回答を求められた。全ての項目に回答した場合のみ、データが送信される仕組みになっていた。

3. 結果

(1) 絵画の感情喚起効果

絵画の感情喚起効果を検討するため、絵画ありなしを独立変数とし、感情測定項目 (α =.876) を従属変数として分散分析を行った。その結果、絵画あり条件の方が絵画無し条件よりも恐怖感情が強く喚起されていた (M=4.02 and 3.83, F(1, 554)=5.47, p<.05)。

また、絵画の有無を独立変数とし、詐欺脆弱性認知を従属変数として分散分析を行った結果、絵画あり条件の方が、絵画無し条件よりも詐欺脆弱性認知が低くなっていた(M=4.00 and 4.21, F(1,554)=6.05, p<.05)。従って、仮説 1 は支持された。

(2)金融脆弱性認知に至る心理過程

図2に示した金融脆弱性に対して、詐欺の場面の 絵画を見て感じた参加者の恐怖感情、参加者のリス クマネジメント、参加者の金融知識を説明変数、詐 欺脆弱性認知を目的変数として、重回帰分析を行っ た。その結果、図3に示すように、恐怖感情が詐欺脆 弱性を有意に弱めており(β =.19、p=.000、 R^2 =.12、p=.000)、仮説1は支持された(表1参照)。一方、リ スクマネジメントは詐欺脆弱性を強めており(β =.23、p=.000)、仮説2と逆の結果で、過去の研究結果に反 する結果となった。金融知識は、詐欺脆弱性認知に 対して有意な影響を与えておらず、仮説3は支持さ れなかった。表2に示すように、恐怖感情とリスク マネジメントの相関は有意な弱い負の相関が見られ た(r=-.18, p<.00)。

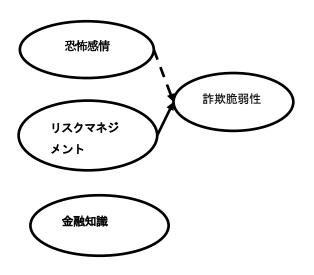


図3 詐欺脆弱性認知に対する恐怖感情, リスクマネジメント,金融知識の影響. (図中の実線は正の影響、破線は負の影響を表す。)

表 1. 詐欺脆弱性認知についての重回帰分析表

	詐欺脆弱 性認知
恐怖感情	189 ** *
リスクマネジメント	. 228***
金融知識	066
R ²	. 115
F	24. 97***

表 2. 変数間の相関分析表

	2 = 2000					
	詐欺脆弱性	恐怖愿	婧	リスクマネ	ジ	
	認知			メント		
詐欺脆弱性	1					
恐怖感情	236 * *	1				
リスクマネ ジメント	. 284**	186 **		1		
金融知識	. 151**	073		. 313**		

4. 考察

今回の実験では、絵画から感じられる恐怖感情 が、 詐欺脆弱性を弱め、 詐欺への対策になりうるこ とが示唆された。絵画には、アートとしての価値だ けでなく、絵画の中での詐欺場面が、現実の場面で の詐欺の恐ろしさや危機意識を高め、人々が被害に 遭わないように啓発する効果が現代でも十分あると いえるだろう。一方、絵画の影響と直接関連しない が、リスクマネジメントの影響については、これま での研究結果とは逆の方向で、詐欺脆弱性認知を強 めてしまうという結果も得られた。これは、個人金 融の研究において、リスクマネジメントがうまくで きていると安心して自信過剰になり, 危険金融行動 を促進するからかもしれない(小川・川村・本西・森、 2018)。また金融知識については、実験に用いられた 絵画刺激については, 恐怖感情が喚起されることは 確認されたが、絵画から詐欺を知覚するかどうかを 直接測定していないため、今後操作性についてもよ り精度を高めていく必要があるだろう。

5. 参照文献

[1] 大工泰裕, 阿形亜子, 釘原直樹. (2016). 被害者への 共感的観察が脆弱性認知に及ぼす影響: 詐欺被害事例を用い た検討. 対人社会心理学研究, Vol. 16, pp. 21-26.

- [2] 深田博己. (1973). 恐怖喚起の程度, 性, 不安傾向が態度変容 実験社会心理学研究, Vol. 13, No. 1, pp. 40-54.
- [3] 深田博己. (1975). 恐怖喚起と説得. 実験社会心理学研究, Vol. 15, No. 1, pp. 12-24.
- [4] 福原敏恭(2017). 行動経済学を応用した消費者詐欺被害の予防に関する一考察. 金融広報中央委員会
- [5] 加須屋誠(2001). 仏教説話画の構造と機能. 中央公論美 術出版
- [6] 木村真利子・西田公昭(2018). 金融機関における特殊詐欺対策に関する心理学的検討(3) 日本社会心理学会第59回大会発表論文集, p. 290.
- [7] 北村智紀,中嶋邦夫. (2016). 終身年金バイアスと公的 年金満足度・金融資産保有への態度. 日本経済研究, Vol. 73, pp. 1-30.
- [8] 高坂康雅. (2018). 大学生における心理的自立と経済的 自立・社会観との関連. 和光大学現代人間学部紀要, Vol. 11, pp. 123-134.
- [9] 中野京子(2007). 怖い絵. 朝日出版社
- [10] 中田茅里(2018). 個人的認知スタイルから見る鑑賞教育の効果—熟慮型・衝動型の観点から— 2018 年度女子美術大学 学生作品集, p. 15.
- [11] 小川時洋, 門地里絵, 菊谷麻美, 鈴木直人. (2000). 一般感情尺度の作成. 心理学研究, Vol. 71, No. 3, pp. 241-246.
- [12] 山本陽子(2015). 図像学入門. 勉誠出版

6. 脚注

[注 1]本研究で行った実験は、関西大学ソシオネットワーク 戦略研究機構の 2018 年度公募研究費により行われ、当該機 構の倫理審査に合格した上で行っている。

[注 2]本研究は、科学研究費補助金、基盤研究(C)(課題番号19K03213、研究代表者: 佐々木美加)を受けて継続している。

映像とストーリーの美醜の認知 Beauty and Ugliness in Moving Images and Story Cognition

品原 誓, 滝沢 ゆり, 奥村 咲香, 金井 明人, 今井 友梨, 稲葉 光海, 柴内 夏希, 田中 志歩, 田島 響音 SINAHARA Sei, TAKIZAWA Yuri, OKUMURA Sakika, KANAI, Akihito IMAI Yuri, INABA Koumi, SHIBANAI Natsuki, TANAKA Shiho, TAJIMA Rizumu

> 法政大学 Hosei University kanai@hosei.ac.jp

概要

映像による美的効果は虚構性によって高まり、映像による醜的効果は事実性によって高まると考えられる.これをふまえ、aikoの『プラマイ』(2015)のミュージックビデオと映画『ハッピーエンド』(2017、ミヒャエル・ハネケ)の、映像の美醜とストーリーの美醜の相互関係を調査し、6つの認知的効果に関する仮説を導き、さらにそれを基に同じストーリーを用いた美醜の異なる二種類の映像制作を行い、調査することで効果を検証した.虚構性を認知する映像と、事実性を認知する映像では、同じストーリーであっても美醜の効果が異なり、それは映像の修辞的側面に関する処理が影響している.

キーワード:美醜,映像修辞,ストーリー

1. はじめに

同じストーリーを用いた映像であっても、映像の修辞が異なれば受け手への効果は変化する. 例え、醜い事象を提示するストーリーであっても映像の撮影技法や編集技法などによって、受け手はそれを美しくも、醜くも認知する. 映像を見るにあたって、受け手は、修辞的側面に関する処理とストーリー的側面に関する処理を同時に行っている. ストーリーが同一だとしても、修辞に関する処理が異なれば、強く生じる効果が異なってくるのである[1].

「映画ではすべての内面的なものが外面的なものにおいて認識されるのである」[2]と述べられているように、視覚的な美醜を通して、目に見えないものも受け手は認知する. 映像がストーリーを通して描く現実社会や社会問題に対する認知も、映像の美醜に影響されると考えられる.

アラン(2015)は「美的感情なるものは虚構の可能性 が高い」,また「感情は、行動や推理からではなく、瞑 想からやってくる浄化作用によって美的なものとなる」 と述べている[3]. 美的効果は虚構性によって高まり、 醜的効果は事実性によって高まるのではないだろうか. 宮尾(2019)は、日本映画の影の美学について論じ、 宮川一夫の撮影に関し、現実を記録することを目指し ているのではないとしている[4]. これも、美的効果は 虚構性によって高まるためであろう.

虚構性と事実性は、物語(narrative)によって導かれる[5]. この場合の物語は修辞的側面とストーリー的側面の両者を含むが、特に、修辞的側面からの、映像と現実社会の関係に関する認知の誘導や操作は、デジタル映像とその加工の近年の一般化によって、より容易なものとなってきている.

本発表では、デジタル加工によって虚構性が強調されている例として aiko の『プラマイ』(2015, 丸山健志監督)のミュージックビデオを、またスマートフォンの画面の導入によって事実性が強調されている例として映画『ハッピーエンド』(2017,ミヒャエル・ハネケ監督)を分析することで、映像の美醜とストーリーの美醜の相互関係を調査し、6つの認知的効果に関する仮説を導き、それを基に新たに映像制作を行い調査することで効果を検証する.

2. 虚構性による美しさの認知に関する仮説.

aiko の『プラマイ』の映像は、フィルム調の淡い画面など、多くのデジタル加工がなされており、虚構性が高い。また、ストーリーは、男性のストーカーをしている女性についてであり、男性の服を盗んで匂いを嗅いだり、髪の毛を拾って食べたり、男性の部屋の盗撮映像を見たりしている。

『プラマイ』は、受け手に醜的効果を生じさせる可能性の高いストーリーとなっているのだが、映像全体への印象は、ストーリーに対する嫌悪感が、映像の美しさによって緩和されている。映像による浄化作用が

生じているとすることができよう.これより,以下の3つの認知的効果に関する仮説を導いた.

- I. ストーリーに関係なく映像そのもので、美醜を 認知することができる
- Ⅱ. カット・カメラワーク・色味・ピント・スピード・音これら映像側の要素を修辞的に加工することで受け手にとって虚構性の高い映像になる
- Ⅲ. 受け手が映像そのものに足して虚構性を感じた場合,映像のストーリーに対する美醜の認知は阻害される

虚構性による美的効果は、その修辞的側面に関する 処理によって、受け手のストーリー的側面に関する処理を阻害あるいは緩和することができるのだと考えられる.

3. 事実性による醜さの認知に関する仮説

ハネケ監督による『ハッピーエンド』は、映像中で、通常の 16:9 の横長の画角から、縦長のスマートフォンの画角の映像に切り替わる部分が存在する。スマートフォンの画角の映像は私たち受け手が生活の中で見慣れているものであることから、事実性が高いと認知し得る。

ストーリーは、老人の自殺を孫が幇助するといった、残虐な社会問題に関するものである。映像が、横長の16:9の画角の部分ではストーリーの残虐性に関する処理は緩和されるが、横長のスマートフォンによる映像に切り替わると、受け手は一瞬にして畏怖感を抱くことになる。スマートフォン的な横長の画角の映像は、それ以前の整った構図とは異なり、映像の浄化作用によって残虐性が緩和されることがない。スマートフォン撮影などによる、事実性が高い映像による醜的効果は、ストーリーの残虐性を増幅させるのである。ここでは、新たに以下の3つの認知的効果に関する仮説を導いた。

IV. 映像側の要素を加工しない, また受け手にとって身近な映像は, 受け手にとって事実性の高い(虚構性の低い映像)になる

V. 受け手が映像そのものに対して事実性を感じた場合,映像のストーリーに対する美醜の認知は阻害されない

VI. 映像から形成された、受け手の美醜の認知によ

って、社会問題に対する捉え方が変化する

映画では、虚構性による美的効果によって、ストーリー的側面に関する処理が阻害あるいは緩和されがちである。事実の醜さを映像として提示し、醜的効果を生じさせるためには、美的効果を減じさせる映像修辞が必要になるのだといえよう。

4. 美醜の映像制作と調査

導いた仮説をもとに、いじめと飛び降り自殺という 社会問題をテーマにし、残虐性のある同じストーリー を用いて、前述の仮説を基に1分弱の映像を二種類制 作し、認知的効果の変化を検証した.

制作映像 A 「美しい映像を作る」ことを目的とし、シンメトリー構図やスローモーションやデジタル加工した色味、音楽を工夫した虚構性の高い映像技法を用いた.これらの映像要因からストーリーにおける美醜の認知は阻害され、映像の美しさによって残虐性が緩和される.つまり、映像による浄化作用が働く.

制作映像 B 「醜い映像を作る」ことを目的とし、インスタグラムのライブ配信を用いてスマホの画質をそのまま起用した映像技法を用いた。ストーリーにおける美醜の認知は阻害されず、残虐さは残されたままになる。つまり、受け手にとって虚構性の低い映像は、浄化作用が働かない。

制作した二種類の映像を交互に 12 名の参加者に見せ、インタビュー調査をしたところ、異なる手法の映像修辞によって、「自殺」という行為の美醜の判断が変化していることが 12 名全員について確認され、制作意図通りの結果となった。また、いじめと飛び降り自殺という社会問題の残虐さへの捉え方についても、2 本の映像で変化がみられた。

美的効果は虚構性によって高まり、醜的効果は事実性によって高まる.制作映像 A のように虚構性を認知する映像と、制作映像 B のように事実性を認知する映像では、同じストーリーでも美醜の効果が異なり、それは修辞的側面に関する処理が影響している.

5. 映像による美醜の認知から社会問題へ

映像がストーリーを通して描く社会問題への捉え方 も、映像への美醜の認知によって左右されることにな る. 社会問題をより直接的に映し出したい場合は、過剰な美醜の修辞は認知の妨げとなる. ドキュメンタリー映像などにおいて、過剰に美しい画面を避けることが多いのもこのためである.

逆に、美醜の認知を混在させることで社会問題に関する認知を変化させる試みもありえる。美しい映像に、犯罪行為のような美しいとはいえないストーリーが組み合わさった際、受け手は違和感を通して、そのシーンを強く記憶するとともにストーリーに関する美醜の認知に関する処理は緩和される。その後同じような情景の映像や似た行為を目撃したとき、その映像が想起されるようになる。美しいと感じた映像の記憶が、醜い社会事象に対する捉え方を変化させるきっかけになり得る。

参考文献

- [1] 金井明人 (2008). "映像編集の認知科学",『映像編集の理論と実践』,金井明人・丹羽美之(編),法政大学出版局,pp.13·38.
- [2] ベラ・バラージュ (佐々木基一・高村宏 訳) (1986). 『視 覚的人間―映画のドラマツルギー―』, 岩波書店.
- [3] アラン (長谷川宏 訳) (2015). 『芸術論 20 講』, 光文社.
- [4] 宮尾大輔 (笹川慶子・溝渕久美子 訳) (2019). 『影の美学 日本映画と照明』, 名古屋大学出版会.
- [5] Matravers, D. (2014). Fiction and Narrative. Oxford University Press.

「コンテンツ体験」の分類意義

-Creative Genome Project の CCT モデルと その展開可能性について-

The effective value of classifying "content experience"

About Creative Genome Project CCT model, and its potential applications

佐々木 淳[†] Atsushi Sasaki

[†]AOI TYO Holdings株式会社 AOI TYO Holdings Inc.

概要

本論文では、まず筆者が研究開発する Creative Genome Project のデータベースにおける CCT (コミュニケーション・コンセプト・タグ) の考え方、およびその細分化としてのサブ CCT 定義結果について述べる。さらに CCT による「コンテンツ体験の類型化」が「読後感」(コンテンツ体験に伴い生起する情動) の分類にも繋がること、また CM コンテンツのみならず日常体験の類型化にも寄与できることについて展望を述べる。

Keywords—CreativeGenome,Narrative, Algorithm, Artificial Intelligence,TVCM,Semiotics,Charles Pierce,

Tag,emotion, classification, Creative Genome Project

1. はじめに

Creative Genome Project は、「CM コンテンツの制作形式」と「視聴者の読後感」との関係性を独自解析するプロジェクトである。具体的にはACC 受賞作品 10 年分の CM1000 本弱について、独自定義によって個々の CM 毎に「物語フレーム・作劇パターン・ワールドモデル・映像音声技法・各種トーン・想定読後感」ほか概ね 20 程度の項目沿を設け、解析を行っている。今後は対象データを過去 30 年分に広げていく予定である。

本プロジェクトの目的は、前述の通り CM コンテンツの制作形式と視聴者の読後感の関係性、すなわち「どのような映像表現によって、どのような読後感が醸成されるか」について一定の法則を発見することにある。また解析手法において、制作形式と読後感の中間に、後述する CCT (コミュニケーション・コンセプト・タグ)を仮説することにより「各 CMのもたらすコンテンツ体験の型」を仮説定義していることが特徴である。このように、これまでなされて来なかった「CM 制作と消費の関係における法則=既存形式知」をデータ化することで「特定の読後感を仮定すれば、自動で映像クリエイティブにおける

制作形式・プランニング骨子を生成できると考えて おり、そのシステム構築も現在進めている。

一方で、既存形式知が分かれば、そのパラメータ値を一部入れ替えることにより、新たな形式知が導出できる可能性がある(これを新結合と呼称することにする)。これはクリエイティブ制作の現場にとっても大きなツールとなっていくと考えており、今後上記システムの発展機能として実装を視野に入れている。

2. TVCM の表現類型化についての先行研究

広告並びに TVCM の表現類型については北野 (2017)、河原(2016)らによる紹介がある。北野は広告関連の研究の中で、広告表現類型化の先行研究は少ない現状について指摘し、その数少ない研究例として「Ronald E. Taylor による「6 つのセグメントによるメッセージ戦略の輪」を紹介している。この中で Taylor は商品特性を重視し、それが「ego・social・sentiment・routine・acute need・ration」という消費の類型と合致するとし、さらに

「ego+acute need」「routine+social」などの要素結合をナラティブの方法へと応用することにより、広告表現の可能性が拡がるとしている。[1]

北野自身は広告表現を「時代対応変化型広告表現」と「時代超越普遍型広告表現」とに分類し、前者例として通販型広告表現やテスティモニアル広告を挙げ、後者例として情感・共感・感動型の表現、 社会正義・大義名分型の表現を上げている。また実務視点からの類型として広告主の種類、媒体種類、コミュニケーション目的、コスト要因等10項目からなる項目を提示している。

他方、河原は Aaker and Stayman (1990) による 9 次元での TVCM に対する印象評価尺度

(amusing/clever, informative/effective,

irritating/silly, dull, warm, lively, familiar, believ-able, confusing) や、Stewart and Koslow (1989) の約160の広告表現要素による消費者反応解析、また竹内・西尾による4次元因子(インパクト,親しみ,説得力,しつこさ)を用いた広告印象の因子分析を紹介しつつも「TVCMの表現要素を包括的に扱い、消費者反応への影響を分析した研究はほとんどみられない」と指摘した上で、独自にキャスト・エディット・サウンド・その他(内容面では大きくシリーズCM、ブランドCMの区分け)などの表現要素区分による、消費者反応の解析方法を提示している。[2]

概観すると、諸先行研究の多くは広告主側に立った戦略、あるいは産業社会的な分析見地(特に広告効果を意識したもの)からの表現類型化を行ったものが多い[3] [4]。一方で「実際のCM表現がいかなる要素により組成され、それがどのような読後感を目しているのか(物語技法による感情惹起や映像技法による身体感覚への影響なども考慮した)、すなわち<コンテンツ体験>にどのような類型化があるか」という部分に焦点を当てた、認知的・人文的知見を伴った詳細かつ汎用的な研究、となるとほぼ前例がないと思われる。

本研究は上記<コンテンツ体験>を手掛かりに実際にデータベースを組み、恒常的な解析ツール(および仮説生成的なツール)へと進展させようとする試みである。当然の要請として、解析・研究にあたっては物語構造や表現技法を詳細に詳らかにし、それらを場合により記号論的にも扱いつつ、消費者反応との関連を詳らかにしていく必要がある。そのため、修辞研究、物語論研究、記号論ほか多くの領域からの知見を結集している[5] [6] [7] [8]。



<図1>

Creative Genome 解析による解釈データ群。全日本 CM 連盟 (ACC)によるアワード受賞作品・過去 30 年分(約 3000 本)が 解釈データ対象



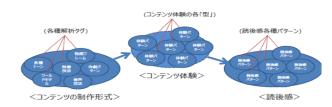
<図2>
Creative Genome データベースのインターフェース

3. コンテンツ体験の類型モデル (CCT モデル) に ついて

Creative Genome Project における解析において「コンテンツの制作形式」と「読後感」の関係を取り持つ最重要の解析項目が「コンテンツ体験」のタグである。この解析タグ項目として先述の通り CCT(=コミュニケーション・コンセプト・タグの略)という領域を設定している。

コンテンツ体験(CCT)と読後感(UX)はそれぞれ「気分変容のための因子」と「変容した気分」であり、前者が後者を導出するトリガーとなっている。

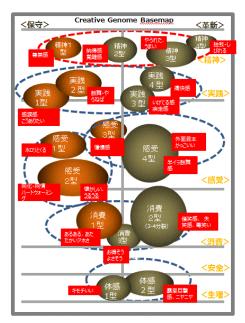
スピノザ(1677)は、身体と外界(刺激)による自身の身体の触発による体験(変容)をアフェクチオ(変様)、それによる人間側の反応をアフェクタス(情動)として仕分けている[9]。そしてアフェクチオによってアフェクタスが意識されるのでありそれ以外ではない、と述べている。CCT(体験)とUX(読後感)の関係もこれの類似モデルとして考えることができる。CCTはこのように「コンテンツそのもの」でも「受容者の読後感そのもの」でもなく、平易に記せばその間にある「受容=消費の体験」であり、これを大局的に分類し十数種類の「型」として定義するものである。言語化すれば「ひとの本質や人生の深さを垣間見る体験」「自然や宇宙のスケールや恩恵を感じる体験」などとなる。図示すると以下の関係となる。



< 図 3 > CCT モデルの模式図。CCT (中) コンテンツ (左) 読後感 (右)

各 CCT は特定の一部コンテンツタグと共起関係を持ち、またこの CCT が決定すれば同時に UX (読後感)がほぼ一定方向に決まる性質を持つ (TVCM は広告活動という目的があるため、映画や文学以上に制作側による読後感誘導が強力であり、同時に映像尺も短いためテーマ・コンセプトが一点集約しやすく、従って CCT の定義がしやすい利点を持っている)。

Creative Genome Project では CM 作品 1 つ 1 つの解析をボトムアップに積み上げ検証し、現状の解析母数内において大まかに 16 種類の CCT を定義している (体感 1 型と体感 2 型は同一と見做している)。この CCT を中心とした解析モデル (CCT モデル) が Creative Genome の骨子となっている [10] [11]。



<図4> CreativeGenome のCCT マップ 横軸を「共同体文脈の体験」「個人主義文脈の体験」、 縦軸を A. Maslow の欲求 5 段階説に参考とした体験階層 と定義し、コンテンツ体験の型をマップ化

上図の通り、16 種類の CCT については縦軸と横軸を 設けてマップ配置を行っている。横軸では体験が惹 起する読後感に関してそれを個人的/共同体的(他者 や夫婦、家族など)かに仕分け、縦軸はA・マズローの欲求5段階説を参考に「生理/金欲・消費・感受・志向・精神」(用語は便宜的に命名)という段階へ仕分けしている。

4. サブ CCT の追加定義

今回、このCCTをより細分化するため各CCTの中分類化を行った。CM作品1つ1つの解析をボトムアップに積み上げる中で、同一CCT内においても微妙なコンテンツ体験の差異があると思われたためである。サブCCT化においては、CCT類別化においての方法であった「UXタグ内データ群における共通性からのボトムアップによる仕分け」とは異なり、表現モチーフやテーマ(=コミュニケーションコンセプト)タグ内解析データの共通性に注目して仕分けを行った。読後感の同一性による大まかな仕分けはCCT分類で行っているため、むしろ表現側がどのような異なる表現を用いているか、をしわけることにより、場合によっては読後感のワードには表現しきれていない閾域を導出するためである。

以下、CCTの実例提示を兼ねてこの中分類化=サブ CCT 化の具体についてを記す。まず CCT 例として「感受 3型」を取り上げる。感受 3型は「さまざまな具象や事象によって(温かみのある)憧憬が湧き起こってくる体験」であり、その読後感とは「自分もああなりたい、いいなあ、憧れる」「ロマンチック、キュンキュン」等である。同じ「感受型」でも

「感受1型」(大きな共同体的想念に包摂される体験) の代表的な読後感は「ホロリとくる、しんみり、しっとり」「感動する、心温まる」

「感受2型」(ひとの本質や人生の深さを垣間見る体験)の代表的な読後感は「深い、渋い」「しみじみ、ほっこり」など

「感受4型」(自分もこうなりたいという事象対象を「見せつけられる」体験=おもに表層的な恰好よさ)の代表的な読後感は「イケてる、カッコいい」「チャラい、ノリノリ」

であり、これらとは明確に CCT として分別されている型である。

次にサブCCT化において「感受3型」は以下のように中項目を類型化した。

① ユートピア的描望<ユートピアに憧れる体験> CC、表現モチーフ「パラダイス」「優雅、贅沢」、「アフォーダンス」タグには「異時間感、異空間感、エ

アポケット感」などの解析語が見られる。

②夫婦・家庭での描望<素敵な夫婦や家庭に憧れる 体験>

CC にて「理想形」「トーン」タグにおいて「しっとり」が突出して多く、UX は圧倒的に「憧れる」

③生き方・生き様での描望<生き方や生き様に憧れる体験>

表現モチーフ「オリジナルの価値観」UX は「こういう世界観好き」「応援、頑張れ」

④自由さへの描望<描かれる自由さに憧れる体験> 表現モチーフ「自然体」UX は「ほっとする」「天真 爛漫」

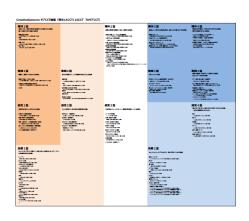
⑤豊かさ・大らかさへの描望<豊かさおおらかさに 憧れる体験>

表現モチーフ「天然、大らか」UXは「のんびり」「ほっこり」

⑥若くハツラツとした描望 <若さや活力に憧れる、 好ましく感じる体験>

表現モチーフ「躍動 自信 イキイキ」UX は「ワクワク」「キュンキュン」「お洒落」

サブ CCT 定義の意義とは、UX としては言語で表現しきれない細かい「体験の型」を分別することにある。CCT「感受3型」はプロジェクト内では通称「描望」と名付けられているが、同じ「描望」においても上記と通り、現状では①~⑥のバリエーションが類別可能とわかり、さらにより新しい形の描望のタイプも探求・ないし生起させることが可能である、と考えられる。



<図5>サブCCTの一覧:現在14のCCTに対して 一次解析を完了している

CCT16区分のうち14区分についてを細分化した結

果、現状サブ CCT は 70 に区分けされた。これらを一旦「コンテンツ体験の細分型」と仮説できるだろうと考えている。今後は、これらサブ CCT 定義と該当 CM の消費者評価 (CM 高感度など)を組み合わせることで、時代やターゲットがどういった感情を求めてきたのかということ、翻って商品・サービス・ブランドが今後どのような感情を惹起することが有効か、を見極める予定である。またサブ CCT についての表現構成要素が詳らかになることで、どのような制作形式を用いれば良いのかを企図する上でも有効であろうと考える[12]。より大局的に換言すれば、どのCCT・サブ CCT がどの程度現在の社会に受容されているか、によって映像広告活動が社会にもたらしている気分醸成の具合も把握できるとも言える。

5. CCT モデルの拡張・及び感情(情動)の定義に ついて

CCT を基軸としてコンテンツ体験を定義するという、CreativeGenome Project におけるCCT モデルは、拡張的に見れば CM に限定されない仮説モデルとなりうる。コンテンツ体験とは、CM 体験に限定されるものではないからであり、日常における諸体験も原理的には包括可能である。すなわち、特定のコンテンツ体験は、CCT モデルにより特定の CCT へと分類可能であり、その該当 CCT から逆算すれば、コンテンツ制作タグに拠って制作方法の一部特定へと遡行が可能であり、一方で想定読後感が導出可能である。当然ながら、現状の CCT は CM コンテンツ発であるため、汎用に向けては(CM 以外の)多くのコンテンツ領域についての応用解析が必要となる。

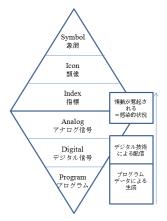
一方で、CCT が読後感をほぼ規定することから、汎用化された CCT モデルとは翻って人間社会における感情変容の定義(≒感情の定義)につながる解析方法と考え始めている。CM はその尺の短さ、被解析母数の相対的な多さ、さらに読後感の高度な制御によって、視聴における視聴者の情動記号を分類するには適した素材と言える。コンテンツによって色々な情動記号を分類する試みにはドゥールーズの「シネマ」などがある(ドゥールーズは映画を題材とし、その映像内の運動性、および映画内の時間性に着目・分類、そこから読後感・身体感を考察したと読める[13] [14])が、同様の研究は殆ど存在しない。CCT モデルによる CM 解析を (CM コンテンツを介した)情動記号の分類試行と捉えるならば、CCT モデ

ルを拡張し、更に多様な領域(日常的なものを含めた)でのコンテンツ体験へと応用することで「人間活動における多種多様なコンテンツ体験」や「そこから起因する感情(情動)」を定義でき、得られる知見は莫大なものとなるはずである[15]。(なお、情動と感情の相違に関しては本論の趣旨と外れるため今回は深入りしない)。

6. CCT モデルによる新たな社会知ネットワーク への試み

アンドレ・ルロア=グーラン(1973)は、人間が手を道具として活用するに至って、初めてさまざまな外部環境を記号化でき、話し言葉を持つに至ったことを示した[16]。安田登(2017)は、話し言葉から書き言葉への進展により記録=時間の感覚をもった人間は「(言葉によって了解・伝達可能な)心」を持つに至ったと述べた[17]。その後はマクルーハン(2002)の示す通り、印刷テクノロジーによって活版文字が思考のための入力ベースとなる[18]。更に20世紀には映像技術や録音技術によって視聴覚のメディアが発達し、21世紀前半の現在ではネットをベースとしたSNS、スマホ動画、音声が個人に対する情報入力のベースとなるに至った。

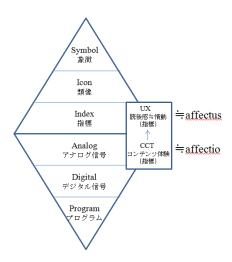
石田 (2016・2019) は、上記のような 21 世紀のメ ディア状況において、インターネットに代表される デジタルネットワークの(ある程度自動的な)書き 込みシステムが社会において生活インフラ化してい ると指摘する。そこでは従来の「インデックスーア イコンーシンボル」(パースの主唱した記号の階層で あるアイコン一インデックスーシンボルを基にD・ ブーニューの改訂定義に拠った)という記号の従来 ピラミッド図式に加え、最下層のインデックスから 更に下へ伸びるようにして「アナログーデジタルー プログラム」という機械(ネットワーク)の記号の 逆ピラミッドが接続しているという(図6)。すなわ ち石田は、21世紀のデジタルネットワーク社会にお いての記号消費あるいは意識生成については「ネッ トワークやデジタルメディアが生成する記号性が前 提となり、それらとの接触による情動的感染が起点 となる」と捉える必要があるという[19][20]。



<図6>『新・記号論』における石田の「記号の正逆 ピラミッド」(出典[19])を基に筆者加筆

翻って、20世紀以来、映像とサウンドという新たな表現言語を持ち、特定の態度変容=コンテンツ体験を担ってきたCMは、個人を超えて社会に様々な新しい感情を付加してきている。それは時々の美的感覚にも作用し、視聴覚の記号によって情動に作用し、時には思考や人生観までをも形作るものであったと考えられる。他方で、CMによるコンテンツ体験とは石田によれば「アナログ時代の」モデルであり、事態がより進んでいる現在において、このCCTモデルがどのような意義を持ちうるか、は問われる点である、

ここで、CCT モデルにおける「コンテンツの制作形式」「読後感」「コンテンツ体験」という三項形式、特に「コンテンツ体験」を中心に置くスタンスに立ち戻って考察してみたい。西(2016)は「顔」をインデックス記号として捉える議論の中で「重要なのは、対象との関係が、主体一対象という二項関係ではなく、他者との関係を介した三項関係として確立されていること」であると述べている。これは「コンテンツそのもの(制作側からすればこれが主体になり、視聴者側から見ればこれが対象となる)」と「読後感」の間にその「関係」として CCT を設置するモデルと酷似する。CCT が情動記号を分類する装置である一方で、自らがインデックス記号であるなら、制作活動とは俯瞰すれば情動の為の「体験のインデックス」を創出していることになると考えられる。



<図7>図6を基にCCT-読後感(情動)関係を筆者加筆>

コンテンツ体験の分類定義をより明快に<情動の 為の「体験のインデックス」>としてデータ上に整 理することは(石田によるところの)現在の新たな 記号消費モデルに寄与するだろう。すなわち情報ネ ットワークには(ビジネスにおける計量モデルや消 費における価格・値引きなどの)数値記号、(文脈を 欠いた、主に検索ワードに代表されるような)単語 の記号が溢れるばかりで(体験や情動からの)意味 的な整理はなされていない。拡張した CCT モデルに よる<情動の為の「体験のインデックス」>記号が ラベルデータとしてデータの回路に還流すれば、諸 データに記号ラベルを貼り直し、人間の意味処理に 適したデータへと転換できる可能性がある(図7)。 すなわち、あまねく多くのモノコトに対して(シン ボルではなくインデックスとしての)体験記号のラ ベルが振られたデータ回路、平易に言えば「使い手 をエモーショナルに高めるための類推・結合がより 行われるような、新たな社会知ネットワーク」が想 定できる。このモデルの展望に関しては、実際の試 行を行う中でさらに考察を深めていきたい。

<参考文献>

- [1] 北野尚人, (2017) "広告表現の現代的類型に関する研究:類型化の有用性に関する仮説的検討", 広島経済大学創立五十周年記念論文集上巻, pp. 691-732.
- [2] 河原達也, (2016) "TVCM 表現要素の消費者反応に 対する効果",行動計量学第 43 巻第 1 号, pp. 85-105.

- [3] 岸志津江, (2011) "広告効果研究をふり返る一研究の生成・発展過程と広告コミュニケーション界の課題―",AD STUDIES, Vol. 38, pp. 10-15
- [4] Nancy M. Puccinelli, Keith Wilcox, & Dhruv Grewal, (2015) "Consumers' Response to Commercials: When the Energy Level in the Commercial Conflicts with the Media Context", Journal of Marketing, Vol. 57, pp. 1-18.
- [5] Gottfried Wilhelm Leibniz, "ライプニッツ著作集[1] 論理学"第一章「結合法論」,工作舎,1988
- [6] Roland Barthes ,"物語の構造分析", みすず書房, 1979
- [7] Aristotélēs,"トピカ",京都大学学術出版会,2017
- [8] 小方孝・金井明人,"物語論の情報学序説—物語生成の思想と技術を巡って"学文社,2010
- [9] Benedictus de Spinoza,"エチカ",岩波文庫 ,1951
- [10]佐々木淳, (2017) "Creative Genome Project について."人工知能学会第 2 種研究会ことば工学研究会資料, Vol. 56, pp. 9-12.
- [11]佐々木淳, (2018) "新たな価値観の発見に向けて-Creative Genome Project と「価値観・HI コンソーシアム」の取り組み", 2018 年度人工知能学会全国大会(第 32 回)論文集, 2H3-NFC-4a-03.
- [12]小野淳平・佐々木淳・小方孝, (2019) "CM の分析に基づく物語生成手法の考察 —統合物語生成システムと "Creative Genome" の有機的結合に向けて—",人工知能学会第2種研究会ことば工学研究会資料, Vol. 61, pp. 35-37.
- [13]ジル・ドゥルーズ, 財津理・齋藤範 訳 (2008). 『シネマ1*運動イメージ』. 法政大学出版局.
- [14]ジル・ドゥルーズ, 宇野邦一・石原陽一郎・江澤健一郎・大原理志・岡村民夫 訳 (2006). 『シネマ 2 *時間イメージ』. 法政大学出版局.
- [15] 佐々木淳, (2019) "価値観データとクリエイティブデータの定義融合による感性タグの創出―価値観・HI コンソーシアム制作コンテンツ「連想ミシュラン」の紹介―", 2019 年度人工知能学会全国大会(第33回)論文集, 1F2-NFC-1-01
- [16]アンドレ・ルロア=グーラン, 荒木亨 訳 (1973). 『身振りと言葉』. 新潮社
- [17]安田登, (2017). 『あわいの時代の「論語」:ヒューマン 2.0』. 春秋社
- [18]マーシャル・マクルーハン・エリック・マクルーハン, 高山宏(監修)・中沢豊(訳) (2002). 『メディアの法則』. NTT 出版
- [19] 石田英敬, (2016). 『大人のためのメディア論講義』. 筑摩書房.
- [20] 石田英敬・東浩紀, (2019). 『新記号論 脳とメディアが出会うとき』. ゲンロン.
- [21]西兼志, (2016). 『<顔>のメディア論』法政大学 出版局.

変わりゆく実践研究、変わりゆく研究者 Changing action research and changing researcher

土倉 英志 Eiji Tsuchikura

法政大学 社会学部 Faculty of Social Sciences, Hosei University tsuchikura@hosei.ac.jp

概要

本論文では筆者が実践研究に取りくんできた経験にもとづき、研究者が実践と研究を兼ねる意義を検討する。実践研究に取りくみはじめると、現場のベターメントとは何かといったことを含め、研究者が自明と思っていた認識がゆさぶられる。当初思い描いていたベターメントは身の丈にあったベターメントへと変化していく。このように、研究のプロセスにおいては、ベターメントに関する認識を含め、さまざまな認識や視点の変化が生じることになる。研究者は、こうした変化を、自身をひとつの媒体として論じることができる。また、生じた変化にもとづき、身の丈にあったベターメントを目指し、実行していくことができる。こうした点に、実践研究のひとつの意義がある。

キーワード:実践研究,アクション・リサーチ,ベターメント,学び

はじめに

本論文では、筆者が実践研究に取りくんできた経験にもとづき、研究者が実践研究に取りくむ意義に焦点をあてて検討を行なう。議論に先立ち、本論における実践研究という用語の用いかたを確認しておきたい。それと言うのも、詳細は後述するものの、実践研究の定義は必ずしも明確ではない部分があるためである(小泉,2007)。

全17巻からなる『心理学研究法』(東京大学出版会) シリーズの13巻にあたる「実践研究」のはしがきにお いて、高瀬 (1975) は実践研究をつぎのように定義している。「心理学者がなんらかの仕方で実践の場に参加し、実践的働きかけを行ないつつ同時に実践対象ならびに全体的実践状況の変動を把握し、さらに次の実践を履行するという方法」(p. ii). この書籍の位置づけによって、定義に「心理学者」という表現が含まれているものの、これは心理学者に限定される必要はないだろう。また、高瀬は研究における立場を「歴史を静観する」立場と「歴史をつくり出す」立場にわけた先行研究(Polak,1953)を引いたうえで、実践研究を後者の「歴史をつくり出す」立場に明確に位置づける。

なお、実践研究は「実践についての研究」と「実践を通しての研究」に大別して説明されることがある(cf. 秋田・市川, 2001) i. 前者は、すでになされている実践を対象に研究を行うもの、後者は、研究者が実践に参加しながら当の実践を研究対象とするものである。高瀬の定義は、この分類のうち、とくに後者を実践研究と呼ぶものと言えるだろう。本論文でも、高瀬の定義を踏まえて、実践研究を、実践に参加しながら当の実践を研究対象とするものとするii.

実践研究と密接に関連する研究アプローチに、アクション・リサーチがある (cf. Stringer, 2007; 矢守, 2010). アクション・リサーチには複数の源流があり、それぞれに強調するところが異なる (箕浦, 2009; 冷水・岡本, 2015). また、実践研究と関連する、認知科学にとって重要なアプローチに、デザイン研究がある (cf.大島・大島, 2009). 本論文では実践研究とこうしたアプローチとの異同について議論するのは控える. ただし、これらの研究には、実践研究と呼んでも差し支えないものが少なくないと考えている.

表1 2012年度から2016年度の実践研究の概要

年度	内容	対象	主体・授業	場所	備考
2012年度	科学講座	小中学生	2年・演習	公民館	浜松市との連携事業
2013年度	心理学のサイエンスカフェ	一般	2年・演習	協働センター(公民館から改称)、カフェ	一部、浜松市との連携事業
2014年度	心理学のサイエンスカフェ	一般	2年・演習、4年・ゼミ	協働センター、カフェ、コミュニティカフェ	一部、浜松市との連携事業
2015年度	心理学のサイエンスカフェ	一般	2年・演習	協働センター、カフェ、コミュニティカフェ	一部、浜松市との連携事業
2016年度	心理学のサイエンスカフェ、ワークショップ	一般	2年・演習、4年・ゼミ	コミュニティカフェ	同じ場所で8回連続開催

変わりゆく実践研究

筆者はこの数年間,指導するゼミ学生とともに,地域でイベントを実施する実践研究に取り組んできた(e.g.土倉(2013;2014);土倉ゼミナール(2014;2015;2016)). 2012 年度から 2016 年度までの取り組みを表1にまとめた.

一連の研究を遠くからながめれば、いつも地域でイベントを実施しているだけで、代わり映えしないようにみえるかもしれない。ところが、筆者にとっては、そのつど、つねに新たなチャレンジであった。一見するとおなじように見えても、「実践のねらい」「ねらいを達成する方法(活動内容)」「実践と研究のバランス」、そして、筆者自身の「立ち位置」といった点が異なっている。。おなじような実践研究であっても、そのかたちは変化していく。。

もちろん,実践を介さない研究においても,研究を 続けるなかで,研究手法,仮説,依拠する理論,研究 関心といったものは変わっていく.それでは,実践研 究における変化は,こうした変化とどこが違うのだろ うか.

本論の目的

実践研究では、現場のベターメントに関心が寄せられる. ベターメントとは、改善・改革することを意味する(杉万,2013). ○○の活性化、△△力の向上、□□意識の改善といった具合に、改善や改革を遠くからながめていると、それによって目指される状態は明確であるように見える. この視点に立てば、実践研究は、"実践研究を始めるにあたり、研究者が持ち合わせていた改善案や理想を、現場において実現すること"ととらえることができる.

ところが、じつのところ、ベターメントとは、このように思い描かれることとは異なっていると言える。では、現場のベターメントとはどのようなことだろうか。本論では、筆者の経験にもとづいて、ベターメントとは何であるのか、という問いにたいするひとつの回答を素描したい。また、この作業を通して、実践研究の意義について検討する。これが本論の目的である。

身の丈にあったベターメントへ

実践研究に取りくむにあたり、たしかに、"このような社会になるとよいのに"とか、"この活動を通じて、

参加してくれる人にこのようなことを考えてもらいたい"といったこと(実践上のねらい)を思い描く. ところが、ある実践のねらいのもとで活動を始めたとしても、往々にして思い描いていたことは変わっていく. あるいは、こう言い換えることもできる. 現場に身をおいてみると、「あたりまえ」だと思っていたことが、問い直され、不明瞭になっていく.

具体例を挙げよう. あるとき, 私たちは, 参加者に "科学リテラシーを身につけてもらいたい" というねらいをもってイベントを企画していた. あえて言語化 すれば, これが私たちが当初思い描いていたベターメントにあたり, この記述を読むかぎり, この実践研究におけるベターメントは明確であるように思われる.

しかし、イベントについて具体的に検討を進めていくと、"そもそも科学リテラシーを身につけるとはどういうことか"といったことがわからなくなった。もちろん「科学リテラシー」の辞書的な意味は理解しており、「科学リテラシーが身につくと何がよいのか」についても説明できるつもりでいた。ところが、ディスカッションを進めていくと、イベントに参加する人たちが生活している日常において「科学リテラシー」と呼びうることはどのような場面で立ち現れるのか、それがよりベターになるとはどのような変化なのか、それは参加者にとってよいことなのか、といったことが、にわかにはわからなくなっていったのである。

実践研究に取りくんでいると、わかっていたはずのことが不明瞭になっていく経験をすることは稀ではない、そして、わからなくなることは多岐にわたる. "何をベターメントと言いうるのか"、"ベターメントの達成はどう捕捉しうるのか"といったことだけでなく、"現場とはどこを指すのか"、"関係者とは誰なのか"等々、実践研究の前提だったはずのことでさえ、不明瞭になる. こうして実践の展開とともに、いまだ明確に「問い」とは呼べないようなものたちの靄が目の前にかかりだす.

そして、こうした問い (のようなもの) にたいする 回答は、往々にして一意に決まらない. 靄のかかった なかで、さまざまなアクターとかかわり、リソースの 制約に直面し、差し迫る期限にプレッシャーを感じながら、自らが拠って立つ立場や理想もまた問いなおされていく. 筆者の場合、こうしたプロセスを通じて、先に示したように、研究がかたちを変えていったと言える.

こうしたプロセスのなかで、思い描いていたベター

メントは、"身の丈にあったベターメント"へと姿を変えていく、その姿は言うなれば、現実に即した、あるいは、地に足のついた改善である.

どうして研究者が実践を行うのか―変わりゆ く研究者の重要性

「どうして研究者が実践をも行う必要があるのか?」「実践は現場の人に任せて、研究者はデータ収集に専念すればよい.」実践研究にたいしてはそんな声も聞こえてくる. たしかに実践を行ない、かつ、その実践に関するデータを収集し分析し論文を執筆するのは骨が折れる. 先のような声にたいしては、いくつかの回答があるだろう(e.g.清水、2007;下山、2008). ここでは筆者が考えるひとつの回答を述べたい. 極めて素朴な表現に聞こえるかもしれないが、実践に取りくむことで見えることが研究論文に活かせる、というものである. この回答について、ライフストーリー研究者の西倉(2015)が述べていることを補助線に説明したい.

ライフストーリー研究では、なんらかの当事者の人生についてインタビューを行ない、その語りを分析する。その過程で、研究者は、これまでにもっていた認識や視点の変化を経験するにいたる。そして、こうした変化の末に導かれた結論を提示するにあたっては、読者にその認識・視点の変化を追体験してもらう工夫をする。それは、読者が、研究者が研究に取り組むまえにもっていた認識を持ち合わせているからであり、読者の認識をゆさぶるには、自らの変化を活用するのが有益であると考えられるからである。

新たな見えを媒介する媒体としての研究者

先に述べたとおり、西倉がライフストーリー研究について述べているのと同様のことが、実践研究のプロセスにおいても生じる.実践研究を進めていくなかで、問い(のようなもの)に導かれて、自らの立場や理想は問い直され、変わっていく.実践に取り組んでいる研究者は自らが変化し、それによっていままでとは異なる視点で現場をとらえたり、アプローチしたりしていることに気づくことになる.

そして、実践研究の過程でひとまずたどりついた地 点は、研究をはじめるまえの自分が、そして、読者の 多くが「問題・課題」として、また、その「解決」と して思い描いていることとは異なるみえをもたらすだ ろう.このように、実践研究者は、実践研究を通じて 変容を遂げる. それは、対象の認識の変容であり、自身のもののとらえ方の変容でもある. たどりついた地点からは、"当初はこう思っていたけれど、じつのところ、それは、どのような問題であるのか"を説明できるようになる. そのとき、研究者は自らがそれを説明する媒体となる.

実践研究の特異性

実践研究がもちうるこうした意義は、ほかの研究アプローチではみられないのだろうか. すでに述べたとおり、他の研究アプローチ、たとえば、実験研究でも、研究を続けるプロセスでこうした変容は起こるだろう. ただし、こうした変容の結果が研究に活かされることはあっても、この変容自体が主題になることは想定しがたい (e.g. Reicher & Haslam, 2012).

また、本論の議論が重要な手がかりを得たライフストーリー研究は、主として「すでに生きられた」ことを研究対象とする。これにたいして、実践研究は実践のなかで行なわれる。それはまさに「生きている」。そのため、研究の過程で生じた研究者の認識の変化は、善かれ悪しかれ実践に影響を及ぼすことになる。この点が、ライフストーリー研究と実践研究の違いと言えるだろう。この違いは、実践研究らしい挑戦的な部分をもたらすものであり、かつ、研究者に注意を求めるものでもある。

おわりに

本論では、実践研究においてベターメントとは何であるのか、という問いにたいするひとつの回答を素描し、研究者が実践と研究を兼ねる意義について検討してきた。当初思い描いていたベターメントは、実践のなかで身の丈にあったベターメントへと姿を変える。これにとどまらず、実践研究のプロセスでは、研究者に、認識や視点の変化が生じる。自らに生じた変化をひとつの媒体として、現象の新しい見方を提示しうること、また、生じた変化にもとづいて身の丈にあったベターメントを目指し、実際に実行しつづける点に、結論ありきではない、実践研究のひとつの意義があると考えるvi.

猫文

秋田喜代美・市川伸一 (2001). 教育・発達における実践研究. 南風原朝和・市川伸一・下山晴彦(編) 『心理学研究法入

- 門―調査・実験から実践まで』. 東京大学出版会.
- 小泉潤二 (2007). 「実践的研究」―概念と意味. 小泉潤二・ 清水宏吉(編)『実践的研究のすすめ―人間科学のリアリ ティ』. 有斐閣.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. Journal of Social Issues, 2, 34–46. (末永俊郎(訳)『社会的葛藤の解決』. ちとせプレス. 収録)
- 箕浦康子(編) (2009). 『フィールドワークの技法と実際Ⅱ 分析・解釈』. ミネルヴァ書房.
- 西倉実季 (2015). なぜ「語り方」を記述するのか. 桜井厚・石川良子(編) 『ライフストーリー研究に何ができるかー対話的構築主義の批判的継承』. 新曜社.
- 大島純・大島律子 (2009). エビデンスに基づいた教育―認知 科学・学習科学からの展望, 16(3), 『認知科学』, 390-414.
- Polak, P. (1953). Existenz und Liebe, Jb. Psychol. Psychother., 1, 355-364. (高瀬(1975)の引用による)
- Reed, E. S. (1996). Encountering the world: Toward an ecological psychology. New York: Oxford University Press. (細田直哉訳 (2000). 『アフォーダンスの心理学―生態心理学への道』. 新曜社.)
- Reicher, S. & Haslam, A. (2012). Obedience: Revisiting Milgram's shock experiments. Smith, J. R. & Haslam, S. A.(Eds.) Social Psychology: Revisiting the classic studies. London: Sage. (三浦麻子訳 (2017). 服従一ミルグラムの衝撃的な実験・再入門. 樋口匡貴・藤島喜嗣(監訳). 『社会心理学・再入門』. 新曜社.)
- 冷水裕・岡本憲之 (2015). 高齢社会のコミュニティにおける アクションリサーチとは何か. JST 社会技術研究開発センター・秋山弘子(編) 『高齢社会のアクションリサーチ 一新たなコミュニティ創りをめざして』. 東京大学出版会.
- 清水宏吉 (2007). 研究を進める. 小泉潤二・清水宏吉(編)『実践的研究のすすめ一人間科学のリアリティ』. 有斐閣.
- 下山晴彦 (2008). 何のために研究をするのか―研究の目的と方法. 下山晴彦・能智正博(編)『心理学の実践的研究法を学ぶ』. 新曜社.
- 杉万俊夫 (2017). 『グループ・ダイナミックス入門―組織と 地域を変える実践学』. 世界思想社.
- Stringer, E. T. (2007). Action research 3rd Edition, Thousand Oaks, CA: Sage. (目黒輝美・磯部卓三監訳 (2012). 『アクション・リサーチ』. フィリア.
- 高瀬常男 (1975). はしがき. 続有恒・高瀬常男(編)『心理学研究法 13 実践研究』. 東京大学出版会.
- 土倉英志 (2013). 科学講座の創作プロセスの検討―公民館講座の報告,『浜松学院大学教職センター紀要』, (2), 43-63.
- 土倉英志 (2014). サイエンスカフェの創作プロセスの検討—2013 年度のゼミナールの報告,『浜松学院大学教職センター紀要』, (3), 31-54.
- 土倉英志 (2017). 『創作プロセスと創作におけるプランの役割のモデル構築―相互行為論にもとづく集団創作活動のフィールド研究』. 首都大学東京博士学位論文.
- 土倉ゼミナール (2014). 学生によるサイエンスカフェの企画・実践を中心とする研究. 平成 25 年度ゼミ学生地域貢献推進事業成果報告書(大学ネットワーク静岡), 31-35.
- 土倉ゼミナール (2015). ワークショップ型学習における「学びのきっかけ」の探索的検討―学生によるサイエンスカフェの企画・実践を中心とする研究,平成 26 年度ゼミ学生地域貢献推進事業成果報告書(一般社団法人ふじのくに地域・大学コンソーシアム),81-85.
- 土倉ゼミナール (2016). 新たなサイエンスカフェの企画に向けた検討と提案―今年度の問題点から人びとの交流の促進を模索する―(2015 年度土倉ゼミナール活動報告書),

- 1-8. (未公刊;研究室のブログに掲載: http://tsuchilab.hatenablog.com/)
- ヴィゴツキー, L. S. 柴田義松訳 (2001). 『新訳版 思考と言語』. 新読書社.
- 矢守克也 (2010). 『アクションリサーチ―実践する人間科学』. 新曜社.
- i 下山 (2008) は,同様の分類を「実践に関する研究」と「実践を通しての研究」と呼び分けている.
- "実践に参加しながら"という場合の「参加のしかた」にもヴァリエーションがある。たとえば、実践を展開しているチームに研究者がメンバーの一人として加わっている場合もあれば、研究者が実践をリードしている場合もある。また、
- 「実践についての研究」と「実践を通しての研究」という二分類は一見すると理解しやすい.しかし、たとえば、研究者が複数でチームを組んで「実践を通しての研究」に取りくむ場合、主として「実践」を展開する者、「研究」を展開するものと分業に近いことがなされることも想定される.この場合、研究者が実践者と組んで「実践についての研究」を実施するのと何が異なるのかは詳細に検討する価値がある.さらに、ある「実践についての研究」が、いったいどのような条件を満たすと「実践を通しての研究」になるのかを問うてみると、回答するのはなかなか難しい.あるいは、「実践を通しての研究」だと思っていたものが、結果的に「実践についての研究」にしか見えない、といったこともあるだろう.こうした点を考えると、この分類が有効に機能しない領域が存在していることにも注意がいる.
- iii 大学のゼミ等で実践研究に取りくむ場合,教授・学習実践, とのバランスも検討される.
- iv これらの側面が年度によって異なっているだけでなく,同一年度内でも実践研究を展開するプロセスでさまざまな変化が生じた (e.g. 土倉 (2017,補章)).
- v こうした変化のプロセスを,ヴィゴツキー (2001) の生活 的概念と科学的概念の考えにもとづいて整理することもできるだろう.また,「充たされざる意味」(Reed,1996) の観点からとらえることもできる.こうした視点を採用する場合,本論で述べた変化は「学習」として論じられることになるだろう.しかし,現時点では筆者はそのように位置づけることが適当なのか,判断しかねている.これらの論点は別稿に譲らざるを得ない.
- vi さいごに、本論文の冒頭で参照した高瀬 (1975) の言葉を 引いておきたい. 高瀬はつぎのように述べている. 「なかば好 奇の心となかば不審の念をもって、この書物の表題をご覧の 方も少なくはないかもしれない. 事実, "実践研究"とはある 意味で新しい造語のたぐいであり、名称、内容ともに今日ま だ人口に膾炙していない.」(p.i) この記述がなされてから 40年以上が経った.この間、実践研究という論文種別を採用 する学術誌が本邦にも現れた. 実践研究の位置づけは変わっ たと言えるだろうか. 筆者の杞憂に過ぎないかもしれないが, 40年前とおなじように、なかば好奇の心となかば不審の念を もって,本論文に目をとおす方も少なくはないのではないか. かつてクルト・レヴィンはつぎのように述べた. 「書物以外の ものを生み出さない研究は満足なものとはいえないであろ う.」そしてこう続ける.「そうはいってもここに必要とされ る研究が何らかの点で社会事象の分野の純粋科学に要求され るものより科学性が少なく、また「低級」なものであるとい うのではけっしてない」(Lewin,1946,p.35). 実践研究とい う研究手法はいまも/いまだからこそ検討される余地が大い にある.

ソーシャルデザインを志向した学習環境デザイン: 高校情報科へのデジタルファブリケーションの導入 A Fieldwork Study of High School Information Classes Teaching Social Design with Digital Fabrication Tools

松浦 李恵[†],岡部 大介[‡],渡辺 ゆうか[‡] Rie Matsuura, Daisuke Okabe, Youka Watanabe

[†]宝塚大学,[‡]東京都市大学,[‡]国際STEM学習協会 Takarazuka University, Tokyo city University, Global STEM Learning Association r-matsuura@takara-univ.ac.jp

概要

認知科学において、デザインとは技術=社会的なことがらと不可分な実践としてとらえられてきた。本研究では、高等学校の情報科にデジタル工作機械を導入し、「情報と社会」の授業カリキュラムを構築し実施した。部活やクラスといった自分を取り巻く世界を良い方向に変化させる工夫から、ソーシャルデザインの実践を試みた。本稿では、実践者として関わった研究者という立場から、ソーシャルデザインの学習の実際について考察する。

キーワード: 高等学校情報科(High School Information Calsses), デジタル工作機械(Digital Fabrication Tools), ソーシャルデザイン(Social Design)

1. はじめに

近年, IoT や AI 技術が社会に適用されることを通して,「情報」の価値や意味する範囲が大幅に拡大している. さらに,情報と社会とを接続し,新しい生活スタイルを生み出すデザイン(の思考)も求められている. 九州産業大学のソーシャルデザイン学科の設立もその一例と言えるだろう.

認知科学においては、「デザイン」に関してこれまでさまざまなアプローチで探求されてきた。例えば、荷方(2013)では、「人間が生きていく中で、自分を取り巻く世界を変化させる工夫のこと」として「デザイン」が定義されている。デザインという活動はそもそも社会的なことがらを含意していることがわかる。

さらに Callon(2004=2006)は、新しい技術や商品は、単に必要や要求を満足させるという問題ではなく、新しいタイプの集合的生活を組み立てることだと述べる. 上野・ソーヤー・茂呂(2014)もまた、何かをデザインするという欲求は、社会的な文脈と、利用可能な技術から独立して生じ得ないことを主張する.

荷方(2013), Callon(2004=2006), 上野ら(2014)の議論では、共通してデザインという活動を単体としてとらえていない. 何かをデザインすることは、社会的なことが

らをデザインすることだと述べている. 認知科学においては、社会をデザインするための道具のデザイン、という考え方ではなく、社会と道具のデザインを区別しない視点がとられてきた.

ソーシャルデザインという思想・活動は、第 4 次産業革命においても貴重な資源と位置づけられるだろう。また、3D プリンタやレーザーカッターなどのデジタル工作機械の普及により、技術的な背景も大きく変化している。こうした社会動向を踏まえて、これからの新しい社会を支え活躍する学び手には、既成概念にとらわれず自由な発想で、アイデアを形にしていく素養が必要となってくる。

本稿では、新しい社会を支え活躍する学び手として、 高校生に着目する. 高等学校における情報科目におい ても、新しい技術を活用しながら課題発見を試みるソ ーシャルデザインを学んだ人材を育むことが不可欠に なると考える.

そこで著者らは、デジタル工作機械を導入した高等 学校情報科の「情報と社会」の授業カリキュラムを構築 し実施した。高校生にとって、ソーシャルデザインの考 え方を実践することは、いささか敷居が高い。よって、 3D プリンタやレーザーカッターを用いた造型の方法、 簡易なプログラミング手法を学ぶカリキュラムととも に、アイデアの発想やスケッチの方法や、身近な課題(1 人称の基礎的な課題)から、他者への課題(2 人称の応用 的な課題)と段階を追って学ぶ授業をデザインした。

さらに筆者らは、荷方(2013)、上野ら(2014)に則り、 「自分を取り巻く世界」(友達や部活やクラスや学校)を 少し良い方向に「変化させる工夫」から、ソーシャルデ ザインという活動に参与する授業構成を試みた.

このようなセッティングのもと、本研究では、「実践者として関わった研究者」という立場から、情報科目へのデジタル工作機械導入の実践を通したソーシャルデザイン教育の実際と可能性、限界とについて考察する.

2. 実践概要

2. 1 調査対象者と実施期間

調査対象者

対象の高等学校は神奈川県にある小中高一貫私立校 であり、1年生の「情報」の授業を対象とした.

学生の多くが小学校から入学し、そのまま高校まで進学する.対象者は高校1年生で合計182名である. A~Eと5クラスに分かれており、Aのみ特進クラスとなっている.1クラス36~38名で、B~Eクラスの男女比は5:5、Aクラスは4:6となっている.保護者向けに作成した調査同意書に同意した者のみ事業の調査データとして扱った.

対象となる高校では、1年生全員にタブレットPCが 支給されている. 授業の効率化や質の向上を目的とし て学校側が導入した. 情報の授業においてもタブレットPCの使い方や利用方法なども教えている.

実施期間

調査期間は2018年9月から2019年2月である。また、メディア教室のPC入れ替えやデジタル工作機械導入などの環境整備のため、2018年8月を準備期間とした。なお対象の高校1年生は、2018年4月から7月に、情報の授業を週1コマ受けていた。学内限定のSNSの登録、メールアドレスの作成と設定、表計算ソフト、動画撮影、編集などを学んでいる。

調査期間中の授業時間割を図1に示す.情報の授業は1コマ50分で,月で200分の授業時間数となるように計画している.電車の運行状況や自然災害に関する警報や注意報により休校になることもあったため,クラスにより実施時間数は異なった.

時間		月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日	土曜日
9:00 - 9:10	朝のホームルーム						
9:10-10:00	1限	В					E
10:10-11:00	2限	С			Α		
11:10-12:00	3限						
12:00 - 12:45		昼休み					
12:45-13:35	4限						OPEN HOUR
13:45-14:35	5限						
14:45-15:35	6限		D				
15:35 - 15:45	タ方のホームルーム						
15:45 - 18:00	クラブ活動	OPEN HOUR	OPEN HOUR				
18:20	下校						

図1. 授業時間割

またメディア教室を解放し、PC やデジタル工作機械を使うことのできる時「OPEN HOUR」という時間を月、 火. 土曜日に設けた。OPEN HOUR はスタッフが必ず 1名以上が常駐した。 図2から図3のようにメディア教室が改修された.変更前(図2)は、デスクトップ型のPCが並ぶ部屋だったが、実験時(図3)には、ノート型パソコンを設置し、中央モニタを各テーブルの真ん中に置いた。そして教室後方には3Dプリンタ5台とレーザーカッター1台を設置した(図4).



図2. 変更前のメディア教室



図3. 変更後のメディア教室

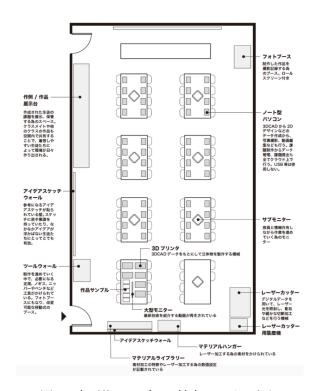


図4. 変更後のメディア教室のレイアウト

2. 2 授業の概要

実施までの経緯

本実践は、経済産業省「『未来の教室』実証事業」の「ものづくり(FAB)×課題解決のワクワクを学びへ連結する教育プログラム (FABLAB の公教育導入実証)」の実証実験のひとつとして実施された。この実証事業は、今後の社会をデザインする上で必要な能力を「創造的な課題発見・解決力」(チェンジ・メーカーの資質)と定義し、誰もがそれを手にすることのできる「学びの社会システム」の構築を目指すために実施された(経産省、2018)。

本事業においては, 高等学校における情報の授業を 通した社会課題の創造的な発見と, 広い意味でのデザ インを通して解決する力を育む授業実践を行なった.

授業実施者

対象の高等学校の情報科目選任教員 1 名, 実証事業 スタッフ 4 名の計 5 名であり, うち 2 名はスタッフ兼 調査者であった. 全員が, 授業カリキュラムの構築から メディア教室の環境構築, 授業実施や授業時のデジタル工作機械の利用方法のサポート, 出力物の補助など, 期間内で関わる全ての工程に関わっている.

授業には必ず1名以上実証事業社員が同席した.授業中は学生のサポートを行い,授業終了後は教員を交え授業計画に関する振り返りや修正などを行なった.

授業案

授業は20週行われた. 授業内容を表1に示す.

第1週では、情報の授業の目的の説明、PCの使い方に関するレクチャー行い、第2~5週では、「身近な自分の課題」として「筆箱をアップグレードするアイデア」をテーマに、ブレストカードを用いたアイデア発想法を行い、アイデアスケッチを行なった。そのアイデアに沿って3Dモデリングソフトの学びながら作成した。作成後は、ワークシートを用いて製作過程に関するドキュメンテーションを作成した。第6~20週では、自分ごとのデザインから社会的なデザインへと踏み出すべく、「身近な人の課題」として「身近な人を笑顔にする」をテーマにグループワークを行なった。これまで扱ったデジタル工作機械に加え、レーザーカッターを用いた2Dデザインを実施した。このタームでは、授業時の製作についての振り返りながら記載してもらう製作日記(ドキュメンテーション)の課題も課した。

表 1. 授業内容

週	フェーズ	授業内容:
1	導入	イントロダクション: 社会と情報の進化について
2	身近な自分の課題 (個人)	発想力: ブレストカード / アイデアスケッチの描き方
3	身近な 自分の 課題(個人)	造形力: アイデアスケッチからの3Dモデリング 基礎
4	身近な自分の課題(個人)	造形力:アイデアスケッチからの3Dモデリング 基礎
5	身近な 自分の 課題(個人)	情報伝達力:ドキュメンテーション作成
6	身近な人 の課題 (協働)	造形力:2Dデザイン / イラストレーター 基礎
7	身近な人 の課題 (協働)	造形力:2Dデザイン / イラストレーター 応用
8	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プログラミング 基礎
9	身近な人 の課題 (協働)	発想法:マンダラート / シナリオシート
10	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作 1 / 制作日記
11	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作2 /制作日記
12	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作3 /制作日記
13	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作4 / 制作日記
14	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作5/制作日記
15	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作 6 / 制作日記
16	身近な人 の課題 (協働)	造形力:プロトタイピング制作7/制作日記
17	身近な人 の課題 (協働)	情報伝達力:動画作成 基礎 / 制作日記
18	身近な人 の課題 (協働)	情報伝達力:動画作成 応用 / 制作日記
19	身近な人 の課題 (協働)	情報伝達力:発表準備/制作日記
20	身近な人の課題 (協働)	情報伝達力: ブレゼンテーション



図 5. 製作からドキュメンテーションまでの流れ

授業においては、3D プリンタやレーザーカッター等の デジタル工作機材を用いた造形、簡易なプログラミン グといった手法を学ぶことだけではなく、「身近な社会 の課題」や、その「課題を解決するためのデザイン」を 意識できるよう、様々なグループワークを取り入れた. さらには、製作過程を記録・共有することを通して、自 らがデザインの担い手であるという意識を涵養した. このような授業計画を通して、社会的な問題やニーズ との関連の教育を試みた.

以下では,実践者として関わった研究者という立場から,情報科目へのデジタル工作機械導入の実践を通したソーシャルデザインの教育について考察していく.

3. 方法

3. 1 調査者の立ち位置

第1著者は、授業のサポートスタッフとして参加し

た. 初回授業時に、サポートスタッフ兼調査者として学生から紹介された.

週1回,5クラス分行われる授業に参加し,教員の授業のサポートを行なった.サポート内容は主に,ノートパソコンの操作,ソフトウェアの操作,ワークシートの使い方,デジタル工作機械の利用補助であった.授業時間外では,デジタル工作機械のメンテナンス,3Dプリンタ,レーザーカッターでの出力,「メディア室」の環境維持、ノートパソコンのデータ管理などであった.

環境づくりにも関与した. 50 台のパソコンの入れ替え,機材の倉庫への移動,レーザーカッターの搬入補助や3Dプリンタの組み立てなどを行なった.

サポートスタッフとして「介入しないこと」についても担当の先生を含めて協議された. 結果,授業中の課題に取り組まない学生への注意,主たる指導,アイデアの押し付けなどは行わないこととなった. 例えば,授業中教員が話している間,ノートパソコンで YouTube や関係のないサイトを見ている学生もいたが,サポートスタッフは特に注意しないこととなった.

サポートスタッフは生徒だけではなく、教員のサポートも行なった。利用する教材の作成補助やアドバイス、機材の利用方法などの研修も行なった。授業毎にふりかえりの時間を設け、進行具合や授業時に発生した問題などに関しても議論を行なった。

加えて、放課後のオープンアワーの時間も常駐した. 出力を希望する学生のサポートや、他学年や他の教員への事業内容やメディア室の説明も行なった.メディア室では、総合学習のグループワーク課題に取り組む学生がいたり、他教科の教員が訪れたりすることが度々あった.

3. 2 データ収集の方法

学生の質問にこたえたりしながら、主に第1著者、 および第3著者が、フィールドノートを取りながら、 授業時にカメラで記録した.

本稿では、毎時間映像として記録された授業の様子と、フィールドノート、インタビューデータを取得した。

インタビュー実施時には、第1著者は「パソコンの 先生」としての立ち位置を得ており、ある程度の理解を 通したインタビューを行うことができた。その頃には、 カメラを向けた際に学生たちがポーズをとってくれる ようにもなった。

4. 結果と考察

4. 1 ソーシャルデザインのための基礎体力

先に述べたたように、高校生にとってソーシャルデザインの考え方を実践することは敷居が高い. 自分(たち)のアイディアが身の回りの社会のデザインに寄与するという感覚は、

結論から述べると、20週(週に1コマ)の授業においては、社会と接合したデザインを志向するための「基礎体力」をつけることに注力することとなった。

学校における「ソーシャル」

例えば、経済産業省「『未来の教室』実証事業」においては、「世界と接続するデザイン」が希求されていた. しかし、高等学校のなかでソーシャルなデザインを考える際、学生個々のメディア/インターネットリテラシーへの不安の声もあがり、その「世界」の範囲は限定的なものとなった.

学校における「ソーシャル」の多くは、実際のところ「クラス」の範囲内にとどまった.生徒のアイディアや製作物をオープンデザインにして公開することも検討されたが、結果的に学内に限定されることとなった.

ただし、少数ではあるものの、授業で製作されたものが、20週目になると、クラスを超えてデータシェアされる事例が生じた.

具体的には以下の事例1である.

[事例1]

グループワーク課題で、バネを用いたプロダクトを作ろうとするグループがクラスをまたいで2組現れた. 1 組は Thinker cad を用いてバネを完成させていたが、もうひと組は苦戦していた。苦戦していたグループのひとりが、メディア室内に展示されていた他のグループのバネを目にした。このバネに関わるデータの共有の打診が教員になされた。結果、バネの元データを作成したグループの学生の了承のもと、データが共有された.

本実践では、20週をかけて、身近な課題(1人称の基礎的な課題)から、他者への課題(2人称の応用的な課題)と段階を追って学ぶ授業をデザインした。また、毎回ドキュメンテーションを残すこととし、作品はメディア室に展示された。以上のような取り組みを経て、20週目にようやくクラスを超えてデータが共有されていく

事例を得た. 週 1 回の授業を通して、デザインを社会的なことがらとしてとらえていくための基礎的な体力づくりをしていくためには、極めて地道な実践の積み重ねが必要である.

デジタル工作機械を用いた出力と「学校の時間」の流れ

授業では、「アイディアをかたちにすること」が重視された。そのため、3Dプリンタやレーザーカッターを用いた造型の方法、簡易なプログラミング手法を学ぶカリキュラムが用意された。自ら「ものをつくること」の経験は、「自分を取り巻く世界を変化させる工夫」の経験そのものであり、ソーシャルデザインの基礎体力につながる。

メディア室には、5台の3Dプリンタが設置され、データを出力した、授業内に3Dプリンタで出力するうえで、「データ1つにつき20分以内」の出力時間の制限を設けた(なお、ソフトウェアが出力にかかる時間を示してくれるため、生徒が計算する必要はない).

データ1つにつき20分という制約にしても、生徒の総数(180人)が出力するとなると、授業時間内では不可能である。学生が授業や放課後の時間に出力する計画となっていたが、部活動や試験など思いの外学生は時間がないことがわかったため、サポートスタッフが授業時間外に出力をした。出力時間がかかるということは、「すぐに成果が目に見えない」ことを意味する。「つくることを通した学び」は、伝統的なカリキュラムや「学校の時間の流れ」をあらためて意識させる結果となった。「つくることを通した学び」を高等学校に埋め込むことは、「学校の時間の流れ」の再デザインと不可分である。

4. 2 調査者として実践に関わること

フィールドとなった高等学校では、ノートパソコンが使用されていた.メディア室のみインターネットのアクセス制限がなかった(配布されている個人用タブレット PC ではアクセス制限がある). それゆえ、以下のような事例観察された.

[事例 2]

実証実験開始当初「事業者」側は、例えば youtube の 視聴を注意してやめさせるべきという意見を提示した. 一方で情報科の担当教員は、「インターネット環境はどこでも繋がれるようになるので、情報の授業だけ使えないという環境の方が稀である. そのため、やる、やら ないはそれぞれに任せる. やらなかったらどうなるかは個人の責任である」という方針を強く持つ教員であった. 第1著者は教員の視点に特に違和感を覚えず,むしろ同意していた.

実践者兼調査者として授業に関わることを通して, 第1著者は,フィールドノートで言語化するだけの存在ではない.事例2のように,情報科の教員の考え方を理解できた第1著者は,「何を見るか」「どのように見るか」という問題と常に向き合うこととなる.さらには,「調査における(教員の)サポート」も大きく変化する.実際,教員側からの調査上の配慮や,インタビュー実施時に学生への声かけなどがなされた.調査者として実践に関わることは,常に環境を生成することにつながる.

文献

- [1] 荷方邦夫(2013). 『心を動かすデザインの秘密-認知心理学から見る新しいデザイン学』, 実務教育出版
- [2] Callon, M. (2004). "The role of hybrid communi-ties and sociotechnical arrangements in the participatory design", Journal of the center for information studies, Vol.5, pp. 3-10. (川床靖子訳 (2006). "参加型デザインにおけるハイブリッドな共同体と社会・技術的アレンジメントの役割", 『科学的実践のフィールドワーク-ハイブリッドのデザイン-』, pp.38-54.)
- [3] 上野 直樹・ソーヤー りえこ・茂呂 雄二 (2014). "社会 技術的アレンジメントの再構築としての人工物のデザイン",認知科学, Vol.21, No. 1, pp.173-186.

教育的効果を重視する学生・教員コミュニティによる 継続的な学習環境デザイン改善の実践

Practice of continuous learning environment design improvement by the student and teacher community which emphasizes the educational effect

近藤 秀樹[†],遠山 紗矢香[‡],大﨑 理乃,山田 雅之 Hideki Kondo, Sayaka Tohyama, Ayano Ohsaki, Masayuki Yamada

[†]九州工業大学,[‡]静岡大学,産業技術大学院大学,星槎大学

Kyushu Institute of Technology, Shizuoka University, Advanced Institute of Industrial Technology, Seisa University kondo@mse.kyutech.ac.jp, tohyama@inf.shizuoka.ac.jp, ohsaki-ayano@aiit.ac.jp, m-yamada@gred.seisa.ac.jp

概要

大学生と教職員とがコミュニティを形作り,理解を 重視することを求めながら継続的に自分達の学習環境 デザインの改善を実践することにより,学生のさまざ まな能力を身に付けるだけでなく,集団的認知責任が 向上する可能性がある.ネットワーク分析の手法を搭 載した電子掲示板を開発し,現実の学習環境デザイン の改善実践で試用することにより,その効果を検討する.

キーワード:学習環境デザイン,集団的認知責任,ネットワーク分析,媒介中心性

1. はじめに

大学における学習環境デザインは、正課授業だけで なく正課外の活動も含め、教員と学生の双方が当事者 であるとみなすことができる. この意味で, 運用を含 む学習環境デザインに取り組む学生と教員とが当事者 としてコミュニティを形作り, 実践しながら研究する 場として機能すると考えられる. こうしたコミュニテ ィ自身が自分達の学習環境のデザインに適切に関与す ることで、単に「よい」学習環境が実現されるだけで なく、その過程では、構成員が科目で意図されている 以外の多様な学びを深める機会となる可能性があるだ ろう. たとえば施設や設備の整備業務は正課授業では ないが、それを通じて構成員が技術的なスキルを向上 させることはもちろんだが、そうした活動を通じて構 成員の適応的な活動に関する能力の向上も期待できる. また実際の学習環境のデザインは容易なことばかりで はなく、一人では解決できないような難しい問題に遭 遇することも珍しくない. このため、複数の構成員が 互いに協調的に働き, さまざまな問題を解決していく 能力を向上させることもあるだろう. こうした活動の 総体として、多様な能力を向上させられる機会となる ことが考えられる.

本稿の目的は、大学生・教員コミュニティの学習環境のデザインの協調的な実践に関する検討である.教育方法論の多様化に対応して、学習者や属するコミュニティの状況を踏まえ、柔軟に活用できる学習環境のデザインが学習者である大学生にとっても、また授業を担当する大学にとっても必要とされている. そうした学習環境は、先進的な機器や装置だけで実現することは難しく、柔軟な利用が可能な ICT やそれらを運用する人的サポートの必要性も指摘されている[1]. 柔軟な、変化を前提とした運用を行うということは、関係者によって学習環境を継続的にデザインし続けることに他ならない.

学習環境の一部として学生によるサポートを導入することにより、単に学習環境を円滑に機能させるだけでなく、関与する学生自身の学びが向上する事例が知られている. 授業を支援する SA らがコンピュータ・スキルやマナーの活用能力を向上させた[2]ほか、可動式什器や機器のメンテナンスを含むテクニカル TA がスキル以外にも、授業方法や自身の態度・能力について学んでいることが明らかにされてきた[3].

本稿では、コミュニティの構成員が利用する電子掲示板に、コミュニティにおける構成員の状況やコミュニティの全体像を可視化し、構成員の集団的認知責任 [8]の向上を促すことを目標としたシステムを検討する.

2. 学習環境 MILAiS

本稿では、九州工業大学飯塚キャンパスに設置されたアクティブラーニングのための施設MILAiS[4]で働く学生スタッフを研究対象とする.この施設は情報工学分野の必修の専門科目におけるアクティブラーニングを実現するために2011年に整備されたものである. 定員90名(260㎡)の教室に加え、運営チームが常駐す

るためのスタッフルームや、ネットワークとサーバを 管理するためのサーバ室、機材や予備什器を格納する 倉庫からなる独立した平屋の建物である。後述する運 営チームによる運用と合わせて、柔軟に再構成可能な 学習環境となっており、結果としてその利用は多岐に わたる。

3. 運営チームの業務と学生スタッフ

固定的な施設や装置を設置するだけではこうした運用は難しい. 学習環境を理解し,適応的に運営できるスタッフが必要である. 著者のひとりが運営担当教員として関わり,事務職員1名,学生スタッフ10名程度からなる運営チームとともに運営を行っている.

運営担当教員の主な責務は運営チームを統括し、学習環境デザインにおける技術的・学術的な方針を調整することである。学生スタッフへの指示や各種の指導も行う。事務職員は、学内の関係各所との連絡・調整や、教員不在時の学生スタッフの管理を行う。学生スタッフに対する軽微な指示や指導も行うことがある。

学生スタッフの中心的な役割は、実際に MILAiS の 運営の実働を担い、利用をサポートしつつ、MILAiS をよりよい学習環境としてデザインしていくことである. MILAiS の利用の事例との関わりを示す.

(1) 正課授業による利用

成果の授業は MILAiS の主な利用形態である. 授業を担当する教員は自発的に MILAiS での授業を教務係に申し出て施設を確保する.これをうけて、学生スタッフは授業時間の前に、MILAiS の機器や設備の状態を調整し、授業に適した構成を作り出す.

学生スタッフが授業を受講することもある.この場合,授業の妨げにならないように配慮しながら,授業担当教員や他の受講生とコンタクトしつつ受講する.受講生として気付いたことを他の関係者と共有し,授業準備等に反映する.

(2) 授業外での利用

授業外の場面でも、職員や大学の運営を担当する教員による利用がある。たとえばオープンキャンパスやプログラミングコンテスト、小中学生、高校生向けの講座のイベントでの利用である。スポット利用として予約を受け付ける。 事前に必ず運営チームと責任者との間での打ち合わせを行う。これに基づき、学生スタッフが 利用に必要な諸々の準備を行う.ネットワークなどの構成変更が必要であれば,それらも行う. 打ち合わせはまた,アクティブラーニングに関連する情報提供の機会としても位置付けられる. 授業外利用を担当する教職員は,必ずしもアクティブラーニング等の学びについての効果的な情報を持っておらず,当初計画ではよりよい活用につながらない場合がある. 運営チームによる打ち合わせをきっかけとして,よりよい活用方法等の提案を受ける.

(3) ラーニングコモンズとしての利用

授業などに関係のない一般の学生であっても、他の利用がない時間帯はMILAiSを利用できる. 当該時間帯の MILAiS はラーニングコモンズとして開放されており、一般学生は簡単な登録で自分達の活動のために利用できる. 登録は難しいものではないが、自動化はしておらず、かならず学生スタッフが MILAiS について説明する時間を数分確保する. 効果的な利用のために必要な情報を提供することを目的としているが、同時に、学生スタッフが十分に MILAiS のことを理解する必要性を作り出している.

これらの活動を促進することを意図して,認知科学や教育工学などの話題を扱うゼミ形式の研修会を実施しており、全体として「理解すること」「特に運営チームの教育的効果」がスタッフには求められている.

学生スタッフのコンセプトマップの分析から、業務 経験年数を経るにつれ各種のスキルだけでなく、学習 環境自体に対する理解のレベルが上がり、二年程度の 時間をかけて深めていくことが示唆された[5].

4. ソーシャルネットワーク分析

学生スタッフの能力の向上が示唆された一方で、MILAiS の業務で扱う電子掲示板の書き込みにもとづくソーシャルネットワーク分析[6]によれば、部分的には学生スタッフが主体的に働く場面もあるが、原則として教員や職員の役割が非常に大きくなっていることが示唆された。学生スタッフは互いに臨機応変に協調することを期待されているにも関わらず、教員や職員を中心とした体制になっていることがある、ということである。

初等教育の授業の教室での学びにおける電子掲示板 での議論の様子を分析した研究では、教師が教室内の グループの中心から外れていくことによる,学習者の 集団的認知責任の高まりについて示している[7].

教室での教科の学びは、コミュニティによる学習環境のデザインとは大きく異なる。そのため、教師の中心性をそのまま MILAiS に適用することは困難であるが、運営チームというコミュニティへの関わり方の指標を示すことは有望と考えられる。

多くの電子掲示板はメッセージのやりとり機能を持つものの、コミュニティへの参加の度合いや構成員同士の関係を扱うものは少ない. 電子掲示板上での活動をさまざまな指標で可視化し、個々の構成員に対して速やかにフィードバックすることで、コミュニティ全体から見た構成員自身の位置を把握することを支援できる可能性があるだろう. しかし実際にはそのような可視化や指標の提供は十分に行われていない.

5. 電子掲示板 HighNyammer

そこで、電子掲示板上での人的ネットワークを対象として、ネットワーク分析で用いられる「媒介中心性」をはじめとする指標を算出する分析機能を有機的に統合したシステムを提案する。媒介中心性はコミュニティの構成員を取り持つような働きをするメンバーが高得点となるような値である。媒介中心性の値を上げようと活動することが集団的認知責任の向上につながることを仮定している。

指標となる数値をリアルタイムで計算・提示するとともに、コミュニティの様子をネットワーク図などで可視化し把握可能とするものである。掲示板としての典型的な利用例を図1に示す。投稿された記事に対する返信によって、階層的な構造が作られる。返信の構造からコミュニティの構成員の関係を示すネットワークを構築し、ネットワーク分析の手法による指標を提示する。図の上部の枠の中で、指標として媒介中心性を提示している。BBSにアクセスした日を基準として、その前の1週間と、その週とを提示している。

6. まとめと展望

HighNyammer は現在も MILAiS の現実の業務において試用を継続している. 学生スタッフには自身の媒介中心性が高くなるように考えて活動を行うよう教示している. 結果を当日議論したい.



図 1 HighNyammer の掲示板の利用例

媒介中心性を足場かけとして提供した場合,初学者には有用に機能すると考えられるが,すでに長く働いている熟達者は,指標を気にしないかもしれない.熟達者にとって有益な指標についても検討したい.

文献

- [1] 山内祐平, (2010) 学びの空間が大学を変える., ボイックス, 東京.
- [2] 岩﨑千晶, 久保田賢一, 水越敏行, (2008), "組織的な教員支援としてのスチューデント・アシスタントの効果と課題", 日本教育工学会論文誌, Vol.32, No.Suppl, pp.77-80.
- [3] 中澤明子,福山佑樹, (2016), "アクティブラーニング教室におけるテクニカル・ティーチング・アシスタントの学び", 日本教育工学会論文誌, Vol.40, No.Suppl, pp.205-208.
- [4] 近藤秀樹,田川真樹,楢原弘之,(2014),"情報系専門科目を実施可能なアクティブラーニング環境の構築",日本教育工学会論文誌, Vol.38, No.3, pp.255-268.
- [5] 近藤秀樹,遠山紗矢香,大﨑理乃,山田雅之,(2018), "アクティブ・ラーニングの支援に携わる学生スタッフ の学習環境に対する認識の変容",日本教育工学会研究報 告集, Vol.18, No,1, pp.227-231.
- [6] 山田雅之,遠山紗矢香,近藤秀樹,大﨑理乃,(2018), "電子掲示板に対する議論過程分析ツールを活用したラーニングアナリティクスの検討",日本知能情報ファジィ 学会ファジィシステムシンポジウム講演論文集,Vol.34, pp.124-125.
- [7] J. Zhang, M. Scardamalia, R. Reeve, and R. Messina, (2009) "Designs for Collective Cognitive Responsibility in Knowledge Building Communities," Journal of the Learning Sciences, vol. 18, no. 1, pp. 7–44.
- [8] M. Scardamalia, (2002), "Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge," Liberal education in a knowledge society. Open Court.

認知的柔軟性の基盤としての潜在構造の学習: 行動指標と計算モデリングによる分析

Learning a latent structure as a basis of cognitive flexibility: Analysis with behavioral indicator and computational modeling

> 真隅 暁, 佐藤 尚 Akira Masumi, Takashi Sato

沖縄工業高等専門学校 National Institute of Technology, Okinawa College masumi.a@okinawa-ct.ac.jp

1. はじめに

我々は日常生活において、しばしば、とるべき行動の柔軟な切り替えを必要とするような状況に遭遇する。身近な例として自動車の運転が挙げられる。自動車を意図した通りに操作するためには、直接的には、ハンドルやアクセルの適切な操作が必要である。しかし、例えば「どれくらいの速度が適切であるか」は混雑具合や歩行者の存在といった周囲の状況に依存する。そしてこの状況自体が時々刻々と変化していくため、常に周囲の状況に注意を払って、

「適切な速度」という基準自体を更新し続けなければならない。あるいは別の例として、友人グループでの会話が挙げられる。会話においては、次々と移り変わっていく話題にうまくのって円滑にコミュニケーションをとるためには、過去の話題に固執しすぎず、適度に頭を切り替えて、いま話されていることに焦点を合わせる必要がある。

このように、周囲の状況が刻々と変化していく環境では、我々は自身のとるべき行動を柔軟に変化させる必要がある。このような柔軟性は認知的柔軟性と呼ばれ[Scott, 1962]、現在までに、実験課題による参加者の認知的柔軟性の特徴付けやその神経基盤、さらには薬物依存症や強迫性障害などの精神疾患との関連などが研究されてきた[Izquierdo et al, 2017].

認知主体の認知的柔軟性を特徴づける実験課題として、確率的逆転学習課題が知られる[Izquierdo et al, 2017]. この課題では、はじめに刺激と報酬の対応関係を学習した後、この対応関係を課題中に変化させ」、これに対する応答を調べることで、被験者の認知的柔軟性を特徴づけることができる(図1に課題の模式図を示した).

図1:確率的逆転学習課題の模式図. ○は参加者による 選択を表す. また, +は正解フィードバック, -は不正 解フィードバックを表す.

従来この課題は、逆転が生じる前に学習した内容を適切に抑制できるかどうかを調べるために用いられる事が多かった。しかし近年になって、刺激と報酬の対応関係のパタンを課題の「状態」ととらえ、参加者が、状態やその切り替わりといった、事前に教示を受けていない、課題の潜在的な構造を学習することが柔軟な意思決定の基盤になっていることを示唆する知見が示されている[Wilson et al, 2014]. しかし、この知見はまだ十分に検証されてはおらず、さらに、被験者が課題の潜在構造を学習し、これに基づいた意思決定を行うようになっていく過程などについては未解明な点が多い.

また、薬物依存やアルコール依存などの物質依存症、あるいはギャンブル依存などの行動嗜癖の罹患者を対象とした研究を通じて、課題の成績と、衝動性傾向などの心理的・性格的傾向が相関を示すこと知られている[Izquierdo et al, 2017]. 従って、個々の被験者の心理的・性格的傾向を測り、これを他の測定量と合わせて被験者の振る舞いを分析するために

逆転確率的エラー上解:▲★上上<

¹刺激が2種類の場合は逆転(反転)になる.

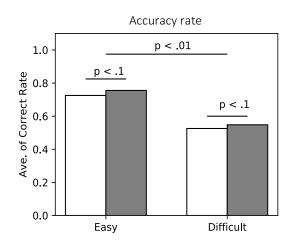


図2:正答率. 縦軸:正答率の被験者平均, 横軸:課題の難易度(易条件(Easy), 難条件(Difficult)). 白は課題前半, 灰色は課題後半を示す.

利用することは、認柔軟な意思決定の認知基盤を明 らかにするうえで有益であると考えられる。

そこで本研究では、確率的逆転学習を用いた実験を実施し、被験者が課題の潜在構造を学習しているかどうかを検証する。そのために、正答率や反応時間などの行動指標、および、強化学習モデルを用いた行動データの計算モデリングによる分析を行う。さらに、質問紙調査による心理尺度の測定を実施し、これら異なる分析手法を組み合わせて、参加者の意思決定や学習、およびそれらが各参加者の個別的な特徴といかなる関連を持っているかを分析・検討する。

2. 方法

本研究で用いた実験課題について説明する。この 課題では、被験者は提示された画像刺激の弁別を行 う. 被験者は、パソコン画面に表示された2種類の 画像のどちらか一方を、キーボード入力によって選 択する. 各画像は一方が「正解」, 他方が「不正 解」に対応付けられていて、被験者による選択の 後、自身が選んだ画像が「正解」であったか否かの フィードバックが画面に表示される。各画像刺激と 「正解」・「不正解」の対応付けは20トライアル (=1 ブロック) ごとに逆転するものとした. ま た,この課題には「確率的なエラー」があり、本来 「正解」に対応付けられているはずの画像が「不正 解」となることがある。このエラーの発生確率をpとして、p=0.3 および p=0.1 のもとで実験を実施し た(前者を難条件,後者を易条件と呼ぶ). 試行数 は条件ごとに 200 トライアルとした(100 トライア

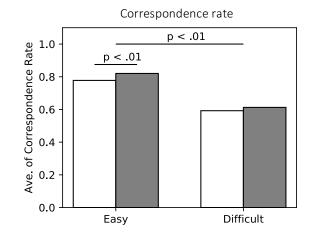


図3:一致率、縦軸:一致率の被験者平均、横軸:課題の 難易度(易条件(Easy),難条件(Difficult)). 白は課 題前半,灰色は課題後半を示す.

ルを基準にして全トライアルを2つに分け、それぞれ前半・後半と呼ぶ。参加者には「正解は不変ではないこと」のみを伝え、なるべく多く「正解」を選択するよう教示した。ブロックの存在やその切り替わり、エラーの発生については教示しなかった。被験者は健常な青年男女30名(男性27名、女性3名)で、平均年齢は19.43歳であった(18~22歳、SD=1.20)。

3. 結果

3.1. 行動指標

まずはじめに、易・難条件間、および各条件下での課題の前半・後半の間で、正答率を分析した(図 2). 正答率とは「全トライアル数に対する、"正解"フィードバックを得た割合」である。分析の結果、正答率は、難条件に比べて易条件の方が有意に高いことがわかった(p<.01). また、易・難条件の双方において、前半よりも後半の方が、正答率が高いという有意傾向が見られた(p<.1). また、一致率についても同様の分析を行った(図 3). 一致率とは、「全トライアル数に対する、"各ブロック内で正解と定義された"画像を選んだ割合」である。その結果、一致率は、難条件に比べて易条件の方が有意に高く(p<.01),かつ、易条件では前半よりも後半の方が、一致率が有意に高いということがわかった(p<.01).

次に、被験者の意思決定(画像の選択)が、どの程度、被験者による潜在構造の推定に依拠しているかを調べるため、意思決定における一貫性を分析した。具体的には「t 回目のトライアルで"不正解"となったにも関わらず、直後(t+1 回目)のトライア

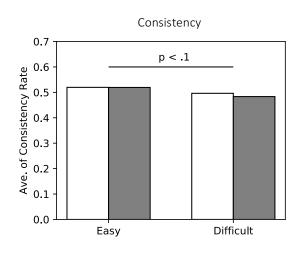


図4:一貫性. 縦軸:一貫性の被験者平均, 横軸:課題の難易度(易条件(Easy), 難条件(Difficult)). 白は課題前半, 灰色は課題後半を示す.

ルにおいて同じ画像を選択した割合」を分析した. その結果, 易条件の方が難条件よりも一貫性が高い という有意傾向 (p < .1) が見られた.

さらに、被験者の意思決定の過程をより詳細に分析するため、画像表示からキー押下までの反応時間を分析した。反応時間の長さは、被験者の確信度(迷い)と相関があると予測され、反応時間が短いほど課題の学習が進んでいることを示唆する。分析の結果、難条件に比べて易条件の方が、反応時間が有意に短いことがわかった(p<.01)。また易条件では、前半よりも後半の方が、反応時間が有意に短かった(p<.01)。

3.2. 強化学習モデルを用いたモデルベース 解析

3.2.1. 強化学習モデル

上記の行動指標に基づく分析に加え、本研究では、 得られた行動データに対して強化学習モデルを用い たモデルベース解析を行った。強化学習とは、自身 がとった行動に対する報酬の重み付き累積値によっ て行動を価値付けし、その価値の条件付き確率に従 って行動を選択するモデルである。この重み付き累 積値のことを価値関数という。

本研究では、被験者が課題の潜在構造を学習しているかどうかを検証するために、課題の潜在構造を「未学習」および「学習済み」と仮定したモデルを用いて、実験で得られた行動データに対する尤度を計算し、モデル選択を行った。

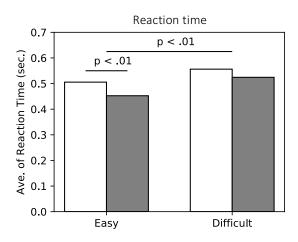


図5:反応時間.縦軸:反応時間の被験者平均,横軸:課題の難易度(易条件(Easy),難条件(Difficult)).白は課題前半,灰色は課題後半を示す.

本研究で用いた強化学習モデルは、Rescorla-Wagner モデル(RW モデル)、Q-learning モデル、状態推定付き Q-learning モデルの 3 つである。RW モデルは以下の式(1)で定義される。

$$Q(a_t) = Q(a_t) + \alpha(r(a_t) - Q(a_t)) \tag{1}$$

ここで Q(a)は,時刻 t で選んだ行動 a_t の価値関数 を表す. r_t は時刻 t において得た報酬を表す. α は 学習率と呼ばれ,価値関数の更新速度を規定する.式(1)の第二項,すなわち,得られた報酬と価値観数 の差分は報酬予測誤差と呼ばれ,もしこの値が正であれば価値関数は増加し,負であれば減少する.

Q-learning モデルは以下の式(2)で定義される.

$$Q(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha(r(s_t, a_t) - Q(s_t, a_t))$$
 (2)

式(2)における s_i は課題の「状態」を表す。RW モデルとの違いは、この状態変数を有する点である。ここで「状態」とは、本研究の場合、逆転学習課題における「刺激と正解・不正解の対応付けのパタン」のことを指す。本研究では 2 種類の刺激を用いたので、対応付けのパタン数は 2 である。すなわち、課題の状態は 2 つあり、これを s_i = $\{0,1\}$ と表す。

他方、被験者が「状態」の情報を活用して意思決定を行うためには、彼らは毎回のトライアルにおいて、現在の状態をある程度正確に推定することが必要になる。この点、本研究で用いた Q-learning モデルでは、各トライアルで被験者は、現在の状態を

正確かつ確実に(確率1で)識別できるものと仮定した.

しかし、この仮定は明らかに強すぎるため、新たに3つのモデルとして、状態推定付き Q-learning モデルを導入する。このモデルは、式(2)で表される 仕方で価値関数を更新することに加え、被験者が現在の状態を確率的に推定することを仮定したモデルである。このモデルでは、被験者は毎トライアル、現在の状態が $s_r=0$ なのか $s_r=1$ なのか推定し、この推定に基づいて意思決定を行う。この推定は確率 qで正解するものとし、qの値が 1 に近いほど正確に推定できているとする。言い換えれば、状態推定付きモデルは、Q-learning モデルに対して qというパラメータが 1つ加わったモデルだと考えることができる。あるいは、Q-learning モデルは、状態推定付き Q-learning モデルにおいて qの値を q=1 とした場合に相当する。

上記3つのモデルのうち、RW モデルが、潜在構造を「未学習」だと仮定したモデルであり、Q-learning モデルと状態推定付き Q-learning モデルが「学習済み」と仮定したモデルである.

これらのモデルでは、行動選択確率(画面の左右に表示された二つの画像刺激のうちの一方を選択する確率)は以下で定義される.

$$p(a_t|Q(a_t)) = \frac{\exp(\beta Q(a_t))}{\sum_{L,R} \exp(\beta Q(a_t))}$$

ここで β は鋭敏性と呼ばれ、選択のランダムネスを特徴づけるパラメータであり、0の場合に一様ランダム、無限大のときには一方の選択肢を決定論的に選ぶようになる。

3.2.2. モデル選択

本研究では、前節で述べた3種類の強化学習モデルを用い、実験で得られた行動データについて、AIC(赤池情報量基準)に基づくモデル選択を実施した。AIC は以下で定義される量である。

$$AIC = -2\log L + 2k$$

ここで L は尤度,k はモデルの自由パラメータの数を表す。AIC の値が小さいほど,データをよく説明するモデルとされる。

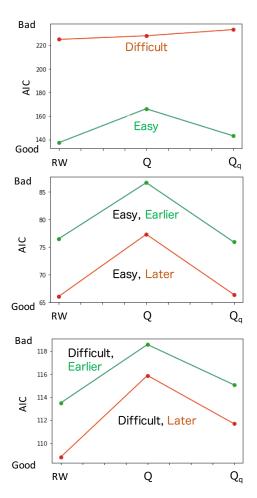
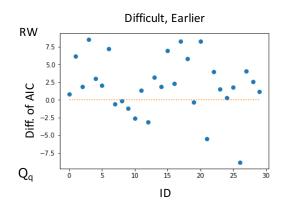


図 6: 各条件における AIC. 縦軸: AIC の値,横軸: モデル. 状態推定付き Q-learning モデルの状態推定確率 の値は q=0.9 とした. Q_q は状態推定付き Q-learning モデルを表す.

前節で述べた 3 種類の強化学習モデルについて、それぞれの自由パラメータの数 k は、RW モデルが k = 3、Q-learning モデルが k = 4、状態推定付き Q-learning モデルが k = 5 である.

各モデルについて AIC を計算した結果を図6に示す。AIC によるモデル選択の結果、被験者平均としては、難条件の前半と後半のそれぞれにおいて、RW モデルが選択されるか傾向があることがわかった。また他の条件では、RW モデルか状態推定付きQ-learning モデルのいずれが選択されるか傾向がある、という結果が得られた。

さらに、各被験者の個別の振る舞いを把握するために、被験者ごとに状態推定付き Q-learning モデルの AIC と RW モデルの AIC の差分を計算した結果を図7に示す。この値が負の場合、その被験者については状態推定付き Q-learning モデルが選択されることを意味する。これを見ると、被験者平均としては RW モデルが選択される傾向がある一方で、



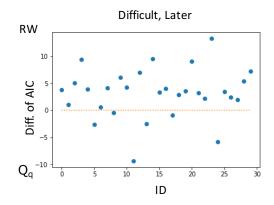


図 7:各被験者における AIC の差.縦軸:AIC(\mathbf{Q}_q) – AIC(RW)の値,横軸:被験者 ID.状態推定確率の値は q=0.9.上図は難条件・前半,下図は難条件・後 \mathbf{Y}

なかには状態推定付き Q-learning モデルが選択される被験者がいることがわかった。特に難条件の前半・後半においては、被験者全体の 25%程度で状態推定付き Q-learning モデルが選択されることがわかった。

上記の結果を踏まえて、状態推定付き Q-learning モデルによって行動がよく説明される被験者が、どの程度正確に、課題の潜在構造(状態)を推定できているのかを把握するための分析を行った。 具体的には、状態推定付き Q-learning モデルについて、各条件でqの値を[0.0,1,0]の範囲で0.1 刻みで変化させて AIC を計算した結果を図8に示す。これを見ると、いずれの条件においても、状態推定確率qの値の増加とともに AIC が減少し、q=0.9 付近で最小値をとることがわかった。これはすなわち、状態推定付き Q-learning モデルにおいては、現在の状態を高い確率で正確に推定できることを仮定したモデルの方が、行動データをよく説明するということを意味している。一方で、q=1.0 においては

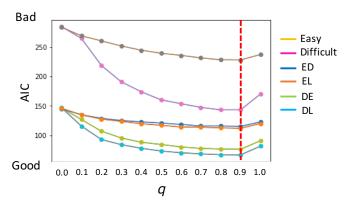


図8: 状態推定付き Q-learning モデルの AIC. 縦軸: AIC の被験者平均,横軸:状態識別確率 q. 各線は,それぞれ各条件を表す.図中の赤破線は,AIC が最小となる q の値を示す.

AIC の値が上昇しているため、現在状態を確実に推定できるモデルは行動データをうまく説明しないモデルであることがわかる。

3.3. 心理尺度

本研究では、逆転学習課題を用いた行動実験とは 別に、質問紙調査による心理尺度の測定を実施した。 具体的には、以下の4つの尺度を測定した。

- エフォートフル・コントロール (ECSA) [山形 他, 2005]
 - ▶ 抑制制御,集中力,注意の切替えのうまさ
- 行動制御系・行動賦活系尺度(BISBAS)[高橋 雄介・繁桝, 2008]
 - 罰・報酬感受性. 罰の回避,報酬への接近傾向の強さ
- 衝動性 (BIS11) [小橋・井田, 2013]
 - ▶ 衝動的行動傾向の強さ
- 首尾一貫感覚 (SOC, Sense of Coherence) [Antnovsky, 1987]
 - 先を見通せることによる、ストレス耐性 の強さ

これらの尺度では、質問紙に対する解答からスコアが得られ、その値が高いほど、被験者は、各質問紙が対象とする心理的・認知的傾向を強く持つものとされる.

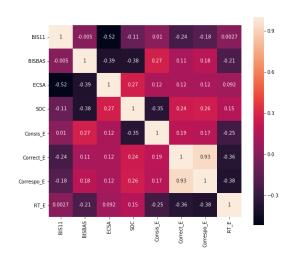


図9:行動指標と心理尺度の間の相関行列. 図中の値は Spearman の順位相関係数を表す. 例として, 易条件での計算結果を示す.

上記の心理尺度を測定したうえで、それらと実験 で測定した行動指標との間の相関を分析した.

図9に、行動指標と心理尺度との間の相関行列を 示す。これは、4つの行動指標(正答率、一致率、 一貫性,反応時間)と4つの心理尺度 (ECSA, BISBAS, BIS11, SOC) との間で, Spearman の 順位相関係数を計算したものである。図9には例と して易条件での計算結果を示してあるが、分析は全 ての条件に対して実施した(また図9には、行動指 標同士、および心理尺度同士の間の相関を計算した 結果も含まれている). 分析の結果, 易条件におい ては、「衝動性と正答率の間の負の相関」および 「首尾一貫感覚と正答率の間の正の相関」があるこ とがわかった。また、難条件では「罰・報酬感受性 と正答率の間の正の相関」があることがわかった. 衝動性、および首尾一貫感覚はともに、刺激に対す る即時的応答をどの程度抑制できるかを反映すると 考えられる. また罰・報酬感受性は, 自身が受けた フィードバックに対する行動の可塑性の程度を反映 すると考えられる. これを踏まえると、得られた結 果は、課題において高い成績を得るためには、直近 のトライアルで得られた報酬(フィードバック)に 対して即時的な応答をするのではなく, 得られた即 時的報酬と長期的報酬(期待報酬)との間の関係性 をある程度よく"吟味"する必要があることを示唆し ている.

4. まとめ

本研究では、逆転学習課題を用いた行動実験を実施し、被験者の振る舞いを、行動指標、強化学習モデルを用いたモデルベース解析、および、心理尺度という異なる手法によって分析した。

行動指標,およびモデルベース解析の結果は,易条件で参加者は、トライアルを重ねるにつれて課題の潜在構造を学習し、それによって成績が向上していることを示唆している。また心理尺度と行動指標との相関の分析結果は、課題で高い成績を得るためには、報酬に対する即時的応答を抑え、長期的報酬を志向ることの重要性が示唆された。今後は、認知的柔軟性の基盤となる認知機能の計算論的理解へ向けて、、モデルベース解析で得られた結果と行動指標、および心理尺度との間の関連をより詳細に分析する必要があるだろう。

本研究で行ったモデルベース解析では、上述のように、被験者の行動を説明するモデルとして、被験者平均では、RW モデルが選択される傾向が見られた。これは「課題を解くために潜在構造を学習・活用している」という。先行研究で得られている知見と一見食い違っているように見える。本論の最後に、この点について議論する。

先行研究では,脳計測実験および脳損傷個体の行動データから,課題の潜在構造は眼窩前頭皮質

(Orbitofrontal Cortex, OFC) において表象されていることを示唆する知見を示している[Wilson et al, 2014]. 一方、ヒトの発達過程において、OFCを含む前頭前野は、報酬系などの進化的に古い脳領域に比べて発達が遅いことが知られ、特に20歳前後の思春期においては、この発達のアンバランスが、リスクテイキング行動や新奇性探索傾向といった、思春期に特徴的な振る舞いを引き起こすことが知られている[Hartley and Somerville, 2015]. さらに、[Hauser et al, 2015]では、本研究で用いたRWモデルは、成人期よりも思春期の行動の方をよく説明することが示されている.

一方,本研究では20歳前後の若年者が被験者となっている(平均19.43歳(18~22歳,

SD=1.20)). これらの知見および事実を踏まえると、本研究で得られた結果が先行研究で得られた知見と異なるものとなったのは、対象とした被験者の年齢が若く、成人に比べて前頭前野が未成熟であることを反映したものである可能性がある. しかし、図7で示したように、なかにはRWモデルではなく、状態推定付き Q-learning モデルによってその

行動がよく説明される被験者もいるため、一概には言えない。言い換えると、本研究で得られた結果は、各被験者の脳(特に前頭前野)の発達における個体差が反映されたものである可能性がある。従って今後は、成人期の被験者を対象とした実験を実施し、その結果を今回得られた結果と合わせ、世代間比較を行い、上述の議論を検証する必要があるだろう。これにより、認知的柔軟性の基盤となる脳領域や認知機構を発達段階ごとに特徴づけるための端緒とできると考えられる。

豁饝

本研究はJSPS科研費JP16H06397の支援を受けた.

参考文献

- [1] W.A. Scott, "Cognitive complexity and cognitive flexibility," *Sociometry*, pp. 405–414, 1962.
- [2] A. Izquierdo, J. Brigman, A. Radke, P. Rudebeck, and A. Holmes, "The neural basis of reversal learning: an updated perspective," *Neuroscience*, vol. 345, no. 2, pp. 12–26, 2017.
- [3] R. C. Wilson, Y. K. Takahashi, G. Schoenbaum, and Y. Niv, "Orbitofrontal cortex as a cognitive map of task space," *Neuron*, vol. 81, no. 2, pp. 267– 279, 2014.
- [4] 山形伸二, 高橋雄介, 繁桝算男, 大野裕, & 木島伸彦. (2005). 成人用エフォートフル・コントロール尺度日本語版の作成とその信頼性・妥当性の検討. パーソナリティ研究, 14(1), 30-41.
- [5] 高橋雄介・繁桝算男. (2008). 罰の回避と報酬への接近の感受性を測定する 3 尺度の比較. パーソ ナリティ研究, 17, 72-81.
- [6] 小橋眞理子, & 井田政則. (2013). 改訂日本語版 BIS-11 の作成: 信頼性と妥当性の検討.
- [7] Antonovsky, A. Unraveling The Mystery of Health -How People Manage Stress and Stay Well, San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1987
- [8] Hartley, C. A., & Somerville, L. H. (2015). The neuroscience of adolescent decision-making. *Current opinion in behavioral sciences*, 5, 108-115.
- [9] Hauser, T. U., Iannaccone, R., Walitza, S., Brandeis, D., & Brem, S. (2015). Cognitive flexibility in adolescence: neural and behavioral mechanisms of reward prediction error processing in adaptive decision making during development. *Neuroimage*, 104, 347-354.

地図未知な案内課題における知識の転移:知識転移の確信度の分析 Transfer of knowledge in a navigation problem without the map: analysis of confidence of knowledge transfer

鳥居拓馬[†],日髙昇平[†],小林瞭[†] Takuma Torii, Shohei Hidaka, Ryo Kobayashi

[†]北陸先端科学技術大学院大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology {tak.torii, shhidaka}@jaist.ac.jp

概要

人はある課題を解くために獲得した知識を新しい課題を解くのに転用できる.こうした知識の転移を解明すべく,地図未知な意味グラフ上の案内課題を用い,この新奇課題に対して参加者が「常識」(概念の関係)を転移させるときの行動データを分析した.強化学習を用いたモデルベースの行動分析から,案内課題が終盤に向かうにつれ,参加者は転移元の「常識」が新奇課題にうまく適合したかように行動することが示唆された.

キーワード:知識の転移 (transfer of knowledge), 意味グラフ (semantic graph), 案内課題 (navigation problem), 確信度 (confidence), 強化学習 (reinforcement learning)

1. はじめに

人はある課題を解決するために獲得した知識や技能を別な新しい課題を解決するのに転用・適用できる.獲得した知識を新しい課題に適合させる能力は人がもつ問題解決の柔軟性の源のひとつといえる.通常,新奇課題に直面したとき,問題解決主体は新奇課題に関して十分な知識をもたない.そのとき,新奇課題に関する知識を探索・発見しながら,既存課題の知識を新奇課題の知識に"うまく適合させる"ことが,新奇課題の成績の向上をもたらしうる.

心理学では、新奇課題を解くときに既知課題の知識を転用して成績が高まる現象は「学習の転移」と呼ばれる [1,2]. 近年の機械学習では「転移学習」と呼ばれ、特定の課題領域(課題固有の事前知識や観察データ)を超えた学習器の構築が研究されている [3]. 転移学習の用語では、既知課題に関する知識を「転移の始域」と呼び、新奇課題に関する知識を「転移の終域」と呼ぶ. これらの用語を借りると、問題解決における知識の転移とは、転移の始域(既存課題の知識)と転移の終域(新奇課題の知識)の間に同型性を見いだす行為といえるだろう. その意味で、知識の転移は類推とも深く関係すると思われる.

知識の転移を経験的に研究する場合,新奇課題に対する既知課題の知識の適合度を調べるには,とくに新

奇課題の知識あるいは転移の終域が(実験者の立場から)明確に与えられていることが望ましい。そうでなければ、課題の成績の分析を超えて、新奇課題を遂行中の被験者の行動が知識の転移に誘導されたものかを分析することは難しくなる。こうした制約を部分的に充たしつつ、データ分析で扱いやすい課題として、本研究では意味グラフ上の案内課題(たとえば[4])を扱う。

意味グラフとは、概念を頂点とし、概念間の繋がりを 有向辺とするグラフをいう [5, 6]. Wikipedia 等のハイ パーテキスト百科事典は、各記事を一つの概念とし、記 事間のハイパーリンクを概念間の繋がりとみることで、 ある種の意味グラフとみなせる [5]. 本稿では、このよ うな意味グラフを「知識」の一形式だと考える. 意味グ ラフ上の案内課題では、問題解決主体はある始点記事 から別の終点記事まで、ハイパーリンクに沿って記事 を遷移して、少ない経由記事数で到達することを要求 される.

典型的には、私たちはハイパーテキスト百科事典そのものを熟知することは難しく、とくに記事間の繋がり(ハイパーリンク;以下,リンクと略記)の有無に関しては大部分が未知といえる.しかし、まったく予測できない訳ではなく、日常生活の「常識」に照らせば、記事間のリンクの有無はある程度予測できる.そこで意味グラフ(百科事典)上の案内課題では、百科事典が人間社会の概念や概念間の繋がりのある側面を表すものだとすれば、案内者(問題解決主体)は日常生活で学んだ概念や概念間の繋がりに関する「常識」と呼ばれる知識を転用して案内課題をより効率的に遂行できると考えられる.より具体的に、もし案内者の「常識」に含まれる概念間の繋がりが、百科事典に含まれる記事間(概念間)のリンクとして存在していれば、案内者はこの案内課題を少ない経由記事数で達成しうる.

このように、案内課題の成績は案内者のもつ事前知 識から案内する空間への知識の転移の度合いを反映す るため、知識転移の可能性はその課題の成績から推定

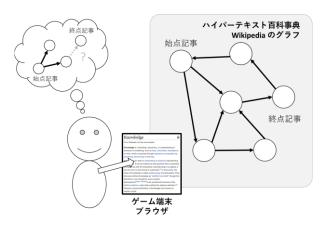


図 1. 意味グラフ上の案内課題. 始点記事と終点記事が指定される. 参加者 (プレイヤ) のゲーム端末には各時点で訪問中の記事のテキストとハイパーリンクが表示される

できると考えられる.しかし、課題の成績のみでは、知識の転移や経路の選択を統べる問題解決の方略までは明らかとはいえない.本研究では、案内者にとって未知な構造をもつ意味グラフ上の案内課題において百科事典の記事グラフや人間の行動データを分析し、既有知識を新奇課題に転移するときの人の行動傾向を探る.

2. 意味グラフ上の案内課題と行動データ

意味グラフ上の案内課題を扱ったオンラインゲーム のひとつに The Wikigame がある. The Wikigame (図 1) の各試行では、Wikipedia 内の2つの記事が始点および 終点として指定され、始点記事から終点記事までを繋 ぐ経由記事の列を, 実際に Wikipedia の記事をブラウザ 上で遷移しながら見つける. 始点記事, 経由記事の列, 終点記事を並べたものを「経路」という. ゲーム開始前 に始点記事と終点記事のタイトルが与えられるほか、 ゲーム開始直後に始点記事のテキストおよびリンク情 報が表示される(つまり, Wikipedia のある記事の全体 /一部がブラウザに表示される). 表示中の記事のリン クをひとつ選択 (クリック) すると, リンクで結びつい た別の記事に遷移し、遷移前の記事のテキストおよび リンク情報が消え, 遷移後の記事のテキストおよびリ ンク情報が表示される. 始点から終点まで到達できた 場合を「成功」と呼び、到達できずゲームを中断した場 合を「失敗」と呼ぶ. 各試行の成績は最終的な経路の長 さ(経路長)である.ブラウザの【戻る】ボタンを使用 できるが、後戻り前後の記事も経路長に加算される. Wikispeedia [4, 7] はウェブ閲覧行動の研究用に

TheWikigame を模して作られたデータ収集ソフトである. Wikispeedia で収集されたデータの一部は公開されている. 本稿ではそのデータセットを分析する.

Wikispeedia データセットの基本的な統計量を述べる. Wikispeedia の記事グラフは 4,601 個の記事と 119,882 個の有向リンクをもつ. このグラフの出次数 (他の記事からある記事へのリンクの数) の最小値 0,最大値 294,最頻値 14である.入次数 (ある記事から他の記事へのリンクの数) の最小値 0,最大値 1551,最頻値 0である.全記事ペア間の最短経路長の最小値 1,最大値 9,最頻値 3である.始点から終点まで到達できた参加者の行動データ (成功した経路のみ) には 51,318 本の経路が含まれる.このように、Wikispeedia の記事グラフには到達不能な記事 (入次数ゼロ) や袋小路的な記事(出次数ゼロ)も僅かに含まれている.これらの特殊な記事や後戻りボタンはグラフ理論的には特殊な扱いを要するため、場合分けした上で分析することが望ましい.

そこで、本研究では Wikispeedia の記事グラフのうち 最大有向強連結部分グラフ(どの記事からも任意の他 の記事へのリンクの列が存在するような部分グラフ) を主な分析の対象とした。この部分グラフでは任意の 記事ペアの間に少なくともひとつの有向経路が存在す る。この部分グラフは 4,051 記事と 111,900 個の有向リ ンクを含む。グラフの統計量の最頻値は、入次数の最頻 値 1 を除いて、変化していない。参加者の行動データ のうち、50,792 本の経路がこの部分グラフに含まれる 記事のみを用いて始点記事から終点記事まで到達した。 本研究では行動データのすべての経路に対して後戻り ボタンの使用等で生じる閉路を除外した"単純な"経路 を抜き出し、それを分析の対象とした。

TheWikigame や Wikispeedia [4] を扱った件数はいくつかある. Wikispeedia を構築してデータを収集した [7] を含むいくつかの研究 [8,9,10,11] はウェブ閲覧行動,記憶容量,情報探索の観点からデータ分析と行動モデルを研究した. 本研究では,著者らは意味の認知 [12] や知識の転移といった観点から,Wikispeedia の行動データを分析する.

3. 意味グラフ上の案内行動の分析

本研究で扱う意味グラフ上の案内課題では、典型的には、案内者は Wikipedia そのもののもつリンク構造を細部まで熟知していないと考えられる. こうした案内

するグラフの全体像あるいは「地図」が未知であると き,始点記事から終点記事までの経路を見つける課題 はどれほど難しいのだろうか. 言い換えると, 案内課題 の遂行において、参加者は彼らの「常識」の知識を使え ているのだろうか、これを調べるため、人間の行動デー タの成績(経路長)をいくつかのベースラインと比較す る、第一のベースラインは始点記事と終点記事を結ぶ すべての経路のうち最短の経路長である. 最短経路長 はグラフのリンク構造に関する完全な知識(全知)を想 定した場合に達成しうる成績であると同時に,参加者 が達成しうる最高の成績である。第二のベースライン は各記事においてとりうるリンクを等確率で選択した とき, つまり一様確率のランダムウォークで終点記事 に到達するまでに要する平均の経路長である. ランダ ムウォークの平均経路長は「常識」をもたない (無知) 仮想的な主体が達成しうる平均的な成績と解釈できる.

図 2 は終点記事に到達できた全試行について経路長の頻度分布を計算したものである (標本数で正規化した). 人間の行動データの場合 (Human), グラフ構造を既知で最短経路を選べる場合 (Shortest Path), 一様確率で次の記事を選んだ場合 (Random Walk) をそれぞれ図示した. 一様確率のランダムウォークの場合, 図示した範囲30ステップ時点までに終点記事に到達できる確率はほとんど 0 である. 図から, 人間の行動データの経路長は、グラフに関する完全な知識を想定する最短経路長ほど短くはないが,「常識」の知識を想定しないランダムウォークの平均経路長ほど長くもない. この定性的な分析結果から,参加者は何らかグラフ構造と相関した「常識」をもち,それを意味グラフ上の案内課題に転用していると考えられる.

案内課題では、始点記事と終点記事のタイトルほか、ゲーム開始直後に始点記事のテキストおよびリンク情報が与えられる。典型的に、始点記事と終点記事の関係は必ずしも直接的ではない。そこで、参加者がこの案内課題を高い成績で達成するには、始点と終点、2つの非類似な記事(概念)を繋ぐ可能性のある経由記事をある程度まで予想した上で次の記事へのリンクを選ぶ必要がある。ひとつの仮説は、非類似な2つの概念(始点記事と終点記事)を包括するような抽象的な概念(記事)を経由するという方略である。この仮説によれば、相対的に具象的な概念を記す始点記事(e.g.、「イヌ」)から、始点記事と終点記事が共に含まれる抽象的な概念を記す記事(e.g.、「動物」)を経由し、再び相対的に具象的な概念を記す終点記事(e.g.、「バクテリア」)へ

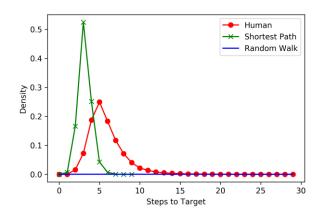


図 2. 終点記事 (Target) に到達できた全試行から求めた経路長の頻度分布. 人間の場合 (Human), グラフ構造を既知で最短経路を選べる場合 (Shortest Path), 一様確率で次の記事を選んだ場合 (Random Walk)

と遷移するような経路が多く観察されるはずである. 百科事典では、抽象的な概念を記す記事ほど下位概念 を表す記事へのハイパーリンクを数多くもつ傾向にあ る(グラフ理論の用語では「ハブ」という). そのこと から、各記事の出次数は各記事の抽象度を表すひとつ の指標となりうる.

この考えに沿って、図 3 に経路長 n = 3,4,...,9 を もつ行動データの各時点における平均出次数(記事の 概念の抽象度)を示した. 出次数による抽象度の指標で は、始点記事から経由記事そして終点記事へと遷移す るにつれて、その出次数が経路の途中で高くなるよう な山型の形状を示している.この仮説と結果は、ウェブ 閲覧行動を調査すべく Wikispeedia データセットを収集 した研究者らの分析 [7] でも確認されている. さらに, 山型の傾向は人間の行動データだけでなく、グラフ構 造を既知とした最短経路の場合(全知)でも見られる (図3下図). つまり, 人間の行動と最短経路はどちら も抽象概念(正確にはハブ)を経由するという仮説には 合う. 注目すべき点として, 人間の行動データでは, 最 初の選択(始点記事の次の記事)の時点で抽象度の平均 が最大となり、そのあと平均的には単調に減少してい く. 一方, 最短経路では山型の頂点は概ね経路全体の中 間に位置する. このことは、人間の場合は、できるだけ 早く抽象概念に到達し、その後は終点記事の概念へと 着実に向かう、という方略と解釈できる.

終点記事の概念へと着実に向かう傾向は抽象度の単 調減少から読みとれる.しかし、この方略では、最短経 路長(最高の成績を与える)に比べて全体的に低い成績 となっている. では、この方略は意味グラフ上の案内課題においてどのような意味があるのだろうか.

本研究の案内課題の特徴として、参加者はハイパーテキスト百科事典(意味グラフ)そのもののグラフ構造にはほとんど無知だと考えられる。それを補うために、日常生活で学んだ概念の構造すなわち「常識」を転移することで、初見の意味グラフの案内課題を効率的に遂行しているのだろうと、著者らは考えている。

喩えとして、もし私たちが地図をもたず、よく知らない町から家に帰るとしたら、できるだけ早くよく知った道にたどり着きたいと思うだろう。しかし、よく知った道に合流する経路は必ずしも最短経路とは限らない。つまり、迷うかもしれない(その知識をもつ者にとっては)近道よりも、着実に家に向かう回り道を好む人もいるだろう。これは家に着くまでの経路全体での不確実さの合計を最小化するような行動傾向と解釈できる。意味グラフ上の案内課題に戻れば、できるだけ早く抽象概念に到達し、その後は終点記事の概念へと着実に向かう、という方略・行動傾向は不確実さを減らすためだといえるだろう。言い換えると、これは知識の転移の確信度を高めるような方略・行動傾向と解釈できる。これを調べるため、次章では、人間の行動データに対して行動選択モデルのパラメータ推定を行う。

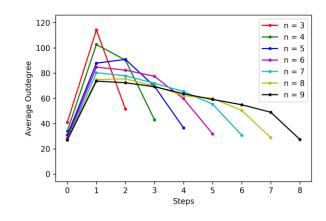
4. 案内行動データのモデリング

前章の行動データ分析から、人間の選んだ経路は、グラフ構造全知の場合(最短経路)よりも成績が低く、しかしグラフ構造無知の場合(ランダムウォーク)よりも成績が高い、この軸上では、人間の選んだ経路はこれらの間にあるものといえる。グラフ構造を既知な場合、終点記事に向かう最短経路上の記事を高く評価できる。他方、グラフ構造を無知な場合、すべての後続の記事の優劣を評価できない。こうした不確実性を伴う状況下での逐次的な意思決定に関して、各時点でとりうる選択肢の価値づけを記述する方法のひとつに強化学習がある。

強化学習では、現在の状態 $s \in S$, 次の状態 $s' \in S$, 報酬関数 $R(s) \in \mathbb{R}$ に基づき、各状態の価値 V(s) を見積もる。ある方策関数 $q:S \times S \to [0,1]$ のもとで、累積報酬を最大化する価値 V は以下の Bellman 最適性を充たす。関数を行列表示して

$V = R + Q_V \gamma V$

ここで、 $\gamma \in [0,1)$ は価値割引率、 Q_V は価値関数 V,



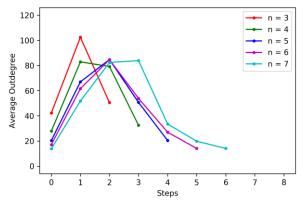


図 3. 経路長 n の経路の各時点(Steps)における平均出次数(Average Outdegrees)。記事の出次数は記事の表す概念の一種の抽象度を表す。上図,人間の経路の場合。下図,最短経路の場合

方策関数 q, グラフ G の関数で定まる確率状態遷移行列である. 本研究の用語では、状態は記事であり、方策関数はある記事にいるとき別の記事に遷移する確率を与える規則にあたる. 本研究のような案内課題 (迷路課題) では、終点記事である s に対して R(s)=1, 他のすべての記事に対して R(s)=0 と設定し、終点記事に到達することを指示する. 本稿では、方策関数にはsoftmax 関数を用いる. 具体的には、ある記事 s から別の記事 s' へと遷移する確率は方策関数

$q(s,s') \propto G(s,s') \exp[\beta V(s')]$

とする. グラフ G(a,b) は a から b へのリンクありで 1 を、そうでければ 0 を返す.強化学習では、 β は 鋭敏性パラメータと呼ばれ、 $\beta=0$ のときは価値に依らず可能な選択肢 (状態 s') を等確率で選ぶが、 $\beta=\infty$ のときは最大価値の選択肢 (状態 s') の 1 つをほぼ確実に選ぶ.このように、 β は価値推定の確信度(あるいは不確実性)を数量化したものと解釈できる.

前章の行動データ分析から、確信度 β は時間的に変化するものと想定される. 各経路 $s_0, ... s_t, ..., s_{n-1}$ の

ある時点 $t \in \mathbb{N}$ で,最も尤もらしい β はすべての β のうちその記事遷移の尤度 $q(s_t, s_{t+1})$ を最大にするものである.本研究では,一定の経路長 n をもつ複数の経路標本に対してそれぞれ最も尤らしい β を個別に求め,その平均値をみることで,経路長 n の経路の各時点でどのような確信度 β に基づく意思決定が行われたかを調べる.

強化学習では、価値関数 V はグラフ G を実質的に 既知とした上で計算される.本章の分析は、あくまでも 実験者の立場から、参加者の行動の背後にある価値推 の確信度あるいは知識の転移の確信度を特徴づけるも のである.参加者がどのような知識の転移を行ってい るかを直接的に調べるものではない.

図4には、各経路長 n=3,4,...,9 について、計算量の理由から無作為抽出した 100 本の経路標本から推定した最も尤もらしい β の平均値を示した。本稿では割引率 $\gamma=0.8$ に固定し、確信度 $\beta=0,1,2,...,30$ の範囲で網羅的に尤度を計算した。図から、最も尤もらしい β は始点記事の付近では小さく(相対的に $\beta=0$ に近く)、その後、終点記事の付近に向けて次第に大きく($\beta=30$ に近く)なっている。言い換えると、案内課題に取り組む参加者の行動では、各試行の経路の序盤ほど無知な場合ほどではないが確率的な選択を行っており、他方、終盤ほど全知な場合のように最適な選択を行う傾向を示している。この結果から、人間の参加者では、序盤ほど知識の転移の確信度が低く、終盤ほど知識の転移の確信度が高まる、と推察されるような行動をしていることが読み取れる。

5. 議論

本研究の意味グラフ上の案内課題(図1)では、参加者は案内課題そのもののグラフ構造(いわば地図)を知らず、その知識の欠如を補うために日常生活で培った「常識」を案内課題の問題領域に転移させるだろう、と考えた。その想定の下で行われた行動データ分析(図2)では、人間の選んだ経路はグラフ構造を全知な場合ほど高成績ではないが、まったく無知な場合ほど低成績でもないとする結果がえられた。この結果は人間が意味グラフ上の案内課題に外部の知識「常識」を持ち込んでいることを示唆すると考えられる。また、強化学習を用いたモデルベースの分析(図4)から、人間の意思決定は終盤になるほど全知な場合に近く確信度が高くなっていることが示された。つまり、目的地に近づくほど

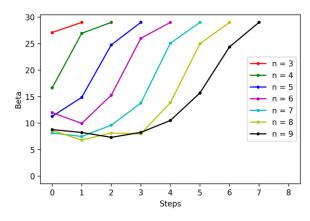


図 4. 強化学習モデルから推定された価値推定の確信 度を決めるパラメータ β . 始点記事での意思決定の 確信度を時点 0 に示した. β が大きいほど確信度が 高く全知戦略(最短経路)のように振る舞う. 他方, $\beta=0$ のときは無知戦略 (ランダムウォーク) のように一様確率で選択する

「常識」をよりよく活用できる、言い換えると、知識の転移がうまくできることを示唆すると考えられる.

本研究の案内課題は、各試行の開始時に与えられる始点記事と終点記事(概念)は一般に非類似的なものである.しかし、参加者は、抽象概念を経由する方略などによって(図3)、終点記事との関連を見いだしやすい記事に一端到達できれば、そのあとは比較的容易に「常識」を適用して終点記事まで到達しているように思われる.実際に TheWikigame をプレイしてみるとわかるが、終点記事に近づけば近づくほど、参加者はより正確に終点記事周辺の局所グラフ構造を予測できるだろう.その点で、各試行の終盤になるほど知識の転移の確信度が高くなるという本研究の分析結果はある程度まで納得のいくものといえるだろう.

意味グラフ上の案内行動に関していまだ未解明な点も多い.そのうちとくに興味深いものは最初の一手だと思われる.図3から,グラフ構造を既知とした最短経路の場合とは異なり,人間の行動データでは最初の一手を打ったあとは平均的には抽象度が減少し続けるような傾向を示している.このことは,最初の一手の時点で,参加者にとって終点記事との関係が比較的明らかな,あるいはその一手の後は「常識」を転移して終点記事まで到達できそうな一手を選んでいることを示唆する.本研究では最初の一手の意思決定に関しては十分に分析できていない.図4では,人間は最初の一手から比較的高い確信度をもつことを示している.この最初の一手は囲碁や将棋などのゲームでももっとも自

由度の高くそれゆえに難しい問題といわれる.こうした最初の一手のような点に,人間の行う知識の転移のもっとも重要な側面が隠れていると考えられる.近年では,意味ネットワークの拡散反応モデル [6] が "無関係"な概念間の類似性を人間が強制判断するときの行動によく適合するという報告 [13] や意味空間のランダムウォークでよく近似できるとする報告 [14] もある.こうした研究との関連を睨みつつ,今後はベイズ統計の枠組みを用いて経路全体を包括的にモデル化するなどし,最初の一手における意思決定を分析することで知識の転移のメカニズムに迫りたい.

知識の転移は広義の類似性推論 (類推や比喩等) の一種と考えられ,既存の対象から新奇な対象を理解するやり方のひとつと考えられる.将来的には,本研究で扱ったような意味グラフ上の案内課題の研究を通して,未知なる対象間の関係性を予測・発見する認知メカニズムの解明を目指していきたい.

謝辞

本研究は科学研究費補助金 JP16H05860, JP17H06713 の助成を受けて行われた.

参考文献

- [1] E. L. Thorndike and R. S. Woodworth, "The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions (I)," *Psychological Review*, vol. 8, no. 3, pp. 247-261, 1901.
- [2] 白水始, "認知科学と学習科学における知識の転移," 人工知能学会誌, vol. 27, no. 4, pp. 347-358, 2012.
- [3] L. Torrey and J. Shavlik, "Transfer learning," in Handbook of Research on Machine Learning Applications and Trends: Algorithms, Methods, and Techniques, E. S. Olivas and et al., Eds., IGI Publishing, 2010, pp. 242-264.
- [4] R. West, J. Pineau and D. Precup, "Wikispeedia: an online game for inferring semantic distances between concepts," in *Proceedings of the 21st International Joint Conference on Artifical Intelligence* (IJCAI2009), 2009, pp. 1598-1603.
- [5] M. R. Quillian, "Word concepts: a theory and simulation of some basic semantic capabilities," *Behavioral Science*, vol. 12, no. 5, pp. 410-430, 1967.

- [6] A. M. Collins and E. F. Loftus, "A spreading-activation theory o semantic processing," *Psychological Review*, vol. 82, no. 6, pp. 407-428, 1975.
- [7] R. West and J. Leskovec, "Human wayfinding in information networks," in *Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web* (WWW2012), 2012, pp. 619-628.
- [8] S. Aguinaga, A. Nambiar, Z. Liu and T. Weninger, "Concept hierarchies and human navigation," in Proceedings of the IEEE International Conference on Big Data, 2015, pp. 38-45.
- [9] P. Singer, D. Helic, B. Taraghi and M. Strohmaier, "Detecting memory and structure in human navigation patterns using Markov chain models of varying order," in *Detecting memory and structure in human navigation patterns using Markov chain models of varying order*, vol. 9, 2014, pp. e102070-1-21.
- [10] R. Nogueira and K. Cho, "End-to-end goal-driven web navigation," in *Proceedings of the 30th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2016)*, 2016, pp. 1903-1911.
- [11] D. Helic, M. Strohmaier, M. Granitzer and R. Scherer, "Models of human navigation in information networks based on decentralized search," in Proceedings of the 24th Conference on Hypertext and Social Media, 2013, pp. 89-98.
- [12] T. T. Rogers and J. L. McClelland, Semantic Cognition: A Parallel Distributed Processing Approach, MIT Press, 2004.
- [13] S. De Deyne, D. J. Navarro, A. Perfors and G. Storms, "Structure at every scale: a semantic network account of the similarities between unrelated concepts," *Journal of Experimental Psychology*, vol. 145, no. 9, pp. 1228-1254, 2016.
- [14] J. T. Abbott, J. L. Austerweil and T. L. Griffiths, "Human memory search as a random walk in a semantic network," in *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS2012)*, vol. 25, 2012, pp. 3050-3058.

類推能力の評価方法としての二項が未知の四項類推課題の提 案

Two-terms-missing-in-four-terms Analogy as a "Right" Task to Evaluate Analogy Competence

加藤 龍彦[†],日髙 昇平[†] Kato, Tatsuhiko, Hidaka, Shohei

* 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
skylark@jaist.ac.jp

概要

対象間の関係の関係性を用いる推論を類推という. 近年提案された単語埋め込みモデルは類推課題に高精度で回答可能であり、類推をモデル化する上で新たな可能性を示している.しかしこうしたモデルを評価するのに用いられてきた課題は、関係の関係性を用いなくても正答できる可能性がある.本稿では関係の関係性を用いなければ正答できない課題を提案し、単語埋め込みモデルがこうした課題をほとんど解けないことを示すことで、モデルが類推を行っていない可能性を示した.

キーワード:類推,四項類推,単語埋め込みモデル

1. 類推~関係の関係性についての推論

「「男」と同じ関係を持つ「女」という語に対して、「王」と同じ関係を持つ語は何か」というように、「関係の間の関係性」の理解を必要とする課題を解く能力を類推という(Gentner, 1983; Gentner, 2010). この例では「男女」の関係性と、王と何らかの単語の関係性が「同じ」であるというところから、その語が「女王」である、という推論が可能になる. 類推能力は未知の対象や、まだ完全にはわかっていない事柄について推測することを可能にすることで、科学的発見、教育や学習などの場面で欠かせない能力だと考えられてきた(Holyoak and Thagard, 1989).

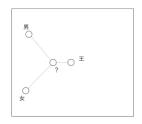
こうした類推能力をモデル化する試みは認知科学に おいて早くから行われてきたが、ほとんどのモデルは モデラーが対象間の関係などの意味の表現を明示的に 与えることで作成されていた (Falkenhainer et al., 1989; Hummel and Holyoak, 2003). これに対して、近年自然言 語処理分野で提案された単語埋め込みモデルとして知 られる word2vec (Mikolov, 2013a,b) や GloVe (Pennington et al., 2014)といったモデルは、意味の表現 自体を言語データ中の共起確率を近似することで学習し、なおかつ類推課題に高い精度で回答できることが示されている。また単語埋め込みモデルは意味判断においても人と類似した判断を行うことが知られており(Baroni et al., 2014)、モデルを通じて人の意味判断や類推の特性を明らかにできる可能性を示している。

単語埋め込みモデルの類推課題としては、最初にあげたような 3 つの単語からなる問いに答える四項類推課題が典型的に用いられる。こうした課題はモデルが単語間の意味関係をどの程度良く表現できているかを検証するために使われる。この四項類推課題に対し、単語埋め込みモデルでは、課題の 3 単語のベクトルの和・差 $v_c - v_b + v_a$ と候補単語 v_d の余弦類似度を最大にする単語 $v = argmax_{v_d}\cos_{\{v_a,v_b,v_c\}\notin V}(v_c - v_b + v_a,v_d)$ を類推結果として回答する。この式は、類推課題中の単語 a,b,cとベクトル空間上で「平行四辺形」

(図 1 右)の配置にある単語と最も類似した単語を回答すると想定されている。もし word2vec モデルが本当にこうした平行四辺形関係を捉えられているのであれば、単語ベクトル v_a と v_b , v_c と v_d の間の差分としての関係が「同じ」である、ということを捉えていることになる。これはある意味での関係の関係性を用いており、その意味で類推を行っていると言ってよい。

本稿では、このような四項類推課題を用いてモデルの類推能力を測るには本質的な限界があることを指摘し、類推能力を評価する上でより適切な課題として「二項が未知の四項類推」(以下、二項未知類推と略記)を提案する. さらに、代表的な単語埋め込みモデルであるword2vecでは二項未知類推課題に十分な精度で回答できないことを示し、この課題に回答できるモデルを構築するための方策を提案する.

2. 既存の四項類推の問題点と二項が未知 の四項類推



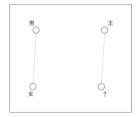


図 1: 通常の四項類推課題では、左のような関係の同一性に基づかないような単語対でも正答としてしまう

従来の(一項が未知の)四項類推課題の問題点は, 問いにある3単語のそれぞれと候補単語の関係を利 用することで、「関係性の関係」に関する推論を行わ ずに課題に回答可能な点である. 例として、最初に あげた男:女:: 王:?の問いに対しては,「男」, 「女」、「王」それぞれの単語と類似あるいは非類似 であるという情報の利用だけでも正解と想定される 「女王」を回答可能となる可能性がある(図1左). 実際 Rogers ら(2017)は,類推課題における word2vec の正答率が, 問題文にある単語(e.g., 前出の例では 「王」)と正解単語の類似度に依存することを報告し ている. このことは、word2vec が単語ベクトル間の 関係の関係性ではなく、それらの関係だけで四項類 推課題に回答していることを示唆する. このように通 常の四項類推課題では関係の関係性以外の情報を用い て正答を得ることが可能であるため、必ずしも類推能 力を評価する課題とは言えないと考えられる.

このような既存の四項類推の問題点を解消するために、我々は二項未知類推課題を提案する。二項未知類推課題は、関係の関係性を用いたの推論を必要とする課題の一つである。課題内容としては、「「男」と「女」単語と同じ関係を持つ単語の対を1つあげよ」(前述の四項類推課題と対比すれば"男:女::?:?")という形式の問いへの回答を求める。この課題では、各単語への類似性などだけでは、無数にありうる単語対(1単語を答えるよりも潜在的な組み合わせが大きい)を絞り込むことが困難であるため、問いに含まれる2つの単語の関係を基に推論することが不可欠であると考えられる。したがって、類推能力、つまり関係の関係性に基づく推論能力を評価する課題と言える。

3. 単語埋め込みモデルで二項が未知の類 推課題を解けるか

以下では二項未知類推課題を word2vec のベクトル空間を用いて回答した結果を報告する. ここでは word2vec モデルとして訓練済みの単語ベクトルを用いた. この単語ベクトルが構成するベクトル空間は,300次元上の各点として300万の単語ベクトルを持つ.

Word2vec のベクトル空間を用いた二項未知類推課題の回答方法の一つの実装として、候補単語対の集合の内、問いの2単語の差のベクトルとのユークリッド距離が最も小さい差のベクトルを構成する単語対を類推結果として回答すると定義した。このように演算を定

表 1: Google テストセットの問題クラスと各クラスの問題例

単語クラス	問題例	
首都と主要な国	Berlin : Germany :: Paris : France	
首都と世界の国	London : England :: Rome : Italy	
通貨	Japan : yen :: USA : dollar	
街と州	Boston: Massachusetts:: Honolulu: Hawaii	
男女	man : woman :: king : queen	
形容詞と副詞	amazing : amazingly :: calm : calmly	
対義語	acceptable : unacceptable :: aware : unaware	
比較級	bad : worse :: big : bigger	
最上級	bad : worst :: big : biggest	
現在分詞	code : coding :: dance : dancing	
国籍	France : French :: Germany : German	
過去形	dancing : danced :: decreasing : decreased	
複数形	banana : bananas :: bird : birds	
複数動詞	decrease : decreases :: describe : describes	

義した理由は、単語ベクトル間の平行四辺形関係を適切に捉えるためである。ある図形が平行四辺形であるための条件は、対辺の長さと対角がそれぞれ等しいことである。 $u,v \in \mathbb{R}^n$ としたときのユークリッド距離 ||u-v||は二つのベクトルの差分を計算することでベクトル間の長さを比較し、差分の内積を計算することで角度を比較する。その点で、ユークリッド距離は複数ベクトルが平行四辺形をなしているかどうかを確認するのに適している。テストセットとしては、単語埋め込みモデルの類推課題で通常用いられるテストセットである Google テストセット を用いた (表 1). テストセット中の各単語クラスについて、その 1 つの単語対(e.g.,「男」-「女」)を二項未知類推形式の問いとし、その単語対と同じ単語クラスの他の単語対(e.g.,「王」一「女王」など正解の事例群)の差のベクトルと

¹ https://code.google.com/archive/word2vec

のユークリッド距離と、問いの単語対と不正解の単語 対の集合(e.g., 「東京」-「りんご」)から無作為抽 出した 1000 単語対のユークリッド距離を比較した (表 2). ある単語クラスで、同クラスの他の単語対が 問いの単語対に対して、不正解単語対より小さい距離 を持つならば、単語埋め込みモデルのベクトルを使っ て、二項未知類推課題で正解できることを意味する.

この分析を行った結果,「男女」,「複数動詞」二つのカテゴリを除いた他のカテゴリでは,この回答方式により二項未知類推課題で正解できたケースは0であり,複数動詞カテゴリでも1つの対で正解できただけであった。また今回の実験では1000の単語対をランダムにサンプルしたが,回答方式として一つでも正解単語対より問いの単語対との距離が小さい不正解単語対があ

表 2: 分析したテストセットの各単語クラスに含まれる単語対の組み合わせ数のうち,不正解単語対の集合からランダムに抽出した 1000 単語対よりも,正解単語対の距離が小さい単語対の数(モデルの正しい回答数に相当).

単語クラス (単語対数)	正答数
首都と主要な国	0/22
首都と世界の国	0/115
通貨	0/29
街と州	0/66
男女	9/22
形容詞と副詞	0/31
対義語	0/28
比較級	0/36
最大級	0/33
現在分詞	0/32
国籍	0/40
過去形	0/39
複数形	0/36
複数動詞	1/29

った時点で不正解となるため、サンプル数を増やしても二項類推課題の精度が改善することはない.この結果は、word2vecのベクトル空間を用いて関係の間の関係性に基づいて二項未知類推課題に高い精度で回答することは困難であることを示唆する.従って、従来word2vecは一項未知の類推の上で一部の類推課題を解けるとされてきたが(Chen et al., 2016; Lu et al., 2019)、関係の関係性を捉える、という意味で課題を解けているのかどうかは疑問が残る.

4. おわりに

本稿では、既存の一項が未知の四項類推課題では 人の類推能力をテストできていない可能性を指摘し、 それに代わる課題として二項が未知の四項類推課題 を提案した. この課題を用いて word2vec の性能を テストし、word2vec は二項が未知の類推課題を高 い精度では解けないことを示した.

また、今回 word2vec を使った場合二項未知類推課題の回答の精度が低いことを示した.二項未知類推課題に回答可能なモデルを作るために以下のような方策が考えられる.(a) 例えば男女関係のような、ある関係にとって重要となる次元を選定し、その次元を重み付けるなどの手法で関係毎の部分空間を作り、その上で類推を行う.(b) neural latent relational analysis (Washio and Kato, 2018) や pair2vec (Joshi et al., 2018)など、単語対のベクトル表現を生成する手法を用いる.このようにして二項未知類推課題に高精度で回答できるモデルを構築することで、類推を行う能力にとってどのような性質が必要かつ十分となるのかを明らかにすることが期待できる.

参考文献

- [1] Baroni, M., Dinu, G., & Kruszewski, G. (2014). Don't count, predict! A systematic comparison of context-counting vs. context-predicting semantic vectors. In *Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (Volume 1: Long Papers) (Vol. 1, pp. 238-247).
- [2] Chen, D., Peterson, J. C., & Griffiths, T. L. (2017). Evaluating vector-space models of analogy. arXiv preprint arXiv:1705.04416.
- [3] Falkenhainer, B., Forbus, K. D., & Gentner, D. (1989). The structure-mapping engine: Algorithm and examples. *Artificial Intelligence*, 41(1), 1–63.
- [4] Gentner, D. (1983). Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy*. *Cognitive Science*, 7(2), 155–170.
- [5] Gentner, D. (2010). Bootstrapping the Mind: Analogical Processes and Symbol Systems. *Cognitive Science*, 34(5), 752–775.
- [6] Holyoak, K. J., & Thagard, P., 鈴木宏昭, & 河原哲雄. (1995). 『アナロジーのカ』. 新曜社. 東京.
- [7] Hummel, J. E., & Holyoak, K. J. (2003). A symbolic-connectionist theory of relational inference and generalization. *Psychological Review*, 110(2), 220–264.
- [8] Joshi, M., Choi, E., Levy, O., Weld, D. S., & Zettlemoyer, L. (2018). pair2vec: Compositional Word-Pair Embeddings for Cross-Sentence Inference. ArXiv:1810.08854 [Cs].
- [9] Lu, H., Wu, Y. N., & Holyoak, K. J. (2019). Emergence of analogy from relation learning. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(10), 4176–4181.
- [10] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.
- [11] Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and

- their compositionality. In Advances in neural information processing systems (pp. 3111-3119).
- [12] Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. (2014). Glove: Global Vectors for Word Representation. *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, 1532–1543.
- [13] Rogers, A., Drozd, A., & Li, B. (2017, August). The (too many) problems of analogical reasoning with word vectors. In *Proceedings of the 6th Joint Conference on Lexical and Computational Semantics (* SEM 2017)* (pp. 135-148).
- [14] Washio, K., & Kato, T. (2018). Neural Latent Relational Analysis to Capture Lexical Semantic Relations in a Vector Space. *ArXiv:1809.03401 [Cs]*.

All about attention

Shin Asakawa

Tokyo women's christian university asakawa@ieee.org

Abstract

Cognitive scientists are paying attention to attention since Broadbent. Especially studies about psychological evidence, computational models, and their neural correlates of attention were contributed to the advances of these areas. Recent advances in deep learning for both image understanding and natural language processing are worth considering. Questions whether these studies are compatible might be interesting. We gave a brief survey in physiology, psychology, and computational models about attention. We also focused on the saliency map and winner-take-all (WTA) circuits and proposed that the WTA function might be implemented in the penultimate layer. Despite differences between physiology and computational modeling such as bottom-up and top-down interactions. Attention is still worth studying and attractive all the scholars who are interested in cognitive functions.

Keywords: Attention, neural networks, winner-take-all, bottom-up and top-down

1. Introduction

Recent progress of deep learing for both image and language understanding [19, 9, 6] might be influential for cognitive science. These studies might be included as

- 1. the multi-head attention, or self attention in the transformer [33] is bottom-up attention in cognitive psychology.
- 2. Attention based image and language interactions [34]

Th sensory cortex (Fig. 1) is studied is one of encoding—the process by which stimuli are transformed into patterns of neural activity—and decoding, the process by which neural activity generates behavior. The ventral visual pathway is the most comprehensively studied sensory cascade. It consists of a series of connected cortical brain areas. PIT,CIT, AIT, RGC,

LGN, Fig.1(c) are multilayer neural networks, each of whose layers are made up of a nonlinear combination of simple operations such as filtering, thresholding, pooling and normalization.

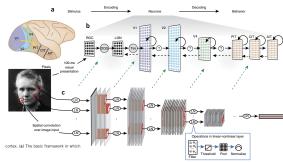


Fig. 1 A shematic correspondings between the brain areas and deep convolutional neurral network model. From [38] Fig. 1

2. Psychological evidence

Attention was studies in psychophysics, functional brain imaging, electoro-phisiology, neuropsychology, and computational modelings. We will give a brief review of psychological and computational models with respect to recent advances in deep learning. There are several important concepts such as **Spotlight** (search light) metaphor [5], feature binding [31], attention bottle neck [27], and guidance, selection, enhancement, exogeous vs endogenous, saliency map [18], WTA[18]. Among them, this paper was intended to address the following points:

- 1. saliency map = penultimate layer hypothesis, but multi scale attention proposed by Wang and Shen [35].
- botom-up/top-down attention = winner-take-all
 softmax hypothesis [20] It can be explained the
 Inhibition of Return [16]
- 3. In conjunction with the layer representation [29], another possibilities might be considered for atttetion

3. Related brain areas

Most prominent areas was shown in fig. 2. Areas in blue in Fig. 2 indicate the dorsal frontoparietal network. "FEF", frontal eye field; "IPs/SPL", intraparietal sulcus/superior parietal lobule. Areas in orange indicate the stimulus-driven ventral frontoparietal network. TPJ, temporoparietal junction "IPL/STG", inferior parietal lobule/superior temporal gyrus; "VFC", ventral frontal cortex "IFg/MFg", inferior frontal gyrus/middle frontal gyrus).

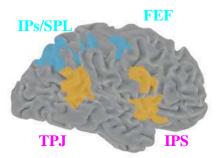


Fig. 2 Dorsal and ventral frontoparietal networks and their anatomical relationship with regions of damage in patients with unilateral neglect. From [4] Fig. 7a

A shematic diagram was shown in Fig.3. Visual information enters the primary visual cortex via the lateral geniculate nucleus (LGN), and the superior colliculus (SC). From there, visual information progresses along two parallel hierarchical streams. Cortical areas along the "dorsal stream" (including the posterior parietal cortex; PPC) are primarily concerned with spatial localization, or "where pathways" directing attention and gaze towards objects of interest in the scene. Cortical areas along the "ventral stream" including the inferotemporal cortex(IT) are mainly concerned with the recognition and identification of visual stimuli, or "what pathways". Several higher-function areas are thought to contribute to attentional guidance, in that lesions in those areas can cause a condition of "neglect" in which patients seem unaware of parts of their visual environment.

One regison studied extensively is the prefrontal cortex (PFC). Areas within the PFC are bidirectionally connected to both the PPC and the IT [21]. The PFC also has an important role in modulating, via feedback, the dorsal and ventral processing streams.

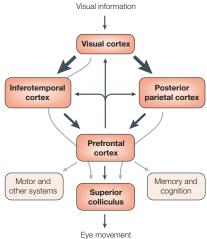


Fig. 3 A simplified overview of the main brain areas. From [13]

4. Mesurement of saliency

According to Wang and Shen [35], the terms attention, saliency, and eye fixation have the same meaning and used interchangeably here.

Given gaze data while examining targets, the strength of saliency at gaze locations is often evaluated. The normalized scan path saliency (NSS) is a measure of comparing the strength of saliency at gaze locations with the average strength of saliency in input images, which is employed in [25, 8]. Moreover, the Kullback-Leibler divergence between saliency distributions sampled from gaze locations and those sampled at random is regarded as a measure to evaluate saliency map from videos [11].

Studies that assume search tasks including visual search can employ an evaluation measure that counts the number of shifts of gaze locations to find targets, by simulating such gaze shifts based on obtained saliency maps. This measure is employed not only in the pioneer work by Itti et al. [14]

5. Top-down and bottom-up

Bottom-up: Development of computational models of attention started with the Feature Integration Theory [31], which proposed that only simple visual features are computed in a massively parallel manner over the entire visual field. Attention is then necessary to bind those early features into a united object representation, and the selected bound representation is the only part of the visual world that passes though the attentional bottleneck. Koch and

Ullman [18] extended the theory by proposing the idea of a single topographic saliency map, receiving inputs from the feature maps, as a computationally effcient representation upon which to operate the selection of where to attend next: A simple maximum detector or winner-take-all (WTA) neural network was proposed to simply pick the next most salient location as the next attended one, while an active inhibition-of-return (IOR) mechanism would later inhibit that location and thereby allow attention to shift to the next most salient location. From these ideas, a number of fully computational models started to be developed.

Another bottom-up attention was applied to the natural language processings [33, 6]. The attention in BERT 4 (self attention) might be considered as bottom-up attention.

Multi-Head Attention

Fig. 4 NLP based models Left:encdor-decoder based model [1], Right:Transofor model[33]

Top-down: Models that address top-down, task-dependent influences on attention are more complex, as some representations of goal and of task become necessary. In addition, top-down models typically involve some degree of cognitive reasoning, not only attending to but also recognizing objects and their context, to incrementally update the model's understanding of the scene and to plan the next most task-relevant shift of attention [23]. For example, one may consider the following information flow, aimed

at rapidly extracting a task-dependent compact representation of the scene, that can be used for further reasoning and planning of top-down shifts of attention, and of action [23, 10]

Research towards understanding the mechanisms of top-down attention has given rise to two broad classes of models: models which operate on semantic content, and models which operate on raw pixels and images.

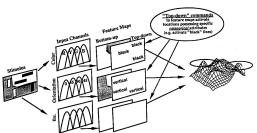


Fig. 5 The architecture of the guided search 2.0. Modified from [36] Fig. 2

One of the most probable models to account for the top-down bias is supposed to be Wolfe's Guided Search 2.0 [36](Fig. 5). Rensink [27] ellaborated these notions in terms of "Coherence theory", "gist", "attentional hand", and "tridiac stages".

6. What and where circuits

"saliency map" and "penultimate layer" The bottom-up and top-down cues are important to understand attention. Triesman and her collegues [31, 30] proposed the Feature Integration Theory. They also mentioned about the "search asymmetry" [32], "pop out". Those are hypothesized the several "feature maps" encoding each feature such as color, orientation of lines, brightness, motion disparity.

Fig. 6 shows fast R-CNN[7] shows that both information about "what" and "where" could be representated at a penultimate layer.

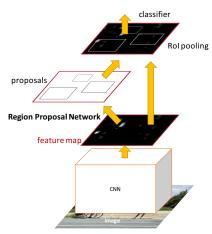


Fig. 6 A schematic diagram of Fast R-CNN [7]

Here, we propose the penultimate layer=saliency mapy hypothesis. and it is the place of attention operating with WTA=softmax function(Fig. 5). The softmax operation was also designated in the sequence-to-sequence model [1] (Fig. ??) for translation.

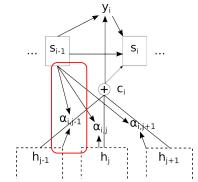


Fig. 7 Attention in natural laguage model [1]

This framework suggests that subjects selectively direct attention to objects in a scene using both bottom-up, image-based saliency cues and top-down, task-dependent cues.

On the other hand, physiologists found that dorsal and ventral pathways were seperated and might play different roles each other [24, 22, 15]. This discrepancy between philology and deep learning models might be considered more.

7. Saliency

Fig.8 shows predicted class of test images. The maps were extracted using a sing back-propagation pass thhrough a classification ConvNet.



Fig. 8 Image-specific class saliency map for top-1 predicted class in ILSVRC-2013 test images. From [29] Fig. 2

Fig. 9 shows examples of weakly supervised object segmentation vis ConvNets. 9 left indicates images from the test set of ILSVRC-2013. Left-middle: the corresponding saliency maps for the top-1 predicted class. Right-middle: thresholded saliency maps: blue shows the areas used to compute the foreground colour model, cyan – background colour model, pixels shown in red are not used for color model estimation. Right: the resulting foreground segmentation masks.

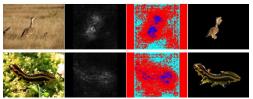


Fig. 9 Weakly supervised object segmentation using ConvNets. From [29] Fig. 3



Fig. 10 Attention for neural image captioning [37]

8. Compulatation model

We show recent computational models of focal visual attention, with emphasis on the bottom-up, saliency of attentional deployment. We highlight five important trends that have emerged from the computational literature:

- The perceptual saliency of stimuli critically depends on surrounding context; that is, a same object may or may not appear salient depending on the nature and arrangement of other objects in the scene. Computationally, this means that contextual influences, such as non-classical surround interactions, must be included in models.
- 2. a unique "saliency map" topographically encoding for stimulus conspicuity over the visual scene has proved to be an efficient and plausible bottom-up control strategy. Many successful models are based on such architecture, and electrophysiological as well as psychophysical studies have recently supported the idea that saliency is explicitly encoded in the brain.
- 3. inhibition-of-return (IOR), the process by which the currently attended location is prevented from being attended again, is a critical element of attentional deployment. Without IOR, indeed, attention would endlessly be attracted towards the most salient stimulus. IOR thus implements a memory of recently visited locations, and allows attention to thoroughly scan our visual environment.
- 4. attention and eye movements tightly interplay, posing computational challenges with respect to the coordinate system used to control attention. Understanding the interaction between overt and covert attention is particularly important for models concerned with visual search.
- 5. scene understanding and object recognition strongly constrain the selection of attended locations. Although several models have approached, in an information-theoretical sense, the problem of optimally deploying attention to analyse a scene, biologically plausible implementations of such a computational strategy remain to be developed.

9. Summary

We gave a brief survey of 1) physiological or imaging studies, 2) psychological evidence, 3) computational model. Attention for both image and natual language processing recently advanced employed attenion mechanisms. Although physiology and brain imaging studies insisted these mechanisms must be

processed in seperate pathways (what and where pathways), recent computational models deal these information in the same (peneultimate) layer. The discrepancy between physiological and computational models must be considered deeply for further understanding.

References

- [1] Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. Neural machine translation by jointly learning to align and translate. In Yoshua Bengio and Yann LeCun, editors, *Proceedings in the International Conference on Learning Representations (ICLR)*, San Diego, CA, USA, 2015.
- [2] Narcisse P. Bichot, Matthew T. Heard, Ellen M. De-Gennaro, and Robert Desimone. A source for feature-based attention in the prefrontal cortex. *Neuron*, 88:832–844, 11 2015.
- [3] Donald E. Broadbent. Perception and Communication. Pergamon, Oxford, UK, 1958.
- [4] Maurizio Corbetta and Gordon L. Shulman. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. Nature Reviews Neuroscience, 3:201–215, 3 2002.
- [5] Francis Crick. Function of the thalamic reticular complex+ the search light hypothesis. Proceedings of the National Academy of Sciences, 81:4586–4590, 1984.
- [6] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint, 2018.
- [7] Ross Girshick. Fast R-CNN. arXiv:1504.08083, 2015.
- [8] Jonathan Harel, Christof Koch, and Pietro Perona. Graph-based visual saliency. Proc. Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), 545– 552, 2007.
- [9] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. Deep residual learning for image recognition. arXiv:1512.033835, 2015.
- [10] Laurent Itti and Michael A. Arbib. Attention and the minimal subscene. In Michael A. Arbib, editor, Action to Language via the Mirror Neuron System, pages 289–346. Cambridge University Press., Cambridge, U.K., 2005.
- [11] Laurent Itti and Pierre Baldi. Bayesian surprise attracts human attention. Vision Research, 49:1295– 1306, 2009.
- [12] Laurent Itti and Ali Borji. Computational models: Bottom-up and top-down aspects. In Anna C. Nobre and Sabine Kastner, editors, *The Oxford Handbook of Attention*, chapter 38, pages 1122–1158. Oxford University Press, 2014.
- [13] Laurent Itti and Christof Koch. Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuro*science, 2:1–11, February 2001.
- [14] Laurent Itti, Christof Koch, and Ernst Niebur. A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analy*sis and Machine Intelligence, 20(11):1254–1259, 1998.

- [15] EveLynn McGuinness John Allman, Francis Miezin. Stimulus specific responses from beyond the classical receptive field: Neurophysiological mechanisms for local-global comparisons in visual neurons. Annual Review of Neurosciece, 8:407–430, 1985.
- [16] Raymond M. Klein. Inhibition of return. Trends in Cognitive Sciences, 4(4):138–147, 2000.
- [17] Eric I. Knudsen. Fundamental components of attention. Annual Revivew of Neuroscience, 30:57–78, 2007
- [18] Christoh Koch and Simon Ullman. Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry. *Human Neurobiology*, 4:219–227, 1985.
- [19] Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In F. Pereira, C.J.C. Burges, L. Bottou, and K.Q. Weinberger, editors, in Advances in Neural Information Processing Systems 25, Montréal, Canada, 2012.
- [20] D. K. Lee, L. Itti, Christoph Koch, and J. Braun. Attention activates winner-take-all competition among visual filters. *Nature Neuroscience*, pages 375–381, 1999.
- [21] E. K. Miller. The prefrontal cortex and cognitive control. Nature reviews Neuroscience, 1:59–65, 2000.
- [22] J. Moran and R. Desimone. Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science*, 229:782–284, 1985.
- [23] Vidhya Navalpakkam and Laurent Itti. Modeling the influence of task on attention. Vision Research, 45:205–231, 2005.
- [24] Ernst Niebur and Christof Koch. Control of selective visual attention: Modeling the "where" pathway. In Neural Information Processing Systems, volume 8, pages 802–808, 1996.
- [25] Robert J. Peters and Laurent Itti. Beyond bottomup: Incorporating task-dependent influences into a computational model of spatial attention. In CVPR, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 18–23, Minneapolis, Minnesota, USA, 6 2007.
- [26] Steven E. Petersen and Michael I. Posner. The attention system of the human brain: 20 years after. Annual Review of Neuroscience, 35:73–89, 2012.
- [27] Ronald A. Rensink. The dynamic representation of scenes. Visual Cognition, 7(1/2/3):17–42, 2000.
- [28] Tim Shallice, Paul W. Burgess, Frederick Schon, and Doreen M. Baxter. The origins of utilization behaviour. *Brain*, 112:1587–1598, 1989.
- [29] Karen Simonyan, Andrea Vedaldi, and Andrew Zisserman. Deep inside convolutional networks: Visualising image classification models and saliency maps. arXiv preprint, cs.CV(arXiv:1312.6034v2), 2014.
- [30] Ann Treisman. Feature and objects: The fourteenth bartlett memorial lecture. The quarterly Journal of Experimental Psychology, 40A:201–237, 1988.
- [31] Ann Treisman and George Gelade. A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12:97–136, 1980.
- [32] Ann Treisman and J. Souther. Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *JEP:General*, 114(3):285–310, 1985.
- [33] Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob

- Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, and Łukasz Kaiser. Attention is all you need. arXiv preprint, 2017.
- [34] Oriol Vinyals, Alexander Toshev, Samy Bengio, and Dumitru Erhan. Show and tell: A neural image caption generator. In *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Boston, MA, USA, 2015.
- [35] Wenguan Wang and Jianbin Shen. Deep visual attention prediction. *IEEE Transactions on Image Pro*cessing, 27(5):2368–2378, 2018.
- [36] Jeremy M Wolfe. Guided search 2.0 a revised model of visual search. Psychonomic Bulletin and Review, 1(2):202–238, 1994.
- [37] Kelvin Xu, Jimmy Lei Ba, Ryan Kiros, Kyunghyun Cho, Aaron Courville, Ruslan Salakhutdinov, Richard S. Zemel, and Yoshua Bengio. Show, attend and tell: Neural image caption generation with visual attention. arXiv:1502.03044, 2015.
- [38] Daniel L. K. Yamins and James J DiCarlo. Using goal-driven deep learning models to understand sensory cortex. *Nature Neuroscience*, 19(3):356–365, 3 2016.

非共感覚者における曜日の空間的配列 Spatial representation of days of the week in non-synesthetes

牧岡 省吾 Shogo Makioka

大阪府立大学 人間社会システム科学研究科

Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University makioka@hs.osakafu-u.ac.jp

Abstract

People who have spatial sequence synesthesia have clear and stable mental image of a spatial array of numbers, days or months. The shapes of number arrays vary by individual. It has been not known that those who do not have synesthesia also have idiosyncratic spatial representation of days of the week. We conducted an experiment to estimate the spatial array of days of the week from the distribution of the response time. A pair of the letters that represents the days of the week were presented on the display, and participants without synesthesia were asked to answer which day comes later by pressing the key that congruent with the spatial position of the day on the display. We found that estimated spatial array of days of the week differ by individual, and that the shapes (straight, bent, zig-zag, or circular) are similar to those of synesthetes'. The idiosyncratic shapes of spatial sequence synesthesia can be explained by the neural network which conducts self-organizing learning between spatial and numerical representations.

Keywords — Spatial Sequence Synesthesia, Days of the Week, Self-Organizing learning

1. はじめに

空間的配列共感覚(Spatial Sequence Synesthesia)を持つ人は,数や曜日が特定の配列で並ぶ視覚的イメージをもつ。この現象は数字列形(Number Forms)とも呼ばれ,共感覚の中でも比較的発生頻度が高い.配列の形状は,個人内では一貫性があり,数ヶ月の間隔を置いても変化が見られない.一方,個人間では多様であり,直線,円環,ジグザグなど様々な形状がみられる[1].一見不規則に見える形状であっても,数字は大きさの順に,曜日や月はその順序に従って並ぶ.

Makioka は、数字列形の形状が脳内の自己組織化学習によって決まるという枠組み(SOLA: Self・

Organizing Learning Account of number forms)を提案した[2]. この枠組みは,a.規則性と不規則性の混交,b.個人間での多様性,c.個人内での一貫性というナンバーフォームズの特徴を説明する。a は自己組織化学習が本来もつ特性である。b は自己組織化学習の結果がネットワークの初期状態に依存することにより説明さ

れる.c は安定したマップの形成後に学習が停止すると仮定することで説明される. Makioka は、数の大きさを符号化した入力を SOM^[3]に与えて自己組織化学習を行わせることにより、数字列形と類似したマップが形成されることを見出した.

牧岡は、数字の大小判断課題を用いて非共感覚者における数字の空間的配列について検討した4. 反応潜時に対する空間的配置の効果について個人ごとに検討したところ、個人間で異なる空間的配列が得られることが分かった. 本研究では、キー押しによって8種類の空間的配置について反応潜時を測定する新しい実験手続きを用いて、非共感覚者における曜日に関する空間的配列について検討する.

2. 方法

1回目の実験に参加した大阪府立大学の学生、大学院生19名のうち、2名は教示に従わず、1名は誤答率が50%を超えたため分析から除外し、16名(女性12名、平均年齢20.25歳)を分析対象とした。そのうち12名(女性9名、平均年齢20.25歳)が、2ヶ月以上の間隔を空けて2回目の実験に参加した。1回の実験の所要時間は60分程度であった。



図1 刺激の空間的配置.

刺激として,月-火,火-水,水-木,木-金,金-土,月 -水,火-木,水-金,木-土の9種類の曜日ペアを用いた.月-火の空間的配置の例を図1に示す.キーボード とディスプレイの空間的配置を近づけるため、ディスプレイアームを用いて画面の角度がキーボードに対して10°程度になるようにディスプレイを配置した.1回の試行の流れは次の通り.画面中央に凝視点(黒い円)が呈示されると、参加者はテンキーの5のキーを長押しした.そのままキーを押し続けると凝視点の色が赤に変わり、刺激ペアが呈示された.参加者は、後の方に来る曜日の位置をキー押しによってできるだけ速く答えることを求められた.たとえば、図1の45°配置の場合、5のキーの右斜め奥に位置する9のキーが正答となる.刺激ペアが呈示されてから参加者がキーを押すまでの時間を反応時間とした.1回の実験の試行数は、刺激ペア9種類×空間配置8種類×繰り返し16回=1,152回であった.実験制御にはMATLAB及びPsychToolbox^[5]を用いた.

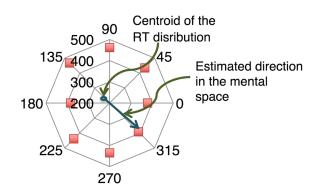


図 2 反応時間の重心に基づく心的空間における配置 の推定.

3. 結果と考察

誤答及び反応時間が 200msec 未満あるいは 2000msec を超える試行のデータは分析から除外し た. 平均反応時間は1日目が819.14msec, 2日目が 653.76msec だった. 誤答率は 1 日目が 4.71%, 2 日目が3.97%だった.参加者の心的空間における曜 日の配置を推定するために、各曜日ペアに対する8 つの配置における正反応時間の重心を参加者ごとに 算出した(図2). 重心は反応時間が長い配置の側に 偏るため、原点から見た重心の反対方向は、その参 加者の心的空間において曜日が並ぶ方向であると考 えられる. この仮定に基づいて3名の参加者におけ る各曜日ペアの配置をプロットしたものが図3であ る.曜日の配置は、参加者1の2日目を除いて直線 的ではないことが見て取れる.参加者2では折れ曲 がった直線状、参加者3では円環状の配置が見られ る. 1日目と2日目の配置は、参加者1では異なっ

ているが、参加者2と3では類似している.

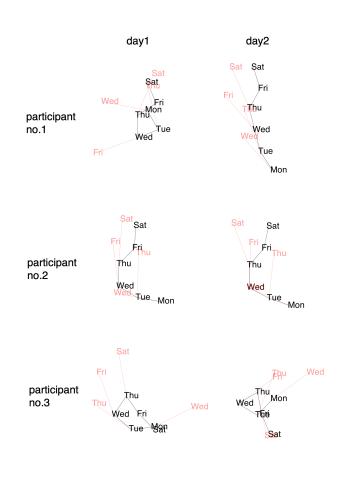


図 3 反応時間の分布から推定された心的空間における曜日の配置.

このような配置が反応時間のランダムな変動に起 因するものではないことを確かめるために,月-火と 火-水のような連続するペアが構成する配置(配置 1:図3の黒線)が、月-水のような連続するペアの両 端の配置(配置 2:図 3 の赤線)と一致するかどうか を確かめた. 曜日の配置が空間的属性を反映してい るなら、配置1と配置2の差異はランダムな変動か ら期待される値より小さくなるはずである. 反応時 間が正規乱数に依存して変動するという帰無仮説に 基づいて上記の実験と同じ数の試行を行ったときに 配置1と配置2が成す角度の平均値を算出するシミ ュレーションを 100 万回繰り返し、1° 刻みの累積 分布を算出した. その結果,参加者1人において配 置1 と配置2 が成す角度の平均値が46°を下回る 確率は 5%未満であった. これを臨界値とみなした とき、16人中8人の参加者で配置1と配置2が成 す角度の平均値が臨界値を下回っていた (表 1). こ

れは、少なくとも8人の参加者において、曜日の配置が空間的属性をもつことを意味する.

表 1 配置 1 と配置 2 の角度差を、参加者ごとにすべての曜日ペアで平均した値。

	Mean angular difference			
Participant	Day1		Da	y2
1	66.5		25.3	**
2	22.1 *	**	25.7	**
3	110.5		59.5	
4	44.1 *	٠	46.5	*
5	43.5 *	•		
6	69.5			
7	34.8 *	٠	48.9	†
8	49.1	t	89.6	
9	34.8 *	٠	89.1	
10	73.8		106.1	
11	18.0 *	•	63.3	
12	79.3			
13	95.7		47.2	†
14	15.7 *	***	54.5	†
15	16.4 *	***	15.0	***
16	64.1			

同様な手法で、1日目(Day1)と2日目(Day2)の実験の両方に参加した実験参加者 12名を対象に、2ヶ月以上の間隔を空けて行われた2回の実験から得られた空間的配置を比較した。配置1と配置2を込みにして、1日目と2日目において同じ曜日ペアの配置が成す角度の平均値を100万回のシミュレーションによって算出したところ、1日目と2日目の配置が成す角度の平均値が61°を下回る確率は5%未満であった。表2に示すように、12人中9人の参加者において、角度差の平均値は臨界値を下回っていた。これは、少なくとも9人の参加者において、曜日の空間的配置が2ヶ月の時間間隔を置いても偶然を上回る共通性を持つことを意味している。

表 2 実験 1 日目と 2 日目における各曜日ペアの角 度差を、参加者ごとに平均した値。

Participant	Mean and	gular difference
1	53.3	*
2	8.8	***
3	51.3	*
4	44.3	**
7	65.0	†
8	42.0	**
9	47.1	**
10	102.7	
11	47.3	**
13	78.9	
14	55.3	*
15	27.6	***

次に、参加者ごとに統計的検定を行うことによっ て、図 3 ににみられるような反応時間の重心に基づ く配置の推定の妥当性について検討した. まず, 0° と 180° のような対角を成す配置の反応時間の平均 値を、各参加者の曜日ペアごとに Welch の t 検定に よって比較した. 結果を表3に示す. 矢印は有意差 がみられた曜日ペアと配置を示す. たとえば Tue-Wed←は、「火」と「水」のペアにおいて 180° における平均反応時間が 0° の平均反応時間より有 意に短かったことを意味する. 同じ曜日ペアで、複 数の配置で有意差がみられた場合もある.表3に示 された検定はすべて独立したデータに対して行われ ており、危険率の補正は不要である、表3に示され る有意差がみられた曜日ペアの配置は、図3に示さ れる曜日ペアの配置とある程度一致している.参加 者2では図3における1日目と2日目の配置がよく 類似しているが、表3に示されたペアについても1 日目と2日目の類似性が高いことが分かる.

さらに、曜日ペアと空間的配置、およびそれらの 交互作用が反応時間に有意な影響を与えているかど うかを、線形混合モデルによる分析を行った.Rの lmer 関数を用い、検定にはlmerTestを使用した^[6]. 分析は参加者ごとに行い、同一条件における試行の 繰り返しを random factor として用いた.結果を表 4 に示す.ほとんどの参加者において、曜日ペアと 空間的配置の主効果が有意であった.交互作用につ いては、半数強の割合で有意であった.交互作用が みられたことは、空間的配置の効果が曜日ペアによ って異なること、すなわち、曜日が心的空間において「一直線上に並んでいない」ことを意味している. 以上の結果は、非共感覚者の心的空間における曜日の配置が、不規則な形状をもつ場合があり、個人間では多様であり、個人内ではある程度の一貫性を持つことを示唆している。これらの特性は共感覚者における数字列形と共通しており、自己組織化学習

が備える属性でもある. 非共感覚者は数字列形を意識することはできないが, 順序をもつ系列と空間の内部表現との間で自己組織化学習が生じているという点で共通している可能性がある.

表3 対角を成す配置間の反応時間に対する t 検定の結果.

Partici- pants	Day of experiment	Significant configurations found by Welch's t-tests ($p = 0.05$)
1	1	Tue-Wed:← Wed-Thu:↗ Thu-Fri:↗ Fri-Sat:↑ Tue-Thu:↑ Wed-Fri:← Thu-Sat:↗ ↑
	2	$Wed\text{-}Thu\text{:}\leftarrow \nearrow\ \uparrow \ Fri\text{-}Sat\text{:}\leftarrow\ \uparrow \ Tue\text{-}Thu\text{:}\uparrow\ Thu\text{-}Sat\text{:}\leftarrow\ \nearrow\ \uparrow\ \nwarrow$
2	1	Mon-Tue:← Wed-Thu:↗ ↑ ⊼ Thu-Fri:↗ Fri-Sat:↗ ↑ ⊼ Mon-Wed:← ⊼ Tue-Thu:⊼ Wed-Fri: ↑ ⊼ Thu-Sat:↗ ↑ ⊼
	2	$Mon\text{-}Tue\text{:} \land Tue\text{-}Wed\text{:} \land Wed\text{-}Thu\text{:} \land ri\text{-}Sat\text{:} \nearrow \uparrow Mon\text{-}Wed\text{:} \leftarrow \land Tue\text{-}Thu\text{:} \nearrow \uparrow Ved\text{-}Fri\text{:} \nearrow \uparrow \land Thu\text{-}Sat\text{:} \leftarrow \uparrow $
3	1	Tue-Wed:← Fri-Sat: ☑ Mon-Wed: ↗ Tue-Thu:←
	2	Tue-Wed:← K Fri-Sat:↓ Mon-Wed: Thu-Sat:∠ ↓ V
4	1	$Mon\text{-Tue:} \to \ \downarrow \ \ Tue\text{-Wed:} \to \ \ V \ \ Wed\text{-Fri:} \ \ \ \ \uparrow \ \ Thu\text{-Fri:} \ \ Fri\text{-Sat:} \ \ V \ \ Mon\text{-Wed:} \ \downarrow \ \ V \ \ Tue\text{-Thu:} \to \ \ \uparrow \ \ V \ \ Wed\text{-Fri:} \ \ V \ \$
	2	Mon-Tue: ↓ \lor Tue-Wed: \lor Tri-Sat: \lor Mon-Wed: \lor \lor Tue-Thu: \lor Thu-Sat: \hookleftarrow \lor
5	1	Tue-Wed:∠ ↓ Wed-Thu:∠ Wed-Fri:↓
6	1	Mon-Tue:→ Mon-Wed:→
7	1	Mon-Tue:∠ Tue-Wed:∠ ⊼ Mon-Wed:∠ ↓ Tue-Thu:∠ Wed-Fri:⊼
	2	$Mon\text{-}Tue\text{:}\!\!\leftarrow \veebar Wed\text{-}Thu\text{:}\!\!\! \wedge Tue\text{-}Thu\text{:}\!\!\! \wedge Thu\text{-}Sat\text{:}\!\!\! \to \!\!\! \nearrow$
8	1	Tue-Wed:→ Wed-Thu: Fri-Sat: Mon-Wed: Tue-Thu: Non-Wed: Tue-Thu-Sat: Tue-Sat: Tue-Sat
	2	$Mon\text{-Tue:} \downarrow Wed\text{-Thu:} \rightarrow Fri\text{-Sat:} \nearrow Mon\text{-Wed:} \rightarrow Thu\text{-Sat:} \uparrow$
9	1	Mon-Tue: ☑ Wed-Thu: ↗ Thu-Fri: ↗ ☑ Fri-Sat: ↖ Mon-Wed: ↓ Tue-Thu: → Wed-Fri: ↑ ☑ Thu-Sat: ← ↖
	2	$Mon\text{-}Tue : \to \ \downarrow \ \ Thu\text{-}Fri\text{-}Sat : \ \uparrow \ \ Mon\text{-}Wed : \to$
10	1	Tue-Wed:⊔ Fri-Sat:⊅ Thu-Sat:↑
	2	Wed-Thu:∠ Fri-Sat:←
11	1	Mon-Tue:→ Tue-Wed:← Wed-Thu:← ∠ Thu-Fri:→ Wed-Fri:∠ ↓ Thu-Sat:→
	2	Mon-Tue:↓ Wed-Thu:← ∠ ⊼ Mon-Wed:☑ Tue-Thu:← Wed-Fri:⊼
12	1	Mon-Tue:∠ Tue-Wed:← Wed-Thu:→ Thu-Fri: ∠ Fri-Sat: ↑
13	1	Mon-Wed:→ \(\rightarrow \text{Wed-Fri:→ Thu-Sat:\(\rightarrow \text{Thu-Sat:\(\rightarrow \text{N} \)} \)
	2	Mon-Tue: ☑ Tue-Wed: ☑ Wed-Thu: ← Mon-Wed: ↓ Wed-Fri: ↑
14	1	Mon-Tue:∀ Tue-Wed:∀ Thu-Fri:∠ ↓ ∀ Fri-Sat:∀ Mon-Wed:∀ Wed-Fri:∠
	2	Tue-Wed:'⊔ Wed-Thu:'⊔ Thu-Fri:→ ∠ ↓ Fri-Sat:←
15	1	$Mon\text{-Tue:} \to \ \downarrow \ \ Tue\text{-Wed:} \ \downarrow \ \ Wed\text{-Thu:} \to \ \ Thu\text{-Fri:} \ \downarrow \ \ Fri\text{-Sat:} \ \ Mon\text{-Wed:} \ \downarrow \ \ Tue\text{-Thu:} \ Wed\text{-Fri:} \ \ Thu\text{-Sat:} \ \downarrow \ \ Thu\text{-Sat:} \ \ Mon\text{-Wed:} \ \ Mon\text{-$
	2	Tue-Wed:⊔ Thu-Fri:↓ Fri-Sat:↓ Thu-Sat:∠
16	1	Mon-Tue:∖ Wed-Fri:→

表 4 参加者ごとの各試行の反応時間に対する線形混合モデルによる分析結果.

		Significant effects found by linear mixed model					
			Diff=1			Diff=2	
Partici- pants	Day of experiment	Days Pair	Configuration	Interaction	Days Pair	Configuration	Interaction
1	1	†	***	*	***	***	*
	2	**	***	†	***	***	
2	1	***	***	***	***	***	***
	2	***	***	*	***	***	*
3	1	***	***	**	***	***	
	2	***	*	*	***	†	†
4	1	***	***	**	*	***	***
	2	***	***	**	***	***	**
5	1	***	***		***	***	†
6	1	***		*	***		**
7	1	***	**		*		***
	2	***	**	***	***	**	*
8	1	***	***	*	***	***	***
	2	***	*		*		
9	1	***	***	***	***	***	***
	2	***	***	***	***	***	*
10	1	***	**			*	
	2	***	***	**	†	***	
11	1	***	***	**	***	***	*
	2	***	***	***	***	***	*
12	1	***	*	**	**	***	
13	1	***			***	†	***
	2	***	***	*	**	**	†
14	1	***	***		***	*	
	2	***	***	*			
15	1	***	***		**	***	
	2	***	***		†	***	
16	1	***	*		*	***	

*** p<.001, ** p<.01, * p<.05, † p<.1

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00208 の助成を受けた.

参考文献

- [1] Eagleman, D. M. (2009). The objectification of overlearned sequences: a new view of spatial sequence synesthesia. Cortex, 45(10), 1266-1277...
- [2] Makioka, S. (2009). A self-organizing learning account of number-form synaesthesia, Cognition, 112, 397–414.
- [3] Kohonen, T. (1982). Analysis of a simple

- self-organizing process, *Biological Cybernetics*, 44, 135–140.
- [4] 牧岡省吾(2012). 非共感覚者における数の大小判断と空間配置の関係性, 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集...
- [5] Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies, *Spatial Vision*, *10*, 437-442.
- [6] R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical
- [7] Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

カタカナ語の英語学習に対する影響 Adverse Effects of Katakana Words in Japanese for Japanese Learners of English

原田 康也¹, 森下 美和², 平松 裕子³ Yasunari HARADA, Miwa MORISHITA, Yuko HIRAMATSU

1早稲田大学,2神戸学院大学,3中央大学

Waseda University, Kobe Gakuin University, Chuo University harada@waseda.jp, miwa@gc.kobegakuin.ac.jp, susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp

Abstract

The Japanese language employs at least three kinds of scripts or character sets in writing, Chinese characters, hiragana and katakana, although some also employ Roman, Cyrillic and other alphabets, emojis or emoticons of various kinds and all sorts of other items in their text exchanges. Katakana characters in modern Japanese have been used primarily to represent sounds such as onomatopoeia, loan words from European and other languages, scientific names of plants and animals and so on but in recent years, use of katakana characters have become so wide-spread and rampant in mass media, internet communication and everyday conversations and interactions, most notably in the fields of ICT, finance, medicine, fashion and gastronomy, that it started to mislead, disrupt and confuse communication among native speakers of Japanese, sometimes literally with fatal results. Mistakenly prescribed medication could lead to serious health hazards and the Japanese Ministry of Health, Labor and Welfare has issued a series of advisories and warnings against possible prescription errors. Part of the cause of this problem is that the names of medications tend to be coined as a series of katakana characters, for which most Japanese would not associate any intuitive sense of what the particular series of katakana characters might suggest in terms of possible medical effects. Rampant proliferation of katakana words and phrases also affects English language learning by Japanese students. First, English words most familiar to Japanese can also be found among loan words. When children first get acquainted with them as katakana loan words, they acquire their pronunciation as Japanese words. English words ending in a consonant are often mispronounced with a final superfluous vowel. Second, some loan words derived from English nouns are used in light-verb constructions in Japanese: English noun choice is often used in "tyoisu-suru" for instance. Some students mistakenly use these English nouns as verbs and inflect them into past forms, as in "I choiced this class because I am poor in English." Third, students tend to use expressions such as merit and demerit contrastively in argumentative presentations and papers, influenced by frequently used katakana expressions such as "meritto" versus "demeritto," but using merit and demerit contrastively is not customary in English writings. We will discuss some of those adverse influences and how to mitigate them.

Keywords — Katakana, Loan Words, Onomatopoeia, Ideophone, Familiarity, Language Contact

1. はじめに

今日コンビニなどでおやつを購入しようとすると、「でたらハッピー♪ おっきいハート Calbee べジたべる 緑黄色野菜入りあっさりサラダ味」のような文字が様々な書体と色使いでちりばめられた商品パッケージ¹を目にすることになる。このような商品を物心がつく前から、日本語の読み書きを身に着ける前から、日常的に目にして育った子供たちは、どのような言語観・文字感覚を持って大人になるのであろうか。

1945 年以降の現代日本語の書き言葉・文書作成において、ひらがな・カタカナ・漢字は極めて巧みな機能分化により、効率的な文字コミュニケーションを可能としていた。漢字は主に体言(固有名詞を含む名詞)・用言(動詞・形容詞・形容動詞)の語根・語幹に用いられ、ひらがなは助詞・活用語尾など文法的関係を示し、カタカナはオノマトペ・(ヨーロッパ言語からの)借用語・動植物の学名など、音そのものを表すのに用いられた。

漢字が日本語文書の中で意味の重要な部分を担っていること、カタカナ語はどちらかというと音をあらわし、意味との直接的な関連性が漢字よりも薄いことから、(欧米語からの借用語について原語を知っている場合は異なるところもあるが)多くの日本人にとってカタカナが並んだテキストは読みにくく、意味が取りにくいと感じられることが予想される。カタカナ表記が日本語母語話者にとって認知的負荷が高い可能性は、篠塚・窪田による研究[10]の次のまとめからも支持される2ことが予想される。

大学学部生97人を被験者にし、CALL 教室において、日本人にとっての語彙に対する親密度を合致させた日本語の四文字複合語を、漢字提示、ひらがな提示、カタカナ提示をし、意味理解度難易度を、難・中・易の3つを紙面に記載してもらう行動実験を行った。その結果、漢字表記の意味理解が被験者の全員が100%容易である

¹ ベジたべるあっさりサラダ味

https://www.calbee.co.jp/shohinkensaku/product/?p=20150326153021 2 松田・岡田の報告 [28] も参照されたい。

と判明した。約90%がカタカナ表記が一番難しいとの 回答を得た。

書かれた文書から意味を読み取ろうとするとき、ペ ージの中で画数が多くて見た目で密度の濃い部分を追 っていくとそこに漢字があり、用言の語幹と体言が集 まっているため大部分の意味を了解できるというのは、 日本語文書の優れた特徴であった。同じく人間を意味 する「人」とカタカナで表記する「ヒト」とでは、前 者には歴史的・社会的・文化的コンテキストが込めら れるのに対して、後者は生物種を示す(場合もある) というような使い分けも見られる。自称詞の「俺」・「お れ」・「オレ」が表記の違いによって異なる印象を与え るというような表記の視覚的効果の側面もあり、上記 のような一般原則は常に順守されてきたわけではない。 特に、広告・宣伝・マーケティング業界では、読者・ 視聴者・顧客の目を引き、印象に残ることを至上命題 とするため、慣用的な表現や表記から外れようとする 傾向が強い3。

カタカナ語・カタカナ表記の混乱

外国語を借用語としてカタカナで表記するに際し、 日本語と原語の音韻体系の違いから音の表記としてず れが生じるが、そのずれをどのように処理してカタカ ナで表記するか、一元的・統一的な基準が存在しない ため表記の揺れが大きく、文書処理の点からも自然言 語処理の観点からも日本語教育・日本語学習の観点か らも無視できない大きな混乱が生じている。平成三年 六月二十八日付け内閣告示第二号「外来語の表記」 [30] を見ても、以下のように適用範囲を限定し、一般 的・包括的・強制的な規則として受け取られないよう な配慮が見て取れる。

外来語の表記

内閣告示第二号

外来語の表記

一般の社会生活において現代の国語を書き表すための 「外来語の表記」のよりどころを、次のように定める。

記 平成三年六月二十八日

前書き

1 この『外来語の表記』は、法令、公用文書、新聞、雑 誌、放送など、一般の社会生活において、現代の国語を 書き表すための「外来語の表記」のよりどころを示すも

2 この『外来語の表記』は、科学、技術、芸術その他の 各種専門分野や個々人の表記にまで及ぼそうとするもの でけない

3 この『外来語の表記』は、固有名詞など(例えば、人 名,会社名,商品名等)でこれによりがたいものには及ぼ さない。

4 この『外来語の表記』は、過去に行われた様々な表記 (「付」参照)を否定しようとするものではない。

5 この『外来語の表記』は、「本文」と「付録」から成 る。「本文」には「外来語の表記」に用いる仮名と符号の 表を掲げ、これに留意事項その1(原則的な事項)と留意事 項その 2(細則的な事項)を添えた。「付録」には、用例集 として, 日常よく用いられる外来語を主に, 留意事項そ の2に例示した語や、その他の地名・人名の例などを五 十音順に掲げた。

用語・表記の統一には「用字用語集」などにより整 理する作業が不可欠であるが、一般社団法人共同通信 社『記者ハンドブック 新聞用字用語集 第13版』 [1] には次のような記述4がある。

> (2)「ヴァ、ヴィ、ヴ、ヴェ、ヴォ、ヴュ」は「バ、ビ、 ブ、ベ、ボ、ビュ」で表す。 [例]ウエーブ、ダイビング、デリバリー、バイオリン、 ベール、ボーカル、レビュー

これに対して、高校世界史教科書は、(英語読みでな く) 原語発音に基づく表記を採用する傾向がみられる。

表1 世界史教科書と他の表記の比較

詳説世界史 B5	記者ハンドブックほか
ヴァイキング6	バイキング
ヴァチカンフ	バチカン
ヴィーナス	ビーナス
ヴェルサイユ	ベルサイユ
コソヴォ8	コソボ
サライェヴォ9	サラエボ
ボスニア・ヘルツェゴヴィナ10	ボスニア・ヘルツェゴビナ

このような表記方針のずれがあるなか、外務省が 2019年4月から国名表記の変更を行い「セントクリス トファー・ネーヴィス」を「セントクリストファー・ ネービス」に、「カーボヴェルデ」を「カーボベルデ」 と表記されることになり、世界各国の国名表記につい て「ヴ」を使わないという決定をしたという報道11が話 題となった。

これとは別に単語末の長音符の使い方も混乱してい る。『記者ハンドブック新聞用字用語集第 13 版』12で

³ この点については後に詳述する。

^{4 [1]} p. 755 外来語の書き方、用例 より抜粋

⁵ 木村靖二・岸本美緒・小松久男・ほか6名, 詳説世界史 B 改訂版, 株 式会社山川出版社,2017年3月5日.

⁶ p. 128

⁷ p. 344

⁸ p. 401

⁹ p. 332 10 p. 270, 331

¹¹ 世界から『ヴ』が消える, 2019年3月13日 特集記事 http://www.nhk.or.jp/politics/articles/feature/15156.html

^{12 [1]} p. 752 外来語の書き方、用例 より抜粋

は

(7) 原語 (特に英語) の語尾の -er、 or、 -ar などは、長音符号【一】で表すのを原則とする。 [例] オリジナリテイ―、オールマイテイー、キャパシテイー、ケーススタディー、コーディネーター、コンピュ

としているのに対して、IT・ICT・電子工学関係の分野を中心として、長音符を付けない慣行も根強い。コンピュータ・ソフトウェアの大手企業がそれまでの社内慣行を覆して長音符を付けるという決定をしたときの業界の衝撃¹³は大きかった。

原語で複数語からなる外来語のカタカナ表記に中点「・」を使うかどうかも表記の揺れの一因となっている。『記者ハンドブック新聞用字用語集第 13 版』14では次のようなまとめで、原理原則が感じられない。

(18) 2 語からなる複合語には、原則として語間に中点「・」を付けない。ただし判読に困難な倍などは、この限りではない。

[例]ウオーミングアップ セクシュアルハラスメント [例外]シンガー・ソングライター チマ・チョゴリ

カタカナ語の表記についてはこうしたガイドラインとは別に JIS Z 8301:2008 / Z 8301:2011 「規格票の様式及び作成方法」の「附属書 G (規定) 文章の書き方,用字,用語,記述符号及び数字」に G.6.2 「外来語の表記」15があり、特に G.6.2.2 「英語の語尾に対応する長音符号の扱い」がまとめられている。

こうしたカタカナ語・カタカナ表記の不統一と表記のゆれとは別に、外来語・擬音語・擬態語・擬声語などのカタカナ語をどのようにローマ字で表記するかという課題16は、原語つづりを用いるかどうかも含めてさらに混迷しているため、自然言語処理・音声処理の基礎データ作成や外国人向けの日本語教科書・学習書作成に影響を与えている。

3. カタカナ語の氾濫

外来語の活用は本来的には言語の語彙を豊かにし、 その表現力を高める可能性があるが、近年の日本語に おけるカタカナ語の使用は乱用から氾濫の域に達して いる感がある。飲食店のメニューやグルメ・ファッション・美容関係の雑誌等を見ると、単語としてカタカ

13 一例として以下のような記事が今でも見つかる。 https://www.atmarkit.co.jp/news/200807/25/microsoft.html https://pc.watch.impress.co.jp/docs/2008/0725/ms.htm ナ語が多用されるだけでなく「リンスインシャンプ ー」・「チーズインハンバーグ」などの複合語的表現も みられ、要素となる単語・形態素から統語的・語形成 的な関係により構成される意味が、原語として想定さ れる英語などと異なる場合も多い。例えば "cheese on a cracker"と英語で表現すれば、cheese を意味するが、 Chesco という「輸入ナチュラルチーズを扱う専門商 社」が販売する「チーズオンクラッカー」のパッケー ジ17には、「この製品にはチーズは入っておりません。」 という注意書きが印刷されている。「チーズ入りハンバ ーグ」を意味すると思われる「チーズインハンバーグ」 をファミレスで見て育ち、チーズの入っていない「チ ーズオンクラッカー」のパッケージを食品店で見た育 った子供たちが英語を学ぶようになって、果たして前 置詞の持つ統語的・意味的な機能を正しく学ぶことが できるのか、心もとない。

カタカナ語がこのように使用されるようになった現 状について、言語接触の観点からその形態論・統語論・ 意味論を記述し言語理論的な特徴を解明しようとする 研究18も見られるが、このような表現が氾濫している現 状に対して、次の3点から警鐘を鳴らしたい。一つに は、日本語での意思疎通に支障がないはずの母語話者 同士のコミュニケーションに齟齬が生じている19点で ある。「ホテル de パソコン」や「あと de 分割」のよう な、日本語とも英語ともフランス語とも何語とも言え ない表現や表記が広く使われ、「イミフ」のカタカナ語 が氾濫する現状について、多くの日本人が違和感を表 明し、世代間・業種間・個人間でのコミュニケーショ ンの阻害要因となっている点もまた深刻である。次に、 カタカナ語とそのもととなる外国語・日本語の単語が 混同されることによる日本語・外国語の学習に対する 悪影響20も懸念される21。最後に、こうしたカタカナ 語・カタカナ表記の氾濫により、日本語を学ぼうとす る年少の母語話者・外国人定住者・外国人訪問者にと って、日本語の学習・習得が従来以上に困難になって いる22側面があることも指摘したい。

^{14 [1]} p. 752 外来語の書き方、用例 より抜粋

 $^{^{15}\} https://kikakurui.com/z8/Z8301-2011-01.html$

この点は佐良木昌氏の指摘による。

¹⁶ 藤家・竜岡の提案 [23] など参照。

 $^{^{17}\ \}mathrm{http://www.chesco.co.jp/cheese/product/852-2/}$

¹⁸ 言語接触などの観点からの調査・研究・論考として [3, 11, 14, 33·35] などがある。

^{19 [15, 17, 19, 20,36]} でこの点について紹介・言及した。

^{20 [16, 18, 21, 22, 37]} でこの点について紹介・言及した。

²¹ ここでは英語運用上の問題としてのいわゆる「カタカナ英語」に ついては言及しない

²² 柏野が報告 [4] するようにカタカナ表記が和語・漢字語にも用いられ、外来語であることを示さなくなったことも難しさの一因である。

4. 日本語母語話者間のコミュニケーションに対する影響

4.1. カタカナ語の目立つ分野

コーパスによる計量的な比較分析は今後の研究の 進展に伴って報告する予定であるが、現時点での見 通しとして、ファッション・コスメ・グルメ・ライ フハック・ファイナンス・IT・コンサルティング・ 広告代理店関係などはカタカナ語の使用が目立つ分 野ではないかと思われる。たとえば 2018/10/11 KADOKAWA 発行の「くり返し作りたいベストシ リーズ vol. 15 主食にもなる「おかずサラダ」 anniversary 30th LETTUCECLUB レタスクラブ」 を購入してみたところ、大文字と小文字の使い方が 英語としてでたらめで LETTUSCLUB の途中に スペースがないのも英語担当教員としては気になる ところだが、表紙だけで以下のようにカタカナ(語) が盛りだくさんである。

読者が選んだ"くり返し作りたい"/「おかずサラダ」が/ギュッと一冊に!/作りおきマリネサラダも!/家族も大満足!/ボリュームサラダ/デパ地下風/おしゃれサラダが人気!/主役になる!/肉サラダ、魚介サラダ/みんなが作った!人気料理家の栄養満点サラダ/ホットサラダなら、体を冷やす心配なし/女子会で大評判!持ち寄りデリサラダ/家飲みに!定番のポテサラ、マカロニサラダ

本文も以下のような具合でカタカナ語のオンパレードとなっている。

p. 6 豚しゃぶのおかずサラダ / みぞれドレッシング / レストランのプロデュース

p. 7 チキンソテーサラダ / ディジョンマスタード / リーフレタス / パリッパリ

p. 8 えびとはるさめのジンジャーマリネ / ワタナベマ キさん / グラフィックデザイナー / ナチュラルレシピ / センスのいいシンプルなライフスタイル / おいしさも アップ / エスニックキャロットラペ / パクチー / ドレ ッシング / ナンプラー / スライサー / 黄身はトロリ

輸入ナチュラルチーズを扱う専門商社チェスコのレシピ紹介ページ²³を見ると以下が並んでいる。

パルミジャーノレジャーノ 粉チーズと枝豆のポンデケージョ・マンチェゴのパンコントマテ・アペティーナホワイトの冷製トマトパスタ・スペインチーズの和風タルティーヌ・コンテのピンチョス・ベームスターのスコーン・ブリーチーズといくらのブリニ・レッドチェダースライスのハワイアントースト・アメリカンクリームカップのプロフィットロール・ブラータのグリーングリーンサラダ・ベームスターロイヤルグランクリュ 12 ヵ月熟成のエスニックサラダ・モッツァレラスライスのアリゴ・ブルーin ハンバーグ・ブラータトリュフのダッチパンケーキ・サムソーとタラのグラタン・ラクレットの野菜たっぷりタッカルビ・ブルサンペッパーのカルボナー

4.2. 定着しないカタカナ語

次の表 2 は、文化庁の「平成 14 年度「国語に関する世論調査」の結果について」 [24] と「カタカナ語の認知率・理解率・使用率【認知率順】」 [25] を元に、理解率ワースト 20 に対する大学生の認知度・理解率などをまとめた「中央調査報 (No.550)より:誤解多い慣用句、定着しないカタカナ語—文化庁の「国語世論調査」結果から」 [2] に掲載されているものであるが、広く使われているカタカナ語の理解率が高くないことが示されている²⁴。

表 2 カタカナ語の理解度 【ワースト 20】

順			理解	
位.	外来語	語義	率(%)	
	インキュベーション	企業支援、育成		
1			3.3	
2	エンフォースメント	法律などの施行・執行	3.4	
3	コンソーシアム	企業連合体、共同企業体	4.1	
4	タスクフォース	特定任務のために編成され	4.9	
4	77774 - 7	た部隊	4.0	
5	メセナ	企業などによる芸術や科学	5.7	
9	7 6 7	の擁護、援助	5.7	
6	エンパワーメント	権限の付与	5.7	
_	1 , 1 , 21 = .	生産流通の履歴を管理し追		
7	トレーサビリティ	跡できる仕組み	6.1	
8	リテラシー	読み書きの能力、識字率	6.3	
9	ガバナンス	支配、統治、社会的統括	6.8	
	a 1.1	後方で事務処理や管理業務		
10	バックオフィス	を行う部門	7.8	
		資料をデジタル情報で保管	0.0	
11	デジタルアーカイブ	すること	9.0	
12	ジェンダー	社会、文化面の性差	10.0	
13	スキーム	公的な計画、枠組み	10.4	
14	インセンティブ	誘因、刺激、動機	10,4	
	-1, 12 10	道徳的危険、道徳的節度を失	102	
15	モラルハザード	った行動	10.5	
	. = 1 11	猶予、債務の返済期日を延期		
16	モラトリアム	すること	11.4	
17	サマリー	要約、まとめ	11.6	
		健常者と障害者とが隔てな		
18	ノーマライゼーショ	く一緒に暮らす社会にする	12.2	
	ン	ت. د		
19	スケールメリット	規模の大きさに伴う利益	13.4	
20	キャッチアップ	追いつく、遅れを取り戻す	13.6	
20	11//////	た、 クハ、紅柳では秋ヶ庆7	10.0	

大学1年生75名を対象に第一著者がこの20語についての認知度・理解度についてgoogleフォームを用いて簡便なアンケートを行った結果を表3と表4にまとめる。

ラうどん・モッツァレラブファラトリュフのミートボール・ミニカマンベールの巾着おでん・ブラータと生ハム、 りんごのサラダ

 $^{^{23}\ \} http://www.chesco.co.jp/recipe/?s=\&menu$

²⁴ 佐良木昌氏の指摘による。

表 3 カタカナ語の認知度・理解度 【ワースト 20】

カタカナ語\回答	0	1	2	3	4	۸	В	С
	_					A		
インキュベーション	63	11	1	0	0	69	5	1
エンフォースメント	35	38	1	0	1	39	29	7
コンソーシアム	69	6	0	0	0	73	2	0
タスクフォース	48	26	0	1	0	53	22	0
メセナ	41	34	0	0	0	56	14	5
エンパワーメント	42	32	1	0	0	48	27	0
トレーサビリティ	30	43	1	0	1	55	13	7
リテラシー	6	47	13	3	6	9	49	17
ガバナンス	9	55	9	1	1	32	38	5
バックオフィス	62	12	1	0	0	71	4	0
デジタルアーカイブ	33	42	0	0	0	41	33	1
ジェンダー	2	43	16	4	10	4	24	47
スキーム	23	47	3	1	1	38	23	14
インセンティブ	12	50	10	0	3	28	32	15
モラルハザード	45	29	0	1	0	50	22	3
モラトリアム	6	52	10	1	6	19	30	26
サマリー	8	42	10	3	12	11	27	37
ノーマライゼーション	6	63	6	0	0	31	36	8
スケールメリット	49	25	0	0	1	54	16	5
キャッチアップ	34	40	1	0	0	51	23	1

表 4 カタカナ語の認知度・理解度の略号凡例

0	見たことも聞いたこともない。
1	見たこと・聞いたことはある。
2	周りの大人 (家族・親戚・先生・アルバイト先など) がよく使っている。
3	周りの学生がよく使っている。
4	自分がよく使う。
A	意味がわからない。
В	意味がなんとなく分かる。
С	意味がよくわかる

この 20 語の多くは、社会人になると避けられないものであるため、就職活動を控えた大学 3 年生や就職活動を経験した大学 4 年生の認知度・理解度が大学 1 年生とどのように異なるかも興味深い²⁵。

4.3. カタカナ語使用に対する不快感

こうしたカタカナ語の表記に関わる混乱や低い理解率のほか、カタカナ語ならびにカタカナ語を使用する話し手・書き手に対する不信感・不快感も目立つ。文筆家・評論家の書く世情批判的な文章の中にも、カタカナ語そのもの・カタカナ語を多用する文章や政治家などに対する不信感・不快感が見られる。「【加瀬英明の日本を守る】女性議員が日本国民の美意識を破壊小池百合子氏の生半可な英語もひどい」という産経ニュースのコラム記事26に以下のようなコメントがある。

政府や公共放送が、英語から借りてきた舌足らずな言葉を乱用するのも、やめてほしい。・・・小池百合子都知事も、ひどい。「ワイズ・スペンディング」(賢い支出)とか、「ファースト」とか、生半可な英語を振り回す。

一般人は、アンケート調査の結果をみるとかなりの 程度の不快感を表明しており、意味が分かりづらいこ とがその理由として挙げられている。文化庁の「平成 29年度「国語に関する世論調査」の結果の概要」 [26] を見ると、「読んだり聞いたりする言葉の中に出てくる 外来語や外国語などのカタカナ語の意味が分からずに 困ることが」「よくある」(23.8%)・「たまにはある」 (59.7%)・「困ることはない」15.4%となっている。「日 常生活の中で、外来語や外国語などのカタカナ語を交 えて話したり書いたりしていることを」「どちらかと言 うと好ましいと感じる」13.7%、「どちらかと言うと好 ましくないと感じる」 35.6% 「別に何も感じない」 49.2%となっている。「外来語や外国語などのカタカナ 語を交えて話したり書いたりしていることを「どちら かと言うと好ましくないと感じる」と答えた人(全体 の 35.6%) に、その理由を尋ねた」ところ「カタカナ 語は分かりにくいから」62.6%「日本語の本来の良さ が失われるから」(39.4%)「体裁の良さだけを追って いるようだから」(27.2%)、「言葉が乱れて日本文化が 退廃してしまうから」(23.5%) としている。

次の表 5 は、カタカナ語を多用する話し手・文章に 対する大学1年生72名の反応を簡単なアンケートで集 計したものである。

表 5 カタカナ語使用に対する印象

気 ひ		
カタカナ語を頻繁に	かっこ悪い。	14
使う人は	どちらとも言えない。	44
	かっこよい。	14
カタカナ語を頻繁に	かしこそうに見えない。	18
使う人は	どちらとも言えない。	22
	かしこそうに見える。	32
カタカナ語を頻繁に	チャラく見える。	23
使う人は	どちらとも言えない。	37
	まじめに見える。	12
カタカナ語を頻繁に	信用できない。	29
使う人は	どちらとも言えない。	35
	信用できる。	8
カタカナ語をたくさん	読みにくい。	57
使った文章は	どちらとも言えない。	9
	読みやすい。	6
カタカナ語をたくさん	わかりにくい。	54
使った文章は	どちらとも言えない。	13
	わかりやすい。	5
カタカナ語をたくさん	信用できない。	27
使った文章は	どちらとも言えない。	39
	信用できる。	6
カタカナ語をたくさん	専門的に見えない。	11
使った文章は	どちらとも言えない。	14
	専門的に見える。	47
カタカナ語をたくさん	読みたくならない。	51
使った文章は	どちらとも言えない。	15
	読みたくなる。	6

²⁵ アンケート調査はすでに行っているが、データの集計等がまだ終了していない。

^{26 [6]} 参照。

不快感については必ずしも明確な反応ではないが、 読みにくい・わかりにくい・読みたくならないという 反応はある程度はっきり見て取れる。

地方自治体の文書についてネット上に(内容の正確 さはともかく)次のような指摘27が書きこまれていた。

> 老人福祉施設等で目につきますが、いつもカタカナで 書いてあるのが不思議です。たとえば、ケアプラン、ショートステイ、デイサービスは、それぞれ介護計画、短 期宿泊預り所、一日と日本語で書いたら一目瞭然です。

> 厚労省の通達だと思いますが、みやま市は市民に分かりやすい日本語で表示されてはいかがかと思います。誰にでも分かる美しい日本語をもっと使うべきだと思います。検討してみてください。

(平成19年7月受付)

ご指摘のとおり、確かにみやま市内に限らず全国的に 介護保険の施設・事業所の看板などは「ショートステイ」、 「デイサービス」などカタカナ表記が多いようです。こ のカタカナでの表記は、介護保険制度が開始される以前 から広く使用されており徐々に浸透してきていることも あって、介護保険の施設・事業所の看板などにも使われ ているようです。

しかし、みやま市ではパンフレット・広報等に掲載する場合、カタカナと漢字を併記するように努めております。今後とも、できるだけ分かりやすい表記に努めて参ります。

(平成19年7月回答)

5. ねつ造されるカタカナ語

『ウィキペディア』のそれぞれの該当項目によると、 タカラジェンヌは「小林一三は宝塚音楽学校の生徒が 「ヅカガール」をはじめとする様々な名称で呼ばれる ことを嫌い、タカラジェンヌと呼ぶことを発案した」²⁸、 アシヤレーヌは「女性誌「VERY」が作った造語」²⁹、 シロガネーゼは「光文社発行の女性向け月刊誌「VERY」 の編集者であった相沢正人が 1998 年に作った造語」³⁰ とあり、おおたかジェンヌは 2018 年から東武鉄道の 中刷り不動産広告に見られる表記³¹である。マクハリ

27 行政におけるカタカナ語について

http://www.city.miyama.lg.jp/info/prev.asp?fol_id=2342

28 タカラジェンヌ, フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』 [2019/05/05 最終アクセス]

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BF%E3%82%AB%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%A7%E3%83%B3%E3%83%8C

29 アシヤレーヌ, フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』 [2019/05/05 最終アクセス]

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%82%B7%E3%83%A4%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%8C

30 シロガネーゼ, フリー百科事典『ウィキペディア(Wikipedia) [2019/05/05 最終アクセス]

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B7%E3%83%AD%E3%82%AC%E3%83%8D%E3%83%BC%E3%82%BC

31 Solaie ソライエ流山おおたかの森, Tobu Railway Co., Ltd. & Shimizu Comprehensive Development.

https://www.n-352.jp/ [2019/05/05 最終アクセス]

マンションマニア、【おおたかジェンヌ】ソライエ流山おおたかの

ーゼも含め、こうした表現がいずれも不動産販売・広告・宣伝主体で発想されてきたことは明らかである。 以下の文章は屋外広告サイン業界の内輪話32である。

【前略】未来の話でもありながら、生活臭さをかもしだす、この導入部は、映画を観る人をスムーズに物語の中へといざなうようだ。【中略】広告の内容や音声や文字も何か「オカシイ」。広告映像の日本髪の女性が「いそにすむ〜ちどり〜♪」(古今和歌集の和歌)と謳っているとか、「コルフ月品」のネオンサイン(ゴルフ用品)やら、そここに「オカシイ」サインが溢れている。また、「安くてうまい」「東京」「五十年」などの落書きが唐突に画面に現れる。これらは新宿歌舞伎町のイメージを重ね、異国情緒を表したようだが、「看板の氾濫」「無意味な情報の洪水」は、我々サイン業界に身をおく者としては考えさせられる。【中略】

デジタル時代だからこそ、なおさら「文字および音声・映像情報に依存しすぎるサインの氾濫」を避ける工夫、 知恵が必要なのではないかと思う今日この頃である。

一方で、東洋経済オンラインには次のような文章³³も 見られる。

渋谷パルコ以降、1990年までに渋谷に登場した施設をざっと挙げると、1975年にパルコパート 2、1978年に東急ハンズ、1979年に渋谷 109、1981年にパルコパート3、1987年にロフト、1988年にクアトロ、1988年にワンオーナイン、1989年にBunkamura—と、今の渋谷中心部はセゾングループ全盛期に形作られてきたことがわかる。

その後、バブルの崩壊と同時にセゾングループは解体に向かうが、渋谷の文化自体は生き続けてきた。1990年代には、フリッパーズ・ギターやピチカート・ファイヴなど、「渋谷系」といわれる音楽が流行ったこともある。

2つ目の理由はファッション業界の変化だ。1980年代 以降、渋谷は若者ファッションを生み出してきた。1980 年代中盤から 1990年代前半にかけて若者を渋谷に引き 寄せたのが「渋カジ」といわれたスタイル。その後、1991 年から 2001年にかけてはチーマーを皮切りに、コギャル、ロコガール、ガングロ、ヤマンバ、ギャル男などと 称されるギャル文化が一世を風靡した。渋谷で流行った ルーズソックスや厚底ブーツなどが全国に広まったこと も今では懐かしい話だ。

6. 英語学習に対する影響

英単語に由来するカタカナで表記される外来語は現代日本語で広く使われているが、英語学習に対する良い影響として、英単語に対するなじみ・親密度を高めている。単語親密度とは、見たり聞いたりしたときにその単語を知っていると思う度合いであるが、横川ほかの調査[31]でも「親密度の高い語の・・・特徴として・・・特に目立つのは、外来語としてのカタカナ英語で使われているものが多い」としている。しかし、

 $\label{lem:https://news.goo.ne.jp/article/toyokeizai/trend/toyokeizai-187445.ht ml?page=1$

森. [2019/05/05 最終アクセス]

https://twitter.com/mansionmania/status/1012147310245994496 32 [9] 参照。

^{33 「}カタカナだらけ」東洋経済オンライン

カタカナ語の影響によると思われる英語の発音の間違い・文法的な間違い・語義に対する誤解・慣用からの 逸脱など、英語学習にとって以下のような様々な悪影響が見られることも確かである。

第一著者がこれまでの研究で蓄積した学習者データにも、英語の文章ならびに発話のなかに、カタカナ語の影響と思われる誤用が見られる。

- (1) 発音: bat を「バット」、ball を「ボール」のように、カタカナ語の影響により誤って発音される単語34が数多くある。学生が英語を学び始める前に覚えた外来語としてのカタカナ語の発音は日本語としての発音を忘れて英語として正しい(通用する)発音を身に付けることは、大学生となると極めて難しい。これとは別に、energyを「エネルギー」、virusを「ウイルス」のなどのように、フランス語・ドイツ語など英語以外の言語から借用された語彙が、同じカタカナで表記されることによる混乱も生じている。定着した専門用語にも、CADを「キャド」と読ませ、「アバランシェフォトダイオード」や「デプレッション型ダイオード」35など、原語の発音を無視したカタカナ表記も多い。
- ど、原語の発音を無視したカタカナ表記も多い。 (2)単語の文法的特性の間違い:学生の比較的自発 的な発話や丁寧な推敲を経ていない作文を見 ると、「チョイスする」という日本語から choice (名詞)を動詞のように捉えて、choiced と過去形にして英語の文を構成する例がみら れる。「スルーする」・「アバウトな」・「アウェ 一」なども日本語の表現として理解している限 りには差し支えないが、英語でも through を 動詞、aboutを形容詞として使えると誤解する と、意思疎通に支障が生じる。英語の private は名詞としては「兵卒」を示す用法があるが、 広く使われるのは形容詞としての用法である。 近年の日本語では「プライベートな」という用 法のほかに、名詞として「プライベート」を使 う例が広がり、辞書にも採録されるようになっ ている。マイカー・マイホーム・マイルール・ マイブームなど、マイで始まるカタカナ語は多

いが、英語の my car と日本語の「マイカー」は意味が全く異なる。学生同士のコミュニケーション活動で "Do you have my car?" というような質問を屈託なく相手に問いかけるのを見ていると、英語母語話者に対した時にどのような誤解を与えるか、大いに懸念される。

(3) 語義・慣用のずれ:カタカナ語とそのもととなる外国語・日本語の単語が混同されることによる日本語・外国語の学習に対する悪影響もある。英語の *image* と日本語の「イメージ」などの語義のずれ³⁶や、日本語で広く使われる「メリット・デメリット」を英語でもそのまま *merit* / *demerit* とするなど、語義・慣用のずれ、慣用的でなく不適切な用法の英語がみられる。

もっとも、英米の辞書での定義・用法からずれているからと言って一概に間違いとは言えない場合もあり、その判断は微妙で難しい。次に、一例として「ソウルフード」soul food についての一文37を紹介する。

【前略】会合の雑談で食べ物が話題となり、その日本人 は、「日本ではご飯とみそ汁が soul food のようなもので、 各国に soul food があると思うが、あなたは日本の soul food をどう思うか」というような英語の質問をネイティ ブ(アメリカ人)にした。【中略】ネイティブ氏は、「私 は日本に来て日が浅いので、soul food を出す店があるの かどうか知らない。ただアフリカ系アメリカ人も多いの で、私的な集まりで soul food を振る舞うことはあるの ではないか」といった答えをしていた。【中略】その日本 人が訊きたかったのは、「日本のご飯とみそ汁をどう思う か」、あるいは「日本のお国料理は何だと思うか、それを どう思うか」というようなことだったはずだ。【中略】か み合わない答えを聞きながら、私は「やっぱりそうか」 と思った。つまり、soul food と「ソウルフード」は違う のである。【中略】私の話には続きがある。英語の辞書が soul food に「各国のお国料理」の意味を載せていないこ とを確かめたあと、ふと、「この言葉を日本人と同じよう に使っているケースはないだろうか?」という考えが浮 かんだ。そこで、いくつかの国の名前と "soul food" を かけあわせてウェブで検索したところ、おもしろいこと に、かなり多くの例がヒットしたのである。つまり日本 語の「ソウルフード」と同じように使われているような のだ。【中略】「soul food は今やアメリカ南部の料理に限 られるものではない」と高らか?に歌い上げている韓国 料理のサイトもあった。【中略】これはもしかしたら、英 語の国際化、それに伴う英語の脱英米化のひとつの実例 と言えるのかもしれない。

第一著者は授業の中で応答練習という課題を 2002 年度から毎年繰り返している。教員があらかじめ用意 して名刺サイズの用紙に印刷した質問を 10 枚学生 3

^{34 [13, 15, 31]} ほかを参照。

³⁵ 近年になってようやく「デプリーション」という表記が見られるようになってきた。

^{36 [27, 29]} など参照。

³⁷ soul food は「ソウルフード」と同じなのか、それとも違うのか[注 意したい単語・意外な意味]

https://eigo-kobako.blog.so-net.ne.jp/2018-10-22

人のグループに配布し、1人が2回読み上げ、10秒間考える時間があり、1人が45秒間の持ち時間で回答し、もう1人はタイムキーパーを務め、タイムキーパーと質問を読み上げた学生が回答を評価し、役割を順次変えていくという練習で、そのうちの一部を書き起こしている。今回検討した応答練習の書き起こしデータには2,984の応答が含まれる。そのうち、choose | chose | chosen | choice | choiced というつづりを含むものは118あり、choice は37あった。

- choice を最初から正しく使っている(正用) 8
- *choice* を明らかに動詞として使用しようとして *choose* に訂正している(=言い直して正用) 3
- choice を最初から明らかに動詞として使用している(誤用)24
- 言い換えて *choice* を動詞として使用してしまった(=言い直して誤用) 1
- どれに入れていいか判断ができない 1

こうした回答を引き出した質問を見ると、choose / choice などの単語が用いられていることも多く、ある種の語彙的なプライミングが上記のような誤用を導いた可能性も考えられるため、質問のいくつかを紹介する。(著作権の関係ですべてを紹介することは控える)

表 6 回答に choice が含まれる質問例

Q-mt07	Someone gave you enough money to travel around the world for one month with another person. Given the choice, would you rather travel with one of your friends or someone in your family? Why?
Q-ch10	You are offered a chance to spend one year in an English-speaking country? If you are allowed to choose, which country would you like to go; the USA, Canada, Australia, New Zealand, or the UK? Why?
Q-co01	If you have only 15 minutes for lunch, would you get a sandwich, would you skip the meal entirely, or would you rather be late for the next class and have a decent meal? Explain why.
Q-ed08	Among the various activities that you did during class or as homework, what was the most interesting or enjoyable for you? Be as specific as you can and give some concrete examples and reasons for your answer.
Q-se09	When you go out for dinner with your friends, which of the following would be more important in making your choice, quality of food and drinks, or atmosphere and price?

謝辞・注記

本稿のカタカナ語についての一般的な検討の一部は [19]を加筆修正したものである。第一著者は本稿を執 筆・編集中の 2019 年 6 月 7 日に早稲田大学構内で転 倒して左手首を骨折し 6~8 週間にわたってギブスで 固定することとなり、7月5日の締め切りまで原稿の 執筆・編集・修正に多大の制約を受けることとなった。 本稿は不完全な未定稿として理解していただきたい。

本稿の執筆にあたっては、佐良木昌・柏野和佳子・ 鍋井理沙・河村まゆみ・桒原奈々子の助言と協力を得 ている。本稿で紹介するデータの収集・分析にあたっ ては、以下の科研費ならびに早稲田大学特定課題研究 助成費による支援を受けている。

- 科研費基盤研究(B): 課題番号 15H03226 『日本人英語学習者のインタラクション (相互行為)を通じた自律的相互学習プロセス解明』(研究代表者:原田康也)
- 科研費基盤研究 (B): 課題番号 18320093 『学習者プロファイリングに基づく日本人 英語学習者音声コーパスの構築と分析』(研 究代表者: 原田康也)
- 早稲田大学特定課題研究:課題番号 2018B-016 『氾濫するカタカナ語の言語 (英語・日本語)学習に対する影響の調査 と対応策の提案』(研究代表者:原田康也)

参考文献

- [1] 一般社団法人共同通信社(編著), 記者ハンドブック第 13版, 株式会社共同通信社, 2017年3月30日第13版第 4刷発行.
- [2] 一般社団法人中央調査社,「中央調査報 (No.550)より: 誤解多い慣用句、定着しないカタカナ語—文化庁の「国 語世論調査」結果から」,
 - http://www.crs.or.jp/backno/old/No550/5501.htm [2019/06/01 最終アクセス]
- [3] 小野雄一・呼思楽・森野綾香・若松弘子・砂川詩織,「日本語の料理名に出現する英語前置詞の借用について: Cookpad データと実証実験から見えるもの」,言語処理 学会第23回年次大会発表論文集,pp. 1184-1187, 2017 年3月6日.
- [4] 柏野和佳子・奥村学,「和語や漢語のカタカナ表記:『現代日本語書き言葉均衡コーパス』の書籍における使用実態」,計量国語学, Vol. 28, No. 4, pp. 153-161, 計量国語学会, 2012.
- [5] 柏野和佳子・中村壮範,「現代日本語書き言葉における 非外来語のカタカナ表記事情」第4回コーパス日本語学 ワークショップ予稿集, pp. 285-290, 国立国語研究所, 2013年9月.
- [6] 加瀬英明,「【加瀬英明の日本を守る】女性議員が日本国 民の美意識を破壊小池百合子氏の生半可な英語もひど い」,産経ニュース,2017年8月25日.
 - https://www.sankei.com/politics/news/170825/plt17082 50002-n2.html [2019/06/18 最終アクセス]
- [7] 株式会社ネオマーケティング、「カタカナ語に関する調

- 査」, 株式会社ネオマーケティング, 2016/9/14.
- [8] 株式会社ベネッセホールディングス,「第2回 現代人の 語彙に関する調査」 結果速報, 株式会社ベネッセホール ディングス, 2017/9/28.
- [9] 木村英昭, Cinema & Sign Paradise 第2話ブレードランナー. [2019/05/30 最終アクセス]
 - https://cinemasign.exblog.jp/13041202/
- [10]篠塚勝正・窪田三喜夫, 「日本語文字形態(漢字、ひらがな、カタカナ)による認知言語処理の差異」, 成城文藝, vol. 221, pp. 98-84, 成城文藝文藝學部, 2012年12月.
- [11] 島田雅晴, 長野明子, "Use of English Prepositions as Japanese Predicates: A Challenge to NLP," 言語処理学会第23回年次大会発表論文集, pp. 294-297, 言語処理学会第23回年次大会プログラム委員会, 2017年3月6日
- [12] 高村大也・永田亮・川崎義史, 「外来語の意味変化に対する数理的分析」, 言語処理学会第 23 回年次大会発表論文集, pp. 907-910, 2017 年 3 月.
- [13]鍋井理沙・原田康也,「日本人英語学習者の英語リスニング;ディクテーション課題における非強勢要素の聞き取りと書き起こし」,信学技報,vol. 113, No. 354, pp. 71-76, 2013 年 12 月 7 日.
- [14] 並木崇康, 「日本語の新しいタイプの複合語『リンスインシャンプー』と『リンス入りシャンプー』」大石強ほか編『現代形態論の潮流』, pp. 1-19, くろしお出版, 2005.
- [15]原田康也,「外国語の副作用:言語景観と言語学習」,第 138 回次世代大学教育研究会,琉球大学,2018 年 1 月 6 日
- [16]原田康也, 「英語学習に対する阻害要因としてのカタカナ語」, 日本英語教育学会・日本教育言語学会第48回年次研究集会: 英語学習を支える言語環境・言語景観, 早稲田大学, 2018年3月3日・4日.
- [17]原田康也, 「コミュニケーション阻害用意としてのカタカナ語」, 日本ビジネスコミュニケーション学会 2017年度第二回研究集会・第 140 回次世代大学教育研究会, 早稲田大学, 2018年3月18日.
- [18]原田康也, 「"I *choiced* this class because I want to improve my English.": カタカナ語の英語学習に対する影響」, 第 149 回次世代大学教育研究会, 愛媛大学, 2018年 12 月 8 日.
- [19]原田康也, 「シロガネーゼ対おおたかジェンヌ:カタカナ形態素おそるべし」,信学技報, 2019 年年 7 月 7 日. 【発行予定】
- [20]原田康也, 「映像作品に見る香港・澳門・新嘉坡・東京の言語景観:二つまたは三つの観察と考察」, 日本ビジネスコミュニケーション学会 2019 年度年次大会・第 156 回次世代大学教育研究会, 早稲田大学, 2019 年 7 月 13 日
- [21]原田康也・河村まゆみ,「"Do you have my car?": カタカナ語がヤバイ」,2018 科研費合同研究集会@早稲田大学:高等教育と英語学習への多様な取り組み,早稲田大学,2018 年 12 月 14 日.
- [22]原田康也・河村まゆみ,「日本人大学生の英語インタラクションに発現するカタカナ語の影響」,第 150 回次世代大学教育研究会,琉球大学,2019年1月6日.
- [23]藤家伴昭・竜岡博, ローマ字文(日本式(訓令式))における外来語表記法の提案, 言語処理学会第 5 回年次大会発表論文集, 1999 年 3 月.
- [24]文化庁,「平成14年度「国語に関する世論調査」の結果

- について」, [2019/06/01 最終アクセス] http://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokei chosa/kokugo_yoronchosa/h14/
- [25]文化庁, 「カタカナ語の認知率・理解率・使用率【認知率順】」, [2019/06/01 最終アクセス] http://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokei chosa/kokugo_yoronchosa/h14/katakana_ninchi.html
- [26]文化庁, 平成 29 年度「国語に関する世論調査」の結果の概要, 2018 年 9 月 25 日. http://www.bunka.go.jp/koho_hodo_oshirase/hodohapp yo/__icsFiles/afieldfile/2018/09/21/a1409468_02.pdf
- [27]本田秀仁・藤崎樹・植田一博,「"レモン"より"檸檬" を買いたい:日本語表記の希少性と可読性が食品認知に 与える影響」,日本認知科学会第34回大会発表論文集, pp. 794-796, 2017 年9月13日.
- [28]松田典子・岡田明,「意味の有無がカタカナ文字提示課題における読み方に与える影響」,読書科学 58(2), 97-107, 2016,日本読書学会
- [29]村中淑子,「「グレー」と「灰色」について:外来語と和語の類義語ペアの使い分け事例として」,『現象と秩序』第3号,pp. 57-68,神戸市看護大学樫田研究室内現象と秩序企画編集室,2015年10月30日.
- [30]文部科学省, 外来語の表記 内閣告示第二号, 1991年6月 28日.
 - www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/k19910628002/k 19910628002.html
- [31]横川博一,日本人英語学習者の英単語親密度 文字編―教育・研究のための第二言語データベース,くろしお出版,2006年9月7日.
- [32]横森大輔・遠藤智子・河村まゆみ・鈴木正紀・原田康也, 「日本語を第一言語とする英語学習者の比較的自発的な 発話におけるフィラーに見られるいくつかの特徴」,日 本英語教育学会第 43 回年次研究集会発表論文集, pp.89-96,日本英語教育学会編集委員会編集,早稲田大 学情報教育研究所発行,2014年3月31日.
- [33] 若松弘子,「料理レシピの名づけにおける@の使用についての予備調査」,言語処理学会第23回年次大会発表論文集,pp. 298·301, 2017年3月6日.
- [34] 若松弘子・島田雅晴, 「料理サイトのデータから言語接触理論を考える: 前置詞 with の借入について」IDR ユーザフォーラム 2017,国立情報学研究所(NII), 2017 年12月4日.
- [35] 若松弘子, 「日本語における英語定冠詞 the の借用について:料理サイトのデータから」, 言語処理学会第24回年次大会発表論文集, pp. 49-52, 2018 年3月5日.
- [36] Yasunari Harada, Plenary Talk: "Adverse Effects of Katakana Words and Expressions in Japanese on Communication among Native Speakers of Japanese, "JWLLP-24: The 24th Joint Workshop on Linguistics and Language Processing concurrently with 2018 Joint Conference of the Korean Society of Corpus Linguistics and Kyung Hee Institute for the Study of Language and Information, Kyung Hee University, Seoul, 2018 年 6 月 9 日.
- [37] Yasunari Harada, "Adverse Effects of Loan Words in Japanese for Japanese Learners of English," the 54th RELC International Conference and 5th Asia-Pacific LSP and Professional Communication Association Conference, SEAMEO Regional Language Centre, 2019年3月12日.

バイリンガル話者の言語切替における脳の機能的連結性について Brain Functional Connectivity in Language Switching of Bilinguals

赤間 啓之¹, ペ セオフイ², 雷ビョービ³ Hiroyuki Akama¹, Bae Seohui², Lei Miaomei³

1 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院/生命理工学院 Tokyo Institute of Technology, Institute of Liberal Arts/ School of Life Science and Technology <u>akama.h.aa@m.titech.ac.jp</u>

² KAIST, Korea Advanced Institute of Science and Technology ³日立製作所, Hitachi. Ltd.

Abstract

The major challenge to be addressed in this article is to explore the functional connectivity for the language switching in the brains of early bilinguals. We recycled the data that Lei et al., 2014 recorded in the fMRI scans with a cohort of students from the Chinese Korean minority, who were requested to perform two types of property generation task that involved language switching. These tasks were subdivided into two-day sessions with different levels of difficulty: situational non-translation language switching condition (abbreviated as 'SnT') and focused simultaneous translation language switching condition (abbreviated as 'FST'). We found that the natural task based on living of bilinguals (SnT) recruited more broadened realms of functional connectivity than the artificial and difficult experimental switching-translation task (FST), encompassing in the former the bilateral nodes of both Default Mode Network (DMN) and the other task-positive networks.

Keywords — fMRI, functional connectivity bilingualism, language switching, DMN.

1. はじめに

本研究は、早期バイリンガルにおける言語切替の神経基盤を明らかにした Lei ら[1]の実験結果を、さらにタスクベースの機能的連結性の観点から再解析したものである。複数の言語の習得年齢の早い早期バイリンガルにおいては、左背外側前頭前野[2]、側頭葉外側[3]などが言語切替の神経基盤として知られている。Leiらは、第一母語が韓国語、第二母語が中国語である朝鮮族のバイリンガル話者を対象に、言語切替時に母語間の翻訳を含むか否かという2つの条件で、実験日の異なる2つのfMRIセッションを通じ、言語切替の神経基盤を精査した。その結果、補足運動野、尾状核、縁上回、紡錘状回などの言語切替に特有な皮質、皮質下領域を検出した。

しかし、Lei らの研究も含め、これまでのバイリンガル脳の研究は、個別の言語刺激に対して試行内でどのように瞬間的反応をするかに関心が集まり、一定の時

間内で同種の言語切替タスクが反復して行われている という環境の中で、脳が全体として数分間にどのよう な一定の賦活パターンを示すかということにはあまり 関心が寄せられなかった。一定時間の脳の各ヴォクセ ル・領域間の同調的賦活は、その変動の低周波帯の時系 列データを、独立成分解析(ICA)や、シードからの相関 分析に基づくネットワーク解析にかけることで明らか になる。しかしその多くは、実質的なタスクを行わず固 視点を見て、取りとめもない思考がよぎる以外はリラ ックスした状態を保つという、安静時機能的連結性を 示す脳反応を対象としている。そこでは、デフォルトモ ードネットワーク(DMN)が一種の基底状態とされ、内 側前頭前野、楔前部、後帯状皮質、下頭頂小葉、小脳脚 I・小葉 IX、海馬傍回の同調的賦活として観測される。 DMN に対しては自己参照性・自己配向性・他者理解な どの様々な認知機能が賦与され、アルツハイマー型認 知症などの神経疾患のバイオマーカーとしても認めら れている。一方、安静時にもかかわらず、タスク陰性 (task-negative)である DMN に加え、いくつかのタス ク陽性(task-positive)反応ネットワークも部分的に観 測されるが、それらはたとえば、背側注意ネットワー ク、感覚運動ネットワーク、顕著性ネットワーク、前頭 頭頂ネットワーク、あるいはその部分グラフであり、通 常は DMN と負の相関を示すとされる。しかし、下頭 頂小葉から左側頭葉にかけて、DMN が言語ネットワ ーク、特に意味記憶の処理を行うネットワークと構造 的に重なることから、両者の間の共通性を問う論考も 見られる[4]。言語タスクを実行している脳が時間的大 域に亘りどのような同調賦活パターンを示すかを問う 場合も、言語機能ネットワークのみならず、DMNのテ ンプレートにマッチするパターンは特に注目される。

言語タスクベースの機能的連結性は、数分間ストーリーを聞くような[5]、脳内の反応変化があっても部分的・局所的なものとして相殺され、時間的大域に特徴的

な同調性の血流動態変化に帰着できるような実験デザインを前提とする。本実験は事象関連デザインを取っているため、本来は機能的連結性の観測には不向きな面も確かに存在する。しかし、各試行において刺激・タスクと休止が固定長に割り付けられ、ジッタリングを行っておらず、また言語刺激に関しては、選ばれた一定のアイテムにおいて、意味カテゴリーの配分が統制され、各セットにおいてランダムな順ではあるが厳密に同一であり、言語切替のタスクとしてセッション内においては変化が無い。そのため、タスクベースの機能的連結性[6-9]を計算するのに一定の条件を満足していると判断された。

2. 実験と分析

本研究のデータは既に[1]で扱ったものであるため、ここではその概略を再掲するにとどめる。本実験の参加者である朝鮮族のバイリンガル話者は、第一母語が韓国語、第二母語が中国語である。よく知られているように、表音文字を用いる韓国語と表意文字を用いる中国語では、脳の賦活部位が異なり、前者は脳の吻側、後者は尾側に偏ると言う研究がある[10-11]。Lei らの実験では、言語切替時に母語間の翻訳を含むか否かという2つの条件で、実験日の異なる2つのfMRIセッションを通じ、言語切替の神経基盤を精査した。

実験参加者は韓国語・中国語の早期バイリンガル8名で、実験アイテムは中国語あるいは韓国語の単語の綴り計40語である。それらは意味的に哺乳類に関するアイテムが20個、手道具に関するアイテムが20個からなり、全アイテムが各々韓国語と中国語で書かれている。タスクは意味処理的な側面においては、声を出さずに、刺激の属性について連想するということで共通している。各セッションでは、アイテムの順をランダムに変え、同一の刺激セットを6回繰り返し提示し、1日に計2時間程度を要した。

2つのセッションは、日を変えて行われ、内心のタスクにおける使用言語の選定のみが異なり、一方が「状況に即した翻訳なし言語切替」 situational nontranslation language switching (SnTと略する)、他方が「集中的な同時翻訳つき言語切替」 focused simultaneous translation language switching (FSTと略する)である。SnTセッションでは、刺激語と同一母語で対象の属性を考えるので、言語切替はアイテムからアイテムに移る際の状況に応じて言語の変化という形で行われるが、FSTセッションでは、刺激語と異

なる母語で対象の属性を考えるので、アイテムに関する意味処理内部で同時通訳という形の言語切替を行わ ねばならず、アイテム間とアイテム内の異なるタイプ の言語切替を行うという二重の負荷がかかり難度が高い。

ただし、SnT セッションも FST セッションも、スクリーンを通じて与えられる刺激セットそのものに違いはなく、各試行は 3 秒間、韓国語あるいは中国語で単語が提示され、固視点マークに切り替わり 7 秒続く計10 秒である。各セットは計40 試行で、1 セッションにつき、6 セットの反復があり、反復時間が 1 秒なので、task 1 セッションが計 2400(=10*40*6)秒、になる。さらに Lei らの研究では MVPA の計算のため、ベースラインの安静状態の脳反応を各セットの後に計6回40秒測定した。この安静状態 rest は機能的連結性を計算するには短いが、反復時間 1 秒なので40 時点が取れ、これらは独立したものとして扱われる。なお機能的連結性の計算には SPM12 上の Connectivity Toolbox (CONN v.18.a)とその脳地図(atlas.nii)を用いた。

3. 結果

本研究では CONN を用い、タスクベースの機能 的連結性を全セッションに亘って計算して、SnT条件と FST 条件で連結重みに有意な差のある領域ペア(ROI-to-ROI)を求めた。機能的連結性は、voxel やROI から反応の時系列データを抽出し、その相関行列を計算した上で、さらに重み付き(あるいは無し)の隣接行列を求め、全脳に情報伝達ネットワークを張り巡らす方法である。なお、SnT>FST はコントラストベクトル[-1 1]、FST>SnT は[1-1]で計算し、実際にタスクを行った 2400(=400*6 セット)秒間を test、ベースラインの安静時 240(=40*6 セット)秒間を restで表した。TR が 1 秒なのでこの秒数はヴォリューム数に一致する。

結果として、表1・図1にあるように、test条件下で2つの領域間結線がFST条件とSnT条件の間で有意な差が見られ、しかも双方ともDMNと視覚関係のネットワークの間を差し渡すものであった。さらに連結強度は2つとも、「状況に即した翻訳なし言語切替」(SnT)の方が「集中的な同時翻訳つき言語切替」(FST)に比べて有意に大きかった(逆向きのコントラストはbeta値の符号が変わる)。すなわちDMNの重要なノードである後部帯状皮質と左外側視覚ネットワーク(MNI座標で・37、・79、10)との間(p<0.01FDR)、および

DMN 前頭前皮質(MNI 座標で 1, 55, -3)と右背側注意 ネットワーク前頭眼野(MNI 座標で 30, -6, 64)である。

表 1. 両セッションの test 間で有意差のあった結線

subject effect	FST>SnT		
conditions	test		
seed/source(target)	target(seed/source)	beta	p-FDR
atlas.PC (Cingulate Gyrus, posterior division)	networks.Visual.Lateral (L) (-37,-79,10)	-0.24	0.0079
networks.DefaultMode.MPFC (1,55,-3)	networks.DorsalAttention.FEF (R) (30,-6,64)	-0.14	0.0201

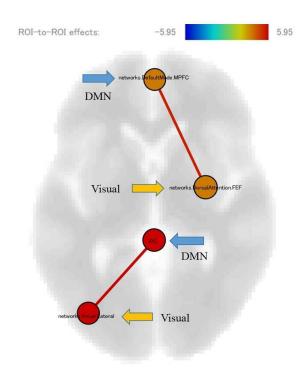


図 1 両セッションの test 間で有意差のあった結線 (SnT > FST)

さらに興味深いのは、test の各セット直後のベースライン安静時反応を6セットで計240ヴォリューム分記録し、これを rest とした場合、11個の seeds において FST 条件と SnT 条件の間で有意な差が見られたことである。それらの多くは DMN、言語処理ネットワーク、背側注意ネットワーク、前頭頭頂ネットワークに関係していることがわかった(図2,3)。グラフで示したように、このセッション比較差分ネットワークにおいて左後上側頭回(pSTGI)が次数5でハブになっており、これはヴェルニッケ野とも重なり、DMNの重要なノードである左下頭頂(縁状回、角回)に連続してゆく。左後上側頭回(pSTGI)が seed のときは、必ずSnT>FST条件であり(すべて寒色で表され)、FST>SnT条件のときにこのノードを seed とする結線は出現しない。

同じく次数 5 の後帯状皮質(PC)も DMN の重要なノードであり、これも DMN や他の背側注意ネットワー

ク、前頭頭頂ネットワークのいくつかのノードと結線するが、これを seed とする有意な結線は、SnT>FST条件下のものも、FST>SnT条件下のものも存在する。 興味深いことに、SnT>FST条件で記録される有意な結線は、右半球の DMN および言語野右脳相同部をseedとして、右半球内のみならず、左半球の DMN ないしタスク陽性ネットワークに差し渡されているのに対し、FST>SnT条件で記録される有意な結線は、左半球内に限定して存在していることである。

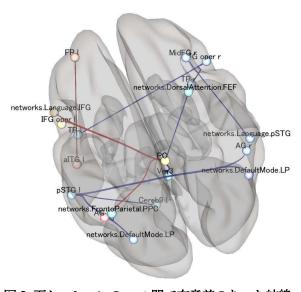


図 2 両セッションの rest 間で有意差のあった結線 (FST > SnT が暖色、SnT > FST が寒色で示される)

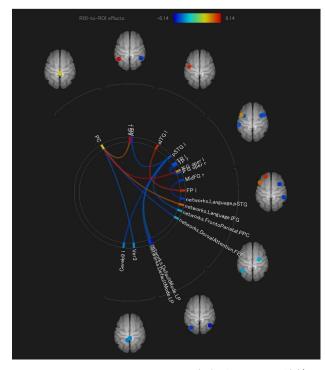


図 3 両セッションの rest 間で有意差のあった結線 (リンググラフ)

4. 考察

状況に即した自然な場面間での言語切替(SnT)の方が、瞬間的な翻訳を要求し翻訳の方向性をそのつど切り替えて負荷を課す難度の高い言語切替(FST)よりも、タスク陰性・陽性ネットワークの双方の部分的連携を際立たせ、しかも両側間で有意に強度の大きい結線を張り巡らしていることは注目に値する。しかも、実際のタスク時には有意な結線として、DMNと視覚ネットワークの協働がSnT条件においてのみ、しかも2箇所でしか検出されなかったのに対し、タスクが終わった直後の小休止であるベースラインの安静時では、数多くの有意差のある結線が双方の条件から記録されている。

「自然な」言語切替タスクである(SnT)条件時に、背側 DMN にあって時間的配向性[12]を司る前頭前野(MPFC)が前頭葉の眼球運動中枢である前頭眼野(FEF)と同調して賦活するのは、この条件時にスクリーン上の単語の読みがスムーズに行われていることを意味する可能性がある。試行内で言語を瞬間的に切り替えるFST条件では綴字処理レベルで干渉が生じることも考えられる。ただ、test 時の SnT で FST に比べ後部帯状皮質(DMN)と左外側視覚ネットワークも強く連結していたことは、別の解釈の可能性も垣間見させる。このことはタスク陰性・陽性ネットワークの安静時連携が、バイリンガルにとって自然な流れの言語切替環境では生じるが、人工的にバイアスがかかり余分の緊張を強いる高難度の言語通訳環境では阻害されることを示唆しているかもしれない。

タスク(test)の余韻を引き摺ったセット間休憩にもなる安静時測定(rest)において、言語活動負荷の大きなFSTが、古典的言語野である左下前頭回ブロカ野と同側の背側 DMN との間で連結を機能させているのは興味深い。しかし、さらに注目すべきは、SnT条件のrestで、ブロカ野右相同部が対側の左側頭極に対し有意な結線をもつということである。このことは、脳内の言語処理における右脳の役割[13-16]を考慮する上で注目に値するとともに、Hub-and-Spoke 理論[17-18]で左側頭極が意味処理中枢と見做されていることも合わせて考慮すべきである。また同様にSnT条件のrestでは、ヴェルニッケ野右相同部に近い右角回など、DMNの右下頭頂小葉が、対側のヴェルニッケ野に近い左上側頭回と、両側に差し渡す有意な結線を形成している。この結果、バイリンガル話者の自然な状況下での言語切替

には、脳の両側に差し渡された言語野と、認知状態を考える上で重要な皮質領域の連携が深く関与している可能性が、本研究で垣間見られたと言える。

参考文献

- [1] Lei M, Akama H, Murphy B, (2014) Neural basis of language switching in the brain: fMRI evidence from Korean-Chinese early bilinguals. Brain and language, Elsevier, 2014, 138. doi:10.1016/j.bandl.2014.08.009
- [2] Hernandez AE, (2009) Language switching in the bilingual brain: What's next? Brain and Language, 109(2-3), 133-140
- [3] Chee MW, Soon CS, Lee HL, (2003) Common and segregated neuronal networks for different languages revealed using functional magnetic resonance adaptation. Journal of Cognitive Neuroscience, 15, 85– 97
- [4] Humphreys GF, Hoffman P, Visser M, Binney RJ, Lambon Ralph MA, (2015) Establishing task- and modality-dependent dissociations between the semantic and default mode networks, PNAS 112 (25) 7857-7862; https://doi.org/10.1073/pnas.1422760112
- [5] Castellazzi G, Bruno SD, Toosy AT, Casiraghi L, Palesi F, Savini G, D'Angelo E, Wheeler-Kingshott CAMG, (2018) Prominent Changes in Cerebro-Cerebellar Functional Connectivity During Continuous Cognitive Processing, frontiers in Cellular Neuroscience,

https://doi.org/10.3389/fncel.2018.00331

- [6] Gonzalez-Castillo J, Bandettini PA, (2018) Task-based dynamic functional connectivity: Recent findings and open questions, Neuroimage. doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.08.006
- [7] Eguiluz VM, Chialvo DR, Cecchi GA, Baliki M, Apkarian AV. (2005) Scale-free brain functional networks. Phys. Rev. Lett. 94, 018102.
- [8] Bassett DS, Meyer-Lindenberg A, Achard S, Duke T, Bullmore E, (2006) Adaptive reconfiguration of fractal small-world human brain functional networks. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103, 19518-19523
- [9] Telesford QK, Morgan AR, Hayasaka S, Simpson SL, Barret W, Kraft RA, Mozolic JL, Laurienti, PJ (2010) Reproducibility of graph metrics in fMRI networks, frontiers in Neuroinformatics, doi: 10.3389/fninf.2010.00117
- [10] Tan LH, Liu HL, Perfetti CA, Spinks JA, Fox PT, Gao JH, (2001) The neural system underlying Chinese logograph reading. NeuroImage, 13, 826–846.
- [11] Yoon HW, Cho KD, Chung JY, Park H, (2005) Neural mechanisms of Korean word reading: A functional magnetic resonance imaging study. Neuroscience letters, 373(3), 206-211
- [12] Peer M, Salomon R, Goldberg I, Blanke O, and Arzy S, (2015) Brain system for mental orientation in space, time, and person, PNAS 112 (35); www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1504242112
- [13] Mitchell RLC, Crow TJ, (2005) Right hemisphere language functions and schizophrenia: the forgotten hemisphere? Brain, 128, 963-978
- [14] Lindell AK, (2006) In your right mind: right hemisphere contributions to language processing and production, Neuropsychol Rev. 2006 Sep;16(3):131-48

- [15] Taylor KI, Regard M, (2003) Language in the Right Cerebral Hemisphere: Contributions from Reading Studies Physiology Vol. 18, No. 6, https://doi.org/10.1152/nips.01454.2003
- [16] van Ettinger-Veenstra HM, Ragnehed M, Hällgren M, Karlsson T, Landtblom AM, Lundberg P, Engström M, (2009) Right-hemispheric brain activation correlates to language performance, Neuroimage, (49), 4, 3481-3488. http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.10.041
- [17] Patterson K, Nestor PJ, Rogers TT, (2007) Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain, Nature Reviews Neuroscience volume 8, pages 976–987
- [18] Lambon Ralph MA, Sage K, Jones RW, Mayberry EJ, (2010) Coherent concepts are computed in the anterior temporal lobes, PNAS 107 (6) 2717-2722; https://doi.org/10.1073/pnas.0907307107

活動から教科を学ぶ

ABSL(Activity Based Subject Learning)の提案

福本 理恵†, 髙橋 麻衣子†, 中邑 賢龍†

Rie Fukumoto, Maiko Takahashi, Kenryu Nakamura

[†]東京大学先端科学技術研究センター Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo fukumoto@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

概要

急速な変化に対応しながらイノベーションを生み出していくには、学習者たちが能動的に学び、知識を活用していくサイクルに誘うような学びの環境が不可欠である。そのためには教科の知識をリアルの場に繋げ、活動を通して知識の活用を学ぶ方法が有効である。本研究ではそのような学び方を Activity Based Subject Learning と名付け、日常生活に紐づく活動から教科横断的に学ぶことで知識の習得から活用へと展開する学び方を新たに提案したい。

キーワード: Activity Based Subject Learning (ABSL), transfer (転移), studying realities (現場を研究すること), cross-sectional learning (横断的な学び), working for-ward to discover new goals (発展的達成)

1. 問題と目的

アクティブラーニングと PBL の学習方法

近年、加速度的に変化する知識・情報・技術をめぐる急激な社会変化に対応しうる人材育成の必要性が叫ばれている。それを受け、文部科学省は2012年の中央教育審議会にて「アクティブラーニング」という言葉を、学習者である生徒が受動的に授業を受けるのではなく、能動的に学ぶことができるような授業のための学習方法として提唱した。アクティブラーニングでの経験と学びは、次なる学修ステップへのモチベーションを高め、同時に専門科目への理解を深める促進要因となることが期待されてきた。しかし一方で、知識と活動の乖離があることで活動時間とそれを支える知識の伝達・理解に当てる時間が相対的に減少してしまうという両者のバランスの調整が求められるとの指摘もあり[1][2]、知識の習得をアクティブラーニングでど

こまで満たすかは議論の余地がある。また、アクティブラーニングが能動的に学ぶことができるような授業のための方法であると同時に、主体的に考える力を子どもたちが育成できる学びの創造を意味するのであれば、学習者の動機づけを高めていく魅力的な活動と、自ら没頭していく問いの設計が学習環境のデザインとして必要ではないだろうか。それを考えると、真のアクティブラーニングを実現しようとした時には、学校や教室という限られたリソースの中で学習者が能動的にまた主体的に学ぶ環境が十全に整うとは考えにくい。能動的で主体的な学びの中で学習者が探究心を継続的に発揮していくには、時間的・物理的制約となる教科書や時間割、ひいては学校という場の枠組みを思い切って取り払うことが時には必要であると考える。

現場の要請を受けて「アクティブラーニング」の必 要性が高まるのと並んで、学習科学の研究領域からも 学習者の問題解決学習や発見学習、探求学習といった 様々な体験学習のアプローチが考案・実践されている。 特に、実践の場において問題解決を通して学習を進め る教育的手法として Project Based Learning および Problem Based Learning の2つのPBL が注目されてい る。 溝上・成田 (2016) によれば、 「問題解決学習とは、 実世界で直面する問題やシナリオの解決を通して、基 礎と実世界とをつなぐ知識の習得、問題解決に関する 能力や態度等を身につける学習のこと」であり、こう した学習の需要がアクティブラーニングの注目の高さ と相まって日本でも高まっている。湯浅・大島・大島 (2010) は、上記 2 つの PBL において真正性の高い 題材や学習者にとって身近な題材を用いることことで, 学習者が自身の知識や経験を用いた主体的な活動とし て学びを捉えることの重要性を説いている。その意味 で、いずれも学習者中心で学習者の動機を高める学習

デザインであるといえる。このように、アクティブラーニングであっても PBL の学習手法であっても学習者の動機づけと探究心に学習環境の設計が大きく影響するため、リアルな現場で起こる活動から学ぶ学習環境には学習者が興味を持つ緻密なデザインの設計が不可欠であると考える。

デザイン研究のアプローチ

1990 年代に確立された学習科学 (the learning science)は、人がより知的になるための学習活動を支 援する「学習環境のデザイン」という考えに基づいて いる。その中では、これまでの認知科学研究における 人間の学習についての知見、教授研究の成果をもとに、 これまで以上の学習成果を期待して学習環境を総合的 にデザインすることが求められている[5]。ここでいう 「これまで以上の学習成果」について、大島・大島 (2009) は「転移可能な知識、すなわち深い概念的理 解」として捉え、学校教育における教授設計改革や学 習活動のデザインといった実践的な研究が盛んに行わ れていることに触れている。さらに、学習科学では「人 を日常の学びの中で今より賢くするために実際に役立 つ科学」としての機能が重要視されており、人の日常 的な営みの質的な向上を目指そうとした意味で「実践」 の中にある学びにフォーカスを当てた実践学の再考が 不可欠であるという潮流も生まれている[7]。三宅・三 宅・白水、(2002)も、学習科学では実生活の複雑な認知 過程にこそ解明すべき認知の本質が存在し、それを研 究対象の中心とすることが認知の解明に繋がると述べ ており、いずれの場合も学習科学の分野においては現 実社会で起こる問題に対して能動的かつ主体的に考え うる知性の醸成が求められている。

こうした日常の活動や実践研究が進む中、実践に重きをおいた研究アプローチとして掲げられているのが、デザイン研究 (design-based Research) である。Collins, Joseph, & Bielacyc (2004) らは、①文脈の中で起こる学習についての理論的な問題を取り扱うこと、②実験室よりも日常場面における学習という現象を研究するための方法論を確立すること、③これまでの狭い意味での学習という概念を超えた評価のあり方を提案すること、④形成的評価から新しい発見を導き出すことの4つを方法論として挙げており、大島・大島(2009)でも目的に合わせて作られたデザインを現場で使用し、繰り返し改善を試みるアプローチをとることで徐々に精錬させていく必要が学習環境においても同じであると説いている。本研究で扱う、活動から学ぶ実践の中で能動的かつ主体的な学びを体現していく際にも、実

践現場の学習環境をどうデザインし、それらがどう効果を発揮するのかを検討するために、デザイン研究のアプローチを採用するのが有効であると考える。

学校と日常の活動で得られる知識との乖離

学習科学では、現場の学習を扱うことということが 特徴の一つとして挙げられるが[8]、それを示すのに重 要な示唆を与えてくれる研究がある。それは Lave (1988) らの日常的認知 (everyday cognition) 研究の 中で明らかになったもので、学校で教えられたはずの 「一般的な」数学的な知識が日常生活へ転移する証拠 は認めがたく、むしろ職業上や生活の中の活動を通し て四則演算や比例計算の仕方を学ぶことが起こること, また日常場面の問題解決はそこがどのような場か、ど のようなリソースがあるかと深く相互作用しながら行 われることの事実が現場にはあることを示している。 このことは、学校での知識が現場に即した形で活用さ れず、独立した知識のままで蓄えられていることを示 唆しており、深い概念的理解に及ぶためには活動を通 した学びを設計する必要があることの重要性を唱えて いる。また、白水 (2012) が指摘するように、今日の 経験から明日の問題解決につながる知識の獲得と転移 が不断に起きているという視点で日常生活の状況を捉 えていくと、日常生活には多様な問題のバリエーショ ンを参加者自身が解いたり、比べたりする構成的な活 動が含まれており、そこから転移可能な一般的知識が 構成されていく可能性がある。

このように、日常の延長にある類のリアルな活動に 対応した知識の構造化が、一般的な学校で習得する知 識の転移に繋がるとした仮定に基づくのであれば、現 行の教育現場の教育課程の枠組みで習得する教科学習 を教科横断的に日常の活動と繋げていくことが、知識 の活用を促し、一般的な知識の構成を深めていくこと に繋がるのではないかと考える。

Activity Based Subject Learning (ABSL) とは

本研究では 2014 年から東京大学先端科学技術研究 センターと日本財団がスタートさせた「異才発掘プロ ジェクト ROCKET」の中で実施してきた教育的手法と して、ABSL(Activity Based Subject Learning)を提案 したい。ABSLとは「教科横断的な活動場面を設定し、 日常生活に紐づいた活動から教科を学び、知識の習得 から活用へと展開するような学び方であり、能動的な 学びの場の創出」を目指すものである。前述したアク ティブラーニングよりも学習者が主体的に活動から教 科を学ぶ学習環境の設計が具体的になされており、 PBLの手法と類似の学習環境を備えながらも、より日常生活の延長上にある活動にフォーカスを当てた点と、問題解決型でない活動をも内包する点が PBL とは異なっている。アクティブラーニングと PBL のいずれとも異なる点は、知識の習得を必ずしも必要とせず、知識の活用に重きを置く点である。

学校で教科学習を行う際には、教室で教員が教科書 の展開に沿って児童・生徒に体系だった知識を伝達す る場面が多い。このような基礎から積みあげていく学 びにおいては、得た知識がどのように活用されるのか を実感しにくく、学習に対する意欲や動機づけが上が らない場合がある。「こういうことがやりたい・やって みたい | という学習者の動機づけが高い活動から必要 性を感じて基礎を学ぶ「基礎に降りていく学び」[12] の必要性も唱えられているように、ABSL でも探求し たい動機づけが根底にある学びを前提としている。 ABSL のアプローチでは日常生活に紐づく活動の中に 探求したい課題を盛り込み、そこから教科学習に繋が る「基礎に降りていく学び」の考え方をベースとして、 日常的な活動の中に教科学習が活用できる場面がある ことに気づいていくことで学習者の学びに対する構え の変容や、知識の転移が生じることをねらった学習の 設計がなされている。 また学び方の特徴として. 「教科 書なし」,「時間制限なし」で学校外のフィールドで学 年の枠を超えて活動をすることが挙げられる。このよ うな学び方ゆえに、系統だった教科の知識を習得する よりも、具体的な場面に即した教科横断的な知識の活 用に重点が置かれることとなる。

本研究では、日常生活に結びついた活動から教科学習への導入をはかる ABSL(Activity Based Subject Learning)アプローチの可能性について、実践を通して検討をすることを目的とする。また、その際に学習環境の中に日常生活の活動と教科を結びつける設計や、活動場所、子どもの興味関心を基軸に学習カリキュラムを組んでいく設計を実践の中で繰り返し改善していけるよう、デザイン研究アプローチを適用して検討していくこととした。以下では、本研究で対象とする参加する児童・生徒が在住している長野県A市の「森」という地域リソースを活用し、身近にある「森」と生活の中に根深く関与している「センサー」をテーマにした活動から児童生徒の学びが ABSL によってどのように展開されるのかを検討する。

2. 方法

ABSL コンテンツの作成方法

ABSL のコンテンツは、図1に示す①から④の手順

により組み立てを行い作成した。

まず、①では、活動場所、対象物、参加する子ども の興味関心を考慮し、それらに関連した活動を具体的 に挙げながら活動に紐づくテーマの選定を行った。次 に、②では具体的な活動に紐づくテーマに付随するキ ーワードをブレーンストーミングで書き出した。プロ グラムで扱いたい対象(モノ:名詞)と、活動(コト: 動詞)をキーワードとして抽出していき、マインドマ ップ(以下,学習マップと呼ぶ)を作成した。キーワ ードの書き出しの過程では、①で設定したテーマが学 びを拡張および深化するのに相応しいかを検討し、最 終的なテーマを確定した。続いて、③では学習マップ で書き出したキーワードの対象と活動に関連するリサ ーチを行い、それに対応する教科単元を組み合わせた。 必要に応じて、検討した教科単元と学習指導要領を照 合してより教科単元の対応設計を強固にした。さらに、 ④では全体のプログラムの構成や流れ(以下、シナリ オと呼ぶ)を考慮して、学習マップの項目の選定と重 み付けを行いながら、プログラムに組み込む内容を確 定した。最後に、⑤では④で確定した内容に紐づく教 科単元から想定される発問を軸に、シナリオを作成し た。そのシナリオを元に,スライド等の教材や備品な どを用意してプログラムを実施した。

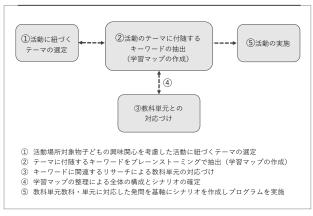


図1ABSL コンテンツ作成プロセス

本研究における ABSL コンテンツも上記の手続きに 則り作成した。テーマには A市の特徴でもあり、児童 生徒にとって身近な「森」を選定し、フィールドワークの中心として据えた。また、日常生活のあらゆる場面に内蔵されており、学習の視点の広がりと深まりがある「センサー」を学びの核に据えるキーワードとして設定した。その上で、動物/植物/人間、過去/現在/未来、アナログ/テクノロジーといった対比の視点を想起させる発問を設計し、異領域間を往来できるようなカリキュラムとして組み上げた。最終的に、2日間のプログラムを通して7コマの活動から地域に関

連した教科横断的な学びが展開できるように作成した。なお、活動形態の種類としては「探索活動」、「レクチャー」、「観察」、「試行錯誤の実験」、「ディスカッション」という5パターンを設定した。今回のプログラムで実施したカリキュラムの概要は、表1にまとめた通りである。

実施時期・対象

本研究では ABSL の実践として 2018 年 10 月 3 日から 4 日の 2 日間のプログラムを A市で開催した。参加者については、A市の教育委員会から全域の小中学校

に周知してもらい、40名の応募の中から抽選にて選考した。その結果、A市内の小学校3年生から中学校3年生までの18名が選出された。プログラムへは学校の授業を欠席して参加することが求められたが、教育委員会による出席扱いとする配慮があったため、学校に行っていない子どもだけでなく、学校の授業を能動的に欠席しても本プログラムに参加したいという意欲の高い子どもが集まった。また、「未来の科学者集まれ」との冠で周知したため、科学に何らかの興味関心がある子どもたちが参加した。

表1 ABSL として設計された活動内容とそれに対応するする教科単元

実施日	活動形態	活動タイトル	学習活動	関連する教科・単元
10月3日 1コマ目 (60分)	探索活動 / 議論	すべての科学はセンサーから スタートする	身の回りのものに含まれるセンサーを探す活動を実施 する中で、人の感覚器官とロボットのセンサーを対比 させながらセンサーの仕組みについて考える	小3 (理科) :電気で明かりをつけよう 小4 (理科) :電気の働き 小5 (社会) :情報ネットワーク
10月3日 2コマ目 (60分)	レクチャー/議論	センサーでわずかな動きを 捉えることができるのか!?	情報工学の研究者の話を聞きながら、重度重複障害の 身体の動きがない人たちの肉眼では捉えにくいわずか な動きであっても、センサーによって捉えられること を体験的に学習する.センサーがインターフェースやAI 技術と繋がることで変容することを学ぶ	小4 (理科) :ヒトのからだのつくりと運動中2 (理科) :行動の仕組み中 (公民) :消費生活を支える流通
10月3日 3コマ目 (150分)	探索活動	君のセンサーを作動させて 町中にあるセンサーを探せ!	グループ活動で目的地を目指しながら町内のセンンサーを探すフィールドワークを実施した.町内の人にインタビューしながら、ガソリンスタンド、病院、車の修理工場、駅、図書館、自動販売機などにあるセンサーを探して、現代社会において日々の生活が様々なセンサーによって成り立っていることを学ぶ	小3 (社会) :わたしたちの大好きなまち 小5 (社会) :働く人と私たちのくらし 小5 (国語) :聞くことについて考えよう
10月3日 4コマ目 (90分)	観察 / レクチャー	ムササビナイトウォッチ いつ空を飛ぶ?飛行をウォッチ できるか?	森に生息するムササビの滑空の様子を自然観察した.動物と人間の生活を比較することで身体や生態の違いについて考える.高確率でムササビの観察を可能にするための動物の行動特性を把握する背景にセンサーを活用したデータ取得および解析技術があることを知り,それにより観光ビジネスが成立することを学ぶ	小4 (理科) : 春夏秋冬の生きもの 小5 (社会) : わたしたちのくらしと国土 小6 (理科) : 月と太陽 小6 (理科) : 生物どうしのつながり 小6 (算数) : 速さ 中2 (理科) : 動物のなかま
10月4日 5コマ目 (150分)	探索活動 / レクチャー	森にでかけよう	視覚・聴覚・嗅覚・触覚などの感覚を利用して森で木の実を採集する。森の植生や生態系、その土地独自の地層に着目して、A市の森が植林によって生まれた歴史的背景を学ぶとともに、縄文時代の採集の際の知恵の働かせ方を考える	小4 (社会) : 昔から今へと続くまち 小5 (理科) : 植物の発芽と成長 小5 (社会) : わたしたちのくらしと国土 中1 (理科) : 植物の暮らしなかま 中2 (理科) : 動物の生活
10月4日 6コマ目 (120分)	実験 / レクチャー	縄文人は何を食べていたか!? 縄文人 vs 現代人	どんぐりを解剖・調理しようというミッションを遂行するために、採集した木の実を分類した.どんぐりのアク抜きの活動を通して、堅果類、植物の細胞について体験的に学ぶ	小3 (社会) : 昔のくらし、昔の道具 小5 (理科) : もののとけ方 小6 (理科) : 植物のつくりとはたらき
10月4日 7コマ目 (90分)	レクチャー / 議論	経験は科学を超えるか!? 縄文の世界を解きあかせ!	縄文人の暮らしを知るサイエンスの最前線として、考 古学者の話を聞いて学習した、縄文時代の遺跡から出土 するどんぐりやパン状の炭水化物の化石を提示しなが ら、放射性炭素年代測定方や人骨のコラーゲン分析な ど文理融合の方法で明らかになってきている縄文の世 界について学ぶ	小6(社会):日本のなりたち 中1(社会):古代までの日本 中2(理科):物質をあらわす記号 中3(理科):自然界のつり合い、人間と環境 中3(理科):科学技術と人間

プログラム概要

2日間にわたり、A市の森および町中をフィールドワークの拠点として実施した。「未来の科学者集まれー森

の神秘を科学する-」と題したプログラムで、センサーという身近な生活に関連するキーワードが日常生活の活動場面に紐づいていく形で設計されたカリキュラ

ムに沿って活動を展開した。活動の概要と関連した教 科についても表1に示す。

タイムスケジュールと活動内容は、下記の通り実施 した。1日目には後述する4コマを実施した。1コマ目 はプログラムの導入として位置付け、センサーについ て参加者がどれほど既知情報を保有しているのかをア セスメントする目的で、センサーから連想するイメー ジのブレーンストーミングと具体物の探索活動を行い, さらにセンサーについての知識の拡張および、概念の 整理を促すための議論を行った。2 コマ目ではセンサ ーの中でも,情報工学の分野で臨床場面においてシグ ナルとしてのセンサーを活用している事例についてレ クチャーを主とする体験学習で学ぶとともに、現在と 未来を比較することを通して近未来の社会で使われる 暮らしにまつわるセンサーの機能についても議論した。 3 コマ目では実際の暮らしの中で使われている町内の センサーを探すフィールドワークを実施した。4 コマ 目では動物/人間の視点および、アナログ/テクノロ ジの視点を比較させながら, 森の中でのムササビの行 動観察を通して、動物の五感というセンサーの役割と、 その動物行動を記録するための機械に内蔵されたセン サーについて学んだ。

また2日目には、下記の3コマのプログラムを実施 した。5コマ目では、動物/植物/人間という視点と、 過去/現在という視点を盛り込み、動物にとっての森 の役割や過去の森の機能について学ぶとともに、植物 の落葉や紅葉に関わるセンサーがどのように働いてい るのかについてのレクチャーを受けた。また縄文時代 の森での木の実の採集とシンクロするシチュエーショ ンで、自分たちの五感をセンサーと捉えた探索活動を 実施した。6 コマ目では、森で採集したどんぐりを食 べるために縄文人が味覚を中心とするセンサーを駆使 して、食べられるための工夫をしていたことを試行錯 誤実験から仮説検証した。また、成熟したどんぐりの 落下のメカニズムに植物の光や水分を感知するセンサ ーが関わる可能性についても議論した。7コマ目では、 考古学者の話から、縄文時代の食べ物などが発掘され るのをどのように同定しているのか、放射性炭素年代 測定法におけるセンサー利用についての話をレクチャ ーから学ぶと同時に、情報の取得方法にも時空を超え たセンサーの機能とバリエーションの変遷があったこ とを学んだ。全てのコマの実施後、2 日間にわたる ABSL プログラムの振り返りを行い終了した。

ABSL の検証方法

ABSL のプログラムにおいて、参加者が日常生活に

関わる活動に教科学習を紐づけて学んだかを検討するために、アンケートを実施した。アンケート内容は、日常的な活動を教科に結びつける程度について、「わからないことを図書室で調べる」、「計算ドリルに取り組む」、「植物に水をやる」、「散歩をする」、「落ち葉を集める」、「花のにおいをかぐ」、「天気予報をみる」、「鳥の写真をとる」、「昆虫採集をする」、「お昼ごはんをつくる」、「スーパーで買い物をする」、「ブロックを組み立てる」、「こわれたおもちゃを分解する」、「お年寄りと話をする」の15個の日常場面での活動が教科学習(国語・算数・理科・社会)に関係があるものに丸をつけることで関連度を測定した。該当した数を集計し、その数の変化から日常生活に教科単元が結びついていることへの気づきがABSLにより変化したかを検討した。

次に、勉強についての学習意欲や勉強の捉え方への変化が生じたかを検討するために、「勉強は好きですか」、「学校で勉強したことが役に立ったと思うことはありますか」について、5段階尺度(1:とてもきらい、2:きらい、3:どちらでもない、4:好き、5:とても好き)で回答を求めた。また、「勉強とはどこで何をするものか(実施前)/これからどこでどのような勉強をしたいですか(実施後)」の質問項目に自由記述を求めた。さらに、活動を通して知識の転移が生じているかを検討するため、探索行動や議論などの行動形態の異なる時間の中で「センサー」というキーワードに対する知識の変容を行動観察と会話の抜粋から一部抽出した。

3. 結果

活動内容から見られた知識の拡散と収束について

「センサー」にまつわる事物を探す探索活動が行われた1コマ目、3コマ目、5コマ目の時間では、「センサー」というキーワードに関連づく事物が多岐にわたってピックアップされた。探索されたセンサーの類は、例えば、市庁舎では、事務室に置かれていた電気や FAX、トイレの自動洗浄システム、自動販売機のボタン、ビデオの赤外線リモコンなど、町中ではスーパーの支払いバーコードシステムやコンビニの自動ドア、車工場の車のガソリンメーター、図書館の貸し出しバーコード、町中の信号機、病院の様々な医療機器に接続されたバイタルメーター、森にいる昆虫や動物、自分たち人間を含む五感センサー、動物の動きを察知して点灯する光センサーなど広範囲に及ぶものが拾い上げられた。「センサー」というキーワードでの探索活動で広がった知識は、逆に一コマずつのコンテンツの中では具

体的な事物を通して一つのセンサーの側面における知識を深めることとなり、各活動場面に紐づく形で収束した。例えば、2 コマ目の重度重複障害者のコミュニケーションに活用されるセンサーは、近赤外線を用いた動きの検出など工学的な知識に収束され、また6コマ目のどんぐりの渋抜きの活動では味覚が渋みを検出する点について実験で仮説を立てながら検証していくことで収束された。このように、子どもたちは「センサー」に関連する知識の拡散と収束を具体的な活動を通して繰り返し操作し、具体的な事象と抽象的な思考を行き来させた。知識の拡散と収束は、主に活動形態のタイプにより操作が可能で、主に知識の拡散には「探索活動」、「議論」、「試行錯誤の実験」が関わっており、知識の収束には「レクチャー」、「観察」、「目的的な実験」が関わっていた。

日常生活場面と教科との関連について

日常生活と教科との結びつきを検討したアンケートでは、関連があると回答した教科の合計数がプログラムの実施前は178個、実施後が353個となり、平均増加率は1.99倍となった。増加率が大きかった教科から順に、国語3.45倍、社会2.69倍、算数2.35倍、理科1.21倍であり、科学に直結する理科や算数だけでなく、国語や社会との関連づけも増加した。日常生活に関連すると考えられた各教科の個数の変化については図2に示す。

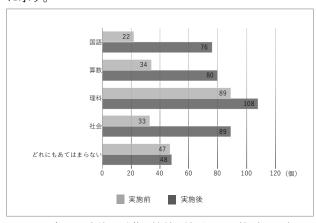


図2 15個の日常的な活動と教科を結びつけた数 (N=13)

勉強への学習意欲について

「勉強は好きですか」への回答として 5 段階尺度で評定した結果、図 3 のようにプログラム実施前の平均評価得点が 3.23 点、実施後が 4.08 点と上昇した。また実施後には 1 名を除いた 12 名が「好き」、「とても好き」の回答をしており、プログラムへの参加を通じて勉強への親和性が高まったことが示唆された。

勉強が好きな理由としては、実施前には「分からな

かったことがわかることが楽しい(5名)」、「問題が解けるのが嬉しい(1名)」、「大人になって困らない(1名)」と回答したのに対し、実施後の理由では、「分からなかったこと・新しいことが分かることが楽しい(5名)」、「自分の興味があること・知りたいことを自分で考えるのは面白い(3名)」、「社会で生きていく上で大切(1名)」、と回答した。実施後には、自分の興味を主体的に追求する面白さや社会との接続の中で勉強を位置付けるような言及の変化が見られた。

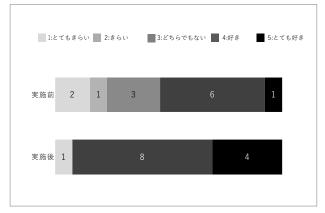


図3 勉強への学習意欲についての人数分布 (N=13)

勉強の捉え方について

「学校の勉強が役立ったと思うことはありますか」への回答として、5段階尺度で評定した結果、図4に示すように平均評価得点は実施前が2.46点、実施後が2.53点とほぼ変化がなった。

「どのような時に役立つと思ったか」に対する自由 回答では、実施前後で変化しない回答として「買い物 などの計算」、「生活の中で」、「ルール」、「大人になった時」との記述が見られ、実施前に記述のあった「テスト」の項目が実施後には消失し、新たに「文字の読み書きに役立つ」との記述が見られた。

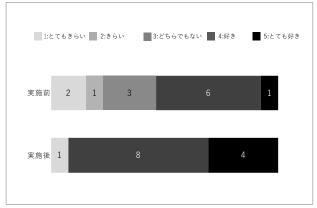


図4 勉強が役立つことへの意識についての人数分布 (N=13)

また,「勉強はどこで何をするものだと思いますか」 への回答として自由記述で回答を求めたところ,場所 については図5に示すような回答が見られた。特に実施前には勉強が直結する場所として「学校」と回答する人数が61.53%、と高かったが、実施後には23.07%に減少した。また典型的な勉強場所としては結びつきが弱い、「介護施設などの施設」や「森」とする回答が増加し、「どこでも・色んなところ」という回答も同様に増加した。

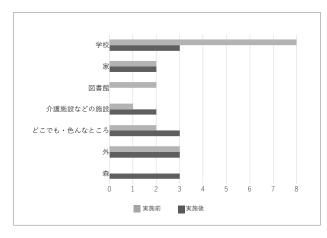


図5 勉強場所についての人数分布 (N=13)

さらに、勉強内容については図6が示すように、実施前には「教科学習・授業・先生の話を聞く」といった学校場面で想定されるような内容が46.15%,また知らなかったこと・新しいことを知るといった知識の習得を指す内容が38.46%と次いで高かったのに対し、実施後には実施前には回答になかった「わからないことを探し求める・深く考える等」の内容が38.46%で出現し、明確なゴール設定のない学びを勉強内容とする回答が見られた。

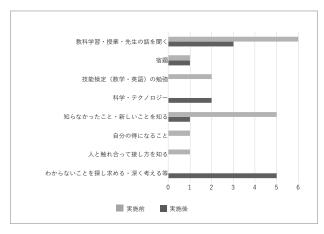


図 6 勉強内容についての人数分布 (N=13)

4. 考察

教科を活動から学ぶ意義

本研究では日常生活の活動場面と教科の学習を結びつけて、活動から教科を学ぶ学び方である ABSL の提

案を行った。日常生活と教科との結びつきを検討した アンケートの結果から、ABSL を実施することにより 学校で得られる教科の知識が日常場面の活動と結びつ くとの気づきが高まることが示唆された。これは Martin & Gourley-Delancy, (2010)で示された数学が 日常生活場面との関連が経験により促進され、その後 の教科への親和性が高くなるという結果と同様の結果 であるといえる。ABSL の学習環境では、テーマとな る「森」と町中を探索しながら実際に「センサー」と いうキーワードに紐づく具体的な事象を多岐に渡って 挙げていった。これらの探索活動をしながら、機械的 なセンサーの仕組みと生物が備えている体の仕組みを 比較して類似点や相違点を議論したり、光学的な知識 やその社会での活用についての学びが展開していき、 教科横断的に「センサー」を巡る知識の活用場面が何 層にも重なりあって発生していた可能性がある。その プロセスでは、臨機応変に「センサー」に対する既存 知識を塗り替えていく場面が何度も出現し、普段の生 活では考えもしなかった身近なものについての未知に 直面する時に、子どもたちは立ち止まり、教科の知識 を総動員させながら、現場に即した形になるよう思考 する様子が見られた。こうした反芻によって概念の塗 り替えが起こり、一つの概念を捉える視点が多様にな る可能性が考えられる。このことは、まさに白水(2012) がいう、知識の転移が生じている場面でもあるのでは なかろうか。教科横断的にコンテンツを組み合わせて いくことで、具体的な事象の共通点と相違点を探る活 動は、より高次の抽象概念の操作を必要とする。その 中で、同じ仕組みの部分において知識が転移していく ことで、「センサー」という概念の具体性が広がり、関 連性のなかった具体物同士を繋げて考える統合的な知 識の活用が起こってくるとも仮定できるかもしれない。 この仮定に立脚すれば、階層の異なる概念操作を必要 とする知識の活用場面で学ぶことにより、知識を鵜呑 みにすることなく、柔軟に活用する深い理解の学習へ の扉が開かれるといえるのではないだろうか。

ABSLの学習環境として、活動の核となる「センサー」といったキーワードに関連する具体的な活動を多数用意して「探索活動」や「議論」、「試行錯誤の実験」をすることにより、具体的な場面とそれに呼応するセンサーを繋ぐ知識が広がっていった可能性がある。それと対照的に具体的な事象について「レクチャー」、「観察」、「目的的な実験」のような活動形態でその活動内容を限定して絞り込み、各々の活動内容に関する「センサー」についての知識を深めていくことは、知識を収束させていくように働く可能性がある。ABSLでの

学習環境では、一連のアクティビティの中で活動形態を様々に変えていくことで、概念の具体と抽象の階層を行き来する状態が生じていると考えられ、それによって教科横断的に知識を統合して活用する学びが可能になるという仮説が新たに立ち上がってきた。ただし、本研究ではABSLでの活動を通した教科横断的な学びが実現する背景に、概念の操作が関連しているかどうかは十分に検証することはできなかった。今後、プログラム中の行動観察や議論での記述を分析するとともに、ABSLでカリキュラム設定した活動形態が概念操作にどのような影響を与えるかを検証できる設計を組むことにより検討していく必要がある。

能動的で主体的な学びの源泉

本研究の実践の中では、子どもたちが特定の用語の理 解や規定問題への解を得ることよりも、一人ひとりが 自発的に次に学びたいことを見出し、継続して探求し ていきたくなる状況が生み出された。このことは、ア ンケートの結果において ABSL の実施後に「勉強をす る場所」が学校を超えた地域のリソースへと広がりを 見せていることと、「勉強の内容」が教科の学習で知ら なかったこと、新しいことを知るという知識の習得か ら、わからないことを探し求める、深く考えることと いう探求していくことを希求する内容へと変化したこ とからも見て取れた。この観点を学びのゴール設定と いうことで再考すると、ABSL の教科書なしで、現場 で出会ったものを活動の中で教科横断的に繋げて考え ていくという学び方は、白水・三宅・益川(2014)の いうところの「目標達成型」ではなく、「発展的達成型」 のゴールをもたらすといえるかもしれない。特に、試 行錯誤の実験の中で「答えのないことを試して考える ことが楽しかった」という記述が複数回答見られたこ とと、長い時間をかけて様々な道具を何度も変えなが ら没頭する様子がそれぞれの子どもで見られた。試行 錯誤の実験の時間は、自分が考えた仮説に基づいて試 し,発見をもとにさらに仮説を改良し,自分自身が納 得するまで施行し続けることができる。それを可能に するのは ABSL の「時間制限なし」という学習環境の 特性が大きく影響しており、それと同時に「教科書な し」という特性も「発展的達成型」のゴール設定へと 子どもたちの意識を変容させることに寄与していると 考えられる。しかし、ABSL に参加した後のアンケー トであっても、勉強が役に立つことへの意識に対する 回答に「テスト」という回答が見られたことや、勉強 の内容について「宿題」という回答が見られたことか ら、学校の中での既存の知識を習得し、その習得を評

価するという枠組みの中で目標設定している子どもたちがいることも事実としてある。そのため、発展的達成型のゴール設定に移行する背景にどのような活動や発問、本人の意識の変容が影響しているかについては継続的に検討を行う必要がある。

また、ABSLのプログラムを通して発展的達成型の目標を持ち探求したいという動機づけが、プログラム実施後にも持続するかどうかについても本研究だけでは検証ができなかった。活動の中で知識を活用する面白さを実感した子どもたちがその後、日常生活の場面でも探究心から学び続けるのか、さらには学校での学びをより能動的に主体的に受けながら再び日常の活動とのつながりを見出すしていくのかについては、長期的なコホート研究などを実施しながら丹念に検討していく必要があるだろう。

ABSL の学びのメカニズム

最後に本研究で得られた事象をベースに、図7のような形で ABSL の学びのメカニズムを模式図として表すことを試みた。模式図を作成するにあたり、学び方を「学校での教科書からの学び」と「日常生活場面での活動からの学び」とに分けて、そこを繋げる役割として ABSL のカリキュラムを中間に位置付けた。

学校での教科書からの学びは教師から生徒への問い かけになりがちであり、教科の枠組みを超えるカリキ ュラム設計が困難を極めるため、教科分断的な受け身 の学びとならざるを得ないことが想定される。また教 科書があるということで正解を求める学びが起こりや すく、教室という物理的な制約の中ではより知識の習 得に重きを置いた学びが展開されやすい。そこで本研 究では ABSL を提案し、学び場を学校から学校外への フィールドへと場所を移し、教科書と時間制限を限り なくなくすことで教科横断的な学びがダイナミックに 起こる学習環境を作り出した。それを図中の真ん中の 大きな楕円で表している。大きな楕円は ABSL のカリ キュラムそのものの学習環境を表しており、その中に は教室内で学ぶ教科の知識が活動に重層的に繋がって コンテンツとなる様子を描いている。また、各コンテ ンツは活動や子どもの興味関心に紐づく共有のテーマ を有して結びついており、それぞれのコンテンツを活 動として展開していく中で、テーマに関連した知識の 拡張や収束の反芻が起こり、結果的に知識が横断的に 結びついていき、関連性のないものを繋げていく知識 の統合という深い理解へと学びを昇華させる可能性が 示された。ここには概念の具体と抽象を行き来させる 活動形態と活動内容の設計が関わっていると考えられ

るが、活動を通して知識の習得が活用へと変容し、知識が知恵となっていくプロセスに ABSL の学習環境のどの要素が関連しあって影響を与えているのかについては、デザイン研究のアプローチから今後検討してい

く必要がある。また、図中の楕円下に位置付けたように、ABSLのカリキュラムが学びを自主的なものとさせる根底となる探究心を芽生えさせ、発展的達成型ゴール設定へと子どもを指向させる可能性も示唆された。

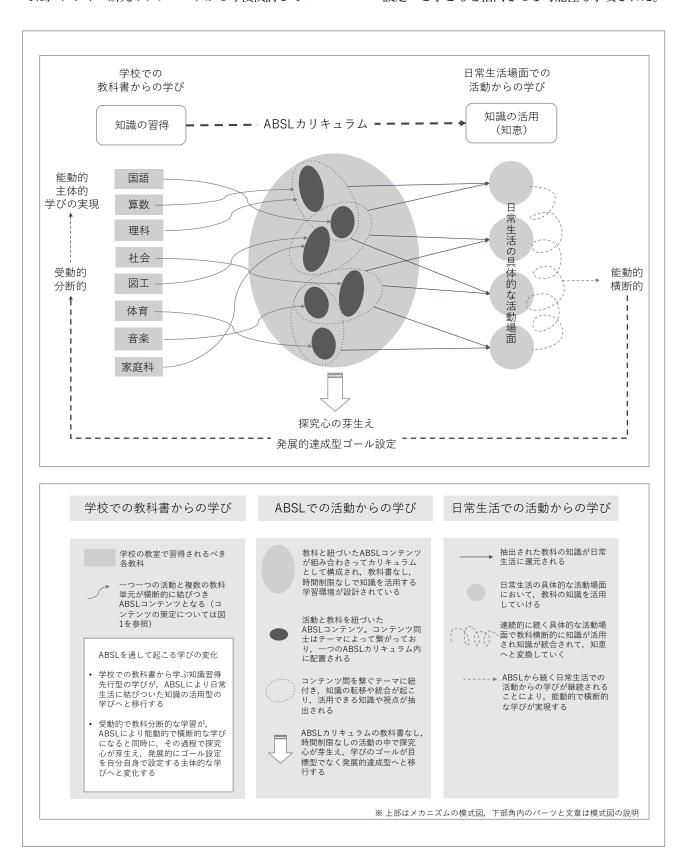


図7ABSLの学びのメカニズムについての模式図(上部)と、その説明(下部)

さらに図中の中央に示す ABSL からの学びが、右側に 図示している日常生活場面へどのように汎化していく かは少なくとも日常生活場面に教科の学びが関連して いるという気づきは今回の結果からも垣間見ることが できた。ABSL での活動は日常生活の現実場面とシー ムレスに繋がるもので、日常生活場面での活動からの 学びに継続的につながっていくものであると考えられる。ABSLのカリキュラムを受けて、発展的達成型のゴール設定で学び始めた子どもたちが、芽生えた探究心から日常の様々な場面を繋げていきながら能動的な学びを展開し、持続していくかどうかは、学習環境の設計の影響とともに今後の検証を待つこととなる。

5. 引用文献

- [1] 松下 佳代,京都大学高等教育研究開発推進センター編著,(2015)"ディープ・アクティブラーニング 大学授業を深化させるために",勁草書房.
- [2] 上村 信幸, (2016) "PBL デザインの一考察 効果的なドライビングクエスチョン(DQ)形成を中心に ", 国士 舘大学政治研究, Vol.7, pp. 37-53.
- [3] 溝上 慎一,成田 秀夫編, (2016) "アクティブラーニン グとしての PBL と探究的な学習",東信堂.
- [4] 湯浅 且敏,大島 純,大島 律子, (2010) "PBL デザインの特徴と効果の検討", 静岡大学情報学研究, Vol.16, pp. 15-22.
- [5] 三宅 なほみ, (2006) "学習科学:協調的な実践科学と 理論構築との互恵関係をめざして", 人工知能学会誌, Vol. 21, No. 1, pp. 77-84.
- [6] 大島 純大島 律子, (2009) "エビデンスに基づいた教育:認知科学・学習科学からの展望", 認知科学, Vol.16, No.3, pp. 390-414.
- [7] 白水 始, 三宅 なほみ, 益川 弘如, (2014) "学習科学の

- 新展開: 学びの科学を実践学へ", 認知科学, Vol 21, No. 2, pp. 354-267.
- [8] 三宅 なほみ, 三宅 芳雄, 白水 始, (2002) "学習科学と 認知科学", Vol. 9, No. 3, pp. 328-337.
- [9] Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004) "Design Research: Theoretical and Methodological Issues", Journal of the Learning Sciences, Vol. 13, No. 1, pp. 15-42.
- [10] Lave, J, (1988) "Cognition in practice", New York: Cambridge University Press.
- [11] 白水 始, (2012) "認知科学と学習科学における知識の 転移", 人工知能学会誌 Vol. 27, No. 4, pp. 347-358.
- [12] 市川 伸一, (2001) "学ぶ意欲の心理学", PHP 研究所.
- [13] Martin. L., & Gourley-Delaney. P. (2010). "A photograph-based measure of student7s beliefs about math", ICLS 10 Proceedings of the 9th International Conference of Learning Sciences, Vol. 2, pp. 182-183.

日本語因果条件文における Jeffrey table の妥当性と 確率的性質の検証

Validity and Probabilistic Properties of Jeffrey Table in Japanese Causal Conditionals

吉沢 栄貴†, 高橋 達二‡

Hideki Yoshizawa, Tatsuji Takahashi

† 東京電機大学大学院, ‡ 東京電機大学 理工学部

Graduate School of Tokyo Denki University , School of Science and Engineering, Tokyo Denki University tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

「p ならば q」という形式をとる条件文を人間が解釈する際,論理学上の古典的な定義と人間の直感的解釈に相違があることが知られており,加えて近年新たなアプローチの真理値表として Jeffrey table が提唱されている. また条件文の確率的判断についての先行研究では Over らによる研究がある. この研究での実験を参考に日本語条件文で実験を行い,日本語での条件文の確率的解釈の分析および, Jeffrey table の妥当性を検証を行なった.

キーワード:条件文,主観的確率, Jeffrey table

1. 序論

「p ならば q」といった形式をもつ条件文は, 高次認知においては推論や判断, 意思決定で中心的な役割を果たし, また言語においては社会的ルールや因果関係, 論理的関係の表現において用いられる [1]. AI スピーカーなどの普及により自然言語での機械への指示出しの機会が増えてきているが, 現状では条件文を用いてルールを学習させるなどはできないため, 人間の条件文の適切なモデリングはより柔軟なパーソナルアシスタントの実装などにおいて社会的に大きな意味があると考えられる.

条件文については、古典的二値論理では前件pが真 (True)、後件qが偽 (False) の場合は偽、それ以外の場合では真であるとする実質含意 (material implication) として定義されている。しかしこの論理は人間の直感的解釈には相違があることはこれまでの研究でも示唆されている [1]. これのほかに、前件pが偽であるときの真理値に、新たな値不定 (Uncertain) をとるとする de Finetti が提唱した de Finetti table や、同じく前件pが偽のときは、前件pと後件qについての条件付き確率P(q|p)をとるとする Jeffrey が提唱した Jeffrey table といったアプローチも存在している [2, 3]. de

Finetti table や条件付き確率はこれまでにも多くの論文で触れられていることがあるが [4, 5], Jeffrey table については紹介されることが少なく, それに伴い発表されている論文も少ないのが現状である [6]. しかし, 条件文をモデリングする際には de Finetti table のような Uncertain で表すのではなく, 確率値のような連続値で表すべきであることから研究することは有意義である. 人間の条件文の解釈を確率的に分析を試みた研究として,Over らの実験 [7] があり, この結果では条件文の確率的解釈として条件付き確率がよくフィットするという結果が得られている.

そこで本研究では、Over らが行なった実験を参考として、条件文「pならばq」の前件pと後件qの生起確率高低によって解釈の違いについて変化があるのかを実験により明らかにすることを目的とする. また、確率値として回答を集計することにより Jeffrey table の妥当性についての検証も目的とする.

2. 条件文の解釈についての変化

論理学において真理値は「真」、「偽」の2つで構成される二値論理が主に用いられている.この二値論理を使い、論理学では条件文は実質含意(material implication)として既定されており、これは $\neg p \lor q$ と等しい.これは前件p が真、後件q が偽のとき以外の場合はすべて条件文が真、すなわち前件p が偽であるときは後件q がどちらの真理値でも条件文は真であるとしているものである.しかし、この解釈を人間に当てはめようとすると直感との解釈の相違が生じてしまうと考えられており、二値論理では人間の直感的な論理を表現しようとする際に正確さに欠く部分がある.そのため、真偽について分からない場合についての不確実性を考慮した論理体系が必要であるとされている.

そこで「真」、「偽」の他に第3の真理値「不定」を加えた真理値表、「欠陥真理値表」という概念が de

表 1 代表的な解釈の真理値表

p	q	実質含意	条件付き事象	双条件付き事象
Т	Τ	Τ	T	T
${\bf T}$	F	F	\mathbf{F}	\mathbf{F}
\mathbf{F}	Τ	${ m T}$	U	\mathbf{F}
\mathbf{F}	F	${ m T}$	U	U

Finetti により提唱され、これは新パラダイム推論心理学により妥当であるとされており [8,9]、別名 de Finetti table とも呼ばれることがある.この「不定」を用いた条件付き事象 (conditional event) という解釈を導入することで相違の解消が提唱されている.この条件付き事象とは、実質含意とは異なり前件 p が偽であるときは後件 q の真偽に関わらず不定とするものである.この解釈は条件文の形式に対応しているものと考えられている.表 1 に代表的な解釈の真理値表をまとめる.

3. Jeffrey table

Jeffery table は、de Finetti table の影響を受け Jeffery によって提唱された真理値表である [3]. de Finetti table は前件 p が偽であるとき後件 q の真偽に関わらず不定とするものである. Jeffery table は前件 p が偽であるとき後件 q が真でも偽でも真理値として $P(q\mid p)$ の値をとると定義している.以下の表 2 にjeffry table を示す.

表 2 Jeffry table

\overline{p}	q	Value
Т	Τ	1
\mathbf{T}	F	0
F	Τ	P(q p)
F	F	P(q p)

4. 条件文における確率モデル

条件文の解釈について確率的にモデリングを行う際,条件文の前件p,後件qの真偽の組み合わせについて計算可能であることがこれまでの研究により示されている。以下に代表的な条件文の確率モデルを示す。

表 3 代表的な確率モデル

モデル	確率式
Conjunctive probability:	P(p&q) = P(TT)
Material conditional:	P(MC) = P(TT) + P(FT) + P(FF)
Conditional probability:	P(q p) = P(TT)/[P(TT) + P(TF)]
Delta-p rule:	$\Delta p = P(q p) - P(q \neg p)$

5. 実験について

5.1 Over らによる先行研究

本研究の先行研究として、Over らが 2007 年に行った実験が挙げられる [7]. この研究では、条件文の前件 p,後件 q の生起確率の高低によりタイプを 4 種 (HH, HL, LH, LL) に分けた上で使用し実験を行っていた. この実験においては以下の 3 つのタスクを行い、確率モデルについての検証を行っていた.

- 1. 条件文の前件 p, 後件 q の真偽の組み合わせについて 4 つのケースにおいての確率を合計で 100 になように回答する結合分布タスク
- 2. 条件文が確率的にどれだけ正しいと言えるかを回答する確率判断タスク
- 3. 条件文の前件 p, 後件 q の間にある因果関係の強 さを回答する因果強度タスク

5.2 本研究での実験内容

本研究で行ったプレテスト及び本実験はどちらも実験参加者をクラウドソーシングで募集し、オンライン調査ツール Qualtrics 上で実験を行なった. これは実験参加者・主催者双方においての負担を軽減しつつ分析にあたり十分なデータ数を得ることを目的とするものである.

5.3 プレテスト

以降で述べる本実験のために,条件文の前件 32 種と 後件 32 種の全 64 文 の確率を測定した. ここで用意し た文は Over らが使用した条件文を参考にし [7],「10 年以内に起こりそうなもの」という前提下で作られた ものを「日本で 10 年以内に起こりそうなもの」とな るように設定した.

5.3.1 実験手順

実験参加者は 100 名募集し,提示した文の内容が今後 10 年以内に日本で起こる確率を $0\sim100$ の範囲の数値をとるスライダーで回答する形式を採用した. また,文はランダム順で提示した上で全 64 文について行った.

5.3.2 実験結果

実験参加者の総数は、研究に使用することに同意しない 2 名を除いた 98 名 (平均年齢 38.37、標準偏差 10.79) となった. この結果により、日本語における各文の確率を得ることができ、それらが使用されている条件文のタイプ別分類を行うことが可能となった. この結果を基に付録 A 章に示す条件文 16 種を選択した.

5.4 本実験手順

本実験ではクラウドソーシングにより実験参加者を募集し、オンライン調査ツール Qualtrics 上で実験に回答してもらう方式を採用した. 本実験では Over らによる 3 つのタスクに加え、Jeffrey table タスクを加えた 4 つのタスクを行った. 全てのタスクにおいて、全 16 種の条件文をランダムに表示することで繰り返し回答を収集した. この実験で使用した条件文は付録 A の章に示すものである. 各タスクの手順については以下に示す.

- 結合分布タスクでは、16 の条件文について、TT、 TF、FT、FF の確率を回答する。各ケースの確率 をスライダーで 0 から 100 で回答し、4 つのケースの確率の合計が 100 となるように回答する。
- 確率判断タスクでは、16種の条件文について条件文が正しいと思われる確率を回答する. スライダーで0から100の間で回答する.
- 因果強度タスクでは、16種の条件文について条件 文の前件 p と後件 q の間にある因果関係の強さを スライダーで1から5の5段階で回答する。
- Jeffrey table タスクでは、16種の条件文について、 TT, TF, FT, FF の確率を回答する. これは結合 分布タスクとは異なり 4 つのケースでの合計を 100 にする必要はなく、各ケースにおいて 0 から 100 の間の確率値をスライダーにより回答する.

また、上記の4つのタスクは結合分布タスクを行うグループ、確率判断タスクと因果強度タスクを行うグループ、Jeffrey table タスクを行うグループをカウンターバランスをとった上で割り振り行った.

6. 実験結果

本実験では合計で300人の実験参加者を募集し,100人ずつ3つのグループを割り振った.また,実験内には実験参加者が質問文を読んでいるかを確認するIMCを埋め込んだ.IMCは質問にある定まった値を回答するように指定することで実現した.このIMCで正しく回答していない回答,及び回答を研究に使用するこ

とを希望しない回答を除いた結果、結合分布タスクを行うグループでは 72人、確率判断タスクと因果強度タスクを行うグループでは 98人、Jeffrey table タスクを行うグループでは 93人の有効データを得ることが出来た.結合分布タスクにおける結果を表 4、確率判断タスクにおける結果を表 5、因果強度タスクにおける結果を表 7に示す.

表 4 結合分布での各真理値の平均 (SD)

TT	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	36.48(13.1)	19.14(5.0)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	17.60(5.2)	10.72(3.8)
TF	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	31.88(13.9)	48.49(12.1)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	10.16(3.1)	16.33(6.3)
FT	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	15.20(6.0)	9.18(3.7)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	45.15(16.2)	26.00(6.0)
FF	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	16.44(4.6)	23.19(7.1)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	27.10(9.2)	46.96(4.5)

表 5 確率判断タスクでの平均 (SD)

	q	
	High	Low
\overline{p}		
High	55.02(6.0)	32.47(9.0)
Low	55.29(15.6)	40.10(11.9)

表 6 因果強度タスクでの平均 (SD)

	q	
	High	Low
p		
High	2.90(0.3)	2.02(0.4)
Low	2.95(0.7)	2.31(0.4)

表 7 Jeffrey table タスクでの平均 (SD)

TT	q-High	$q ext{-}\mathrm{Low}$
$p ext{-High}$	69.10(5.6)	55.70(7.2)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	68.76(9.1)	57.71(8.5)
TF	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	39.29(9.9)	49.55(2.3)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	30.46(2.9)	39.80(8.8)
FT	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	33.86(7.7)	29.46(3.0)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	46.95(5.7)	34.69(5.5)
FF	q-High	q-Low
$p ext{-High}$	56.69(7.8)	61.78(3.2)
$p ext{-}\mathrm{Low}$	48.01(4.4)	61.98(6.1)

7. 考察

7.1 先行研究との比較

5.1 節において先行研究として Over らが 2007 年に 行なった実験を挙げた [7]. Over らは実験で集計した 回答を基に, 分散分析, 相関分析, 重回帰分析を行って いた. 本項ではこの分析手法に倣い, 同様の分析を行 い非日本語圏で行われた実験との比較を試みる.

7.1.1 分散分析による分析

Over らは分散分析を行う際,前件pの生起確率の高低,後件qの生起確率の高低についての二要因分散分析を2種類行っていた.その2種類は,実験参加者に関する分析を F_1 として,条件文に関する分析を F_2 として行なうものであった.

Over らの実験では、結合分布タスクにおいて F_1 では TF の前件及び交互作用について、 F_2 では TF の前件、TT、TF、FT の交互作用について $\alpha=0.05$ 水準で有意差が認められず、それら以外では有意差が認められず、それら以外では有意差が認められる結果だった。確率判断タスクでは、 F_1 では前件、後件、交互作用の全てで有意差が認められたが、 F_2 では全てで認められない結果だった。この結果は因果強度タスクでも同様であった。

本研究では Over らに倣い, 各タスクについての分散分析を行い有意差を測定した. 表 8 から表 15 に各タスクでの F_1 , F_2 の結果をまとめたものを示す.

本研究の結果では、 F_1 での分析では結合分布タスクでの全ての真理値、確率判断タスク及び因果強度タスクにおいて全てで前件、後件、相互作用について有意差があると認められた。 F_2 での分析では、結合分布タスクでは全ての真理値の交互作用、確率分布タスクでは前件及び交互作用、因果強度タスクにおいても前件及び交互作用で有意差が認められなかった。特にOverらの分析では見られなかった確率判断タスクと因果強度タスクでの F_2 の後件での有意差が本研究では認められたことから、日本語条件文と非日本語条件文において後件の生起確率による解釈の違いが生まれているのではないかと考えられる。

表 8 結合分布タスクでの F_1 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
TT		
前件	110.2	p < .001
後件	105.2	p < .001
交互作用	24.08	p < .001
TF		
前件	287.5	p < .001
後件	91.37	p < .001
交互作用	22.94	p < .001
FT		
前件	394	p < .001
後件	93.34	p < .001
交互作用	26.79	p < .001
FF		
前件	128.6	p < .001
後件	97.12	p < .001
交互作用	25.8	p < .001

表 9 結合分布タスクでの F_2 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F値	р値
TT		
前件	12.480	0.00413
後件	9.815	0.00865
交互作用	1.828	0.20126
TF		
前件	29.878	p < .001
後件	5.337	0.039462
交互作用	1.122	0.310399
FT		
前件	25.070	0.000306
後件	7.267	0.019462
交互作用	1.975	0.185231
FF		
前件	26.866	p < .001
後件	16.050	0.001742
交互作用	3.897	0.071842

表 10 確率判断タスクでの F_1 の結果 ($\alpha = 0.01$)

	F 値	p 値
前件	14.01	p < .001
後件	236.5	p < .001
交互作用	8.256	0.00499

表 11 確率判断タスクでの F_2 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
前件	0.499	0.4936
後件	11.336	0.0056
交互作用	0.432	0.5236

表 12 因果強度タスクでの F_1 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
前件	9.922	0.00217
後件	128.1	p < .001
交互作用	4.307	0.0406

表 13 因果強度タスクでの F_2 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
前件	0.487	0.49836
後件	9.805	0.00867
交互作用	0.258	0.62081

表 14 Jeffrey table タスクでの F_1 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
TT		
前件	0.591	0.444
後件	60.8	p < .001
交互作用	1.296	0.258
TF		
前件	44.53	p < .001
後件	56.34	p < .001
交互作用	0.151	0.698
FT		
前件	69.58	p < .001
後件	34.00	p < .001
交互作用	10.98	0.00132
FF		
前件	10.69	0.00152
後件	41.04	p < .001
交互作用	10.69	0.00152

表 15 Jeffrey table タスクでの F_2 の結果 ($\alpha = 0.05$)

	F 値	p 値
TT		
前件	0.047	0.83270
後件	10.062	0.00804
交互作用	0.093	0.76598
TF		
前件	7.304	0.0192
後件	8.129	0.0146
交互作用	0.018	0.8946
FT		
前件	10.108	0.00793
後件	8.358	0.01355
交互作用	1.855	0.19821
FF		
前件	2.242	0.16017
後件	11.325	0.00562
交互作用	2.463	0.14253

7.1.2 相関分析

Over らの先行研究では諸確率モデルと確率分布タスク及び因果強度判断タスクの回答で相関を取っており、その結果を表 16 に示す.

本研究の結果は表 17 に確率判断タスク及び因果強度タスクの相関を示す.

Over らの結果では確率判断タスク、因果強度タスク双方において最も相関が高かったのは条件付き確率P(q|p)であり、本研究の結果においても同様の結果が得られたが確率分布タスクにおいては有意差が認められなかった。これは本研究の実験設定上の問題である、タスク間においての参加者の対応が取れておらず回答とモデル値を問題ごとに平均をとり相関分析を行ったことによるものであると考えられる。

表 16 Over ら (2007) での相関 (対応あり)

	確率判断	因果強度
代表的モデル		
P(p&q)	0.88*	0.86^{*}
P(MC)	0.77^{*}	0.71^{*}
P(q p)	0.91*	0.87*
Δp	0.72*	0.73*
その他モデル		
P(p)	0.46^{*}	0.49^{*}
P(q)	0.77^{*}	0.73^{*}
$P(q \neg p)$	0.11	0.07
	p < .05	

表 17 本研究での相関 (対応なし)

		`
	確率判断	因果強度
代表的モデル		
P(p&q)	0.43^{*}	0.41
P(MC)	0.51^{*}	0.48
P(q p)	0.65	0.62*
Δp	0.49	0.50*
その他モデル		
P(q p)	0.46	0.43
P(p)	-0.18	-0.16
P(q)	0.62^{*}	0.60^{*}
$P(q \neg p)$	0.45	0.42
	05	

p < .05

7.1.3 重回帰分析

Over らの先行研究では確率モデルのうちP(p),P(q|p), $P(q|\neg p)$ を説明変数,確率分布タスク及び因果強度判断タスクの回答を目的変数として重回帰分析を行い,確率モデルの偏回帰係数を測定していた.この結果は表 18 に示す.

本研究での結果は表 19 に重回帰分析の結果を示す。この分析において条件付き確率 P(q|p) が最も結果となる偏回帰係数が高い結果となり、相関分析のときと同様に Over らの結果と同様となることが確認できた。

また, 有意差についても有意水準 $\alpha=0.05$ で認められる結果となり Over らの結果と一致した.

しかし、この分析においても確率モデル値は質問ごとの平均をとったものを使用、つまり全 16 種の値を使用してしまっているため分析の結果として有効であるとは言い難いと考えられる.

表 18 Over ら (2007) での重回帰分析 (対応あり)

確率モデル	確率判断	因果強度
P(p)	0.14*	0.19*
P(q p)	0.93*	0.88*
$P(q \neg p)$	-0.20^*	-0.23^{*}
	p < .05	

表 19 重回帰分析の結果 (対応なし)

確率モデル	確率判断	因果強度
P(p)	-0.09^*	-0.35^*
P(q p)	0.66^{*}	2.68*
$P(q \neg p)$	-0.06	-0.29
	p < .05	

7.2 確率分布間の距離測定

今回の実験では、3つのタスクグループに実験参加者を割り振り実験を行なった。各タスクにおいて十分な実験参加者を確保することを目的にしたことであるが、これは実験にかかる時間が長引くことからの参加者の集中力の低下による途中離脱を防止するという側面も含む。

そのため Over らの実験とは異なり、各参加者のタスク間の回答の対応がついていない結果となってしまったため、一概に比較及び検討をすることは難しいと考えられた。そこで、確率分布間の距離の差を測ることが可能な Kullback-Leibler divergence を用いることで確率モデルの妥当性を検証することとした。

この分析では結合分布タスクの結果から計算した 確率モデル値と、今回の実験において確率値として回答を集計した確率分布タスク及び、Jeffrey table タスクの FT、FF の結果との比較することを行い、各回答におけるモデルの当てはまりの良さの計測し、Jeffrey table の妥当性について検証を試みた。各タスクの回答の確率モデル値間の距離及び、全 16 間で平均した結果を表 20 から 25 に示す。

HH から LL までの全タイプを平均した結果について着目すると、確率判断タスクと Jeffrey table タスク

の FT の回答については距離が近いモデルは $P(q|\neg q)$ となり、Jeffrey table タスクの FF の回答についての距離が近いモデルは P(q|p) となった。Jeffrey table の FF については元来の定義の通りであるため望ましい結果であると言えるが、その反面、FT については定義とは異なる結果となった。 $P(q|\neg q)$ は言葉で表すと、p が起こらないときに q が起きる確率 ということであるため、FT の意味という観点からの妥当性は認められると考えられるが確証は得られていないため、それに関する検証の必要が求められる。

表 20 確率判断タスクの回答分布と諸モデル間の 距離

HH	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.17	0.08	0.40	0.21	0.11	0.40	0.04	0.12
Q2	0.19	0.04	0.50	0.15	0.07	0.46	0.02	0.14
Q3	0.48	0.07	0.41	0.03	0.02	0.88	0.14	0.41
Q4	0.28	0.04	0.41	0.10	0.05	0.59	0.06	0.24
Mean	0.28	0.06	0.43	0.12	0.06	0.58	0.07	0.23
$_{\mathrm{HL}}$	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.06	0.11	1.94	0.17	0.13	0.10	0.82	0.07
Q2	0.16	0.26	1.67	0.33	0.26	0.04	0.56	0.16
Q3	0.03	0.08	2.33	0.08	0.04	0.23	0.97	0.03
Q4	0.24	0.34	1.58	0.41	0.34	0.06	0.52	0.24
Mean	0.12	0.20	1.88	0.25	0.19	0.11	0.72	0.12
LH	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.11	0.06	0.39	1.16	1.02	0.24	0.68	0.03
Q2	0.12	0.33	1.04	0.59	0.37	0.65	0.18	0.18
Q3	0.18	0.03	0.19	1.57	1.38	0.18	0.96	0.06
Q4	0.11	0.03	0.45	1.20	0.97	0.29	0.61	0.01
Mean	0.13	0.11	0.52	1.13	0.94	0.34	0.61	0.07
LL	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.02	0.06	0.29	0.30	0.35	1.77	0.08	0.02
Q2	0.05	0.06	0.23	0.27	0.30	1.99	0.04	0.02
Q3	0.13	0.03	0.08	0.04	0.06	2.72	0.05	0.10
Q4	0.13	0.28	0.53	0.57	0.74	0.99	0.40	0.15
			0.28	0.29	0.36	1.87	0.14	0.07

表 21 確率判断タスクの回答分布と諸モデル間の距 離の平均

P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
0.15	0.12	0.78	0.45	0.39	0.72	0.38	0.12

表 22 Jeffrey タスク (FT) の回答分布と諸モデル間 の最短距離

НН	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.71	0.14	0.68	0.03	0.09	1.25	0.29	0.69
Q2	0.60	0.09	0.63	0.01	0.05	1.09	0.21	0.58
Q3	0.73	0.13	0.83	0.04	0.10	1.28	0.29	0.72
Q4	1.05	0.30	1.20	0.17	0.29	1.70	0.53	1.09
Mean	0.78	0.16	0.84	0.06	0.13	1.33	0.33	0.77
$_{\mathrm{HL}}$	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.09	0.16	1.86	0.23	0.16	0.07	0.71	0.09
Q2	0.03	0.05	2.23	0.08	0.04	0.19	0.97	0.03
Q3	0.07	0.16	1.93	0.23	0.14	0.10	0.72	0.06
Q4	0.03	0.08	2.37	0.07	0.03	0.27	1.02	0.02
Mean	0.05	0.11	2.10	0.15	0.09	0.16	0.85	0.05
LH	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.06	0.08	0.46	1.06	0.85	0.33	0.53	0.02
Q2	0.08	0.15	0.74	0.87	0.62	0.46	0.34	0.06
Q3	0.14	0.34	1.04	0.62	0.39	0.69	0.20	0.19
Q4	0.11	0.17	0.76	0.85	0.60	0.52	0.34	0.08
Mean	0.10	0.19	0.75	0.85	0.62	0.50	0.35	0.09
LL	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q1	0.09	0.02	0.19	0.10	0.12	2.59	0.07	0.10
Q2	0.03	0.01	0.18	0.15	0.19	2.18	0.04	0.02
Q3	0.02	0.04	0.28	0.26	0.30	1.88	0.11	0.02
Q4	0.05	0.04	0.22	0.22	0.24	2.11	0.03	0.04
Mean	0.05	0.03	0.22	0.18	0.21	2.19	0.06	0.04

表 23 Jeffrey タスク (FT) の回答分布と諸モデル間 距離の平均

P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
0.24	0.12	0.98	0.31	0.26	1.05	0.40	0.24

表 24 Jeffrey タスク (FF) の回答分布と諸モデル間 の最短距離

$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$									
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	НН	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q1	0.30	0.01	0.56	0.06	0.03	0.66	0.05	0.28
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q2	0.36	0.01	0.57	0.03	0.02	0.77	0.08	0.34
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Q3	0.06	0.07	0.67	0.27	0.15	0.29	0.02	0.07
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Q4	0.06	0.08	0.62	0.28	0.16	0.26	0.01	0.05
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Mean	0.19	0.04	0.61	0.16	0.09	0.49	0.04	0.19
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	HL	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q1	1.13	1.21	0.71	1.51	1.41	0.33	0.10	1.15
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q2	1.05	1.14	0.80	1.38	1.32	0.32	0.15	1.08
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Q3	0.74	0.83	0.89	1.10	0.99	0.13	0.19	0.75
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Q4	0.95	1.03	0.80	1.33	1.23	0.24	0.23	0.98
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Mean	0.97	1.05	0.80	1.33	1.24	0.26	0.17	0.99
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	LH	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q1	0.05	0.14	0.66	0.81	0.62	0.37	0.36	0.05
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q2	0.07	0.25	0.87	0.67	0.45	0.54	0.23	0.12
$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	Q3	0.05	0.11	0.47	1.00	0.84	0.29	0.53	0.04
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Q4	0.07	0.18	0.61	0.93	0.66	0.51	0.39	0.08
Q1 0.48 0.71 1.04 1.06 1.33 0.41 0.98 0.55 Q2 0.36 0.55 0.84 0.83 1.11 0.57 0.81 0.42 Q3 0.10 0.23 0.56 0.55 0.69 1.04 0.38 0.14 Q4 0.31 0.49 0.77 0.80 1.02 0.63 0.70 0.36	Mean	0.06	0.17	0.65	0.85	0.64	0.43	0.38	0.07
Q2 0.36 0.55 0.84 0.83 1.11 0.57 0.81 0.42 Q3 0.10 0.23 0.56 0.55 0.69 1.04 0.38 0.14 Q4 0.31 0.49 0.77 0.80 1.02 0.63 0.70 0.36	LL	P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
Q3 0.10 0.23 0.56 0.55 0.69 1.04 0.38 0.14 Q4 0.31 0.49 0.77 0.80 1.02 0.63 0.70 0.36	Q1	0.48	0.71	1.04	1.06	1.33	0.41	0.98	0.55
Q4 0.31 0.49 0.77 0.80 1.02 0.63 0.70 0.36	Q2	0.36	0.55	0.84	0.83	1.11	0.57	0.81	0.42
	Q3	0.10	0.23	0.56	0.55	0.69	1.04	0.38	0.14
Mean 0.31 0.49 0.80 0.81 1.04 0.66 0.72 0.37	Q4	0.31	0.49	0.77	0.80	1.02	0.63	0.70	0.36
	Mean	0.31	0.49	0.80	0.81	1.04	0.66	0.72	0.37

表 25 Jeffrey タスク (FF) の回答分布と諸モデル間 距離の平均

P(q p)	$P(q \neg p)$	Δp	P(p&q)	P(q p)	P(MC)	P(p)	P(q)
0.38	0.44	0.72	0.79	0.75	0.46	0.33	0.40

8. 結論

本研究では、Over らの実験を参考にし日本語条件文の確率的判断の分析及び、確率モデルとの比較による Jeffrey table の妥当性の検証を行なった。Over らの分析手法と同様の分析を行なった結果、概ね Over らの結果と同様条件付き確率 P(q|p) のモデルの結果が良いという結果が得られた。しかし実験設計における参加者の対応について、Over らの実験と相違が生まれてしまったため、一概に同じであると結論づけることは難しく、また Kullback-Leibler divergence による分析の結果では異なるモデルがフィットしていることが明らかになった。そのため、先の問題点を解決及びより詳細な分析を行うことが今後の課題及び展望として挙げられる。

文献

- [1] Mike Oaksford, & Nick Chater, (2010) "Cognition and Conditionals: Probability and Logic in Human Thinking.", Oxford University Press.
- [2] David Over, Jean Baratgin, (2016) "The "Defective" Truth Table: Its Past, Present, and Future", The Thinking Mind, pp. 15-28.
- [3] Richard Jeffrery, Dorothy Edgington, (1991), "Matterof-Fact Conditionals", Proceedings of the Aristotelian Society, 29, 161-183+185-209.
- [4] Jean Baratgin, David Over, Guy Politzer, (2013) "Uncertainty and the de Finetti tables.", Thinking & Reasoning 19, 308-328.
- [5] Jean Baratgin, Guy Politzer, David E. Over, & Tatsuji Takahashi, (2018) "The psychology of uncertainty and three-valued truth tables", Frontiers in Psychology 9, 1479.
- [6] Moyun Wang, Mingyi Zhu, (2019) "Evidence for the Jeffrey Table Credibility Ratings for Conditionals Given False Antecedent Cases", Experimental Psychology.doi:10.1027/1618-3169/a000443
- [7] David E. Over, Constantions Hadjichristidis, Jonathan St.B.T. Evans, Simon J. Handley, & Steven A. Sloman, (2007) "The probability of causal conditionals", Cognitive Phycology 54, pp. 62-97.
- [8] Politzer, G., Over, D.E., & Baratgin, J. (2010) "Betting on conditionals." Thinking and Reasoning, 16, 3, 172-197.
- [9] Over, D.E.(2009) "New Paradigm phychology of reasoning" *Thinking & Reasoning*, 15(4), 431-438.

9. 付録 A

表 26 本研究で使用した条件文 16 種

Type	ID	Antecedent	P(Antecedent)	Consequent	P(Consequent)
HH	HH1	日本で完全自動運転の車が発売される	0.65	マニュアル車の販売台数が少なくなる	0.82
$_{ m HH}$	HH2	不妊治療の技術が向上する	0.74	世界の人口が増加する	0.65
$_{ m HH}$	HH3	ガソリンの値段が上がる	0.70	交通渋滞が減少する	0.52
$_{ m HH}$	HH4	後期高齢者の医療費の窓口負担率が高くなる	0.75	病院での待ち時間が減る	0.53
HL	HL1	自民党の総裁が変わる	0.77	日経平均株価が4万円を上回る	0.25
$_{ m HL}$	HL2	地球温暖化が進行する	0.75	東京が水没する	0.26
$_{ m HL}$	HL3	より多くの人々が日光浴の時に日焼け止めを使う	0.69	インドア派の人が減少する	0.31
$_{ m HL}$	HL4	暴力的ゲームの発売が規制される	0.60	暴力犯罪が減少する	0.35
LH	LH1	喫煙者が増加する	0.19	たばこ税が増税される	0.85
$_{ m LH}$	LH2	日本の出生率が増加する	0.29	(次の) 選挙で自民党が勝つ	0.75
$_{ m LH}$	LH3	車の所有者が増加する	0.36	大気汚染が悪化する	0.70
$_{ m LH}$	LH4	日本で死刑が廃止される	0.25	凶悪犯罪率が増加する	0.62
LL	LL1	アサド大統領が暗殺される	0.40	シリアが民主主義の国になる	0.32
LL	LL2	参議院選挙で立憲民主党が過半数を獲得する	0.28	日本が TPP を離脱する	0.39
LL	LL3	離婚手続きが難しくなる	0.30	婚姻率が増加する	0.34
$_{ m LL}$	LL4	日本共産党が衆議院の過半数を獲得する	0.15	憲法改正が阻止される	0.49

10. 付録 B

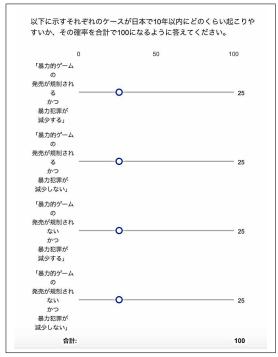


図 1 結合分布タスクの実験画面サンプル

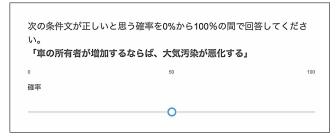


図 2 確率判断タスクの実験画面サンプル

次の条件文の事象間の因果関係の強さを、1(弱い)から5(強い)の5段階で評価してください。 「日本で死刑が廃止されるならば、凶悪犯罪率が増加する」

図3 因果強度タスクの実験画面サンプル

強さ ☆☆☆☆☆

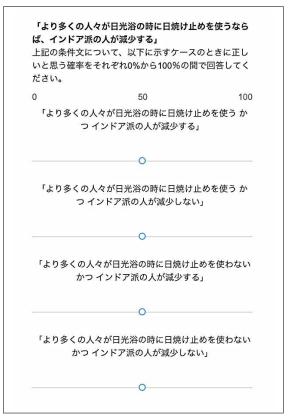


図 4 Jeffrey table タスクの実験画面サンプル

自然言語の条件文の void 値の確率的性質 Probabilistic properties of the void values in conditionals in natural language

佐藤 彩子[†], 吉沢 栄貴[‡], 高橋 達二[†] Ayako Sato, Hideki Yoshizawa, Tatsuji Takahashi

† 東京電機大学, ‡ 東京電機大学大学院

Tokyo Denki Universiity, Graduate school of Tokyo Denki University tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

「p ならば q」という形式をとる条件文の真理値について人間が解釈する際、「真」、「偽」だけでなく「不確実」をとることが知られている。この「不確実」の取りうる値について、Jeffrey は真を 1 , 偽を 0 としたとき 0 から 1 の確率値 P(q|p) をとるとし、Wang & Zhuがその検証を行った。しかし実験の設計や方法には議論の余地も見られた。そこで本研究では Wang & Zhuの実験を改善して日本語での追試を実施し、結果の比較を行なった。

キーワード:条件文,主観確率理論,三値論理,確率 論理

1. はじめに

人間は、既知の情報を元に不確実な未来の予測や、原因と結果の事象間の推定を繰り返すことで環境への適応を試みている。例えとして、「頭痛がするならば、風邪を引いている」というような判断を行うことがあることが挙げられる。こういった、「p ならば q」 "if p then q"といった形式をもつ文を条件文と呼ぶ。論理学では条件文の取りうる真理値について「真 (T) true」「偽 (F) false」の 2 値で表現されているが、人間の直感をより正確に表現するためには、真でも偽でもない第三の値「不確実 (U) uncertain」を必要とする。そのため、条件文を含んだ体系には二値論理では不十分であり、少なくとも三値論理が必要であることが、これまでの研究から示唆されている。

この「不確実」について、de Finetti は後件の真偽に関わらず前件が偽のときに取るとした。一般的には、不確実な状況は確率値を用いて表現すべきであるため、T を確率 1, F を確率 0 とした上で、U は 0 から 1 の確率値ということになるが、具体的な U の取りうる値についてはまだあまり研究がない。これに関して、Jeffreyはその値は P(q|p) を取るとする予測を立てている [1]。この Jeffrey の提唱した Jeffrey table について、Wang

& Zhu, 2019 では実験を伴った研究を行なった [2]. しかし, Wang & Zhu, 2019 では, 前件が偽であるときの条件文の真理値は P(q|p) の傾向は見られたが, 実験設計や方法に議論の余地がある.

本研究では Wang & Zhu, 2019 を元に改善と日本語 での追試を行い、より詳しい条件文の確率的性質を明らかにすることを目的とする.

2. 不確実

論理学において真理値は「真」と「偽」の2つで構成されるという二値論理が用いられている.しかし、二値論理では人間の直感的な論理を表現しようとする際に正確さに欠く部分があり、真偽について不明な場合における不確実性を考慮した論理体系が必要であるとされている.そこで「真」と「偽」の他に、第3の真理値「不確実」を加えた真理値表「欠陥真理値表」という概念が de Finetti によって提唱され、これは新パラダイム推論心理学により妥当であるとされている[3].

古典的な二値論理学において条件文は実質含意 (material implication) として既定されており、 $\neg p \lor q$ と等価であるこれは前件 p が真,後件 q が偽である場合をのぞいて条件文の真理値は全て真をとる,すなわち前件 p が偽であるとき,後件 q が真偽どちらを取るかに関わらず条件文は真であるとしているものである。しかし,この解釈を人間の推論に当てはめようとすると直感との解釈の相違が生じてしまうと考えられている.

2.1 条件文における不確実性

人間の直感と実質含意との解釈の相違について、不確実に対して条件付き事象 (conditional event) という解釈を導入したことで解消が提唱された。この条件つき事象とは、実質含意とは異なり、前件pが偽である時は後件qの真偽に関わらず不確実をとるとするもの

表 1 代表的な条件文のモデルの真理値表

事例	略号	実質含意	de Finetti	Jeffrey
p & q	TT	true	true	true
$p \ \& \ \neg q$	TF	false	false	false
$\neg p \ \& \ q$	FT	true	uncertain	P(q p)
$\neg p \& \neg q$	FF	true	uncertain	P(q p)

である。この解釈は条件文の形式に対応しているものと考えられている。これまでの研究で,人間の論理を表現するために定義された様々な真理値表について,代表的なものを表 1 に示す。 Jeffrey table は de Finetti table を拡張した真理値表であり, de Finetti が U をとるとした前件が偽である場合に, Jeffrey はその値について「p ならば q」の信念の度合いを示す P(q|p) をとるという予測を立てている。

3. Jeffrey table に関する先行研究

これまでの先行研究では参加者が条件文の真理値について問われた際に、前件 p が偽のとき、真理値が U をとるか否かということを検証をする研究はあるが、より具体的に U について P(q|p) を推測できるような場合を提示して回答を集める研究がなかった。この状況を受けて、Wang & Zhu、2019 では参加者が P(q|p) を推測できるような実験をデザインし、これによって Jeffrey table についての検証を行なった。

3.1 先行研究の実験設定

Wang & Zhu, 2019 の実験では大学生 80 人を対象にペーパーテストを用いて行なった. 設問の内容は以下の通りである. 実験参加者は母集団を与えられ, その後母集団からランダムにとった 1 つのサンプルについて提示される条件文が真である確率を判断する. 具体的には, 200 枚のカードがあり, その内訳は次の 4 種類である.

- 90 枚の丸くて赤いカード
- 10 枚の丸くて青いカード
- 50 枚の四角くて赤いカード
- 50 枚の四角くて青いカード

この時に、200枚のパックから四角くて赤いカードが引かれたとする."このカードについて「もしカードが丸いならば、それは赤である」というのはどのくらい確かだろうか?"という質問に参加者は確率を答える.

ここで、「もしカードが丸いならば、それは赤である」という条件文の前件の「カードが丸い」がp、後件の「カードが赤い」がqであるとすると、4種類のカー

ドは $p \ge q$ がそれぞれT/F である場合の $2 \times 2 = 4$ 種類の組み合わせ(TT, TF, FT, FF)に対応し,既に引かれた「四角くて赤いカード」はFT の事例に相当する. 設問は焦点を当てるカードがFT である場合とFF である場合の2 種類の組み合わせがあり,回答者はカウンターバランスをとってランダムに片方のパターンの設問を提示され,母集団の分布におけるTT の割合の高い(90/200)場合と低い(60/100)場合の2 問について回答する. この研究では,母集団におけるTT の分布の差異による有意差は見られたが,参加者の回答の中央値は全ての種類の設問においてP(q|p) よりも低くなったという結果が出た.

3.2 先行研究の実験設定に関する議論

Wang & Zhu, 2019 の実験では、「このカードについて」と焦点を当てるカードは FT, FF の 2 種類のみであった。しかし、この実験において回答の精度を検証しようとすると、焦点を当てるカードが FT, FF のみとするのは不十分で、少なくとも TT, TF, FT, FF の全てのカードについての結果を分析する必要がある。 Jeffrey table が人間の条件文の真理値表とフィットするのであれば、焦点を当てるカードが TT ならば報告される確率は 1, TF ならば 0, FT, FF ならばどちらも P(g|p) であることが期待される.

また,原文で "for the card"とされている「このカードについて」という文言は,焦点を当てるカードということを示す説明としては直感的ではないと考えられ,実験の説明文には大きな改善が可能であると考えられる.

4. 本実験

前章の Wang & Zhu, 2019 の実験を受け、本研究では質問をより自然かつ適切なものに変更するとともに、焦点の当たる事例に関して TT, TF, FT, FF の 4 パターンを作成して検証する. また、母集団における TT の割合という要因に関しても、高い、中程度、低いの 3 パターンに増やして検証し、その回答を分析する.

4.1 実験手順

本実験では、クラウドソーシングで募集した参加者に実験作成ツールである Qualtrics 上に用意した条件文実験にアクセスしてもらい、そこで出題される設問に回答を行ってもらう形式を採用した。参加者は図 1 のような画面を提示され、焦点を当てられたカードに



図 1 実験参加者への提示例 (T, F, U ラジオボタン)

図 2 実験参加者への提示例 (U の確率を問うスライ ダー)

ついて提示された条件文が真か偽か不確実かをまずラジオボタンによって回答する. この時提示された条件文は真または偽であると回答した参加者は次の設問へ進み,不確実を選択した参加者のみ図 2 で示す次画面で確率値を 0 から 100 の間でスライダーを用いて回答する. これを母集団における TT の占める割合が高い(80/200),中程度(60/200),低い(20/200)の 3 パターンについて繰り返す. 焦点を当てるカードと提示される条件文の関係性について TT, TF, FT, FF の 4 種類のうち, どの種類を問われるかはカウンターバランスをとり,母集団に占める TT の割合 3 種類についてはランダムな順序で表示した. 回答は,提示される条件文に対し焦点を当てるカードが TT, TF, FT, FF となる 4 種類の種類ごとに収集した.

4.2 実験結果

本実験では、本問を回答する前に参加者がどの程度 文章を注意して読んでいるかを確認するため、文中に 特定の回答を誘導する文言を入れた練習問題を出題 し、誘導に沿って練習問題を回答した参加者の回答の みを分析対象とした。本実験は参加者 200 人に実施し、 4 種類の設問それぞれについてカウンターバランスを 取り 50 人ずつ振り分けた。そのうち TT について 37 人、TF について 41 人、FT について 35 人、FF について 34 人、計 147 人の回答を分析対象とした。実験結 果は、参加者の回答を焦点を当てたカードの種類ごと に分類し、比較を行った。焦点を当てたカードに対し提 示された条件文の真理値について、条件文が真である と回答した場合は確率値 100, 偽であると回答した場合は確率値 0, 不確実であると回答した場合はその後の質問で参加者がスライダーを用いて回答した 0 から 100 の間の確率値を当てはめ, 焦点を当てたカードの種類それぞれについて, 平均値と標準偏差を算出したこれを表 2 に示す. また, 参加者の回答の分布を示すヒストグラムを付録につける.

5. 考察

FT および FF の実験結果について検定を行うと、母集団における TT の占める割合の差異による有意差は認められたが FT, FF 間の焦点を当てるカードによる有意差は認められなかった。これは FT および FF は双方とも P(q|p) を取る Jeffrey table に即した結果であると言える.

また、今回の結果では条件文の真理値をUと答えた参加者の中で、スライダーによって確率を回答した際に 100 または 0 と回答する参加者は見られなかった。つまり、ヒストグラムに見られる 0 と回答した参加者は、全て焦点を当てたカードについて提示された条件文を「正しくない」と推測した参加者、100 と回答した参加者は全て「正しい」と推測した参加者のみであると言える。FT, FF の結果を見る際に、後述する実験の問題点によって正確に設問を読解できず、「正しくない」と答えている参加者が一定数いると仮定して0 と回答した参加者を除外すると、参加者の回答の中央値は、限りなく母集団におけるTT のカードの占める割合、すなわちP(q|p) に近づく、これは、前件が偽を取る時に真理値としてP(q|p) を取る Jeffrey table と合致しており、この分析方法および結果が正当であれ

焦点を当てたカード	80/100	60/100	20/100
p & q	35.68 (41.63)	27.70 (32.93)	20.27 (35.83)
$p \& \neg q$	20.17 (33.31)	$14.95\ (29.06)$	$13.66 \ (28.97)$
$\neg p \& q$	20.60 (33.77)	$17.43\ (28.89)$	$18.03 \ (32.97)$
$\neg p \& \neg q$	21.56 (34.34)	16.91 (29.80)	5.00 (10.15)

表 2 実験結果 平均値(標準偏差)

ば Jeffrey table は人間の直感に即していると言える可能性がある. しかし,参加者が条件文の解釈を連言的に捉えた可能性もあり,今回の本研究では「正しくない」と回答した参加者の中で設問の読解に問題があって選択した参加者と,連言的な解釈をして選択した参加者の区別をすることは不可能であること,実験設計および手法そのものにも問題があったと見られることから,0という回答を除外しての結果は,本来の取りうる結果とは相違がある可能性もある.

本実験では焦点を当てるカードの種類や母集団における TT の占める割合の高中低を問わず、全てのパターンで参加者の回答した確率値の中央値が 0 を取った. すなわち、TT、TF、FT、FF どのパターンに関しても参加者の過半数が確率値 0 をとっており、これは焦点を当てたカードについて提示された条件文は「正しくない」と回答しているということを示す. TF はどのようなモデルであっても確率値は 0 を取ること、条件文の解釈を連言的に捉えた可能性もあることからTF、FT、FF に関しては中央値が 0 を取ることに不自然な点はないが、どのようなモデルであっても確率値 100 が報告されるはずの TT でさえも中央値が 0 を取っていることから実験設計または実験手法に問題があると考えられる. 考えうる問題点としては以下の通りである.

5.1 本実験と元実験の設計上の差異による 問題

本実験と元実験の間で生じた結果に影響を与える差異として,前の設問へ戻ることが可能かどうかによる 差異と,参加者の属性の差異が考えられる.

5.1.1 前の設問へ戻ることが可能かどうかによる 差異

本実験の結果では母集団における TT の占める割合 の高中低それぞれについて (0, 100, 0) や,(0, P(q|p), 100) 等といった回答パターンの統一されていない回答がしばしば見られた. 設問の提示順はランダムであ

り、計3問出題される設問で、その差異は母集団に占め る TT の割合のみであるという作りの実験であること を考えると、本来回答のパターンは(100, 100, 100),(0, (0,0), (P(q|p), P(q|p), P(q|p)) のいずれかが多数を占 めると考えられる.しかし、今回参加者の回答する確 率値が実験中に極端に変わってしまうという事象が発 生してしまったのは、繰り返し設問を提示され、複数回 考えるうちに参加者が設問の誤読や勘違いなどに気づ き,回答パターンを変えた可能性が考えられる.この場 合、元論文で実施されていたようなペーパーテストの 実験形式であれば参加者が設問の誤読に気付いた時点 で前の設問に戻り、回答し直すことが可能である. つま り,提示される2問(本実験では3問)の回答が共通 パターン (TT, FF, P(q|p), P(q|p)) を取りやすいと 考えられる. しかし、本実験で行なったオンライン実験 では実験ページに前画面への遷移を可能とする「戻る ボタン」を設置しておらず、一度回答を送信した設問 に戻って回答し直すことは不可能である. よって実験 途中で参加者が設問の誤読などに気づいた場合にも修 正を行うことが不可能であったため、回答パターンの 統一が難しく, 今回の本実験のような回答が出現した と考えられる.

5.1.2 参加者層の属性の差異

Wang & Zhu, 2019 では参加者の属性を大学生に固定し80人で実験を行なったのに対し, 本実験では参加者の属性を指定しない200人で行ったため, そもそも参加者の保有する前提知識に差があり, 提示された設問が適切に読み解かれなかった可能性があると考えられる. 特に, 本実験のような, 抽象的マテリアルで確率判断をさせると, 分散が大きくなったりそもそも題意が理解されない可能性が高いと考えられる.

5.2 元実験の設計の問題

本実験および Wang & Zhu, 2019 で提示に使用した 条件文は, Jeffrey table が人間の直感に沿うものであ るということを検証するには, 条件文の種類が妥当で はなかった可能性があげられる. 今回元実験および本実験で使用したカードの図形と色を対応づける条件文は, 日常生活で使用されるような文脈を持つ条件文とは異なるため, 参加者が直感的な判断をくだしづらかった可能性があると考えられる.

また、元論文で使用された、設問文中の焦点を当てるカードを指す役割を持つ "for the card" の部分が直感的ではなく、今回の実験での "for the card" 部分に当たる「実際に引かれたカードの話をしている場合」という文言にしても意味が読み取りづらく直感的でないため適切に読み解かれなかった可能性がある.

6. おわりに

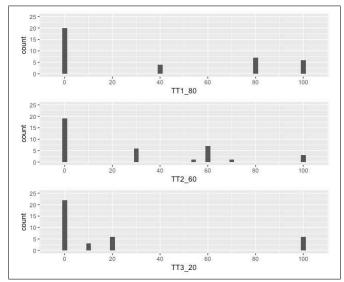
本実験の結果のみを見ると Jeffrey table が人間の直 感に沿っているとまでは主張できない. しかし, この結 果は実験の設計及び手法に問題があったことによるも のという可能性も考えられる. 本実験の改善点, 検証及 び議論が必要な点は多々あり、それらを改善して再実 験を行なった場合結果が変わる可能性は大いに見られ る. よりわかりやすく結果の変化が見られそうな改善 点としては、設問に用いる条件文を文脈的なものにす る,または焦点を当てるカードについての記述をより 直感的なものにするなどがあげられ、このような条件 で再実験を行うと前件 p が偽のときについて P(q|p)を回答する人が増加する可能性がある. 特に, 前者の 改善点は,6 種類の条件文 [4] それぞれについて実験を 行うことで、条件文の種類による解釈の違いが検証で きる. また, 本実験の設問では参加者1人に対し母集団 における TT の割合のみを変更し、焦点を当てるカー ドの種類は1種類であったが、参加者1人に対して母 集団における TT の割合を固定し、焦点を当てるカー ドの種類を4種類全て問うことで、条件文の解釈につ いて実質含意や連言, Jeffrey table といった各モデル をとる人の割合の検証ができる.よって、上記のよう な条件を改めた再実験の実施を行なっていく.

文献

- Jeffrey, R, Edgington, D. (1991). Matter-of-Fact Conditionals, Proceedings of the Aristotelian Society, Supplementary Volumes, Vol. 65 (1991), pp. 161-183+185-209
- [2] Wang, M., Zhu, M. (2019). Evidence for the Jeffrey Table: Credibility Ratings for Conditionals Given False Antecedent Cases, Experimental Psychology (2019). doi:10.1027/1618-3169/a000443
- [3] Over, D. E. (2009). New paradigm psychology of reasoning. Thin- king & Reasoning, 15(4), 431438.
- [4] Gauffroy, C., & Barrouillet, P. (2009). Heuristic and analytic processes in mental models for conditionals:

An integrative developmental theory. Developmental Review, 29(4), 249282. doi:10.1016/j.dr.2009.09.002

付録



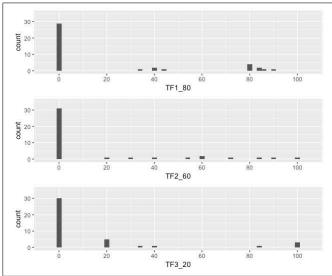
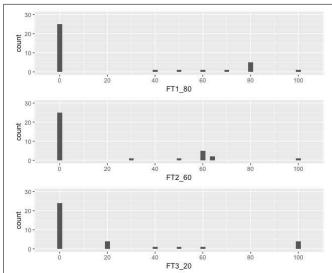


図 3 TTのヒストグラム

図 4 TFのヒストグラム



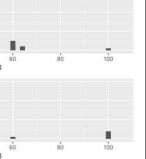


図 5 FT のヒストグラム

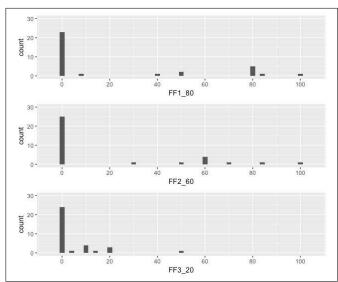


図 6 FFのヒストグラム

掌と指を分離する「芋虫の錯覚」 "Caterpillar Illusion" separating Palms and Fingers

佐藤 優太郎[†], 前林 明次[†], 小鷹 研理[‡] Yutaro Sato, Akitsugu Maebayashi, Kenri Kodaka

[†]情報科学芸術大学院大学,[‡]名古屋市立大学芸術工学研究科 Institute of Advanced Media Arts and Sciences, Graduate School of Design and Architecture, Nagoya- City University sato12yutaro@gmail.com

概要

本研究で提案する「芋虫の錯覚」は、指が掌の側に織り込まれるような形で左右の指を交差する姿勢によって自らの掌と指の分離感を得られる錯覚である。また、「芋虫の錯覚」の姿勢を二人組でそれぞれの片手を用いて構成し、もう一方の空いている手で、組まれた自身の指と相手の指に同時に触れることで、指が麻痺したかのような感覚が得られた。このように、ひとつの錯覚から質の異なる2種類の錯覚体験が得られたため報告する。

+-7-1: crossed finger, sense of ownership, sense of agency, feeling numbness

1. はじめに

左右の手を交差することで、空間的な認知判断能力の正確性・効率性が減退することはよく知られている。例えば、子どもの遊びとしてもよく知られている「hand-reversal illusion」[1]では、両手の指を日常的にとることのないような絡まった姿勢をとるとき、視覚的に指示された指を動かそうとしても、通常の手の状態のような瞬時な反応が困難になる。これは、人間の空間認知の構成が、体の正中線に対して右手は右側に、左手は左側にあるという状態に強く適合することを示唆している。

筆者が所属する研究室では、自らの身体の自己感を 変調させるような一連の錯覚を考案している. 例えば、 我々がすでに発表した「蟹の錯覚」[2]は、左右の手を 交差しながら、蟹のイラストが描かれたカードを保持 し、指をわさわさと動かすことで、自身の指の動きがイ ラストの蟹の肢の動きのようにも感じられるというも のである.「蟹の錯覚」は、代表的な錯覚の研究である Rubber Hand Illusion (RHI)[3]のような、「もの」に対し て身体的な自己感を投射するタイプの錯覚に対し、反 対に、自らの身体が「もの」化する方向性を持つ特殊 な体験として位置付けられる.

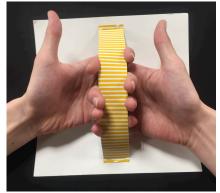
本稿では「蟹の錯覚」と類似した方向性を持ちつつ、 これまでの錯覚では得られなかったタイプの錯覚として「芋虫の錯覚」を考案したため報告する.

2. 芋虫の錯覚

本稿で提案する「芋虫の錯覚」(図1)は、2019年1月に本研究室の主催する展示の中で発表された、指が掌の側に織り込まれるような形で左右の指を交差する姿勢をとることで、自らの掌と指とが分離されたような感覚が得られる錯覚体験である。「芋虫の錯覚」の体験における典型的な反応には「指が独立して感じる」「自分の指じゃないみたい」など、指の帰属が掌から離れてしまったかのようなものがあった[4].

また、「芋虫の錯覚」には、二人組になり、それぞれ





(図1)「芋虫の錯覚」





(図2) 二人版「芋虫の錯覚」

の片手を用いて「芋虫の錯覚」の姿勢を作り、もう一 方の空いている手で、組まれた自身の指と相手の指に 同時に触れることで、指が麻痺したかのような感覚が 得られるものがある(図2).二人で行う体験で、これ と似た感覚を誘発する錯覚に、「numbness illusion」[5] が ある. これは、二人組になって相手と手を合わせ、空い ている方の手の人差し指と親指で自分と相手の指に同 期的に触れると、指が麻痺したかのような感覚を誘発 する錯覚である. 本稿で提案する「芋虫の錯覚」にお いても、二人組みで行うとき、「numbness illusion」で感 じられるような、指が麻痺する感覚が確認された. これ は、それぞれの錯覚の姿勢を比較するに、「芋虫の錯覚」 が「numbness illusion」の指を交差した状態に相当する ものであることが言える. また、二人組みで行う錯覚体 験の一つである、「cheeky illusion」[6]では、錯覚を感じ る腕に対して右手でも左手でもない, 自身の第三の手 (被験者の中には、その手を幽霊の手、エイリアンの手、 死んだ手と表現するものもいる) の存在が感じられた という報告があり、これも本稿で提案する錯覚から得 られる体験と共通するものがある.

一方で「芋虫の錯覚」の大きく特徴的な点は、先述した二人組で行う錯覚体験と比較して、指の左右を交差する姿勢をとることである。第1章で述べた「hand-reversal illusion」や「蟹の錯覚」のような、手や指が交差された状態における視覚的な要因が、自己感への影響を及ぼしていることと照らし合わせるに、「芋虫の錯覚」の掌と指の分離感も視覚的な要因が作用している可能性がある。

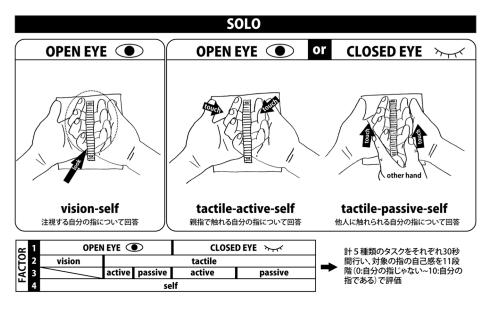
我々の関心は、「芋虫の錯覚」がもたらす、掌と指の 分離感及び、二人組で行った際の指の麻痺した感覚について、視触覚的な要因がどのように影響を及ぼしている のかについて検証することである。さしあたり今回は、 錯覚体験時の指の主体感や所有感に変調がみられるか についての予備的な検討を行った。自分あるいは相手の 指に対して、それらの指がどの程度自分の指に感じられ るかについて、視触覚的な要因に注目する簡単な被験者 実験を行なったので、その結果を報告する。

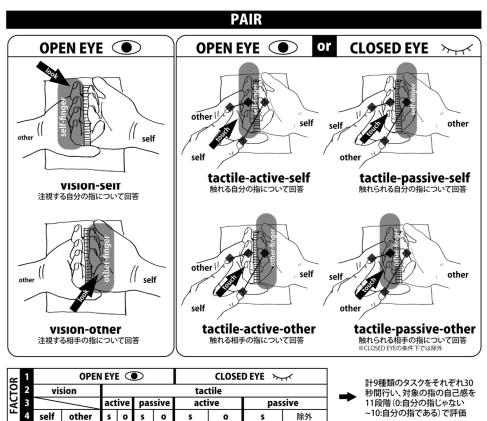
3. 実験

10人の被験者(22~40歳の男女, 男8, 女2)に, [SOLO] (一人で「芋虫の錯覚」を行う場合) と[PAIR](二人 組で「芋虫の錯覚」を行う場合) の大きく分けて二つ の実験を行った. それぞれの実験で被験者は, [OPEN EYE](目を開けたとき)と[CLOSED EYE](目を閉じ たとき)の条件で,

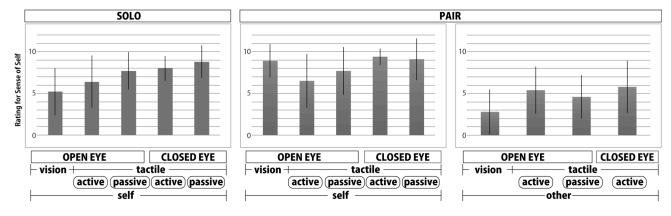
- [VISION-self] (注視する自分の指について回答)
- [VISION-other] (注視する相手の指について回答)
- [TACTILE-active-self] (触れる自分の指について回答)
- [TACTILE-active-other] (触れる相手の指について回答)
- [TACTILE-passive-self] (触れられる自分の指について回答)
- [TACTILE-passive-other] (触れられる相手の指について回答)

の場合について、対象の指が自分の指のように感じられるかを 0 (自分の指ではない) ~10 (自分の指である) の 11 段階の評価を行った. 被験者は計 14 種類の条件に対してそれぞれ 30 秒間のタスクを行ない、条件下における指が、自分の指に感じられるかを紙面で回答した. この時、回答対象の指は自由に動かして良いものとした.





(図4) 実験手順



(図5) 実験結果

[SOLO]-[active-self] の条件下では被験者は自らの親指で自身の指に触れた. [PAIR] の条件下では、二人組の姿勢を作る時、お互いの利き手で「芋虫の錯覚」の姿勢を構成した. [PAIR]-[TACTILE] では、被験者自身の指とペアの相手の指をいずれの条件下においても同時に触れるようにした。また、[PAIR]-[CLOSED EYE]-[TACTILE-passive-other]の組み合わせについては、触れられる相手の側の接触について、目を閉じた状態で感知することが不可能なため、条件から除外した(図4).

以上の結果を図 5 に示す。[SOLO]-[TACTILE-self] の 結果に対して、(OPEN / CLOSED EYE) と (active / passive) の 2 要因について被験者内分散分析を行なったところ、主効果は得られなかった。また、[PAIR]-[TA CTILE-self]の結果について (OPEN / CLOSED EYE) と (active / passive) の 2 要因について被験者内分散分析を行なったところ、(OPEN / CLOSED EYE) に関して有意 (p < 0.01) であった。さらに多重比較を行ったところ、個々の主効果は得られなかった。

4. 考察

本稿の実験では、「芋虫の錯覚」の指を左右に交差 する姿勢における自己感への影響の視触覚的な要因へ の関心からの検証を行なった.

実験結果からは、[SOLO]-[OPEN EYE-vision] (平均値:5.2)の条件下では「芋虫の錯覚」の姿勢で指を注視することで、自らの指の自己感が減退するような傾向が平均値的に確認できた.

[SOLO]-[OPEN EYE]-[TACTILE-active-self] (平均値: 6.4) の条件下においては、被験者自身が自らの指に触れることで、若干評価の値が上昇したが、自己感の減退傾向は残り、[SOLO]-[OPEN-EYE]-[TACTILE-passive-self] (平均値: 7.7) [SOLO]-[CLOSED-EYE]-[TACT ILE-active-self] (平均値: 8), [SOLO]-[CLOSED-EYE]-[TACTILE-passive-self] (平均値: 8.8), の評価を見るに、[CLOSED-EYE]と[passive] の条件下においてその減退傾向は薄れ、自己感への評価が高まるような結果が得られた.この結果から、「芋虫の錯覚」においても、左右を交差する姿勢の視覚的な要因が自己感への影響を及ぼす傾向が確認された.

そして, [PAIR]-[TACTILE-active-self] 及び, [PAIR]-[TACTILE-passive-self] の条件下においては, 視覚的な要因の有無における指の自己感への影響が統計

的に有意な形で示唆された. この時は自分と相手の指の関係に関しての視覚的な要因が作用していると思われるが,一方で似た姿勢をとる「numbness illusion」の報告によれば,指の痺れに関しては目を閉じた時でも起こるとあり,指の痺れとその指の自己感の関連については改めて実験を計画し、考える必要がある.

[PAIR]-[TACTILE]-[active], 及び [PAIR]-[TACTILE]-[passive]の条件下では、[OPEN-EYE]-[active](平均値: 6.5), [OPEN-EYE]-[passive](平均値: 7.7), [CL OSED-EYE]-[active](平均値: 9.4),[CLOSED-EYE]-[passive](平均値: 9.1)の結果を比較すると,特に被験者自身が自分の指に触れるときに,自身の指の自己感が減退する傾向が見られた.これは,自ら自身の指に触れることでより強い麻痺の感覚が誘発される「numbnessillusion」の報告に近いものがある.また [PAIR]-[vision-other](平均値: 2.8)の値に関して,[PAIR]-[OPEN-EYE]-[tactile-active-other](平均値: 5.4),[PAIR]-[tactile-active-other](平均値: 5.8)と比較すると,触覚的な要因により,相手の指についての自己感が高まるように評価する傾向が平均値的に確認できた.

以上の結果から「芋虫の錯覚」の左右の交差する姿 勢において視覚的な要因が影響を及ぼしている可能性 が高いことがわかった. また、本実験の [PAIR]-[TACTILE]-[active]/[passive]の条件下では、自ら 触れることで指の麻痺する感覚が強まる「numbness illusion」の特徴と近い結果を持つことを確認した. 一方 で、その条件下における視覚的な要因や、相手の指に感 じている自己感についてはまだ大きく検討の余地があ る. 加えて、被験者の感想で興味深かったのは、「芋虫 の錯覚」を一人で行う条件下において、「自分の指か どうかと言われれば自分の指だが、変な感じは確かに する」や「自分の指じゃないというよりは、(交差部 分の) 指が独立しているような感じがする」という, 自 分の指が掌から切り離されつつも、しかし、依然として その指に対する所有感、自己感は健在であるかのよう な反応だった. 今後の課題としては、一人で「芋虫の錯 覚」を行う時の分離感について、より的確な質問や指 標を作るための実験を計画することがある。また、二人 で行うタイプの「芋虫の錯覚」に関しても、「numbness illusion」を参照し、指の左右交差における視覚要因の影 響をより丁寧に比較・検証していく.

文献

- [1] Hong, Sang Wook, et al. "The hand-reversal illusion revisited." Frontiers in integrative neuroscience 6 (2012): 83.
- [2] 佐藤優太郎・石原由貴・小鷹研理:「「蟹の錯覚」における主体感の変調」,日本認知科学会第35回大会,立命館大学,(2018.8)
- [3] Botvinick, Matthew, and Jonathan Cohen."Rubber hands' feel' touch that eyes see." Nature 391.6669 (1998): 756.
- [4] https://youtu.be/R6YIAwVbUTA
- [5] Dieguez, Sebastian, et al. "Feeling numbness for someone else's finger." *Current Biology* 19.24 (2009): R1108-R1109.
- [6] Davies, Anne M. Aimola, and Rebekah C. White. "Touching my face with my supernumerary hand: A cheeky illusion." Perception40.10 (2011): 1245-1247.

Kinesthetic mirror illusion における グリップ感の相同性の影響

Contact-shape Congruency Activates Kinesthetic Mirror Illusion.

石原 由貴[†],小鷹 研理[†] Yuki Ishihara, Kenri Kodaka

> [†]名古屋市立大学 Nagoya City University haraishihara@gmail.com

概要

本研究では Mirror Visual Feedback 下で見られる鏡面 裏側の手の仮想的な移動感覚 (KMI) の誘起に対し、左 右の持ち手のグリップ感の一致/不一致、及び鏡像の提示/不提示の条件の効果がどの程度あるかについて比較 した. 結果、KMI 及び身体所有感の誘起には手を提示す ることによる影響が大きいものの、鏡面裏側と同じ持 ち手を鏡像に提示することでも、ある程度の KMI が誘 発されることが分かった.

キーワード: Mirror visual feedback, Invisible hand illusion, Multisensory integration, Kinesthesia, Body perception

1. 背景

Mirror Visual Feedback (MVF) は、直立した鏡に片手を映し出すことで、鏡面内の手の像(鏡像)が鏡面裏側に配置した手そのものであるかのように感じられる錯覚である[1]. この錯覚中、鏡面手前側に配置した手(以下、手前の手)を動かすと、鏡面裏側に配置した手(以下、裏側の手)があたかも動いているかのように感じられる. これは Kinesthetic Mirror Illusion (KMI)と呼ばれ、鏡像による視覚及び左右の手の固有感覚間の統合によって作り出されるとされている[2][3]. この時、鏡像の動きや姿勢が裏側の手と異なっている場合であっても、視覚的な手の動きと実際の手の筋固有感覚の動きが統合され、移動感覚が誘起されることが分かっている[4][5][6].

著者らはそうした KMI の柔軟性に着目した実験の 1 つとして, 左右の持ち手の組み合わせ (= "手のイメージの想起性") が KMI にどのような影響をもたらすのかについて検討を行った[7]. 結果, 手前の手が提示されていない場合であったとしても, 裏側の手が把持する持ち手と同じ持ち手が鏡面手前側に提示される"手のイメージの想起性"が高い条件の場合には, KMI の誘起を確認することができた. ただし, この実験ではあくまで各条件における鏡像の動き毎の KMI の誘起を確

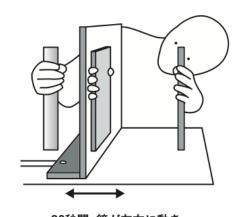
認するに留まったために、各条件の錯覚強度を直接比 較することができておらず、 錯覚の誘起においてどの 要素(手の像の有無、把持する姿勢の差異、グリップ感 の差異等) がどの程度貢献するのかについては解明さ れなかった. また前回の実験[7]内で使用した持ち手の 形状 2 種はそれぞれ異なる姿勢で把持する必要があっ たため、筋固有感覚の力の加え方にばらつきが生じ、 ノイズの多い比較となってしまっていた可能性がある. そこで今回の実験では姿勢の条件を統制し、持ち手の 視覚的・触覚的なグリップ感の類似に焦点を当てた "グリップ感の相同性"の違いによる KMI の強度の比較 を行う. これに類似した知見として、Guerraz らの実験 [8]では MVF 中に把持する道具が左右異なる場合, 十 分な KMI は誘起されないとしつつも、鏡面を使用しな い場合と比較してKMIの発生が見られる結果が得られ ている. 本実験ではこうした左右のグリップ感が異な る場合の条件に加え,手前の手を配置しない条件を同 時に作成し、"グリップ感の相同性" が KMI に対しどの レベルの影響力を持つのかについて調査する.

手前の手を配置しない条件下での MVF では、物質的 なものが存在しない空間に対して手のイメージの投射 が行われる虚投射[9]が起こっている状態にあると言え る. このように何も存在しない空間に対して身体所有 感を抱く実験として Invisible Hand Illusion[10]がある. この実験では、何も無い空間に実験者が触れるのと同 じタイミングで隠された本物の手をなぞられることで, 何もない空間に自分自身の手が存在するかのような感 覚を作り出す. これは視触覚の同期によって何もない 空間に身体所有感を与える実験であるが、投射先の空 間を視覚的に変位させることで、身体イメージを変形 させることができることも報告されている[11]. この 実験では隠された本物の指を引っ張ると同時に、空を 掴んだ指が引っ張られる方向へと移動する様子を視覚 的に提示することで、あたかも引っ張られた指が伸び たかのような感覚を与える. 興味深い点として、この 実験の中で取られたアンケートからは、実験参加者が「透明な手を持っているように感じていた」とは言えない結果が得られている。つまり、単純に虚投射が起こっていた空間内に身体所有感が起こっていたというのとは異なる現象が引き起こされていたと可能性がある。そこで、本実験内においては身体所有感、KMI、周囲の環境の移動感、身体の透明感を問う複合的なアンケートを行い、手の像を用いない KMI がどのような要因により発生するのかについて詳しく調査を行った。

2. 装置

今回用いた実験環境は図 1 のようになっている. 実験参加者は立てられた 30 x 45cm の鏡の前に座り, 鏡の初期位置から左右に各 15cm, 手前側の鏡の端から30cm 離れた箇所に立てられた持ち手を左右で握る. 持ち手は丸棒 (直径 3cm, 高さ 25cm) と板 (厚み 1.2 x 10cm, 高さ 25cm) の 2 種類用意されており, それぞれ上部13.5cm内に手の把持位置がくるようになっている. またそれぞれの持ち手の下部には振動モータ (LBV10-B-009) が取り付けられ, 実験中振動した.

鏡は可動式となっており、リニアアクチュエータ (Firgelli: L16-P Miniature Linear Actuator 140mm 150:1) を Arduino と Processing で制御することによって左右 に動作する. また、鏡への映り込みの影響を抑えるため、装置は鏡面側に白い壁面が映るようにして置かれた.



30秒間, 鏡が左右に動き、 鏡像が近づく or 遠のく様子が提示される

図1 実験装置

3. 実験

3.1. 実験参加者

本実験では計8名(男性2名,女性6名)の大学生に協力してもらった.

3.2. 移動刺激

実験中,鏡は2種類の速度(5mm/s or 3mm/s)で左右どちらかの方向へと動く.1度の動作は2秒間であり,動作が終わると1秒停止した後再度いずれかの速度で動き出す.この鏡の移動は1試行につき30秒間断続的に行われるが,一定の範囲での移動となるよう,左右×2種の速度=4種の動きを1セットとして,1セットの動きをランダムに提示した後,次のセットを提示するような順序の操作を行った.動作時に起こるモーター音の影響を抑えるため,実験参加者は試行中ヘッドホンを装着し,ホワイトノイズを聞かされた.それと同時に,鏡の移動に伴う持ち手の振動の大きさをマスクするため,グリップ下部の振動モーターが振動した.

3.3. 環境条件

今回の実験では手の像の提示と、左右の持ち手の組み合わせを用いて環境条件を作成している(図 2). 手の像の提示には両手がグリップを握る<hand>条件、手前の手を膝の上に置いて裏側の手のみハンドルを握る<none>条件の2条件、左右の持ち手の組み合わせとして丸棒と板の持ち手2種を組み合わせた4条件を用意した. これらを組み合わせた計8種をCondition条件として1試行毎に提示した. また、解析においては持ち手の組み合わせを、左右の持ち手が同じ条件である<congruent>条件、左右の持ち手が異なる<incongruent>条件の2種で取り扱い、手の組み合わせ2種×持ち手の組み合わせ2種の計4種のCondition条件として調査した.

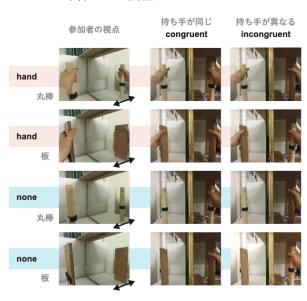


図2 持ち手の条件

	分類	アンケート文		
S1	— illusory ownership	鏡の中の「棒 / 板」を握っているように感じた		
S2		鏡の中に右手が存在するように感じた		
S3	— KMI	鏡の中の「棒 / 板」が近づく場合に、右手が動いているように感じた		
S4		鏡の中の「棒 / 板」が遠のく場合に、右手が動いているように感じた		
S5	illusory motion 鏡の中の「棒 / 板」が動いているように感じた			
S6	invisible hand	透明な右手を持っているように感じた		
S7	- control	切断されたかのように、右手が消えてしまったと感じた		
S8	- control	右手を2本以上持っているように感じた		

表1 アンケート

3.4. アンケート

実験参加者は1試行が終わる毎にアンケート(表 1)について回答を行った.これら8項目のアンケートは身体所有感(illusory ownership),裏側の手の移動感覚(KMI),持ち手の移動感覚

(illusory motion),透明な手の所有感(invisible hand)に関連する設問とcontrolで構成されている.これらはそれぞれ、-5(全くそう思わない)~5(とてもそう思う)の11段階で評価された.

3.5. 手続き

実験参加者は実験前に、左右の持ち手(双方丸棒)を 握ってもらい、実際に鏡が動く様子を体験した(<handcongruent>状態). その際、鏡をしっかりと覗き込み、鏡 面内の手ないしグリップの把持部を注視するよう実験 者に指示された. また、試行後にはアンケート(表 1) がある旨が伝えられ、記載の 8 項目と回答方法につい て説明を受けた.

実験では各環境条件を 1 試行ずつ行い,全ての条件を網羅する 8 試行 $\times 2$ 周の計 16 試行を行った.各試行が終わった段階で実験参加者はアンケートに記入を行い,次の試行まで 1 分程度の休憩をとった.

4. 結果

左右の持ち手の組み合わせ、及び手前の手の配置の 有無によって分けられた"グリップ感の相同性"条件 (Condition) 毎の設問 (Questionnaire) の回答の被験者 平均を図3に示す.これらについて被験者内2要因分 散分析を行ったところ、Condition×Questionnaireの交互 作用が有意であった($F(12,84)=7.40,p<.001,\eta^2=0.108$). さらに、各 Questionnaire における Condition の 単純主効果検定を行ったところ、身体所有感について 述べた設問である<illusory ownership>及び<KMI>の項目で Condition による効果が有意であった(<illusory ownership> $F(3,21)=30.34,p<.001,\eta^2=0.477:<$ KMI> $F(3,21)=14.24,p<.001,\eta^2=0.424$).ただし、他の Questionnaire においては有意な主効果は見られなかった。

より詳しい差を調査するため、<illusory ownership>に ついて Holm 法を用いた多重比較を行ったところ, <hand-congruent>, <hand-incongruent>, <none-congruent>, <none-incongruent>の順で、錯覚の効果が高くなること が分かった. このことから手が明確に提示される <hand>条件においては、視覚的なグリップ感と筋固有 感覚から伝わるグリップ感の齟齬が生じる <incongruent>の状態をマスクし、実際とは異なるグリ ップ感であったとしても鏡像に身体所有感を抱かせる ことが可能であることを示唆している. また, <hand> 条件、<none>条件のどちらについても、左右の持ち手が 同じである<congruent>条件の場合に身体所有感の低下 が抑えられている. 視覚的な手の提示がない状態にお いても, 鏡面裏側の手のグリップ感と同じ特徴の持ち 手が提示されることで、その持ち手対し身体イメージ を投射することが可能であったことが分かる.

また、裏側の手の移動感覚に関する回答<KMI>についても Holm 法を用いた多重比較を行ったところ、<hand-congruent>が他の条件と比較して有意に錯覚効果が高かった。このことから、<KMI>においても手の明確な提示とグリップ感の相同性は、錯覚効果を高める

大きな要因であることが分かる。また、グラフの概形が<illusory ownership>と酷似していることから、身体所有感と KMI の深い関連性が示唆される。そこで<illusory ownership>と<KMI>について、Pearsonの相関係数による検討を行ったところ、やはり強い正の相関が見られた(r=.800、p<.001、図 4). <hand-congruent>以外のConditionとの差異は明確には得られていないものの、<KMI>もまた<illusory ownership>同様、<hand>条件の強い寄与と、<congruent>条件による錯覚の誘起が示唆される。

また<KMI>については S3, S4 の設問によって、誘起 される移動感覚の方向(左右)に差があるかどうか調査 した(図5).S3,S4の設問と Condition で被験者内2要 因分散分析を行ったが, これらの間に相互作用は見ら れなかった $(F(3,21)=0.30, p=.824, \eta^2=0.001)$. よ って本実験においては身体方向へと鏡像が近づく場合 と、離れる場合とでKMIの差は無かったと考えられる. さらに、各 Condition における Questionnaire の単純主 効果検定を行ったところ、すべての Condition において Questionnaire の効果がみられた (<hand-congruent> F (4, 28) = 19.98, p < .001, $\eta^2 = 0.695$: hand-incongruent F(4,28) = 7.01, p = .001, $\eta^2 = 0.386$: <none-congruent> F (4, 28) = 6.66, p = .001, η^2 = 0.355 : <noneincongruent> F (4,28)=8.52, p <.001, η^2 =0.405). $\stackrel{>}{\sim}$ こで、各 Condition において Holm 法を用いた多重比較 を行ったところ、<control>と他の Questionnaire 内の Condition 条件との間に幾つかの有意な差異が見られた. 特に<illusory motion>と<control>間に関しては<hand-incongruent>を除く全ての Condition 条件で<illusory motion>の値が高くなっていることから、鏡の動きに合わせ、ハンドル自体が移動している感覚は一様に起こっていたことが分かる。また<none-congruent>においては<invisible hand>の値が<control>よりも有意に高くなっており、他の Condition 条件と比較しても僅かながら透明な手を受け入れやすい状況にあった可能性が示唆された。

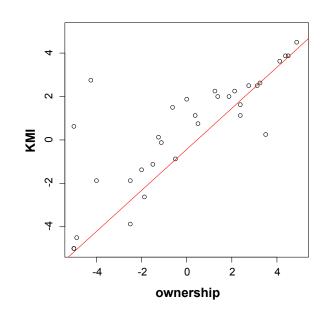


図4 KMI と ownership の相関

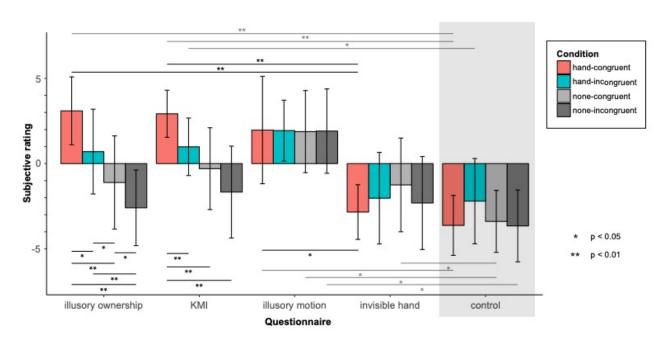


図3 アンケート結果

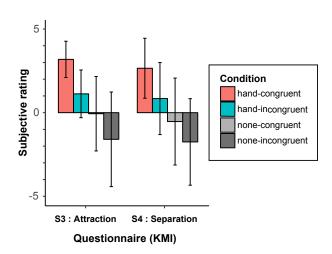


図5 KMI と ownership の相関

5. 考察

今回の実験から、KMI に対する"グリップ感の相同性"の効果は確かに存在するものの、"手の像の提示"による効果の方が明らかに大きな影響を持つことが示唆された。ただし手の像が提示されていないのにも関わらず、左右の持ち手が同一であることで身体所有感・KMI の効果の低下を抑える(被験者によっては引き起こす)ことができたことは興味深い。

また左右の持ち手が同一であった場合の身体透明感 は他の条件と比較して若干存在する傾向にあったもの の, 今回の実験においても Byrne ら[8]の実験同様, 手 前の手が透明になった感覚は明確には無かったことが アンケートの結果から伺える. ただし, <illusory motion>の値から鏡面内の持ち手の移動感覚はどの Condition 条件であったとしても一様に感じていたこと、 <KMI>と<ownership>の強い相関が観察されたことか ら、持ち手の周りに対して身体所有感を抱くことによ り, 仮の身体の動きに自身の筋固有感覚が呼び起こさ れる Motor back projection[12]が起こっていたことは推 測できる. 今回の状況はKondo らの, 手袋・靴下のみを 表示したアバタに対して身体所有感を抱くことができ るという報告[13]と類似しており、本実験においても 持ち手が身体の着用物のようなイメージで捉えられ, それらが移動することで裏側の手の移動感覚が誘起さ れたと考えられる. こうした Invisible body (hand) の研 究では身体所有感の強度を測定するために「身体が透 明になったと感じた」か問う設問が入ることが多いが、 投射先の空間に身体所有感を感じることと, 既存の身

体を透過する感覚とはまた別の文脈で捉える必要があるのかもしれない.

また KMI が誘起されやすい方向についての検討を行ったが、今回の実験結果からは左右差は見られなかった。これについては Rubber Hand Illusion によって移動感覚を誘起する研究[14]でも同様の傾向が見られたことから、移動感覚の誘起に大きな左右差は無いことが考えられる。

今回の実験では"手の像の提示"と"グリップ感の相同性"の効果をアンケートによる主観評価で直接的に比較を行った.今後はより客観的な指標を取り入れ, KMI を引き起こす要因について引き続き調査を行う.

文献

- Ramachandran, V. S., Rogers-Ramachandran, D., & Cobb, S. (1995) "Touching the phantom limb." *Nature*, 377(6549), 489–490.
- [2] Guerraz, M., Provost, S., Narison, R., Brugnon, A., Virolle, S., & Bresciani, J.-P. (2012) "Integration of visual and proprioceptive afferents in kinesthesia." *Neuroscience*, 223, 258–268.
- [3] Chancel, M., Brun, C., Kavounoudias, A., & Guerraz, M. (2016). "The kinaesthetic mirror illusion: How much does the mirror matter?" *Experimental Brain Research*, 234(6), 1459–1468.
- [4] Ishihara, Y., & Kodaka, K. (2018). "Vision-Driven Kinesthetic Illusion in Mirror Visual Feedback." *I-Perception*, *9*(3), 1–11.
- [5] Metral, M., Chancel, M., Brun, C., Luyat, M., Kavounoudias, A., & Guerraz, M. (2015). Kinaesthetic mirror illusion and spatial congruence. *Experimental Brain Research*, 233, 1463-1470.
- [6] Packman, E. A. F. T. (2004). "Fooling the brain into thinking it sees both hands moving enhances bimanual spatial coupling." *Experimental Brain Research*, 157, 174-180.
- [7] 石原由貴, & 小鷹研理. (2019). "Kinesthetic mirror illusion に おける「手のイメージの想起性」の影響" 認知科学, 26(1), 72-85
- [8] Guerraz, M., Breen, A., Pollidoro, L., Luyat, M., & Kavounoudias, A. (2018). Contribution of Visual Motion Cues from a Held Tool to Kinesthesia. *Neuroscience*, 388(July), 11– 22.
- [9] 鈴木宏昭 (2016) "プロジェクション科学の展望", 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, 20-25.
- [10] Guterstam, A., Gentile, G., & Ehrsson, H. H. (2013). "The Invisible Hand Illusion: Multisensory Integration Leads to the Embodiment of a Discrete Volume of Empty Space." *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(7), 1078–1099.
- [11] Byrne, A., & Preston, C. (2019). Mr Fantastic Meets The Invisible Man: An Illusion of Invisible Finger Stretching. *Perception*, 030100661882106.
- [12] Shibuya, S., Unenaka, S., Zama, T., Shimada, S., & Ohki, Y. (2018). "Spontaneous imitative movements induced by an illusory embodied fake hand." *Neuropsychologia*, 111, 77–84.
- [13] Kondo, R., Sugimoto, M., Minamizawa, K., Hoshi, T., Inami, M., & Kitazaki, M. (2018). "Illusory body ownership of an invisible body interpolated between virtual hands and feet via visualmotor synchronicity." Scientific Reports, 8(1), 7541.
- [14] Metral, M., & Guerraz, M. (2019). "Fake hand in movement: Visual motion cues from the rubber hand are processed for kinesthesia." Consciousness and Cognition, 73(June), 102761.

共同作業における運動主体感と脳波同期の関係 Relationship between the inter-brain synchronization during a joint action and the Sense of Joint Agency

白石 壮大[†],嶋田 総太郎[‡] Masahiro Shiraishi, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院理工学研究科,[‡]明治大学理工学部 [†]Graduate School of Science and Technology, Meiji University [‡]School of Science and Technology, Meiji University ce181037@meiji.ac.jp

概要

集団で運動したときに「この運動は我々が起こしている」と感じる感覚を共同運動主体感という。本研究では、共同作業中の2者の脳波を同時計測し、共同運動主体感と2者の脳波同期の関係から共同運動主体感の生起に関わる脳領域を調査した。実験の結果、相互に協調し合う共同作業課題において、共同運動主体感は高まり、リーダーの右前頭葉とフォロワーの右側頭頂接合部(rTPJ)のθ波の活動同期も高まることが示された。また、共同運動主体感と上記の脳波同期には正の相関が見られた。これらの結果から、2者での協調運動による共同運動主体感は、運動中の役割によって生起に関わる脳領域に違いがあり、それらの脳活動の同期とともに高まることが明らかになった。

キーワード: 共同運動主体感 (the sense of joint agency), 脳間同期 (inter-brain synchronization), 脳活動同時計測 (hyperscanning)

1. はじめに

ある運動が自身によって引き起こされたと感じる感覚を運動主体感という。この運動主体感は、個人での運動によって感じられる自己運動主体感(the sense of self-agency)と2人以上の集団で運動を起こしたときに感じられる共同運動主体感(the sense of joint agency)に大別される[1]. 共同運動主体感は、社会認知機能のひとつであり、「我々がこの運動を引き起こしている」と感じる感覚と定義される[2]. 共同運動主体感が高まることで集団のパフォーマンスが向上することが示唆されているが、その生起メカニズムは明らかにされていない[3].

先行研究[4]によって, 共同作業を行う2者は互いに協調しあうことで共同運動主体感は高まることが示されたが, 脳活動計測を行ったものはまだない. 一方で,

協調作業を行う2者の脳活動についての先行研究[5]において、協調課題中の脳活動は2者間で同期し、相互に協調しあうほど脳活動の同期が高まることが示されている。これらの先行研究から、脳活動の同期が高いときには共同運動主体感も高いという仮説が立てられる。そこで本研究では、2者による共同作業中の脳波を同時計測し、運動主体感と脳活動の同期の関係性について調査した。

2. 実験

2.1. 被験者

健康で右利きの知り合い同士の男性 18 ペアの 36 名が実験に参加した $(21.6 \pm 1.3 \,$ 歳、平均 \pm 標準偏差).

2.2. 実験手順

横に並んで椅子に座った 2 人ペアの被験者に共同作業課題を行わせた. 2 者の協調度が運動主体感に与える影響を検討するために,共同作業課題は交互課題と連続課題の 2 条件を用意した(図 1).

交互課題	リーダー	\	Ŋ		Þ		Þ	
	フォロワー	500 ms		Þ		Þ		Ŋ
連続課題	リーダー	y ,	Þ	Þ				
	フォロワー	500 ms			Þ	Þ	Ŋ	Þ

図1 共同作業課題

交互課題では被験者たちは交互にマウスクリックをした.連続課題では片方が4回連続でマウスクリックをした後にもう片方が4回連続でマウスクリックをした.またマウスクリックを先行して始める人をリーダー,もう一方をフォロワーとした.



図2 実験パラダイム

実験パラダイムを図2に示した.まず試行の最初に 共同作業課題と役割を教示する視覚刺激を 2000 ms 間 呈示した. 固視十字を 500 ms 間表示したのち, 500 ms 間隔で音を4回呈示した(教師音). 被験者らに教師音 のペースを維持するように、教示された課題・役割に 従いマウスクリックによって音を8回生成させた. 課 題終了後, 700 ms の間隔を挟んで運動主体感を主観的 に評価させるアンケートに移った. 『音生成のタイミン グをコントロールしていたのは自分 1 人か, 自分とパ ートナーの2人か』を1~9の点数をつけさせた.1に 近いほど自己運動主体感を,9 に近いほど共同運動主 体感を感じていたことを表す. 被験者にできるだけ正 確に課題を行わせるために、アンケート終了から 500 ms 後, 被験者たちが 500 ms 間隔でマウスクリックを できていたかを「○」または「×」を呈示することで フィードバックした. 1 試行における音と音の平均間 隔が 500 ± 25 ms 以内に収まっていたなら「○」と した. フィードバック後, 500 ms のインターバルを設 けた. 以上の一連の流れを1試行とした.

5 試行を1ブロックとし、課題(交互、連続)と役割(リーダー、フォロワー)のカウンターバランスを取り、各条件(課題×役割)を 4 ブロックずつ、合計 16 ブロックの 80 試行を行った.

2.3. 脳波計測

脳波測定にはg.tec社製の脳波計 (g.USBamp, g.tec Inc., Schiedlberg, Austria)を用いた. 脳波 (EEG) は Ag-AgCl アクティブ電極を拡張 10-20 法に則り, Fp1, Fp2, F5, Fz, F6, T7, C3, Cz, C4, T8, P5, Pz, P6, Oz の計 14ヶ所に貼付し, 基準電極を左耳朶, 接地電極を AFz に貼付し計測した. また, 左目の上下に取り付けられた電極から垂直眼電図 (vertical EOG) が, EEG と同じ生体アンプにより計測された. 0.5~100 Hz のバンドパスフィルタをかけ, サンプリング周波数 1200 Hz で記録した.

2.4. 解析

各試行における音と音の平均間隔が 500 ± 25 ms 以内に収まっていなかった試行を失敗試行とし、失敗 試行を解析から除外した。また、実験機器のエラーに より、18 ペアの被験者のうち 2 ペアを解析から除外した.

脳波解析には数値解析ソフト(MATLAB, The MathWorks, Massachusetts, USA)を使用した. MATLAB 上で動作する脳波解析ソフト(EEGLAB 14.1.1b, San Diego, USA)により遮断周波数 48 Hz の

ローパスフィルタ(low pass filter; LPF)を適用し、1200 Hz から 200 Hz にダウンサンプリングしたのち、EEG・EOG データを課題のオンセットから 5000 ms間のエポックに分割した. 体動などのアーティファクトを含むエポックを除外し、EEG データから瞬目によるアーティファクトを除去するために、Infomax アルゴリズムによって独立成分分析(ICA)を行った. ICAにより再構成された EEG データに離散ウェーブレット変換を適用し、1~45Hz の各周波数における位相成分を算出した.

ペア間の脳活動の同期を調査するために Phase Synchronization Index (PSI) を用いた. PSI は位相 同期解析手法のひとつで、時間窓を設定し、ずらしていくことでふたつの波形の位相の同期度を求めることができる.

$$PSI_{jk}(t,f) = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{N} \cos(\Delta\phi_{jk}(i,f))/N\right)^{2} + \left(\sum_{i=1}^{N} \sin(\Delta\phi_{jk}(i,f))/N\right)^{2}}$$

上式におけるt は時間窓、N は時間窓に含まれるデータの数、f は解析する周波数を示し、時間窓に含まれるi 番目の位相差 $\Delta \phi_{jk}(i,f)$ を用いて算出する.PSI 値が高いほどふたつの波形の位相が同期していることを示す.本研究では時間窓を $5000~\mathrm{ms}$ とし、1 試行ごとに PSI 値を算出した.

位相データを 5 つの周波数帯域 (δ 波帯域: 1-3Hz, θ 波帯域: 4-7 Hz, α 波帯域: 8-13 Hz, β 波帯域: 14-30 Hz, γ 波帯域: 31-45 Hz) に分けたのち, ペアでない 被験者同士の PSI 値を基準値として,ペア間 PSI 値と基準値の有意差を t 検定により検討した。有意な PSI 値が見られた 2 者のチャンネル間の PSI 値を課題交互と連続課題の 2 条件間で t 検定を行った。

3. 実験結果

3.1. 主観的報告

各条件における全被験者の共同運動主体感に関する アンケートの平均スコアを図3に示した. なお、エラ

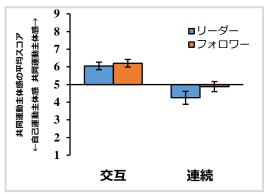


図3 共同運動主体感の平均アンケートスコア

ーバーは標準誤差を表している。2 要因の分散分析(課題×役割)を行ったところ、課題による主効果がみられた (F(1,31)=18.9,p<0.001;F(1,31)=4.4,p<0.05). しかし、役割による主効果および交互作用はみられなかった (F(1,31)=1.5,p=0.24).

リーダーの共同運動主体感スコアとフォロワーの共同運動主体感スコアの関係を図4に示した.図4の共同運動主体感スコアに対して主成分分析を行ったところ、第一主成分の寄与率が91.1%となったため、第一主成分をペアの共同運動主体感の指標とした(図5)

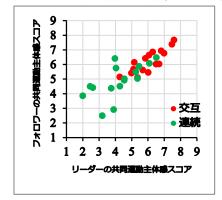


図4 リーダーとフォロワーの共同運動主体感の関係

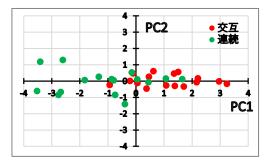


図5 共同運動主体感の主成分

3.2. 脳波同期

各周波数帯域において有意な PSI を示し、交互課題 と連続課題間で PSI に有意差があったチャンネル間の 結合を図 6 に示した。 θ 波帯域において、連続課題よりも交互課題でリーダーの F6 (右前頭部) とフォロワ

ーの T8 (右側頭部) および P6 (右頭頂部) の同期度が高かった。また、 α 波帯域において、交互課題よりも連続課題でリーダーの Fp1 (左前頭極部) とフォロワーの T7 (左側頭部) の同期度が高かった。

3.3. 共同運動主体感と脳波同期の関係

運動主体感の第一主成分と有意な PSI(図 6)に対してピアソンの相関解析を行った。 θ 波帯域におけるリーダーの F6 とフォロワーの T8 および P6 間において有意な正の相関を示した(r=0.40,p<0.05; r=0.37,p<0.05)(図 7,8)。 α 波帯域におけるリーダーの Fp1 とフォロワーの T7 間においては有意な相関は見れなかった。

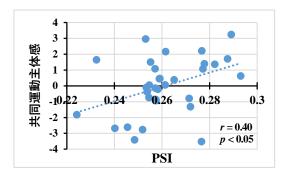


図 7 共同運動主体感と θ 波帯域における リーダーF6、フォロワーT8 間の PSI の相関

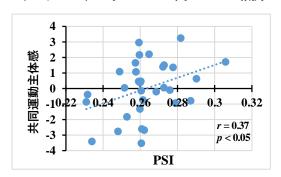


図 8 共同運動主体感と θ 波帯域における リーダーF6、フォロワーP6 間の PSI 値の相関

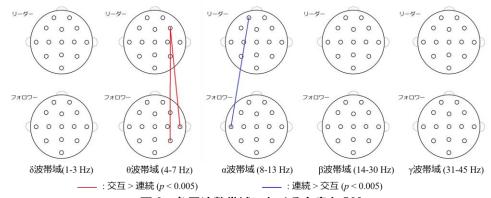


図6 各周波数帯域における有意な PSI

4. 考察

先行研究[1]において、共同運動主体感は互いに協調 しあうことで高まることが示されたが, 共同運動主体 感の生起に関わる脳領域については明らかにされてい なかった. 本研究では、共同運動主体感の生起に関わ る脳領域に関して、共同作業中の2者の脳波を同時計 測し, 共同運動主体感の主観的報告と脳波同期との関 係から検討を行った. 共同運動主体感の主観的報告の 解析結果から、1 者が他者に一方的に協調する課題よ りも、2 者が互いに協調し合う課題のほうが共同運動 主体感は高かったことが示された. これは, 互いに協 調しあうことで共同運動主体感は高まるという先行研 究[1]の結果を支持している.一方で、脳波の同期解析 の結果から、連続課題よりも交互課題でリーダーの右 前頭葉とフォロワーのrTPJのθ波の活動同期が高いこ とが示された. また、共同運動主体感と PSI の相関解 析により、リーダーの右前頭前野の脳活動とフォロワ -の rTPJ の θ 波の活動が同期するほど、ペア間の共 同運動主体感が高まることが示された. これらの結果 より、2 者での共同作業において、互いに協調するこ とでリーダーの前頭前野の θ 波の活動とフォロワーの rTPJ の θ 波の活動が同期し、共同運動主体感が高まる ことが示唆された.

2 者による一定リズムでのタッピング課題中のハイ パースキャニング研究[5]や、ギターを複数人で同時に 弾いているときのハイパースキャニング研究[6]により、 協調課題中の前頭葉のθ波の活動同期が報告されてい る. また, 前頭葉のθ波の活動は意思決定や行動制御 を担うエグゼクティブ機能に関わるとされている[7]. これらのことから、前頭葉は2者での運動のタイミン グの調整などの高次の運動に関わると考えられる. 一 方で、rTPJ領域は「心の理論」に深く関わっており[8]、 相手の心理状態を読む社会的ゲーム中にTPJ領域の脳 間同期が起こることが報告されている[9]. このことか ら、他者の心的状態を互いに読み合わなければならな い課題においてはTPJ領域の活動同期が起こると考え られる. また, 運動主体感は運動予測と運動結果の整 合性により生起するとされている[10]. 上記のことか ら、本研究においては、リーダーが2者での運動計画 を立て、フォロワーがリーダーの運動計画を理解し、 共同作業を成功させたことで共同運動主体感は高まっ たと考えられる.

参考文献

- [1] Pacherie, E. (2012). The phenomenology of joint action: Self-agency vs. joint-agency. In A. Seemann (Ed.), Joint attention: New developments (pp. 343–389). Cambridge, MA: MIT Press.
- [2] Dokic, J. (2010). Affordances and the sense of joint agency. In
 M. Balconi (Ed.), Neuropsychology of the sense of agency (pp. 23–43). Milan, Italy: Springer-Verlag Italia.
- [3] Dewey, J. A., Pacherie, E., & Knoblich, G. (2014). The phenomenology of controlling a moving object with another person. Cognition, 132, 383–397.
- [4] Nicole K. Bolt, *et al.*, (2016). Mutual coordination strengthens the sense of joint agency in cooperative joint action. Consciousness and Cognition, 46, 173-187.
- [5] Kawasaki, M., Yamada, Y., Ushiku, Y., Miyauchi E., & Yamaguchi, Y., (2013). Inter-brain synchronization during coordination of speech rhythm in human-to-human social interaction. Scientific Reports, 3, 1692.
- [6] Müller, V., Sänger, J., & Lindenberger, U. (2018). Hyperbrain network properties of guitarists playing in quartet. Annals of the New York Academy of Sciences, 1423(1), 198-210.
- [7] Mizuhara, H., & Yamaguchi, Y. (2007). Human cortical circuits for central executive function emerge by theta phase synchronization. Neuroimage, 36(1), 232-244.
- [8] Saxe, R., & Wexler, A. (2005). Making sense of another mind: the role of the right temporo-parietal junction. Neuropsychologia, 43(10), 1391-1399.
- [9] Tang, H., Mai, X., Wang, S., Zhu, C., Krueger, F., & Liu, C. (2015). Interpersonal brain synchronization in the right temporo-parietal junction during face-to-face economic exchange. Social cognitive and affective neuroscience, 11(1), 23-32.
- [10] Sato, A., & Yasuda, A. (2005). Illusion of sense of self-agency: discrepancy between the predicted and actual sensory consequences of actions modulates the sense of self-agency, but not the sense of self-ownership. Cognition, 94(3), 241-255.

多感覚的かつ協同的な活動としての音楽鑑賞を探求する試み ―創作音楽教具 "Kiki-Me" を導入したグループ・レッスンの実践―

An Attempt to Appreciate Music as a Multimodal and Collaborative Activity:
A Report of Trial Practices in Group Lessons with
a New Musical Device, the "Kiki-Me"

丸山 慎^{1&3}, 金箱 淳一², 澤水 真央³ Shin Maruyama, Jyunichi Kanehako, Mao Sawamizu

¹ 駒沢女子大学,² 神戸芸術工科大学,³ ヤマハ音楽振興会 Komazawa Women's University, Kobe Design University, YAMAHA Music Foundation <u>s-maruyama@komajo.ac.jp</u>

Abstract

This study's purpose was to evaluate the effectiveness of our original musical device, the "Kiki-Me," which was introduced into toddlers' group music lessons with the aim of enhancing their interest in music appreciation. The "Kiki-Me" has usual keyboards for its interface, and while it is played during music appreciation, each piece of keyboard pressing information (tone height, duration, and velocity) is translated into a visual expression that represents the perceptual phenomena of the cross-modal correspondence (e.g., congruence between pitch and spatial height). These visualized patterns were projected onto a large screen set in front of the classroom, which allowed the teacher and the children of the class to mutually monitor others' performances in multimodal ways. Two music teachers, 11 toddlers ranging 3–4 years in age, and their parents participated in trial lessons that were conducted up to three times. The toddlers were divided into two classes, and the teachers were allocated to each class. We collected the behavioral data of the children and asked the teachers and parents to complete a questionnaire before and after the trials. Additionally, we conducted interviews with the teachers to follow up on the meaning of our attempts. Results showed that the "Kiki-Me" successfully induced active and ingenious performances in some of the children, which received positive evaluations from the teachers and some of the parents regarding the potential to develop the children's social ability to collaborate with others. On the other hand, the teachers pointed out that it was not clear how much the device essentially contributed to the children appreciating the artistic value of the music. We then discussed points to be improved and suggested some solutions for producing better devices.

Keywords — music appreciation, group lesson, multimodality, collaborative activity

1. 研究動機と目的

本研究の目的は、子どもの音楽的発達を促進する新たな音楽教具 "Kiki-Me" (キキ・ミー) の開発、および音楽教室におけるレッスンに "Kiki-Me" を試験的に導入した際の効用を検証することであった.

本研究は特に、音楽教室における「鑑賞」の姿勢を捉

え直すということに強く動機づけられている. 一般に鑑賞とは、さまざまな楽曲を教材として、子どもたちが音楽を聴く活動とされている[1]. しかし、音や音楽を体験するということは、聴くことだけに閉じたものではない. それは、例えば上行する音系列を聴取すると空間的(視覚的)にもより高い位置が意識されるといった「視聴覚間協応」のような知覚的現象からも明らかなように、複数の感覚モダリティ間を横断した体験なのである[2][3][4]. 聴くことはまた、音楽的な目的に応じた音の衝撃(impact)や力(force)など、音の特性(ある音の発生行為に関連した価値 action-relevant values of that sound)に関する知覚も含むことになる[5].

音や音楽を鑑賞することの根底に、このような多感覚的・運動的な知覚があるとするならば、受動的な態度で行儀よく音楽に「"耳"を傾ける」だけでは、音楽鑑賞から本来得られるはずの意味を十分に享受することは難しいのではないだろうか。音楽を聴いている子どもが(その音楽に合わせて)勢いよく飛び跳ねてみたり、弾いたこともないピアノの鍵盤をそれらしく叩いてみせたり、といった光景に遭遇するのは決して珍しいことではない。そのような彼らの自発的な行動は、音楽に潜在する多様な価値に自ら気づき、それらの価値に導かれるようにしてその音楽との関わりを深めていったことの表れなのであろう。

今回検証を行った音楽教室は、「身体」、「声」、「楽器」の3つの表現手段を用いた音楽体験を通して、「音感」、「音楽表現力の素地」、「リズム感」、「情操」を多面的に育むことを目標としている。そして、身体表現を伴うアプローチなどを取り入れることによって、音楽との能動的かつ多様な関わりを実現するカリキュラムを実践しているのである。またこの音楽教室におけるレッスンは、複数の生徒が一緒に参加するグループ・レッスンであり、他者の音を聴く、あるいは他者と共に動き、奏

でる体験を共有できる形式で行われている.

本研究は、こうしたカリキュラムの延長上に音楽鑑賞をめぐる上述の問題意識を絡めて展開することによって、鑑賞という活動の捉え直しを試みたのである。そこで1つの鍵となったのが、音楽を聴取している際にリアルタイムでその音楽に音を付け加えたり、イメージを視覚的に表現し、それを講師や他の生徒たちと相互にモニタリングできる、すなわち鑑賞イメージを「可視化」する音楽教具の開発であった。このような教具の導入によって、「座して聴く」という状況においても、多感覚的かつ他者との協同的な姿勢で音楽の鑑賞を行うことができると考えたのである。

子どもが音楽をどのように聴いていたのかということを、聴取後のイメージの語り合いなどの方法によって確認していくことも確かに重要である。一方で、音楽はやはり時間芸術なのである。音楽に触れているまさに「いま、ここ」で感じつつあることをダイナミックに共有し合う"聴き方"を体験することよって、音楽鑑賞への姿勢は活性化できる可能性がある。以上を背景として、本研究では独自に創作した音楽教具"Kiki-Me"(キキ・ミー)を使用したレッスンの概要を報告する。

2. 方法

調査協力者 都内音楽教室に通う 11 組の親子(男児 5 名・女児 6 名. 子どもの平均年齢 4.4 歳, SD=0.27) と音楽教室講師 2 名(講師 A・B とする. 講師経験 5 年以上)が参加した. 事前に調査協力とデータの学術利用についての同意を得た.

実施期間 2018年12月—2019年2月

調査の構成 本研究は主に3 つの部分から構成した. 概要は以下の通りである.

・実験レッスン: "Kiki-Me"を導入し、通常レッスンとは異なる内容で実施したレッスンである. 調査協力者の親子を2クラス(以下 A・B クラス)に分け、講師が1名ずつそれぞれにクラスを担当した.1回約40分のレッスンを A クラスでは計3回, B クラスでは計2回実施した. 両クラスとも1回目は創作音楽教具 "Kiki-Me"の基本操作の習熟を主目的とし、2回目にクラシック鑑賞曲をCDで再生・聴取しながら"Kiki-Me"を自由に体験させた.3回目は日程の都合上,A クラスのみでの実施となったが、調査協力者の子どもの親にも一緒に"Kiki-Me"を体験させた.各回とも"Kiki-Me"によるパフォーマンスを振り返る時間を設けた.特に2回目以降は、講師は調

査協力者の生徒に対して、鑑賞楽曲のイメージを膨らませたり、自由な探索を促すようにした.

- ・講師対象のインタビューとアンケート:実験レッスンの実施前、およびすべての実験レッスン実施後に各1回ずつ半構造化インタビューを行った.レッスン中の生徒の取り組み姿勢や自身の問題意識などについて、数値による評価も含めて確認をした.特に実験レッスン「前」のインタビューでは通常のレッスンにおける様子も報告してもらった.アンケートは、インタビューとは別に各回の実験レッス終了後に記入を依頼し、その当日のレッスンに関する報告を求めた.質問内容は、生徒の取り組み姿勢の変化、講師や親あるいは他の生徒との関わりなどに関するもので、講師Aは計3回、講師Bは計2回実施した.
- ・保護者対象のアンケート: 実験レッスン実施前(1回) と各実験レッスン終了後(計3回)に行った. 実施前のアンケートでは通常のレッスンにおける子どもの取り組み姿勢や印象などを, 実施後には"Kiki-Me"を導入したことによる子どもの変化などを尋ねた.
- 実施場所 実験レッスンは、都内音楽教室レッスン室 (東京・目黒:調査協力者が通常レッスンを受講している部屋) および同教室内にある会議室 (講師 A クラスの 3 回目のみ) において実施した. 講師対象のインタビューおよびアンケート調査は、同教室内の小会議室において実施した. 親を対象にしたアンケートのうち、実験レッスン実施前のものは通常のレッスン時にアンケート用紙を配布して後日回収した. 実施後に関しては実験レッスン終了時に用紙を配布し、郵送での返送を依頼した.
- 主な使用器材 創作音楽教具 "Kiki-Me" を実装した電子オルガン (YAMAHA Electone STAGEA mini ELB-01),制御用 PC, プロジェクター, 透過スクリーン, ビデオカメラ, イラストブック (通常レッスンで使用している教本), CD 教材, アンケート調査用紙, IC レコーダー
- データ内容 創作音楽教具 "Kiki-Me" をレッスン中に 操作した際の MIDI データ、レッスン中の様子を撮 影した動画、担当講師 2 名のインタビューおよびア ンケート、親を対象としたアンケートをそれぞれ収 集した. インタビューおよびアンケートの質問項目 の作成に関しては [6] を一部参考にした.

3. 鑑賞曲と子どもの鑑賞経験について

今回の実験レッスンにおけるクラシック鑑賞曲はロ

シアの作曲家アレクサンドル・グラズノフ(Glazunov, Aleksandr Konstantinovich, 1865-1936) によるバレエ 音楽「四季」(管弦楽曲, 1900 年初演)の「霰(あられ)」 と呼ばれる部分であった.この作品は、1幕4場(第1 場:冬,第2場:春,第3場:夏,第4場:秋)からな り、「ロシアの大地に繰り広げられる四季の感触を、擬 人化された自然現象の踊りによって象徴」したものと される [7]. このうち 「霰」は、第1場 「冬」 における 第3ヴァリエーションであり、演奏時間1分程度の短 い楽曲である(アレグロ・モデラート,4分の2拍子). 楽曲解説を参照すると、「小太鼓のリズムに乗ったスケ ルツォ風の曲. オーボエ, ヴァイオリンの軽妙な奏き出 しに続き、クラリネットが霰のころがるように、半音階 的なスタッカート・メロディをおどけて吹く. ファゴッ ト, ヴィオラ, チェロがこれと掛け合いをする」[7] と 記されており、氷粒が寒風で舞い散る様子が小刻みな リズムで表現された疾走感のある楽曲である.

この楽曲は、音楽教室の通常のレッスンにおけるク ラシック鑑賞の教材として採用されている(CDによる 再生). 通常のレッスンにおける鑑賞には、「身体表現を 伴ってクラシック音楽を鑑賞する(リズム感を育む素 材)」、「視覚からの刺激を伴ってクラシック音楽を鑑賞 する(聴くことの価値観を育む素材)」という目的が設 定され、楽曲のイメージが描かれた音楽絵本を眺めな がら鑑賞を行うようになっている(なお『霰』は前者の 目的に重点を置いている). 2018年12月中旬から2019 年1月下旬にかけて4~5回の通常のレッスンにおい て,この楽曲は鑑賞教材として使用されており、調査協 力者の子どもにとっては相応の聴取経験のあるもので あった. つまり本研究は、既知の楽曲を対象とすること により、通常のレッスンと実験レッスンにおける子ど もの鑑賞への姿勢を比較し、創作音楽教具の導入が子 どもの鑑賞行動の促進に寄与していたのかを「鑑賞時 の鍵盤操作の可視化」を通して検証したのである.

4. 創作音楽教具 "Kiki-Me" について

本研究で導入した創作音楽教具 "Kiki-Me" のシステムは、音楽教室のレッスンにおいて使用している電子オルガンをそのままインターフェースにしたものであった。通常の電子オルガンと同じように鍵盤を叩くと音が発生し(今回はシンセサイザーの音色を選択)、打鍵のタイミングに合わせて、教室前方に設置した透過スクリーン上に多色の多角形が表示されるようにプログラミングされた。

スクリーンは、境界線で 6 つの領域を分けて表示する場合 (図 1) と境界線を設けずに全領域を 1 画面として使用する場合の 2 つのパターンを設けた。前者の場合、境界線で区切られた各領域が調査協力者それぞれに個別に割り当てられるので、例えば「右側上部の青色の三角形が調査協力者 A」、「中央上部の黄緑色の六角形が同 B」といったように、講師と子ども、また子ども同士が相互に鍵盤操作の状況を把握し合うことができ、協同的な鑑賞行動が促進されるのではないかという設計の意図があった。なお今回の実験レッスンでは、スクリーンの領域を分けた場合を主に使用したため、その際のデータを中心に報告する。

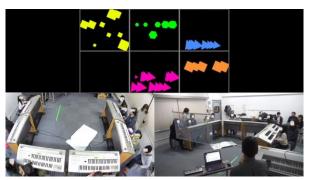


図1 Kiki-Me のモニタ表示例とセッションの様子 (左下: 天井カメラ, 右下: 前方カメラ)

表示された図形は、区切られた各スペースの右から 左へ横スクロールする. 図形の表示位置や大きさは、音 高知覚に関する視聴覚間協応および音象徴の知見を参 照し[2][3][4]、「音高が低い=スクリーン下部」、「音 高が高い=スクリーン上部」、「打鍵が弱い=小さい」、 「打鍵が強い=大きい」というパターンで変化するよう に設定した. このように "Kiki-Me" は、可視化された 情報によって自らの演奏の状態を"聴きながら見る (聴 き一見る)"ことができ、他者の行為情報も同時多発的 にモニタリングできる. すなわち、多感覚的かつ能動的 に音楽とかかわり、他者とともに協同的に音楽活動を 行うことのできる教具なのである.

5. 結果

5.1 "Kiki-Me" による子どもの打鍵行動の可視化

本研究の目的に鑑み、まずは鑑賞時の子どもの行動の可視化という点から結果を報告していく.この分析に関しては、講師 A (子ども 6 名)による実験レッスンの2回目における最初の「霰」の鑑賞時と同レッスン最後の鑑賞時のデータを使用することにした.最初の鑑賞後には、6名の子どもを3名ずつのグループに

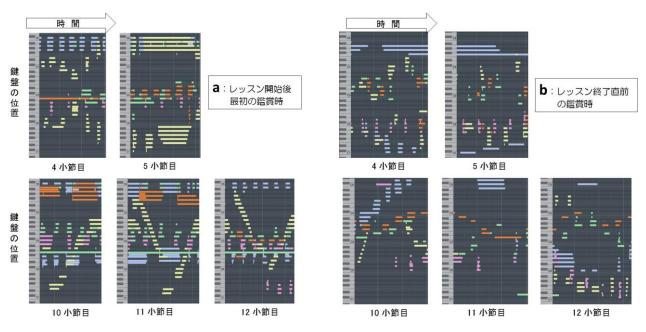


図2 MIDI データから再現したクラシック鑑賞時の子どもの打鍵行動の例(講師 A クラス)

(a:レッスン開始後最初の鑑賞時, b:レッスン終了直前の鑑賞時)

分け、交互に「霰」を鑑賞しながら"Kiki-Me"を操作するトライアルを挿入した.その後、再び全員で最後の鑑賞を行った.これは各グループのパフォーマンスを互いに「聴き、見る」機会を設けることによって、今回の実験レッスンにおける音楽体験をより効果的なものにする狙いがあった.すなわち、個人で自由気ままに鍵盤を叩いて視覚的な表示を出現させる、いわばゲームのような感覚に終始してしまうのではなく、楽曲の特徴と自分の打鍵の情報とを見比べてみたり、他の生徒の鍵盤操作の様子を注意深く観察するような活動を促進しようとしたのである.

図2は、調査協力者の子どもたちが"Kiki-Me"を操作した際の打鍵の位置(音高)とその長さを MIDI データをもとに再現したものである(a はレッスン開始後最初の鑑賞時,b はレッスン終了直前の鑑賞時). 各図 1 枚が楽曲の 1 小節分に相当し、左端は電子オルガンの鍵盤を模した表示になっている. 時間進行は各 1 枚の図の左から右方向であり、着色された横棒が音の長さに対応している. 今回は、楽曲のなかでリズム等に変化が生じる第 4・5 小節(同上 2 枚)および 10-12 小節(同下 3 枚)を対象にした.

同図中の色は一貫して同じ子どもに割り当てられている。例えば「黄色」の子どもは、最初の鑑賞時の4小節目では、広い音域で細かく刻むように鍵盤を叩いていた様子がうかがえる(同図a左上)。5小節目に入ると音域がさらに広くなったが、打鍵は持続的なものへ

と変化した(同右上). 10—12 小節目ではグリッサンドをするように鍵盤の広い範囲を往復していたことがわかる(同 a 下). 「霰」の4・5 小節目は,スタッカートの付いた16分音符の細いリズムの刻みが目立つ部分であり,一方,10 小節目からは符点の付いた音符の音型がスラーで奏でられる部分であった.このような楽曲の各箇所における特徴が,打鍵パターンの変化を引き出していた可能性も考えられる.

同日のレッスンの最後の鑑賞時(同b)と比較すると, 「黄色」の子どもの動きは広い音域で行われていた点では共通していたが,持続の短い非常に細かいパターンに変化していた。また「青色」の子どもは,打鍵の持続がやや長い音も発生させていたが,全体として最初の鑑賞時よりも最後の方が細かい音を刻むような打鍵のパターンに移行していたということがわかる。このような表示によって,鑑賞時に子どもがそれぞれどのように鍵盤を操作していたのかが瞬時に把握できる.

5.2 講師対象のインタビューとアンケートから

担当講師に対するインタビューでは、2名の講師ともに "Kiki-Me" の「(子どもにとっての) 新鮮さ」、それゆえに子どもたちが楽しんでいたことを評価する発言がみられた。また「聴くというのは地味な作業ですが、見るとなるとやはり食いつきが良いなとは思いました」、また身体表現という点からみても「弾いている感覚になっている子どもが多かったのはすごくよかった」(講師 A: 一部略)という、"Kiki-Me" の多感覚的

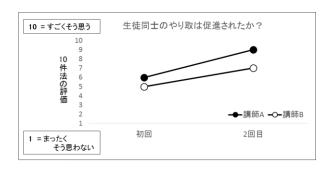


図3講師対象の実験後アンケートの結果から

な機能を肯定的に評価する指摘もあった.

また実験後のアンケートにおいて、「生徒同士のやり取りは促進されていたか」という質問内容に対する評価(10件法)は、両講師ともにレッスン初回よりも2回目(クラシック曲を鑑賞しながら"Kiki-Me"を操作した回)でやや上昇していたことから(図3)、本研究の当初の目的であった協同的な鑑賞という点に関しては多少の成果がみられたといえるだろう.

しかし一方で、「デバイス自体の可能性が少し限られ 過ぎている.子どもたちはこんなことを考えているん だなというのはすごくよく分かり、会話も増えた気が するが、楽しいけれどその成果がすごく出ている感じ もないかな」あるいは「鑑賞との結びつけ方というところですかね.何となく限界があるというか…」(講師 A: 一部略)、また「すごく楽しそうだなと思っていたのですが、そこには音楽も含まれているのかなあと少々疑問に思いました.」(講師 B: 一部略)といった指摘もあり、クラシック鑑賞の取り組みを活性化するという本研究の目的に関しては必ずしも肯定的とはいえない評価がみられた.

5.3 保護者対象のアンケートから

保護者対象のアンケートの結果においても、"Kiki-Me"の導入がクラシック鑑賞に対する子どもの取り組み姿勢を変化させていたのかどうかは明確にはならなかった. 図 4 は、通常のレッスンにおけるクラシック鑑賞時の子どもの取り組み姿勢を 10 件法の「5~6 程度」とし、それを基準として実験レッスンにおける子どもの取り組み姿勢(熱心さ)を評価させた結果である.

講師 A のクラスでは評価の上昇は見られたものの, 講師 B のクラスでは逆に通常のレッスンよりも評価が 下降していた.子どもの取り組み姿勢についての保護 者のコメントのなかには、「鍵盤をひくことで画面が動 くのが集中力アップにつながったと思う」あるいは「映 像を振り返って見ることが楽しかったような」(講師 A クラス)といった肯定的な評価もみられたが、「日常生活の中でこのような視覚刺激は多数あるので、現代の子どもたちにとってはさほど新しい事ではない」(講師Aクラス)といった指摘もあった。また"Kiki-Me"の導入が、子どものクラシック音楽の鑑賞に対する関心を高めるかという点に関しては、「音の強弱やリズムを肌で感じていることが興味につながっていると思う」、「"聴く"以外の態度を求めることは、非常に効果的」(講師Aクラス)、「流れる音楽にあわせて、鍵盤を押していたようなので、普通に聴くよりは興味をもって聴けるように思う。」(講師Bクラス)といった評価がみられた。

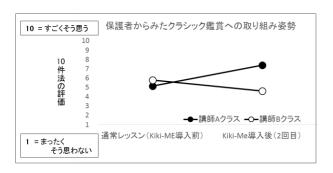


図4 保護者対象のアンケートの結果から

一方、「クラシックと聞くとハードルが高い気がするが、一緒に音を叩いたり、様々な楽しみ方を自然にできるのではないかと思う」、「鍵盤を押す場所や強さにより違う映像が出てくるということで、音の高さや強弱について学べる」(講師 B クラス)という、クラシック鑑賞との結びつきというよりも、音や音楽の要素を体験するきっかけとして捉えているコメントもみられた.

6. 考察と展望

本研究は、創作音具 "Kiki-Me"を音楽教室のレッスンに導入し、クラシック鑑賞を多感覚的かつ協同的な活動として行う可能性を検証する試みであった。 MIDIデータの結果 (図 2) に表されているように、楽曲の箇所や鑑賞の回数によって、子どもの打鍵のパターンは異なる特徴を示すようになった。このような変化を細かに把握できた点などは、鑑賞時の子どもの行動を可視化したことの成果であったといえるだろう。

しかし、実際には音や映像の提供の仕方に課題も散見された。例えばその1つとして、多感覚的な体験をもたらすために視覚的な情報を明示したことが、かえって「情報過多」の状態を引き起こしてしまい、子どもの自発的な表現や探索への動機を低下させてしまった

のではないかという課題も浮かび上がった.また,講師のインタビューやアンケート,そして保護者からのコメントにもみられたように,活動として「楽しい」ということが,クラシック音楽の鑑賞から体験される音楽的な意味や他者の演奏行動のモニタリングとどのように関わっていたのか,すなわち"Kiki-Me"による可視化された子どもたちの行動が,鑑賞した音楽作品とそれを享受し合う場のどのような価値によって引き出されていたものなのか,そのつながりが明らかにはなっていないという課題も挙げられる.このような課題を克服し,より適切なデバイス,あるいはレッスンの構成を今後も検討していく必要があるだろう.

例えば講師からは、子どもがもっと自由に表現し、その表現がオーバーなくらいに表現されるシステムという提案もあった。またレッスンの構成に関しては、講師、そして保護者からも、"Kiki-Me"のような音具の導入は「レッスンにプラスアルファ、月に1回のお楽しみみたいな感覚」(講師 A)、「音楽を楽しむ人を広げる入口」(講師 B)、「レッスンのアクセントとして取り入れるのも面白い」(クラス A の保護者)といった提案もみられた。確かに他の活動との組み合わせを工夫することによって、従来のレッスンとの連続性のなかで"Kiki-Me"の導入の効用やその価値をより高めることが可能になるのではないかと考えられる。

以上のように、本研究の試みは、現時点ではまだ改善 すべき点があり、必ずしも十分な結果を得ることはで きなかった。しかし一方で、音楽鑑賞の"新たな仕掛け" の検証としては一定の成果もあったといえるだろう。

音や音楽をめぐる体験は、身体的そして空間的な表現との鮮明なつながりを喚起することから、そもそも多感覚的なのである [8]. さらに、音楽を構造化している音というのは、音楽の様式や社会的な機能、情動の状態、その音を奏でる身体的な行為、そしてそこに織り込まれたディスコースなど、音源に埋め込まれた膨大で多様な性質を明らかにしているのである [9]. このような音そして音楽の豊かな意味を、実際のレッスンのなかで体験できるモノや場のデザインの可能性を今後も探求していきたい.

謝辞

本研究の実施にあたり、ご協力をいただきました音楽教室の講師の方々、実験レッスンにご参加いただいたお子様と保護者様、そして実験システムの開発にご協力いただいた慶應義塾大学 SFC 研究所 吉岡純希様

に深く御礼を申し上げます.

参考文献

- [1] 兼平佳枝(2018). 鑑賞の指導内容 小島律子(監)小学校音楽科の学習指導:生成の原理による授業デザイン 廣済堂あかつき
- [2] Eitan, Z. (2017). Cross-modal experience of musical pitch as space and motion: Current research and future challenges. In Wöllner. C. (ed.) *Body, Sound and Space in Music and Beyond: Multimodal Explorations*. (pp.49-68) Routledge.
- [3] Evans, K., & Treisman, A. (2010). Natural cross-modal mappings between visual and auditory features. *Journal of Vision*. 10 (1): 6, 1-12.
- [4] Walker, P., Bremner, J. G., Mason, U., Spring, J., Mattock, K., Slater, A., & Johnson, S. P. (2010). Preverbal infants' sensitivity to synaesthetic cross-modality correspondences. *Psychological Science*, 21 (1), 21-25
- [5] Leman, M. (2008). Embodied music cognition and mediation technology. MIT Press.
- [6] Harms, T., Clifford, R. & Cryer, D. (2015). Early Childhood Environment Rating Scale Third Edition, Teachers College Press. 埋橋玲子(訳)『保育環境評価スケール① 3 歳以上』法律文化社, 2016 年.
- [7] 井上和男(1980). グラズノフ バレエ音楽「四季」作品 67 音楽之友社(編)最新名曲解説全集第 5 巻管弦楽曲 II 476-480.
- [8] Wöllner. C. (2017). Introduction: Structured sounds in bodily and spatial dimensions. In Wöllner. C. (ed.) Body, Sound and Space in Music and Beyond: Multimodal Explorations. (pp.1-10) Routledge.
- [9] Clark, E. F. (2005). Ways of listening: An ecological approach to the perception of musical meaning. Oxford University Press.

音楽経験者はもっと複雑な曲を好むのか 一音程と好ましさに関する逆 U 字曲線を探る—

Do people who have music experience like more complicated tunes?

—Investigated on the inverse U letter hypothesis between tone intervals and their favorableness—

林 美都子, ウィリアムズ 信介 Mitsuko Hayashi, Williams Shinsuke

北海道教育大学

Hokkaido University of Education hayashi.mitsuko@h.hokkyodai.ac.jp

概要

本研究では、ほど良い複雑さが音楽の好ましさをもたらすとする Berlyne(1971)の逆 U 字仮説を踏まえて、音程が作り出す複雑性が音楽の好ましさに与える影響を、3 年以上の楽器演奏経験者である音楽経験者とそれ未満の音楽素人とを対象として検証した。大学生141名の協力を得て、144種類の短いメロディについてその複雑性や好意度を評定してもらったところ、音楽経験者も音楽素人も、予想通り、ほど良い複雑さ加減のところで好感度が最も高くなる逆 U 字曲線を示した。

キーワード: Berlyne(1971)の逆 U 字曲線, 音楽の好感 度, 音程による複雑さ

1. はじめに

ライブやコンサートなどを初めとして、ラジオやテレビ、映画、デパートやコンピニエンスストアでのBGM など、現代の我々の生活には音楽はかかせない。多くの人に好まれる音楽もあれば一部の熱狂的なファンにのみ愛されるものもあるが、何が音楽の好感度に影響を与えているのであろうか。また、素人と音楽経験者とでは、音楽の好みは異なるのであろうか。

榊原(1993)は、音楽聴取時の期待からの逸脱度によって音楽への好ましさが変化することを明らかにし、大村・二藤・岡ノ谷・古川(2013)はメロディの音楽的構造を破壊し複雑さを変化させることで音楽聴取時の情動が変化しうることを示した。これらの先行研究においては、いずれも単純な比例関係ではなく、Berlyne(1971)の逆 U 字関数が確認された。つまり、音楽が単純すぎても複雑すぎても心地よいものとはならず、好まれる音楽には適切な複雑さが必要となる。さらに、榊原(1996)は、繰り返し音楽を聴くことで逆 U 字関数が複雑さの方向にずれる、すなわち、経験値が増加するにつれ、より複雑なものを好むようになることを示した。大村・柴山・高橋・澁谷・太原(2015)は、音楽の基本的構造要素のうち二音の物理的な距離、「音程」に焦点をあて、情報理論の観点から複雑性について考察

し、逆U字関数にどのような影響を与えうるかモデルを提唱した。しかし、実証的な測定と検証は行われていない。

以上を踏まえ、本研究では、音程と逆U字に着目し、 以下の2種類の仮説を検証する。

仮説 1. 音程の距離が離れるほど複雑さを感じるが、複雑すぎても単純すぎても音楽の好ましさは感じにくく程よい複雑さを示したときに好ましさが頂点となる逆 U字曲線を示す(Berlyne, 1971; 大村ら, 2015 ほか)。

仮説 2. 楽器経験が 3 年以上ある音楽経験者は、それ 未満の音楽素人よりも、より複雑なメロディに好まし さを感じる方向に逆 U 字曲線がスライドする。

2. 方法

実験参加者 大学生 141 名。男性 92 名、女性 46 名、不明 3 名で、平均年齢 19.67 歳(SD 2.55)であった。楽器 演奏経験者は 49 名、未経験者は 92 名であった。

刺激メロディ 四分音符 8 個のあとに全音符 1 個を配置した 3 小節を基本メロディとした。基本メロディは全て四七抜き音階とし、ハ長調 6 曲とハ短調 6 曲の合計 12 曲を作成した。伴奏として二分音符 4 個のあとに全音符で構成したメロディを添えた。距離 1 条件では、奇数拍目に基本メロディと同じ音名になるようにした。伴奏の音程を基本メロディに対して 5 度ずつ離して、基本メロディごとに距離 1~12 条件までの 12 種類を作成した。つまり、実験には、基本メロディ 12 個×距離条件 12 種類の合計 144 刺激メロディを用いた。その他に練習用に 4 曲用意した。刺激は、楽譜ソフトMuse Score 2 を用いてピアノ音源とした。メロディの組み合わせパターンは莫大な数になるため、予め 12 パターンを作成することでカウンターバランスを試みた。

回答項目 音楽の印象評定には、Hevner(1935)の円環型尺度に基づき、「1:嬉しい-7:悲しい」「1:優雅な-7:威厳のある」「1:落ち着いた-7:力強い」「1:夢見るような-7:興奮させる」をそれぞれ7段階評定で用意した。さらに、複雑さの測定のための「1:複雑な-7:単純な」と好感度測定のための「1:好感が持てる-7 好感が持てない」も印刷した。12曲分評定し終わったら、最後に、年齢、性別、楽器経験、音楽の好みについて回答を求めた。

手続き 講義室や実験室で、最小1名、最大18名の小集団で実験を行った。刺激メロディはノートパソコンで3回繰り返し流した。1回目は聴取のみとし、2回目と3回目に流しているときに、6項目でメロディの印象を回答するよう求めた。スクリーンに何曲目であるかを示し、また口頭でも「次、何曲目です」と伝え、評価しているメロディの回答欄がズレないように配慮した。まず練習試行として4曲流し、音量調節を行った。その後、本試行では12曲を流した。15分程度で実験は終了した。

3. 結果

図 1 には、音楽素人と音楽経験者別に、従属変数を音楽の好ましさ(好感度)、独立変数を音程の距離(複雑さ)として、それぞれ曲線回帰分析を行って求められた 2 次関数を作画した。音楽素人に関して得られた式は、 $y=3.33+0.42x-0.03x^2$ ($R^2=.07$, F(2,1691)=65.52, p<.01)であり、これは統計的に有意なモデルであった。音楽経験者は、 $y=2.63+0.7x-0.06x^2$ ($R^2=.13$, F(2,573)=42.75, p<.01)という統計的に有意なモデルが得られた。

4. 考察

本研究の結果、音楽素人も音楽経験者も複雑さと音楽に対する好感度に関して逆U字曲線を描くことが示され、中程度の複雑さで好感度が最も高くなるという仮説1は支持された。先行研究で示されてきた期待からの逸脱や構造の破壊による複雑性だけでなく、本研究のような音程による複雑さにおいても同様の結果となることが明らかとなった。

しかし本研究では、音楽経験者の方がより複雑なものを好むという仮説 2 に関しては、必ずしも支持されたとは言えない結果となった。本実験で得られたデータから 2 次関数を求めたところ、むしろ、音楽素人の方が好感度の最大値はより複雑なところで迎えることが示された。素人の方が全体的に好感度は高くその低下は緩やかである。音程の相違や複雑性に鈍感な可能性も示唆される。一方、音楽経験者では曲線の傾きは急勾配で頂点が明確である。少なくとも音楽素人とは異なる反応モデルであることは明らかとなった。楽器演奏の経験を積むことにより、音程に関する感受性が磨かれた可能性を示唆しているようにも思われる。

主な引用文献

- [1] 大村英史・柴山拓郎・高橋達二・澁谷智志・太原育夫(2015). 音の高さと音の長さの相対的な物理的関係性と情報理論 に基づいた音楽生成モデルの提案情報処理学会研究報告 Vol.2015-MUS-109 No.8
- [2] 榊原彩子(1993). 音楽において期待からの逸脱が情緒的 反応に及ぼす影響 日本教育心理学研究,41,254-263.
- 注: 本研究は、第二著者による平成30年度卒業研究を再分析したものであり、仮説2の原案は第二著者の発案による。

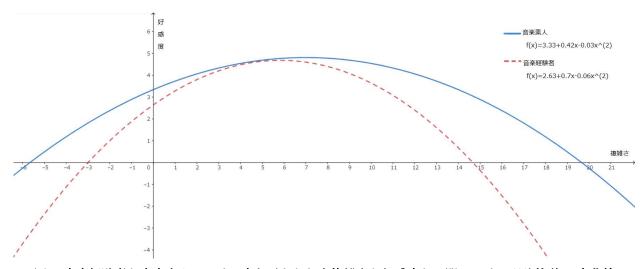


図1 音楽経験者と音楽素人における音程がもたらす複雑さと好感度との間における理論的逆 U 字曲線

見えにくい物はどのように指差されるのか? —環境の遮蔽構造と指差しの軌道に着目して— How is an object pointed when it is partially or entirely occluded?

門田 圭祐[†],山本 敦[†],古山 宣洋[‡] Keisuke KADOTA, Atsushi YAMAMOTO, Nobuhiro FURUYAMA

[†]早稲田大学大学院人間科学研究科,[‡]早稲田大学人間科学学術院 Waseda University [†] Graduate School of Human Sciences [‡] Faculty of Human Sciences kadota.keisuke@gmail.com

概要

本稿では、人々の身体や物体の配置によって指示対象が遮蔽されている環境においてなされる指差しについて検討した。実際の会話を収録して得た断片について、とくに指差しの軌道に注目して微視的分析を行った。その結果、遮蔽された指示対象への指差しが1)対象が遮蔽されていること、2)仕手にとって指示対象の見えやすさ、3)受け手にとっての指示対象の見えやすさを明らかにするような軌道でなされている可能性が示された。

キーワード: 指差し (pointing), 遮蔽 (occlusion), 環境の構造 (environmental structure)

1. 背景

本稿では、指差しを行う者(仕手)、指差しを見る者(受け手)、指示対象の物理的配置によって、遮蔽されている(見えなく/見えにくくなっている)物体を、人々が会話の中で指差すやり方について報告する. さらに、分析の結果をふまえて、それらの指さしが、環境の遮蔽構造を相互行為に関連づけるやり方である可能性について議論する.

会話の中で行われる指差し(ポインティング)は,その動きの方向によって,特定の方向,位置,物体を指し示すための動作である[1]. そのように指差しを捉える場合,仕手は指差しの都度,受け手が指示対象となっている物体を理解できるように指差しを組み立てるという課題に対処していると考えられる1. このような課題への対処については,受け手に指示対象のはっきりとした見え(clear view)を提供するために仕手が行う,指差し方の微細な調整が知られている[2]. たとえば,先に指示語を産出しておくことで身体的指示がなされようとしていることを示す,または,受け手が指示対象を見る準備が整うまで指差しを控える,といった調整である. すなわち,受け手が指示対象を見ることができるように配慮しながら,仕手は指差しをデ

りではないと考えられる.

ザインしていると考えられる[2].

しかし、日常生活において私たちは、そもそも視覚的に十分に利用可能でない物を対象として、指差しを行うこともある。たとえば、パーティションの向こう側にある物体を指差すような場合である。こういった状況においては、指差しの調整によって、受け手にはっきりとした見えを提供することが、そもそも困難であるように思われる。一方、実際に様々な指差しの事例について見ていくと、視覚的に十分に利用可能でない物が指示対象になっている場合においても、指差しにおける指示対象の理解は達成されているようである。前述の指差しのデザインという観点からみれば、その理解も、指さし方の微細な調整によって達成されているものと推察される。それでは、そのような理解は、どのような調整によって成り立つのであろうか。

この問いについて検討するために、本稿では遮蔽された(occluded)物体を指示対象とした指差しに着目する。たとえば、上述したようにパーティション(遮蔽)の向こう側にある物体を指示するようなとき、指示対象は仕手・受け手の両者にとって視覚的に十分に利用可能ではないと考えられる。一方で、パーティションを除去したり、仕手や受け手が動いたりすれば対象を見ることができるという点で、指示対象は、完全に視覚的に利用不可能なものではないと考えられる。こうしたことから、遮蔽された物体を指示対象の指差指さし方を明らかにすることは、先に示した問いについて検討する上で、有用だと考えられる。

ただし、遮蔽された物体を対象とした指差しについて検討するためには、"遮蔽されている"と呼びうる環境の構造のバリエーションについて明らかにしておく必要があるだろう。たとえば、先のパーティションの例のように指示対象が仕手と受け手の両者から完全に遮蔽されている場合とは異なり、指示対象が仕手と受け手のどちらか片方にとってのみ遮蔽されて見えなくなっている場合や、指示対象の一部のみが遮蔽されて

見えにくくなっている場合など、遮蔽にまつわる環境 の構造には、様々なバリエーションがありうる.本稿 では便宜上、指示対象が仕手と受け手と両者から完全 に遮蔽されているような環境の構造を完全遮蔽の構造, 指示対象が仕手と受け手のどちらか一方から見えなく なっていたり、指示対象の一部だけが遮蔽されていた りするような環境の構造を部分遮蔽の構造と呼ぶ.

以上をふまえ、本稿では、実際の会話の中で指差しを行うとき、指示対象が部分的に遮蔽されている場合にも、仕手が指示対象を遮蔽されたものとして指差しうることを示す。具体的には、まず、完全遮蔽の構造が見られる環境での指差しについて分析を予備的に行い、それと類似した特徴が、部分遮蔽の構造がみられる環境での指差しにも見られることを示す。

2. データ

本研究では、日常の対面会話をビデオ収録して得られた映像データから収集した指差しの断片を分析する.映像データには、著者らが収集したもの(断片2)に加えて、国立国語研究所の共同研究プロジェクトで構築された『日本語日常会話コーパス』モニター公開版に含まれる会話の一部(断片1)を用いる[3].次節では、事例を文字化して作成した断片の微視的分析を行う.なお、文字化に際して用いた記号については巻末に記載した.

3. 分析

3.1. 見えない対象への指差し

図1は菓子作りをしている親子の会話から作成した 断片である.参与者たちは、ケーキ作りをしている最 中であり、母親(島村)と息子(健三郎)が出来上が ったケーキの生地の底が型に付着してしまう可能性に ついて話そうとしている.分析では、09行目で島村が 行っている指差しに注目する.

まず、断片の概要を述べる.ここでのやりとりの直前、島村は、型にケーキの生地が付いてしまったら心配だという旨の発話を島村が行っている.これに応じて、健三郎は、自力でナイフを使って剥がすことを提案しており(02)、島村がそれを受け入れる(03).ただし、発話の重なりのタイミングから、続けてなされたナイフを使うことに関しての提案(04)については、明示的には受け入れられていない.つづいて、連鎖上の「第三の位置における修復開始」[4][5]がなされている(06-09).具体的には、まず、島村がケーキの「底」

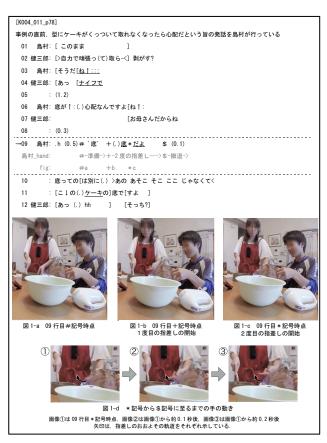


図1 断片1

が焦げてしまう可能性について声に出して心配している (06). 06 行目の発話は 03 行目で言及されていたナイフの使用について「そこが心配」だ、と聞かれる組み立てになっている. ついで、健三郎は「お母さんだからね」と、島村の心配の可能な根拠を示すことによって島村による心配の示しを受け止めている (07). そして、島村が「底」という発話の理解の問題が生じている可能性に対処すべく、修復を開始している (09).

09 行目における島村の修復開始には、2つの指差しが共起している(島村_hand: +).1度目の指差しで、島村は、ケーキの生地が入った型の上部の空間を横方向からすばやく指している(図1-b)². そして、同じ手型を維持しながら1度目の指差しの軌道を弦として、下方向に弧を描くような軌道で、再度指差しを行っている(図1-c、図1-d). そして、これらの指差しは、島村の「底だよ」という発話に共起して産出されている。

ここで島村が行っている指差しは、2度とも何もない空間を指している.この指差しは「底」という発話

^{2 1}度目の指差しについては、指示に失敗したというよりは、受け手の注意を獲得する、あるいは、2度目のジェスチャーで潜り込むための空間を設ける「抽象的直示」[6]など、いくつかの働きを有すると推察される.とくに後者については、完全遮蔽の構造に対処しながら指示を行うための手段になっている可能性がある.

と共起していることで、一見すると、指示対象が「底」であることが理解可能になっているように見える. しかし、直前に「底」という発話についての理解の問題が生じていることをふまえると、「底」という発話との共起のみによって指示対象が特定されているとは考えにくい. そこで、指差しのさらに詳細な組み立てについて分析を行いたい.

注目すべきは、島村による1度目の指差しが、ケーキの型の直上で行われている点である。このことによって、島村の指差しは、ケーキの型(あるいは型の中のケーキの生地)に関連したものとして提示されている。ただし、ケーキの型のどの部分を指しているのかは、1度目の指差しからでは十分に理解可能になっていないように見える。

次に注目すべきは、島村の2度目の指差しが、1度目の指差しの下方に弧を描くような軌道をとっていることである。このような軌道は、すくなくとも、1度目の軌道で指差したものよりも下方に指示対象があることを際立たせるであろう。このことから、指示対象がすくなくともケーキの型の下方であることが理解可能になっていると考えられる。

さらに、2度目の指差しの軌道についても注目すべきである。ここで島村は、下方向に弧を描いて潜り込むような軌道で指差しを行っている。仮に、指示対象がケーキの型の下方にあることを示すだけであれば、ここでの指差しは、他の軌道でも行われたかもしれない。むしろ、「底」を特定する上では、1度目の指差しの軌道(地面に水平となるような軌道)を、下方にそのまま移し、型と机の接地部を指すようにやり直すことが確実かもしれない3。それでは、2度目の指差しを下方向に弧を描くことを通して、島村は何を示しているのだろうか。

ここで、この場面における遮蔽構造に注目しよう. この場において、「底」は島村にとっても、健三郎にとっても、視覚的に十分に利用可能でない状態になっている.型の「底」は、型自体が机上に置かれ遮蔽となっているという点で、両参与者から遮蔽されているからだ.

島村の指差しは、上述したような遮蔽構があることを示すものとして理解可能である。まず、島村の指差しは、下方向に潜り込むような軌道で行われていた。そのような軌道は、指示対象が型の下部であることの

みならず、指示対象に視覚的にアクセスするための可能な経路を提示しているものとしてみることができるかもしれない。つまり、(型が持ち上げられる必要はあるが)潜り込むように動くことで「底」を見ることができるということを示すものとして、島村の指差しは理解可能になっている4. そして、このことによって、「底」は鍋の下を覗き込むようにしなければ見えないもの、すなわち、まさに遮蔽されたものとして位置づけられていると考えられる。

3.2. 見えにくい対象への指差し

3.1. 節では、指示対象が完全に遮蔽されているとき、 指差しの組み立てを通して、指示対象を見るための可 能な経路の提示が行われる可能性を提示した. 本節で は、3.1. 節と異なり、部分遮蔽の構造が存在する場面 でなされた指差しの断片を検討したい.

図2は、卒業旅行中の大学生8名の会話から作成した断片である。参与者たちは、民泊で鍋料理を食べており、各々の取り皿に調味料を注いでいる。分析では、とくに20行目から21行目にかけてGが行っている指差しに注目する。

まず、断片の概要を述べる. はじめに、G が柚子ポン酢入のビンを探していることを周囲に示している (16). つぎに、H が「柚子」の場所を知っていることを G に申し出ている (18). ただし、H の申し出は、G の探し物の空間上の位置を明らかにはしていない. そして、G は「ある()」という切り詰められた表現によって直前の H の発話との関連を示しつつ、自身も「柚子」を見つけたことを声に出して示している5(20). そして、19 行目冒頭から自身の身体の前に差し出していた手を変形させながら「柚子」に向けた指差しを行うことで、G は身体的にも、自身が「柚子」を見つけたことを示している (G hand: φ).

ここで注目すべきは、G が行っている指差しの軌道がストロークの途中で変化している点である. 指差しの開始直後(図 2d の画像①)から21行目冒頭(図 2d の画像③)に至るまで、G の指差しは、柚子ポン酢に直線的に向かっていく. そして、21行目冒頭から撤退

³ 実際に、島村は11行目でそのような指差しを行っている.

⁴ ただし、この断片から、ここで行った分析の十分な証拠を見出すことはできない。 健三郎は島村の 09 行目に応じて、底を覗き込むなど際立った反応を見せてはいないためである。

⁵ 「あ(る).」という G の発話は、18 行目において H が探し物の空間上の位置を明らかにしなかったことに応じて、情報の追求を行っているようにも聞かれるかもしれない。ただし、ここの G の発話は、追求としては不十分な平坦さを伴っているように聞かれる。

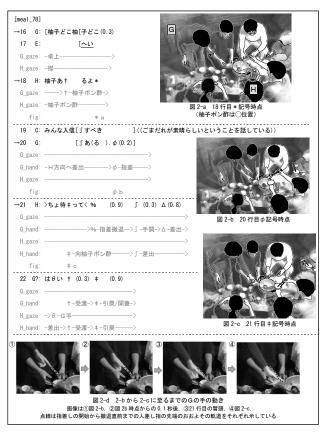


図2 断片2

の直前(図 2d の画像④)にかけて、その軌道は鍋の縁に沿って弧を描くようなものへと変化している.

G が行っているような軌道の変化に対する1つの説明は、鍋、あるいは、別の何かを回避しながら「柚子」を指すために軌道が変えられた、というものであろう。しかし、G は鍋よりも高い空間上の位置で指差しを行っており、鍋を物理的に避ける必要はないように見える。このことの傍証として、指差しの開始時に、G が直線的な軌道で柚子ポン酢を指差そうとしていたことが挙げられるだろう。また、ここでGが行っているように、手をすばやく返すような動きは、典型的には急に近づいてきた何かと衝突するのを避けようとする際に行われるものであるように思える。しかし、そのようにG の腕に近づく物体はこの場にはない。

以上をふまえると、ここでのGによる指差しは、回避動作というよりは、何らかの示しとして行われていると考えられる。それでは、この動作によって、Gは何を示しているのであろうか。

ここで、仕手である G と、受け手である H、指示対象である「柚子」、そして、鍋の物理的配置について整理しておこう。この物理的配置には、1つ目の断片と異なる点があるものの、やはり遮蔽構造を見て取ることができる。3.1. 節で取り上げた断片において、指示

対象である「底」は、仕手にとっても受け手にとっても見えないものだった。つまり、そこには完全遮蔽の構造が見て取れた。一方で、本節で取り上げている断片には、以下の2点において、部分遮蔽の構造を見て取れる。1点目に、(G にとって)「柚子」は完全に隠されているわけではなく、下部が隠されて見えにくい状態にある6。2点目に、「柚子」の視覚的利用可能性は仕手と受け手の間で異なっているようにみえる。つまり、G にとって鍋が遮蔽になっているのに対して、H にとってはそうなっていないようにみえる。

G の指差しは、上述したような遮蔽構造があることを示すものとして理解可能である。G の指差しは、鍋の縁に沿って弧を描く、つまりは鍋を迂回するような軌道へと変化させられていた。そのような軌道は、1 つ目の断片同様に、指示対象を見るための可能な経路を示すものとして組み立てられたものとしてみることができる。すなわち、G の指差しは、鍋を迂回するように動くことによって指示対象を見ることができるということを示すものとして、理解可能になっていると考えられる。そして、このことによって、「柚子」は鍋を迂回しなければ見えにくいもの、すなわち、遮蔽されたものとして位置づけられていると考えられる。

遮蔽構造を示すということに関しては、G の指差しによって示されているのは、受け手である H ではなく、G 自身にとっての指示対象を見るために可能な経路だという点も重要である。指差しに先立つやり取りの中で、H が柚子にアクセス可能であることが発話によって示されていた(18)。そして、その発話以降、H は「柚子」に視線を向けていた(H_gaze:†)。このことによって、H が「柚子」に視覚的に十分にアクセス可能であることが G にとって理解可能になっていたと言える。そのような状況で、G が自身の視覚的アクセスの限定性を示すように指差しをすることは、Gと Hの間にある、視覚的な利用可能性の異なりをも示すものとして理解可能になっていると言えるかもしれない。

さいごに、G の指差しが、断片2のやりとりにおいて担っている役割についても述べておく.まず、G は 遮蔽構造を示すことによって、単に「柚子」を見つけたことを示すだけでなく、自身が「柚子」を見つけられなかった理由(ビンが鍋で物理的に遮蔽されていたこと)を周囲に提示することが可能になっている.ま

⁶ この場面では、鍋から肉をよそう参与者 E の手が、もう1つの遮蔽になっている可能性がある(2-b と図2-c). こちらについても、鍋同様に部分遮蔽となっているものと考えられる.

た、16 行目において G が「柚子」を使おうとしている ことまでもが予め示されていたと考えると、G による 指差しは、柚子ポン酢入のビンが見えにくい (≒取り にくい) ことを示すことによって、周囲の参与者に「柚 子」を渡す (ことを申し出る) 機会を用意している可 能性がある.

以上の分析から、指示対象が完全に遮蔽されている 状況における指差しと同様の特徴を、指示対象が部分 的に遮蔽されている状況における指さしにも見出だせ る. このことは、完全遮蔽のみならず、部分遮蔽の構 造を、参与者らが遮蔽構造として扱いうることを示し ている.

4. 考察

本稿では、指示対象が遮蔽されることによって、見えなく/見えにくくなっている環境における指差しの 微視的な調整について報告した.以下では、本稿で示してきたような指差しの組み立てを通して、指示対象を"遮蔽された"物として扱うことについて、相互行為研究、とくにマルチモダリティ研究に引きつけて議論する.そして、相互行為において身体-環境の関係としての視覚的利用可能性(さらにはその異なり)を利用するようなやり方がある可能性についても議論する.

4.1. 指示対象を"遮蔽された"物として扱うこと 本稿では、指示対象が遮蔽された状況における指差 しが、指示対象に視覚的にアクセスするための可能な 経路を示すように行われていることを論じてきた. 1 つ目の断片では、遮蔽された指示対象を指差そうとす るとき, 何もない空間を指差した直後, 指示対象に視 覚的にアクセスするための経路を提示するような軌道 で、再度指差しが行われていることを示した. 2つ目 の断片では、指示対象が部分的にしか遮蔽されていな い状況で、指差しの軌道が、対象に直線的に向かおう とするものから指示対象に視覚的にアクセスするため の経路を提示するような軌道へと変化していることを 示した. そして、これらの指差しを通して、仕手が環 境中の遮蔽構造を示していることを論じた. そのよう な示しは、1つには、指示対象を"遮蔽されている" ように扱うべきものとして位置づけるやり方として特 徴づけられると考えられる.

近年、会話における発話や身体動作の微細な調整に おいて、ある物体がもつ特定の性質・特性・状態を、 人々が相互行為において利用するためのやり方の研究 が盛んに行われている[7]. それらの研究に対して、本研究の知見は、ある物体の"遮蔽されている(見えない/見えにくい)"といった性質を、相互行為に関連づけ、利用するためのやり方があることを示唆するものである。ただし、"遮蔽されている"ことは、単に物の性質・特性・状態としてみることはできない。それはむしろ、身体-環境の関係性としてみるべきものである。次節ではこの点について議論する.

4.2. 相互行為における視覚的利用可能性

見えやすさ/見えにくさという性質は、物の性質としては捉えられない.指示対象の見えやすさは、指示対象自体の性質・特性・状態というよりは、仕手一受け手一遮蔽-指示対象の空間上の位置の関係によって決まるからである.このようなことから、見えやすさ/見えにくさは、物自体に備わった性質・特性・状態というよりは、身体-環境の関係性として捉えるべきものであると考えられる.以上をふまえると、本研究の治験は、相互行為において、身体-環境の関係性としての視覚的な利用可能性を相互行為において利用するやり方があることを示唆するものと考えられる.

それでは、見えやすさ/見えにくさは、具体的にはどのように利用されうるのだろうか.このことについて、とくに示唆的な研究として、援助の「リクルートメント」について触れておきたい.援助のリクルートメントとは、他者から援助を引き出せるような様々なやり方を指す[8].たとえば、本を皆で読んでいる場面において、本が見えにくいことを参与者 A が身体的に示したことにより、本を持っている参与者 B が本の持ち方を参与者 A に見えやすいように変える動作が引き出される事例が挙げられる[8].このような事例について、本稿の考察に引きつけて考えてみると、見えやすさの限定性、すなわち見えにくさが示されることによって、他者から援助が引き出されている事例として捉えることができるかもしれない.

4.3. 今後の課題

本稿では、仕手による指差しの組み立てに焦点を当てたため、指差しの組み立てと、行為(連鎖的)組織の関係などについては、十分に考慮することができなかった.この点に関しては、4.2.節で議論したように視覚的利用可能性の限定性を示すことが相互行為のより大きな流れの中で、利用されるやり方を検討していく必要がある.また、本稿では、指差し以外の指示の

ための視覚的ふるまい(たとえば手差し,足差し,道 具を用いた指示など)について検討できなかった.こ ういったふるまいに関しても,今後,事例の量的・質 的拡大とともに,検討を重ねていく必要がある.

付録:トランスクリプトの記号

転記に用いた記号を以下に記す. これらは, 英語の転記のために考案された記法[9]を, 日本語のためにアレンジしたものを参考にしている[10]. なお, これらに加えて, 身体動作と発話の時間関係を表すため, 適宜, β , β , +などの記号を用いている.

[]	複数の参与者にまたがる発話の重なりの開始と終了
=	複数の発話の途切れない密着
(文字)	聞き取り困難
(数字)	音声が途絶えている状態,数字は秒数を示す
:	直前の音の引き伸ばし
h	呼気音
. h	吸気音
文字(h)	笑いながらなされている発話
¥文字¥	笑いながらではないが笑い声でなされている発話
$\uparrow \downarrow$	音調の極端な上がりと下がり
?	語尾の音調の上がり
文字	強調
° 文字°	音が小さい
>文字<	発話のスピードが目立って早くなる部分
〈文字〉	発話のスピードが目立って遅くなる部分

参照文献

- [1] Kita, S., (2003) "Pointing: A fundamental building block of human communication", Pointing: Where language, culture, and cognition meet, pp. 1-8, Psychology Press.
- [2] Hindmarsh, J., & Heath, C., (2000) "Embodied reference: A study of deixis in workplace interaction", Journal of Pragmatics, Vol. 32, No. 12, pp. 1855-1878.
- [3] 小磯花絵・天谷晴香・石本祐一・居關友里子・臼田泰如・柏野和佳子・川端良子・田中弥生・伝康晴・西川賢哉, (2019) "『日本語日常会話コーパス』モニター公開版の設計と特徴", 言語処理学会第 25 回年次大会発表論文集, pp.367-370.
- [4] Schegloff, E. A., Jefferson, G., & Sacks, H., (1977) "The preference for self-correction in the organization of

- repair in conversation", Language, Vol. 53, No. 2, pp. 361-382.
- [5] Schegloff, E. A., (1992). "Repair after next turn: The last structurally provided defense of intersubjectivity in conversation", American Journal of Sociology, Vol. 97, No.5, pp. 1925-1345.
- [6] McNeill, D., (1992) Hand and mind: What gestures reveal about thought, University of Chicago press.
- [7] Mondada, L., (2019) "Contemporary issues in conversation analysis: Embodiment and materiality, multimodality and multisensoriality in social interaction". Journal of Pragmatics, Vol. 145, No.1, pp. 47-62
- [8] Kendrick, H. K., & Drew, P., (2016) "Recruitment: Offers, requests, and the organization if assistance in interaction", Research on Language and Social Interaction, Vol. 49, No. 1, pp. 1-19.
- [9] Jefferson, G. (2004). "Glossary of transcript symbols with an introduction", "Pragmatics and Beyond New Series", Vol. 125, pp. 13-34.
- [10] 西阪仰, (2008) 分散する身体, 勁草書房.

長期的に保持される理解作りを目指した学習場面の観察方法の検討 一複素数平面の問題解決を例に一

大村 勝久[†],遠山 紗矢香[‡] Katsuhisa Ohmura, Sayaka Tohyama

[†]静岡県立浜松北高等学校,[‡]静岡大学 Hamamatsu-kita Prefectural High School, Shizuoka University [†]katsuhisa01.omura@edu.pref.shizuoka.jp

概要

新しい大学入試で出題されるのは「活用」が求められる問題だと考えられている. 学習者の知識の活用を促すには、学習者が深い理解に至ることが重要だと考えられている. そこで本研究では複素数平面の証明問題を解決することを通じて複素数平面の理解を促すことを目指した協調学習型の授業を構築し、授業後の生徒の解答と授業中の生徒の発話から理解過程を分析した. その結果,生徒は「長さ」や「回転」等の日常生活になじみ深いことばと複素数平面の概念とを徐々に結びつけながら問題解決を進めていたことが示された.

キーワード:大学入試,協調学習,複素数平面,理解レベル,発話分析

1. 背景

新しい大学入試で出題されるのは「活用」が求められる問題だと考えられている。この問題は、暗記していることがらを表出するのでは解決できない、概念的な理解[1]を要する問題だと推測される。概念的な理解が求められる問題とは、覚えていることをそのまま書き出すタイプの問題ではなく、その場で問題が何を求めているのかを読みとり、必要に応じて持っている知識を組み合わせて考えーportable、dependable で sustainable (PDS) な知識ーを創り出しながら解くことが求められる問題[2]だと考えられる。

学び手主体の観点から考えた場合、「腑に落ちる」わかり方へ至るには、身体性と抽象的な概念とを結びつけていく学びの過程が有効と言われている[2]. またその過程では、幅広い対象内容・学習者の年齢について総じて対話が有効であることも示されてきた[3].

一方で近年では、入試問題相当の難易度の問題を解く過程で、生徒がいわゆる「テストワイズネス」[4]を駆使して表面的な特徴に注目した問題解決を遂行している可能性が示唆されている[5]. 益川ら[5]は、高等学校の国語の問題を解決する際に、テキストに含まれる単語やその単語間の関係性などを手掛かりとしていわば表面的な特徴でテキストを読む「テキストベース」の理解と、テキストの情報からそこでの状況についてモ

デル的な考えを構築する「状況モデル」の理解の二種類 [6]で分析をした結果,生徒はテストワイズネスを駆使 してテキストベースの理解を作りそれに依拠して問題 を解いている可能性が高いことを示した.

国語と並んで、小学校・中学校では全国学力・学習状 況調査の対象科目として知られている数学でも同様の 傾向が観察される可能性がある. 実際にデイビス [7]は、 "Rote mathematics vs. meaningful mathematics" (暗記数 学と意味を持つ数学. 和訳は訳者である佐伯による) と いうことばで二者のちがいを指摘している. また, 数学 の数的操作と概念とを結びつけながら学んだ児童はそ うでない児童と比べて一人でも問題解決ができるよう になった確率が高かったことも示されている[8]. 遠山・ 白水は、パターンを予め暗記しておき、公式に数値を当 てはめてとく解き方では誤答者が目立ったのに対し、 目の前の問題を自分の身体や身の回りの形・大きさと いったものと数式の意味とを関連付けながら解いた児 童は、話し合いながら正答にたどりつく場合が多かっ たことを示した[8]. 後者はまさに「意味を持つ数学」 としてのわかり方の例だと考えられる.

上記の例と、レイコフ・ヌーニュス[9]による「数学が高度に抽象的な考え方を要するものだとしても、数学は人の心が生み出したものであり、現実世界で実在することがらに依拠した社会的構成物である」という見解から考えれば、抽象度の高いと考えられる高校数学でも、現実世界と対応付けながら意味をもつ数学としてのわかり方が可能であると予想できる。中でも本研究では、入試レベルの数学で扱われる内容の中でも、以下で述べるように抽象度が高いと考えられる複素数平面の理解に焦点を当てる。

証明問題の場合、概念的な理解が伴っているかを外部から観察しやすい。また、複素数平面は、概念的な理解に基づいているかパターンをあてはめているだけかが解答から解読しやすい。例えば平面上の点間の距離や角度、回転などを考慮して立式しているかが答案に表れやすいだろう。

2. 目的

本研究の目的は、高等学校数学科において、意味を持つ数学の学習を促すための授業を実施し、そこでの学習成果を portable、dependable で sustainable (PDS) の観点から評価する方法を検討することである。学習内容として、意味を持つ数学として学習できたか否かの成果が表れやすいと期待される複素数平面に焦点化する。評価の指標として、Pellegrino ら[10]や Linn & Hsi [11] の指摘を踏まえて、長期的に保持されると期待される「意味を持つ数学」の観点から学習到達度を評価する方法を検討する。

3. 研究方法

大村・遠山・松澤[13]で実践した2つのクラスのうち、より詳細な記録が残っているAクラスに焦点化した. 静岡県浜松市の県立高等学校普通科に在籍する2年次Aクラスに在籍する理系コースの生徒40名のうち、当該日に出席した37名に対する数学科の授業で、複素数平面について扱った1コマ完結型での協調学習形式の授業、及び授業から約1ヶ月経過後、および3ヶ月経過後の遅延テストとインタビュー結果を本研究の対象とした.この高等学校の生徒は、例年全員が四年制大学への進学を希望する. 対象生徒は校内において標準的な進度で学んでいるクラスの生徒であった. Aクラス対象の週6コマの数学科の授業のうち第一著者は数学Bおよび数学Ⅲの複素数平面といろいろな曲線を中心に週3コマ(1コマ50分)を担当した. 残り3コマは他の教員が担当した.

対象生徒とその保護者には、文書を通じて本研究に 対する同意を得たうえで、生徒が書き込んだプリント 類を回収して匿名化し電子的に保存した。また、授業中 の様子をビデオカメラ及び IC レコーダで記録した。

対象授業は数学科教員である第一著者が第二著者と協議しながら設計した.授業は2017年12月15日に1コマ50分の授業として行われた.授業の運営は第一著者のみで運営した.PDSの知識を育むため,授業の活動形態は知識構成型ジグソー法[3]による協調学習形式とした.知識構成型ジグソー法は参加者1人ひとりの理解深化を目指す形態であるため,一連の協調学習の事前及び事後において,生徒は問いに対する解を一人で考えて記述した.

本授業は、複素数平面の学習を行う単元の総括として位置付けられた. 学習課題は「複素数のよさはどのよ

うなものか?」とし、学習問題として複素数平面の図形の証明問題を設定した(図 1). この問題は、複素数平面を利用することで図形の証明問題に解答できることに気付かせ、かつ生徒全員が完全に解答できるようにすることを目ざして、第一著者が問題集[14]の中から選択した. なお、以下で述べるエキスパート資料の割り当てについては授業者が決定した.

授業は知識構成型ジグソー法[3]に基づいた協調学習 形式で実施した.知識構成型ジグソー法では,解決した い問いに対して,解決方法を考えるための材料となる 資料を複数用意して生徒に分担させ(エキスパート活動),異なる資料を担当した生徒同士が話し合いながら 問題を解く(ジグソー活動).その後,クラス内で各グ ループが求めた解決方法を共有する(クロストーク). これら一連の協調学習の事前及び事後において,生徒 には問いに対する解を一人で考えて記述するよう求め る.ただし,本研究の対象授業では時間の制約によりク ロストークの実施を見送った.

授業設計の意図は、複素数平面上における回転や距離・分点といった複素数の性質について、垂直条件や、ベクトルとの類似点あるいは相違点といったポイントに留意しながら、生徒自身が既習事項を組み合わせることによって、未知の問題を解決する経験をさせることだった。幾何の証明問題を複素数平面の考えを用いて解くことは、生徒にとって初めての学習である。

問題解決の支援として、知識構成型ジグソー法の「エキスパート活動」では資料 A で垂直条件、資料 B で回転、資料 C で距離・分点の 3 種類の資料を配布し、これら 3 つの視点を活用して問題を解くよう促した. なお、資料 A の垂直条件では、2 本の半直線が垂直に交わる場合に「純虚数」となる理由について、2 本の半直線とそれらのなす角を極形式($r(\cos\theta+i\sin\theta)$)で表現したとき、2 本の半直線が垂直に交わる状態、つまり θ が $\pi/2$ または $3\pi/2$ となるときには実部がゼロになり 虚部のみが残ることを説明していた。

第一著者は日ごろの授業で、生徒が主体的に学習を 進められるよう、対話的な学びのみならず様々な教育 的取り組みを行っている。この中で知識構成型ジグソ 一法による授業は、1年間のうち各クラスに対して4~ 5回行っている。知識構成型ジグソー法で授業を行う単 元は、特に概念的な理解を生徒に促したいものを選択 している。問題は、生徒がひとりで解くのは容易ではな いが複数であれば解ける可能性がある程度の難しさの 問題を抽出している。中でも今回は、国立大学二次試験 問題のように生徒が学んだことを組み合わせて問題を 解く経験ができるよう意図したため、問題集から一定 の難易度の問題を抽出した.

 $\triangle O$ AB があり、その外側に、正方形 ODEA および正方形 OBFG を作る。また、複素数平面上で A (α) , B (β) , とする。線分 GD の中点を M とするとき、AB=2OM, AB $\perp OM$ であることを証明せよ。

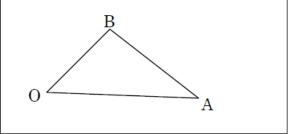


図1 生徒に提示された問題

4. 分析方法

先行研究[8]の手続きに倣って,以下の項目について 分析を行った.

- ・ クラス全体を対象とした問題に対する正答者数の 分析(事前・事後・遅延1・遅延2の各4回)
- ・ 各時点での解答に含まれた構成要素の内訳
- ・ 1 グループを対象とした詳細分析(解答の正誤, 発話分析)

5. 結果

5.1. 正答者数の分析

クラス全体の生徒 37 名を対象として、事前・事後・遅延 1・遅延 2 の各タイミングにおける正答者数の分析を行った.結果を表 1 に示す.なお正答者として数え上げた者には、後述する 7.3 節でほぼ正答(\triangle)と分類される者も含めた.

事後のタイミングでは生徒の8割程度が解けていた. 各生徒が担当したエキスパート資料間で,正答者数の 有意な違いは見られなかった.一方で,遅延1では正 答者は半数程度まで落ち込んだ.中でもエキスパート資料 A の担当者の正答者数が下落した.3 月の遅延ではいずれの資料担当者も正答者が増加した.遅延1と遅延3の間に複素数平面の問題を含む定期テストがあったため、生徒は定期テストの機会に学んだことを遅延3で活かすことができた可能性が指摘される.ジグソーを発見学習、定期テストを学習素材と捉えれば、Schwartz & Martin[15]の PFL (Prepare for Future Learning)パラダイムと類似しているため、遅延2の時点では未来のための学習が起こっていた可能性が指摘できる.

5.2. 解答の詳細分析

生徒の解答について、第一著者と第二著者が相談のうえ、各エキスパート資料の中で問題を解くために不可欠な考え方と思われるものを抽出した。その結果、エキスパート資料 A では 2 つ、B では 1 つ、C では 4 つ、合計で 7 つの考え方が含まれていると考えられた。これら 7 つを、事後・遅延 1・遅延 2 の 3 つのタイミングそれぞれにおいて何名の生徒が解答で言及していたかを分析した結果を表 2 に示す。

Schwartz & Martin [15]の PFL パラダイムに照らして 結果を見ると、定期テスト前の結果、つまり遅延 1 の 結果は学習支援が一切ない純粋な遅延テストとなるため、まず遅延 1 の結果に注目した、遅延 1 の結果を見ると、資料 A 担当者の A-2 の「 $m/(\beta-\alpha)$ は純虚数」と C-1 の「原点からの距離」の言及者数が 2 名であり、他 の構成要素と比較して言及者数が少ないことが見出された。ただし「原点からの距離」は、生徒がたとえ了解していたとしても答案に明記しない場合があるため、考慮から外すことが妥当だと考えられた。

A-2 の $\lceil m/(\beta-\alpha)$ は純虚数」は、なぜ割り算なのか、純虚数とはどのような概念を示すものなのか、なぜ割り算という操作と純虚数という概念が対応づくのか、といった複合的かつ概念のブレンドが求められる考え方である。この複合的な考え方が生徒にとって困難だった可能性が示されたと捉えられる。前節の結果も踏まえると資料 A 担当者にとって内容の解釈が比較的困難だった可能性が指摘された。

	A-1 純虚 数は垂直 を表す	A-2 m/(β- α)は純虚 数	B-1 α と βの極形 式を示す	C-1 原点 からの距 離	C-2 原点 から虚軸 上の点ま での距離	C-3 2 点間 の距離	C-4 中点 の求め方
事前	0	0	0	2	0	3	5
事後	31	30	31	29	32	32	33
遅延 1	21	14	30	14	22	21	27
遅延 2	21	20	32	19	26	25	30

表 2 解答の構成要素の内訳

5.3. 1グループを対象とした発話分析

7.1 節と 7.2 節で示された可能性について詳しく分析するために、遠山・白水[8]の分析方法を用いて、大村ら[13]で実施したキーワードをベースとした発話分析を発展させて、 1 グループの対話について発話分析を実施した. 1 グループは、遅延テスト 2 回目でクラス内の他グループと比較して遜色のない成績を収めており、かつ大村・遠山・松澤[13]で分析した自由記述にて他グループよりも複素数平面の考え方を用いて証明問題を解くことの利点を明確に説明していたグループであった. 発話は一呼吸で説明したところまでを一行として書き起こした結果、434 行となった. 発話分析では、三宅[2]の 3 レベルモデルにしたがって、図 1 の問題について以下の表 4 に示すように発話をレベル分けした.

表 4 問題 (図 1) の 3 つのレベル

	複素数平面の証明問題 (図 1)
	・ πを用いた表現(極形式など)
レベル 3:数学的	・ i を用いた表現,純虚数
な知識や概念	・平面上の位置や二点間の距離
	の数式による表現
レベル 2:数値の	公式にあてはめた計算や式の
	展開
結び付け、立式や	・ 図的イメージと数学的な知識
計算 	をつないだ計算
レベル 1:問題が	・図中の位置や二点間の距離の
示す図への言及,	確認
身体や道具の利用	・ 図形の回転イメージの描画

発話分析ではまず、遠山・白水[8]の分析に倣って、 対話中に 3 レベル間を推移しているかを分析した. そ の結果,対象グループの対話は 3 レベル間を推移しな がら解に到達していたことが示されたため,理解を深 めていく対話が生じていたことが推測されたる

続いて、 $A-2 \lceil m/(\beta-\alpha)$ は純虚数である」ということについて言及している対話を抽出した.これは対話の最後の部分、377 行目以降で示された.表 5 に示すように、純虚数という概念を使って証明問題を解く部分では、授業者がエキスパート資料を再確認するよう促した直後に資料 C の担当者が唐突に気付いた様子が観察された.資料 A の担当者及び B の担当者は、資料 C 担当者の気付きに対して納得したとは捉えられない反応を返していた.

表 5 $m/(\beta - \alpha)$ は純虚数であることの対話

話者	発話	Lv.
С	あっ、できてるできてる、まったまっ	2
	た! 気づかなかったー. 等式として考	
	えればさあ、 \cdots $m=i/2(\beta-\alpha)$ \cdots になっ	
	て (解答には $m=i/2(\beta-\alpha)$, $m/(\beta-\alpha)$ =	
	i/2 と書かれている)	
В	できてるってこと?	-
A	そういうこと?	-
С	これ($m/(\beta-\alpha)$)が純虚数(エキスパ	3
	ート資料を指さす)でしょ	

上記発話に関して、対話における特徴としてレベル1に関する発話がレベル3に連なって登場する箇所を重点的に分析した。これは、遠山・白水[8]では、1人では問題を解くことができなかった者同士が、当初は別々に扱っていたレベル1とレベル3の発話を対話の中で結び付けられていく過程が示されたためである、分析の結果、以下の3つの対話が抽出された。

【1】回転を意味する発言(表 6)

発話の 130 行目に、三角関数を用いた表現(レベル 3) と、線分を「ぐるっと」回転させる考え方(レベル 1) とを対応付けた発話が見られた. なお、表中の太字 はレベル 1 を示唆すると考えられる発言である.

表 6 回転 (レベル1) と式 (レベル3) の対話

話者	発話	Lv.
С	$\delta \not \mathbb{Z}^{s}$, OA×{cos(- $\pi/2$)··· i sin···(- $\pi/2$)}	3
A	$OA\times$ って、 $\alpha\times$ じゃない?	3
A	あっそうだ α だ、 O が原点だもんね	3
В	マイナス?	3
A	$(-\pi/2)$	3
В	始線か・・・	-
С	始線か. そう考えて、マイナスで	3
A	ぐるっと	1
В	これ計算すればマイナスじゃない?	-
A	-α <i>i</i> ?	2
В	そうそうそう、 $-αi$	2

【2】iの意味と回転を対応付ける対話(表 7)

発話の 300 行目に、複素数平面の i (レベル 3) と回転(レベル 1) を対応付けようとする対話が観察された. 主に担当者 C がレベル 1 の視点で説明をしようとしているところに、担当者 B がレベル 3 の視点から説明をしようと発言している様子がうかがえる.

表7 回転 (レベル1) とi (レベル3) の対話

話者	発話	Lv.
С	これ純虚数じゃなくてさ、sin の回転の	3
	話でiを作っちゃえばさ	
С	これ(プリントを指さす)の 1/2(の長さ)	1
	を、こうやって(左に指を動かす)移	
	動した ってことにしちゃえばいいんだ	
	よ	
A	言ってる意味がわかんない	-
В	なにを?	-
С	だから (式から) i を抜いた部分は 1/2	3
	の長さで, それを回転させるから, <i>i</i> が	
	かかわってるから、それをとっちゃえ	
	ば	
В	i回転させてってこと?	3

С	そうすれば 90 度とか示すことができ	1
	る	
В	えっ?1/2(β-α)っていう複素数を i 回	3
	転させる?	
С	i 回転だから cos…	3
В	cosi?	3
С	$\cos(\pi/2)$	3

【3】iの意味と長さを対応付ける対話(表8)

発話の 431 行目に, i の絶対値は 1 になることと, 複素数平面の位置を示す α と β を引き算で表すことで二点間の距離を示すことができることに関する発話が見られた. ただし, i の絶対値を取ると 1 になることの理由は明確には説明されなかった.

表 8 i の意味 (レベル 3) と長さ (レベル 1) の対話

話者	発話	Lv.
В	$((\beta - \alpha)i \cap i$ の部分を指して)なん	3
	でこれって1になるの?	
A	これは複素数の、 $i(\beta-\alpha)$ が(絶対値と	3
	して i も含まれた)中で複素数だから、	
	長さではないわけよ	
В	これで, 長さ	1
A	そう, 長さってことは, <i>i</i> もついてるけ	3
	どiの絶対値は1だから	
В	OK ありがとう	-

以上の結果より、1本の半直線を対象として、レベル1の回転や距離とそれらに対応するレベル3の考え方を関連付けていく対話が発現していたことが示された.一方で、2本の半直線が交わることに関するレベル1とレベル3を対応付ける発話、つまり資料Aの内容に深く関係する発話が観察されなかった.これは、担当者Cの閃きによって対話が行われなかった可能性がある. 閃いたことの内容をレベル1とレベル3の各方面から説明し、関連付けていくようなわかり方を引き出すことができれば、A-2の $\lceil m/(\beta-\alpha)$ は純虚数」について遅延テストでの言及が増加した可能性が指摘される.

5.4. まとめ

話し合いの内容と問題解決結果を照らし合わせると、 担当者Aと担当者Cは協調学習の直後に完全解答をつ くることができていた一方で、担当者Cは遅延1、遅 延2で資料Aの垂直条件に言及しないまま解答を作成していた.表5の対話でも,資料Aをいかに用いるかについて苦労していたことが観察された.以上のことから,資料Aについては,「意味を持つ数学」として資料B,資料Cと組み合わせるための工夫を加えることが有効だった可能性が示された.学習環境としての知識構成型ジグソー法の効果は広く知られているところであるが,そこで用いる資料や資料の組み合わせ方によって学習者の振る舞いが左右されることが本研究では追試されたと言える.また,本研究によって,複素数平面のように抽象度の高い内容であっても,レベル1とレベル3を対応付けながらレベル2のわかり方を創り上げることによって長期間にわたって保持される理解が形成される可能性についても示された.

今後の課題として、今回課題が見られた資料 A の内容を中心に知識構成型ジグソー法による授業を再デザインし、その効果を検証することが挙げられる. 本研究の対象生徒は卒業したため、新しい授業を同一の学習者に対して実施することは困難だが、今後の同学校・同学年の生徒達に適用することで、授業改善の効果を検討したい.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (17K17786) の支援を受けた. 本研究の趣旨をご理解くださりご協力くださった校長 先生, データ取得に協力くださった生徒および保護者 のみなさんに感謝いたします.

文献

- Chi, M. T. H., Glaser, R. & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. in R. J. Sternberg (Ed) Advances in the Psychology of Human Intelligence (Vol.1). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [2] 三宅芳雄・三宅なほみ (2014). 『教育心理学概論』. 放送大学教育振興会.
- [3] 東京大学 CoREF (2017). 『「主体的・対話的で深い学び」 を実現する知識構成型ジグソー法による数学授業』. 明 治図書.
- [4] Millman, J., Bishop, C. H., & Ebel, R. (1965). An analysis of test-wiseness. *Educational and Psychological Measurement*, 25, 707-726.
- [5] 益川弘如・白水始・根本紘志・一柳智紀・北澤武・河崎美保 (2018). 思考発話法を用いた多肢選択問題の解決プロセスの解明ー大学入試センター試験問題の国語既出問題を活用して一. 『日本テスト学会誌』,14(1),51-70.
- [6] Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. American Psychologist, 49(4), 294-303.
- [7] デイビス.R.B(著) 佐伯胖 (監訳)(1987). 『数学理解の認知科学』. 厚徳社.
- [8] 遠山紗矢香・白水始 (2017). 協調的問題解決能力をいか

- に評価するか-協調問題解決過程の対話データを用いた 横断分析-. 『認知科学』, 24(4), 494-517.
- [9] レイコフ,G・ヌーニュス,R(著) 植野義明・重光由加 (訳) (2012). 『数学の認知科学』. 丸善出版.
- [10] Pellegrino, J.W., Chudowsky, N., & Glaser. R. (2001). Knowing what students know: the science and design of educational assessment. Washington, DC: National Academies Press.
- [11] Clark, D. B. & Linn, M. C. (2003). Designing for Knowledge Integration: The Impact of Instructional Time. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 451-493.
- [12] 鈴木宏昭 (1996). 類似と思考. 新曜社.
- [13] 大村勝久・遠山紗矢香・松澤芳昭 (2018). 大学入試に資する学びを目指した高等学校数学科の協調学習の実践と遅延評価方法の検討. 『日本認知科学会第 35 回大会発表論文集』,1021-1025.
- [14] 啓林館編集部 (2013). 『Focus Gold 数学 3 (3rd edition)』. 啓 林館, 206-207.
- [15] Schwartz, D. L. & Martin, T. (2004). Inventing to Prepare for Future Learning: The Hidden Efficiency of Encouraging Original Student Production in Statistics Instruction. *Cognition* and Instruction, 22(2), 129-184.

自己調整学習中の協同の環境が学習効果に与える影響 Effects of Environment of Cooperation on Self-Regulated Learning

河野 拓未[†],山崎 治[‡] Takumi Kawano, Osamu Yamazaki

[†]千葉工業大学大学院, [‡]千葉工業大学

Chiba Institute of Technology Graduate School, Chiba Institute of Technology s1532058CT@s.chibakoudai.jp

Abstract

The purpose of this study is to clarify the learning effect of using SNS environment among self-regulated learning. In order to improve self-regulated learners' motivation in continual learning, "social presence" of other learners in SNS environment becomes important key points. In our experiment, participants were asked to continue individual self-paced study among 2 weeks. Participants were divided into two conditions. In one conditions, participants could browse each other's progress of study in SNS environment.

Differences between pre-test and post-test score shows that social presence in SNS affected the process of individual self-regulated learning.

Keywords — Self-Regulated Learning, Social Networking Service, Social Presence, e-Learning

1. はじめに

近年,学習環境が多様化しており,従来の教室での一斉授業のほかに様々な学習スタイルが取られるようになった.例えば,大学の講義では,e-Learningの導入や,オンライン教材を用いた授業など様々なスタイルで授業が行われている.そのように学習が多様化していく中で,自己調整学習と呼ばれる学習法が着目されている.自己調整学習とは「学習者たちが自分の目標を達成するために,体系的に方向づけられた認知,感情,行動を自分で始め続ける諸過程のことである」と定義される[1].

自己調整学習は様々な場面で活用されており、大学の講義においても自己調整学習を主題とした授業が行われている例もある[2]. 自己調整学習は学習内容に対して、学習者自身が目標を設定し、動機づけを維持しながら進めていく学習と捉えられるが、授業で導入される場合には、そもそも当該の内容を学習することの意義や意味は、授業目的などの形で提供されていると考えられる. これに対して本研究では、学習において、当該の学習にかかわっていくことに対する意義自体も学習者自身が見つけていくような学習状況に着目する. 例えば、大学生が、学校におけるカリキュラムや授業との強い関係もなく、学習に対する目的設定や学習することの意義が曖昧なまま、「なんとなはなしに」資格

取得のための学習を始めて、続けていくという状況に 着目する.

そのような状況の中で学習の動機づけが維持され、また向上されていくためには、様々な工夫が必要になると考えられる。そのような工夫の一つとして社会的存在感という概念に着目する。本研究で考える社会的存在感とは、「一緒に学習を進めている学習者の存在」といった感覚を持つことと定義する。

社会的存在感は学習への動機づけとの強い関連を持つことが示されている[3]. 例えば、澤山・寺澤[4]は、各自のペースで学習を進める e-Learning システム上に、SNS のような学習者どうしでコメントができる環境を提供したところ、学習量の減少を抑える効果をもつことが可能性を示した。このように学習者どうしでつながることができる SNS 上での社会的存在感により、学習意義の理解が曖昧な状況であっても、学習自体への動機づけや学習の維持に影響を与えることができると考えられる.

2. 目的

本研究の目的は、学習課題を自己調整学習によって 行っている学習者どうしがつながれる環境を用意した 場合の学習効果を明らかにすることである。そこで、 実験参加者のグループ分けを行い、自己調整学習中に 学習者間のつながりを持たせる場合と持たせない場合 での学習活動の違いを分析する。

3. 本実験

3.1. 目的

自己調整学習を行っている学習者間で利用できる学習者 SNS を利用した場合の学習効果を明らかにする.

3.2. 方法

<u>実験参加者</u>:情報科学や機械電子工学を専攻する大学3年生19名(男性13名/女性6名)が実験に参加した。

実験計画:1要因2水準参加者間計画で行う.要因と

して, 学習フェーズに SNS を用いる(つながりあり群) /用いない(つながりなし群)の2水準を設けた.

装置・環境:事前・事後テストに(株)龍野情報システム が提供する Web アプリケーション「learningBOX」を 使用した (以下 e-Learning とする). また事前テスト 課題の呈示用装置として HP 社製のノートパソコン (Windows10)を用いた. 学習課題として noa 出版「シ ューカツトレーニング Book 中級編 [5]と自己調整 学習をサポートするために自作の計画レポートを使用 した. 学習者間 SNS ツールとして Slack を用いた. 学習計画レポート:学習を進めていくうえで,自己調 整学習を行いやすくするために Google フォームを利 用したWebアンケート形式のレポートを作成した(図 1). 学習計画レポートは自己調整学習における「予見 段階」「遂行段階」「自己内省段階」の3段階に沿った 回答ができるようにした、予見段階にあたるところで は、その週にテキストの何章を実施するのかを複数選 択できるようにした、そのため学習者は1週間の学習 の実施目標を立てられるようになっている. ここでは 学習期間の1日目に回答してもらい、1週間のある程 度の見通しを立てられるようになっている. 遂行段階 にあたるところでは、その日に実施した単元を報告で きるようにした. また, 目標に対しての進捗度を 0% から 10%ごとに 100%までの 11 段階で設定した. 自己 内省段階にあたるところでは、1 週間の学習期間に対 しての学習の進捗度などから出来具合を5段階(1:全 くできなかった-5:よくできた)で評価できるように した. また、2 週目の学習に向けて自由にコメントが 入力できるようにし、次の予見段階に結び付けられる ようにした.



図1 作成したアンケートページ

手続き:実験は「事前テスト」「学習フェーズ」「事後テスト」の3段階で構成される.「事前テスト」は対面での実験説明の直後に、ノートパソコンを用いてe-Learning上で実施した.事前テスト終了後に教材を

配布し、つながりあり群にはメールを通じて Slack の ワークスペースに招待した.

「学習フェーズ」における学習期間は2週間とした. 学習期間中は参加者自身のペースで学習を進めてもらった.また学習期間の1日目および7日目,学習を行った日のそれぞれで学習計画レポートへの回答を依頼した.つながりあり群では,学習を行った日に計画レポートへの回答と同時に Slack 上へ進捗状況の報告を依頼した.

「事後テスト」では参加者には各自 PC が操作できる環境で事後テストを受けてもらった.

3.3. 結果

本実験での分析対象者は、事後テストを実施しており、かつテキストの半分以上を進めていた 11 名とした. なおつながりあり群が 6 名、つながりなし群が 5 名であった.

表 1 に事前テストおよび事後テストの成績を示す. また,図 2 に事前テストと事後テストの点数の差の平均を示す.つながりあり群となし群で成績の伸びに差があるか t 検定を用いて分析したところ,有意差は認められなかった(t(7.72)=1.21, p=.26, r=.40).なお,事後テストでの成績の差を t 検定により分析したところ,条件による有意な差がみられた(t(9.00)=2.26, p=.05, r=.60).

表1 事前テストおよび事後テストの成績

		. ,,
	事前テスト	事後テスト
つながりあり	50	75
つながりなし	45	58

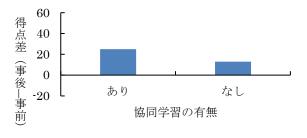


図2 事前・事後テストでの得点の差

次に、2週間の学習計画レポートへの回答状況を図3に示す. 濃いオレンジもしくは緑で塗りつぶされている箇所は各参加者が学習計画レポートへ回答していた日である。各週の1日目には1週間の目標設定を、7

日目には1週間の学習に対する自己評価をお願いしていた.目標設定では、つながりなし群の参加者はほとんど2回とも回答していたのに対し、つながりあり群は2回とも回答していた参加者は少なかった.また、自己評価に関しては、どちらの群も2回とも回答していた参加者は少なかった.また、全体的な回答の割合を確認すると、つながりあり群よりもつながりなし群の方が学習計画レポートへの回答をこまめに行っている参加者が多かった.

3.4. 考察

本実験では、SNSを用いる場合と用いない場合とで 事後テストの成績に有意差が見られた.しかし、実際 に Slack が利用される場面はほとんどみられなかった. 協同学習がほとんど行われなかったにもかかわらず、 学習効果が上がった要因として、社会的存在感が影響 していると考えられる. Slack を学習に用いることで、 ほかの学習者と一緒に学習を進めているという存在感 が影響され、成績の向上が見られたのではないかと考 えられる.

学習計画レポートの活用状況として, つながりあり 群よりもつながりなし群の方が定期的に記録を行って いた. これは本研究の仮説とは異なる結果であった.

しかし、今回の実験では、学習者によっては、学習

を行っていたにも関わらず、学習計画レポートへの記述や提出自体が負荷に感じられる、学習計画レポートへの回答や提出を行わないこともあったと考えられる. そのため、今回の学習計画レポートの回答状況にもとづく分析では、実験期間中の学習活動を正確に捉えられているとは言えない.

4. 実験環境の改善

4.1. 目的

本実験で用いた学習環境や学習材料では、学習活動の記録を正確に取得できなかったと考えられる。そこで、学習計画レポートの記述や回答に対する負荷を軽減し、SNS(slack)との連携を高めるために、環境の改善を試みた。

4.2. 学習計画レポートの改善

本実験で用いた学習計画レポートは、学習を行った 日にオンライン上で提出を行う必要があった.しかし、 学習者の中には毎回オンライン上で提出することが難 しい場合が考えられる.したがって、本実験ではオン ライン上の学習計画レポートと合わせて図 4 に示すよ うな紙に印刷されたオフライン上で記録ができる計画 レポートを作成した.

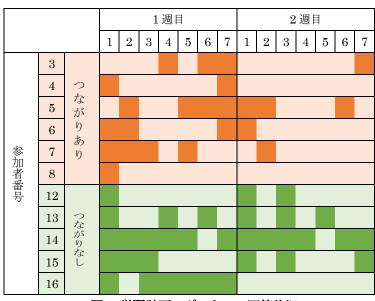


図3 学習計画レポートへの回答状況

【実施日の記録】

その日に行った単元名を記録してください、少しでも手を付けていたら、 記録していただいてかまいません、※オンライン上でも記録をお願いします!



	1週目		2週目	
1 日 目		【達成度】		【達成度】
目		%		%
2		【達成度】		【達成度】
日日		%		%
3		【達成度】		【達成度】
3日日		%		%
4		【達成度】		【達成度】
4 日 目		%		%
_		【達成度】		【達成度】
5 日 目		%		%
6		【達成度】		【達成度】
6 日 目		%		%
		【達成度】		【達成度】
7 日 目		%		%

図4 学習計画レポート

また,紙ベースの学習計画レポートに沿って提出し やすいようオンライン上の計画レポートも改良を行った

実験参加者へは基本的にはオンライン上での提出を 行うがどうしても提出が難しい場合は紙ベースのレポートへ記録を取り、オンライン上で提出できるタイミングで提出してもらうよう伝えた。また、オンライン上の提出が大変そうな場合は、紙ベースのものをメールで通じて実験者まで送信してもらえればよいこととした。

4.3. 進捗報告

本実験では、テキストの進み具合に対するログを取るために、テキストの各章末に進捗報告が送信できるような仕組みを工夫した. 図 5 が工夫を行ったテキストの例である.

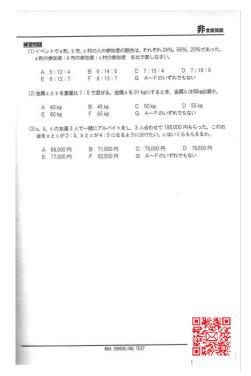


図5 工夫を行ったテキスト例

図 5 のように各章末ページの隅にカラー刷りの QR コードを添付している. この QR コードをスマートフォンなどで読み込むことで、メーラが起動し、進捗報告メールを実験者へ送ることができる.

また、e-Learning 上の小テストでも同じ仕組みを利用し、進捗報告が送れるようになっている.

なお,進捗報告で送信するメールは事前に本文が入 力されている状態で、学習者は特に編集することなく 送信することができる.

4.4. Slack

本実験での Slack の利用目的は「オンライン上での協同学習を行うこと」であった. しかし本実験では、Slack の利用を学習のためとせず、単に学習者間で利用できる SNS といった枠組みとした. したがって、Slack はコミュニケーションを取ることを目的とした.

4.4.1 進捗報告の通知

本実験では、4.3. で述べた進捗報告が送られるとリアルタイムで Slack 上に通知するチャンネルを作成した(#進捗報告). 図 6 が実際の利用例である.



図 6 Slack での進捗報告通知

このチャンネルを確認することで学習者はどのタイ ミングでほかの学習者が進捗報告を行っているかが知 ることができる.

4. 4. 2. タイムスタンプ

本実験では、Slack へのアクセス状況を取得するこ とが困難であった. そこで、本実験では Slack 上で動 く勤怠管理 bot - みやもとさん[6]を導入することで、 アクセスログの取得を行った. 実験参加者には Slack ヘアクセスしたタイミングで#timesheets チャンネル ヘアクセスしてもらい、「おはよう」とコメントしても らうように伝えた. 図7は実際のbotの使用例である.



けーさん 14:08 おはよう



miyamoto アプリ 14:08

miyamoto アクタ 14:08 @けーさん さん おはようございます (2019/06/17 14:08)

図7 勤怠管理システムの利用例

Slack 上で記録をつけると、自動で Google スプレッ ドシート上にアクセス時間の記録がとられる.

5. 改善環境の試行

改善を行った実験環境を用いて, 実験期間中の学習 活動に関する記録取得が、以前の環境と比較して正確 に行えるようになったかを確認するため、新たな環境 を用いた予備的な試行を行った

5.1. 方法

情報科学を専攻する大学1~4年生7名(男性7名) が実験に参加した. 今回の試行の参加者は, 先の実験 とは異なる参加者であった. また, 実験に用いた学習 コンテンツおよび実験の手続きは、先の実験と同様に 行い、実験環境のみ改善されたものを用いた.

5.2. 結果

5.2.1. 学習計画レポート

図8に各参加者の学習計画レポートへの回答状況を 示す. なお, グレーに塗りつぶされている部分は現時 点で学習期間が終わっていないため、記録ができない ものである.

学習計画レポートへの回答は学習者ごとに異なり, 毎日こまめに記録を取る学習者とほとんど記録を取ら ない学習者とで分かれる結果となった.

5. 2. 2. 進捗報告

図9に各参加者の進捗報告の頻度を示す. 濃いオレ ンジもしくは濃い緑で塗りつぶされている箇所は各参 加者が進捗報告を行った単元である. なお、セル内の 数字は報告を行った学習日を表している. 例えば 1-2 であれば、「1週目」の「2日目」である.



図8 学習計画レポートへの回答状況

							テキン	スト					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C-1												
	C-2		1-2	1-6				1-6					
参加	C-3												
参加者番号	S-1												
子	S-2	1-1	1-2		1-4	1-5	1-6	1-7	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
	S-3												
	S-4							1-7	1-7	2-1			
							e-Lear	ning					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C-1												
	C-2												
参加	C-3												
参加者番号	S-1												
号	S-2												
	S-3												
	S-4	1-1	1-1	1-1	1-5	1-5	1-7	1-7	1-7	2-1			

図 9 各参加者の進捗報告状況

図8と図9より、進捗報告と学習計画レポートへの回答は紐づいていることがわかる.

5. 2. 3. Slack

図10につながりあり群各参加者のSlackへのアクセス状況を示す。また、図11にSlackが提供しているパブリックチャンネル(#general など)を表示したメンバの数を示す。

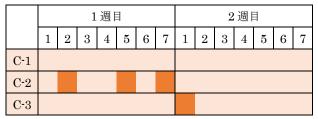


図 10 Slack へのアクセス状況

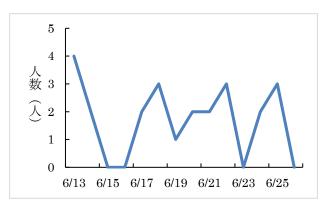


図 11 Slack へのアクセス人数

図 10 と図 11 を比較すると、1 週 5 日目まではログとアクセス頻度が対応していたが、それ以降は、ログがついていなくても、アクセスしている参加者が見られた.

5.3. 考察

学習計画レポートへの回答は、つながりあり群、つながりなし群ともにこまめに学習を進めている学習者は実施記録を付けていた。今回改善した環境では、学習計画レポートと合わせてテキスト・e-Learningの進捗報告をお願いしていたため、進捗報告とレポートの提出がうまく紐づいていたためだと考えられる。

テキスト・e-Learningへの進捗報告は、報告する参加者とそうでない参加者に分かれてしまった。今回行った環境は、学習者が計画レポートと進捗報告のどちらも行ってもらう必要があった。学習者によっては負荷が大きくなってしまい、進捗報告を行う学習者が固定化してしまったのではないかと考えられる。

Slack は学習者がアクセスしたときに、手動でタイムスタンプに記録をしてもらった。結果としては途中からログとアクセス状況が一致しなかった。これは、学習者が手動でチャンネル上へコメントを打つ必要があり、記録のし忘れやコメントを打つことが負担になってしまい、2 週目以降の記録がされなかったのではないかと考えられる.

今回の目的は、改善した環境の検証であった. 学習に対する記録は改善されたが、Slack のログは改善されなかった. 手動で記録する負担などを考え、アクセスした時点でログがとれるような仕組みを考え、学習者の負担を減らす必要があると考えられる.

6. まとめ

本実験では、学習者間でつながりを持たせる場合と 持たせない場合で事後テストの成績に有意差が見られ た. しかし、実際に Slack 上で協同学習が行われる場 面はほとんどみられなかった.

実験環境として、学習のログが取りにくいといった問題点が挙げられた。そこで環境の改善を行い、検証を行った。その結果、学習へのログは取りやすくなったが、Slackのログはうまく取ることができなかった。その要因として、学習者への負担が大きかったことや手動でコメントをしてもらっていたため、忘れてしまうことがあることが挙げられる。

今回複数のログを取るため、本実験に比べ学習者への負担がかなり大きくなってしまった。今後学習者の 負担を減らす必要があると考えられる。

参考文献

- [1] Zimmerman, B. J. & Schunk, D. H., (2011) "Handbook of self-regulation of learning and performance.", New York; Routledge., 塚野州一・伊藤崇達(監訳), (2014) "自己調整学習ハンドブック", 北大路書房
- [2] 仲林清, (2016) "自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業の実践と評価", 教育システム情報学会第 41 回全国大会, pp.393·394
- [3] 山田政寛・北村聡, (2010) "CSCL 研究における「社会的存在感」概念に関する一検討", 日本教育工学会論文誌, Vol. 33, No. 3, pp.353-362.

- [4] 澤山郁夫・寺澤孝文, (2014) "一問一答式 e ラーニング における学習者同士の繋がる仕組みが学習者の学習量推 移に与える効果", 日本教育工学会論文誌, Vol.38, No.1, pp.1-18.
- [5] 甲南女子大学(監修), (2018). "分かるから楽しい!シューカツトレーニング Book 筆記対策試験中級編", noa 出版
- [6] Slack 上で動く勤怠管理 bot みやもとさん, https://github.com/masuidrive/miyamoto, 2019年7月 2日最終アクセス

「読書からの語彙学習」効果シミュレーションのための予備的検討

猪原 敬介[†] Keisuke Inohara

[†]くらしき作陽大学

Kurashiki-Sakuyo University kei.inohara@gmail.com

概要

読書が語彙学習に及ぼす効果について、Nagy [1]やCarver [2]の試算がこれまで提案されてきたが、関連する変数間の相互作用を仮定しないなどの点で不十分であった。本研究では、読書時間、未知語率、読み速度、学習率などについて、平均値、想定される個人差、変数間相互作用を実装する関数を、先行研究を参照することで設定し、試算を行った。結果として、標準的な読み手が年間に獲得する語彙数は、延べ数で 3,371 語であると試算した。

キーワード: 語彙, 読書, 語彙数, 計算モデル

1. はじめに

語彙力を高める手段の一つに、読書からの語彙学習がある。読書が語彙学習に及ぼす効果について、Nagy [1]は年間 4500 語、Carver [2]は 160 語という試算を出している(以下、それぞれ、Nagy 試算、Carver 試算と呼ぶ)。これらの試算は、計算の前提となる1回の読書時間、読書速度、未知語率、学習率などについて、設定の根拠が示されないものが多いばかりでなく、個人差の考慮や「未知語率が高いほど、読み速度が遅くなり、学習率が低くなる」といった変数間相互作用を仮定していない点で不十分である。

こうした多数の変数が互いに相互作用する様子を厳密に捉えるためには、計算モデルの導入が効果的である。本研究では、先行研究を踏まえたモデル化を行い、読書が語彙数増加に及ぼす効果についてシミュレーションを行う。

2. 方法

読書時間

平成30年度全国学力・学習状況調査報告書・調査結果資料[3],および,猪原・上田・塩谷・小山内[4]のデータから,1日の平均読書時間は30分以下が多いものの,30分~1時間,1~2時間,2時間以上にも一定割合で分布しており,個人差が大きいことが分かる。以上の先行研究から,読書時間について,10分,20分,30分,45分,1時間,2時間の6水準で検討を行うこととした。

未知語率 · 未知語率減衰係数

未知語率は、読み手の語彙とテキストに含まれる単語の難しさの相対的な関係から生じる。Carver [2]の調査では、読み手のレベルとテキストの難易度が釣り合っている際には、未知語率は約0.7~1.9%であり、非常に簡単な場合にはほぼ0%、非常に難しい場合には4.3%~7.7%以上になると報告している。このことから、未知語については、0.5%、1%、2%、3%、4%、7%、10%の7水準で検討する。

読書を続けることで語彙数が増えるため、同じ語彙レベルのテキストを読み続けると、未知語率は低下していくと考えるのが自然である。このことをモデルに反映するために、語彙数が増えるにつれて未知語率が低下する割合を定める未知語率減衰係数を設定する必要がある。上述の Carver [2]の Table 3 に、小学校 3~6年生を対象とした、テキストと読み手の文章理解力の相対的な差に対する未知語率が掲載されている。このうち、相対的な差が 0(文章理解力とテキスト難易度が釣り合っている)から 7(7学年分、文章理解力が足りていないことを意味する)の未知語率を目的変数、学年(0~7)を説明変数として単回帰分析を行うと(N=8)、回帰係数は 0.4929 となる ($R^2 = 0.5798$)。つまり、1 学年分の文章理解力が足りないことで、未知語率は 0.4929 増加するということになる。

さらに、国立国語研究所 [5]で報告されている小学1年生から中学3年生までの推定語彙数に対して、上記と同様の回帰分析を行うと、平均的な児童は、あらゆる学習源からの語彙学習効果として「年間3330語獲得する」と考えられる。ただしこの語数は「異なり語数」であり、試算に用いられるのは「延べ語数」である。「現代日本語書き言葉均衡コーパス (BCCWJ) [6]」における書籍(流通実態)の「延べ語数/異なり語数」比率はおおよそ2.5[7]であることを踏まえると、年間獲得語彙数は、3330語に2.5をかけた8325語と考えることができる。1学年分の未知語率である0.4929%を、年間獲得語彙数である8325語で除することで、「1語獲得

するたびに未知語は 0.0000592%減少する」という目安を得ることができる。そこで、未知語減衰係数として、 0 (減衰なし), 0.0000003, 0.0000006, 0.0000009 の 3 水準で検討する。 ただし、未知語率の下限は 0.000001 とし、これ未満にはならないように設定した。

どういった難易度の本を読むか: 未知語率回復間隔

上述のように、読書を続けると未知語率が徐々に下がっていくが、それはあくまでも同じ難易度の本を読み続けた場合である。読み手に、徐々に難易度の高い本を選ぶ傾向があれば、下がった未知語率が回復するはずである。こうした傾向の強弱を、下がった未知語率を元の水準まで回復させる間隔(日数)として、「未知語率回復間隔」をモデルに組み込む。読み手が、より難しいテキストを読むことに意欲的であったり、適切な難易度の本を推薦してくれる人がいる場合には間隔は短く、未知語が少ない状態での読書に満足している読み手であれば間隔は長くなるだろう。先行研究がないため、恣意的な水準設定にはなるが、1 読書日(未知語率が減衰しない)、10 読書日、30 読書日、50 読書日、100 読書日、未知率回復なし、7 水準で検討する。

基本読み速度

英語の読み速度については、1分当たりの単語数 (wpm; words per minute) で表現することが一般的であ る。一方、日本語の読み速度については、1 分当たり の文字数で表現することが一般的である。例えば、小 林・川嶋[8]では、日本人大学生200名の読み速度につ いて, 323 文字/分~1189 文字/分まで分布し, 平均値は 653 文字/分であったと報告している。今回、語彙数に ついてのシミュレーションを行うに当たっては、1分 当たりの文字数をまず wpm への変換することが必要 である。BCCWJ[6]の「長単位語彙表データ (v1.0)」 に基づくと、BCCWJ には 173,794,108 文字(延べ数) が収録されており、さらに総延べ単語数は 83,309,532 単語であった。そこで、1 文字当たりの単語数を計算 すると、0.48 単語となる。ここに小林・川嶋[8]のデー タを掛けると、日本人大学生は平均的に 304.8wpm の 読み速度となり、個人差として、155.04wpm~ 570.72wpm であると考えることができる。

ただし、上記の読み速度はあくまでもおおよその目安である。そのことも考慮し、読み速度について、100、150、200、250、300、350、400、450、500、550、600wpmと、11 水準で検討する。

修正読み速度係数

さらに、同じ読み手であっても、読むテキストの難 易度によって読み速度は大きく異なる。未知語率の高 い本というのは、その読み手にとって難しい本である ため、読み速度は下がるはずである。すなわち、読み 速度と未知語率にはトレードオフ関係があるはずであ る。

上述の、未知語率を目的変数、学年(0~7)を説明変数とした単回帰分析の結果である回帰係数 0.4929%を参考とすると、未知語率 0.5%をおよそ 1 学年分の読み手とテキストの相対的な差と捉えることができる。さらに、これも上述した Carver (1992)のデータ (Table 2)では、1 学年相当上がるごとに、14wpm 上昇することが想定されていた。そこで本研究では、修正読み速度係数を 28 とし、基本読み速度から、未知語率が 1%上昇するごとに 28wpm 低下した値を修正読み速度として採用した。

学習率:未知語によって変動する学習率関数

学習率について、Nagy 試算では15%、Carver 試算では5%とされていたが、前者が大学生を、後者が小学5年生を主に想定しているなど、どちらが正しいとは言いにくい。Swanborn & de Glopper [9]は偶発的単語学習を扱った20の実験をメタ分析した結果、学習率は平均的には15%ほどであることを報告しているが、Swanborn & de Glopper [10]では、文章理解力の高低によって、ほぼ0%にも27%にもなり得ることも報告されている。このように、学習率についても、読み手のレベルとテキストの難易度との相対的な差によって変動すると考えるほうが自然である。

上述したように、未知語率も読み手のレベルとテキストの難易度との相対的な差によって生じる。 Swanborn & de Glopper [9]の論文に掲載されている、各実験の未知語率と、実験の結果として得られた学習率のデータ(Table 1 および Table 3)について、回帰分析を行った(N=20)。線形回帰では説明率が低かったため、未知語率を対数変換した上で回帰分析を行うと、

$v = -0.149 \times \ln x - 0.4692$

という回帰式を得た ($R^2=0.2946$)。ここで,y は学習率,x は未知語率である。そこで,シミュレーションでは,各時点の未知語率を上記の式の x に代入した学習率の値を用いる。これは,未知語率が 1%のときには学習率が 21.7%,3%のときには 5.3%,4%のときに

は 1.04%, 5%のときには-2.28%の学習率となるような式である。学習率が負の値となった場合には, 0%に変換する。

3. 結果および考察

Nagy 試算, Carver 試算, モデルケースの検討

表 1 の条件設定に基づいてシミュレーションを行った結果が、図 1 である。年間獲得語彙数で言えば、Carver 試算が最も少なく 176 語(Carver [2]では約 160 語と論文に掲載されていたが、示された前提条件から計算すると 176 語となった)、次に「読書嫌い」が 329 語、「標準」が 3,371 語、Nagy 試算が 4,500 語であり、最も多かったのが「読書好き」で 14,489 語である。

Nagy [1] は、読書からの語彙学習が、年間獲得語彙数のほぼ全てを占めると主張し、Carver [2]は読書からの語彙学習は児童が必要な語彙を獲得するのにほとんど役に立たないと主張している。本研究では、Nagy 試算も Carver 試算も、現実に即しているとは言い難い試算であることを主張し、先行研究に準じた条件設定を行った。その結果、「標準」のモデルケースでは3,371語であり、これは日本人児童の語彙数を調査した、国立国語研究所[5]のデータの延べ数換算である8,325語からすると、約40%ほどの語彙数となる。この点では、本研究のシミュレーション結果はNagy [1] と Carver [2]の中間であり、「読書からの語彙学習が約40%を占める」と解釈することができる。

一方、個人差の表現として「読書嫌い」と「読書好き」というモデルケースも設定した。その結果、「読書嫌い」では 329 語、「読書好き」では 14,489 語となっており、「標準」のそれぞれ 0.1 倍、4.3 倍である。このように、モデルケースによって年間獲得語彙数が大きく異なった。

本稿では結果を省略するが、表 1 の「標準」の設定 のうち、各変数の水準のみを変化させた分析をそれぞ れの変数について行った。その結果、読書時間、開始 時の未知語率、基本読み速度の要因が、年間獲得語彙 数に大きな影響を持つことが明らかとなった。

表1 シミュレーションのための条件設定

	Nagy	Carver	読書嫌い	標準	読書好き
年間読書日数(日)	200	160	100	200	300
読書時間(分)	25	15	10	30	60
開始時の未知語率 (%)	3%	0.9%	2%	2%	2%
未知語率下限(%)	0.0001%	0.0001%	0.0001%	0.0001%	0.0001%
未知語率減衰係数(%)	0	0	0.00003%	0.00006%	0.00009%
未知語率回復間隔(日)	1	1	100	100	100
基本読み速度(wpm)	200	163	200	300	400
修正読み速度の適用	なし	なし	あり	あり	あり
修正読み速度係数(wpm)			28	28	28
学習率関数の適用	なし	なし	あり	あり	あり
学習率	0.15	0.05			

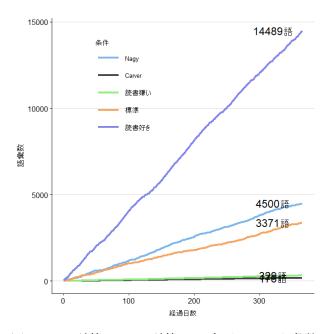


図1 Nagy 試算, Carver 試算, モデルケースの語彙数

4. 本研究から得られる示唆

学術的示唆

読書が語彙力に及ぼす影響についての多くの調査研究では、読書日数や読書時間の測定を行っている。しかし本研究の結果からは、これらに加えて読むテキストの未知語率と基本読み速度が、獲得される語彙数へ大きな影響を及ぼすことが明らかになった。「どのような難易度の本をどのような速度で読んでいるか」を把握することが、読書が語彙に及ぼす影響を正確に知るために、今後は必要となってくると考えられる。

また、今回の結果では、読書からの語彙学習によって年間獲得語彙数の約40%がカバーされることを述べたが、では残りの60%はどこから来るのかが不明である。今回の試算では、獲得語彙の「出現頻度」は全く考慮していなかった。一般に、語彙数測定に出題され

る語彙の出現頻度は低い語彙が多くなるため、今後は、 出現頻度の低い語彙の獲得にについて、シミュレーションを行う必要がある。

教育的示唆

表 1 の「標準」の設定のうち、各変数の水準のみを変化させた分析では、開始時の未知語率が 1%と 2%のときに年間獲得語彙数が最大であり、0.5%と 3%がそれに続いていた。4%以上となると、ほぼ語彙が獲得できなくなった。

語彙を育てる目的で読書を進める場合には、読む本の未知語率、すなわち、読み手に対するテキストの難易度を意識する必要がある。未知語率が4%を超えてしまうような難しすぎる本を読ませるよりは、未知語率が0.5%程度のやや易しい本を読ませる方が良い。ただし、未知語率が0%になってしまっては語彙学習ができないので、あまりにも易しすぎる本は避け、「やや易しい」~「ちょうど良い」難易度の本を選ぶ意識が、効果的な語彙学習を成立させるのではないかと考えられる。

5. 文献

- Nagy, W. E., (1997) "On the role of context in first- and second-language learning.", in Vocabulary: Description, Acquisition and Pedagogy, N. Schmitt and M. McCarthy, Editors. Cambridge University Press: Cambridge. pp. 64–83.
- [2] Carver, R.P., (1994) "Percentage of unknown vocabulary words in text as a function of the relative difficulty of the text: Implications for instruction." Journal of reading behavior, Vol. 26, pp. 413-437.
- [3] 国立教育政策研究所, (2018) "平成 30 年度全国学力·学習状況調査報告書·調査結果資料." Available from: http://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/index.html.
- [4] 猪原敬介・上田紋佳・塩谷京子・小山内秀和, (2015) "複数の読書量推定指標と語彙力・文章理解力との関係:日本人小学校児童への横断的調査による検討."教育心理学研究, Vol. 63, pp. 254-266.
- [5] 国立国語研究所, (2009) "教育基本語彙の基本的研究 増補改訂版." 明治書院.
- [6] Maekawa, K., Yamazaki, M., Ogiso, T., Maruyama, T., Ogura, H., Kashino, W., Hanae Koiso, H., Yamaguchi, M., Tanaka, M., Den, Y., (2014) "Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese." Language Resources and Evaluation, Vol. 48, pp. 345-371.
- [7] 山崎誠, (2010) "語の平均使用度数に現れるテキストの特徴" 特定領域研究「日本語コーパス」平成 21 年度公開ワークショップ (研究成果報告会) 予稿集,pp. 5-14.
- [8] 小林潤平・川嶋稔夫, (2018) "日本語文章の読み速度の 個人差をもたらす眼球運動."映像情報メディア学会誌, Vol. 72, pp. 154-159.
- [9] Swanborn, M. S. L. & de Glopper, K., (1999) "Incidental word learning while reading: a meta-analysis." Review of

- Educational Research, Vol. 69, pp. 261-285.
- [10] Swanborn, M. S. L. & de Glopper, K. , (2002) "Impact of reading purpose on incidental word learning from context." Language Learning, Vol. 52, pp. 95-117.

異なる長方形対群の両眼立体視による曲面の錯視について

Illusion of a Curved Surface by Binocular Stereo of Pairs of Distinct Rectangles

> 大槻 正伸, 小泉 康一, † 大塩 智規[‡] Masanobu Ohtsuki, Koichi Koizumi, Tomonori Ohshio

[†]福島工業高等専門学校,[‡]東洋システム株式会社 National Institute of Technology Fukushima College,Toyo System CO.,LTD. ohtsuki@fukushima-nct.ac.jp

Abstract

With binocular stereo of two distinct rectangles, we can get an illusion image of tilted square like a trapezoid.

We consider the way how to make the illusion of a general curved surface with these tilted squares.

First we constructed a simulator for calculating the illusion image by given pairs of distinct rectangles.

And then we constructed a computer program for making a plane with which we can get an illusion image of curved surface by tilted surfaces.

Keywords — Solid Illusion, Binocular Stereo

1. はじめに

本研究の目的は、「異なる2つの図形(特に異なる長方形の対(図1)の群)の両眼立体視について調べ、(i.e.おおよその錯視像の脳内計算過程を推定し)またこの立体視により、任意の単純な曲面を立体錯視像として得るための考察の第一歩を行うことである.

そのために今回は下記(1) \sim (3)を行った.

- (1) 比較的単純な、異なる長方形の対の群をディスプレイ画面に表示するためのプログラムを開発する.
- (2) (1) で得た画面を両眼立体視したときの, 錯視像を計算するシミュレータを開発する.
- (3) 錯視像として得たい曲面を与えて、どのよう な異なる長方形群によりそれが得られるか を計算し、実際に刺激平面を作成する. (今回は、全く任意の曲面でなく、ある平

(今回は、全く任意の曲面でなく、ある平面に垂直な曲面=曲線の柱に限定する)

- (2)のシミュレータの結果は、おおよそ実際に認知できる像が得られるので、その脳内計算過程の推定はかなり正確であろうと予想されるが、実際どの程度正確であるかを調べることは、今後の心理物理学的実験で明らかにされるべき課題である.
 - (3) については、曲線を与え、その曲線柱を両眼

立体視の錯視像として得ることができる刺激(異なる 長方形を描いた平面)を作成するアルゴリズムを構成 する.より一般的な曲面についての考察は今後の課題 として残されている.

本研究の背景には大きく次の2つがある.

まず1つ目は次のことである.

点の融合による立体錯視には、ランダムドットステレオグラム、3Dステレオグラム[1][5][6]がよく知られており、その作成原理もかなり明らかにされている[5][6].これは、交差法または平行法を用いた、点の融合(以後「融合」という場合にはこの交差法、または平行法による融合、i.e.同一視をいうこととする)による奥行き知覚を利用した両眼立体錯視である。そして、そこではかなり自由に立体錯視像を制御できる技術も開発されており[6]、芸術的な作品も多く作られている[1].

これらは基本的に、同じ点、あるいは同じ図形を融合することによる奥行き知覚を利用している.

一方,異なる図形を交差法,または平行法で融合すると,傾きが知覚できることが知られている.例えば幅の異なる長方形を融合すると,傾きを持った長方形像が知覚される(図1(左)).実は,実際に異なる幅(長さ)の図形の融合でなくとも,錯覚による結果異なる長さが知覚された図形(例:ミュラー・リヤー錯視図形(図2))の融合によっても傾き知覚の錯視が起こることも知られている^図.

さて、今回はこのうちの実際に幅の異なる長方形の融合による傾き立体錯視に注目する.幅の異なる長方形をうまく配置すると、台形立体(跳び箱のような立体)を知覚させることも可能となる(図1(右)).

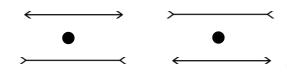
それでは、このような手法によって、どのような条件をもつ図形(曲面)がこの種の融合の立体視により、浮かび上がらせることができるのであろうか? このあたりの条件等を数学的に調べること、様々な作品(3D ステレオグラムの作品のような多様な作品)を作る

ための数学的基礎を与えることが本研究の先にある大きな目標である。本研究はその第一歩に位置するものと考えられる。



- ●が3点に見えるようにして交差法で融合すると,
- (左) 右辺が手前に(|)
- (右) 台形立体 (**一**) を上方から見たイメージ が知覚される.

図1 異なる長方形による傾き錯視



●が3点に見えるようにして交差法で融合すると ねじれの位置にある2本の直線「×」を上方から見 たイメージが知覚される.

図2 ミュラー・リヤー錯視図形による傾き 錯視 (文献[2]) から)

本研究のもう一つの背景は、「縦格子とドット平面による立体錯視^{[3][4]}」からのものである(付録1参照). これは、縦格子を通して、制御されたドット平面(小正方形が多数描かれている平面)を自然に(交差法、平行法等の融合なしに)両眼視すると、存在しない帯状立体が知覚される錯視現象である.

この縦格子とドット平面による立体錯視においては、 本研究の主題である、幅の異なる長方形の(交差法、 平行法等なしの)融合が生起しているはずであるが、 各小正方形は傾きをほとんど感じない.

この(予測される)理由は二つ考えられる.

一つには、小正方形が縦格子により遮蔽されて、左右眼には、異なる幅の縦長の長方形がそれぞれ入力され、融合の機能が働き、傾いた長方形が認知されているのであるが、正方形、長方形が小さく、したがって傾きが小さいため、ほとんど知覚されないという予想.

もう一つは、小正方形(小長方形)の傾きは脳内で

計算され、計算結果としては知覚されるぐらいには十分傾いて見えるはずであるが、脳内では、さらに傾き計算の後、まわりの小正方形像と比較、平滑化の処理が行われ、傾きが知覚されないという予想である.

どちらが正しいのか、あるいは他の理由があるのか 等は現在わかっていないが、この判断材料を得ること も、我々の今後の大きな目標としてある.

以上の二つの動機から、異なった幅をもつ長方形の 傾きの立体錯視について、上であげた大きないくつか の目標に向かい基本的な考察を行うのが本研究の目的 である.

そこで,前記(1)(2)(3)を行った.次節以下 でこれらについて述べる.

2. 簡単な異なる長方形の両眼立体視

いくつかの幅の異なる縦長の長方形を描くプログラムを作成した. 実行結果を図3に示す.

プログラムでは、左端から青色長方形の幅、次の白色の長方形の幅、次の青色長方形の幅…を、ディスプレイの性能にもよるが、1 ピクセルの解像度で(通常の PC 等のディスプレイ装置ではおおよそ 0,03[cm]程度の解像度で)正確に表示できるようになっている.

図3では、最初の合計6個の青色、白色の長方形の幅(0,3,0.3,0.3,0.5,0.5)(単位はcm、図では、実際の画面よりも縮小されている)を指定し、それを以降繰り返すものとなっている.

そうして、画面中央付近には赤色で目印「×」が表示されている.

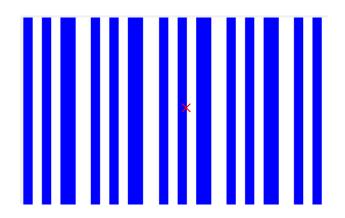


図3幅の異なる長方形作成結果例

さて、この図3を例えば両眼視し交差法で融合すると、何種類かの融合ができることことが分かる(図4). 例えば、図3を図4(A)に見えるように融合すると、

刃物のような図形 (V) が複数個規則的に突き出しているような錯視像が得られ, (B) のように融合すると, 台形立体 (√) が複数個規則的に並んでいるような錯視像が得られ, (C) のように融合すると多少の凸凹はあるが (A) (B)ほど立体が明確でない面の錯視像が得られる (次節シミュレーション結果参照).この融合と錯視像について以下に簡単に考察する.

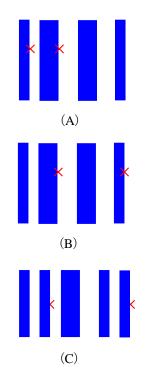


図4 両眼視の融合パターン例

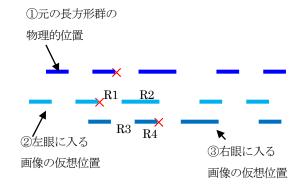




図 5 両眼視の交差法の画像位置

図5は、図3の長方形群を交差法で融合し両眼立体

視を行っているところを上方から見たところである(×印はこのまま上から見ると「一」になり、それでは分かりにくいので、×印のみ分かりやすくそのまま「×」として描画してある).

①が長方形群のもともとの物理的位置である.

交差法の場合,いわゆる「寄り目」にするが、その際 左眼からの画像は、元の長方形群の位置よりも、網膜 像では右に移動する.これは、②のような仮想位置の 長方形群の画像が左眼に入ったものと同等である.す なわち、左眼には、①のもとの長方形群を左にずらし た長方形群(②)を左眼に入力するのと同等である. 同様に右眼には、元の長方形群を右にずらした仮想の 長方形群(③)を右眼に入力することと同等である. 図4(A)の場合、×印の位置から判断して、図5②③ のようなずらし量で左右眼に入力したものと同等であると考えられる.

そうすると、位置関係から、左眼への入力画像の白色長方形 R1 と右眼への入力画像白色の長方形 R3 が同一視され融合されることとなる。同様に青色長方形 R2 (左眼入力) と R4 (右眼入力) が融合される。

この融合の様子を示したのが図 6 である (白色の長 方形の錯視像は白色では目立たないため黄緑色で示し てある).

①元の長方形群の物理的位置

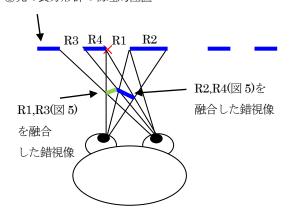


図 6 両眼視の交差法による錯視像

図 4 (B) (C) も同様に考えられるが、この場合 交差法のずらし量がそれぞれ異なり、したがって、同一視、融合する長方形の対がことなり、それぞれ異なった錯視像が得られるものと考えられる.

3. シミュレーションプログラム

異なる長方形対群の両眼立体錯視像を、前節の考察

をもとに、交差法のずらし量をも考慮して計算し、表示するシミュレーションプログラムを作成した.

このシミュレーションプログラムは,

- ・長方形群の幅 (「0.3.0.3,0.3,0.5,0.5[cm]の繰り返し」等)
- 長方形群描画面と観察者間距離
- ・観察者の眼の幅
- ・ 交差法か平行法かの選択
- ・ずらし量(図4(A)の場合2,B)は4,(C)は6)=2つの×の間の長方形数

を入力し. 錯視像を前節の考察にしたがい計算し表示するものである(錯視像の線を構成する点の座標も画面下に数値表示する).

シミュレーションプログラムの実行画面を図7に示す.

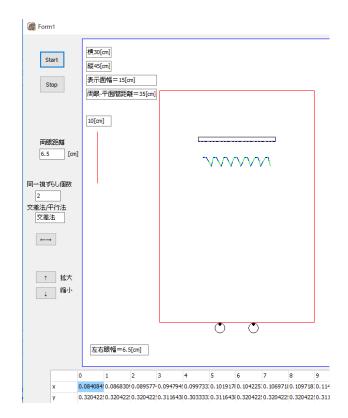


図7 シミュレーションプログラムの画面

また、図 4 (A) (B) (C) の交差法に対するシミュレーションプログラム実行例を図 8 に示す。各種パラメータは図中にあるとおりであり、図 8 (A) (B) (C) はそれぞれ、図 4 の (A) (B) (C) に対応した計算結果である。

白色の長方形の融合による錯視像は、黄緑の線で示してある. おおよそ、実際に交差法で知覚できる図形

とかなり近い形が計算結果として出てきている.

実際の錯視像とシミュレーション結果がどの程度一致しているかは,今後の精密な心理物理学的実験により確認する必要がある.

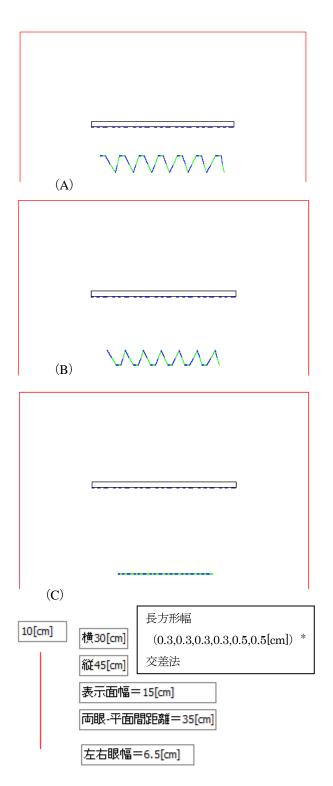


図4 (A) (B) (C) の条件に対応

図8 シミュレーション結果

4. 錯視曲面の設計法

以上のように、幅の異なる長方形の対の両眼立体視により、傾いた面が錯視像として得られる. しかも、一種類の長方形対の群に対して、融合のずらし量により、何種類もの錯視像が存在する. そして、その錯視像の計算法もおおよそ明らかになった.

以下では、得られる錯視曲面を制御する方法について考察する. すなわち、描きたい曲面があった場合(錯視像として得たい曲面があった場合)どのような長方形をどのように平面上に配置すれば、両眼視によりその曲面を錯視像として知覚させられるか、という問題を考える.

今回は簡単のため、円柱の面のように、ある平面(今回はxy平面)に垂直な曲線柱の面に限定して考える.

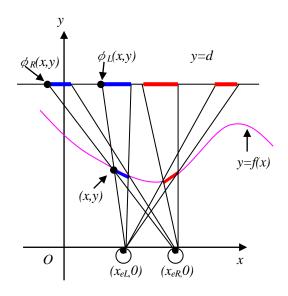


図8v=f(x)の曲線柱の錯視像を得るための座標系

図8のようなx,y座標系を考える.

左右眼(瞳)の座標をそれぞれ $(x_{eL},0)$, $(x_{eR},0)$ とする.

y=f(x)という曲線に対する曲線柱を,得るべき錯視像とする.

図はこれらを上方から見たところである.

y=d(dは定数)という平面にx,y平面に垂直な,幅の異なる長方形を配置させることにより,両眼視(今回は交差法とする)により,錯視像を得ることを考える.

今, 平面上の点(x,y) (y>0) を与えたとき, 左眼 (右眼) から, 点(x,y)に直線を引き, この直線が, y=d と交わる点をを $\phi_L(x,y)$ ($\phi_R(x,y)$) とする,

すなわち,

$$\phi_L(x, y) = x_{eL} + \frac{d(x - x_{eL})}{y}$$

$$\phi_R(x, y) = x_{eR} + \frac{d(x - x_{eR})}{y}$$

所要の曲線 (y=f(x)) の柱の曲面を錯視像として得るために、平面 (y=d) に長方形を描くアルゴリズムを次のように構成した。

begin

Input (a,b); {* [a,b]の範囲の曲面柱を得る*}

hを適当に(小さく)設定;

n:=(b-a)/h;

for i:=0 to (n-1) do

begin

//*** 曲線の一部を線分で近似

x0:=a+i*h; x1:=a+(i+1)*h;

y0=f(x0); y1=f(x1);

//*** y=d に射影

 $xR0 := \phi_R (x0,y0) ; xR1 := \phi_R (x1,y1) ;$

 $xL0:=\phi_L (x0,y0) ; xL1:=\phi_L (x1,y1) ;$

//*********

if (これまで描いた長方形と重ならない)

then

begin

描く色を決める (例えば i の偶奇によ り青、白等):

横(xR0,d) - (xR1,d)の縦長の長方 形を描く:

横 (xL0,d) - (xL1,d) の縦長の長方 形を描く;

end

end

end

これにより長方形群を描いた例を付録2に示す.

実際に、この曲面の立体錯視像がおおよそ得らることがわかる。さらに曲面が複雑になると、交差法での融合がなかなかうまくいかない例もでてくる。どのような曲線であれば、錯視像として得られるのか、また交差法の融合が容易にできるのか等の条件を調べるのは今後の課題として残されている。

5. まとめと今後の課題

異なった長方形群の融合により得られる立体錯視像を計算するシミュレーションプログラムを作成し、心理物理学的実験は未実施ではあるが、おおよそ認識できる立体視像を計算できるシミュレータが作成できた. 逆問題として、曲面(今回は曲線の柱)を与えて、それを異なる長方形の融合の立体錯視像として得られるような刺激画面を構成する方法について考察した. しかし、単純な曲線でも、その一部分しか立体視像としては得られなかった.

今後の課題として、次のことがあげられる.

- (1) このシミュレータの正しさを、心理物理学的 実験により評価すること
- (2) 逆問題を解くプログラムを開発すること
- (3) 逆問題をより一般的な曲線に拡張すること

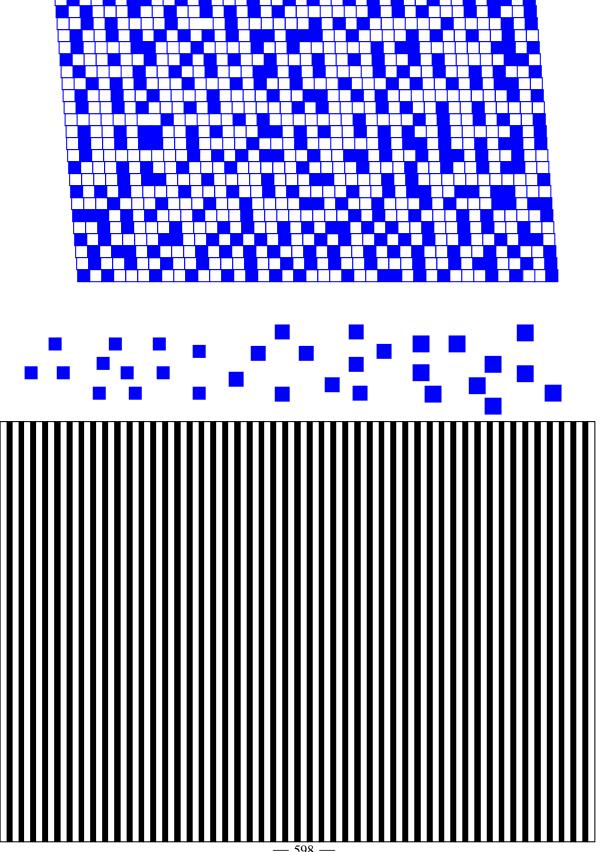
参考文献

- [1] 新井 仁之, (2016 年) <錯視>だまされる脳,ミネルヴァ書房,pp20-21
- [2]内川恵二,塩入 諭編,(2007年) 視覚Ⅱ,朝倉書店,p110
- [3] 大塩智規,大槻正伸,小泉康一, (2018年) 縦格子を通してドット平面を両眼視したときに発生 する立体錯視現象の研究,日本認知科学会第35回大 会発表論文集pp. 455-460
- [4] 大槻 正伸, 臼木 大翔, 鈴木 直哉, 久野 裕哉, (2015年) 縦格子とドット平面による立体錯視現象の研究—立体錯視像の実測データと脳内計算モデルとの誤差計量方法—日本認知科学会 第32回大会発表論文集pp. 419-425
- [5]下条 信輔, (1995年), 視覚の冒険 産業図書, pp. 1-59
- [6] 杉原 厚吉, (2006年), 立体イリュージョンの数 理,共立出版, pp135-147
- [7] 田崎 京二他編,(1979 年) "視覚情報処理" 朝倉 書店, pp.296-343

付録1(縦格子による立体錯視現象を誘起する刺激)

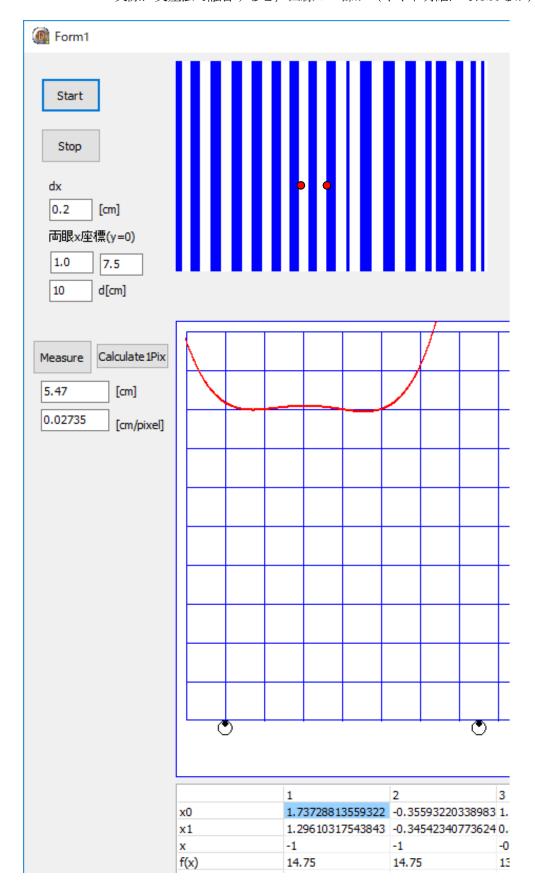
異なる長方形の融合が行われていると考えられるが、錯視像に各ドット(小正方形)の融合像に明確な傾き は感じられない

下記縦格子を OHP シート等にコピーし、ドット平面から 10~20 [mm] 程度離して縦格子面を配置し、 50~100[cm]程度離れた位置から縦格子面を通してドット平面を自然に両眼視する.



付録2 (異なる長方形群の融合により曲線を利立体錯視像として得られる刺激)

与える曲線は下図の赤い線で示してある(目標とする錯視像はこの赤色曲線の柱). 実際に交差法で融合すると、曲線の一部が(やや不明確にではあるが)得られる.



他者間のインタラクション観察可能性の探索的検討: 間隙通過可否判断実験を通して

An Examination of the ability of observation about the other's interaction

牧野 遼作[†],友野 貴之^{†,‡},三嶋 博之[†],古山 宣洋[†] Ryosaku Makino, Takayuki Tomono, Hiroyuki Mishima, Nobuhiro Furuyama

[†]早稲田大学 人間科学学術院,[‡]早稲田大学 大学院人間科学研究科 Waseda University rmakino@aoni.waseda.jp

概要

本研究の目的は、「自分以外の他者たちがインタラクションに従事していること」に対する人々の観察可能性を検討することである。オブジェクト間の点滅の仕方が異なる条件の間隙通過可否判断実験を実施し、さらに条件についてのアンケートを実施した。実験、及びアンケート結果に対して3つの分析を行った。結果より、オブジェクト間がコミュニケーションしていると見なすか否かに関する判断は、点滅の仕方と実験参加者によって異なること、そしてそれらの違いによって、間隙通過判断に違いが生じる可能性が示唆された。

キーワード: 相互行為(インタラクション), 間隙通過可否判断

1. はじめに

我々は自分以外の他者たちが誰と、どのような相互 行為に従事しているかを、観察可能であると考えられ る. 例えば、人混みの中を歩く際は、相互行為への従事 者たちの間ではなく、できるだけ従事していない人々 の間を通り抜けようとするだろう.

Goffman[1]は、日常生活の観察に基づき、会話などの所謂相互行為を"焦点の定まった相互行為(focused interaction)"と呼称し、満員電車の乗客たちが互いに敢えて無視する状況を"焦点の定まらない相互行為(unfocused interaction)"と呼称した。また Kendon[2]はパーティ場面が収録されたビデオデータの観察・分析を通して、焦点の定まった相互行為である会話の参与者たちが互いの立ち位置を調整し、ある特定の陣形として"F陣形"を形成することを示した。つまり前述の人混みを通り抜ける例において、人々は他者間で形成される F陣形を理解・知覚することで、ある F陣形と他の F 陣形の間を通り抜けていると考えることができる。

本稿の目的は「自分以外の他者間が同一の相互行為 に従事していること」を観察可能であることを,実験を 用いて探索的に検証するものである.

検証に用いる実験手法として, 間隙通過(可否判断)

実験を用いた. この実験は, 生態心理学領域においてなされている課題の一つである. Warren & Whang[3]は, 実験参加者に様々な幅の間隙を提示し, 肩を旋回させずにその間を通過できるか否かを知覚的に判断させる実験を行なった. その結果, 実験参加者はその身体の大きさにかかわらず, 自身の肩幅のおよそ 1.16 倍の間隙幅を通過可能と知覚していることが示された. ここで、間隙幅/肩幅の比はπ値と呼ばれる.

その後に行われた間隙通過(可否判断)実験では,実 験環境や通過者の特性を様々に変化させ、間隙通過可 能判断の知覚がどのような環境・特性によって影響を 受けているかについて検討された[4][5][6][7]. その一 部として, 間隙を構成するオブジェクトの特性を変化 させた場合についても検討が行われている[8]. 特に友 野ら[9]は、人ないしは、人型のオブジェクトを間隙構 成物とした実験を行った. さらに間隙を構成する人/ 人型オブジェクトが、「(通過者に対して)正面を向いて 並列している」、「(通過者に対して)後ろを向いて並列し ている」、「互いに向かい合わせで並列している」、「互 いに背中合わせで並列している」という条件を設定し、 人/人型オブジェクトの向きが間隙通過可否判断知覚 に与える影響を検討した. その結果,「間隙を構成する 人/人型オブジェクトが互いに向かい合わせで並列し ている」条件では、通過可能と判断される間隙幅が他の 条件と比較して広くなることが示された. この「互いに 向かい合わせで並列している」条件は、しばしば人々が 対面会話を行っている状況で見られるものと考えるこ とが可能である. このことから, 友野ら[9]の実験結果 は、間隙を構成する2つのオブジェクト間が、インタラ クションしていると知覚・理解可能か否かによって, そ の間を通過できるか否かの判断に影響を与えている可 能性を示唆している.

そこで本研究では、オブジェクトの向き以外に、オ ブジェクト間でインタラクションが生じているか否か を判断可能と思われるシンプルな条件を設定し、それらの間の違いについて検討を行った.

2. 実験環境・手続き

VR 空間上に2つのオブジェクトを設置した刺激画面(Fig. 1)を, HMD(Mirage Solo, Lenovo 社)を通して提示した.

2つのオブジェクトは共に黒い立方体の上に球が置かれたもの(高さ:180 cm;幅:50 cm;奥行き:40 cm)であり、条件によって上の球が点灯/点滅/消灯するものであった。実験参加者に提示した画面の例を Fig.1 に示す。



Fig. 1 提示刺激例

Fig.1 のような刺激画面を 7.5 秒間提示した後に,実験参加者には通過可否判断について尋ねた.提示する刺激画面は, (a)オブジェクトの点滅パターンと(b)オブジェクト間の幅のパターンによって 36 パターン存在した. (a)点滅パターンは 7.5 秒の提示時間内で常時消灯条件,常時点灯条件,0.5 秒ごとに左右のオブジェクトが交互に点滅する交互点滅条件,0.5 秒ごとに左右のオブジェクトが同時に点滅する同時点滅条件の 4 条件であり,(b)オブジェクト間の幅は 40cm から 80cm を5cm 刻みの 9 条件であった. 1 名の実験参加者実験参加者に36 パターンをランダムに提示し,提示された間隙の通過可否判断を行うものを 1 試行とし,計 4 試行を実施した. 4 試行内で 2 回以上通過可能と判断されたオブジェクト間の幅を通過可能と定義した.

(2)アンケート調査

間隙通過可否判断実験後、オブジェクト間の幅を 65cm とした各点滅パターンの条件を再度提示し、以下 5 つの質問に対して Yes/No の 2 択で回答を得た.

- (Q1):2 つのオブジェクトは一つのキャラクター として見えましたか?
- (Q2)オブジェクトは、意図があるキャラクターと して見えましたか?
- (Q3) 2つのオブジェクトは、コミュニケーション していると見えましたか?

- (Q4)2 つのオブジェクトは互いに向き合っている ように見えましたか?
- (Q5)2 つのオブジェクトは正面を向いているよう に見えましたか?

以上の実験・アンケート実施後に実験参加者の身長 を口頭で確認し、また肩幅について実測を行った.

3. 分析手続き

本研究の目的は「自分以外の他者間が同一の相互行為に従事していること」を知覚・理解する可能性について検証するものである。そこで、分析 1 として、光の点滅パターンの条件によって π 値に違いがあるかについて検討を行った。続いて、アンケート調査の結果に対して、 π 値と同様に点滅パターンの条件による違いについての検討を分析 2 として行った。点滅パターン条件に対して、行為判断として、どのように理解したかについての結果である実験の結果と、どのように実験参加者が理解していたのかについて直接尋ねたアンケートの結果を組み合わせた検討を分析 3 で行った。

4. 分析 1

間隙通過可否判断実験の結果より得られた各条件の実験参加者ごとの通過可能幅を,実験参加者自身の肩幅で割り π 値を求めた。その結果,条件ごとの π 値の平均は,常時消灯条件では 1.55(sd=.223),常時点灯条件では 1.52(sd=.224),同時点滅条件では 1.54(sd=.227),交互点滅条件では 1.54(sd=.238)となった(Fig. 2).分散分析の結果 F(1,81)=.933,p=.429となり,点滅パターンの違いによって通過可能幅に有意な差は見られなかった.

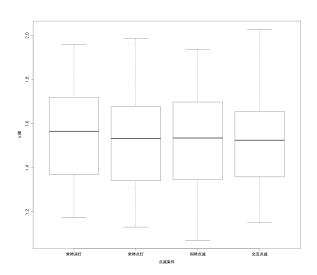


Fig.2 点滅パターン条件ごとのπ値

5. 分析 2

アンケート調査を実施した結果について、以下 Table.1 から Table.5 に示す.

それぞれについて χ^2 検定を実施したところ, Q1 は χ^2 (3) = 2.01, p = .57, Q2 は χ^2 (3)=14.60, p = .002, Q3 は χ^2 (3) = 23.80, p < .001, Q4 は χ^2 (3) = 15.37, p = .002, Q5 は χ^2 (3) = 23.80, p = .004 となった. この結果より, Q2 から Q5 の質問の回答の割合は,点滅パターン条件ごとに有意な差があることが示された.

Table.1 Q1: 2 つのオブジェクトは一つのキャラク ターとして見えましたか? に対する回答

	No	Yes
常時消灯	15	13
常時点灯	10	18
同時点滅	14	14
交互点滅	13	15

Table.2 Q2: オブジェクトは、意図があるキャラクターとして見えましたか?に対する回答

	No	Yes
常時消灯	20	8
常時点灯	13	15
同時点滅	11	17
交互点滅	6	22

Table.3 Q3: 2 つのオブジェクトは、コミュニケーションしていると見えましたか?に対する回答

	No	Yes
常時消灯	28	0
常時点灯	25	3
同時点滅	22	6
交互点滅	14	14

Table.4 Q4: 2 つのオブジェクトは互いに向き合っているように見えましたか? に対する回答

	No	Yes
常時消灯	26	2
常時点灯	22	6

同時点滅	23	5
交互点滅	14	14

Table.5 Q5: 2 つのオブジェクトは正面を向いているように見えましたか? に対する回答

, , (–) <u> </u>	50127	(-)(1) DF
	No	Yes
常時消灯	7	21
常時点灯	9	19
同時点滅	23	5
交互点滅	14	14

6. 分析 3

分析 1 の結果より、オブジェクト間の点滅パターン の違いは、間隙の通過可否判断に影響を与えない可能 性が示唆された.一方で,アンケート調査の結果は,実 験参加者は、点滅パターンの違いによって、オブジェク トの関係性に違いがあると理解していた可能性を示唆 していた. 特に,「Q3:2つのオブジェクトは, コミュ ニケーションしていると見えましたか?」に対する参 加者の解答結果は、本研究の仮説である「オブジェクト 間のインタラクション性は、交互点滅>同時点滅>常 時消灯>常時点灯の順である」に従っているものであ った. 一方で, 交互点滅条件は全実験参加者中の半数に とってはコミュニケーションしているようにみなせる が、半数には見なせないという結果となっていた. そこ で、分析3ではQ3の交互点滅条件に対する解答の違 いによって実験参加者を層別化した分析を行った. つ まり、点滅パターン条件と交互点滅条件に対するQ3へ の解答の違いという条件の2要因計画に対する分析を 行った.

2要因による π 値の違いについては Fig.3 のようになった. 分散分析の結果, 交互点滅条件の Q3 への答え方の違いに対する主効果(F(1,26) = .7, p = .411), 及びに点滅パターンの違いによる主効果(F(3, 78) = .974, p = .4049)は共に有意差は見られなかった. 一方で, 交互作用効果 (F(3,78) = 2.188, p = .0961)において 10%水準において有意傾向が見られた(Fig.4). 単純主効果検定を行ったが, いずれの組み合わせにおいても有意な差は見られなかった.

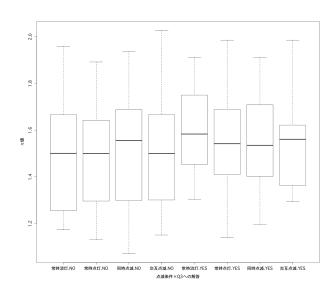


Fig.3 点滅パターン条件×交互点滅条件に対する Q3 に対する解答ごとの π 値

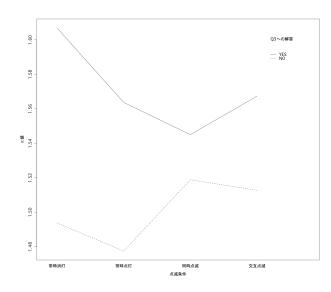


Fig.4 2要因の交互作用図

7. 考察

本稿では、点滅の仕方の違いによって、間隙を構成する2つのオブジェクトがインタラクションしていると観察可能か否かについて検討を行った。その結果、通過可否判断に対して点滅条件の違いは影響を与えていない可能性が示唆された。一方で、アンケートの結果、点滅の仕方によってオブジェクト間がコミュニケーションしていると見なすか否かについて、実験参加者間で違いがあることが示唆された。この結果を踏まえて実施した分析3では、オブジェクトが交互に点滅する条件をコミュニケーションと見なすか否かで実験参加者を層別化し、点滅条件との2要因分散分析を行った結

果,交互作用効果に有意傾向が見られた.

以上の結果から、間隙を構成するオブジェクトが交互に点滅したとき、その2つのオブジェクトがコミュニケーションしていると見なす人々が一定数いるが、必ずしもその"見なし"によって自身の行為の判断に影響を与えていないことと考えられる.

また交互点滅条件をコミュニケーションしていると見なす実験参加者は、他の条件においても通過可能と判断するために必要な間隙幅を広く取る傾向が見られた(Fig.4).このことは、実験参加者の一部がオブジェクトを擬人化する傾向があるという個人差や、交互点滅条件を先に提示されることによる順序効果によるものと考えることが可能である。しかしながら、同時点滅パターンにおいてのみ、この傾向が低下していた。このことから、常時点灯/消灯といった点滅していない条件との比較ではなく、点滅パターン間のみの比較とすることで、点滅の仕方が知覚判断に影響を与えていたことを示せていた可能性がある。この点については、今後の課題となるだろう。

謝辞

本研究の一部は早稲田大学 特定課題(2018B-291) 「環境特性の人の相互行為に与える影響の体系的研究」 の助成を受けて実施された.

参考文献

- [1] Goffman, E.(1961). Encounters: Two studies in the sociology of interaction. Indianapolis: Bodds-Merril.
- [2] Kendon, A. (1990). Conducting interaction: Patterns of behavior in focused encounters, Cambridge University Press.
- [3] Warren, W. H., & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13(3), 371-383.
- [4] Higuchi, T., Takada, H., Matsuda, Y., & Imanaka, K. (2004). Visual estimation of spatial requirements for locomotion in novice wheelchair users. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 10, 55-66.
- [5] 豊田平介 (2006). 行為の調整と学習. 『理学療法』,**21**(1), 81-85.
- [6] Wagman, J. B., & Taylor, K. R. (2005). Perceiving affordances for aperture crossing for the person-plus-object system. *Ecological Psychology*, 17, 105-130.
- [7] Flascher, M. O. (1998). Dimensions of perceptual scaling of passability, Doctoral dissertation. Connecticut: University of Connecticut.
- [8] 豊田平介, 三嶋博之, 古山宣洋 (2005). 成人片麻痺者に おける間隙通過可能性についての知覚と歩行の発達: "実 効 π" を利用した評価. 『生態心理学研究』, 2(1), 33-41.
- [9] Hackney, A. L., Cinelli, M. E., & Frank, J. S. (2015). Does the passability change when walking through human versus pole

obstacles? *Acta Psychologica*, 162, 62-68. [10] 友野貴之,古山宣洋,三嶋博之(2017). 人はいかにして人と人の間を通り抜けられると判断するのか? — 間隙アフォーダンス知覚の新たな展開,『認知科学』, 24(3), pp. 435-449

GUI 操作における自己帰属感に操作対象の属性が与える影響 Influence of properties of graphical elements on sense of self-ownership in GUI

千葉 哲志*1, 山崎 治*2

Tetsushi CHIBA*1, Osamu YAMAZAKI*2

*1千葉工業大学大学院 *2千葉工業大学

*1Chiba Institute of Technology Graduate School, *2Chiba Institute of Technology Email: s1532100fs@s.chibakoudai.jp

Abstract

"Sense of self-ownership" is one of the important feelings related to usability in GUI operation. In this research we analyzed the influence of properties of graphical elements on getting sense of self-ownership. The experiment system we developed shows multiple circles or squares on the display, and size of those figures is changed according to user's action. Participants were asked to identify one target figure, in many dummy figures, whose size is determined by dragging the mouse. As a result, there was no significant difference of the time for finding a target figure between an operator and an observer. In our experiment system, size of graphical element has limited effect on getting sense of self-ownership.

Keywords — GUI, UI, UX, sense of self-ownership, interaction design

1. はじめに

1.1. 背景

近年、スマートフォンやタブレットなどのデバイスは非常に身近であり、世界的にも広く普及している。博報堂 DYメディアパートナーズメディア研究所 メディア環境研究所(2019)の「メディア定点調査」によると、15~69 歳を対象とした調査の結果、東京都におけるスマートフォン所持率は82.2%、タブレット端末所持率は43.4%であった。技術革新も目覚ましく、毎年のように新たなテクノロジを搭載したデバイスやアプリケーションを各メーカが発表している。このように、様々な機能を搭載することで機能が複雑化したデバイスは、今や現代人の生活の一部として溶け込んでいる。

しかし、多機能故に複雑化するデバイスを使いこなすことが難しいと感じる人もいるのが現状である。これらのデバイスを扱う上で「分かりやすいインタフェース」の設計は重要である。この「分かりやすいインタフェース」の要素は様々あり、例として「情報の見やすさ」や「操作が直感的である」こと、「操作感が良い」ことなどが挙げられる。ここで言う「操作感」とは、そのインタフェースにおける操作に対するレスポンスのことを指す。すなわち「良い操作感」とは、「良いインタラクション」と言い換えることもできる。D.A.ノー

マン(2015)が提唱した「インタラクションの基本原則」によれば、良いインタラクションとは、「簡素で、理解しやすく、 人の動作に合った対話がされている状態」と言うことができる. 人の動作に合ったインタラクション(対話)は、操作とレスポンスの一体感によって感じられるため、この「一体感」について検証する必要がある.

渡邊・樋口・稲見・五十嵐(2013)は、現代のユーザインタフェースにおいて、操作感や感触の気持ち良さや悪さの表現は非常に重要視されており、操作感を生み出している要素のひとつとして「自分が」「操作している」と感じられる感覚、すなわち「自己帰属感」が操作感を考える上で重要であると述べている。自己への帰属という観点からGUIを検討することによって、より人の感覚に近く、新しい体験をもたらすメディアの構築が期待されるとしている。自己帰属感と似た用語として、「自己主体感」というものも存在する。自己主体感とは、ある行為を自分自身でしている/引き起こしているという感覚のことであり、自己帰属感の一種である。これは、主に「行動による結果予想」と「行動の結果」に合致するときに生起するとされている。

自己帰属感を利用した操作方法を検討することで、今後さらに発展していくとみられるどんなデバイスに対しても普遍的にユーザフレンドリーなものをつくりあげることができるようになり、直感的な「分かりやすいインタフェース」の設計への鍵となることが期待される. したがって、自己帰属感を生じさせる要因を明らかにしていく必要があると考えた.

1.2. 渡邊ら(2013)による実験

渡邊ら(2013)は、GUI などのインタラクティブシステムにおいて、人がカーソル(操作対象)をどのように認識し、「自分で操作している」という自己への帰属感を得ているかを検証するため、ダミーカーソル実験という実験手法を開発した。ダミーカーソル実験は、マウスと連動して動く通常のカーソルと、色形状が同じマウスと連動せずに動く複数のダミーカーソルをスクリーン上に混在させて参加者に提示する。参加者は動きのみでしか通常のカーソルを判

別できない状況となる。この実験により、人は動きのみから 自身のカーソルを発見できることが明らかとなり、カーソル に対して自己帰属感を見出していることが明らかとなった。 さらに、一連の実験において操作している参加者は自身 のカーソルに対して自己帰属感を得るのに対し、それを 観察している参加者はどれが操作されているカーソルな のか判別することができないという「体験の対称性」がある ことが明らかになった。

渡邊ら(2013)の実験では、マウス操作に対する操作対象をマウスカーソルとして実験を行っているため、操作対象がマウスカーソルでなかった場合の自己帰属感の検討がなされていない。したがって本研究では、マウス操作に対応する操作対象をマウスカーソル以外に設定した場合について検証することを目的とする。

2. 目的

本研究では、GUI 操作において、運動感覚と表示属性 (例えば「色」や「大きさ」など)の変化の対応が自己帰属 感に与える影響について検討を行う. ユーザが操作する マウスの動きに対応して画面上のオブジェクト(以降、操 作オブジェクト)の表示属性が変化する場合、ランダムに 表示属性が変化するダミーオブジェクトの中から、当該の 操作オブジェクトを発見することができるかを確認する.

3. 実験1

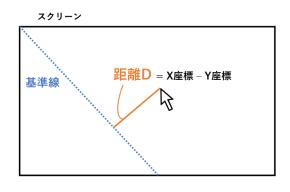
3.1. 概要

実験 1 では、マウスの移動操作によって変化する操作対象の表示属性が、カーソルのような「動き」ではなく、「大きさ」だった場合、その操作対象に自己帰属感は発生するのかについて検証する.

3.2. 実験システムの制作

Processing 言語を用いて、マウスの動きに応じて操作オブジェクトの大きさが変化する1つの「操作オブジェクト」と、マウスの動きとは関係なくランダムに動く複数の「ダミーオブジェクト」が混在するスクリーンを表示するシステムを制作した。画面に表示される各オブジェクトはマウスを動かさない限り大きさが変化することはなく、マウス動かさずに画面を見ているだけではどれが操作オブジェクトなのかの判別がつかないようにした。操作オブジェクトは円形とし、その大きさ(半径)の変化は、スクリーン上のカーソルの座標を取得し、X座標とY座標の差の絶対値を一定の数値で割ることで毎フレーム決定・更新した。半径決定のイメージ図を図1として示す。図1上図はカーソル(非表示)の

位置に基づき、表示特性である「大きさ」の値を取得の仕 方を表しており、図1下図では、取得された値を用いて操 作オブジェクト(円)の大きさを設定する様子を示してい る。



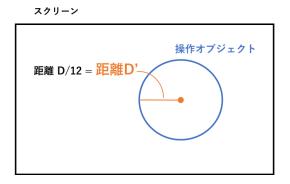


図1 大きさの決定則(実験1)

また,実験中にマウスカーソルの位置情報を実験参加者に与えないようにするため,システムの実行中はマウスカーソルが非表示になる設定とした.これらの条件を満たしたシステムを,オブジェクト数 4,9,16,20 個の 4 パターンを制作した(図 2).

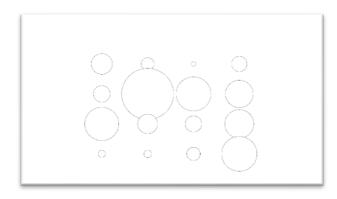


図 2 大きさを用いたシステムの実際の画面(オブジェクト数 16)

3.3. 方法

<u>実験参加者:</u>20 代の男女 14 名が 2 人 1 組(全体で 7 組) で実験に参加した.

実験計画:参加者の役割として「操作者」と「観察者」の 2条件と、ダミーを含めたオブジェクト数に応じて「4/9/16/20」の 4条件を設けた 2 要因 2×4 水準参加者内計画で実験を実施した.

<u>材料:</u>3.2.実験システムの制作で述べたシステムを利用した.加えて,画面上の全オブジェクト配置の模式図を載せた解答用紙と、アンケート用紙を作成した.

手続き: 課題は、ダミーオブジェクト中からマウスの動きと連動する「操作オブジェクト」を特定するものである。実験参加者 2 名は操作者と観察者の役割を交互に割り当てられ、実験に参加した。操作者をデスクトップ PC モニタの前に着席させ、観察者を操作者のマウスと PC モニタが見えるように操作者の横に着席させた。課題はオブジェクト数4、9、16、20の順に行った。操作者および観察者は、操作オブジェクトを特定した時点で、それぞれに割り当てられたマウスをクリックした。課題の開始からクリック操作がなされるまでの時間を「操作オブジェクト特定時間」として測定した。オブジェクト数0 4 条件に対する試行(4 試行)が終了した後、参加者 2 名の役割を交替し、さらに 4 試行を行った。実験の終了後、操作オブジェクトの特定方法や操作感に関して問うアンケートを実施した。

3.4. 結果

3.4.1. 正解率

この実験における正解率を図3に示す.

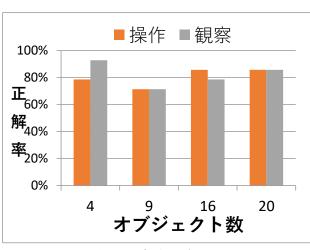


図3 正解率のグラフ

正解率は4個の場合の観察者(90%)が最も高く,9個の場合の操作者・観察者両方(70%)が最も低い結果となった.

3.4.2. 特定時間

特定時間について、操作/観察の役割とオブジェクト数 ごとの特定時間について分析を行った. 図4はそのグラフ である.

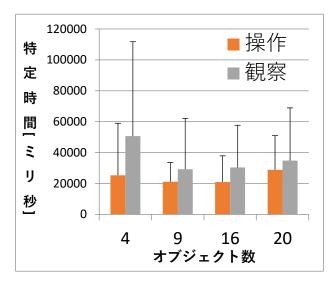


図4 特定時間のグラフ

特定時間について 2 要因分散分析を行ったが、主効果、交互作用はみられなかった(役割の主効果: F(3,39)=1.06、p=.38, n.s., 偏 η ^2=.07; オブジェクト数の主効果: F(1,13)=2.50, p=.13, n.s., 偏 η ^2=.16; 役割とオブジェクト数の交互作用: F(3,39)=.60, p=.61, n.s., 偏 η ^2=.04).

また、操作オブジェクトを正しく特定できた試行のみをとりだし、操作者と観察者とでの平均特定時間の違いに着目した。図5にそのグラフを示す。

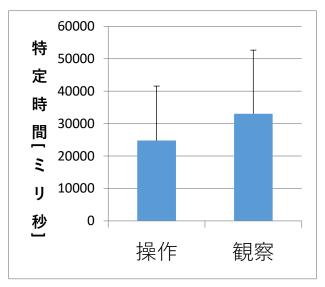


図5 正解時のみの特定時間

t 検定の結果, 有意差は認められなかった(t(12)=1.07, p=.30, r=.30).

3.5. 考察

本実験は、操作者の方が観察者よりも特定時間が短く、さらに観察者は自己帰属感が生じないために特定ができない(体験の対称性が認められる)という仮説のもとで行った。しかしながら、正解率および特定時間において操作と観察の条件の間に差が見られなかった。特定時間において差が見られなかった原因の一つに、特定時間の分散の大きさが挙げられる。本実験ではオブジェクト数 4 の試行を最初に行ったが、その際の分散が最も大きく、操作オブジェクトの特定に極端に時間がかかってしまう場合が発生していた。

また、実験 1 におけるアンケートでは、「自分が操作オブジェクトを操作している感覚はない」「他オブジェクトとの挙動の違いにより特定した」といった意見が散見された。このアンケートの結果から、操作による特定がなされていても、それが必ずしも自己帰属感の獲得を示してはいないことが明らかになった。さらに、操作者、観察者ともにオブジェクト数が増加しているのにもかかわらず特定時間が短くなっていく傾向が図 4 のグラフからみられるため、試行回数を重ねることによる「訓練効果」が、特定時間に対して影響を与えていることも考えられる。以上より、自己帰属感といった運動と知覚の連携ではなく、他オブジェクトとの挙動の差を観察するといった知覚的な要素のみで操作オブジェクトを特定していたと考えられる。したがって表示属性として「大きさ」に着目した本実験では、運動と知覚が連携することによる自己帰属感の醸成は認められなかった。

4. 実験 2

4.1. 概要

実験 1 では、マウスの移動操作によって変化する操作対象の大きさは「半径」という 1 つの変数にのみ規定されたものであった。実際にはマウスは2次元平面上で動かされることもあり、マウスの動きが1次元で表現される変数に写像されることにより、自己帰属感が損なわれた可能性が考えられた。そこで、実験2においては操作対象の図形を「四角」に変更し、マウス操作によって変化する大きさを「縦幅」と「横幅」の2 つの変数によって決まるものとした。このとき、実験1 に対して自己帰属感は高まるのかどうかについて検証する.

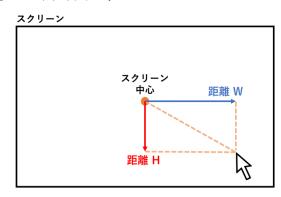
また, 試行回数による慣れの効果を検討するため, 実

験2では、表示されるオブジェクト数を一定として、複数回 の試行を行う実験とした.

4.2. 実験システムの制作

実験 1 と同様に、Processing 言語を用いて、マウスの動きに応じて操作オブジェクトの大きさが変化する 1 つの「操作オブジェクト」と、マウスの動きとは関係なくランダムに動く複数の「ダミーオブジェクト」が混在するスクリーンを表示するシステムを制作した。ただし、実験 1 とは異なり、操作オブジェクトを「四角」に変更し、マウス操作によって変化する大きさを「縦幅」と「横幅」の二つとした。スクリーン中心に基準点を設定し、マウスカーソルと基準点間の垂直方向の距離で「縦幅」、水平方向の距離で「横幅」を決定する仕組みとした。そのイメージ図を図 6 として示す。

図6上図はカーソル(非表示)の位置に基づき、表示特性である「大きさ」の値を取得の仕方を表しており、図6下図では、取得された値を用いて操作オブジェクト(四角形)の大きさを設定する様子を示している。スクリーン上のカーソル位置のX座標とY座標に応じて、表示される四角形の横と縦の長さが決まるものとした。これにより、実験1と比較して、マウスの動きと表示される四角形の大きさとの対応がとりやすくなると考えた。



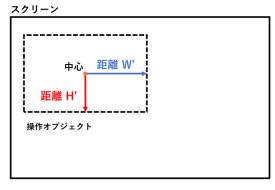


図 6 大きさの決定測(実験 2)

その他の仕様は実験 1 のシステムと同様とした. これら の条件を満たしたシステムを, 実験前のデモ用としてオブ ジェクト数2, 課題用にオブジェクト数16のものを作成した (図7).

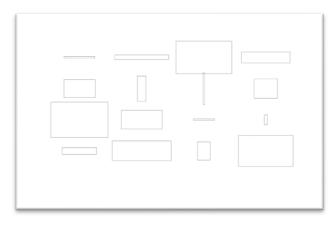


図7 大きさを用いたシステムの実際の画面(四角)

4.3. 方法

実験参加者: 大学生の男女12名が2人1組(全体で6組)で実験に参加した.

実験計画: 参加者の役割として「操作者」と「観察者」の 2 条件と,回数「1回目 / 2回目 / 3回目」を設けた2要因2 ×3水準参加者内計画で実験を行った.

材料:4.1 実験システムの制作で述べたシステムを利用した. 加えて, 画面上の全オブジェクト配置の模式図を載せた解答用紙と, アンケート用紙を作成した. アンケートは, 実験 1 と同様のものに設問を 1 つ追加し, マウスの動きと操作オブジェクトの動きにはどういった対応があるかを問う内容とした.

手続き: 実験 1 と同様に、ダミーオブジェクト中からマウスの動きと連動する「操作オブジェクト」をマウス操作によって特定するものである. 実験参加者 2 名は操作者と観察者の役割を交互に割り当てられ、実験に参加した. 操作者をデスクトップ PC モニタの前に着席させ、観察者を操作者のマウスと PC モニタが見えるように操作者の横に着席させた. 課題は、役割を変えずに3回連続で行った. 操作者および観察者は、操作オブジェクトを特定した時点で、それぞれに割り当てられたマウスをクリックした. 課題の開始からクリック操作がなされるまでの時間を「操作オブジェクト特定時間」として測定した. 3 回の試行が終了した後、参加者2名の役割を交替し、さらに同様の手続きを行った. 実験の終了後、操作オブジェクトの特定方法や操作感に関して問うアンケートを実施した.

4.4. 結果

分析は、データに不備があった1組目を除いた、2組目

から6組目の計5組分のデータで行った.

4.4.1. 正解率

この実験における正解率を図8として示す.

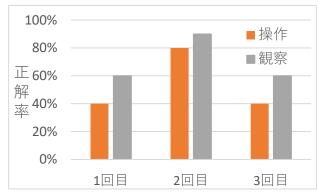


図8 セクションにおける正解率

前半に操作した時の正解率が最も高く(73.3%),後半に 操作した時の正解率が最も低い(40.0%)結果となった.

4.4.2. 特定時間の比較

特定時間について比較を行った. 結果のグラフを図 9 として示す.

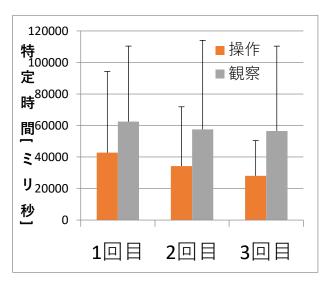


図9 平均特定時間(不正解込み)

特定時間に対し、2 要因分散分析を行ったが、各要因の主効果および交互作用はみられなかった(役割の主効果:F(1,9)=2.62, p=.13, n.s., 偏 η ^2=.22; 試行回数の主効果:F(2,18)=.49, p=.62, n.s., 偏 η ^2=.05; F 悪割と回数の交互作用:(2,18)=.07, p=.93, n.s., 偏 η ^2=.01). この結果を受け、試行回数を重ねることによる訓練効果

が表れないことが考えられたため、時系列を考慮に入れずに、各セクションの正解した場合の特定時間を平均化した。図 10 に結果を示す.

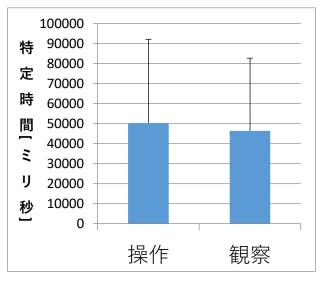


図 10 平均特定時間(正解のみ)

このデータに対し t 検定を行ったが, 有意差・有意傾向 はみられなかった(t(8)=.22, p=.80, r=.08). したがって, 操作者と観察者の間には特定時の差異がなかったといえ る.

4.5. 考察

本実験では、実験 1 で使用したシステムを改良し、より操作時の自己帰属感が高まることを狙った。実験 1 では、円形の操作オブジェクトを操作できる要素が「半径」のみであり、操作オブジェクトの中心からマウスカーソルまでの距離によりその直径を決定していたため、マウスをどの方向にどう動かすかという要素はあまり関係がなかった。本実験で使用したシステムでは、操作オブジェクトの操作要素を「縦幅」「横幅」の二つにすることで、より操作オブジェクトに対して直感的な動きができる(自己帰属感が生じる)ことを狙ったものであった。さらに、実験1で存在が疑われた「訓練効果による特定時間の短縮」を確認するため、課題のオブジェクト数を固定して繰り返し試行することとした。

しかし分析の結果、本実験では試行回数を重ねることによる訓練効果は希薄である可能性が示唆された.実験1の結果から、訓練効果によってオブジェクトの挙動に慣れ、試行回数が増えるごとに特定時間が短くなることが考えられていたが、本実験では全試行で同オブジェクト数であるにも関わらず、その傾向が見られなかった.その理由

としては、実験によって得られたデータの分散が大きいこ とがあげられる.参加者の中には、素早く7秒程度で特定 する者から、特定ができずに 180 秒ほどかけて解答する 者など、非常に広い範囲でデータが分散していた。このこ とから、この実験課題に対する参加者自身の得手不得手 が大きく影響していた可能性が考えられる. また別の理由 として、実験1同様に「操作すること」以上に特定の手掛か りとなる要因があった可能性がある. 実験 1 でも、操作オ ブジェクトとダミーオブジェクトの挙動の差を観察すること で特定がなされていた可能性が示唆されていたが、本実 験でも挙動の差に関して観察の余地があったためにこの ような結果が生じた可能性がある. したがって実験 1 と同 様に、自己帰属感による特定はなされておらず、操作でき る大きさを「縦幅」「横幅」の2つに増やしたとしても自己帰 属感の高まりは少なかったと考えられる. また, マウスによ るオブジェクト操作において、その「大きさ」のみを操作す る場合,操作オブジェクトに対して自己帰属感を得ること が難しい可能性がある。したがって表示属性「大きさ」のみ を操作することは、その操作方法がたとえ直感的であって も, ユーザが操作オブジェクトに対し自己帰属感を得るの には不向きであることが考えられる.

5. まとめ

本研究では、GUI 操作において操作対象の表示属性 が自己帰属感に与える影響について検討した. 検討に際 し、マウスの動きに対応する表示属性が「カーソルの動き」 以外の場合に操作対象に対して自己帰属感を得られるの かを検証するため、「操作対象のオブジェクトの大きさ」が 変化するシステムを用いて、当該オブジェクトを特定する 実験を行った.一連の実験によって,操作者には自己帰 属感が生じ、操作オブジェクトの発見が早く、観察者よりも 素早い特定ができると考えられた.しかし,得られた実験 結果について分析を行った結果、操作することによる特定 はなされていたが、操作者であっても、実際には操作オブ ジェクトとダミーオブジェクトの挙動差をよく観察することに よる特定がなされていた可能性が高いことが考えられた. さらに、操作オブジェクトの操作要素を実験1の「半径」の 一つから,実験2の「縦幅」「横幅」の二つに増やしたとし ても,操作者が操作オブジェクトに対し自己帰属感を覚え ることはなく、本実験においては操作オブジェクトに対す る自己帰属感そのものは希薄であることがわかった.

本実験では、操作オブジェクトの表示属性「大きさ」はユ ーザが操作オブジェクトに対し自己帰属感を得るのに不 向きであることが示唆される結果となったが、大きさ以外の 複数の表示属性を比較することや、参加者の能力を加味 した実験にするなどの変更を加えることで、今後のさらな る進展が期待される.

参考文献

- D.A. ノーマン 野島久雄(訳) (2015) "誰のためのデザイン?——認知科学者のデザイン原論[増補・改訂版]" 新曜社
- 博報堂 DY メディアパートナーズメディア研究所 メディア環境 研究所 (2019). メディア 定点調査 2019 http://mekanken.com/mediasurveys/>(最終閲覧: 2019年7月5日)
- 渡邊恵太・樋口文人・稲見昌彦・五十嵐健夫 (2013) "複数ダミーカーソル中における自分自身のカーソル特定",情報処理学会 インタラクション,2013 13NT004
- 渡邊恵太 (2015) "融けるデザイン――ハード×ソフト×ネット時代の新たな設計論――", ビー・エヌ・エヌ新社
- 渡邊恵太(2017) "自己帰属感とインタフェースデザイン", 基礎心理学研究, 2017 年, 第 36 巻, 1 号, pp117-118

内容親和性が階層的メニュー構造の認知地図形成に与える影響 Effect of Contents Familiarity on Cognitive Map of Hierarchical Menu Structure

石井 奏有[†],原田 悦子[‡] Kanau Ishii,Etsuko T. Harada

[†]筑波大学人間総合科学研究科, [‡]筑波大学人間系

{Graduate School of Comprehensive Human Sciences, Faculty of Human Sciences}, University of Tsukuba s1921353@s.tsukuba.ac.jp

概要

情報機器インタフェースにおける階層的メニュー構造の理解が、内容親和性、および年齢群によりどのように異なるかを明らかにするため、認知地図の形成・利用という観点から検討を行った。高齢者と若年者を対象に、メニュー構造が階層化された情報システムの操作後、機器操作手順を他者に説明する説明課題、メニューに関する認知地図形成の程度を明らかにするためのカード分類課題を実施した。課題成績、発話内容の分析をもとに、考察を行う。

キーワード: 階層構造(hierarchical structure), 認知的加齢 (cognitive aging)

1. はじめに

近年,情報技術の社会への浸透に伴い,日常生活にお ける ICT 機器の普及、多機能化が進んでおり、ユーザ インタフェースにおける情報提示の方法、とりわけ多 くの人にとって分かりやすいメニューの表示方法を用 いることの重要性が増している. 現行の情報機器では, 類似する機能・項目をカテゴリとしてまとめ、それを階 層化する、いわゆる階層的メニュー構造が多く用いら れるが、一部のユーザ、特に高齢者にとっては、こうし た階層構造に関する認知地図の形成および利用が困難 であることが報告されている (Ziefle & Bay, 2006). 一 方, 従来の階層的メニュー構造に関する研究では, 最適 な階層数の検討といった, 構造的観点から行われるも の (Miller, 1981) が中心であり、メニューが表示する 情報の意味属性がもつ特性、例えばユーザにとっての 親和性といった要素を含めて検討されることは少なか った.

そこで本研究では、階層的メニュー構造の理解を、認知地図の形成・利用という観点から捉え、メニュー内容の親和性、および年齢群がそれらに与える影響を明らかにすることを目的とし、実験を実施した。実験では、メニュー構造が階層化された情報システムを操作し、情報探索を行った後、1)機器操作手順を他者に説明する説明課題を実施し、さらに、2)メニューに関する認

知地図の形成を測定するため、メニューカテゴリ名を 対象としたカード分類課題を行った. 説明課題の発話、 カード分類課題の得点をもとに、当該システムの理解 がどのような知識として獲得されたかについて、検討 を行った.

2. 方法

参加者: 高齢者の参加者募集は, みんなの使いやすさラボの登録会員のうち, MMSE (Mini-Mental State Examination, Folstein, Folstein, & Mchugh, 1975) の得点が27点以上, 年齢は70歳以上, かつ, 運転経験があることを条件とし, 募集を行った. 若年者は, 大学生を対象に授業の一環としての募集を行った. その結果, 高齢者13名(男性6名, 女性7名, 76.23±4.21歳), 若年者12名(男性6名, 女性6名, 平均20.17±1.27歳)が本実験に参加した. 高齢者には謝礼として現金1500円が支払われた.

使用機器:参加者にとって,なじみのない情報を扱う情報機器として,ハイブリッド車運転席ディスプレイ(以下,内容親和性L機器),なじみのある情報を扱う機器としてレストランタッチパネル式メニュー(以下,内容親和性H機器)を参考に,各情報機器画面を Microsoft PowerPoint 2013 により作成した(図1). 両システムは構造上等価であり,メニューは3階層(上位カテゴリ,下位カテゴリ,情報部分),総ボタン数は13(情報部分間の循環的な移動を可能にする左右ボタン2を含む)であった.情報は文字,アイコン,写真,イラスト等で表示された.タッチパネルを利用し,ボタン押下で画面が遷移した.

実験課題:使用機器(内容親和性 L/H)のメニュー構造の学習段階として,画面操作により,問題文で指定された項目を発見する情報探索課題を各機器につき 5 問実施した. その後に,テスト課題として,次の 2 課題を実施した.

1) 説明課題:学習段階で操作した情報機器について,

X 1 1/1/11/02/11/02/					
	問題文	指定項目までの最短画面遷移			
内容親和性L	ここ最近でいちばん効率よく走行できた日はいつか, 調べてみましょう	トップ画面→(操作手順1)→エコ ジャッジ→(操作手順2)→燃費→ (操作手順3)→終了			
内容親和性H	魚介類が入っていないスープを 注文しましょう	トップ画面→(操作手順1)→ サイドメニュー→(操作手順2)→ 汁物(操作手順3)→終了			

表 1 説明課題問題文





図1 情報機器画面例(左:内容親和性L,右:内容親和性H)

指定項目発見のための操作手順を「隣に座った友人に」 説明する課題であり、「画面あり試行」と「画面なし試 行」の2つから構成された.参加者が説明を行う相手 による、言語・非言語的フィードバックの影響を避ける ため、説明相手として人形を用いた.また、説明を行っ たのは、情報探索課題5問のうち、問題4の1項目の みであった.

参加者全員によって、課題についての同程度の理解 がなされたことを担保するため、まず、画面操作を行い ながら参加者が説明をする「画面あり試行」を実施し た.「画面あり試行」において、実験者の介入なしで指 定項目発見ができた時点で、同一項目についての「画面 なし試行」に移行した.「画面なし試行」は1回で終了 した.

2) カード分類課題:各使用機器(内容親和性 L/H)の操作を伴わずに,操作時を想起しながら,メニュー構造内の上位カテゴリ,下位カテゴリ,情報部分を模した19枚のカードを分類する課題.内容親和性 L/H 機器それぞれにつき,1回行った(図2).課題開始前には実験者から「操作した機器を思い出しながら,カードのグループ分けをしてください」と教示され、参加者は机に置かれたホワイトボード上で自由にカードを移動させて分類を行った.

手続き 実験に関する概要説明と同意の手続き、発話 思考法の練習の後、情報探索課題を行った。その後、説 明課題を「画面あり試行」、「画面なし試行」の順に実施 した。どちらの試行も、参加者自身の終了宣言によって 課題が終了した。同一機器の情報探索課題、説明課題を 1 ブロックとし、使用機器の内容親和性の高低により 2 ブロック実施した. ブロックの実施順は参加者間でカウンターバランスをとった.

両使用機器についての説明課題が終了した後、参加者は説明課題を行った机から、ホワイトボードとカードが用意された別の机に移動し、カード分類課題を両使用機器について行った.課題は、参加者自身の終了宣言によって終了した.問題(内容親和性 L/H)の呈示順は情報探索課題と同一であった.課題終了後、実験実施者によって分類の意図等について簡単なインタビューがなされた.その後、画面内項目の再認課題(石井・原田、2019b)を行った後、課題に関する質問紙への回答を求め、実験が終了した.実験全体の所要時間は、若年者で1時間、高齢者で1時間半程度であった.

3. 結果と考察

本報告では、説明課題とカード分類課題の結果について、報告する.

分析対象者

高齢者のうち女性 1 名は、メニュー構造の学習段階である情報探索課題において、課題遂行時間が顕著に長かった(高齢者平均+2.69SD)ため、分析対象外としたしたがって、分析対象者は高齢者 12 名、若年者 12 名であった。

カード分類課題

参加者による分類結果(図2)の得点化のため、階層構造理解を反映すると考えられる、以下の4つの基準を設けた.

1) 各下位カテゴリが正しい上位カテゴリのもとに分類されている. 2) 各情報部分が正しい上位カテゴリのもとに分類されている. 3) 各情報部分が正しい下位カテゴリのもとに分類されている. 4) 2)と 3)がともに満たされている.

これら4つの得点化基準に基づき,内容親和性L/H 機器それぞれ 1 間に関し、32 点満点として得点化を行 った. この得点について、年齢群×内容親和性の2要 因混合分散分析を行った結果(図2),年齢群の主効果 $(F(1,22)=38.27, p<.01, \eta_p^2=.64)$, が有意であり、若年 者で、より得点が高いことが示された。また内容親和性 の主効果 $(F(1,22) = 72.57, p < .01, \eta_p^2 = .77)$ が有意であ り, 内容親和性が高い場合に, より得点が高いことが示 された. さらに, 内容親和性と年齢群の交互作用 (F(1, 22)=12.75,p<.01, η_p^2 =.37) が有意であり、単純主効果 検定の結果, 内容親和性 L 群における年齢群の単純主 効果 $(F(1,22) = 42.60, p < .01, \eta_p^2 = .66)$,内容親和性 H 群における年齢群の単純主効果 (F(1,22)=6.76, p<.05, $\eta_p^2 = .24$) が有意であった. また、高齢者における内容 親和性の単純主効果 ($F(1,11)=79.67, p<.01, \eta_p^2=.88$), 若年者における内容親和性の単純主効果 (F(1,11)= $11.31, p < .01, \eta_p^2 = .51$) が有意であった. 効果量に基づ く検討から,年齢群間の得点差は,内容親和性が低い際 に特に大きいことが示された.



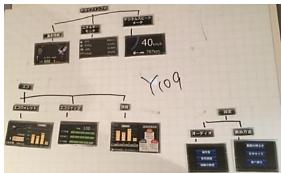


図2 カード分類課題実施前の様子(上)と 回答例(下)

以上より、学習段階で獲得されたメニュー構造についての認知地図は、年齢群及び内容親和性によって異なることが示された. 高齢者は、内容親和性が低い機器の操作によって、そのメニュー構造について、階層的に認知地図を形成することが特に困難である一方で、内容親和性が高い場合には、それほどの困難を示さないことも明らかになった.

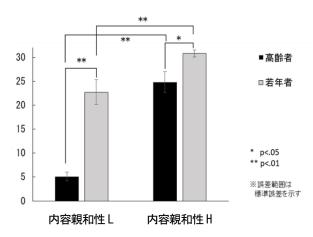


図2 カード分類課題の得点

説明課題

各機器に関する説明課題において,「画面なし試行」 の参加者の発話を分析対象とし,課題開始から課題終 了宣言までの参加者発話を書き起こした.

次に、説明課題における指定項目発見までの最短操作手順3つのうち、操作手順1と 操作手順2はメニュー構造の理解を特に要すると考えられたため、これら2つについての説明にあたる参加者発話を抽出した。

さらに、その発話内容について、説明の性質の差異に 基づき、以下の3タイプに分類した.

a) カテゴリ・項目間の包含関係に言及する説明(以下,カテゴリに基づく説明) b) 目的項目発見のために押下が必要なボタン名のみに言及する説明(以下,ボタン名に基づく説明) c) 左右ボタンを用いた操作のみに言及する説明(以下,左右ボタンに基づく説明)

なお,前述した各操作手順の発話抽出の際,その操作 手順に該当する説明が欠けていた参加者については 「言及なし」として分類した.したがって,最終的な分 類を4タイプとし,該当する説明を行った参加者の人 数をカウントした.説明タイプの分類は,心理学を専攻 する学部生2名(筆者を含む)で個別に行った.分類 の一致率は89.58%であり,2者間で分類が異なった場 合は話し合いを行った上で,最終的な分類を決定した.

表り	説明課題における各説明タ	イプの人数
1X Z	カルウル木を見していり る ロカウェン	コノツ八双

	_	操作手順1			操作手順2				
		カテゴリに 基づく説明	ボタンに 基づく説明	左右ボタンに 基づく説明	言及なし	カテゴリに 基づく説明	ボタンに 基づく説明	左右ボタンに 基づく説明	言及なし
高齢者	内容親和性L	2	6	0	4	1	6	4	1
(<i>n</i> =12)	内容親和性H	8	2	0	2	5	3	4	0
若年者	内容親和性L	8	4	0	0	7	5	0	0
(<i>n</i> =12)	内容親和性H	10	2	0	0	9	3	0	0

分類の結果 (表 2) について、年齢群別に直接確率法により検定を行ったところ、高齢者でのみ、操作手順 1 (p<.01) 、操作手順 2(p<.05) において有意な偏りが見られ、高齢者は内容親和性 L 条件において「カテゴリに基づく説明」が行われにくかったことが示唆された.

実際に各説明タイプに分類された参加者発話例を表 3-表6に示す.「カテゴリに基づく説明」の例(表3)では、「魚介類のスープってのがそ、たぶんメインメニューとかサイドメニューとかドリンクとか分かれてるからその中でどこに属するかなって考えて」(番号2)のように、指定項目である「スープ」と、カテゴリ名との階層関係を基にした説明が行われている. それ以降の操作2に関する説明(番号5)でも、「その中で、汁物っていうとこにたぶんスープは属してると思うから」のように、カテゴリと指定項目との包含関係に関する理解の上で説明がなされていることが窺える.

表3 説明課題「カテゴリに基づく説明」発話例 (若年者)

	発話	操作手順/説明タイプ
1	なんか、タッチパネル、なんか文字が出てる から、とりあえずそれを押したらそのゾーンに 行く感じの仕組みなのね、	
	だから、魚介類のスープってのがそ、たぶん メインメニューとかサイドメニューとか ドリンクとか分かれてるからその中でどこに属す るかなって考えて、 スープだったら、サイドメニューかなって	操作1 <i>/</i> カテゴリに基づく説明
3	思ったら, まずサイドメニューのボタン, ボタンってか文字を押せば,	
4	サイドメニューがでてくるから,	
5	その中で、汁物っていうとこにたぶんスープは属 してると思うから、汁物を押して	操作2/ カテゴリに基づく説明
6	その中で魚介類が入ってない、種類のスープ、例 えばコーンポタージュとかだったら	
7	それを押したら魚介類が入ってないスープが 注文できます。	

「ボタンに基づく説明」(表 4)では、「エコをタッチして、燃費っていうところをタッチしたかな?」(番号1,2)のように、指定項目にたどり着くためのボタン操作は正しく説明できている一方、カテゴリ間の包含関係・階層関係については言及がなく、発話内容のみから

では、それらの理解の有無が明らかではない.

表4 説明課題「ボタンに基づく説明」発話例 (高齢者)

	発話	操作手順/説明タイプ
1	エコをタッチして,	操作1/ ボタンに基づく説明
2	燃費っていうところをタッチしたかな?	操作2/ ボタンに基づく説明
3	そうすると、右の方に、エコランキングが あって、1、2、3と。	
4	上に1番書いてあって、左に2番書いてあって、 3番目が右側に書いてありましたからそれを見る とわかるもじゃないかな?	

「左右ボタンに基づく説明」(表 5) では、「このサラダをクリアするためには一番右の所をさらにタッチして、すると、最後にスープ類が出てくる」(番号 4,5) のように、情報部分間の循環的な画面遷移を可能にする左右ボタンを繰り返し押下し、指定項目を表示させるといった主旨の説明がなされている。この説明タイプも、「ボタンに基づく説明」と同様、階層関係についての理解の有無が明らかではない。

表 5 説明課題「左右ボタンに基づく説明」 発話例(高齢者)

	発話	操作手順/説明タイプ
1	えー、まず最初に、このタッチパネルの上の所に、メインとサイドメニューと、それからあの、	15 /61 /
2	それ以外のがあるね。 あの、スープだから、メインのところじゃなくし て、次のサイドメニューの所をタッチして、タッ チして、で出てくる。	操作1/ カテゴリに基づく説明
3	で、出てきた商品名見ると、最初はあのスープ じゃなくして、サラダとかそういうのが出てる。	
4	このサラダをクリアするためには一番右の所をさらにタッチして,	操作2/ 左右ボタンに基づく説
5	すると,最後にスープ類が出てくる。	明
6	そのスープにも魚介類の入っているスープと, 入っていないスープが,こう2種類あるね。	
7	このうちの、この入っていない、ポタージュの スープ、これをタッチすると、魚介類の入ってい ない、スープが注文できることになるんだよと。	
	わかった?	

さらに、「言及なし」(表 6) では、該当する操作手順についての言及がなく、必要操作の説明として不足していると考えられる.

表 6 説明課題「言及なし」発話例(高齢者)

	発話	操作手順/説明タイプ
1	えーとまずパネルの中の、燃費っていう欄がある んですね。	操作2/ ボタンに基づく説明
2	で燃費の欄を押すと、	ハメンに基づく説明
3	そこに月ごとに走れたデータやなんか、棒グラフで出てますから、その横の方にあの、日にちごとで、一番から三番までどれが一番効率よく走れたかっていうようなことが書いてありますから、	
4	それをみて、ま今回だと一応、こうなの、一という数字じゃなくて、その下の枠の中の数字を見ればわかります。これでいいのかしら。	

表 2 に示すように、高齢者では、内容親和性が低い場合、カテゴリ間の階層関係についての理解を示す説明が行われにくい、という特徴を示した(「カテゴリに基づく説明」は、操作1で2名、操作2で1名).

説明課題実施時は「指定項目発見のための操作説明」を求めたため、参加者がメニュー構造についての認知地図を階層的に形成していたにも関わらず、「より簡潔に、操作の手順に即して」説明を行い、押下すべきボタンのみに言及したことで、結果的にその発話内容が「ボタンに基づく説明」に分類された参加者がいる可能性等も排除できない。したがって、説明課題の発話内容のみから、「参加者がどのような知識をもとに説明を行ったのか」についての判断を行うことはできない。

しかしながら、カード分類課題の結果を合わせ含めると、異なる条件間の参加者において、説明の際に基礎とする知識が異なっており、その違いが説明課題の結果に反映されていると考えることが可能であろう。つまり、カード分類課題の結果に見られるように、階層的なメニュー構造についての認知地図の獲得の程度が低い高齢者の内容親和性 L 条件では、そうした知識を必要とする説明 (カテゴリに基づく説明) が行われにくかった可能性がある。

総合考察

本研究において、階層的メニュー構造を持つ情報機器の操作経験から得られる認知地図の様相を検討したところ、高齢者群では必ずしも階層構造を反映していた形での認知地図が獲得されていなかった。このことは、情報機器を操作する時点で階層構造を抽出、理解することが困難であった(石井・原田、2019a)ことと関係していると考えられる。

また、内容親和性の異なる 2 種の情報機器について 比較検討を行った結果から、階層構造で表示されてい る情報内容自体に関する知識の多寡により、階層構造 の獲得過程が異なる可能性が示された. つまり、メニュ ー構造内に含まれる個々の項目についての知識によって、階層構造の獲得が促進されたと考えられる. その既有知識は、各項目が持つ自然カテゴリについての情報を含むものの(例:スープは汁物の一種)、特定個別のインタフェースにおいて目的に応じて形成、呈示されているカテゴリ名や、それらの階層関係に関する情報は必ずしも含んでいない(例:汁物はサイドメニューの一つ:ピザはメインメニューなど).

すなわち、インタフェース上に構築された階層構造 獲得のためには、内容親和性の高低に関わらず、そうし た情報についての新たな学習が必要となっている。本 研究の実験材料において、内容親和性が高い場合には、 その学習がより流暢であったことは、システムの実利 用を通じて生じる人工物に内在する構造獲得の過程を 示唆する結果として、興味深い。

実際に用いられている情報機器では、ユーザが初めて触れる内容情報を扱うものも数多くある。そうした内容親和性の低い情報を含むメニューを階層的に構造化する際には、ユーザにとっての学習を容易とするような工夫が求められる。今後は、そうした機器においても、効率的な情報探索やメニュー構造理解を可能にするためのデザインについて、検討が必要であろう。

文献

- [1] Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Minimental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research, 12(3), 189-198.
- [2] 石井奏有・原田悦子 (2019a). 課題内容の親和性が階層構造理解に及ぼす影響:高齢-若年者比較 日本認知心理学会第17回大会(2019年5月,京都)
- [3] 石井奏有・原田悦子 (2019b). 内容親和性が階層的メニュー構造の利用と項目再認に与える影響 日本心理学会第83 回大会 (2019年9月, 茨木市)
- [4] Miller, D. P. (1981). The Depth/Breadth Trade off in Hierarchical Computer Menus. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, 25(1), 296-300.
- [5] Ziefle, M., & Bay, S. (2006). How to overcome disorientation in mobile phone menus: A comparison of two different types of navigation aids. Human-Computer Interaction, 21(4), 393-433.

参照情報を与えた場合の人の意思決定方法 Decision-making mechanism when given reference-information

川口 りほ[†],柳澤 大地[†],西成 活裕[†] Riho Kawaguchi, Daichi Yanagisawa, Katsuhiro Nishinari

†東京大学

The University of Tokyo riho-k@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

周囲の行動を予測する際、他人の選好に関する情報を得ようとする.集団の中で意思決定する場合、周囲の人の平均的な嗜好を表す情報を参考にすると考えられる.本研究では、このような曖昧で不確実な情報をもとに意思決定をする状況を再現するために新たなゲームを構築した.実際の参加者による実験を行い、その実験結果を合理的な意思決定モデルによる選択結果と比較することで、人の意思決定方法を分析し、好みの似通った集団の選択の特徴を明らかにした.

キーワード: 意思決定, ゲーム理論, マルチプレイヤーゲーム, 行動実験

1. 研究背景と目的

受験における志望校の選択、恋愛におけるパートナーの選択、運転時の経路の選択など日々の様々な意思決定の場面においては、自らの意思決定に周囲の人の行動が大きな影響を及ぼす.しかし、現実世界では、他人の選好や行動の情報が完全には与えられず、それらを予測しなければならない場合が多い.例えば、受験における偏差値の情報、恋愛における人気に関する噂、運転時における混雑情報など集団を相手にする場合、他の人の平均的な嗜好を表す情報を参考にすることが多い.本研究では、「全プレイヤーの選好順序の平均の情報を与えるゲーム」を構築し、集団の中で意思決定する場合に、参照情報がどのように影響を及ぼすかを明らかにすることを目標とする.

2. 方法

2.1. ゲームの導入

「全プレイヤーの選好順序の平均の情報を与えるゲーム」 として、One-sided Preference Game with Reference-Information (OSPG-R) というゲームを新しく構築した。OSPG-R ではN人のプレイヤーがN個の選択対象の中から、各々ひとつ選択をする.

具体的には、5人の男性の実験参加者が5人の女性(写真で提示される)の中からデートに誘う相手を一人選ぶという状況を用いて説明する(図1).ゲームの条件として、(1)各男性参加者には優先順位が与えられ、同じ女性が複数人の男性から選ばれた場合、優先順位が最も高い男性のみがデート可能となる。(2)各男性は女性に対して好み(選好順序)を持っているが、男性間でお互いの好みは共有していない。(3)ただし、男性全員の好みを平均した情報として女性の人気度の情報が与えられる。この情報は、全男性が知っている共有情報である。(3)の全体の好みの平均の情報の有無により参加者の意思決定は大きく変わり得る。

例えば、図1の男性wがどのような情報を用いて意思決定するか見てみよう。まず、wは男性陣の中では自分は2番目に優先順位が高いことがわかっている。そして、自分の一番の好みはAさんなのだが、自分よりも優先順位が高い男性もAさんを選んだ場合、勝ち目がないと推測し、その結果、より可能性が高そうなCさんを選ぶことがあり得る。

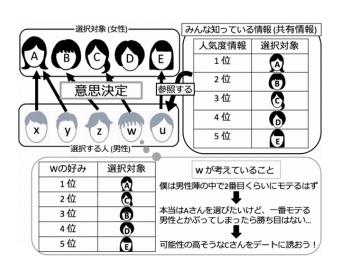


図1 ゲームの流れ

2.2. 実験

2.1. で述べた意思決定を探求するために,東京大学の男子学生30名を被験者として実験を行った. 選択対象として,特徴のない箱の図,顔写真,車の写真の3種類を用意した.参加者には選択対象ごとに選好順序を提出させた.全参加者の選好順序を回収し,ボルダ得点[1]が高い順に選択対象を並べたものを人気度とした.

好みの近さを、各参加者の選好順序を人気度の順序を隣接互換するために必要な最小数である Kemeny distance [2] とした. Kemeny distance が小さいことは好みが近いことを表す. 本研究では、好みの近い集団を対象としているため、Kemeny distance が 2 以下になるように 30 名の参加者を 5 人 1 組のグループに分けた.

選択対象は、図1と同じように5つ (A, B, C, D, E) あり、参加者はその5つの選択対象の中から一つ選択する。参加者は、各々のグループごとに提示された人気度情報と試行ごとに与えられた優先順位をもとに自分にとって最適な選択をするように指示した。グループごとに参加者の選択結果を集計した。

2.3. 合理的な意思決定モデル

実験によって得られた参加者の意思決定方法を分析するために比較となる意思決定モデルを構築した.

以下の 2 つの仮定を満たす意思決定による選択方法 Rational decision making of players who blindly accept reference information (RDMAR) を考える.

仮定1:プレイヤーは合理的である.

仮定 2: プレイヤーは他のプレイヤーの選好順序が 人気度の順序と同じであると思いこんでいる.

優先順位がi番目のプレイヤーが人気度j位の選択対象に対する選好順位を p_{ij} として,効用関数を $u_{ii}=n+1-p_{ii}$ と設定する.

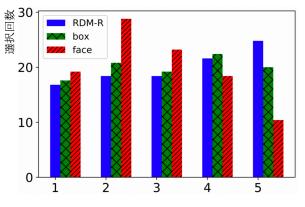
上記の仮定より、RDMAR による選択は $argmax u_{ij}$ 、 $j \in 1,2,\cdots,i-1$ となる。このモデルは従来の効用最大化を目標とする合理的な意思決定モデルを基本にしているが、他の人の選好順序が人気度と同じであると思い込んでいるという仮定を導入した。この仮定によって、選好が人気度と等しい

(N-1)人と対戦しているとみなすことができ、人間の認知能力の限界を加味した合理的な戦略を求めることができる.この意思決定モデルを使って選択シミュレーションを行った.

3. 結果

3.1. 実験結果と RDMAR による選択結果の 比較

実験におけるすべてのグループの選択結果とRDMARによる選択結果を集計したものが図2である。図2Aと図2Bより、参加者が選択行動をした実験結果及び意思決定モデルが選択行動をしたシミュレーションの両方に共通して、一番人気の選択対象(人気度が最も高い選択対象)が最も選択されるわけではないことがわかった。票が集中しそうな人気の高い対象を避けて、自分の能力(与えられた優先順位)を踏まえた妥協した選択を行うことがこの現象の原因であると考えられる.



選択対象 (人気度順)

図 2A 選択対象が選択された回数 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 緑: 選択対象が箱の場合の実験結果, 赤: 選択対象が顔写真の場合の実験結果)

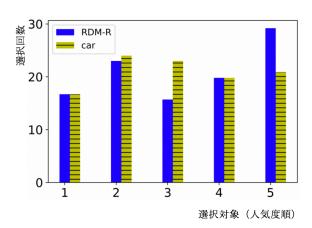


図 2B 選択対象が選択された回数 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 黄: 選択対象が箱の場合の実験結果)

3.2. 実験結果と RDMAR による選択結果の 乖離の定義

図 2 からわかるように、参加者による実験結果は意思決定モデル RDMAR による選択結果から乖離している部分が存在する. ここでは、RDMAR からの乖離を定義することで、実験結果と RDMAR による選択結果の詳細な比較を行う.

以下のように、参加者の選択を 3 つの言葉で定義する.

- (1) RDMAR
- (2) Risk
- (3) Safe
- (1) の RDMAR とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択と同じであることを表す.
- (2) の Risk とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択よりも被験者にとって選好順序の高い選択であることを表す.
- (3) の Safe とは、参加者の選択が意思決定モデル RDMAR による選択よりも被験者にとって選好順序の 低い選択であることを表す.

図 1 の男性 w の例を用いて具体的に説明する. 男性 w の選好順序は表 1 の通りだった. 意思決定モデル RDMAR に男性 w の選好順序を与え, OSPG-R をプレイ させる選択シミュレーションを行ったところ, 選択結果が C であった場合を考える. 男性 w が 2.2. の実験に参加して, C を選択した場合, 意思決定モデル RDMAR と同じ選択をしているので, 男性 w の選択は, RDMAR

であったと言える. 男性 \mathbf{w} が \mathbf{A} を選択した場合, 意思 決定モデル \mathbf{RDMAR} が選択した \mathbf{C} よりも, 自分にとっ て選好順序が高い選択対象に挑戦しているので, 男性 \mathbf{w} の選択は、 \mathbf{Risk} であったと言える.

表1 男性wの選好順序

選好順序	選択対象
1位	А
2位	С
3位	В
4位	D
5位	E

3.3. 実験結果と RDMAR による選択結果の 乖離

図3は選択対象ごとに被験者がRDMAR、Risk、Safe の選択をする割合を表している. 選択対象が箱と車の場合は80%以上の選択がRDMARであるが,選択対象が女性の場合はRDMARから大きく乖離して、Riskを取る割合が高い. これは,選択対象が顔の場合は選択対象間の効用の差が均等ではないこと、つまり,順位と効用が線形の関係ではないことに加え,選択対象の効用がマイナスとなるものを含む可能性があることが予想される. 選択対象間の効用の差に一部開きがあることで、獲得できる可能性が高く,選好順序の低い選択対象を獲得するより、リスクをとってでも効用の高い選択対象を獲得しようとする心理が働き,リスクを取りやすくなると考えられる.

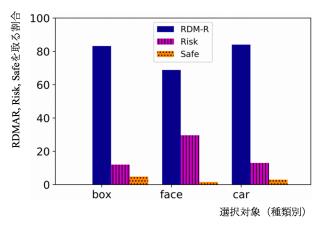


図3 選択対象に RDMAR, Risk, Safe を取る割合

図4は、優先順位ごとの参加者がRiskを取る割合を表している。図4はいずれの選択対象においても、優先順位の低い参加者ほどRiskを取りやすいことを示している。優先順位が高い被験者は、人気度情報に関係なくほとんどすべての選択対象を獲得でき、参加者は自身の効用最大化のみを考えればよかった一方、優先順位が低い場合は獲得できうる選択対象が効用の低いものに限られてしまい、リスクを取りやすくなると考えられる。

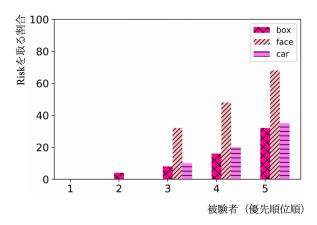


図4 優先順位ごとに Risk を取る割合

図 5 は,優先順位ごとの参加者が Safe を取る割合を表している. Safe の場合は図 4 と同じ傾向は見られない.

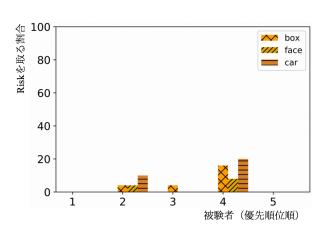


図5 優先順位ごとに Safe を取る割合

以上の結果をまとめると、参加者の優先順位が高い場合は参加者の選択結果は意思決定モデルによる選択結果と制度良く一致するが、優先順位が低くなればなるほど、意思決定モデルからの乖離が大きくなり、Riskを取りやすくなることがわかった。さらに、選択対象が箱や車の場合と比較すると、選択結果が顔の場合の

方が意思決定モデルの選択結果から乖離しやすく, リスクを取る参加者が増加することがわかった.

3.4. 獲得率と満足度

3.3節までは被験者の意思決定方法に注目したが、この節ではゲームの結果、つまり、参加者が獲得した選択対象に焦点を当てる. 図6及び図7は、選択した選択対象を獲得できた参加者の割合(獲得率)を表している. 図6からわかるように、意思決定モデルRDMARによる選択の場合は、参加者の優先順位が低い場合も高い獲得率が実現される. 一方で、参加者が選択した実験結果を見ると、優先順位が低いほど、獲得率は大きく減少している. また、箱や車の場合に比べると、選択対象が顔の場合は優先順位が低いほど獲得率が著しく下がることが分かる. これは、顔の場合はRiskを取るような選択が多いためであると考えられる.

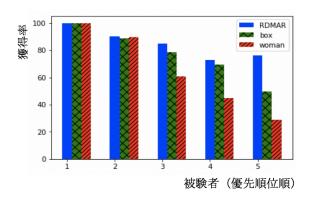


図 6 優先順位ごとの獲得率 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 緑:選択 対象が箱の場合の実験結果, 赤:選択対象が顔写真の 場合の実験結果)

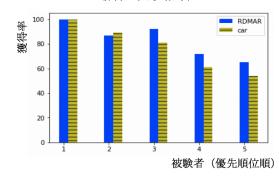
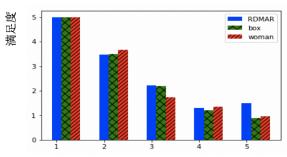


図7 優先順位ごとの獲得率 (青: 意思決定モデル RDMAR による選択シミュレーション結果, 黄: 選択 対象が箱の場合の実験結果)



被験者(優先順位順)

図8 優先順位ごとの満足度(青:意思決定モデル RDMARによる選択シミュレーション結果, 緑:選択 対象が箱の場合の実験結果, 赤:選択対象が顔写真の 場合の実験結果)

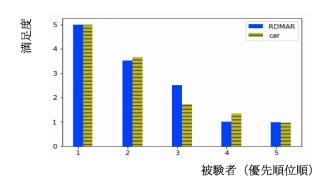


図9 優先順位ごとの満足度(青:意思決定モデル RDMARによる選択シミュレーション結果, 黄:選択 対象が箱の場合の実験結果)

図8及び図9は、選択した選択対象を獲得できた場合に得られる効用を参加者全員で平均したもの(満足度)を表している。効用については、2.3.の仮定2で仮定した効用関数を使用した。図8及び図9より、優先順位が低い場合も参加者による実験結果は、意思決定モデルRDMARによる選択結果から大きくは乖離しないことがわかる。特に、優先順位が4位と5位の場合に注目すると、RDMARによる選択結果と実験結果の乖離は、獲得率に比べ、満足度の方が小さいことがわかる。これは、優先順位が低い場合Riskを取る頻度が増えることで、獲得できる可能性が低下する一方で、獲得に成功した場合は、選好順序が参加者にとって高いものであるため、効用を平均すると満足度が高くなるためであると考えられる。

4. 結論

本研究では、ある程度好みの傾向はあるものの個人によって好みが異なる集団において、人気度という他の選択者の好みの傾向が既知の状況下で行われる意思決定過程を実験及び意思決定モデルの比較によって検討した.

このような集団において、最も人気である選択対象 が最も多く選択されるわけではないことがわかった。 最も魅力的な選択対象は競争率が高そうだからと諦め て、ある程度魅力的なものを選択しようとすると予想 される.

実験では選択対象として,特徴のない箱,好みが大きく関わる異性の顔,車を用いた.

対象が顔の場合は、実験結果と RDMAR の結果が大きく乖離した.これは、モデルは線形な効用関数を仮定している一方で、実験では参加者の選択対象間の効用の差が均等ではないことが原因であると考えられる

また,優先順位が低い場合は Risk を取りやすいことがわかった.これは,優先順位が低いほど、獲得出来得る対象が効用の低いものに限られてしまうため,獲得できる可能性が低くても効用が高い対象を選択するからであると考えられる.

付録

本研究は、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17D4 の支援援、及び JSPS 科研費 JP15K17583 の助成を受けたものです。

本研究の実験は、東京大学の研究倫理委員会によって承認されたものです。(審査番号 No. 17-158)

参考文献

- [1] de Borda J. C., (1781) "Mémoire sur les élections au scrutin.".
- [2] Kemeny, J. G., & Snell, L. J., (1962) "Preference ranking: an axiomatic approach", Mathematical models in the social sciences, pp. 9-23.

身体化した偽の手の運動観察に伴う脳活動の変化: 遅延視覚フィードバックの影響

Brain activations during the observation of illusory embodied fake hand movement: An EEG study

渋谷 賢¹, 畝中 智志², 座間 拓郎³, 嶋田 総太郎³, 大木 紫¹ Satoshi Shibuya, Satoshi Unenaka, Takuro Zama, Sotaro Shimada, Yukari Ohki

> ¹杏林大学・医, ²北翔大学・生涯スポーツ, ³明治大学・理工 Kyorin University, Hokusyo University, Meiji University shibuyas@ks.kyorin.ac.jp

要旨

我々は、ラバーハンド錯覚誘発中の偽の手の運動観察が、感覚運動野を活性化する現象を発見した。本研究は、脳波独立成分クラスタリングにより、この現象の妥当性をさらに検討した。錯覚は、運動観察時の感覚運動野活性を高めたのに対し、後頭葉の活性化には影響を与えなかった。頭頂葉の活動は、逆に錯覚が無い場合により活性化した。本結果は、感覚運動野と頭頂葉の活性化が自己と他者の身体運動認知と関連する可能性を示唆する。

キーワード:身体所有感,ラバーハンド錯覚,脳波,運動観察,事象関連脱同,独立成分分析

研究目的

"この身体が私のものである"という身体所有感は, 自己認識の基本要素の一つと言える. 身体錯覚の一つ であるラバーハンド錯覚 (RHI)[1] は, 我々の直感に反 して身体所有感が自己以外の対象物に投射可能ことを 示す. RHI は、被験者の眼前に置いた人工手(視覚) と視覚遮断した本人の手(触覚)を同時に刺激すると、 人工手を自らの手のように感じる錯覚であり、非同期 な視触覚刺激では誘発しない. 最近, 著者らは RHI に よって身体所有感が投射された他者(モデル)の手の 運動を観察している際の観察者の脳波を計測し、主に C3, C4 電極で記録される感覚運動野由来のμ波 (8~13 Hz) がモデルの手を自己に帰属した場合により強く, 持続的に抑制される現象を報告した[2]. しかし、電極 レベルで観察されるμ波は、注意量を反映しやすい後 頭葉由来のα波 (8~13 Hz) の影響を受けやすいことが 指摘されている[3]. 本研究は、視触覚刺激のタイミン グを遅延視覚フィードバックにより系統的に操作する と伴に、脳波の独立成分分析(ICA)クラスタリング を用いて、身体所有感を投射したモデルの手の運動観 察に伴う感覚運動野と後頭葉の活動の独立性・依存性 を検証した.

方法

健常被験者 33 名(女性 25 名)が実験に参加した.被験者の眼前にモニターが上向きに置かれ,左手が視覚遮断された.被験者の左側に座った実験者の一人(モデル)は,被験者の左手の隣に右手を置いた(Fig. 1).モデルの手のビデオ映像(左右反転)がモニターに表示され,遅延装置によって映像には80ms,280ms,480msのいずれかの視覚遅延が挿入された(3条件).RHI誘発のため,実験者は被験者とモデルの手をブラシで16~32 秒間同時に撫でた(錯覚誘発期).錯覚誘発期の後,実験者は刺激を止め,その直後にモデルは右手の開閉動作を1回行った(運動観察期).同一条件下で錯覚誘発期と運動観察期のペアが20試行繰り返され(1ブロック),各条件は2ブロックずつ実施された(計40試行).

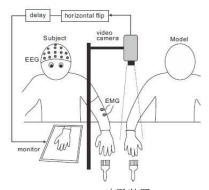


Fig.1 実験装置

RHI の指標として、被験者は各ブロック前後に固有感覚に基づく左手の位置判断(固有感覚ドリフト)と、モデルの手に対する身体所有感の主観的評定(7件法)を実施した、被験者の脳活動は、32chの脳波計により計測された(Eego Sports, ANT-Neuro). EEGLABにより、前処理した脳波データに独立成分分析(ICA)が適用され、各被験者 30 個の独立成分が得られた(計990個)、次に、各独立成分の等価電流双極子(ダイポ

ール)の位置が推定され、その残差分散から最終的に523個の独立成分がICAクラスタリングに適用された. 生成されたクラスタのうち、全被験者の75%以上(n>25)がそのクラスタに寄与し、かつスペクトラムで10Hz前後にピークを有するクラスタを標的とした. 各標的クラスタの事象関連スペクトラム摂動(ERSP)が条件間で比較検討された.

結果

RHI の主観的評定(Fig. 2左)と固有感覚ドリフト(Fig. 2右)のいずれも、遅延間隔の延長と伴に有意に減少した.

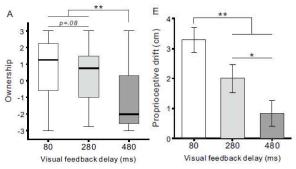


Fig.2 RHI の主観的評定(左) と固有感覚ドリフト(右)

ICA クラスタリングにより、6つの標的クラスタが同定された (Fig. 3). ダイポールの推定位置から、左感覚運動クラスタ (A)、右感覚運動クラスタ (B)、頭頂クラスタ (C)、後帯状クラスタ (D)、左後頭クラスタ (E) および右後頭クラスタ (F) と命名した.

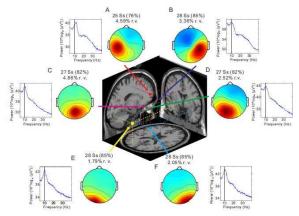


Fig.3 抽出されたクラスタ

右感覚運動クラスタの ERSP は、80ms 条件で強く、持続的な μ 波抑制を示した(Fig. 4). しかし、このような μ 波抑制は、280ms、480ms 条件で有意に小さくな

った. 左感覚運動クラスタ,後帯状クラスタ,左右後頭クラスタの ERSP では、 α 波抑制に条件差を認めなかった. これに対し、頭頂クラスタの ERSP では、480ms 条件の方が 80ms 条件と 280ms 条件よりも大きな α 波抑制を示した.

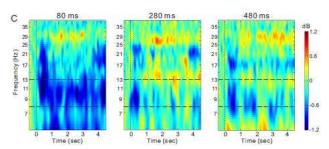


Fig.4 右感覚運動クラスタにおける各条件の ERSP

考察

モデルの手に対する身体所有感(RHI)が視覚フィ ードバックの遅延増大に伴って有意に低下した結果と, 右感覚運動クラスタの 80ms 条件で観察された持続的 かつ強力なμ波抑制が他の2条件では消失していた結 果から、身体化した偽の手の運動観察が感覚運動シス テムを活性化する可能性が支持された. その一方, 身 体所有感とμ波抑制の相違点も認められた. すなわち, 身体所有感の指標(主観的評定・固有感覚ドリフト) は280ms 条件から480ms 条件にかけて有意に低下した のに対し、μ波抑制はそれらの条件差を認めなかった. この結果は、運動観察に伴う感覚運動野の活性化と RHI の出現に要する視触覚刺激の時間差(時間窓)が 異なることを意味しているかもしれない. 後頭クラス タのα波抑制に条件差を認めなかった結果は、右感覚 運動クラスタにおける遅延依存の変調がモデルの手に 対する注意から生じた可能性を否定する. 右感覚運動 クラスタとは対照的に、頭頂クラスタの α 波抑制は 480ms 条件が他の 2 条件よりも大きい傾向を示した. 頭頂クラスタのダイポールの重心位置は、内側脳回の 楔前部であった. この楔前部は自他弁別に関与してい る可能性があり、自己帰属よりも他者帰属でより活性 化することが報告されている[4]. 本結果は、それらの 先行研究と基本的に一致する. まとめると, 本研究は, 身体化および非身体化したモデルの手の運動観察が、 感覚運動野と頭頂葉(楔前部)の活動を活性化するこ とを示唆した.

文献

- [1] Botvinick, M. & Cohen, J (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see", Nature, Vol. 391, p.756.
- [2] Shibuya, S., Unenaka, S., Zama, T., Shimada, S. & Ohki, Y (2018) "Spontaneous imitative movements induced by an illusory embodied fake hand", Neuropsychologia, Vol. 111, pp.77-84.
- [3] Hobson, H. M. & Bishop, D. V (2017) "The interpretation of mu suppression as an index of mirror neuron activity: past, present and future", R Soc Open Sci, Vol. 4: 160662.
- present and future", R Soc Open Sci, Vol. 4: 160662.

 [4] Ruby, P. & Decety, J (2001) "Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency", Nat Neurosci, Vol.4 (5), pp.546-550.

ロボットハンド錯覚における視覚フィードバックの 時空間的整合性の影響

The effect of distorted temporal-spatial visual feedback on Robot Hand Illusion

井岡 裕也[†],嶋田 総太郎[‡] Yuya Ioka, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院理工学研究科,[‡]明治大学理工学部 [†]Graduatea School of Science and Technology, Meiji University [‡]School of Science and Technology, Meiji University ce191004@meiji.ac.jp

概要

自己身体認識に関する錯覚に、視覚情報と運動情報 の統合によってロボットハンドに対して運動主体感お よび身体保持感を感じるロボットハンド錯覚がある. 本稿では、ロボットハンド錯覚において、遅延 (時間 的不整合) に加えて実際の手に対してバーチャルハン ドの指先の方向および手の平の向きを変化 (空間的不 整合) させたとき、錯覚がどのように生起するかを行 動実験によって調べた. 結果としては、遅延が 100ms のとき、被験者の右手とバーチャルハンドの指先の方 向および手の平の向きが一致している条件でのみ身体 保持感が生起した、また、遅延が300ms以下のとき、被 験者の右手とバーチャルハンドが空間的に整合してい る条件, 不整合の条件のどちらにおいても運動主体感 が生起した. これらのことから, 被験者の右手に対し てバーチャルハンドが時間的または空間的に不整合の とき身体保持感は生起しないことがわかった. また, 被験者の右手とバーチャルハンドの間に時間的整合性 があれば運動主体感が生起することがわかった.

キーワード:自己身体認識,運動主体感,身体保持感,ロボットハンド錯覚 (Robot hand illusion)

1. 研究背景

自己身体認識とは、ある身体部位が自分自身のものであると認識することである。ギャラガーによると、自己身体感は身体保持感 (Ownership) と運動主体感 (Agency) の 2 種類の感覚から構成される (Gallager, 2000; Tsakiris et al., 2007) . 身体保持感とは、「この身体は自分のものである」という感覚である。また、運動主体感とは、「この運動を引き起こしたのは自分である」という感覚である。我々は、自身の身体と他者の身体をこれらの感覚により区別することができる。しかし、身体保持感は自分自身の身体に対して生起するだけでなく、その他の物体に対しても生起することが報告されている。その一例が 「ロボットハンド錯覚 (robot hand illusion: RoHI)」である。

RoHI は身体保持感と運動主体感の双方に関係して

おり、視覚情報と運動情報の統合によってロボットハンドに対して自己身体感を生起する. Ismail らは、被験者の右手にデータグローブを装着し、データグローブと同期している被験者の手と同様の向きに設置されたCGのバーチャルハンドを操作させ、その映像を見せて映像に遅延を挿入するという実験を行った (Ismail & Shimada、2016). その結果としては、映像遅延が 490ms以下の場合には運動主体感が生起し、190ms以下の場合には運動主体感が生起し、190ms以下の場合には運動主体感が生起し、190ms以下の場合には運動主体感が生起し、190ms以下の場合には運動主体感に加えて身体保持感も生起することがわかった.

また、データグローブによってバーチャルハンドを 操作したRoHIの先行研究に、バーチャルハンドの指先 の方向を変化させたものもある (Salomon et al., 2015). この研究では、バーチャルハンドを3Dモニター上に映 し、被験者は3Dグラスを装着してバーチャルハンドを 観察した. 実験では、バーチャルハンドの向きを被験 者の手の向きに対して 0°,90°,180°,270°の4方向 に変化させて実験を行った. 結果としては、被験者の 手とバーチャルハンドの動きが一致している同期条件 において、バーチャルハンドが 0°,90° のときのよう に自己の身体として動作可能な向き (被験者がバーチ ャルハンドを観察している体勢から行える向き) に設 置されている条件より、180°、270°のときのように自 己の身体として動作不可能な向きに設置されている条 件のほうが身体保持感および運動主体感が減衰するこ とが示された.

本研究では、バーチャルハンドの指先の方向を被験者の手と同様の方向および 180° 逆の方向に変化させ、さらにバーチャルハンドの手の平の向きを被験者の手と同じ下向きおよび反対の上向きに変化させた場合(これらの指先の方向と手の平の向きの条件を体勢条件とする)に身体保持感および運動主体感がどのように変化するか、これに加えてバーチャルハンドと被験

者の手の動作間に遅延を入れた場合に、身体保持感および運動主体感が減衰するかどうかを調査した.

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者には 16 人の右利きの男女 (21.6 ± 1.1 歳, 平均 ± 標準偏差, 女性 6名) が参加した.全ての被験者が正常な視力 (眼鏡やコンタクトレンズによる矯正を含む) を持つ健常者であった.被験者には,実験前に実験に関する概要および安全性の説明を行い,研究参加同意書に署名してもらうことで参加意思を確認した.

2.2 実験機器

図 1 のようにテーブルに各機材を設置した. 被験者は衝立により自分の手を直接見えないようにした. 被験者の右手にセンサーグローブを装着し、開閉運動を計測した. センサーグローブは Arduino (Arduino Mega 2560 Rev3, ARDUINO) と曲げセンサー (RB-Flx-07, RobotShop) を用いて自作し、これにより CG のバーチャルハンドを操作させた. バーチャルハンドは Unity (Ver. 2018.3.1fl, Unity Technologies) を用いて作成し、その映像は被験者の正面に置かれた液晶モニタ (EV2450, EIZO) に表示した. 被験者は液晶モニタに表示されたバーチャルハンドの映像を観察した. Arduino や Unity 等のシステムにより生じる映像の内在遅延は約 100msであった.



図1 実験装置

2.3 実験環境

バーチャルハンドの映像に3種類の映像遅延(100ms, 300ms, 500ms. それぞれ内在遅延を含む)を挿入した. また,被験者の右手の位置および向きは図1の通りに固定したが,バーチャルハンドの向きおよび位置をUnity上で変化させ,図2のような4種類の体勢条件(Forward-Downward: FD, Forward-Upward: FU, Opposite-Downward: OD, Opposite-Upward: OU)を作成した. このとき, Forward はバーチャルハンドの指先の方向が被験者の右手と一致している条件であり,一方でOpposite はバーチャルハンドの指先の方向が被験者の右手に対し180°逆に回転している条件である. また, Downward はバーチャルハンドの手の平の向きが被験者の右手と一致している条件であり,一方でUpwardはバーチャルハンドの手の平の向きが逆になっている条件である.

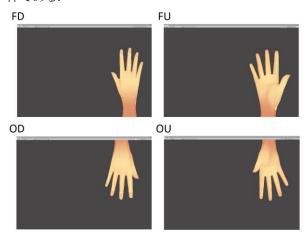


図2 バーチャルハンドの体勢条件

被験者には 30 秒間, 0.5Hz の開閉運動をしてもらった. その後, 主観評価アンケートに答えてもらった. アンケートは先行研究[1]で用いられたものを使い, これは身体保持感と運動主体感およびそのダミー項目の全16項目から構成される. 評価には7段階 (-3~+3) のライカートスケールを用いた.

被験者は、遅延3条件×指先の方向2条件×手の平の向き2条件の12条件を行い、1条件につき1試行ずつ行った. なお、体勢条件の順番と体勢条件内の遅延条件の順番は全被験者でランダムだった. なお、実験中は被験者に耳栓を装着してもらった.

3. 実験結果

3.1 身体保持感

図3に体勢条件毎の身体保持感における主観評価ア ンケートの平均スコアを示した. エラーバーは標準誤 差を表す. t 検定を行ったところ, FD-100 (FD 条件の 100ms 遅延) において有意に 0 より高いスコアが見ら れた (p < 0.01). また、FD 以外の 300ms 遅延条件と 500ms 遅延条件において有意に 0 より小さいスコア値 が見られた (FU-300, OD-300, FD-500, FU-500, OD-500, OU-500,p<0.001; OU-300,p<0.005). さらに, 条件間で の差を詳しく見るために、「指先の方向(Forward、 Opposite), 手の平の向き(Downward, Upward), 遅延 (100ms 遅延, 300ms 遅延, 500ms 遅延)] の対応のある三 要因分散分析を行ったところ、指先の方向の 2 条件間 において有意な主効果が見られた (F(1, 15) = 6.41, p < 0.05). また、遅延条件において有意な主効果が見られ た (F(2,30) = 37.2, p < 0.001). 下位検定の結果, FD 条件 では、すべての遅延条件間、FU条件では、100ms 遅延条 件と300ms遅延および500ms遅延それぞれとの条件間, OD 条件では、100ms 遅延条件と 300ms 遅延および 500ms 遅延それぞれとの条件間, OU 条件では、すべて の遅延条件間, さらには 100ms 遅延および 300ms 遅延 条件下における指先の方向の条件 (Forward-Opposite) 間において有意差が見られた (p<0.01, Tukey-Kramer's HSD).

3.2 運動主体感

図 4 に体勢条件毎の運動主体感における主観評価アンケートの平均スコアを示した. エラーバーは標準誤差を表す.t 検定を行ったところ,FD の 100ms 遅延および 300ms 遅延条件,FU の 100ms 遅延条件,OD の 100ms 遅延条件,OU の 100ms 遅延結よび 300ms 遅延条件において有意に0より大きいスコア値 が見られた (FD-100, FU-100, OD-100, OU-100, p < 0.001; FD-300, p < 0.05; OU-300, p < 0.005). さらに,条件間での差を詳しく見るために,[指先の方向(Forward, Opposite),手の平の向き(Downward, Upward),遅延(100ms遅延,300ms遅延,500ms遅延)]の対応のある三要因分散分析を行ったところ,遅延条件において主効果が見られた (F(2,30) = 22.5,p < 0.001). 下位検定の結果,FD条件では,100ms遅延条件と300ms遅延および500ms遅延それぞれの条件との間,FU条件では,100ms遅延条件と300ms遅延お

よび 500ms 遅延それぞれの条件との間, OD 条件では, 100ms 遅延条件と 300ms 遅延および 500ms 遅延それぞれの条件との間, OU 条件では, 100ms 遅延と 500ms 遅延条件間において有意差が見られた (p<0.01, Tukey-Kramer's HSD). また, OU 条件の 300ms 遅延と 500ms 遅延条件間においても有意差が見られた (p<0.05, Tukey-Kramer's HSD).

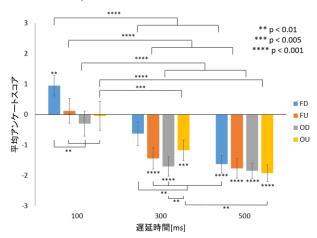


図3 身体保持感の主観的評価

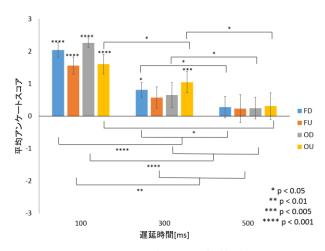


図4 運動主体感の主観的評価

4. 考察

4.1 身体保持感

FD 条件では、100ms 遅延時に有意な身体保持感のスコアを示し、300ms 遅延時および 500ms 遅延時のスコアよりも有意に高かった。すなわち、被験者の手の体勢とバーチャルハンドの体勢が一致している条件では、300ms 遅延条件および 500ms 遅延条件で身体保持感が生起しなかったことが言える。これらの結果は先行研

究 (Ismail & Shimada, 2016) の結果と一致する.

また、100ms 遅延において、FD条件の身体保持感のスコアのみが有意に 0 より大きい値であり、FD条件のスコアのほうがそれ以外の体勢条件のスコアよりも有意に高い値を示した.これは、先行研究 (Salomon et al., 2015) の結果において、バーチャルハンドの体勢が 0°(本実験での FD条件) のときの身体保持感のスコアのほうがバーチャルハンドの体勢が 180°(本実験での OD条件) の身体保持感のスコアよりも有意に高いことと一致する.

また、すべての体勢条件において 100ms 遅延のスコアのほうが 300ms 遅延および 500ms 遅延それぞれのスコアよりも有意に高い値を示した. さらに、FD 条件と OU 条件において、300ms 遅延のスコアの方が 500ms 遅延のスコアより有意に高かった. これらのことから、100ms 遅延では FD 条件でのみ身体保持感が生起するが、それ以外の体勢条件では生起せず、遅延時間の増加に伴って身体保持感が減衰することが示唆された.

また,300ms 遅延において,FD 条件の身体保持感のスコアは FU 条件および OD 条件よりも有意に高かった.したがって,バーチャルハンドの体勢や運動の時間的整合性等の視覚情報が実際の被験者の手の体勢や運動感覚と乖離すると、身体保持感は生起しないと考えられる.

4.2 運動主体感

100ms 遅延ではすべての体勢条件で有意に 0 より高い運動主体感のスコアが見られ、300ms 遅延では FD 条件と OU 条件においても有意に 0 より高かった。100ms 遅延のスコアとそれ以外の遅延条件のスコアを比べると、すべての体勢条件において、100ms 遅延のスコアの方がそれ以外の遅延条件より有意に高かった。また、300ms 遅延のスコアと 500ms 遅延のスコアを比べると、FD 条件と OD 条件、OU 条件において、300ms 遅延のスコアを比べると、これらの結果から、100ms 遅延と 300ms 遅延では運動主体感が生起するが、遅延の増加に伴って運動主体感が減弱し、500ms 遅延では生起しなかったことが言える。これらの結果は先行研究 (Ismail & Shimada、2016) とも一致する.

また、これらの結果で特筆すべきは、遅延条件では スコア結果に有意差が見られるものの、体勢条件間で は見られないことである. すなわち、実際の被験者の 手の体勢がバーチャルハンドの体勢と乖離していても 時間的整合性があれば運動主体感は生起することが考 えられる.

4.3 まとめ

本稿では、ロボットハンド錯覚において、遅延(時間的不整合)に加えて実際の手に対してバーチャルハンドの指先の方向および手の平の向きを変化(空間的不整合)させたとき、錯覚がどのように生起するかを行動実験によって調べた。その結果、バーチャルハンドの体勢や運動の時間的整合性等の視覚情報が実際の被験者の手の体勢や運動感覚と乖離すると、身体保持感は生起しないことが示唆された。また、運動主体感においては、実際の被験者の手の体勢がバーチャルハンドの体勢と乖離していても時間的整合性があれば運動主体感は生起することが示唆された。

文献

- [1] S. Gallagher, (2000) "Philosophical conceptions of the self: Implications for cognitive science" Trends in Cognitive Sciences, Vol. 4, No. 1, pp. 14-21.
- [2] M. Tsakiris, S. Schutz-Bosbach, S. Gallagher, (2007) "On agency and body-ownership: Phenomenological and neurocognitive reflections", Consciousness and Cognition, Vol. 16, No. 3, pp. 645-660.
- [3] M. Botvinick, J. Cohen, (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see", Nature, No.391, pp. 756-756
- [4] MR. Longo, F. Schuur, MP. Kammers, M. Tsakiris, P. Haggard, (2008) "What is embodiment? A psychometric approach", Cognition, No. 107, No. 3, pp. 978-998
- [5] M. Tsakiris, P. Haggard, (2005) "The rubber hand illusion revisited: Visuotactile integration and self-attribution", Journal of Experiment Psychology: Human Perception and Perform, Vol. 31, No.1, pp. 80-91
- [6] M. A. F. Ismail., S. Shimada, (2015) "Robot Hand Illusion under Delayed Visual Feedback: Relationship between the Senses of Ownership and Agency", PLoS PME, Vol. 11, No. 7: e0159619
- [7] R. Salomon, N. B. Fernandez, M. van Elk, N. Vachicouras, F. Sabatier, A. Tychinskaya, J. Llobera, O. Blanke, (2016) "Changing motor perception by sensorimotor conflicts and body ownership", Nature, Vol. 6, No. 25847

課題に対する捉え方の違いが身体運動に与える影響

Effects of subjective task criteria on objective task performance

畑野 圭佑[†],阪口 豊[†] Keisuke Hatano, Yutaka Sakaguchi

[†]電気通信大学 University of Electro-Communications k.hatano@uec.ac.jp

概要

運動者が課題内容を主観的にどのように捉えるか(主観的運動規範)が課題遂行中の身体運動に与える影響を明らかにするために「まるで○○であるかのように感じながら身体を動かす」という「仮想的身体知覚に基づく教示方法」の下で行った動作を光学式モーションキャプチャ装置により計測し、解析を行った。右上肢のリーチング課題において、「手先経路が直線になるように動かす」場合と「まるで自分の手が上から引かれているように感じながら動かす」場合における手先軌道、関節軌道、筋活動を解析したところ、2つの条件ではほぼ同様の手先直線性が得られた一方で、身体運動のキネマティクスやダイナミクスには違いが生じることが明らかになった。

キーワード:運動制御,主観的感覚,課題規範, OpenSim

はじめに

1.1. 運動者の主観と運動の関係

運動技能を獲得する状況や優れたパフォーマンスを発揮する必要がある状況において,運動者の主観的感覚は大きな役割を果たしている.運動者は,固有受容器等から得られた体性感覚情報に基づき身体の姿勢や動きを認識する一方(ボディ・イメージ),周囲の環境から得られた視覚・聴覚・触覚情報に基づいて自分と環境の関係性を認識し,それに基づいて身体の使い方を調整している.このように,随意運動において,身体の状態や使い方を内的に観察する認知的活動が果たす役割は大きい.

運動者の主観的感覚が運動学習に有効である例として、 身体の使い方や身体感覚を想起するイメージトレーニン グがある. 運動イメージ(motor imagery)を想起することが、 リハビリテーションやスポーツにおいて有効であるとい う研究報告は数多く存在する[1-3].

また、運動者の注意の働きと運動パフォーマンスの関連については、Wulf らによる外的焦点 (external focus:動作が及ぼす身体外部の環境に意識を向けること)と内的

焦点(internal focus:動作を行う身体そのものに注意を向けること)の研究で詳しく検討されている[4].彼女は,運動学習および運動パフォーマンスに関わる幾多の課題において,内的焦点に対する外的焦点の優位性を示した.このように,随意運動における主観的感覚の影響は実験的研究により明らかにされてきた.本研究では,筆者が「仮想的身体知覚」と名付けた感覚に着目し,この身体知覚に基づいて運動課題を実行することが運動パフォーマンスに与える影響を行動実験により明らかにする.

1.2. 仮想的身体知覚

スポーツやダンス、楽器演奏などの指導現場では、「ま るで○○であるかのように感じながら身体を動かしなさ い」という教示がなされることがある. 例えば, クラシッ クバレエのレッスンでは「まるで胸が天井からひもで吊 られているかのように感じながら立ちなさい」という指 導が行われる. このような指導の目的は身体を望ましい 状態にすることにあるはずであるが、その望ましい状態 を直接指示するのではなく, ひもで吊り下げられている という仮想的な状態を想像させることで結果的に姿勢を 望ましい状態に導こうとしている点が興味深い. このよ うな,身体の使い方を直接的に指示しない教示方法は,経 験的に、優れたパフォーマンスを実現するうえで効果的 であることが多く、様々な場面で用いられている。このよ うな指示を受けた運動者は、仮想的な状況を主観的にイ メージし、そのような状況で感じるであろう身体知覚を 実現する動きを行うと考えられる. 本研究は、このような 指示を「仮想的身体知覚に基づく教示」と呼び、このよう な指示が運動者の運動パフォーマンスに与える影響を実 験的に明らかにする. 具体的には、運動課題の規範を直接 的に指示する条件と, 仮想的身体知覚に基づく教示を与 える条件において、それぞれ身体運動をモーションキャ プチャにより測定し、それらの違いを分析した.

2. 実験方法

2.1. 被験者·装置

実験には、電気通信大学所属の20代の健常な成人男性5名が参加した。本実験は、電気通信大学の「ヒトを対象とする実験に関する倫理委員会」の承認を受けている。被験者の頚椎(C7)から手先(右手示指のPIP関節)にかけて右上肢計12箇所に反射マーカを取り付け、動作をモーションキャプチャ装置(OptiTrack, Primel36台)によって計測した(サンプリング周波数120 Hz)。

2.2. 実験課題と条件

課題の内容を図1に示す.被験者の課題は,椅子に座り水平に張られたひも上に印された始点(下側)から終点(上側)に到達することである.運動始点は,被験者が椅子に座りひざの上に軽く手を載せたときの示指の PIP 関節の位置に設定した.また,上側の紐は被験者の眼球と同じ高さに配置した.

実験条件として以下の3条件を設定し、それぞれ40試行の測定を行った.

[統制条件]: 特定の指示を与えない.

[直接的指示条件]:「手の動きがまっすぐで前後左右にぶれないようにしてください」という指示を与える.

[仮想的指示条件]:「まるで手を持たれて真上から引っ張られているかのように感じながら手を動かしてください」 という指示を与える.

2.3. OpenSim

本研究では、モーションキャプチャで得られた身体軌道データを、筋骨格動力学モデルの一つである OpenSim を用いて解析した[5]. OpenSim は、身体軌道データから逆運動学計算によって被験者の体格に合わせたスケーリングや関節角度の推定ができるほか、筋収縮モデルを用いた計算により筋活動量が推定できるオープンソフトウェアである。本実験では、このソフトウェアを用いて計算した関節角度と筋活動量についても条件間で比較を行った。今回の解析に用いたモデルは、胸骨と右腕からなる7関節 50 筋モデル(MoBL-ARMS Model)である[6].

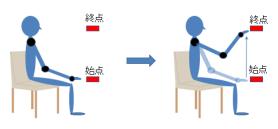


図 1 実験の様子

3. 実験結果

3.1. 手先軌道の直線性

まず、モーションキャプチャでの計測により得られた 各条件における手先の軌道の特性について分析した.

図 2 はそれぞれの被験者における 3 条件での手先軌道を(4 0試行のうち 2 1試行目から 3 0試行目までの 1 0試行について表したものである。図の x 軸は被験者の前後方向を表しx 軸正の向きが前方向を表す。また,y 軸は上下方向を表し,y 軸正の向きは上方向を表す。なお,この図ではx 軸方向の変化をわかりやすく示すために,x 軸方向を拡大して表示している。

手先軌道の直線性を比較するために、下式によって提示される評価関数を設定した.

$$F = \sum_{n=1}^{N} \frac{\sqrt{(x_o - x_n)^2 + (z_0 - z_n)^2}}{N}$$
 (1)

ここで、x は前後方向、z は左右方向の位置を表す。(x_0,z_0) は始点および終点の水平面内位置、(x_n,z_n)は時刻 n における手先の水平面内位置、N は計測時刻数である。この関数は、実際の軌道と始点・終点間の直線軌道との水平誤差を運動時間全体について平均したものであり、値が小さければより直線的であることを示す。

図3は、各条件40試行分の評価値Fの試行間平均を被験者ごとに示したものである。この結果より、統制条件に比べて直接的指示・仮想的指示条件において手先軌道がより直線的であることがわかる。このことは、仮想的指示条件では、手首を直線的に動かすことを明示的に指示していないにも関わらず、直接的指示と同様の手先の直線性をもたらすことを意味している。なお、評価値Fについて分散分析を行ったところ、条件間に有意な差があることが示された。

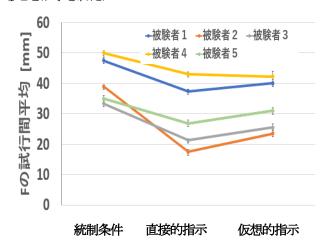


図 3 手先起動の直線性の比較

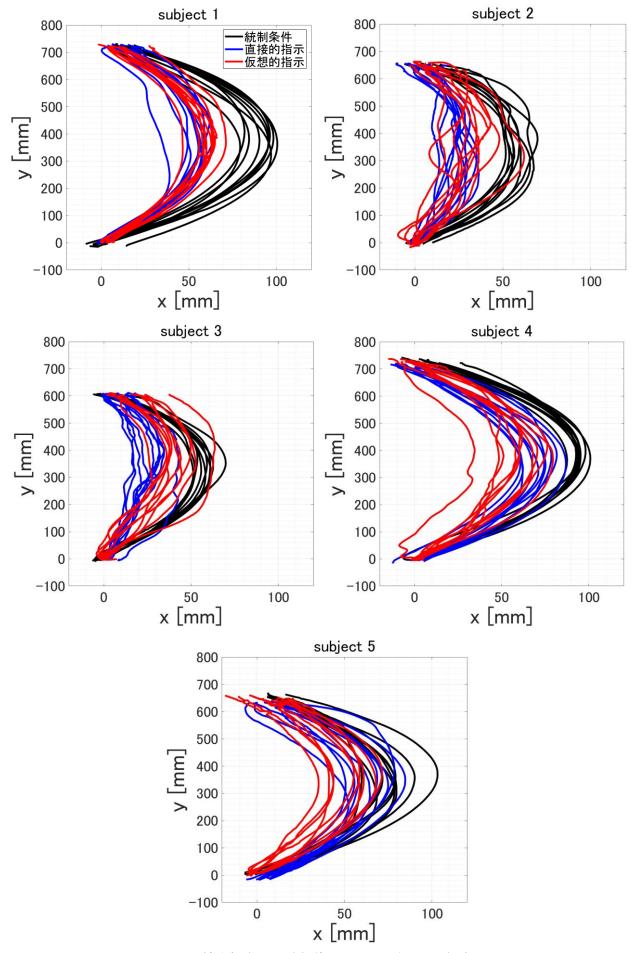


図 2 被験者ごとの手先軌道を水平面上に投影した軌跡

3.2. 上腕の使い方の違い

図4は、OpenSim の Inverse Kinematics ツールを用いて推定した、肩関節の外転角度の時間変化を表したもので、被験者3名について3条件それぞれ2試行分の結果を示している。縦軸の値が大きいほど肩関節が外転していることを示している。

また、図5は、手関節の屈曲伸展の方向の関節角度の時間変化を表したもので、被験者3名について各条件における2試行分のデータを示している. 関節角度が大きいほど手首が屈曲していることを示している.

これらの図より、仮想的指示条件では他の2条件と比較して、肩関節の外転が大きくなる(つまり、肘を横方向に上げる)傾向や、手首が屈曲する傾向が読み取れる.このことは、直接的指示、仮想的指示の2条件ではいずれも直線的な手先軌道が実現されている一方で、上肢関節の使い方が大きく異なることを示している.

3.3. 筋活動

図 6 は、OpenSim の Computed Muscle Control ツールを用いて推定した被験者 1 名の 1 試行分における三角筋の活動量の時間変化である[7].

この図より、統制条件、直接的指示条件と比較して仮想的指示条件では、三角筋(特に中部)の筋活動量が大きくなっていることがわかる。三角筋中部は肩の外転に関わる筋であることから、この結果は、仮想的指示条件において肩の外転が大きいことを反映した結果であると考えられる。

4. 考察

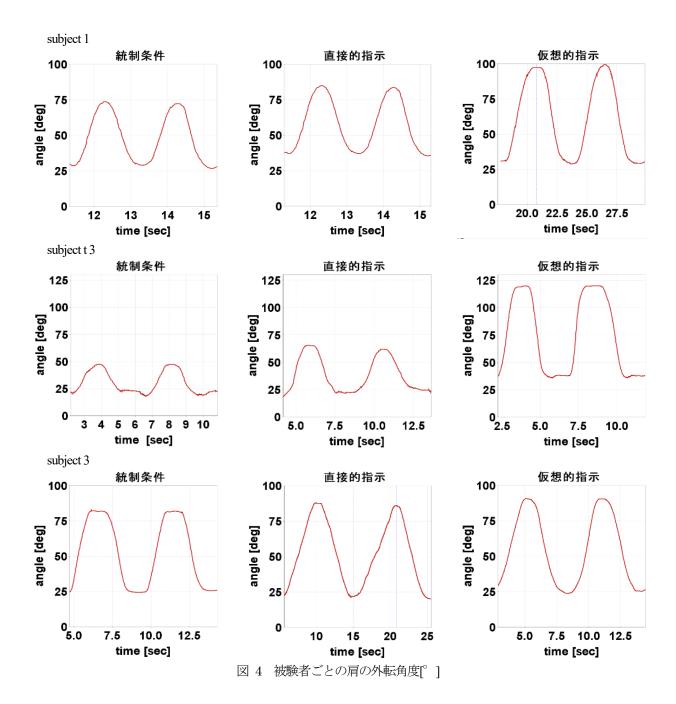
本実験の結果、上下方向の上肢到達運動において、仮想的指示条件では、直接的指示条件と同等の直線的な手先軌道が実現される一方、上肢運動のキネマティクスやダイナミクスに違いが生じることが明らかになった。このように、「手を上から引き上げられる」という仮想的身体知覚を感じながら到達運動を実行することにより、直接的に教示されなくても直線軌道が達成されたことから、仮想的身体知覚による教示の有効性を実験室内で検証することができた。また、上肢運動のキネマティクス・ダイナミクスを直接的指示条件と仮想的指示条件の比較した結果から、運動成績(手先軌道の直線性)は同様であっても、課題の主観的捉え方の違いによって課題を遂行する際の身体の使い方が異なることが明らかになった。今回の結果だけでは、直接的指示と仮想的指示のいずれの条件での身体の使い方が「望ましい」かは判断できないが、

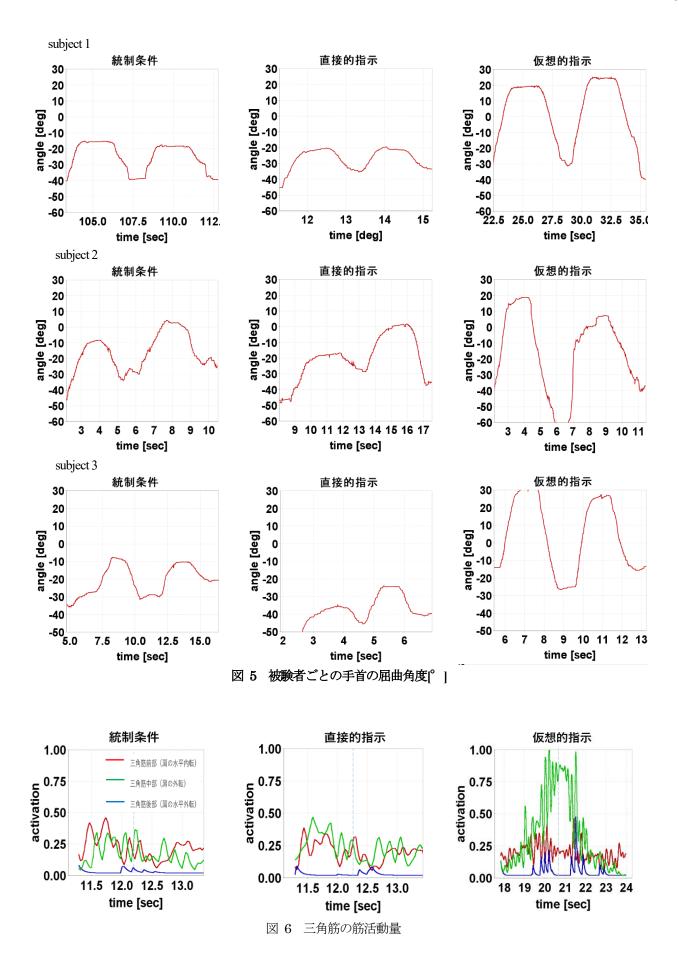
少なくとも,仮想的身体知覚による教示によって,直接的指示では達成できない身体の使い方を引き出すことができたといえる.特に,2つの条件のいずれにおいても被験者が手の動きに注意を向けていたにも関わらず,両者のあいだに大きな差が表れたのは(注意を向けた手ではなく)肩関節の使い方であったことは,教示の違いが,注意を向けた箇所に限定されない身体運動全体の違いをもたらしたことを示しており,重要な知見であるといえる.

本研究ではまた、筋骨格系モデルである OpenSim を用いたキネマティクス・ダイナミクス解析を行った.しかし、このモデルを用いた解析においては解の不安定から意味のある解析結果を得ることができないケースも多く、実験で得られたデータのうち多くに対しては十分な解析ができなかった.この問題の原因は、本研究で採用した上肢モデルの制約、また、シミュレーション時に設定した種々のパラメータの調整不足にあると考えられ、今後さらなる調整や検討が必要である.なお、課題遂行中の筋活動の違いについては、表面電極等を用いて筋電図を測定することにより、筋骨格モデルに頼らず直接的に検証することも可能である.今後の検討事項としたい.

文献

- Philip L. Jackson, Martin F. Lafleur, Francine Malouin, Carol Richards, Julien Doyon, (2001) "Potential Role of Mental Practice Using Motor Imagery in Neurologic Rehabilitation", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 82, No. 8, PP. 1133-1141
- [2] Ruth Dickstein, Ayelet Dunsky, Emanuel Marcovitz, (2004) "Motor imagery for gait rehabilitation in post-stroke hemiparesis", Physical Therapy, Vol. 84, No. 12, pp. 1167-1177.
- [3] Nobuaki Mizuguchi, Hiroki Nakata, Yusuke Uchida, Kazuyuki Kanosue, (2012) "Motor imagery and sport performance", The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, Vol. 1, No. 1, pp. 103-111.
- [4] Gabriele Wulf, (2013) "Attentional focus and motor learning: A review of 15 years", International Review of Sport and Exercise Psychology, Vol. 6, No. 1, pp. 77-104.
- [5] Scott L. Delp, Frank C. Anderson, Allison S. Arnold, Peter Loan, Ayman W. Habib, Chand T. John, Eran Guendelman, Darryl G. Thelen, (2007) "OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 54, No. 11, pp. 1940-1950.
- [6] Katherine R Saul, Xiao Hu, Craig M Goehler, Meghan E Vidt, Melissa Daly, Anca Velisar, Wendy M Murray, (2015) "Benchmarking of dynamic simulation predictions in two software platforms using an upper limb musculoskeletal model", Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Vol. 18, No. 13, pp. 1445-58.
- [7] Darryl G. Thelen, Frank C. Anderson, (2014) "Using computed muscle control to generate forward dynamic simulations of human walking from experimental data", Journal of Biomechanics, Vol. 39, No. 6, pp. 1107-1115.





緊張時における運動と休息によるパフォーマンス向上法の検討 Rising to maximum heart rate reduces choking

高埜 悠斗[†],日根 恭子[‡] Yuto Takano, Kyoko Hine

[†]東京電機大学情報環境学部,[‡]豊橋技術科学大学大学院知能・情報工学系 Tokyo Denki University, Toyohashi University of Technology 16JK156@ms.dendai.ac.jp

概要

アスリートは重要な試合で最も良いパフォーマンスを発揮したいと考えるだろう. 先行研究より, 中程度の緊張状態が最も良いパフォーマンスを発揮できることが示されている. しかし, 過度の緊張のため, 良いパフォーマンスが発揮できないことがある. そこで本研究では, 特別な練習を必要としない緊張緩和方法を検討した. その結果, 急激に運動をした後, 休息することで, パフォーマンスの低下を防げる可能性が示唆された.

1 はじめに

アスリートは、プレッシャーのかかる場面で競技を行わなければならない。そのような場面で、アスリートはしばしば緊張状態になり、パフォーマンスが低下することがある。そのため、緊張を緩和し、パフォーマンスの低下を防ぐ方法が検討されている。緊張状態を引き起こす要因の一つとして、不安が挙げられる[1]。そこで本研究では、不安を低減させる方法を考案し、プレッシャーによる緊張状態において、パフォーマンスの低下を防ぐかどうかを検証することを目的とする。

不安のようなネガティブな情動を感じているときは、交感神経が優位となり、心拍数が上昇するなどの身体変化が伴うことが知られている[2]. また、感情の生起には、身体変化とその評価が必要であることが示唆されている[3]. これらのことより、心拍数は情動が生起するための要因の一つと考えることができ、心拍数を変化させることで、情動を変化させることが可能であると考えられる. 本研究では、緊張時の心拍数を低下させるため、急激な運動とその後の休息に着目した. 急激な運動により最大心拍数まで上昇した後、休息をとることにより、心拍数を低下させることができると考えられる. そこで本研究では、緊張状態において、急激な運動とその後の休息を行うことにより、パフォーマンスの低下を防ぐことができるかを検討した.

2-1 実験参加者

大学生 24 名 (男性 19 名,女性 5 名,平均年齢 20.9 歳) が実験に参加した. すべての参加者は,ボーリングの経験があったが,プロではなかった.

2-2 実験場所

関東地方のボーリング場2か所であった.

2-3 実験方法

実験参加者は、運動有条件と運動無し条件にランダムに振り分けられた.すべての実験参加者は、緊張有条件と緊張無し条件を行い、実施順は実験参加者間でカウンターバランスがとられた.緊張有条件では、(1) ビデオ撮影(2) 競争(3) 賞金(4) プロによる評価に関する教示が与えられた[4].緊張無し条件では、これらの教示は与えられなかった.その後、[5]への回答が求められた.次に、運動有条件では、最大心拍数[6]に達するまでその場で駆け足が求められ、その後20秒休息した.運動無し条件では、1分間の休息が求められた.その後直ちにボーリングの投球が求められた.3フレームの投球が終了後、もう一つの条件が実施された.

3 結果

Stai-1 で、緊張有条件よりも緊張無し条件の方が状態不安の得点が高くなった 4 名の実験参加者のデータを除いた。また、実験の慣れを考慮し、2 回目に実施した条件のみスコアについて、緊張(あり、なし)と運動(あり、なし)を実験参加者間要因とした分散分析を行った。その結果、交互作用が有意であり、緊張有条件において運動有の方が運動無しよりも有意にスコアが高かった(F(1, 16)=5.04, pc.23).

2 実験

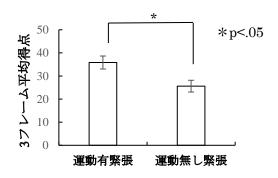


図1. 緊張あり条件の運動有と無しの 3フレームのボーリングの平均得点 (エラーバーは標準誤差)

また,条件ごとに,教示から投球までの最大心拍数 と最小心拍数の差を求めた.緊張(あり,なし)と運動(あり,なし)を実験参加者間要因とし,分散分析 を行ったところ,運動無し条件では緊張有条件

(14.8) の方が緊張無し条件 (4.9) よりも有意に高かった (F(1, 16)=10.97, px.01) 一方,運動有条件では,有意な差は見られなかった (F(1, 16)=0.94, p=.34).

4 考察

本研究の目的は、緊張状態において、急激な運動とその後の休息を行うことにより、パフォーマンスの低下を防ぐことができるかを検討することであった。ボーリングのスコアに関する分散分析より、緊張しているときには、急激な運動した後休息を行った方が、スコアが良いことが示唆された。また、心拍数の差について、運動有条件では、緊張有条件と緊張無し条件の間で有意な差がみられなかった。緊張しているときは心拍数が上がり、通常何もしないと心拍数は下がらない。しかし、急激な運動を行うことによりさらに心拍数が上がり、休息することで心拍数が下がる。この心拍数の低下が、緊張を緩和させ、ボーリングのスコアの低下を防いだと考えることができる。

従来の緊張緩和の研究では、特別なシステムが提案されているため、そのシステムがないと緊張を緩和することが難しく、誰でも気軽に利用することが難しかった[7]. 本研究では、特別なシステムを利用せず、また即効性があるため、スポーツにも適用できるといえる。本研究より、スポーツの試合の前に緊張しているときには、試合の前に運動をしてその後少し休息してから試合に出場したほうが、良い結果が得られるといえよう。

参考文献

- [1] Marchant, D., & Gibbs, P. (2004). Ethical considerations in treating borderline personality in sport: a case example. *The Sport Psychologist*, 18(3), 317-323.
- [2] Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Anxiety and autonomic flexibility: a cardiovascular approach. *Biological psychology*, 47(3), 243-263.
- [3] Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in cognitive sciences*, 17(11), 565-573.
- [4] 長谷川弓子・矢野円郁・小山 哲・猪俣公宏. (2011). プレッシャー下のゴルフパッティングパフォーマンス: 不安の強度とパッティング距離の影響. スポーツ心理 学研究, 38, 85-98.
- [5] 肥田野直・福原眞知子・岩脇三良・曽我祥子・ Spielberger, C. D.(2009) . 新版 STAI マニュアル, 実 務教育出版
- [6] Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology*, 37(1), 153-156. [7] 葛西響子, 山本景子, 倉本到, & 辻野嘉宏. (2014). コウテイカボチャ: 聴衆に肯定的な反応を重畳する発表時緊張感緩和手法. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), 2014(8), 1-8.

大学生の友人関係における攻撃的ユーモアの効用 The uses of aggressive humor for the relations with their friends in college students

宮代こずゑ[†],冨田茉林 Kozue Miyashiro, Marin Tomita

†宇都宮大学

Utsunomiya University miyashiro@cc.utsunomiya-u.ac.jp

概要

本研究では、他者とのコミュニケーションの中で攻撃的ユーモアがどのように使用されているのかについて、質問紙による検討を行った。結果より、攻撃的ユーモアはすべての使用動機において、親しくない友人よりも親しい友人に対してより多く使われること、攻撃的ユーモア使用頻度と友人得点尺度との相関の出方については、相手との関係性による違いは見られないこと、またその攻撃的ユーモアをポジティブな動機の下で用いている場合、より円滑な友人関係の構築と関連があることが示唆された。

キーワード:攻撃的ユーモア,友人関係,コミュニケーション

1. はじめに

ユーモアは、「おかしさ、おもしろさ」という心的現象を示すものとして定義することができる(上野、1992).

ユーモアに関連した研究は数多くあるが、上野(1992)では、そうしたユーモア現象を6つの理論に分類した。その中の1つである優越感情の理論ではユーモアと攻撃性の関連を指摘している。その一方で、ユーモアとストレス緩和についても言及しており、ユーモアが様々な側面を持つことを示している。

また、上野(1993)は、従来のユーモア研究において、ユーモア表出の動機づけが検討されていないことを指摘した。そこで、ユーモア表出に焦点を置き、第1に「遊戯的ユーモア」、第2に「攻撃的ユーモア」、第3に「支援的ユーモア」の3つのタイプのユーモアがあるとした。第1の「遊戯的ユーモア」は、は陽気な気分、雰囲気を醸し出し、自己や他者を楽しませることを動機づけとして表出される。だじゃれなどの言葉遊び、軽い冗談、ちょっとした日常の出来事など内容自体にはあまりメッセージ性のないものなどは、主に遊戯的ユーモアを生起させるユーモア刺激して利用されることが多い。このユーモアの喚起による効果としては、気分や雰囲気を明るくするため、気分転換の効

果が強い.

第2の「攻撃的ユーモア」は、他者攻撃を動機づけ として表出される。風刺、ブラックユーモア、皮肉、 過激な刺激、暴力的な刺激、嘲笑、などを含み、優越 感の獲得や攻撃によるカタルシスを得る効果があると されている。

第3の「支援的ユーモア」は、自己や他者を励まし、勇気づけ、許し、心を落ち着けさせることを動機づけとして表出される。支援的ユーモアにおいては主に、自己客観視によって自己を含む状況からユーモアを見出したり、自己洞察によって得た結論の表現をユーモア刺激として提示したりすることにより、状況や自己に対する統制感をより強く得させる方法が利用される。このような洞察体験や克服感や自己客観視が伴う場合、特に困難、失敗、災難等の状況において、絶望感や動揺によって主体性を失うことを防ぎ、平静さや落ち着きへのきっかけを与える効果をもつとされている。

我々は友人との会話の中でしばしばユーモアを交えた会話を行うが、その中には相手をからかうようなもの、上記でいうところの「攻撃的ユーモア」も存在する.「攻撃的ユーモア」は相手を攻撃したり、中傷したりするという点で、ネガティブなイメージとして捉えられがちである.しかし、「攻撃的ユーモア」であっても、対話者同士の心理的な結束が強くなるに従って、"自分はあなたをからかえるほど親しみを感じている"という間接的メッセージ (metamessage) を含むため、相手に心地よさを感じさせることが指摘されている (Norrick、1994).

また、塚脇・越・樋口・深田 (2009) はユーモアの表出される動機について検討した。この研究では、ユーモアが表出される動機を、他者の価値観、人間性、態度などを探るための動機である「関係構築動機」、他者への不満や苛立ちを伝達するための動機である「不満伝達動機」、他者との関係性を向上あるいは維持するための動機である「他者支援動機」、他者の自分に対す

る印象を操作するための動機である「印象操作動機」, 自己を支援や援助するための動機である「自己支援動 機」の6つに分類し検討を行っている. そして, たと え攻撃的な形態のユーモア刺激であったとしても,他 者や自己を支援するために表出されることを示した. このことから、コミュニケーション場面において「攻 撃的ユーモア」が表出される動機は多岐にわたること が示唆された. これらの動機について、塚脇・越・樋 口・深田(2009) は以下のように述べている。「支援的 な動機に基づくユーモア刺激の表出は精神的健康にポ ジティブな影響を与えるという知見から推察すると, 攻撃的な形態のユーモア刺激の表出であっても一概に 精神的健康にネガティブな影響を及ぼすのではなく, 動機によってはポジティブな影響を及ぼす可能性も考 えられる」。一方で、「不満伝達動機」による攻撃的ユ ーモアの機能については、「他者への不満や苛立ちによ って高まった攻撃性を、ユーモア表出によって相手に 伝達することで発散している」と論じており、他の動 機による攻撃的ユーモアとは区別されるべきものと考 えられる. 本研究では、ユーモア表出において攻撃性 を主としているものを、他者を傷つける可能性がある ものとして「ネガティブな攻撃的ユーモア」、それ以外 の動機によって表出される攻撃的ユーモアを「ポジテ ィブな攻撃的ユーモアと定義する.

攻撃的ユーモア」は、他者を攻撃したり中傷したりするネガティブな面だけが強調されがちであり、いじめやからかいとの関連も検討されているが、本研究では他者や自己を支援したり相手との関係性をより深めるために使用される攻撃的ユーモア(=ポジティブな攻撃的ユーモア)に着目する。ユーモアは日常生活で頻繁に観察される社会的行動であるにもかかわらず、「攻撃的ユーモア」だけに着目した研究は少ない。そこで、本研究では、大学生に焦点を当てて、特に「ポジティブな攻撃的ユーモア」がどのように他者とのコミュニケーションの中で利用されているのかについて研究することを目的とする。

2. 方法

2-1. 調査協力者

宇都宮大学生 192 名(男性 73 名,女性 119 名,平均年齢 19.48歳,SD=1.89)であった.

2-2. 実施手続きと倫理的配慮

大学の講義時間を利用して調査対象者に一斉に質問紙を配布し、その場で回収した. 質問紙記入には15~20分程度の時間を要した. その際、調査対象者に対して、回答は任意であること、回答を拒否したり中断したりできること、それによって不利益が生じないこと、個人が特定される形で公表や発表をしないことを紙面に明記した. また質問紙配布と同時に口頭で説明をした.

2-3.調查内容

- 2-3-1. フェイスシート: 所属, 年齢, 性別の記入を 求めた.
- 2-3-2. 対人関係におけるユーモアの使用状況:ユー モアの動機項目について塚脇(2011)によって開 発された尺度をもとに作成した. 攻撃的ユーモア, 自虐的ユーモア、遊戯的ユーモアの3類型のユー モアに対して、「相手と気が合うかをさぐるため」, 「自分の不満を伝えるため」などの動機について たずねた. 具体的には、攻撃的ユーモア表出につ いて(親和動機、印象操作動機、不満伝達動機、 他者支援動機,対人探索動機を含む33項目),自 虐的ユーモア表出について(印象操作動機、他者 支援動機,自己支援動機を含む35項目),(遊戯的 ユーモア表出について印象操作動機、対人探索動 機,他者支援動機,自己支援動機を含む35項目) を親しく感じている友人とあまり親しく感じてい ない友人とに分けてそれぞれ回答を求めた. また, 回答は「1. 全く用いない」から「4. よく用いる」 の4件法で求めた.
- 2-3-3. 友人関係尺度:岡田(1995)が作成した友人 関係尺度を使用し、「友達と一緒にいる時でも別々 のことをしていることが多い」、「一人の友達と特 別親しくするよりはグループで仲良くする」など の21項目について「1.全くあてはまらない」か ら「4.非常にあてはまる」の4件法で回答を求め た.

3. 結果と考察

3-1. 攻撃的ユーモアについて

3-1-1. 親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使 用頻度

友人関係尺度の和を算出し合成得点とした(反転項目は置換後に足し合わせている). また,親しく感

じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、攻撃的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得点とした。使用動機は、親和動機、印象操作動機、不満伝達動機、他者支援動機、対人探索動機の5つである。各得点の基礎統計量をTable 1として示す。

そのうえで、友人関係尺度と「親しく感じている 友人への攻撃的ユーモア使用頻度」との相関分析を 使用動機ごとに行った。

その結果、まず「親和動機」における攻撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた(r=.353、p<.001).このことから、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相手とより親しくなるための攻撃的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使うということが示された。また「他者支援動機」においても、攻撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた(r=.279、p<.001). すなわち、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相手を笑わせたり場を和ませたりするための攻撃的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使うということが示された。次に「対人探索動機」においても、攻撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた(r=.342、p<.001)ことから、友人関

係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相手の価値観、人間性、態度などを探るための攻撃的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使うということが示された。さらに「印象操作動機」においても友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた(r=.296、p<.001)。このことからは、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、自分の印象を良くするための攻撃的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使うということが示唆された。

一方で、ただ不満伝達動機においてのみは、友人 関係尺度得点との相関が見られなかった(r=.101、p=.165).

3-1-2. 親しく感じていない友人への攻撃的ユーモア 使用頻度

親しく感じていない友人における攻撃的ユーモア 使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、攻撃 的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得 点とした. 使用動機は、親和動機、印象操作動機、 不満伝達動機、他者支援動機、対人探索動機の5つ である. 各得点の基礎統計量を Table 2 として示す.

次に,友人との関係性が攻撃的ユーモア使用頻度 に及ぼす影響について検討を行う.

1abic 1. <u> 1. </u>	/人文 C C V		
		М	SD
	親和動機	25.65	6.72
切しいナリスもしての	印象操作動機	18.23	6.05
親しい友人に対しての 攻撃的ユーモア使用頻度	不満伝達動機	12.12	3.96
攻撃的ユーモノ使用頻度	他者支援動機	8.47	2.95
	対人探索動機	9.15	2.87
友人関係尺周	度得点	55.36	5.17

Table 1. 下位尺度ごとの基礎統計量,

Table 2. 下位尺度ごとの基礎統計量.

		М	SD
	親和動機	16.66	7.65
親しくない	印象操作動機	13.92	5.77
友人に対しての	不満伝達動機	10.14	4.33
攻撃的ユーモア使用頻度	他者支援動機	5.88	2.52
	対人探索動機	6.91	2.92
友人関係尺度	E 得点	55.36	5.17

まず,友人との関係性によって親和動機の攻撃的ユーモア使用頻度に違いがあるかどうかを検討するため, t検定を行った.独立変数は友人との関係性(親しい/親しくない),従属変数は親和動機における攻撃的ユーモア使用頻度である.その結果,関係性における差が有意 (t(191)=17.764, p<.001)であり,親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度のほうが平均値が高かった.

次に、友人との関係性によって印象操作動機の攻撃的ユーモア使用頻度を使い分けているかどうかを検討するため、t検定を行った。独立変数は友人との関係性(親しい/親しくない)、従属変数は印象操作動機における攻撃的ユーモア使用頻度である。その結果、関係性における差が有意 (t(191)=11.112、p<001)であり、親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度のほうが平均値が高かった。

友人との関係性によって、他者支援動機の攻撃的ユーモア使用頻度を使い分けているかどうかを検討するため、t検定を行った.独立変数は友人との関係性(親しい/親しくない)、従属変数は他者支援動機における攻撃的ユーモア使用頻度である.その結果、関係性における差が有意(t(191)=13.007,p<<.001)であり、親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度のほうが平均値が高かった.

また、友人との関係性によって対人探索動機の攻撃的ユーモア使用頻度を使い分けているかどうかを検討するため、t検定を行った。独立変数は友人との関係性(親しい/親しくない)、従属変数は対人探索動機における攻撃的ユーモア使用頻度である。その結果、関係性における差が有意(t(191)=11.458,p<.001)であり、親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度のほうが平均値が高かった。

さらに、友人との関係性によって不満伝達動機の 攻撃的ユーモア使用頻度を使い分けているかどうか を検討するため、t 検定を行った.独立変数は友人 との関係性(親しい/親しくない)、従属変数は不満 伝達動機における攻撃的ユーモア使用頻度である. その結果、関係性における差が有意 (t(191)=6.704, p<.001)であり、親しく感じている友人への攻撃的ユーモア使用頻度のほうが平均値が高かった.

これらの結果から、いずれの動機においても、攻撃性ユーモアを親しい友人へ向けてより多く使っていることが明らかとなった。このことから、大学生が友人との関係性(親しい/親しくない)によって、

攻撃性ユーモアの使用を調整しているこということ が示唆された.

それから、これらの「親しく感じていない友人への攻撃的ユーモア使用頻度」が友人関係尺度とどのように関連しているか調べるため、使用動機ごとの相関分析を行った.

その結果、まず「親和動機」における攻撃的ユー モア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相 関がみられた (r=.251, p<.001). このことから, 友 人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相 手とより親しくなるための攻撃的ユーモアを、親し く感じていない友人相手によりよく使うということ が示された. また「他者支援動機」においても, 攻 撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意 な正の相関がみられた (r=.223, p<.001). すなわち, 友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、 相手を笑わせたり場を和ませたりするための攻撃的 ユーモアを,親しく感じていない友人相手によりよ く使うということが示された. 次に「対人探索動機」 においても, 攻撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺 度得点との有意な正の相関がみられた (r=.230,p<.001) ことから、友人関係がより円滑な人は、そ うでない人と比べ、相手の価値観、人間性、態度な どを探るための攻撃的ユーモアを、親しく感じてい ない友人相手によりよく使うということが示された. さらに「印象操作動機」においても友人関係尺度得 点との有意な正の相関がみられた (r=.237, p<.001). このことからは、友人関係がより円滑な人は、そう でない人と比べ、自分の印象を良くするための攻撃 的ユーモアを、親しく感じていない友人相手により よく使うということが示唆された. 一方で, 不満伝 達動機においてのみは、友人関係尺度得点との相関 が見られなかった (r=.095, p=.189).

これらの結果は、親しい友人に対するもの(結果3-1-1)と同じ結果であった.

3-2. 自虐的ユーモアについて

3-2-1. 親しく感じている友人への自虐的ユーモア 使用頻度

次に、親しく感じている友人への自虐的ユーモア 使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、自虐 的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得 点とした.使用動機は、印象操作動機、他者支援動 機、自己支援動機の3つである。そのうえで、友人 関係尺度と「親しく感じている友人への自虐的ユー モア使用頻度」との相関分析をその使用動機ごとに 行った.

その結果、まず「印象操作動機」における自虐的 ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正 の相関がみられた (r=.448, p<.001). このことから は, 友人関係がより円滑な人は, そうでない人と比 べ、自分の印象を良くするための自虐的ユーモアを、 親しい友人相手によりよく使うということが示唆さ れた. また「他者支援動機」においても、自虐的ユ ーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の 相関がみられた (r=.411, p<.001). すなわち, 友人 関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相手 を笑わせたり場を和ませたりするための自虐的ユー モアを,親しい友人相手によりよく使うということ が示された. 次に「自己支援動機」においても、自 虐的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意 な正の相関がみられた (r=.345, p<.001). このこと から, 友人関係がより円滑な人は, そうでない人と 比べ、自己を励ましたり、元気づけたりするための 自虐的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使う ということが示された.

3-2-2. 親しく感じていない友人への自虐的ユーモア 使用頻度

次に、親しく感じていない友人への自虐的ユーモア使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、自虐的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得点とした。使用動機は、印象操作動機、他者支援動機、自己支援動機の3つである。そのうえで、友人関係尺度と「親しく感じていない友人への自虐的ユーモア使用頻度」との相関分析をその使用動機ごとに行った。

その結果,まず「印象操作動機」における自虐的 ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正 の相関がみられた(r=.355, p<.001). このことから は,友人関係がより円滑な人は,そうでない人と比 べ,自分の印象を良くするための自虐的ユーモアを,親しく感じていない友人相手によりよく使うという ことが示唆された。また「他者支援動機」において も,自虐的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点と の有意な正の相関がみられた(r=.344, p<.001). す なわち,友人関係がより円滑な人は,そうでない人 と比べ,相手を笑わせたり場を和ませたりするため

の自虐的ユーモアを、親しく感じていない友人相手によりよく使うということが示された.次に「自己支援動機」においても、自虐的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた (r=.200, p<.001).このことから、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、自己を励ましたり、元気づけたりするための自虐的ユーモアを、親しく感じていない友人相手によりよく使うということが示された.

3-3. 遊戯的ユーモアについて

3-3-1. 親しく感じている友人への遊戯的ユーモア 使用頻度

次に、親しく感じている友人への遊戯的ユーモア 使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、遊戯 的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得 点とした. 使用動機は、印象操作動機、対人探索動 機、他者支援動機、自己支援動機の4つである. そ のうえで、友人関係尺度と「親しく感じている友人 への遊戯的ユーモア使用頻度」との相関分析をその 使用動機ごとに行った..

その結果、まず「印象操作動機」における遊戯的 ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正 の相関がみられた (r=.328, p<.001). このことから は、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比 べ, 自分の印象を良くするための遊戯的ユーモアを, 親しい友人相手によりよく使うということが示唆さ れた. また「対人探索動機」においても、遊戯的ユ ーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の 相関がみられた (r=.525, p<.001) ことから, 友人 関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、相手 の価値観、人間性、態度などを探るための遊戯的ユ ーモアを, 親しい友人相手によりよく使うというこ とが示された. また「他者支援動機」においても, 遊戯的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有 意な正の相関がみられた (r=.437, p<.001). すなわ ち, 友人関係がより円滑な人は, そうでない人と比 べ、相手を笑わせたり場を和ませたりするための攻 撃的ユーモアを、親しい友人相手によりよく使うと いうことが示された. 次に「自己支援動機」におい ても,遊戯的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点 との有意な正の相関がみられた (r=.372, p<.001). このことから, 友人関係がより円滑な人は, そうで ない人と比べ, 自己を励ましたり, 元気づけたりす るための遊戯的ユーモアを,親しい友人相手により よく使うということが示された.

ここで、友人関係尺度得点と有意な相関が出た上記4つの動機と、相関がみられなかった不満伝達動機との違いについて考察を行う。前述のとおり、本研究では塚脇・越・樋口・深田(2009)の知見を元に、攻撃的ユーモアをその動機により「ポジティブな攻撃的ユーモア(親和動機、印象操作動機、他者支援動機、対人探索動機)」と「ネガティブな攻撃的ユーモア(不満伝達動機)」に分けて扱っている。他者を傷つけるような動機である「不満伝達動機」のために攻撃的ユーモアを表出する頻度は、表出者の友人関係の円滑さに何ら関係ない。一方で、他者を支援したりお互いの関係性を深めたりするために表出される攻撃的ユーモアをより頻繁に使っている人は、友人関係もより円滑になっていると考えることが出来る。

上記は親しい友人に対しての攻撃的ユーモア使用 頻度であるが、あまり親しくない友人を想定したう えで同様のデータを取っているので、親しくない友 人との間ではどのように攻撃的ユーモア使用頻度が 変化するのか(そしてその頻度の変化の仕方は友人 関係や社会的スキルと関係しているのか)について も引き続き調べていきたい。また、攻撃的でないユ ーモアについてのデータも採っているので、それら についても「相手との関係性」による使用頻度の変 化や使い分けがあるかどうか(たとえば、親しい人 相手には「いじる」攻撃的ユーモアも使うが初対面 相手には自虐的なユーモアをより使う、など)につ いても次に検討を行った。

3-3-2. 親しく感じていない友人への遊戯的ユーモア 使用頻度

次に、親しく感じていない友人への遊戯的ユーモア使用頻度について、下位尺度ごと(すなわち、遊戯的ユーモアの使用動機ごと)に和を算出し、合成得点とした。使用動機は、印象操作動機、対人探索動機、他者支援動機、自己支援動機の4つである。そのうえで、友人関係尺度と「親しく感じている友人への遊戯的ユーモア使用頻度」との相関分析をその使用動機ごとに行った。

その結果,まず「印象操作動機」における遊戯的 ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正 の相関がみられた (r=.337, p<.001). このことから は、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比 べ, 自分の印象を良くするための遊戯的ユーモアを, 親しく感じていない友人相手によりよく使うという ことが示唆された. また「対人探索動機」において も、遊戯的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点と の有意な正の相関がみられた (r=.411, p<.001) こと から, 友人関係がより円滑な人は, そうでない人と 比べ、相手の価値観、人間性、態度などを探るため の遊戯的ユーモアを, 親しく感じていない友人相手 によりよく使うということが示された. また「他者 支援動機」においても、遊戯的ユーモア使用頻度と 友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた (r=.409, p<.001). すなわち, 友人関係がより円滑 な人は、そうでない人と比べ、相手を笑わせたり場 を和ませたりするための遊戯的ユーモアを、親しく 感じていない友人相手によりよく使うということが 示された.

次に「自己支援動機」においても、遊戯的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との有意な正の相関がみられた(r=.319、p<.001)。このことから、友人関係がより円滑な人は、そうでない人と比べ、自己を励ましたり、元気づけたりするための遊戯的ユーモアを、親しく感じていない友人相手によりよく使うということが示された。

4. 総合考察

本研究では、「ポジティブな攻撃的ユーモア」を使う 頻度は、相手との関係性(親しい/親しくない)によって変化するかどうかについて調べた.本研究の結果 として、まず、相手との関係性に関わらず、ユーモア 使用頻度について、友人関係性尺度得点との間に相関 が見られたユーモア使用とその効用について述べる.

4-1. 相手との関係性(親しい/親しくない)で共通して見られた結果

攻撃的ユーモア使用頻度について,友人関係性尺度 得点との間に有意な相関がみられた.相関がみられた 使用動機は,親和動機,印象操作動機,他者支援動機, 対人探索動機の4つである.次に,自虐的ユーモア使 用頻度について,友人関係性尺度得点との間に有意な 相関がみられた.相関がみられた使用動機は,印象操 作動機,他者支援動機,自己支援動機の3つである. また,遊戯的ユーモア使用頻度について,友人関係性 尺度得点との間に有意な相関がみられた. 相関がみられた使用動機は、印象操作動機、対人探索動機、他者支援動機、自己支援動機の4つである.

これらのことから、多くの学生がコミュニケーションの一環として、自虐的ユーモア、遊戯的ユーモアに加えて、攻撃的ユーモア、特に、「ポジティブな攻撃的ユーモア」を使用していることが分かった。また、これらのユーモアを用いることが,相手との関係性に関わらず学生間のコミュニケーションにおける有効な手立てとして利用されていることが推測できる。

一方で、不満伝達動機においては、攻撃的ユーモア使用頻度と友人関係尺度得点との間に相関はみられなかった。本研究では、先行研究の知見を元に、攻撃的ユーモアをその動機により「ポジティブな攻撃的ユーモア(親和動機、印象操作動機、他者支援動機、対人探索動機)」と「ネガティブな攻撃的ユーモア(不満伝達動機)」に分けて扱っていたが、「ネガティブな攻撃的ユーモア」は、自分の不満などを間接的に伝えることができる一方で、皮肉、からかい、嘲笑、ブラックユーモアを含んでいるため、相手との関係性の悪化に繋がりかねない。そのため、相手との関係性に関わらず、不満伝達動機における攻撃的ユーモアの使用に相関が出なかったと考えられる。

4-2. 相手との関係性(親しい/親しくない)による攻撃的ユーモア使用の違い

本研究から、すべての使用動機において、攻撃的ユーモアは親しくない友人よりも親しい友人に対してより多く使われる、という結果が得られた.

一方で、攻撃的ユーモア使用頻度と友人得点尺度との相関の出方については、使う相手との関係性による違いは見られなかった。これらのことを解釈すると、以下のことが考えられる。すなわち、親しくない友人に対しても(親しい友人に対して使うよりは少ないが)攻撃的ユーモアの使用が見られ、その攻撃的ユーモアをポジティブな動機の下で用いている場合、より円滑な友人関係の構築につながる。しかし不満伝達動機において攻撃的ユーモアが使われる場合に限っては、その攻撃的ユーモア使用は「親しくない友人」との円滑な関係を築くことに全く寄与しない。

4-3. 展望

本研究では、ユーモアの表現者(情報発信者)に焦点を当てて検討を行った. ポジティブな攻撃的ユーモ

アが友人関係と関連していることが示された. また大学生自信も,普段の会話の中でこうした攻撃的ユーモアを,コミュニケーションや関係性を円滑にするため方略的に使用していることが考えられる.

しかしそうした発信者側の方略がうまく機能せず, 結果としていじめやからかいになってしまう場合も多 くあると考えられる.今後はこうした「ポジティブな」 動機の下で発せられたユーモアが,受け手にはネガティブに捉えられてしまうという現象について,その関 連要因などを探っていくことが必要である.

そのため今後は攻撃的ユーモアの受け手側について も焦点を当て、ユーモアの発信者および受け手のそれ ぞれの攻撃的ユーモア志向性や、発話された攻撃的ユ ーモアの攻撃度の高さの認知などが、コミュニケーションや対人認知、友人関係構築とどのような関連があ るのかについても検討する必要があるだろう.

5. 文献

- [1] 上野 行良 (1992). ユーモア現象に関する諸研究とユーモアの分類化について 社会心理学研究, 7, 112-120
- [2] 上野 行良 (1993). ユーモアに対する態度と攻撃性及び愛他性との関係 心理学研究, 64, 247-254. [3] Norrick, N. R. (1994). Involvement and joking in conversation. *Journal of Pragmatics*, 22, 409-430.
- [4]塚脇 涼太・越 良子・樋口 匡貴・深田 博己 (2009). なぜ人はユーモアを感じさせる言動をとるのか?—— ユーモア表出動機の検討——心理学研究, 80, 397-404.
- [5] 塚脇 涼太 (2011). ユーモア表出の類型ごとに みた動機の構造 広島大学心理学研究, 11, 49-56.
- [6] 岡田 努 (1995). 現代大学生の友人関係と自己像・友人像に関する考察 教育心理学研究, 43, 354-363

複数の実践共同体の関係構築のあり方と 観光アプリケーション開発への影響の考察 ~地域観光促進アプリケーション開発PBLを通して~

武富 拓也†
Takuya Taketomi
†明星大学
Meisei University
taketomi.tak@gmail.com

概要

本稿は、複数の実践共同体(community of practice,以下CoP)の関係構築のあり方が開発されたアプリケーション・プログラム(以下アプリ)の表現にどのように影響しているかについて、大学の専門分野横断型PBL(Project based learning)をもとに考察する。CoPによる学習については、効果が指摘されているが、異なるCoPの関係構築のあり方と作り出されるアプリへの影響と変化を扱う研究は著者が知る限り少ない。しかし、上野[1]が示すように人工物は、様々な組織間やコミュニティ間の調停、交渉の産物として形成されるなど、学習以外にも焦点を向ける有用性があると考えられる。研究対象のPBLにおいて、複数のCoPの関係構築のあり方と関係の変化によって、アプリも変化したことを確認している。

キーワード:実践共同体(community of practice),布置 (constellation),ディスコース,アプリケーション・プログラム,PBL

1. はじめに

本稿ではまずそれぞれのCoPに共有される価値観を含めた文化的背景がどのようなものかを考察し、 異なる文化的背景を持つ複数のCoPがどのように関係を構築するのか、またその関係構築のあり方が開発されたアプリの表現にどのような影響を与えるのかをCoPの概念を用いて明らかにしていく.

CoP[2]は正統的周辺参加,布置(constellation)など様々な概念を包括している[3].またCoPの実践にはディスコースも捉えることができる[4]といった議論もある。本稿ではまず、それぞれのCoPの文化的背景に対して、ディスコース分析を行った。異なるディスコースを持つ複数のCoPsの関係構築と開発されるアプリの表現との影響を、布置の重なり(図1)の概念を用いて分析を行う。

ディスコースという概念は研究者間によって定義 が異なるため[5]、本稿では社会言語学者のGee[6]が 定義する、言葉ばかりではなく、話し手の間に共有される話し方・価値観・行動・さらによりマクロな世界観までをも含んだ概念として定義する.

2. 調査対象と方法

本稿は複数のCoPの関係構築のあり方が開発されたアプリにどのように影響しているか明らかにするため、定性的方法により収集したデータを基に分析を行った.

観察対象は大学の専門分野横断型PBLの授業であ る。本授業のテーマは「地域観光を促進するアプリ の開発」である。2018年4月から7月までの前期は静 岡県伊東市を対象に、2018年9月から2019年1月まで の後期はハンガリーを対象にアプリを開発した。開 発したアプリは11月に伊東副市長へ、2019年1月に ハンガリー大使館の職員にプレゼンテーションを行 なっている。この授業に参加しているのは主に人文 学部国際コミュニケーション学科(以下,国コミ)の 学生と情報学部情報学科の学生が参加している。役 割として, 国コミの学生が, 伊東市とハンガリーの 現地調査を行い、現地で得た情報を情報学科の学生 と共有し、情報学科の学生がアプリケーション開発 を行った、3組のアプリ開発チームを作り、スマー トフォンアプリ、Projection Mapping(以下PM開発 チーム), VRアプリを開発した. プレゼンテーショ ンについては主に国コミの学生が準備を行なってい たが、伊東副市長へは情報学科の学生のみで発表 し、ハンガリー大使館の職員にも国コミの学生と一 緒に発表している.

研究対象となったのは観察対象であるPBLの授業に参加している国コミの学生と情報学科の学生である。著者は研究者及びサポート役としてほぼ全ての授業に参加した。データは授業及び、学生が自発的に行った打ち合わせをビデオカメラで収録した。前

期と後期の終わりに個別のインタビューも行った. またチャットツール上のやりとりを取得し、開発されたアプリ自体もデータに含める.本稿では変化が視覚的にわかりやすいPM開発チームを中心に取り上げる.PM開発チームは4人で、国コミからは2年生の男子学生と3年生の男子学生1人、情報学科の学生は3年生の女子学生2人で構成されている.名前は研究倫理の観点から全て仮名とした.

3. データ分析

3.1. 異なるCoPsのディスコース分析

初めにPBLの授業に参加している国コミの学生のCoP(以下,国コミCop)と情報学科の学生のCoP(以下,情報CoP)それぞれのディスコースの違いを明らかにする。複数のデータから,国コミCopと情報CoPの学生が繰り返し出現する発言を考察することにより,それぞれのCoPのディスコースを分析する

情報学科の学生からは以下のような発言やslackでの投稿やインタビューが見られた。

- ・前期の授業で振り返りでの発言 「他の技術も身につけられると思うので なんだかんだ楽しみです.」
- ・インタビューでの以下の発言内容 「開発したPMのアプリ案で、伊東市に関 係ある作品より、アプリの完成度の高い伊 東に関係ない作品を国コミに提案した」
- ・伊東副市長向けに用意した発表資料に データベースの構造,使用したデバイスなど 詳細に記述

以上のデータより様々な場面において開発に使用する技術を重視した判断や発言が繰り返し見られた.情報CoPは、開発に用いられる情報技術それ自体に価値を置くディスコースと解釈できる.

国コミの学生らからは以下のような発言内容が繰り返し現れていた.

・情報学科の学生がプロジェクション マッピングのインタラクション機能を国コ ミの学生に見せたときの発言

「音で映像が変えられるようにすると, 観光客の人がプロジェクションマッピング を見て,見たときに,ただの大室山の映像 じゃなくて,自分がパンってやったときに 映像が変わって,俺が映像変えたんだ凄 いってなる」

・情報学科の学生が伊東副市長向けに用 意したの発表資料に対して,国コミ学生か らの発言

「実装っていわれてもわかんないとおもいます。あと、データベース連携も、」

・情報学科の学生が伊東副市長向けの発 表練習を国コミ学生の前で行った際,その 場に同席していた国コミ学科を担当する教 授の発言

「お客さんが何を望んでいるかっていう のをもう一回考えて」

以上のデータに共通している点は技術やアプリは、伝える相手にどのように受容されるかという前提を持っている。国コミCoPは、開発されたアプリを受容する人がどのように感じるかを重視するというディスコースであると解釈できる。

3.2. PMアプリ開発における人間関係の構 築について

3.2.1.分業傾向にある人間関係の構築

アプリの開発を行う上で国コミCoPと情報CoPの 学生は協力して作業を行う必要が出る。その際どの ような人間関係を構築していたかをデータから分析 する。

3チームの情報CoPの学生からのインタビューから、「プロジェクトの序盤はお互いの役割分担が決まっていて、自分の役割以外の作業はやらなかった」という共通した内容の意見が述べられていた。上記の内容は前期と後期における、フィールドワークの参加の違いからも見られる。後期は情報学科から2名の学生がハンガリーへのフィールドワークに参加したが、前期は情報学科の学生は誰も伊東市へのフィールドワークには参加していなかった。上記の学外フィールドワークの参加の態度の違いからも、分業傾向のある人間関係を構築し作業を進めていたことがわかる。以下、PMアプリの開発の過程を追っていく。

国コミ学生の現地調査から伊東市の大室山の山焼き(図2)を表現するPMを開発することになった。しかし、情報学科の学生は、技術重視のディスコース

の解釈から山焼きの表現をプログラムのアルゴリズムから生成される幾何学的なアニメーションを作成し投影した(図3).

国コミCoPと情報CoPの関係性が分業傾向にある際、表面的なスキルだけが共有され、異なるCoPのディスコースを共有するには至っていない。そのため、情報学科の学生は国コミCoPのディスコースを理解することなく、情報CoPのディスコースが良しとする技術的完成度の高さから幾何学的なアニメーションを投影するに至った。上記の内容は情報の学生のインタビューでも確認できた。

3.2.2.協働傾向にある人間関係の構築

プロジェクト後半に入ると、11月にはハンガリーで、12月には伊東副市長に、翌年の1月にはハンガリー大使館向けとの発表のための資料を作成する機会が増えた。発表資料を作成するため、国コミ学生はアプリについて知る必要あり、加えて情報学科の学生は国コミの発表を意識しながら開発を進めることになる。上記の結果として、幾何学的なアニメーション(図3)を作成した情報学科の学生は、「それをすると説明する二人が困るから、山焼きを作ろうと思います。」とミーティング中に発言し、大室山の山焼きのアニメーション(図4)に開発し直している。情報学科の学生は、国コミ学科の学生に配慮することにより、PMの表現が変わっていることが示されている。

12月の伊東副市長への発表は情報学科の学生のみで行われることになった。そのため情報学科の学生が発表資料の作成や発表のリハーサルで国コミ学生の協力を得る機会が生まれた。

情報学科の学生が作成する発表資料は技術にかんする記述が主であった。しかし、国コミの学生の前でリハーサルを行い、「文章量が多い」や「技術的な説明はいらない」といった内容のフィードバックを受け、話題性、明瞭性と行った項目を発表資料に加え、PMが発表相手にとってどのようなメリットをもたらすかを趣旨とした発表資料に変改していった。またミーティング中に以下の発言がなされた。

「インタラクションもできて観光客も参加できますよ、伊東、大室山の宣伝ができるような作品ですよと伝えたらなと。あんまり、技術的な面なことに触れないで、作品を見てもら得ることをメインに副市長にもやってもらえたらと。」

伊東副市長への発表準備と発表を経験することで、情報CoPのディスコースが国コミCoPのディスコースに影響されたと解釈できる.

それはハンガリー大使館向けの開発においても「技術だけでなく、観光と技術をどう関係づけるか悩んだ」という情報学科の学生からのインタビューでの発言からも示されている。

結果、プロジェクト終盤のハンガリー大使館に向けたPMアプリは3Dプリンターで出力したハンガリー城の模型に、日本の桜のアニメーションを投影するPMアプリが開発され、地域の個性と日本の文化を活かすように情報技術による表現を意識を置いた開発を行っている(図5).

4. 考察

以上のデータ分析から、プロジェクトの序盤にお いては、お互いの得意分野から役割分担で作業をこ なす場面が多く見られた. 国コミCoPと情報CoPの 関係性が分業傾向にあることを示しており、その結 果、表面的なスキルだけが共有され、異なるCoPの ディスコースを共有するには至っておらず、開発さ れたPMアプリが観光にふさわしいとは考えにく い、幾何学的なアニメーションを投影するといった 表現に表れている.しかし、、プロジェクトが進む につれて、国コミCoPと情報CoPの関係性が分業傾 向から、協働傾向に変わることにより、情報CoPの ディスコースが国コミCoPのディスコースに影響さ れたことがデータによって示された。結果、観光と 技術をどう関係づけるかに意識むけられた結果, ハ ンガリー城の模型に、日本の桜のアニメーションを 投影するPMアプリの表現となった。

猫文

- 1. 上野直樹, (2010), 『ネットワークとしての状況論』. 凡人社: 『文化と状況的学習 実践, 言語, 人工物へ のアクセスのデザイン』 pp. 3-40
- Wenger, E., McDermott, R. & Snyder, W.M. (2002) .Cultivating communities of practice, Boston, MA: Harvard Business School Press. (野村恭彦監修, 櫻井祐子訳【2002】.『コミュニティ・オブ・プラクティスーナレッジ社会の新たな知識形態の実態』. 東京: 翔泳社)
- 3. 松本雄一, (2017). 『実践共同体概念についての一考察: E. Wengerの実践共同体論を読み解く』, 関西学院大学『商学論究』, Vol.64, No.3, pp. 347-409
- 4. ソーヤーりえこ, (2010), 『社会的実践としての学習ー 状況的学習論概観』. 凡人社: 『文化と状況的学習 実践, 言語, 人工物へのアクセスのデザイン』 pp. 41-89
- 5. 田中宏昌, (2009). 『ビジネスディスコース分析: ビジネスコミュニケーションの研究手法に関する考察』. 国際ビジネスコミュニケーション学会『国際ビジネスコミュニケーション学会研究年報』, Vol68, pp. 49-58
- Gee, J. P. (1996). Discourse and literacies. In J. P. Gee (Ed.). Social linguistics and literacies: Ideology in discourse. London: Farmer Press. pp. 122-160
- 7. 伊東高原大室山登山リフトオフィシャルサイト. 大室 山山焼大会スケジュールhttp://omuroyama.com/info/ 2018%E5%B9%B4%E3%80%80%E5%A4%A7%E5%AE %A4%E5%B1%B1%E5%B1%B1%E7%84%BC%E5%A 4%A7%E4%BC%9A%E3%82%B9%E3%82%B1%E3%8 2%B8%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%AB/ 参照 2019/4/18

概要図・表リスト

Constellation(布置)

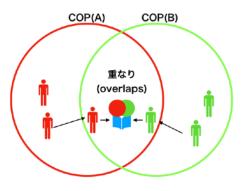


図1 布置の概念図



図2 大室山の山焼き[7]

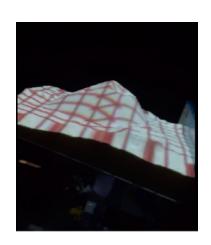


図3 幾何学的なアニメーションの投影

— 648 —

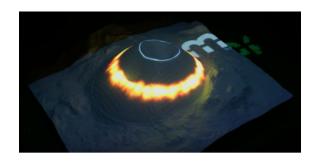


図4 大室山の山焼きアニメーション

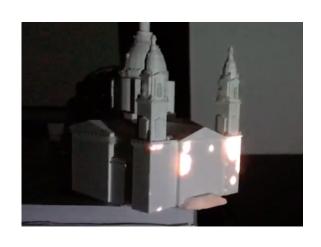


図5 ハンガリー城と桜のアニメーション

未来の想像と文字の読み取り課題が向社会的行動に及ぼす影響

Prosocial Behavior is affected

by imagination task and letter reading task.

加坂 渉[†],日根 恭子[‡] Sho Kasaka, Kyoko Hine

[†]東京電機大学 情報環境学部,[‡]豊橋技術科学大学大学院 情報・知能工学系

Tokyo Denki University, Toyohashi University of Technology 16JK069@ms. dendai. ac. jp

概要

向社会的行動は意識的に行うだけではなく,無意識のうちに環境の影響を受ける可能性がある.本研究の目的は特定の態度に意味的に関係のない課題によって,態度の1つである向社会的行動に影響が生じるかを明らかにすることである.その結果,向社会的行動に関する顕在的態度は,課題で提示された刺激と関連のある態度をとりやすくなる一方,潜在的態度は提示された刺激と関連のある態度と逆の態度をとりやすくなることが示された.

1. 背景

募金などの向社会的行動は、個人の意思や性格に依存するものだと考えられている[1]. しかし自分の意志だけでなく環境の影響を受ける可能性がある[1]. 例えば、「礼儀正しい」という態度に関連する言葉に接触した後は実際に礼儀正しい態度をとりやすくなることが報告されている[1]. このように、意味的に関連のある刺激を与えると、その後の態度に影響があることが報告されており、自分の意志以外の環境に存在する刺激の影響を受けることが示唆されている. しかし、意味的に関係のない刺激が与えられたときにも態度に影響が生じるかはまだ十分に検討されていない. 本研究では態度と意味的に関係のない刺激によっても態度に影響が生じるか検討することを目的とした.

本研究では,態度に意味的に関係のない刺激を用意する際に,解釈レベル理論に着目した[2].解釈レベル理論では,対象と心理的距離が近いときは,対

象を部分的に着目する部分的処理をしやすくなり、 心理的距離が遠いときは、対象を全体的として捉え る全体的処理をしやすくなるとされている. さら に、心理的距離が近いときには、自分に近い人のこ とを考えやすく、心理的距離が遠いときは、自分か ら遠い人のことまで考えられるとされている. 以上 のことから、部分的処理や全体的処理を促進する刺 激や課題によって、自分から遠い人への向社会的行 動に影響が出るのではないかと考えられる. 本研究 では、態度に意味的に関係のない刺激や課題によっ て、態度の1つである向社会的行動に影響が生じる かを明らかにする.

2. 実験手続き

2-1 調査対象者

都内の大学生 24名(女性 5名, 男性 19名, 平均年齢 22歳, *SD*=0.9)が実験に参加した.

2-2 実験材料

本研究では、自分の意思で決定した態度を顕在的態度、自分の意思で決定していない態度を潜在的態度と定義し、2つの実験を行った. 顕在的態度に関する1つ目の実験では10年後について想像をする質問紙、明日について想像をする質問紙、ドイツと日本への募金額と今までの募金の経験を問う質問紙を使用した. 潜在的態度に関する2つ目の実験ではPsychoPyで作成した、PC上でNavon Task[3]とIAT課題[4]を行うプログラムを使用した.

2-3 方法

実験は顕在的態度調査, 潜在的態度調査の順に個

別に行った.

2-3-1 顕在的熊度調查

実験参加者は、10年後の自分について想像する質問紙に回答するグループ(10年後条件)と明日の自分について想像する質問紙に回答するグループ(明日条件)にランダムに分けられた. 実験参加者は、それぞれ想像質問紙に回答した後、「あなたはテレビで日本とドイツのドキュメンタリー番組を見て、10000円を募金することに決めました. 日本とドイツにいくらずつ募金しますか?」という質問に回答した.

2-3-2 潜在的態度調査

Navon task

1回の Navon Task は 100 試行であった. Navon Task の1試行ではまず.画面中央に凝視点(+)が1 秒間提示された. そして,Navon 図形が 250ms 提示 され、続けてテスト図形が画面上に提示された. 全 体条件群は、先に提示された Navon 図形の大きな文 字が、部分条件群は小さな文字が、テスト図形の3 つの文字のいずれであったかを判断し、その位置を テンキーの1(左),2(中央),3(右)のいずれかで、でき るだけ早く、かつ間違えないように答えることが求 められた. 反応と同時にテスト図形が画面から消え, 1000msの試行間間隔ののち、次の試行に移った. ただし、反応が誤りであった場合には「x」が、反応 潜時が 600ms を超えた場合には「スピードアッ プ!」の文字が、赤い色で500msの間画面中央に提 示された.参加者はなるべくこれらの文字が現れな いよう反応することが求められた. Navon 図形と テスト図形の対は、ランダムな順序で提示された.

IAT 課題

Navon Task を行った後に続いて IAT 課題が実施された. IAT 課題は以下の手続きに基づいて実施された. 画面の中央に、ターゲット語が提示された. ターゲット語は白色で提示され、1 字の大きさは約

1cm 四方であった(文字以外の背景画面は黒色であ った). 実験参加者の課題は、ターゲット語の属性を 判別し、左右の人差し指で PC のキーボードの所定の キー(右:F, 左:J)を可能な限りすばやく押すことによ り、判別した属性を報告することであった. ターゲ ット語は快語(希望,幸福,平和など),不快語(悲惨, 汚染, 邪悪など), 日本の都市名(トウキョウ, ホッカ イドウ. オオサカなど).ドイツの都市名(ベルリン. ミュンヘン, ケルンなど)のいずれかであった. 日本 の都市名・ドイツの都市名の提示に際しては、特定 の文字形状に基づく反応を防ぐため,カタカナによっ て示すこととした. PC 画面の左右上部には, 実験 参加者の反応を助けるために、左右キーで反応すべ きカテゴリーをセッション中に継続して提示した (図1に実験画面の例を示す). 各実験試行において、 ターゲットの提示から実験参加者がキー押しするま でに要した時間を記録した. IAT 課題の実施に際し て,実験参加者に(1)今から言葉の分類を行う. (2) 画面の中央に一つずつ単語が提示されるので、その単 語が画面上部に示されるされるグループ(カテゴリ 一)のどれに関係するかを判断し、出来るだけすばや く, 間違えないように指定されたキーを押して回答 するように、と教示した.

実験参加者の行うべき判別課題は2種類あった. 一つは単一カテゴリーの判断で、同一セッション内 において、ターゲット語として快語もしくは不快語 のいずれか, もしくは日本の都市名もしくはドイツ の都市名のいずれかが提示され、参加者は快語・不 快語,もしくは日本の都市名・ドイツの都市名の判 別を行い、それぞれに割り当てられているキーを押 すことであった. もう一つは複合カテゴリーの判断 で、同一セッションにおいて、快語,不快語,日本の都 市名、ドイツの都市名のいずれかがターゲット語とし て提示された. 回答者は、例えば快語もしくは日本 の都市名が提示された場合は左キーを,不快語もし くはドイツの都市名が提示された場合には右キーを 押すことにより反応する等、2種のカテゴリー判別 を同時に行った. 単一カテゴリー判断課題は, どの ターゲットがどのカテゴリーに属するかを学習する ために行うものであり、複合カテゴリー判断課題の 反応時間に対してのみ結果の分析を行った. 実験参 加者のキー押しがなされたタイミングでターゲット

語を消し、次のターゲット語を提示して実験を継続 した。

提示されるターゲット語の種類および実験参加者 の行うべきキー押し反応により、実験試行は7つの ブロックに区分された.表1に、各実験ブロックに おけるターゲット語と反応キーの組み合わせを示す.



図1 IAT Task の画面の例

表 1 潜在的態度調査各実験ブロックにおけるにおける ターゲット語と反応キーの組み合わせ

ブロック	試行数	左キーで反応する刺激	右キーで反応する刺激
1	20	日本の都市名	ドイツの都市名
2	20	快語	不快語
3	20	日本の都市名+快語	ドイツの都市名+不快語
	100	Navon Ta	sk
4	40	日本の都市名+快語	ドイツの都市名+不快語
5	20	ドイツの都市名	日本の都市名
6	20	ドイツの都市名+快語	日本の都市名+不快語
	100	Navon Ta	sk
7	40	ドイツの都市名+快語	日本の都市名+不快語

注:実際の実験では、分析対象となる複合カテゴリー判断課題のブロック順序のカウンターパランスをとっており、半数の実験参加は 第3・第47ロックの試行と、第6・第7プロックの試行を入れ替えて実施した。

3. 結果

3-1 顕在的態度調查

10 年後条件と明日条件の日本への募金額を比較した。 10 年後条件の平均額は 7500 円,明日条件の平均額は 5083 円であった。 2 つの平均の間に有意な差があるか,対応の無い t 検定を行ったところ,1%水準で有意な差が見られた(t(22)=2. 51 p<. 01)。 日本への募金額の差のグラフを図 2 示す。

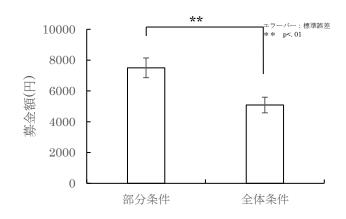


図2 日本への募金額の平均値

3-2 潜在的熊度調查

先行研究[4]に基づき IAT 得点を算出した。 正の IAT 得点は快語と日本,不快語とドイツとが潜在的 により強い連合をしていることの指標となり,IAT 得点が高いほどドイツに不快感を抱いているといえる。 全体条件の IAT 得点の平均は 0.89 であった。 部分条件の IAT 得点の平均は 0.31 だった。 2 つの 平均の間に有意な差があるか,対応の無い t 検定を 行ったところ,5%水準で有意な差が見られた (t(22)=2.08 p<.05)。 IAT 得点の平均の差を図 3 示す.

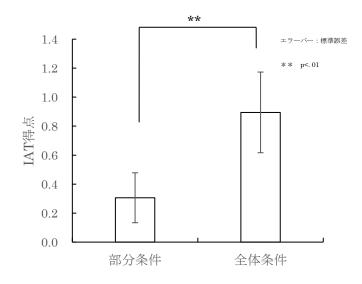


図3 IAT 得点の平均の差

4. 考察

顕在的態度調査について、日本への募金額が10年 後条件より明日条件が高かったため、今回の実験で は、部分的処理をした後は日本へ募金をしやすくな り、全体的処理をした後はドイツへ募金をしやすく なると言える. これは部分的処理をすると心理的距離が近くなり、全体的処理をすると心理的距離が遠くなったため、10年後条件ではドイツのことを考えやすくなったためと考えられる.

潜在的態度調査では IAT 得点について,部分条件より全体条件の方が高かった.全体的処理をした後は部分的処理をした後に比べ,ドイツへの快い感情を抱きにくくなり,むしろ日本への快い感情を抱きやすくなったといえる.

これらの結果より、顕在的態度については、全体 的処理をすることによって自分から遠い人に向社会 的行動をとりやすくなる一方, 潜在的態度は顕在的 態度と逆で、自分から遠い人に向社会的態度をとり にくくなる可能性が示された. これは, 顕在的態度 を操作されると、潜在的態度はその逆の態度をとり やすくなると考えられる. 顕在的態度を操作し, 向 社会的行動をとりやすくすることは社会的に利益が 大きいことであり、潜在的態度でその逆の態度を取 ることは社会的に不利益が大きいが、1人の人が全 体として自分の態度の維持を図るために、潜在的態 度では逆の態度をとるの可能性がある. つまり, 外 的刺激の影響で、自分では向社会的行動を行ってい るつもりが、心の中ではそれを良く思っていなく、 人間は偽善的な行動をとりやすい生き物であるかも しれない.

5. 参考文献

[1]森 津太子(2015). 現代社会学心理特論:人間発達科学プログラム:臨床心理学プログラム, 放送大学教育振興会, pp. 126-127

[2] Hine, K. & Itoh, Y. (2016). Carry-over Effect of Processing Style, From imagination task to recognition task, *Psychology*, 7, 781-792.

[3] Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception, *Cognitive psychology*, 353-383.

[4] 中村 信次・野寺 綾 (2011). 色に対する潜在的態度 一潜在的連合テスト(IAT)を用いた色嗜好分析の試み一, 日本光彩学会誌, 35. 3 193-202.

[5] Trope, Y. & Liberman, N. (2003). Temporal construal, *Psychological Review*, 110, 403-421.

同格名詞句の構成原理と前提-焦点構造 Nominal Appositions and Presupposition-Focus Structure

山森 良枝 Yoshie Yamamori

同志社大学 Doshisha University yy080707@gmail.com

概要

本論では、「我々日本人/we Japanese」のように、文中 で同じ役割を担い、同じ対象を表す 2 つの名詞句 N1、 N2 が並列した構造を持つ [N1 N2]型の同格名詞句 (nominal apposition) を対象にその構成原理について考 察する。日本語の同格名詞句に関するこれまでの研究 では、N2 が(意味の中心となる)主要部、N1 が N2 を修 飾する補足部をそれぞれ構成すると見なされてきた (小林、1996/森山、2016)。 ところが、近年、コーパスか らの収集結果に基づけば、N2 が主要部、N1 が補足部 とは限らないことが明らかになり、同格名詞句のN1と N2の間にコピュラ文「AはBだ」におけるAとBの 関係を仮定する分析が提案されている(眞野,2018)。し かしながら、「エリザベス女王」「我々日本人」はどちら も「エリザベスは女王だ」「我々は日本人だ」というコ ピュラ文に還元できるものの、「エリザベス女王」の倒 置形「女王エリザベス」が認可されるのに対して、「我々 日本人」を倒置した「*日本人我々」は認可されない、 という違いがある。その要因を説明するためには、さら なる考察が求められる。本論では、Abrusán (2016)、西 山(2003)の前提とコピュラ文に関する研究を踏まえて、 倒置可能な「女王エリザベス」と倒置できない「*日本 人我々」の文法性の違いが、N1 と N2 の間の前提-焦点 構造、とりわけ前提のタイプの違いに起因することを 示して、これまであまり議論されてこなかった情報構 造の語形成に及ぼす影響を明らかにする。

キーワード: 同格名詞句 (nominal apposition), 前提 (presupposition), 焦点(focus), コピュラ文 (copula sentence)

1. はじめに

本論では、文脈と語形成との相互作用について検討するため、[N1 N2]型の日本語の同格名詞句 (nominal apposition) について分析を行う。同格名詞句とは、「我々日本人/we Japanese」のように、文中で同じ役割を担い、同じ対象を表す2つの名詞句

N1、N2 が並列した構造を持つ形式を指す。同格名 詞句は多くの言語で観察されるが、日本語の同格名 詞句に関する先行研究は少なく、その統語構造や意 味構造は未だ十分に解明されてはいない。

これまでの研究では、同格名詞句[N1 N2]は、N2 が主要部、N1 が N2 を修飾する補足部をそれぞれ構 成する(小林、1996/森山、2016)と言われてきた1。 しかし、近年、コーパスからの収集結果に基づいて、 N2 が主要部とは限らず²、むしろ、同格名詞句の N1 とN2に対しては、コピュラ文「AはBだ」で観察 される A と B の関係を投影するという分析が提案 されている(眞野, 2018)。ところが、「エリザベス女 王」「我々日本人」はどちらも「エリザベスは女王だ」 「我々は日本人だ」というコピュラ文に還元できる ものの、「エリザベス女王」の倒置形「女王エリザベ ス」が認可されるのに対して、「我々日本人」を倒置 した「*日本人我々」は認可されないという違いがあ る。その要因がどのようなものであるかを明らかに することは、同格名詞句の構成原理を解明するうえ で重要な課題であり、さらなる考察が求められる。 そこで以下では、倒置可能な「女王エリザベス」と 倒置できない「*日本人我々」の文法性の違いに着目 し、その違いが N1 と N2 の間に成立している前提-焦点構造のうち、主として前提のタイプの違いに起 因する現象であることを示して、これまであまり議 論されてこなかった情報構造が語形成に及ぼす影響 について検討する。

2. 同格名詞句

眞野(2016:27)は、同格名詞句が満たさなければならない条件として以下の3つの条件を提案してい

れ、N1 に現れる「ユウキロックさんご本人」や「ヴィクトリア英女王」への視点を欠いていたことが、 <N2 が主要部、N1 が補足部>を構成する、という 小林の(偏った)主張の要因である、と言う。

^{1 「}主要部」「補足部」については、脚注 6 を参照 のこと。

² 眞野(2016:39)によれば、小林(1996)が考察対象とした同格名詞句は、「我々日本人」や「祖国日本」のように固有名詞が N2 として現れる事例に限定さ

る ³。本論でも、この 3 条件を充たすものを同格名 詞句と見なすことにする。

- (ア) (音)アクセントが一語化しないもの
 e.g. ベトナム+りょこう
 →ベトナムりょこう (複合語)
 (下線部は低アクセント部、非下線部は高アクセント部を表す。)
- (4) (格)どちらかの名詞句を削除しても文法的なもの
- (ウ) (意味)指示対象が同じであり、片方の名詞 句を削除しても意味が変わらないもの

(ア)・(ウ)の3条件を同時に満たす同格名詞句では、以下のデータが示す通り、普通名詞、固有名詞、人称代名詞、指示代名詞等がN1、N2の要素となる。ただし、先述したように、同格名詞句には、[N1 N2]を倒置した[N2 N1]型の倒置形を許すものと許さないものがあり、後者では、語順に関する制約が生じることになる。

A. 倒置不可:

- (1) a. 我々日本人
 - a'.*日本人我々
 - b. ここ首都東京
 - b'.*首都東京ここ
 - c. 父覚恵
 - c'. *覚恵父
- (2) a. ユウキロックさんご本人 a'.*ご本人ユウキロックさん
- (3) a. 隣国美濃

³ 眞野(2016)では、「現代日本語書き言葉均衡コーパス」(BCCWJ) から、中納言 1.1.0 の長単位検索を使用して抽出した「固有名詞+名詞+格助詞」の形式 35,322 件、および、「名詞+固有名詞+格助詞」の形式 14,273 件から、(ア)(イ)(ウ)の条件を満たさない事例を除外した残りが分析対象とされている。

以下の表は、「固有名詞と共に生じる名詞句の種類と出現位置」をまとめた眞野(2017)の[表 1]を一部改変した形で書き写したものである。(以下の一覧に含まれる名詞句のタイプを表す用語は眞野(2017)の用語を用いている。また、表・右側の番号は本論の本文中の事例番号に対応している。)

- a'. *美濃隣国
- b. 首位近鉄
- b'. *近鉄首位
- c. 百獣の王ライオンc'.*ライオン百獣の王
- (4) a. ツアコン藤木さん
 - a'.*藤木さんツアコン
 - b. 元芸人ユウキロックさん
 - b'.*ユウキロックさん元芸人

B. 倒置可:

- (5) a. イギリス首相チャーチル
 - a'. チャーチルイギリス首相
 - b. 京都大学特別教授本庶佑
 - b'. 本庶佑京都大学特別教授
- (6) a. 花の都パリ
 - a'. パリ花の都
 - b. 千年の都京都
 - b'. 京都千年の都

統語上の制約として先行詞を必要とする照応形の「ご本人」が N2 に生起する(2)を除けば、倒置を許さない (1a-c)の「我々/ここ/父」、(3a,b)の「隣国/首位」、および、(4a,b)の「ツアコン/元芸人」は N1 にしか現れない。これに対して、倒置を許す(5a,b)(6a,b)の「イギリス首相/京都大学特別教授/花の都/千年の都」および「チャーチル/本庶佑/パリ/京都」は、N1、N2 のどちらにも現れることができる。

ただし、(5a,b)(6a,b)では常に固有名詞が同格名詞 句全体の意味の中心を表す主要部を構成する。その ため、N2を主要部、N1を補足部とする小林(1996)、

名詞句 位置	置:NP1/NP2	例
再帰代名詞	\times \bigcirc	(2a)
人称代名詞	\bigcirc \times	(1a,b)
親族名称	\circ	(1c)
属性(肩書き)	\circ	(5a,b)
属性(その他)	\bigcirc \times	(4a,b)
非飽和名詞句	\bigcirc \times	(3a)
別称(言い換え)	\bigcirc \times	(6a)
状態名詞	\bigcirc \times	(3b)
		(眞野, 2017)

本論では眞野(2016)で採用されたデータを中心に考察を進める。

森山(2016)の分析では、(5a,b)(6a,b)の同格名詞句の主要部が常に固有名詞になる、という事実を捉えられないことになる。それでは、眞野(2018)が主張するように、どの同格名詞句の N1 と N2 の間にもコピュラ文「A は B だ」の形式を持つ「主題・題述」関係が成立するのだろうか。例えば、(4a)と(5a)を見てみると、(4'a)とその倒置形の(4a')も、また、(5'a)とその倒置形の(5'a')も成立するように、(4a)(5a)の N1と N2を「A は B だ」の A、B に置き換えたコピュラ文を作ることができる。

- (4) a. ツアコンは藤木さんだ(ツアコン藤木さん)
 - a'. 藤木さんはツアコンだ (*藤木さんツアコン)
- (5)' a. イギリス首相はチャーチルだ (イギリス首相チャーチル) a'.チャーチルはイギリス首相だ (チャーチルイギリス首相)

しかし、(5a)の倒置形(5a')は認可されるが、(4a)の倒 置形(4a')は認可されないように、2 つの倒置形の文 法性は同じではない。この文法性の違いを、同格名 詞句のN1とN2の間にコピュラ文 $\lceil A$ はBだ」と 同じ「主題・題述」関係を仮定するだけでは説明する ことができない。そもそも、同じ指示対象を表す同 格名詞句の構成要素 N1,N2 を機械的に「A は B だ」 のA,Bに投影すれば、コピュラ文ができあがるのは 自然ななりゆきである。例えば、上の(4'a,a')(5'a,a') のように、N1 と N2 は同じ指示対象を持つので、 N1とN2のどちらをA、Bに投影してもコピュラ文 ができあがる。しかし、ここで重要なことは、それ がどのような情報構造に結び付けられてのことであ るのかという点にあるのであり、(4a')と(5a')の文法 性の違いがなぜ生じるのかに着目して、N1とN2の 間にある前提ー焦点構造などの情報構造が同格名詞 句の形成に及ぼす影響について明らかにする必要が ある。

Assume, as is standard (cf. Heim and Kratzer 1998) that the denotation of a relative clause is a lambda-abstract (λx . broke the typewriter (x)).

3. 同格名詞句と情報構造

N1 と N2 の間にある情報構造について検討する ために、まず、前提一焦点構造に関するこれまでの 議論を概観することからはじめよう。

3.1 前提の多様性

「ある文の前提はその文の焦点部分を変項で置き 換えることができる」(Chomsky, 1970) と言われる ように、伝統的に、焦点(focus)は存在前提を伴うと 見なされてきた。その後の焦点に関する意味論研究 は、焦点は先行文脈が与える非-焦点要素を前提とし て持つという<弱い条件>を仮定する Rooth(1992, 1996)らと、非-焦点要素は存在前提を伴うという< 強い条件>を仮定する Abusch(2010)らの流れに大別 される。

Abrusán (2016)は、一般的に焦点の背景/前提は文脈内の照応解決(anaphora resolution)による複雑で予測可能性の低い過程を経て見いだされる傾向がある一方、例えば(7a)の it-cleft では、焦点 Bill の背景/前提となる (7b)の疑問文が、it-cleft 文の (who 以下の)関係節として統語的に与えられているように、質問/前提を構成する it-cleft 文の関係節と 質問への答え/焦点となる Bill の間には、通常の前提-焦点よりも強い結び付きがあり、it-cleft 文の焦点は存在前提を持つ、と言う4。

- (7) a. It is [Bill]_F [who broke the typewriter]_Q [タイプライターを壊した]_Qのは[ビル]_Fだ
 - b. Background question: Who broke the typewriter? (\Rightarrow 焦点(候補 \mathcal{O})集合)
 - c. Presupposition generated: Somebody broke the typewriter. (⇒ 存在前提)

また同時に、Abrusán (2016)は、(8)の定名詞句 the German は唯一性を持った特定の指示対象の存在を前提として持たず、また、(9)の一人称代名詞 Iも非-焦点要素の集合を前提として持たないことから、

From this the Hamblin-style question denotation (λp . $\exists x$. [$p=\lambda w$. broke the typewriter (x) (w)]) can be recovered straightforwardly. Thus there is no ambiguity as to the identity of the background question that the it-cleft answers.

⁴ この存在前提に関する Abrusán (2016:184)の分析は以下の通りである。

一般的に焦点は (前提のトリガーとして) 何がしかの前提を持つとされるが、存在前提を持つ it-cleft 文の焦点 (cf.(7a)) がある一方、前提のトリガーと見なされる定記述や一人称代名詞にも、唯一的な対象を前提としない定記述(cf.(8))や、前提としての非・焦点集合を持たない一人称代名詞(cf.(9))があり、全ての焦点が存在前提を伴うわけではない、と述べている。 ((8)(9)の下付き \mathbf{F} は焦点を表す。)

- (8) John only talked to the GERman F professor.
- (9) Only I_F did my homework.

以上を頭において、次のセクションでは、A,B 両タイプの同格名詞句の前提一焦点構造がどのようなものかについて具体的に見ることにしよう。

3.1.2 It-cleft 型[焦点-前提]構造と B 型同 格名詞句

まず、(5)(6)の同格名詞句(以下に再録)は、N2 が itcleft/擬似条件文の焦点と同じタイプの焦点を表し、 N1 がその焦点が結び付けられるべき背景/前提とな る質問に対応する情報構造を持つと考えられる。

- (5) a. イギリス首相チャーチル
 - a'. チャーチルイギリス首相
 - b. 京都大学特別教授本庶佑
 - b'. 本庶佑京都大学特別教授
- (6) a. 花の都パリ
 - a'. パリ花の都
 - b. 千年の都京都
 - b'. 京都千年の都

なぜなら、先述したように、Chomsky (1970) によると、「ある文の前提はその文の焦点部分を変項で置き換えることができる」が、(5a,b)(6a,b)では、「チャーチル/パリ」などの N2 が焦点、そして、「イギリス首相/花の都」などの N1 が (焦点の N2 をその値として与える変項・「誰/何処」・を含む) 命題関数として与えられているからである。

これは、先述した it-cleft 文の焦点と(前提を提供する)関係節の間にある情報構造と同じ情報構造であり、両者の類似性は、(5a,b)(6a,b)の意味を、次のような[質問-回答]を表す文で言い表すことができ

ることによって確認できるだろう。

<u>N1(前提/質問)</u> <u>N2(焦点/答え)</u>

- (5)'a.誰がイギリス首相かというとそれはチャーチ ルだ
 - b 誰が京都大学特別教授かというとそれは本庶 佑だ
- (6)'a. 何処が花の都かというとそれはパリだ
 - b. 何処が千年の都かというとそれは京都だ

西山(2003)によると、(5a)の N1「イギリス首相」のように前提を与える名詞句は、命題関数を表す「変項名詞句」、そして、これと((5a)の N2「チャーチル」のように)その変項に値を与える焦点名詞句を要素に含むコピュラ文は、(10a)のように「倒置指定文」と呼ばれ、倒置指定文は、(10b)の「「指定文」と呼ばれる文と、主語名詞句と述語名詞句を倒置した関係にあると言う。

(10)a. <u>(前提)</u> <u>(焦点)</u> この火事の原因は放火だ (倒置指定文)

b. <u>(焦点)</u> <u>(前提)</u> 放火がこの火事の原因だ (指定文)

このような「指定文」と「倒置指定文」の関係を同格名詞句に投影して言うと、以下に示す通り、(5a,b) と(6a,b)が倒置指定文、また、(5a',b')と(6a',b')が指定文に対応した情報構造を持ち、N1 と N2 の倒置可能性は、(5a,b)と(5a',b')の関係と((6a,b)と(6a',b')の関係が、倒置指定文と指定文の関係と共通したものであるためである、と説明することができる。

- (5)" a. イギリス首相はチャーチルだ (倒置指定文)
 - a' チャーチルがイギリス首相だ (指定文)
 - b. 京都大学特別教授は本庶佑だ (倒置指定文)
 - b'. 本庶佑が京都大学特別教授だ (指定文)
- (6)" a. 花の都はパリだ (倒置指定文)
 - a'. パリが花の都だ (指定文)
 - b. 千年の都は京都だ (倒置指定文)
 - b'. 京都が千年の都だ (指定文)

では、N1 と N2 の倒置可能性がない A タイプの 同格名詞句では、N1 と N2 の間にどのような情報構造が存在しているのだろうか。次のセクションではこの点について考察する。

3.1.3 定記述の前提と A 型同格名詞句

N1 と N2 の倒置ができない A タイプの同格名詞 句と倒置が可能な B タイプの同格名詞句の違いは、それぞれの N1 の違いを比べてみると、さらに明確になる。

A タイプの同格名詞句では、B タイプの同格名詞句とは異なり、固有名詞が N2 にしか生起できない。この制約は、A タイプの同格名詞句の N1 と N2 の間には倒置可能性がないためであると説明できるだろう。

しかし、両タイプの N1 には明確な違いがある。 これは、N1 に来る名詞句の意味から生じていると 分析するべきものである。§ 3.1.1 では、存在前提を 持つ it-cleft 型の焦点に対して、存在前提や非-焦点 集合を(前提として)持たない焦点があることにつ いて触れた(Abrusán, 2016)。A タイプの同格名詞 句の N1 を具体的に見てみると、話者を起点に唯一 的に指示対象が同定される一人称代名詞((1a))、指示 詞((1b))、場所名詞((3a))および親族名称((1c))と、順 位や序列の尺度の最上位の要素を表す名詞句(3b,c) があり、これらは、文脈情報から指示対象が唯一的 に決まる指示的名詞句として、存在前提を導入する ことができる、と特徴化することができるだろう5。 一方、B タイプの同格名詞句は、N1 が特定の指示対 象を持たず、変項名詞句として非-焦点要素の集合を 導入する、という特徴を持つ。

以上のように、A,B どちらのタイプの同格名詞句においても、N1 が前提を導入すると考えることが妥当であるとすると、N2 に生起する固有名詞については、西山(2003:126)が、例えば「田中太郎」には、特定の個体を指示する指示的読みと、「[田中太郎]という名前の持ち主」という性質を表す叙述名詞句(非指示的名詞句)として主語の指示対象にその属性を帰す読みがあり、2 通りに曖昧である、と述べてい

るように、2通りの解釈があることになる。

そこで、西山の分析を N2 の固有名詞に適用すると、まず、A タイプの同格名詞句の N2 の固有名詞には後者、つまり、N1 に生起する指示的名詞句の性質を表す叙述名詞句(非指示的名詞句)が当てはまり、また、B タイプの同格名詞句の N2 の固有名詞は前者、つまり、特定の個体を指示する指示的読みをもつ指示的名詞句が当てはまる。

西山(2003:123)によれば、「Aの指示対象についてBで表示する属性を帰す」コピュラ文「AはBだ」は「措定文」と呼ばれ、本来的に指示的な人称代名詞、直示表現や照応形などは、叙述名詞句にはなり得ず、措定文のB位置に生起することができない、と言う。従って、(11)が示すように、措定文は倒置できない、と特徴化することができる。これが措定文の情報構造上の意味であり、Aタイプの同格名詞句も措定文と同じ情報構造を持つ、と言うことができるだろう。

(11)(指示的名詞句)(叙述名詞句)

- a. あの人は 病気だ
- →*病気があの人だ
- b. あの人は バカだ
- →*バカがあの人だ

従って、(1a-c)の同格名詞句の N1 と N2 を要素として含むコピュラ文でも (文の意味を変えずに) N1 と N2 を倒置できないということになり、A タイプの同格名詞句は、(1 ')が示す通り、措定文と同じ情報構造を持つ、と特徴化することができる。そして、この特徴が N1 と N2 の倒置不可能性の原因である。

(1)'a. 我々は日本人だ

- a'.*日本人が我々だ (日本人役の配役結果を述べる場合は指定 文として OK)
- b. ここは首都東京だ
- b'.*首都東京がここだ (地図を指して言う場合は指定文として OK)
- c. 父は覚恵だ

詞句ではない。このことについては、以下で触れる。

⁵ ただし、(4a,b)の同格名詞句は (N1 と N2 の倒置 が認可されない) A タイプに属するが、N1 に含まれる「ツアコン/元芸人」の普通名詞句は、指示的名

c'?覚恵が父だ

(「父」の配役を言う場合は指定文として OK)

ただし、A タイプの同格名詞句の中には、措定文 以外に、倒置指定文とほぼ同じ意味を表していると 分析することができるものもある。(3a-c)を例に、こ の点を、もう少し明確にしてみよう。

例えば(3'a)のコピュラ文の主語名詞句「隣国」は「xは隣国である」という意味を表す変項名詞句を表し、述語名詞句の「美濃」はxの値を表している、と言える。この場合、(3'a)は倒置指定文である、と見なすことができる。倒置指定文である、ということは、(3'a)を倒置した(3'b)の指定文への言い替えができるということでもある。

(3)'a. 隣国は美濃だ

- a'美濃が隣国だ
- b. 首位は近鉄だ
- b'. 近鉄が首位だ
- c. 百獣の王はライオンだ
- c' ライオンが百獣の王だ

しかしながら、(3a-c)の同格名詞の N1 は、deictic に指示対象が決まる「隣国」、プロ野球の順位や獣の順位の尺度の最上位を表す「首位」「百獣の王」であり、これらを指示的名詞句として解釈すると、N1 に変項名詞句を含む倒置指定文の情報構造と矛盾するという問題にぶつかることになる。即ち、西山(2003:96)が、「対象の存在をまず肯定し、それについて性質を述べるという思考と、変項をもつ命題を考え、その変項を具体的な値で指定するという思考とはまったく異質である」と言う通り、(3a-c)が指定と措定のどちらであるかをどのように区別するか、といった問題である。

この点についてはまず、(3'a)には倒置指定文の読みができるが、(3a-c)の N1 が指示的名詞句であることについては、次のような変化動詞と共起できないことから確認することができる。

(12) a.* 隣国が変わった

- b.* 首位(である近鉄)が変わった
- c.* 百獣の王が変わった

さらに、(3a-c)の同格名詞句の N1 と N2 は倒置できないこと、しかも、本来的に指示的な人称代名詞、直示表現や照応形は、措定文の叙述名詞句になり得ないこと(西山,2003)を考慮すると、(3a-c)の同格名詞句は措定文に対応する情報構造上の意味を表す、と考えられる。

これが、(3a-c)の同格名詞句の典型的な意味だと考えられる。そこで、この N1 名詞句の指示的名詞句である、という情報構造上の意味に基づいて、同格名詞句全体の意味を予測しようとすると、今度は、A タイプの同格名詞句に分類される(4a,b)の N1「ツアコン/元芸人」は指示的名詞句でなければならないが、普通名詞の「ツアコン/元芸人」を指示的名詞句として解釈するわけにはいかない、という新たな問題にぶつかることになる。

(4)'a. ツアコンは藤木さんだ

- a'. 藤木さんがツアコンだ
- b. 元芸人はユウキロックさんだ
- b'. ユウキロックさんが元芸人だ

即ち、「ツアコン/元芸人」を変項名詞句であると見なせば、(4'a,b)は(4'a',b')の指定文を倒置した倒置指定文となり、(4a,b)は A タイプの同格名詞句ではなくなってしまう、といった問題である。

このような N1 名詞句の解釈が関ってはいるものの、どの同格名詞句が A タイプあるいは B タイプに分類されるかについての最も明白な基準は、N1 と N2 の倒置が認可されるか否かということである。従って、(4a.b)の同格名詞句では N1 と N2 の倒置が認められないので、N1 と N2 の倒置を可能にする情報構造を持っていなければならない倒置指定文は、(4a,b)の情報構造上の意味としては不備がある。むしろ、同格名詞句自体の意味を考えると、(4a,b)は、N2 の固有名詞の属性を N1 の普通名詞が表す次のような措定文の意味を表していると見なすことができるだろう。

(13)(指示的名詞句)(叙述名詞句)

- a. 藤木さんはツアコンだ
- b. ユウキロックさんは元芸人だ

そこで、(4a.b)の同格名詞句における N1 と N2 の順序にも拘らず、倒置指定文の(4'a,b)よりも、措定

文の(13a,b)の方が、より(4a,b)に近い意味を表すという点を、N1と N2 の倒置(不)可能性という観点に沿ってもう少し明確にしてみよう。

(4a,b)と同じく N1 に普通名詞句、N2 に固有名詞を含む同格名詞句は多く、例えば以下のような例を挙げることができる。

- (14) a. 怪盗ルパン (*ルパン怪盗)
 - b.. 泣き虫ハルちゃん (*ハルちゃん泣き虫)
 - c. 着回し名人キャサンリン妃 (*キャサリン妃着回し名人)
 - d. オオカミ少年ケン (*ケンオオカミ少年)
 - e. 嘘つき内閣 (*内閣嘘つき)
 - f. テノールパバロッティ (*パバロッティテノール)

これらの事例の解釈については、明らかな一般的意 味特性がある。最も明白な意味特性は、固有名詞の N2は、普通名詞の N1 というカテゴリーに属すると いう意味を表すということである。これは、(13a,b) の措定文「N2 は N1 だ」の対応物であると見なすこ とができる。しかし、措定文の意味を表示するため には、「怪盗ルパン/泣き虫ハルちゃん」ではなく、 「*ルパン怪盗/*ハルちゃん泣き虫」の方が適切な語 順であるはずである。それにも拘らず、「怪盗ルパ ン/泣き虫ハルちゃん」になるのは、その方が、補足 部(M)が前、主要部(H)が後ろに来る MH 型という日 本語で多数を占める語順の例外を許さないという意 味から選好されることに加えて、そもそも倒置可能 性がない措定文の情報構造を基盤とする同格名詞句 において、N1とN2の語順が逆になったとしても、 意味処理上、混乱が少ないことが関係している、と 考えることは不可能ではない6。

従って、もしこのような考えが成立するとすれば、 同じ説明を(3a-c)にも適用する余地がないわけでは ない。どのような分析が適切かは、当該の同格名詞 句の使用文脈に依存する問題でもあり、今後の課題 としたい。

3.1.4 非 A 型/非 B 型の同格名詞句

§ 3.1.3 の(14a-f)に N1 と N2 の倒置可能性はなかった。しかし、例えば(14f)の N1 に修飾語を付加した(15a)や(15b)のような N1 には、特定の個体を指示対象として持つ指示的名詞句としての解釈が生じる。

(15) a. 史上最高のテノールパバロッティ b. 第 44 代アメリカ合衆国大統領オバマ

従って、(15a,b)の同格名詞句の N1 と N2 をコピュラ 文に投影した(16a,b)(17a,b)は、主語名詞句と述語名 詞句の両方に指示的名詞句を含むので、西山(2003) の理論に従えば、これらは、倒置が可能な(18a,b)の同 定文と倒置同定文に近い意味を表す、と考えなければ ならない。

- (16) a. パバロッティが史上最高のテノールだ (同定文)
 - b. 史上最高のテノールはパバロッティだ (倒置同定文)
- (17) a. オバマが第 44 代アメリカ合衆国大統領だb.第 44 代アメリカ合衆国大統領はオバマだ
- (18) a. 山田村長の次男がこいつだ (同定文) b.こいつは山田村長の次男だ (倒置同定文) (西山, 2003)

この考えを推し進めると、(15a,b)の同格名詞句では N1 と N2 の倒置が可能になることが予測されるが、予 測通り、(19a,b)の倒置形を作ることができる。

(19) a. パバロッティ史上最高のテノール b. オバマ第44代アメリカ合衆国大統領

このことは、AタイプとBタイプの同格名詞句に加えて、 同定文の情報構造上の意味を表す第三の C タイプと も言うべき同格名詞句があることを示している。

4. まとめ

(1)(3)(4)(5)の同格名詞句の N1,N2 を構成する名 詞句の組み合わせは I,II のどちらかであり、情報構造の違いが倒置可能性に反映される。

「水を飲む」でも主要部の「飲む」が後ろに来る MH型の語順を持つ。語の内部でも同じ構造が見られ、日本語の複合語で最も実例が多いのは、「都市生活/流れ星/黒板」などの MH型である。

⁶ 主要部(head)とは句全体の意味と統語機能を 決定する要素を指す。例えば「赤い花」の主要部は 「花」であり、「花」の修飾語句「赤い」を補足部 (modifier)という。「赤い花」では補足部(M)が前、主 要部(H)が後ろに来る MH 型の語順を持つ。動詞句

I. N1:存在前提を持つ変項名詞句

N2: 変項の値を表す名詞句

II. N1: 特定の対象を表す指示的名詞句

N2:属性名詞句

III. 照応形は、先行詞を必要とするため N1 に生起し得ない。

(ユウキロックさんご本人 *ご本人ユウキロックさん)

(1)(3)(4)の同格名詞句は、「措定文」と同じII型の情報構造を持つ。これに対して、(5)(6)の同格名詞句は、「指定文」を倒置した「倒置指定文」(西山,2003)と同じI型の情報構造を持つ。また、「措定文」には対応する倒置文がなく(西山,2003)、同じ情報構造を持つ(1)(3)(4)の同格名詞句には倒置可能性がない。一方、倒置指定文と同じ情報構造を持つ(5)(6)の同格名詞句には倒置可能性がある。

また、I、II のどちらにも属さないパターンとして、 (15a,b)の同格名詞句は、「同定文」と同じ IV 型の情報構造を持つ。「同定文」には対応する倒置文として「倒置同定文」があり、(15a,b)の同格名詞句は(18a,b)の倒置形を持つ。

IV. N1: 特定の対象を表す指示的名詞句 N2: 特定の対象を表す指示的名詞句

なお、(3)、とりわけ(4)の同格名詞句についてはさらなる検討が必要であり、この結論は暫定的なものとしたい。

参照文献

- [1] Abrusán Márta (2016) Presupposition cancellation: explaining the 'soft-hard' trigger distinction. *Natural Language Semantics* 24: pp. 165-202.
- [2] Chomsky, Noam (1970) Deep structure, surface structure and semantic interpretation. Jakobson, R. & S. Kawamoto (eds.) Studies in General and Oriental Linguistics: Tokyo:TEC.
- [3] 小林幸江(1996)「『同格』をめぐって」『東京外 国語大学留学生日本語教育センター論集』22, pp.1-13.

- [4] 眞野美穂(2016)「日本語同格名詞句についての 一考察—固有名詞が含まれる場合—」福田嘉 一・建石始(編)『名詞類の文法』pp.21-40. く ろしお出版.
- [5] 眞野美穂(2017)「日本語同格名詞句に見る意味 的階層と統語構造」関西言語学会第 42 回大会 ワークショップ『名詞句が関る指示機能と叙述 機能』ハンドアウト.
- [6] 眞野美穂(2018)「日本語同格名詞句から見る名 詞句の機能について」『日本言語学会第157回 大会予稿集』pp.412-417.
- [7] 森山卓郎(2016)「名詞並置型同格構造」庵功雄・ 佐藤琢三・中俣尚巳(編)『日本語文法研究のフロンティア』pp.65-82. くろしお出版.
- [8] 西山佑司(2003) 『日本語名詞句の意味論と語用論』 ひつじ書房

音読すると読解力が高まるか?

Are general reading skills enhanced by reading aloud?

佐山公一 小樽商科大学

Kohichi Sayama (sayama@res.otaru-uc.ac.jp) Otaru University of Commerce

Abstract

This study investigated if reading skills could be improved by reading textbooks. Participants (N = 70) took reading skills tests (RST). Of these, half the participants read guide books on the textbooks which explained the textbooks in detail. They read the guide books aloud for 40 minutes both 10 and 7 days before taking the test. An ANOVA examined the RST performance of all the participants. Results indicated that the skills of imagining real situations in which the events described in the textbooks could occur, and imagining real instances of issues described in the textbooks were improved by reading the guide books aloud. Principal component analysis on the data of seven subskills of reading was conducted and general reading skills for both the first and the second component were identified. Results indicated that the first component was enhanced by oral reading, whereas the second component was not, which suggested that oral reading had an impact only on the first component of general reading skills.

Keywords — language, understanding, comprehension, reading skills, oral reading

本研究の目的は、日本語を使って社会生活を 行う上での基礎的な能力として認知されてきて いる"読解力"が、事前に音読を行うことによ って向上するかどうかを実験的に検討すること である.

"読解力"を測るテストとしてリーディング スキルテスト(RST)が開発され、小学校から一 般企業に至るまで幅広く利用されている. 本研 究ではリーディングスキルテストそのものを実 験課題とした. リーディングスキルテストは, 妥当性, 信頼性が実験的に検討され, 確認され てきている (新井・尾崎, 2017; Arai, Todo, Arai, Bunji, Sugawara, Inuzuka, Matsuzaki, & Ozaki, 2017; Arai, Bunji, Todo, Arai, & Matsuzaki, 2018) . リーディングスキルテストによって測られる能 力の中には, 文の係り受け関係を正しく認識で きるか、照応関係を理解できるか、2 つの文の意 味が同じかどうか、提示される文から新しい知 識を獲得できるかどうか、文が表すイメージを 想起できるかどうか, 文が表す具体的な状況を 想起できるか、がある(新井・菅原・尾崎・犬塚・新 井·分寺·野口·登藤, 2017).

本研究では、事前に音読することで、上記の 能力からなる読解力が向上するかどうかを実験 的に検討した.

方法

参加者 大学生 70 名であった.参加者は音読ありの群と音読なしの群に分けられた.

手続き 【音読課題】音読あり群の参加者のみが参加した。音読なし群の参加者は参加しなかった。

リーディングスキルテスト受検 10 日前,7日前に40分ずつ,計2回,教科書ガイドの音読を行った.2回目には,教科書ガイドの内容を覚えてしまうことを避けるため,1回目の続きから音読を再開した.10日前,7日前とした理由は,リーディングスキルテスト受検時に,音読をしたことを参加者が思い出さないようにするためである.

音読課題は LL 教室で,集団で行われた.参加

者は、実験者の指示に従い、各科目の教科書ガイドを音読した.

中学3年生の国語(日本教材システム,2018a),数学(日本教材システム,2018b),理科(文理,2018),社会の教科書ガイドをそれぞれ10分ずつ(社会は,歴史[新興出版社,2018a],地理[新興出版社,2018b],公民[新興出版社,2018c]の教科書ガイドを3分33秒ずつ)声に出して読んだ.その際,できるだけ注意深く音読するよう教示された.参加者はヘッドフォンを装着し,音読を行っている間,マイクを通して自分の音読した声を聴いた.そのため,他の参加者の声は聞こえなかった.

【リーディングスキルテスト】リーディングスキルテストも LL 教室を使って集団で行った.

まず、リーディングスキルテストが、一般に 公開されているもので、小学生から社会人まで 幅広い年代の人が受検していることが説明され た.この実験では、リーディングスキルテスト を、人が文章をどのように理解するかを調べる 目的で行う旨、教示された.

テストの最後に、個人的な評価が示されるが、 最後に画面に表示される個人的な情報は、分析 では一切使用せず、また、個人が特定されるよ うな分析も行わないことが説明された.

中学校で習ったいろいろな科目の問題が,順不同で出てくるが,参加者は,問題や注意書きをよく読み,一つ一つ丁寧に解答するよう言われた.その際,早く解こうとするのではなく正確に解くこと,また,解答時間が極端に長いと,解答中でも次の問題に移ることがある旨強調された.

問題文の中に、習ったことのない言葉が現れることもあるが、注意深く読めば必ず答えを出すことができるようになっていること、また、知識を問うテストではないことも説明された.

参加者は、各自自分のペースでリーディング テストを行うよう言われた、解答は、マウスの クリックで行い、解答以外の操作は行わないよ う教示された.

すべての問題の回答に要する時間は、およそ 40分程度であると知らされた. **実験計画** 事前に音読課題を行っていたかど うかを参加者間要因とした. また,参加者をラ ンダム要因とした.

結果

参加者のパフォーマンスが相対的かつ客観的に数値化されている偏差値を分散分析した. リーディングスキルテストの下位項目, 係り受け解析, 照応解決, 同義文判定, 推論, イメージ同定, 具体例同定(辞書), 具体例同定(理数)の7項目それぞれを分散分析したところ, イメージ同定と具体例同定(辞書)でのみ有意差が認められた(順に, F(1,68)=5.06, p<.03; F(1,67)=4.19, p<.04). 具体例や具体的なイメージを想起する必要のある問題を解くとき, 彼らのパフォーマンスが音読によって向上した.

7 項目の偏差値を単純に足し合わせたものを "読解力"とみなして分散分析を行ったところ、 有意差が認められた(F(1,67)=3.85, p<.05). 具体例や具体的なイメージを想起する能力が "読解力"の主要な能力である可能性が示唆される.

読解力の7つの項目の偏差値に対して主成分分析を行ったところ、2つの主成分が抽出された.第1、第2主成分と各項目との相関係数を重みの係数とみなし、第1、2主成分に対する読解力を合成し、分散分析したところ、第1主成分の読解力は有意となった(F(1,67)=4.32,p<.04)が、第2主成分の読解力は有意ではなかった(F(1,67)=1.00,p>.32).このことから、読解力が2種類の能力からなる可能性が示唆され、音読はそのうちの一つの能力に大きく影響する可能性が示唆された.

考察

教科書を読めていない中学生,高校生は,(文の文法関係を文内の機能語を使って計算するのではなく)文の中からキーワードを探し,それらキーワードを含む過去の経験を記憶から引き出す(新井,2018b).教科書の文が読めるかどうかは,過去の経験の多さで決まる.AIは過去の経験を中高生よりはるかに多く持っているので,AIの方が彼らより正確に教科書を読める(新井,2018b).もし本研究の参加者,とりわけ音読課題をしていなかった参加者が,新井(2018b)の指摘するような中高生と同じことしていたと仮定してみよう.

音読は、今読んだ文の中にある機能語に注意を向けさせる(高橋、2013)効果がある.学習時に文を記憶してもらった後、テスト時に助詞や名詞の語順を入れかえた文を提示すると、音読した場合には、それらが学習時に提示された文ではないことを正確に判断できる(高橋・田中、2011).高橋・田中(2011)の知見から推測すると、本研究の音読あり群の参加者が、音読を事前に行っておいたことで、文の係り受け関係、照応関係、2 文が同じ意味かどうか、といった能力を向上させることになるであろう.

ところが、本研究の実験結果は、それら3つの能力については、音読していた参加者と何もしなかった参加者との間に有意な差が生じなかった.

では、音読を事前に行っておくことで、リーディングスキルテストのどの能力が高まる教科書では、教科書ではなく教科書では、教科書では、教科書では問題の解き方が書とした理由は、教科書がは問題の解き方の設明があり、それなおがでは問題の解き方も想起できるの解き方を解説したと考えたためである。問題の解き方を解説した文章を音読すると、解き方も別性をを正確なると予想していた。しかし、規則性を使いてなると解く能力も事前の音読では向上しない可能性を、本研究の実験結果は示した。

以下の	文を読みなさい。			
2で書	り切れる数を偶	数という。そう つ	でない数を奇数と	いう。
偶数を	すべて選びなさい	0		
65				
8				
110				

正解:8,110,0

図1. 具体例同定(理数)の問題の例(教育のための科学研究所のホームページから引用).

リーディングスキルテストで、特定の解き方

をその通りに使う能力は具体例同定(理数)と 考えられる. 具体例同定(理数)には、図1のよ うな問題例がある. 少なくともこの例では、規 則性を適用できるかどうかで正答できるかが決 まるように思える. この例から推察するなら、 具体例同定(理数)の能力が、教科書ガイドの 音読で向上してもおかしくはないであろう. と ころが、本研究の実験結果からは、具体例同定 (理数)の能力は、事前の音読では高まらなかった.

リーディングスキルテストで測られるとされる能力のうち、具体例同定には、この具体例同定(理数)の他に、具体例同定(辞書)がある. 具体例同定(辞書)の能力が、事前の音読によって有意に高くなった. 具体例同定(辞書)とは、辞書の定義を用いて新しい語彙とその用法を獲得できる(教育のための科学研究所, 2019)こととされている. 具体例同定(理数)と具体例同定(辞書)はいずれも、定義を読んで具体的にどのようなものごとがその例になりうるか見分けること(新井, 2018b)であるが、具体例同定(辞書)では、文内の単語を読んでその具体例を想起できる必要があると考えられる.

具体例同定(辞書)で有意差が生じた、ということは、文脈や場面を想像して理解することが音読によって高まる可能性を示唆する。文脈や場面を想像する、ということは、人間にしかできず、現状の AI には実行不可能(新井・尾崎、2017)なこととされている。とすると、本研究

の参加者は、AI にはできない能力が音読に よって高められたことになる。音読を行う ことで、AI で代替できない読解力の能力が 高まるとすれば、読解力の向上に、事前の 音読が及ぼす効果は非常の大きいと言える かもしれない。

教科書ガイドには、国語なら国語、算数なら算数の問題に特有の言いまわしがある. 音読をすれば、領域固有の言いまわしに慣れる.何が算数、国語、理科、社会固有の言いまわしか。はっきり言葉で言い表すことはできないが、それぞれの科目の文章を事前に音読していると、その分野の文を正確に理解できるようになる。本研究の実験結果は、こうした領域固有の知識を、領域を

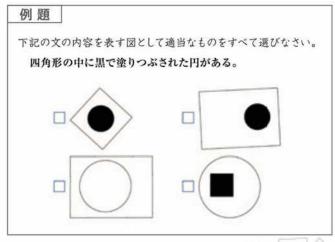
設定した上で,使用する能力が,音読を事前に

行うことによって、高まる可能性を示唆する.

文脈や場面を想像して理解することが音読によって高まるのに加え、具体的なイメージを想起する能力も、事前の音読によって高まった. イメージ同定の能力も、音読していた群と何もしなかった群との間で有意差が認められた.

イメージ同定の問題の例には図2のようなものがある.四角形の中に黒丸がある,状況を想起する必要がこの問題を解くためには必要になる.

こうした能力は、文を読んだときに、視覚イメージ、話し手の置かれた状況を視覚を通してイメージする能力であると言えるかもしれない. 作家は、しばしばこうしたイメージを読み手に喚起させる表現をうまく使って物語の理解を促す.



正解: ● ● 図2. イメージ同定の問題の例 (教育のための科学研究所ホームページより引用)

本研究の結果は、従来言われている音読の効果とは異なる効果が、音読にはあることを示唆する、従来音読で高まるのは、文章や談話レベルの理解ではなく、単語や文のレベルでの意味理解であることが示されてきた(高橋、2013)、音読を行うことで、文章や談話に対する理解力が劇的に向上する(川島、2013)、本研究の結果は、こうした脳科学の知見を支持しているように見える。

総合的考察

音読を行うと、文の音韻表象を確実に利用することができるようになるだけでなく、音読は構音運動なので、脳の運動の部位も使うことになる(高橋, 2013). 目前の課題に集中できな

い状況で、とくに音読は有効である.音韻表象や構音運動の記憶を利用し読解を高めることができるからである.

ただ、単純に利用できる表象が増えるというだけなら、声に出して覚える音読だけはなく、書いて覚えたり、キーボードを打って覚えたりすることも、さまざまな表象を利用できる、という点で効果があることになる.

なぜ書いて覚えるよりも声に出して覚える方が良いのか. 声に出す方が,認知的な負荷量が適切な範囲内に収まるからなのか. 音読が,書字行動やキー打鍵よりも効果がある理由を今後は調べる必要があるであろう.

【リーディングスキルテストは授業への興味や受講動機を測れるか?】 コミュニケーション能力

や創造的な発想力などといった人間にしかできない部分をこれからの社会では磨いていく必要がある.小学校から大学,さらに社会人となってからも、主体的で深い学び(アクティブラーニング)を生涯にわたって誰もが行っていかなければならない.これからの社会で生きるための基礎的な力を測る道具として、リーディングスキルテストがどの程度有効なものなのか、より詳細に確認していく必要がある.

問題の文章を音読すると、問題文を正確に 理解できるようになる.この音読に対する従 来の知見は、一時的に集中力が高まる、こと を意味する.読解力は定常的・恒常的な能力 である.もし音読が読解力向上に役立つので あれば、音読が、能力やスキルの定着に効果が あることを意味することになるであろう.

【今後の課題】 本研究は、読解力の向上に、音読の効果があるかどうかを試すパイロット的な研究であった. 何かを読むということは通常黙読をすることであるから、音読の効果は、黙読の効果と比較すべきものであろう. これまでの認知心理学の研究には、黙読と音読との間に差がないとする研究が、とくに成人を対象にした研究では多い(高橋、2013). 一方、脳科学では、音読の脳内での処理の多様さから、音読の優れた効果を主張する研究者(川島、2013)もいる.

現在,事前に音読を行うことに加え,事前に黙読も行う実験を計画している.リーディング

スキルテスト受検 10 日前,7 日前に事前に学習課題を行う.この学習課題を,音読での学習に加え,黙読での学習,および,事前の学習なしの3 通り設定する.さらに,実際のリーディングスキルテストも,黙読で行う場合に加え,音読で行う場合を設定する.結局,あわせて6つのグループに分けて比較し実験的に検討する.

もし音読で学習するのが良い、ということになれば、たとえば、Web上で行うTOEICテストのようなものも、音読しながら受検する方が、テストの成績が上がることになる.1人しかいない部屋で学習するのであれば、声に出しても問題ないので実践できる.

引用文献

- 新井紀子 (2018a). AI vs.教科書が読めない子どもたち、東洋経済新報社.
- 新井紀子 (2018b). 教科書が読めない子どもたち: AI に仕事を取られる前にすべきこと https://www.nippon.com/ja/features/c04703/ (2019年7月3日)
- 教育のための科学研究所 (2019). 設問の特徴と例題 教育のための科学研究所.
 -
 (2019年7月3日)
- 新井紀子・尾崎幸謙 (2017). 「ロボットは東大に入れるか」という企て:8. なぜ高校生は「意味を理解しない AI」に敗れたか?: リーディングスキルテストの結果から. 情報処理, **58(7)**, 613-615.
- 新井紀子・菅原真悟・尾崎幸謙・犬塚美輪・新井庭子・ 分寺杏介・野口裕之・登藤直弥 (2017). リーディン グスキルテスト (RST): その教育測定学的性質 と教育実践に対する示唆. 日本教育心理学会第 59回総会発表論文集, 70-71.
- Arai, N. H., Todo, N., Arai, T., Bunji, K., Sugawara,
 S., Inuzuka, M., Matsuzaki, T., & Ozaki, K. (2017).
 Reading Skill Test to Diagnose Basic Language
 Skills in Comparison to Machines. Proceedings of the 39th annual meeting of the Cognitive Science
 Society (CogSci 2017), 1556-1561.
- Arai, T., Bunji, K., Todo, N., Arai, N. H., & Matsuzaki, T. (2018). Evaluating Reading Support

- System through Reading Skill Test, *Proceedings of the 40th annual meeting of the Cognitive Science Society (CogSci 2018)*, 100-105.
- 文理 (2018). 教科書ガイド. 大日本図書 (新版 理科の世界中学理科 3年)版.
- 川島隆太 (2003). 「音読」すれば頭がよくなる: 1 日 20 分! 能力はここまでアップする. たちばな出 版.
- 新興出版社 (2018a). 教科書ガイド. 教育出版(未来 をひらく 中学社会 歴史)版.
- 新興出版社 (2018b). 教科書ガイド. 教育出版(地域にまなぶ中学社会地理)版.
- 新興出版社 (2018c). .教科書ガイド. 教育出版 (とも に生きる 中学社会 公民) 版.
- 高橋麻衣子 (2013). 人はなぜ音読をするのか: 読み 能力の発達における音読の役割. 教育心理学研 究, **61**, 95-111.
- 高橋麻衣子・田中章宏 (2011). 音読での文理解における構音運動と音声情報の役割. 教育心理学研究, **59**, 179-192.
- 日本教材システム (2018a). 教科書ガイド. 教育出版 (伝え合う言葉 中学国語 3 年) 版.
- 日本教材システム (2018b). 教科書ガイド. 教育出版 (中学数学3年)版.

アブストラクト

"読解力"が、事前に音読を行うことによって向上するかどうかを実験的に検討した。大学生 70名が実験に参加した。参加者は音読ありの群と音読なしの群に分けられた。音読あり群の参加者は、リーディングスキルテスト受検 10日前、7日前に 40分ずつ、音読を行った。音読あり群の参加者は、教科書ガイドの音読を各科目10分ずつ行った。その後、リーディングスキルテストを全参加者が行った。事前に音読課題を行っていたかどうかを参加者間要因とし、偏差値を分散分析したところ、イメージ同定と具体例同定(辞書)でのみ有意差が認められた。具体例や具体的なイメージを想起する必要のある問題を解くとき、彼らのパフォーマンスが音読によって向上した。読解力の7つの項目に対して

主成分分析を行い,第 1,2 主成分に対する読解力を合成し,分散分析したところ,第1主成分の読解力は有意となったが,第2主成分の読解力は有意ではなかった.読解力が 2 種類の能力からなり,音読は第1主成分の能力に影響する可能性が示唆された.

コミュニケーションの有無がもたらすオノマトペ表現の変化 —仮想テクスチャを用いた実験を通して—

How communication affects the use of ideophones describing virtual

textures

宇野良子¹, 大海悠太², 林淑克³, 篠原和子¹ Ryoko Uno, Yuta Ogai, Yoshikatsu Hayashi, Kazuko Shinohara

¹東京農工大学,²東京工芸大学,³University of Reading Tokyo University of Agriculture and Technology,Tokyo Polytechnic University,University of Reading ryokouno@cc.tuat.ac.jp

概要

本研究では、コミュニケーションの有無あるいは個人の特性が、新しいオノマトペの創発にどのように関わるかを分析した。実験では、視覚的に触感覚を表現するテクスチャを提示し、参加者はそれをオノマトペで表現した。一人で表現する条件と二人で表現する条件で行なった。結果、二人で表現した時のオノマトペを一人で表現する時に多く流用する参加者と、ほとんど流用しない参加者がおり、前者と比べると後者は新しいオノマトペを有意に多く用いることが示された。

キーワード: 認知言語学、新造語、慣習的オノマトペ、臨時オノマトペ、表現の再利用率

1. はじめに

私たちは、認知言語学の観点から、未経験の質感をもつ 仮想テクスチャを言語で表現する実験を行い、新しい言 葉が創り出されるしくみについての理論を構築すること を目指している。言葉の中でも、特にオノマトペ(擬音 語・擬態語)を研究対象とし、慣習的なオノマトペ(「さ らさら」等)に対し、発話の場で新しく創られるオノマト ペである「臨時オノマトペ」(「しゃわわん」等)がどのよ うに用いられるのかに着目している。

本稿で論じる実験では、視覚的に触感覚を表現するアプリケーションにより、タブレットで様々な仮想テクスチャを実験参加者に提示し、オノマトペで表現してもらった。そして、参加者が一人で表現する場合と、二人で表現する場合を対比し、コミュニケーションの有無あるいは個人の特性が新しいオノマトペの創発にどのように関わるかを分析した。結果として、二人で表現した時のオノマトペを一人で表現する時に多く流用する参加者と、ほとんど流用しない参加者がおり、前者と比べると後者は有意に臨時オノマトペを多く用いることが示された。

2. 背景と目的

近年、認知言語学の新造語の研究を包括的にまとめようという試みがすすめられている[8][9]。その中で、研究対象とすべき新造語成立の三つの段階があると指摘されている。それは、新造語が生み出される段階、広まり浸透する段階、慣習的な語として確立される段階である。しかし、現状では現代語の研究は中間段階を、歴史的な研究では最終段階を主な対象としている。本稿では、これまであまり研究されていない生み出される段階と、広まる段階の一番はじめにあたる生み出された語が最初に他者と共有されるところに着目する。具体的には、新しい形態を創作しやすいとされる[1]オノマトペに着目し、日本語の臨時オノマトペの発生条件を明らかにする

以前、私たちが行った実験では、テクスチャのタイプにより、テクスチャを表現するオノマトペに占める、臨時オノマトペの数が変わることを示した[10]。

今回はテクスチャではなく、テクスチャを表現する人間の側に焦点を当てる。 どのようなコミュニケーション のあり方や個人の特性により、テクスチャをオノマトペで表現する際に、多く新しい表現を用いるのかを探索的に調べた。

3. 方法

実験では、11 組 22 名の実験参加者が、仮想テクスチャに触り、オノマトペでその質感を表現した。一人で表現する場合(以下「ソロ条件」と呼ぶ)と、二人で表現をする場合(以下「ペア条件」と呼ぶ)の二つの条件で行った。ペア条件では、回答のオノマトペは二人で話し合って一つ答えた。5 組 10 人はソロ条件での課題を先に行い、6 組 12 人はペア条件での課題を先に行った。

仮想テクスチャは、アプリケーションでタブレット上

に表示される。このアプリケーションは本実験を含む一連の研究 (例えば、[10]等) のために開発したものである [6]。タブレットの画面の触感は当然変えることはできないが、このアプリケーションでは、画面上に網目のような模様が表現され、あたかも様々な重さや粘弾性のあるテクスチャに触っているような視覚的な動きをする。触感には触覚情報と視覚情報の両方が関わっていることは指摘されてきている[3][4]。今回の実験では、様々な物理的特性 (重さ、粘性、弾性)を持った視覚による仮想テクスチャ 27 種類を用意した。これらテクスチャを各参加者の各条件でランダムな順番で提示した。

4. 分析と結果

実験参加者が回答したオノマトペは全て、作業者が慣習的なオノマトペとそれ以外の臨時オノマトペに分けた。 臨時オノマトペの中には、形態が新奇なもの(「きゅいーん」など)と、形態は慣習的だが、通常はテクスチャの触感を表すには用いられないという点で意味が新奇なもの(「きらきら」など)が含まれる。

このデータを分析した観点は、(1)慣習的オノマトペ及 び臨時オノマトペの出現率に差があるかどうか、(2)一度 用いたオノマトペを再度利用するかどうか、の二つであ る。観点(1)は、新しい表現がつくられるのはどのような 場合かを知るためであり、観点(2)は表現が共有される場 合に着目することで、新しい表現が共有される条件につ いて考察するためである。

4.1 ソロ条件とペア条件

データ全体では、ソロ条件とペア条件の対比において は、慣習的オノマトペ及び臨時オノマトペの出現率には 有意な差はみられなかった。つまり、ソロ条件とペア条件 で臨時オノマトペの使用率が変わることは観察できなか った。次に、ソロ条件とペア条件のいずれを先に行うか の順序が、上記の観点(1)と(2)に影響するかどうかを分析 した。すでに述べたように本実験では、5組はソロでの課 題を先に行い(以下「ソロ→ペア」と呼ぶ)、6組はペア での課題を先に行った(以下「ペア→ソロ」と呼ぶ)。こ の作業順序が、(1)慣習的オノマトペ及び臨時オノマトペ の出現率に影響するか、(2)一度用いたオノマトペの再度 利用率 (ソロ→ペアの場合は、ペア条件での回答 27 件の うち、二人のいずれかがソロ条件で出ているオノマトペ が採用されている比率、ペア→ソロの場合は、ペア条件 での回答27件のうち、その後のソロ条件の回答で用いら れているものがいくつあるかの比率) に影響するか、を分 析した。その結果、ペア条件とソロ条件のいずれを先に行 うかでは、観点(1)と(2)のいずれについても有意な差は検

出されなかった。

4.2 再利用率

これらの分析の過程で、以下のことが判明した。既出オノマトペをなんらかのテクスチャに再利用している率は、ソロ→ペアの場合 41.5%、ペア→ソロの場合 47.5%であった。ソロ条件とペア条件のどちらを先に行うかの順序による有意差はないものの、いずれも 40%を超えており、この比率は小さくはないと判断した。 再利用は全体として多く行われていたということである。 とくにペア条件を先に行った群では、再利用率が半数近くにのぼる。そこで、この群について、再利用の仕方の特徴をさらに探索的に抽出した。

ペア条件を先に行った6組のそれぞれの参加者、計12人が、後にソロ条件での課題の際にどのように回答を行っているかを分析したところ、ペア条件の時に回答したオノマトペをソロ条件の時に多く再利用している参加者と、まったく再利用しない参加者がいることがわかった。ペア条件の際に出たオノマトペをソロ条件で再利用している件数、及びパーセンテージを、表1に示す。最大値では、27問中17件(約63%)がペアの際に出されたオノマトペの再利用であった。一方、ペアの際に出されたオノマトペの再利用はまったくしていない参加者が1人いた。これは、約63%~0%に相当し、大きな違いと判断できる。

参加者	再利用回答数	%
1	17	62.96
2	13	48.15
3	13	48.15
4	10	37.04
5	8	29.63
6	8	29.63
7	6	22.22
8	5	18.52
9	5	18.52
10	4	14.81
11	3	11.11
12	0	0.00

表1 ソローペアでの既出オノマトペ再利用率

4.3 再利用率と臨時オノマトペ

以上の差がどのような要因や傾向によるものかを探るため、参加者を「再利用率の高い参加者」の群と「再利用率の低い参加者」の群に分け、それぞれが用いているオノマトペについて、慣習的オノマトペ及び臨時オノマトペの出現率に差があるかどうか、という観点から追加分析を行うことにした。そして、次のように予想した。再利用率の高い参加者は、仮想テクスチャを表現するオノマトペが思いつきにくく、そのため一度出たオノマトペを手がかりとして利用しようとする傾向があるのではないか、また逆に、自分自身でテクスチャを吟味して自分の感覚に近い音でオノマトペを作り出そうとする傾向の高い参加者は、再利用を避け、自分なりの臨時オノマトペを回答する傾向が強いのではないか。

分析手順は以下の通りである。ペアを先に行った 6 組12 人の参加者のうち、再利用率が 48%を超えている 3 人 (表 1 の No.1~No.3) を「再利用率が高い」群、4 件(14.8%) 以下の 3 人 (表 1 の No.10~No.12) を、「再利用率が低い」群とし、これら 6 人の参加者の回答に、慣習的オノマトペと臨時オノマトペがどのように出現しているかを分析した。

結果を表 2 および図 1 に示す。度数について χ 2 乗検定を行った結果、再利用率が高い群のほうが、再利用率が低い群よりも、慣習的オノマトペを多く用いており、逆に再利用率が低い群の方が、再利用率が高い群よりも、臨時オノマトペを多く用いていることがわかった (χ(1)=24.949、p<.01)。 この結果は予想と合致している。

表2 再利用率によるオノマトペの種類の分布(ボールドは有意に多いセル)

	慣習的	臨時
再利用率高	44	54
再利用率低	10	81

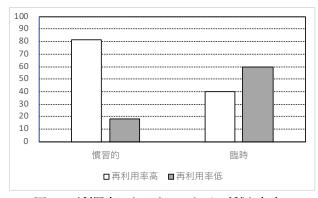


図1 再利用率によるオノマトペの種類(%)

5. 議論

実験の結果から、再利用率の高い参加者、つまりペア条件での作業の際に回答に用いたオノマトペを記憶していて自分のソロ条件の際に同じオノマトペをまた使う傾向にある参加者は、仮想テクスチャを表現するオノマトペが思いつきにくく、そのため一度出たオノマトペを手がかりとして利用しようとする傾向があるのではないかと思われる。また逆に、自分が感じたテクスチャを、その場で臨場的に吟味し、それをできるかぎり忠実に言語音で表現しようとして自分の感覚に近い音でオノマトペを作り出そうとする傾向の高い参加者は、ペア条件の際に使ったオノマトペの再利用を避け、自分なりの臨時オノマトペを回答する傾向が強いのではないかと考えられる。

このような二つのタイプの参加者がいることは、新造語について考える際、どのような意味を持つだろうか。たとえば、新しい言葉をつくって言語を変える革新的な群と変えずに維持する保守的な群がいるという可能性や、コミュニケーションの中で、主に言葉をつくる群と主にそれを広める群がいるという可能性などが考えられる。今回の分析だけからでは、どの可能性が妥当かまでは論じることはできない。しかし、少なくともこれまで、認知言語学の新造語の分析を含む研究において、均一な話し手や聞き手が想定されてきているのに対し、特色の違う二群が混ざるダイナミクスの分析を研究テーマとして提案することができる。実際、人工言語を用いてのコミュニケーションにおいては、異なる二群がお互いに与える影響が、新しい言葉の生成にどのようにつながるかということが論じられている[11]。

オノマトペ研究は、近年非常に盛んに行われているのに対して、臨時オノマトペの研究はまだまだ少ない。更に、数少ない臨時オノマトペの研究はほとんどが文学作品における使用についてのものである(例えば、[5]等)。オノマトペの表出性を論じた Dingemanse & Akita [2]を応用し、日常言語の臨時オノマトペを分析した朴[7]は注目すべき例外である。本研究は、日常言語の臨時オノマトペを新造語研究というより大きな流れの中に位置付け、臨時オノマトペの認知的基盤を探ることを目指す試みである。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 基盤研究 (C) JP18K12009 の助成を受けたものである。

文献

- [1] Akita, K. (2012) "Toward a frame-semantic definition of sound-symbolic words," *Cognitive Linguistics* 23, 67-90.
- [2] Dingemanse, M., & Akita, K. (2017) "An inverse relation between expressiveness and grammatical integration: on the morphosyntactic typology of ideophones: with special reference to Japanese," *Journal of Linguistics* 53 (3), 501-532.
- [3] Ernst M. O., & Banks M. S. (2002) "Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion," *Nature* 415 (6870), 429-433.
- [4] Flanagan, J. R., & Lederman, S. J. (2001) "Neurobiology: feeling bumps and holes," *Nature* 412, 389-391
- [5] 井上加寿子 (2013)「オノマトペの多義性と創造性」篠原和子・宇野良子(編)『オノマトペ研究の射程―近づく音と意味―』ひつじ書房、203-216.
- [6] 大海悠太 (2016)「オノマトペの触感を作る iOS アプリの開発と利用 実験とワークショップの報告-」日本比較文化学会関東支部(編)『交錯する比較文化学』開文社出版,140-153.
- [7] 朴智娟 (2019) 『オノマトペの言語的統合性に関する日韓対 照研究』名古屋大学大学院国際言語文化研究科博士論文
- [8] Schmid, H. J. (2008) "New words in the mind: concept-formation and entrenchment of neologisms," *Anglia* 126, 1–36.
- [9] Schmid, H. J. (2016) "Entrenchment, salience, and basic levels," eds. Geeraerts, D., & Cuyckens, H. (eds.) *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics*, Oxford: Oxford University Press, 117–138.
- [10] Uno, R., Ogai, Y., Hirata-Mogi, S., & Hayashi, Y. (2017) "Confidence in expressing novel texture," *Proceedings of the 3nd IEEE International Conference on Cybernetics*. IEEE Xplore Digital Library. 1-6.
- [11] Uno, R., Suzuki, K., & Ikegami, T. (2012) "An experimental approach to speakers' perspectives in a paired wall game," *Advances in Complex Systems* 15, 11500020.

ツンデレインタラクションと関係の形成・維持のメカニズムの検討

Examination of Mechanism of Formation of a Relationship and Maintaining Relationship by "Tundere" interaction

西堀 遥輝[†],竹内 勇剛[†] Haruki Nishibori, Yugo Takeuchi

†静岡大学

Shizuoka University

nishibori.haruki.14@shizuoka.ac.jp, takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp

概要

P-Q 間のツンデレインタラクション(TDI)にて P が Q に対して敵対的態度を表明したりする場合 (ツン) と, P が Q に対して好意的態度を表明したりする場合 (デレ) の背反する 2 面が存在する. しかし TDI がどのようなメカニズムのもとで 2 者間のインタラクションを成立させているのかこれまでの議論で明らかになっていない. そこで本研究は TDI の参与者間の内部状態とその変化の過程をコンピュータシミュレーションを通して検証することで, TDI のモデル化を行う.

キーワード:ツンデレ 他者認知 関係 モデル

1. はじめに

人は友好的であったり、相手にとって望ましいよう なインタラクションを行うことで、他者との関係を開 始・維持することが出来る[1,2]. 対して敵対的であっ たり、相手にとって望ましくないようなインタラクシ ョンを行った場合は、関係を維持することが出来ない とされている[1]. しかし必ずしも相手にとって望まし くないようなインタラクション等を取った際に関係が 維持できないとは限らない. 例えば、A さんと C さん はよく知った仲(友人等)であるが、BさんとCさん は知人程度であり、C さんは A さんと B さんに頼み事 をするケースを考える. しかし B さんが C さんの頼み 事を達成できなかった場合、今後 C さんが B さんにお 願いする可能性は低く、関係が継続したとは言い難い だろう. 一方 A さんも C さんの頼み事を達成すること が出来なかったとしても C さんが「A さんはいつも良 くしてくれているから今回は残念だが次回はやってく れるだろう」となれば、A さんと C さんの関係は継続 するのではないかと考えられる. このような事例から, 我々の日常生活においても望ましくないようなインタ ラクションでも関係が継続する場合が存在する.

本研究では、そのような関係が継続しなさそうなインタラクション方法の中でも、相手を当惑・困惑させる

行為を行ったり、非友好的(敵対的)な態度を表明したりする場合(ツン)と、関係が継続できそうなインタラクション方法の中でも、相手に対して好意的な態度を表明したり、従順な態度と行動を自発的に発現させる場合(デレ)のどちらのインタラクション方法を取っても関係が継続する"ツンデレ"インタラクションに注目する。また本研究において"ツンデレ"をTDと記述し、ツンデレインタラクションをTDIとする。

TDI はコミックやアニメーション,ライトノベル等のサブカルチャーにおける記号化された行動パターンとして現代では広く認知されている.この点を言い換えれば,多くの人々に違和感なく受け入れられる人の行動パターンとして潜在的に合意されている可能性を予期させる.しかし非友好的な行動を含む TDI によって人間関係がどのように形成され,時に維持されるのかについての構造的理解は十分にされていない.そこで本研究では,TDI の関係の形成・維持のメカニズムを P (ツンデレをする側)と Q (ツンデレをされる側)間の関係性とそれぞれの内部状態から明らかにすることを目的とする.

近年はいわゆるストーカー行為と呼ばれる現実世界におけるつきまとい好意だけでなく、ソーシャルメディアなどインターネット環境を通して特定の個人に対して執拗に憎悪感情や反対に恋愛過剰を示すサイバーストーカー行為も社会問題化している。また、DV やモラルハラスメントのように肉体的・精神的な暴力が介在する人間関係の形成や維持[10]についても、本研究で注目する TDI のモデルによって一部説明可能であると予想している。

2. 背景

2.1. TD の定義

2.1.1. 前提状況

TDI は 2 つの主体, $P \ge Q$ の間のインタラクションであり,人同士のインタラクションである必要はなく,双方が主体的に行動できる存在であれば,たとえ一方が機械であったり,人以外の動物であっても TDI は成り立つ。

TDI の成り立つ2者間の関係を考えたときに、ツン やデレを行っていても変わらない関係として、幼馴染 のような互いの性格とその行動傾向を熟知しているよ うな関係[2,3]や、Qが Pに対して優越的態度に基づき 対処しているような関係が考えられる. 従って TDI に おいて、ツンやデレといった切り替えを行うPの行動 が特徴的であり、QはPの行動全般を許容している. これは、QはPの特徴的な行動によってPに対する認 識や態度を変化させないために、二人の社会的関係は 維持されるのではないかと考えられる. また, Q は P の行動によって認識や態度を変化させないという点か ら、TDIはPのQに関する認知に基づく行動によって 構築され、PのTD行動によってQのPに対する認識 や態度は変化しないが、Pは行動によってQの認識や 態度に変化を与えているという認知のもとで行動し、 TDI が構築されると考えられる.

2.1.2. TDI の定義

TD の特徴や概念などは存在する[4]が、定義は定まっていない。そこで本研究では、次のようなインタラクションを TDI と定義し、この定義に基づいてインタラクション研究としての議論の基盤とする。

まず、TDI は"ツン"と"デレ"という二つの要素から構成される。そして 2 つの要素は本研究では以下のものとして扱う。

ツン	PがQに対して関心がないような行動(Q
	の認識範囲内にはいるが、何もしない状
	態)
デレ	P が Q に対して好意的な態度を表明する
	こと

この TD の定義に基づくと、TDI とは P が Q に対して一方的にある認識に基づいてツンとデレの行動を遂行

する. 一方 \mathbf{Q} は \mathbf{P} の \mathbf{TD} 行動によって \mathbf{P} への認識や態度に変化を生じさせない非対照的なインタラクションであることが導ける. すなわち \mathbf{P} による \mathbf{Q} に対する他者認知過程とそれに基づく \mathbf{P} から \mathbf{Q} への行動をモデル化することが本研究の目的となる.

2.2. TDI の目的

TDI のツンとデレは背反する 2 つの行動であり、TD のように背反する行動を行う理由としては、構ってほしい、相手との関係をより続けたいとき、つまり相手により認識されたいときに行うとされている [5,6]. よって TDI を主体的に行う P にとっての目的は、Q に認識されるために行っていると考えられる. では TDI における P の考える Q から P への認識はどのような要因によって変化するのかを議論する.

まず TDI の前提より Q は P の行動によって関係を変化させない点から,P-Q 間の関係は既に存在すると考えられ,Q と全くの赤の他人であるような R の Q-R 間における Q の R に対する認識と,P-Q 間における Q から P における認識には差があると考えられる.よって認識の一つの要因として,「関係」が考えられる.

もう一つの要因として、インタラクションという観点から、 \mathbf{Q} が \mathbf{P} の行動をどれだけ見るかという「注目」という要因によって認識が変化するのではないかと考えられる.

ただし TDI は非対照的なインタラクションであるため,ここでの Q の認識とは,P が考える Q から P への認識であることに注意する必要がある.

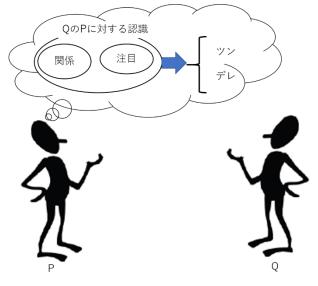


図 1:認識による状態遷移

2.3. TDI における状態と遷移

2.1 節で定義したツンとデレに基づき, ツンとデレの継続及びツンからデレ, デレからツンへの移行条件を議論する.

2.3.1. ツンの継続とツンからデレへの移行

2.2 節で TDI の目的として, Q からの P への認識 (CogP)を保つために行動をするとした. また 2.1 節よ りツンとは、Qに対して、PがQに対して何もしない (ツン) 行動をとった場合とした. このとき何もしてい ないため注目は集められないかもしれない. しかし Qの周りにPしかいないのであれば、何もしなくてもQは P のみに注目を向ける、また関係性があるため、P はQに認識されているとPは思えば、何もしないよう なツン状態でも TDI の目的が達成できるのではないか と考えられる. しかし, P-Q 間においてずっと何もし なければ、関係は冷却される[1,9]. またP とQ の周り に他者R(複数の場合も含む)が存在しQに対してイ ンタラクションを行った(と P が認識した)場合,少 なくとも, Qの他者に対する注意は Pではなく, 他者 R に向けられる可能性がある. よってツン行動を継続 するのは「P-Q 間の関係が高い状態(幼馴染や友人等) であるため、何もしていなくても Q に認識されている と P が認知している場合」と導き出せる. また, ツン からデレに移行するのは、「ずっと何もしていなかった ため P-Q 間の関係性が弱まり P が Q に認識されてい ないと推定したとき」と導き出せる[7,8].

2.3.2. デレの継続とデレからツンへの移行

2.1 節でデレとは、P が Q に対して好意的な態度を表明することとした。また、ツン行動により認識(CogP) を保つことができなくなったためデレへ移行した。 つまりここでのデレが継続するのは、 ΓQ から P に対する認識を回復させること」が目的であると導き出せる。また、デレからツンへの移行は、「TDI 開始時まであった CogQ(=初期の関係)まで戻ったときとする。

2.3.3. TDI における状態遷移

Qの Pに対する認識は、TDI によって変化しない. よって TDI のツンやデレへの状態遷移は、Pの認知する Q が P に対して抱いているであろう認識の推定値 (CogP)によって変化する. 認識されていれば、ツン状 態をキープし、認識されていなければ、されるようになるまでデレ状態をキープする。そして認識は、ある時刻における P やその他(R)の行動によって評価される注目と P の認知する P-Q 間の関係によって構成される.

表1: 状態遷移の条件

状態遷移(PのQに対する行動)		
ツン→ツン	認識されているため何もしない	
ツン→デレ	認識されなくなったためデレに移行する	
デレ→デレ	認識されるためにデレ(認識の回復行動)をする	
デレ→ツン	元の関係に戻ったため認識されたため何もしなくなる	

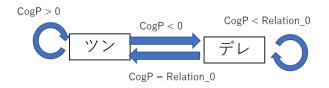


図2:ツンデレの状態遷移

3. シミュレーション

3.1. シミュレーション目的

Pの認知するQからPへの認識によってインタラクションの方法が変化するというシミュレートを行う. そのシミュレートした際,図2のようなツンデレインタラクションが形成・維持されるパラメータを明らかにすることを目的とする.

3.2. Q の認識 (CogQ)

P の推定する Q の x に対する認識を $CogQ_x$ とする. そして,ある時刻における x から Q へのインタラクションに対する注目を AT とする.また Q-x 間の関係を $Relation_x$ とし,AT と $Relation_x$ を本研究における $CogQ_x$ の要因とする.

 $CogQ_x = AT + Relation_x$. \cdots (式 1)

また本研究における P,Q 以外の R(複数存在する場合は R1, R2...)の Q に対する行動を b_*^R とし,

 $b_*^R = \{b_2^R\} = \{\text{normal}\}\$

とする. ここでの normal とは、一般的なインタラクションに見られるような友好的なものとする[11]. さらに $P \cap Q$ に対する行動を b_*^P とし、

 $b_*^P = \{b_1^P, b_2^P\} = \{\text{none, normal}\}\$

とする.ここでの b_1^P は,ツン状態に見られる何もしない行動である.また b_2^P は b_2^R にみられるような一般的なインタラクションとする.

3.2.1. P や R の行動による AT の変化

基本的に何もしない状態 (注目されていない状態) を AT=0 とし、何かしらの行動をしていた場合、注目されているもの(AT>0)とする。そして Q の P や R への注目は、P や R が Q に対して行う行動によって重み付けが決定される。P と Q のみのインタラクションにおいては、注目はいかなる行動でも 100%P に対して向けられる。しかし複数人が存在し、一人の行動が目立っていれば、その人に最も注目が行くだろう[12]。例えば、教室などで 10 人程度の生徒が授業中に喋っている場合においても、最も注目されるのは一番声の大きい生徒である。つまり他者と比較してその行動が目立つものであれば、注目は集められる比例のような関係が出来ると考えられる(図 3)。

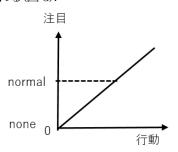


図3:行動と注目の比例

図 4 では、行動の重み付けとして、R2 > P > R=0 のような関係になっており、行動に対する注目は行動に比例するため、ある時刻 t における注目度の割合は R2>P>R1=0 となっている.

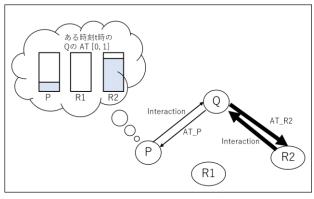


図4:行動の重み付けによって変化するAT

ここで b_*^P による P の推定する Q から P への注目を α ($0 \le \alpha \le 1$)とおく. 本研究における注目は割合で 示すため,これにより b_*^R による P の推定する Q から R への注目は $(1-\alpha)$ となる.

 $\alpha = \operatorname{F1}(b_*^P, b_*^R) \cdots (\stackrel{\triangleleft}{\operatorname{IZ}} 2)$

表 2: F1 による α の変化

F1		b_*^P		
		b_1	b_2	
b_*^R	b_2	θ_1	θ_2	

ただし $\theta_1 = 0, \theta_2 > 0$

3.2.2. Pの行動による Relation の変化

 $Relation_t = \Sigma Relation_{t-1} + \Delta Relation_t \cdots (\sharp 3)$

 $\Delta \operatorname{Relation}_{t} = \operatorname{F2}(b_{*}^{P}) \cdots (\stackrel{>}{\precsim} 4)$

表3:F2による A Relation, の変化

F2		$\Delta Relatin_t$	
b_*^P	b_1	θ_3	
D_*	b_2	θ_4	

ただし $\theta_3 < 0, \theta_4 > 0$

4. まとめ

TD という対人インタラクションの形態があり、日本のサブカルチャーを象徴するアニメーションやコミックの領域では記号的なコミュニケーションスタイルとして確立されているが、TDI がどのようなメカニズムのもとで2者間のインタラクションを成り立たせているのかに関する議論はこれまで十分に行われてきたと

は言い難い、P-Q間における TDI の関係の形成・維持のメカニズムの仮説として、P の認知する Q から P への認識の推定値によってツンやデレの状態遷移が行われ、P が Q に認識されていないと推定したときにデレ状態に移行すると考えた。仮説を検証するために、P やP以外のQ とインタラクションを行おうとする R に動と、その行動によって変化する Q からの認識に関するパラメータを与え、コンピュータシミュレーションを行う。今後シミュレーションを行った際に、P に与えたパラメータ、R に与えたパラメータの相互作用によって確かに TDI が表現可能であり、TDI はモデル化可能であるということを検証する.

もしTDIがモデル化可能であれば、様々な実社会における本心と行動が矛盾・背反している場面に適応できる可能性があり、インタラクション参与者の心理や行動モデルが理解可能になることが期待できる.

文献

- [1] Kerckhoff, A. C. & Davis, K. E. (1962) Value consensus and need complementarity in mate selection. American Sociological Review, 27, pp. 295-303.
- [2] 大坊都夫(2004): 密接な関係を写す対人コミュニケーション,対人社会心理学研究,(4),pp1-10.
- [3] Shaw, M. E. & Sadler, O. w. (1965) Interaction patterns in heterosexual dyads carrying in degree of intimacy. Journal of Social Psychology, 66, pp.345-351.
- [4] 富樫純一(2008): ツンデレ属性と言語表現, 第6回現代日本語文法研究会.
- [5] Thilbaut, J. & Kelly , H. H.(1959). The Social Psychology of Groups. NY: John Wiley.
- [6] Skinner, B. F. (1956), "A case history in scientific method". *American Psychologist*, 11, pp.221-233.
- [7] Rosenthal. R. (1966) Experimenter effects in behacioral research Appleton-Century-Crofts.
- [8] 大坊郁夫(2001):対人コミュニケーションの社会性, 対人 社会心理学研究, 1, pp.1-16.
- [9] Alvin W. Gouldner, (1960) The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement, American Sociological Review, vol.25, no.2, pp.161-178.
- [10] Waker, L.E, (1979) The buttered woman. New York: Harper & Row.
- [11] Clark, M. S. & Mills, J. (1979) Interpersonal attraction in exchange and communal relationships. Journal of Personality and Social Psychology, 37, pp. 12-24.
- [12]山岸俊男, 山岸みどり, 高橋信幸, 林直保子, 渡部幹(1995): 信頼とコミットメント形成-実験研究-, The Japanese Journal of Experimental Social Psychology, Vol 35, No. 1, pp.23-34.

グループ探求活動における協同的な学びの考察 Assessing the Participation of University Students in the Group-based Cooperative Learning in Liberal Arts Class

稲葉 みどり Midori Inaba

愛知教育大学

Aichi University of Education mdinaba@auecc.aichi-edu.ac.jp

概要

大学の授業におけるグループ活動の教育的効果を探るために、学生が課題達成の過程でどのような相互交流を行ったかについて、協同学習の基本的要素「積極的相互交流」、「肯定的相互依存」、「個人の2つの責任」、「社会的スキルの促進」、「活動の振り返り」に着目して分析した。資料は、授業後に実施した振り返りの自己評価の回答である。結果を踏まえ、グループ活動の活性化に教師はどのように介入していくかが課題となった。

キーワード:協同学習,グループ活動,積極的相互交流,肯定的相互依存,個人の2つの責任

1. 研究の目的

本研究では、筆者が実践した「異文化探求」の授業におけるグループ活動の教育的効果を考察する。この授業は、協同的な学習とアクティブ・ラーニングの理念を背景とした活動型の授業で、学生がグループの中で主体的、協働的、自律的に探求活動を行い、結果を発表する形態である。グループ活動において、相互交流の質は学習効果を促進する重要な要素と考えられる。そこで、本研究では、受講した学生が課題達成の過程でどのような相互交流を行ったかを調査した。特に、協同学習の基本的要素である「積極的相互交流」、「肯定的相互依存」、「個人の2つの責任」、「社会的スキルの促進」、「活動の振り返り」の5要素(Johnson et al.; 2002:安永, 2015)に着目し、学生の実際の活動状況を把握し、その教育的効果を探る。

2. 先行研究と本研究の位置づけ

協同的な学習の効果の検証に関する先行研究(河崎・ 白水, 2011; Webb, 2009; Webb et al., 2002; Barron, 2003等) では、グループ活動やグループ構成、学習者間の交流、 学習者の相互交流の質、参加態度等、特定の側面と学習 効果との関わりを検証するための実験的なクラス(授業)を意図的に構成し、その結果を提示している。

しかし、本研究では、特別な実験的クラスを構成し、 学生に特定の活動を行わせ、その効果を測定するので はなく、学生の主体的な活動を尊重し、学生が自ら協働 的に関わり、探求活動を自律的に進める活動(授業)に おいて、どのような相互交流が行われ、どのような成果 があったかを学生自身の内省・省察を通じて探る。

稲葉(2018)では、当該の授業において、学生が問題解決力、論理的思考力等のアカデミック・スキルをどの程度用いることができたかを考察した。稲葉(2019)では、当該の授業のグループ活動における相互交流の質とそれを促進する要因に着目し、グループ活動に対する不安と意識の変容、参加の平等性の担保、対人関係スキルの使用、活動で遭遇した問題等について分析した。そこで、本研究では、「積極的相互交流」「肯定的相互依存」、「個人の2つの責任」、「社会的スキルの促進」、「活動の振り返り」の5要素に着目し、学生の行動や活動を分析する。

3. 研究の方法

当該の授業は、教養科目の一つで、異文化についてグループでテーマを決めて探求し、作品としてまとめて発表するものである。授業は90分15回で、対象学生は51名である。グループは、できる限り専攻等の異なる4名で構成した。

授業は 1) イントロダクション(探求活動の説明)、 2) 探求課題の設定、3) 探求計画の作成、4) 課題探求 の遂行・役割分担・活動報告書作成、5) 探求結果の発 表・ピア・フィードバック、6) 探求レポート作成、7) 探求活動の省察・自己評価の手順で進めた。

調査資料は、探求活動後の振り返りで実施した学生の自己評価である。回答方法は 5 件法である。本研究では、この中から上述の協同学習の 5 つの基本的要素に関連する約40項目の設問の回答を分析の対象とした。

4. 結果と考察

4.1 積極的相互交流

グループ活動(授業)において学生がどのぐらい「積極的相互交流」を行ったかを分析する。ここでは、①グループ活動への参加、②グループ内での交流、③仲間の意見の傾聴、④自分の意見の発言、⑤他人の意見の理解と取り入れ、⑥意見の調整、⑦グループ内での教え合い、⑧グループ内での励まし合い等を積極的交流の構成要素と考えて作成した。⑨活動を眺めているだけ、⑩意見交換に参加しない等の否定的な要素も含めた。

設問に対する回答は、「1. 全然そう思わない」「2. あまりそう思わない」「3. どちらとも言えない」「4. 少しそう思う」「5. 強くそう思う」の 5 つから選択する形式を用いた。

結果は、回答「5」には5点、「4」には4点、「3」には3点、「2」には2点、「1」には1点を与え、平均値を算出した。平均値が1.00に近づくほど否定的(「当てはまらない」)度合いが高いことを表し、平均値が5.00に近づくほど肯定的(「当てはまる」)度合いが高いことを表す。3.00は、その中立点である。回答、集計の方法は、以下、全ての設問で同じである。

【表 1】は、積極的交流に関する設問①~⑩の回答の 平均・標準偏差 (STD) である。結果から、「積極的相 互交流」は頻繁に行われたが、「教え合う」、「意見調整 する」、「励まし合う」という学習者間の相互交流につい ては積極性が低かったことが分かった。

【表 1】	積極的相互交流に関す	る回答
-------	------------	-----

グループ活動	平均	STD
① グループ活動に積極的に参加した。	4.43	0.90
② グループ内で積極的に交流した。	4.16	0.97
③ 仲間の意見に耳を傾けた。	4.43	0.70
④ 自分の意見を発言した。	4.20	0.80
⑤ 他人の意見を取り入れた。	4.25	0.91
⑥ グループ内で意見の違いを調整した。	3.47	1.19
⑦ グループ内で教え合った。	3.92	0.93
⑧ グループ内で励まし合った。	3.35	1.23
⑨ グループの活動を眺めているだけだっ	1.61	0.96
た。		
⑩ 意見交換に参加しなかった。	1.69	1.12

4.2 肯定的相互依存

グループ活動(授業)において学生間にどのぐらい「肯定的相互依存」が見られたかを考察する。ここでは、⑪グループでの協力姿勢、⑫グループのチームワーク、⑬知恵を出し合うこと、⑭探求内容の分担、⑮自分の持ち味を活かすこと、⑯自分の能力を発揮すること等を肯定的相互依存に関わる要素と考え、設問文を作成した。⑰グループ活動で気後れがあった等の否定的な項目も含めた。

【表 2】は、肯定的相互依存に関する設問⑪~⑰の回答の平均・標準偏差(STD)である。結果から、学生間の「肯定的相互依存」は確認されたが、各自の持つ力を最大限に出し合うまでは至らなかったことが示唆された。

【表2】肯定的相互依存に関する回答

グループ活動	平均	STD
① よい作品ができるようにグループで協	4.20	0.85
カした。		
② チームワークがよかった。	4.02	1.01
③ グループで知恵を出し合った。	4.16	0.78
⑭ グループで探求内容を分担した。	4.27	1.28
⑤ グループ活動で自分の持ち味を活かし	3.94	1.07
た。		
⑥ グループ活動で自分の能力を発揮し	3.88	1.09
た。		
① グループ活動において、気後れがあっ	2.24	1.07
た。		

4.3 個人の2つの責任

グループ活動において、学生が「個人の2つの責任」をどのぐらい果たしたかについて考察する。ここでは、1800日分の役割と責任を果たすこと、1900年間が困っているとき、支援すること、2000年間の支援を求めること、2000年の人の役割を代行すること、2000年でのメンバーのフォローをする、2000年に関わる要素と考え、設問文を作成した。2000年に関わる要素と考え、設問文を作成した。2000年に関わる要素と考え、300日分の役割が果たせない等の否定的な要素も含めた。

【表 3】は、個人の 2 つの責任に関する設問®~ ⑤の回答の平均・標準偏差(STD)である。結果か ら、「個人の2つの責任」においては、「自分の学びに対する責任」は果たせたが、「支援」、「埋め合わせ」、「代行」等、「仲間の学びに対する責任」に関しては、意識的には、あまり行動できなかったことが明らかになった。

【表3】個人の2つの責任に関する回答

グループ活動	平均	STD
⑧ 自分の役割や担当の責任を果たした。	4.08	1.07
⑩ 仲間が困っているとき、支援した。	3.59	0.96
② 役割が果たせない時仲間の支援を求め	3.51	1.10
た。		
② 役割を代行することがあった。	2.86	1.39
② 不在のメンバーのフォローをした。	3.22	1.32
② グループの中で役に立つことができ	3.80	0.98
た。		
② グループの足を引っ張った。	2.00	1.04
② グループで自分の役割が果たせなかっ	1.73	0.80
た。		

4.4 社会的スキルの促進

グループ活動において、学生がどのぐらい社会的スキルを促進できたか考察する。社会的スキルに関する設問は、②仲間同士でうまくいくようにすること、②相談して、意思決定をすること、②問題が生じたとき、グループで解決策を講じること、②意見が分かれたとき、自分が意見調整すること、③リーダーシップを発揮することを社会的スキルの要素(Johnson and Johnson; 2009)と考え、設問文を作成した。③気まずくなること、②意見が合わなくてぎくしゃくすること、③グループ内でコミュニケーションがうまくいかないこと等の否定的な項目も含めた。

【表 4】は、社会的スキルの促進に関する設問⑩ ~③の回答の平均・標準偏差(STD)である。平均を見ると、「社会的スキル」の使用は「意志決定スキル」「対人関係スキル」「問題解決スキル」等の使用は高いが、「意見調整スキル」「リーダーシップ」に関しては平均が低く、これらはあまり促進されなかったことが分かった。

【表4】社会的スキルに関する回答

グループ活動	平均	STD
🅉 仲間同志でうまくいくように努力し	4.31	1.0
た。		
② グループで相談して、意思決定をし	4.57	0.7
た。		
∞ 問題が生じたとき、グループで解決策	4.10	0.9
を講じた。		
29 意見が分かれたとき、自分が意見調整	2.86	1.2
をした。		
⑩ 自分はリーダーシップを発揮した。	2.98	1.1
③ グループ内でコミュニケーションがう	2.10	1.0
まくいかなかった。		
② 途中で気まずくなることがあった。	1.94	1.0
③ 意見が合わなくてぎくしゃくした。	1.53	0.9

4.5 活動の振り返り

グループ活動中に「活動の振り返り」がどの程度できたかを考察する。ここでは、毎回のグループ活動の後の振り返りを念頭において、御活動内容の振り返り、③どこまでできたかの確認、③次にすることの把握、③計画の確認・調整、③報告書の作成に関する設問を作成した。③振り返りをする時間がなかったという否定的な項目も含めた。

【表 5】は、活動の振り返りに関する設問39~39の回答の平均・標準偏差(STD)である。全体に平均値はあまり高くなく、活動の省察は十分に行えたとは言えないことが明らかになった。

【表5】振り返りに関する回答

グループ活動	平均	STD
③ 活動後、振り返りをした。	3.47	1.2
③ 活動後、どこまでできたかを確認し	3.67	0.9
た。		
36 活動後、次にすることを明確にした。	3.45	1.1
③ 活動後、計画を確認・調整した。	3.67	0.9
⑧ 振り返りの内容を報告書に書いた。	3.90	0.9
③ 振り返りをする時間がなかった。	2.33	1.0

4.6 まとめ

総括として、「積極的相互交流」、「肯定的相互依存」、「個人の2つの責任」、「社会的スキルの促進」、「活動の振り返り」に関する全ての質問の回答の平均を比較する。

「積極的相互交流」に関する項目は、平均が4.0以上に5項目(①③⑤④②)入っている。よって、本実践の自己評価に見る限り、「積極的相互交流」が一番多く行われたと考えられる。次に「肯定的相互依存」は、平均が4.0以上が4項目(⑭⑪③②)入っている。よって、「肯定的相互依存」についても行われたと考えられる。

「社会的スキルの促進」は、平均が4.0以上は3項目(②③③)である。よって、一部は促進されたと考えられる。「個人の2つの責任」は、平均が4.0以上が1項目(⑧)しかない。平均3.0未満2.0以上が4項目あり、取り組みに偏りがあったと言える。平均4.0以上の項目が1つもなかったのは、「活動の振り返り」である。全体で一番低く、5つの中で、一番活動が不十分であったと考えられる。

5. ディスカッション

本実践では、興味・関心や体験等に即して、学生が自由に探求課題を設定したこと、探求計画を立て、限られた時間で発表作品の制作に取り組んだこと、それにはグループ構成員が相談、協力、協働する必要があったこと等が「積極的相互交流」「肯定的相互依存」「意志決定スキル」「対人関係スキル」「問題解決スキル」等の使用を促す要因になったのではないかと考えられる。これは、協同で課題の解決や達成に向かう過程では、単なる知的能力とは異なる他者と適切に関わる社会的能力が求められるという中谷・伊藤(2013)の主張とも通じる。

一方、「意見調整スキル」「リーダーシップ」等の社会的スキルや「支援」「埋め合わせ」、「代行」等の「仲間の学びに対する責任」に関しては達成度が低かった。その要因は、本調査からは特定できないが、グループ活動自体の経験が少ないこと、作品完成が最大の関心事となり、学びで大切なこと(「仲間の学びに対する責任」等)を見失ってしまった可能性、意見調整やリーダーシップ等の社会的スキル自体がまだ十分に培われていなかったこと、省察の重要性を認識していなかったこと等が考えられる。

6. 教育的課題

以上の結果を踏まえ、相互交流を促す対人スキルの 醸成、振り返り活動の充実、積極的に参加できない学生 への対応等、グループ活動をより活性化していくには、 教師は活動にどのように介入し、指導助言していくか を具体化することが今後の課題である。

謝辞

本研究をまとめるにあたって、この授業で用いた調査資料等の研究への提供を快諾して下さった学生の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Barron, B. (2003). When smart groups fail. The Journal of the Learning Sciences, 12, 307-359.
- [2] 稲葉みどり(2018).「第 4 章 活動型授業で学びを拓く 異文化探求によるアカデミック・スキルの醸成」『教科開発学を創る – 第 2 集』愛知教育大学大学院協同教科開発 学専攻編,58-80.
- [3] 稲葉みどり(2019).「グループ活動における相互交流の過程の分析ー参加態度・平等性の担保・対人関係スキル」 『愛知教育大学研究報告-人文科学編』68.
- [4] Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2002). Circles of learning: Cooperation in the classroom (5th Ed.). Edina, MN: Interaction Book Company. 石田裕久・梅原巳代子訳 (2010). 『学習の輪:学び合いの協同教育入門』二瓶社.
- [5] Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. Educational Researcher, 38, 365-379.
- [6] 河崎美保・白水始(2011). 「算数文章題の解法学習に対する複数解法説明活動の効果-混み具合比較課題を用いて ー」『教育心理学研究』59, 13-26.
- [7] 中谷素之・伊藤崇達(2013). 「豊かな学び合いに向けてのーピア・ラーニングの展望」 『ピア・ラーニングー学び合いの心理学ー』 中谷素之・伊藤崇達編著,金子書房,221-231.
- [8] Webb, N. M. (2009). The Teacher's Role in Promoting Collaborative Dialogue in the Classroom. British Journal of Educational Psychology, 79, 1-28.
- [9] Webb, N. M., Nemer, K. M., & Zuniga, S. (2002). Short Circuits or Superconductors? Effects of Group Composition on High-Achieving Students' Science Assessment Performance. American Educational Research Journal, 39(4), 943-989.
- [10] 安永悟(2015).「協同による活動性の高い授業づくりー深い変化成長を実感できる授業をめざしテー」『ディープ・アクティブラーニングー大学授業を深化させるためにー』 松下佳代編著,勁草書房,113-139.

けん玉の技を習得する過程の研究 How does she master a Kendama skill?

山田 陽平[†],相田 優希[‡] Yohei Yamada, Yuki Aida

[†]愛知学泉大学,[‡]岐阜県立岐阜各務野高等学校 Aichi Gakusen University, GifuKAKAMINO Senior High School yamaday@gakusen.ac.jp

概要

本研究では、けん玉の技の一つである「ふり剣」の習得を目指し、どのように技を習得していくのかを一人称の視点から記録し、上達過程を観察した。そのために、学習者がふり剣練習中の身体感覚や問題意識を発話し、その言葉の内容を分析した。43 日間の練習によって成功率は50%から100%まで上昇した。言語記録から、練習を開始した当初は玉に剣を刺すことばかりに注目していたが、次第に膝や手の動きへ、足と床の接触、指と剣の接触など身体の詳細な部位への意識が増加した。さらに膝と玉の連携、頭部と玉の連携、身体全体へと意識が向くようになった。

キーワード:身体知,一人称研究,スキル習得

1. はじめに

スポーツが得意な人にとって、苦手な人がなぜでき ないのかを理解することは難しい. 料理や裁縫ができ る人, うまく字を書ける人にとっては「それができる」 ことは当たり前なのである. すでに技を習得している 人がなぜ自分ができるのかを説明しようとすると、コ ツやポイントといった要点「それ」を語ることはでき るが、「それであること」の意味や、「そうあるように なった | 習得の過程を詳細に説明することは難しい [1, 2]. これは、練習の際に身体や道具の何に意識を向け ていて、上達とともに観点がどのように変化したのか を記録していないためであろう. 技の習得過程で起こ っている多くのことを明らかにするためには、熟練者 にコツを語ってもらうだけでは不十分であり、初心者 が上達していく過程を観察する必要があるといえる. また熟達過程では自分の身体感覚や着眼点など個人特 有の要因が上達のあり方に影響する[3,4].

本研究では、けん玉の技の習得を研究対象とした. けん玉の熟練者が連続して成功させることができる技 をロボットアームに行わせることは難しい. その理由 としては、けん玉は手の動き以外にも膝や下半身を使 い、またそれらの身体部位を連携させるようなことも

必要だからである. けん玉はシンプルな構造でありな がらも, 高度な身体知を必要とするため, 研究対象に は適当であると考えられる. そして、けん玉の熟練者 を対象とした研究では「ふり剣」という技に焦点を当 てている [5, 6]. これらの研究によると、熟練者は頭 部を玉の運動と連携させることで視覚情報を得やすく し、また玉と頭部の連携を膝の運動によって制御して いたり [5], 玉の軌道の頂点付近の見えを重視したり している [6]. こうした運動解析により、けん玉熟練 者が視覚情報を利用してふり剣を成功させていること が明らかになった. しかし、けん玉を行っている本人 にとってなぜ玉の軌道の頂点付近を見ることが必要な のかということや、どのような意図をもって玉と頭部 を連携させているのかなど、熟練者自身の意識や身体 感覚はわからない. こうした本人の意識や身体感覚を とらえるためには、一人称研究の手法[3]が有効だと 考えられる.

本研究は、けん玉の技の一つである「ふり剣」の習得を目指し、どのように技を習得していくのかを一人称の視点から記録し、上達過程を観察することが目的である。そのために、学習者がふり剣練習中の身体感覚や問題意識を発話し、その言葉の内容を分析した。日々の練習で感じた言語記録内容の変遷を分析し、身体部位間の連携や身体部位とけん玉の関係が形成されていく過程、上達していく過程での問題意識の変化といった学習のダイナミズムを捉える。

2. 方法

学習者は第二著者 1 名(女性, 22歳, 身長 175 cm, 右利き)であり、けん玉は初心者であった. 学習対象とした技は「ふり剣」であった(図 1). ふり剣とは「斜め下前方向に振り出した玉を手前上方に返し、回転を伴って放物運動する玉の穴に剣を入れる」という技であり、1 秒程度で終了するけん玉の 10 の基本技の一つである[7].

2017年9月6日から11月15日までの間の43日間



図1 ふり剣を行った様子. 五つの段階に分けられる.

にふり剣の練習を行った.練習の前後にはそれぞれ10試行のテストを行った.1日の練習時間は30分から60分程度であった.43日間の総練習試行数は15337回であった.練習は主にふり剣を行っていたが、時折、別の技を行うこともあった.練習の様子はビデオカメラで記録し、練習中に考えたことや気づいたことを発話するようにした.

3. 結果と考察

結果の分析はパフォーマンスと言語記録に分けて行った. なお, 学習者は 2017 年 4 月からけん玉で遊び始め, 5 月終わりまで 1 週間のうち 2 日はけん玉に触れていた. この時期はふり剣を含む初歩的な技に挑戦していた. 最初のビデオ記録から 5 月 16 日の時点で63 回の練習試行のうち 18 回成功していた(成功率は29%). 7 月 25 日から 8 月 7 日までの10 日間はふり剣の練習を集中して行ったが,都合により継続して練習することができなかった. 7 月 25 日は818 回の練習試行のうち 219 回成功していた(成功率27%). その日の練習後のテスト成功率は40%であった.

パフォーマンスの分析

パフォーマンスは、練習中の成功率と練習後のテストの成功率を算出した(図 2)、練習の成功率は、その日の練習試行数に対する成功数の割合であった。練習後のテストの成功率は 10 回の試行に対する成功数の割合であった。練習の成功率、練習後のテストの成功率はともに線形に上昇しなかった。

練習の成功率は練習開始から 11 日目付近までは変動が小さく 40%程度の成功率を保っていた。その後, 25 日目付近にかけて成功率が上昇し始めた。そして, 再び26日目から37日目まで60%程度の成功率を保った後, 最終日にかけて80%付近まで練習での成功率が上昇した。

練習後のテストの成功率は、練習開始の50%から始まり、11 日目にかけて40%まで下降した後、17 日目

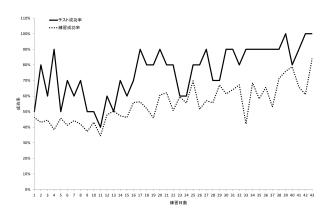


図2 43日間の練習試行(破線)および練習後のテスト試行(実線)のパフォーマンスの推移

にかけて 90%まで上昇した. その後, 17 日目から 38 日目にかけて成功率は80%付近で時おり下降も含んで推移し, 39 日目で初めて 100%成功し, 42, 43 日目も 100%であった.

言語記録の分析

練習後に映像を見て発話内容を書き起こした.指示 詞や省略された部分については、映像および文脈から 推定して対象となっている言葉を追加した.

言語記録は1回の発話を1つの単位とした.ここでの発話とは、話し始めから話し終わりまでを指す.ただし、数秒の間があっても文脈が繋がっていればそれを1回の発話とした.各発話はふり剣一試行の五つの段階(1.構え、2.振り出し、3.引き、4.回転、5.キャッチ)に分類した(図1).なお、1から5までの1試行全体について発話している場合はいずれにも分類しなかった.けん玉の解説本などにおいて、4の回転は5のキャッチに含まれているが、玉が回転しながら上昇し最高到達点から穴が手前に向き出して落下している間と、剣に穴を刺す直前では意識している内容が言語記録からは明確に区別されている.したがって、本研究では回転をキャッチとは分けて、一つの段階とした.

けん玉の技の習得に関わる言葉は36種類表れ,「身体」「道具」「技」の三つのカテゴリーに分類した.身体に関する言葉は29種類(身体,体勢,姿勢,重心,上半身,背筋,頭,目,首,肩,胸,横腹,腹筋,腰,腕,肘,手首,手,指,指先,足,腿,膝,ふくらはぎ,足首,足の裏,踵,足の指,つま先)表れた.道具であるけん玉に関する言葉は6種類(剣,剣先,皿,糸,玉,穴)表れた.技のふり剣に関する言葉は2種

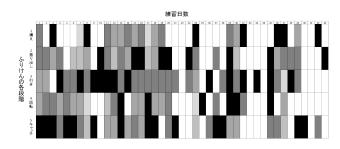


図3 ふり剣の五つの段階における意識の変遷

類(軌道, 持ち方) 表れた.

言語内容の量的な変化

練習を通して、ふり剣の五つの段階にどれくらい意識を向けていたかを調べるために、各段階で36種類の言葉が出現した頻度を集計した.この頻度は、1日に各段階で何種類の言葉が表れたか(バラエティ)を集計したものであった.集計に基づき、1日で最も多くの種類が表れた段階から順にグレースケールの濃い色(黒)で表現した(図3).白色はその日に言葉が表れなかったことを示す.

全体を通して3の引きと5のキャッチについて多くの種類の言葉が表れていた.練習開始日から14日目付近にかけては3の引きと5のキャッチについての言葉が多く,14日目付近から20日目付近にかけては2の振り出しについての言葉が多く表れた.20日目付近から31日目にかけては意識する段階が少なくなった.35日目から39日目にかけては再び多くの段階についての言葉が出現し,40日目から43日目は特定の段階を意識することが少なかった.

言語内容の質的な変化

練習を通して、言語内容は次のような25の変遷を示した.

- 1. (2 日目) キャッチへの意識
- 2. (4,5日目) 軌道の探索
- 3. (7,8 日目) 剣の持ち方を横から縦へと変える
- 4. (9, 10 日目) 縦長の軌道
- 5. (11 日目) 引き方の変化
- 6. (12, 13 日目) 身体の詳細な部位(床に接触する 左足) への意識
- 7. (14 日目) 一カ所しか注意を向けられない
- 8. (15 日目) 振り出し動作を「スー」と表現する
- 9. (16日目) 手ではなく、指で剣を持っている感覚
- 10. (17 日目) 意識が手から膝へ変わる

- 11. (18 日目) 身体の詳細な部位(指)への意識
- 12. (19 日目)「スー」のイメージが直線から曲線へ 変化
- 13. (20 日目) 身体全体への意識
- 14. (21 日目) 成功の要因ではなく,失敗の原因を考える
- 15. (22~28 日目) 発話量が減少
- 16. (29 日目) 正解の動きという言葉が頻繁に出現. 玉を目で追うとゆっくり回転して見える
- 17. (30 日目) 回転時の玉の頂点は目線より低くする
- 18. (31 日目) 身体とけん玉の位置・対応関係
- 19. (32 日目) 剣は「持つ」のではなく「握る」
- 20. (34 日目) ふり剣のための一連の動き
- 21. (35 日目) 力を抜く. 剣は「握る」のではなく「包む」
- 22. (36 日目) 一連の動きの中のポイント (構えの姿勢, 膝の曲げ方, 引き方) を押さえることが成功 につながる
- 23. (37, 38 日目) 細かい動きを言語化できるように なり、複数カ所に注意を向けることができる
- 24. (39 日目) 身体全体への意識
- 25. (42, 43 日目) 三つのポイント (構え方, 膝の使い方, 力を抜くこと)

練習を開始した当初は玉に剣を刺すことばかりに注目していたが,練習を重ねるにつれ膝や手の動きに意識が向きはじめた.その後,足と床の接触,指と剣の接触など身体の詳細な部位への意識が増加した.さらに膝と玉の連携,頭部と玉の連携といった熟練者にみられる特徴が現れた[5].そして身体全体へと意識が向くようになった.

回転時の玉を制御するための身体の調整

29 日目は、頭部と玉の連携について次のように発話していた。

「この辺 (4 のあたり) を目ですごい追うと玉の回 転とかスピードがゆっくりに感じる」

しっかりと玉を目で追うことを意識し、回転や軌道 速度を物理的に遅くしようというよりも、知覚的に遅 く見えるようにして成功に導いていた。玉を目で追う ことで知覚を変化させるというのは、行動が知覚を変 えるという認知カップリング(諏訪、2016)や、伊藤 ら(2010)で熟達者が見せた玉の動きに合わせて頭部の動きを調整することと同じであると考えられる.

30 日目は構えの時点から、膝を曲げたままふり剣を 行ったことで、回転時の玉の頂点が目線より下になる とキャッチしやすいということを発見した.

「(玉が) 上がる時 (3 から 4) に膝を伸ばすとどう しても玉も高く上がるから, そうすると目線より上に (玉が) 上がるとも思うし, 目線より下でやるには膝 をある程度曲げたままにした方がやりやすいし, 膝を 曲げてやるってやったから目線より下の方がやりやす いのかもしれない・・・)

29 日目には玉を目で追うことで玉の速度の知覚を変化させようとしていたのに対し、この日は玉と身体の位置関係を調整して、見え方を変えようとした。いずれも回転時の玉の見え方を調整しており、回転について多面的に捉えようとしていたことが分かる。伊藤ら(2014)は、ふり剣を成功させるためには、玉の軌道の頂点付近が見えていることが重要であるとしている。そのため、回転時に玉を目で追い回転速度を遅く感じさせたり、膝の屈曲角度を調整して玉を目線より低く調整したりしたことは、ふり剣を成功に導くための重要なポイントだったと考えられる。

パフォーマンスと言語記録の関係

パフォーマンスの推移を基に、練習開始日から 11 日目までを第一期、26 日目までを第二期、37 日目までを第三期、最終日である 43 日目までを第四期とした. 第一期と第三期が成功率の停滞時期であり、第二期と第四期が上昇時期であった. 成功率が停滞している二つの時期には軌道についての発話が多く、成功させやすい軌道を探索していた. それに対して、成功率が上昇している時期には軌道に関する記録がほとんどみられなかった. そのため、ふり剣を成功させるためには軌道を安定させることが重要であったのだと考えられる.

また、成功率が上昇している第二期、第四期には、停滞時期と比べ、2の振り出しについての記録が多く見られた。このことから、2の振り出しが軌道の生成に影響を与えており、振り出しを意識することがふり剣を成功させるための主要なポイントであったと考えられる。

文献

- [1] 永山貴洋(2011) "スポーツ領域における暗黙知習得過程に対する「わざ言語」の有効性一動作のコツ習得過程において「わざ言語」はどのように作用しているのか"生田 久美子・北村 勝朗(編) "わざ言語—感覚の共有を通しての「学び」へ—"慶應義塾大学出版会, pp. 65-100.
- [2] ポランニー, M. 高橋 勇夫 (訳) (2003) "暗黙知の次元" 筑摩書房
- [3] 諏訪 正樹 (2016) "「こつ」と「スランプ」の研究—身 体知の認知科学"講談社(講談社選書メチエ)
- [4] 市川 淳・三輪 和久・寺井 仁 (2016) "身体スキル習得 過程における個人特有の運動に関する検討"認知科学, Vol. 27, pp.337-345.
- [5] 伊藤 万利子・三嶋 博之・佐々木 正人 (2010) "けん玉 操作における視覚情報と姿勢制御"日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, pp. 55-59.
- [6] 伊藤 万利子・三嶋 博之・佐々木 正人 (2014) "けん玉 熟練者における知覚情報の探索過程"認知科学, Vol. 21, pp. 325-343.
- [7] 藤原 一生 (1980) "けん玉スポーツ教室—入門からチャンピオンコースまで—" 金の星社

情報共有の動機が指示詞「これ」の使用に影響を与える Motivation of sharing referential information affects the use of demonstrative "This"

森山 信也[†],安田 哲也[†],*小林 春美[†] Shinya Moriyama, Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi

> [†]東京電機大学 Tokyo Denki University h-koba@mail.dendai.ac.jp

概要

過去の多くの空間指示詞の研究は、対象との距離や、話し手と聞き手の位置関係に着目して行われてきたが、近年では対象の可触性や可視性等も影響する可能性が高いとされている。本研究では、指示が明瞭な場合と不明瞭な場合で、話者間の情報共有の程度によって指示詞使用に差が生じる可能性を検討した。実験の結果、指示が明瞭な場合のみ、事前の情報共有の程度によって指示詞使用に差が生じた。指示の明瞭さだけでなく、情報共有の動機の強さも影響を与えた可能性がある。

キーワード: 指示詞, 道具使用, 直示性

1. 目的

指示詞(これ、この、等)とは話し手のいる地点や状況か ら見たなんらかの対象物を指示する言葉であり、音節が 少なく、話者間で素早い対象物の共有が可能である。人 間の指示詞の使い分けは極めて柔軟であり、状況に応じ て様々な使い方がされる。日本語の指示詞は主に現場指 示用法、文脈指示用法、記憶指示用法の3つの用法に分 けられる(澤田、2016)。特に現場指示用法においては、通 常、明確に近い対象物に対してコ系列の指示詞(近称指示 詞)を、遠い対象物に対してはソ系列(中称指示詞)または ア系列(遠称指示詞)の指示詞を使用することが分かって おり、話し手が棒等の道具を用いた場合コ系列の指示詞 の使用範囲が拡大することが示された(遠藤, 1988)。また、 英語やスペイン語においても同様の現象が起きることが 示されている(Coventry, Valdes, Castill, & Gijarro-Fuentes, 2008)。単に対象物との距離に応じて指示詞が変化する場 合もあるが、可触性や可視性、所有権等も影響すること が最近の研究によって示された(Coventry, Griffiths, & Hamilton, 2014)。森山、安田、小林(JCSS2017)では、レー ザーポインターで対象を指示した際に「これ」の使用範 囲の拡張が起こるかを調べた。しかし結果として「これ」 の範囲拡張は起こらなかった。原因として、この研究で は参加者が指示する対象物を実験者が指定していたこと によって、参加者が実験者に対して明確に伝えようとす る意志が弱まっていた可能性がある。一方、レーザーポ インターを使用した場合に近称指示詞の使用が増加した

研究がある(Cooperrider, 2016)。Cooperrider の研究では、参加者 2 人に異なる情報を与え、2 人で対話しながら情報をすり合わせていくというタスクで、指さしを使用する場合とレーザーポインターを使用する場合で指示詞使用に差が出るかを調べた。その結果、レーザーポインターを使用した条件では指さしの条件よりも"this"等の近称指示詞を使用することが多かった。この 2 つの実験の差異を考えると、「聞き手が指示対象を知っているか否か」が重要な要因であった可能性がある。これらのことから、指示詞は対象を素早く話者間で共有するために用いられるものであることを考慮すると、情報共有のあり方やコミュニケーション意図の強さが指示詞使用に影響を与えることが考えられる。

そこで、Moriyama, Yasuda, Kobayashi (JSLS2018)では、 参加者に棒・レーザーポインター・ひもという 3 つの異 なる指示方法で対象を指示してもらい、ランダムに決め られた対象を指示する際の指示詞の使用について比較を 行った。指示対象は、参加者から 180cm 離れた場所に掲 示された、4形状と4色からなる16個の図形が描かれた ポスターであった。なお、指示に関しては、色と形から なる 2 種類の指示カードを合計 8 枚作成した。裏(白紙) になるよう、このカードをランダムにテーブル上に配置 し、参加者自身に選んでもらった。その結果、棒条件と レーザーポインター条件ではほぼ同程度に「この」とい う指示詞を多く使用するが、ひも条件では「あの」とい う指示詞を多く使用するという結果になった。これまで 考えられてきた、「対象物の共有のしやすい」という近接 性が指示詞「これ」の使用範囲が拡張されるとしてきた が、「意図共有への意欲が高い場合」に指示詞拡張が起こ る可能性がある。

本実験では、お互いが指示する内容を知っているために「情報共有の動機が低い」場合について、「情報共有の動機が高い」場合のデータ(Moriyama, et al., JSLS2018)を用いて、指示詞使用が異なるのかを調べた。なお、「情報共有の動機が低い」条件は、実験者が指示カードを選び、参加者に直接指示カードの内容を伝えるというものであり、実験者は指示するための情報を知っているため、参加者が情報を伝える動機は低いと考えることができる。

また、Moriyama, et al.(JSLS2018)の結果から、ひもを指示の道具として使用する効果に疑問が生じたため、新たに指さし条件を追加してデータを収集し比較した結果、ひも条件と指さし条件では有意差が認められなかったため、本実験では指示方法についてはレーザーポインター条件と指さし条件のみで比較した。

2. 実験方法

2.1 参加者

大学生・大学院生40名がボランティアで参加した。

2.2 刺激

4色×4種類の形の計16個の図形が描かれたポスターを作製した(図1)。図形の形状は、大学生以上であれば誰でも名称が理解できる簡単な図形 4種類とした(円・三角形・四角形・五角形)。また、色はレーザーポインターの光が見えにくくなる赤を避けた上で、はっきりと見分けがつきやすい色 4 色とした(青・緑・ピンク・オレンジ)。全ての図形は一つの色で塗られており、図形と色で同じ組み合わせのものは一つしかないようにした。ポスターのサイズは A1 であった。

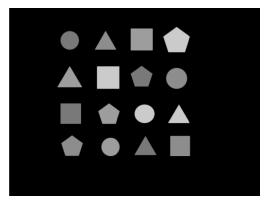


図 1 使用した刺激

2.3 条件

道具使用条件(レーザーポインター条件・指さし条件) と情報を共有するための動機条件(高い・低い)を設けて実 験を行った。全て参加者間要因とした。

レーザーポインターから出力される光は赤色であり、 どの図形にレーザー光を照射してもレーザー光が当たっ ている場所は視認することができた。

2.4 手続き

実験の最初に、参加者にレーザーポインターを渡した。 指さし条件の参加者には、何も渡さなかった。

その後、参加者をポスターから 180cm 離れた位置に立たせ、情報共有の動機が高い条件では参加者が、低い条件では実験者が、図形の色が書いてあるカードと、図形の形状が書いてあるカードを 1 枚ずつ引いた。そのカードの組み合わせによって指定された図形をレーザーポインター、または手指を使って指示させた。この時、実験者がカードを引く条件では、実験者が参加者に口頭で指示対象を伝えた。各条件で指示している状態のイメージ図を図 2 に示した。

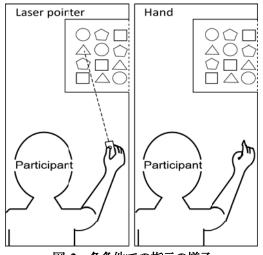


図 2 各条件での指示の様子

指示させた後、参加者に対して「あなたが今指している図形はどれですか」という質問を行った。

その際、参加者に例文(図3)を見せた上で、「この/あの/その oo(色)の××(形)です。」という形式で返答するように教示した。参加者が答えた後、実験者は参加者がどの指示詞を使って答えたかを記録した。これを8試行行った。

例文 この青い丸 です。 あの緑の三角形 です。

図3 例文

3. 結果

参加者毎の各指示詞の使用回数をカウントし、指示詞 毎の使用割合を調べた。レーザーポインター条件と指さ し条件の時のそれぞれの事前の情報共有がない条件(動機 高)とある条件(動機低)の結果を図4に示した。

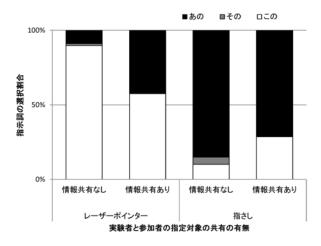


図 4 各条件の指示詞の選択割合比較

指示詞「この」の使用について、参加者の指示詞使用 を従属変数として2要因分散分析を行った(指示詞「その」 はほとんど使用されず、「この」と「あの」のどちらかの 分析を行えばもう片方での分析もほぼ予想できるため、 指示詞「この」についてのみ分析を行った)。その結果、 道具使用の主効果(F(1,36)=25.638,p<.001)と指定対象の 共有の有無と道具使用の交互作用(F(1,36)=5.694,p<.05) が有意であった。また、指定対象の共有の有無と道具使 用の交互作用における単純主効果の検定を行った結果、 レーザーポインター条件での指定対象の共有の有無は有 意差があり(F(1,36) = 4.580, p < .05)、レーザーポインター 条件で指定対象の共有が無い場合(M = 0.900, SD = 0.156) の方が指定対象の共有が有る場合(M = 0.575, SD = 0.392) よりも「この」の使用が多かった。さらに、指定対象の 共有が無い条件での道具使用に有意差があり(F(1, 36) = 27.743,p<.001)、共有が無い条件でレーザーポインターを 使った条件(M = 0.900, SD = 0.156)の方が指さしを使った 条件(M=0.100, SD=0.208)よりも「この」の使用が多かっ た。その他、指定対象の共有が有る条件での道具使用に 有意傾向が見られ(F(1,36)=3.584,p=.066)、共有が有る条 件でレーザーポインターを使った条件(M = 0.575, SD =0.392)の方が指さしを使った条件(M=0.285, SD=0.440)よ りも「この」の使用が多い傾向があった。

4. 考察

指示対象の事前の情報共有の有無での比較では、レー ザーポインター条件では指示対象の事前の情報共有が無 い場合と有る場合では、情報共有が無い場合の方が「こ の」の使用が多くなるという結果になった。しかし指さ し条件では、指示対象の事前の情報共有が無い場合と有 る場合で指示詞使用に有意差は無いという結果になった。 指さしでは、指示対象の情報を共有しているかしていな いかに関わらず、そもそもあまり明確に指し示すことが できなかったために、指示詞の使用に差が出なかったの ではないかと考えられる。対してレーザーポインターで は、指示対象を明確に指し示すことができるが、共有あ りの条件では共有なしの条件よりも聞き手に情報を明確 に伝えなければならないというモチベーションが低かっ たために、指示詞使用に差が出たのではないかと予想さ れる。このことから、指示している対象が明確であり、 話し手が聞き手に対して情報を伝えたいという意思が強 い場合、「この」という指示詞の使用が増える可能性が示 唆された。

これまで行われてきたほとんどの指示詞研究では、指 示詞の使い分けは距離に依存していると考えられてきた。 また、近年の研究から可視性(話し手が指示対象を視認す ることができるか)や可触性(話し手が指示対象に直接触 れて指示できるか)等の要素も指示詞の使用に影響を与え、 可視性や可触性が高いと近称指示詞(「これ」等)を使いや すいということがわかってきた。しかし、今回の実験の 結果を踏まえて考えると、物理的に対象と指示者の身体 部分の間の距離を短縮できるわけではないレーザーポイ ンターで「この」という指示詞の使用範囲が拡がったこ とから、距離や可視性・可触性のような一つ一つの要因 は、どれだけ話し手と聞き手が対象についての情報を同 時に素早く共有できるかの、異なる状況に応じた表われ にすぎない可能性がある。つまり、「対象の特定しやすさ」 という、より上位にあたる要因がどれだけ高いレベルで あるかが重要であり、「距離が近いと対象を特定しやすい」 ことや「可視性・可触性が高いと対象を特定しやすい」 ことはその下位要因にすぎないという可能性が示唆され た。

しかし「対象の特定しやすさ」だけでは本研究での事前の情報共有がない条件とある条件でのそれぞれのレーザーポインター条件で差が出た理由を説明することができない。この差は、実験者と参加者が事前に指示対象の情報を共有しているかどうか、つまり話し手である参加者は聞き手である実験者にどれだけ明確に情報を伝えなければならなかったか、という点が影響を与えた可能性

が非常に高いと考えられる。そのため、「意図明示 (Ostension)の強さ」という要因も指示詞使用に重要なものの一つであると考えられる。

本研究は指示詞使用と意図明示の強さの関係を示した研究であり、今後さらに実際に自然に行われているコミュニケーションに近い状況設定の実験を行い、人間の意図共有の本質について論じていく必要性がある。

5. 謝辞

本研究は、MEXTJSPS 科研費 新学術領域研究 領域番号 4903 課題番号 17H06382「言語の発達過程の認知科学的研究」、JSPS 科研費 基盤研究(C) 16K04318 (HK)の 一部助成を受け行なわれた。

6. 参考文献

- Coventry, K. R., Valdés, B., Castillo, A., & Guijarro-Fuentes, P. (2008). Language within your reach: Near-far perceptual space and spatial demonstratives. Cognition, 108(3), 889-895.
- [2] Kensy Cooperrider. (2016). The Co-Organization of Demonstratives and Pointing Gestures. Discourse Processes, 53, 632–656.
- [3] Diessel, H. (2006). Demonstratives, joint attention, and the emergence of grammar. Cognitive Linguistics, 17, 463–489.
- [4] Moriyama, Yasuda, & Kobayashi. (2018) "The effects of tool use in conveying referential intentions in ostensive communication." Handbook of the Japanese Society for Language Sciences 20th Annual International Conference. pp. 54 - 57.
- [5] Wilson, D., & Sperber, D. (2012). Meaning and relevance. Cambridge: Cambridge University Press.
- [6] 遠藤めぐみ(1988). 指示詞コ・ソ・アの使い分けにおける操作可能性と聞き手の非人格化の影響. 心理学研究, 59, 199-205.
- [7] 佐久間鼎 (1955). *日本語のかなめ―音韻と語法の法則*. 刀 江書院
- [8] 澤田淳 (2016). 指示と照応の語用論. 加藤重広・滝浦真人編 *語用論研究法ガイドブック*. ひつじ書房.
- [9] 森山信也、安田哲也、小林春美(2017). 他者からの見えが指示詞使用に与える影響 —レーザーポインターの使用による検討—. 2017 年度日本認知科学会論文集,814-818.

視線走査実験に基づく情報呈示順の分析 Analysis of Information Ordering by Eye Tracking Experiments

加藤 祥[†],浅原 正幸[†] Sachi Kato, Masayuki Asahara

† 人間文化研究機構 国立国語研究所 National Institute for Japanese Language and Linguistics, Japan {yasuda-s,masayu-a}@ninjal.ac.jp

概要

テキストから対象物を認識するにあたり、テキストのどのような内容が重要視されるのか、対象物同定実験を行い、読み手の視線を調査した、用途などの「ヒトとの関係」や外観説明にあたる「形態」から対象物は同定されやすく、考える際にも特に「形態」が注視される傾向にある。これらの他の情報は影響が少なく、辞書に記載のある情報や高頻度で目にしやすい情報など、読み手が重要と考える要素が、必ずしも注視されるのではなく、読み手の意識と読み方が一致するのではないことがわかった。

キーワード:情報の呈示順序,視線走査実験

1. はじめに

テキストの提示にあたって,情報の提示順が読み手 の内容把握や記述された対象物認識に影響を及ぼすこ とは、事典や辞書の項目における語釈をはじめ、読解 や文章理解などにおいて着目されてきた. しかし, 読 み手がテキスト内容を認識するとき, どのような種類 の文を重要と考えているのか、あるいはどのような文 が重要と判断されるのかは明らかになっていない. 複 数の実験協力者が必要または重要(当該文があれば十 分に内容が把握できる)と判定した情報を提示したと して,内容認識精度はさほど上昇せず [1],また,同 内容のテキストであっても提示文の順序を入れ替える ことで、読み手の認識が変わることが調査されている [2]. そこで、読み手が内容認識において意識的に「重 要」と判断する文や認識結果にとどまらず、視線(読 み時間)を調査することにより、テキストに含まれる 文の重要性と提示順の影響を考える. 具体的には、読 み手がテキストに記述された対象物の同定を行う場合 に, どのような種類の説明文を注視するのか, 判断に 際してどのようにテキストを読むのかを調査する.

2. 実験設定

本節では視線走査実験の概要について示す. 対象 (植物・動物)を説明する50文字以内の説明文を4文 呈示したうえで、その対象が何なのかを 4 択で選択す る課題を設定した.説明文は、[3]で収集されたデー タであり、国語辞典10種類とコーパス(『現代日本語 書き言葉均衡コーパス』『国語研日本語ウェブコーパ ス』)から取得した情報を、形態・生態・ヒトとの関係・ その他の4種類に分類した上で、各分類をそれぞれ文 にしたものである(詳細は付録を参照).「形態」には、 対象物の外観的な特徴に関する情報を分類した.「生 態」には、生物的な生態情報のほか、産地や歴史的経 緯を含めた.「人との関係」は、主として用途に関する 情報とした.「その他」は、コーパスから取得した頻度 上位の情報であり、伝説や慣習、モチーフとなった作 品など, 前述の三分類に分類できない様々な関連情報 を含む.一部の対象物については、複数辞書に掲載の あった情報も含んでいる. なお, 各文は実験画面に提 示可能な文字数の制限から、最大50文字とした。練 習は5問(植物のみ)・本実験は48問(動物のみ)か らなる.

図1が実験画面のフローである.1画面目に実験の教示画面を示す.視線走査に必要なキャリブレーション(注視点の確認作業)の教示のあと、文章の読み方について説明する.動植物を説明する文(辞書の語釈文に相当)を呈示する旨を説明し、できるだけ早く対象が分かった時点で読むのをやめて、次の画面に進むように教示する.実験協力者は、2画面目に示す4行からなる1行あたり最大50文字の例文を読む.先頭行1文字目に視線が停留している状態からはじめ、自由な順番で文章を読んでよい.例文はどの行を読んでいるのかがわかるように、2行空けて呈示する.実験協力者は、何の動物を表しているかが分かった時点で右親指ボタンを押し、3画面目に示す選択肢から選ぶ.すべての入力はゲームパッドにより行い、左人差

これから実験をはじめます

画面に黒い丸ulletが出てきたときは、それを見ながら左親指ボタンを押してください。

その後、動植物を説明する文章が出てきます。

できるだけ早く動植物がわかった時点で右親指ボタンを押してください。

文章の後で4択で動植物の回答候補が出てきます。

(例) 左人差し指ボタン

右人差し指ボタン

左親指ボタン

右親指ボタン「シクラメン」

足指に水かきがある。

日本固有種は天然記念物。

川などの水辺に分布する。主に魚を捕食する。

動物園や水族館で握手ができる。

左人差し指カワウソ

右人差し指 アシカ

左親指

右親指 オオカミ

図1 実験画面フロー

し指・左親指・右人差し指・右親指のいずれかのボタンを押すことで回答する. 本稿の付録に実験に用いた 例文を示す.

説明文 4 文は、形態・生態・ヒトとの関係・その他の 4 カテゴリからなる。図 1 では、1 行目が形態・2 行目がその他・3 行目が生態・4 行目がヒトとの関係である。4 カテゴリの順列 24 パターンの刺激を構築し、ラテン方格法にもとづき配置した。本実験は 48 問であるため、カテゴリの順列全 24 パターン× 2 問の構成とした。被験者は、20 歳以上の日本語母語話者 24 人であった。

3. 結果

分析は、総読み時間・総視線停留時間(サッケードを除く)・視線停留回数・最後から2番目に見たカテゴリ・最後に見たカテゴリなどで行った.

各結果(読み時間・視線停留時間・視線停留回数)は、行単位の文字単位で割ることにより正規化した. 読み時間・視線停留時間の単位はミリ秒/文字、視線 停留回数の単位は回/文字である.

表 1 呈示行ごとの分析結果

分析指標	不正答	正答	不正答+正答
総読み時間平均	125	102	108
総視線停留時間平均	104	85	90
視線停留回数平均	0.46	0.37	0.40
1 行目の視線停留時間平均	116	107	109
2 行目の視線停留時間平均	109	88	94
3 行目の視線停留時間平均	91	68	74
4 行目の視線停留時間平均	81	55	62
1 行目の視線停留回数平均	0.51	0.47	0.48
2 行目の視線停留回数平均	0.47	0.39	0.41
3 行目の視線停留回数平均	0.40	0.30	0.33
4 行目の視線停留回数平均	0.36	0.24	0.27

(行単位の文字数により正規化)

表 2 呈示情報カテゴリごとの分析

分析指標	不正答	正答	不正答+正答
形態	113	89	95
生態	96	78	83
ヒトとの関係	90	74	78
その他	99	77	83
形態	0.48	0.38	0.40
生態	0.42	0.34	0.36
ヒトとの関係	0.40	0.33	0.35
その他	0.44	0.34	0.37

(行単位の文字数により正規化)

表1に、呈示行ごとの分析結果を示す。まず正答時と不正答時を比べると正答時のほうが読み時間・視線停留時間・視線停留回数も短くなっている。呈示行ごとに見ると、全体的に行が進むにつれて視線停留時間が短くなる(視線停留回数が少なくなる)傾向がある。

表2にカテゴリごとの分析結果を示す.正答・不正答ともに「形態」がそれ以外の3つのカテゴリよりも視線停留時間・回数ともに長く(多く)なっていることがみられた. 魚類や哺乳類など同類の選択肢があり,一般に類似していると考えられる選択肢も含まれたため(例:「オオカミ」「イノシシ」「タヌキ」「キツネ」),正答を他成員から差別化するためには、特に「形態」が重視されたと考えられる. この傾向は、不正答の時に顕著に表れており、対象がわからない場合、形態を手がかりに類推していることがわかる.

表3に、最後に見たものと最後から2番目に見たものを呈示情報カテゴリ頻度で示す。「最後に見た」・「最後から2番目に見た」とは視線停留の単位で検討する。2つの分布が似ていることから、最後の2回の視線停留は同じ文を見る傾向がわかる。カテゴリ別には「生態」が若干低い傾向がみられた。また、回答直前に枠外を見る場合も確認された。

最後に見たもの 最後から 2 番目に見たもの 正答 不正答+正答 不正答 正答 不正答+正答 不正答 22.4 % 23.0 % 24.7 % 22.6 % 23.2 % 形態 74 193 267 74 24.7191 265 生態 18.1 % 19.1 % 217 18.8 % 18.4 % 18.2 % 18.2 %54 163 55 155 210 ヒトとの関係 20.7 % 20.4 % 62 21.5 % 21.3 % 19.6 % 19.8 % 183 245 61 167 228 その他 76 25.4 % 185 21.7 % 261 22.7 % 63 21.1 % 200 23.4 % 263 22.8 % 11.0 % 枠外 33 129 15.1 % 162 14.1 % 46 15.4%140 16.4~%186 16.1~%100.0 % 100.0 % 総計 299 100.0 % 853 1152 299 100.0 % 853 100.0 % 1152 100.0 %

表 3 最後に見たものと最後から2番目に見たもの(呈示情報カテゴリ頻度)

表 4 情報の呈示順序別の正答率

呈示順序	正答率
形態-人との関係-その他-生態	85 %
人との関係-形態-生態-その他	83 %
形態-人との関係-生態-その他	79 %
形態-生態-その他-人との関係	77 %
その他-生態-人との関係-形態	77 %
その他-人との関係-形態-生態	77 %
その他-人との関係-生態-形態	77 %
形態-生態-人との関係-その他	75%
形態-その他-人との関係-生態	75%
生態-形態-人との関係-その他	75%
生態-人との関係-その他-形態	75%
生態-その他-形態-人との関係	75 %
人との関係-生態-その他-形態	73 %
人との関係-その他-形態-生態	73 %
人との関係-その他-生態-形態	73 %
その他-形態-生態-人との関係	73 %
その他-生態-形態-人との関係	73 %
形態-その他-生態-人との関係	71 %
生態-形態-その他-人との関係	71 %
生態-人との関係-形態-その他	71 %
人との関係-形態-その他-生態	69 %
生態-その他-人との関係-形態	67 %
人との関係-生態-形態-その他	67 %
その他-形態-人との関係-生態	67 %
総計	74 %

表4に情報呈示順(カテゴリの順列)に対する正答率を示す。上位3件が「形態」と「ヒトとの関係」の2つ組を先に呈示したものであった(79%-85%)。この2つ組を先に呈示する残り1つの順列「ヒトとの関係形態-その他-生態」のみが69%と低いことが確認されたが、全体の傾向としては「形態」と「ヒトとの関係」が対象物同定に重要であることがうかがえる。あるいは、同種の成員の差異を判断するにあたり、「形態」と「ヒトとの関係」が重要な情報であり、これらの二種の情報が提示されたことによって対象物が同定された

場合には、以降の情報は読み手の認識に及ぼす影響が低いと考えられる。なお、「生態」は辞書などでは必ず記述がある情報であるが、「形態」や「ヒトとの関係」を重視した対象物同定においては、補助的な情報と判断される傾向にあるといえる。また、「その他」情報は、コーパスにおいて高頻度で目にすることが多いはずの情報や、読み手の認識においては重要と考えられている情報[1]ながら、実際には重要視されるとは言い難い結果となっていた。但し、高頻度ゆえに注視する必要がない可能性もあり得る。

表 5 に動物別の正答率を示す。正答率の低い例を見 ると,「カワウソ」(正答率 33%: 最多誤答 「アシカ」 58%),「スズキ」(13%:「ブリ」5 4%) は正答したもの の、1 文目は「形態」と「ヒトとの関係」であり、上 記のこの2つのカテゴリが重要視されているという傾 向を示していた. 一方,「イスカ」(13%:「シギ」67%), 「オットセイ」(17%:「アザラシ」71%),「ジュウシマ ツ」(25%:「インコ」45%)は、ほぼ均等に分布して いた. 前者は「形態」と「ヒトとの関係」が正答と最 多誤答を識別する重要な要素であったが、後者はその ような要素が見つからなかった可能性がある. 読み手 に(他成員との差異となる)知識が不足している場合, 「形態」と「ヒトとの関係」情報において選択肢カテ ゴリ中最もプロトタイプ的な成員を選択するが、選択 肢カテゴリにプロトタイプが見つからなかった場合に はいずれの情報も重視しない傾向が考えられる.

4. おわりに

人が対象物を認識するにあたり、「ヒトとの関係」が 重視 [4] されることはもちろん、まず外観的なイメージ情報である「形態」が重視されることが考えられる。 実際、テキストから対象物を同定する場合には、「ヒトとの関係」「形態」が重要視されやすい、視線(読み時間)でも、「ヒトとの関係」と「形態」が注視される傾向が現れており、対象物を認識するために重要な種類の情報といえる、「生態」情報は、辞書などに必ず記載があり、同種の成員の差別に重要であると考えられるが、専門性のある知識ともいえ、専門的な知識のな

ウナギ 100 % キツネ 92 % テング 83 % イタチ 63 % ヒトデ コアラ 100 % ジャガー 92 % 83 % ジュゴン 58 % ザリガニ 100 % ハチ 92 % マングース 83 % カバ 50 % シカ 100 % ハト 92 % キリン 79 % チーター 50 % ツバメ 100 % ラクダ 92 % マムシ 79 % タニシ 42 % クマ 96 % エビ 88 % タヌキ 75 % ホトトギス 42 % コウノトリ 96 % キジ 88 % カナブン 71 % カワウソ 33 % 96 % サンマ 88 % トラ 71 % ヒバリ 29 % スカンク タツノオトシゴ シチメンチョウ 88 % メダカ ジュウシマツ 25 % 96 % 71 % ニワトリ 96 % テントウムシ 88 % アワビ 67 % オットセイ 17 % オオカミ ムササビ 67 % ライオン 96 % 83 % イスカ 13 % 13 % カエル 92 % カッパ 83 % イカ 63 % スズキ

表 5 動物別の正答率

い読み手にはあまり重視されず、かつ対象物の認識に影響しない情報であろう。また、対象物を同定するには個人の経験や個別的な知識に関わる情報が求められやすく[1]、「その他」に分類された高頻度情報は、読み手が意識的に重要な情報と考える傾向がある。しかし、意識的に重要と考えられているような情報でも、視線(読み時間)が留まりにくいことがある。重要という判断に個人差の大きい可能性や、高頻度で目にしやすい情報であるゆえに、考えるにあたって影響が少なくなる可能性などが考えられる。本稿の調査結果からは、一般に「ヒトとの関係」と「形態」が事実上重視されることが明らかになった。対象物の同定ができなかった場合であっても、これら2種類の情報からプロトタイプ的な成員を類推する傾向がある。

謝辞

本研究は、国立国語研究所コーパス開発センター共 同研究プロジェクト「コーパスアノテーションの拡張・ 統合・自動化に関する基礎研究」によるものです.

参照文献

文献

- [1] 加藤祥, (2015) "テキストからの対象物認識に有用な記述内容一動物を例に一"国立国語研究所論集, Vol. 9, pp. 23-50.
- [2] 加藤祥, (2018) "テキストからの対象物認識に有用な情報提示順序一動物の説明文を用いた調査例一"国立国語研究所論集, Vol. 15, pp. 55-74.
- [3] 加藤祥, 浅原正幸, (2018) "説明文の冒頭が説明対象の 認識に及ぼす影響" 日本認知科学会第 35 回大会発表論 文集, pp. 765-771.
- [4] Wierzbicka, Anna (1985) "Lexicography and Conceptual Analysis." Ann Arbor: Karoma.

付録:実験に使った例文

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢3	選択肢 4
カテゴリ	例文			
オオカミ	オオカミ	タヌキ	キツネ	イノシシ
形態	形は犬に似る。現場	生のイヌ科で最大。		
生態	性質が荒い。日本国	固有種は絶滅したと考えられ	る。	
ヒトとの関係	人畜を害することが	がある。		
その他	ヨーロッパの民話 ² 仰された。	や童話で悪役とされることが	多く、人間が変身する伝承も	ある。日本では山の神として信
ジャガー	ヒョウ	チーター	ピューマ	ジャガー
形態	体に斑紋がある。	梅花紋の中に黒い点がある。		
生態	木登りと泳ぎが上	手い。猛獣。		
ヒトとの関係	密猟と森林開発に。	よって生息域が減少している	>	
その他	自動車のエンブレ	ムになっている。		
カワウソ	カワウソ	アシカ	イルカ	オオカミ
形態	足指に水かきがある	5.		
生態	川などの水辺に分れ	ちする。主に魚を捕食する。		
ヒトとの関係	日本固有種は天然詞	记念物。		
その他	動物園や水族館で抗	屋手ができる。		
オットセイ	スッポン	アザラシ	オットセイ	アシカ
形態	ひれ状の四肢を持つ	D.		
生態	体毛は保温効果が高	事い。		
ヒトとの関係	毛皮が利用される。	漢方薬材料として珍重され	、乱獲された。	
その他	日本ではまれに海岸	岸部などに漂着することがあ	る。	
スズキ	スズキ	タイ	マス	ブリ
形態	口が大きい。下ある	ごが上あごより前に出ている	。銀青色。	
生態	近海に分布する。	捧夏は川にも上る。		
ヒトとの関係	食用。白身で柔ら7	かくあっさりしている。		
その他	成長に応じて呼びる	名が変わる。		
マムシ	コブラ	マムシ	ヤモリ	クラゲ
 形態	頭が三角形。黒い鈴	浅形の斑紋がある。		
生態	毒を持つ。			
ヒトとの関係	栄養ドリンクなどに	こよく使用される。		
その他	あだ名に使われる。	ことが多い。このあだ名の歴	史的な著名人がいる。	
エビ	トンボ	エビ	カニ	イカ
 形態	殻に覆われている。	頭胸と腹に大きく分かれ、	 二対の触覚と五対の歩脚を持	デつ。
生態	河川から深海までる	あらゆる水環境に生息する。		
ヒトとの関係	食用が多い。刺身を	をはじめ、天ぷら、フライ、ク	佃煮、煎餅など多様に用いら	れる。
その他	脱皮を生命力や出†	世、曲がった腰を長寿に喩え	、めでたいものとされること	がある。
カナブン	カナブン	コガネムシ	ハチドリ	セミ
形態	頭は四角く、背中が	 が平らになっている。青銅色	 で光沢がある。	
生態	日本では本州以南に	こ分布する。夏、クヌギ・ナ	ラなどの樹液に集まる。	
ヒトとの関係	ベランダや玄関先~	で見かけることがある。		
その他		うなるところからそう呼ばれ	w 1 1. 1. w	

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢3	選択肢 4
カテゴリ	例文			
テントウムシ	オシドリ	ヒョウ	テントウムシ	スズメ
形態	小型で半球形。鮮や	らかな斑紋や模様がある。 多	くは斑点の数で命名されている	0.0
生態	日本全土に分布し、	よく見かける。		
ヒトとの関係	アブラムシなどを創	なべる肉食性の種類は、無農	薬化に活用されている。	
その他	結婚式の余興に主題	夏となった歌が用いられるこ	とがある。	
タヌキ	キツネ	ウサギ	イノシシ	タヌキ
形態	尾が太く、ずんぐり	した体つきに見える。		
生態	山地・草原などにす	[†] むが都市進出も進んでおり	、人家付近でも見られることが	ぶある。
ヒトとの関係	毛皮は防寒に用いる	られ、剛毛は毛筆に用いられ	る。	
その他	人を化かすと考えら	られ、民話などによく登場す	る。腹鼓を打つという伝説があ	っる。
ライオン	ライオン	ウマ	トラ	トナカイ
形態	体毛は短く黄褐色。	成長した雄は頭部から首に	かけてたてがみを持つ。	
生態	十数頭の群れを作り)、大型哺乳類を捕食する。		
ヒトとの関係	開発によって生息数	女が減少している。		
その他	百獣の王とされる。			
ウナギ	アナゴ	ウナギ	サケ	サンマ
形態	細長くぬるぬるして	こいる。		
生態	川にすむが、産卵の	つため海にくだる。		
ヒトとの関係	養殖する。かば焼き	きなどにして食べる。		
その他	土用の丑の日に食べ	べる風習がある。		
イカ	タコ	カニ	イカ	ナマコ
形態	吸盤のついた十本の)腕を持つ。軟体動物。		
生態	海にすむ。敵に会う	うと墨を出して逃げる。		
ヒトとの関係	食用となる種類が多	をい。		
その他	一杯、二杯と数える	ó.		
コアラ	カンガルー	パンダ	カモノハシ	コアラ
形態	雌の腹には袋がある	5。顔はクマに似ている。		
生態	オーストラリア特層	産。ユーカリの葉を食べる。		
ヒトとの関係	かつては毛皮のため	りに捕獲されたが、度々保護	や制限が行われた。	
その他	図柄がプリントされ	ıたチョコレート菓子がある	٠	
メダカ	カワウソ	フナ	キンギョ	メダカ
形態	背中は淡い褐色や素		。目が大きい。	
生態	小川などで群れをな	よして泳ぐ。		
ヒトとの関係	観賞や実験に用いる	らことがある。		
その他	地方における名称な	ド非常に多くある。		
ラクダ	ラクダ	バイソン	ハイエナ	キリン
形態	首と足が長く、背中	コにこぶがある。		
生態	砂漠地方にすむ。青	背中に脂肪を蓄え、長期の飢	えと渇きに耐える。	
ヒトとの関係	飼育され、乗用や選	運搬用に使われる。毛は織物	用。	
その他	古代から砂漠の舟と	11年 フ		

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3	選択肢 4
カテゴリ 	例文			
ザリガニ	カニ	フナ	ザリガニ	エビ
形態	いちばん前の足はは	さみのような形をしている。		
生態	田のあぜなどに穴を	掘ってすむ。日本産の固有種	は東北地方以北にすむ。	
ヒトとの関係	アメリカ産の種類は	関東地方を中心に稲作に害を	なす。日本産は食用になる	•
その他	公園や用水路などで	釣りができるところがある。		
ヒトデ	ナマコ	ウミウシ	ウニ	ヒトデ
形態	平たく、一般に5本	の放射状の腕をもつ。とげの	ある軟体動物。	
生態	内湾の砂泥底にすむ。	。再生力が強い。		
ヒトとの関係	貝などの食害により	漁業関係者に嫌われる。		
その他	海のスターと呼ばれ	る。		
イタチ	イタチ	タヌキ	ネズミ	カワウソ
形態	細い胴と太い尾が長	く、足が短い。		
生態	敵に追われると悪臭	を放つ。シベリア・中国・日	本・ジャワに分布する。	
ヒトとの関係	体毛に光沢があり、.	良質な毛皮が利用される。農	作物被害や住宅への侵入に	よる騒音や糞尿の被害がある。
その他	「ガンバの冒険」に	おける恐ろしい悪役。		
シチメンチョウ	ニワトリ	シチメンチョウ	カメレオン	バイソン
形態	頭部に肉いぼ、あご		は毛がなく、皮膚の色が様	々に変化する。
生態	北アメリカ原産。			
ヒトとの関係	肉をクリスマスなど	に食べる。		
その他	アメリカでは感謝祭	を前にホワイトハウスで恩赦	:式を行う。	
<u></u> トラ	カンガルー	 ジャガー	トラ	タヌキ
形態	背から腹にかけて黄		大きく鋭い爪を持つ。	
生態	アジア特産。森林に	分布し、鳥獣を捕食する。性	質がきわめて荒い。	
ヒトとの関係	毛皮が敷物として珍	重される。		
その他	俗に、酔っ払いの意	に用いられる。		
<u> </u>	I T			
ルトトキ人	カッコウ	ウグイス	マムシ	ホトトギス
	,	ウグイス 色で黒い横斑がある。	マムシ	ホトトギス
形態	背は灰褐色、腹は白			ホトトギス
形態 生態	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托	色で黒い横斑がある。	と鳴く。	
形態 生態 ヒトとの関係	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重され	ి
形態 生態	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重され	ి
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重され れた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ
	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭に 世界各地に分布する。	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ ある。夏は褐色の地に白い。	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態 生態	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭に 世界各地に分布する。 肉を食用にする。皮	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が 。草食性で反芻する。近年生	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態 生態 ヒトとの関係	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭に 世界各地に分布する。 肉を食用にする。皮	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が 。草食性で反芻する。近年生 は手袋をはじめ、靴やソファ	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態 生	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭に 世界各地に分布する。 肉を食用にする。皮 鉄道との衝突事故が ヒョウ	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が 。草食性で反芻する。近年生 は手袋をはじめ、靴やソファ 多い。日本では、奈良公園が	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。 が民間療法で用いられる。
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態 生態 ヒトとの関係 その他	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭は世界各地に分布する。 肉を食用にする。皮 鉄道との衝突事故が ヒョウ 黄褐色の地に黒い小	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が 。草食性で反芻する。近年生 は手袋をはじめ、靴やソファ 多い。日本では、奈良公園が	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ ある。夏は褐色の地に白い。 息数が激増している。 一などに用いる。角の粉末る所とされる。	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。 が民間療法で用いられる。
形態 生態 ヒトとの関係 その他 シカ 形態 生態 ヒトとの関係 その他 チーター 形態	背は灰褐色、腹は白 自分の巣を持たず托 日本では、夜に鳴く 古来、文学や伝説に る。 シカ 脚は細長く、雄の頭に 世界各地に分布する。 肉を食用にする。皮 鉄道との衝突事故が ヒョウ 黄褐色の地に黒い小 アフリカや西安アジ	色で黒い横斑がある。 卵する。「テッペンカケタカ」 ことが珍重される。その年初 多く登場し、和歌によく詠ま ウシ には枝のように分かれた角が 。草食性で反芻する。近年生 は手袋をはじめ、靴やソファ 多い。日本では、奈良公園が チーター 斑がある。体が細く四肢は長 アの平原に生息する。時速1	と鳴く。 めて聞く鳴き声も珍重されれた。鳴いて血を吐くと言 トナカイ	る。 われる。冥途に往来するとされ ヤギ 既点があり、冬は灰褐色となる。 が民間療法で用いられる。

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢3	選択肢4			
カテゴリ	例文						
カッパ	カメ	スッポン	カッパ	イタチ			
形態	背に甲羅があり、手足 のがある。	足には水かきがある。くちば	しがとがっている。頭の上	に水をたくわえた皿のようなも			
生態	水陸両方にすむ。巧る	みに泳ぎ、他の動物を水中に	引き入れて血を吸う。キコ	ウリを好む。			
ヒトとの関係	水中で人の尻から腸を	を抜く。相撲を挑んだり、田	植えを手伝ったりすること	きもある。			
その他	水神もしくはその使い	いといわれる。					
ヒバリ	ワシ	ウグイス	ツバメ	ヒバリ			
形態	背は薄茶色、腹は白色	色。黒い斑点がある。登頂の	羽毛が冠毛を形成する。				
生態	まっすぐに空高く上が	まっすぐに空高く上がり、絶え間なくさえずる。畑地や草原などの地上に巣を作る。					
ヒトとの関係	畑地の減少で世界的 なった。	に減少傾向。かつては日本で	でも愛玩飼育が認められた	が、保護のために認められなく			
その他	春を告げるとして世界	界各地で親しまれている。					
コウノトリ	コウノトリ	トキ	ツル	ペリカン			
形態	全身白色。風切羽と、	くちばしが黒い。足は桃色で	長い。				
生態	松などの樹上に巣を	つくる。					
ヒトとの関係	日本では特別天然記念物に指定されていたが、野生種は絶滅。						
その他	ヨーロッパでは人間の	の赤ん坊を運ぶという伝説が	ある。				
ムササビ	ムササビ	モモンガ	リス	クマ			
形態	首と前肢、前肢と後周	 技の間、後肢から尾まで発達	した皮膜がある。				
生態	体側の皮膜を広げて活	骨空する。夜、単独で行動す	る。木の実、芽、皮などを	食べる。			
1. 1 1 - PH /-							
ヒトとの関係	毛皮は保温性に優れた きない。	た防寒具に用いられた。被毛	は筆として独特の趣が珍重	宣される。現在の日本では狩猟で			
	きない。	た防寒具に用いられた。被毛 アーが開催されている。	は筆として独特の趣が珍重	言される。現在の日本では狩猟で			
その他	きない。		は筆として独特の趣が珍重 テング	重される。現在の日本では狩猟で オニ			
その他	きない。 軽井沢などで観察ツートンビ	アーが開催されている。	テング	オニ			
その他 テング 形態	きない。 軽井沢などで観察ツートンビ	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちば	テング	オニ			
その他 テング 形態 生態	きない。 軽井沢などで観察ツ トンビ 一般に顔が赤く鼻がよ	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちば	テング	オニ			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係	きない。 軽井沢などで観察ツ トンビ 一般に顔が赤く鼻が 深山にすみ、飛行する 人を魔道に導く。	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちば る。	テング しをもった種類や、山伏多	オニ			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他	きない。 軽井沢などで観察ツ トンビ 一般に顔が赤く鼻が 深山にすみ、飛行する 人を魔道に導く。 山の神とされる地域	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちば る。	テング しをもった種類や、山伏多	オニ			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻がま深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域にれる。	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象	テング しをもった種類や、山伏望 徴と考えられるが、西方ノ トンボ	オニ その解釈もある。 、の顔形に影響を受けたともいれ ハチ			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他 ハチ 形態	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻が 深山にすみ、飛行する 人を魔道に導く。 山の神とされる地域に れる。 アリ 胸と腹の境がくびれる	アーが開催されている。	テング しをもった種類や、山伏室 徴と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を	オニ その解釈もある。 、の顔形に影響を受けたともいれ ハチ			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他 ハチ 形態	きない。 軽井沢などで観察ツェトンビ 一般に顔が赤く鼻が上深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域にれる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や	アーが開催されている。	テング しをもった種類や、山伏勢 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。	オニ その解釈もある。 、の顔形に影響を受けたともいれ ハチ			
その他 テング 形態 生	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻がり深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域にれる。 アリー胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に	アーが開催されている。	テング 「しをもった種類や、山伏娑 徴と考えられるが、西方ノ トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他 ハチ 形態 生態 ヒトとの関係	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻がり深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域にれる。 アリー胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に	アーが開催されている。	テング 「しをもった種類や、山伏娑 徴と考えられるが、西方ノ トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。			
その他 テング 形態 生 と ト と の 関係 そ の 他 ハ チ 形態 生 ト と の 関係 ス カエル	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻が丹深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域に れる。 アリー胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がた	アーが開催されている。	テング しをもった種類や、山伏多 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。 は用や薬用など多く利用する。			
その他 テング 形態 生態 との関係 その他 ハ	きない。 軽井沢などで観察ツェトンビ 一般に顔が赤く鼻が上深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域に れる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がけ カエル 体は太くて短い。発達	アーが開催されている。	テング しをもった種類や、山伏勢 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。 は用や薬用など多く利用する。			
その他 テング 形態 生とその ハ形態 とい の が を に た の の が が が が が が が が が が が が が が が が が	きない。 軽井沢などで観察ツェトンビ 一般に顔が赤く鼻が上深山にすみ、飛行する人を魔道に導く。 山の神とされる地域に れる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がけ カエル 体は太くて短い。発達	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 増えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、	テング しをもった種類や、山伏勢 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。 は用や薬用など多く利用する。			
その他 テング 形態 生態 との関係 ハ 形態 生 と の 関係 ス カ 形態 と と の エル 形態 生態 と ト の 世 ト と の 関係	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻がが深山にすみ、飛行する。 人を魔道に導く。 山の神とされる地域はれる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がサカエル 体は太くて短い。発は鳴くものが多い。多い種類が多く、食用とない。	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 増えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、	テング しをもった種類や、山伏多 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。 よく泳ぐ。冬眠する。	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ ともつ。 は用や薬用など多く利用する。			
その他 テング 形態 生態 ヒトとの関係 その他 ハチ 形態 生態	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻がが深山にすみ、飛行する。 人を魔道に導く。 山の神とされる地域はれる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がサカエル 体は太くて短い。発は鳴くものが多い。多い種類が多く、食用とない。	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 曽えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、	テング しをもった種類や、山伏多 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。 よく泳ぐ。冬眠する。	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいわ ハチ ともつ。 は用や薬用など多く利用する。			
その他 テング 形 生 ヒ そ アング	きない。 軽井沢などで観察ツァ トンビー般に顔が赤く鼻がれ 深山にすみ、飛行する 人を魔道に導く。 山の神とされる地域に れる。 アリ 胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や 人が刺されると場合に 近年市街地でも巣がけ カエル 体は太くて短い。発達 鳴くものが多い。多の種類が多く、食用とな 幼生時は水中にすむな イヌ	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 曽えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、 するものもある。 が、四肢が生え、尾が消失し	テング しをもった種類や、山伏勢 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、含まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。 よく泳ぐ。冬眠する。 で陸に上がる。 サル	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいわ ハチ さもつ。 を用や薬用など多く利用する。 ヤモリ			
その他 テング 形態 生 ヒ そ の	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻が月深山にすみ、飛行する。 人を魔道にすみ、連く。 山のなっとされる地域にある。 アリー胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に近年市街地でも巣が近年でも単が近年でも乗が近年である。食用ではない。多い種類が多く、食用となった。またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまで、またまで	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 増えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、するものもある。 が、四肢が生え、尾が消失し キジ	テング しをもった種類や、山伏多 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。 よく泳ぐ。冬眠する。 ・ で陸に上がる。 サル ・	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ さもつ。 を用や薬用など多く利用する。 ヤモリ			
その他 テング 形態 と	きない。 軽井沢などで観察ツートンビー般に顔が赤く鼻が月深山にすみ、飛行する。 人を魔道にすみ、連く。 山のなっとされる地域にある。 アリー胸と腹の境がくびれて完全変態する。産卵や人が刺されると場合に近年市街地でも巣が近年でも単が近年でも乗が近年である。食用ではない。多い種類が多く、食用となった。またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまでは、またまで、またまで	アーが開催されている。 オオカミ 長い。背に翼がある。くちばる。 もある。鼻の高さは慢心の象 キリギリス ている。二対の膜質の翅をも 管を毒針として敵や獲物を刺 こよっては生命が脅かされる 曽えており、駆除の需要が高 サンショウウオ 達した後肢とやや小さい前肢 くは水辺にすみ、よくはね、 するものもある。 が、四肢が生え、尾が消失し キジ 色を主色とした羽毛が美しい 外の各地の低木林や草原にす	テング しをもった種類や、山伏多 微と考えられるが、西方 トンボ つ。雌は尻の先に産卵管を すものがいる。 。飼育して蜜を採集し、食まっている。 イモリ をもつ。水かきがある。 よく泳ぐ。冬眠する。 ・ で陸に上がる。 サル ・	オニ その解釈もある。 への顔形に影響を受けたともいれ ハチ さもつ。 を用や薬用など多く利用する。 ヤモリ			

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3	選択肢 4
カテゴリ	例文			
スカンク	イタチ	コヨーテ	スカンク	ラクーン
形態	毛は黒く背部にか	けて白線や斑紋がある。ふさ	ふさとした尾をもつ。	
生態	敵に襲われると肛	門腺から悪臭を放つ。北米産	,	
ヒトとの関係	毛皮を防寒用とし	て珍重する。		
その他	轢いた車は売るこ	とができなくなり廃車処分に	なるといわれている。	
ハト	ヤギ	ペンギン	スズメ	ハト
形態	頭部が小さく目が	丸い。胸が張っている。		
生態	人里近くに営巣す	る。歩行時に首を前後に振り	ながら歩く。	
ヒトとの関係	帰巣本能を利用し	て通信に用いるほか、観賞用	や食用など多くの品種がある。	•
その他	群を成す性質やノ	アの箱舟伝説により、平和の	象徴とされる。	
マングース	マングース	アナグマ	ヤマネコ	ハクビシン
形態	薄茶色で胴が細長	く、灰色の斑がある。イタチ	こ似ている。	
生態	毒蛇やノネズミ、	小鳥などを捕食する。インドル	原産で、熱帯地方にすむ。	
ヒトとの関係	日本では、明治末日	項毒蛇やネズミの駆除目的で	移入された。農作物や家畜を	食い荒らす害獣となっている。
その他	近年、動物愛護法	により、ハブと対決させる観	光ショーは禁止された。	
ジュウシマツ	カナリア	ジュウシマツ	インコ	ウズラ
形態	体は白、茶色また	は黒茶色の不定紋があるもの	や、黒など変異が多い。毛並	みによる分類が行われる。
生態	野生種は存在しな	いため、飛翔力が弱い。		
ヒトとの関係	人の手によって作	り出された愛玩用の家禽。		
その他	ひなを育てるのが	上手いとされる。さえずりの	文法構造が研究されている。	
ツバメ	ハクセキレイ	ツグミ	ツバメ	スズメ
形態	翼と背が黒く、腹	が白い。額とのどが赤い。尾		
生態	遠距離を速く飛ぶ。	, 日本には春来て秋に去る。		
ヒトとの関係	人家の軒下などに	巣を作る。害虫を捕食するた	め、古くから大切にしてきた。	>
その他	男性の礼服のひと	つは上着の裾がこの尾に似て	いると称される。	
タニシ	カタツムリ	シジミ	カエル	タニシ
形態	競は暗緑色や黒茶 目がある。	色で、丸みのあるらせん形。	角質のふたがある。頭部にあ	る一対の触角の根本付近外側に
生態	南米大陸と南極大	陸には生息しないが、広く水	田や池沼に多くすむ。卵胎生	。冬は泥中で越冬する。
ヒトとの関係	炒め物、味噌煮や	和え物、みそ汁など様々な食	用とする。肥料や釣り餌にも	用いる。
その他	日本の昔話に、富	を得て人間へ転化する主人公	として有名な物語がある。	
タツノオトシゴ	タツノオトシゴ	チンアナゴ	ウマヅラハギ	マツカサウオ
形態	堅い甲でおおわれ、	、顔は馬に似、尾は細長い。		
生態	浅海にすみ、直立	して泳ぐ。雄は育児嚢をもち、	雌が産みつけた卵をかえす。	,
ヒトとの関係	 干物が日本では古 る。	くから安産の守りとされてき	た。中国では漢方薬として珍	重され、乱獲が問題となってい
その他	竜に似ているとさ	れ、辰年には竜の代わりによ	く用いられる。	
ジュゴン	マナティ	ジュゴン	クジラ	イルカ
	皮膚は青灰色。体	は紡錘形で前肢はひれ状、後	技は退化し、半月状の尾びれ	がある。
生態	主にインド洋・太	平洋に生息し、海底の藻を食	べる。雌は子を胸びれに抱い	て漂う。
ヒトとの関係	食用・油用・皮革	用のほか薬効が期待され、狩	猟の対象とされてきた。日本	では国の天然記念物に指定して
	I			

正解	選択肢 1	選択肢 2	選択肢3	選択肢 4
カテゴリ 	例文 ゾゥ	 スイギュウ	.LV	.1L Z
カバ ———— 形態	7 7		カバ	サイ
ドル と と 能		胴が丸い。四足は太く短い。		- 山ボナヤフ - オルサーマサムよ
土思	アプリカの河川や漁 る。	J名なとに群生りる。 登は日	と鼻孔を水曲に出した水中	生活を好み、夜は陸上で草食す
ヒトとの関係	牙が印鑑や工芸品な 最も多い。	どの高級素材となる。アフリ	力では野生生物による死者	音の原因としてこの動物の攻撃か
その他	アンパンマンにおけ	る小学校の児童として登場す	-る。	
イスカ	イカル	シギ	アトリ	イスカ
形態	湾曲した上下のくち 色。	ばしがねじれて左右に食い遺	望い、先端で交差している。	雄は全身赤黄色、雌は暗い黄緑
生態	松かさをこじ開けて	実を食べる。北米・ユーラシ	/アに広く分布する。日本で	ごは、冬に渡来し繁殖する。
ヒトとの関係	日本では、主食とさ	れる松の実は食用とならない	ため、愛鳥家の観察対象に	このみなっている。
その他	食い違いの喩えとす がある。	ることわざがある。西洋では	は、キリストが磔になったと	: きに釘を引き抜こうとした伝承
キツネ	キツネ	タヌキ	オオカミ	アナグマ
形態	体は細く、尾が太い	。口先が細くとがり、三角形	の大きな耳をもつ。毛の色	はふつう薄い茶色。
生態	山野にすみ、夜行性	で、小動物や果実などを食べ	べる。	
ヒトとの関係	毛皮を防寒用に珍重	する。		
その他	説話や迷信に多く登	場し、人をばかすとされる。	稲荷神の使いとされる。	
サンマ	タチウオ	サンマ	マグロ	トビウオ
形態	細長い刀状の体で、	背は暗青色、腹部は銀白色。	両あごはくちばし状。	
生態	夏から秋にかけて北	海から南下する。捕食者に追	呈われると水面から飛び出し	して滑翔することもある。
ヒトとの関係	主に棒受け網で漁獲	する。食用にされ、秋はある	ぶらがのって美味。	
その他	落語の噺にちなんだ	目黒で、焼いたものを振る舞	手う祭りが例年開催されてい	いる。
ニワトリ	シチメンチョウ	オウム	ニワトリ	カラス
形態	頭に赤いとさかがあ	り、顎の下にも肉がたれてい	る。	
生態	原種は東南アジアと 鳴く。	されるが、弥生時代にはすて	で日本に渡来し、品種改良	とが進んだ。特に雄が甲高い声で
ヒトとの関係		食用として肉と卵が大量生産		-
その他 	雄の鳴き声は夜明け	を告げるものとして、世界各	文化で神聖視される傾向か 	^ぶ ある。
キリン	オカピ	ガゼル	インパラ	キリン
形態	背が高く、前足と首つ。	が長い。黄褐色で白い網目状	くの斑がある。皮膚に覆われ	1た一対または三〜五本の角をも
生態		木の葉や若芽を食べる。時速	5 0 km に及ぶ速さで走る	5.
ヒトとの関係		猟され、生息数が減少した。		
ニョ こりほぼ		**** - · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
その他	日本国内で個人が飼	育できる最大の陸上哺乳類で	ぶある。	
その他		育できる最大の陸上哺乳類で サザエ		 カキ
	アワビ	サザエ	サンゴ	カキ
その他 アワビ 形態	アワビ 殻の口が広く、平た		サンゴロ、内側は虹のような光沢	
その他 アワビ 形態 生態	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色	サンゴ で、内側は虹のような光》 Jや砂の中に潜っている。	さかある。
アワビ	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。 肉は生のまままたは	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色 夜行性が多く、日中は岩の間	サンゴ で、内側は虹のような光別 りや砂の中に潜っている。 印細エやボタンの材料にする	えがある。 う。
その他 アワビ 形態 生態 ヒトとの関係 その他	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。 肉は生のまままたは	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色 夜行性が多く、日中は岩の間 干して食用にする。殻は螺錐	サンゴ で、内側は虹のような光別 りや砂の中に潜っている。 印細エやボタンの材料にする	えがある。 う。
その他 アワビ 形態 生態 ヒトとの関係 その他	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。 肉は生のまままたは 殻が片われのように イノシシ	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色 夜行性が多く、日中は岩の間 干して食用にする。殻は螺鎖 見えることから、片恋を喩え	サンゴ で、内側は虹のような光が 引や砂の中に潜っている。 別細工やボタンの材料にする るのに用いられる。慶事に トラ	さがある。 ら。 こ用いる習慣がある。
その他 アワビ 形態 生態 ヒトとの関係 その他 クマ	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。 肉は生のまままたは 殻が片われのように イノシシ 四足が太く、体色は	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色 夜行性が多く、日中は岩の間 干して食用にする。殻は螺鈿 見えることから、片恋を喩え クマ	サンゴ で、内側は虹のような光が 引や砂の中に潜っている。 別細工やボタンの材料にする。 るのに用いられる。慶事に トラ で白色などもいる。	さ。 ら。 こ用いる習慣がある。 リス
その他 アワビ 形態 生態 ヒトとの関係	アワビ 殻の口が広く、平た 浅海の岩礁にすむ。 肉は生のまままたは 殻が片われのように イノシシ 四足が太く、体色は 前足の力が強く、木	サザエ い耳形で一枚。殻は表が褐色 夜行性が多く、日中は岩の間 干して食用にする。殻は螺鈿 見えることから、片恋を喩え クマ 黒色のものが多いが、褐色や	サンゴ はで、内側は虹のような光が 引や砂の中に潜っている。 和細工やボタンの材料にする。 るのに用いられる。慶事に トラ 中白色などもいる。 出帯・寒帯にすむ種類は冬眼	だがある。 5。 5。 上用いる習慣がある。 リス まする。

手の動きがラップの音響特性に与える影響 The Influence of Hand Movement on Acoustic Characteristics in Rap Music

関根 和生[†],児玉 謙太郎[‡],清水 大地[§] Kazuki Sekine, Kentaro Kodama, Daichi Shimizu

[†]慶應義塾大学,[‡]神奈川大学,[§]東京大学 Keio University, Kanagawa University, Tokyo University kazuki.sekine@keio.jp

概要

本研究では、ラップ中の手の運動がラップの音響特性にどのような影響を与えているかを検討した。プロのラッパーに参加してもらい、手の動きを抑制したり、自由に動かせたりする条件下でラップをしてもらった。手の動きを抑制すると、ラッパーは大きい声を出すようになること、手が動かせる条件下ではピッチが高まることが示された。以上の結果から、ラッパーの手の動きは、単なる視覚的効果だけではなく、ラップの音楽・言語活動を促進させる効果もあることがわかった。

キーワード:ラップ,身振り,身体運動,音響特性

はじめに

近年,「芸術活動における身体性」が認知科学において注目を集めている[1].本研究では,認知科学的な観点から,ラップ活動を支える身体の役割を検討する.ラップとは、リズムに乗せて早口で語るダンス音楽のことであり、言語、音楽、身体動作が交差する活動である.ラップ中のラッパーの振る舞いを観察すると、彼らが常に手を動かしていることに気づく.なぜだろうか?観客を盛り上げたり、曲に視覚的な効果を加えたり、特定の言葉を視覚的に強調するためにおこなっているのかもしれない.また、対戦型のバトルラップの場合には、集中したり対戦相手を挑発したりするために手を動かしているのかもしれない[2].

しかしながら、ラップ中の手の動きに、こうした他者 (観客や対戦相手) に対する視覚的効果以外でどのような機能があるのかはわかっていない. 以下で言及するように、身振りに関する先行研究を鑑みると、手の動きはラッパー個人の言語産出過程にも何らかの影響を及ぼしていることが考えられる. そこで本研究では、ラップ中に手の動きの視覚的効果以外の可能性を探ってみたい. 特に、ラッパーが言葉(歌詞)を生成していく過程において、身体動作がどのように寄与しているのかということを検討する.

これまでの身振りと発話の研究によれば、発話中の 身体活動、特に発話に付随して産出される身振りが、 発話産出を促進させることが明らかになっている[3]. 例えば、いくつかの研究では、話者の手の動きを抑制 した状態で, 事物の説明してもらい, 手の動きと発話 産出との関係を検討した. 結果として, 手が自由に動 かせる条件と比べて, 手の動きに制約がある条件では, 無声休止[4]やフィラー[5]の割合が増加することが明 らかにされた. 増田[6]は、日本人の英語学習者に対し、 腕を上下運動させながら英文の発話練習をさせた. 音 声の分析を行ったところ、声の強さ (intensity: dB) に は、腕の運動の効果がみられなかったが、声の高さ (pitch: Hz) は、腕の運動があったほうが高くなった. Cravotta ら[7]の研究では、成人に身振りをしながら発 話を産出させたところ、そうでない場合と比べて、声 の強さと基本周波数 (F₀) が高くなったことが明らか にされた. これらの結果は、手の動きが発話の流暢性 や声の高さに影響を及ぼすことを示している.

ラッパーの認知, 言語能力を調べた Kgiku と El Alami[8]の研究では、プロのラッパーのほうが、初心者 と比べて、脚韻流暢性課題(同じ脚韻のある単語を特 定時間内でいくつ挙げられるか) の成績がよいことが 示された. だが, 他の認知課題 (実行機能, 選択的注 意)では両群に差はみられなかった。また、Streeckと Henderson[9]は、フリースタイル(即興型式)のラップ を質的に分析した.彼らは、ラップ中の手の動きが、 メトロノームのようにリズムを一定に保つ機能を持ち, また言葉のフロー(流れ)やライミング(頭韻や脚韻 の連鎖によってリズムを作り出すこと)を作り出すこ とと関係していること見出した. このことから, 手の 動きが、音響特性に影響を与えているのではないかと 推測している. もしこの観察が正しければ、ビート(一 定のリズムで構成されるドラム音) や手の動きがない 場合、ラッパーはリズムを一定に維持することが困難

になることが予測される. そこで本研究では, こうした先行研究の知見や観察をもとに, ラップ中の手の動きがラップの音響特性(リズムやピッチ, 音量)にどの程度影響を及ぼしているか検討する.

1. 方法

参加者 本調査には、2名のプロのラッパーが参加した(A氏, 男性, 30歳, 右利き; B氏, 男性, 41歳, 右利き). 両氏とも 15年以上のラップ経験があり、プロのミュージシャンとして曲もリリースしている. また、全国的なフリースタイルラップの大会で優勝経験を有する. 本稿では、現時点でデータの分析が終了している, A氏の分析結果を報告する.





図1 実験状況(上図:手の動き自由条件, 下図:手の動き抑制条件)

装置 ラッパーの身体動作を録画するためビデオカメラ (HDR-PJ720, Sony)を4台使用し、ラッパーの前後左右に設置した。ラッパーには、音声を録音するため、ヘッドセットマイク (Hafone)を着用してもらった(図1)。ラッパーには予め自分の持ち歌(以前にリリースした曲)のビートをデータファイルとして持ってきてもらった。ビートの速さは約 BPM (beats per minute)90であった。実験ではそのビートをDJコントローラ (Pioneer, DDJ-WEGO3-K)で再生し、外部ス

ピーカーに出力した.

手続き 大学の実験室において個別に実験を行った. ラッパーは、手の動きとビートの有無を操作した以下の4つの条件下で、持ち歌の1番の歌詞とサビ(52節)を歌った. 条件1:手の動き自由、ビートあり、条件2:手の動き自由、ビートなし、条件3:手の動き制約、ビートなし、条件4:手の動き制約、ビートあり. 手の動き自由条件では、手の動きに関する教示は一切与えず、普段どおりにラップをしてもらった. 手の動き制約条件では、両手をクロスさせて脇の下に挟み、他の身体部位(頭や膝)も極力動かさず歌うように教示した. また、ビートあり条件では、持ち歌のビートがスピーカーのみから流れ、ビートなし条件では、ビートが流れない中でラップするように教示した.

2. 結果

はじめに、各小節に対応する歌詞を書き起こした. 音声のない小節を除いた46小節を分析の対象とした. 音響特性を分析するため、音響解析ソフト Praat[10]を 使用した. 小節ごとに、そこに含まれる声の強さ (intensity: dB) と高さ(pitch: Hz), 長さ(duration: msec) を算出し、条件ごとの平均値と最大値を算出した. 一 事例のデータではあるが、探索的に検討するため、各 小節を1つのデータポイントとし,一要因の分散分析 を行った. 従属変数は、それぞれの音響特性の数値で ある. その結果, 声の強さの平均値(図2), F(3,135) $=30.79, p<.001, \eta^2=.41, ピッチの最大値(図3), F(3,$ $(135) = 7.48, p < .001, \eta^2 = .14$, において条件の主効果が みられた. 多重比較の結果, 条件2 (ビートなし, 手 の動きあり)と条件4(ビートあり、手の動きなし) は条件1 (ビートあり, 手の動きあり) と3 (ビート なし、手の動きなし)よりも音声の強さが強かった. また、条件1は、他の3条件よりも、ピッチの最大値 が高かった.

声の長さに関しては、はじめに 46 小節それぞれで歌われる音声の持続時間(duration)を算出した.次に、通常のラップ状況に近い条件1をベースラインとし、残りの3条件における各小節内の音声持続時間とそれに対応する条件1の音声持続時間との差分を算出し、その差分を絶対値に置き換えた(図4). 一要因の分散分析を行ったが、条件間で有意な差はみられなかった.

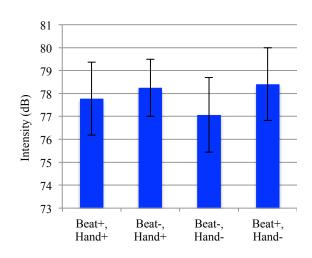


図2 各条件の声の強さの平均値

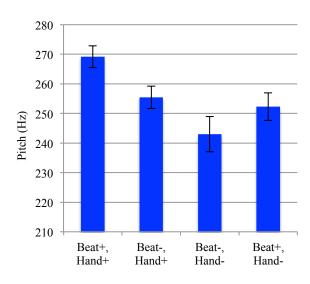


図3 各条件のピッチの最大値

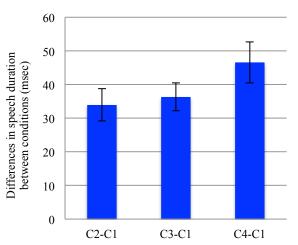


図4 条件1 (C1) をベースラインとした際の,条件間の1音節あたりの声の長さの差分(絶対値:ミリ秒)

3. 考察

本研究では、ラップ中の手の運動がラップの音響特性にどのような影響を与えているかを検討した。声の強さに関しては、手の動きやビートのどちらかが生じていない場合(条件2か条件4)に、ラッパーは大きな声を出す傾向にあることがわかった。この結果は、手の動きやビートは、音声を強く発せさせる同じような効果があることを示唆している。声の高さに関しては、ビートがあった場合、手の動きはピッチを高める効果があることが示された。これは、増田[6]や Cravottaら[7]の研究結果を支持するものであり、手の運動と声の高さが密接な関係にあることを示している。

以上の結果から、ラッパーは単に視覚的効果を付 与するためだけではなく、ラップの音声活動を容易に するために、手を動かしていることが示唆される. ラ ップは、口や胸部など呼吸や発声に直接関わる部位だ けでなく、上肢(手)を楽器のように使って、声(音) の高さや大きさを調整しているのだと考えられる. 声 の長さに関しては、手の動きやビートの影響がみられ なかったが、手の物理的な運動量や速度を考慮に入れ た分析や、特定の音声特徴を持つ小節に限った分析が 必要だったのかもしれない. 今後は、こうした運動的 特徴と音響的特徴との対応関係を微細に調査していく 必要があると考えている.同時に,データ数を増やし, 本研究結果が一般化可能なものであるかを検討してい きたい. また, ラップの音響特性に影響を与えるのは, 手や腕の動きに限られるのか、もしく身体全身の動き が影響を与えているのか,という点を明らかにするこ とも今後の重要な課題である.

4. 謝辞

研究にご協力頂いた 2 名のプロラッパーの方々に深く 感謝いたします.

文献

- [1] Yokochi, S. & Okada, T. (2005). Creative cognitive process of art making: A field study of a traditional chinese Ink Painter. *Creativity Research Journal*, 17(2), 241-255.
- [2] Emcee Escher (2009). *The rapper's handbook: A guide to Freestyling and Writing Rhymes*. New York: Flocabulary.
- [3] Kita, S., Alibali, M. W., & Chu, M. (2017). How do gestures influence thinking and speaking? The gesture-for-conceptualization hypothesis. *Psychological Review*, 124(3), 245–266.
- [4] Graham, J. A., & Heywood, S. (1975). The effects of elimination of hand gestures and of verbal codability on speech

- performance. European Journal of Social Psychology, 5(2), 189–195.
- [5] Rauscher, F. H., Krauss, R. M., & Chen, Y. (1996). Gesture, Speech, and Lexical Access: The Role of Lexical Movements in Speech Production. *Psychological Science*, 7(4), 226–231.
- [6] 増田喜治 (2002). ことばの教育における体の役割:手の 上下運動と発話 名古屋大学外国語教育紀要,32,17-34.
- [7] Cravotta, A., Busà, M. G., & Prieto, P. (2018). Restraining and encouraging the use of hand gestures: Effects on speech. In 9th International Conference on Speech Prosody 2018 (pp. 206– 210).
- [8] Kqiku, A & El Akami, J. (2016). Does freestyle rap correlate with higher cognitive functions? Research Report at University of Geneva.
- [9] Streeck, & Henderson, D. (2010). Das Handwerk des Hip-Hop. Freestyle als körperliche Praxis. (The handiwork of hip-hop. Freestyle as embodied performance). To appear in C. Wulf and E. Fischer-Lichte (Eds.) Gesten: Inszenierung, Aufführung und Praxis. München: Wilhelm Fink.
- [10] Boersma, P. & Weenink, D. (2019). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.50, retrieved 31 March 2019 from http://www.praat.org/

L2 習得による無声摩擦音知覚マップの再構築* Reconstruction of the Perceptual Map for Fricatives in L2 Acquisition

川﨑 貴子¹, 田中 邦佳¹, 竹内 雅樹², マシューズ・ジョン³ Takako Kawasaki, Kuniyoshi Tanaka, Masaki Takeuchi, John Matthews ¹法政大学, ²東京大学大学院, ³中央大学

¹Hosei University, ²The University of Tokyo University, ³Chuo University kawasaki@hosei.ac.jp

概要

L2音を新たに習得することは、L1の音素マップに新たな音を追加することを意味する.新たな音を追加することは、知覚マップ上のL1音のスペースにどのような影響を与えるのだろうか.本論文では,L2音声習得が進むことで,無声摩擦音の音声知覚マップがどのように変化するのか,そして既にあるL1音間の距離はどのように変化するのかを,ノイズ下での音声混同実験により調査した.混同傾向のMDSによる分析,および選択肢の選択率の比較により,習得が進むことにより,[i] が後続する環境で,s,sh が区別される,t,s の距離が近くなるなど,知覚マップに変化が見られた.

キーワード:第二言語習得,音声知覚,音韻論

1. はじめに

母語 (L1) に加えて、第二言語 (L2) を習得するに際してL1の音声文法がL2に干渉することについては、古くから多くの研究がなされている (Best, 1995; Flege, 1995; Brown, 1988 他). しかしその一方、L2を習得することが、既にあるL1にどのように影響するのかについての研究は比較的新しく (Cook, 2003)、ことに音声・音韻面での研究はまだ限られている. 本研究では、L2習得で新たな音素を習得することにより、学習者の音素マップにすでに存在するL1音に影響が見られるのか、L2音とL1音との知覚的距離がどう変化するかを探る.

L2 習得が L1 の発話に影響を与えることは,近年の L2 音声研究によって示されている. たとえば, Flege (1987), Chang (2012) 他は, L2 のイマージョン環境に て学習した場合, L1 発話に L2 の音響的な影響が見られたと報告している. しかし,ほとんどの研究が,発話に見られる音響的な影響を調査したものであり,音声知覚における影響に関する研究は少ない (たとえば Tice & Woodley, 2012). また,これまでの研究は,母音のフォルマント特性 (Flege, 1987; Guion, 2003; Chang, 2012 他),および有声・無声破裂音の VOT 値 (Flege, 1987; Chang, 2012; Harada, 2003) に見られる変化を調査

したものに限られていた. 本研究では、日本語を母語とする英語 L2 学習者の、無声摩擦音の知覚を調査対象とした. L2 である英語を学び、新たな L2 音が追加されることで L1 として存在する音素同士、および L1 音と L2 音の間の知覚的距離がどのように変化するのかを調査した.

本研究では、L2 学習者の知覚スペースにおける音素間の距離を計測するため、Miller & Nicely (1955) を元にした知覚混同実験を行った.参加者には、英語発話にノイズを合成した音声を呈示し、ターゲットとなる語の摩擦音が、どの音であったかを選択させるものであった.

実験では、日本語を母語とする英語 L2 学習者を英語 圏での留学経験の有無により、(1) 英語圏滞在経験の無い学習者(SA 群)、(2) 1ヶ月以上の英語圏への留学経験者 (NoSA 群)の2つに分けた。多くのインプットを得て、音声習得が進んでいると考えられる留学経験者群と、非留学経験者群の間で、知覚スペースの音素の距離に違いがあるかどうかを分析するため、それぞれの群における子音選択の正答率と、混同した子音の選択率を比較した。また、混同先と混同率に基づき、子音間の知覚的距離を、多次元尺度構成法により図式化し、2つの群の間で知覚マップがどのように変化しているかを分析した。

2. 方法

本研究では、子音、特に摩擦音の知覚スペースの変化を調査するため、英語の 5 つの子音をターゲットとする知覚混同実験を行った。実験で呈示した知覚のターゲット語は、CV 構造の単語であった。このターゲット語の子音(C)は、英語の摩擦音 4 音 (/f, θ ,s, \int) と破裂音 1 音 (/t) の合計 5 音で、母音(V)は、/a,i/の 2 音であった。作成したターゲット語は、これらの 5 つの子音と 2 つの母音を組み合わせた語、合計 10 語("fa"、"fi"、" θ a"、" θ i"、"sa"、"si"、"fa"、"fi"、"ta"、"ti")であった。 2 つの母音 環境の 5 ち、[i] の前では、[s]、[ʃ] の対立が日本語では

中和される $(s \to \int /_{-}i)$. 」よって, [a] の前では [f], [θ] が L1 にはない L2 音であるが, [i] の前では, この 2 音に加え, [f] も L1 音素ではない音であることになる.

実験では、10 語のターゲット語の前に"Now I say" というキャリア文を付加した文の発話を使用した. 実験の音声刺激としてアメリカ英語母語話者が発話した文音声を収録した. 収録した音声のサンプリング周波数は44,100Hzで、量子化ビット数は16bitであった.

本実験では、収録した音声(バルブノイズ無し: S/N 比 70dB)に加え、高次の音韻処理を促すため、音声に 異なる 2 つの S/N 比 (0dB, 15dB) でバブルノイズを 合成した音声を刺激音声として呈示した. また各刺激 音声は平均音圧が 70 dB になるように標準化した. こ れらの作業には、Praat (Boersma & Weenink, 2019) を使 用した.

実験の各試行では、ターゲット語を含む音声を刺激として呈示し、ターゲット語と同一の子音を含む 6 つの異なる実在語を回答の選択肢としてボタンで呈示した。たとえば、聞き取りのターゲット語が "fa" の場合、"Now I say fa" という音声を呈示し、画面には、"sand"、"tank"、"thank"、"fan"、"shine"、"child" の 6 語をボタンで呈示した。参加者は、聴取したターゲット語の子音と同じ子音で始まる語を選択肢から選び回答した。上記の例の場合には、"fan" が正答の選択肢である。

実験には、練習セッションを設け、このセッションでの正答率が100%になり次第、実験セッションに進むように設計した。実験セッションは呈示する音声の S/N 比が異なる3つのセクション (1: バブルノイズ無しの S/N 比 70dB, 2: 発話音声とバブルノイズの S/N 比が15dB, 3: 発話音声とバブルノイズの S/N 比が0dB) で構成した。セクションの呈示順は参加者を問わず共通であったが、各セクションにおける音声刺激の呈示順は参加者毎にランダマイズした。

実験の構築及び実施には Inquisit (2018) を使用した. 参加者は、PC または iOS 機器にヘッドフォンまたはイヤフォンを接続して使用し、Millisecond 社が用意するサーバーに同社によるアプリケーションを介してアク セスし実験を実施した.

実験の参加者は、日本語を母語とする 18 歳から 47 歳までの英語学習者、合計 42 名であった。各参加者の英語圏での滞在経験の有無をもとに、(1) 英語圏滞在経験の無い学習者(NoSA 群)29 名と、(2) 1 ヶ月以上の英語圏への留学経験者のある学習者(SA 群)13 名の 2 グループに分けた。

3. 結果

全体の正答率は、SA 群の方が NoSA 群より高かった (SA 群: 76.28%, NoSA 群 68.25%). 本実験で呈示した 摩擦音ごとの正答率を、参加者グループ間で比較した. 以下の図 1 は後続母音が [a], 図 2 は後続母音が [i] の 場合の、摩擦音ごとの正答率を比較したものである. ²

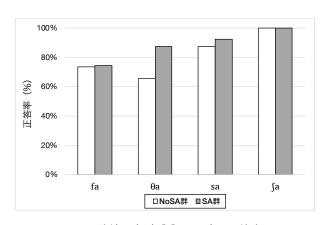


図1. 後続母音が [a] の子音別正答率

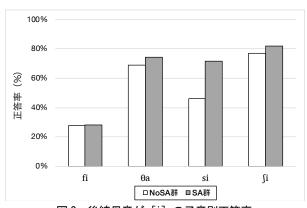


図 2. 後続母音が [i] の子音別正答率

 1 日本語の /s/ の [i] の前での音は、厳密には [c] であるが、本論文では便宜上、英語の類似音である [ʃ] と同じ子音として議論を進める.

場合には、前述のように [s] と [ʃ] でも対立が中和されるため、/f, θ 、f の g つの子音のどれもが g に音素ではない音であると言える。 しかし、中でも [fi] の正答率はどちらの群においても低かった。 Cutler et al (2004) によるノイズ下の知覚混同実験では、英語母語話者を対象とした場合であっても、語頭の g の正答率は他の子音よりも低いという結果が示された。

² Cutler et al (2004) にても報告されていたように、本論文で行った 実験の結果においても S/N 比の違いによって、グループ間の正答率 の傾向に影響は見られなかった.よって、本論文では3つの S/N 比 のセクションでの回答を合わせて正答率を集計した.[i] が後続する

図 1, 2 に見られるように、SA 群の方が NoSA 群よりも正答率が高く、またどちらの群でも、後続母音が [a] である方が、[i] である場合よりも正答率が高かった。日本語の /s, // は、[a] の前のポジションでは、対立的である。しかし、[i] の前では [s] と [ʃ] の対立は中和される。よって、[i] が後続する際のこれら 2 音を呈示した場合の正答率が [a] が後続する場合よりも低くなることとは、予想された結果であった。

[a] を後続母音とする刺激では、全体的に正答率が高く、どの子音の場合にも 2 群の正答率間に有意な差は見られなかった。 3 一方、後続母音が [i] の刺激では、[s] にのみ、有意差が見られ、SA 群が NoSA 群の正答率よりも有意に高かった(t(40)=2.429, p=.020, d=0.783).

次に、Johnson (2011) で示された手法を参考に、知覚 混同率より多次元尺度構成法を用い、それぞれの参加 者グループの摩擦音の知覚マップを作成した. 以下の 図 3、4 はそれぞれ、[a] が後続する場合の NoSA 群、 SA 群の知覚マップである. グラフの 3 次元座標の値は Appendix に付した.

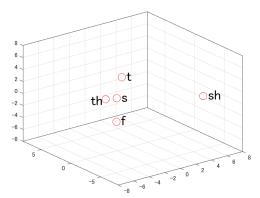


図 3. [a] が後続する場合の無声摩擦音の知覚マップ: NoSA 群

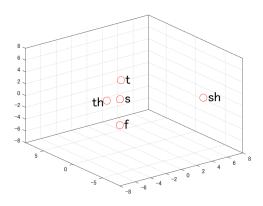


図 4. [a]が後続する場合の無声摩擦音の知覚マップ: SA 群

³ [θa] の正答率には2群の間に有意傾向が見られた. (μ(40)=2.185, p=.065, d=0.678)

図3,4から,[a] が後続する場合には,L1の音素である/t/,/s/,/ʃ/ の位置が離れており,知覚においてこれらの音が明確に区別されていることが分かる.また,図3,4を比較すると SA, NoSA 群の間の知覚マップにはほぼ違いが無いことが分かる.

[a] の場合とは異なり, [i] が後続する環境での知覚では正答率も,混同傾向もグループ間で異なった.以下の図5,6は [i] が後続する場合の,NoSA群,SA群の知覚マップである.

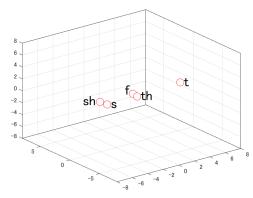


図 5. [i]が後続する場合の無声摩擦音の知覚マップ: NoSA 群

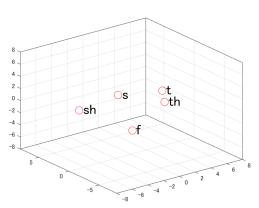


図 6. [i]が後続する場合の無声摩擦音の知覚マップ: SA 群

図 5 より、NoSA 群では [i] が後続する場合、L1 では同環境で異音となる s とf の距離が近くなっている。また、音響的に類似しており、Miller & Nicely (1955) により、英語母語話者でもノイズ下で混同が多いことが報告されている f と θ も近くに配列されている。また、図 5 の NoSA 群の [i] のマップでは s, f と f, θ そしてf と、3 つの塊を形成しており、f, θ は、知覚マップ上、摩擦音の f と破裂音である f との間に位置していることも読み取れる。一方、図 6 の SA 群では、f [a] の図

同様、5つ音が分かれて配列されている。 [a] の場合の図4と比較すると、[i] の前では、s, f が f と θ との間に位置し、f と s, f との距離が近づいている。 NoSA 群(図5)と SA 群(図6)を比較すると、NoSA 群で距離が近い、s と f が、SA 群では離れて位置しており、L1 で異音である [si] と [fi] が、SA 群では知覚的に区別されてきていることが分かる。また、L1 音である [t] と [s] との間の距離は、NoSA 群のマップと比べ、SA 群では近くなっている。これは f, θ の習得により、他の音の区別が進んだことによるのかもしれない。

上記の多次元尺度構成法による知覚マップによる分析は、混同傾向により、音声間の距離を図式化したものであるが、実際にはどの音をどの音に聞き違えたのかの方向性には非対称性が見られる.しかし、Johnson (2011) でも指摘されているように、多次元尺度構成法では混同の「方向性」は考慮されていない.そこで、以下に、それぞれの子音刺激に対する選択肢の選択率をまとめた表を提示した.

表 1. [a] が後続する無声摩擦音に対する選択率: NoSA 群

	fa	sa	ſa	ta	θa
fa	73.56%	4.60%	0.00%	0.00%	21.84%
sa	0.00%	87.36%	0.00%	0.00%	12.64%
ſa	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
θа	20.69%	12.64%	0.00%	1.15%	65.52%

表 2. [a] が後続する無声摩擦音に対する選択率: SA 群

	fa	sa	ſa	ta	θа
fa	74.36%	2.56%	0.00%	0.00%	23.08%
sa	0.00%	92.31%	0.00%	0.00%	7.69%
ſa	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
θа	2.56%	7.69%	0.00%	2.56%	87.18%

表3. [i] が後続する無声摩擦音に対する選択率: NoSA 群

	fî	si	ſì	ti	θi
fi	27.59%	11.49%	12.64%	2.30%	45.98%
si	0.00%	45.98%	36.78%	0.00%	16.09%
ſi	0.00%	17.24%	77.01%	0.00%	2.30%
θi	12.64%	5.75%	10.34%	1.15%	68.97%

表 4. [i] が後続する無声摩擦音に対する選択率: SA 群

	fi	si	ſi	ti	θi
fi	28.21%	2.56%	2.56%	0.00%	66.67%
si	0.00%	71.79%	10.26%	0.00%	17.95%
ſi	0.00%	17.95%	82.05%	0.00%	0.00%
θi	15.38%	5.13%	0.00%	5.13%	74.36%

表 1, 2 より、NoSA 群と SA 群ではともに [fa] を θa と混同する回答が 20%を超えている一方、[θa] に対して fa の選択肢を選んだ割合は NoSA 群と SA 群では違いが見られる. NoSA 群では 20.69%と、[fa] と [θa] との混同は対称的であったが、SA 群では [θa] に対して fa を選んだ割合は低く (2.56%)、混同には非対称性が見られた.表 1, 2 の [θa] での他の子音との混同率を比較すると、SA 群では [θa] を fa, sa と混同する割合が NoSA 群よりも低下し、正答率が高くなっていることが分かる.

また,子音に [i] が後続する場合の混同率を示した 表 3, 4 から, [a] の場合と同様に [fi] と [θi] との混同 が多いことが分かる. NoSA 群と SA 群のどちらにおい ても、[fi] に対する θi の選択率は高いが、[θi] に対し ての fi の選択は、逆のケース (fi) に対する θi の選択) ほど多くは無く、混同は非対称的であると言える. つま り,日本語母語話者は [fi] と [θi] を混同して同じ音だ と知覚する傾向があるが、どちらの音についても fi を 避け、 θi であると知覚するプリファレンス(指向性) が見られる. この指向性により、[f] よりも $[\theta]$ の正答 率の方が高くなったと考えられる. さらに、表 3,4 を 比較すると、NoSA 群では、[fi] の刺激に対する混同が、 θi を中心としつつも, si, fi にも広がっているのに対し, SA 群では si, fi との混同が抑えられ, θi の選択率が 増えている. これは SA 群では, [si], [θi], [ʃi] が知覚 上,区別されるようになったことによると考えられる. fi の選択を避け、異なる摩擦音を選択するにあたり、 [si], [fi], [θi] が知覚的に区別されているため, 最も [fi] と音響的に近いとされる θi に回答が集中したのであ ろう. 非対称性は [si], [fi] の混同にも見られた. 表3 の NoSA 群の回答では, [si] の正答率よりも [ʃi] の正 答率の方が高かった. また, [si] を fi とした回答が 36.78% であったのに対し, [ſi] を si とした回答は 17.24% と低くなっている. つまり, NoSA 群では, [si], [fi] を混同し, fi であると捉える指向性があると言える. 一方, 図4のSA群では, [si]をfiと混同した割合は

10.26%と、fi への指向性が抑制されている。このことにより、SA 群の [si] の正答率が高くなったのだと言える。また、図 6 のマップにおいても、s、f の距離が離れていることも、SA 群で [si] と [fi] の区別がなされていることを示している。

4. まとめ

本研究では L2 音声習得が進むことにより、L1 音、および L2 音の音声知覚マップがどのように変化するのかを調査した. ノイズ下における摩擦音の知覚混同実験により、[i] が後続する環境において、SA 経験者と非 SA 経験者の音声知覚マップには違いが見られた. また、SA 経験者のマップでは、L1 では非対立的である si と fi の区別が進んでいることが示された. また、摩擦音がどの音と知覚混同されたのかを示す選択率の比較からも、SA 経験者において、s, f, θ の区別が進んでいることが分かった.

References

- Best, C. T. (1995). A direct realist view of cross-language speech perception. *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*.

 Wnifred Strange ed., Timonium, MD: York Press, 171-204.
- Boersma, P. and Weenink, D. (2019). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.50, retrieved 24 April 2019 from http://www.praat.org/
- Brown, C. A. (1998). The role of the L1 grammar in the L2 acquisition of segmental structure. *Second Language Research*, 14 (2), 136–193.
- Chang, C. B. (2012). Rapid and multifaceted effects of second-language learning on first-language speech production. *Journal of Phonetics*, 40, 249-268.
- Cook, V. J. (ed.) (2003). *Effects of the second language on the first*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Cutler, A., Weber, A., R. Smits, and N. Cooper (2004).

 Patterns of English phoneme confusions by native and non-native listeners. *Journal of Acoustical Society of America* 116, 3668-3678.
- Flege, J. E. (1995). Second language speech learning Theory, findings, and problems. In W. Strange (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*, 233-277. Baltimore: York Press.

- Flege, J. E. (1987). The production of "new" and "similar" phones in a foreign language: Evidence for the effect of equivalence classification. *Journal of Phonetics*, 15, 47–65.
- Guion, S. G. (2003). The vowel systems of Quichua-Spanish bilinguals: Age of acquisition effects on the mutual influence of the first and second languages. *Phonetica*, 60, 98–128.
- Harada, T. (2003) L2 Influence on L1 Speech in the Production of VOT. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences at Barcelona*, 1085-1088.
- Johnson, K. (2011). *Acoustic and Auditory Phonetics*, 3rd *edition*, Chichester: Wiley-Blackwell, 2012, 127-137.
- Miller, G. A., and P. E. Nicely (1955). An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *Journal of Acoustical Society of America*, 27, 338–352.
- Strange, W. (2011). Automatic selective perception (ASP) of first and second language speech: A working model. *Journal of Phonetics*, 39, 456-466.
- Tice, M., & Woodley, M. (2012). Paguettes & bastries:

 Novice French learners show shifts in native
 phoneme boundaries. A paper presented at *the 86th*Annual Meeting of the Linguistic Society of America,
 Portland, Oregon.

Appendix

A-1. 多次元尺度構成法による[a]が後続する子音の3次元座標

	NoSA			SA		
	Х	у	Z	Х	у	Z
fa	-3.377	-1.670	-1.932	-3.318	-1.876	-2.146
sa	-3.322	-1.635	1.967	-3.241	-1.822	2.198
ſa	6.138	-3.813	-0.008	6.198	-3.652	-0.013
ta	2.860	5.561	0.000	2.574	5.591	-0.001
θа	-2.298	1.557	-0.026	-2.212	1.759	-0.038

A-2. 多次元尺度構成法による[i]が後続する子音の3次元座標

	NoSA			SA		
	X	у	Z	X	у	Z
fi	0.471	0.376	0.000	-1.886	-2.641	-2.217
si	-3.517	-0.477	0.000	-2.080	-0.522	2.738
ſi	-3.638	0.557	0.000	-4.315	3.037	-0.640
ti	6.350	0.054	0.000	5.651	2.221	-0.517
θi	0.334	-0.511	0.000	2.630	-2.094	0.636

*本研究の実施にあたっては日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究 C) (「L2習得過程における音韻処理変化と知覚スペースの再調整」課題番号:18K00848) の助成を受けた.

韻律と視線が非難の焦点の解釈に及ぼす影響 The Effect of Prosody and Gaze Direction on the Interpretation of the Focus of Accusation

髙木 幸子[†],坂本 暁彦[‡] Sachiko Takagi, Akihiko Sakamoto

[†]常磐大学,[‡]東京電機大学 Tokiwa University, Tokyo Denki University takagi@tokiwa.ac.jp

概要

対格 WH 語を伴う修辞疑問文では発話時に聞き手を 非難する解釈が生じうる. 非難の解釈には, 指示的解 釈(非難の焦点が対象物へと向かう場合) と非指示的 解釈(行為そのものへと向かう場合) の 2 種類がある とされ, それぞれに対して異なる統語・韻律構造が想 定できる. 当該統語・韻律構造から, 指示的解釈の場 合には WH 語に, 非指示的解釈の場合には動詞に強調 アクセントが置かれると予測され, その妥当性が音声 聴取実験から検証されてきた。本研究ではさらに, 上 記のように予測される音声情報と視線情報を同時に呈 示した場合, 聞き手による指示性解釈がどのように変 化するのかについて検証された.

キーワード:修辞疑問文、非難の焦点、韻律構造、視線方向、視聴覚統合

1. はじめに

1.1. 研究の背景と目的

我々の日常生活におけるコミュニケーション活動では、多種多様なモダリティから発信されるメッセージを同時に受信しつつも、他者の意図をある程度正確に読み取ることが可能である.この点について、近年では、複数のモダリティから表出される情報を、我々がどのように用いて他者の感情や意図を解釈しているのかに関する研究が進められている.しかしながら、そうした研究においては、非言語的情報であれば非言語的情報同士の間でその相互的影響を検討することが多く、言語的情報と非言語的情報の双方を対象にした研究は少ない.

そこで本研究では、言語的情報と非言語的情報の両方に焦点を当てる.言語的情報には、たとえば文法構造から導かれる意味や音声、推論から得られる意味が含まれる.一方、非言語的情報には、表情や声の抑揚、身体動作、視線などが含まれる.本研究では、言語的情報として、発話時に聞き手を非難する解釈が生じ、その解釈は2通りに曖昧であるとされるが、アクセント位置によっては解釈が一義的になることが示されている対格WH語を伴う修辞疑問文を取り上げた.また、

非言語的情報としては、視線を取り上げた.これらの言語的情報と非言語的情報を聞き手に同時に呈示した際、聞き手の解釈がどのように変化するのかを実験によって検証する.

1.2. コミュニケーションにおける視聴覚統合

先行研究では、我々が視覚情報と聴覚情報から得られる感情情報を利用し、これらが統合されて他者感情が理解されることが明らかになっている[1-3]. この視聴覚情報の統合においては、一般的には聴覚情報よりも視覚情報の影響が優位であるというモダリティ優位性が示されてきた. しかしながら、顔と声による感情判断においては、たとえば怒りや悲しみの判断においてモダリティ優位性はみられないが、喜びや驚きは顔優位であるといったように、感情ごとにモダリティ優位性の傾向が異なることが明らかにされている[2]. また、この傾向には文化差があることも指摘されており、Tanaka、Koizumi、Imai、Hiramatsu、Hiramoto、、& de Gelder [3]の研究から、オランダ人と比較して日本人が音声を重視して他者の感情を読み取る傾向があることがわかっている.

2. 言語的情報と非言語的情報

上述の内容を踏まえ、本研究では言語的情報として 対格 WH 語を伴う修辞疑問文を、また、非言語的情報 として視線を用いた検討を行う.

言語的情報として扱う対格 WH 語を伴う修辞疑問文は,発話時に相手を非難するのに用いられうる[4-6].

(1) 何を食べているの![非上昇調]

- a. 「何を」の指示的解釈:聞き手の食べている対象物に言及する形での行為非難
- b. 「何を」の非指示的解釈:問題の対象物には無 関心状態で行う行為そのものの非難

(1)では、当該発話が2通りに解釈可能であることが示

されている. 著者らによる一連の研究[7-8]では、これ らの解釈を指示的解釈・非指示的解釈と名付け、それ ぞれに対応する統語・韻律構造を仮定している. 当該 構造による予測のもと、非難の焦点が対象物へと向か う指示的解釈ではWH語に、非難の焦点が行為そのも のへと向かう非指示的解釈では動詞に強調アクセント (以下, emphatic accent (EA)) が置かれることになり、 この予測の妥当性が音声聴取実験から検証されている. 非言語的情報として扱う視線は、目を使って表出さ れる非言語的情報のひとつであり、空間的注意の手が かりとなる. たとえば、モニター上に呈示されたター ゲットを検出する課題では、左右どちらかに視線を向 けた顔画像がモニター中央に呈示されたとき、この視 線の方向にターゲットが呈示された場合の方がそうで ない場合よりも検出時間が短いことが報告されている [9-11]. つまり、他者の視線方向の変化によって、観察 者の注意もその視線方向にシフトすることが示唆され た.

対格 WH 語を伴う修辞疑問文における指示性解釈において、非難の焦点を理解するためには、発話者の注意が向かう先を把握しなければならない. これを音声情報のみから行う場合、手がかりは EA に限定される. 一方、他のモダリティ情報から得られる手がかりの影響も同時に検討したいのであれば、視線情報が非常に適していると考えられる. 具体的には、発話者の視線が常に自分に向けられていれば非難の焦点が行為そのものにあると解釈され、発話者の視線が行為の対象物に向けられれば、当然のことながら非難の焦点が対象物にあると解釈されると予測できる.

本研究では、EA 位置の異なる対格 WH 語を伴う修辞疑問文という言語的情報と、視線方向の変化という非言語的情報を組みあわせた刺激を用いて、非難の焦点の解釈の変化とモダリティ優位性について検証する.

3. 手続き

3.1 実験参加者

実験参加者は11名(男性6名、女性5名)であり、平均年齢は19.36歳(SD=0.64)であった。

3.2 刺激

音声刺激 音声刺激は、髙木・坂本[8]と同一のものを使用した. 具体的には、女性発話者から「何を食べてるの」と「何を読んでるの」の2種類の発話内容について、WH語にEAもしくは動詞にEAを置いて相手を

非難するように発話している 4 種類の音声を収録した.これらの音声に関して、Praat を用いて発話前後のポーズなどの調整を行った. その結果、4 種の音声はいずれも、WH 語部分が約 0.45 秒、動詞部分が約 0.75 秒であり、発話前後に 0.15 秒のポーズを加えて全体で約 1.50 秒であった.

視線動画刺激 視線動画刺激は, Windows Movie Maker を用いて視線静止画を連続的に組み合わせて作成した. 発話時の顔画像動画を用いなかった理由は、非難の意 図を込めて発話すると,抑制しようとしても感情情報 が反映されてしまうことが不可避であり、これが剰余 変数となる可能性を避けるためであった. 具体的には, 女性モデルがカメラのレンズを正視した場合の静止画 およびレンズ位置から約 30cm 下方を正視した場合の 静止画を撮影した. この静止画から目元部分のみをス リット状に切り出し、レンズ静止画像のみ(約1.50秒) からなる動画・レンズ静止画像(約0.15秒)と下方正 視画像(約1.35 秒)からなる動画・レンズ静止画像(0.15 秒)と下方静止画像(約0.45秒)およびレンズ静止画 像(約0.90秒)からなる動画の全3種の動画を作成し た. 以下では、これら3種の刺激を順に、人物凝視刺 激・対象物凝視刺激・双方注意刺激とする.

視聴覚刺激 先述した音声刺激と視線動画刺激を組みあわせて、視聴覚刺激を作成した. これにより、全12種(発話内容 2×EA 位置 2×視線動画刺激 3)の動画が作成された.

3.3 手続き

実験は集団形式で実施され、視聴覚刺激が呈示される第1セッションと、視線刺激および音声刺激が呈示される第2セッションから構成されていた。第1セッションは3つの教示条件(教示なし・視線注意・音声注意)ごとに行われ、各刺激は4回繰り返して呈示された。いずれの条件においても、発話者による非難の焦点が、対象物と行為そのもののどちらに向けられているのかについて2択で判断を求めた。ただし、視線注意条件では出来る限り音声を無視して視線に着目し、音声注意条件では出来る限り視線を無視して音声に着目して回答することを求めた。第2セッションでは、視線刺激と音声刺激を単独で呈示し、第1セッションと同様の判断を求めた。

4. 結果

本研究の目的は、非難の焦点が異なる音声と視線を

組みあわせて呈示した場合に、非難の焦点に関する指示性解釈がどのように変化するかについて、また、視線変化の違いによってそれらに差がみられるのかについて、心理実験を用いて検討することであった.以下に結果を述べる.

4.1 視線および音声単独呈示実験の結果

視線刺激を単独呈示した場合、非難の焦点が人物凝視刺激では行為そのものにあると選択された割合は 1.00~(SD=0.00)、対象物凝視刺激では対象物にあると選択された割合は 0.98~(SD=0.07) であった. また、双方注意刺激においては、非難の焦点が対象物にあると選択された割合は 0.45~(SD=0.46) であった.

音声刺激を単独呈示した場合、WH 語に EA が置かれた刺激において非難の焦点が対象物にあると選択された割合は 0.92 (SD=0.12) であり、動詞に EA が置かれた刺激において非難の焦点が行為そのものにあると選択された割合は 0.97 (SD=0.06) であった.

ここで,人物凝視刺激と対象物凝視刺激においてそれぞれの選択肢が選択された割合の平均と,2種の音声刺激においてそれぞれの選択肢が選択された割合の平均に差がみられるかどうかを検討するため,対応のあるt検定を実施した。検定の結果,有意差はみられなかった(t(10) = 1.90, n.s.).

4.2 教示なし条件における視聴覚刺激実験の結果

教示なし条件の反応については、非難の焦点が異な る音声を組み合わせた刺激に対する解釈が、視線と音 声のどちらに基づいて行われるのかを検討した. そこ で、第一に、4.1 の結果に基づき、人物凝視刺激および 対象物凝視刺激と, EA 位置がそれぞれ異なる音声を組 み合わせた刺激に対する反応を対象とした分析を実施 した. この組み合わせにおいては、非難の焦点に関し て、人物凝視刺激と動詞部分に EA が置かれた音声の 組み合わせおよび対象物凝視刺激と WH 語部分に EA が置かれた音声の組み合わせは一致刺激、それ以外の 組み合わせについては不一致刺激となる。この不一致 刺激のみを対象に、実験参加者ごとの反応が視線ある いは音声に基づく割合を算出し、t検定を実施したとこ ろ,有意差はみられなかった (t(10) = -0.81, n.s.). つま り、非難の焦点が異なる音声と視線の組み合わせから なされる指示性解釈は、視線あるいは EA 位置のどち らか一方に依拠してなされていない傾向がみられた.

双方注意刺激と, EA 位置がそれぞれ異なる音声の組み合わせに関しては, 4.1 の結果に基づき, 実験参加者の視線のみに対する反応に沿って一致刺激と不一致刺

激とに分類を行い、そのうえで実験参加者ごとの不一致刺激のみを対象に同様の分析を実施した. t 検定の結果、有意差がみられ(t(10) = 3.88,p<.01),視線反応よりも音声反応の割合が高かった.これを図 1 に示す.つまり,視線が対象物と行為そのものの両方に向けている場合には、視線よりも音声に基づいて非難の焦点が解釈される傾向がみられた.

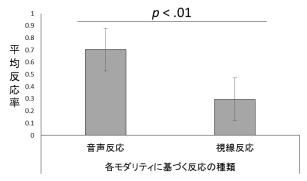


図1 教示なし条件における視線反応と音声反応の 平均値 (エラーバーは標準偏差)

4.3 注意あり条件における視聴覚刺激実験の結果

視線注意条件および音声注意条件の反応については、 視線と音声というモダリティが異なる情報の影響の強 さを比較することを目的として分析を実施した.

第一に、人物凝視刺激および対象物凝視刺激と、EA 位置がそれぞれ異なる音声を組み合わせた刺激に対する反応を対象とし、独立変数を注意課題(視線/音声)とする t 検定を実施した. 従属変数として一致性効果(=一致刺激における正答率 - 不一致刺激における正答率)を用いた. 視線注意課題における一致性効果が高いことは判断の際に無視すべき音声から強く干渉を受けたことを意味し、音声注意課題における一致性効果が高いことは判断の際に無視すべき視線から強く干渉を受けたことを意味する. t 検定の結果、注意課題間で有意差はみられなかった (t(10) = -0.34, n.s.). つまり、視線が人物あるいは対象物を凝視している場合には、視線注意課題における音声からの干渉と音声注意課題における視線からの干渉に差はみられなかった.

第二に,双方注意刺激と EA 位置がそれぞれ異なる音声の組み合わせに関しては 4.1 と同様に,実験参加者ごとに一致刺激と不一致刺激に分類したうえで一致性効果を算出し,第一の分析と同様の t 検定を実施した. t 検定の結果,有意傾向がみられ(t (10) = 1.76, p < 1.10),音声注意課題よりも視線注意課題における一致性効果の方が大きい傾向がうかがえた.これを図 2 に

示す. つまり、音声注意課題における視線の干渉より も、視線注意課題における音声の干渉の方が大きい可 能性がみられた.

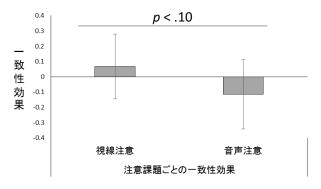


図2 注意課題ごとの一致性効果 (エラーバーは標準偏差)

5. 考察

視線および音声の単独呈示実験の結果から, 視線が 対象物と人物のどちらに向けられているかに応じて, また音声における EAが WH 語と動詞のどちらに置か れているかに応じて、非難の焦点の解釈が明確に分か れることが示唆された. 具体的には, 実験者の予測の 通り、視線が対象物に向けられている場合と音声にお ける EA 位置が WH 語にある場合には非難の焦点は対 象物にあると解釈され、視線が人物に向けられている 場合と音声における EA 位置が動詞にある場合には非 難の焦点は行為そのものにあると解釈されていた. ま た,2種の視線刺激と2種の音声刺激において,非難 の焦点が上述の予測通りに解釈された平均割合に差が みられなかったことから, 本実験のために作成された 刺激には実験者らの意図が十分に反映されていたと考 えられる. また, 視線単独呈示実験において, 視線が WH 語部分では対象物に、動詞部分では人物へと向け られる双方注意刺激では、非難の焦点の解釈は対象物 と行為そのものに明確に分かれないことが示された. ただし、この傾向には個人内では偏りがみられたため、 個人の中では明確な基準があると考えられよう.

次に、視聴覚刺激呈示実験の結果について考察する. 視線が対象物あるいは人物を凝視した刺激と EA 位置がそれぞれ異なる音声を組み合わせた視聴覚刺激に対する非難の焦点の解釈は、教示なし条件の結果から視線情報と音声情報のどちらか一方に基づいて行われるわけではないことが示された。また、視線もしくは音 声注意条件の結果から、各モダリティ情報からの干渉量には差がないことが示された. しかしながら、視線がWH語部分では対象物に、動詞部分では人物に向けられた刺激の分析においては、教示なし条件では視線情報よりも音声情報に基づいて非難の解釈がなされることが示され、また各モダリティからの干渉量に関しても、音声に注意を向けた場合の視線情報からの干渉よりも、視線に注意を向けた場合の音声情報からの干渉の方が大きい可能性が示唆された. この傾向を感情研究の関連から捉えると、非難の焦点に関する指示性解釈においては、音声重視というモダリティ優位性がみられると解釈できる.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費若手研究(B)(課題番号: 17K13474)の支援を受けた.

文献

- de Gelder, B., & Vroomen, J. (2000). The perception of emotions by ear and by eye. Cognition & Emotion, 14, 289-311.
- [2] Takagi, S., Hiramatsu, S., Tabei, K. I., & Tanaka, A. (2015). Multisensory perception of the six basic emotions is modulated by attentional instruction and unattended modality. *Frontiers in integrative neuroscience*, 9, 1.
- [3] Tanaka, A., Koizumi, A., Imai, H., Hiramatsu, S., Hiramoto, E., & de Gelder, B. (2010). I feel your voice: Cultural differences in the multisensory perception of emotion. Psychological Science, 21, 1259-1262.
- [4] Konno, H. (2004). The *nani-o* X-o construction. *Tsukuba English Studies*, 23, 1-25.
- [5] 天野みどり (2008).「拡張他動詞文一「何を文句を言ってるの」一」『日本語文法』8(1), 3-19.
- [6] 高見健一 (2010).「「何を文句を言ってるの」構文の適格 性条件」『日本語文法』10(1), 3-19.
- [7] 坂本暁彦・髙木幸子 (2018). 「日本語修辞疑問文における 対格 WH 語の指示性-統語構造に基づく韻律構造の予測 -」『電子情報通信学会技術研究報告』117(509), 101-105.
- [8] 髙木幸子・坂本暁彦 (2018).「日本語修辞疑問文における 対格 WH 語の指示性-音声聴取実験による二種類の統語 構造の検証-」『電子情報通信学会技術研究報告』118(49), 83.88
- [9] Friesen, C. K., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. Psychonomic bulletin & review, 5(3), 490-495.
- [10] Driver IV, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. Visual cognition, 6(5), 509-540.
- [11] 吉川左紀子・佐藤弥 (2000). 「社会的メッセージ検出機構 としての顔知覚ー表情と視線方向による促進 (特集: 日本における表情研究)ー(表情研究の現状 (2) 心理的, 社会的観点). 『心理学評論』 43(2), 259-272.

アドバイスの方向性が受容に及ぼす影響 Influence of Vector of Advice on Acceptance in Decision Making

遠山 和杜, 北村 美穂, 渡邊 克巳 Kazuto Toyama, Miho Kitamura, Katsumi Watanabe

> 早稲田大学 Waseda University kazu.w_pool@ruri.waseda.jp

Abstract

本研究では、実在する椅子画像に対する価格推定課題によって、実験参加者が初期に抱いている判断(初期判断)に対する他者のアドバイスの距離と方向性(ベクトル)がアドバイス受容に与える影響について検討した。実験参加者は、写真を見て椅子の価格を推定し(初期判断)、この初期判断から±75%、±50%、±25%のいずれかの割合で増減させた価格を専門家によるアドバイスとして与えられ、その上で最終的な価格を回答した。以上を1試行とし、試行毎のアドバイス受容の程度を算出した。その結果、初期判断に対するアドバイスのベクトルがアドバイス受容に有意な影響を与えることが認められた。

Keywords — Advice Taking, Weight of Advice

1. 序論

1.1. 意思決定におけるアドバイスの役割

日常生活においてアドバイスは非常に重要な役割を 担っている. 例えば身体に不調を感じた時, 私たちは 病院に行き処方箋を飲むべきであるとか手術をするべ きであるなどのアドバイスをもらおうとする. そもそ も自分では不調に気が付かず, 友人などからアドバイ スを受けて病院に行くこともあるだろう. このように, アドバイスを求めそれを受容することは, 基本的な日 常レベルの問題から専門性の高い複雑な問題まで多岐 にわたって使用される重要な意思決定の方略の1つで ある.

アドバイス受容の基本的なプロセスは、他者の判断の吸収による自己の判断の改善から成っている. Harvey and Fisher (1997)によれば、人間がアドバイスを求める理由は主に援助要請、自己判断の改善、責任分散の3つとされている[1]. 自身では手に余る問題に直面した場合、それを解決するに足る他者がそのまま課題を代行してくれるのであればこれ以上のことはない、アドバイスを求めることによってこれを成そうとするのが援助要請である。次にアドバイスや結果のフィードバックから自身の判断が誤りと判明した場合、

それを修正、改善することによって以降同種の問題への対応力を向上させようとする.これが自己判断の改善である.そして、与えられたアドバイスを元に問題へ対応することで、社会的あるいは心理的に責任の所在を共有し、自身の判断の正当性を主張する一因としたり過ちを犯した際の損害を軽減したりしようとする.これが責任分散である.実際に、高度に複雑な監査業務を行う会計士は、アドバイスを求めることで自身の意思決定の正当性を高めようとする傾向があるとわかっている [2].

1.2. アドバイス受容を示す指標

アドバイスが与えられた際の受容の程度を示す指標として、Weight of Advice (WOA)、Weight of Own Estimate (WOE) の2つが存在している[3]. これらはアドバイスが与えられる以前の意思決定者の判断を初期判断、与えられた後の判断を最終判断とし、これらが全て数値的に表現可能な場合、それぞれ以下の式で定義される.

WOE =
$$\frac{| \mathcal{F} | \mathcal{$$

仮に意思決定者の初期判断が 10000 円, アドバイスが 20000 円という状況を想定する. 意思決定者が 14000 円と最終判断を下した場合, WOA=0.4, WOE=0.6 となる. 特にアドバイスが完全に受容され, 最終判断が 与えられたアドバイスと完全に一致した場合は WOA=1, WOE=0, アドバイスを全く受容せず, 最終判断 が初期判断と完全に一致した場合は WOA=0, WOE=1 となる. 最終判断は自身の初期判断と与えられたアドバイスとの間で遷移すると考えられるため, 一般に 両者は 0 以上 1 以下の値を取るとされている. 以上よ

り、WOA を用いることで最終判断においてアドバイスが影響を与えた割合、WOE を用いることで最終判断において初期判断がアドバイスの影響を受けず保持された割合を示すことができる。本課題ではアドバイスの受け入れについて検討するため、本研究のアドバイス受容を示す指標としては WOA を採用した.

1.3. これまでのアドバイス研究と課題

アドバイスがどのように受容されるのかについて は、これまで様々な検討がなされてきた、一般に、 人間は与えられたアドバイスと自身の判断を比較し、 その正確性を見極めた上で適切なアドバイス受容を することが非常に困難であると知られている[4]. 有用なアドバイスのみを受容する最も理想的な戦略 が採れないため、自身の初期判断とアドバイスを平 均化して受容することが意思決定者にとって実践的 且つ効果的なアドバイス受容の戦略となる.実際に、 アドバイスを受容した場合としなかった場合とでは、 一部でも受容した場合の方が判断の正確性が向上す ることが知られている [5]. にもかかわらず, アド バイスを受容し判断を改善すべき時であっても、 人々は自身の判断をより重視する傾向があると分か っている [6] [7]. こうした背景から、アドバイス 受容は認知的なバイアスの影響を強く受けると考え られている.

アドバイス受容のプロセスで生じる認知的バイアスの1つはアドバイザーの特性である.たとえば、専門家から受けたアドバイスはより受容され[1]、アドバイザーが自身のアドバイスに強い自信を表明した場合もアドバイスの受容が増加することが報告されており[8]、アドバイザーのラベルや言動がアドバイス受容に影響を及ぼすことが分かっている.もう1つは意思決定者の特性である.たとえば、不安傾向の高い個人はニュートラルな個人よりアドバイス受容が高い[9]、権力者ほどアドバイス受容が低下する傾向がある[10]など、意思決定者の個人差や内的状態がアドバイス受容を助長することが報告されている.また、意思決定者に課される課題の難易度も、アドバイス受容の主観的・客観的両側面に影響を与えることが分かっている[6][11].

これまでの研究の多くはこうしたアドバイザー, 意思決定者,課題というアドバイスがやり取りされ る空間に前もって存在する要因に焦点を当てていた が、いくつかの研究はやり取りされるアドバイスそのものの性質に注目している。例えば、判断や意図の不明瞭なアドバイスの受容は低い[12]や、人間から与えられたアドバイスとシステムから与えられたアドバイスの間でアドバイスの受容に有意な影響はない「13」などが挙げられる。

アドバイスの性質に関して、Yaniv (2004)はアドバ イスを実験参加者の初期判断からの絶対距離で Near, Intermediate, Far の 3 条件に区分し呈示した [6]. 実験参加者の課題は過去300年以内に起きた 出来事について, その日付を正確に回答することで あった. 実験参加者の内, 高い知識を有していた群 (高知識群) では、Near、Intermediate、Far と初期 判断からアドバイスとの距離が離れるにつれて WOA が単調に減少し、意思決定者が抱く判断に対 して乖離したアドバイスであるほどその受容が低下 することが示された. 一方, 課題への知識を持たな い低知識群に関してはそのような傾向は見られなか った. Yaniv (2004)は、この結果を高知識群は自身の 回答の周辺に正答が位置していると考えるため、距 離の遠いアドバイスを質の低いもの、特に極端なも のはあり得ないものとして割り引くのだと考察して いる.

以上の研究においてアドバイスと初期判断の乖離 は絶対値的なものとして処理されており、その距離 と正負の方向性(ベクトル)の違いについては検討 されていない. 物の個数や生物の大きさ, 本研究で 実際に使用する物価など、現実世界では多くのもの が0を基準として正の方向に位置する形で存在して いる. つまり意思決定者の初期判断に対して数値的 に正のベクトルを持つアドバイスはその上限が明確 でない一方で、負のベクトルを持つアドバイスには 0 という明確な下限が存在する. 従って、初期判断 に対してベクトルの異なるアドバイスによって、異 なる受容傾向が存在する可能性があるのではないか と考えた. そこで本研究では、初期判断に対するア ドバイスの距離と方向性(ベクトル)の違いでアド バイスの傾向が異なる場合も、初期判断からの絶対 的な距離が乖離するにつれて受容が減少するかを調 べると共に、正負のベクトルというアドバイスの性 質が受容に与える影響を検討することを目的とした.

2. 方法

2.1. 実験参加者

大学生の男女 36 名を実験参加者とした(平均年齢 20.28 歳,標準偏差 1.64).全ての実験参加者は実験を 行うにあたって正常な視力(矯正を含む)を有しており、後述する実験刺激に対して特殊な専門知識を有していないことを口頭にて確認されていた.

2.2. 装置と刺激

刺激の呈示,回答時間の計測,回答の記録にはパーソナルコンピューター及びMATLAB (R2017b,

MathWorks), MATLAB上で使用可能なソフトウェアである Psychtoolbox [14] [15], その周辺機器を用いた. 実験刺激には実際に市場で販売されている 1 人掛け用の椅子 92 種の画像を用いた. 全ての刺激画像は白色無地を背景に刺激のみが映るように撮影されていた. 以下の図 1 に実験刺激例を示す.



図1 実験刺激例

2.3. 実験手続き

実験手続きを図示したものを以下の図2に示す. 実験参加者は画面中央に呈示された椅子画像刺激に対して、その市場価格(店頭で販売されている価格)を100円単位で99900円を上限に予想するよう教示された(初期判断). 実験参加者がスペースキーを押すことで初期判断が確定すると、初期判断を基準に±75%、±50%、±25%の6条件の内いずれかの割合で増減された価格がアドバイスとして呈示された(アドバイス呈

示). 例えば、実験参加者の初期判断が 10000 円であっ

た場合、呈示されるアドバイスは17500円(+75%)、 15000 円 (+50%), 12500 円 (+25%), 7500 円 (-25%), 5000円 (-50%), 2500円 (-75%) のいずれかとなる. この時呈示されるアドバイスは、実際にインテリアの 職業に従事する専門家が予想した価格であると説明さ れた. アドバイス呈示の後, 実験参加者は再度価格の 予想をするよう教示された(最終判断). この時の初期 値は初期判断の価格となっていた. 以上を1試行とし、 実験参加者は15試行ごとに2分間の休憩を設けられ計 90 試行の価格推定を行った(計6条件: ±75%条件, ±50%条件, ±25%条件; 各条件15試行; 全条件をラ ンダムに呈示). 試行中は常に刺激が呈示され、実験参 加者は任意のタイミングで刺激、初期判断、アドバイ スの全てを確認できる状態にあった. 実験参加者は各 試行で呈示されたアドバイスに関して、特定の方針(全 試行で初期判断 = 最終判断とするなど)を設定せず, その都度アドバイスの受け取り方を判断するよう教示 された.

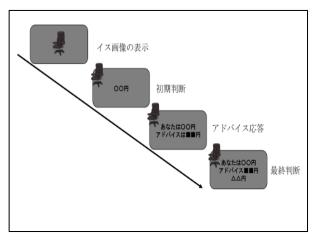


図2 実験手続き

2.4. 実験デザイン

1 要因 6 水準 (±75%条件, ±50%条件, ±25%条件) の参加者内計画とした. 実験参加者の初期判断に対するアドバイスの増減 (±75%条件, ±50%条件, ±25%条件) を独立変数とし, 実験参加者の初期判断と最終判断, 与えられたアドバイスから算出される WOA を従属変数とした.

3. 結果

まず、各実験参加者のアドバイス受容の程度(WOA)が $0 \le WOA \le 1.1$ でない試行を外れ値として除外した. 次に各実験参加者によって異なる平均的なアドバイス受容の程度を均して解析をするため、各実験参加者の全試行の平均 WOA を基準に各試行の標準化スコアを求めた(標準化 WOA). その後、各条件における標準化 WOA について、全実験参加者の平均標準化WOA および標準誤差を算出した. それらを以下の図 3 に示す.

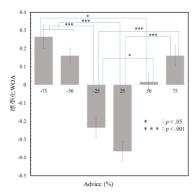


図3 各条件と標準化 WOA (エラーバーは標準誤差を表す).

各実験参加者の初期判断に対するアドバイスの増減6条件,各15試行の平均標準化WOAから,全実験参加者の各6条件における平均標準化WOAを算出し,対応ありの一元配置分散分析を行ったところ,各条件はWOAに有意な影響を与えることが認められた $(F(5,210)=22.09,p<.01,\eta^2=.53)$. 次に,下位検定として Tukey-Kramer test を用いた多重比較をした結果,図3中に示した計9組について有意差が認められた.特に初期判断に対し25%の距離にあるアドバイス(+25%条件,-25%条件)は,それより乖離した条件のアドバイス(+75%条件,+50%条件,-50%条件,-75%条件)に比べ有意に低い受容を示すことが明らかとなった.

以上の結果は、実験参加者が最も低い受容を示す点(ピーク位置)が、初期判断に対して正の方向にずれている可能性を示唆する。そこで次に、各実験参加者の各条件における平均標準化 WOA データの正負を変換した(標準化 WOA(変換);-1*各標準化データ+1)。これらの標準化 WOA(標準化 WOA(変換))をプロットし、ガウス関数によるフィッティングを行なった結果を以下の図4に示す。フィッティ

ングに使用したガウス関数は,以下の通りである (a: ベースライン高さ, b: ピーク高さ, c: ピーク位置, d: 半値幅).

$$y = a + b * EXP \left(-\frac{(x - c)^2}{d^2}\right)$$

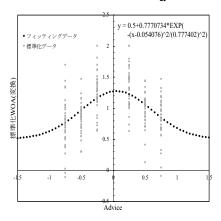


図4 データ分布とガウシアンフィッティング

フィッティングによって得られた関数より、ピーク座標は (Advice、標準化 WOA (変換)) ≒ (0.054,1.27)であった. 従って、初期判断を基準におよそ+5%割り増したアドバイスが全体平均に比べおよそ-27%と最も受容され難い結果となった. これは全体のデータ分布が原点から+方向にずれていることを示す.

以上2つの結果より、初期判断に対して+方向に割り増しされたアドバイスと、-方向に割り引かれたアドバイスは受容の傾向が異なる可能性が示唆される。そこで本研究におけるアドバイスの大小6条件を、+75%条件、+50%条件、+25%条件の3条件と-75%条件、-50%条件、-25%条件の3条件で区別し、plus条件とminus条件とした。両条件に関し、各試行の標準化WOAを用いて全実験参加者の平均標準化WOA(標準化minus、標準化plus)および標準誤差を算出した結果を、以下の図5に示す。

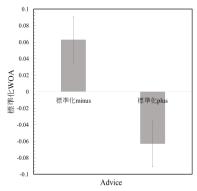


図 5 各条件と標準化 WOA (エラーバーは標準誤差を表す).

各実験参加者の標準化 minus 条件と標準化 plus 条件の平均標準化 WOA から,2 条件における全実験参加者の平均標準化 WOA を算出し,対応ありの t 検定を行ったところ,標準化 minus 条件の平均標準化 WOA は標準化 plus 条件の平均標準化 WOA よりも有意に高いことが認められた (t(35)=-2.28,p<<.05,r=.36).

4. 考察

4.1 アドバイスの距離と受容の関係

本研究の第1の目的は、初期判断とアドバイスの乖 離による WOA の減少 [6] が初期判断に対するアド バイスのベクトルの違いによらず支持されるもので あるかを調べることであった. 初期判断に対するア ドバイスの増減を独立変数とし、アドバイス受容の 程度(WOA)を従属変数として実験を行なった結果、 初期判断に対し25%の距離にあるアドバイス(+25% 条件、-25%条件)は、それより乖離した条件のアド バイス(+75%条件、+50%条件、-50%条件、-75%条 件)に比べ有意に低い受容を示した。また、各条件 に対する WOA (変換) の変化は、初期判断からお よそ+5%割り増したアドバイスを頂点としたガウス 曲線へとフィッティングされた. これらはアドバイ スが実験参加者の初期判断より離れたものであるほ ど,その受容が高まったことを示している.従って, 本実験において初期判断とアドバイスの乖離による WOA の減少はアドバイスのベクトルにかかわらず 認められなかった.

Yaniv (2004)は、高知識群が初期判断から離れたアドバイスほど WOA を減少させる理由として、乖離したアドバイスが有り得ないものとして受け取られている可能性を指摘している [6]. ここで同研究の低知識群に注目すると、Near 条件から Intermediate 条件にかけて WOA が増加した後、Far 条件にかけては減少している。Intermediate – Far 間に低知識群にとっての有り得るアドバイスの境界があるとすれば、この区間の WOA の減少は高知識群と同様にそれ以上のアドバイスが低知識群にとって有り得ないものとして受け取られるためと説明できる。

本実験において、実験参加者は99900円を上限に 価格推定するよう教示された.従って、99900円以 内のアドバイスは実験参加者にとって有り得る価格 として認識されていたと考えられる. 実際に, 本実験で提示されたアドバイスは全て99900 円以内であった. 加えて, 実験参加者は実験刺激に対する専門知識を有していなかった. これらのことから, 本実験の結果は Yaniv (2004)における低知識群の Near – Intermediate 間を支持するものであった可能性が示唆される.

本研究において Yaniv (2004)の初期判断とアドバイスの乖離によるアドバイス受容の低下が確認されなかった原因としては、本実験のアドバイスの距離が十分でなかったことが考えられる。本実験では、条件間の統制のため初期判断とアドバイスの距離には限界があり(最大+75%)、実験参加者が有り得ると認識するアドバイスの境界を明確にすることができなかった。この問題点を解決するため、今後より広範囲のアドバイスを呈示する実験や、アンケートなどの意識調査を実施するなどが必要であろう。

4.2 アドバイスのベクトルと受容の関係

次に本研究のもう1つの目的である初期判断に対するアドバイスのベクトルとその受容の関係について考察する.本実験で設定した初期判断に対するアドバイスの増減6条件を、初期判断に対する正負のベクトルでplus条件(+75%条件、+50%条件、+25%条件)と minus条件(-75%条件、-50%条件、-25%条件)の2条件とすると、本実験は1要因2水準の参加者内実験とみなすことができる.この2条件を独立変数、それらのWOAを従属変数と設定した解析の結果、minus条件のアドバイスはplus条件に比べて有意に受容されることが明らかにされた.

この結果を説明する 1 つの可能性として Sharot, Korn, and Dolan (2011)の研究で示されている楽観性 バイアスが影響している可能性が考えられる. 彼らによれば、普段我々は状況判断において悲観的な判断を過小評価し、より楽観主義的な判断を正しい判断として受け入れる傾向にあるという [16]. 本研究では、実験参加者は呈示された椅子画像を見て、その市場価格を推定することを課題としていた. 初期判断の後に呈示されたアドバイスは、それが初期判断に対してより割り増したもの(plus 条件)であったか割り引いたもの(minus 条件)であったかで区別できる. ここで、この2条件に関してその意味的内容を考える.事後調査として30名の大学生に本実

験を10試行程度実施した後,購入者,販売者どちら の目線から価格推定を行っていたかアンケートによ る意識調査を実施した. "その他"の項目に回答した 実験参加者が存在しなかったため、本アンケートを 二者択一と考えカイ二乗検定を行った結果、本実験 の内容は有意に購入者目線での価格推定を想像させ る内容であることが明らかにされた ($\chi^2 = 19.2, df =$ 1,p<.001). plus 条件は初期判断に対してより高い価 格をアドバイスとして呈示された条件である. つま り呈示された椅子の購入に際して実験参加者が予想 していたより多額の支払いが必要な可能性が浮上し た条件ということである. 対して minus 条件は初期 判断より低い価格がアドバイスとして呈示された条 件, つまり予想より安価で椅子を購入できる可能性 が浮上した条件である. 購入者目線での価格推定が 示唆される実験参加者にとって、呈示されるアドバ イスは安価であるほど都合が良く、楽観的なもので あると考えられる. そのため minus 条件のアドバイ スは実験参加者にとって受容しやすく、結果として WOA が増加した可能性がある. つまり、本課題で 得られたアドバイスの方向性に伴う受諾行動の変容 は、アドバイスの正負の直接的な影響ではなく、ア ドバイスの正負が媒介して、楽観性バイアスが潜在 的に寄与した可能性が考えられる. 今後, こうした 傾向があらゆる状況について一般化するものである か、または異なる表現で一般化されるべきものであ るかについて更なる検証が必要であろう.

4.3 今後の課題

本研究にはいくつか課題も散見される.事後調査の結果から本実験は実験参加者に購入者目線での価格推定をさせるものであったと判断したが,一方で販売者目線での価格推定をしたと回答した実験参加者が存在したことも事実である.仮に椅子の所有者や販売者の目線で価格推定をしたとすると,本研究におけるアドバイスは負のベクトルのものほど所有する椅子の価値が低い(= 悲観的)と捉えることができ,現在の考察においてはデータ精度の悪化が懸念される.これらの課題を解決するためには,よりはっきり購入者,販売者として価格推定をするよう教示をした上で再度本研究と同様の課題を行う,チアリーディングやフィギュアスケートのような芸術性を得点で評価するスポーツの採点課題のような,

教示をせずとも評価のベクトルが明確な指標を用いて実験をするなどが必要であろう.

5. 参考文献

- Harvey, N., & Fischer, I. (1997). Taking advice: Accepting help, improving judgment, and sharing responsibility. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 70(2), 117-133.
- [2] Kennedy, J., Kleinmuntz, D. N., & Peecher, M. E. (1997). Determinants of the justifiability of performance in ill-structured audit tasks. *Journal of Accounting Research*, 35, 105–123.
- [3] Bonaccio, S., & Dalal, R. S. (2006). Advice taking and decision-making: An integrative literature review, and implications for the organizational sciences. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 101(2), 127-151.
- [4] Soll, J. B., & Larrick, R. P. (2009). Strategies for revising judgment: How (and how well) people use others' opinions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(3), 780.
- [5] Gibbons, A. M., Sniezek, J. A., & Dalal, R. S. (2003, November). Antecedents and consequences of unsolicited versus explicitly solicited advice. In D. Budescu (Chair), Symposium in Honor of Janet Sniezek. Symposium presented at the annual meeting of the society for judgment and decision making, Vancouver, BC.
- [6] Yaniv, I. (2004). Receiving other people's advice: Influence and benefit. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 93(1), 1-13.
- [7] Yaniv, I., & Kleinberger, E. (2000). Advice taking in decision making: Egocentric discounting and reputation formation. Organizational behavior and human decision processes, 83(2), 260-281.
- [8] Sniezek, J. A., & Van Swol, L. M. (2001). Trust, confidence, and expertise in a judge-advisor system. Organizational behavior and human decision processes, 84(2), 288-307.
- [9] Gino, F., Brooks, A. W., & Schweitzer, M. E. (2012). Anxiety, advice, and the ability to discern: Feeling anxious motivates individuals to seek and use advice. *Journal of personality and* social psychology, 102(3), 497.
- [10] See, K. E., Morrison, E. W., Rothman, N. B., & Soll, J. B. (2011). The detrimental effects of power on confidence, advice taking, and accuracy. *Organizational Behavior and*

- Human Decision Processes, 116(2), 272-285.
- [11] Gino, F., & Moore, D. A. (2007). Effects of task difficulty on use of advice. *Journal of Behavioral Decision Making*, 20(1), 21-35.
- [12] Mackinger, B., Jonas, E., & Mühlberger, C. (2017). When Advisors' True Intentions Are in Question. How Do Bank Customers Cope with Uncertainty in Financial Consultancies?. Frontiers in psychology, 8, 1112.
- [13] Blaimer, K. (2017). Predictive policing: human advice versus system advice: the influence of advice origin and justification on trust and acceptance of advice (Bachelor's thesis), University of Twente.
- [14] Brainard, D. H., & Vision, S. (1997). The psychophysics toolbox. Spatial vision, 10, 433-436.
- [15] Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial vision*, *10*(4), 437-442.
- [16] Sharot, T., Korn, C. W., & Dolan, R. J. (2011). How unrealistic optimism is maintained in the face of reality. *Nature neuroscience*, 14(11), 1475.

商品画像の背景色が購入意思決定に及ぼす影響 Back Ground Color Influences Decision Making of Purchase Behavior

大久保 光[†], 日根 恭子[‡] Hikaru Okubo, Kyoko Hine

[†]東京電機大学情報環境学部、[‡]豊橋技術科学大学大学院情報・知能工学系 Tokyo Denki University, Toyohashi University of Technology 16jk045@ms.dendai.ac.jp

概要

Internet shopping is getting be poplar all over the world. Regarding display in internet shopping, back ground color is able to be easily changed. However, it is unclear whether back ground color of the item display affects the decision making of purchase behavior. Here, we investigated the effect of background color on the decision making of purchase behavior. In the experiment, three items were prepared, and each item was presented with five background colors (black, white, red, blue, & green). Decision making for each item with the back ground colors were assessed by paired comparison method. After that, participants were asked to evaluate the impression of each items with the back ground colors. As the results, items with white or black back ground color were more chosen as what they had wanted to get or buy compared to that with other colors. This result suggests that it is better to use white and black for the background color of Internet shopping in order to induce purchase behavior.

Keyword : Purchase behavior, Internet shopping, Background color

1. はじめに

近年ネットショッピングは多くの人に利用されるようになってきている。商品を購入する際には主に商品のデザインや値段,機能性など,商品自体の情報に注目して購入をしていると考えられる。そのため周りの環境と商品は一見関係ないように思われる。しかし,背景色によって商品の印象が変わることも報告されている[1]。例えば、背景色に赤を用いた場合には,その商品がより目立ち注目されやすいことが報告されている[1]。この事例より商品と周りの環境は一見関係ないように思えるが,実際の購買に関しては関係があるのではないかと考えられる。

購買意欲に関して消費者が商品を購入するまでの段階プロセスは,注意・興味・欲求・記憶・購買から構成されていることが提案されている[1]. また,値段が高い商品と安い商品では購入意思決定の関与が異なると

いうことが報告されている[2][3]. 例えば,高い商品よりも安い商品の方が興味を持ちやすく購買行動が起こりやすいといったことが挙げられる.このように,値段の違いによって購入意思決定の関与が異なることから,値段が高いものと安いものでは,購買プロセスにおける背景色の影響が異なる可能性がある.

2. 目的

本研究では、商品画像の背景色が購入意思決定に影響を及ぼすか調査することを目的とする。また、価格が高い商品と安い商品で、背景色の影響が異なるか調査する。

3. 実験

実験参加者 大学生 30 名 (女性 10 名, 男性 20 名, 平均年齢 20.6歳, SD = 1.2)が実験に参加した.

実験材料 実験では、キーボード、ディスプレイ、PsychoPy3 で作成したプログラムを使用した。商品として、時計・財布・カメラを用意した。背景色には黒・白・赤・青・緑を用意した。そして商品1つと背景色5色の組み合わせを1プログラムとして実験プログラムをPsychoPy3 で作成した。商品ごとに価格が高い商品と安い商品を用意し、合計で6プログラムを作成した。また選択課題終了後に続けて行なう商品の印象調査の実験プログラムも作成した。商品に対する印象調査では、注意・興味・欲求・記憶・購買の5項目について質問項目を作成した[1].

実験手続き 実験は、1人ずつPCの前に座って行ない選択課題、印象評価課題の順で行なわれた.選択課題は、一対比較法により実施された.実験参加者はまず、ディスプレイ画面に表示される同じ商品で背景色が違う2つの画像が提示された.そして自分が購入するならどちらを購入したいかをキーボードを押して回答してもらう選択課題に取り組んだ.制限時間は設定しなかったが、「悩んだ場合には直感で購入したいと思った方を選んでください」と教示を与えた.この試行は 10

回連続で行なわれた.提示順はランダムであった.選択課題終了後, PC を用いて、商品に対しての印象を形容詞対尺度を用いて 7 段階($1\sim7$)で評価する印象評価課題を行った.ここまでの手順を1セットとした.これを 3 種類の商品について、価格が高い商品と安い商品の 2 種類、合計 6セット実施した.実施順はカウンターバランスが取られた.全ての実験が終了した後,実験についての口頭質問に回答した.

4. 結果

はじめに、選択課題の選択率を背景色ごとに集計し、商品ごとの背景色の順位をサーストン法を用いて求めた(図1、図2、図3、図4、図5、図6). その結果、価格の高い安いに関わらず白と黒が選ばれやすいことが分かった. また、背景色ごとの平均値を用いて商品ごとに価格の高いものと安いものとの間の相関を求めた. その結果、3 商品ともに高い相関が得られた(相関係数:時計 r=0.98, 財布 r=0.879, カメラ r=0.986).

次に印象調査の 5 項目について全ての商品について、価格(高い、安い)と色(白黒、赤青緑)を被験者内要因とした 2 要因分散分析を行なった。その結果、「欲しい一欲しくない」の項目について、赤・青・緑の 3 色よりも白・黒の色の方が印象の評価点が高かった (F(1, 29) = 21.73, p < .01) (図 7)。同様に、「買いたい一買いたくない」の項目についても、赤・青・緑の 3 色よりも白・黒の色の方が印象の評価点が高かった (F(1, 29) = 19.00, p < .01) (図 8)。商品の印象調査の 5 項目の残りの 3 項目「注目する」「興味がわく」「記憶に残る」においては有意な差は見られなかった。以上の結果から、「欲しい一欲しくない」、「買いたい一買いたくない」に関する購入意思決定過程に背景色が影響を与えていることが示唆された。



図1 安い時計の背景色の選択順位



図 2 高い時計の背景色の選択順位



図3 安い財布の背景色の選択順位



図4高い財布の背景色の選択順位



図 5 安いカメラの背景色の選択順位

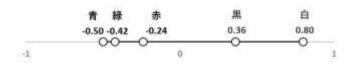


図 6 高いカメラの背景色の選択順位

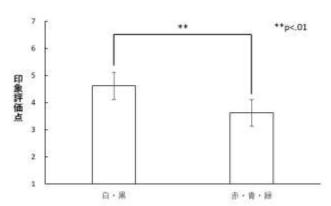


図7「欲しい一欲しくない」における印象評価値 (エラーバーは標準偏差)

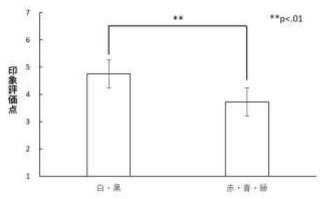


図8「買いたい一買いたくない」における印象評価値

(エラーバーは標準偏差)

5. 考察

本研究では、商品画像の背景色が購入意思決定に影 響を及ぼすかを調査した、サーストン法による分析よ り、今回用いた全ての商品において、白・黒が背景色 に用いられた時に価格の安い・高いに関わらず商品の 印象評価が高いことがわかった.また,価格の安い・ 高いの間で相関も求めたところ、3商品とも相関が高 かった. これらの結果より, 背景色は購入意思決定に 影響すると考えられる、また、値段の高い商品と安い 商品で、背景色の影響は変わらないことが示唆された. 商品の印象評価について背景色と価格を要因とした 分散分析において、「欲しい-欲しくない」という項 目で赤・青・緑の3色よりも、白・黒について有意に 「欲しい」という印象が高かった. 「買いたいー買い たくない」という項目においても同様に白・黒につい て有意に「買いたい」という印象が高かった. この2 つの項目に有意な差が見られた要因として、色彩が与 える印象が考えられる. 実験後に口頭質問を行なった ところ,「白色と黒色は商品に高級感があって欲しい, 買いたくなった」という意見が多かった. 一方, 「赤 色や緑色は注目はするが、欲しいとは思わなかった」 という意見があった. これらのことから、白色と黒色 は商品に高級感を与える可能性がある. さらに, 背景が 白色と黒色が見慣れているため、色つきが見慣れない という意見もあった. 近年,商品の背景色は白と決め た通信販売サイト (https://www.amazon.co.jp/) もあ り、特に白色は背景色に用いると見やすい、売れると 言った可能性がある. 加えて, CM でその商品の視聴回 数が増えると購買実態に影響を与える[5]という報告 もあるため,商品の背景色には白色と黒色がほとんど で見慣れてしまったため、赤・青・緑の色つきの背景 色は購入意思が抑制されてしまったとも考えられる. 以上のことから, 商品画像の背景色に白色と黒色を 用いた場合に、購入意思決定の「欲しい」「買いたい」 というプロセスに影響があることが明らかになった. 先行研究により赤色は注目するという特性が報告され ている[1]が、インターネットショッピングでは背景 色に用いるのではなく、白色や黒色の背景色に赤色を ワンポイントで組み合わせて用いることで,注目を集 めさらに購入意思に変化を与えられると考えられる.

参考文献

- [1]岩崎智史. (2014). "背景色が商品イメージに与える影響". 東京未来大学研究紀要 (7), 11-18, 2014
- [2]川口稚京. 喜多伸一. (2016). "背景色が消費者行動に与える影響". FIT2016 第 15 回情報科学技術フォーラム
- [3]太田謙一朗. (2011). "関与を考慮した消費者のメディア選択モデル". 関西大学商学論集, 55(6), 61-79
- [4] 井上正明. 小林利宣. (1985). "日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概念". 教育心理学研究 33(3), p253-260, 1985-09
- [5] 専修大学商学部 生田ゼミナール. "広告接触の商品購買 意向と購買行動への影響の分析"

ボトムアップおよびトップダウン処理が 判断表明後のグラフ理解に与える影響についての実験的検討

An Experimental Investigation on Influences of Bottom-up and Topdown processes on Graph comprehension after Decision

福岡 未紗[†],三輪 和久[†] Misa Fukuoka, Kazuhisa Miwa

†名古屋大学

Nagoya University fukuoka@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要

A previous study examined decision-making processes together with graph comprehension and in particular the influence of bottom-up and top-down processing on them. Using a slightly altered procedure, this study examined bottom-up and top-down processing relative to graph comprehension where a decision is made first, followed by graph comprehension. We compared the results of these studies. The pattern of results observed in the previous study was not observed in this study, suggesting that the influence of impression on graph comprehension was mitigated to justify the declared decision in advance. Attitude was observed to have an influence in the decision in both the previous and current studies, showing that it strongly influences decision making regardless of the degree to which the graph is comprehended.

キーワード: ボトムアップ処理 (bottom-up processing), トップダウン処理 (top-down processing), グラフ理解 (graph comprehension), 正当化 (justification)

1. はじめに

人が様々な外的情報に接し、判断を下す際、情報をより 批判的に理解し、判断することがしばしば求められる。そ れは、批判的思考能力 [1] や、メディア・リテラシー [2][3][4] など、情報の理解における論理的な能力が、様々 な分野で研究されていることからも考えられ、それに基 づいた論理的な意思決定は重要である。

また、情報の理解を容易にするために、グラフのような 視覚的な表象が日常的に用いられる。ニュースや新聞な どのメディアだけでなく、個人が自身の考えをまとめた り、他人に伝えたりする際にも、視覚的な表象は利用され る。本研究では、視覚的な表象の中でもグラフについて取 り上げる。

グラフの理解に影響を及ぼす要因として、グラフ表現のようなボトムアップ的要因と、先行知識のようなトップダウン的要因が挙げられる。たとえば、グラフ表現は、認知的エラーを減らし、情報を理解しやすくする一方で[5][6]、読み手の正確な読み取りを妨げる場合もある[7]。

また, 先行知識は, 見た目の同じグラフに対しての評価を 異ならせることが示された [8]。

先行研究 [9] では、外的情報として棒グラフを用い、 外的情報の理解と判断のプロセスに対するグラフの見た 目の差に基づくボトムアップ処理の影響と性質の異なる トップダウン処理の影響を検討した。まず、グラフ理解に 関する2つの研究に基づき,実験的枠組みを作成した(図 1)。 具体的には、グラフ理解が、先行知識からのトップダ ウン処理と視覚的特徴からのボトムアップ処理の統合に よって行われるとされたグラフ理解の CI モデル (Construction-Integration Model [10]) と, グラフ理解の詳細 なプロセスを提唱した CaMeRa (Computational Model of Multiple Representations [11]) を統合した。CaMeRa では、 グラフ理解のプロセスを、記号的情報を「抽出」するフェ ーズと, 抽出した情報と宣言的知識を結びつけ「解釈」 す るフェーズに分けた。それに基づき、先行研究では、「抽 出」された記号的情報により形成された内的グラフの差 をどの程度受け入れるかという「差の受容」のフェーズと 「解釈」のフェーズに分けた。加えて、現実場面でグラフ 理解を行う際にしばしば求められる「判断」のフェーズを、 グラフ理解のプロセスの後に付け加えた。また、グラフ理 解の CI モデルに基づき、グラフ理解のプロセスに対し、 「印象」や「態度」のような要因からのトップダウン処理

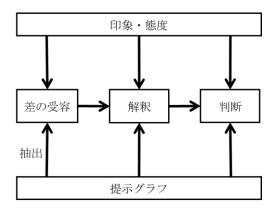


図1 グラフ理解と判断のボトムアップおよびトップダウン処理のモデル [9]

と「提示グラフ」からのボトムアップ処理の影響を仮定した。

トップダウン処理を駆動する要因として、「印象」と「態度」の2つの要因を取り上げた。「印象」は、関連する不十分な情報に基づいて一時的に形成され [12]、「態度」は、社会的対象に向けられ、社会規範意識に基づいて比較的時間をかけて形成される [13]。これらの要因は、形成時間が異なることから、性質が異なると考えられた。

先行研究 [9] では、グラフ理解に基づいて判断する思考プロセスに焦点を置き、ボトムアップおよびトップダウン処理の影響を検討した。一方で、人は、常に、グラフに記された情報を理解してから判断を下すわけではない。むしろ、好ましい結論としての判断を既に持っており、それを正当化するために、グラフの内容を理解しようとする場合がある。その場合、グラフ理解において、歪んだ情報の探索や評価を行う傾向が見られることが予想される(確証バイアス [14])。

本研究では、先行研究の実験の枠組みを基に、判断を正 当化するためのグラフ理解に関して新たに 2 つの実験を 実施した。具体的には、先行研究と同一の課題を用い、手 続きのみを変更した (図 2)。

本研究の目的は2点上げられる。1点目は、判断を正当化するためのグラフ理解のプロセスに対するボトムアップおよびトップダウン処理の影響を、共分散構造分析を用いて検討することである。2点目は、判断を正当化するためのグラフ理解のプロセスを検討した本研究の結果と、グラフ理解を行った後に判断を下すプロセスを検討した先行研究の結果を対比して言及することである。

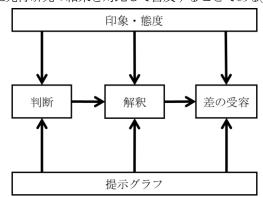


図2 判断を正当化するグラフ理解のボトムアップ およびトップダウン処理のモデル

2. 実験1

実験 1 では、トップダウン処理としての印象を操作した実験を実施した。

2.1. 方法

実験参加者 大学生 85名 (男性 43名, 女性 41名, 不明 1名; $M_{age} = 18.44$, $SD_{age} = 0.64$) を対象に、集団で実施した。 課題 実験 1 では、先行研究における印象を測定した実験と同様の課題を用いた。先行研究と異なる点は、手続きのみだった。

実験1では、架空の成分「プロテン」、もしくは「ルビゾン」の効果を検討する実験状況を設定した。具体的には、ラットを用いた「回し車課題」の実験を行い、持続力を高めることが期待される成分の効果を検討したというものだった。各グラフは、成分を投与されたラット群とされなかったラット群のそれぞれで、ラットが回し車を回した2万事例のうち、3分以上回転を持続できた事例数を示したものとして提示した(図3)。

参加者には、3つのグラフのうちの1つを提示した。グラフは、それぞれ見た目の差は異なるが、内容は全て同一で、縦軸のスケールを調整することによって、2 群間の見た目を操作した。具体的には、成分投与群が1190事例(全体の5.95%)、成分非投与群が1110事例(全体の5.55%)で、両群間の差異は80事例(全体の0.4%)だった。

手続き 初めに、架空の成分「プロテン」、もしくは「ルビゾン」に対する印象を実験的に操作するため、「アドバイザとして担当している製薬会社」についての約 500 文字の文章を提示した。成分名を「プロテン」とした文章は、

「居心地の良い職場である」や「努力しただけ評価される」など優良企業の特徴が含まれ、架空の成分に対してポジティブな印象を形成することが期待された。一方、成分名を「ルビゾン」とした文章は、「居心地の悪い職場である」や「努力が正当に評価されない」などブラック企業の特徴が含まれ、架空の成分に対してネガティブな印象を形成することが期待された。参加者には、どちらか一方の文章を提示した。次に、プロテンもしくはルビゾンに対してどのような印象を抱いているか、アンケートを実施した。具体的には、「プロテン (ルビゾン) は安全だ」や「プロテン (ルビゾン) は非科学的だ (反転項目)」など、10 項目の問いに対して5 段階評定をさせた。この平均値を「印象」の得点とし、高得点ほど「プロテン (ルビゾン) にポジティブな印象」を持っているとした。

その後、図3のグラフのうちの1つを提示し、「ある製薬会社のアドバイザとして、提示されたグラフに基づいた、強壮剤の開発についての意見を求められた」と教示した。グラフ提示後、「強壮剤にプロテン (ルビゾン)を含めるべきである」という問いに対して、参加者に、「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の5段階評定をさせた。この数値を「判断」の得点とした。次に、「プロテン (ルビゾン) は持続力を上げる効果がある」という

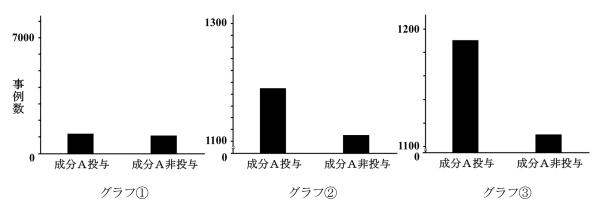


図3 実験で使用した提示グラフ

問いに対して、参加者に同様の 5 段階評定をさせた。この数値を「解釈」の得点とした。最後に、「グラフの両条件間に差がある」という問いに対して、参加者に同様の 5 段階評定をさせた。この数値を「差の受容」の得点とした。実験時間は約 40 分だった。

2.2. 結果

提示したグラフの見た目の差による効果を検討するため、3つの提示グラフをダミー変数に変換し、「提示グラフ」とした。

初めに、印象の実験的操作を確認するため、異なる印象形成を期待した 2 種類の文章条件の間で印象得点を比較した。結果、成分名「プロテン」の文章を提示した条件 (n = 39; M = 3.17, SD = 0.49) と成分名「ルビゾン」の文章を提示した条件 (n = 46; M = 2.62, SD = 0.57) の参加者間で、有意な差が見られた (n(83) = 4.71, n< 0.001)。

提示グラフからのボトムアップ処理と印象からのトップダウン処理が、判断を正当化するためのグラフ理解のプロセスに対して、それぞれどのように影響するかを検討するため、図 2 に基づいた共分散構造分析を行った。モデルの適合度は、 $\chi^2(1)=0.21~(p=0.64)$ 、CFI = 1.00、RMSEA=0.00 だった。結果を図 4 に示す。各パスの変数

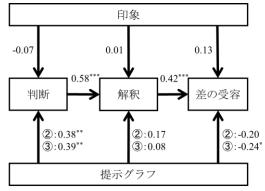


図4 実験1のパス解析の結果。提示グラフからの パスはグラフ①との有意な差を意味する

***: p < .001 **: p < .01 *: p < .05

は、標準化推定値を意味する。

まず、「判断」を従属変数とした場合、「印象」からの影響は見られなかったが、「提示グラフ」からの影響は見られた。次に、「解釈」を従属変数とした場合、「印象」と「提示グラフ」からの影響は見られなかったが、「判断」からの影響は見られた。最後に、「差の受容」を従属変数とした場合、「印象」からの影響は見られなかったが、「解釈」と「提示グラフ」からの影響は見られた。

図4に示されるように、「提示グラフ」は「差の受容」に予期しない影響を示した。具体的には、見た目の差が大きなグラフを提示された参加者ほど、差が小さいと評価した。これらの参加者は、表明した判断と解釈を正当化するために、見た目の差が小さなグラフでも過大評価した可能性が考えられる。ただし、この結果は、本研究の実験操作において期待された効果とは異なったものであり、この点の詳細な検討は今後の課題とする。

3. 実験2

実験 2 では、トップダウン処理として、当該の事象に対してあらかじめ持っている一定の態度を測定した。

3.1. 方法

実験参加者 大学生 78 名 (男性 40 名, 女性 37 名, 不明 1 名; $M_{age} = 18.41$, $SD_{age} = 0.63$) を対象に、集団で実施した。 課題 実験 2 では、先行研究における態度を測定した実験と同様の課題を用いた。実験 1 と同じく、先行研究と異なる点は、手続きのみだった。

実験2では、架空の都市A市において、市民の健康調査を行ったという架空の調査状況を設定した。各グラフは、家族に喫煙者がいる群といない群のそれぞれにおいて調査対象とした2万人の中で、呼吸器系疾患の罹患者数を示したものとして提示した。

実験1と同様の3つのグラフを用い、そのうちの1つ

を参加者に提示した (図 3)。具体的な値も同様であり、家族に喫煙者がいる群の方が、いない群よりも罹患者数が多くなるよう設定された。

手続き 初めに、実験を行う1週間前に、喫煙に対してどのような態度を抱いているかのアンケートを実施した。参加者には、「喫煙は迷惑行為である」や「喫煙は個人の自由である(反転項目)」など、10項目の問いに対して5段階評定をさせた。この平均値を「態度」の得点とし、高得点ほど「喫煙を嫌悪する態度」を持っているとした。

アンケートを行った1週間後に本実験を行った。3つのグラフのうちの1つを提示し、「ある会社のアドバイザとして、提示されたグラフに基づいた、社員の喫煙に関する意見を求められた」と教示した。グラフ提示後、判断項目として、「社員の会社内外における喫煙を、全面的に禁止すべきである」、解釈項目として、「喫煙は周囲の呼吸器系疾患のリスクを高める」、差の受容項目として、「グラフの両条件間に差がある」という問いに対して、実験1と同様、それぞれ順番に5段階で評価させた。

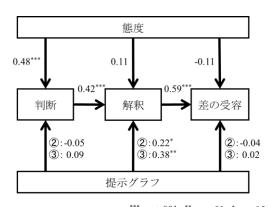
実験時間は約30分だった。

3.2. 結果

提示したグラフの見た目の差による効果を検討するため、3つの提示グラフをダミー変数に変換し、「提示グラフ」とした。

提示グラフからのボトムアップ処理と態度からのトップダウン処理が、判断を正当化するためのグラフ理解のプロセスに対して、それぞれどのように影響するかを検討するため、図 2 に基づいた共分散構造分析を行った。モデルの適合度は、 $\chi^2(1)=0.21~(p=0.65)$ 、CFI = 1.00、RMSEA=0.00 だった。結果を図 5 に示す。それぞれのパスの変数は、標準化推定値を意味する。

まず、「判断」を従属変数とした場合、「提示グラフ」からの影響は見られなかったが、「態度」からの影響は見ら



***: *p* < .001 **: *p* < .01 *: *p* < .05

図5 実験2のパス解析の結果。提示グラフからのパスはグラフ①との有意な差を意味する

れた。次に、「解釈」を従属変数とした場合、「態度」からの影響は見られなかったが、「判断」と「提示グラフ」からの影響は見られた。最後に、「差の受容」を従属変数とした場合、「態度」と「提示グラフ」からの影響は見られなかったが、「解釈」からの影響は見られた。

4. 考察

本研究の目的は、判断を正当化するためのグラフ理解のプロセスに対する提示グラフからのボトムアップ処理 および印象や態度に基づくトップダウン処理の影響をそれぞれ検討し、グラフ理解に基づき判断を下すプロセスを検討した先行研究と比較することだった。本研究では、先行研究と同一の課題を用い、手続きのみを変更した2つの実験を実施した。結果は4点にまとめられる。

1点目に、グラフ理解と判断に関わる系列処理について、先行研究と本研究のどちらにおいても、ほとんどの先行するフェーズは後続するフェーズに影響した。例外として、先行研究における態度に基づくトップダウン処理が介入する場合のみ、解釈から判断に対する影響が見られなかった。これは、グラフ理解後に判断を下すプロセスにおいて、態度に基づくトップダウン処理が介入する場合には、判断は、グラフ理解ではなく、態度に基づいて独自に行われることを示唆する。

2点目に、一時的に形成される印象を用いた実験1では、印象からのトップダウン処理は、判断を正当化するグラフ理解のプロセスに影響しなかった(図4)。これは、グラフ理解後に判断を下すプロセスを検討した先行研究と異なり、先行研究では、印象はプロセスの全てのフェーズに影響していた。可能性として、先行研究では、グラフを理解した後に判断を下すプロセスだったため、印象など様々な要因を考慮してグラフ理解や判断が行われた一方、本研究では、判断を先に表明し、自身の立場を確立した後にグラフ理解を行うプロセスだったため、参加者は、最初に表明した判断の評価と後続の解釈および差の受容の評価に一貫性を持たせることを優先し、印象を考慮しなかったことが考えられる。

本研究の結果は、確証バイアスによって解釈することができる。つまり、成分に対するポジティブな印象を持ち、「強壮剤に成分を入れるべきだ」という判断を表明した参加者の場合、後続の解釈および差の受容のフェーズにおいて、印象を考慮して判断と一貫した評価を行った一方、成分に対するネガティブな印象を持ったにも関わらず、「強壮剤に成分を入れるべきだ」という判断を表明した参加者の場合、後続の解釈および差の受容のフ

ェーズにおいて、判断と一貫した評価を行うために、印 象を無視した評定を行った可能性がある。

3点目に、比較的時間をかけて形成された態度を用いた実験2では、態度からのトップダウン処理は「判断」にのみ影響を示した(図5)。この結果は、先行研究と一致していた。これは、グラフ理解のフェーズと判断のフェーズにおけるトップダウン処理の介入の仕方が異なることを示唆する。つまり、判断を下す前後のどちらでグラフにエンコードされた情報の読み取りと解釈を行うかに関わらず、態度は判断に強く影響し、グラフの見た目など他の要因からの影響を排除する可能性が示された。多くの先行研究において、態度が、意思決定や商品選択のような行動と強固に関連することが知られており[15][16]、本結果は、これらの知見と整合的なものだった。

4点目に、印象の影響を検討した実験1において、提示グラフからのボトムアップ処理は「判断」にのみ影響した(図4)。この結果は、先行研究と一致していた。

様々な研究において、批判的思考のような情報を理解する能力が、グラフの正確な読み取りに関連することが明らかになっている [7][17]。しかし、田中・楠見 [18]は、批判的思考能力が高かったとしても、目的や文脈によっては、能力が発揮されない場合もあることを示唆した。具体的には、参加者は、「物事を楽しむ」目的の場合には、「正しい判断をする」目的の場合より、批判的思考を発揮しようと考えないことを示した。つまり、グラフ理解のフェーズでは、参加者は提示されたグラフを正確に読み取ることを目的としたが、判断のフェーズでは、「強壮剤に成分を入れるべきか」を決定することが目的となるため、グラフの正確な読み取りにリソースが割かれなかった可能性が考えられる。

最後に、態度の影響を検討した実験2において、提示グラフからのボトムアップ処理は、「解釈」にのみ影響した(図5)。この結果は、先行研究と異なり、先行研究では、提示グラフは、グラフ理解後に判断を下すプロセスの全てのフェーズに影響しなかった。本研究における印象の影響を検討した実験において、グラフ理解のフェーズよりも、先行する判断のフェーズにおいてグラフの見た目の影響が強く現れることが確認されている。一方で、実験2においては、判断のフェーズに対して態度によるトップダウン処理の影響が強く現れたために、ボトムアップ処理の影響は、後続の解釈のフェーズに遅延して現れた可能性がある。

参考文献

- Ennis, R. H., (1987) "A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities", In J. B. Baron and R. J. Stemberg (Eds.), Teaching thinking skills: Theory and practice, pp. 9–25, W. H. Freeman and company.
- [2] Aufderheide, P., (1993) "Media Literacy. A Report of the National Leadership Conference on Media Literacy", DC: Aspen Institute.
- [3] Livingstone, S., (2004) "Media literacy and the challenge of new information and communication technologies", Communication Review, Vol. 1, No. 7, pp. 3–14.
- [4] Potter, W. J., (2010) "The state of media literacy", Journal of Broadcasting & Electronic Media, Vol. 54, pp. 675–696.
- [5] Ancker, J. S., Senathirajah, Y., Kukafka, R., & Starren, J. B., (2006) "Design features of graphs for communicating health risks: A systematic review", Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 13, No. 6, pp. 608-618.
- [6] Lipkus, I. M., & Hollands, J. G., (1999) "The visual communication of risk", Journal of National Cancer Institute Monographs, Vol. 25, pp. 149-163.
- [7] Woller-Carter, M. M., Okan, Y., Cokely, E. T., & Garcia-Retamero, R., (2012) "Communicating and distorting risks with graphs: An eye-tracking study", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 56th Annual Meeting, pp. 1723-1727.
- [8] Freedman, E. G., & Smith, L. D., (1996) "The role of data and theory in covariation assessment: Implications for the theory-ladenness of observation", Journal of Mind and Behavior, Vol. 17, No. 4, pp. 321-343.
- [9] 福岡未紗・三輪和久・前東晃礼,(2017)"グラフ理解と判断に おけるボトムアップおよびトップダウン処理の影響",2017 年度認知科学会大34回大会,pp.289-293.
- [10] Freedman E. G., & Shah P., (2002) "Toward a model of knowledge-based graph comprehension", Lecture Notes in Computer Science, pp. 18-30.
- [11] Tabachneck-Schijf, H. J. M., Leonardo, A. M., & Simon, H. A., (1997) "CaMeRa: A computational model of multiple representations", Cognitive Science, Vol. 21, No. 3, pp. 305-350.
- [12] Wang, Z., & Nelson, M. R., (2014) "Tablet as human: How intensity and stability of the user-tablet relationship influences users' impression formation of tablet computers", Computers in Human Behavior, Vol. 37, pp. 81-93.
- [13] Greenwald, A. G., & Banaji, M. R., (1995) "Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes", Psychological Review, Vol. 102, No. 1, pp. 4-27.
- [14] Kardash, C. M., & Scholes, R. J., (1996) "Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues", Journal of Educational Psychology, Vol. 88, pp. 260–271.
- [15] Breckler, S. J., (1984) "Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude", Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 47, pp. 1191-1205.
- [16] Fazio, R. H., & Williams, C. J., (1986) "Attitude accessibility as a moderator of the attitude-perception and attitude-behavior relations: An investigation of the 1984 presidential election", Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 51, pp. 505-514.
- [17] Garcia-Retamero, R., & Cokely, E. T., (2013) "Communicating health risks with visual aids", Current Directions in Psychological Science, Vol. 22, pp. 392-399.
- [18] 田中優子・楠見 孝,(2007) "批判的思考の使用判断に及ぼす目標と文脈の効果",教育心理学研究,Vol. 55, pp. 514-525.

容認度評定に影響する要因の定量的評価

日本語容認度評定データ (ARDJ) から得られた知見

黑田 航 ¹, 阿部 慶賀 ², 横野 光 ³, 土屋 智行 ⁴, 小林 雄一郎 ⁵, 金丸 敏幸 ⁶, 浅尾 仁彦 ⁷, 田川 拓海 ⁸ Kow Kuroda, Keiga Abe, Hikaru Yokono, Tomoyuki Tsuchiya, Yuichiro Kobayashi, Toshiyuki Kanamaru, Yoshihiko Asao, Takumi Tagawa

杏林大学 ¹, 岐阜聖徳学園大学 ², 富士通研究所 ³, 九州大学 ⁴, 日本大学 ⁵, 京都大学 ⁶, NICT⁷, 筑波大学 ⁸ Kyorin University, Gifu Shotoku University, Fujitsu Laboratory, Kyushu University, Nippon University, Kyoto University, NICT, Tsukuba University contact: kow.k@ks.kyorin-u.ac.jp

Abstract

Acceptability Rating Data for Japanese (ARDJ) project ran Survey 2 in 2018. 300 tokens (under 282 types) of sentence were used for stimulus. Raters were asked to give one of the following 4 categories to the stimuli: **0.** natural and easy to understand; 1. more or less deviant but comprehensible; 2. deviant and difficult to understand; 3. quite unnatural and incomprehensible. Responses by 1,880 raters (sum of phrases 1 and 2) were collected. Rater were also asked to answer the following 11 questions for attributes: Q1: Age, Q2: Gender, Q3: Nativity, Q4: Lived places, Q5: Experience of life abroad over a year, Q6: Total number of languages learned, Q7: Total years of learning foreign languages, Q8: Daily contact with foreigners, Q9: Number of books read in a month, Q10: Years of education after elementary school, Q11: Choice among i) strongly scientifically oriented, ii) more or less scientifically oriented, iii) neutral, iv) more or less literary oriented, v) strongly literary oriented. Layered analysis of them was conducted to get quantitative assessment of their influence on acceptability rating. For each attribute, stimuli were marked significantly different from others when their Fisher exacts returns p-values less than 0.05. This criterion gave the following magnitude hierarchy of influence: 52.2 (23.5%) cases for Q1, 23 (10.7%) cases for Q4, 22 (9.9%) cases Q7, 20 (9.0%) cases for Q2, 19.9 (9.0%) cases for Q9, 17 (7.7%) cases for Q3, 16.3 (7.4%) cases for Q5, 15 (6.8%) cases for Q10, 13 (5.9%) cases for Q8, 12.2 (5.9%) cases for G6, and 11.2 (5.1%) cases for Q11.

 $\pm - 7 - 1$: acceptability rating, acceptability judgement, layered analysis, magnitude hierarchy

1. はじめに: **ARDJ** とは何か?

日本語容認度評定データ (Acceptability Rating Data of Japanese (ARDJ) [5, 6, 14] は、理論的バイアス (特に確証バイアス [1, 2, 4]) を避けて構築した、なるべく数多くの刺激文に対して、なるべく多様な評定者から、

高い解像度の評定値を収集する企画である1)

当データを構築した主な目的は2つある:第一に理論言語学の研究の中核をなす容認度判断の概念の実質化のため,第二に理論言語学の確証バイアスに強く影響された論証法を是正する方法の基礎データを提供するためである.

1.1 構築済みのデータ

ARDJ は 2017 年に 200 種類の刺激文を使って予備 実験 (survey 1) を, 2018 年に 282 種類の刺激文 $^{2)}$ を 使って本実験 (survey 2) を, 相 1 と相 2 に分けて実施 した. 相 1 は大学生や大学院生を対象にした小規模の データ収集 (n=201) で, 相 2 は大規模な web 基盤の データ収集 (n=1,679) である $^{3)}$.

2つの相は 282 種類の刺激文を共有しているが,後述のように実施条件が同一ではない (相 1 は 10 種類,相 2 は 11 種類の属性を取得). 整合性を保持する形で相 1,2 のデータを統合し,GitHub サイトで survey 2 unified (s2u) として公開した 4).

相2の概要は[6]で報告した. 本研究はそれとは別に, s2uに評定値と合わせて収集した11属性を使った層別分析を行ない, その結果を報告する.

本論文は層別解析で有意差が認められた実例の提示 を、結果の分析より優先した。具体事例を共有する事 の方が、興味深い事例を割愛しつつ中途半端な説明を 試みるより重要だと考えたからである。分析から得ら れている結果の考察は、稿を改めて行いたい。

¹⁾本研究は JSPS の挑戦的萌芽研究 (課題番号: 16K13223) の支援 を受けて実施された.

²⁾surveys 1, 2 の反応の等化を見込んで一部は survey 1 から流用. ³⁾事後的に判った事だが, 2 相で評定者の年齢は重なっていない. phase 2 の web 調査には 20 才代の参加者がほとんどいなかった.

⁴⁾https://kow-k.github.io/database-of-japanese-acceptability データは無償で公開しているが、利用には管理者が発行するパスコードが必要、入手したい方は第一著者に問い合わせを.

1.2 ARDJ の方法論に関する注意

1.2.1 なぜ容認度評定データベースなのか?

言語学(特に理論言語学と呼ばれる領域)の研究課題の一つは、普通に使われうる文と使われない文の境界を確定する事である。前者を容認度可能 (acceptable)な文と呼び、容認不可能 (unacceptable)(か困難)な文と呼ぶ。厄介なのは2つの種類の表現の区別が文法理論から中立に行なえない事である。

言語学者の判断の非中立性は次の2つの形で具現化する.第一に、大きな(メタ)理論的利害がかかった事例ばかりが研究で取り上げられる.第二に、個々の研究者が、自説に都合の良い判断をする.このような背景があって、言語研究の専門家である言語学者の判断は、しばしば分野の外の非専門家の判断から乖離する.こうなると言語学者が研究しているのは、研究者集団内でのみ共有されている虚構でしかないという疑いを晴らせない.

これを回避するのは、理論的立場に影響されない文を十分な数用意し、それらに非専門家が与える評定値を基本反応として収集しておき、理論的利害が関わる事例の容認度評定の際に参照する事である。ARDJはそのような参照データを構築する目的で実施された。

1.2.2 容認度判定の実態調査: 理論的前提の見直し

何人かの人に同じ文の容認度を判定/評定させても, 皆が同じ結果を返す訳ではない. これは小規模な実験 でもすぐに確かめられる. だが, 理論言語学は単純化 のために(1)を想定している:

- (1) a. 外的条件が同じなら, 得られる反応が常に一 様で
 - b. その反応を有能な言語学者が模倣/エミュ レートできる

これら 2 つの想定の根拠は十分に確かめられていない。(1b) に関しては、Experimental Syntax の名プログラムで議論される機運が高まっている $[11, 12]^{5}$. だが、(1a) の内実を確かめた研究は世界的に存在しない。

(1a) が成立しないなら、どんな反応が実際に得られるのかを確かめる必要がある。 それが ARDJ の第一の目的である 6 .

1.3 評定課題と提示文の作成法

容認度評定は、それぞれの参加者に 30 文が提示され、それぞれの文に次の 4 つ評定のいずれか与える課題だった。調査は調査会社の協力を得て web で実行された。詳細は [6] を参照されたい。

- (2) 0. 違和感がなく自然に理解できる文
 - 1. 違和感を感じるが理解可能な文
 - 2. 違和感を感じて理解困難な文
 - 3. 不自然で理解不能な文

この課題に使われた 282 種類の刺激文がどのように作成されたかを簡単に説明する. これは§2.-§3. で述べる結果の解釈に関係する.

§1.2.1 で述べた理由で、本調査は確証型ではなく探索型である。確証型でないという事は、理論言語学が特定の文に与える容認度の予想を意図的に排除しているという事である。ARDJの出発点は、理論言語学が流派を問わず、言語表現の変異を十分に広い範囲の見ておらず、確証バイアス [1,2,4] に陥っているという反省である。確証バイアスは仮説検証型の研究をする場合には避けがたい落とし穴であり、それを避けるには探索型の研究をするしか方法がない。だが、どうやってそれを実現するか?

ARDJ の相 1,2 で使用された刺激文は、遺伝子の突然変異を模して作成された ⁷⁾. 具体的に言うと、健全な数の健全な文を人が用意し、それぞれの一部にランダムに変異を発生させて逸脱文の候補を生成し、それからサンプリングとフィルタリングによって刺激文集合を得ている(技術的詳細は [5] に委ねる). こうして得られた刺激文は結果的に、文法理論の観点から見て興味の対象にならない逸脱文がそれなりに多く含まれる. この手法に難があるとすれば、それが recall 重視precision 軽視である事だろう. 実際、言語学的におもしろい現象を見つけようと思えば、この手法は非常に効率が悪い. だが、これは意図された効果であり、容認度の可能性空間の全体探索が目的ならば、短所ではなく長所である.

2. s2u データの層別分析

2.1 前処理

外れ値を除去として s2u の 1,880 の反応のうち, Step 1) 0.6 < (評定値 の sd) < 1.5 であり, かつ Step 2) Mahalanobis 距離が 0.95 の範囲内にある反応を選別した。 Step 1 の結果は 1,736, Step 2 の結果は 1,649 である。 これを以下の解析で使った。

 $^{^{5)}}$ Experimental Syntax の先駆的な研究は [3,9,10] であり,範囲を統語論に限定しなければ.[8] に含まれた研究の一部も同じような研究基盤の見直しのカテゴリーに入るだろう.

 $^{^{6}}$ [7] は、ARDJ の調査結果に基づいて (1a) を評価した研究であるが、本論文では紙面の都合で内容に触れない。

⁷⁾2016 年の認知科学会 33 回大会で日高昇平氏 (JAIST) から、容認度の可能性空間の探索するのにランダムウォークを使うと良いと示唆を受けた事が本実装の動機である.

2.2 本実験で収集した 10 (+1) 種類の属性

- (3) Survey 2 で収集した 10 (+1) 属性のための質問:
 - Q1. 年齢 (age);
 - Q2. 性別 (gender);
 - Q3. 日本語が母語か (nativity);
 - Q4. 県単位での出身地 (place);
 - Q5. 非日本語圏での 1 年以上の生活の有無 (abroad);
 - Q6. これまでに学んだ異国語の概数 (nLan-gLearned);
 - Q7. 異国語を学んだ年の概数 (yLearnLang);
 - Q8. 日常的に異国人と接するかどうか (foreign-Contact):
 - Q9. 一月当りの読書量 (冊数) (nBooks);
 - Q10. 小学校より後に受けた教育年数 (yEdu);
 - Q11. 自分は(強く)文系か(強く)理系か? (orientation)

Q11 は相 2 のみで収集し、Q4 の回答は相 1 で択一 選択、相 2 で複数選択だった。これらが 300 種類 (タ イプ数 282) の文のそれぞれの容認度評定に影響する 程度を調べた結果を以下に示す。

2.3 層別分析の結果の概要

Q4 と他の属性は有意性の評価法が異なる。Q1-Q3, Q5-Q11 では $s001, \ldots, o$ 評定値を属性の値で再分類 し,その分布の Fisher exact test で得た p 値が特定の値 (e.g., 0.01, 0.05, 0.10) を下回った場合に有意な影響があったと考える。Q4 は $s001, \ldots, o$ 評定値の分布を地名の非排他的共起表で線型回帰し,得られた p 値が特定の値を下回った場合に有意な影響があったと考える。どの p 値を基準として選ぶべきかは明らかでない(データスパースネスの問題があり,単純に p が小さければ良いという訳ではない)。そのため,三つの条件で得られた結果を比較してどの値が妥当か判断する。

2.3.1 3 種類の p 値に対応する事例数とそれらの比較

図 1 のグラフは、Fisher exact test の p=0.01 未満の有意差条件で得られた Q1-Q11 の該当事例数のデータ (表 1) をグラフにしたものである。表 1 は異なるデータ (d1, d2, ...) と実行回 (r1, r2, ...) から得られた該当事例数を示している。Q1. Age, Q7. yLearnLang, Q11. Orientation で無視できない該当数の変動が認められる。これは Fisher exact test の p 値をシミュレートする場合,p=0.01 の判定条件が厳し過ぎる可能性を示唆する

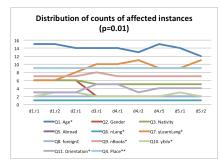


図 1 Q1-Q11 の有意性該当事例数の変動 (p = 0.01)

図 2 のグラフは、Fisher exact test の p=0.05 未満の 有意差条件で得られた Q1-Q11 の該当事例数のデータ (表 2) をグラフにしたものである。表 2 は異なるデータ (d1, d2, ...) と実行回 (r1, r2, ...) から得られた該当事例数を示している。Q1. Age についてのみ大きな該当数の変動が認められる。

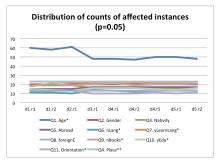


図 2 Q1-Q11 の有意性該当事例数の変動 (p = 0.05)

図 3 のグラフは、Fisher exact test の p=0.10 未満の有意差条件で得られた Q1-Q11 の該当事例数のデータ (表 3) をグラフにしたものである。表 3 は異なるデータ (d1, d2, ...) と実行回 (r1, r2, ...) から得られた該当事例数を示している。

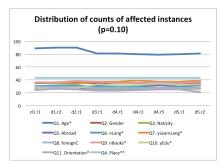


図 3 Q1-Q11 の有意性該当事例数の変動 (p = 0.10)

図4のグラフは、三つのp値ごとの平均事例数(表4)の推移をグラフにしたものである。この図からわかるように、該当数はp値の増加に対しほぼ線型で増加している。

表 1 該当事例数の変動 (p = 0.01 の場合)

Attribute	d1.r1	d1.r2	d2.r1	d3.r1	d4.r1	d4.r2	d4.r5	d5.r1	d5.r2	av.	stdev	max	min
Q1. Age*	15	15	14	14	14	13	15	14	12	14	1	15	12
Q2. Gender	6	6	6	2	2	2	2	2	2	3.3	2	6	2
Q3. Nativity	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5.3	0.5	6	5
Q5. Abroad	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2.3	0.5	3	2
Q6. nLang*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Q7. yLearnLang*	6	6	8	10	10	11	9	9	11	8.9	1.9	11	6
Q8. foreignC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2
Q9. nBooks*	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7.1	0.3	8	7
Q10. yEdu*	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2.3	0.5	3	2
Q11. Orientation*	3	3	3	5	5	3	4	4	4	3.8	0.8	5	3
Q4. Place	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	9

表 2 該当事例数の変動 (p = 0.05 の場合)

Attribute	d1.r1	d1.r2	d2.r1	d3.r1	d4.r1	d4.r2	d4.r5	d5.r1	d5.r2	av.	stdev	max	min
Q1. Age*	60	58	61	48	48	47	50	50	48	52.2	5.7	61	47
Q2. Gender	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	20	20
Q3. Nativity	19	19	19	16	16	16	16	16	16	17	1.5	19	16
Q5. Abroad	15	15	15	17	17	17	17	17	17	16.3	1	17	15
Q6. nLang*	11	11	10	14	13	12	13	13	13	12.2	1.3	14	10
Q7. yLearnLang*	23	23	22	21	22	22	21	22	22	22	0.7	23	21
Q8. foreignC	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0	13	13
Q9. nBooks*	18	21	19	20	21	19	20	20	21	19.9	1.05	21	18
Q10. yEdu*	15	14	13	16	16	16	15	14	16	15	1.2	16	13
Q11. Orientation*	13	13	13	10	10	10	11	10	11	11.2	1.4	13	10
Q4. Place**	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	0	23	23

表 3 該当事例数の変動 (p=0.10 の場合)

Attribute	d1.r1	d1.r2	d2.r1	d3.r1	d4.r1	d4.r2	d4.r5	d5.r1	d5.r2	av.	stdev	max	min
Q1. Age*	89	90	90	81	81	80	79	80	81	83.4	4.72	90	79
Q2. Gender	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	0	35	35
Q3. Nativity	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26.3	0.5	27	26
Q5. Abroad	26	26	26	31	31	31	31	31	31	29.3	2.5	31	26
Q6. nLang*	30	31	31	29	30	29	27	29	27	29.2	1.5	31	27
Q7. yLearnLang*	36	35	34	37	37	39	37	37	39	36.8	1.6	39	34
Q8. foreignC	29	29	29	27	27	27	27	27	27	27.7	1	29	27
Q9. nBooks*	36	36	38	37	35	35	36	35	37	36.1	1.1	38	35
Q10. yEdu*	27	26	27	33	31	32	34	32	33	30.6	3.0	34	26
Q11. Orientation*	24	26	25	23	23	24	25	25	21	24	1.5	26	21
Q4. Place**	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	0	43	43

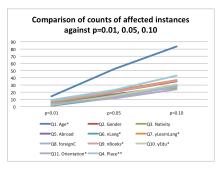


図 4 Q1-Q11 の該当事例数の p 値による推移 (p = 0.01, 0.05, 0.10)

表 4 3 種類の p 値の該当事例数 (平均値) の比較

Attribute	p = 0.01	p = 0.05	p = 0.10
Q1. Age*	14	52.2	83.4
Q2. Gender	3.3	20	35
Q3. Nativity	5.3	17	26.3
Q5. Abroad	2.3	16.3	29.3
Q6. nLang*	1	12.2	29.2
Q7. yLearnLang*	11	22	36.8
Q8. foreignC	2	13	27.7
Q9. nBooks*	7	19.9	36.1
Q10. yEdu*	2	15	30.6
Q11. Orientation*	4	11.2	24
Q4. Place**	9	23	43

2.4 影響の強さの階層

Fisher exact test の p = 0.05 未満の条件で評定値の分布に有意差を認めた場合,事例数 (複数回の計算の平均値)の概要は次の通り:

- (4) Q1: 年齢の影響で 52.2 事例 (23.5%)⁸⁾.
 - Q2: 性別の影響で 20 事例 (9.0%).
 - Q3: 母語の影響で 17 事例 (7.7%).
 - Q4: 地域の影響で23事例(10.7%).
 - Q5: 非日本語圏での生活歴の影響で 16.3 事例 (7.4%).
 - Q6: 異国語を学んだ数の影響で 12.2 事例 (5.5%).
 - Q7: 異国語を学んだ期間の影響で 22 事例 (9.9%).
 - Q8: 異国語との日常接触の影響で 13 事例 (5.9%).
 - Q9: 読書量の影響で 19.9 事例 (9.0%).
 - Q10: 教育歴の影響で 15 事例 (6.8%).
 - Q11: 理系・文系の違いで 11.2 事例 (5.1%).

一つの p 値 (e.g., p=0.05) を代表値として選ぶ代わりに、三つの p 値の評価で得られた該当数の平均値を代表値とする事もできる。この基準だと Q1-Q11 は次の順に並ぶ: 9

(5) (群 1) age >> (群 2) place, yLearnLang, nBooks > (群 3) gender, nativity > (群 4) abroad, orientation, yEdu > (群 5) foreignContact, nLangLearned

8)この評価では区間を 15 年幅で (10,25] (25,40] (40,55] (55,70] としたが、20 年幅にしても結果は大きく変わらない。

年齢の影響が抜群に大きいが、群2の要因がそれに 迫る影響力を持っている。群2,3の差は明確ではない が、群4,5は他の要因より明らかに影響が小さい。

地域の影響は意外に小さいよう見える(詳細は§2.6.1 にある)が、評価の方法が異なっているため直接比較が困難である事は指摘しておくべきだろう。実際、決定木を使って評定値を全属性を合わせて回帰した場合、特定の地域が年齢のグループと同様かそれ以上に階層の上位に表れる傾向が確認されている。

2.5 影響の相互関係

先に述べたように、同じ p 値でも該当事例が変動する. PCA の結果は少なからず変動の影響を受ける. これは要因の相互作用に決定的な解釈を与えるのが難しい事を意味する. この理由があり、 $p=0.01,\,0.05,\,0.10$ の三つの結果を比較する.

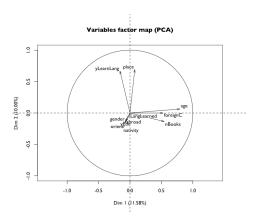


図 5 有意差分布を元にした Q1-Q11 の PCA (p = 0.01)

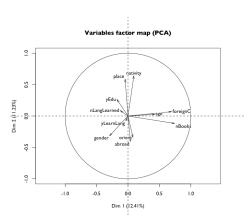


図 6 有意差分布を元にした Q1–Q11 の PCA (p=0.05)

p 値が小さいほど、要因の説明力の大きさの差が明確になる。図 5 と他の場合を比較すると、yLearnLang、

のデータの性質により、母語性の影響が少な目に評価されている 可能性が大きい(日本語を母語としない評定者はほとんどいない). エンコードの方式により、地域の影響にも同じ事が言える.

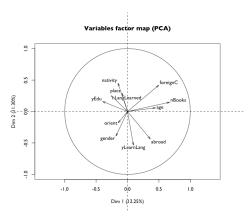


図 7 有意差分布を元にした Q1-Q11 の PCA (p = 0.10)

place, age, nBooks, foreginC の説明力が相対的に高いのがわかる。ただ、p ごとに要因の向きが意外と違っている。これには変動の影響もあり、同一のp 値でも異なる得らる該当数は変動し、それがPCA の配置に違いとなる。このため、PCA の解釈に関して確定的な事は述べられない。

p=0.01 の場合はスパースネスの影響を受けていると思われる。そのため、変動の小さい p=0.05 の結果 (図 6) に基づいて PCA の解釈を行うのが穏当だろう。この条件では、PC1 は後天的 (+方向)/ 先天的 (-方向) の対比を、PC2 は地域の影響 (+方向) に対応しているように思える 10)。

興味深いのは, i) 幾つかの要因が相殺している事 (ただし age, nBook, foreignC を効果的に相殺する属性は存在していない), ii) yLearnLang, nLearnedLang がそれほど強い影響を持っていない事の二点である。前者について言えば、例えば

(6) {place, nativity} ↔ {abroad, orientation, (gender)} の相殺関係が認められる.

次の点は指摘する価値があるだろう:

(7) 相殺の要因対の存在は、反応の層別化に意味がある事を、つまり反応の平均化による単純化は過度の一般化が伴う危険性を示唆する.

これが ideal speaker-hearer¹¹⁾ を想定して話を始める 理論言語学の方法論に意味する事は軽微ではないだ ろう.

2.6 属性の個別の評価

紙面の都合で p = 0.05 未満の有意差条件で該当した事例のみを検討する。 Q4 の影響は評価法が異なるので、先に別枠で扱う。

2.6.1 Q4: 住んだ地域の影響

Q4 への回答は、北海道、青森、、、、沖縄、その他の 49 種類の地名に該当するかどうかを非排他的にエンコードし、その表データを評定値を線型回帰した結果。次の 23 事例が該当した (†の付いた 9 事例は p=0.01 未満の水準でも有意差あり)。

- (8) a. s001: 幼児が肩車で茎に手を届いた (宮城, 山形*, 茨木, 栃木*, 群馬*, 愛知, 奈良, 宮崎**);
 - b. s021†: 弟が家で妹と料理を習った (-切片-, 栃木*, 東京, 奈良, 岡山***, 高知***, 福岡*);
 - c. s032: 携帯で担当者が出張先から電話を入れた (福井*, 兵庫*, 和歌山*, 鳥取*, 福岡**, 佐賀, 宮崎, 沖縄)
 - d. s061: 子供が宿題で足し算と分数を間違えた (-切片-, 千葉*, 石川**, 福井*, 三重*, 奈良, 香川, 大分)
 - e. s087†: 男性がスプーンで角砂糖をコーヒーに入れた(福島, 三重, 大阪*, 和歌山, 愛媛*, 佐賀***, 沖縄*);
 - f. s091: 男性がスプーンを角砂糖を紅茶に入れた (-切片-*, 茨木*, 栃木**, 群馬*, 岐阜*, 静岡, 大阪**, 和歌山*, 愛媛***, 長崎)
 - g. s100: 暴漢が鋭利な刃物で背後から人を襲った (埼玉**, 東京**, 大阪, 兵庫, 岡山*, 広島*, 佐賀*, 長崎**)
 - h. s116: 新婚さんが役所で窓口に転居届けと届け た (青森*, 山形, 茨木**, 神奈川**, 石川*, 山梨, 岐 阜*, 静岡*, 大阪, 鳥取, 愛媛, 高知*, 大分)
 - i. s129: 波紋が投石で落下点から水面を表れた (山 形**, 神奈川, 静岡, 兵庫, 奈良*, 和歌山*, 島根*, 佐賀*, 大分*)
 - j. s146†: 無線で司令官が本部から命令を伝えた(青森**,秋田*,神奈川*,静岡*,滋賀***,奈良*,大分*,宮崎***)
 - k. s150: 失業者が盗っだ自動車で仲間とコンビニを 襲った(岩手*, 愛知*, 大阪*, 兵庫*, 奈良*, 岡山**, 愛媛*. 長崎)
 - 1. s161†: 部下が給湯室で上司から噂を聞いた (北 海道, 茨木, 山梨***, 岐阜*, 京都, 鳥取*, 香川*, 佐 賀**, 大分**);
 - m. s196: 通り魔が休日の路上で通行者を不意に襲った(岩手, 秋田***, 東京, 神奈川, 新潟**, 石川*, 滋賀, 兵庫*, 長崎, その他*)
 - n. s213: 医師に解剖実習で医学生が看護師と習った (岩手*, 宮城, 茨木, 千葉*, 岐阜, 三重*, 島根**, 岡 山*, 宮崎*)
 - o. s219: 熊が四重奏で自転車をトレーナーに習った (岩手, 神奈川, 長野**, 奈良*, 山口, 福岡*, 大分***)
 - p. s235†: 子供が宿題で足し算とかけ算を分かった (北海道*, 宮城, 栃木***, 埼玉, 愛知*, 三重*, 滋 賀*, 大阪*, 鳥取*, 香川*, 高知*, 鹿児島*);
 - q. s242: 先生が赤ペンで一から文章を直した (北海 道**, 京都*, 奈良**, 香川*);

¹⁰⁾PC が素直に解釈できるのは、Mahalanobis 距離を使った外れ値 除去の効果だと思われる。sd のみの外れ値除去では別の結果が得ら れ、この場合には PC1, PC2 の解釈に苦しんだ。

¹¹⁾生成言語学の ideal speaker-hearer の想定の非現実性は経済学の homo economicus の非現実性に良く似ている.

- r. s246†: 先生が赤ペンで一から文章を直した (-切 片-*, 青森*, 秋田***, 茨木**, 栃木*, 新潟***, 愛 知**. 大分, 宮崎***);
- s. s248: 広場で市民が銃声と叫び声を聞こえた (岩 手*, 栃木, 山梨, 長野, 鳥取, 島根, 広島, 香川, 愛 媛*, 大分*, 宮崎*, その他)
- t. s250: 医学生が解剖実習で看護師と医師に習った (岩手, 宮城**, 東京, 神奈川*, 静岡*, 愛知*, 滋賀, 山口*, 福岡***)
- u. s265†: 伝書鳩が戦地で戦況を司令分掌に届けた (岩手*, 秋田**, 東京**, 神奈川*, 福井, 岡山*, 愛 媛**,)
- v. s281.6†: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った (宮 城**, 千葉*, 山梨**, 京都**, 兵庫*, 鳥取*, 岡山**, 山口*, 愛媛, 長崎*, 鹿児島**)
- w. s282.5†: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感 じた (茨木, 栃木**, 千葉***, 静岡**, 三重, 滋賀, 京都*, 大阪*, 兵庫*, 奈良, 和歌山**, 広島, 香川, 鹿児島*);

***: p = 0.001; **: p = 0.01, *: p = 0.05; no mark: p = 0.10 は事例内での有意性水準を示す.この表記は以下同様である.

2.6.2 Q1: 年齢の容認度への影響

年齢の容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 49 事例を示す († の付いた 15 事例は、p=0.01 未満の水準でも有意差あり): 12

- (9) s001†: 幼児が肩車で茎に手を届いた。
 - s005: 担当者が携帯で出張さきから電話を入れた。
 - s006: 青年が震災が救出時に飼い犬と助かった。
 - s008†: 先生が一から赤ペンで文章を直した。
 - s023: 暴漢が鋭利な刃物で人を背後から襲った。
 - s029†: 部下が北海道で温泉に同僚と遊べだ。
 - s033: 氷を動物園でシロクマが足元に遊んだ。
 - s038: 人が河原で洪水から子猫が助けた。
 - s046: 戦況を戦地で伝書鳩が司令官に届けた。
 - s049: 市民が銃声と叫び声を広場で聞こえた。
 - s053†: 上司が給湯室で上司から噂を聞いた。
 - s055†: 司令官が無線で本部から命令をくみ取った。
 - s059: ランナーが悲鳴を路上で夕暮れ時に聞こえた。
 - s065: 彼女が手紙で真実を不意に話しかけた。
 - s067: 娘が病院で医者に重症と訊いた。
 - s082†: 職員が美術館で絵画でまっすぐに直した。
 - s089†: 子供が宿題で足し算とかけ算に間違えた。
 - s092†: 学的が論文賞で顔写真を広報誌に載った。
 - s110: 仲間とコンビニを失業者が盗んだ自動車で襲った。
 - s111: シロクマが動物園で氷と足元に遊んだ。
 - s113: 司令官が無線で本部から命令を読みとった。
 - s120: ランナーが路上で悲鳴を夕暮れ時にかき消した。

- s123: 司令官が無線で本部が命令を伝えた。
- s127†: 高得点者が掲示を一位から十位を載った。
- s143†: 職員が美術館で絵画をまっすぐに直せた。
- s159: 幼児が肩車が枝に手を届いた。
- s162: 雇用者が盗んだ自動車で仲間とコンビニを襲った
- s169: 伝書鳩が戦地で戦況を司令官に届けた。
- s172†: 青年が震災で救出時に飼い犬と救った。
- s180: 失業者を盗んだ自動車で仲間とコンビニを襲った。
- s186: 医者に病院で娘が重症と聞いた。
- s190: ランナーが路上で悲鳴を夕暮れ時に聞こえた。
- s196: 通り魔が休日の路上で通行者を不意に襲った。
- s210: 宿敵が続編で苦境に主人公と助けた。
- s215: 新婚さんが役所で窓口に転居届と受け取った。
- s233†: 伝書鳩が戦地で戦況を司令官に持ち帰った。
- s235†: 子供が宿題で足し算とかけ算を分かった。
- s236: 高得点者が掲示で一位から十位を書けた。
- s241†: チーターが全速力で見事に井倉を襲った。
- s242: 失業者が盗んだ自動車で仲間とコンビニを悩ま した。
- s243: 男性がスプーンで角砂糖を紅茶に取り出した。
- s246: 先生が赤ペンで一から文章を直した。
- s254: 娘が病院で重症と医者に聞いた。
- s262: 幼児が肩車で枝に手を送った。
- s272: 捕虜が忠誠心から秘密を尋問で黙った。
- s281.0: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。
- s281.1: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。
- s281.7†: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。
- s282.4: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。

2.6.3 Q2: 性別の容認度への影響

性別の容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 20 事例を示す († の付いた 2 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

- (10) s001: 幼児が肩車で茎に手を届いた。
 - s019: 先生が赤ペンで文章を一から直した。
 - s028: 医学生が解剖実習で医師に看護居士と習った。
 - s040†: 職員がまっすぐに絵画を美術館で直した。
 - s041: 祖母がキッチンで早朝にラジオを聞いた。
 - s052: 高得点者が掲示で一位から十位を載った。
 - s071: 抗議をデモで政府に大衆が繰り返した。
 - s096: 脚本家が話し合いで前日に台詞を直した。
 - s110: 仲間とコンビニを失業者が盗んだ自動車で襲った
 - s117†: チーターから全速力で見事にガゼルを襲った。
 - s134: 医師が手術で血管と神経を組んだ。

 $[\]overline{}^{12)}$ 他の場合でも同じ事だが、Fisher exact test の p 値をシミュレーションで産出している場合、該当事例数は変動する.

s149: 命令を無線で本部から司令官が伝えた。

s154: 学者が論文賞で顔写真を広報誌に書いた。

s177: 母がキッチンが早朝にラジオを聞いた。

s212: 子供が宿題で足し算とかけ算を忘れた。

s232: 新婚さんが役所で窓口に転居届で届けた。

s260: 見解をその芸能人が質問者に会見で答えた

s264: ランナーが路上で悲鳴から夕暮れ時に聞こえた。

s277: 青年が震災で救出時に飼い主と助かった。

s278: 社長が口頭で社員に解雇を伝わった。

2.6.4 Q3: 母語性の容認度への影響

母語が何かは容認度に影響があって当然であるが、p=0.05未満の条件で該当したのは次に示す 16 事例 のみである († の付いた 5 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

(11) s030†: 伝書鳩が戦地で進攻を司令官に届けた。

s032†:携帯で担当者が出張先から電話を入れた。

s049: 市民が銃声と叫び声を広場で聞こえた。

s100: 暴漢が鋭利な刃物で背後から人を襲った。

s116: 新婚さんが役所で窓口に転居届けと届けた。

s162: 雇用者が盗んだ自動車で仲間とコンビニを襲った

s168: 司令官が無線で本部から命令を伝えた。

s178: 幼児が肩車で枝に手を届いた。

s196: 通り魔が休日の路上で通行者を不意に襲った。

s201: 暴漢が鋭利な刃物で背後から人を悩ました。

s221†: 職員がギメで絵画をまっすぐに直した。

s222†: 先輩から現場で後輩が基礎を習った。

s249: 学者が論文賞に顔写真を広報誌に載った。

s251: 市民が広場で銃声と叫び声で聞こえた。

s252: 休日の路上で通り魔が通行者を不意に襲った。

s276†: 脚本家が話し合いで前日にフレーズを直した。

2.6.5 Q5: 非日本語圏での1年以上の生活の容認度への影響

非日本語圏での 1 年以上の生活の容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 17 事例を示す († の付いた 2 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

(12) s003: 担当者が携帯で出張先を電話を入れた。

s005: 担当者が携帯で出張さきから電話を入れた。

s010: 担当者が携帯で出張もさから電話を入れた。

s011: 同僚が北海道で温泉に同僚と遊んだ。

s068: 宿敵が続編でピンチに主人公と助け出した。

s070: 続編で宿敵がピンチに主人公と助けた。

s071: 抗議をデモで政府に大衆が繰り返した。

s080†: 娘が病院で医者に軽症と聞いた。

s109: 男性がスプーンで角砂糖を紅茶に入れた。

s110: 仲間とコンビニを失業者が盗んだ自動車で襲った

s111: シロクマが動物園で氷と足元に遊んだ。

s167: 弟が家で妹と料理まで習った。

s188: 宿敵へ続編でピンチに主人公と助けた。

s197: 大衆が抗議を政府にデモで繰り返した。

s213†: 医師に解剖実習で医学生が看護師と習った。

s282.0: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。

s282.1: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。

2.6.6 Q6: 異国語を学んだ数の容認度への影響

異国語を学んだ数の容認度への影響が p = 0.05 水準で有意だった 13 事例を示す († の付いた 1 事例は p = 0.01 水準でも有意差あり):

(13) s018: オコジョが動物園で氷を足元に遊んだ。

s040: 職員がまっすぐに絵画を美術館で直した。

s051: 娘が病院で医者に重症と聞いた。

s061: 子供が宿題で足し算と分数を間違えた。

s065: 彼女が手紙で真実を不意に話しかけた。

s088: 人が河原で洪水から子猫を助け出した。

s133: 熊がトレーナーに自転車をサーカスで習った。

s139†: 男性がスプーンで角砂糖を紅茶に放り込んだ。

s140: 弟が家で妹と料理を習わせた。

s142: 通り魔が休日の路上を通行者を不意に襲った。

s156: 大衆がデモに政府に抗議を繰り返した。

s239: チーターが全速力で見事にガゼルを見舞った。

s258: 新婚さんが役所で窓口に転居届と届けた。

2.6.7 Q7: 異国語を学んだ期間の容認度への影響

異国語を学んだ期間の容認度への影響が p = 0.05 水準で有意だった 23 事例を示す († の付いた 9 事例は p = 0.01 水準でも有意差あり):

(14) s001: 幼児が肩車で茎に手を届いた。

s002: 通り魔が休日の路上が通行者を不意に襲った。

s005: 担当者が携帯で出張さきから電話を入れた。

s027: 社長が口頭で社員に解雇を伝えた。

s037†: コミュニティが広場で銃声と叫び声を聞こえた。

s047: 学者が論文賞で顔写真を広報誌に載った。

s077: 青年が震災で救出正午に飼い犬と助かった。

s087†: 男性がスプーンで角砂糖をコーヒーに入れた。

s094†: 伝書鳩が戦地で戦況を司令官で届けた。

s097†: 医学生が解剖実習で医師に看護師で習った。

s101: 青年が震災で救出時に飼い犬と助かった。

s112†: 初戦を優勝候補がトーナメントで突然に負けた。

s122: 学者が論文賞で顔写真から広報誌に載った。

s151: 通り魔が休日の路上で不意に通行者を襲った。

s153: 医学生が解剖実習で医師に看護師と習った。

s162: 雇用者が盗んだ自動車で仲間とコンビニを襲った。

s172: 青年が震災で救出時に飼い犬と救った。

s200†: 脚本家が話し合いで翌日に台詞を直した。

s202†: 子供が宿題で足し算とかけ算から間違えた。

s253: 高得点者が掲示で一位から十ワーストを載った。

s264†: ランナーが路上で悲鳴から夕暮れ時に聞こえた。

s281.5: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

s282.1†: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。

2.6.10 Q10: 教育期間の容認度への影響

教育期間の容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 18 事例を示す († の付いた 2 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

s213: 医師に解剖実習で医学生が看護師と習った。

s218: 講座が受験対策で女学生に良い固有値を教えた。

s226: 医学生が解剖実習で医師に看護師と習わせた。 s228: 路上でランナーが悲鳴を夕暮れ時に聞こえた。

s236: 高得点者が掲示で一位から十位を書けた。

s249†: 学者が論文賞に顔写真を広報誌に載った。

s281.8: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

s281.9: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

s259†: ランナーが路上で悲鳴を夕暮れ時を聞こえた。

s282.0: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。 s282.6: 学生が合格発表の場で足下から幸福を感じた。

(17) s043: 暴漢が鋭利な刃物で背後から人を襲いかかった。

s051: 娘が病院で医者に重症と聞いた。

s081: 医学生が解剖実習で医師に看護院と習った。

s091: 男性がスプーンを角砂糖を紅茶に入れた。

s101: 青年が震災で救出時に飼い犬と助かった。

s107: 前日に話し合いで脚本家が台詞を直した。

s130: 先生が赤ペンで一から詩を直した。

s131†: 肩車で幼児が枝に手を届いた。

s153: 医学生が解剖実習で医師に看護師と習った。

s161: 部下が給湯室で上司から噂を聞いた。

s163: 顔写真を論文賞で学者が広報誌に載った。

s192: シロクマが動物園で氷を足元に楽しんだ。

s201†: 暴漢が鋭利な刃物で背後から人を悩ました。

s218: 講座が受験対策で女学生に良い固有値を教えた。

s234: 十位を掲示で一位から高得点者が載った。

s267: 医師が手術で血管と神経をつないだ。

s279: 母がキッチンで早朝にラジオを聞いた。

s281.4: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

2.6.8 **Q8**: 異国語を話す人との日常的な接触の容認度 への影響

異国語を話す人との日常的な接触の容認度への影響 が p=0.05 水準で有意だった 13 事例を示す († の付いた 2 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

(15) s005: 担当者が携帯で出張さきから電話を入れた。

s063: 後輩が現場で先輩から基礎を通った。

s092†: 学的が論文賞で顔写真を広報誌に載った。

s142: 通り魔が休日の路上を通行者を不意に襲った。

s144: 熊がサーカスで自転車をトレーナーに習った。

s234: 十位を掲示で一位から高得点者が載った。

s236: 高得点者が掲示で一位から十位を書けた。

s246: 先生が赤ペンで一から文章を直した。

s249: 学者が論文賞に顔写真を広報誌に載った。

s263: 医学生が解剖実習で医師に看護師と教わった。

s281.2: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

s281.8: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

s281.9†: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

2.6.9 Q9: 読書量の容認度への影響

読書量の容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 22 事例を示す († の付いた 7 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

(16) s003: 担当者が携帯で出張先を電話を入れた。

s005: 担当者が携帯で出張さきから電話を入れた。

s029†: 部下が北海道で温泉に同僚と遊べだ。

s038: 人が河原で洪水から子猫が助けた。

s059†: ランナーが悲鳴を路上で夕暮れ時に聞こえた。

s075: シロクマが足元に氷を動物園で遊んだ。

s089†: 子供が宿題で足し算とかけ算に間違えた。

s118: 飼い犬と震災で救出時に青年が助かった。

s166: 脚本家まで話し合いで前日に台詞を直した。

s171†: 絵画を美術館で職員がまっすぐに直した。

s189†: 娘で病院で医者に重症と聞いた。

2.6.11 Q11: 理系/文系の違いの容認度への影響

理系/文系の違いの容認度への影響が p=0.05 水準で有意だった 10 事例を示す († の付いた 3 事例は p=0.01 水準でも有意差あり):

(18) s011: 同僚が北海道で温泉に同僚と遊んだ。

s112: 初戦を優勝候補がトーナメントで突然に負けた。

s120: ランナーが路上で悲鳴を夕暮れ時にかき消した。

s214: 担当者が電話を出張先から携帯で入れた。

s218†: 講座が受験対策で女学生に良い固有値を教えた。

s247†: シロクマがほ乳類園で氷を足元に遊んだ。

s256: 宿敵が続編からピンチに主人公と助けた。

s270: 家で弟が妹と料理を習った。 s280: 新婚さんが役所が窓口に転居届と届けた。 s281.1†: 夫が職場で真夜中に妻へ知り合った。

3. 属性間の相互作用の予備的解析

評定値の決定木分析 (= 全要因を組み合わせて回帰分析) を実行すれば、属性間の相互作用を確認できる. 解析は終わっているが、紙面の都合で詳細を割愛する.分析結果の本格的な検討は稿を改めて行いたい.

3.1 結果の概要

概要のみを簡単に述べると (19) にある通り:

- (19) a. Q1-Q11 の要因の効き方は (特に優先順位の 点で) 事例ごとに大きく異なるが,
 - b. 地域や年齢の影響は決定木の階層の上に現れる = 優先度の高い要因である(地域の方が年齢よりも優先度が高い場合も多い).

4. 結論と今後の展望

本研究は理論的バイアスの少ない大規模データを使って、容認性判断に与える社会的要因の強さを定量的に評価した初めての研究である。それにより、容認度評定が質的に異なるグループから構成されている事が示され、理論言語学の単純化が素朴過ぎる可能性が示唆された。

解析に使った属性は十分に網羅的とは言えず,一部の属性のサンプル数が不足しており,決して現時点で完成度が高い研究とは言えない.それでも,容認度に顕著な影響を与える要因を幾つか (例えば年齢, 異国語の学習期間, 読書量, 性別),その強さと共に確認できた.年齢の影響が強い事の確認は定説の確証の意味しかないが,同じ程度の強さで性別と教育年数の影響が出る事は(計測誤差の範囲でないならば)予測されていた事実とは言えない.加えて,地域の影響は通説でいた事実とは言えない.加えて,地域の影響は通説でいるより弱い可能性も示唆されている.このような結果から見て,本研究の結果は一部で確証的,一部で探索的であるが,将来なされるべき研究の先駆として一定の成果を挙げていると結論したい.説明が後知恵で「常識」と思える時に,それが実際には単なる勘違いである事は,社会科学では一般的である [13].

今後の展開は次の通りである。まず、有意性が生じる原因の解明を行う—これは本発表では意図的に避けている。更に異なる種類の反応データとの連結を目指す。具体的には、評定値を取得済みの刺激文に対し、反応時間データや眼球運動データを取得し、それらを対応させる。観測値の充実により、心理プロセスとしての容認度評定の実態に迫りたい。これらに加えて、反応の個人差の分析も充実させる必要があり、刺

激文の変異を拡張し、探索範囲を広げる必要もある。 やるべき事は、まだまだある。ないのは資金と時間だ けである。

謝辞

本研究は JSPS 挑戦的萌芽研究 (課題番号 16K13223) の支援を受けた.

参考文献

- [1] Jonathan Baron. *Thinking and Deciding*. Cambridge University Press, 2000 [1988, 1994].
- [2] H. W. Bierhoff and R. Klein. Expectations, confirmation bias, and suggestibility. In V. A. Gheorghiu, P. Netter, H. J. Eysenck, and R. Rosenthal, editors, *Suggestion and Suggestibility*, pp. 337–346. New York: Springer, 1989.
- [3] Wayne Cowart. Experimental Syntax: Applying Objective Methods to Sentence Judgments. Sage Publishing, Inc., 1997.
- [4] Joshua Klayman. Varieties of confirmation bias. *Psychology of Learning and Motivation*, 32:384–418, 1995.
- [5] Kow Kuroda, Hikaru Yokono, Keiga Abe, Tomoyuki Tsuchiya, Yoshihiko Asao, Yuichiro Kobayashi, Toshiyuki Kanamaru, and Takumi Tagawa. Development of Acceptability Rating Data of Japanese (ARDJ): An initial report. In Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing, pp. 65–68, 2018.
- [6] Kow Kuroda, Hikaru Yokono, Keiga Abe, Tomoyuki Tsuchiya, Yoshihiko Asao, Yuichiro Kobayashi, Toshiyuki Kanamaru, and Takumi Tagawa. Insights from a large scale web survey for acceptability rating data for japanese (ardj) project. In *Proceedings of the 25th Annual Meeting for Natural Language Processing Society*, pp. 253–256, 2019.
- [7] Kow Kuroda, Hikaru Yokono, Keiga Abe, Tomoyuki Tsuchiya, Yoshihiko Asao, Yuichiro Kobayashi, Toshiyuki Kanamaru, and Takumi Tagawa. Rudimentary modeling of acceptability judgement from a large scale, unbiased data. In *Proceedings of the 41st Annual Meeting for Cognitive Science Society*, to appear.
- [8] Ira A. Noveck and Dan Sperber, editors. *Experimental Pragmatics*. Palgrave Macmillan, 2005.
- [9] Gary Dean Prideaux, Bruce L. Derwing, and William J. Baker. Experimental Linguistics: Integration of Theories and Applications. Studies in the Sciences of Language. John Benjamins, 1979.
- [10] Carson T. Schütze. *The Empirical Base of Linguistics*. Language Science Press, 2016 [1996].
- [11] Jon Sprouse. Three open questions in experimental syntax. *Linguistics Vanguard*, 1(1):89–100, 2015.
- [12] Jon Sprouse and Norbert Horstein. *Experimental Syntax and Island Effects*. Cambridge University Press, 2013.
- [13] Duncan J. Watts. Everything is Obvious* [*Once You Know the Answer]: How Common Sense Fails. Atlantic, 2012. [翻訳: ダンカン・ワッツ: 「偶然の科学」. 早川書房.].
- [14] 黒田 航, 阿部 慶賀, 横野 光, 田川 拓海, 小林 雄一郎, 金丸 敏幸, 土屋 智行, and 浅尾 仁彦. (言語学者による) 容認度評定の認証システムを試作する構想: 入念に設計された日本語文の容認度評定データベースに基づいて. In 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp. 557–562. 日本認知科学会, 2016.

思考の言語化が洞察問題解決に及ぼす影響 ――言語化の宛て先を考慮した検討――

Effects of Verbalization Toward Self or Others on Insight Problem Solving

清河 幸子[†], Dienes Zoltán[‡] Sachiko Kiyokawa, Zoltán Dienes

[†]名古屋大学,[‡]University of Sussex Nagoya University, University of Sussex kiyokawa.sachiko@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effects of addressee of verbalization, self or other, on insight problem solving. Sixty-six participants from Nagova University were assigned to one of the three conditions: toward-self verbalization, toward-other verbalization, or irrelevant verbalization (control). A 3-minute verbalization phase was inserted after 5 minutes of solving the T-puzzle. The participants were asked to write down how they tried to solve the problem in the first 5 minutes as a record like a diary in the toward-self verbalization condition, and as an instruction for other participants in the toward-other verbalization condition. The participants in the control condition were required to write down their interests that have nothing to do with the puzzle. After that, they were given a hint to solve the puzzle an asked to engage in the puzzle again for 10 minutes. The results showed no effect of verbalization on insight problem solving.

Keywords — Insight problem solving, Verbalization, Self vs other

1. 問題と目的

他者と協同することによって、我々の認知活動、特に発想の転換を必要とするような創造的問題解決が促進されることが多くの研究により示されてきている(e.g. Miyake, 1986; Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002; Okada & Simon, 1997; 植田・丹羽, 1996). しかし、なぜ協同によって発想の転換が促されるのか、その詳細なプロセスが十分に明らかになっているとは言い難い. 効果的に協同を行うためには、促進効果が生じるメカニズムを明らかにする必要がある.

そのメカニズムの一つとして、他者と協同することでメタ認知的モニタリングが促進されたためという仮説が考えられる. Nelson & Narens (1994) によると、我々の認知活動は、具体的な認知処理に関わる「対象レベル」とその上位に位置づく「メタレベル」として捉えることが出来る. そして、対象レベルからメタレベルへの情報伝達は「モニタリング」と呼ばれ、認知

活動がどのような状況にあるかを評価する機能を果たす.本来的には、この機能は個人内で発揮されるべきものであり、十分に機能した場合には認知活動が適切に進行するのであるが、個人内で2つのレベルの活動を同時に行うことはコストが大きいことから、自発的には機能しにくい.それに対して、他者と同じ問題に取り組む際には、自らの思考過程を相手に了解可能な形で伝達する必要がある.このことから、他者と協同する際には自らの思考活動に対する吟味、すなわちメタ認知的モニタリングが促進され、結果的に問題解決が促進されると考えられる.

もし、この仮説が妥当であるならば、実際に他者と 協同を行う状況でなくとも、他者に向けて自らの思考 を伝えるという状況を設けるだけで、同様の効果が生 じると考えられる. なお, 思考の言語化に関しては, Schooler, Ohlsson, & Brooks (1993) が洞察問題解決 への影響を検討しており、言語化は洞察問題解決を妨 害することが示されている.彼らは「誰に向けて言語 化を行うのか」という言語化の宛て先を参加者に示し ていないが、具体的な指示がなかった結果として、自 分の思考の整理のために言語化を行った参加者が多か ったのではないかと推察される. 上記の仮説を踏まえ ると, 自分自身に向けて言語化を行った場合には洞察 問題解決が妨害されるのに対して、他者に向けて行っ た場合には妨害効果は生じないことから、言語化を行 うという点は同じ場合でも, 他者に向けた場合に解決 成績が高くなると予測される.

2. 方法

2.1 研究参加者

名古屋大学の学部生・大学院生 66 名が参加した.他 者を意識する程度や使用する言語の性質に関して,所 属する文化集団による差があることが想定されること から,本研究では文化的背景が東アジアにある者のみ を対象とした.参加報酬として、コースクレジットもしくは500円を進呈した.

2.2 課題

練習課題,本課題とも、4 つのピースをマウスで操作し、所定の形を作ることを求めた、練習課題では長方形を、本課題では \mathbf{T} 字を作ることが求められた。

2.3 条件

本課題開始 5 分後に挿入される言語化フェーズにおいて、記述することが求められる内容の異なる 3 条件を設定した. 具体的には、言語化(自己)条件、言語化(他者)条件、統制条件の 3 条件を設定した. 各条件 22 名の参加者がランダムに割り当てられた.

2.4 手続き

全ての条件において、参加者は、本課題に入る前にマウスの操作練習として3分間の練習課題を行った後、本課題を実施した。なお、どの時点においても、実験参加者が「正解に到達した」と判断した場合には、実験者が正解かどうかを確認し、正解であればその時点で本課題を終了し、正解でない場合は引き続き取り組むよう指示した。

本課題開始から 5 分経過時点で、マウスの操作を中断して、指示された内容を日本語で 200 字程度、キーボードで入力するよう求めた. 記入時間は 3 分間であった. 言語化 (自己) 条件では、自分自身の記録のために、先の 5 分間にどのようにして問題を解こうとしたかを記述するよう教示した. 言語化 (他者) 条件では、他の参加者へのアドバイスとして、先の 5 分間でわかったことを書くよう求めた. 統制条件では、先の 5 分間に取り組んだ問題から離れて、最近興味のあることについて記述するよう求めた.

言語化フェーズ終了後、「五角形のピースを垂直においたり、水平に置いたりせず、斜めに置く」というヒントを与えた後、10分間の制限時間で本課題に取り組むよう求めた。本課題終了後に、(1)実験参加以前にTパズルの経験があったかどうか、(2)経験があったとすればそれはいつか、(3)Tパズルの答えを知っていたかどうか、(4)言語化は誰に向けたものであったか、(5)言語化の内容、そして、(6)国籍に関する質問への回答を求めた。

3. 結果

はじめに、実験参加以前にTパズルの経験があったと回答した言語化(自己)条件の3名、言語化(他者)条件の2名、統制条件の1名のデータ

表 1 条件別解決成績

	言語化	言語化	統制
	(自己)	(他者)	形山中山
解決	12	14	15
未解決	4	3	5
計	16	17	20

を分析から除外した.次に、言語化フェーズ前の 5 分のうちに正解に至った言語化(自己)条件の 3 名、 言語化(他者)条件の 2 名のデータも分析から除外 した.これに加えて、言語化フェーズの説明の際に、 不作為にピースが動いてしまった言語化(他者)条 件の 1 名のデータと、言語化フェーズにおいて記述 がなかった言語化(無関連)条件の 1 名のデータを 分析から除外した.言語化フェーズ後の条件別の解 決成績を表 1 に示した.

本研究では、Dienes & Mclatchie (2018) にならい、Bayes factor(以下、BP)をもとに仮説の検討を行った。なお、BFは、セル度数が 0 となる場合を考慮して、各セルに 0.5 を加えた上で算出した。予備的検討(Kiyokawa & Dienes, in press)で得たデータに基づき、事前分布として、SD を 5 とする正規分布を仮定し、BFが 3 を越えるか、1/3 を下回ることを以って仮説の採否を決定した。

まず、言語化の宛て先の影響を検討するために、言語化(自己)条件と言語化(他者)条件の解決成績の比較を行った。その結果、両条件に差は認めらえれなかった(BF=0.25)。次に、言語化の影響を検討するために、言語化(自己)条件と言語化(他者)条件を統合した言語化条件と統制条件における解決成績の比較を行った。その結果、ここでも条件間に差は認められなかった(BF=0.13)。

4. 考察

本研究では、言語化の宛て先を考慮した上で、思考の言語化が洞察問題解決に及ぼす影響を検討した. 具体的には、「他者に向けた言語化を行う際には、メタ認知的モニタリングが促進される」との仮説に基づき、自分自身に向けた言語化を行う場合に比較して、他者に向けた言語化を行った場合に洞察問題解決の成績が高くなると予測した。しかし、言語化の宛て先によって解決成績に差は認められず、仮説を支持する結果は得られなかった。また、Schooler et al. (1993) で示された言語化による妨害効果も認め られなかった.

本研究において仮説を支持する結果は得られなかったものの、言語化の宛て先によって、言語化が洞察問題解決に及ぼす影響が異なるかという点について結論づけるには、さらなる検討を行う必要がある。まず、本研究では、同じ課題を用いた先行研究に比較して、全体的に解決率が高い。これは、言語化フェーズ後にヒントが与えられたことによるものと考えられるが、このことが本来は見られるはずの差を消失させた可能性がある。よって、ヒントを与えない状況で、同様の結果が生じるかどうかを検討する必要がある。

また、言語化の宛て先の操作が十分であったかどうかについても、再度検討の余地がある. すなわち、本研究ではその場にいない他者に向けてアドバイスをするという形で言語化を求めていたことから、他者を意識するには十分な状況設定ではなく、そのために宛て先による効果の違いが生じなかった可能性がある. より他者を意識しやすい状況を作った上で再度検討を行う必要がある.

さらに、Schooler et al. (1993) で示された言語化による妨害効果が得られていない点についても検討を行う必要がある. Schooler et al. (1993) と本研究は、用いられている課題や、参加者の使用言語など複数の点で異なっている. よって、どの要因が結果に影響したのかを現時点では特定することは出来ないが、一つの可能性としては、参加者の使用言語の影響が指摘できる. この点について明らかにするために、同じ課題・手続きを用いて、使用言語の異なる参加者を対象とした検討を行う必要がある.

5. 謝辞

東京大学の植田一博氏にパズルのプログラムの使用を許可いただいた. ここに謝意を記す. 本研究は科研費 (基盤研究 (C) JP17K04350) の助成を受けた. また, 本研究は, https://osf.io/tzf8g/に登録されている.

文献

- [1] Dienes, Z. & Mclatchie (2018). Four reasons to prefer Bayesian analyses over significance testing. *Psychonomic Bulletin & Review*, *25*, 207-218.
- [2] Kiyokawa, S. & Dienes, Z. (in press). Getting insight by talking to others – Or loosing insight by talking too

- much? In A. K. Goel, C. M. Seifert, & C. Freksa (Eds.) Proceedings of the 41st Annual Conference of the Cognitive Science Society. Montreal, QB: Cognitive Science Society.
- [3] Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, 10, 151-177.
- [4] Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.) Metacognition. MIT Press. Pp. 1-25.
- [5] Okada, T. & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21, 109-146.
- [6] Schooler, J. W., Ohlsson, S. & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 166-183.
- [7] Shirouzu, H., Miyake, N. & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, 26, 469-501.
- [8] 植田一博・丹羽清 (1996). 研究・開発現場における協調 活動の分析―「三人寄れば文殊の知恵」は本当か? 認知 科学, 3, 102-118.

話者による注視の発話ターン制御機能と 発話の基盤化アクトについて

Speech Turn Organization Function of Gaze and Grounding Acts in Triad Communication

馬田 一郎[†], 伊集院 幸輝[‡], 加藤 恒夫[#], 山本 誠一[#] Ichiro Umata, Koki Ijuin, Tsuneo Kato, Seiichi Yamamoto

[†]KDDI総合研究所,[‡]産総研,#同志社大学 Cognitive Science University, JCSS Corporation jcss@jcss.gr.jp

概要

発話ターン制御に注視行動が果たす機能について、 発話の基盤化アクト毎に注視行動の分析を行った。言 語能力が与える影響を詳細に比較する目的で、母語 3 人対話と第2言語3人対話の注視行動を比較した結果、 両言語条件に共通して ack 発話では現話者から次話者 への注視量は他の基盤化アクトに比べ低くなることが 観察された。これは ack 発話では、基盤化だけを行い それ以外の新規情報を提示しないため、現話者の次話 者の選択権限が低くなるためと考えられる。

キーワード: 視線, 発話ターン, 基盤化アクト, 多人数対話, 言語能力

1. はじめに

注視行動は、マルチモーダルインタラクションにおい て感情の表出、社会的コントロールの行使、発話の情 報構造のハイライティング、発話ターンの調整など、 重要な役割を果たすことが観察されている(Argyle, Lallijee, & Cook, 1968; Duncan 1972; Holler & Kendrick 2015; Kendon 1967)。中でも、発話ターンとの関係につ いては早くから分析が行われており、母語での二人対 話における発話ターン調整機能(Kendon 1967; Argyle, Lallijee, & Cook, 1968; Duncan 1972)を示した研究や、多 人数対話において同様の機能を確認した研究(Rosano, 2013; Jokinen, Furukawa, Nishida, & Yamamoto, 2013; Holler & Kendrick, 2015; Yamamoto, Taguchi, Ijuin, Umata, & Nishida 2015; Ishii, Otsuka, Kumano, Matsuda & Yamato, 2013; Ishii, Otsuka, Kumano & Yamato, 2016; , Auer, 2018; Ijuin, Umata, Kato & Yamamoto, 2018)が行われている。 さらに、注視の発話ターン調整機能は、聞き手から話 者への注視量や現話者から次話者への注視量が第2言 語でより多いことから、第2言語でより顕著であるこ とも示されている(Yamamoto, Taguchi, Umata, Kabashima & Nishida, 2013; Umata, Yamamoto, Ijuin, Nishida, 2013; Yamamoto, Taguchi, Ijuin, Umata & Nishida, 2015; Ijuin, Umata, Kato & Yamamoto, 2018).

しかし一方で、注視がコミュニケーションで果たす役割は、会話の場面によって異なってくることも示されている (Kleinke 1986; Holler & Kendrick, 2015; Kendrick & Holler, 2017; Rosano, 2013; Rossano, Brown, & Levinson, 2009; Stivers & Rossano, 2010)。注視行動はコミュニケーションの文脈の影響を受けるため、発話中の注視行動を分析する際には発話のコミュニケーション機能を考慮することが重要である。本研究では、基盤化アクトの観点に基づく発話の機能分類に着目し、発話の機能と注視の発話ターン調整機能との関係、およびこの関係と言語能力との関係について分析を行う。

2. 分析手法

本研究では、母語および第2言語による3人対話コ ーパス(Yamamoto, Taguchi, Ijuin, Umata & Nishida, 2015 参照)に、基盤化アクトタグを付与したデータを用いた 日本人学生 3 人 20 組(全 60 人、年齢: 18-24 歳)による 対話データについて分析を行った。本分析では、好き な食べ物について話すなど、参加者間で共通の結論を まとめる必要のない自由対話と、「無人島に何を持って いくか」などを決める、いわゆるサバイバル課題会話 とを対象とし、日本語会話と第2言語である英語会話 における注視傾向を比較分析した。データ収集と処理 に際して、注視行動の計測にはナックイメージテクノ ロジー社製 EMR-9 視線検出装置を用い、発話区間切り 出しおよび発話機能ラベリングにはアノテーションツ ール ELAN を用いた。基盤化アクトに基づく発話の機 能分類については、Traum の体系(Traum, 1994)に基づ いた下記の基盤化アクト分類に従い、訓練を受けた作 業者1名がアノテーションを行った(図1参照)。ただし、 データ中には ack と init の両方の機能を 1 発話で兼 ね備える場合が多く見られたため、このような発話の 基盤化アクトラベルを ack init とした。

- init (始動): 談話ユニット(DU) を構成する最初 の発話
- cont (継続): 同じ話し手によってなされる直前 の発話の継続
- ack (承認): 直前の発話の理解を主張する発話・ repair (修理): DU の内容の変更
- · reqRepair (修理要求): 他者による修理の要求
- ・ reqAck (承認要求): 直前の発話に対して承認を 要求
- cancel (キャンセル): init したが ack を待たず、その DU を放棄
- · *ack_init* (承認_始動): *ack* と *init* 両方の機能を同時に持つ発話

作業者は録画データと発話書き起こしを参照し、ELAN を用いて全ての発話に基盤化アクトタグを付与した。以下では、出現頻度の極めて少ない基盤化アクト分類を除外し、init, cont, ack, ack_init の4カテゴリについて、量的分析を行った。

3. 分析: ターン推移前の発話における、現話者から次話者への注視

発話ターン推移直前の発話における現話者から次話者への注視量について、言語能力要因として母語 (L1)/第二言語(L2)、基盤化アクト要因を *init*, *cont*, *ack*, *ack_init* の 4 カテゴリとし、以下の仮説に基づき分散分析を行った。

仮説: 基盤化だけを行いそれ以外の新規情報を提示しない *ack* 発話では、現話者の次話者の選択権限が低くなり、その結果現話者から次話者への注視量は他の基盤化アクトに比べ低くなる

分析の結果、言語と基盤化アクトの両要因において有意な主効果がみられた(言語: Language: $F_{0,18}$) = 25.441, p = .000, SS = 0.262, MS = 0.262; 基盤化アクト: $F_{3,54}$) = 10.355, p = .000, SS = 0.350, MS = 0.117)が、交互作用は有意ではなかった。多重比較の結果、 ack と cont (p = .002, 平均の差: -.078)、および ack と ack init (p = .000, difference in averages: -.133)の間で有意な差がみられた。

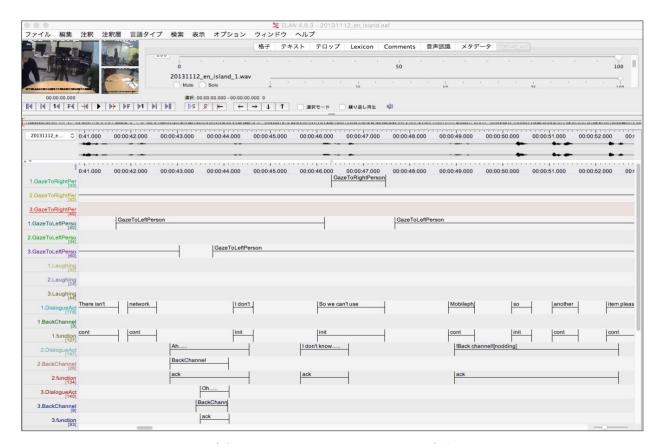


図1 ELAN のアノテーション画面

4. 結果と考察

基盤化アクトについての仮説については、init 発話 と ack 発話の間を除く全ての基盤化アクト間で支持 された。ack Int に比べ ack で 現話者から次話者への 注視が両言語に共通して少ないのは、自然な結果と言 える。ack 発話は、前話者の発話内容を基盤化する発 話であり、基盤化した上で新たな発話を行う ack Int の 場合と比べ、現話者の次話者選択における権限が低く なっていると考えられる。cont と比べても ack で現話 者から次話者への注視が少ないのは、発話ターンを長 く維持していることにより、現話者の次話者選択権限 が上がっている、と考えられる。init と ack の間で有 意差が見られなかった原因は明らかではないが、新た な情報が提示されたばかりの init 発話ではまだ会話 の流れが確立されていないため、次話者選択の権限も それほど高くなっていない、という可能性が考えられ る。

また、現話者から次話者への注視量は L2 の方が L1 よりも全体に大きいという先行研究での結果(Ijuin, Umata, Kato & Yamamoto, 2018)は再確認されたものの、言語要因と基盤化アクト要因の交互作用が有意でなかった。

このことから、次話者選択において注視が果たす役割は ack において cont および ack init よりも減少していること、および対象とした 4 つ全ての基盤化アクトカテゴリにおいて母語では第二言語より低くなっていることが示されているが、ack 発話において注視の次話者指定機能が低下する程度については、両言語条件で同様であると考えられる。

上記の分析の結果、注視の発話ターン調整機能は発 話のコミュニケーション機能に影響される可能性が示 された。このことは、例えば注視情報を含むマルチモ ーダルデータに基づく次話者の推定や、インタラクテ ィブインタフェースにおけるエージェントやロボット の設計などにおいても、コミュニケーション機能の影響を考慮する必要があることを示唆しており、今後の インタラクション支援研究などにも重要な知見である と考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、注視行動が発話ターン制御に果たす機能について、言語能力要因を考慮しつつ、発話の基

盤化アクト毎に注視行動の分析を行った。分析の結果、言語能力の高低に関わらず、基盤化だけを行い それ以外の新規情報を提示しない ack 発話では、 現話者から次話者への注視量は他の基盤化アクトに 比べ低くなることが示された。

なお、本研究では会話データにおける現話者・次 話者の注視行動を事後的に分析している。従って、 現話者の意図した受け手が次話者となっているのか は明らかではない。現話者による次話者選択と発話 の受け手、という視点を分析に取り入れていくこと は今後の課題である。

6. 謝辞

実験およびデータ処理にご協力いただいた同志社大学情報システムデザイン学科、インテリジェント情報工学科の学生諸氏、示唆に富むコメントをいただきました査読者の方々に深く感謝致します。

7. 参照文献

- [1] Argyle, M., Lallijee, M. & Cook, M. (1968). The effects of visibility on interaction in a dyad, Human relations, 21, pp. 3-17.
- [2] Auer, P. Gaze, addressee selection and turn-taking in three-party interaction. (2017). In: InLiSt -Interaction and Linguistic Structures, No. 60, August 2017, URL: http://www.inlist.uni-bayreuth.de/issues/60/index.ht m
- [3] Duncan, S. (1972). Some Signals and Rules for Taking Speaking Turns in Conversations. Journal of Personality and Social Psychology 23, pp. 283–292.
- [4] ELAN. http://www.lat-mpi.eu/tools/elan
- [5] Holler, J., & Kendrick, K. H. (2015). Unaddressed participants' gaze in multi- person interaction: optimizing recipiency. Frontiers in psychology 6, Article 98 (Feb.2015), 14 pages. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00098
- [6] Ijuin, K., Umata, I., Kato, T., & Yamamoto, S. (2018). Difference in eye gaze for floor apportionment in native- and second-language conversations. Journal of Nonverbal Behavior 42, pp. 113–128.
- [7] Ishii, R., Otsuka, K., Kumano, S., Matsuda, M., &

- Yamato, J. (2013). Predicting next speaker and timing from gaze transition patterns in multi-party meetings. Proceedings of the 15th ACM on International conference on multimodal interaction (ICMI '13). ACM, New York, NY, USA, pp. 79-86. DOI: https://doi.org/10.1145/2522848.2522856
- [8] Ishii, R., Otsuka, K., Kumano, S., & Yamato, J. (2016). Prediction of Who Will Be the Next Speaker and When Using Gaze Behavior in Multiparty Meetings. ACM Trans. Interact. Intell. Syst. 6, 1, Article 4 (May 2016), 31 pages. DOI: https://doi.org/10.1145/2757284
- [9] Jokinen, K., Furukawa, H., Nishida, M., & Yamamoto, S. (2013). Gaze and turn-taking behavior in casual conversational interactions. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems 3, 2, 12.
- [10] Kendon, A. (1967). Some functions of gaze-direction in social interaction, Acta Psychologica, 26, 22-63.
- [11] Kendrick, K. H. & Holler, J. (2017). Gaze direction signals response preference in conversation. Research on Language and Social Interaction 50, 12–32.
- [12] Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: a research review, Psychological Bulletin, 100, 78-100.
- [13] Rossano, F. (2013). Gaze in conversation. The handbook of conversation analysis. Stivers, T. Sidnell, J. (Ed.). Wiley-Blackwell, Malden, MA, pp. 308–329.
 - https://doi.org/10.1002/9781118325001.ch15
- [14] Rossano, F., Brown, P., & Levinson., S. C. (2009).
 Gaze, questioning, and culture. Cambridge
 University Press, pp. 187–249.
 https://doi.org/10.1017/CBO9780511635670.008
- [15] Stivers, T. & Rossano, F. (2010). Mobilizing response. Research on Language & Social Interaction 43, 3–31.
- [16] Traum, D. (1994). A computational theory of grounding in natural language conversation. PhD thesis, University of Rochester.
- [17] Umata, I., Yamamoto, S., Ijuin, K. & Nishida, M. (2013). Effects of language proficiency on eye-gaze

- in second language conversations: toward supporting second language collaboration, Proceedings of the international conference on multimodal interaction (ICMI2013), (pp. 413-419).
- [18] Yamamoto, S., Taguchi, K., Ijuin, K., Umata, I., & Nishida, M. (2015). Multimodal corpus of multiparty conversations in L1 and L2 languages and findings obtained from it, Language Resources and Evaluation, 49, 857-882, DOI: 10.1007/s10579-015-9299-2.

「家の中」の人工物をめぐるアレンジメントを家族構成の間で比較する: 冷蔵庫の長期継続・家庭訪問調査を通した検討

How did they use a refrigerator?: Comparison of *socio-technical arrangements* inside the home between households by single, couple-only, or multi-generational families.

田中 伸之輔[†], 原田 悦子[†], 須藤 智[‡] Shinnosuke Tanaka, Etsuko T. Harada and Satoru Suto.

> [†]筑波大学,[‡]静岡大学 [†]University of Tsukuba, [‡]Shizuoka University tanaka@tsukaiyasusa.jp

概要

最新式冷蔵庫を高齢者居住家庭(独居, 夫婦のみ, 3世代同居世帯)に設置し, 3か月間にわたって継続利用する様子を観察する家庭訪問調査を行った. その結果、冷蔵庫という極めて単純な人工物であっても利用困難が生じうることが示された. 加えて, 新しい冷蔵庫と利用者間の相互作用は家族構成間で異なっており, その差異は「家の中」の人や人工物が構成する, 社会-技術的アレンジメントに立ち現れていることが示された.

キーワード:人一人工物間相互作用,家庭訪問調査,継続利用調査,認知的加齢,社会-技術的アレンジメント

1. はじめに

人が人工物を「使う」という活動は、単純な操作のみで生起するものではなく、社会・技術的アレンジメント (sociotechnical arrangement) の構築がなされることによって初めて可能になると考えられている (上野・ソーヤー・茂呂、2012). したがって、何らかの新しい人工物が導入される際に社会・技術的アレンジメントの再構築が引き起こされ、その有様を検討することによって、当該の人工物にかかわるアレンジメントが有する要件を観察・分析することが可能になる.

こうした社会技術的視点から行われる人工物研究はこれまで、公共空間あるいは公的空間によって用いられる人工物が対象であった(Suchman, 1994;上野・田丸, 2002等). 当然ながら、人の生活においてもう一つ重要な存在である「私的空間」においても、人工物は利用され、それを可能にするために社会技術的アレンジメントが構築されているはずである. しかし、私的空間におけるアレンジメントはその個別の差異が大きく存在するのではないかと予想されること、また検討を行うためのデータ入手(プライバシー保護という意味から)の難しさから、これまで研究がなされてこなかったものと考えられる.

近年、IoTの技術的進化に伴い、さまざまな自動的・ 継続的なデータ収集が可能になり、とりわけ家電など の人工物デザインにおいても、そうした情報から新たなサービス構築へ繋いでいくことができるのか、模索が始められている。こうした技術は一定の前提条件をみたせば、これまで困難であった私的空間における継続的なデータ収集を可能とするという意味においても魅力的な技術である。こうした新しい技術によって「家の中」に新奇な人工物が導入される際に生じるアレンジメント再編成過程を観察し、既に家に存在する人工物や家族、生活習慣との間にどのような人一人工物間相互作用を生みだすのか、検討可能な状況が近づきつつあるといっても過言ではない。

Tanaka, Sugimoto, Koyama & Harada (2017) /t, 「家の中」での人一人工物間相互作用の検討の一環と して、基礎化粧品を対象に継続利用を基盤とした家庭 訪問によるユーザビリティテストを実施した。この調 査では、高齢女性12名(化粧品への関心が高い)低い参 加者6名ずつ)に対し、2週間自宅での基礎化粧品継続 利用を求め、2週間経過後に家庭訪問し、「いつも使っ ている場所」で基礎化粧品を利用する様子を観察した。 その結果, 化粧品への関心が低い参加者は, 化粧品を一 か所(洗面台)にまとめて保管しており、ごく短時間で 集中的に利用していたのに対し、化粧品への関心が高 い参加者は、基礎化粧品をそれぞれが工夫した持ち歩 き用の容器(カゴ,化粧箱など)に入れて保管,利用時 にテレビの前などくつろげるスペースに基礎化粧品を 移動させ、長時間かけて利用する様子を観察した。新奇 な基礎化粧品の利用方法は、当該活動への関心の高低 で大きく異なることが明らかになると共に、既に「家の 中」に存在していた各参加者の生活習慣としてのアレ ンジメントによって, その利用法が大きく方向づけら れていることが示された。

この調査で用いた基礎化粧品は原則としてその利用 が家の中に限定されているものの、持ち運びが容易で あり、かつ、持ち主=利用者として一人に固定される人 工物であった。その一方で、「家の中」には、動かすこ とが難しい人工物も多々存在し(例: テレビ, エアコン, オーブンレンジ等), またそのような人工物の多くは家族で共用するという特性を持っている。このような人工物は, その周りに人や他の関連する人工物が集まり, その利用についての交渉, 調整が行われる(どのテレビ番組を見るか, エアコンの設定温度を何度にするか, リモコンをどこに置くか等)ことが推測される。

そこで本研究では、動かすことが難しく、家族が共同で利用する人工物として冷蔵庫を取り上げ、新奇な冷蔵庫を導入することにより、冷蔵庫が「家の中」でどのような人一人工物間相互作用をもたらし、またそこにどのような社会技術的アレンジメントが存在するのかを検討することを目的として継続的な利用実験調査を行った。

その際,2つの観点に注目した。1つは,冷蔵庫という人工物が,通常,極めて単純な使われ方がなされ,自らが「操作している」という意識が薄い人工物である点である.しかしそうした人工物が,「新奇な機能や新しい使われ方の提案」を有するとき,人はどのようにしてそうした新しい人工物利用を可能とするアレンジメントを構築しているのであろうか.また,特に新奇人工物の利用が苦手とされる高齢者では,そこでどのような使いやすさ上の問題が発生しているのであろうか.こうした問題は通常行われるユーザリティテストなどの方法論では検討不可能な問題と考えられ,長期継続的な利用とその家庭訪問調査ならではの「利用上の問題の有無の検討」が可能と考えられる。

もう1つの観点は、冷蔵庫という人工物の利用目的、 利用方法が、どのような社会技術的アレンジメントの 中から生じ、そこにどのような差異が生じているかと いう観点である。先述のように基礎化粧品の研究では、 基礎化粧品に対する関心の高低が大きな影響を与えて おり、さらに興味高群の人の背景には、母や娘、友人と、 化粧品や美容機器の情報を交換しあうネットワークの 存在があり、人工物(化粧品)への関心を強めていた。 また、関心が高い参加者の1名へこれまでの化粧品利 用履歴をインタビューした際、夫の転勤で引越しがあ り、今まで化粧品を購入していた百貨店が自宅から遠 くなってしまったことで, 化粧品ブランドを変更し, 購 入方法も通販に切り替えたと発話していた. これより, 参加者の人工物に対する関心や、どの人工物を利用す るかという選択は、利用者を取り巻く、家族や友人、人 工物,居住地,会社等のつながり方(布置)の影響を強 く受けていることが分かる。このことは、人工物を利用 する際のユーザにとっての利用動機や利用方法が、利用者の社会・技術的アレンジメントの中で生じる(上野・ソーヤー・茂呂、2012)と捉えることが可能であろう。 そこで本研究においても、人工物と人とが織り成す社会技術的アレンジメントに着目し、家の内外に存在するネットワークがどのように冷蔵庫の利用を現出させているかを検討していきたい。

以上,2つの観点を検討するために,まず,本研究では,主たる利用者として「健康な高齢者」を対象として、研究参加者を募集した.加えて,家族構成の差異(独居高齢者世帯,夫婦のみ世帯,3世代同居世帯)を比較の軸としてとりあげ,合計6組の継続的利用の調査分析を行った。家族構成を取り上げた目的は、先述の第1の観点から、人工物利用困難が発生していた場合に、同居家族、特に下位世帯(子・孫)の存在が学習の資源になるか(Mori & Harada, 2010)を検討するために3種類の世帯を比較する。第2の観点から、家族成員が異なることが予想される家族構成を比較することで、その差異と冷蔵庫利用の関係性を検討できるのではないかと考え、比較を行う調査を行った。

2. 方法

方法概要 研究協力者宅 6 世帯に新しい冷蔵庫を設置し、2018年6~9月の3ヶ月間、冷蔵庫を利用する様子を継続的にカメラで記録した(音声除く). 併せて主観評価やインタビューを行った.

実験参加世帯 筑波大学みんなの使いやすさラボに 登録する会員(約200世帯)へ郵送調査を行い,同居 家族構成や現在利用中の冷蔵庫の型番等を調査しながら,調査への参加可能性があり,自宅への常置カメラ設置に同意が得られた会員を抽出した.さらに.事前打合せを行うことにより,新しい冷蔵庫を設置するスペースを確保でき,かつ同居家族が調査参加に同意した6世帯を調査参加世帯とした(独居高齢者1世帯,夫婦のみ高齢者4世帯,3世代同居1世帯.詳細は表1).

実験対象人工物 520L の冷蔵庫 (図 1)

記録装置 3つのカメラを設置した (詳細は表 2).

手続き 同居家族全員に調査内容やカメラについて 説明し、個別に同意書を取得した. 新冷蔵庫利用を観察 する前に、既存の冷蔵庫の利用状況を確認するため、1 週間にわたって既存の冷蔵庫利用場面のデータを取得 した. その後、新冷蔵庫を搬入し、簡単なユーザビリテ 息子夫婦/孫

妻の母

表1参加者と同居家族の詳細

世帯ID 1 2 3 4 5 6
家族構成 OF(妻:68) OF(妻:70) OF(妻:72) OF(祖母:71) OF(本人:75) OF(妻:68)
OM(夫:73) OM(夫:73) OM(夫:84) OM(夫:72)
CM(娘婿:51)
CF(娘:43)
GM1(孫長男:18)
GM2(孫次男:15)
GF(孫長女:13)

別居家族 娘夫婦/孫 娘夫婦/孫 息子夫婦/? 娘夫婦/孫 息子夫婦 息子夫婦/孫

娘夫婦/?

→ 製氷室 冷凍室 野菜室

図1 実験対象人工物

表2参加者宅に設置したカメラ(3台)の詳細

	1)	2	3
 カメラ機種	スマカメ180 CS-QV60F	I-O DATA Qwatch TS-WRFE	<u>自作カメラ</u>
録画のON/OFF	動作を検知すると録画開始	タイマー録画(7:00-22:00)	動作を検知すると録画開始
設置場所および	冷蔵庫の対面に設置し	冷蔵庫の対面に設置し	冷蔵庫の上に設置し
カメラアングル	正面から利用行動を記録	正面から利用行動を記録	真下に向けたアングルで記録
映像以外の記録	_	<u> </u>	冷蔵庫の開閉口グを記録

ィテスト実験を行った. 録画済みデータを抽出するために2~3週間に一度参加者宅を訪問し,冷蔵庫内の写真を撮影した. その際,主たる利用者(高齢女性)に対して簡単なインタビューを行った. 新冷蔵庫利用開始から1週間後および最終日(3か月後)の2回,30分程度の詳細なインタビューを行った.

3. 分析方法

今回の分析は3段階にわたって進行した.第1段階(マクロな分析)では,1)日誌,2)開閉ログデータ,3)データ回収時に撮影した庫内写真データ(約2週間に1回撮影)に基づき,3か月間の庫内食品の変化や,利用回数の推移をまとめた.この分析により,利用開始から3週間経過後に冷蔵庫内にある食品種類や置き場所が安定する可能性が示された.

第2段階(マイクロな分析)では、「典型的な1日の 冷蔵庫利用」として、各家庭での3週間経過後の1日 を暫定的に取り上げ、1日分すなわち0:00から24:00ま での全世帯の冷蔵庫利用行動を分析者1名が観察した. その際,1回の開閉について「冷蔵庫利用時刻」,「利用者」,「開閉した扉種類(冷蔵室,冷凍室小等),「食品を出したか,入れたか,出し入れをしていないか(出し入れした場合は品目を分かる限り記載)」「利用場面の種類(朝食調理,夕飯後の片づけ等)」,「特徴的なエラー」をカテゴリー化し,世帯間での比較を行った.

第3段階として、上述マクロ・マイクロ分析の内容を解釈するために、1週間後および3か月後のインタビュー内容を分析者1名が聞き、結果に加えた.

以降では上述した質的分析プロセスによって得られた結果について、世帯ごとに記述する. その際、分析結果とその基となったデータの対応関係を記載した. 例えば、写真データ(1週間後)から得られた結果であれば"pict_lw"、ビデオデータであれば"video"、インタビューデータ(1週間後)であれば、"int_lw"という表記法で対応づけを記載した.

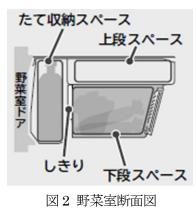




図3参加者から見た野菜室

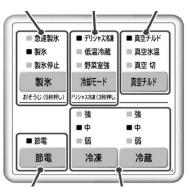


図4庫内操作パネル

4. 結果 1:独居世帯 (ID5) に見られた冷蔵 庫を取り巻くアレンジメント

インタビューから得られた情報より, ID5 の家族構成 や生活習慣をみると, 独居高齢者である本人が, ほぼ毎日調理を行っていた. 自宅の庭でブルーベリーや大葉, ネギなどを育てており, 調理にこれらの野菜を利用することがあった.

①人工物利用困難 人工物利用困難として、マニュ アルの理解困難が示された、例えば、マニュアルに記載 された野菜室断面図(図2)の内的イメージは回転させ て、参加者自身が見ている冷蔵庫の見え方(図3)と対 応づけることが必要であった. しかし, それが参加者に とって難しかったために、「この冷蔵庫にはマニュアル に記載されている"たて収納スペース"がない」と認識 するという, 誤学習が発生していた(根拠データ int 1w: 説明書の表紙を見ると、2つの型番が書いてあ るため、1 つの説明書で 2 つの機種について説明して いると思うという内容を参加者が説明した後で、「ただ 機種が違うので、あれ?これついてないよなってかん じ」と発話、実験者が「あれこの機種にはついてない な?っていうのはどのあたりなんですか」と質問、「野 菜室のところに、縦にこうあるっていう風に書いてあ ったんだけど」と発話し、該当箇所を探し「これ」と縦 収納スペースを指さした。その後, 実験者が話をまとめ 「この縦収納スペースが、今のところはないだろうと、 この機種にはないんじゃないかってことですね?」と 確認し、参加者は「そう」と発話した).

さらに、冷蔵室内操作パネルの機能理解困難も示された. 例えば、冷蔵庫内に取り付けられた操作パネル(図4)に記載された機能(特に"デリシャス冷凍", "低温冷蔵", "野菜室強")について、どのような機能であり、どの庫内に作用するのか、3か月たってもわか

らないという理解困難が発生していた(根拠データ int_1w:参加者が操作パネルを指さしながら「これがな かなかね、理解できなくて」と発話、その後、冷蔵室内、 真空チルド室を指さしながら「これを止めるとか」、「温度調節とかそういうのはできないのかなとか、 それは 感じますね」と発話し、「なんか取説になんか書いてあったような気がしたんだけど、それってどこですれば いいのって感じだったんだけど」と発話した. int_3m: 操作盤のインタビュー時、デリシャス冷凍メニューについて「それが、説明、私はよくわかんなかった」と発話していた).

また、冷凍庫小の機能が冷凍室なのか、チルド室なの か機能概念が混乱する様子も見られた。例えば、3か月 後のインタビュー時、冷凍庫小と大の機能に違いはあ りますかと尋ねた際、「温度差があるっていう風に (マ ニュアルに) 書いてあるから, パンみたいなものがいい かなと思ったんですよ、あんまり凍らないで、それが同 じように凍っちゃうんですよね. その調節が、 どこでや るかはわからないので、そのままにしといて、前の冷蔵 庫の時に、逆に言ったら、これを全然凍るもの使わない で、普通のものに使ってました、味噌とか、ここ冷凍だ よっていうから、したんだけども差がないの、っていう <u>テキストには書いてあったの、みんな凍っちゃう</u>」と発 話した。この発話の前半では、冷凍室大と小の間に温度 差があるとマニュアルに書いてあったと発話しており、 冷凍庫小を冷凍よりも温度が高いチルドに近いものと して理解していた。しかし後半では、ここ(冷凍室小) が冷凍であり、大小間で温度には差がないとテキスト に書いてあったと発話しており、 両概念の混乱が見ら れていた。

加えて、上記のような概念の混乱の結果として、本来 冷凍しない食品(冷やし中華麺,うどん)を冷凍室小に 入れてしてしまうなど、誤った利用方法を繰り返した (1週間後に撮影した写真データでは冷やし中華麺が、 2週間後のデータではうどんが冷凍されていた(pict_1w, 2w)。そのことについてインタビューで質問すると「なんだかカチカチになっちゃうのよね」と答えていた)。

このような混乱の背景には、発話中盤に現れた「前の冷蔵庫」があると推測される。この参加者が調査開始前に使っていた冷蔵庫(旧冷蔵庫)は、冷凍室小が"機能切替え室(チルド室、冷凍室、冷蔵室を切り替えて使える場所)"であったが、参加者はこの切り替え室が何の機能に設定されているかわからないまま利用していた。旧冷蔵庫購入から数年後、切り替え室とは異なる場所で不調がみられたためサービス担当者を呼んだところ「切替え室はチルド室になっているようだ」と教えてもらった。しかし、チルドがどのような機能で、何を保存すればよいか十分には分からないまま、調査開始時まで利用していた。このような「冷凍庫小は何の機能を担っているかわからない」という旧冷蔵庫での経験が、新冷蔵庫の学習に負の影響を及ぼしたと考えられる(旧冷蔵庫についての説明は、int_3mを要約記載)。

このように、情報機器などと比べると機能が少なく、 利用方法も限定的な冷蔵庫でさえ、マニュアルや機能 の理解困難が発生しうることが示された.

②冷蔵庫の利用方法 ビデオデータの観察結果を報告する. 朝食時には,飲み物に氷を入れることにのみ冷蔵庫を利用していた. 昼食時はフタつきのプラスチック容器に入った食べかけの(昨日の残りと推測される)そうめんと,保存容器に入った野菜の漬物を冷蔵室から出して食卓へ運んでいた. 昼食後には冷凍していた(誤学習により冷凍してしまっていた)うどんを冷凍室小からとりだして解凍し,夕食時には保存容器に入った野菜の漬物と共に食卓へ運んでいた. さらに,夕食後にはポテトサラダを調理し,冷蔵庫に保管する行動も見られており,翌日以降食べる予定のものと推測された.

ビデオデータの分析からは、独居高齢者が作ったものを一度には食べず(食べきれず)、複数回に分けていること、冷蔵庫を中期的保管庫(1日~数日)として利用していることが示された.加えて、インタビュー調査データより、冷凍庫を長期保存庫(数週間から1ヶ月)として利用していることも示された(根拠データint_3m:冷凍室大について「冷凍は、いま必要ないものを入れているっていう、収納としてなんですけども、魚とか.それから、冷凍でも使わないものと使うものと区分けしている」と発話し、最上段引き出しは比較的よく使うもの、それ以下の引き出しは、あまり使わないもの

と内部を指さしながら説明した. pict_1w-3m:全く同じ食パンや茹でた野菜が数週間から数か月間,冷凍庫の中に保管されていた). このように,独居高齢者は冷蔵庫を中・長期的な保管庫として利用していることが示された. このような冷蔵庫の利用方法は,1回では料理を食べきれないことや(そうめんの事例),調理作業を最小限にするよう生活全体が構築されていること(保存容器を多用し,まとめて一定量の食品を調理する,野菜の漬物やポテトサラダの事例)という,家の中のアレンジメントが生み出したものと推測される.

5. 結果 2:3 世代同居世帯(ID4)に見られた冷蔵庫を取り巻くアレンジメント

インタビューから得られた情報より,ID4の家族構成や生活習慣を見ると、この世帯は、主たる家事の実施者である祖母、フルタイムで働いている娘、フルタイムで働いている娘婿、高校3年の孫長男、高校1年の孫次男、中学1年の孫長女から構成されていた。調理家事は祖母と娘が分担しており、朝・夕食は祖母が、孫の昼食(お弁当)は娘が担当していた。自宅の庭で野菜を栽培しており、調理に利用されることがあった。

①人工物利用困難 インタビュー調査の結果より, 独居世帯同様の利用困難 (操作パネルの機能理解困難) が指摘された(根拠データ int 3m: 真空チルドメニュ 一について「説明書を見て面白そうだと思ってやり始 めたんだけど(機能差が理解できず)結局元(初期設定) に戻った」、メニューの差について「目に見えたもの(変 化) はなかった」と発話し、機能差の不明瞭さに言及し た). しかし、それ以外の利用困難は報告されなかった。 このように、利用困難が少なかった背景には、子・孫世 帯が高齢者の学習を支援していたことがあると推測さ れる. 例えば、インタビュー調査より、学校に持ってい く水筒に氷を入れるため、"急速製氷"機能の使い方を 学習した孫 (GM1) が、その内容を高齢女性 (OF) と 共有するなどの報告がされており, 孫が重要なサポー ト源になっていたことが示唆された(根拠データ int 3m: 操作パネルを指さしながら「ここはね, 氷でし ょ, だから, GM1 がね, やってた. 試しに. これした らどうかな、あれしたらどうかなって。だから上(急速 製氷)と下(製氷停止),一番下は使ってないの」と発 話, さらに, 操作盤メニューについて, 変更した結果ど うなるか聞いたのは製氷モードだけであり、 孫は製氷 ボタンしか関心がなかったと説明した)

②冷蔵庫の利用方法 3 世帯同居世帯では冷蔵庫を 基本的には短期的貯蔵庫として利用していた。すなわ ち、主に家事を行っている高齢女性(OF)が、昼間に 購入した食品(生鮮食品)を夜まで保管しておくための 一時的保管庫として利用していたのである(根拠デー タ int 3m: 冷凍室のインタビュー中「料理を作って余 った物を保管することはしないか」と実験者が尋ねた ところ「余らない、みんな使っちゃう…中略…だから、 1回分しか買わないから、6人いるから切り身でも6切 れとか」と発話した. さらに、冷凍室に入っていた肉も 長期保存のためではなく「このお肉でも、今日夜使おう かなと思って、一時、一時的に入れる」と発話した. ま た「お料理して、3日分なら、3日分だけここ(冷蔵室) に (ためておく) ということはない」、「(その日に作っ たものは) 基本的に残らない」とも発話していた)。調 理を最低限にするよう生活を構築した独居世帯とは異 なり、食事量の多い孫に対応するため、その日のうちに 食品を使い切るよう生活を構築しており、このような 生活環境の違いが、冷蔵庫の利用方法の差異を生んだ と考えられる。

その一方で、中期的貯蔵庫として利用するスペース も存在していた(1)娘が孫の弁当を作るために必要な 冷凍食品を保管する冷凍室大スペース, 2)「おばあちゃ ん専用」として利用されている、冷蔵室の最上段スペー スの2か所)。前者は冷凍食品の安売り日(火曜日)に 祖母が冷凍食品をまとめて購入し、購入したものを娘 がお弁当のおかずに利用するため、1週間程度保管され る場所として利用されていた (int 3m データより)。後 者は、孫が無断で食品を食べないよう、家族全員で相談 して生まれたスペースであり、独居高齢者の冷蔵室(全 体) と似た機能を有していた (根拠データ int 3m:娘 や孫が食べるヨーグルトと、祖母専用の納豆、ヨーグル トは分けてあり、後者は祖母スペースに置かれている. 祖母専用のヨーグルトは数日かけて食べられる)。 高齢 女性は冷蔵室を「家族と共用の短期貯蔵庫(上から2段 目以下)」,「専用の中期貯蔵庫(最上段)」の両面から利 用していたといえよう。

③冷蔵庫の管理方法 家族成員の多い 3 世帯同居世帯を分析したことで明らかになった観点として,冷蔵庫のユーザが,オーナーユーザ(貯蔵した食材を調理に利用したり,買い物により食材を補充したりするなどの管理を行う,冷蔵庫のメインユーザ:高齢女性(OF)と娘(CF))とゲストユーザ(冷蔵庫の中にあるものを出して使うだけで,冷蔵庫の維持・管理は基本的に行わ

ないユーザ: 娘婿 (CM) と孫 (GM1, GM2, GF)) に分 けられることが示された (ビデオデータより考察)。ゲ ストユーザの特徴的な行動として「中身を確認するた めだけに冷蔵庫を開ける(食品の出し入れはしない)行 動」があり(ビデオデータでは、娘婿を除くすべてのゲ ストユーザがこの行動を示していた), 中身を確認した ゲストはオーナーに確認をとった後で、目当ての食品 を食べていた (int 3m データより)。 すなわち, オーナ ーとのコミュケーションを介して冷蔵庫を利用してい たのである。加えて、もし食べたい食品が指定の場所に ない場合(例:アイスを食べきってしまい、いつもの場 所にない場合)は、オーナーへ要望を出すなど、補充に ついてもオーナーとのコミュニケーションを介して行 っていた (根拠データ int 3m: 冷凍室小がアイス置き 場になっているという説明を参加者がした後、「なくな ったら、ババちゃん(祖母の呼び名)なくなったから買 ってきてって」と孫に補充を要請されると発話した)。 さらに冷蔵庫内の定位置決めも, ゲストとの交渉によ ってオーナーが実施していた。例えば、旧冷蔵庫で野菜 室(冷蔵庫の真ん中扉)に収納されていた麦茶につい て, 新冷蔵庫変更後も野菜室(冷蔵庫の最下段扉)に置 いたところ、孫から「取りづらいので場所を変えてほし い」という要望があったため、オーナーユーザが冷蔵室 扉のポケットに定位置を変更したという事例がみられ た(配置の変化は写真データで記録されていた. さらに int 1wで「麦茶をね,下(野菜室)に入れようっていっ てやったんだけど、いちいちかがんでやるのが嫌みた い、孫が、ここ(冷蔵室扉)のほうがとりやすいってい って、ここにした」と発話が得られている)。このよう に、3世代同居家族世帯ではオーナーユーザとゲストユ ーザが分離しており、オーナーがゲストの要望を聞き ながら, 冷蔵庫を管理していることが示された。

このような、冷蔵庫管理のコミュニケーションは直接会話で行われるだけではない。例えば、オーナーユーザが、炭酸飲料など嗜好品を購入した際、食品に付箋を貼ってゲストユーザに知らせるなど(「おつかれ~(改行)"炭酸飲料の製品名略称"だよ!! (改行)のんでね~」と書いてあった(pict_1w))、付箋を利用した時間を隔てたコミュニケーションも行われていた。

これまで冷蔵庫内の管理にかかわるコミュニケーションについて指摘してきたが、冷蔵庫からの食品取り出しとは関係ないコミュニケーションも冷蔵庫周辺では起きていた。例えば、高齢女性(OF)と娘(CF)が(冷蔵庫が設置されている)台所内で会話をしている

ところへ,孫(GF)がやってきて冷蔵庫を開けるが,実際に何かの食品を取り出す/入れるという利用目的があるのではなく,「何かのついでのように」冷蔵庫の開閉をしつつ,そこで母(CF)との会話を行っている様子が見られた(ビデオデータ観察からの考察.音声を記録していないため,内容の詳細は不明).冷蔵庫が家庭内コミュニケーションの開始契機をもたらす役割を果たしていることも示された.

このように 3 世帯同居世帯では、オーナーユーザと ゲストユーザがコミュニケーションをとることによっ て、冷蔵庫が維持・管理されていることが示された。こ れは、冷蔵庫の存在が、管理のためのコミュニケーショ ンを家庭内に生みだしていたともいえるだろう。管理 のためのコミュニケーションは必然的に家族の近況を 聞くものとなり (例: 学校や部活でお弁当や水筒 (氷) が必要かどうか等) 冷蔵庫を中心に、家族の近況を確認 する情報交換が生まれていたと推測される。

6. 結果 3:夫婦のみ世帯(ID1,2,3,6)に見られた冷蔵庫を取り巻くアレンジメント

インタビューから得られた情報より、夫婦のみ世帯の家族構成や生活習慣をみると、全夫婦のみ世帯について、基本的な家事は妻が行っていた。調査中に頻繁な来訪や宿泊があった別居家族について、ID01 は娘夫婦と息子夫婦(共に子供あり)がおり、娘夫婦が8月に1週間半程度宿泊していた。ID6 は息子夫婦(子供あり)がおり、学校終了後から息子夫婦が迎えに来るまで、ほぼ毎日孫を預かっていた。ID1、ID2 は自宅外に畑を持っており、そこで野菜が取れることがあった。

①人工物利用困難 人工物利用困難は夫婦のみ世帯でも見られた。例えば、冷蔵室の中には肉や魚の鮮度を保って保管する真空チルド室(引き出し状のスペース)があるが、食品を出し入れした後は、引き出しの取手レバーを下げて真空状態にする必要がある。ID6では「レバーを下げて真空状態にすることで鮮度を保つ必要がある」という機能学習が行えず、3か月にわたってレバーを上げたまま利用するという学習の失敗を示した(int_3m データより)。人工物利用困難は独居世帯に固有のものではなく、夫婦のみ世帯を含む「高齢者のみ世帯」にみられる現象であることが示された。

②冷蔵庫の利用方法 冷蔵庫は3世帯同居世帯のように,短期的な使い方ではなく,中・長期的貯蔵庫とし

て利用する, 独居高齢者に近い使い方となっていた (写真データの分析から, どの家庭も保存容器を用いて, 作り置きをしていたこと, 冷凍庫内には長期保存されている食品が入っていたことからそのような考察を行った)。これは, 夫婦のみ世帯の生活も独居に類似する生活環境を構築していた可能性を示しているだろう。

③冷蔵庫の管理方法 3 世帯同居世帯とは異なる管 理方法がみられた。すなわち、夫婦のみ世帯ではゲスト ユーザが夫1名と少ないため、オーナーユーザである 妻が夫の生活状況全体を把握した上で、冷蔵庫の管理 を行っていることが示された。この違いは例えば、夫は 冷蔵庫の中身を確認しなくとも、食べたいものが食卓 に並ぶために、3世帯同居のゲストユーザに見られた 「中身を確認するためだけに冷蔵庫を開ける」行動が、 ほとんど見られないという形で現れた(ビデオデータ より考察)。3世帯同居世帯のゲストユーザは、冷蔵庫 の中身を自ら確認し、オーナーユーザに許諾をとって 食品を食べていたが、夫婦のみ世帯のゲストユーザは、 基本的な家事はオーナーユーザ (妻) が行うため、自身 で中身を把握せずとも、オーナーユーザが食べたいも のを出してきてくれる上に、食べたいものが足りない 場合にはその要求をくみ取ってオーナーユーザが補充 していた (ビデオデータにおいて, 妻が食品の出し入れ を行っていることや、インタビューデータから考察を 行った)。

オーナーユーザ視点から見た場合,3世代同居世帯のオーナーは、ゲスト4名個別の生活形態を把握することが難しいため、定期的にコミュニケーションをとりながら冷蔵庫内を管理する必要があったが、夫婦のみ世帯のオーナーは、ゲストが1名と少なく生活形態の把握が容易であるため、コミュニケーションをとらなくとも管理・維持が可能となっていたと考察できる。

このように、夫婦のみ世帯では妻(オーナーユーザ)が夫(ゲストユーザ)の要求をくみ取りながら、一元的に管理を行っていることが示されたが、管理の強度(度合い)は家庭によって異なっていた。例えば、ID3 は夫が要介護(足にマヒ)であり、かつ軽度の認知症低下がみられていたため、妻が夫の生活を管理する度合いが高かった(インタビューデータから考察を行った)。一方でID6 は妻が肋骨の骨折治療が済んで間もないために、冷蔵庫へ食材を収納する作業に困難がみられ、夫が収納や取り出しを手伝っていた(ビデオデータにおいて妻が食品を収納する際、動きづらそうにしている様子が見られたこと、買い物から帰宅した際、夫が食品を







7/23 娘夫婦来訪前

8/6 娘夫婦来訪中

9/10 娘夫婦来訪後

図 5 娘夫婦来訪前・来訪中・来訪後の冷蔵室内の変遷 (ID1)

しまっていた様子が見られたこと、さらにインタビューデータに基づき考察を行った)。この家庭では、マネジメントは妻が一元的に行っているが、実施を夫が手伝っている点で、冷蔵庫管理へ夫が参加する度合いが高く、妻の管理が弱いものと考えられる。

このような妻(オーナーユーザ)の管理が、突発的な 出来事によって十分に機能しなくなり、結果として冷 蔵庫内が乱雑になるという出来事も起きていた。例え ば、"非日常的" ゲストユーザ ("普段その家に住んでい ない" ゲストユーザ) が来訪した時が挙げられる。ID1 では8月に1週間半程度, 孫を含む娘夫婦が来訪して いたが、食品が増えることや、非日常的ゲストユーザが 買ってきた食品を収納する必要があるなど、普段の管 理が機能しなくなり、冷蔵室の配置(すぐに食べてしま いたい漬物や器に入った食べかけの食品は、庫内右側 に配置等)が極めて乱雑になっていた(図5)。このよ うにオーナーユーザによる一元的な管理は、ゲストユ ーザが 1 名で変動要因が少ないときにはうまく機能し ているが、一時的にゲストユーザが増えた場合、それに 対応することは難しく、管理が崩壊することが示され た。

7. 全体考察

「単純な使い方しかなされない」と推測される冷蔵 庫でも、利用困難が生じることが明らかとなった。加え てこの利用困難は高齢者のみ世帯で顕著に発生してお り、下位世代(子や孫)と同居している場合には、下位 世帯が学習支援を行うために利用困難が生じにくいこ とも示された。「家の中」という他者(特に下位世代) のサポートを受けにくい状況下で、「家の中から動かせ ない」人工物の利用をどのように支援するか、今後さら に検討が必要である。

家族構成の差異によって、冷蔵庫管理の方法が異なることも示された。3世代同居世帯ではコミュニケーションによって冷蔵庫を管理しており、かつ冷蔵庫の存在がコミュニケーションの媒介ともなっていた。この管理方法では「オーナーユーザを介して、ゲストユーザも冷蔵庫の維持・管理に参加していた」といえるだろう。一方夫婦のみ世帯では、妻が一元的な管理を行うことで冷蔵庫が維持・管理されていたため、3世代同居世帯ほど、コミュニケーション媒介機能は強く作用していなかった。この管理方法では「オーナーユーザ1人が管理を担っており、ゲストは管理に参加しなかった」といえるだろう。「家の中」の人工物利用を捉える際、"管理"という家庭内統治の観点が強く影響することが明らかになったといえる。

さらに、これら冷蔵庫の利用方法は、「家の中」のアレンジメントだけでなく、「家の外」というより広範なアレンジメントの中で規定されている。例えば、3世帯同居世帯高齢者の操作パネル利用学習は、孫の支援により成立したが、孫がそのパネル利用方法を学習したのは、部活で氷が必要だったからである。また、この家庭における冷凍庫大の利用も、火曜日が冷凍食品のセール日になっていることや、孫たちにお弁当を作る必要があるという状況に依存している。家族が家の外でどのような社会関係を切り結んでいるかという点や、家が存在する街全体の付置(スーパーがどこにあって、いつがセールなのか)と冷蔵庫内の利用は密接に結びついている。家の中で利用される人工物も、より広範な社会・文化的な付置の中に位置づいており、その編成から参加者のニーズも生まれてくるといえる。

8. 参考文献

- [1] Mori, K. & Harada E. T. (2010). Is learning a family matter? Experi-mental study of the influence of social environment on learning by older adults in the use of mobile phones. Japanese Psychological Research, 52, 244-255.
- [2] Suchman, L, A. (1994). 土屋孝文(訳) 日常活動の構造化中島秀之・三宅なほみ(編) (1994) 分散認知 日本認知科学会(編) 認知科学の発展第7巻 pp. 41-57.
- [3] Tanaka, S., Sugimoto, M., Koyama, A. & Harada, E. T. (2016). Two times usability testing before and after 2 weeks usage of skin care cosmetics: What can this method tell us about older adults' problems to use daily life things? Cognitive Aging Conference 2016.
- [4] 上野 直樹・ソーヤー りえこ・茂呂 雄二 (2012). 社会 技術的アレンジメントの再構築としてのデザイン 認知 科学, 21, 173-186.
- [5] 上野 直樹・田丸 恵理子 (2002). 情報エコロジーにもと づいたシステムのデザイン 武蔵工業大学 環境情報学 部 情報メディアセンタージャーナル, 3, 2-9.

他者の知識を可視化した協同学習における会話活動と学習パフォーマンスの関係性:ターンテイキングと知識の収束に着目して

Relation between dialog activity and learning performance on collaborative learning visualized other knowledge: An analysis of turn-taking and knowledge convergence

下條 志厳[†], 林 勇吾[†] Shigen Shimojo, Yugo Hayashi

† 立命館大学総合心理学部

College of Comprehensive Psychology at Ritsumeikan University cp0013kr@ed.ritsumei.ac.jp

概要

本研究では、knowledge awareness tools として知られているコンセプトマップを用いた協同学習におけるターンテイキングと個人・ペアにおけるパフォーマンスとの関係性を検討することを目的とした。そこで、話者交替の回数と個人間のパフォーマンスとペア内のパフォーマンス差との相関分析を行った。その結果、それらの変数間には有意な相関が認められなかったが、後者における差が大きい場合負の相関の傾向がみられた。今後、教育エージェントの開発のために、協同プロセスとパフォーマンスとの関係性を探る必要がある。

キーワード: Computer-Supported Collaborative Learning(CSCL), knowldge awareness, knowledge convergence, コンセプトマップ, ターンテイキング

1. 背景

認知科学における協同学習研究では、協同学習のメリットとして他者とのインタラクションを通じて異なる視点に基づいて考えることができるという点が指摘されてきた。その中では、個々人が持つ異なる知識を外化することでメタ認知を活性化させ、新たな知識の獲得を促進させる上で有益になるとされている。例えば、折り紙を用いた研究[1]では、外的なリソースを個人の時と同様にペアでも用いていることが示され、その外的なリソース、つまり課題に関する個人の視点の外化を行うことによって、一人が観察者となり、その外化された異なる視点を用いて再解釈し、理解の抽象化が生じ、問題解決することを明らかにされている。つまり、知識の外化は、その課題に関する理解を促進させているのである。また、観察者と実行者の立

場を入れ替わることによって再解釈していくというサイクルを繰り返すことによって理解が深まる.外的リソースを用いることによってメタ認知が活性化され,それが新たな知識を獲得し,既存の知識の理解を深めることに繋がるのである.[2]の研究では,異なる視点を持つようにあらかじめ課題を設定し,規則発見課題における協同を検討している.そこでは,相手の視点の正しい理解が解決へと至る要因として大切であることが分かった.そのため,ICTを用いることによってどのように他者の視点や知識の正しい理解を築くことができるのか検討する必要がある.

特に, Computer-Supported Collaborative Learning(CSCL) の分野では、情報通信技術を用いて学習 ペアの協同による学習を支援できるかどうかに関する 検討が行われてきた. そこでは, kowledge awareness tool を用いることによる研究がなされている. たとえ ば、[3] の研究では、コンセプトマップという概念間 の関係を図示できるツールである cmap tools を用い ることによって, 他者の知識に気付き, 知ることがで きることが分かった. そこで, [4] では, そのツール を用いた学習支援において学習パフォーマンスが促進 されるのか, 異なる視点が発現するのか検討した. そ の結果, コンセプトマップを用いることによって, 学 習パフォーマンスが促進され、異なる視点が発現する ことが分かった. しかし, どういった会話活動, つま りフィラー, 話者交替, うなづき, 抑揚などが影響す るのか検討されていない. 今回, 我々は, 会話分析に おける代表的な指標の1つであるターンテイキング [5] と学習パフォーマンスとの関係を探ることによっ て検討する. ターンテイキングを含めた会話構造は, 知識の共有,異なる理解をしていることを知り,妨

げとなる問題を修正させることができる [6]. そのた め,他者とのインタラクションや他者視点の理解が促 進され、個人のパフォーマンスだけではなく、ペアの パフォーマンスも促進されると考えられる.しかし, テキストベースのチャットでは, ターンテイキングが 上手くいかないことがしられている[7]. 本研究では, テキストベースのチャットではなく, 口頭対話によっ て課題を進めることで、ターンテイキングが円滑にな さるため, インタラクションが活性化し, 学習者のパ フォーマンスを促進すると考えられる. 本研究では, 個人のパフォーマンスだけではなく,ペア単位におけ るパフォーマンスも検討する. 今回は、ペアにおける パフォーマンスとして知識の収束を用いる. 知識の収 束は協同学習において有用であることが知られている [8]. それは、直感的にも理解できる. なぜなら、協同 において他者の知識を獲得し, 最終的に収束している ことは協同の効果になるからである. 一人では、自分 の知っている知識しか得られないが、協同によって他 者の知識を獲得や共有することができる。[9] では、協 同学習における知識の収束の重要性を指摘し知識の共 有と等価性に分類し、協同の前段階・プロセス・結果 における知識の収束を測定する方法を提案している. そこでは, 結果における知識の等価性はグループ内に おける変動係数を算出して測定している. また, 結果 における知識の共有は,一対比較によって行われてい る. しかし, 今回の研究では, pre・middle・post テス トにおいて選択肢形式ではなく記述形式で行った. つ まり,一対比較と変動係数を求めることは困難である と考えられる. つまり, 新たな手法を用いる必要があ る. そこで、本研究では、ペアのパフォーマンスつま り、知識の収束を個人における本課題前と本課題後の テストの点数の差をペア内においてさらに引いた値を 算出することによって測定した.

2. 目的と仮説

そこで、本研究では、コンセプトマップを用いた協同学習においてターンテイキングと学習パフォーマンスとの関係性があるのか検討することを目的とする. 本研究の仮説としては、以下の通りである.

H1 一つは、学習者ペアにターンテイキングが多くなるにつれて、インタラクションが活性化され、その中で知識の抽象化を生じさせる説明活動も多くなると考えられ、概念への理解が促進されると予想される.
H2 ターンテイキングを行うことによって、インタラクションが活性化され、他者の知識をより多く共有することができるため、ペア内のパフォーマンス差

がより小さくなると予想される.

3. 方法

3.1 実験参加者

大学生 26 名 (男性 11 名・女性 15 名) が参加した。 平均年齢は,20.7 歳 (SD=1.37) であった。本実験は, 一要因被験者内計画によって行われた。また,ある 1つのペアの発話がなかったため,分析から除外した.

3.2 実験課題

本実験には、PC2 台とモニター 2 台、協同プロセ スを録画と録音するためのビデオ2台(Sony, HDR-CX680) とコンセプトマップを作成するツールである Cmap Tools を用意した (https://cmap.ihmc.us/). 本 研究では、コンセプトマップを作成するためのツール である Cmap を用いた説明活動を通した概念の学習 を行った. コンセプトマップとは、概念間の関係を表 す図である. たとえば、AとBという概念を繋げるだ けではなく、その間の関係性も同時に表すことができ る. そのため、知識の外化には適していると考えられ る. また,複数人によるコンセプトマップ作成を可能 にする同期システムがあり、複数のウィンドウを同時 に表示することができる. そのため, 他者の知識への awareness や外化に有効なツールであるといえる. 実 験環境は、ディスプレイなどで相手の姿を見ることが 出来ない状況であった. それは, 今後分散環境におけ る協同学習を検討するにあたり, より近い実験状況に するためである.

3.3 手続き

本実験は、プレ・ミドル・ポストテスト、Cmap Tools に関する教示、学習テキストと例の参照、本課題 1、本課題 2 によって構成された。プレ・ミドル・ポストテストでは、「帰属理論について自由に記述せよ」という設問が設けられた。また、Cmap Tools に関する教示では、実験参加者はコンセプトマップとはどういうものなのか説明を受け、実際にコンセプトマップを作っている動画を参照した。本課題 1 では、帰属理論とその例に関してのコンセプトマップを個別に作成した。また、本課題 2 は、協同学習のステップであり、お互いのコンセプトマップを参照し、説明しあいながら協同でコンセプトマップを作成した。

3.4 従属変数

従属変数としては、(1) 学習パフォーマンスとして、[4] で用いられた学習パフォーマンスとそれに基づくペア内のパフォーマンス差、(2) ターンテイキングである。(1) は、[4] で用いた個人のミドル・ポストテスト間の差をとったものを使用し、個人とペア内におけるパフォーマンスの差を測る変数として採用した。ペア内のパフォーマンス差は上記の背景で述べ通りであり、ミドル・ポスト間の点数の差を用いることによって、二人の学習者の学習パフォーマンスの促進されているのか捉えた。しかし、これだけでは知識の収束が生じていたのかどうかを捉えることはできないため、結果でさらに分析を行った。(2) は、単純に何回ペアの発話において話者が交代されていたのか算出したものを採用した。

4. 結果

[4] の研究では、コンセプトマップを用いた協同を通 した協同学習のパフォーマンスとして以下の結果が得 られた. テストをコーディングし, 得点化することに よって、パフォーマンスが促進されたのか見るために、 一要因被験者内分散分析を行った. その結果, テスト 間の得点に有意な差が見られた (F(2,25) = 173.78, $p < .001, \eta_p^2 = 0.87$). そこで、どのテスト間に差が あるのかを調べるために、Ryan の方法による多重比 較を行った結果, ミドル・ポストテストはプレテス トに比べて有意に得点が高いということが明らかと なった (p = .00). さらに、ポストテストはミドルテ ストに比べて有意に得点が高いということが分かった (p = .02). 個人における学習パフォーマンスが促進さ れたということが分かった. そこで, 本研究では, よ り詳細な分析をするため、ターンテイキングとの関係 を見た.

まず、ターンテイキングとパフォーマンス1との関係を見るために、相関分析を行った.その結果、ターンテイキングとパフォーマンス1との相関が見られなかった (r=.22, p=.30). つまり、仮説1が支持されなかった.また、パフォーマンス2との相関分析の結果、相関が見られなかった (r=.13, p=.70). しかし、パフォーマンス差が大きいペアつまり、差が2以上のペアを見ていくと相関係数が、-0.71となったが、2未満のペアを見ると相関係数は0.41であった.つまり、仮説2はペア内のパフォーマンス差が大きい場合において、部分的に支持された.しかし、これだけでは、ある一人の持っている知識をそのまま相手も獲得したということだけなのかさらに共有し、そこか

ら理解を深めたのかは分からない。そこで、さらに分析を行った。パフォーマンス差が大きいペアに着目すると4ペアである。そのペアの内3ペアは、ミドルにおいて高い知識を持っている学習者は、もう片方の学習者の知識を高め、高い方の学習者のミドルテストにおける点数よりも1点高くなった。しかし、あるペアは、同得点だったが片方の学習者だけが向上する結果となった。また、そのペアを除外した分析においても相関係数は-0.97と負の相関を示した。

図 1 は個人の学習パフォーマンスとターン数との関係を示した。また、図 2 はペアにおける学習パフォーマンスとターン数との関係を示したものである。

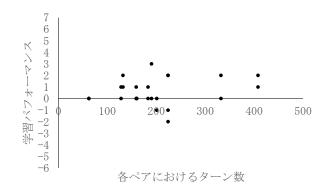


図 1 Turn-taking と個人の学習パフォーマンスとの 相関

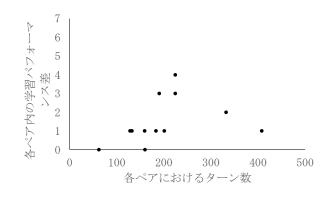


図 2 Turn-taking とペア内の学習パフォーマンス差 との相関

5. 考察

実験の結果から、仮説1は支持されなかったが、仮説2は部分的に支持されたということが分かった。つまり、ターンテイキングと個人の学習パフォーマンスとの間に相関がなく、単純な話者交替では、コンセプトマップを用いた協同学習において学習パフォーマンスを向上させないということがいえる。しかし、この

実験で用いたターンテイキングの指標は,単純なも のであったため、パフォーマンスとの関係が見られな かったとも考えられる. また, [10] では, ターンテイ キング数と他者視点の理解の促進に相関関係がある ことを明らかにしている. そのため, 今回の研究にお いては,ペア内のパフォーマンス差が小さい場合,コ ンセプトマップを用いることによって他者視点の理解 が得られるため、単純に話者交代をするからいって パフォーマンスが促進されなかったということが考え られる. しかし、ペア内のパフォーマンス差が大きい 場合、異なる視点を理解するために、コンセプトマッ プだけでは十分ではなく, 話者交替を多く取ることに よって他者視点を理解していると考えられる. また, あるペアは同得点だったが片方のパフォーマンスが促 進されたが、もう片方の学習者はパフォーマンスが下 がる結果となった. このペアは、促進された学習者だ けが理解を促進する協同プロセスが生じていた可能性 が考えられる. また、その他のペアにおいても片方の 学習者のパフォーマンスは向上されているが、もとも と詳しい人が教えただけになっている可能性がある. 協同のメリットは、両方の学習者つまり、知っている 人、知らない人に限らず全ての学習者のペアが異なる 視点や議論によって、知識の収束などが生じ、さらに 深い理解や異なる点に基づいて考えられるようになる ことである. そのため, 今後こういうペアにどういう 支援をするのか検討する余地があるといえる.

CSCL の分野では、これまで、多くの group awareness tools による研究がなされている。[11] では、異なる視点の観点から学習パフォーマンスの促進を検討している。しかし、この group awareness tools を用いた協同学習におけるエージェント開発を試みられた研究は少ないといえる。たとえば、group awareness toolを用いる場面において教育エージェントがメタ認知的支援を行うことによって awareness を促進することが分かっている [12]。そこで、本研究におけるターンテイキングとパフォーマンスとの関係を検討することは、重要であるといえる。また、より詳細なターンティキングの検討と発話の分析が課題であるといえる。

6. まとめ

本研究では、CSCLの分野で研究されている group awareness tools の一つであるコンセプトマップを用いた協同学習における会話活動の指標の1つであるターンテイキングに着目した。本研究の目的は、コンセプトマップを用いた協同学習におけるターンテイキンと学習パフォーマンスと関係性があるのか検討すること

である. そこで, 分析ではターンテイキングと個人ご とのパフォーマンスとペア内におけるパフォーマンス 差との間に相関があるのかに着目した. その結果, 単 純なターンテイキングでは, 学習パフォーマンスを促 進する効果はなかったということが明らかとなった. しかし、ペア内の差が大きい場合においては、ターン テイキングによって他者の知識を得ることによって, ペア内の差がなくなてっていく傾向にあることが分 かった. そこで, さらに分析したところ, 4ペアの内 3ペアは、ミドルテストにおいて低い点数の学習者は ポストテストにおいて、もう一方の学習者のミドルテ ストよりも高くなった. しかし, 1ペアはミドルテス トにおいて同じ点数であり、片方の学習者のみの得点 が向上した. また, これらの結果はエージェント開発 における機能の面に示唆を与えたといえる. 今後は, より詳細な発話の分析を行うことによって、協同プロ セスとパフォーマンスとの関係性を明らかにすること によって, エージェント開発のためにさらなる示唆を 与えることが課題である.

文献

- Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002).
 "Cognitively active externalization for situated reflection", Cognitive Science, Vol.26, No. 4, pp. 469-501.
- [2] 林 勇吾・三輪 和久・森田 純哉 (2007). "異なる視点 に基づく協同問題解決に関する実験的検討" Cognitive Studies, Vol. 14, No. 4, pp. 604-619.
- [3] Engelmann, T., & Hesse, F. W., (2010). "How digital concept maps about the collaborators' knowledge and information influence computer-supported collaborative prolem solving", Computer-Supported Collaborative Learning, Vol. 5, No. 3, pp.299-319.
- [4] 下條 志厳・林 勇吾 (2019). "コンセプトマップを用いた協同学習ペアの説明活動に関する実験的検討:学習パフォーマンスにおける理解度と異なる視点の発現に着目した検討"信学技報, Vol. 119, No. 38, pp. 87-91.
- [5] Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). "A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation", Language, Vol. 50, No. 4, pp. 696-735.
- [6] Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). "The construction of shared knowledge in collaborative problem solving", Computer Supported Collaborative Learning, Vol. 128, pp. 69-97.
- [7] Herring, S. (1999). "Interactional Coherence in CMC" Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 4, No. 4.
- [8] Fischer, F., & Mandl, H. (2005). "Knowledge Convergence in Computer-Supported Collaborative Learning: The Role of External Representation Tools", The Journal of the Learning Sciences, Vol. 14, No. 3, pp. 405-441.
- [9] Weinberger, A., Stegmann, Karsten., & Fischer, F. (2007). "Knowledge convergence in collaborative learn-

- ing: Concepts and assessment", Learning and Instruction, Vol. 17, No. 4, pp. 416-426.
- [10] 林 勇吾・三輪 和久 (2011). "コミュニケーション齟齬 における他者視点の理解" Cognitive Studies, Vol. 18, No. 4, pp. 569-584.
- [11] Molinari, G., Sangin, M., Dillenbourg, P., & Nuü ssli, M. A. (2014). "Knowledge interdependence with the partner, accuracy of mutual knowledge model and computer-supported collaborative learning", European Journal of Psychology of Education, Vol. 24, No. 2, pp. 129-144.
- [12] Yilmaz, F. G. K, & Yilmaz, R. (2019). "Impact of pedagogic agent-mediated metacognitive support towards increasing task and group awareness in CSCL", Computer & Education, Vol. 134, pp. 1-14.

満足化と記録共有による対抗模倣の強化学習的モデリング Reinforcement Learning Modeling of Emulation by Satisficing and Record Sharing

其田 憲明 †, 高橋 達二 ‡

Noriaki Sonota, Tatsuji Takahashi

† 東京電機大学大学院, ‡ 東京電機大学理工学部

Graduate School of Tokyo Denki University. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

本論文では、Risk-sensitive Satisficing (RS) モデルと RS モデルを用いた満足化と記録共有による対抗模倣のモデリングについて、goal-setting theory との関連性について検証することで、RS モデルと人間の学習傾向の関連性を把握することを目的とする。そして、ノイズの1種類として観測報酬に関してエージェント間で確率的な揺らぎが発生するバンディットタスクを用いることで、確率的なノイズと疎な間隔での情報共有について、それらの要素がどのような影響を及ぼすか検証した結果、RS モデルと RS モデルによる満足化と記録共有の対抗模倣のモデリングには goal-setting theory との共通する点が見られた。

 \pm - \neg - $\$: satisficing, emulation, social learning, goal-setting theory

1. はじめに

本研究では人間の社会的学習の側面を機械学習の1分野である強化学習を用いることで再現し、その有用性と情報共有に関するノイズと疎な間隔での共有に関して goal-setting theory の観点から考察を行うことで人間の社会的な学習の解析を目的とする.

人間の社会的な学習の側面として、他者の成功情報を用いる模倣学習が代表的である。模倣学習の種類には他者の行動をそのまま模倣する imitation learningのほかに、他者の結果を再現する emulation learning[1] (対抗模倣) が存在しており、その代表的な例として、1マイルを4分で走るという壁を越える選手が現れると他の選手もその壁を超え始める、といった現象が挙げられ、スポーツのような競争の他に企業や複数国間の技術競争などの様々な場面でこのような現象が見られる[2]. 機械学習における模倣学習は逆強化学習や教師あり学習を用いた imitation learning が主流となっているが、これらの学習方法は他者の行動系列データを多数必要とするため、場合によっては情報の収集する

のが困難となる場合がある. 一方で満足化 [3] を機械学習に反映した, Risk-sensitive Satisficing (RS) モデル [4] による社会的学習では他者の成功情報のみを用いることで, 必要とする情報量が状態数に比例することなく学習を行うことが可能であると示されている [5]. そのため, RS モデルによる社会的学習は emulation learning の性質を反映できていると考えられる [6].

他方で goal-setting theory では、人間は取り組んで いる問題に対して適切な目標を与えられるとそのパ フォーマンスをより向上させることが可能であると述 べられている [7][8]. また, この理論はキーコンセプ トとして "What is the minimum score you would be satisfied with ?"としており、このように目標を設定 することが最良であると経験則として得られている. よって、ここにおける目標というものが満足化におけ る基準と近しい性質を持つと捉えることが可能である と考えられる. この goal-setting theory では目標を持 つことがより効果的なものとなるために, 適切な目標 を与えることが重要であると述べられている. そのた めには、個人の能力に見合ったものにする、フィード バックやコミットメントを行うことによって, 難易度 は維持しつつ達成が不可能はないものにする工夫が必 要である.

この goal-setting theory と RS モデルを用いた社会 的学習の関係として,他者の成功情報というものは同じ設計のエージェントによるものであることから達成可能性は十分に高いこと,また,エージェントグループ内部で自律的に基準値を向上させるという傾向は目標をグループ内で適切な難易度へと近づけようとしていると解釈が可能である.しかし,他者の成績を目標として設定する際に,共有された情報には不必要な情報や欠損などが含まれていることがあり,そのことが目標の達成や情報共有による対抗模倣が困難にするということを考慮するべきである.人間であれば認識や表現能力の限界から,機械は通信過程におけるノイズ

や通信路の制限から情報の不要な情報や欠損が発生する [9] と考えられ、これらによって共有された目標が達成不可能なものになってしまうことは避けるべき問題である. しかし RS による対抗模倣のモデルがこれらの現象に対処可能であるかについて検証されてはいなかった.

従って本論文では、RSモデルとRSモデルを用いた満足化と記録共有による対抗模倣のモデリングについて、goal-setting theory に基づいて考察すること、ノイズとして観測報酬に対してエージェント間で確率的な揺らぎが発生しうるバンディットタスクを用いて確率的なノイズと疎な間隔による情報共有の影響を検証することで、RSモデルとRSモデルによる対抗模倣のモデリングと goal-setting theory との共通項を発見し、人間の社会的学習の性質を解析することを目的とする.

2. Risk-sentive Satisficing

強化学習で一般的に用いられる ϵ -greedy では、エージェントの意思決定が確率パラメータである ϵ によって探索と活用の割合が管理される。それに対して人間は満足化という意思決定により探索と活用を動的に切り替えていると考えられる。その人間の満足化を強化学習に応用したのが Risk-sensitive Satisficing (RS) である。

2.1 Risk-sensitive Satisficing

RS は, i 番目の行動の試行回数 $n(a_i)$ とその行動に対する報酬平均 $E(a_i)$, そして報酬平均に対する基準値%から,式1によって RS 価値関数が定義される.

$$RS(a_i) = n(a_i)(E(a_i) - \aleph) \tag{1}$$

RS はこの RS 価値関数を最大化する行動 a_i を選択する.

基準値 \times に加え、試行量 n を用いることによって、基準を満たしていない非満足状態においては楽観的探索を、基準を満たしている満足状態においては悲観的活用を行うことが可能である.

2.2 記録共有による対抗模倣

エージェント N 体からなるグループの i 番目のエージェントの最大行動報酬平均を E_i^{best} とした時,式 2 によって グループ内で自律的に基準値 \aleph_t を更新する.

$$\aleph_t \leftarrow \max_i E_i^{best} \tag{2}$$

3. goal-setting theory

goal-setting theory では、ある仕事をこなしている 人間に目標を与えることで 仕事のパフォーマンスが 向上するという報告を始めとした、人間と目標の関係 性について述べられた理論である。ここで語られる目 標は例えば林業であれば切り倒すべき木の本数といっ たものであり、このような目標設定はスポーツや心理 療法、創造性など幅広い分野に適応することが可能で ある。

goal-setting theory では目標のメディエータとして、選択や注意力、努力、持続性、適切な戦略の入手が挙げられており、人は目標を通じてそれらの要素を向上させることで結果としてパフォーマンスを向上させるとされている。次にモデレータとして次の要素を挙げている、1つ目に現状に対するフィードバックを行うこと、2つ目にコミットメントを行うこと、3つ目に個人の能力に見合った目標を設定すること、最後に仕事を行う人へ快適な環境や支援を提供することである。これらの要素が目標とパフォーマンスの関係性を強くしているとされている。

目標によってパフォーマンスが向上する一方で,達成不可能な目標は短期的にはより探索を促すことが可能であるが長期的にはパフォーマンスが低迷すること,一般的な目標は必ずしも個人に適した目標とはならないため,パフォーマンス向上は見込めない場合も存在する.

4. 実験: K本腕ベルヌーイバンディット

K本腕ベルヌーイバンディット問題とは報酬が確率的に0もしくは1を与えられる K個のバンディットが存在する問題である.この実験タスクでは報酬が確率的に定まるため,有限回の試行において各エージェントごとに自身の観測情報に基づいて推定された各腕の報酬平均は異なる.本実験ではこの確率的な報酬による各エージェントの報酬平均間に生じる揺らぎをノイズの一種とみなし実験を行う.

実験1では単体エージェントに対して数通りの目標を与えることで希求水準とパフォーマンスの関係性を観測する. 実験2では複数のRSエージェントを用いた情報共有による対抗模倣のモデリングにおいて,バンディット問題による観測情報へのノイズがどのような影響を与えるかを観測する. 実験3では,疎な情報共有が対抗模倣のモデリングにどのような影響を与えるかを調べる.

4.1 実験 1: 単体エージェントにおける希求 水準とパフォーマンスの関係

報酬確率を 0.1, 0.2, 0.3, ..., 0.9 とした K=9 本腕 バンディットとする. このとき RS エージェントに与える基準値 \aleph をそれぞれ [0.15, 0.25, 0.35, ..., 0.85, 0.95] とした場合に、RS エージェントに与えられた目標が最終的なパフォーマンスにどのような影響を及ぼすか観測する. これらの目標のうち、 $\aleph=0.85$ は最適な腕と次点の腕の確率の平均に位置するため、次の式で定められた最適基準値となる [4].

$$\aleph_{opt} = (P_{\text{first}} + P_{\text{second}})/2 \tag{3}$$

また、 $\aleph=0.95$ は存在しているバンディットの最高報酬確率よりも高い設定となるため、目標の達成が不可能となる基準値設定である.

1 試行を 1 エピソードとし, 1,000 エピソードを 1,000 回行った平均を結果とする.

4.2 実験 2: 対抗模倣のモデリングと難易 度の関係

バンディットの確率は最小値を 0.1, 最大値を 0.9, 腕の本数を K とする. この K の値を変更することで行動範囲の増減が RS モデルによる対抗模倣のモデリングにどのような影響を与えるかを観測する. K 個存在するバンディットの確率の中央値が 0.5 となるよう, 等間隔に確率を設定する. 例えば K=5 の場合の各バンディットの報酬確率は, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 のようになる.

RS エージェントについて, 行動の価値推定はそれぞれ各腕ごとに記録される試行回数と報酬獲得回数から計算される獲得期待値を用いる. 事前情報として最適基準値 (式(3)) を与えられた RS エージェントとエージェント数を 2,3,4,5,6,7 体で比較を行い, 最適基準値 \aleph_{opt} は存在するバンディットの報酬確率から式 (3) によって定める. エージェント間の記録共有は 1 試行毎に式 (2) によって行う.

1 試行を 1 エピソードとし, 5,000 エピソードを 1.000 回繰り返した平均を結果とする.

4.3 実験 3: 疎な情報共有

実験3では情報共有の間隔が対抗模倣のモデリングにどのような影響を与えるかを観測する. バンディットの報酬確率の設定は実験2と同様とする. 情報共有

は実験 2 と同様に式 (2) で行い、その間隔 (interval) を 1, 10, 100, 1000 試行毎と設定し、バンディットが K 個存在する場合の各間隔による成績を比較する.

1 試行を 1 エピソードとし, 5,000 エピソードを 10.000 回繰り返した平均を結果とする.

5. 結果

5.1 実験 1: 単体エージェントにおける希求 水準とパフォーマンスの関係

各基準値に対する平均獲得報酬と累計期待損失を図 1に示す. 与えられた希求水準となる目標が高くなる につれて最終的に高い報酬を得ることに成功している ことがわかる. しかし,達成不可能な目標が与えられ た場合は目標を満たす行動が発見できないため,最終 的な成績が下がっていることがわかる.

5.2 実験 2: 対抗模倣のモデリングと難易 度の関係

平均獲得報酬, 累計損失期待値, 共有基準値の時間 発展についてそれぞれ K=5,25 の場合の結果を図 2にまとめる.

エージェント数が増えるごとに平均獲得報酬が向上しており、それに伴って累計損失期待値が減少していることがわかる。また、共有基準値に関しても同様にエージェント数が増加するごとに高く設定することに成功しており、今回の行った腕の本数の範囲ではエージェント数が6体程度で学習を行うことで最適基準を上回っていることがわかる。

5.3 実験 3: 疎な情報共有

情報共有間隔の差によるパフォーマンスの変化について図3に示す.情報共有の間隔が疎であるほど基準値の上昇が遅くなり、最終的な成績が低くなっていることがわかる.

6. 考察

実験1では、単体エージェントに対して目標となる 基準値が高いほど良い成績を残すことに成功した.こ のことは goal-setting theory でも同様に高い目標であ るほどパフォーマンスの向上に成功するという報告と も一致する.また、エージェントに与えられた目標が 達成不可能なものである場合に成績が向上せずに落ち 込んでしまうという結果も一致している.これらの結

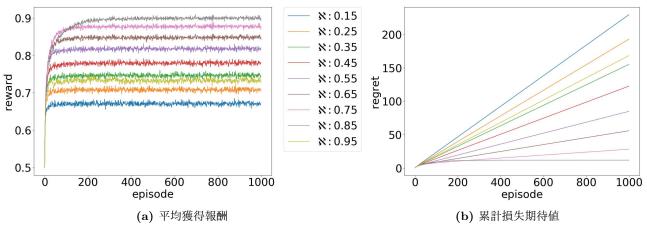


図 1: 実験 1: 単体エージェントにおける希求水準とパフォーマンスの関係

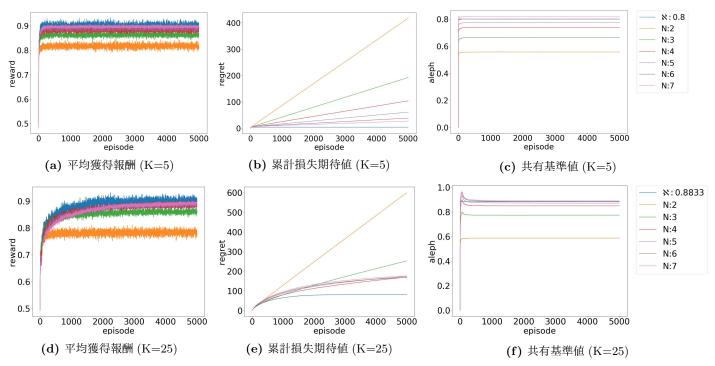
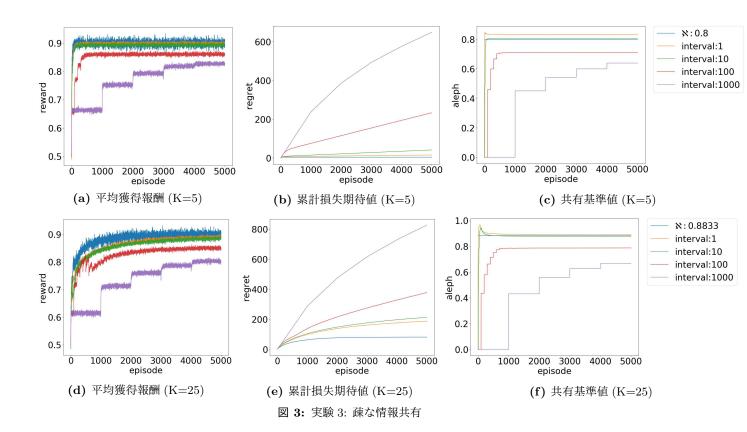


図 2: 実験 2: 対抗模倣のモデリングと難易度の関係



果に対して、RSでは与えられた目標が満たすことができない場合は常に探索を行い、各行動の選び方が均衡的であるという性質があるため、報酬確率が低い行動を定期的に選び続けることで累計損失期待値が線形的に上昇し続けると考えられる。goal-setting theoryでは人間が達成不可能な目標を与えられるとパフォーマンスが低迷する理由として、成功体験という効用が得られないためであるとされており、RSエージェントも同様に基準を満たさない行動に対しては負の評価を行うため、実現不可能な目標下では成功体験という基準を満たす行動による正の効用を得ることが不可能である。しかし、RSエージェントは成功体験を得られない間は基準を満たす行動を探索し続ける性質から、goal-setting theory における目標の高さと持続性や努力の関係には相関があるとは言い難いと考えられる。

実験2では、観測情報にノイズが含まれる場合の探索空間とエージェント数の関係性について実験を行なった。エージェント数が多くなるほどグループの成績をより高くなるという結果が得られた。このことはエージェント数が増加する毎に環境に対するエージェントの探索が広い範囲で行われたことによるものだと考えられる。同様にエージェント数を増やすことで累計損失期待値も減らすことに成功したが、完全に上昇を抑えることに失敗している。これは各エージェント

が観測している報酬が確率的なものであることから、同じ選択肢から得られる情報がエージェント毎に異なること、そして共有される情報がグループ内で最も良い成績であるため、今回用いたバンディットタスクでは常に確率的に良い報酬が得られたエージェントの情報を常に参照し続けることから、他のエージェントは共有された成績を達成できることを保証されていないという性質がある.従って実験1で達成不可能な目標を与えられたエージェントと同様の境遇にいるエージェントがグループ内に存在していると考えられる.この問題を回避するためには、共有される情報に対して各エージェントが低めに補正するという方法が考えられるが、このことによってグループの成長が止まってしまう可能性を考慮する必要がある.

実験3では疎な情報共有とパフォーマンスの関係性について実験を行なった。そして、情報共有の間隔が疎になるにつれて成績の向上が遅くなるという結果が得られた。goal-setting theoryのモデレータとしてエージェントの目標はコミットメントやフィードバックが存在し、これらを通してよりパフォーマンスの向上を円滑にすることが可能であるとされている。このことから情報共有がされない、つまりコミットメントが行われないことによって、各エージェントのフィードバックが適切なものになっていないと考えることが

できる.しかし, [8] ではパフォーマンスが向上した人間は個人でより高い目標を設定していたという結果も存在するため, 情報共有の他にエージェントが各自で基準値を更新する仕組みを取り組むことでより成績がより向上すると考えられる.

7. おわりに

本研究では、RS モデルと RS による対抗模倣のモデリングや情報に含まれるノイズや疎な間隔での情報 共有が与える影響を goal-setting theory の観点から検 証、考察した.

RS エージェントが与えられた希求水準に比例して 最終的なパフォーマンスが向上させることに成功した が、達成不可能な目標はパフォーマンスを低減させる。 観測情報にノイズが含まれる場合には一部のエージェ ントが目標を達成できずに探索を続けるため、グルー プでの累計損失期待値の上昇を完全に抑えることが 困難である。情報共有が密であるほど到達できる最終 的なパフォーマンスが高い。という3つの結果が得ら れた。

しかし、RS モデルはその設計上、目標が達成できないことによる持続性、努力の喪失といった現象が現れないといった人間とは異なる性質を持つため、今後の課題として、これらの差異によって結果にどのような違いが現れるかを検証することが挙げられる.

文献

- [1] Whiten, A. et al (2009): "Emulation, imitation, overimitation and the scope of culture for child and chimpanzee" *Philosophical Transactions of the poyal society* B, 364(1528), 2417-2428. 364(2009)
- [2] 柄谷行人, (1985). "ブタに生れかわる話", 批評とポスト・モダン, pp. 257-60.
- [3] Simon, H.A., (1956): "Rational choice and the structure of the environment", Psychological Review, 63(2), 129–138.
- [4] 高橋達二, 甲野佑, 浦上大輔, (2016): "認知的満足化 限 定合理性の強化学習における効用", 人工知能学会論文 誌, 31(6), 1-11.
- [5] 其田憲明, 神谷匠, 甲野佑, 高橋達二, (2019): "大局基準 値共有による社会的強化学習", JSAI 2019, 3K3-J-2.
- [6] 高橋 達二, (2019): "神でもなく人間でもなく――現在の人工知能に何が足りないのか"(特集:人工知能と哲学・歴史・社会),大学出版,第119号,18-23.
- [7] Locke, Edwin A., Latham, Gary P.(2002): "Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation", American Psychologist, 57(9), 705–717.
- [8] Locke, E.A., Latham, G.P. (2019): "The development of goal setting theory: A half century retrospective." *Motivation Science*, 5(2), 93-105.
- [9] 山川 宏, (2018): "機械知能社会は技術的特異点を超えられるか", 人工知能, 33, 6, 873-879.

商品選択のオーバーロード現象に関与する因子に関する実験的研究 Experimental research on factors affecting the choice overload phenomenon for products

熊谷 洋[†],森本泰宏[†],顧 是凡[†],松田 憲[†],有賀敦紀[‡]
Taro Ninchi, Hanako Ninchi

†北九州市立大学, ‡広島大学

Kumatani Yo, Morimoto Yasuhiro, Gu Shihan, Matsuda Ken, Ariga Atsunori z8p10008@eco.kitakyu-u.ac.jp

Abstract

Based on the established theory, a rich assortment should be very useful to consumers in this decision-making process. However, it has recently been reported that a rich assortment might decrease purchase behaviors of customers. This phenomenon is called choice overload, and has recently received attention from psychologists. There are pros and cons to discuss related to the occurrence of the choice overload phenomenon. Therefore, this study looked at how the occurrence of the choice overload phenomenon is affected by alterations of 4 factors that are thought to be potentially related to the choice overload phenomenon: the reference uncertainty, the decision goal, the choice set complexity, and the decision task difficulty. Concretely, beforehand, the degree of interest was evaluated for various products (plastic bottled Japanese tea, plastic bottled coffee, and plastic bottled tea) using a questionnaire survey. Next, satisfaction level, regret level, and purchase intention for the respective products were examined by a follow-up questionnaire survey. To examine the satisfaction level, regret level, and purchase intention, the survey participants were divided into a major group (ten) and a minor group (three) based on the number of selected products. Finally, we analyzed the relationship between number of products and satisfaction or regret level. In addition, we analyzed the relationship between satisfaction level, regret level, or purchase intention for the respective product and sex or degree of interest. As the results, the occurrence of the choice overload phenomenon was observed when the degree of interest in the products was low. Concretely, for plastic bottled coffee, a higher satisfaction level was observed in the minor group with a low degree of interest relative to the major group with a high degree of interest. However, for plastic bottled Japanese tea and plastic bottled tea, the choice overload phenomenon could not be confirmed statistically. In addition, for plastic bottled coffee, a higher purchase intention was observed in the major group with a low degree of interest In other words, the occurrence of the choice overload phenomenon could not be confirmed for plastic bottled coffee based on the indicated intended purchases. The presence or absence of the choice overload phenomenon for the products should depend on the product category, sex, and degree of interest in the products. It was suggested that the degrees of interest in products of customers should be very important for the decision of what assortment of products to sell in the stores. If most consumers have high degrees of interest in the products in the store, then it would be appropriate for rich assortments to be offered. In contrast, if most consumers have low degrees of interest in the products, it is not necessarily appropriate to offer rich assortments in the store. Based on the results, we speculate that it is important to analyze the degrees of interest of consumers in products when deciding how large an assortment of products to offer.

Keywords — choice overload, sex difference, degree of interest

1. はじめに

日常生活の中で、様々な情報が我々の行動に影響を 与え,動作の意思決定を導いている.市場も例外では なく, 小売業者や製品開発者は商品の開発や取り揃え を決定する際には、動作の意思決定を左右する因子に 強く注意を払っている. そのため、商品の品揃えが消 費者の意思決定に関与することを分析した研究は数多 く認められる[1-10]. 市場を構成し、消費者のサービス や商品に対する購買意欲を誘発する要因の一つはもの の価値が大きい. 特に商品やサービスが初めて登場し た場合には、その有効性の有無のみから消費者は購入 の有無を決定することになる. しかし、その商品やサ ービスが普遍的に有効であり、消費者が求めるもので あった場合、後発で軽度の差別化を持つ類似品が多数 販売されることになる. 逆に言えば、初登場時以外、 商品やサービスの価値を判断してもらうためには多種 多様な類似品が選択の決定に関与している.

本来,商品やサービスの多様性は,消費者にとって満足度を高めるものと考えられてきた[1,2]. Arnold et al は,特に小売店においては豊富な選択肢を提供することによって,競争優位を獲得することができると主張している[1].確かに,様々な媒体における広報活動は「多様な品揃えでお客様を迎えます.」といった内容のキャッチコピーを耳にする場合が多い.しかし,2000年以降を中心に「過剰な選択肢は買い物客の関心を高く引くものの購買意思決定には逆効果である」といった結果を示す論文が発表された[3].この研究を境

に、「情報過負荷による消費者の混乱」や「選択のオーバーロード現象」という考え方も提唱されるようになってきた。定義としては「消費者に対して必要以上の情報が提示され、負担が課題にかかることによって、意思決定や判断が逆に抑制されるといった現象」とされている[4]。言い換えれば、「消費を行う場合、人は自分がコントロールできないレベルの過度な情報を持ってしまうと意思決定に混乱が生じ、行動ができない状態に陥ってしまう」のである。しかし、佐藤らの研究において、購買経験を持つことだけでは「選択のオーバーロード現象」は導き出されず、「選択のオーバーロード現象」には購買経験のみではなく複雑な要因が関与している可能性を考察している[5]。

確かに、総説及び以前のメタ分析研究では「情報過 負荷による混乱と消費者行動に対する多様な情報の必 要性の齟齬」には複雑な要因が関与しており、その結 論を導くには早急であるとされている[6-8]. 特に, 否 定派は Type 1 エラーの可能性や平均効果量がゼロで あることを理由に、「選択のオーバーロード現象」は存 在しないものと主張している[3,6].一方で、肯定派の 意見として、永井は「選択のオーバーロード現象」を 招く主な要因に「情報の量による混乱」と「情報の類 似性の混乱」を挙げている[7,8]. Chernev et al.も, 「情 報過負荷による混乱と消費者行動に対する多様な情報 の必要性の齟齬」を説明するには因子を分類すること によって可能になる可能性を示している[9]. 彼等は主 観的因子として「選好の不確実性」と「意思決定の目 標」に分類し、客観的因子として「決定の困難性」、「選 択肢の複雑性」を掲げている [9]. これらの複雑な要 因が絡み合って「選択のオーバーロード現象」の惹起 に研究間での不一致(「情報過負荷による混乱と消費者 行動に対する多様な情報の必要性の齟齬」) が生じてい ると考察している. このように以前の研究では、肯定 している場合でも、選択的過負荷には様々な要因が関 与している可能性が示唆されている[1-10].しかし、「選 択のオーバーロード現象」の惹起に関して、総説で示 唆されている上記因子間の関係を実際の研究で明らか にしたものは認められない. 現在の推察はそれぞれの 因子を分類し、総説として整理した結果にすぎない.

そこで、今回、我々は「選択のオーバーロード現象」の惹起に関して総説等で示されてきた各種因子との関連性について着目し、実際の研究で明らかにすることを計画した。主観的因子である「選好の不確実性」は、商品への関心度が品揃えの数に関与している可能性を

意味する.「意思決定の目標」は、呈示商品の種類が購 入後の満足感及び後悔度に関与していることである. 客観的因子である「選択肢の複雑性」は複数の類似商 品があり適切な判断基準がない場合,「決定の困難性」 を誘発することを示している. そこで、我々はこの四 つの因子全てに注目し、「これら因子の相違が選択のオ ーバーロード現象を誘発する可能性」について仮説を 立てた. 今回の研究では、商品に嗜好性があるものを 選択することで「選好の不確実性」を想定し、商品選 択に対する満足度及び後悔度といった主観的認知状態 の評価のみならず, 商品の購買意図という具体的な行 動習指標に関する評価を示すことで「意思決定の目標」 の相違を想定した. 更に, 類似ある商品を選択しても らうことで,「選択肢の複雑性」と「決定の困難性」を 想定し、これらの相違が「選択のオーバーロード現象」 の惹起に関与する可能性について検討を行った.

2. 方法

要因計画 2 (商品の選択肢数:少数,多数)×2 (主観的認知:満足度,後悔度)の混合計画とした.商品の選択肢数が参加者間,主観的認知が参加者内要因であった.また,参加者間要因として性差(男性,女性)ないし商品に対する関心度(高い,低い)を独立変数として加えた3要因分析もあわせて行った.

更に,購買意図について 2 (商品の選択肢数:少数,多数)×3 (選択順位:1位,2位,3位)の混合計画とした.商品の選択肢数は参加者間要因,選択順位が参加者内要因であった.購買意図についても同様に性差あるいは商品関心度に関する分析も行った.

参加者 北九州市立大学に在籍している大学生 153 名 (男性 61 名 (平均年齢 19.3 歳), 女性 92 名 (平均 年齢 19.2 歳))を対象とした. 男女構成比は男性 39.9%, 女性 60.1%であった.

材料 商品選択の対象を汎用の食料品であるペットボトル飲料とした。嗜好に性差がない商品として「日本緑茶」,男性嗜好品として「珈琲」,女性嗜好品として「紅茶」を想定し,今回の研究対象とした。嗜好品の判断はネットリサーチの DIMSDRIVE が行った『ペットボトル入り茶系飲料』に関するアンケートと嗜好品に関する preliminary study の結果を基に選定した[11]. 呈示する商品はデフォルトバイアスを除くために売上最上位は除いて決定した。嗜好に性差がない商品として想定した「日本緑茶」,男性嗜好品と想定した「珈琲」,女性嗜好品として想定した「紅茶」のペットボト

ルをそれぞれ売上上位から10種類抽出した.調査では 2 つの集団を無作為に分類し、商品呈示後の購買行動 の満足度と対象となる商品に対する自己関与度をアン ケートした. 分類した 2 つの集団の中で, 一つには多 数選択肢を評価する群として上記 3 種類のペットボト ルをそれぞれ 10 種類呈示した後に、その満足度や後悔 度等を調査した.一方、もう一つの集団は上記3種類 のペットボトルをそれぞれ3種類呈示した後にその満 足度や後悔度等を評価した. この集団を少数選択肢を 評価する群とした. 商品の呈示及びアンケートは用紙 に印刷して行った. 商品呈示は有賀らの方法に準じて, 3 段構成で行い、多数選択肢(10 個呈示)群では商品 は上段に4つ、中段に2つ、下段に4つとした[10]. 少数選択肢(3個呈示)群では、上、中、下段にそれ ぞれ 1 つとした[10]. 商品呈示に関しては商品が分か るようにロゴがついた画像を用いた. 呈示時間は有賀 らの方法に準じて、商品1つにつき3秒とし、多数選 択肢(10 個呈示)の場合は30秒,少数選択肢(3 個呈示)では9秒とした[10].多数選択肢条件と少数 選択肢条件とも, 選択条件内での商品の組み合わせと 商品呈示の順序はカウンターバランスをとった.

手続き 参加者を無作為に2群(商品呈示が少数群 と多数群) に分類した. 少数選択肢群が 75 名, 多数選 択肢群が 78 名であった. 少数選択肢群の男性は 35 名, 女性は 45 名であった. 一方, 多数選択肢群の男性は 26 名, 女性は 52 名であった. 商品呈示をする前に、 対象者データ及び商品購入した後の心理状態等につい てアンケート調査を行った. 内容としては年齢, 性別, 一人暮らしか否か、ペットボトル飲料水(全体、日本 緑茶、珈琲、紅茶ごと)の購買の有無、ペットボトル 飲料水(全体,日本緑茶,珈琲,紅茶ごと)の購買頻 度,ペットボトル飲料水(全体,お茶,珈琲,紅茶ご と)の購買場所、ペットボトル飲料水(全体、日本緑 茶,珈琲,紅茶ごと)に対する関心の程度,ペットボ トル飲料水(全体、日本緑茶、珈琲、紅茶ごと)に対 する好感度を調査した. 各商品の購入頻度及び購入場 所に関しては先行研究に準じて調査した[11]. 関心の程 度, 好感度についてはその程度を6段階評価とした.

その後、商品呈示及びアンケート調査を行った. 上 記の手順に従って、商品呈示をした後、購入したい商 品に1位から3位迄の順位づけを施した. 順位付けし た後、順位付けに対する満足度、後悔度を評価した. 評価はその程度を6段階に分け、対象者の自己判断で 行った. その後, 1位から3位までの商品についてそ の購入意図を評価した. 購入意図の評価については, 1 位から3位までの商品全体に加え,商品ごとに行った. 評価はその程度を6段階で行った.

結果 3.

【商品選択肢数の差異と満足度・後悔度との関係】

選択肢数の差異と満足度及び後悔度との関係を表 すグラフを図1に示す. 日本緑茶, 珈琲及び紅茶とも 主観的認知の主効果が有意であり(日本緑茶と珈琲、 紅茶 (Fs (1, 151) =801.71, 169.91, 314.47; ps < .001; カ 2=.252,.443,.586)),満足度が後悔度よりも高値を示 した. しかし、多数選択肢群と少数選択肢群間で有 意差を示す商品は認めなかった (日本緑茶と珈琲, 紅茶 (Fs (1, 151) =0.378, 0.960, 0.854; ps =.540,.211,.357; η^2 =.001,.002,.001)). 更に, どの 商品においても満足度と後悔度に関して交互作用及 び主効果は確認できなかった(ANOVA、日本緑茶と 珈琲, 紅茶 (Fs (1, 151) =2.00, 1.31, 1.17; $ps=.159,.255,.281; \quad \eta^2 = .006,.003,.002)$.



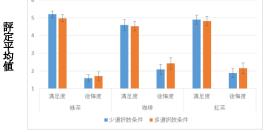


図1: 商品選択肢数の差異と満足度・後悔度との関係

【商品選択肢数の差異と購買意図との関係】

選択肢数の差異と購買意図との関係を表すグラフを 図2に示す、日本緑茶、珈琲及び紅茶とも選択肢が多数 のものの方が少数選択肢の群よりも購買意図は高値を 示した. 購買意図の順位ごとに比較したものでも全て 多数選択肢群の方が高値を示した. 全ての商品購買意 図の順位が低下するに従い、多数選択肢群と少数選択 肢群との間に差異が広がった. 特に、全商品とも購買 意図が2位、3位のもので、多数選択肢群と少数選択肢 群間で有意差を示し、多数選択肢群が高値を示した.

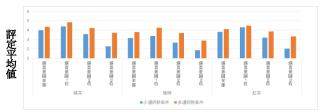


図2: 商品選択肢数の差異と購買意図との関係性

【商品選択肢数間での満足度・後悔度に性差が及ぼす影響】

選択肢数間での満足度及び後悔度に対する性差の関 与を表すグラフを図3に示す.

日本緑茶, 珈琲及び紅茶とも主観的認知の主効果が有意であり(日本緑茶と珈琲, 紅茶(Fs(1,149)=739.93,177.38,287.35;ps<.001; η ²=.764,.449,.563)),満足度が後悔度よりも高値を示した.

日本緑茶では、有意な性差の主効果は認められなかった(F (1,149)=2.251,p=.136、 η ²=.001).更に、その他の交互作用及び主効果も有意でなかった.

珈琲は、性差と主観的認知の交互作用が有意であった $(F(1,149)=4.97,p=.027,\eta^2=.012)$. 単純主効果検定の結果、満足度においては男性の、後悔度においては女性の評定値が高い傾向にあった (Fs(1,298)=3.68,3.35;ps=.056,.068). 3次の交互作用は有意ではなかったが、単純交互作用検定を行ったところ、多数選択肢群において性差と主観的認知の交互作用が有意であった (F(1,149)=4.300,p=.040). 単純・単純主効果検定の結果、多数選択肢群の後悔度で女性の後悔度評定値が男性を有意に上回った (F(1,298)=1.653,p=.037).

紅茶においても、3次の交互作用は有意ではなかったが、単純交互作用検定を行った。満足度における性差と選択肢数の交互作用が有意であり (F(1,298)=3.895,p=.049)、男性における選択肢数と主観的認知の交互作用が有意傾向であった (F(1,149)=3.645,p=.058). 単純・単純主効果検定の結果、男性では、少数選択肢群の方が多数選択肢群よりも満足度が有意を持って高値を示した (F(1,298)=3.90,p=.049). また、多数選択肢群において女性の満足度評定値が男性よりも高い傾向を示した (F(1,298)=2.90,p=.090).

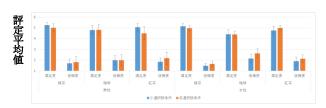


図3: 商品選択肢数間での満足度・後悔度に対する性 差の関与

【商品選択肢数間での満足度・後悔度に商品への関心度が及ぼす影響】

選択肢数間での満足度及び後悔度に対する関心度の 関与を表すグラフを図4に示す.尚,関心度の程度が3 以上とされた参加者を高関心度群,3未満のものを低関 心度群として判断している.

日本緑茶, 珈琲及び紅茶とも主観的認知の主効果が有意であり (日本緑茶と珈琲, 紅茶 (Fs (1, 149) =808.48, 392.51, 331.12; ps < .001; n^2 = .775, .436, .583)), 満足度が後悔度よりも高値を示した.

日本緑茶では、満足度及び後悔度に対する選択肢数間の差異に商品への関心度の関与は認められなかった。但し、3次の交互作用は有意ではなかったが、単純交互作用検定を行った。少数選択肢群において関心度と主観的認知の交互作用が有意であり(F(1,149)=4.02,p=.047),低関心度群において選択肢数と主観的認知の交互作用が有意であった(F(1,149)=4.94,p=.018).単純・単純主効果検定の結果、少数選択肢群において低関心度群の後悔度は高関心度群よりも低かった(F(1,298)=5.69,p=.028).また、低関心度群において、少数選択肢群の満足度が多数選択肢群よりも高い傾向にあり(F(1,298)=3.40,MSe=0.84,p=.066),後悔度では少数選択肢群の評定値のほうが多数選択肢群よりも低い傾向にあった(F(1,298)=3.10,p=.080).

珈琲は、関心度の主効果が有意であり(F(1,149) =5.12, p = .025), 3次の交互作用が有意であった (F(1, 149) =8.35, p = .004, $\eta^2 = .377$). 単純交互作用検定を行 ったところ, 関心度と選択肢数との交互作用が満足度 では有意傾向で後悔度では有意であった (Fs (1,298) =3.27, 9.34; ps = .072, .002). また, 多数選択肢群で関心 度と主観的認知の交互作用が有意であり(F(1,149) =7.62, p=.007), 低関心度群で選択肢数と主観的認知の 交互作用が有意であった (F(1,149) = 6.59, MSe = 2.28, p=.011). 単純・単純主効果検定の結果, 少数選択肢群 の後悔度が高関心度群のほうが低関心度群よりも高く, 多数選択肢群においては高関心度群の満足度が低いも のよりも高く,後悔度は低関心度群のほうが高い傾向 にあった (F (1,298) =5.86,7.54,3.62; ps =.016,.006,.058). さらに、関心度が低い群では多数選 択肢において後悔度が高い値を示した(F(1.298)=8.73.p = .003).

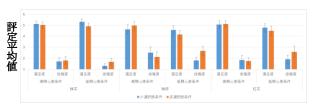


図 4: 商品選択肢数間での満足度及び後悔度に対する商品への関心度の関与

紅茶は、関心度と主観的認知との交互作用が有意で あり、3次の交互作用が有意傾向であった(F(1,149) $=8.425, 3.05; ps = .004, .083; \eta^2 s = .015, .005)$. 単純主効 果検定の結果、満足度においては高関心度群の、後悔 度においては低関心度群の評定値が有意に高かった (Fs (1, 298) =5.75, 5.53; ps = .017, .019). 単純交互作 用検定を行ったところ, 関心度と選択肢数との交互作 用が後悔度で有意であった(F(1,298)=3.93, p=.048). また、多数選択肢群で関心度と主観的認知の交互作用 が有意であり (F(1,149)=10.80,p=.001), 低関心度 群で選択肢数と主観的認知の交互作用が有意であった (F(1,149) = 4.54, p = .035). 単純・単純主効果検定の 結果、多数選択肢群において高関心度群の満足度が低 関心度群よりも高く、後悔度は低関心度群のほうが高 関心度群よりも高かった (F(1,298) = 5.34, 9.40; ps=.022,.002). さらに、関心度が低い群では多数選択肢 において後悔度が高い値を示した(F(1,298)=6.14,p = .014).

【商品選択肢数間での購買意図に性差と商品への関心 度が及ぼす影響】

選択肢数間での購買意図に対する性差の関与を表す グラフを図5に、関心度の関与を表すグラフを図6に示す.

満足度と後悔度に性差の影響が見られなかった日本 緑茶については、男性女性ともに上位に順位付けされ た商品の購買意図にも選択肢数の効果は見られなかっ た. 男性の満足度と後悔度の評定で選択のオーバーロ ード現象が見られた紅茶では、選択上位の購買意図で はむしろ少数選択肢のほうが高かった一方で、女性で オーバーロード現象が見られた珈琲では全体的に多数 選択肢条件の購買意図評定値が少数選択肢条件の評定 値を上回る結果となった.

関心度が高い場合, 珈琲及び紅茶では全ての順位において多数選択肢と少数選択肢の群間における差異がアンケート対象者全体で比較した場合よりも満足度においてより高値を示した. 同様に,後悔度に関しては群間の差異がより高値を示した. 特に,購買意図が3位のものは群間の差異を顕著に認めた. 両商品に関して満足度及び後悔度ともに多数選択肢群と少数選択肢群間で有意差を認めた.

一方,関心度が低い場合,珈琲で購買意図が全順位において高値を示した.更に,多数選択肢群と少数選択肢群との間に差異を強めた.全商品において,2位,

3位の順位のものは多数選択肢群と少数選択肢群間で 有意差を認めた.

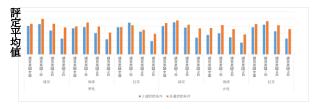


図5: 商品選択肢数間での商品への購入意図に対する性差の関与

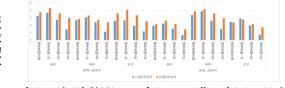


図 6: 商品選択肢数間での商品への購入意図に対する関心度の関与

4. 考察

商品の品揃えを行う場合,一般的には消費者行動を 考慮して多数のものを配置する方が購買意欲が高いと いうことが通説であった. そのため、商店は豊富な品 揃えを達成するために在庫の増加というジレンマを持 ちながらも、多数の商品を店頭に並べる努力を行って きた. しかし、最近の研究で「あまりに多い品揃えは 却って購買行動を低下させる」という報告がなされた. これを「選択のオーバーロード現象」と呼び、認知心 理学や行動経済学を中心に注目を集めている.「選択の オーバーロード現象」については賛否両論あり、統一 見解が認められていない. そこで, 今回我々は「選択 のオーバーロード現象」が総説等で示されている各種 因子により発症に関与している可能性に着目し,分析 した. 具体的には4因子(「好き嫌いの不確実性」、「意 思決定の目標」,「選択肢の複雑性」,「決定の困難性」) を 3 種類のペットボトルと商品に対する自己関度及び その際に生じる満足度と後悔度の変化に見立て、それ ぞれの相違における結果の変化を分析した.

今回の研究では、全商品に対する主観的認知の平均 評定値を見ると、少数選択肢群の方が多数選択肢群よ りも商品選択後の満足度が高く、後悔度は低いという 結果が得られた. つまり、平均値上では満足度と後悔 度に関して「選択のオーバーロード現象」が誘発され たと考えられるが、統計的に有意な結果は得られなか った. 一方、購買意図に関しては多数選択肢群の方が 少数選択肢群に比較して全ての商品で高値を示した. 特に、購買意図順位が低くなるとその傾向は強くなっ ていった.選択肢が多い方が購買には繋がるといった 結果を示しているものと推定する.つまり、「選択のオーバーロード現象」は見られず、これまでの通説である品揃えが抱負であることが購買行動を誘導するということを裏付けるものとなっている.購買意欲は選択の順位付けが低くなるほど多数の選択肢を呈示されたほうが高くなっている.これは順位付けされた商品の選択肢の中の相対的な位置づけによるところが多いと考えられる.つまり、10種類の中の3位と3種類の中の3位とでは、当然ながら前者のほうが購買意欲が高まる可能性が高いことが予想される.

本研究の結果は、肯定派が掲げる呈示する商品の種 類,数,提示方法及び重要変数(満足度,後悔度,購 買意欲等)を考慮にすることで「選択のオーバーロー ド現象」が生じるといった主張を限定的に肯定するも のとなった[3, 10]. 特に今回非常に注目するべき結果 は、商品に対する関心度が「選択のオーバーロード現 象」の有無に大いに関与している点である. 具体的に は、商品に対する関心度が高い群では多数選択肢群の 方が少数選択肢群よりも商品選択に対して満足度が高 く、後悔度は低い.一方で、関心度の低い群では高い 群とは逆に多数選択肢群の方が少数選択肢群よりも商 品選択に対して満足度が低く,後悔度は高いというも のである. 購入意図に関しては多数選択肢群の方が購 入への意欲が強まっていた. その傾向は珈琲と紅茶で は特に強く認められた. この結果は、同一の参加者で あっても商品への関心度によって「選択のオーバーロ ード現象」に関する結果は異なったものになることを 意味している. 更には、上記した通り、重要変数とし て満足度や後悔度といった主観的認知を用いるのか商 品への購入意図という具体的な行動指標を用いるのか によってもその結果は異なっていることを意味してい る. 否定派の研究者は「選択のオーバーロード現象」 に関する後追い研究では同様の結果が認められないこ とが多いことから、Type 1 エラーではないかと考えて いる[6]. 更には、meta-analysis の分析から先行研究 から推定されるオーバーロード現象の平均効果量はほ ぼ皆無に等しいとしている[3].しかし、今回の結果か らは大学生という対象者間でも商品への関心の程度に より「選択のオーバーロード現象」は生じたり、生じ なかったりすることが示された.従って、必ずしも否 定派の主張により Type 1 エラー等だけではなく, 研究 における重要変数の選択決定や対象者の商品関心度が 大いに関与している可能性を評価した上で統一見解を 主張する必要があるのではないかと考える.

関心度だけではなく、性差についても商品への満足度と後悔度を検討した。その結果、「選択のオーバーロード現象」は必ずしも性差によって判断できるものではなく、商品への関心度の関係性が強い可能性が考えられた。というのも、男性の嗜好傾向の強い珈琲では満足度において男性に「選択のオーバーロード現象」は消失し、女性の嗜好傾向の強い紅茶では満足度において女性に「選択のオーバーロード現象」が消失したからである。

今回購買対象としてはペットボトルを用いた.その理由は商品の金銭的価値の相違を排除するため安価な汎用品を選択する方が良いと判断したからである.更に大学生がよく購入すると考えられる食料品としてペットボトルを選択した.具体的には日本人はペットボトル飲料を飲む人が 74.6%以上である[11].更に,男性も女性も日本緑茶を飲み,男性は珈琲を飲む割合が高く,女性は紅茶を飲む割合が高いことが報告されている[11].同時に,ペットボトルには多くの種類が存在することも挙げられる.本研究では男性が嗜好する傾向の強い商品としては和珠,女性が嗜好する傾向の強い商品としては紅茶,性差のない商品としては日本緑茶を用いた.その理由は,上記アンケート結果に加え,preliminary study として小売店のデータ解析より決定した[11).

人間は日々の生活の中で瞬きの数くらい選択行為を 行っていると考えられている [12]. その一つに消費行 動における商品選択も含まれる. 商品選択を効果的に 誘導することは小売店において最も大切な戦術である. そのために新しく打ち立てられた学説である「選択の オーバーロード現象」には注目が集まり、数多くの研 究行われている [1-10]. 研究論文の中でも「オーバー ロード現象」の出現には複数の要因が関与しているこ とが推測されている. そこで、今回我々は「選択のオ ーバーロード現象」に関与する因子として性差及び商 品への関心度との関係について研究を行った. ペット ボトルのような汎用品では自己関心度が低い条件下で 「選択のオーバーロード現象」が誘発される可能性が 高い. 一方, 商品への関心度が強い場合には多数選択 肢の方が満足する傾向が強いという結果が得られた. しかも、その結果は満足度が高い場合や後悔度が低い 場合といった形で表され、必ずしも両者が同時に現れ るわけではなかった. 言い換えると今回想定した4つ の因子が関与して「選択のオーバーロード現象」生じ

ている.呈示商品の種類や性差及び自己関心度によって購入後の満足感及び後悔度に関与する「意思決定の目標」が変化している.更に,客観的因子である「選択肢の複雑性」はペットボトルの購買を判断する上で,自己関心度が低い場合に適切な判断基準がない類似商品の存在により「決定の困難性」が誘発しているものと想定できる.本研究結果より,消費者が有する商品関心度を前もって推し量ることで購入に繋がる品揃えをコントロールするできる可能性が示唆された.

本研究結果を実際の小売店の品揃えに当てはめてみる。商品への関心度が高い顧客が期待できる店舗には品揃えを豊富にする。その結果、顧客満足度が上昇し、リピート客の増加に繋がる可能性が想定される。一方、商品への関心度が低い顧客が集まる店舗では、品揃えを豊富にすることはかえって後悔度を上げることに繋がる。従って、リピート客を減少させることになり、好ましくない。このような店舗では品揃えを控えることで、後悔度の上昇を抑制でき、リピート客の獲得に繋がるはずである。更に、品揃えを抑制することでカフォーマンスも向上することになる。品揃えを考える上で店舗に集まる顧客の商品認知度を常にマーケティングすることで大切で、結果として効率的な品揃えを構築することが可能になるといえる。

参考文献

- [1] Arnold SJ, Oum TH, Tigert DJ (1983) "Determinant attributes in retali patronage: Seasonal, temporal, regeinal, abd international comparisons. "Journal of Marketing Research, Vol.20, pp.149-157.
- [2] Anderson C (2008) "The long tail, revised and updated edition: Why the future of nusiness is selling less of more." Hyperion.
- [3] Iyengar SS, Lepper MR (2000) "When choice is demotivation: Can one desire too much of a good thing?" Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 79, pp.995-1006.
- [4] Herbig PA, Kramer H (1994) "The effect of information overload on the innovation choice." Journal of Consumer Marketing, Vol.11, pp.45-54.
- [5] 佐藤貞之,今井優介,工藤 傑,長戸 操,松田 憲,有 賀敦紀 (2018):"選択のオーバーロード現象が商品購入意 図に及ぼす影響." 日本認知科学会第 35 回大会発表論文 集,728-734.

- [6] Scheibehenne B, Greifeneder R, Todd PM (2010) "Can their ever be too many options? Meta-analytic review of choice overload." Journal of Consumer Research, Vol.37, pp.409-425.
- [7] 永井竜之介 (2015) "消費者の混乱に対するアプローチ". Japan Marketing Journal, Vol.34, pp.185-195.
- [8] 永井竜之介 (2013) "マーケティングにおける情報過負荷研究の展開." 早稲田大学商学研究科紀要, Vol. 77, pp.105-120.
- [9] Chernev A, Bockenholt Ulf, Goodman J (2015) "Coice overload: A conceptual review and meta-analysis." Journal of Consumer Psychology Vol. 25, pp. 333-358.
- [10] 有賀敦紀 (2017) "選択のオーバーロード現象の再現性." 日本心理学会第 15 回大会, 4.
- [11] DIMSDRIVE 『ペットボトル入り茶系飲料』に関するアンケートの調査結果.
 - (http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2007/070425/)
- [12] Iyenger, S (2014) "選択の科学", 文藝春秋出版

合理的意思決定,認知バイアス,物理要因が 地震避難行動に与える影響

Impacts of Rational Decision, Cognitive Bias, and Physical Factor on Earthquake Evacuations

鶴島 彰

Akira Tsurushima

セコム株式会社 IS 研究所 SECOM CO., LTD., Intelligent Systems Laboratory a-tsurushima@secom.co.jp

概要

室内からの地震避難において「逃げる」と「留まる」の選択に空間的なパターンが存在することが指摘され、このパターンが避難時の同調行動を表現した避難意思決定モデルによって再現可能である事が示された[7].しかしこのモデルは、物理要因と合理的意思決定という二つの重要な要素を欠いており、避難モデルのリアリティという点で問題があった。本稿では、避難意思決定モデルに合理的思考レイヤーと物理レイヤーを組み合わせる事によって、より人間のふるまいに近い避難エージェント・アーキテクチャを導入し、合理的意思決定、認知バイアス、物理要因の三つが、避難時の意思決定の空間パターンの発生にどのような効果をもたらすかを分析した。さらに合理的意思決定において、合理的に振る舞うエージェントの割合を変化させることで、合理的思考の影響について分析した。

キーワード:同調行動,避難意思決定モデル,Social Force Model,地震避難行動,合理的思考,認知バイアス

1. はじめに

東日本大震災において仙台の会議室で撮影された動画 1 の分析によって、室内からの地震避難における、物陰に伏せる行動(「留まる」)と部屋から外部に逃げ出す行動(「逃げる」)の選択が、出口からの距離によって分かれるという現象が指摘された[7]. さらに、このような現象は出口からの距離による意思決定というプロセスを仮定せずとも、避難時の同調行動(Herd Behavior)による創発現象として説明可能であることが、避難意思決定モデル(EDM)[5]を使ったシミュレーション(図1)により示された[7]. また避難時の出口選択における対称性破綻についても、これまでは合理的意思決定の結果として離散選択モデルによる説

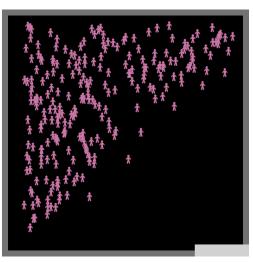


図 1 「留まる」を選択したエージェントのみが出口 (右下) から遠い位置に残される

明がなされてきた [4] のに対し, EDM により, そのような合理的意思決定プロセスを一切省いても, 同様の現象が同調現象として再現できること [6] が示された.

しかしこれらの分析で使われた EDM は,認知バイアス (同調行動) のみをモデル化したものであり,現実の避難状況の再現という意味においては以下の欠点があった.

- ◆ 物理的要因の無視. エージェントは質量や大きさを持たず,他のエージェントや障害物を通り抜けてしまう
- 合理的意思決定の無視.人間であれば当然行うであろう意識的な行動が採れない.たとえば最短距離にある出口を選べない.

一方 EDM には、その単純さ故に、他のモデルとの統合が容易であるという利点がある.

本稿では、これらの物理的要因と合理的意思決定 を、それぞれ別のモデルで表現し、EDMと統合する ことにより、統一的な避難エージェントモデルを構成

 $^{^{1}}$ https://www.youtube.com/watch?v=tejlDDKeg8s

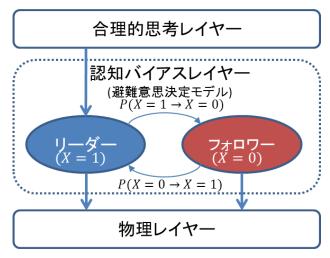


図 2 避難エージェント・アーキテクチャ

する. さらに、それぞれのモデルをノックアウトした シミュレーションを行い、結果を比較することにより、 合理的意思決定、認知バイアス、物理要因のそれぞれ が、「留まる」と「逃げる」という行動の選択が出口か らの距離に応じて分かれる現象に対してどのように影響するかについて分析する.

2. 避難エージェント・アーキテクチャ

EMD を認知バイアスレイヤーとし、これを人間の合理的意思決定を表現する合理的思考レイヤーと、環境の物理要因を表現する物理レイヤーで挟んだ三層構造を、避難エージェント・アーキテクチャ(図 2)と呼ぶ.

EDM は、エージェントが意識的に行動するリーダー状態と、他のエージェントの行動を真似するフォロワー状態の、ふたつの心的状態を確率的に切り替えるものだが、避難エージェント・アーキテクチャでは、リーダー状態のときには合理的思考レイヤーを使って意思決定し、またリーダー、フォロワー両状態の出力を物理レイヤーへの入力とすることにより、合理的意思決定と物理要因の両者に対応することができる。合理的思考レイヤーと物理レイヤーは EDM とは独立であり、それぞれのレイヤーにおいて問題に対して適切なモデルを選ぶ事ができる。

避難エージェント・アーキテクチャを使った分析により、出口選択における対称性破綻現象では、物理要因を考慮することにより対称性破綻発生の頻度が高まることが明らかになった[8].

2.1 避難意思決定モデル (EDM)

避難エージェント・アーキテクチャの中心とな る,避難意思決定モデル (EDM) について説明す る. EDM は, 生物学の反応閾値モデル [1, 2] に基 づいて,災害避難時の同調行動を表現したもので ある. モデルは環境とエージェントからなり, エー ジェントi は反応閾値 (θ_i) , リスク感受性 (μ_i) とい うランダムに振られた二つのパラメータをもつ.ま たエージェントは、時刻tでの行動を表す決定変数 $\pi_i(t) = \{undecided, flee, drop\}$ を持ち、それぞれ「未 定」「逃げる」「隠れる」を表す、さらにエージェント は X=0, X=1 の二つの内部状態を持ち、それぞ れフォロワー, リーダー状態とよぶ. リーダー状態の 時, エージェントは自分の意思で主体的に行動を決め るが、フォロワー状態の時は周囲のエージェントの行 動を模倣する. 具体的には、リーダー状態の時は合理 的思考レイヤーに与えられたモデルによって $\pi_i(t)$ の 値を定め, フォロワー状態の時は, 自分を中心にある 一定範囲内のエージェントの中で最も多く採用されて いる $\pi_i(t)$ と同じ値を選ぶ.

二つの内部状態は、以下に示す確率関数に基づいて 確率的に遷移する.

$$P_i(X=0 \to X=1) = \frac{s_i^2}{s_i^2 + \theta_i^2}$$
 (1)

$$P_i(X=1 \to X=0) = \epsilon \tag{2}$$

ただし s_i は、エージェントiにおける環境からの刺激の推定値であり、以下の式で表される。

$$s_i(t+1) = max\{s_i(t) + \hat{\delta} - \alpha(1-R)F, 0\}$$
 (3)

ただし $\hat{\delta}$ は、上記差分方程式の増分であり、RとFはそれぞれリスク認知とタスク進捗を表す関数である。リスク認知Rは、環境の客観的なリスク値rの関数であり、以下のように表される。

$$R(r) = \frac{1}{1 + exp(-g(r - \mu_i))}$$
 (4)

ただし、g はシグモイド関数の曲率である。タスク進 捗 F は、周囲の人数 n の関数であり、以下のように表される。

$$F(n) = \begin{cases} 1 - n/N_{max} & n < N_{max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$
 (5)

ただし N_{max} は、周囲の人数の最大値とする。ここで、本モデルにおけるタスクは避難行動なので、上記n は正確には、まだ避難行動を採っていない $(\pi_i(t) =$

undecided の) エージェントの人数である.最後に,式 2 の ϵ は,シミュレーションパラメータとして与えら れるリーダーがフォロワーに遷移する固定確率で,この確率は全エージェントで等しいものとする.

3. 地震避難における合理的意思決定,認知 バイアス,物理要因

本稿では, [7] の地震避難行動に対し避難エージェント・アーキテクチャを適用することにより, 地震避難に対して合理的意思決定, 認知バイアス, 物理要因の与える影響について分析する. この分析では避難エージェント・アーキテクチャの三つのレイヤーに対し, 次のようなモデルを仮定する.

合理的思考レイヤー 出口から一定距離以内なら「逃げる」 $(\pi_i(t) = flee)$,そうでなければ「留まる」 $(\pi_i(t) = drop)$ を選ぶ(DST)

認知バイアスレイヤー 避難意思決定モデル (EDM) 物理レイヤー Social Force Model (SFM) [3]

上記三つのレイヤーについて、上で示したモデルを使う/使わないを切り替えることで、 $2^3=8$ 通りの構成を試すことにより、各レイヤーのモデルがシミュレーション結果に及ぼす影響を調べる.

ここで、モデルを使わなかった場合に関しては、以 下のとおりとする.

合理的思考レイヤー $\pi_i(t) = undecided$ ならば、「逃げる」 $(\pi_i(t) = flee)$ と「留まる」 $(\pi_i(t) = drop)$ をランダムに選ぶ

認知バイアスレイヤー 常に X = 1 (リーダー状態) とする

物理レイヤー 認知バイアスレイヤーから与えられた 差分ベクトルによって得られる座標を a そのまま 出力とする

認知バイアスレイヤーが出力し、物理レイヤーの入力となる差分ベクトルは、 $\pi_i(t)=flee$ であれば現在地から出口への直線距離で1ステップ分、それ以外であれば(0,0)である。物理レイヤーにSFMを使用している場合は、このベクトルが desired vector としてSFMの入力値となる。

さらに, [7] で示した地震避難行動(出口からの距離により行動選択が分かれる)を数値評価するために,以下のエントロピーを定義する.

$$H = -r_d log_2(r_d) - r_f log_2(r_f) \tag{6}$$

ただし、 r_d 、 r_f は、シミュレーション終了時に残った エージェントのうちその座標が y>x の者の数を N_d 、 $y \le x$ の者の数を N_f としたときの $r_d=N_d/(N_d+1)$ N_f), $r_f = N_f/(N_d + N_f)$ である. H の値が小さいほど図 1 の様になり、大きいほど室内全体に一様にエージェントが残る.

4. 実験と結果

レイヤー毎のモデル構成を変えた 8 通りに対して、 それぞれ 300 回シミュレーションを行った結果の H の 分布を図 3 に示す.

- A. EDM と SFM を使用し、合理的思考レイヤーは ランダム選択とした場合. 室内全体にエージェン トが残る場合が大多数だが、低い頻度で図 1 のパ ターンが現れる.
- B. DST, EDM, SFM の全てを使用した場合. 図 1 のパターンがほとんどのケースで観察され,室 内全体にエージェントが広がって残ることはほぼない.
- C. EDM のみ使用. 合理的思考レイヤーとしてランダム選択, さらに物理レイヤーでは, EMD の出力がそのままエージェントの座標として出力される場合([7] で扱われたケースと同じ). 室内全体にエージェントが残る場合が大多数だが, 低い頻度で図1のパターンが現れる. A の結果とほぼ同じであであるが, 図1のパターン発生の頻度が僅かに大きくなっている.
- D. DST と EDM のみ使用し、物理レイヤーに SFM を使用しなかった場合。図1のパターンがほとんどのケースで観察され、B の結果とほぼ同じであるが、図1のパターン発生の頻度はわずかに弱められている。
- E. SFM のみ使用した場合. これはランダム選択と SFM の組合せであり、ほぼ全てのケースでエー ジェントは室内一様に散らばっている. EDM が 無いため偏りが発生する理由がなく、この結果は トリビアルである.
- F. DST と SFM のみ使用した場合. これは距離による「逃げる」と「留まる」の選択が行われているだけであり、ほぼ全ての結果が図 1 のパターンのみになっている. この結果はトリビアルである.
- G. DST, EDM, SFM の全てが使われなかった場合. これはランダム選択のみが行われている場合であり,当然エージェントは室内に一様に散らばる. この結果はトリビアルである.
- H. DST のみが使われた場合. 距離による「逃げる」と「留まる」の選択のみが行われており、結果は図1のパターンのみとなる. この結果はトリビアルである.

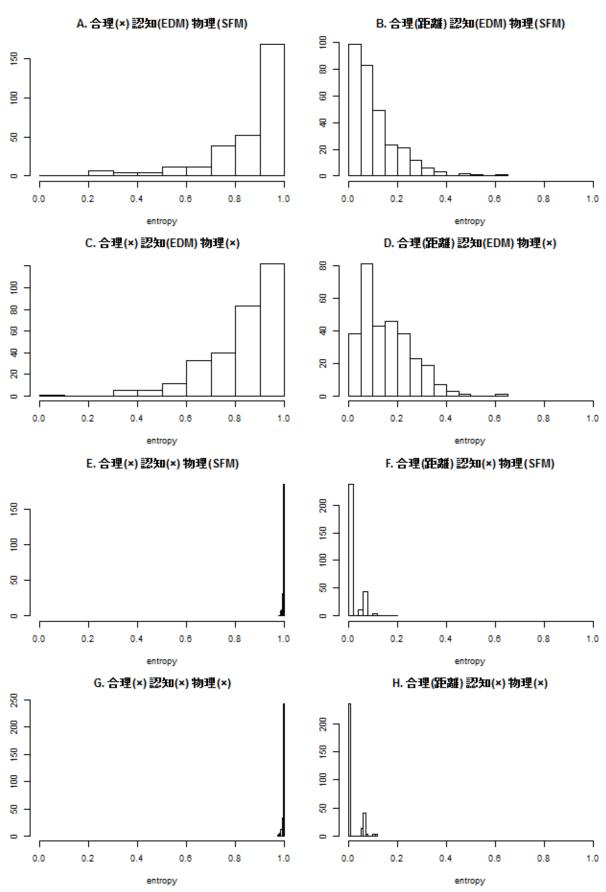


図 3 レイヤーの構成毎の H の分布. (\times) はそのレイヤーのモデルを使わなかった事を意味する

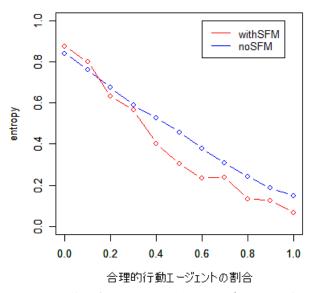


図 4 合理的思考レイヤーに従うエージェントの割合 を変化させた場合(認知バイアスレイヤーは EDM)

現実には全エージェントが合理的意思決定をしたり、全エージェントがランダムな行動をすることは考えづらく、その両者がある割合で混合しているものと想定することができる。そこで全エージェントのうち、合理的思考レイヤーで指定されたとおり合理的意思決定を行うエージェントの割合を変化させたシミュレーションを行った。すなわちこの割合が 1.0 であれば想定通り全員が合理的意思決定をするが、0.0 の場合は合理的思考レイヤーを使わなかったと同じ行動になる。図 4 にこの割合を 0.1 刻みで変えたときの、100 回のシミュレーションにおける H の平均値を示した。図の赤線は物理レイヤーとして SFM を使った場合、青線は物理モデルを使わなかった場合である。

5. 考察

図3より合理的思考レイヤーを使った場合(B, D, F, H)とそうでない場合(A, C, E, G)を比較すると,全てにおいて合理的思考レイヤーを使った場合は H の平均は 0.0 に近づき,そうでない場合は 1.0 に近づいている.これは合理的思考レイヤー(DST)が距離による選択で,そうでない場合がランダム選択であるところから当然の結果といえる.

一方,これに認知バイアスレイヤーを加えてみると,認知バイアスレイヤーに EDM を使った場合(A,B,C,D)はそうでない場合(E,F,G,H)に比べて,いずれにおいても H の分散は極端に大きくなっており,合理的思考レイヤーでランダム選択を行ったとし

ても、頻度は少ないが H=0.0 に近い結果が現れていることが分かる.

さらにこれらの結果に物理レイヤーを加えて考える と、物理レイヤーとして SFM を取り入れた場合(A, B, E, F) はそうでない場合 (C, D, G, H) に比べて, より頻度の高い事象がさらに発生しやすくなる傾向が みられる. C よりも A の方が若干ではあるが H=1の頻度が高くなっており,一方,DよりもBの方が H=0の頻度が高くなっている. 図 4 を観察してみる と、たしかに合理的エージェントの割合が1.0付近で は青線が赤線を上回っているが、0.0の付近では逆に 赤線が僅かに青線を上回っている. またこの図から, 物理レイヤーとして SFM を使わなかった場合, エン トロピー H の変化(青線)は、合理的エージェントの 割合に対してほぼ線形なのに対し、SFM を加えた場 合のそれ(赤線)は、下に膨らむ非線形の形状を示し ており、合理的エージェントの割合と物理要因の間に 相関がある可能性を示唆している.

参考文献

- [1] Eric Bonabeau, Guy Theraulaz, and Jean-Louis Deneubourg. Quantitative study of the fixed threshold model for the regulation of division of labour in insect societies. *Proceedings of The Royal Society B*, Vol. 263, No. 1376, pp. 1565–1569, 1996.
- [2] Eric Bonabeau, Guy Theraulaz, and Jean-Louis Deneubourg. Fixed response thresholds and the regulation of division of labor in insect societies. *Bulletin* of Mathematical Biology, Vol. 60, pp. 753–807, 1998.
- [3] Dirk Helbing, Illés Farkas, and Tamas Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, Vol. 407, No. 28, pp. 487–490, 2000.
- [4] Ruggiero Lovreglio, Achille Fonzone, Luigi dell'Olio, and Dino Borri. A study of herding behaviour in exit choice during emergencies based on random utility theory. Safety Science, Vol. 82, pp. 421–431, 2016.
- [5] Akira Tsurushima. Modeling herd behavior caused by evacuation decision making using response threshold. In P. Davidsson and H. Verhagen, editors, Multi-Agent-Based Simulation XIX. MABS2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11463, pp. 138–152. Springer, 2019.
- [6] Akira. Tsurushima. Reproducing symmetry breaking in exit choice under emergency evacuation situation using response threshold model. In Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence - Volume 1: ICAART,, pp. 31–41. IN-STICC, SciTePress, 2019.
- [7] 鶴島彰. 地震避難における意思決定の同調行動による再現. 日本認知科学会第35回大会発表論文集,2018.
- [8] 鶴島彰. 避難意思決定モデルと social force model の統合 -出口選択の symmetry breaking に与える影響-. 情報処理学会第81回全国大会論文集、2019.

心の新しい定義:行動抑制ネットワーク New definition of mind: the behavioral inhibition network

森山 徹¹,園田 耕平²,齋藤 帆奈³,右田 正夫⁴ Toru Moriyama, Kohei Sonoda, Hanna Saito, Masao Migita

¹信州大学, ²立命館大学, ³東京大学, ⁴滋賀大学 Shinshu University, Ritsumeikan University, University of Tokyo, Shiga University toru@shinshu-u.ac.jp

概要

心の本質とは何か. それは, 私たちがヒトや動物に対面する際, 自然に生じる「何をしだすかわからない」という感覚, すなわち, ヒトや動物が備える予測不能性, 理解不能性, 総じて, 他者性であろう. 筆者らは, この他者性を生みだす実体を, ヒトや動物に潜在する行動抑制ネットワークであると考えた. 本発表では, ダンゴムシに他者性としての心を見出す例を紹介しながら, 心は複雑な情報処理機械にすぎないという仮想から抜け出し, 心は創発をもたらすネットワーク構造であるという現実の理解へ至るアプローチを紹介する.

キーワード: 心 (Mind), 行動抑制ネットワーク (BIN: Behavioral inhibition network), 他者性 (Otherness)

1. 心の本質

一体いつの頃から、心はヒトの知・情・意のもとである[1,2]、と理解されるようになったのだろう. 認知科学も、情報の獲得・変更・保持・獲得・活用など心のソフトウェアの面を解明する学問であるならば[3]、ご多分に洩れずである. 心をヒトの知・情・意のもとと理解し、その解明へアプローチする試みは、人々に対し、心は複雑な情報処理機械にすぎないとの印象を与えた. そして、処理能力の非常に高い将棋ソフトウェアが棋士に勝利する現在では、人々が漠然と抱いたその印象は、実感へと変わりつつあるかもしれない.

一方,心はヒトの知・情・意のもとという理解は、ヒトという範疇を超え、動物に心を見出すことを可能にした。単細胞生物の粘菌は迷路を解く知能をもち[4],魚は不安や恐怖の情動を示し[5],ザリガニの脳内の神経回路は、意図のもとであるかのように、歩行に先立って活動する[6]。これらの実例は、ダーウィンが提唱し[7]、比較心理学が研究の基盤とする心の連続性という概念[8]の妥当性を実証した。心の連続性とは、ヒトに特有と見られる心的能力はヒト以外の動物においても原基的な形で見られる、という考え方である。確かに、上記の粘菌、魚、ザリガニには、ダーウィンが言うように、程度の差こそあれ、心的能力が認められる[7]。重要なのは、ダーウィンは、心的能力の質は、動物種によって差はないとも述べていることである[7]。ただし、

この心の本質とは何かについて、具体的には述べていない.

筆者らは、この心の本質を明らかにし、その解明へ具体的な方法でアプローチすることこそ、人々が自身や動物に対して抱く、心は複雑な情報処理機械にすぎないのではないかという不毛な、そして不必要な疑念を解消する特効薬になると考えている。では、心の本質とは何か。それは、私たちがヒトや動物に対面する際、自然に生じる「何をしだすかわからない」という感覚、すなわち、ヒトや動物が備える予測不能性、理解不能性、総じて、他者性である[9]。そして、この他者性を生みだす実体が、筆者らが隠れた活動体[10]と呼ぶ行動抑制ネットワークである[11]。以下では、ダンゴムシに他者性としての心を見出す例を紹介し、心は複雑な情報処理機械にすぎないのではないかという疑念の不毛さ、不必要さを簡単に示そう。

2. 行動抑制ネットワーク

ダンゴムシは、事前の転向と逆の転向を繰り返す交 替性転向反応という行動を備えているため、T字路を 連続的に与える装置に投入すると、左右交互の転向を 繰り返す[12]. この交替性転向反応は特定の行動機構に よって生じると考えられるが、この反応は、ダンゴムシ 内に存在するその他様々な行動機構, 例えば, 丸まる, 食べる, 逃げる等の機構が, 互いの活動を相互に抑制 し、行動の発現を抑える抑制性のネットワークを形成 し, 交替性転向反応の行動機構の働きを妨げないよう にすることで,初めて実現される.実際,T字路の壁は 平滑に仕上げてはいるものの、ダンゴムシにとっては 凹凸かもしれず、彼らは、体が壁に触れるたびに生じる 機械刺激によって外敵を想起し、にもかかわらず、逃げ るという行動を抑制している可能性がある. このよう に, 外界からいつ何時刺激を受けるかわからない実際 のダンゴムシは、行動抑制ネットワークの働きにより、 交替性転向反応を実現している.

ところで、この行動抑制ネットワークは、その働きが

自律的であるからこそ,その構造を時々刻々と変化させ,この変化が,交替性転向反応の行動機構に影響を与え,行動にゆらぎという予測不能性を与えるだろう.例えば,ダンゴムシは時折,同方向への転向や方向転換を見せる.そして,ネットワークの自在な変化は,稀に,交替性転向反応の行動機構と,ネットワーク中の行動機構の混同さえ引き起こしてしまい,ダンゴムシに理解不能性を生じさせる.実際,ダンゴムシは,あまりにも長く丁字路を与えられ続け,未知の状況に晒されると,突如,壁を登って装置から逃れてしまう [13].この壁登りによる高所への移動は,乾燥が死に至る条件となるダンゴムシに対し低湿度を与えるため禁止されており,ゆえに,理解不能である.このように,行動抑制ネットワークは,ダンゴムシの内部に潜む他者であり,他者性を顕わにする心の実体である.

3. ダンゴムシに心はある、という呪文

私たち心の解明へ迫る研究者は、人々に、心は複雑な情報処理機械にすぎないのではないかという不毛な、そして不必要な疑念を抱かせないために、内なる他者から目をそらしてはならない。目をそらしそうなときには、「ダンゴムシに心はある」とつぶやくことが有効だろう。このつぶやきが、認知科学における心の研究を、情報処理機構の面からだけでなく、内なる他者としての理解へと導く呪文になることを、筆者らは期待する。発表では、他の動物で心の他者性を見出した実験例を紹介するとともに、モノに心を見出す方法論についても論じる。

猫文

- [1] Cambridge dictionary. https://dictionary.cambridge.org/
- [2] 広辞苑第7版, 岩波書店, 2018
- [3] 石井加代子. 心の科学としての認知科学. 科学技術動向 7月号,12-21,2004
- [4] Nakagaki T, Yamada H, Tóth Á. Maze-solving by an amoeboid organism. Nature 407, 470, 2000
- [5] Yoshida M, Hirano R. Photocardiography: A Novel Method for Monitoring Cardiac Activity in Fish. Zoological Science 26, 356-361, 2009
- [6] Kagaya K, Takahata M. Science 332, 365-368, 2011
- [7] Darwin CR. The descent of man and selection in relation to sex. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1871/1981
- [8] Papini MR. Comparative Psychology: Evolution and Development of Animal Behavior 1st Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2002
- [9] Moriyama T. International Journal of Computing Anticipatory Systems 5, 221-230, 2000
- [10] 森山徹. モノに心はあるのか. 新潮社,2017
- [11] Moriyama T, Migita M, Sonoda K, Saito H. Thematic session:

- Universality of Mind at 31st International Congress of Psychology, 2016
- [12] 渡辺宗孝, 岩田清二. ダンゴムシにおける交替性転向反応. 動物心理学年報 6,75-82,1956
- [13] Moriyama T. International Journal of Comparative Psychology 12, 153-170, 1999

発話と映像的身振りの統合的理解における聞き手の視線 The Listener's Gaze in the Process of Gesture-Speech Integration

三宅 英典[†],関根 和生[‡] Hidenori Miyake, Kazuki Sekine

[†]松山東雲女子大学, [‡]慶應義塾大学 Matsuyama Shinonome College, Keio University h.forte.rc@gmail.com

概要

本研究は、発話と身振りの処理過程を明らかにするために、聞き手に対する視覚的注意に焦点を当て、子どもが話者のどこを見ているかを検討した。6歳児21名、女子大学生21名を対象に、日常的な動作を発話と身振りで伝達するビデオをみせ、その後、4枚の写真からメッセージと最も一致するものを選択させた。課題に取り組む参加者の視線を計測した結果、6歳児は顔や身振りに対する視線に成人と差がみられなかったものの、発話と身振りの統合能力では両者に差があることが明らかになった。

キーワード:発話,身振り,統合的理解,視線,幼児期

1. 問題と目的

コミュニケーション場面において、聞き手は発話だけでなく身振りも考慮してメッセージを理解している[1]. しばしば、身振りは、発話では表されない情報を伝達する. 例えば、数あるうちのリンゴから1つのリンゴを指さしながら「大きいね」と言う場合(指さしが対象物を特定)、や「走って逃げちゃった」と言いながら腕を振って人物の走る様子を描写する場合などである(身振りが人物の走り方を特定). 本研究では、このように発話と身振りがそれぞれ独自の情報を含む際、

その両方の情報を統合して行うメッセージ理解を統合 的理解と呼ぶ.

例えば、Sekine et al. [2] は、3歳児・5歳児・成人を対象に、日常的な動作を表すメッセージについて発話と身振りで提示し(図1のように「乗っています」と言いながら両手でハンドルを掴む身振りをする)、その後、メッセージと最も一致する選択肢を4枚の写真から選ばせた。結果として、5歳児は、発話と身振りを成人と同程度に統合できるが、3歳児は両者の統合が難しいことが明らかになった。Miyake & Sugimura [3]では、同じような場面で身振りを参照する指示語発話(例:「こうやって」)を付加すると、幼児の統合的理解が促進されることを明らかにした。

このように先行研究では、幼児期の間に子どもは発話と身振りの情報を統合して話者のメッセージを理解することができるようになる、ということがわかってきた.だが、幼児は実際にどのように発話と身振りの情報を処理しているか、その処理過程に関しては不明な点が残されている.そこで、本研究は、発話と身振りの処理過程を明らかにするために、聞き手に対する視覚的注意に焦点を当て、子どもが話者のどこを見ているのかということを検討した.

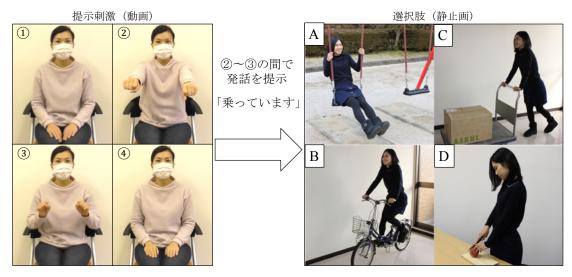


図1 発話と身振りの提示方法と選択肢の写真の一例

2. 方法

参加者は,6歳児21名(女児9名,平均6歳2ヶ月) と女子大学生 21 名(平均 19歳)であった. 課題は, モデルが日常的な動作を発話と身振りで伝達するビデ オをみて、その後、4枚の写真からメッセージと最も 一致するものを選択するものであった(図1). 課題で 使用した動作は、先行研究にならい [2] [3]、書く・投 げる・乗る・読む・飲む・開ける・食べる・登るの8 つを用いた. これらの動作は、日本語版マッカーサー 乳幼児言語発達質問紙によって3歳児の80%以上が理 解している [4] と判断された動詞をもとに選出された. 提示刺激は次の3条件で参加者に提示した(図1). モ デルが身振りと発話の両方を提示する発話-身振り条 件 (VG条件), モデルの静止画 (図1の①) と発話を 提示する発話条件 (V条件), 発話をミュートにしてモ デルの動画のみを提示する身振り条件 (G条件). 課題 の反応をみるための4枚の写真(選択肢)は、モデル が発したメッセージに対して発話情報のみと一致する 発話選択肢(図1のA),身振り情報のみと一致する身 振り選択肢 (B), 発話と身振りの情報と一致する統合 選択肢(C),発話と身振りのどちらの情報とも一致し ない無関係選択肢(D)であった.

課題の試行数は、練習課題で6試行(2動作×3条件),本試行は18試行(6動作×3条件)であった.課題の提示順について、動作の提示順は固定し、3つの提示条件と選択肢の位置はカウンターバランスをとった.参加者の視線を計測するためにトビー・テクノロジー社製 Tobii nanoを使用した.刺激は14インチのラップトップで提示し、参加者の課題遂行中における視線を計測した.分析ソフトには同社製 Tobii Pro Lab を使用した.

発話と身振りの統合を示す指標として,本研究は Multi Modal Gain Score (MMG値)を測定する [2] [3] [5] [6]. MMG値は以下のようにして算出する.

MMG 値 = VG 条件における統合選択肢の選択割合 - (V 条件と G 条件で, 統合選択肢の選択割合 が高い方の値)

聞き手が発話と身振りを統合しているのであれば、 統合選択肢の選択割合は、VG 条件が他の条件と比べ て最も高くなるはずである。そのため、聞き手が発話 と身振りの統合的理解に基づいて課題に回答した場合、 MMG の値は1 に近づくが、そうでない場合にはMMG は0 に近い値をとる.

3. 結果

課題の正答率と MMG 値 参加者の年齢群ごとに課題の正答率と MMG 値を算出した(表 1). 各条件における正答の選択肢は V 条件が発話選択肢と統合選択肢, G条件が身振り選択肢と統合選択肢, VG条件が統合選択肢であった.

表1 各条件の正答率とMMG値の平均値(SD)

	6歳児	成人
V	0.79 (0.20)	1.00 (0)
G	0.87 (0.14)	0.94 (0.10)
VG	0.65 (0.22)	0.94 (0.11)
MMG	0.10 (0.24)	0.19 (0.17)

各条件の正答率に対して、チャンスレベルの検定を行った(V条件、G条件は50%、VG条件は25%に設定した)。その結果、各条件の正答率は、6歳児と成人においてチャンスレベルを1%水準で有意に上回った。次に、MMG値が0を超えているかを判断するためにチャンスレベルの検定を行った。その結果、6歳児はチャンスレベルを有意傾向で上回り(t(20) = 1.98, p<t.10)、成人はチャンスレベルを 1%水準で有意に上回っていた。

VG条件の正答率に対して,年齢群 (6 歳児 vs. 成人) の t 検定を行ったところ, 群間に有意な差がみられた (t(40) = 5.41, p < .01). 具体的には, 課題の正答率は 成人の方が 6 歳児よりも高かった. 一方, MMG 値に 対して,年齢群 (6 歳児 vs. 成人) の t 検定を行ったところ, 群間に有意差はみられなかった.

課題遂行時における参加者の視線の分析 参加者の視線を計測するために、本試行で提示したすべての動画 刺激において、Area of Interest(AOI)を顔領域と身振り領域に設定した(図 2). AOI の注視時間(Duration)と AOI 内における注視点(Fixation)を計測した. 注視時間の定義は AOI 内の合計注視時間(ミリ秒)とし、注視点の定義は視線の停留時間が 200 ミリ秒で 1 点とした.

年齢群別に条件ごとの注視点と注視時間の平均値を

算出した(表2). 提示刺激に対する聞き手の視線を検討するために、VG条件の注視点と注視時間を従属変数として、それぞれに対して、年齢群(6歳児、成人)



図 2 「食べる」動作における顔と身振り の Area of Interest (AOI)

× AOI(顔,身振り)の2要因分散分析を行った.その結果,注視点と注視時間で,AOIの主効果がみられた(順に,F(1,40)=8.15,p=.01,partial $\eta^2=.17;F(1,40)=14.27,p=.01,partial$ $\eta^2=.26$).具体的に,身振りよりも顔に対する注視時間が長く,注視点の数も多かった.6 歳児と成人の間に,AOI に対する注視時間の差はみられなかった.

VG条件における視線と MMG 値の相関分析 6歳児と成人に分けて、VG条件における視線データと MMG 値の間で相関分析を行った(表 3,4). 6歳児では、顔の注視点と顔の注視時間、身振りの注視点と身振りの注視時間に正の相関が示された. MMG 値と視線の間に有意な相関は示されなかった.

次に、成人では、顔の注視点と顔の注視時間、身振りの注視点と身振りの注視時間に正の相関が示された. MMG 値は、顔の注視点との間で正の相関を有意傾向で示した(表4).

要が下項目の主効素に対して Hoim 法による多里比較を行ったところ,顔の注視点では,「乗る」が「開ける」より,「飲む」が「乗る,読む,開ける」より,「食べる」が「開ける」よりも多かった(順に,t (40) = 3.99,p < .01; t (40) = 3.46, p < .05; t (40) = 6.17, p < .01; t (40) = 4.24, p < .01). 顔の注視時間で

表2条件に分けたAOIに対する注視点の割合と注視時間の平均値(SD)

条件	視線	AOI	6歳児	成人
	沙坦占	顏	0.44 (0.17)	0.40 (0.25)
V.C	注視点	身振り	0.31 (0.26)	0.26 (0.14)
VG	注視時間	顏	1605.05 (784.05)	1667.86 (1089.67)
	(土作儿时月)	身振り	981.03 (473.92)	1062.25 (597.03)
	注視点	顔	0.56 (0.20)	0.46 (0.30)
. 7	生化点	身振り	0.07 (0.06)	0.06 (0.06)
V	沙坦吐胆	顏	1921.96 (953.38)	1959.60 (1307.16)
	注視時間	身振り	220.52 (188.24)	236.51 (224.47)
	沙坦占	顏	0.49 (0.17)	0.40 (0.25)
C	注視点	身振り	0.28 (0.14)	0.30 (0.14)
G	分·担 吐·問	顏	1782.08 (825.28)	1588.67 (1002.18)
	注視時間	身振り	1023.58 (574.59)	1158.85 (598.94)

は、「飲む」が「読む、開ける、登る」よりも長かった (順に、t (40) = 3.76, p < .01; t (40) = 4.90, p < .01; t (40) = 3.11, p < .05).

次に同様の分析を VG 条件の身振りに対する注視点と注視時間の平均値に対して行った.その結果,注視点では対象と動作項目ともに主効果や交互作用が有意でなかった.一方,注視時間では,動作項目の主効果と対象×動作項目の交互作用が有意であった(順に,F (5,200) = 5.66, p = .01, p artial p p = .12; p (5,200) = 2.66, p = .05, p artial p p = .06).

動作項目の主効果に対して Holm 法による多重比較を行ったところ、身振りの注視時間では、「読む」が「食べる、登る」よりも長かった(順に、t(40) = 3.96,p<.01; t(40) = 4.21,p<.01). 次に、対象×動作項目の交互作用について、6 歳児の注視時間は「乗る、読む、開ける」が「食べる」より長かった(順に、t(40) = 3.10,p<<.05; t(40) = 3.82,p<.01; t(40) = 3.99,p<.01). これ

に対して、成人の注視時間は、「読む」が「登る」より 長かった (t(40) = 3.55, p < .05). また、「食べる」の 身振りの注視時間のみ、6 歳児よりも成人の方が長かった $(F(1,240) = 5.18, p = .05, partial \eta^2 = .11)$.

表3 6歳児における各AOIの注視点・注視時間と課題の正答率の相関

		注視	点	注視時間		
		顔	身振り	顔	身振り	
沙 坦上	顏					
注視点	身振り	086				
注視時間	顏	.848 **	.023			
	身振り	062	.683 **	.199		
MMG		135	055	153	165	

^{**} p < .01, * p < .05, * p < .10

表4 成人における各AOIの注視点・注視時間と課題の正答率の相関

		注視	点	注視日	時間
		顏	身振り	顏	身振り
注視点	顏				
在"龙凉"	身振り	042			
注視時間	顏	.987 **	061		
(土)允时间	身振り	.005	.975 **	.007	
MMG		.375 +	167	.343	187

^{**} p < .01, * p < .05, * p < .10

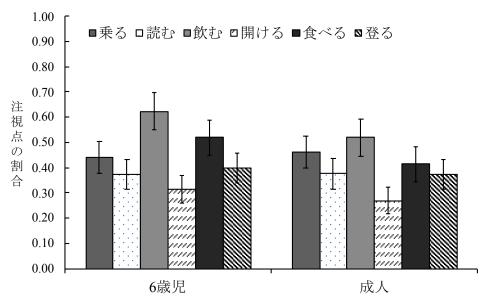


図3 身振り一顔 AOI 内のうち顔に対する注視点を動作項目別に分けた割合の平均値

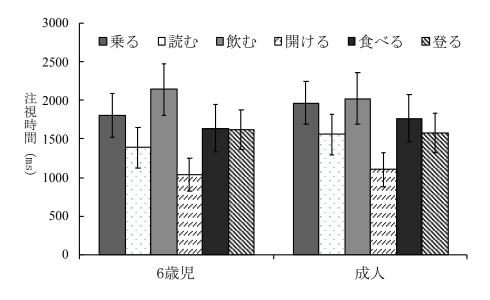


図4 顔 AOI 内における注視時間を動作項目別に分けた割合の平均値

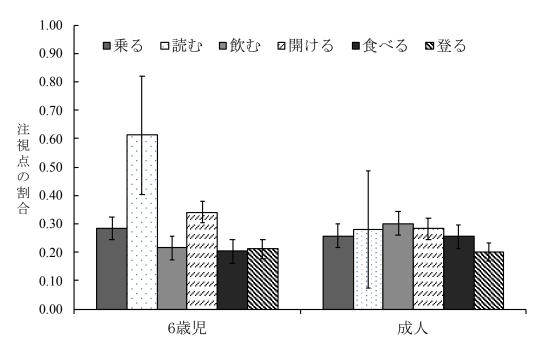


図5身振り一顔AOI内のうち身振りに対する注視点を動作項目別に分けた割合の平均値

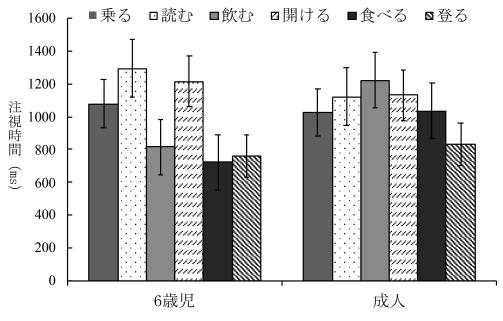


図6 身振り AOI における注視時間を動作項目別に分けた割合の平均値

4. 考察

課題の正答率 MMG 値が 0 を有意に超えていたのは成人のみで、6 歳児は有意傾向であった. しかしながら、t 検定の結果では、成人と 6 歳児の間で MMG 値に有意差がみられなかった. また、VG 条件の正答率は

成人の方が 6 歳児よりも高かった. t 検定だけでなく,個別に MMG 値を分析した場合や VG 条件の正答率を考慮すると,本研究における 6 歳児の身振り一発話統合能力は成人と同程度ではないものの,その能力の発達過程にあると考えられる.

発話と身振りを見る聞き手の視線 聞き手は、話者のメッセージを理解する際に身振りよりも顔に対する注視点が多く、注視時間も長かった. この傾向は 6 歳児

と成人の両方で同程度にみられた.このことから,聞き手が発話と身振りの統合的理解を行う際,身振りよりも顔に注意を向けながら話者のメッセージを理解しようとしていることが明らかになった.

各条件の視線と MMG 値の相関分析 6 歳児は、MMG 値と視線の間に有意な相関がみられなかった. 一方、成人では、MMG 値が顔の注視点との間に有意傾向で正の相関を示した. そのため、発話と身振りを統合できるようになるためには、話者の顔に対する視覚的注意を高めることが重要であるかもしれない.

ただし、顔や身振りに対する注視点の数や注視時間は、年齢群 (6 歳児、成人) に主効果がみられなかった. つまり本研究の結果は、6歳児と成人の両者が、同程度に話者に対する視覚的注意を向けていたにもかかわらず、発話と身振りの統合能力との関連が現れたのは成人のみであったことを示している. これは、発話と身振りの処理過程において、6 歳児が成人と同様の注意の向け方をしていることを示しているとともに、発話と身振りの情報を認知的に処理する過程では両者の間に差があることを示唆している.

動作項目別に分けた視線の分析 参加者の視覚的注意 を動作項目別に分析したところ、動作項目に主効果が みられ、動作項目によって顔や身振りに対する注意に 差があることが明らかになった. 例えば、顔の注視点 では、「乗る」が「開ける」より、「飲む」が「乗る、 読む、開ける」より、「食べる」が「開ける」よりも多 かった. 顔の注視時間では「飲む」が「読む、開ける、 登る」よりも長かった.「飲む」や「食べる」は、それ ぞれの身振りが顔に向かっていく動作を含んでいる. そのため、顔に向かうような身振りは、指さしのよう に直示的な作用を引き起こし、顔に対する視覚的注意 を促進したのかもしれない. あるいは、聞き手が身振 り情報を理解する過程で「飲む」や「食べる」という こと理解した結果、これらの動作に大きく関わる口元 に注意が向けられ、その結果として顔に対する視覚的 注意を促進したのかもしれない. また,「食べる」動作 の身振りに対する注視時間は成人の方が 6 歳児よりも 長かった. これは、成人が6歳児よりも、身振りから 「食べる」に関する具体的な意味情報を抽出しようと していることを示していたのかもしれない.

今後の課題 本研究は、6歳児における発話と身振りの統合能力が成人と同程度ではない可能性を示した. また、その一方で視覚的な注意は6歳児と成人の間で差がみられないことを明らかにした.そのため、発話 と身振りの統合的理解における両者の発達的な差は, 認知的な処理過程に起因することが予測される. 今後 は, 話者に対する視覚的注意に加えて, 発話と身振り の処理過程に関わる認知能力を検討する必要があるだ ろう.

また、本研究の参加者は、いずれも発話と身振りの 統合能力を有していると想定される者たちであり、6 歳児は有意傾向であったものの、おおむね先行研究と 同様の結果となった。しかし、両者の統合が明らかに 難しいと考えられる6歳児未満の幼児では未検討であった。そのため、今後は、6歳児未満の幼児を対象に して、統合的理解の能力と視覚的注意の関連性について検討する。

最後に、本研究では、身振りを参照する指示語発話を設定しておらず、発話と身振りの統合的理解を促進された場合における聞き手の視線は考慮されていない。そのため、今後は、指示語発話の有無を設定して、発話と身振りの統合的理解と視覚的注意の関連性を検討する必要がある.

5. 参照文献

- Kelly, S. D., Özyürek, A., & Maris, E., (2010) "Two sides of the same coin: Speech and gesture mutually interact to enhance comprehension", Psychological Science, Vol. 21, No. 2, pp. 260-267.
- [2] Sekine, K., Sowden, H., & Kita, S., (2015) "The development of the ability to semantically integrate information in speech and iconic gesture in comprehension", Cognitive Science, Vol. 39, No. 8, pp. 1855-1880.
- [3] Miyake, H., & Sugimura, S., (2018) "The effect of directive words on integrated comprehension of speech and iconic gestures for actions in young children", Infant and Child Development, Vol. 27, No. 5, pp. 1-9.
- [4] Watamaki, T., & Ogura, T., (2004) "Technical manual of the Japanese MacArthur communicative development inventory: Words and grammar", Kyoto: Kyoto International Social Welfare Exchange Center.
- [5] Cocks, N., Morgan, G., & Kita, S., (2011) "Iconic gesture and speech integration in younger and older adults", Gesture, Vol.11, No.1, pp. 24-39.
- [6] Cocks, N., Sautin, L., Kita, S., Morgan, G., & Zlotowitz, S., (2009) "Gesture and speech integration: An exploratory study of a man with aphasia", International Journal of Language and Communication Disorders, Vol. 44, No. 5, pp. 795-804.

抑うつ傾向と睡眠の視線行動に及ぼす影響 : 肯定・否定的視覚情報をもとに

The influence of depressive tendency and sleeping time on gaze behavior : Based on positive and negative visual information

安念 保昌 Taro Ninchi, Hanako Ninchi

> 愛知みずほ大学 Aichi Mizuho College dpforest@mizuho-c.ac.jp

概要

29名の実験参加者にアイトラッカーを装着して、 18対の肯定・否定刺激への視線行動を記録した。実験終了後、ベックの尺度を用いて抑うつ傾向を探るとともに、平均睡眠時間も聞いた。これら2つの測度とその交互作用が、18対のスライド刺激の肯定・否定刺激への視線行動にどのような影響があるかを探った。視線分析では、初視・注目・注視・瞬目の4つの観点から分析し、刺激によって、これらの分布クラスタに3つのタイプがあることが示された。

キーワード:抑うつ傾向、視線、肯定・否定的視覚刺激、睡眠時間

1. 序と目的

うつ状態は精神障害のうちの気分障害の一つであり、 感情が正常に機能しなくなった状態である。Beck (1967)によると、「うつ病(またはメランコリア)は、 2,000 年以上前から臨床症状として認識されて」おり、 「紀元2世紀に生きた医師 Aretaeus は、憂うつな患者 を悲しく、狼狽し、睡眠不足であると記述している。 …彼らは興奮と元気づける睡眠の喪失により細くなる。 …より高度な段階で、彼らはいくつもの無駄と死への 願望を訴えている。Aretaeus が躁鬱サイクルを明確に 描写していることは注目に値する。」と述べている。こ の様にうつの特徴として、睡眠不足は古くから認識さ れている。Beck はうつ状態の特徴を以下の5つに分け てあげている(括弧内の数字は、BDIの対応項目):1. 特 定の気分の変化: 悲しみ、孤独、無関心(1,2,10,12); 2. 自己非難と自己侮辱に関連する否定的な自己概念 (3,4,7,13,14); 3.退行的で自己懲罰的な願望:逃避、隠遁、 死への願望(5,6,8,9,15); 4.発育に関する変化:拒食症、 不眠症、性欲の喪失(16,18,19,21); 5.活動レベルの変化: 遅延または動揺(11,17,20)。

現在、うつと睡眠の密接な関わりが言われている。 睡眠不足症候群の症状として、疲労、イライラ、抑う つ、筋肉の痛み、視覚障害、集中困難、認知機能の低 下、覚醒度の低下などが生じるが、傍証となる精神生理機能に関する研究により、注意力や覚醒度を必要とする課題の成績が低下することが確認されている。さらに、睡眠時間と抑うつの関係に重点を当てた研究では、睡眠の充足感が低い程抑うつ得点が高くなることが示されている(駒出・井上, 2007)。

そうしたうつの行動的病理において、情報への注意の認知処理に偏りがあることが言われており、抑うつ傾向の高い人は否定的な情報に偏りがみられるという (Mathew & MacLeod, 1994)。非うつ傾向の人は肯定的な単語に注意の偏りを示したが、うつ傾向の人にはそれがみられず、視線が固定した時間もうつ傾向に依存することが示されている(Ellis, et.al., 2011)。

今回、病的ではない人のうつ傾向と1週間の平均 睡眠時間を質問紙で聞き、それらの要因が、肯定・否 定的視覚情報への視線行動にどのような影響があるの かを探る。また、文字刺激だけでなく、色刺激や、顔 のアイコンにも範囲を広げる。

色彩の心理的関連については古くから論じられており、MMPI を使って抑鬱を測定し、着用する衣服の色合いを選ばせると、抑うつ気分が高いと様々な場面での暖色系の薄い色合いを有意な回帰をもって選ばないことが示されて(安藤・遠藤,2010)、暖色-寒色の色彩は抑うつ状態と関係すると考えられる。さらに、緑は、うつ病の初回セラピー時に高い頻度で選択され、黄は、回復時臨界期を迎えたうつ病の方に高い頻度で選択され、暗褐色は、うつ病の方が終結を迎えた時に高い頻度で選択されるとの報告もある(野元ら,2007)。こうしたことから、抑うつ傾向が高い者は寒色に対する選好の偏りがあるのではないかと考えられる。

人の視線は注意と密接に関連しているが、それは 3つのプロセスからなり(Posner & Petersen, 1990)、 a) 感覚的な出来事への定位、 b)意識的処理のための信 号検出、 c)警戒状態の維持であるという。そうした 3つのプロセスに対する視線分析として、初視(どちらを最初に見たか:a)、 注目(どちらに何度視線を向けたか:b)、 注視(どちらを何秒注視したか:c)、 および、瞬き(注意・関心の低下プロセス)の4指標において、影響を探る。

今回、うつ傾向と睡眠の交互作用がみられるとした ら、うつと睡眠の影響が分離されたことになる。

2. 方法

実験参加者: 47名(女性: 17名、男性30名)。有効データは29名(女性17名: 男性12名、平均年齢21.72歳)であった。

手続き:実験参加者は、アイトラッカー(pupil lab 社製)の機械を装着し、18項目の画像をモニターで見た。 刺激間間隔("+"提示)3秒、刺激提示5秒とした。実 験終了後、参加者に、質問紙に回答してもらった。

文字・色・表情画像の選択:文字画像は、樋上ら(2015) より、感情価(その単語が肯定的か否定的かを評定する次元)が肯定・否定的な二字熟語の対義語10対を 使用した:「誕生-死去」、「希望-絶望」、「雇用-解雇」、 「最良-最悪」、「裕福-貧乏」、「創造-破壊」、「釈放-逮捕」、 「有職-無職」、「肯定-否定」、「安全-危険」。

色画像は、色彩検定公式テキスト3級(色彩検定協会,2015)の色相環から反対色を抽出し、より暖色に近いものを肯定的色として4つ、より寒色に近いものを否定的色として4つ抜き出し使用した:「橙-空色」、「ピンク-水色」、「黄色-藍色」、「紫-黄緑」。

表情画像は、PC版 LINE 内の顔文字スタンプから次いであると考えられるもの肯定的な顔文字を4つ、否定的な顔文字を4つ使用した:「笑顔-まいった顔」、「笑顔2-泣き顔」、「笑顔3-落ち込んだ顔」、「笑顔4-悔しい顔」。

これらのカードの肯定・否定をランダムに提示した。 定時順序はその順で固定した。

質問紙の構成:一週間の平均睡眠時間(数値で答えてもらう)と日本版ベック抑うつ尺度(BDI)を使用した。今回、得られた参加者のデータにおいて、これらの間に相関はみられなかった(r=.003, t=0.0157, df=27, p=.988)。因みに、一週間の平均睡眠時間とBDIの活動レベルの

表1. 初視に関する各目的変数に対する重回帰分析の標準偏回帰係数(+:肯定)

変数名	否定肯定	空色橙	黄色藍色	2笑顔泣き顔	VIF
抑うつ傾向	.229	023	.512 **	470 *	1.055
睡眠時間	.409 *	.276	176	.015	1.009
うつ傾向*睡眠	104	382 *	106	.210	1.065
R^2	.212 **	.207 **	.282 **	.221 **	

変化に関する 3 項目の平均値との間には有意な正の相関がみられている(r=.429, t=2.470, df=27, p=.020)。その他、BDI 否定的已概念の 5 項目の平均値と自己懲罰的願望の 5 項目の平均値の間にも有意な相関がみられている(r=.524, t=3.193, df=27, p=.004)が、その他の対には有意な相関は見られなかった。

倫理的配慮:アイトラッカー装着実験や質問紙回答の最中不快を感じたらいつでも止めることができ、ビデオとの対応以外の個人情報は一切取らないことなど了解を得た人のみデータを取得した。

分析の方法:録画動画からそれぞれの視覚情報毎に、 初視、注目回数、注視時間、瞬目回数を判定した。

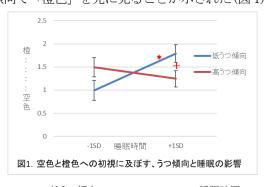
3. 結果

今回の有意・有意傾向になった結果を、表 1 から 4 に、従来の Ellis ら(2011)の結果通りのものと反対の 結果になったのを色分けして表示した。

1) 初視

肯定的と否定的の文字と図形と色、それぞれ肯定/否定的視覚刺激のどちらを先に見たか(肯定的刺激を最初に見た場合、1を与えた)を従属変数とし、ベック、平均睡眠時間を独立変数とする多変量回帰分析をおこなった(表1)。

その結果、文字情報では、睡眠時間が長いほど「肯定」を最初に見ることが分かり、色彩では、うつ傾向が高いと、「藍色」より「黄色」を先に見て、さらに「笑い顔」より「泣き顔」を先に見ることが示された。一方、「空色」と「橙色」を提示された場合、うつ傾向と睡眠時間の間に交互作用が 5%水準で有意となったため、単純傾斜分析を行った。その結果、うつ傾向が低い場合に、さらに平均睡眠時間が長いと「橙色」を最初に見て、高うつ傾向で睡眠時間が長い場合より有意傾向で「橙色」を先に見ることが示された(図1)。



抑うつ傾向 : 従来通りの結果 : 従来と反対の結果 睡眠時間 : 従来通りの結果 : 従来と反対の結果

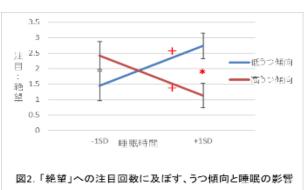
表2. 注目に関する各目的変数に対する重回帰分析の標準偏回帰係数

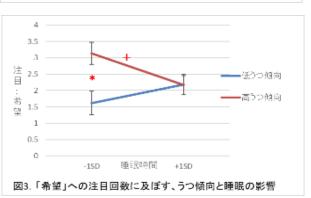
変数名	絶望	希望	最良	裕福	空色	黄色	黄緑	1笑顔	泣き顔	VIF
抑うつ傾向	142	.446 *	.361 +	.379 +	135	.123	.060	.156	.633 **	1.055
睡眠時間	.000	121	160	.058	.085	066	.024	011	.123	1.009
うつ傾向*睡眠	424 <mark>*</mark>	329 +	299	049	540 **	404 *	389 +	435 *	028	1.065
R^2	.227	.262	.204	.140	.342	.165	.143	.183	.408	

2) 注目

注目に関して、うつ傾向が高いと、「希望」への回数が「絶望」に比べ有意に高く、「最悪」より「最良」、「貧乏」より「裕福」を見る回数が高い傾向にあり、さらに、「笑い顔」より「泣き顔」を見る回数が1%水準で有意に高いことが示された(表 2)。一方、睡眠時間の影響は単独では見いだされなかったが、絶望・希望、空色・黄色、黄緑、笑顔において、交互作用が有意または有意傾向となった。「絶望」に関して単純傾斜分析を行ったところ、低うつ傾向の人において睡眠時間が長くなると絶望への注目回数が増える傾向であるのに対し、高うつ傾向の人において睡眠時間が増えると、注目回数は減る傾向にあり、その差は有意となった(図 2)。

一方、「希望」に関して単純傾斜分析を行ったところ、 低睡眠時間の時において有意に高うつ傾向の人が低う つ傾向の人に比べ希望への注目回数が高いことが示さ





れた。睡眠時間が長くなるとその差はなくなった(図3)。

3) 注視

抑うつ傾向が高いと希望への注視が高まり、絶望は減少した。また、平均睡眠時間が短いと同様に希望への注視が高まり、絶望は減少し、交互作用は見られなかった(表3)。しかし、「雇用」(図4)と「解雇」(図5)では、交互作用が5%水準で有意となったため、単純傾斜分析を行った。その結果、「解雇」に関しては、低うつ傾向の人の睡眠時間が伸びると解雇への注視を増大させる形で、高うつ傾向の人と有意に逆転していることが示された。一方「雇用」に関してはちょうど逆の様相を示した。

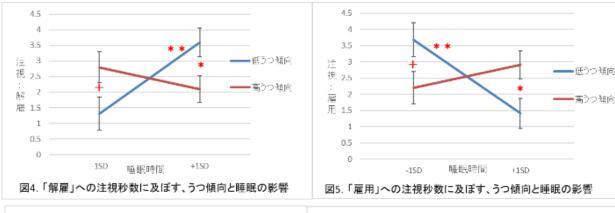
これらに対して、「貧乏」への注視は睡眠時間が長い と低下し、「裕福」は増大したが、抑うつ傾向は影響を 持たなかった。

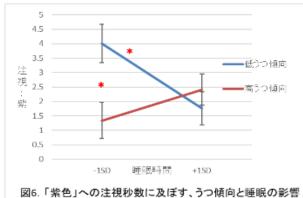
さらに、空色、黄緑色、紫色に関しては、うつ傾向 と睡眠時間の間に交互作用がみられている。紫色に関 して単純傾斜分析を行ったところ、低うつ傾向の人が、 睡眠時間が

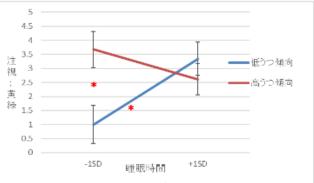
短くなると紫色への注視秒数が有意に伸びたが、高うつ傾向の人は睡眠時間に影響なく低い秒数にとどまっていることが分かった(図 6)。相対した黄緑色は、位相がちょうど逆転していた。橙色と対になった空色は、交互作用が有意傾向となり、紫色と同じ様相を示した(図 7)。

表3、注視に関する各目的変数に対する重回帰分析の標準偏回帰係数

変数名	絶望	希望	解雇	雇用	貧乏	裕福	空色	黄緑	紫	VIF			
抑うつ傾向	341 +	.335 +	003	.003	109	.109	247	.312 +	331 +	1.055			
睡眠時間	.345 +	352 *	.316 +	316 +	330 +	.330 +	118	.203	194	1.009			
うつ傾向*睡眠	189	.189	432 *	.432 <mark>*</mark>	.142	142	.359 +	392 <mark>*</mark>	.393 *	1.065			
R^2	.288	.287	.262	.262	.125	.125	.156	.222	.229				



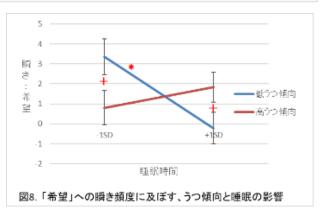




眠の影響 図7.「黄緑色」への注視秒数に及ぼす、うつ傾向と睡眠の影響

4)瞬き

抑うつ傾向が高いと、「創造」と「笑顔」に対する 瞬きが減少する傾向にあった。また、睡眠時間が少な いと「最良」「肯定」「安全」は有意に減少し、「雇用」 は増大「解雇」は減少する傾向にあった。さらに、「希 望」「釈放」「橙色」「まいった顔」「笑顔」には交互作 用がみられた(表 4)。「希望」に関して単純傾斜分析を 行ったところ、低うつ傾向の人において睡眠時間が少 なくなると瞬きを多くして、抗うつ傾向の人は睡眠時間に影響されないことが分かった(図 8)。これに対し て、「釈放」は、逆の位相であるが、低うつの人におい て睡眠時間が少ないと瞬きが有意に減るが、高うつ傾 向の人は睡眠時間に影響を受けなかった(図 9)。「橙色」 「まいった顔」「笑顔」の交互作用もほぼ同じ関係であ った。



3.5 3 2.5 瞬 2 1.5 : 和 1 放 0.5 0 -0.5 -1

D +1SD +1SD | 世版時間 | 図9.「釈放」への瞬き頻度に及ぼす、うつ傾向と睡眠の影響

表4. 瞬きに関する各目的変数に対する重回帰分析の標準偏回帰係数

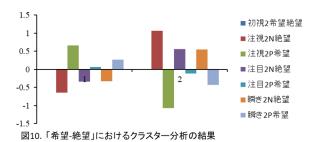
変数名	希望	最良	解雇	雇用	創造	釈放	肯定	安全	橙	まいった顔	3笑顔	4笑顔	VIF
抑うつ傾向	059	.179	050	247	373 +	.002	149	186	175	145	335 +	302	1.055
睡眠時間	305 +	.378 *	.364 +	319 +	066	.279	.434 *	.324 +	.505 **	.234	158	.085	1.009
うつ傾向*睡眠	.400 *	151	161	.252	.095	380 *	102	081	424 **	380 *	.119	.356 +	1.065
R^2	.223	.175	.153	.183	.135	.202	.220	.148	.459 +	.228	.130	.181	

^{***} p < .01, * p < .05, * p < .10

5)4つの指標の統合的分析

初視・注目・注視・瞬目の4指標は、刺激項目ごとに相互の関連が異なり、初視した項目を注目し、注視し、瞬目はしないという単純な動きにはなっていない。それぞれの項目ごとに特徴がみられる。そのため、初視1項目と、残り3指標の1対ずつの6項目合わせた7項目をクラスター分析で2値化し、その実験参加者の各項目の所属クラスターに及ぼすベック抑鬱度尺度と1週間の平均睡眠時間及びそれらの交互作用の影響を、多変量回帰分析において調べた。その結果を表5に示す。

「希望-絶望」クラスター(図 10)に及ぼす抑うつ傾向と睡眠時間の影響が有意傾向で認められ、単純傾斜分析を行ったところ、低うつ傾向の場合に睡眠時間が長いと、「絶望」を注視・注目・瞬目を多くする否定的クラスターを選び、高うつ群との差も有意である傾向にあった(図 11)。しかし、このクラスターでは、初視に差が見られず、また、関心を示さなくなる指標である瞬目も注視・注目と同じ側に出ており、「絶望」の側が



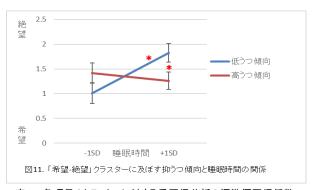


表5. 各項目のクラスターに対する重回帰分析の標準偏回帰係数

完全に否定的な要素にはなっていない。

次に、「雇用-解雇」クラスター(図 12)についてみると、抑うつ傾向と睡眠時間の影響が 1%水準で有意で、単純傾斜分析を行ったところ、高うつ傾向の人は睡眠時間が短くなると、「解雇」を注視・注目・瞬目するクラスター1に振れ、低うつ傾向の人の睡眠時間の影響と交差していることが分かった(図 13)。しかし、この否定的クラスター1において、初視は肯定的な「雇用」に向いており、「希望-絶望」とは異なる構造であった。

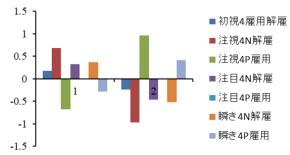
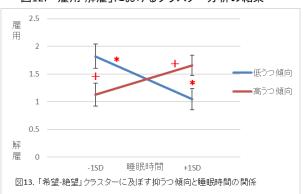


図12. 「雇用-解雇」におけるクラスター分析の結果



「貧乏-裕福」クラスター(図 14)においては、クラスター1 が否定的であり、睡眠時間が伸びるとこのクラスター2 への影響が高まる傾向が示された。このクラスターは、「希望-絶望」クラスター同様、初視がほとんど含まれない構造になっている。

「ピンク-水色」クラスター(図 15)では、クラスター 1 が否定的であり、抑うつ傾向が高まると、肯定色と考

表現日のグラスターに対する重回帰方机の保卒偏回帰除数													
変数名	死去誕生	希望絶望	最悪最良	雇用解雇	貧乏裕福	破壊創造	逮捕釈放	無職有職	否定肯定	VIF			
抑うつ傾向	165	082	.046	044	.249	.083	.055	026	261	1.055			
睡眠時間	.119	.335 +	.148	122	.334 +	.254	.000	002	.016	1.009			
抑うつ傾向*睡眠時間	002	355 +	.241	.470 *	108	147	269	.111	.001	1.065			
R^2	.041	.236 *	* .094 +	.218 **	* .167 *	.080	.069	.012	.069				
変数名	空色橙	ピンク水色	黄色藍色	紫黄緑 笑	紫黄緑 笑顔まいった顔紫顔泣き顔ち込んだ顔			幾顔悔しい顔	VIF				
抑うつ傾向	074	.381 +	.178	.343 +	004	421 *	127	230	1.055				
睡眠時間	301	.151	083	.055	133	018	002	063	1.009				
抑うつ傾向*睡眠時間	.157	147	130	406 *	213	.005	.183	.007	1.065				

^{**} *p* < .01, * *p* < .05, * *p* < .10

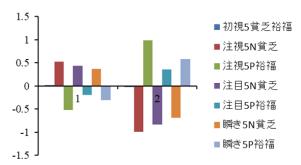


図14.「貧乏-裕福」におけるクラスター分析の結果

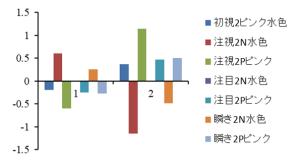


図15. 「ピンク-水色」におけるクラスター分析の結果

えられる暖色のクラスター2 への影響が高い傾向にあった。しかし、このクラスター1の構造では、初視と注視が一貫しているが、注目要素が欠落している。

「紫-黄緑」クラスター(図 16)においては、抑うつ傾向と睡眠時間の影響が 1%水準で有意で、単純傾斜分析を行ったところ、睡眠時間が足りていると差が出ないが、少なくなると、高うつ傾向の人が否定的クラスター2に振れ、逆に低うつ傾向の人は肯定的クラスター1に振れ、その間に有意な差が認められた(図 17)。これらのクラスターでも、初視が欠落しており、また、肯定的クラスター1においては、注目の要素が欠落していた。

「笑顔-泣き顔」クラスター(図 18)においては、クラスター1が否定的であり、ベックの抑うつ傾向が高いとこのクラスターを選択することが 5%水準で有意に大きいことが示された。クラスター1の構造は、初視・注視・注目が一貫して現れ、瞬目も同じ側に出現している。「笑顔」の肯定的クラスター2では、注目の出方が弱くなっている。

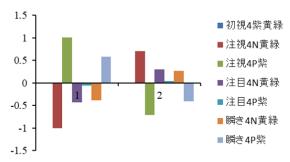
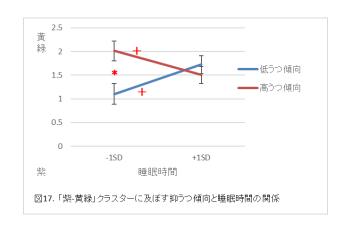


図16. 「紫-黄緑」におけるクラスター分析の結果



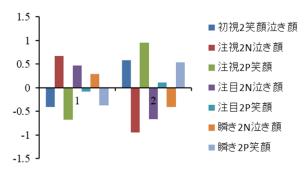


図18.「笑顔-泣き顔」におけるクラスター分析の結果

4. 考察

1) 初視

18 組の肯定・否定的視覚刺激に対して提示直後、感覚的な出来事への定位のために閾下的な潜在情報処理が行われ、高抑うつ傾向の人、睡眠不足で抑うつ的な人と合わせて、否定的な刺激を求めてバイアスがかかるとされるが、4 つの有意な項目のうち 3 つで従来の枠組みと当てはまった。顔情報は処理が速いので、抑うつ傾向の主効果が有意に影響あったものと考えられる。

初視をうつ傾向の反映と見做せるかどうかは、問題があり、二通りの捉え方が存在するであろう。1つは、潜在的な関下処理で意味的に認知する以前に最初に見てしまう自動的・反射的な視線の動きにこそ、この研究の目的にかなったものであるという見方である。10対の文字情報では1つのみで有意が見られ、文字認識の潜在処理が働きにくいのに対して、顔情報では4対のうち1対で、抑うつ傾向が高いと先に、否定的な泣き顔に目をやっていることが示すことができた。しかし、色情報に関しては、一貫したものとなっていない。もう一つは、とりあえず、どちらかを見てそれから、隣の刺激に目をやって比較する視線行動である。

そして、その場合、次の注目回数において比較しながら、肯定・否定の認知がなされることになる。肯定・ 否定が左右ランダムに提示されていたので、何らかの 有意差は出ないはずであるが、有意差が出た項目は、 何らかの閾下処理がなされたと見なすべきかもしれない。

2) 注目

初視において差が出られなかった項目では、とりあえず最初に見た情報との比較で意識的処理のための信号検出として、視線を交える回数に偏りが見られた。16個の有意のうち、抑うつ傾向の人が否定的情報への注目回数が多くなる結果になったのは、7つで、やはり、顔情報は抑うつ傾向が直接偏りに影響を持ったが、漢字の文字処理においては逆の影響が目立った。しかし、文字情報でも「絶望」に関しては、交互作用有意の形で、高抑うつ傾向の人が低睡眠時間のため、偏りが見いだされ、「希望」においては、低抑うつ傾向の人が睡眠不足になると注目しなくなる形で影響が見いだされている。

しかし、ここでも、抑うつ傾向が高いと、否定的情報を確認する回数が必ずしも増えることにはつながらない可能性がある。否定的情報の確認は素早くなされ、肯定的情報が認知されないためにそちらの方を何度も確認するというプロセスもありうるからであり、文字情報で逆の影響が見られたのはそのためであるかもしれない。

3) 注視

警戒を維持するための段階であるが、文字情報では、 逆の影響が「絶望」「希望」に見られるが、「解雇」「雇 用」では、高抑うつ傾向の人が睡眠不足な場合に従来 通りの影響が見いだされた。

5 秒間の刺激提示時間で、単純な文字情報はいったん認知されれば、情報は増えていかないので、恐れや警戒のために、抑うつ傾向の人が否定的情報を注視すること自体が、よほど病的でもない限りあり得ないかもしれず、そのため従来通りの結果が得られなかったのかもしれない。

4) 瞬き

警戒を維持するため瞬きを抑制するかどうかにかかわるが、瞬き自体は関心の低下を示唆する現象である。 19 の有意な個所のうち、従来の結果に合致したのは、 睡眠時間にかかわる 4 か所のみであった。この段階では、顕在意識の意味処理が行われ、個人の抑うつ傾向 以外の経験などに係る処理による影響とみることがで きるかもしれない。

5) 4つの指標の統合的分析

選択的場面ではないが、2 つの刺激が提示される と比較が起きてきて、どちらかは見なければならない が、交互に見て、その刺激の意味が認知されていく。 そうした意味で、注意と密接に関連した3つのプロセ ス(Posner & Petersen, 1990)と対応付けて、4つの指標の それぞれにおいて、抑うつの行動的病理において、否 定的な情報を選好する傾向 (Mathew & MacLeod, 1994) を確認してきたが、従来の結果と一貫したものとなっ たとは言えない状況である。そもそも、2 者択一状況 で、a)感覚的な出来事への定位としておこる初視が、 認知判断がなされる前だとして、潜在的閾下的処理が なされるかどうかにかかっているが、18対の刺激それ ぞれにおいて、4 つの指標の 7 項目を肯定・否定的反 応の2分する意味で、クラスター分析を行った。する と、抑うつ傾向と睡眠時間の影響がみられた 6 対のク ラスター構造が同じものではなく、3 つのタイプに分 かれた。

I:初視と注視、注目が一貫しているタイプ:「ピンク-水色」、「笑顔-泣き顔」クラスター

Ⅱ:初視のばらつきが相殺され、クラスターに現れないタイプ:「貧乏-裕福」、「希望-絶望」、「紫-黄緑」クラスター

Ⅲ:初視が注視、注目と逆に出るタイプ:「希望-絶望」クラスター

このほか、注視と注目の要素が一貫しない現象が、「ピンク-水色」クラスターなどで見られている。これも、容易に認知していれば、意識的処理のための信号検出として何度も比較して見る必要はなく、警戒状態の維持のために注視だけしていればいいということになるかもしれない。さらに、瞬目が注意・関心の低下プロセスの指標ではあるが、上記1-4)の分析では、否定的な刺激への関心の低下として評価をしていたが、クラスター分析では、注目、注視と一貫して現れており、情報量の少ないスライド上の1対の刺激を5秒も見せられると、注視した後、注意がそがれるとみなしたほうがいいかもしれない。 そうなると、従来の研究と一貫しているかどうかの表 1-4 の色分けにおいて、初視の表1と瞬目の表4は除外してみるべきかも

しれない。

6) 総合的考察

今回、漢字、色彩、顔情報の3領域における肯定 否定視覚刺激について検証したが、質的には全く異な る処理過程を経ており、抑うつ傾向の影響は、一貫し たものとはならなかった。しかし、実験参加者の中に、 病的なうつ患者はいなかったことから、睡眠時間の影 響が、抑うつ傾向に割り増される形で影響がいくつか 見られ、また刺激によっては、独立している場合もあ った。今回の実験参加者ではベックの総得点と1週間 の平均睡眠時間との間に相関は全く見られなかったた め、睡眠とうつの関係をこうした形で分析が可能であ った。古来より、抑うつ患者の特徴に睡眠障害が指摘 されているが、視線行動に関する個人の長期的なデー タを取ってゆくことで、睡眠障害とうつの因果関係に ついて解明できる手段となるかもしれない。

今回のデータは、29名の少ない人数のものであり、より大人数のデータを取っていけば、安定した結果が得られるであろう。しかし、個人それぞれの認知の様式が異なっていることをうまく分類できれば、少ない人数でも正確にとらえることができるかもしれない。それは、刺激対ごとに肯定・否定クラスターの構造が3種類に分かれているように、個人ごとにそのクラスター構造が異なっていることが予想されるからである。

それがうまくできたとしての将来の応用であるが、 アイトラッカーを組み込んだ眼鏡が、否定的刺激への 選好を常時累積し、個人の認知様式に合わせた警告を 発することで、うつ病予防対策が可能になるのではな いかと考えられる。

今回の問題点として、刺激対の選択があげられる。 とりわけ、色彩刺激は、個人のカラーアイデンティティなどともかかわり、単純に寒色系を否定色とはいえないであろう。少なくとも、質問紙に好む色について聞くべきであったかもしれない。また、10 対の文字情報も、個人の国語力や関心分野との関わりがあり、これに関しては、大人数でのデータが必要となるであろう。さらに、顔情報として、顔アイコンを使ったが、アナログ情報として、天使や悪魔、癒しやグロテスクな空間、忌避するほどの画像なども対象とすべきあったかもしれない。長時間のアイトラッキングを日常生活で情報取得していくことで、どのような刺激が最適なのかが分かってくるであろう。

文献

- [1] 安藤嘉奈子・遠藤友香梨 (2010) "抑うつ状態が着装規範 意識および衣服の色の選択に与える影響: 大学生女子を 対象に", 共立女子大学家政学部紀要, Vol.56, pp.1-11.
- [2] Beck, A.T. (1967) "Depression: Clinical, experimental, and theoretical aspects", University of Pennsylvania Press.
- [3] Ellis, A. J., Beevers, C. G., & Wells, T. T. (2011) "Attention allocation and incidental recognition of emotional information in dysphoria", Cognitive Therapy and Research, Vol.35, pp.425–433.
- [4] 駒田陽子・井上雄一 (2007) "睡眠障害の社会生活に及ぼす影響 (シンポジウム: 心身機能と睡眠障害, 2006 年, 第 47 回日本心身医学会総会 (東京))", 心身医学, Vol.47.
- [5] 野元純子・加瀬直美・古賀秀子・村上貢・菅原まゆみ (2007) "コラージュを用いたクリエイティヴ・セラピー:うつ 病の方々の症状改善過程と色彩変遷の研究",日本色彩 学会第38回全国大会要旨集,pp.120-121.
- [6] 樋上巧洋・藤田知加子・兼子 唯・巣山晴菜・伊藤理紗・ 佐藤秀樹・松元智美・鈴木伸一 (2015) "漢字二字熟語 における感情価および情動性の調査", 南山大学紀要『ア カデミア』人文・自然科学編, Vol.10, pp.195-204.
- [7] Mathews, A., & MacLeod, C. (1994) "Cognitive approaches to emotion and emotional disorders", Annual Review of Psychology, Vol.45, pp.25–50.
- [8] Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990) "The attention system of the human brain", Annual Review of Neuroscience, Vol.13, pp.25-42.

謝辞

この研究は、愛知みずほ大学人間科学部の学生愛川春奈による平成30年度卒業論文のデータの一部を再分析したものである。記して、謝意を表す。

なぜ「危ない!」と感じるのか?:知識獲得によるリスクイメージ の精緻化

Why some people think it not dangerous even if others think it dangerous? Elaboration of risk image through knowledge acquisition

村越 真†

Shin Murakoshi

[†]静岡大学教育学部 Faculty of Education, Shizuoka University murakoshi.shin@shizuoka.ac.jp

概要

南極地域観測隊を対象に、氷河のリスクに対するイメージについて、南極滞在の前後で活動時の写真を使った聞き取りを行った。また、氷河上で活動する研究者からの聞き取りをおこなった。その結果、滞在前後でリスク評価が低減する傾向に見られたが、その背後にはリスク要因に関する体験的知識や科学的知識の獲得が推測された。リスクに対する認知バイアスの問題について、知識や推論の点からアプローチする重要性が指摘された。

キーワード: リスクイメージ、南極地域観測隊、危険、精緻化、認知バイアス

1. はじめに

管理の程度の低い自然では、それによる不確実性のために大きなリスクが生じる。しかも、自然の中では発生した事故に対応するリソースが十分ではなく、損害は重大化しやすい。それでも人は仕事上や登山やアウトドア活動といった趣味のために自然の中に入る。とりわけ自然科学の探究では未知で未管理であることが発見に直結するため、未知の自然の価値は高いが、同時にそこには大きな不確実性がある。そこに、活動の必要性とリスクの存在のジレンマが生まれる。

リスク下での意思決定については、1970年代以来、多くの研究が行われてきた。代表的な研究として、不可確実性下での意思決定 (Tversky & Kahneman、1974)や、リスクイメージについての研究 (Slovic,1987) があるが、こうしたリスク認知研究は、対象者にとって直接的かつ重大な影響を与えるリスクをほとんど扱っていない。このため、個人の生存にとって重要なリスクがある環境下での意思決定については、十分な知見が得られていない。

これに対して、Klein らは、1)問題が十分構造化されていない、2)不確実で動的な環境、3)目標が明確に定義されておらず、変化する、4)行動とフィードバックのループがある、5)時間的ストレス、6)(意思決定者への)高い利害、7)複数のプレーヤー、8)組

織の目標や規範が影響するという特徴を持つ「ハイステークなリスク環境」下(Ross, Shafer, Klein, 2006)での意思決定に関する研究を、自然主義的意思決定論と名付け、研究テーマとした。ハイステークなリスク環境下での意思決定は、安全工学の分野でも注目されており、レジリエンス(Hollnagel, Woods, & Leveson, 2012)や、ノンテクニカルスキル(フィリンら、2008)の概念の下に検討されている。

これらの研究はリスクある状況での行動原理につい て実践的な成果を挙げているが、その背後に想定され る、知識、推論、問題解決、意思決定など、ハイステー クな状況故の興味深い認知的メカニズムについての基 礎的な研究は十分とは言えない。リスク状況で意志決 定や行動をする人々はリスク対象をどのように特定、 評価するのだろうか、その背後にはどのような推論が 働き、それを支える知識はどのようなものだろうか。一 般的にリスクマネジメント (例えば、ISO31000) はリス クを適切に管理する方法であり、損害×確率でリスク を把握することが多い。しかし、個人がリスクに晒され る状況下では、一回ごとにリスクに影響する要因が異 なると同時に、個人のスキルによってもリスクが異な るはずである。そのような環境下では、損害を明確に想 定することは難しく、確率も厳密には算出できない。さ らに経済現象と異なり損害と確率は等価ではなく、両 者の合算や積には意味がない。このような状況下では、 活動者はそのリスクを経験的かつ個別的に分析・評価 し、自らの安全を確保していると考えられる。こうした プロセスとその背後にある知識は認知心理学的にも興 味あるだけでなく、個人がリスクに晒される環境下で のリスク対応行動やそのための教育の枠組みとしても 意義がある。

1.1 目的

そこで本研究では、致命的なリスク環境下で活動する自然科学の研究者等を対象として、自然環境で適切にリスクに対応する手がかりとなる、「危ない/危なく

ない」判断の特徴とその背後にある知識と推論を、聞き 取り調査によって探索的に明らかにすることを目的と した。

1.2 対象について

対象は日本の南極地域観測隊の隊員等であり、対象 となったリスクは、氷河のリスクである。南極地域にあ る典型的リスクは氷河や海氷の割れ目への転落である。 氷河の割れ目はクレバス、海氷の割れ目はタイドクラ ックと呼ばれ、どちらも落下すれば致命的なケガにつ ながる。特にクレバスでは数十メートル落下すること もあり、過去には死亡も含めた大事故が発生している。 しかも両者は、積雪その他で表面的には隠れているこ ともあり、これをヒデゥン (クレバス/クラック) と呼 ぶ。それを回避することは、観測隊の安全上重要な意味 を持つ。通常、アンザイレンと呼ばれるロープ(ドイツ 語ではザイル)によって活動者同士を結びつけ、かつ一 方の移動時は他方が停止して、転落時のダメージを軽 減することが行われる。なお、この方法はスタカットと 呼ばれ、そうではなく両方が同時に連続して動くのが コンティニュアスである。コンティニュアスは効率的 である反面、落ちなかった方も移動を続けているため、 とっさに対応しにくい場合があり、転落を防止する力 が弱い。あるいは、ゾンデ棒(ないしはプローブ)と呼 ばれる棒によって表面の積雪に隠れたクレバス等を確 認する方法で移動する。しかし、それには時間がかかる ため、やらなくてよい場所ではゾンデ棒による確認を せずに移動することもある。このように、安全確保と移 動コストはジレンマの関係にあるので、活動者は安全 管理と移動の効率性を天秤に掛けながら、氷河あるい は海氷上を移動していると考えられる。ただし、実際に はこうした方法の採否は安全管理担当の隊員が主導す ることが多く、一人一人の隊員が判断を行うケースは ほとんどない。

2. 方法

2.1 協力者

研究協力者は自主的に室内での聞き取りに参加した 隊員のうち、南極滞在前後の聞き取りができた9人で あるが、それに氷河上での観測チームの研究者2名か らの聞き取りを解釈上の参考として加えた。著者は、 2017年の冬に南極地域観測隊に参加し、協力者と事前 の安全教育等を含めて行動をともにした。研究者1人 (A)を除くと全ての隊員は南極観測に従事するのは初 めてであり、他の3人を除くと氷河上の行動経験もなかった。観測チームの研究者2人と安全管理隊員は、氷河についてある程度以上の専門知識を持っていると同時に、対応の実践技術についても南極到達以前に身につけていた。観測チームの活動環境は図2の写真に示した。

2.2 手続き

研究の内容等について説明の上、書面での同意を得て聞き取りは実施された。室内での聞き取りでは、南極での活動中の写真に対して危険だと感じることを回答する一種の危険予知(KY)トレーニングの形式で行われた。提示した写真は概ね10~15枚であったが、このうち、氷河上の活動の写真(図1)への回答を分析対象とした。この写真は比較的狭いクレバスがある氷河上(ただし氷河かどうかは写真には明記がない)を、アンザイレンしながら歩く二人を写したものであった。南極への出発前/往路と復路の両方で同じ写真で実施したが、復路で既視感を表明した対象者は1人のみであり、既視感の原因は往路の調査ではなく、著者の研究紹介の中で使われたためであった。



図1:聞き取りに使われた写真

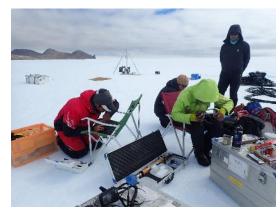


図2:観測チームの作業環境

観測チームへの聞き取りは著者が参与観察する中で 自由時間にテント等の中で行われた。KY 図版に対する 発話はIC レコーダーで記録され、その後文字起こしをしたものが、データとして利用された。分析についてはGTA (Glaser & Strauss, 1967) および質的内容分析 (Mayring,2014)を参考にして以下の方法で実施された。 各協力者のリスクに関する発話を質的内容分析 (Mayring,2014)の枠組みに従い、内容を変えないように簡潔に言い換えた。その後リスクマネジメントの枠組み(リスクマネジメント企画活用検討会、2010)の枠組みに従い、リスク特定、リスク分析、リスク評価、リスク対応から内容が構成されると考え、それぞれの要素に割り当てた。この際、リスク特定については、リスク源の特定とリスクにつながる(あるいはリスクを回避する)行為(リスク行為)とに分類した。さらにこうした要素の由来について検討した。

3. 結果・考察

3.1 リスクイメージの精緻化に伴うリスク評価の低減 室内での聞き取り内容の代表的なものを表1に事前 /事後を対比して示した。また、その構成要素をリスク マネジメントの観点から分類した結果を表2に示した。 リスクマネジメントの観点から見た発話の総構成要素 は事前27、事後37であった。リスク源については、事 前/事後ともクレバス(あるいはクラック)であること が指摘されていた。リスク行為についても、事前・事後 ともにロープによるアンザイレンやゾンデ棒の有無に ついての言及が見られた。その一方で、リスク評価につ いては、事前/事後では違いが見られる。事前では、基 本的には危険であると表明されたのに対して、事後で は危険である旨の発話がある一方で、「危険を感じるこ とはない」「そんなに危なくない」「いいんじゃないです か」「すぐに落ちる感じではない」といった発話が見ら れた。また、同一協力者の発話の中にも、「こわい写真 です・・・気をつけながら歩いているから大丈夫なんだ なと思いました・・・やっぱり私はやりたくない。」と いった矛盾するリスク評価が混在していた。リスクに 対する感情的反応 (Loewenstein, Weber, Hsee, 2001)と経 験的なサンプリングに基づく現実的なリスク評価が共 存して行われていると考えられる。

同一のリスク源や行為を指摘するにも関わらずリスク評価が異なる大きな要因として、リスク分析での言及内容の違いが指摘できる。リスク分析ではリスクを変化させる要因や条件についての言及やリスクを見る上での視点への言及が見られるが、事前では2人が言

及したに過ぎないが、事後では8人が言及していた。つまり、リスク分析が全体により詳細になっていた。さらにその内容を見ると、ヒデゥン(クレバス)の存在に言及し「落ちたらやっぱり相当深い」としながらも、「クレバスもあんまり大きい気がしない」といった発話が見られた。さらに、「これだけ密に(クレバスが)入っているならその中にさらに隠れているのはない」、といった推論が見られた。また、氷河のリスクに関する体験も言及されていた。「作業している人たちを実際に見ると、気をつけながら歩いている/K さんとかの話も聞いて」など、南極滞在中での経験や経験談によって、氷河の上でも事故に遭わずに行動する方法や、それによって任務を遂行した経験がリスクの評価を低減させていると考えられる。

経験ある観測隊員の方がリスク特定が限定的であるという報告(村越・菊池、2017)がある。経験によって異なるリスクのイメージが精緻になることでリスクに対する脅威性の認知が低減することは、三相因子分析(Siegrist, et al., 2005)を利用した山岳のリスクについての研究でも示唆されている(満下・村越、投稿中)。リスクに対応した個人的経験によるリスクイメージの精緻化が、リスク評価の変化の背後にあることが示唆される。

さらに、氷河を専門とする研究者 A はこの写真を見 て、「万が一何かあっても大丈夫、比較的安心して眺め られます」(表3a)と語っていた。「怖い」「私はやりた くない」といった反応がある一方で、なぜこのように評 価できるのだろうか。まず、研究者 A は、「私これ氷だ と思いますのでクレバスは見えている」と発言してい る。他の協力者が指摘するように、クレバスは隠れてい る場合、それに気づかず転落する可能性があるが、その 多くは積雪による。写真を見ると氷河の表面は細かい 凹凸があり、一見すると積雪のように見えるが、研究者 A は氷河での活動経験から、この凹凸が氷の昇華と再 結晶によるものであると考え、その結果積雪はないの だから、ヒデゥンクレバスはないと結論していた。さら に詳細な説明が、氷河を専門とする別の研究者 B の発 話から得られている。研究者 B は氷河の構造や挙動に ついての科学的知識を利用し、表3bc のように、この ような環境における氷河のリスクが地形に依存して発 生し、そのために限定的であることや、狭いクレバスが 突然にして広くなったり、ある場所に突然広いクレバ スが発生することはないと指摘している。これらを踏 まえると、知識の獲得はリスクに対するイメージの精 緻化と高い予測性につながり、それが特定の条件下で のリスク評価を低減させていると考えられる。

分析の視点の中には、「天気がよくて、気温が上がってきたら」「氷が動き、割れ目が広がるリスクもある」といったリスクを増大させる要因についても記述が見られるが、この協力者も全体としては、「ロープつないでいるので大丈夫」という点を二度ほど発言しており、その中での注意事項に焦点を当てたものと思われる。

1.2 既有知識を援用したリスク源の特定

リスク評価は、知識や経験の獲得によって精緻化され、低減される可能性が示された。すなわち、こうした 潜在的リスクの評価は単に知覚された状況だけでなく、 既有知識にも影響を受けていると考えられる。さらに、 知覚的情報に大きく依存していると考えられるリスク 源の特定についても、既有知識の影響が推測される。そ もそも写真に見える割れ目に対して、ある協力者は海 氷を想定してクラックと指摘している。このように、リス ク源の特定は存在場所という文脈にも影響を受けてい る。また、リスク行動に関しては、「予定をして歩いて る」「今までずっとこんなところ来たんで、もう大丈夫 だと思って動いてるのか」といった行為の文脈が参照 されていた。

クレバスかクラックかの違いは、リスクという点からは存在場所による皮相的な違いに過ぎないが、ある協力者は、「例のみぞであってクラック、クレバスではない」と発言しており、それによってリスク評価を大幅に低減させている。この協力者は、氷河上で研究者 AやBと行動を共にする中で、自分と二人の研究者のクレバスの危険性についての評価が食い違ったことを指摘していた。その過程で、クレバスとクレバスに似ているが、深く落ち込むことのありえない「みぞ」があり、クレバスとみぞでは危険度が大きく違うことに関する知識の提供を受けていた。こうした体験とそれに基づく知覚情報の解釈がリスク源の特定にも影響をしていると思われる。

ある協力者は「海面が上下するところにひび入って (知識)」とやはりスキーマ的な知識を援用することで、 見て取れるひびの存在を確定させ、リスクを指摘して いる。このような知覚情報の意味づけに基づくリスク 特定は Endsley(1995)が指摘する既有知識 (スクリプト) によるレベル2の状況認識が働いていると考えられる。

潜在的なリスクの特定には、さらに現状や現状とは 異なる要素を仮定した推論が使われていた。「かたっぽ が落ちて、自分が止め切れなかったら」、「天気がよく て、気温が上がってきたら、」、「割れたら(相当深い)」、 「(氷河上の小川が流れ込む) 穴があれば」、といったよ うに、知覚できないリスクを推測する発話も見られた。 もとより、隠れたクレバスの危険は、見えないクレバス があるとすれば、という推測であり、それに伴うリスク の予測である。こうした推測が、リスクの特定に役立っ ていると考えられる。

4. 結論

氷河という観測隊最大のリスクについて、写真図版を使ったリスク判断と現地で研究にあたる研究者等からの聞き取りをもとに、危険/危険でないと考える背後にある知識や推論のプロセスを明らかにすることを試みた。本研究は、限られたリスクについての予備的な分析ではあるが、結果としてリスクに接する経験や科学的知識によってリスク評価が低減することが示された。経験や知識によって場所に依存したリスクの高低についての情報が得られ、それがリスクイメージを精緻化させたと考えられた。

専門の研究者は精緻で構造化された知識を獲得することで、高い予測性を以てリスクを精緻に予想していた。一方で、無事故の体験サンプリングによると思われるリスク評価の低減が見られた。こうした致命的なリスクの多くは低確率であり、低確率であるということは、多くの場合事故には出会わないことを意味する。確率学習という点で、これらもまた一種の精緻化と言えるが、一方で、低確率故の事故との未遭遇がエキスパートバイアスや楽観主義的傾向につながっている可能性がある。知識や推論という観点からリスク評価を検討することは、ブラックボックス化しているこうした認知バイアスの発生機序を明らかにすることにつながり、ひいては安全教育の改善のための基礎的資料となることも期待できる。

表1:滞在前後の発話比較(いずれも初参加の隊員)

南極滞在前

南極滞在後

これはクレバス帯ですよね。完全にもうその予定をして歩いてるんだけ ども、例えばもうちょっとこれゾンデ棒を持ってるかわからないけど、今 ここへ足を踏み出してるけれどもこの前でここを確認してればいいけ ど、ここで見えないかわからないですけどこっちだと見えますよね。こ れが行く時に例えば手前で崩れないかとかもうちょっと用心深く動いた 方がいいのか、それとも今までずっとこんなところ来たんで、もう大丈 夫だと思って動いてるのかわからないですけど、例えばロープの張り 方はこっち側にいた方がいいような気がするかなって単純に思うんです よね(29)

とりあえず危ないのか。クラック落ちないようにというのはまず思います ね。見えてるところをまず踏まないというのは大事、それプラス見えて ないところ、何もないように見えるところでも意識して気をつけてっていう のですね。あとペアになってる相手の状況も、向こうが落ちたらどうかっ ていうのも意識しながら、相手の足場も確認しつつっていう感じかなと 思います。(37)

線が色々見えている時点で怖いですねえ。で、前歩いているのが2人で 歩いているのが、またもうちょっと人が欲しいような感じがしますけれど も。これは多分もう本当にゆっくりゆっくり歩かないと、わたしは前に進 めないくらいな感じだと思います。できれば歩きたくない(笑)(46)

これはクレバスへの転落がまずひとつ。あとこれはなんですかね。ロー プでつながって歩いています。かたっぽが落ちて、自分が止め切れな かったら自分が落ちちゃうリスクもあるし、ありますね。(58)

これクレバスでと思うけど、これは多分いわゆる例のみぞ、であって、 クラック、クレバスじゃない、たとえクレバスだとしてもこの幅なので、注 意して歩けばいいし、ヒデゥンでも、もヒデゥンでもないし、には危険を感 じることはないですよね。真ん中、・・・随分変わっているかもしれませ ん。(145)

これもそんなに危なくはないのかなって気がしますね。ちゃんと見えて いるものが多いので、まあヒデュンがあるのかないのか、僕にはこれみ るとあまりわかんないですけど、でもこれだけ密に入っているんだった ら、あんまりその中にさらに隠れているのはないのかなっていう気がす るので、まあ見えているところをちゃんとクリアしていければ、比較的安 全。ロープつけているし(162)

やはりこわい写真ですね。歩けるんですねこれでも。作業している人た ちを実際に見ると、ちゃんとこういうところに気をつけながら歩いている から大丈夫なんだなと思いましたね。Kさんとかの話も聞いてて、・・・目 にできるくらい近くまではいけるという話とかもちょっと、あ、そうなんだと も思ったりもして、まあ一応、ひもはつながっているような感じですから ねえ、うん。でもやっぱり私はやりたくない。私はやりたくない(147) クレバスが入っているんで、そこの渡るときはまあ、こうしっかりとわた、 足滑って落ちないように気をつけながら渡らないといけない。しっかりと コンティニュアスで歩いているんですけど、しっかりと歩けてていいん

じゃないかなと思います(山やるんだっけ)そうですね。後ろの人が ちょっと体勢取れていないかなという気がするんですけど。(いざ落ちた ときにね)あんまりそうですね。クレバスもあんまり大きい気がしないの で写真で見ている感じだと、致命的リスクというのはそこまではないか な。クレバスだけ気をつけて、あとは見えないところになんかないかなと 気にしながらいけばあとは問題ない(164)

表3: 氷河上のクレバスについての専門的研究者の発話例

これ私達が行く場所とすごく似てます。比較的私としては見えるより安心というかこれ飛び越えればいいと、私これ氷だと思いますの でクレバスは見えてると思います。ロープも使ってますし万が一何かあっても大丈夫、比較的安心して眺められますね(39)

全体的にそんなに危ないかといわれると、そこまでは危なくない、もともとが危なくない氷河ですし、なんていうか、こうすぐちょっとした ミスがすぐけがにつながるかというと、そういう氷河ではないかなという感じてます。

・・・・そこが急にパカット開いて、クレバスがぽーんと外れることは、まず起こりえないと思っていて、というのは、氷河の末端は1年間で 100m、くらい前進して100mぼこっと外れているんですね。だまあ、それが過去50年とか100年のスケールで変わっていない。それな のに今の掘削点の、末端から500mくらい上なんです。その地点がぱかっと外れてすぐ、こう氷山になってしまうって、ちょっと、そんな ことがおきたら、むしろかなり驚きだし、これまで流動速度の解析とかをした中でも、そういうことが起こりえるような前兆もなかったし、 もし本当に起きるとしたら、その前にはまあゆっくりゆっくり大きなクレバスが開いてくるもんなのですね。そこなしに、いきなり一夜で

ぱかって、ぱかって全部が割れてしまうっていう、僕としてはそんなことは起こりえない(114)

(問:クレバスはこういうエリア、地形的なエリアにしかない?)

・・・・どうしてクレバスができるかってことを考えると、それが、クレバスがある場所っていうのは限られてくるので、そういう意味では、そ うですね。ここにはなんていうんですかね、・・・

(問:狭いクレバスは時間的に十分たてば広く成長するということもありえる?)

・・・・もちろんクレバスは成長するんですけども、そのクレバスって、こう移動していくわけですよね。だから、こういうところもクレバスが ある(※20(9:31)けれども、ここで大きくなるっていうことはなくて、・・・だんだん下流に行って、たとえば流れるスピードが下流と上流で 変わってくると、ここでこういうふうに大きく成長してくるので、そういう意味ではこういう氷河の表面の地形って、ええと、氷が動いてい

るんですけど、いつでも同じようなところに同じような特徴のものあるんですね(92)

表	表2:リスクマネジメントの観点から見た発話の構成要素(南極滞在前/滞在後)							
		前		後				
	人数		人数	内容				
リスク源	8	クレバス帯 ここで見えないかわからないですけどこっちだと見えます 海っぽい感じがする タイドクラック 亀裂が入っている こっちも氷が解けかかっている 海面が上下するところにひび入って線が見えている 穴がある	7	クレバス、 例のみぞであってクラック、クレバスではない 氷河上 クラック				
リスク行為	5	ゾンデ棒を持ってるかわからないけど 今ここへ足を踏み出してる 2人でわたってる ローブでつながっている	6	ロープをつけている ゾンデ棒を持っている(かどうかわからない) 後ろの人が体勢とれていない コンティニュアスでしっかり歩けている				
リスク分析	2	予定をして歩いてる 今までずっとこんなところ来たんで、もう大丈夫だと思って動い てるのか 行く時に手前で崩れない 落ちた時に、みんなこっち振られそうな感じ 見えていればいいけど、見えなければ落ちてます	8	この幅/ ヒデゥンでもない これだけ密に入っているならその中にさらに隠れているのはない 落ちたらやっぱり相当深い この人一人で支えられるのか 作業している人たちを実際に見ると、気をつけながら歩いている/実際に目 にしたというのもあった、目にできるくらい近くまではいける これ以上大きなものが出てきる可能性もあります クレバスもあんまり大きい気がしない 天気がよくて、気温が上がってきたら 氷が動き、割れ目が広がるリスクもある				
リスク評価	7	とりあえず危ないのか 明らかに落ちそうな感じ できれば歩きたくない/怖い 片方が落ちたら片方は助からない/ 氷面上の転倒のしやすさ(?)/ 足をひっかけてしまう 穴があると、足元を滑らせて川に落ちると穴の中に入ってしまう	9	危険を感じることはないそんなに危なくはない やばそうですね 怖い クレバスに十分注意しながら、ずっと2人でいるのが不安 気になります大丈夫なんだな/ やっぱり私はやりたくない/すぐに落ちる感じではない いいんじゃないかな/ 致命的リスクというのはない大丈夫				
リスク対応	5	用心深く動いた方がいい この前でここを確認してればいい ローブの張り方はこっち側にいた方がいい 僕でも多分これぐらいの距離しか取らん クラック落ちないように。見えてるところをまず踏まない、プラス 見えてないところでも意識して気をつけ。 ペアになってる相手の状況も意識しながら 前2人で歩いているのが、もうちょっと人が欲しい ゆっくり歩かないと、わたしは前に進めない 前の人が落ちても大丈夫なように間隔あけて	7	注意して歩けばいい 見えているところをちゃんとクリアしていければ、比較的安全 本来は3人が組になっていく 慎重に前の人が見つつ、ルートを探していく クレバスを渡るときは、足滑って落ちないように気をつける				
計	27		37					

文献

- [1] Endsley, M. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors, 37, 32-64.
- [2] フィリン・オコンナー・クリチトゥン (小松原明哲・十亀 洋・中西美和訳) (2008/2012) .現場安全の技術: ノンテク ニカルスキル・ガイドブック. 海文堂
- [3] Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). The discovery of Grounded Theory: Strategies for qualitative research. New York: Aldine. (後藤隆・大出春江・水野節夫訳 (1996). 『データ対話型理論の発見一調査からいかに理論をうみだすか』. 東京:新曜社.)
- [4] Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (2006). Resilience engineering: Concepts and precepts. 北村正晴(監訳) (2012). 『レジリエンスエンジニアリング: 概念と指針』. 東京:日科技連.
- [5] Klein, G. (1998). Sources of power: How people make decisions. MIT press.
- [6] Loewenstein, G. G., Weber, E. U., Hsee, C. K. et al., (2001). Risk as feelings. Psychological Bulletin, 127, 267-286.
- [7] リスクマネジメント企画活用検討会(編著) (2010). 『ISO31000:2009 リスクマネジメント解説と適用ガイド』 東京:日本規格協会.

- [8] Slovic, P. (1987). Perception of risk. Science, 236,280-285.
- [9] Tversky, A. & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 185, 1124-1131.
- [10]Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution. Klagenfurt. (http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173)
- [11]満下 健太・村越 真 (投稿中) 三相因子分析による山岳リスク認知の実践経験差の検討. 認知科学会第39回大会.
- [12] 村越真・菊池雅行(2017).第 58 次南極地域観測隊員の南極 のリスクに対する態度、知識、対応スキルの実態、南極 資料,61,81-107.
- [13]Ross, K. G., Shafer, J. L., Klein, G. (2006). Professional judgements and "Naturalistic Decision making." In K. A. Ericsson, N. Charness, P. Feltovich, & R. R. Hoffman, (Eds.) The Cambridge handbook of expertise and expert performance. (pp.403-419) New York, NY: Cambridge University Press.
- [14] Siegrist, M., Keller, C., & Kiers, H., A. (2005). "A new look at the psychometric paradigm of perception of hazards." Risk Analysis, 25, 211-222.

UIの違いによる考え方の違い:ユーザ操作の 測定・分析のためのスクリーンリーダー UIの設計

Different UI, different way of thinking: UI design for screen reader to measure and analyze users' operations

山口 琢†, 大場 みち子‡

Taku Yamaguchi, Michiko Oba

†フリー, ‡公立はこだて未来大学システム情報科学部

Independent Researcher, Faculty of Systems Information Science, Future University Hakodate

概要

「考え方」の研究において、Web アプリケーションとして実装した文章やプログラム・コードのジグソー・パズルを題材に、見て並べ替える UI と聞いて並べ替える UI とでプレイヤーの考え方が異なるかどうかを比較するとき、2 つの UI が備えるべき要件を論ずる。考え方・解き方の違いを比較するためには、測定できるデータから比較したい事象を検出できるように UI を設計・実装する必要がある。

キーワード:思考力,考え方,並べ替え作文,並べ替 えコーディング,プロセスの測定と分析,スクリーン リーダー, Voice User Interface, 試行錯誤,定石

1. はじめに

教育では思考力が重要視されてきている。 Computer-based testing (CBT) の導入が進み、従来 の紙ベース試験とは異なる手法で「思考力・判断力・ 表現力」を評価できると期待され、研究されている [1]。同じ問題データに対して、複数の User Interface (UI) を用意して、アクセシビリティを高められること も CBT のメリットである。

スマートスピーカーなど音声ユーザインタフェース (VUI) やオーディオブックが普及し始めている。スマートスピーカーによるアプリは、音声のみによる対話で操作できる。スマートフォンにはスクリーンリーダーが用意されていて、音声による画面の読み上げとタッチ操作で、画面を見ずにアプリケーションを操作できる。

国連の SDGs (Sustainable Development Goals) では教育などですべての人に等しい機会を保証するという目標を掲げている。障害者差別解消法が施行され「社会的障壁の除去の実施についての必要かつ合理的な配慮」が義務・努力義務とされた。

1.1 着想

思考力を論じるとき「考え方」ということばが使われる。このことは「考えることに方法がある」と認識されている現れであろう。考えることに方法があるなら、考えながら何かを操作するとき、考える方法が操作のパターンに表れると期待できる。野球や囲碁・将棋の放送番組で、実況・解説の楽しみ方の1つはこれであろう。

IT を利用したパズル・アプリケーションであれば、アプリの操作を記録 (測定) する仕組みを適切に設計することで、解く考え方がパズル操作の測定データに反映されると期待できる。この手法で「考え方」を研究するとき、パズル・アプリの設計、測定データの設計、測定データの分析手法、パズル問題そのものの設計の、それぞれに工夫が必要となり研究テーマとなりえる。

この手法を適用することで、見て読む場合と、見ずに聞いて読む場合とで、考え方に違いがあるか比較できると期待する。コンピューター・システム的に言えば、全く同じ試験問題データを、見る UI と聞く UI との 2 種類の試験 UI で提示したとき、それら試験問題を解く考え方は同じなのか?

1.2 本稿の目的とアウトライン

本稿では、パズル・アプリの設計を取り上げる。題材は、後述する文章やプログラム・コードのジグソー・パズルである。このパズルを、目で読んで並べ替える場合と、見ずに聞いて並べ替える場合とで、並べ替え方が異なるのか比較する研究が対象である。そして、後者の聞いて並べ替える UI の要件を検討するのが本稿の目的である。

とはいえ、本研究のような手法が広く知られている とは言いがたい。この手法は、近年の IT の進歩と普 及に負うところが大きいため歴史が浅い。そこで、既 発表の内容から、本研究の手法を説明する。

まず、文章やプログラムのジグソー・パズルを題材として、パズルのピースをドラッグ&ドロップで並べ替えて解くアプリ $(2.1\, \mbox{ 節})$ 、パズルを解く操作 (プロセス) の測定データ $(2.2\, \mbox{ 節})$ 、測定データを分析する手法の例 $(2.3\, \mbox{ 節})$ を説明する。

次に、考え方の研究手法としてプロセスを測定・分析する手法の特徴を、予期せぬ考え方の発見や試行錯誤を例に説明する(2.5節、2.6節)。

最後に、パズルをスクリーン・リーダーで解く UI を 2 例あげて、本稿の主題である UI の設計を論じる 3. 章)。

2. プロセスを測定・分析する手法

われわれは、IT によるデジタル・パズルをうまく設計して、パズルを解く操作を測定・分析することで、解く過程の思考を捉えて、学習・指導などに役立てる研究に取り組んでいる。このコンセプトを前回の第35回大会でもポスター発表した[2]。

2.1 ジグソー・テキスト

図1は、分割されランダムに並べられた文章のピースを、並べ替えて完成させる文章のジグソー・パズル、並べ替え作文である。「ジグソー・テキスト」と呼んでいる。スマホなどで操作する Web アプリケーションである。「ひとつは…金銭を要求する。」などの部分を、パズルのピースと呼ぶ。パズルを解くユーザーはプレイヤーである。

ゼロから文章を組み立てる作文と比べると、ジグソー・テキストの特徴は「何を」組み立てたのかがプレイヤー間で共通なことである。プレイヤーはピースを読解して、文章全体を組み立て直す、限定された作文と見なすこともできる。誤字脱字や表現の推敲・修正は並べ替え操作(編集操作)に含まれない。文章の順番にのみ絞って、推敲や修正の様子を測定・分析できる。

2.2 測定データ

ジグソー・テキストはプレイヤーの並べ替え操作を測定している(図 2)。まず、パズルを解き始めたときと完成したときに、その時刻と、そのときのピースの並び順が記録される。ピースはドラッグ&ドロップで並べ替えられる。ドラッグし始めたときとドロッ

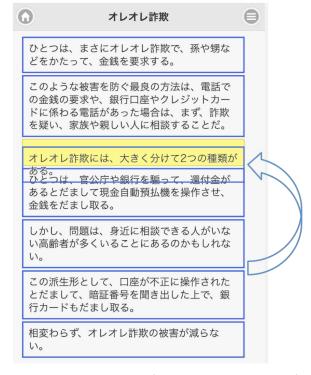


図 1 ドラッグ&ドロップで並べ替える Web アプリケーション「ジグソー・テキスト」

プしたときに、その時刻と、ドラッグやドロップされたピース、それぞれのときに前後にあったピースや、ピース全体の並び順が記録される。図 2 は、ID が s3 のピースをドラッグし始めたときと、ドロップしたときに記録されるデータを示している。

ドラッグ&ドロップはセットで一瞬の操作と思えるが、それでもドラッグとドロップを区別して記録する理由は 3.2 節で明らかになる。

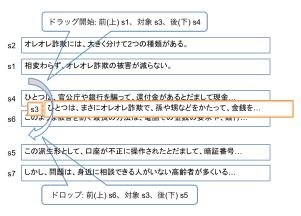


図 2 並べ替え操作の測定

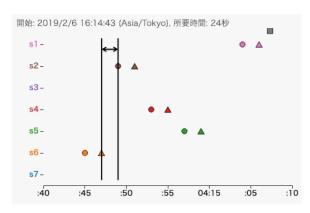


図 3 対象と移動先を順に選択する UI での並べ替え 操作の時系列散布図

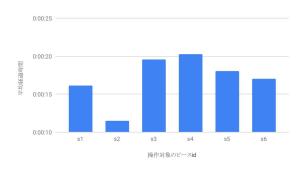


図 4 横軸がピース、縦軸がピースを動かすまでの経 過時間の平均。s2 ピースは、動かす判断が早い。

2.3 パズル操作の分析例

図 1 の UI で、あるパズルをプレイヤーが解く様子を、2.2 節や図 2 のように測定したデータを、時系列散布図で示したのが図 3 である。縦軸の $s1\sim s7$ が並べ替え対象のピース、横軸が経過時間、丸〇がドラッグ開始すなわち移動開始、三角 Δ がドロップすなわち移動完了を示す。前のドラッグ&ドロップの移動完了(三角 Δ) と、次のドラッグ&ドロップのドラッグ移動開始 (丸O) との間の時間は、次に何をどこへ動かすか考えている時間といえよう。

このようなデータに基づいて、ピースを動かすために考えた時間、すなわち、前のピースを動かした後でこのピースを動かすまでの平均経過時間を図示したのが図4である。図3で、三角△と丸○の間の時間を集計したものである。この例では、s2のピースは、移動開始するまでの時間が他のピースよりも短い。プレイヤーたちは「s2ピースの何らかの特徴を捉えて、s2の移動先を素早く決める」という考え方・解き方をしていたと推定できる。これが、このアプリUIの、あるいはプレイヤーたちの、あるいはパズル問題の、あるいはコレイヤーたちの、あるいはパズル問題の、あるいはこれらの複合した特徴である。

- s1 // 以下は1つ以上の要素を持つdouble型配列を引数 dataとして受け取り、その平均値を計算して返すメ ソッドの中身である。
- s2 // 正しく計算できるものになるように、四角で囲まれた部分の順番を適切な順にせよ。

s3	double sum = 0.0;	
s4	for (int i = 0; i < data.length; i++) {	
s5	sum += data[i];	
s6	1	
s7	return sum / data.length;	

図5 ジグソー・コードの例題、データの平均を求める

n \ n+1	s3	s4	s5	s6	s7
s3	7	1	4	1	5
s4	4	5	3	10	5
s5	2	1	3	0	3
s6	9	0	2	4	4
s7	5	3	1	4	3

図 6 並べ替え操作の時間的な共起行列

2.4 ジグソー・コードと分析例

われわれは、ジグソー・テキストと同様に、コン ピューター・プログラムのソース・コードを並べ替え る並べ替えコーディング「ジグソー・コード」でも研 究に取り組んでいる[3]。

図 5 はジグソー・コードの問題例である。図 1 と違って、プレイする画面でなく、簡易分析アプリの画面である。この例はプログラミング言語 Java の問題である。数値の配列を受け取って、それら数値の平均値を計算して返すメソッド (関数) のプログラム・コードを完成するように求めている。図では、コードは正しい順序に並んでいる。

図 6 は、図 5 を解いた 32(人) のプレイを集計した表である。行列の見出しにある s4 などは、パズルのピースの ID である。表は、行見出しにある s3~s7 のピースを動かした直後に、列見出しのピースを動かした回数を、交差するセルに数えたものである。図では、s4 の後に s6 を動かした回数が 32 プレイの全体で 10 回あった。この表を、並べ替え操作の時間的な、または手順的な共起行列と呼んでいる。

セルの値は 0 から 10 まであり一様ではない。一番 多いのが s4 の次に s6 を動かした 10 回、次に s6 の次

```
// 以下は、1つ以上の要素を持つ配列を引数dataとして受け取り、その分散を計算して返す関数である。
function variance(data) {

bunsan += (data[j] - average) * (data[j] - average);

}

bunsan = 0;

for (i = 0; i < data.length; i++) {

}

sum += data[i];

for (j = 0; j < data.length; j++) {

var average = sum / data.length;

return bunsan;

var sum = 0,

}
```

図7 分散を求めるパズルの開始直後

に s3 を動かしたのが 9 回で多い。s6 の次に s4 を動か したのと、s5 の次に s6 を動かしたのは 0 回であった。 この偏りは、プレイヤーたちにとっての、特定のピー ス間の特別な関係を反映していると解釈できる。

図では、s4 は for 文の開始の開きカッコ"{"であり、s6 は閉じカッコ"}"である。開きカッコと閉じカッコの対をまとめて動かしていると考えられる。このように、共起関係というパズル操作のパターンから、カッコの対を完成させようとするプレイヤーの考え方を推定できる。

2.5 未知の考え方の発見 - 手法の特徴、そ の 1

以上のようなプロセスを測定・分析する「考え方」 研究の手法の特徴を述べる。

前節まででは、図4や図6のように、先ずデータに基づくパターンの発見があり、それに基づいて「構文を整えている」といった解釈をあてた。この順序で研究や指導を進められることが、この手法の特徴の1つである。このため、未知・無名の「考え方」、予期せぬ考え方を漏らしにくいと期待できる。予め期待した「考え方」が発現したか否かを判定するのとは、異なるアプローチを取れる。

```
function variance(data) {
    var sum = 0,
    bunsan = 0;

    var average = sum / data.length;
    for (i = 0; i < data.length; i++) {
        sum += data[i];
    }

    for (j = 0; j < data.length; j++) {
        bunsan += (data[j] - average) * (data[j] - average);
    }

    return bunsan;
}</pre>
```

図 8 分散を求めるパズルを解いている途中

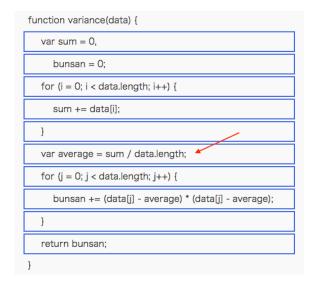


図 9 分散を求めるパズルを完成したところ

2.6 試行錯誤 - 手法の特徴、その2

試行錯誤について、正誤のはっきりするジグソー・コードの例を題材に説明する。図7、図8、図9は、平均を計算する図5から発展させて、分散を計算するパズルである(ただし、プログラミング言語が、Javaから JavaScript に変わっている)。図7がパズル開始直後、図8が途中、図9が完成形で正解である。

図8と図9の違いは矢印で示した行で、変数 average の宣言かつ代入するところである。

これはいわば「ひっかけ問題」であり、このプレイヤーは途中で引っかかったが、最終的に正解に達した。 文法としては変数はどこでも宣言できるし、宣言せずに使うこともできる。しかし、変数を、関数の最初でまとめて宣言するという作法やコーディング規則を採 用する場合がある。図8のプレイヤーは、その作法を踏まえて変数 average の宣言を関数の最初に配置したと考えられる。これでも文法的に正しいし、実行してもエラーにはならないが、計算結果は間違っている。変数 average を計算するには、データの和をデータ数で割る必要があり、データの和の計算の後に置かなくてはならない。図9の位置に置くのが正しい。

プレイヤーがひっかかるのは、変数の宣言場所について作法、いわば定石を身につけているからである。このこと自体はスキルの一部としてプラス評価できるし、引っかかったことはそのスキルの現れである。また、ひっかかった後で修正できたのは、自分の答えを見直して誤りに気づけたからであり、見直せること自体もスキルの一部としてプラス評価できる。

このように、プロセスを測定・分析する手法では、 試行錯誤の内訳を検出できる。既知の考え方を元に 引っかけ問題を作って出題し、解答がひっかかった結 果になっているかどうかを評価する手法では、これら を検出するのは困難である。

もちろん、ひっかからずに正解に直進するプレイヤーもいるであろう。試行錯誤の検出を日々の指導に活かすことは想像できるが、これらを試験や成績に反映するためには多くの研究が必要であろう。

3. スクリーン・リーダーで操作する UI

われわれは、スクリーンリーダーに対応した UI を 開発した (図 10、図 11)[4]。ドラッグ&ドロップを使う Web アプリケーションは、そのままではスクリーンリーダーで操作できないが、代替 UI を用意すればスクリーンリーダーによって画面を見ずに操作できる。

この UI は、iOS(iPhone や iPad) のスクリーンリーダー VoiceOver に対応している [5]。スクリーンリーダーには、Web 画面を端から読ませることもできるし、タップした部分を読ませることもできる。タッチ・スクリーンの画面なのに、タップした部分を読ませられるとはどういうことか? VoiceOver が起動すると、1回のタップで読み上げ、ダブルタップで実行という具合に操作の仕方が変わる。タップしながら画面上を探して、リンクなどを見つけたらダブルタップで実行するのである。

図 10 はピースの移動を開始する前の状態、図 11 は移動中である。前図で「オレオレ詐欺には、大きく分けて 2 つの種類がある。」をタップして選んだ直後が、後図の画面である。「オレオレ詐欺には…」というピースの前に「移動するピース:」というテキストが挿入されていて、読み上げると、これが移動中のピー

操作説明

移動するピースを選択して、次に先頭、ピースの間または最後尾の移動先を選択すると、ピースが移動します。完成したら、完成ボタンを押します。

パズル

オレオレ詐欺には、大きく分けて2つの種類がある。

このような被害を防ぐ最良の方法は、電話での 金銭の要求や、銀行口座やクレジットカードに 係わる電話があった場合は、まず、詐欺を疑 い、家族や親しい人に相談することだ。

ひとつは、まさにオレオレ詐欺で、孫や甥など をかたって、金銭を要求する。

しかし、問題は、身近に相談できる人がいない 高齢者が多くいることにあるのかもしれない。

ひとつは、官公庁や銀行を騙って、還付金があるとだまして現金自動預払機を操作させ、金銭 をだまし取る。

相変わらず、オレオレ詐欺の被害が減らない。

図 10 スクリーンリーダー向け UI: 移動するピース を選択し次に移動先を選択して並べ替える

スであることが分かる。ピースの間には「移動先 先頭」や「移動先 1」といった疑似ピースが挿入されていて、これらが移動先に該当する。移動先の疑似ピースをタップすることで、先に選んだピースがそこへ移動する。これを繰り返すことでピースを並べ替える。

「移動するピース:」などを含めて、スクリーンリーダーが読み上げるので、画面を見なくても何が表示されているかが分かる。この UI によって、画面を見ずにパズルを解くことができる。

図 10 の画面でピースをタップして選択することが、図 1 でのドラッグ開始、すなわちピースの移動開始に該当する。図 11 で「移動先 5」などをタップすることがドロップ、すなわち移動完了に該当する。これに応じて、2.2 節や図 2 と同様に操作が測定される。そして、2.3 節や 2.4 節と同様に分析できる。

図 1 と、図 10 および図 11 とは、操作の仕方、すなわち UI が違うだけで、並べ替えるピースは同じである。アプリの実装としても、全く同じパズル問題データに、異なる UI をあてている。

移動先 先頭

移動するピース: オレオレ詐欺には、大きく分けて2つの種類がある。

移動先 1

このような被害を防ぐ最良の方法は、電話での 金銭の要求や、銀行口座やクレジットカードに 係わる電話があった場合は、まず、詐欺を疑 い、家族や親しい人に相談することだ。

移動先 2

ひとつは、まさにオレオレ詐欺で、孫や甥など をかたって、金銭を要求する。

移動先 3

しかし、問題は、身近に相談できる人がいない 高齢者が多くいることにあるのかもしれない。

移動先 4

ひとつは、官公庁や銀行を騙って、還付金があるとだまして現金自動預払機を操作させ、金銭 をだまし取る。

移動先 5

相変わらず、オレオレ詐欺の被害が減らない。

移動先 6

この派生形として、口座が不正に操作されたとだまして、暗証番号を聞き出した上で、銀行カードもだまし取る。

移動先 最後尾

移動中止

図 11 スクリーンリーダー向け UI: 移動するピース を選択した状態

3.1 別の UI

スクリーンリーダーで操作できる、図 11 とは別の UI も考えられる。実装はしていないが、この別 UI に よる並べ替え操作の測定・分析を考察することで、UI の要件を検討する。

図 12 の UI では、プレイヤーは移動するピースを選択して、画面下部の「ひとつ上に移動」ボタンを押して1つ前(上)へ、「ひとつ下に移動」ボタンを押して後ろ(下)への移動させる。この1つずつの移動を、意図した位置に達するまで何回か繰り返せば、所望に位置へピースを移動できる。

- s7 しかし、問題は、身近に相談できる人が…
- s5 この派生形として、口座が不正に操作され…
- s2 オレオレ詐欺には、大きく分けて2つの種類…
- s4 <u>移動するピース:</u> ひとつは、官公庁や銀行を…
- s3 ひとつは、まさにオレオレ詐欺で、孫や甥…
- s1 相変わらず、オレオレ詐欺の被害が減らない。

ひとつ上に移動

ひとつ下に移動

図 12 別の並べ替え UI: ピースを選んで、ボタンを押してひとつ上/下に移動する

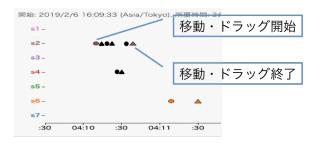


図 13 別の並べ替え UI による並べ替え操作の時系列 散布図

3.2 要件検討

代替 UI では、図 1 や図 11 と異なり、「移動するピースを選んで、移動先を選択する」の 1 回で移動開始から移動完了が完結しない。また、s4 を 1 つ上に移動するには、s4 を選んで上に移動する方法と、s2 を選んで下に移動する方法の 2 つがある。

この「別の UI」でプレイヤーが解く様子は、図 13 の時系列散布図ようになるであろう。ピースを動かす判断の違いを図 4 の場合と比較するためには、どの丸○がユーザの移動開始の判断に該当し、どの三角△が移動完了に該当するのか、不確かさを含んで推定しなくてはならない。図 1 および図 11 の UI では、図 3 のように、移動開始と移動完了の時点は明確である。

すなわち、考え方・解き方の違いを比較するためには、測定できるデータから比較したい事象を検出できるように UI を設計・実装する必要がある。この考察で比較したように、移動する判断の早さを比較するためには、移動開始と移動完了を明確に判定できる UI が求められる。ドラッグ&ドロップは一瞬の操作に思えるが、2.2節「測定データ」で、ドラッグとドロップを区別して記録している理由もこれである。

また、この UI 設計の要件は、ドラッグ&ドロップ

UIでは「パズルの解き方・パズルを解く考え方において、ドラッグ途中の軌跡には意味がない」という判断を前提としているとも言える。

4. まとめ

「考え方」の研究において、Web アプリケーションとして実装した文章やプログラム・コードのジグソー・パズルを題材に、見て並べ替える UI と聞いて並べ替える UI とでプレイヤーの考え方が異なるかどうかを比較するとき、2 つの UI が備えるべき要件を検討した。考え方・解き方の違いを比較するためには、測定できるデータから比較したい事象を検出できるように UI を設計・実装する必要がある。

今後は、本稿のように問題を解く過程を測定・分析することで、UIの違いによって考え方が異なるかどうかを検証する。同じ問題データで、解答や正答率が同じでも、UIによって考え方が異なる場合があると判明するかもしれない。解答に達するために、異なるスキルが発揮されたとも考えられる。その場合でも「同じ問題を解いた」と言えるか、検討することになるであろう。

また、本稿の手法で検出した「考え方」の評価も、 将来は課題となるだろう。試行錯誤の結果ではなく、 試行錯誤するプロセスそのものをどのように評価すべ きか、多くの研究が必要となるだろう。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17K01085 の助成を受けたも のである。

女献

- [1] 久野靖, 思考力・判断力・表現力を評価する試験問題 の作成手順, 情報処理学会 情報教育シンポジウム論文 集,2018(1),1-8, 2018
- [2] 山口琢, 小林龍生, 高橋慈子, 大場みち子, パズル操作の 測定・分析による思考の推定, 日本認知科学会第 35 回大 会, sP2-17, 2018
- [3] 川北紘正, 大場みち子, 山口琢, プログラミング思考過程 に基づくプログラミング時の行動分析と傾向, 情報処理 学会 第81回全国大会, 2019
- [4] 山口琢, 大場みち子, スクリーンリーダーで操作するジグソー・テキスト アクセシブルな学習分析と Computer Based Testing, 情報処理学会 研究報告コンピュータと教育(CE),2019-CE-149(15),1-8, 2019
- [5] VoiceOver, iPhone ユーザガイド, https://support.apple.com/jajp/guide/iphone/iph3e2e415f/12.0/ios/12.0

態度動詞を含む人間の推論: know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember Human reasoning with attitude verbs: know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember

佐藤 有理[†], 唐沢 かおり[‡], 橋本 剛明[‡], 出口 康夫[†] Yuri Sato, Kaori Karasawa, Takaaki Hashimoto, Yasuo Deguchi [†] 京都大学文学研究科哲学研究室, [‡] 東京大学人文社会系研究科社会心理学研究室 Department of Philosophy, Graduate School of Letters, Kyoto University,

Department of Social Psychology, Graduate School of Humanities and Sociology, The University of Tokyo satoyuri0@gmail.com, karasawa@l.u-tokyo.ac.jp, hshmt@l.u-tokyo.ac.jp, ydeguchi@bun.kyoto-u.ac.jp

概要

認識概念の特性を明らかにするため、認知状態を表す態度動詞を含む様々な推論課題を用いた実験を実施した。knowを含む人々の推論は、S4-D体系(叙実性のため公理 Dを様相論理体系 S4から除いたもの)に合致していた。believeとseeとunderstandの人々の推論パターンは、knowといくつかの推論タイプで異なっていた。一方で、be-informedとbe-awareとrememberは、knowとの有意な違いが本実験では検出されなかった。

キーワード:認識論 (epistemology), 認識論理 (epistemic logic), 推論 (inference), 言語使用 (language use), 実験哲学 (experimental philosophy)

1. これまでの研究状況

"Tom knows that Emily is a spy." において、know は態度動詞と呼ばれ (Russell, 1940; Barwise & Perry, 1983; 小野, 2005; White et al. 2018)、埋め込み文に対するエージェントの認知状態を表す。本研究は、こうした態度動詞が人間の推論・含意関係の判断においてどう働くかを明らかにすることを目的とする。

知識(や比較対象としての信念など)においてどのような特性が成り立つのかという問題は、プラトン以来のエピステモロジー(認識論、知識の哲学)において、中心的な問題のひとつとして扱われてきた。認識特性は、態度動詞を含む推論の形式において明確化することができる。例えば、"Tom knows that Emily is a spy." から "Emily is a spy." が含意されると判断した場合、これは「知られていることは常に真である」(真実報告性 veridicality)という知識の特性を示すことになる。ちなみに、比較としてよく使用される信念 belief の場合("Tom believes that Emily is a spy." ⇒ "Emily is a spy.")、この含意は成り立たないとさ

れることが多い。こうした推論的観点からの認識論 は、Hintikka (1962) の認識様相論理としての定式化 以降、とくに活発に研究が行われてきた。そこでは、 様相論理 modal logic における様相演算子 □ 部分を態 度動詞(Agent c knows that)として解釈する。そし て、公理(K、T、4、5などと呼ばれる推論型;のちの 説明を参照)がそれぞれの態度動詞のケースにおいて 成り立つかが検討される (Lenzen, 1972)。最初期の 対象は know と believe のみであったが、のちに see、 be-aware、be-informed へも拡張された (Thomason, 1973; Fagin & Halpern, 1988; Floridi, 2006)。また認 識論哲学においても、remember や understand の研 究が進み (Malcolm, 1963; Baumberger et al., 2017)、 部分的にではあるが扱われるようになってきている。 しかし、態度動詞それぞれにおいて公理が成り立つ かの判断は、理論研究者個人の言語使用に対する直観 に依存しており、客観的で十分な根拠が示されてきた わけではない。こうした背景をもとに、近年では人々 の言語使用を明らかにする実験手法を、理論研究を補 完するために使用するタイプの研究が注目を集めて いる;実験語用論や実験哲学などと呼ばれることがあ る (e.g., Noveck & Sperber, 2004)。実際、White & Rawlins (2017) の "実験" 言語学的研究は、人間の推 論における態度動詞の認識的特性についての実証的な 知見を提供している。ただし彼らの研究は、非常に多 くの態度動詞を対象にする一方で、公理・認識特性と しては、2つのタイプ (真実報告性と叙実性 factivity) にしか焦点が当てられていなかった。¹

本研究は、White & Rawlins の研究を拡張して6つ

¹態度動詞を含む人間の推論の実験研究は、発達科学の文脈でも部分的に行われてきた (e.g., Falmagne, Gonsalves, & Bennett-Lau, 1994)。しかし、この文脈の研究でも、真実報告性と叙実性だけしか扱われてこなかった。また、 White, Hacquard, & Lidz (2018) では、叙実性以外の態度動詞の意味論的・語用論的性質が扱われているが、それらは認識論的特性とはあまり関係がない。

表 1 態度動詞の推論型 (認識様相論理における公理) と対応する認識特性

K.	$\vdash \Box c(P \to Q) \to (\Box cP \to \Box cQ)$	認識的閉包性; 全知
$K_2.$	$\vdash \Box c(P \to Q) \land \Box cP \to \Box cQ$	(K の別バージョン)
D.	$\vdash \Box cP \to \neg \Box c \neg P$	(T の弱化:無矛盾)
T.	$\vdash \Box cP \to P$	真実報告性
4.	$\vdash \Box cP \to \Box c\Box cP$	肯定的内省; KK 原理
5.	$\vdash \neg \Box cP \to \Box c \neg \Box cP$	否定的内省; 無知の知

の公理(認識概念の特性)を使用し、より包括的に認識概念・認識態度動詞の特性を明らかにすることを目指す。また、論理学や哲学において集中的に研究されてきた know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember の7つの動詞に焦点をあてる。

2. 実験

2.1 方法

221 名の一般市民が Amazon Mechanical Turk (MTurk) のクラウドソーシング・プラッフォームを利用してオンラインで参加した。参加には、95%以上の HIT スコアと USA からのアクセスの制限を課した。平均年齢は 33.84、標準偏差は 8.86 であった(2 名分のデータ収集に失敗)。Hintikka 体系に代表される認識様相論理に関する事前知識がある参加者は分析から除外された(N=202)。全ての参加者には、インフォームドコンセントが与えられ、MTurk を通して謝金が支払われた。実験手続きは、京都大学心の先端研究ユニット研究倫理審査会の承認を受けた。参加者は、know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember の 7 つの群に分けられた。実験教示や課題は全て英語で行われた。

表 1 は認識様相論理の公理であり、それぞれが哲学において議論されてきた認識概念の特徴に対応している(K と K_2 は論理的には同じだが、この実験では区別した)。本実験では、この 6 つの公理を対象とし、 \vdash (証明可能である)の部分を外し、 \rightarrow (条件法)の前件を前提、後件を結論(仮説)として実験課題を作成した。know 群では、13 個の課題(T, D, K, K_2 , 4, 5 と、6 つの filler 課題、1 つの Direct Question Scale)が使用された。その他の群では、それに加えて、know からの含意と know への含意(例:c knows that $P \Rightarrow$ c believes that P; c believes that $P \Rightarrow$ c knows that P)が使用された(合計 15 題)。図 1 は実験課題の例である:know 群の公理 T に該当し、それが成り立っているとすれば正答は 1 である。filler 課題は、これらの公理に最小限の変更(前提と結論を逆にする等)を加え

If the following premise is true, is the hypothesis also true?

Premise: The person N knew that the thing A happened.

Hypothesis: The thing A happened.

- 1. Hypothesis is true.
- 2. Hypothesis is false.
- 3. Neither 1 nor 2; Hypothesis may or may not be true.

図1 実験課題の例

表 2 最も選ばれた含意関係とその頻度:*は3択のうちの各選択の χ^2 検定での有意

	Т	D	K	K_2	4	5	$\mathrm{know}{\rightarrow}$	\rightarrow know
Know	含意	矛盾	含意	含意	含意	矛盾	-	_
	95.0	75.0	80.0	80.0	85.0	45.0	-	_
	*	*	*	*	*	n.s.	-	_
Believe	整合	含意	含意	含意	含意	含意	含意	整合
	90.0	68.2	59.1	68.2	86.4	63.6	72.7	63.6
	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.
See	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	整合	含意
	95.5	54.5	86.4	45.5	50.0	54.5	63.6	95.5
	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
BeAware	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	含意	含意
	86.4	63.6	90.9	86.4	77.3	45.5	95.5	100
	*	*	*	*	*	n.s.	*	*
BeInformed	含意	矛盾	含意	含意	含意	矛盾	整合	含意
	75.0	50.0	80.0	75.0	55.0	50.0	70.0	70.0
	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Understand	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	含意	含意
	68.2	63.6	77.3	63.6	63.6	45.5	68.2	68.2
	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
Remember	含意	矛盾	含意	含意	含意	整合	含意	含意
	90.0	70.0	75.0	80.0	70.0	45.0	80.0	80.0
	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*	*

て作られた。Direct Question Scale (DQS) は、設問文を "Select the option 3 for this question." として、教示を読みさえすれば、答えられるようにした。

実験は、M-Turk のオンライン上で、(1) 実験について一般的な教示、(2) 含意、矛盾、整合性(3 つの選択肢に対応する)の説明、(3) メインの推論課題(時間制限なし、目安として 10 分)(4) 年齢や性別などのアンケートの手続き順で実施された。

2.2 結果と考察

DQS において誤答した参加者のデータは、以後の分析から除外した;N=148となった。表 2 は、各課題において最も選ばれた含意関係とその頻度(パーセンテージ)の結果である。*は 3 択における各選択が χ^2 検定において有意であったことを示す。ここでは、例えば、本稿の導入で触れたように、know では真実報告性に関する公理 T が成り立っている一方で、believe

では整合が有意な結果となっていて、公理 T は成り立っていない。さらに、know において、強い主張である公理 5 は、know において有意な選択ではなかったため、成り立っているとは言えない。また、公理 D において矛盾が選択された結果は、叙実性によって説明することができる 2 。このことから、know の結果は S4-D (Hintikka らの様相論理体系 S4 としての古典的見解から公理 D を抜いたもの) と合致している。

続いて、know と他の動詞との比較すると、know からの含意関係 (know→) と know への含意関係 (→know) が、be-aware, understand, remember にお いて有意に選択され、belive では know→ だけが、see では→know だけが有意に選択されていた。know 群 において最も選ばれていた選択肢の割合と他の群に おける割合が、 χ^2 検定によって分析された。その結 果、believe では、公理 T と公理 D と公理 5 におい て、know 群との間に有意差があった ($\chi^2 = 34.37$, adjusted residual= 5.682, p < .01; adjusted residual= 3.090, p < .01; adjusted residual= $2.247, p < .05)_{\circ}$ see では、公理 K2 と公理 4 において有意差があった $(\chi^2 = 5.30, \text{ adjusted residual} = 2.302, p < .05; \chi^2 =$ 7.21, adjusted residual= 2.403, p < .05). understand では、公理 T において有意差があった ($\chi^2 = 5.19$, adjusted residual= 2.211, p < .05)。他の be-informed、 be-aware、remember では、いずれの推論課題におい ても、know 群との間に有意差はなかった。

第1章でふれた認識論や認識様相論理の研究では、公理(認識特性)がそれぞれの態度動詞において成り立つかが、とくに反例の是非を問うことで検討されてきた。本実験の知見と合わせることで、それらの反例が各動詞が使用される自然なケースにあたるのか(例えば、see は錯覚のケースでは通常使用されず、真実報告性の反例としては不適当)検討することができる。

今回報告した研究では、エージェントは一人に限定されていたが、主文と補文の主語を別にしてエージェントを複数にすることができる。こうすることで、複数エージェントにおいて共有される社会的知識・信念を扱うことができる (Verbrugge, 2009)。しかし、一方でこのようなタイプの知識・信念は計算困難でもある (Dégremont et al. 2014; Van De Pol et al. 2018)。このような乖離ケースにおける人間の思考・推論のモデ

ル化は認知科学的に興味深い次なるステップである。

謝辞

本研究は John Templeton Foundation の助成を受けました。本研究の見解は著者らによるものであり、John Templeton Foundation の見解を反映したものではありません。

汝献

- [1] Barwise, J., & Perry, J. (1983). Situations and Attitudes. Cambridge: MIT Press/Bradford. 『状況と態度』産業図書.
- [2] Baumberger, C., Beisbart, C., & Brun, G. (2017). What is understanding? An overview of recent debates in epistemology and philosophy of science. In *Explain*ing Understanding: New Perspectives from Epistemology and Philosophy of Science (pp.1–34). Routledge.
- [3] Dégremont, C., Kurzen, L., & Szymanik, J. (2014). Exploring the tractability border in epistemic tasks. Synthese, 191, 371–408.
- [4] Egré, P. (2008). Question-embedding and factivity. Grazer Philosophische Studien, 77, 85–125.
- [5] Fagin, R., & Halpern, J. Y. (1988). Belief, awareness, and limited reasoning. Artificial Intelligence, 34, 39– 76.
- [6] Falmagne, R.J., Gonsalves, J. & Bennett-Lau, S. (1994). Children's linguistic intuitions about factive presuppositions. *Cognitive Development*, 9, 1–22.
- [7] Floridi, L. (2006). The logic of being informed. Logique & Analyse, 49, 433–460.
- [8] Hintikka, J. (1962). Knowledge and Belief: An Introduction to the Logic of the Two Notions. Ithaca, NY: Cornell University Press. 『知識と信念』紀伊国屋書店.
- [9] Kiparsky, P., & Kiparsky, C. (1970). Fact. In M. Bierwisch & K. E. Heidolph (Eds.), Progress in Linguistics: A Collection of Papers (pp. 143–173). Mouton.
- [10] Lenzen, W. (1972). Recent work in epistemic logic. Acta Philosophica Fennica, 30, 1–219.
- [11] Malcolm, N. (1963). Knowledge and Certainty. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- [12] Noveck, I. A., & Sperber, D. (Eds.). (2004). Experimental Pragmatics. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- [13] 小野正樹. (2005). 『日本語態度動詞文の情報構造』ひつ じ書房.
- [14] Russell, B. (1940). An Inquiry into Meaning and Truth. London: George Allen and Unwin.
- [15] Thomason, R. (1973). Perception and individuation. In M.K. Munitz (Ed.) Logic and Ontology (pp. 261–285). New York: New York University Press.
- [16] Van De Pol, I., Van Rooij, I., & Szymanik, J. (2018). Parameterized complexity of theory of mind reasoning in dynamic epistemic logic. *Journal of Logic, Language* and Information, 27, 255–294.
- [17] Verbrugge, R. (2009). Logic and social cognition. Journal of Philosophical Logic, 38, 649–680.
- [18] White, A. S., Hacquard, V., & Lidz, J. (2018). Semantic information and the syntax of propositional attitude verbs. *Cognitive Science*, 42, 416-456.
- [19] White, A. S. & Rawlins, K. (2017). The role of veridicality and factivity in clause selection. *Proceedings of the 48th Meeting of the North East Linguistic Society.*

²know は、真実報告的 veridical だけでなく叙実的 factive でもある。 John does not know that P において P は前提(presupposition)とされる(Kiparsky & Kiparsky, 1970; Egré, 2008)。そのため、 John does not know that P は P を含意するということになる。これが正しいとなると、公理 D は know において成り立たない。 $\neg\Box c\neg P$ は $\neg P$ を含意する、一方で公理 T によって $\Box cP \Rightarrow P$ である;これは矛盾である。

知の統合基盤の確立をめざして

Research Aiming to Establish the Base for Integration of Knowledge

福永征夫

アブダクション研究会

Masao FUKUNAGA

Abduction Research Institute

[abstract]

- (1) We, humans living in the 21st century, are facing global-scale problems arising from the activities/behaviors of humans before us.
- (2) To manage these problems subjectively and actively, so that sustainability may be secured, we have to realize such Cognition of experience and learning, Thought and Behavior, Evaluation and Emotion self-conclusively as being of high degree of freedom for environmental selective pressure, and then have to be neutral to environmental changes.
- (3) That should be carrying out and realizing deep, wide, and high-dimensional activities self-conclusively in Cognition of experience and learning, Thought and Behavior, Evaluation and Emotion omni-directionally in order to adapt ourselves to "Logic in Natural Circulation and Fusion".
- (4) In natural and social systems, we find there many kinds of framework of complementary vectors as part (XorY) /entirety (XandY), depth (XorY) /width (XandY), exclude (XorY) /include (XandY), competition (XorY) /cooperation (XandY), and so on.

These framework express complementary interaction between mainly vertical inference process of deduction and mainly horizontal inference process of induction.

(5) It may be the condition for adapting ourselves to "Logic in Natural Circulation and Fusion" to unite mainly time information based inference of deduction and mainly space information based inference of induction to temporo-spatial high-dimensional integration inference of abduction, to self-organize Cognition of experience and learning, Thought and Behavior, Evaluation and Emotion self-conclusively as deep, wide, and high-dimensional storylines in everyone's cognitive field of brain.

Key words: "Logic in Natural Circulation and Fusion", Model of Lattice Structure, Model of Three-axis Cognitive Field, Model of deep, wide, high-dimensional Circulation and Fusion of Nature, Interactive Circulation and Fusion Network Nature, Model of Omni-directional Thought and Behavior of Humans for Sustainability

- 1 生命のシステムでは、特定の種の個体(群)という部分域を最適化する作用(XorY)と他の種の個体(群)や生態系を含めた全体域を最適化**する作用**(XandY)が循環し融合してストーリー線が自己組織化され連綿たる進化史が紡がれてきた
- 【1】生物は20億年前に異なる細菌が共生し融合して真核細胞に進化して以来,競争行動(XorY)と協力行動(XandY)をバランスさせて,環境の変化により中立的でより自由度の高い,より高次の生命体に進化を遂げてきた.
- 【2】生命の進化の段階がヒトのレベルに達するに到って、 競争行動と協力行動の循環と融合は、個体間の分業と協 業を発展させ、生物史上に例のない大きな社会を作り上げ てきた。
- 【3】ところが、経済学では、専ら自らの利得を最大化 (XorY) しようとする合理的な個人を前提にして、その議論を組み立ててきた. これは、図らずも領域学に内在する知の限界の一端を暗示している.
- 【4】しかし、今日では(XandY)を欠落したそのような前提の妥当性自体が問われようとしている. 経済学のカウシック・バスーは次のように述べている.

「人々は自己の目的を追求するが、同時に、利己心を抑えるような利他主義、公平感、公共善への衝動といった、〈社会的〉な特徴も持っている.多くの個人からなら社会があり、プレーヤーたちは無作為に組み合わされ、囚人のジレンマをプレーするとしよう.プレーヤーたちがよく協力する社会は次第に豊かになることに注意しよう.そうすることで彼らはより高い所得を得るからである.大切なのは、無私の精神と利他主義、少なくともそうした特質を持つ能力は、人間に生まれつき備わっているものであり,そのような特質は発展に寄与するということを認めることである.標準的な経済学はこぞって利己主義を賞賛しているため、より利他的であることは役に立つ特質で経済効率に貢献できるという事実をそもそも受けつけなかったのである」.

2 自然の循環と融合の論理を考える

- 【1】自然は、『自然の循環と融合の論理』に基づいて、「今」 「ここ」における部分域が反復と変化の活動を続けて、自 らの構造を自己組織化している.
- 【2】人間は、『自然の循環と融合の論理』に基づいて、内 外の環境の変化によって生じる新たな情報を、時間の情報

と空間の情報として,交互に接続することを反復して,経験と学習の認知という事実の情報,思考と行動という目的の情報,評価(感情)という価値の情報を,それぞれのストーリー構造として自己組織化している.

- 13 で示すように、『ラティスの構造モデル』では、自然のエネルギー最小化原理に導かれて、変化する四つの部分域の情報が接合するごとに、一つの斜行的な接合が生じて、三角形のフラクタル構造を反復しながら、認知場の全域に安定したネットワーク構造が自己組織化される.
- 【3】既存の情報は、それぞれの時間の情報の視点と、空間の情報の視点から、すべての新規の情報に対して、悉皆的にフィード・フォワードのネットワークを形成する.

新規の情報は、それぞれの時間の情報の視点と、空間の情報の視点から、すべての既存の情報に対して、悉皆的にフィード・バックのネットワークを形成する.

【4】人間がストーリー構造を自己組織化するプロセスは、推論によって情報を加工して整序し、知識を生み出すプロセスでもある。人間は、主として時間の情報からなるタテ方向の演繹の推論によって、領域的で高深度の知識を産出し、主として空間の情報からなるヨコ方向の帰納の推論によって、広域的で低深度の知識を産出する。

蓋然的ではあるが、人間は、環境からの淘汰圧に対する 自由度を確保するため、アブダクションの推論によって、 タテ方向の知識とヨコ方向の知識を融合して、ナナメの方 向の、より高深度で、より広域的で、より高次の統合的な 知識を創造する.

- 【5】『自然の循環と融合の論理』を表象する『ラティスの構造モデル』の概念は、1997年に東京大学の安田講堂で開催された日・米・欧3極の環境工学シンポジウムにおいて、場内からの質疑の中で筆者によって提唱された. 具体的なものは、1999年に京都大学で開催された日本機械学会の講演会の「人の営為の質の転換を求めて」と題する一つの基調講演において筆者から示された. それは三本の式と一つの定数からなるバージョンの『ラティスの構造モデル』であった. 2003年には、一つの定数を導出する恒等式が生み出され、四本の式からなる現在の『ラティスの構造モデル』が完成した.
- 【6】自然のある部分域の作用が他の部分域の作用に互いに 影響を与える状況を「ゲーム」と呼ぶならば、「自然の循環 と融合の論理」は、自然におけるゲームの論理の基盤的なモ デルを意味することになるだろう.
- 【7】ヒトを含む生物の間のゲームでは個の利得を具体化する競争行動と全体に共通する利得を一般化する協力行動がタテ方向に、あるいはヨコ方向に、あるいはナナメ方向に循環し融合して、安定的な生存と進化を可能にしている.

3 知の統合基盤の確立をめざして

【1】21世紀に生きるわれわれは、人間の過去の営みが招いた地球環境問題、資源・エネルギーの枯渇、貧富の差

- の拡大,人口の爆発,難病の発生,災害や事故の巨大化, 民族・宗教・文化・政治・経済をめぐる対立と紛争の激化, 凶悪な犯罪やいじめ・虐待行為の多発など,地球規模の難 題群の発生に直面し,今や紛れもなく,生存と進化の袋小 路に陥っている.
- 【2】これらに主体的かつ能動的に対処するためには、環境の淘汰圧に対する自由度の高い、環境の変化に中立的な、経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)を自己完結的に実現しなければならない。
- 【3】それは、『自然の循環と融合の論理』に基づいて、より高深度で、より広域的で、より高次の、経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)の活動を、営みの全方位において自己完結的に実現することでなければならない。
- 【4】自然や社会の系の相互作用には、部分(XorY)/ 全体(XandY)、深さ(XorY)/拡がり(XandY)、斥 け合う(XorY)/引き合う(XandY)、競争(XorY) /協調(XandY)など、互いに相補的なベクトルが内在 している。
- 【5】(XorY) は領域学の形成につながる「分ける」ベクトルを意味し、(XandY) は広域学の形成につながる「まとめる」ベクトルを意味する.
- 【6】ルネ・デカルトは、難問の一つ一つを、できるだけ 多くの、しかも問題をよりよく解くために必要なだけの小 部分に分割することを説いて、いわゆる要素還元主義とい う領域学の方法論を確立したが、分割した部分を全体とし て総合する広域学の方法を見出すには至らなかった。
- 【7】近現代の長い期間を通じて乗り越えることのできなかった、このアポリアに挑む道はただ一つ、自然や生命・社会の系が相補的なベクトルを持つという重大かつ決定的な性質に立脚して、知識と行動を高深度・広域・高次のものに統合する方途を確立し、実行に移すことである.
- 【8】要素還元主義に基づく領域学の認識に偏る知識と行動は、自然や社会の系の相互作用の(Xand Y)を反映していないので、自己完結的ではない。それらが長く蓄積すると、われわれが自然の淘汰圧を受けた場合に、思考と行動の自由度を発揮することができなくなる。われわれはその淘汰圧に対する中立性を確保できなくなって、結果的にわれわれの持続可能性に破滅的な破綻をもたらすことが危惧される。このことは、バビロニアの古代文明の滅亡や、後代におけるイースター島の森林文明の崩壊などの歴史に照らして明らかであろう。
- 【9】領域学に基づく「自己・人間」という部分域の最適化(XorY)と、広域学に基づく「他者・生態系」を含む全体域の最適化(XandY)という二つの相補的なベクトルが、共進化を達成して、融合し統合することがわれわれに与えられた進むべき道筋であろう。
- 【10】近時の2017年は、先進国の国内でも、また国際的にも、世界の広域的な市場統一を目指すグローバリズム(XandY)と、各国の主権による領域的な民族文化と

利益の尊重を目指すナショナリズム(XorY)が、激しく相克する潮流がはっきりと顕在化した、歴史的な節目の年でもあった。人間という種の絶滅を回避するためには、二つの相補的なベクトルが、共進化を達成して、融合と統合の道をたどる以外に賢明なる選択肢はなく、これこそが世界の安定装置としてのわが国の確たる進路であろう。

4 知の統合基盤を確立するため中間の世界の論理を考える

- 【1】世界をマクロスコーピックに捉える相対性理論は、 実在論的な立場から、主として演繹的な論理(XorY)に 基づいて構築され、展開されてきた.
- 【2】世界をミクロスコーピックに捉える量子力学や量子場理論などの量子論は、確率論的な立場から、主として帰納的な論理(Xand Y)に基づいて構築され、展開されてきた.
- 【3】これらに対し、自然や社会の系における循環と融合やネットワークの問題など、われわれの目線のレベルのリアリティーを取り扱うメゾスコーピックな中間の世界は、実在論的な立場と確率論的な立場が共存する世界であるように思われる。そこでは、因果的な現象と相関的な現象が相補的に共存し、演繹的な論理(XorY)と帰納的な論理(XandY)が相補的に共存している。

そして、そのような中間の世界が有する特性や条件がある からこそ、自然史や人類史という歴史的な時空間のストー リー線が連綿として織り上げられ、刻まれてきたのである.

- 【4】中間の世界の論理とは、時間の情報が主成分の演繹による貫く推論(XorY)と、空間の情報が主成分の帰納による連ねる推論(XandY)が、互いに相補的に接合し合って、時空間の情報をアブダクションという高次の推論で統合し、世界の今ここにおいて存在し生起する事物や事象の情報を、高深度・広域・高次のストーリー線として自己完結的に自己組織化していく、自然や社会のシステムの循環と融合の論理のことである。
- 【5】21世紀に生きるわれわれは人間の過去の営みが招いた地球規模の難題群の発生に直面しているが、これらに主体的かつ能動的に対処して持続可能性を確保するためには、既存の領域的な知識をベースに、新たな領域的な知識を探究し、それらを高深度・広域・高次のより普遍的な知識に組み換えていくことを目指す知の統合基盤を確立していかなければならない。
- 【6】それは中間の世界における循環と融合の自己組織化の論理を探究して、われわれが実践できる知見として確立していくことであろう。

中間の世界における循環と融合は、自然や社会の系の2つの部分域の間に生じ、過去から未来に向かうフィード・フォワードの視点と、現在から過去に向かうフィード・バックの視点からなる両側的な相互作用が形成するロバストでフレキシブルなネットワークの自己組織化現象である.

5 「自然の循環と融合の論理」の本質を考える

5.1 自然や生命・社会の系の循環と融合には保存と変革の 相補的な方向性がある

自然や生命・社会の系には、(1) 安定度を増大させる保存の方向性、すなわち、内部エネルギーを減少させる方向性と、(2) 自由度を増大させる変革の方向性、すなわち、エントロピーを増加させる方向性、の相補的な二つのベクトルが相互に作用し、循環して、融合という臨界性を実現し、システムの恒常性(ホメオスタシス)や定常性が維持されているものと考えられる。

そして、前者は自然や社会の系の部分域同士が、互いに 斥け合う(XorY)という排他的な作用を志向して、保存 のベクトルとして働き、後者は自然や社会の系の部分域同 士が、互いに引き合う(XandY)という包括的な作用を 志向して、変革のベクトルとして働く.

5.2 持続可能性を確保する「自然の循環と融合の論理」は、 相補的なベクトルを逆理(パラドックス)とみなす数学や 論理学の論理を乗り越える

例えば、人間の脳など、自然の系のダイナミックスを説明するためには、自然の系の相補的なベクトルの相互作用の論理を必要としている.

ところが、人間が生み出した数学や論理学の論理では、 今日に至るまで、こうした相補的なベクトルを逆理(パラドックス)とみなして、自らは対象とせずに、その取り扱いを専ら哲学的な推論に委ねてきた.

「自然の循環と融合の論理」とは、自然や生命・社会の系に内在する論理であり、自然や生命・社会のシステムを、その部分域同士が互いに斥け合うという、ネガティヴ・フィードバックと、その部分域同士が互いに引き合うという、ポジティヴ・フィードバックの間の大きなネガティヴ・フィードバックの行き来として捉え、恒常性や定常性を自己完結的に実現して行く、非平衡システムにおける非線形の動態的な論理のことである。

21世紀に生きるわれわれは人間の過去の営みが招いた地球規模の難題群の発生に直面している.

そして、それらは根源的には、近代以降の主知主義的な伝統によって、数学や論理学の「演繹の論理」に対する過度の傾斜と偏向が続いてきたことに起因している。つまり、今日の深刻な難題群の発生とは、近現代の長い期間を通じて、自然や生命・社会の系が示す相補的な二つのベクトルの間の循環と融合を、高深度・広域・高次の思考や行動として実現することができずに、「演繹の論理」によって、主として領域的で高深度の知識と行動を追求し、専ら足元の部分域の最適化だけを優先して実現し続けた営みの累積的な結果が招いた不幸な結末だと言えるだろう。

様々な時間・空間のスケールで問題が生起し、多様な姿をもつ自然を破壊し自律的な人間の精神の荒廃を伴ってきた地球規模の難題群の発生に対して、われわれが主体的かつ能動的に対処して持続可能性を確保するためには、人間の営みのパラダイムを、「自然の循環と融合の論理」とより

よく適合するものに転換しなければならない.

- 6「自然の循環と融合の論理」は、時間の情報と空間の情報を統合する高深度・広域・高次の推論を実現する
- 6.1 ストーリー構造を自己組織化するプロセスは、推論によって知識を生み出すプロセスでもある

2 で記したように、人間は、内外の環境の変化によって 生じる新たな情報を、時間の情報と空間の情報として、交互 に接続することを反復して、経験と学習の認知という事実 の情報、思考と行動という目的の情報、評価(感情)という 価値の情報を、それぞれのストーリー構造として自己組織 化しているが、それは、推論によって情報を加工して整序し、 知識を生み出すプロセスでもある。

6.2 時間の情報と空間の情報を織り合わせて統合する

タテ糸としての時間の情報とは、Xの後にYが継起する非同期的な情報の組み合わせであり、ヨコ糸としての空間の情報とは、XとYが隣接し同期する非継起的な情報の組み合わせである。人間はタテ糸の時間の情報とヨコ糸の空間の情報をあたかも縄をあざなうように織り合わせて、時空間の情報構造として統合し、より高深度、あるいはより広域、あるいはより高次の推論を実現する。

6.3 演繹は時間的な情報の同型性に基づく類比の推論である

時間の情報-空間の情報-時間の情報の順で統合された時空間の情報構造は、「XにYが継起するように、X'にY'が継起する」という時間的な情報の同型性に基づくタテ型の類比の推論を実現し、演繹の推論と呼ばれる.

人間は、主として時間の情報からなるタテ方向の演繹の推論によって、領域的で高深度の知識を産出する.

6.4 帰納は空間的な情報の同型性に基づく類比の推論である

空間の情報―時間の情報―空間の情報の順で統合された時空間の情報構造は、「XがYと同期するならば、X'がY'と同期する」という空間的な情報の同型性に基づくヨコ型の類比の推論を実現し、帰納の推論と呼ばれる.

人間は、主として空間の情報からなるヨコ方向の帰納の推論によって、広域的で低深度の知識を産出する.

6.5 アブダクションは演繹と帰納を接合する高次の統合の推論である

時間の情報—空間の情報—時間の情報の順で統合されたタテ型の類比の推論と、空間の情報—時間の情報—空間の情報の順で統合されたヨコ型の類比の推論を、蓋然的に接合して、時空間の情報をより高次のレベルで統合するのが、アブダクションと呼ばれる斜め(ナナメ)型の高次の統合の推論である。それは、「Y'がY"と同期するならば、X'がX"と同期する」という類比の逆行推論(retroduction)を実現して、X'(Y'の前件)とX"(Y"の前件)を蓋然的により高次のレベルで接合し、情報の組み換えが図られて、引き続くより高次の演繹としてのタテ型の類比の推論に対してより高次の前提(前件)をもたらす。

蓋然的ではあるが、人間は、環境からの淘汰圧に対する自由度を確保するため、アブダクションの推論によって、タテ方向の知識とヨコ方向の知識を融合して、ナナメの方向の、より高深度で、より広域的で、より高次の統合的な知識を創造する.

- 7 『ラティスの構造モデル』は自然や社会の相補的な二つのベクトルの間の「循環と融合の論理」を表わす自然のシステムの相互作用のモデルである
- 7.1 **自然のシステムの保存** (X**or**Y) と変革 (X**and**Y) の二つの相補的なベクトルの相互作用を表わす

X, Y, XorY (exclusive), Xand Y, からなる数学的なラティスは静態的な論理概念である.

『ラティスの構造モデル』(Model of Lattice Structure)は自然や社会の系の互いに"斥け合う"という両側的な視点からのネガティヴ・フィードバックをラティスのXorYに見立てて(XorY)と表わし、互いに"引き合う"という両側的な視点からのポジティヴ・フィードバックをラティスのXandYに見立てて(XandY)と表わして、脳を含む自然や社会の系の保存(XorY)と変革(XandY)の二つの相補的なベクトルの相互作用を、次の四本の計算式で表現する「自然の循環と融合の論理」の構成的な動態モデルである。

7.2 部分域P2とP1の相互作用を(1~4)式で表わす

自然や社会の系において、相互に作用する二つの部分域を P_2 , P_1 とし、それぞれが保持するエネルギーの準位の相対的な比率を ℓP_2 , ℓP_1 として、 $\ell P_2 = 1$, $1 > \ell P_1 > 0$, とする.

$$\ell P_2 / \ell P_1 > (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2$$
 (1)

$$\ell P_2 / \ell P_1 < (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2$$
 2

$$\ell P_2 / \ell P_1 = (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2$$
 (3)

$$(FL+CL)^2=FL \qquad (4)$$

FLは、系における、二つのベクトルの融合という臨界点のエネルギー準位を意味する.

ここでエネルギー準位とは、位置エネルギーと運動エネルギーを合わせた全エネルギーの準位をいう.

C L は相互作用のために、P₂からP₁へ移動するエネルギーの準位をいう。

7.3 二つの計算項が互いに相補的な動きを示すことがわかる

二つの計算項 $\ell P_2/\ell P_1$, $(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ は, $\ell P_2 \geq \ell \ell P_1$ の格差が大きくなると, 前者の計算項の値が大きくなり,後者の項の値が小さくなる.

 $\ell P_2 \ge \ell P_1$ の格差が小さくなると、前者の計算項の値が小さくなり、後者の項の値が大きくなる.

このように二つの計算項 $\ell P_2/\ell P_1$, $(\ell P_2+\ell P_1)$ / ℓP_2 が互いに相補的な動きを示すことがわかる.

7.4 左辺を「引き合う力」右辺を「斥け合う力」と見立て

る

 $\ell P_2 / \ell P_1$ を「引き合う力」を表象するものと見立てるならば、 $(\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2$ は「斥け合う力」を表象するものと見立てることができる.

7.5 ℓP·は値の小さい値域で有理数,値の大きい値域で無理数を取る

これは式①式②において、 ℓ P $_1$ が、 ℓ P $_1$ < ($\sqrt{5}$ 5 -1) $/2 \Rightarrow 0.61803398$ の値域で有理数の値を取り、 ℓ P $_1$ > ($\sqrt{5}$ 5 -1) $/2 \Rightarrow 0.61803398$ の値域で無理数の値を取るときに実現する.

7.6 式①では離隔する部分域同士が「引き合う力」が勝り、式②では近接する部分域同士が「斥け合う力」が勝る

この場合,「引き合い」では,互いの波長が離隔する二つの波形同士が両側的な視点から波形と情報の類似(共通)性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が近接する二つの波形同士が波形と情報の差異(領域)性を両側的な視点から探索し合う作用をする. 結果として式①では「引き合う力」が勝ることになる.

反対に式②では「斥け合う力」が勝ることになる.

7.7 左辺を「斥け合う力」右辺を「引き合う力」と見立てる

 $\ell P_2 / \ell P_1 e$ 「斥け合う力」を表象するものと見立てるならば、 $(\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2$ は「引き合う力」を表象するものと見立てることができる.

7.8 lp.は値の大きい値域で有理数,値の小さい値域で無理数を取る

これは式①式②において、 ℓP_1 が、 $\ell P_1 > (\sqrt{5-1})$ /2 $\stackrel{.}{=} 0.61803398$ の値域で有理数の値を取り、

ℓP₁< (√5-1) / 2≒0.61803398 の値域で無理数の値を取るときに実現する.</p>

7.9 式①では離隔する部分域同士が「斥け合う力」が勝り、式②では近接する部分域同士が「引き合う力」が勝る

この場合,「引き合い」では,互いの波長が近接する二つの波形同士が両側的な視点から波形と情報の類似(共通)性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が離隔する二つの波形同士が波形と情報の差異(領域)性を両側的な視点から探索し合う作用をする.結果として式①では「斥け合う力」が勝ることになる.

反対に式②では「引き合う力」が勝ることになる.

7.10 式③の解は、左辺の作用の力と右辺の作用の力が均衡する臨界点(FL)のエネルギー準位を示す

式③の解は、 ℓ P₁ = ($\sqrt{5}-1$) /2 = 0.61803398 となる。それは、この値で、左辺の項が示す作用の力と、右辺の項が示す作用の力が均衡していることを示すところの、臨界点(FL)のエネルギー準位を意味している。これにより、式④において、 ℓ CL = ℓ (ℓ 5 - 1) ℓ 2 = 0.168117389 となる。

7.11 臨界性からの逸脱と臨界性への回帰が自然の循環と

融合の現象を示している

式①の作用が、式③の臨界性からの逸脱である場合には、式②の作用は、式③への回帰となる。また、式②の作用が、式③の臨界性からの逸脱である場合には、式①の作用は、式③への回帰となる。

臨界性からの逸脱と臨界性への回帰が自然の循環と融合 の現象を示している.

8 「自然の循環と融合の論理」は、時間の情報と空間の情報を時空間の情報構造として統合し、三つのフェーズの「自然の循環と融合の論理」を実現する

『自然の高深度・広域・高次の循環と融合のモデル』

(Model of deep,wide, high-dimensional Circulation and Fusion of Nature) は、フェーズ [I] フェーズ [II] フェーズ [III] という三態様の「自然の循環と融合の論理」を実現している

8.1 フェーズ [I] は高深度・領域の循環と融合の論理を示す

7.7 のように、式①が[離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用](XorY)>[近接する部分域同士が互いに引き合う作用](XandY)で、式②が[離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用](XorY)<[近接する部分域同士が互いに引き合う作用](XandY)の場合、自然はフェーズ[I]として、離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用と、近接する部分域同士が互いに引き合う作用が交互に現われる、高深度・領域の循環と融合の論理を示す.

この高深度・領域の循環と融合の論理は、演繹の推論に当たるものである.

8.2 フェーズ [II] は低深度・広域の循環と融合の論理 を示す

7.4 のように、式①が [離隔する部分域同士が互いに引き合う作用] (XandY) > [近接する部分域同士が互いに斥け合う作用] (XorY) で、式②が [離隔する部分域同士が互いに引き合う作用] (XandY) < [近接する部分域同士が互いに斥け合う作用] (XorY) の場合、自然はフェーズ [II] として、離隔する部分域同士が互いに引き合う作用と、近接する部分域同士が互いに斥け合う作用が交互に現われる、低深度・広域の循環と融合の論理を示す。

この低深度・広域の循環と融合の論理は、帰納の推論に当たるものである.

8.3 フェーズ [III] は高深度・広域・高次の循環と融合 の論理を示す

7.7の作用と7.4の作用が交互に働く場合、自然はフェーズ[III]として、[離隔する部分域同士が互いに斥け合い](XorY)[近接する部分域同士が互いに引き合う](Xand Y)作用と、[離隔する部分域同士が互いに引き合い](Xand Y)、「近接する部分域同士が互いに斥け合う](Xor Y)作用が交互に現われる、高深度・広域・高次の循環と融合の論理を示す。

この高深度・広域・高次の循環と融合の論理は、アブダクションの推論に当たるものである.

- 9 人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため、(XorY)という「時間的な情報」を主成分とする演繹の推論と、(XandY)という「空間的な情報」を主成分とする帰納の推論とを循環させ融合させて、アブダクションの推論を蓋然的に実現し、知識の組み換えを図って知識を高次化し、生存と進化をめざして、より自由度の高いストーリー線を自己組織化している
- 【1】人間は直面するテーマを対象にして、第一に、既存の領域的な知識を論理的に適用して逐次的で分析的な、高深度で領域的な推論を進める.これが(XorY)を主成分とする、アルゴリズムによるタテ方向の演繹の推論プロセスである.
- 【2】このプロセスによる問題の解決に行き詰まりを生じると、第二には、先の既存の知識による理解し難い帰結と、その帰結を導出したパターンに同型性のありそうな、暗黙知を含む新しい領域的な知識を蓋然的に探索して、行き詰まった帰結に接合し、広域的で低深度の複合知識を構成的に生み出すことを試みる。このプロセスが(XandY)を主成分とする、ヒューリスティックによるヨコ方向の帰納の推論プロセスである。
- 【3】そして、第三に、第一の(XorY)を主成分とするアルゴリズムによるタテ方向の演繹の推論プロセスの帰結と、第二の(XandY)を主成分とするヒューリスティックによるヨコ方向の帰納の推論プロセスにおいて接合した、暗黙知を含む新しい領域的な知識との間で、蓋然的に知識の組み換えを図って、より普遍的な知識として高次化するのが、斜め(ナナメ)方向のアブダクションの推論である.
- 【4】このように、蓋然的なアブダクションの推論によって、高深度・広域・高次の知識を構成的に生み出すことを試みる.これに成功すれば、第一のアルゴリズムによる推論のプロセスに戻って、実現できたより高深度でより広域的でより高次の、より普遍的な知識を当該の問題に論理的に適用して、逐次的に分析的な演繹の推論を進めることができる.
- 【5】このように、人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため、(XorY)という「時間的な情報」を主成分とする、演繹の推論プロセスと、(XandY)という「空間的な情報」を主成分とする、帰納の推論プロセスとを循環させ融合させて、アブダクションの推論を蓋然的に実現し、知識の組み換えを図って知識を高次化し、生存と進化をめざして、より自由度の高いストーリー線を自己組織化している.
- 10 自然や社会の系には、「自然の循環と融合の論理」を表わす互いに相補的なベクトルの相互作用の枠組み「(Xor Y) \angle (Xand Y)」が多様に存在している
- 【1】 3 の【4】で述べたように、自然や社会の系には、「(XorY) / (XandY)」という互いに相補的なベクトルの相互作用の枠組みが多様に存在している.
- 【2】その典型例として、「部分(XorY)/全体(Xand Y)」を取り上げてみよう.

持続可能性を確保するためのポイントは、例えば「自己・人間」という部分域の最適化(XorY)をめざすタテ方向の演繹の推論プロセスと、「他者・生態系」を含む全体域の最適化(XandY)をめざすヨコ方向の帰納の推論プロセスという二つの相補的なベクトルを循環し融合させ、知識と行動をより自由度の高い高深度・広域・高次のものに組み換えることにより、二つのベクトルの共進化を達成していくことにある。

【3】ここで、「他者・生態系」を含む全体域の最適化(X and Y)を欠いた「自己・人間」という部分域の最適化(X or Y)だけでは、一時的な持続はあっても、やがては、生存の領域が限局されたものとなるだろう。「自己・人間」という部分域の最適化(X or Y)を放擲した「他者・生態系」を含む全体域の最適化(X and Y)だけでは、生存の基盤を喪失するので、成り立たずに消滅するであろう。「自己・人間」という部分域の最適化(X or Y)と「他者・生態系」を含む全体域の最適化(X and Y)が矛盾し相食む状況は、早晩に破局と滅亡をもたらすだろう。

【4】もう一つの典型例として、「守成 (XorY) / 創成 (X and Y)」を取り上げてみよう.

人間が環境の変化や変動を乗り越えて持続的な生存と進化を遂げるためには、その営みの「守成」(XorY)の契機と「創成」(XandY)の契機をしっかりと捉えて両立させ、それぞれのための知識と行動を矛盾なく融合し循環させて実現し、個人と集団が、資源やエネルギーの利用効率と活用効果を上げるための営みをエンドレスに追求して達成することが必要不可欠となる。これは、生存の現在域の最適化と、未来域の最適化を、両立させる知識と行動を矛盾なく実現することにつながる必須の営みである。

【5】ここで「守成」とは既存の方法によって、資源やエネルギーの利用効率と活用効果を維持し高めることを言い、

「創成」とは既存の方法を踏まえた、新規の方法によって、 資源やエネルギーの新たな利用効率と活用効果を創り出す ことを言う.ここで、「創成」を欠いた「守成」では、一時 的な持続はあっても、やがては生存の領域が限局されたも のとなるだろう.「守成」を放擲した「創成」だけでは、生 存の基盤を喪失するので、成り立たずに消滅する.

「守成」と「創成」が矛盾し相食む状況は、早晩に破局と滅亡をもたらすだろう.

- 11 『3軸認知場のモデル』では「時間の情報」(XorY)と「空間の情報」(XandY)を交互に連接して、時空間の情報がストーリー線として自己組織化され、作動し遂行される
- 11.1 時間を空間化し、空間を時間化して、「時間の情報」 と「空間の情報」を設定する

「時間の情報」を通時的な空間で表わし、「空間の情報」を共時的な時間で表わすために、時間と空間からなる認知場のモデルを構成しなければならない。

『3軸認知場のモデル』(Model of Three-axis Cognitive Field)

は「知」「情」「意」の時間の情報と空間の情報が連接して, 時空間の情報がストーリー線として自己組織化され,作動 し遂行される,脳という認知場の座標のモデルである.

- (1)「知」は「事実」の系を意味し、主として、主体・他者の誰か、事物・事象の何かが、何をした、どのようになった、どのように存在した、という経験と学習の「認知の情報」を表象する.
- (2)「情」は「価値」の系を意味し、主として、「事実」 の系および「目的」の系の個々の情報に対する、「リターン とリスク」の「評価(感情)の情報」を表象する.
- (3)「意」は「目的」の系を意味し、主として、主体が、何をどのように考えるのか、主体が、何をどのように行な うのか、という「思考と行動の情報」を表象する.

11.2 「評価(感情)の情報」は「リターンとリスク」の複合的な情報に変換される

[a(わるい)] というネガティブな評価(感情)のレベルをリスクのレベルに変換すると, [a-1 (大変わるい) a-2 (ややわるい) a-3 (わるい)] は, [a-1 (ハイリスク) a-2 (ミディアムリスク) a-3 (ローリスク)] となる.

[A (よい)] というポジティブな評価(感情)のレベルをリターンのレベルに変換すると, [A-1 (大変よい) A-2 (ややよい) A-3 (よい)] は, [A-1 (ハイリターン)

A-2 ($\xi = (\xi - \chi) - (\xi -$

ポジティブな評価 (感情) とネガティブな評価 (感情) を両方の複合的な評価 (感情) として捉えると、a-3 (ローリスク)・A-1 (ハイリターン) が最も選択すべきもので、a-1 (ハイリスク)・A-3 (ローリターン) が最も選択すべきではないものとなる. そして、両極の間には他の7つの類型が存在することになる.

このようにすると、人間は脳の情報処理において、異なる評価(感情)を伴う経験と学習の認知や思考と行動を横断的に取り扱うことが容易になり、認知場の評価(感情)のネットワークを合理的で安定的に形成できるようになる.

11.3 座標は、X軸=「事実」と「目的」の空間軸、Y軸=時間軸、Z軸=「価値」の空間軸である

人間は、現前の [今] [ここ] において発生する下記の三種類の情報を、X軸=「事実」と「目的」の空間軸、Y軸=時間軸、Z軸=「価値」の空間軸、からなる「3軸認知場」という自らの情報処理の場において、互いに相補的な「時間の情報」(XorY)と「空間の情報」(Xand Y)を交互に連接した時空間の情報のストーリー線として自己組織化し、「知」「情」「意」の各系を作動させて、生存と進化の機能を遂行する。

- (1) 外部環境に存在し生起する事物や事象という事実の情報の経験と学習に関する「認知の情報」
- (2)「認知の情報」と「思考と行動の情報」に対して、生体の内部環境が表わす「評価(感情)の情報」

「評価(感情)の情報」は、ポジティブな評価(感情)が

意味するチャンスの希望を増やし、ネガティブな評価(感情)が意味するリスクの不安を減らすための複合的な指標として働く.

(3)「認知の情報」「評価(感情)の情報」「思考と行動の情報」の間に発生する不均衡を発見し、三つの系の関係を制御して、その時々のベスト・プラクティスに近づけようとする「思考と行動の情報」

なお、座標の上で、三種類の情報は、互いに同型なストーリー線のシークエンスを描きながら、一対一に対応して 布置される.

11.4 「時間の情報」と「空間の情報」を定義する

- (1)「時間の情報」とは、空間の軸が同じ位置の [ここ] において、時間的に継起して、異時的に存在・生起した、事物・事象という「事実」に関する主体の経験と学習の「認知」または主体の「思考と行動」または主体の「評価(感情)」の情報の、通時的で、(XorY)という差異性と排他性の関係を示す組み合わせを言う.
- (2)「空間の情報」とは、時間の軸が同じ位置の [今] において、空間的に隣接して、同時的に存在・生起した、事物・事象という「事実」に関する主体の経験と学習の「認知」または主体の「思考と行動」または主体の「評価(感情)」の情報の、共時的で、(Xand Y) という類似性と包括性の関係を示す組み合わせを言う.

11.5 「自然の循環と融合の論理」が「時間の情報」と「空間の情報」を連接して、「起」「承」「転」「結」の自己完結的なプロセスからなるストーリー線を自己組織化する

3軸認知場において、「自然の循環と融合の論理」により、情報の部分域が、互いに"引き合う"というポジティヴ・フィードバックの作用と、互いに"斥け合う"というネガティヴ・フィードバックの作用が交互に果たされて、「時間の情報」と「空間の情報」が連接され、「起(begin)」「承(succeed)」「転(change)」「結(conclude)」の自己完結的なプロセスからなるストーリー線が自己組織化される.

11.6 3軸認知場において、事実・目的・価値に関する「時間の情報」と「空間の情報」はタテ型・ヨコ型・ナナメ型の推論として自己組織化される

(1)(起→承)が「時間の情報」(XorY)であれば、(承 →転)には「空間の情報」(XandY)が連接する。そして、 (転→結)として「時間の情報」(XorY)が連接する。

3軸認知場において、このような順序で自己組織化された 事実・目的・価値に関する情報は、「XにYが継起するよう に、X'にY'が継起する」という時間的な情報の同型性に 基づくタテ型の類比の演繹の推論として表象され、高深度・ 領域的な経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)のストーリー線が自己組織化される.

そして、この推論では、より一般的な情報からより具体的な情報が推論される.

(2) (起→承) が「空間の情報」(XandY) であれば、(承 →転) には「時間の情報」(XorY) が連接する. そして、 (転→結)として「空間の情報」(Xand Y)が連接する. 3軸認知場において、このような順序で自己組織化された事実・目的・価値に関する情報は、「XがYと同期するならば、X'がY'と同期する」という空間的な情報の同型性に基づくヨコ型の類比の帰納の推論として表象され、低深度・広域的な経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)のストーリー線が自己組織化される.

そして、この推論では、より具体的な情報からより一般的な情報が推論される.

(3)3軸認知場において、時間の情報-空間の情報-時間の情報の順で連接されたタテ型の類比の推論と、空間の情報-時間の情報-空間の情報の順で連接されたヨコ型の類比の推論が、蓋然的に接合されて、ナナメ型のアブダクションの推論として表象され、高深度・広域・高次の経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)の統合的なストーリー線が自己組織化される。

その大きな時空間のストーリー線は、「Y'がY"と同期するならば、X'がX"と同期する」という類比の逆行推論(retroduction)を実現して、X'(Y'の前件)とX"(Y"の前件)を蓋然的に高次のレベルで接合し、情報の組み換えが図られて、引き続く高次の演繹としてのタテ型の類比の推論に対して、高次の前提(前件)をもたらす。この統合的な推論では、より具体的な情報と、より一般的な情報から、より普遍的な情報が推論されるのである。

12 人間は、過去を想起し、未来を想像し予期して、 [今] [ここ] に対処している

12.1 人間は、生存と進化のストーリー線を一歩一歩積み重ねて行く

人間は自然や生存環境の厳しい変化や変動に柔軟に対処し、リスクの不安を減らしチャンスの希望を増やすための営みを追求して、生存と進化を遂げて行かなければならない。人間は、過去の経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)を想起し、未来の経験と学習の認知、思考と行動、評価(感情)を想像し、予期して、[今][ここ]の現前の状況に対処し、未来に向けて、生存と進化のストーリー線を一歩一歩積み重ねて行っている。

12.2 [今] [ここ] の新しい情報の意味をフィード・バックとフィード・フォワードの両側的視点から同定する

そこでは、人間は、時間の情報(XorY)と空間の情報(XandY)を交互に連接しながら、13に記述する『双方向の自然の循環と融合のネットワークモデル』

(Interactive Circulation and Fusion Network Model of Nature) が示すフィード・バックとフィード・フォワードのネットワークを同時に自己組織化して、現前の [今] [ここ] において知覚した新しい情報の意味を、フィード・バックとフィード・フォワードの両側的な視点から同定する.

フィード・バックでは、7.2 に記す $\ell P_2/\ell P_1$ の比率に 起因する新しい情報の時間と空間の視点に立って、新しい 情報の側から、既存の情報群に対して、それらの時間と空 間の接続パターンとのマッチングの整合性が探索される. それは、新しい情報の側から、新しい情報と最も時間と空間の接続パターンが似通った既存の情報が選択されて、新しい情報の側の視点から、新しい情報の意味が推定されるプロセスである.

フィード・フォワードでは、7.2 に記す $0P_2/0P_1$ の比率に起因する既存の情報群のそれぞれの時間と空間の視点に立って、既存の情報の側から、新しい情報に対して、その時間と空間の接続パターンのマッチングの整合性が探索される。それは、既存の情報の側から、新しい情報と最も時間と空間の接続パターンが似通った既存の情報が選択され、既存の情報の側の視点から、新しい情報の意味が推定されるプロセスである。

そして、7.2 に記す $0P_2/0P_1$ の比率に起因する両者の時間と空間の視点の同調が実現して、互いに最も時間と空間の接続パターンが似通った情報となり得たときに、現前の [今] [ここ] において知覚した新しい情報の意味が両側的な視点から同定されることになる.

以上のプロセスによって選択された既存の情報の次に位置する,時間の情報(X or Y)または空間の情報(X and Y)が,現前の [今] [ここ] において意味が同定された新しい情報の次に生じる,未来の [今] [ここ] に仮想的に投影される.

こうして人間は、来たるべき次の [今] [ここ] において現実に生じそうな事態を想像し(X and Y)予期U(X or Y)ながら、現前に対処して行く.

13 『双方向の自然の循環と融合のネットワークモデル』 (Interactive Circulation and Fusion Network Model of Nature) を考える

人間は、『双方向の自然の循環と融合のネットワークモデル』が示すフィード・バックとフィード・フォワードのネットワークを、ストーリー構造として同時に自己組織化している。そこでは、内外の環境の変化によって生じる新たな情報を、時間の情報と空間の情報として、交互に接続することを反復して、ストーリー構造が自己組織化されている。

そして、このモデルでは、自然のエネルギー最小化原理に導かれて、変化する四つの部分域の情報が接合するごとに、一つの斜行的な接合が生じて、三角形のフラクタル構造を反復しながら、認知場の全域に安定したネットワーク構造が自己組織化される.

13.1 『ラティスの構造モデル』からフィード・バックのネットワークの論理を導出する

「自然の循環と融合の論理」を表わす『ラティスの構造 モデル』の四式から、次のようにして、12.2 で述べたフィ ード・バックの論理を導出することができる.

(1) 新たな情報Nn を起点として, 7.2 に記す ℓP₂/ ℓP₁の比率に起因するNn の視点に立って, 1つ前のNn-1, 2つ前のNn-2, 3つ前のNn-3,・・, m 個前の情報Nn-m, に対して、次々にネットワークが形成される.

(2) \underline{Nn} と $\underline{Nn-1}$ が準位 $\underline{1}$ \underline{F} \underline{L} で融合し、生じた時間の情報または空間の情報が \underline{Nn} ・ $\underline{Nn-1}$ の区間に表象されると共に、生じた空間の情報または時間の情報は、次の $\underline{Nn-1}$ ・ $\underline{Nn-2}$ の区間に表象される.

Nn の準位は (1-CL) に、Nn-1 の準位は (FL+CL) に変わる.

- (3) Nn-1 $\geq Nn-2$ が準位(FL+CL)/FL(FL+CL)で融合し、生じた空間の情報または時間の情報がNn-1・Nn-2 の区間に重ねて表象されると共に、生じた時間の情報または空間の情報は、次のNn-2・Nn-3 の区間に表象される。Nn-1 の準位は(FL+CL)- CL(FL+CL)に、Nn-2 の準位はFL(FL+CL)+CL(FL+CL) = (FL+CL) 2 =FLに変わる。
- (4) Nn-2 とNn-3 が準位FL/FL 2 =1/FLで融合し、生じた時間の情報または空間の情報がNn-2・Nn-3 の区間に重ねて表象されると共に、生じた空間の情報または時間の情報は、次のNn-3・Nn-4 の区間に表象される。Nn-2 の準位は(FL-FL・CL)=FL(1-CL)に、Nn-3 の準位は(FL 2 +FL・CL)=FL(FL+CL)に変わる。
- (5) Nn の準位が (1-CL) で、Nn-2 の準位は FL(1-CL)である。 Nn とNn-2 の準位は 1/FLとなるので、斜交的に融合し、生じた空間の情報または時間の情報がNn・Nn-2 の区間に表象されると共に、生じた時間の情報または空間の情報は、次のNn-2・Nn-3 の区間に表象される。 Nn の準位は (1-CL) -CL (1-CL) = (1-CL) (1-CL) = (1-CL) 2 に、Nn-2 の準位は FL(1-CL) +CL (1-CL) = (1-CL) (FL+CL)に変わる。
- (6) 再度、Nn-2 $endsymbol{e}$ $endsymbol{e}$ end

Nn-2 の準位は(1-CL) (FL+CL)-CL (1-CL) (FL+CL) に変わる. Nn-3 の準位はFL (1-CL) (FL+CL)+CL (1-CL) (FL+CL) = (1-CL) (FL+CL)² に変わる.

- (7) Nn-3 とNn-4 が準位 (1-C L) (F L+C L) 2 /F L (1-C L) (F L+C L) 2 = 1 / F L で融合し、生じた空間の情報または時間の情報がNn-3・Nn-4 の区間に重ねて表象されると共に、生じた時間の情報または空間の情報は、次のNn-4・Nn-5 の区間に表象される。Nn-3 の準位は (1-C L) (F L+C L) 2 -C L (1-C L) (F L+C L) 2 = (1-C L) (F L+C L) 2 に変わる。Nn-4 の準位はF L (1-C L) (F L+C L) 2 + C L (1-C L) (F L+C L) 2 = (1-C L) (F L+C L) 2 + (F L+C L) に変わる。
- (8) <u>Nn の準位が(1-CL)²で、Nn-3の準位は</u> (1-CL)² (FL+CL)²=FL(1-CL)²である.

- Nn even-3 の準位は 1/F even-1/F even
- (9) そして一般に、起点Nn の準位が(1-CL) ¹⁻¹で、 以前のNn-m の準位がFL (1-CL) ¹⁻¹であるとき、起点 Nn は、Nn の視点に立って、Nn-m と準位1/FLで、コ ヒーレントで悉皆的に融合する。

Nn の準位は(1-CL) ^{m-1} -CL(1-CL) ^{m-1} に, Nn-m の準位は FL(1-CL) ^{m-1} +CL(1-CL) ^{m-1} に変わる.

13.2 『ラティスの構造モデル』からフィード・フォワード のネットワークの論理を導出する

「自然の循環と融合の論理」を表わす『ラティスの構造 モデル』の四式から、次のようにして、12.2 で述べたフィード・フォワードの論理を導出することができる.

- (1) 既存の情報E1に、E2、E3, E4, E5・・,En-1, En, の情報が、次々と新たに加わるものとする。 既存のE1を起点として、7.2に記す $\ell P_2/\ell P_1$ の比率に 起因するE1の視点に立って、次には、E2、・・を起点と して、7.2に記す $\ell P_2/\ell P_1$ の比率に起因するそれぞれの 視点に立って、新たなEn に対し、次々とネットワークが 重層的に形成される。
- (2) プロセスの基本は 13.1 と同様なので、細部の計算の表現を省略するが、一般に、既存の情報の起点(E1,E2,E3,E4,E5・・,En-1,)の準位が(1-CL) n-2で、Enの準位が(1-CL) n-2 (FL+CL) n-2=FL(1-CL) n-2であるとき、既存の情報の起点(E1,E2,E3,E4,E5・・,En-1,)の視点に立って、新たなEnと準位1/FLで、コヒーレントで悉皆的に融合する。既存の情報の起点の準位は(1-CL) n-2 に、Enの準位は FL(1-CL) n-2に、Enの準位は FL(1-CL) n-2に変わる。
- 1 4 『人間の全方位の持続可能な思考と行動のモデル』 (Model of Omni-directional Thought and Behavior of Humans

(Model of Omni-directional Thought and Behavior of Humans for Sustainability) を考える

- 14. 1 起(begin) = 生成: アクションを重ねて, 循環的なストーリー線を紡ぎ出し, 高深度・広域・高次の知識と行動を形成して実行し蓄積しながら, 前なる [結=収束]を想起し, 次なる [承=継続]を想像し予期して, テーマを発意し方向づける
- (1) [重負担からの脱却と生存の効率化を図る]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 生存のための資源・エネルギー・情報の利用効率の向上を図る
- ②「拡張し構成するフレーム」(Xand Y): 資源・エネルギー・情報の活用効果を高めて生存を脅かしている重苦や 重負担からの脱却を図る
- (2) [**多能なイニシアティブと英明なコーディネーションを確保する**]

- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 注意の制約を前提に個人やリーダーの能力の限界を補完して課題を掘り下げる
- ②「拡張し構成するフレーム」(Xand Y): 多能化をめざして個人やリーダーが自己の能力の限界を打破して課題を拡張する
- (3) [理解と働きかけのコンセプトを構築し, 実行・検証して更新する]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 現に生存する時間・空間領域での生存と進化のコンセプトを構築し, 実行・検証して更新する
- ②「拡張し構成するフレーム」(X and Y): より大きな時間・空間領域での生存と進化のコンセプトを構築し, 実行・検証して更新する
- 14. 2 承(succeed) =継続: 経験と学習を重ねて,循環的なストーリー線を紡ぎ出し,高深度・広域・高次の知識と行動を形成して実行し蓄積しながら,前なる[起=生成]を想起し,次なる [転=変化]を想像し予期して,テーマを深化し拡張する
- (1) [事業分野の拡大と深化を図る]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 事業分野の深さを追求する
- ②「拡張し構成するフレーム」(X and Y):事業分野の拡 がりを追求する
- (2) [機能分野の拡大と深化を図る]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY):機能分野の深さを追求する
- ②「拡張し構成するフレーム」(X and Y):機能分野の拡 がりを追求する
- (3) [知見分野の拡大と深化を図る]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 知見分野の深さを追求する
- ②「拡張し構成するフレーム」(Xand Y): 知見分野の拡 がりを追求する
- 14. 3 転(change) =変化: 部分と全体の整合化へ擦り合わせを重ね、循環的なストーリー線を紡ぎ出し、高深度・広域・高次の知識と行動を形成して実行し蓄積しながら、前なる[承=継続]を想起し、次なる [結=収束]を想像し予期して、テーマに有意な、より高深度・より広域・より高次のより普遍的な(universal)知識と行動を構成する
- (1) [人為を自然のルールに適合させる]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 人為の自然のルールへの不適合度を下げる
- ②「拡張し構成するフレーム」(XandY): 人為の自然のルールへの適合度を上げる
- (2) [トータルなコントロールを働きかけ受け入れる]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY):他の機能・事業・ 知見からトータルなコントロールを自らに受け入れる
- ②「拡張し構成するフレーム」(XandY):自らの機能・

- 事業・知見からトータルなコントロールを他に働きかける
- (3) [時間・空間領域の部分と全体の間に矛盾のない最適化を実現する]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY):短期・小域と中期・中域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する
- ②「拡張し構成するフレーム」(X and Y): 中期・中域と 長期・大域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する
- 14. 4 結(conclude) = 収束: 能力開発と人材育成を重ねて、循環的なストーリー線を紡ぎ出し、高深度・広域・高次の知識と行動を形成して実行し蓄積しながら、前なる[転=変化]を想起し、次なる[起=生成]を想像し予期して、テーマに有意な、より高深度・より広域・より高次のより普遍的な(universal)知識と行動を実行に移すと共にテーマに有意なより高深度・より広域・より高次のより普遍的な(universal)知識と行動の見直しと改善を図る
- (1) [組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 組織の運営責任者としての能力を開発し人材を育成する
- ②「拡張し構成するフレーム」(XandY): 独創のできる 専門家としての能力を開発し人材を育成する
- (2)[研究開発をする能力ならびに導入活用をする能力を 開発し人材を育成する]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY): 導入活用をする 能力を開発し人材を育成する
- ②「拡張し構成するフレーム」(X and Y): 研究開発をする 能力を開発し人材を育成する
- (3) [職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る]
- ①「深化し分析するフレーム」(XorY):同職種での一貫 経験を重視して能力を開発し人材を育成する
- ②「拡張し構成するフレーム」(XandY): 異職種への職務転換を重視して能力を開発し人材を育成する

【参考文献】

- 1. カウシック・バスー =栗林寛幸訳(2016)『見え ざる手をこえて』NTT 出版.
- 2. ルネ・デカルト=谷川多佳子訳 (1997) 『方法序説』 岩波書店.
- 3. 青柳正規(2018)『人類文明の黎明と暮れ方』講談社.

【福永征夫:jrfdf117@ybb.ne.jp

アブダクション研究会: http://abductionri.jimdo.com

皮肉的表現における面白さと韻律の関係の検討 A study of relationship between humor and prosody in sarcastic expressions

中村 太戯留 Tagiru Nakamura

武蔵野大学 / 慶應義塾大学 Musashino University / Keio University tagiru_n@musashino-u.ac.jp / tagiru@sfc.keio.ac.jp

概要

ユーモアには何らかの不調和が関与することが知られている.しかし,ユーモアを生じない不調和もあり,ユーモアを生じる条件は不明である.本研究では,韻律を有する皮肉的表現を用いて,文脈情報,発話内容,そして発話韻律の組み合わせで,不調和とユーモアの関係を実証的に検討した.結果,ネガティブな文脈とポジティブな内容と韻律の組み合わせの面白さが一番高く,ユーモアは文脈との不調和数と関係する可能性が示唆された.

キーワード:面白さ、皮肉、韻律、不調和解消、意味づけ論

1. 目的

ユーモアには何らかの不調和が関与することが知られている(Suls, 1972). 意味づけ論(深谷&田中, 1996; 田中&深谷, 1988)によれば、相手が何らかの発話をした場合、何が語られたか(発話の意味)に関する理解の相に加えて、どう語られたか(発話者の意味)に関する理解の相が重要な役割を果たすと考えられている. 発話の意味は対象把握や内容把握により構成されるのに対して、発話者の意味は意図把握、態度把握、そして表情把握により構成される.

ユーモアを生じうる会話形式の表現として、例えば、小咄を挙げることができる.「芋屋の娘さん年取ったねぇ」「うん、ふけたふけた」では、1つめの発話が文脈、2つめの発話がオチとなっている.「ふけた」は「芋が蒸けた」と「娘が老けた」を掛けており、対象把握の相では、語られている対象が芋なのか娘なのかの特定が試みられ、一方、内容把握の相では、全体としての意味構成が試みられる.次に、意図把握(発話意図の把握)の相では、例えば、オチの発話では聞き手を「笑わせる」や「面白いと思わせる」などの意図が含まれると考えられるが、このように発話によって発話者は何をしたいのかの特定が試みられる.態度把握(発話態度の把握)の相では、発話自体の「枠組み」の特定が試みられる.通常は、感じたまま、思ったままを、ありの

ままに誠実に表現していることが前提となっている. しかし,何らかの不調和を見いだした際には,例えば, 「皮肉を言おうとしている」「冗談を言おうとしている」 などと発話を捉える枠組みを調節して,不調和解消が 試みられる.そして,表情把握の相では,発話者の動 作や声の韻律などを手掛かりにしながら雰囲気や様子 や印象を感得し理解が図られる.

例えば、「老けた」というネガティブな発話内容をポジティブな発話韻律で話したとすると、韻律に関する不調和が生じていると捉えることができる。また、例えば、相手に料理番組の録画を頼まれて録画したのに誤って別の番組が録画されていたというネガティブな文脈において、相手が「この料理番組はためになるね」とポジティブな発話内容をポジティブな発話韻律で語った場合、文脈と発話内容の不調和に加えて、文脈と発話韻律の不調和が生じ、不調和が加算的に作用していると考えられる(Utsumi, 2000)。この場合、態度把握の相を調節して「皮肉を言おうとしている」と捉えると不調和は解消しうる。このように、これら5つの相のどこにおいても不調和は生じうると考えられる。

不調和解消理論(Suls, 1972)は、いつもと違う何か (Forabosco, 1992) や曖昧で不調和な何か (Attardo, Hempelmann, & Maio, 2002)という不調和を、そのギャップを埋める新たな関係性を見いだしたり (Hillson & Martin, 1994)、思い込みの間違いを見いだしたり (Hurley, Dennett, & Adams, 2011)して解消する、という段階的な処理がユーモア理解に関与すると提案している。すなわち,皮肉的表現においては,「誠実に語っている」という発話態度の間違いを見いだし,「皮肉を言おうとしている」に調節するという処理がユーモア生起と関係する可能性が考えられる.

本研究では、表情把握に属する韻律に関する不調和 と、内容把握に属する文脈に関する不調和のユーモア 生起における関係について、皮肉的表現を題材として 実証的に検討することを試みる.

2. 方法

実験参加者 23 名 (女性 12 名, 男性 11 名) の大学 生が実験に参加した.

刺激 皮肉的表現は、まず文脈として私(実験参加者) の行動や発言がもたらすポジティブな出来事またはネ ガティブな出来事を棒読み韻律の音声で提示し、次に その出来事に対する相手(友人、同僚、仲間など)のポジ ティブな内容のコメントをポジティブまたはネガティ ブな韻律の音声で提示する、という構成とした. 条件 としては、ポジティブ文脈とポジティブ内容とポジテ ィブ韻律を組み合わせた PPP 条件、ポジティブ文脈と ポジティブ内容とネガティブ韻律を組み合わせた PPN 条件、ネガティブ文脈とポジティブ内容とポジティブ 韻律を組み合わせた NPP 条件、そしてネガティブ文脈 とポジティブ内容とネガティブ韻律を組み合わせた NPN 条件, という 4 条件を設けた. すなわち, 同一内 容でポジティブ韻律またはネガティブ韻律の「相手の ポジティブ内容のコメント」が、「ポジティブな出来事」 の際は字義通りのコメントとして、「ネガティブな出来 事」の際は皮肉なコメントとして、解釈が可能となる. 合計で48表現(12のストーリに対して、2文脈[ポジテ ィブ, ネガティブ]×1 発話内容[ポジティブ]×2 発話韻 律[ポジティブ, ネガティブ])を用いた. なお, 音声は 声優にあらかじめ発話してもらったものを用いた.

手続き 各刺激をランダムな順序で提示し、「面白いですか?」という質問に対する回答を「面白い」「面白くない」を両端とする5件法で回答してもらった.

3. 結果

面白いかどうかの選択肢の「面白い」を 5,「面白くない」を 1 とした場合,PPP 条件の平均値は 2.82 (標準誤差: 0.209),PPN 条件の平均値は 2.66 (標準誤差: 0.217),NPP 条件の平均値は 3.66 (標準誤差: 0.161),そして NPN 条件の平均値は 3.09 (標準誤差: 0.216)であった.これらの 4 条件の一元配置分散分析を実施したところ,F(3, 88) = 4.73,p < 0.01, $\eta^2 = 0.14$ (効果量は大)であった.下位検定として Bonferroni の多重比較を実施したところ,PPP 条件よりも NPP 条件が(p < 0.05),また PPN 条件よりも NPN 条件が(p < 0.01),それぞれ有意に面白さが高くなっていた.すなわち,面白さは,NPP 条件が一番高く,PPP 条件と PPN 条件が一番低く,NPN 条件がそれらの中間に位置していた.

4. 考察

不調和の数に注目してみると、NPP条件では、ネガティブ文脈とポジティブ内容、ネガティブ文脈とポジティブ発話韻律、という2つの不調和を有しており、NPN条件では、ネガティブ文脈とポジティブ発話内容、ポジティブ内容とネガティブ発話韻律、という2つの不調和を有しており、PPN条件ではポジティブ文脈とネガティブ発話韻律、ポジティブ発話内容とネガティブ発話韻律、よいう2つの不調和を有していると考えられる。一方、PPP条件は不調和を有していないと考えられる。すなわち、単純に不調和の数で考えた場合、NPP条件、NPN条件、そしてPPN条件は2つの不調和を有していることから、不調和が加算的に作用するのであれば、ユーモアの効果は同等と予想される。しかし、本研究の結果はこれを支持しなかった。

そこで、仮に、発話内容と発話韻律の不調和を除外してみると、不調和数は、NPP条件は2つ、NPN条件は1つ、そしてPPP条件はなしとなり、本研究の結果と符合する。仮に、文脈と発話内容の不調和を除外してみると、NPP条件は1つ、NPN条件は1つ、PPN条件は2つ、そしてPPP条件はなしとなり、本研究の結果とは符合しない。仮に、文脈と発話韻律の不調和を除外してみると、NPP条件は1つ、NPN条件は2つ、PPN条件は1つ、そしてPPP条件はなしとなり、本研究の結果とは符合しない。すなわち、これらから、面白さは文脈との不調和の数と関係している可能性が示唆された。

猫文

- [1] 深谷昌弘, & 田中茂範. (1996). コトバの意味づけ論: 日常言語の生の営み. 紀伊國屋書店. (Fukaya, M., & Tanaka, S. (1996). A sense-making theory for real language activities. Tokyo: Kinokuniya.)
- [2] Hurley, M. M., Dennett, D. C., & Adams, R. B. (2011). *Inside jokes: Using humor to reverse engineer the mind*. Cambridge MA: The MIT Press. (ヒトはなぜ笑うのか、片岡宏仁訳, 勁草書房, 2015)
- [3] Suls, J. M. (1972). "A two stage model for the appreciation of jokes and cartoons: An information processing analysis". In Goldstein, J. H., & McGhee, P. E. (Eds.), *The psychology of humor: Theoretical perspectives and empirical issues* (pp. 81– 100), New York: Academic Press.
- [4] 田中茂範, & 深谷昌弘. (1998). 意味づけ論の展開: 情況編成・コトバ・会話. 紀伊國屋書店. (Tanaka, S., & Fukaya, M. (1998). A continuation of sense-making theory: Sense-making, literal expression, and communication. Tokyo: Kinokuniya.)
- [5] Utsumi, A. (2000). "Verbal irony as implicit display of ironic environment: Distinguishing ironic utterances from nonirony". *Journal of Pragmatics*, 32(12), 1777–1806.

記号の意味推定に応じた行動修正のメカニズムが 集団での共通語彙の形成に果たす役割の解明

The role of behavioral modification mechanisms in formation of common vocabulary in population according to the interpretation of symbols

金野 武司 †, 村上 萌美‡

Takeshi Konno, Moemi Murakami

†金沢工業大学 工学部 電気電子工学科, † NEC ソリューションイノベータ

[†] Kanazawa Institute of Technology, College of Engineering, Electrical and Electronic Engineering, [‡] NEC Solution Innovators, Ltd.

 $konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp,\ b1515576@planet.kanazawa-it.ac.jp$

概要

人間の言語には非常に多くの語彙があり、かつその 語彙の意味は集団で共有されている。中央集権的な 仕組みがないにも関わらず、人間は局所的なコミュニ ケーションを繰り返して、共通の語彙を持った言語を 創り出す能力を持っている。本研究では、記号のやり 取りを通じて協調的な調整課題に取り組むゲーム枠 組みを用いてその計算モデルを構築し、計算機シミュ レーションによって集団で共通の記号システム(人工 言語)が形成されるメカニズムを調べた。結果、記号 の意味推定に応じた行動修正の仕組みか、あるいは他 者の記号の使い方と行動の仕方を模倣する仕組みがあ れば、集団で同一化した記号システムが形成されるこ とを確認した。

キーワード:実験記号論,メッセージ付きコーディネーションゲーム,語用論,役割反転模倣,計算モデル

1. はじめに

人間の言語コミュニケーションには非常に多くの語彙が存在する。この語彙の多様性が、人間の創造的な文化を支えているのは言うまでもない。しかしこれらの語彙が、特に中央集権的な仕組みを持たない状態で、いかにして生成・共有されるようになったのかについては、未だ未解明な部分が多い。Baronchelliら「1」は、Naming Game というゲーム的枠組みを使った計算機シミュレーションによって、そのメカニズムの解明に迫っている。このゲームでは、1つのオブジェクトに対して多人数が名前(ことば)をつける状況を考える。結果として、集団全体がそのオブジェクトを同じ名前で呼ぶようになるには、二者間で話し手と聞

き手が固定され、話し手が作り出した呼び名を聞き手は一方的に受け入れる仕組みが必要とされる¹.

この Naming Game は語彙形成の重要な側面を捉えてはいるが、これに加えて我々は、ことばと行動の結びつきに着目する。なぜなら、ことばの持つ主要な機能は、ことばによって相手の行動に影響を与えることにあるからである [2]。本研究の目的は、ことばと行動が結びつくゲーム的状況において、集団での共通語彙の形成に必要とされるメカニズムを明らかにすることである。

2. 方法

ことばと行動を結びつけるゲーム的状況として, 我々はメッセージ付きコーディネーションゲーム(図 1) を用いた. これは二人のプレイヤが 2×2 の 4 つの 部屋に配置された自身の駒を、相手と同じ部屋に移動 させるゲームである. 1回のラウンドで, 駒はお互い の配置がわからない状態でランダムに配置され、プレ イヤは上下左右にのみ1度だけ駒を移動させる.移動 の結果はラウンドごとに開示され、次のラウンドでは 互いの駒がランダムに再配置される. この条件だけで はラウンドを繰り返しても駒が一致する確率は 1/2 に しかならないが、プレイヤは駒を移動させる前に、4 つの簡単な図形(記号)を相手と任意のタイミングで 交換することができる. このため, プレイヤは先手・ 後手を調整し, 先手が自身の現在位置を記号で伝え, 後手がそれに応じて二人が落ち合うことのできる部屋 (行き先)を伝えれば、安定して駒を同じ部屋に移動 させることができるようになる. あらかじめ意味が定

 $^{^1}$ 文献においては計算モデルの仕組みが提示されているのみであるが、我々の追試において、この仕組みがなければ集団の命名が 1 つに収束しないことが確認されている.

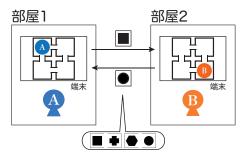


図1 メッセージ付きコーディネーションゲーム

められていない記号が、開示される結果の確認を通じ て駒の移動(行動)と対応づけられていく.

2.1 計算モデル

我々はこのメッセージ付きコーディネーションゲームを使った人どうしの認知実験の結果を基に、二者間で共通語彙を形成することのできる計算モデルを構築した[3].この計算モデルは、記号と部屋の位置の対応関係(語彙表)と共に、自身の駒の移動前の部屋の位置と相手から受け取った記号の組み合わせに対する自身の駒の移動先の対応関係(行動表)の2つを学習する。また、語彙表を使って相手から受け取った記号に対応する部屋の位置を推定し、それに従って行動表の修正を実際の行動(駒の移動)前に行なう仕組み(これを行動前修正の仕組みと呼ぶ)を持つ。これによって、冒頭で指摘した、他者のことば(記号)が自身の行動選択に影響する仕組みが実現される。

この仕組みが機能する具体的事例を挙げる. 例えば図1に示すような対角の駒の配置で先手(A)から■が送られたとする. 後手(B)がこの記号を正しく「左上にいる」という意味に解釈した時,元々の行動選択としてはその場に留まることが可能性としてあったとしても,その行動をとれば相手と同じ部屋に移動する確率は0であることがわかる. この推定に基づいて,行動選択の際に行動表を書き換えるのが行動前修正である. 人間は当たり前にこの修正を行なっているが,これ(記号の意味を信頼して行動選択の確率を修正すること)こそが,ことばに実行力を備えさせる実体であろう².

語彙表は4つの記号と4つの部屋の間の対応関係(4×4の表)を、そして行動表は移動前の部屋(4つ)

と空を含めた 5 つの記号,そして移動後の部屋(4 つ)の対応関係($4\times5\times4$ の表)を持つ.それぞれの要素は 0 もしくは 1 の二値とし,その初期値は全て 1 とした.これによって,初期状態では記号や行動は等確率で選択された.行動の結果として互いの移動した部屋が一致すると,語彙表および行動表の対応する箇所のみを 1 とし,それ以外の場所を 0 にした.これにより,一度成功した事例は同じ状況で必ず再現されるようになっていた 3 .

また、計算モデルには役割反転模倣 [5] に相当する、 他者の記号と行動の対応関係を模倣する仕組みがあ る. これは、先手であれば後手の、後手であれば先手 の記号の使い方と移動の仕方を, 自身の語彙表と行 動表にそれぞれ書き込む、語彙表は移動する部屋の一 致/不一致に関係なく模倣し、行動表は成功時にのみ 模倣する. 語彙表を失敗時にも模倣するのは、記号の 使い方はたとえ部屋の移動が失敗であっても, その意 味づけを継続することがほとんどだからである. 実際 に,この失敗時の記号の模倣が,ゲーム初期段階での 素早い語彙表の形成に貢献し、それが人どうしの実験 で観察されるゲームの成功速度をよく再現すること が確認されている[4]. この役割反転模倣の仕組みに よって, 二者の語彙表は同じものになると共に, 自身 の語彙表を使った相手の記号の意味推定ができるよう になる. つまり, 前述の行動前修正の仕組みは, この 役割反転模倣の仕組みがなければうまく機能しないこ とになる.

メッセージ送信の先手・後手は、それぞれのプレイヤが移動前の部屋(4つ)に対応して1から10までの整数を確率的に選択するための表を持ち、数字の小さい方が先手となるようにした(数字が同じだった場合には、便宜上決められたプレイヤ1を先手とした)、表の数値は語彙表や行動表と同様に0もしくは1で構成し、初期値は全て1とした。部屋の移動に成功した時、その数字が選択される確率を1とした(他の数字が選択される確率を0にした)。

3. 計算機シミュレーションと実験結果

我々はこの計算モデルを使って多人数環境を構築し、マルチエージェントシミュレーションを実施した。集団 (N=10) から二体をランダムに選択し、ゲームを 60 ラウンドを上限にして行なわせ、ゲーム終了後に二体を集団に戻した。これを 300 回繰り返して、

²この仕組みは記号に限ったことではない.ジェスチャや表情がシグナルとして機能し,それが行動の選択確率に影響を与えるのは普通に起こることだからである.本論で記号を介したコミュニケーションを扱うのは、複数の記号と行動の対応関係がシステムとして成立する中で,それが集団で同一化するためのメカニズムを明らかにするためである.

³一般的な強化学習では、行動選択のための価値テーブルは行動 頻度の蓄積によって構成され、行動の選択確率の修正は漸近的に行 なわれる.しかし、この方法では移動する部屋の一致率の上昇が、 人どうしの実験結果に比べて非常に遅くなることが判明している [3].

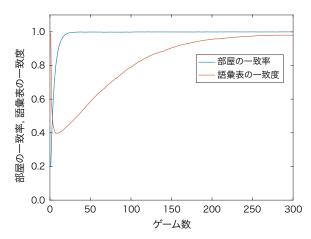


図 2 移動した部屋の一致率と集団全体での語彙表の 一致度の推移

結果的に各エージェントの語彙表が一致するようになるかどうかを調べた.

図 2 には、300 回のゲームを 1 試行としてこれを 1000 試行繰り返した時の、ゲーム毎の終わり 12 ラウンド 4 の移動した部屋の一致率と集団全体での語彙表の一致度の平均値の推移を示した。ここで、語彙表の一致度合い (Q_d) は、10 体 (N) のエージェントそれぞれが持つ語彙表 (Q_m) の内積をとり、それを平均化することによって求めた ((1) 式).

$$Q_d = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i,j=1,i < j}^{N} \frac{Q_{mi}}{|Q_{mi}|} \cdot \frac{Q_{mj}}{|Q_{mj}|}$$
(1)

図2を見ると、多人数環境においても移動する部屋を一致させることができるようになり、集団での語彙表も同じものになっていくことがわかる。我々が構築した語彙表および行動表の学習は役割反転模倣によって双方向で行なわれるようになっており、ここではNaming Game で確認されたような一方向的な記号学習は行なわれていない(この計算モデルをモデル0とする)。では、一方向的な学習は不要なのだろうか。

集団での語彙表の同一化過程を調べるため、その影響要素と考えられる行動表を修正する2つの仕組み(行動前修正と役割反転模倣)を取り除き、語彙表のみを互いに模倣し合う計算モデルを作成した(これをモデル1とする).すると、集団での語彙表の一致度は図2とほぼ同様の特性でありつつ、移動する部屋の一致率は0.9程度までしか上昇しない結果となった.これは行動表を修正する仕組みを取り除いたためと考えらえる.

表 1 移動した部屋の一致率および集団での語彙表の 一致度が 95%に達するまでのゲーム数のモデルごとの 違い

モデル	語彙表の 反転模倣	行動前 修正	成功時の 行動表 反転模倣	失敗時の 行動表 リセット	移動する 部屋の 一致率	集団での 語彙表の 一致度
0 (図2)	双方向	0	0	×	14	191
1	一方向	×	×	×	達しない	176
2	一方向	×	×	×	達しない	75
3	一方向	0	×	×	14	127
4	一方向	×	0	×	15	106
5	一方向	×	×	\circ	40	75
6 (図3)	一方向	0	\circ	\circ	14	120

これを基準にして, 語彙表の模倣を一方向的に行な う仕組みに変更してみる(これをモデル2とする). こ こで, 一方向的な語彙表の学習は, 相手の直前のゲー ムの成績(前のゲームでの終了間際12ラウンドの移 動する部屋の一致率)を参照して,成績が悪かった方 が良かった方の記号の使い方を模倣するようにした. これは、過去のやりとりを観察して、うまくいってい る側の記号の使い方をうまくいっていない側が学ぶこ とを想定した仕組みである. すると, 集団での語彙表 の一致度の上昇が早まることが確認された. これを定 量化するために、移動する部屋の一致率と集団での語 彙表の一致度がそれぞれ95%に達するまでのゲーム数 を調べた(表1のモデル1と2)、この結果から、一方 向の情報の定着は、双方向である場合に比べて95%の 一致までにかかるゲーム数を 100 ゲームほど短くす ることがわかる、そこまでにかかる 75 ゲームをエー ジェント数 (N=10) で割れば、個々のエージェント が平均して7回程度のゲームを他者と繰り返すと、集 団全体での記号システムが同一化したことがわかる.

続いて、行動表を修正する仕組みの効果について調べた. 記号の使い方のみを模倣するモデル2に対して、我々は行動表を修正する仕組みが少なくとも3つあることに気づいた. 1 つは行動前修正であり、2 つ目は役割反転模倣における行動の模倣である. そして3 つ目は、部屋の移動に失敗したケースで相手の記号の使い方を模倣する際に、その記号と対応づけられた行動表での行動との対応関係をリセットする仕組み(行動表でその記号に対応づけることのできる行動の数値を全て1にする仕組み)である. この仕組みは、部屋の移動に失敗した際に、記号の使い方を学び直す側がその記号と行動の対応関係を改めて試行錯誤できるようにする. それぞれの仕組みをモデル2に導入して、移動する部屋の一致率と集団での語彙表の一致度が95%に達するまでにかかるゲーム数を調べた(表1

 $^{^4}$ 駒の配置が $4\times3=12$ パターンであることから,これをゲームの成功度を評価する際のラウンド数とした.

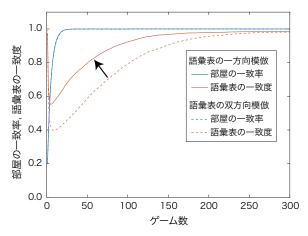


図3 一方向的な記号模倣にした場合の,移動した部屋の一致率と集団全体での語彙表の一致度の推移.図2のグラフを点線で再掲した.

のモデル3から5). すると, 行動前修正と役割反転模倣は語彙表の一致度に関してはほとんど同じになることがわかった(表1のモデル3と4). 失敗時に行動表をリセットするモデル(モデル5)は, 語彙表の一致度の上昇を早くする効果があるが, 逆に移動する部屋の一致率の上昇が遅くなることがわかった. 最後に, 語彙表の模倣は一方向にしながら, 行動表を修正する3つの仕組み全てを導入した場合(これをモデル6とする)のグラフを図3に示す.

4. 議論

結果的に、Naming Game において必要とされた話し手から聞き手へ一方向的に情報を定着させる仕組みは、記号と行動の対応関係を学習する本論のモデルでは、集団での語彙表の一致に必須ではないことがわかった。その効果は、同一の語彙表の形成速度を速めることにあった。人間の記号的なコミュニケーションでは、例えば年齢による上下関係のような外部要因を使って、ことばの意味づけや解釈に一方向性を持たせることがあるように思われるが、本論のシミュレーション結果は、そういった一方向性は、集団で同一の記号システムを形成するという観点からは必ずしも必要とされるものではないことが示唆される。ただし残念ながら、その仕組みについてはまだよくわかっていない。

また、この語彙表の同一化過程を調べる中でわかったのは、記号と行動の対応関係を学習する状況において、記号の意味を変更する場合(語彙表を修正する場合)には、それに付随する行動(行動表)も適切に修正する必要があるということである。この修正方法と

して、修正の対象となっている記号に関連した行動との対応関係をリセットし、再び試行錯誤できるようにする仕組み(モデル 5)は非常にわかりやすい.これに対して我々が当初想定していなかったのは、行動前修正や役割反転模倣の仕組み(モデル 3,4)が、それと同様の効果を持っていたことである。それぞれは、記号と行動の対応関係のリセットを行ないつつ、その行動の成功速度(移動する部屋の一致率の上昇速度)を高める効果を持っているようである.

5. 結論

本論では, 他者との協調的な行動調整が必要なゲー ム枠組みにおいて,複数の記号と行動との対応関係を 形成する実験枠組みを用い、集団でその記号と行動の 対応関係を定める記号システムが同一化するためのメ カニズムを計算機シミュレーションによって調べた. 1つの対象に共通の名前を付けるような先行研究の枠 組みでは、記号の学習には一方向的に情報が定着する 仕組みが必要とされたが, 本論のゲーム枠組みのよう に行動調整を含む場合には, 双方向の模倣であっても 集団全体での記号システムは同一化することが確認さ れた. ただし, この原因がどのような仕組みによるの かについてはまだ明らかになっていない. また, 一方 向的に情報を定着させる仕組みは、集団での同一語彙 の形成を早める効果があった. この仕組みは例えば, 対人関係における主従や上下などの外的要因を頼りに して実現されていることに相当するかもしれない.

記号の意味を変更する際には、それに付随して行動の対応関係を修正する必要があるが、相手の記号の意味推論に基づいて自身の行動の選択確率を変更する仕組みや、相手の記号の使い方と行動の仕方を模倣する仕組みは、その修正を適切に実施してくれるようである.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究 (A)「意図共有と意味創造を伴うコミュニケーション創発の進化的構成論による研究」/課題番号 26240037、JSPS 科研費基盤研究 (C)「人工言語の共創課題を用いたことばへの気づきの獲得と言語学習効果の検証」/課題番号16K00205、及び MEXT/JSPS 科研費 「共創言語進化」 #4903、JP17H06383 の助成を受けた. ここに記し謝意を表します.

文献

[1] Baronchelli, A., M. Felici, V. Loreto, E. Caglioti, and L. Steels (2006): Sharp transition towards shared vo-

- cabularies in multi-agent systems, Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, P06014.
- [2] Seyfarth, R.M., and D. L. Cheney (2003): Meaning and emotion in animal vocalizations, Annals of the New York Academy of Sciences, 1000:32–55.
- [3] 金野 武司, 橋本 敬, 李冠宏, 奥田次郎 (2015): 記号コミュニケーションにおける言外の意味の推論に基づく 先行的行動価値修正メカニズムの役割, 日本認知科学会 第 32 回大会予稿集, 477–486.
- [4] 河上 章太郎, 金野 武司 (2017): 失敗事例を含む語彙表 形成の仕組みが二者間での記号システムの成立に与え る効果, HAI シンポジウム 2017 予稿集, P-39.
- [5] Tomasello, M. (2003): Constructing a Language, A Usage-Based Theory of Language Acquisition, Harvard University Press.

「楽しさ」と「飽き」に着目したインタラクション継続のモデル化 Modeling in Sustainable Interactions Focusing on "Fun" and "boring"

長島 一真[†],森田 純哉[†],竹内 勇剛[†] Kazuma Nagashima, Junya Morita, Yugo Takeuchi

†静岡大学

Shizuoka University

 $cs16065@s.inf.shizuoka.ac.jp,\ j-morita@inf.shizuoka.ac.jp,\ takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp$

概要

近年, 人間とインタラクションをするエージェント が身近になってきている. これらのエージェントに対 し, 多くのユーザは当初はインタラクションに楽しみ を見出す. ただし, エージェントの動作を理解するに 従い, 人間はそのエージェントとのインタラクション に飽きを感じ、いずれ利用をやめてしまう. 本研究で は、認知アーキテクチャの1つである ACT-R を用い、 インタラクションを継続するエージェントの構築を目 指す. 第一段階として, 認知モデルを用いてエージェ ント間のインタラクションを継続する条件を明らか にすることを試みる. Raphael の "Theory of Fun for Game Design"に基づいて、「楽しみ」と「飽き」のモ デリングを行った. エージェントに対して同じ課題を 繰り返させ、「面白さ」に基づいたパラメータを変更す ることで課題の継続数の遷移を確認した. 将来的に, このモデルを拡張することにより、「楽しさ」と「飽 き」に基づき、エージェント間でインタラクションを 継続するシステムの開発を目指す.

キーワード:認知モデリング,インタラクションの継続

1. はじめに

現代の社会において、人とインタラクションするエージェントは偏在している。例えば、複数のゲームユーザに囲まれるオンラインマルチプレイゲームにおける NPC は、ユーザの支援やゲームを通してユーザとコミュニケーションを行う。しかし、これらのエージェントとのインタラクションにおいて、通常、ユーザは人間同士のインタラクションで感じる楽しさを抱くことが少なく、飽きにより利用を停止する問題が生じている。

このような問題は、インタラクションの持続性の問題として以前より研究されている[5].この研究で指摘されることは、相手の行動の予測可能性がインタラクションの持続に影響することである。ユーザがエー

ジェントの行動を予測可能になったとき,エージェントとのインタラクションをやめてしまう.またこの研究において,持続的なインタラクションを行うエージェントの条件として,ユーザに対する振る舞いを適応的に変化させていくことなどが挙げられている.

本研究では、このようなインタラクションの持続の 背景にあるメカニズムを認知モデルの観点から検討 する. ここで言う認知モデルとは、コンピュータ上に 実装された人間の内部処理に関わる仮説である. 通 常の人工知能研究に対して, 認知モデルの研究は, 人 間のエラーやバイアスを説明し, 予測することに重 点を置く. また、認知モデルはしばしば認知アーキテ クチャを利用して構築される. 認知アーキテクチャと は,個別の課題において,認知モデルを実装するフ レームワークである. 認知アーキテクチャを利用した モデルの実装により,一般的な認知機能との関連の中 で個別の課題に関するモデルを構築できる. これま でに複数の認知アーキテクチャが開発されてきた. 本 研究ではその中でも大きなコミュニティを持つ ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational [2]) に着目 する.

本研究の目的は、ACT-Rから提供されるプリミティブな認知プロセスの集積によって、インタラクションの持続がどのように成し遂げられるのかを明らかにすることである。その方法として、実際に人間とエージェントが仮想環境においてインタラクションする課題を想定し、実験において得られた人間の行動特性を再現するモデルを構築する。本研究では、その第一段階として人間を対象とした実験の結果を示し、その結果を再現するインタラクション継続のモデル化を議論する。また、その議論の proof of concept として構築したプロトタイプ的なモデルによる予備的なシミュレーション結果を報告する。

以下のセクションでは、2節において本研究と関連 する研究を示し、本研究の狙いを明確化する.3節で はタスクとデータ、4節にて想定するインタラクションのモデル、5節にてプロトタイプモデルを示す.本 論文の最後に、現状の到達点をまとめ、今後の方向を示す.

2. 関連研究

2.1 内発的動機づけによるインタラクションの継続

インタラクションの継続に関するモデル化は本研究において初めて検討されるものではない。強化学習の枠組みを利用する複数の研究がインタラクション継続の要因を検討している [15, 14]. これらの研究は,環境の予測可能性の観点から報酬を決定する Intrinsically motivated reinforcement learning (IMRL) [7] の枠組みの中でインタラクションの継続を説明してきた.

通常、強化学習におけるエージェントは、外部環境と継続的にインタラクションを行う。エージェントは、環境から報酬を受け取り、時間経過の中で、それを最大化するように努める。一方、IMRLでは、Suttonが述べたエージェントと環境間の境界と、身体と環境間の物理的な境界は同様ではない [17] という主張を援用し、環境を外部環境と内部環境に分け報酬を別々に定義する。外部環境から直接報酬を受ける従来の強化学習に対し、IMRLは、内部環境の状態によって報酬が変動するものであり、予期せぬ反応に対する好奇心などをモデル化するものである。このようなメカニズムを導入することで、従来の強化学習よりも、エージェントの高レベルのスキル獲得課題においてパフォーマンスが向上するとされる。

インタラクション継続の文脈に、上記の IMRL を 導入すれば、他者に対する驚きを伴う予測可能性が インタラクション継続に影響することが示唆される。 野澤と近藤は IMRL を含むエージェント間のインタ ラクションが継続的なものになることを、シミュレー ションによって示している。また、Quresi らは、人 と継続的なインタラクションを行うロボットに対し、 End-to-End [12] の IMRL によって、ロボットに社会 的スキルを身につけさせる試みを報告している [15]。 しかし、これらの研究において、モデルの状態はマル コフ過程に沿って確率的に遷移するため、学習途中の 状態を制御するのは難しい。また、End-to-End の学 習において、学習の過程はブラックボックス化される ので明らかではない。

2.2 ゲーム課題における認知モデルの利用

上記の強化学習に関わる研究は、人間とモデルの具 体的な行動の対応を検討するものではない. 人間の行 動との詳細な対応を説明するモデルは、ACT-Rを用 いて構築できる. ACT-R はプロダクションシステム [13] をベースとした認知アーキテクチャであり、脳部 位と対応するモジュールを持つ. モジュールには, 外 界との入出力を制御するモジュール群,経験や知識を 保持する宣言的モジュール, タスクにおける状態を管 理するゴールモジュールなどが含まれる. ACT-R に おけるプロダクションルールは各モジュールの状態を 条件として選択され, モジュールに対するコマンド (例: 画面の特定の位置に注意を向ける, 条件に合う知 識を検索する、タスクの状態の認識を更新する)をア クションとして発行する. 1 つのプロダクションの発 火に要する時間や各モジュールがそれぞれのコマンド を遂行する時間は,過去の心理実験の結果によって見 積もられている. そのため, ACT-R は特定のタスク の遂行に要する時間を予測することができ, 人間の行 動との詳細な対応を可能にする.

インタラクティブ環境における ACT-R によるモデリングとして、ゲーム課題を解く認知モデルの研究が行われている。その中に迷路課題を扱う研究が存在する。Fuらは、ACT-Rのモデルに上下左右の知識を与え、強化学習の手法を用いて迷路課題を繰り返し解かせる研究を行っている [19]。ACT-R は Q-Learning [20] に似たユーティリティモジュールという機能が存在し、このモデルでは正しい行動をした時に正の報酬を、間違った行動した時に負の報酬を与えている。これによって、課題の試行回数を増やすことで、モデルが最適な行動を取るように学習していく。この研究において課題試行回数におけるモデルの実験データと、過去の動物と人間の実験データが適合していると主張している。

また、迷路環境における学習としては、強化学習だけでなく、ACT-Rのモデルの宣言的知識を用いたを用いたパスプランニングを行う研究が存在する [16].この研究において、位置情報をモデルが利用できるアフォーダンス [9] として宣言的知識に入れ、トポロジカルマップを構成し、バックトラックを用いてパスのプラニングを行っている.

上記一連の研究は環境探索における多様な戦略を明らかにし、人間の個人差や学習のプロセスを説明する. しかし、これらはタスクの継続をモデル化するものではない. 本研究では、上記の研究を引き継ぎつつ、

人間の行動と直接対応づける課題において,インタラクション継続のモデル化を狙う.以下にて,本研究において採用する実験課題を示す.

3. 課題

本研究では、岡ら [21] によって習得された、インタラクションの継続に関するデータをモデル化の対象とする.この研究において、岡らは人と人がインタラクションするオリジナルの課題を構築し、実験参加者からデータを取得した.

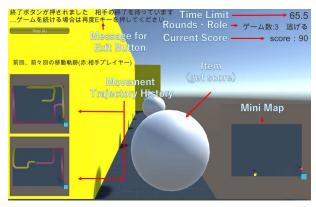


図1 人同士の実験環境

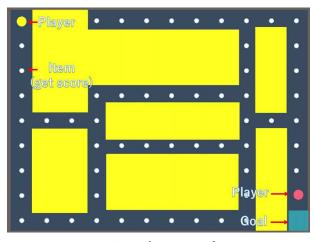


図 2 ゲームマップ

岡らが考案したのは、仮想 3D 空間 (図 1) で「鬼ごっこ」と「迷路ゲーム」を組み合わせた「鬼ごっこ迷路ゲーム」課題である.この課題において、迷路内に存在する 2 人のプレイヤーは鬼役と非鬼役を交互に切り替えながらゲームを遂行する.鬼役は非鬼役を追いかけ、追いついたら勝利する.非鬼役は鬼役から逃げ、迷路内に設置された出口にたどり着くと勝利する.ゲームにおけるマップ (図 2) はラウンドにかかわらず固定とする.つまり、ゲームを繰り返すことで鬼役も非鬼役も相手から効果的に逃げ、追うことができるようになる.

本研究はインタラクション継続の要員として,課題に参加するプレイヤー間の個人特性に注目する. どのような特性をもつ個人,あるいはペアがインタラクションを継続しやすいのかを検討する.

具体的な個人特性として、バロンコーエン [4] によ り構築された自閉症スペクトラム指数 (AQ), 共感指 数 (EQ),システム化指数 (SQ) を採用している.自 閉症スペクトラムは、特殊な人のみが有する障害では なく,一般の人からの連続的なスペクトラムであると され、インタラクションの継続に顕著に働く個人特性 であると考えられている. また, システム化指数と共 感指数は自閉症スペクトラムを構成する個人特性であ るとされる. 高いシステム化指数と低い共感指数によ り, 自閉傾向の強さを表現できる. これらの指標は, 自閉症スペクトラム指数よりも,詳細で一般的な粒度 でコミュニケーションに関わる個人特性を取得できる と考えられている. 実験参加者は、これらの個人特性 を測定する質問紙を、ゲーム終了後に回答した. この 実験において得られたデータを分析した結果、以下の ことが明らかになっている.

- ◆ ゲームの成績と質問紙によって測定される個人特性 (AQ/EQ/SQ) の相関を検討した結果、システム化指数とゲームの成績に有意な正の相関が観察された。
- 勝率の高いプレイヤーが先に終了ボタンを押す比率は、勝率の低いプレイヤーが先に終了ボタンを押す比率よりも小さかった. しかし、その傾向は統計的に有意とはならなかった.
- 個人特性の組み合わせ(ペア内での個人特性の合計と差分)とインタラクションの継続(一方が終了ボタンを押したラウンド、両方が終了ボタンを押したラウンド)の相関を検討したところ、自閉症スペクトラム指数の差分とインタラクション継続に正の相関が観察された

実験結果が示すのは、ゲーム中の振る舞いに個人差が存在すること、ペア内での個人特性の組み合わせがインタラクション継続に関係する可能性があることである.

このうち、ゲーム内での振る舞いの個人差は、ACT-Rによるパラメータの変更によって再現できる可能性がある. 近年の ACT-R コミュニティでは、様々な精神疾患を説明する計算精神医学的なモデルの研究が進められている [18].

また,ゲームの勝敗がインタラクションの継続と強く関連しなかった結果については,ゲームに勝つことによる正の報酬とゲームの習熟による予測可能性の

間のトレードオフが生じたと解釈できる. ゲームに勝つためには、ゲームに習熟する必要がある. しかし、ゲームに習熟すると予測可能性が高まり、飽きを生じさせると考えられる.

異なる個人特性を持つ相手とのインタラクションにおいて、課題が継続した結果は、対戦相手の振る舞いの予測可能性の観点から解釈できる。通常、自分とは異なる行動を行う他者に対しては、自分の振る舞いに基づき予測を行うことが困難であると考えられる。高い AQ を持つ人は、他の高い AQ を持つ人々に対して優れた推論能力を持つという仮説が、過去の心理学の研究によって裏付けされている [10].

また、SQ の差ではなく、AQ の差において関連したことも興味深い結果である。SQ 差が相関しなかったことは、SQ がゲーム成績と強く関連する個人特性であることと関連する可能性がある。それに対して、AQ はゲーム成績と直接関連する個人特性ではなく、純粋な予測可能性のみに関連した可能性がある。

4. 課題継続の ACT-R モデル

4.1 ACT-R の学習理論

上記の実験において得られた知見を説明するモデルを ACT-R のメカニズムを用いることで考える. その際,本研究では,内発的動機の生起要因の 1 つとして,楽しさに注目する. 楽しさに関する代表的な理論としては, Raphael による "Theory of Fun for Game Design[11]" が考えられる. この理論では,ゲームにおける「楽しさ」をパターンを発見し,学習を続ける事であると考える. 例えば,数あるパターンから最適解が発見されたゲームは,最適解発見後にゲームから得られるものがなくなり,「飽き」が生じてしまう.

我々は、ACT-R の「プロダクションコンパイルモジュール」と「ユーティリティモジュール」を用いて「楽しさ」と「飽き」を表現することができると考えている。以下、これらの機能の概略を説明する。詳細は文献 [2,6] あるいは ACT-R のチュートリアル (unit 6,7) などを参照されたい。

4.1.1 プロダクションコンパイル

「プロダクションコンパイル」とは、2つの定義されているプロダクションルールを1つのプロダクションルールに統合する機能である[3]. ある課題に対しての一連のルールを反復発火することで、ルールの統合が起き、課題達成までに発火するルールの数が減る.ルール統合の対象となるルールは、通常ルールの条件節に変数を含むものとなる. ACT-R において、記憶

に基づく柔軟な手続きの遂行過程は、ルールの条件節に記述される変数のパターンと宣言的知識(記憶)のマッチングによってモデル化される。それに対して、プロダクションコンパイルによるルールの統合は、そのようなパターンマッチによる宣言的知識の検索をスキップする。つまり、統合前のルールに含まれていた変数は、個別の宣言的知識の値によって置換される。そのため、定型的で自動的な課題遂行の手続きがシミュレーションされるようになる。

図3は鬼ごっこゲームにおいて、相手の予測位置か らパスのプランニングをするプロセスを ACT-R のト レースとして示している. 縦軸に時間を示し, 各コラ ムはモジュールのイベントを示している. 2.2 で述べ たように ACT-R は複数のモジュールを持つが、ここ ではプロダクションモジュールと宣言的モジュールの みを示している. この ACT-R モデルは、宣言的知識 に相手の情報,探索方向,環境情報が保持されている. モデルは、このプロセス中に宣言的知識から記憶検索 を行い、相手の予測位置までのパスを求める. ACT-R のパラメータが標準の状態では、1つのルールの実 行に 50msec の時間コストがかかる. また, 宣言的モ ジュールからの宣言的知識の検索についても, その記 憶の活性値に応じた時間を要する. そのため, 1 つの 課題を行う際に、宣言的記憶の検索回数が少ないほど 思考する時間が減少する.

本モジュールを用いて、モデルがこのプロセスを反復試行させるとルールの統合が起こり、内部で新しいルールが自動的に作られる。図4は学習後に記憶検索に関わるルールが統合された際のプロセスである。記憶の検索に関するルールが減り、大幅に思考時間が減る。つまり、人間的な慣れと同様の振る舞いをする[1]. そのため、結果的にモデルの思考から次の行動までの時間が減り反応が早くなる。

上記の仕組みを先述した「鬼ごっこ迷路ゲーム」に 当てはめれば、モデルはゲーム初期において、環境地 図の記憶、他者の過去の振る舞いの記憶などの検索を 度々行う、ゲームが進行するに従って、それらの記憶 検索が必要なくなる。その結果、モデルのゲームの遂 行が効率化されることになる。

4.1.2 ユーティリティ

ACT-R における効用 (utility) とは、競合解消(特定の状況において発火可能な複数のルールから1つを選択すること)に利用されるパラメータであり、個別のルールに付与される. ACT-R の 「ユーティリティモジュール」は、効用値の更新を制御するモジュールであり、効用関数の計算に報酬を用いる.

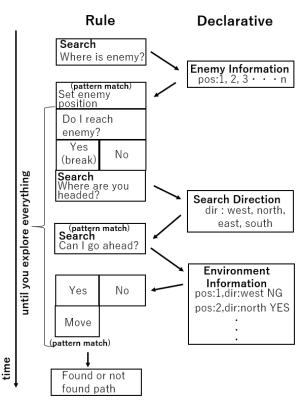


図 3 学習前のプロセス

4.1.3 インタラクション継続の「楽しさ」のモデル

ACT-R のこれらの機能を用いて、「楽しさ」と「飽き」を持つ認知モデルを提案する。図5は本ゲーム課題におけるインタラクション継続の提案モデルを示したものである。ゲーム内の各ラウンドの開始時において、ゲーム続行、ゲーム終了の判断(競合解消)を行う。ゲーム続行が選択された後、ゲーム内における種々の操作に関わるルール(地図の探索、他者の振る舞いの予測など)が発火した後にラウンドが終了し、新たなラウンドがスタートする。

上記のプロセスにおいて、ゲーム続行ルールの効用値の初期値は、ゲーム終了ルールの効用値の初期値より高く設定されると考える。ゲーム開始時に、人間はある程度はゲーム継続の意思があると考えるためである。この初期状態からの「飽き」のプロセスは、各ラウンドの終了を認識するルールの発火を負の報酬のトリガーとすることでモデル化できる。ラウンド終了時に負の報酬が与えられることで、そのラウンドにおいて競合解消の結果として発火したルール(すなわちゲーム続行ルール)の効用値が低下し、ゲーム終了ルールが選択される確率が増加する。

「飽き」を抑止し、ゲームを継続させる条件を検討するためには、ゲームにおける「楽しさ」のモデル

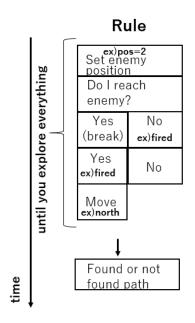


図 4 学習後のプロセス

が必要である. ゲーム中に「楽しい」と感じるプロセ スが生起した時に正の報酬がトリガリングされれば, ゲーム続行ルールの効用値は高い値を保ち,継続的 なインタラクションが可能になる. 本研究では, 正の 報酬のトリガーとなるルールを、ゲーム中の宣言的 知識の検索成功(地図を思い出せた、他者の振る舞い の予測できたなど)に付随して発火するルールと定義 する. 宣言的知識の検索はルールの IF 節 (現在の状 況)と宣言的知識内の記憶とのパターンマッチングで あり、これに成功することは Raphael による楽しさの 定義と整合する. ただし, このルールは繰り返し実行 されると慣れ, つまりルールの統合が起こる. 統合が 起こるとルーティン化してしまい報酬を得られなくな り、ゲーム続行ルールの効用値が減少してゲーム終了 ルールが発火するようになる. つまりこのモデルに おけるゲーム続行の要因は、パターンマッチの対象と なる宣言的知識を見つけ続けられることとなる.

プロトタイプの実装とシミュレーション 概要

本研究の目的は、インタラクションの持続条件を明らかにするために、迷路環境において互いに鬼ごっこをする認知モデルを実装することである。この目的を達成する前段階として、モデルが他者の位置を予測しつつ、動的に変化する移動先のパスのプラニングを行う必要がある。このようなモデルを構築する第一歩として、静的なスタートからゴールまでの経路をプランニングするモデルを構築した。モデルの宣言的知識に

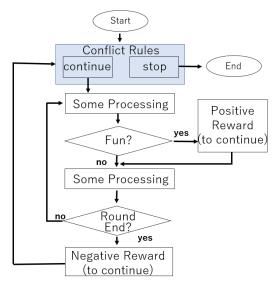


図5 タスク継続モデルのフローチャート

は、環境の地図が事前に記憶される。宣言的記憶内において、環境地図は曲がり角のつながりをグラフとして連結するトポロジカルマップとして表現される。モデルは記憶内のトポロジカルマップに対し、スタートからゴールまでのパスの探索を繰り返す。

この単純な迷路課題の中で、前節で示した楽しさや 飽きのプロセスがどのように生じるのかを検討した. このモデルにおいて、パターンマッチに付随する「楽 しさ」は、現在の状況からゴールまでの正しい道を思 い出すことと定める(パスの発見時に発火するルール を正の報酬のトリガーとする). また,パス探索の終 了を課題の継続のモチベーションの減衰と定義する. つまり, ゴール探索の成功, 失敗によらず, ラウンド の終了時に発火するルールを負の報酬のトリガーとす る. ラウンド中に楽しさを表すルールが発火せずに, ラウンド終了に伴う負のトリガリングが生じ続けるこ とで、継続ルールの効用値は減少していく、そして、 継続ルールの効用値が、終了ルールの効用値を下回っ た時に、終了ルールが発火し、課題が終了することに なる. なお, 本モデルは, 宣言的知識のトポロジカル マップに対する DFS(depth-first search[8]) によって環 境探索を行う、DFS はパスに関する知識を再帰的に検 索するヒューリスティックであり、コンパイルによっ て探索プロセスが顕著に変化すると考える. 以下, 本 モデルの実装に関わる詳細を示す. なお、実装の詳細 は、シミュレーション結果の再現性を保証するために 記載するものであり、5.5までスキップしても本論文 の論旨を追うことは可能である.

5.2 迷路環境

図 6 はプロトタイプモデルに探索させる迷路環境である. 3x3 の空間内の各曲がり角に 1 から 9 まで番号を振り、モデルに空間内の場所を認識させる. 本課題において、1 番をスタート(エージェントの初期位置)、7番をゴール(非鬼役ならゴール、鬼役なら予想される非鬼役の位置)と静的に決める. また、モデルは、各曲がり角において西、北、東、南を 0,1,2,3 と認識する. この環境において,DFS で探索する場合、正解を見つけるモデルの移動は、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 7$ となる. この空間は、図 2 に示した人間の実験課題としては小さいものであるが、今回のプロトタイプモデルの目的は、「楽しさ」と「飽き」を要因としたタスク継続のモデル化であり、課題の環境そのものは、シンプルなものとした.

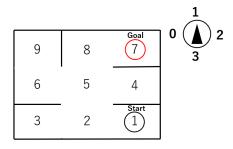


図 6 迷路環境

5.3 モジュール

2.2 節で前述した通り ACT-R は複数の独立したモジュールから構成されている. 本モデルを実装すため,これらモジュールの中からゴールモジュール,宣言的モジュール,プロダクションモジュール,イマジナルモジュールを利用した.以下,これらのモジュールの概説と本研究のモデルにおける役割を示す.

5.3.1 ゴールモジュール

本モジュールは、モデルの現状態を保持するモジュールである。このモジュールは、対応するバッファを1つ有しており、そのバッファにチャンクと呼ばれる知識のかたまりを対応させることができる。この時、そのバッファはモデルの現状態となる。モデルは状態を参照、更新し動作を行う。

本モデルにおいて,チャンクは複数のスロットをもつ。本モデルにおけるスロットには,初期状態,現在位置,ゴールの座標が含まれる.また,各座標における向き,後ろ向き,スタックのトップのチャンク名などが含まれる.

5.3.2 宣言的モジュール

本モジュールは、人間の宣言的知識に対応するモジュールである。このモジュールは、対応するバッファを1つ有しており、宣言的知識から記憶を想起した際に、想起したチャンクをこのバッファに格納する。この時モデルは、このバッファを参照し、モデルの現状態の一部とすることができる。

本モデルにおいて、図6の環境についての宣言的知識を、モデルは事前に保持していた。各セルの探索順序の知識は、現在の方向と、次に向く方向で構成されている。まず西から探索し、北、東、南方向の探索を行う。南方向の探索が行われるとそのセルの探索が終了となる。図7は探索順序を実現するための知識の繋がりを表したものである。これら知識の繋がりによって、各時点のモデルは次に探索すべき方向を検索することができる。

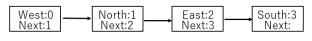


図7 探索の順番

また、迷路環境のトポロジカルマップの知識は、曲がり角番号、次の曲がり角番号、向き、後ろ向きで構成される。曲がり角番号とモデルの向きを用いることで、次の曲がり角番号がわかる。後ろ向きの情報は、曲がり角探索中に途中で後戻りしないようにするためのものである。図8は、迷路環境のトポロジカルマップを実現するために知識の繋がりを表したものである。これらの繋がりによって、迷路環境のモデル化を行った。

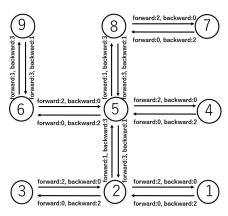


図8 環境のトポロジカルマップ

5.3.3 イマジナルモジュール

本モジュールは,新しいチャンクを生成し,宣言 的知識に格納するためのモジュールである.このモ ジュールは、対応するバッファを1つ有しており、その格納されたチャンクが宣言的モジュールに記憶される. イマジナルモジュールにおけるバッファに、他のモジュールが保持するチャンクを格納することで、複数のチャンクを組み合わせた新たなチャンクを構成することができる. 例えばゴールに格納される現在位置と宣言的モジュールから検索された過去の記憶に関するチャンクを対応づけることができる. チャンク生成時に、時間的コストがかかるため、人がチャンクを生成する際の動作を模倣する事ができる.

本モデルにおいて、DFSで用いるスタック構造に関するチャンクの生成に用いている. 詳細は後述 5.4.1 節に記述する.

5.3.4 ルールモジュール

本モジュールは、手続き的知識に対応するモジュールである。モデルの状態によって発火する条件 (IF) と、発火後にモデルの状態を変更する (THEN) ルールを記述する.

本モデルは課題を開始する前に継続するか止めるか の判断を行う.継続ルールが発火すれば課題を継続し, 終了ルールが発火すれば課題は終了となる. モデルは 課題継続後, 初期位置からゴール位置までの探索を行 う. 各位置において、モデルは西、北、東、南の順番 で探索を行う. 本課題では DFS を採用しているので, 現在地とモデルの向きから宣言的知識に対して、その 先の曲がり角の情報を思い出せるかどうかの問い合 わせを行う. 問い合わせた結果, 思い出せたら, モデ ルは現在の状況をスタックに積み,場所を移動し,そ の場所の左方向から探索を開始する. これを再帰的に 繰り返す. もし, ゴール位置を発見した場合は探索成 功となる. ある場所のすべての方向の探索が完了した ら, スタックから1つ前の状態をポップし, その状態 を用いて1つ前の場所に戻り各方向の続きを行う. も しスタックが空の状態でポップした場合は探索失敗と して課題終了となる.

5.4 DFS の実装

DFS はバックトラックを用いてグラフを探索するアルゴリズムである。グラフの探索初期位置から探索できるところまで探索を行い、目的地がなければ1つ前に戻り、他の方向を探索する (バックトラック). 本課題の開始の際に、モデルの宣言的知識に迷路環境をトポロジカルマップとして記述している。そのため、モデルは、それをグラフとして見立て迷路探索を行う.

上記の通り DFS の実装には、バックトラック機能が必要である. 通常、手続き型などのプログラム言語においては、関数を再帰的に呼び出し探索を行うか、また探索の繰り返し処理の中に、バックトラック後の状態の復元のために現状態をスタックに積みながら探索を行うよう実装する.

ACT-Rのモデルの実装において関数のような機能は存在しない。ACT-Rのモデルは、基本的に、状態を変化させ、その状態によって発火するルールとチャンク生成、記憶、想起をしながら動作する。したがってバックトラック機能の実装のためには、これら機能を用いた、チャンクによるスタック構造と現状態をスタックに退避、復元する機能が必要である。

5.4.1 チャンクを用いたスタック構造

図9は、本モデルにおいて実装したチャンクを用いたスタック機能である。本モデルでは、CHUNK-Xをスタックに積んでいる。CHUNK-XのARG1にスタックの前のチャンク名が格納され、ARG2にCHUNK-S-Xは、モデルの状態、つまり、曲がり角の番号、モデルの前の向きの方角、モデルの後ろの向きの方角が格納されている。また、モデルは、自身の状態の1つとしてスタックの最上部(tail)のチャンク名を持つ。これらの構造と、前述したモジュールを用いてチャンクの生成、記憶、想起を行いスタック構造を実現している。

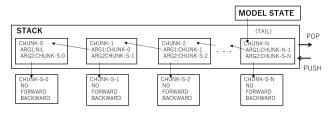


図 9 本モデルのチャンクを用いたスタック構造

スタックにおけるプッシュ機能は、モデルの状態の 更新、チャンクの生成と記憶を用いて実現している。 スタックに積むチャンクを生成する際に、モデルが持 つスタックの最上部のチャンク名を1つ前のチャンク 名とする。加えてモデルは、最上部のチャンク名をこ のチャンク名に更新することでスタックにおけるプッ シュ機能を実現している。なお、これらの生成後の チャンクは宣言的知識に記憶されるため後ほど想起す ることが可能である。

スタックにおけるポップ機能は、モデルの状態の更新とチャンクの想起によって実現している。モデルはスタックの最上部のチャンク名をもとにチャンクの内

部を思い出す.内部にはスタックの最上部の1つ前の チャンク名があるので、このチャンク名をモデルが持 つスタックの最上部のチャンク名として更新すること でポップ機能を実現している.

5.4.2 現状態の退避と復元

現状態の退避は、モデルが向いてる方向に存在する 曲がり角に移動する前に状態をスタックにプッシュす る事で実現している.これによって、移動して行く際 の状態がスタックに保持される.

状態の復元は、任意の曲がり角の探索終了(西,北,東,南)した際に、スタックから状態をポップし、モデルの状態を更新することで実現している。これによって、移動前の状態に戻り、移動前の次の方向から探索を開始することができる。

5.5 シミュレーション

図 10 はモデルのシミュレーションの結果である. 継続ルールの効用値の初期値を 10,終了ルールの効用値の初期値を 5 とした.その他パラメータは ans (activation noise level) = 0.5, bll (base-level learning) = 0.5, blc (base-level constant) = 10, rt (retrieval threshold) = -0.5, egs (expected gain s) = 10を設定した.またパスの発見 (DFS の成功) によってトリガーされる報酬値を 1 から 20 まで変化させ,各報酬値に対して 100回,課題の継続シミュレーションを行った.報酬値を変化させた際に課題継続数の推移をグラフ化したものである.報酬値が大きいほど継続数が大きくなっているこを確認できる.

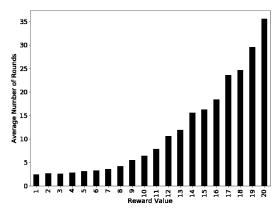


図 10 100 回の試行のうちの継続平均回数

図 11 は 100 回の実行結果から, 20 回分を無作為に抽出し,課題実行回数に対して課題の実行時間の推移をグラフ化したものである. グラフ中で色付けされた各線が各試行の結果を示し,黒のダッシュ線は,平均

の推移を表す. ラウンド数が大きくなるにつれ課題実行時間が小さくなっていることが確認できる. このことは, コンパイルによって宣言的知識が検索される頻度が減少し, タスク遂行にかかる時間が減少したと考える. 汎用的なアルゴリズムである再帰的なバックトラックがコンパイルされることで, 今回の課題環境に特化した行動が学習されたと考えることができる. また, 報酬値の低い条件においては, 十分に課題時間が減少しない段階でモデルの実行がストップしていることも確認できる.

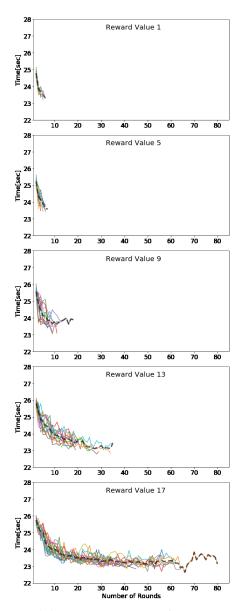


図 11 各報酬値に対して課題完了時間の遷移

図 12 は各報酬値条件における効用値の変動を、図 12 と同様のフォーマットで示している. グラフより、報酬値が低い条件では線形に効用値が減少することがわかる. それに対して、報酬が一定の値以上(10 を超

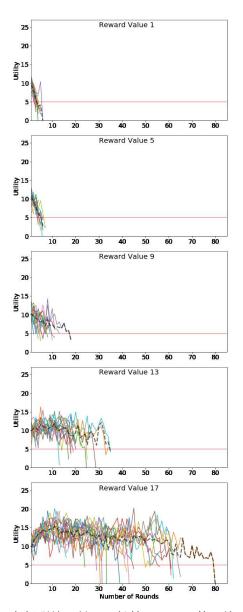


図 12 各報酬値に対して継続ルールの効用値の遷移 (赤の横線は終了ルールの値)

える値)の条件においては、課題の遂行に応じて、効用値の向上が散発的に生じ、ラウンドが継続することがわかる. すなわち、課題の遂行において、新たなパターンの発見が生じた際には、報酬を受け取り継続数を伸ばしている事が確認できる.

6. まとめ

本研究の目的は、ACT-Rから提供されるプリミティブな認知プロセスの集積によって、インタラクションの持続がどのように成し遂げられるのかを明らかにすることであった。この目的の達成のために、実際に人間とエージェントが仮想環境においてインタラクションする課題を想定し、実験において得られた人間の行

動特性を再現するモデルを議論した. 鬼ごっこ迷路課題を利用した実験の結果, 勝敗がタスク継続に影響しないこと, 対戦相手が自分とは異なる個人特性を有することがインタラクションの継続に寄与することが明らかになった.

本研究で提案するモデルは、課題中にモデルが感じる「楽しさ」を、状況と宣言的記憶とのパターンマッチングの成功によってモデル化するものである. 課題環境に関わる先読みや他者の反応の予測には、宣言的知識が利用されると仮定する. よって、これらのプロセスが成功することによって、モデルは課題を継続させる. そして、この利用がコンパイルによってスキップされることで、モデルは課題に対する「飽き」を生じさせ、インタラクション課題を終了する.

このようなモデル化は、従来の IMRL において示されてきた予測可能性の議論をよりプリミティブなレベルで説明するものである。また、ACT-R による過去の研究においてもパターンマッチによる報酬の付与や、コンパイルによるタスクへの飽きを表現するものはなく、本研究において示したモデルは、オリジナルのものといえる。

提案されたアルゴリズムは、静的な状況における迷路探索の課題に適用された。そのための前段階としてプロトタイプモデルを作成し、シミュレーションを行いモデルの振る舞いを確認した。得られたシミュレーション結果から、パターンマッチを伴うルールに対する報酬の付与が、タスク継続のルールの効用値を上昇させ、長期間にわたる課題遂行を持続させることが示された。この結果から、本研究において提案するパターンマッチによる楽しさのモデル化が、インタラクション継続の必要条件ということは言えそうである。

今後の課題として、本研究におけるモデルをモデル同士がインタラクションできるように拡張する必要がある. しかし、現在モデル同士がインタラクションを行うインターフェイスを持たない. この過程においてインタラクションをするためのインターフェイスやデータの保管方法を検討する必要があるだろう.

7. 参照文献

汝献

- J. R. Anderson. Skill acquisition: Compilation of weak-method problem situations. *Psychological re*view, Vol. 94, No. 2, p. 192, 1987.
- [2] J. R. Anderson. How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe. OxfordPress, 2007.
- [3] J.R. Anderson. Knowledge compilation: The general learning mechanism. *Machine learning: An artificial intelligence approach*, Vol. 2, pp. 289–310, 1986.

- [4] S. Baron-Cohen. The essential difference: The Truth About The Male And Female Brain. Basic books, 2003.
- [5] T. W. Bickmore and R. W. Picard. Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. ACM Trans. Comput.-Hum. Interact., Vol. 12, No. 2, pp. 293–327, June 2005.
- [6] D. Bothell. Act-r 7.6+ reference manual. 2004.
- [7] N. Chentanez, A. G. Barto, and S. P. Singh. Intrinsically motivated reinforcement learning. In L. K. Saul, Y. Weiss, and L. Bottou, editors, Advances in Neural Information Processing Systems 17, pp. 1281–1288. MITPress, 2005.
- [8] T.H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein. *Introduction to algorithms*. MIT press, 3rd. edition, 2009.
- [9] J.J. Gibson. The ecological approach to visual perception: classic edition. PsychologyPress, 2014.
- [10] H. Komeda, H. Kosaka, DN. Saito, Y. Mano, M. Jung, T. Fujii, HT. Yanaka, T. Munesue, M. Ishitobi, M.Sato, and H. Okazawa. Autistic empathy toward autistic others. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, Vol. 10, No. 2, pp. 145–152, 10 2014.
- [11] R. Koster. Theory of Fun for Game Design. ParaglyphPr, 12 2004.
- [12] V. Mnih, K. Kavukcuoglu, D. Silver, A. Gravesand I. Antonoglou, D. Wierstra, and M. Riedmiller. Playing atari with deep reinforcement learning. arXiv preprint arXiv:1312.5602, 2013.
- [13] A. Newell. Production systems: Models of control structures. In *Visual information processing*, pp. 463– 526. Elsevier, 1973.
- [14] T. Nozawa and T. Kondo. Autonomous adaptive agent with intrinsic motivation for sustainable hai*. JILSA, Vol. 2, pp. 167–178, 01 2010.
- [15] A. H. Qureshi, Y. Nakamura, Y. Yoshikawa, and H. Ishiguro. Intrinsically motivated reinforcement learning for humanrobot interaction in the real-world. *Neural Networks*, Vol. 107, pp. 23 – 33, 2018. Special issue on deep reinforcement learning.
- [16] D. Reitter and C. Lebiere. A cognitive model of spatial path-planning. *Computational and Mathemat*ical Organization Theory, Vol. 16, No. 3, pp. 220–245, 2010.
- [17] R. S. Sutton and A. G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. MITPress, 2 1998.
- [18] M. van de Velde, M. van Vugt, and N. Taatgen. Modelling the effect of depression on working memory. In Proceedings of the 17th Annual Meeting of International Conference on Cognitive Modeling, pp. 199–204, 2018.
- [19] F. Wai-Tat and J. R. Anderson. From recurrent choice to skill learning: A reinforcement-learning model. *Journal of experimental psychology. General*, Vol. 135, pp. 184–206, 6 2006.
- [20] C. J. C. H. Watkins. Learning from delayed rewards. 1989.
- [21] 岡真奈美, 森田純哉, 大本義正. インタラクションを 持続させる個人特性ーシステム化と共感に注目した検 討一. 2018.

全身協調バランストレーニング "スラックライン" の効果検証 に関する予備的検討

A pilot study on how to assess effects of "slackline" balance training

児玉 謙太郎[†],山際 英男[‡],安田 和弘^{*} Kentaro Kodama, Hideo Yamagiwa, Kazuhiro Yasuda

[†]神奈川大学,[‡]東京都立東部療育センター,*早稲田大学 Kanagawa University, Tokyo Metropolitan Tobu Medical Center, Waseda University kkodama@jindai.jp

Abstract

The present pilot study aimed to investigate whether the slackline training which requires participants to maintain their balance dynamically improve dynamic balance ability and which kind of task is appropriate for its assessment. Some previous studies investigated the effect of slackline training and reported its task-specific effect. However, they applied only static measures such as trajectory length of the center of pressure (COP). In our preliminary experiment, eight subjects (Slackline group: four males, Control group: four males) participated in the training consisted of once-a-week balance training (two 20 minutes sessions) on the slackline/ground for four weeks. Before/after one-month training, balance tests examining the single-leg standing balance ability on the hard and soft surface were conducted. The postural balance ability was evaluated by static and dynamic measures (COP trajectory length and DFA scaling exponent). As a result, we observed a tendency that in Slackline group, participants tended to decrease postural sway and increase the DFA scaling exponent more in the soft condition than in the hard condition. We should collect more data to confirm whether similar tendencies can be obtained statistically in the future.

Keywords — balance training, dynamic stability, embodiment, slacklining, nonlinear time series analysis

1. はじめに

スラックラインとは、ベルト状の綱(ライン)の上で、全身をダイナミックに協調させてバランスをとるスポーツである[1]. スラックラインはポリエステル/ナイロンで出来ており、ラインの上に乗ると全方向に揺れが生じるため、常に揺れながら動的にバランスをとる必要がある[2]. そのため、近年では、スポーツとしてだけでなく、アスリートの体幹やバランス能力のトレーニング、運動協調性や身体柔軟性向上のためのリハビリテーションなど幅広く応用されている[3].

近年、スラックライン・トレーニングの効果を検証する研究は増えてきている. Donath らのレビューによると、スラックライン・トレーニングには課題特定的効果は大きいが、他の静的・動的バランス課題には小さく限定的効果しか得られない[4]. ただし、これら

の先行研究で採用されているバランス能力の評価指標は、フォースプレートによって得られる圧中心位置(Center of Pressure: COP)の軌跡の長さや面積に基づくものばかりであり、COPの動揺が少なく小さいほど安定する、という意味で静的な指標である.一方、スラックラインというバランス競技・課題自体では、動きながら動的にバランスをとることが求められる.よって、トレーニングによって向上するバランス能力と、それを評価する指標とが合致しておらず、適切な効果検証が行われていない可能性がある[5].姿勢研究においても、動的な安定性や身体システムのダイナミクスに関する動的な指標が検討されている[6].また、バランス課題についても、より不安定な条件での検討(片脚立ちや軟らかいフォーム上での立位)など、様々な可能性が残されている状況だと言えよう.

本研究は、この動的バランス能力がスラックラインによって向上するかを検討することを目的とする.本発表では、トレーニング効果を評価する方法、課題について検討した予備的な実験の結果を報告したい.

2. 方法

実験参加者

実験には健常な男子学生 8 名 (平均 20.25 歳, SD=0.89) が参加した. 実験手続きは、神奈川大学における人を対象とする研究に関する倫理審査委員会で承認され、実験参加者は同意のもと実験に参加した.

実験装置

スラックラインによるトレーニングは屋内用器具 (SLACKRACK300, GIBBON, 長さ 3m, 高さ 30 cm) を用いて実施された. バランス能力を評価するために計測された足圧中心 (Center of Pressure: COP) 位置は,フォースプレート (*Leptrino* CFP600YA302US:サンプリング周波数 100Hz) で計測された. 取得した COP データの処理・分析には, MATLAB (R2017b, MathWorks), RStudio (1.1.423) が用いた.

実験デザイン

参加者はスラックラインでトレーニングをする群(SL群:4名)と、地面の上で同様のトレーニングを行う統制群(CNT群:4名)にランダムに配属されて実験に参加した。いずれの群も週1回のペースで計4回のバランストレーニングと、その前後でバランステストを実施した(図1).毎回のトレーニングでは、参加者は図1のステップ1から順々に繰り返し行ってもらった。トレーニングは、先行研究[7]を参考に図1右の11段階のステップで難易度が高くなるパフォーマンスをステップ1からクリアしたら次に進むように行われた。SL群ではスラックラインの上で、CNT群では地面の上のテープの上でトレーニングが行われた。

ステップ 1 (片脚立ち) では、左右いずれかの脚で ライン/テープの上に乗り、30秒ずつ持続できた場合 をクリアとした. ステップ 2 (両脚立ち) では、タン デムの姿勢で, 左右それぞれの脚が前後となる状態で, 15 秒ずつ持続できた場合をクリアとした。さらに、片 脚立ち、両脚立ちでは、実験者による補助の有無で段 階を分けた (ステップ $1\sim4$). ステップ $5\sim6$ では、3mを前歩き、後ろ歩きで渡れた場合をクリアとした.ス テップ 7~8 では、前歩き、後ろ歩きそれぞれ 3m 渡り 切った地点でターンし、往復できた場合をクリアとし た. ステップ 9 (両脚屈伸) では、両脚立ちの状態か らしゃがんで地面に指先でタッチ、そのまま立ち上が り両脚立ちの状態を5秒持続できたら「成功」とし、 連続3回「成功」が続いた場合をクリアとした. ステ ップ 10 では、参加者はライン/テープの上で片脚立ち をした状態で, 左前方 2m, 右前方 2m それぞれの位置 からゴムボール (直径 15cm) を実験者から投げられ, それを受け取って投げ返すことができたら「成功」と

し、連続3回「成功」が続いた場合をクリアとした. ステップ11では、参加者はライン/テープの上で片脚立ちをした状態で、実験者から投げられたゴムボールを左前方2m、右前方2mそれぞれの位置にあるゴミ箱(直径20cm、高さ30cm)の中に入れることができたら「成功」とし、連続3回「成功」が続いた場合をクリアとした.

バランステストについては、本発表では、片脚立ち 課題を硬い支持面の上で行う条件(Hard)と軟らかい ラバーフォームの上で行う条件(Soft)を30秒間ずつ 行ってもらい、条件は参加者内でランダマイズされた (図1左).

データ分析

本発表では、1か月のバランストレーニングの前後 の片脚立ち課題中(30 秒間)の COP 時系列データを 対象にし、左右方向(X)と前後方向(Y)のフォース プレート上の平面での位置情報を分析した. COP は、 身体の重心として近似でき、その2次元平面(XY面) 上の位置の変化を時系列データとして取得することが できる. バランス能力の評価には、COP 総軌跡長(L) を用いた[8]. Lは「重心がどれくらい動揺したか」を 表す指標であり、動揺量が少ない(L が短い)ほど姿 勢が安定しバランス能力が高いと解釈される.一方, 動的なバランス能力の指標[5][6]としては、Detrended Fluctuation Analysis [9] (姿勢動揺の時間的相関構造 を評価するフラクタル解析) によって算出されるスケ ーリング指数 α を用いた. α は動揺(揺らぎ)の動的 安定性を評価する指標として、歩行データや姿勢動揺 データに用いられている[10]. α は、 $0 < \alpha < 0.5$ のとき反 持続性相関を, $0.5<\alpha<1$ のとき持続性相関を示し, $\alpha>1$ のとき自己相関性はあるが α が 1 から離れるほどフラ

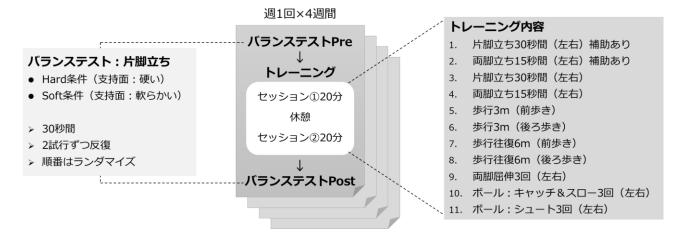


図1 実験デザイン

クタル性は消失する. また、 α =0.5 のときホワイトノイズ(ランダム)、 α =1 のときピンクノイズ(1/f ゆらぎ)となる[11]. COP データについては、 α が 1 に近づくほどフラクタル性が高く動的安定性が高いと解釈される[12].

3. 結果・考察

COP 総軌跡長

図 2 は、CNT 群、SL 群それぞれの COP 総軌跡長 L の平均と標準偏差を条件ごとにトレーニングの前後で比較したものである(図 2). 1 週目のトレーニング前(Pre)では、CNT 条件では、Hard 条件で平均 148.29(SD=41.60)cm 、Soft 条件では、平均 214.32(SD=80.76)cm であった.SL 条件では、Hard 条件で平均 148.64(SD=10.30)cm、Soft 条件では、平均 198.42(SD=26.64)cm であった.4 週目のトレーニング後(Post)では、CNT 条件では、Hard 条件で平均 138.42(SD=32.94)cm、Soft 条件では、平均 205.68(SD=48.71)cm であった.SL 条件では、Hard 条件で平均 137.12(SD=24.11)cm、Soft 条件では、平均 170.41(SD=45.72)cm であった.

COP Trajectory Length: L [cm]

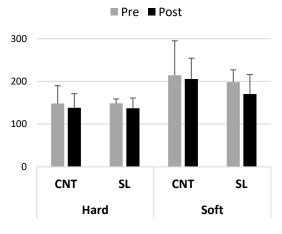


図2 COP総軌跡長(L[cm])

COP総軌跡長Lの分析結果からは、傾向としてCNT群もSL群もHard条件のほうがSoft条件より姿勢の動揺が少なく安定していること,トレーニング前後でも姿勢の動揺が減少し,静的なバランス能力が向上している可能性が示唆された。一方,CNT群とSL群の比較においては,Soft条件でややSL群のほうが,Lが短くなり,より安定化が顕著となる可能性が窺える。しかし,これらは少数データの示した傾向にすぎず,

また個人差も大きいと考えられるため、今後、データ 数を増やして検討する必要がある.

DFA スケーリング指数

図 3 は、CNT 群、SL 群それぞれの DFA スケーリング指数 a (COP 水平方向 X) の平均と標準偏差を条件ごとにトレーニングの前後で比較したものである (図 3). 1 週目のトレーニング前 (Pre) では、CNT 条件では、Hard 条件で平均 0.54 (SD=.044)、Soft 条件では、平均 0.53 (SD=.047)であった。SL 条件では、平均 0.53 (SD=.035)、Soft 条件では、平均 0.53 (SD=.035)であった。4 週目のトレーニング後 (Post) では、CNT 条件では、平均 0.53 (SD=.032)であった。SL 条件では、平均 0.53 (SD=.032)であった。SL 条件では、Hard 条件で平均 0.57 (SD=.031)、Soft 条件では、平均 0.56 (SD=.027)であった。

DFA scaling exponent α (COPx)

■ Pre ■ Post

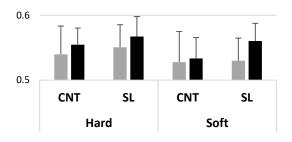


図3 DFA スケーリング指数 α (左右方向: X)

DFA スケーリング指数 α の分析結果からは,COP 水平方向の揺らぎについて,CNT 群も SL 群も Hard 条件では α がトレーニング前後で同じように増加し,ランダムな揺らぎ (α =0.5) から持続性相関 (0.5< α <1) が強くなっているように見て取れる.一方,Soft 条件では SL 群のほうが CNT 群よりトレーニング前後でその傾向が顕著に見られる.ただし,ばらつきも大きいため,今後,データ数を増やし同じような傾向が保持されるか検討する必要がある.

図 4 は、CNT 群、SL 群それぞれの DFA スケーリング指数 α (COP 水平方向 Y) の平均と標準偏差を条件ごとにトレーニングの前後で比較したものである (図 4). 1 週目のトレーニング前 (Pre) では、CNT

条件では、Hard 条件で平均 0.59 (SD=.050)、Soft 条件では、平均 0.58 (SD=.058)であった。SL条件では、Hard 条件で平均 0.59 (SD=.037)、Soft 条件では、平均 0.61 (SD=.056)であった。4 週目のトレーニング後 (Post) では、CNT条件では、Hard条件で平均 0.63 (SD=.040)、Soft条件では、平均 0.62 (SD=.059)であった。SL条件では、Hard条件で平均 0.62 (SD=.059)、Soft条件では、平均 0.65(SD=.021)であった。

DFA scaling exponent α (COPy)

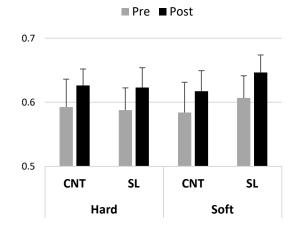


図 4 DFA スケーリング指数 α (前後方向: Y)

DFA スケーリング指数 α の分析結果からは、COP 前後方向の揺らぎについても水平方向と同様に、CNT 群も SL 群も Hard 条件では α がトレーニング前後で同じように増加し、ランダムな揺らぎ (α=0.5) から持続性相関 (0.5<α<1) が強くなる傾向が見られる. 一方、Soft 条件では CNT 群では Hard 条件と同じような値を示しているが、SL 群ではトレーニング前後でのα の上昇が顕著に見える. ただし、この結果についても、今回は少数データから観察された傾向にすぎないため、今後、データを増やし同様の傾向が観察されるか確認する必要がある.

総合考察

本稿では、全身の協調が求められるスラックラインという動的なバランストレーニングによって、動的なバランス能力が向上するか、そのトレーニング効果を評価できる方法、課題は何かを検討した予備実験の結果を報告した。その結果、トレーニングの前後で SL群のほうが CNT 群より、支持面の軟らかく不安定なSoft条件で、1)静的な指標(姿勢の動揺量=動かないほど安定という意味で)がより減少し、2)動的な指標(時間相関のある揺らぎという意味で)でもランダム

な揺らぎから持続性相関という構造をもった揺らぎに変化しより動的安定性が高まる可能性,が示唆された.しかし,今回は各群 4 名ずつの少数データであり,統計的な検定は行っていないため,今後さらなる検証が求められる.

今回の片足立ち課題では、 α の平均値は XY 成分いずれも持続性相関($0.5<\alpha<1$)の範囲であったが、XY を比較すると、前後方向 (Y) のほうが左右方向 (X) よりも持続性相関が強い傾向が見られる. これについては、片脚立ちという課題の影響なのかどうか、両脚立ちと比較するなどして今後検討したい. また、 α の値自体についても、今後、ランダムなホワイトノイズ様の揺らぎ ($\alpha=0.5$) と異なるかについてはサロゲートデータと比較するなどして確認する必要がある[13]. また、今回は DFA という手法により動的なバランス能力の評価を行ったが、他の解析手法についても今後は検討したい(揺らぎの複雑さを評価するエントロピー解析など[6][14]).

今回の予備的検討では、バランス課題として、片脚立ち課題を採用し、さらに支持面の安定性を Hard 条件と Soft 条件で比較した. その結果、より不安定である Soft 条件で SL 群と CNT 群の違い、つまりスラックライン・トレーニングの効果がより顕著に出る可能性が示唆された. このことは、ある意味でスラックライン・トレーニングの効果が課題特定的である(スラックラインのような不安定なバランス課題でしか効果がみられない)という先行研究の主張とも一致する[4]. その意味では、今後、他のバランス課題として、高齢者の転倒研究などで用いられている外乱パラダイム[15]で検討すると、スラックラインのトレーニング効果をより多角的に評価できる可能性がある.

5. むすび

本研究では、全身を協調させ動的にバランスをとる必要があるスラックラインが、動的なバランス能力のトレーニングとして効果があるのかを検討することを目標に、本稿では、そのための効果を評価する方法、課題について検討した予備的な実験の結果を報告した.実験には、スラックライン上でバランストレーニングを行う群(SL群)と、地面の上で同様のトレーニングを行う群(CNT群)それぞれ4名ずつが参加した.週1回のトレーニングを4週間行い、その前後でバランステスト(支持面が硬い Hard 条件、軟らかい Soft 条件それぞれの条件で片脚立ちを実施)を行うことにより

トレーニング効果を検証した結果, SL 群のほうが CNT 群よりも, Soft 条件で姿勢の動揺が減少し, 揺らぎの 質も持続性相関という構造をもった揺らぎに変化する 傾向が観察された. しかし, これらは少数データでの 定性的な観察結果であり, 今後, さらにデータを収集 することで統計的に調べる必要がある.

参考文献

- [1] H. Ashburn, (2013) "How to Slackline!: A Comprehensive Guide to Rigging and Walking Techniques for Tricklines, Longlines, and Highlines", Falcon Pr Pub Co.
- [2] K. Kodama, Y. Kikuchi, and H. Yamagiwa, (2017) "Whole-body coordination skill for dynamic balancing on a slackline", *New Frontiers in Artificial Intelligence*, Springer, pp. 528–546.
- [3] C. P. Gabel, N. Rando, and M. Melloh, (2016) "Slacklining and stroke: A rehabilitation case study considering balance and lower limb weakness.", World J. Orthop., vol. 7, no. 8, pp. 513–518.
- [4] L. Donath, R. Roth, L. Zahner, and O. Faude, (2016) "Slackline training and neuromuscular performance in seniors: A randomized controlled trial", Scand. J. Med. Sci. Sports, vol. 26, no. 3, pp. 275–283.
- [5] K. Kodama, H. Yamagiwa, and Y. Kikuchi, (2016) "Improving dynamic embodied adaptability: A pilot study on slackline balance training", Proceedings of 1st International Symposium on Embodied-Brain Systems Science, p. 41.
- [6] N. Stergiou, (2016) "Nonlinear analysis for human movement variability", CRC Press.
- [7] M. Keller, J. Pfusterschmied, M. Buchecker, E. Müller, and W. Taube, (2012) "Improved postural control after slackline training is accompanied by reduced H-reflexes", Scand. J. Med. Sci. Sport., vol. 22, no. 4, pp. 471–477.
- [8] A. Shumway Cook and M. H. Woollacott, (2013) "モーターコントロール: 運動制御の理論から臨床実践へ", 医歯薬出版.
- [9] C. Peng, S. V. Buldyrev, S. Havlin, M. Simons, H. E. Stanley, and A. L. Goldberger, (1994) "Mosaic organization of DNA nucleotides", *Phys. Rev. E*, vol. 49, no. 2, pp. 1685–1689.
- [10] J. M. Hausdorff, (2009) "Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling", *Chaos*, vol. 19, no. 2.
- [11] D. Delignières, K. Torre, and P.-L. Bernard, (2011) "Transition from persistent to anti-persistent correlations in postural sway indicates velocity-based control.", *PLoS Comput. Biol.*, vol. 7, no. 2, p. e1001089.
- [12] N. Stergiou and L. M. Decker, (2011) "Human Movement Variability, Nonlinear Dynamics, and Pathology: Is There A Connection?", *Hum. Mov. Sci.*, vol. 30, no. 5, pp. 869–888.
- [13] H. Kantz and T. Schreiber, (2003) "Nonlinear time series analysis", Cambridge University Press.
- [14] K. Kodama, K. Yasuda, and H. Yamagiwa, (in press) "Constraints on joint degrees of freedom affect human

- postural dynamics: A pilot study", New Frontiers in Artificial Intelligence, Springer.
- [15]Y. Okubo, D. Schoene, and S. R. Lord, (2017) "Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis", *Br. J. Sports Med.*, vol. 51, no. 7, pp. 586–593.

擬似的な触覚刺激による触覚プライミング効果 Haptic Priming Effects by Pseudo Haptic Stimuli

阿部慶賀 Keiga Abe

岐阜聖徳学園大学 Gifu Shotoku Gakuen University keiga.abe@gmail.com

Abstract

This study examined the effects of haptic stimuli on pseudo-bodies in interpersonal behavior. The experiment participants were divided into three groups. The "harsh" group experienced harsh haptic stimuli using a web browser. Similarly, the "sticky" group experienced sticky stimuli. The control group did not experience any virtual haptic stimuli. After the experience, the participants were asked to join a public goods game. The experiment results showed that the investment amount of the "sticky" group was significantly higher than that of the other two groups. On the other hand, the investment amount of the "harsh" group was less than that of the other two groups. These results thus indicated that the "sticky" group behaved in a cooperative manner, while the "harsh" group behaved in an uncooperative manner. The experiment results thus suggested that haptic stimuli on pseudo-bodies can evoke haptic priming.

Keywords — Haptic priming, Embodied cognition, Projection Science

1. 背景

本研究の目的は、触覚プライミングが拡張され た身体においても生じるか否かを明らかにする ことである. 近年の身体性研究では, さまざまな 認知的処理がリアルタイムに入力される刺激から の影響を受けることを示す知見が蓄積されている (Ackerman, Nocera, & Bargh, 2010). 私たちの思考 や判断は, その場の環境や身体の状態から切り離 された固定的・安定的なものではなく, 絶えず身体 を通して環境からの手がかりを得て, その影響を 受けながら行われている. そこで語られる身体は 多くの場合, 思考する主体の肉体のことを指すこ とが多い. しかし, 身体とは必ずしも人体の肉体 としての身体に限られるわけではない. 例えば, 肢体の一部を失った人は装身具によって身体を補 う必要がある. 熟練した職人やアスリートは, 自 身が使う道具を身体の一部のように認識し, 使い 慣れた道具にこだわる. こうした外部の道具に拡 張,あるいは投射されたオブジェクトは,身体性研究においても身体としてみなせるのか,それとも身体ではないオブジェクトとしてみなすべきなのか.こうした「身体」の捉え方に関する議論はプロジェクション科学においては「誤投射」のして位置づけられる(鈴木,2016)が,こうした誤投射を通じても触覚プライミングが成立するかどうかの検討はまだ十分にはされていない.本研究はこの点に関する議論の一助となる知見を提示すべく心理学実験による検討を行った.

2. 触覚プライミング

近年の身体性研究において,特に多様な知見が 報告されているトピックの一つに触覚プライミン グ研究が挙げられる. 触覚プライミング研究の 知見としては, 直前に与えられた感覚刺激, 特に 触覚や力覚の刺激が、後続する判断や印象評価に バイアスをかけることが多数報告されている. 例 えば、直前に冷たい(温かい)飲み物を持った場 合には,直後に出会った人物の印象評価において 冷たい(温かい)という回答に偏りやすいといっ た実験結果 (Williams & Bargh, 2008) や, 重いク リップボード上に提示された履歴書や意見書の印 象評価では,重大さを高く評価するといった結果 (Jostmann, Lakens, & Schebert, 2009) も挙がって いる. こうした影響は協力ゲームを題材にして行 われることもあり, 直前に柔らかい椅子に座った 場合には,後続する協力ゲームにおいて協力的な 行動が選ばれやすく、粗い手触りのオブジェクト を手にした直後には、協力行動が選ばれにくいこ とも知られている (Kay, Wheeler, Bargh, & Ross, 2004). また, 重さに関する身体性の研究では, 「大 きさ・重さ錯覚」を用いて刺激の主観量と物理量を 分離させた心理学実験によって, 距離や傾斜の見 積もりなど知覚的な判断では物理量(Abe, 2015), 印象や価値観に関する影響は刺激の主観量に依存 することが報告されている(阿部, 2016).

2.1 身体の拡張

前節では身体を通して得た感覚刺激が思考・判 断に作用することを述べたが,私たちの身体は, 延長・拡張が可能な可塑性を備えていることが知 られている. 道具使用の習熟による身体像の変 化はサルを用いた研究でも知られているが(Iriki, Tanaka & Iwamura, 1996),身体の拡張は私たちの 身にも起きることを簡潔な手続きで確認すること ができる. その現象の一つが, 「ラバーハンド錯 覚」である(解説として金谷・横澤(2015)). ラバー ハンド錯覚では、被験者の腕と並列して提示され た模造の手を用意し、被験者の腕を隠して模造の 腕のみを表示する. この状況で同時に触覚刺激を 提示し続けると, あたかも模造の手を自身の身体 であるかのような主観を得るというのがラバーハ ンド錯覚である. この錯覚は単純な接触だけでな く, 痛みや温感 (Kanaya, Matsushima & Yokosawa, 2012) でも生じることが知られている.

3. 本研究の仮説

先行研究では、事前に提示された温度感覚や、 ざらついた手触りの刺激が後続の対人的な印象評価や、ゲーム状況下の協力行動に影響を与えることが報告されている。これらの知見では被験者に直接刺激を提示し、その影響を検討した。本研究が提起する問題は、これらの現象が実際の身体ではなく、身体以外に投影された対象を通しても生じるか否かである。

ラバーバンド錯覚のように自己の身体ではない 物体に向けて提示された刺激でも,人は自身に提 示された刺激であるかのように感じることがあ る.この事態では少なくとも主観的には投影され た身体を通じて触覚刺激を受け取っていることに なる.これらの知見を踏まえ,本研究の仮説を述 べる.投射された身体であっても,主観的に触覚 刺激を感じることができ,また,主観的な触覚 刺激は後続する印象判断を歪めることができること から,本研究では投影された擬似的な身体に提示 された刺激でも,触覚プライミングの効果は生じ ると考える.本論文ではこの仮説を検討するため に実験を実施した.

実験ではパソコンの映像処理能力の評価として、事前に擬似的な触覚刺激を提示し、その後、公共財ゲームと呼ばれる協力ゲーム状況での判断に影響が及ぶかどうかを検討した。事前に提示した擬似的な触覚刺激とは、パソコンのマウスポインタの挙動から、手触り感を惹起するようデザインされた"Visual Haptics"(渡邉・安村(2003), (URL) http://www.persistent.org/VisualHapticsWeb



図1粘着感を表現したVisual Haptics画面

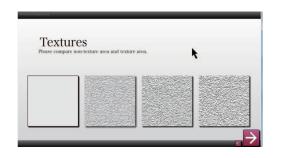


図2ザラザラ感を表現したVisual Haptics画面

.html)を用いたもので、ここではベタベタ感(粘着 感)のある映像刺激(図1)と,ザラザラ感(粗い 抵抗感)のある映像刺激(図2)の2種類を用意した. これらの映像作品のうち、図1では、僅かな時間 遅れとともに非連続的にマウスポインタの軌跡を 表示し,ベタベタとマウスポインタがガムテープ の粘着面に引っかかってしまう様子を表現してい る. 図2では、粗いドットの表示がされた正方形の 上を通過するとマウスポインタが大きく振動した ような軌跡を描き、細かいドットの正方形の上を 通過すると、マウスポインタは小さく小刻みに振 動したような軌跡を描く. こうすることによって, ざらざらとした平面をマウスポインタが接触しな がら通過したような印象を与える. マウスポイン タの運動によって, ユーザーにマウスポインタを 通じた触覚体験を提供するよう設計されている.

先行研究では、粗い手触りの触覚刺激を受けると、柔らかい手触りの触覚刺激を受けた場合より直後の協力ゲーム状況では非協力的な判断が選ばれやすいことが報告されていることから、実験の作業仮説として、ザラザラ感のある映像刺激を受けた場合には、後続の協力ゲーム状況で協力行動が選ばれにくくなると考えた。また、擬似的触感があればどんな質感でもよいわけではなく、ザラザラ感のある触感でない場合には協力行動の抑制は生じないと予想した。

4. 実験

この実験では、マウスポインタのような身体の延長となりうる道具でありながら、人間の身体とは程遠い形状のオブジェクトを通した擬似的な触覚体験であっても触覚プライミングが生じるのかを明らかにする.

4.1 方法

実験は事前の擬似的な触覚刺激の有無および、刺激の違いによる協力行動への影響を比較するため,1要因3水準の被験者間要因計画で行われた.

4.1.1 被験者

大学生45名を対象とした.性別の内訳は男性19人,女性26人であった.ここでは擬似的な触感の有無による違いだけでなく,触感の質的違いによる効果の違いもみるため,2種類の擬似的触感として,図1,2に示した2作品を用いた.これらの作品を用いた理由としては,要求されるマウス動作が同じ「撫でる」動作で共通していたことが挙げられる.被験者のうち12人(男性6人,女性6人)はベタベタした擬似的触感が提示されたベタベタ群,13人(男性5人,女性8人)はザラザラした擬似的触感が提示されたボタベタ群,13人(男性5人,女性8人)はザラザラと類似的触感が提示されたザラザラ群,20人(男性8人,女性12人)は擬似的触覚提示のない統制群にランダムに割り当てられた.

4.1.2 手続き

実験は事前質問と映像刺激提示,協力行動課題の2つのフェーズに分けておこなった.被験者には予め,パソコン上での取引行動の調査だと教示して実施した.

事前質問 事前質問では、最後通牒ゲームを想定 した質問紙に回答するよう教示した。被験者には 以下の教示で配分金額を回答するよう求めた。

あなたと見知らぬもう一人の実験参加者の二人一組で、実験協力のお礼として10000円を受け取ったとします。実験実施者は、あなたにこの10000円について、自分のぶんの謝礼金額と相手にわたす謝礼金額を決めるよう言いました。あなたは謝礼のわけまえを好きなように決めることができますが、相手がその金額がもらえした場合はその提案通りの金額がもらえ

ます.しかし、相手が納得できず拒否した場合にはどちらも1円ももらえなくなります.この条件下で、あなたならどのように分配するのが良いと思いますか?自分と相手の金額の合計が10000円になるよう金額を書いてください.

この質問は、被験者の通常の協力行動の傾向を確認する目的で行った.

映像刺激提示 映像刺激提示では、パソコンの アンケートサイトの事前動作確認として, Visual Hapticsの一画面上でのマウス動作を行うよう教示 した. 刺激提示についてはWebブラウザ (Google Chrome) 上で行った. ディスプレイは14インチサ イズのものを用いた.被験者にはブラウザを全画 面表示した状態で,マウスを用いて操作すること, キーボードのショートカットキーなどでの操作は しないことを予め教示した. Visual Hapticsでは, 粘り気やざらつき, 凹凸感などを擬似的に提示で きるよう設計されているが, その中でもベタベタ 感(図1)とザラザラ感(図2)が得られる映像を用 いた. ザラザラ群にはザラザラ感のある映像を, ベタベタ群にはベタベタ感を与える映像を提示し た. 統制群に対しては、ザラザラ群、ベタベタ群 が接触した画面と同様の画像を提示したが、この 画像は映像のみを再現したもので, マウスポイン タの震えや飛躍による触感の演出は生じないよう にした.

提示時には30秒程度画面上でマウスの動作を確 認し,動作に問題がある場合には報告するよう教 示した.この教示から、ザラザラ群の被験者から 「マウスからザラザラした感じがする(9人)」「抵 抗感がある(1人)」「ガリガリする(1人)」「マウス が震える(1人)」という印象が報告された.一方 ベタベタ群からは「ベタベタ(ペタペタ)する(9 人)」「貼り付いて(くっついて)動かしにくい(3 人)」という印象が報告された. なお, 統制群につ いては, ザラザラ群・ベタベタ群のそれぞれが接 触した2種類の画面に接触してもらうため、15秒 で各画面を切り替えるよう教示した. それぞれの 画像の提示順は被験者ごとにランダマイズした. 統制群からは操作性について触感を述べる報告は なく、全被験者から良好な操作性である旨の回答 が得られた.

協力行動課題 協力行動課題では、パソコン画面上で公共財ゲームを想定した質問を行った。実際の公共財ゲームでは、複数名のプレイヤー同士で与えられた手持ちの資金から公共財にいくら投資するかを決める。各プレイヤーが公共財に投資

した合計金額は2倍された後、各プレイヤーに配 当金として均等に配分される.このとき,投資額 がいくらであろうとも配当金は全プレイヤーに均 等に分けられるため,各プレイヤーは自分以外の プレイヤーが多額の投資をする中, 自身の投資額 を少なくすることで多くの利得を得るチャンスが ある.同時に、自分のみが多額の投資をしたにも かかわらず, 自分以外のプレイヤーが一切投資せ ず, 自分のみが損をしてしまうリスクもある. プ レイヤー全体の利得の総額が最も多くなるのは, 全員が全額投資することであるが,個人の利得を 最大化するのは自分以外のプレイヤーが投資し, 自身が全く投資しないという状況である.この実 験では同一実験室内で複数のプレイヤーを参加さ せることはせず、一度の実験につき1名ずつ、下記 の教示で公共財ゲームの状況を想定した回答を求 めた.

あなたを含めた4人の実験参加者が、それぞれ10000円の実験謝礼を与えられたとします。4人の前には1つの投資箱がおいてあり、その投資箱にお金を入れると、金額が2倍に増えた後、4人に均等に分配されて返ってきます。例えば、4人全員が1000円ずつ入れたとすると合計で4000円ですから、それが2倍の8000円に増えて、全員のもとにそれぞれ2000円ずつ返かってくるとにそれぞれ2000円でするとしても、お金が返ってくるとされたお金の2倍が、1円も払わなかったとしても、お金が返ってくるとされたお金の2倍が、1円も払わなかった人たお金の2倍が、1円も払わなかった人たお金の2倍が、1円も払わなかった人たお金の2倍が、1円も払わなかった人たお金の2倍が、1円も払わなかった人たお金の2倍が、1円も払わなかったの条件下で、あなたなら手持ちの10000円を箱に入れますか?

被験者には、この調査に他のプレイヤーが同時に参加しているわけではないので、制限時間は設けていないこと、ただし、結果はあとですべてのプレイヤーにフィードバックされることを教示した。実際にはプレイヤーは被験者1人のみであるため、結果のフィードバックが行われることとがのかった。このことは実験後のデブリーフィングで説明した。この公共財ゲームは1試行のみとし、複数回の反復試行は行わなかった。被験者にも事前の試行数(1試行のみのゲームであること)は教示しなかった。これは、複数回の試行をした場合に、実際には他のプレイヤーが存在していないことに気づかれることを懸念したためであった。

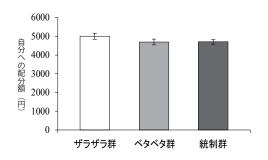


図 3 映像刺激接触前の最後通牒ゲームでの金額 配分

4.2 結果

まず、被験者の基本的な協力行動の傾向を確認するために、各群の間での最後通牒ゲームの回答金額を比較した(図3).各群の回答金額を一要因の分散分析で比較した結果、実験条件による有意な主効果は見られなかった($F(2,42)=1.165,p=.322,偏\eta^2=.053$).また、いずれも均等分配にあたる5000円からも有意な差は見られなかった(統制群:t(19)=-1.686,p=.108,n.s.、ベタベタ群:t(12)=-1.298,p=.219,n.s.、ザラザラ群:全被験者が5000円と回答).このことから、各群の被験者は刺激提示前の協力ゲーム状況下では、公平な態度を選ぶ傾向にあると考えられる.

続いて,事後課題における公共財への投資金額 を比較した(図4). 各群の回答金額を一要因の分 散分析で比較した結果,実験条件による有意な 主効果が見られた (F(2,42) = 38.527, p < .001, 偏 $\eta^2 = .647$). 多重比較により群間の差を検討した ところ, すべての群間において有意な差が見ら れた. ザラザラ群は他の2群に比べて投資額が低 く、ベタベタ群は他の2群に比べて投資額が高い 結果となった. 統制群は両者の中間的な投資額と なり、ザラザラ群よりは高く、ベタベタ群よりは 低い結果であった(統制群-ザラザラ群間 t(42) =-5.798, p < .001, d = -2.047, ザラザラ群-ベタベ タ群間 t(42) = -8.720, p < .001, d = -3.376, 統制 群-ベタベタ群間 t(42) = 3.857, p < .001, d = 1.328). 均等分配にあたる5000円からの差異について も, ザラザラ群は有意に投資額が低く (t(11)) = -9.134, p < .001), ベタベタ群は有意に投資額が高 かった (t(12) = 2.809, p = .016). 統制群には有意な 差は見られなかった(t(19) = -1.328, p = .200, n.s.).

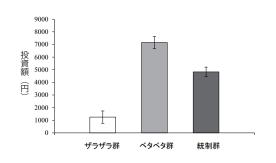


図4映像刺激接触後の公共財ゲームでの投資額

4.3考察

これらの結果から、映像刺激によって後続する 協力ゲームでの態度が変化したことが示された. 事後課題では直前に提示された映像刺激によって 協力行動に違いが見られた.

Kavらの先行研究では荒い手触りのものに直接 触れることで直後の協力行動が抑制されたが、映 像を通した擬似的な触覚刺激であっても,後続す る協力行動に影響が生じた. ザラザラした擬似的 触感を提示された直後では協力行動が抑制され たという結果は,本研究の仮説に支持的な結果で あったと言える.また、本研究ではベタベタした 疑似的触感を提示された場合には協力行動が促進 される結果が得られた.これは本研究では仮説と して想定した結果ではなかったが,協力行動を抑 制したのではなく,促進するという形で影響が見 られたことは,本研究の仮説にとって否定的な結 果でもないと言えよう.

ベタベタ群において他の2群に比して協力行動 が選ばれやすいことについては、粘着、接着を連 想させる擬似的触感から,他者とのつながりや我 慢強さを連想させた可能性が考えられる. 我慢強 い性格面を表現する言葉として, クレッチマーの 気質類型にも挙げられる「粘着質・粘着的」とい う表現がある.また,他者との密なコミュニケー ションや接触を「ベタベタする」と表現する場合 もある. Visual Hapticsによる擬似的な粘着性の触 感から,こうした概念を活性化させ,利己的な選 択をしたい気持ちを抑制し,他者との協力行動を 優先するよう作用した可能性が考えられる.

この実験において被験者の身には, 直接身体へ の触覚刺激が提示されたわけではない. そこで起 きているのは, 自身の身体を投射されたマウスポ インタの動きという, 視覚情報を通した擬似的な 触覚体験である.このことから,投射された身体 に対しても触覚プライミングが生じたと考えるこ とができる.

結論 **5.**

本研究では投射された擬似的な身体の代替物を 通した触覚刺激においても触覚プライミングが生 じるか否かを検討した. 投射された身体を通した 擬似的な触覚刺激であっても, 触覚プライミング は生じるというのが, 本研究での仮説であったが, 心理学実験においてその仮説に支持的な結果が得 られた.

本研究からの示唆は2点挙げられる.一つは,少 なくとも印象判断や協力行動などの高次の認知処 理に対する触覚プライミングの影響は, 擬似的な 刺激であっても生じるという点である. もう一つ は,道具や装身具で代替された身体であっても, 少なくとも触覚プライミングにおいては身体とし ての影響、機能をなすという点である.

6. 今後の課題

一方で,本研究の結果から指摘できる疑問,課 題もある.まず、今回の知見は現象レベルの結果 を報告したにすぎず, 現象の発生機序についてさ らなる検討が必要であろう. 考察では擬似的な触 覚刺激から気質に関する概念を活性化させた可能 性に触れたが、本研究では被験者の気質について 確認できておらず、この考察を裏付けるデータが 不足していた. 今後の検討として気質に関する概 念の活性度を確認することも合わせて行いたい.

また,もう1つの課題として身体の延長物との 一体感についても評価を行っていなかったことが 挙げられる.マウスポインタの操作感、特に不快 感や違和感については、実験中に主幹報告を求め るのみにとどめたが、より精緻な身体所有感を評 価し、触覚プライミング効果との関連を検討する 必要がある.マウスポインタに限らず、ラバーハ ンド錯覚などを用いて拡張された身体に触覚プラ イミングを行うなどの方法も考えられる. ゆくゆ くは, 装身具や道具を用いて身体を補っている肢 体不自由者の場合でも,同様の結果が生じるのか 確認したい. 本研究の結果から, 装身具であって も触覚プライミングは成立すると予想されるが, コンピュータディスプレイ上で行った今回の実験 と違い、装身具には重さや硬さといった物理的な 性質が伴っている. こうした違いを含めても同様 の効果が再現されるか検討する必要があろう.

· 参考文献 [1] Abe, K. (2015) Effect of heaviness on the cognitive evaluation process. Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 37-41.

[2] 阿部慶賀. (2016) 「重い」と思うことは印象評価を変 えるのか一印象評価における重量刺激の主観量と物 理量の影響一, 実験社会心理学研究, 55(2), 161-170.

- [3] Ackerman, J. M., Nocera, C.C., & Bargh, J.A. (2010). Incidental Haptic Sensations Influence Social Judgements and Decisions. *Science* 25 1712-1715. DOI:10.1126/science.1189993
- [4] 井上正明・小林利宣.(1985) 日本におけるSD法による研究分野とその形容詞対尺度構成の外観, 教育心理学研究, **33**(3), 253-260.
- [5] Iriki, A., Tanaka, M., Iwamura, Y. (1996), Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurons, *Neuroreport*, 7, 2325-2330.
- [6] Jostmann, N. B., Lakens, D. & Schubert, T. W. (2009). Weight as an Embodiment of Importance. *Psychological Science*, 20, 1169-1174.
- [7] Kanaya, S., Matsushima, Y. and Yokosawa, K. (2012) Does seeing ice really feel cold? Visual-Thermal Interaction under an Illusory Body-Ownership, *PLoS One*, 7(11), e47293.
- [8] 金谷翔子・横澤一彦. (2015) 手の所有感覚とラバーハンド錯覚, バイオメカニズム学会誌, 39(2), 69-74.
- [9] Kay, A. C., Wheeler, S. C., Bargh, J. A., & Ross, L. (2004). Material priming: The influence of mundane physical objects on situational construal and competitive behavioral choice. *Organizational Behavior and Hu*man Decision Processes, 95, 83-95.
- [10] 鈴木宏昭. (2016) プロジェクション科学の展望, 日本 認知科学会第33回大会発表論文集, 20-25.
- [14] 渡邊恵太, 安村通晃. (2003). RUI: Realizable User Interface カーソルを用いた情報リアライゼーション. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文集, 541-544.
- [15] Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing Physical Warmth Promotes Interpersonal Warmth. Science, 322 (5901), 606-607 DOI: 10.1126/science.1162548

芸術鑑賞時において鑑賞者の作品世界と作者世界の形成が 果たす役割の実証的検討

The Role of Viewers' Formation of Artwork-world and Artist-world during Art-appreciation

松本 一樹[†],岡田 猛[†] Kazuki Matsumoto, Takeshi Okada

†東京大学大学院教育学研究科

Graduate School of Education, The University of Tokyo k-matsumoto@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

概要

近年の芸術鑑賞の心理学研究では、鑑賞者の作品創作プロセスの認識が作品の美的な印象に対して大きく関わっていることが示されてきた。本研究はこれに沿い、作者の方に意識を向けながら作品を見ることと、作品自体の表象する意味世界(作品世界)の形成の仕方(特にその想像の広がりの程度)やその他の美的印象等との関係性を検討した。写真を素材とした実験を行った結果(N=43)、作者に意識を向けることで作品世界に関する想像が促進され、かつその想像の促進度と作品に対する好みや感嘆といった美的印象などが関連していることが示された。

キーワード:鑑賞, 想像, 美的印象, 作品世界, 作者世界

1. 問題と目的

芸術の持つ性質についての問題は、心理学において、芸術のもたらす快い感情(美的印象)という効果とそれに対する要因との関係性の分析という図式に置き直された上で検討されてきた。近年はこれらの要因間の関係性を整理して包括的な鑑賞のモデルを提唱する研究が盛んである[1]. この代表として、 Leder ら[2]は情報処理段階モデルを提唱している。このモデルでは、芸術作品の鑑賞の過程を、知覚的分析、潜在的記憶統合、顕在的分類、認知的習得、評価という 5 段階から構成され、段階が進むにしたがって高次の認知過程が関わるものとみなしている。

松本ら[4][5]は、鑑賞過程の高次認知処理の中で、作品創作プロセスの認識(作品に反映されているその作品が創作されるプロセスにおいて関わった創作者の行為や思考などを鑑賞者がどう認識するかという部分)に特に焦点を当てて実験を実施した。この結果として、鑑賞者の作品に対する美的印象には、鑑賞対象の作品の創作プロセスの認識の仕方が大きく関与していることが示された。さらに、鑑賞者自らが創作経験を得る

ことで創作プロセスの認識を通じて美的印象がポジティブに変化するということが結論づけられている.

本研究は上記の研究の流れを踏まえ、さらに鑑賞の モデルを拡張することを目指すものである. 松本ら [4][5]では、創作プロセスの認識という要素に焦点を当 てる目的で、実験の素材として創作折り紙が選択され ていた. 創作折り紙の鑑賞においては一般に創作プロ セスの認識の重要性が高くなる一方で、作品が表象し ている意味世界やそこから広がる想像などについては 重視されないという傾向がある.しかしながら、絵画、 映画、文学、演劇、歌曲など非常に多くの芸術領域で は、作品が表象する世界いついていかに認知的に処理 するかが重要な役割を持っていることは自明である. 本研究は、この「作品内にシンボルとして描写されて いると鑑賞者が認識するか、その延長として記憶など と統合しながら想像する形で形成される意味の集合」 を「作品世界」として定義する. そして, 作品世界の 形成が重要な意味を持つと想定される芸術領域(今回 は写真作品を採択した)における鑑賞過程において, 既に扱われた創作プロセスの認識(本研究では「作者 世界」の形成として以下のように定義し直す:「作者の 心的/物理的状況や創作プロセスについて鑑賞者が主 に想像によって思い描く, 現実世界の部分集合」) がど のような役割を持つかについて実験を通じて検討した.

本研究では、作品鑑賞時に得られる(特に作品世界に関する)想像の広がりの程度に特に着目した.鑑賞時に対象からいかに想像を広げるかということは近年対話型鑑賞などの美術教育の領域でも注目されている要素である(例えば國清[6]など)一方で、そのことが何によって達成され、作品に対する美的印象などの鑑賞における他の要素とどのような関係にあるのかといったことについては実証されている部分が少ない。そこで本研究では想像を促す要因の候補として、作者に

対する意識(作品世界の形成への思考の方向付け)を 持たせることを想定した.これは、作品世界について 方向付けを与えられないまま想像を広げる場合、鑑賞 者自身の自由な想像に任される部分が大きすぎるため に逆に想像が促進されにくい一方で、「作者にとってこ の描かれている世界がどのように見えていたか」とい う思考がここに加わることで作品世界について想像す る方向性が定まり結果として想像される内容も豊かに なるという過程があり得ると考えられるためである.

2. 方法

参加者

クラウドソーシングの web サービスである「ランサーズ」上で実験参加者を募集し、43 人の成人を対象に web 上で実験を実施した.

手続き

実験参加者は事前に作者意識条件・統制条件(後述)のいずれかにランダムに割り当てられ、実験の概要に同意をした上で、質問紙調査、写真鑑賞課題、印象評定の順序で手続きを進めた。最後に参加者には普段の芸術活動について自由記述での回答を求め、その記述内容から職業として芸術的な表現・創作に携わっていた経験を持っていると判断される参加者3名(作者意識条件2名,統制条件1名)を以降の分析から除外した。全体の所要時間は1時間程度となった。

質問紙調査では鑑賞に関係することが予想される個人特性として各参加者の曖昧さへの態度(曖昧な刺激の処理において生じる、認知的、情緒的反応パターンであり、「曖昧さの享受」「曖昧さへの不安」「曖昧さの受容」「曖昧さの統制」「曖昧さの排除」の5因子によって構成される)が西村[7]の開発した曖昧さへの態度尺度によって測定された。各下位尺度の平均得点(標準偏差)は、それぞれ4.17(0.62)、3.21(0.69)、2.86(0.62)、3.50(0.54)、2.68(0.69)となった(西村[7]と同様に6件法での回答を求め、"まったくあてはまらない"を1点、"非常にあてはまる"を6点として算出している)。

次に写真鑑賞課題として、参加者は9枚の写真(web 上で写真家がクリエイティブ・コモンズライセンスを 表示した上で発表しているもののみを使用した)を固 定の順序で1枚ずつ見た.実験は参加者が各自 PsyToolkitのサーバーにアクセスする形で実施され、各 写真は参加者の使用するコンピュータのブラウザ上に 解像度 800×600 ピクセル以内で表示された. 1 枚の写真の表示時間は 200 秒で、その間に参加者は同じコンピュータ上でテキストエディタを開き、写真を見て思いついたことや想像したことを自由に記述した.

全ての写真を見終わった後、最後に写真に対する参加者の印象を評定尺度を用いて測定した。項目には写真から得られた想像の量(想像促進度)の他、好み、没頭(集中)の程度、感嘆の程度とその他4項目(今回の分析では用いない)を使用した。

実験条件の設定

独立変数として、写真を見る際に作者意識条件の参加者は、3 枚ごとに「この3 枚の写真は同じ撮影者によって撮影されたものである」という教示を与えられた.一方、統制条件の参加者は同じ写真の組み合わせに「この3 枚の写真は同じ地域で撮影されたものである」という教示を与えられた.これらはいずれも提示された9 枚の写真に関する事実の情報であり、条件によって得られる情報の種類が異なるという操作を行ったことになる.

3. 結果と考察

個人特性と想像促進度の相関

本研究で特に着目している想像促進度と個人特性 (曖昧さへの態度) との相関を下位尺度別かつ実験条 件別に算出し、多重比較の補正 (Bonferroni 法) をした 上で計算したところ、実験条件における想像促進度と 曖昧さの享受の相関のみが有意になった (r = .64, p)<.05). 統制条件では両指標の相関は有意にならなかっ た (r = -.07, p = .76). この結果から、曖昧さへの態度 のうち特に「曖昧さの享受」(「"いろんな可能性がある と, すべてを試してみたくなる"などの項目からなり, 曖昧さを魅力的なものと評価し、関与していくことに 楽しみを見出す傾向」とされる;西村[7])が今回の鑑 賞過程である程度の役割を果たしているものと推測さ れたため, 以降の分析では個人特性の内で曖昧さの享 受特性のみを説明変数として追加した. なお, 曖昧さ の享受項目について統制条件の参加者 1 名に極端な回 答傾向(全体の平均 - 標準偏差×3未満の値)がみら れたため、この参加者の回答を外れ値として以降の分 析から除外した.

写真に対する印象の条件間差

写真に対する印象を測定する各項目の平均値・標準 偏差は表1のような結果となった.

想像促進度(標準化済み)を従属変数,実験条件および曖昧さの享受特性(標準化済み)を独立変数として重回帰分析(共分散分析)を行ったところ,それぞれ偏回帰係数は有意な値となった(ダミー変数として統制条件を0,作者意識条件を1と設定したときの実験条件:b=.71,t(36)=2.68,p<.05;曖昧さの享受特性:b*=.48,t(36)=3.51,p<.01). なお,独立変数に交互作用項を含めても,交互作用項は有意にならず,AICによるモデル比較では交互作用項を含めないモデルが選択された. この結果より,写真作品を鑑賞する際に想像が豊かに促進されることを規定する要因として,曖昧さの享受特性が高い傾向にあることと,作者を意識しながら鑑賞することの2つが存在すると考えられる.

想像促進度以外の項目についても同様の分析を行ったところ、いずれも各独立変数について有意な相関は得られなかった。このことから、今回のような文面で教示を与えて間接的に作品の作者に意識を向けさせるような教示では美的印象や写真鑑賞への没頭を向上させる介入としては十分ではないということが示唆された。

表1 写真に対する印象の各項目の平均(標準偏差)

	作者意識条件	統制条件
想像促進度	3.85	3.30
	(0.85)	(0.75)
好み	3.26	3.01
	(0.71)	(0.55)
没頭(集中)	4.85	4.75
	(1.05)	(0.93)
感嘆	2.69	2.48
	(0.82)	(0.68)

想像促進度と美的印象との関係性

美的印象として好み・没頭・感嘆をそれぞれ従属変数とし、想像と実験条件を独立変数とした重回帰分析を行ったところ、それぞれについて想像の偏回帰係数が正の値で有意になった(all ps < .05, Bonferroni 法による補正済み).このことから、写真から様々な想像が引き出されることと写真に対してポジティブな美的印象を持つことおよび写真鑑賞への没頭状態になることは関連性を持っていると推測される.ただし、すでに述

べたように想像促進度以外の各指標については条件間の有意な差が生じていないことや、想像促進度とその他の指標のいずれが時間的に先行しているかが不明であることなどを踏まえると、想像が引き出されることが具体的にどのような認知的なメカニズムによってその他の印象と関わっているかについては、本研究から結論づけるのは難しいと言える.

その他の考察・本研究の今後の展開

各参加者の自由記述を分析したところ,分析に用いられた 39 名の参加者のうち明確に写真の撮影者に関する事項に言及しているのは 5 名のみとなった(作者意識条件 4 名,統制条件 1 名,人数の比率に条件間で有意差なし).このことから,今回の教示は意識に上るレベルでの思考内容について(特に作者への意識に関して)根本的な差を与えるほどの効果を持つものでなかったことが示唆される.その一方で,条件間で想像促進度に差があったことも確認されているため,これらを併せて考えると,ある程度作者の方に意識が向けられた状態で写真作品を見た場合,対象の作品世界の側の想像が促進されるという可能性が考えられる.

本研究の今後の展開としては、より強い効果を持つような教示もしくはその他の介入方法を検討していくことが考えられる。また、今回は作者世界の側に思考を方向付ける介入に焦点を当てたが、作品世界の側に思考を方向付ける介入とその効果についても検討の余地がある。これらの点について検討を重ねていくことで、鑑賞過程において作品世界と作者世界の形成という重要性を持つ両要素がどのようなメカニズムの中で機能しているかということを解明し、鑑賞の心理学研究への大きな理論的貢献が得られるものと期待される。

文献

- [1] Pelowski,M.,Markey,P.S.,Lauring,J.O.,&Leder,H. (2016). "Visualizing the impact of art: an update and comparison of current psychological models of art experience", Frontiers in Human Neuroscience, Vol. 10, p.160.
- [2] Leder,H.,Belke,B.,Oeberst,A.,&Augustin,D., (2004). "A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments", British Journal of Psychology, Vol. 95, No. 4, pp. 489-508.
- [3] Bullot, N.J., & Reber, R., (2013). "Theartfulmind meets art history: Toward a psycho-historical framework for the science of art appreciation", Behavioral and Brain Sciences, Vol. 36, No. 2, pp. 123-137.
- [4] 松本一樹,ルトコフスキトマシュ,岡田猛(2017)"創作 経験は鑑賞過程をどのように変容させるか ―心理・生 理指標の複合的アプローチによる検計―",日本認知科学会第 34 回大会論文集,pp.809-813.

- [5] 松本一樹,岡田猛(2018)"プロトコル分析を用いた芸術鑑賞の認知過程の検討 —作品創作プロセスに対する鑑賞者の認識に焦点を当てて—", 日本認知科学会第 35 回大会論文集, pp. 972-977.
- [6] 國清あやか(2016) "図画工作科における創造的想像力を育む学習指導に関する実践研究 ―絵画作品の鑑賞を基盤とした小学校低学年の題材開発を通して―",美術教育学研究,48,pp.153-160.
- [7] 西村佐彩子(2007) "曖昧さへの態度の多次元構造の検討 一曖昧性耐性との比較を通して",パーソナリティ研究, 15,pp. 183-194.

概念融合による創造的特徴の連想メカニズム: 意味的距離と連想順序に関する検討 Association mechanism of creative features in conceptual blending

和田 周 ^{1†}, 楠見 孝 ², 地村 弘二 ³, 寺井 あすか ^{1‡} Shu Wada, Takashi Kusumi, Koji Jimura, Asuka Terai ¹ 公立はこだて未来大学, ² 京都大学, ³ 慶應義塾大学 Future University Hakodate, Kyoto University, Keio University [†]b1014255@fun.ac.jp, [‡]aterai@fun.ac.jp

概要

本研究は創造的特徴が生成される連想過程について、心理実験・言語データ解析に基づき検討した。創造的特徴を含む連想の特性を明らかにするため、2つの単語対が表す特徴を自由に回答してもらう特徴生成課題を用いた心理実験結果に対し、回答された特徴間の"意味的距離"を言語データに基づき推定し、その距離を重みとして持つ連想ネットワークを作成することで、創造的特徴が生成される際の連想ネットワークの特性について検討した。その結果、創造的特徴は多数の特徴からなる広範な連想過程(ネットワーク)において一定程度の連想が進んだ段階で生成されることが示された。

キーワード:連想 (Association) 創造的思考 (Creative Thinking) 概念融合 (Conceptual Blending)

1. はじめに

本研究の目的は、新たな概念の創発が起きる思考の メカニズムの解明である。新たな概念の創発は既存の 概念と概念の融合が本質的なプロセスであると示唆さ れている [1]。例えば、ガラスの破片"削る"とチョコ レート"ポキポキ折れる"の融合により折刃カッターが 創造されたといった事例が挙げられる。このような、 概念の融合による創造について、田浦ら [2] は 2 つの 基底となる概念を元にデザイナーが新たな成果物を デザインする思考過程を意味ネットワークを用いて構 成的シミュレーションにより検討している。また、須 藤ら[3] はコンセプト創出における概念融合をネット ワークのエッジ予測問題として定式化し、コンセプト 創出に共通する法則性を示した。しかし、これらの研 究は基点となる概念同士や基底概念と創造された概 念間の連想過程をシミュレーションにより推測してお り、創造的思考における連想過程そのものは実験的に

明らかにされていない。そこで本研究では2つの概念「A」「B」の組み合わせが表す特徴を口頭で自由に回答してもらう特徴生成課題を用いた心理実験を実施し、回答された特徴間の"意味的距離"を言語データに基づき推定し、その距離を重みとして持つ創造的特徴を含むまたは含まない連想過程を表現する連想ネットワークを作成・比較する事で、概念融合において創造的な特徴が出現する際の連想過程が持つ特性を明らかにする。

2. 方法

2.1 特徴生成課題を用いた心理実験

実験参加者は大学生・大学院生・社会人の計 22 名。 刺激は比喩表現における創造的解釈生成に関わる先 行研究 [4] で用いられた「A は B だ」における単語対 (A、B) を基底単語として用いた。これらの基底単語 対は,新奇単語対 (例:知識一廊下),慣習的比喩文「A は B だ」における喩えられる語 (A)・喩える語 (B) か らなる比喩的単語対 (例:知識一食物),字義通り文「A はBだ」における単語 A·B からなる字義通り単語対 (例:知識一情報) の各 15 対からなっている。3 種類の 単語対に共通の単語 A を共通単語、3 種類の単語対に おいて異なる単語 B を固有単語とする。実験は特徴 生成課題と事後課題からなっている。特徴生成課題で は,各基底単語対をスクリーンの左右に提示し,実験 参加者に2つの単語の組み合わせが表す特徴を自由に 口頭で回答してもらった。実験参加者は思いつく特徴 を全て回答した時点でキーを押し、単語対の提示を終 了させ、次のトライアルへと進むことができた。特徴 生成課題は9セッションからなっており、各セッショ ンではランダムに5単語対が提示された。また、特徴 生成課題での発話は全て録音した。特徴生成課題の直 後に,事後課題を実施した。事後課題では,参加者自

身が回答した特徴に関し、提示された2つの基底単語のどちらにも由来しない特徴であると思うか否かを7件法(1.全くそう思わない(由来する特徴である)~7.非常にそう思う(由来しない特徴である)で評定を求めた。この評定が5(多少そう思う)以上の特徴を創造的特徴,4(どちらでもない)以下の特徴を非創造的特徴と分類し、一つの単語対に対する回答に創造的特徴を含むものを創造的連想、含まないものを非創造的連想とした。

2.2 連想ネットワークの推定

2.2.1 意味的距離

基底単語・特徴間の距離は毎日新聞 1 年分(2014年)に基づき word2vec により推定された各単語・特徴を表す意味ベクトルによる cos 類似度を 1 から減算し、[0,2] の値に変換した値を用いた。

$$d_{ij} = 1 - \frac{x_i \cdot x_j}{|x_i||x_j|} \tag{1}$$

 x_i は単語・特徴 i を表す意味ベクトル、 d_{ij} を 2 つの単語・特徴 i、j の距離を表す。この距離の妥当性を図るために刺激として提示した基底単語間の距離を解析した結果、新奇単語対、比喩単語対、字義通単語対の順に有意に距離が長く (ps < .05)、word2vec を用いた意味的距離の推定は妥当だと言える。このようにして推定された意味的距離を指標として用いる事で、連想の広がりや創造的・非創造的特徴の性質を定量的に解析できると考えられる。

2.2.2 連想ネットワーク

一般的に我々の知能は様々な概念が互いに関係を持った複雑なネットワーク構造であると考えられている。そこで、特徴間の連想は一方向ではなく双方向に関連していると仮定し、無向グラフとして各連想のネットワーク構造(連想ネットワーク)を Python 及び NetworkX を用いて推定した。各基底単語・回答された特徴をノードとし、単語・特徴間の意味的距離をそれらを表すノード間のエッジの重みとして付与した。また、意味的に遠いノード間にはエッジは存在しないと仮定し、意味的に関連が少ないと考えられる新奇単語対間の平均距離 0.75 を閾値とし、それ以上の重みを持つエッジを削除した。

3. 創造的・非創造的連想の比較

3.1 特徴数と意味的距離

創造的連想がもつ特性を明らかにするため、各連想に含まれる特徴数と連想の意味的な広さを反映する各単語と特徴または特徴間の最大距離,また回答された創造的・非創造的特徴と各基底単語との距離に関し、混合効果モデル(固定効果:単語対の種類(新奇・比喩的・字義通り),連想の種類(創造・非創造)、ランダム効果:実験参加者,共通単語の種類)を用いて分析を行った。

特 徴 数 に つ い て 単 語 対 の 種 類 の 主 効 果 (F(2,826.24)=83.83, p<.001; 字義通単語対 > 比喩単語対, p<.001; 比喩単語対 > 新奇単語対, p<.001)、連想の種類の主効果 (F(1,844.37)=28.74, p<.001; 創造 > 非創造) が得られた。

最大距離について、連想の種類の主効果 (F(2,4631.5)=3.90,p<.05; 字義通単語対 > 新奇単語対,p<.05; 比喩単語対 > 新奇単語対,p<.05)、連想の種類の主効果 (F(1,4648.8)=13.01,p<.001; 創造 > 非創造) が得られた。

基底語と特徴の距離について単語対の種類の主効果 (F(2,2838.8)=5.83,p<.01; 比喩単語対 > 字義通単語対,p<.01; 比喩単語対 > 新奇単語対,p<.05)、連想の種類の主効果 (F(1,2831.5)=6.78,p<.01; 創造 > 非創造) が得られた。

3.2 ネットワーク構造

創造的・非創造的連想のネットワーク構造の比較として創造的・非創造的連想ネットワークのクラスター性・ノード間の最大経路である直径の比較を行うとともに、創造的連想における創造的・非創造的特徴の次数中心性について比較した。クラスター性は対象となるネットワークのノード間がどの程度密接に繋がり合ってるか、すなわち連想において各特徴間の関連性の程度(ネットワークの複雑さ)を表す指標である。また、次数中心性はネットワーク内における各ノードが他のノードと繋がっているエッジの数を表しており、連想において対象となる特徴が他の特徴と関連している程度を表す指標である。これらの指標に対し、線形混合モデルを用いた分析を行った。

クラスター性について、単語対の種類の主効果 (F(2,828.42)=25.61,p<.001; 字義通単語対 > 比喩 単語対,p<.001; 比喩単語対 > 新奇単語対,p<.05)

が得られた。しかし、連想の種類には主効果が得られなかった (図 1 (a))。

直 径 に つ い て、単 語 対 の 種 類 の 主 効 果 (F(2,831.90) = 18.36, p < .001; 字義通単語対 > 比喩 単語対, p < .01; 比喩単語対 > 新奇単語対, p < .01)、連想の種類の主効果 (F(1,803.95) = 9.91, p < .01; 創 造 > 非創造) が得られた。

次数中心性について、単語対の種類の主効果 (F(2,1457.4)=2.75, p<0.1; 字義通単語対 > 比喩単語対, p<.05; 字義通単語対 > 新奇単語対, p<.05)、連想の種類の主効果 (F(1,1450.6)=7.68, p<.01; 非創造 > 創造) が得られた。

3.3 創造的・非創造的連想の比較に関する 考察

創造的連想において生成される特徴数が有意に多く、かつ最大距離が有意に長いことから創造的連想は 非創造的連想に比べ有意に広範な連想であることが 示された。また、創造的特徴において基底単語から有 意に遠いことに加え、基底となる単語比喩的単語対に おいて字義通単語対よりも有意に長いことから、特に 基底単語対が比喩的関係である時、基底単語対から意 味的に離れた創造的特徴が生成されることが示唆さ れた。

さらに、推定された創造的・非創造的連想ネットワークに関する分析の結果、創造的連想において直径が有意に長いことから、意味的な距離の結果と同様に、最大距離に関する分析結果と同様、創造的連想は非創造的連想に比べ有意に広範な連想であることが示された。しかし、クラスター性については創造的・非創造的連想において有意な差が得られず、ネットワークの複雑さについて有意な差はみられなかった。さらに、創造的連想における創造的特徴は非創造的特徴と比較し次数中心性が有意に少ないことから、創造的特徴は他の特徴との関連が少ないことが示された。

4. 創造的特徴生成に関わる連想過程

創造的連想において、創造的特徴がどのようなタイミングで生成されるかを明らかにすべく、創造的・非創造的特徴の生成順序の比較を行った。さらに、創造的特徴が生成される直前の連想ネットワークと非創造的連想において創造的特徴平均生成順序直前の連想ネットワークを比較し、創造的特徴が生成される連想ネットワークが持つ特性を検討する。

4.1 創造的特徴の連想過程

創造的連想における創造的特徴と非創造的特徴の生成順序に関し、混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、単語対の種類の主効果 (F(2,3070.6)=50.10,p<.001; 字義通単語対 > 比喩単語対,p<.001; 比喩単語対 > 新奇単語対,p<.001)、連想の種類の主効果 (F(1,3097.6)=11.53,p<.001; 創造 > 非創造)が得られた。

さらに、生成順序を各連想で生成された全特徴数で割ることで相対順序を求めた。相対順序を 0.2 以下と 0.2 から 1 まで 0.1 刻みで 9 つに分類したところ、相対順序が 0.9 以上の創造的特徴が 34.5%、非創造的特徴は 18.6%であった。さらに、相対順序の 9 分類についてカイ 2 乗検定を行った結果、創造的特徴が有意に後半で生成されることが示された $(\chi^2(8)=52.51,p<.001)$ 。

4.2 創造的特徴が生成される直前のネット ワーク

創造的な特徴が生成される直前の連想ネットワークの特性を明らかにすべく、創造的特徴が生成される直前の連想ネットワークと非創造的連想において創造的特徴平均生成順序直前の連想ネットワークのクラスター性(複雑さ)を比較した。創造的連想における最初の創造的特徴が生成される直前までに生成された特徴を対象として作成したネットワークを創造的特徴が生成される直前の連想ネットワークとした。さらに比較として、最初の創造的特徴の平均順序である3を閾値とし、非創造的連想において2つ目までに生成された特徴を対象として連想ネットワークを作成した。

これらのネットワークのクラスター性に関し線形混合効果モデルを用いた分析を行った結果、単語対の種類の主効果 (F(2,546.33)=14.69, p<.001; 字義通単語対 > 比喩単語対,p<.001; 比喩単語対 > 新奇単語対,p<.05)、連想の種類の主効果 (F(1,533.86)=4.95,p<.05; 非創造 > 創造) が得られた (図 1 (b))。

4.3 創造的特徴の連想過程に関する考察

出現順序に関する結果から、創造的特徴は非創造的 特徴と比較して連想過程の後半に有意に生成されや すく、一定の連想が進んだ段階で生成される事が示唆 された。また、創造的特徴が生成される直前のネット ワークは同程度まで連想が進んだ非創造的連想におけ

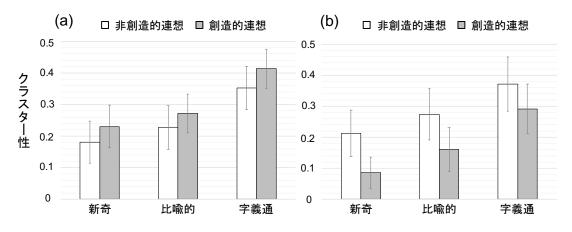


図 1 (a) 連想ネットワークのクラスター性 (b) 創造的特徴が生成される直前の連想ネットワークのクラスター性

るネットワークと比較し、クラスター性が有意に低い ことから、最初に創造的特徴が生成される直前の連想 ネットワークにおいて各特徴間の関連性が少ないこと が示された。

5. まとめ

本研究では特徴生成課題を用いた心理実験の解析から創造的特徴が生成される連想過程について検討した。その結果、創造的特徴は、多数の特徴からなる広範な連想過程において一定程度の連想が進んだ段階で生成されることが示された。概念融合に関する田浦らの先行研究[2]では、創造的なネットワークはノード数が多いという結果と一致している。さらに、本研究では連想過程についての検討を行うことで、創造的特徴が生成される特徴の直前の連想ネットワークのクラスター性が低く、ネットワーク内の特徴間の関連性が低い状態において創造的特徴が生成されることが示された。

文献

- Ronald A. Finke, Steven M. Smith and Thomas B. Ward, (1996) Creative Cognition: Theory, Research, and Applications. MIT Press.
- [2] 田浦 俊春, 山本 英子,Nor Fasiha Mohd Yusof, 伍賀 正 典, 永井 由佳里, 中島 秀之, (2011) "デザインにおける 創造的思考の構成的研究の試み 一概念生成プロセスの 構成的シミュレーション一"認知科学, Vol. 18(2), No. 2011, pp. 329-341.
- [3] 須藤 明人, 藤原 直哉, 徳田 慶太, 本田 秀仁, 植田 一博, (2017) 意味ネットワークの経時変化で表現された計算論的なコンセプト創出モデルとその実装, 認知科学, Vol. 24, No. 1, pp. 33-51.
- [4] 寺井あすか, 楠見 孝, 地村 弘二, (2017) 概念融合による 創発: 視覚的注意の時間動態, 日本認知科学会第 34 回 大会.

圏論に基づく分散表現の加減算の定式化に向けて Toward Formulating Addition and Subtraction of Word Embeddings Based on Category Theory

宮崎 祐1, 小林 隼人 1,2, 菅原 晃平1, 山崎 朋哉1, 野口 正樹1

Tasuku Miyazaki, Hayato Kobayashi, Kohei Sugawara, Tomoya Yamazaki, Masaki Noguchi

¹ ヤフー株式会社, ² 理研 AIP

Yahoo Japan Corporation, RIKEN AIP

{tamiyaza, hakobaya, ksugawar, tomoyama, manoguch}@yahoo-corp.jp

概要

自然言語処理の分野では、 大量の文書データを用 いて単語の分散表現(実数ベクトル表現)を学習する ニューラルネットワークのツール word2vec が様々な 応用に活用されている. word2vec により学習された 分散表現上では,単語の意味的な変換をベクトル演算 として計算できることが知られており、その中でも単 語のアナロジー (類推)変換を実現する計算はアナロ ジー操作と呼ばれている.本論文では、このアナロ ジー操作を可能にするベクトル空間が word2vec の学 習処理の背後でどのように構築されていくのかについ て、圏論を用いた定式化を試みる. 具体的には、定式 化の一つの試みとして,層の概念を用いてベクトル空 間と内積関数空間との対応付けの方法を示し、この層 に基づくホモトピー, 導来圏, 三角圏の安定化条件の 導入により分散表現空間上の代数構造を捉える方法に ついて議論する.

キーワード:自然言語処理,分散表現,認知科学,圏論

1. はじめに

近年、様々な分野において圏論の積極的な活用が行われてきている [1, 2]. 自然言語処理の分野においても、その言語の仕組みを圏論により把握する試みが行われている. 文献 [3] においては 比喩理解の構造を圏論を活用して捉える試みが述べられており、文献 [4] においては、範疇文法の構造を圏論で捉える試みが述べられている. 一方で、自然言語処理の分野では、大量の文書データを用いて単語の分散表現(実数ベクトル表現)を学習するニューラルネットワークのツール word2vec [5] が様々な応用に活用されている. このword2vec により学習された分散表現を用いると、単語の意味的な変換をベクトル演算として計算することができる. 例えば、Vec(w) を単語 w の分散表現ベクトルとすると、Vec("king") – Vec("man") + Vec("woman") により計算されたベクトルは、単語 "king" の概念

を男性から女性に変更した単語 "queen" の分散表現 Vec("queen") に近くなる性質を持っている.このような計算は、「単語 "man" に単語 "king" が対応するとき、単語 "woman" にはどの単語が対応するか」というアナロジー (類推・類比)の質問に答える事ができるため、アナロジー操作と呼ばれている.本論文では、このようなアナロジー操作を実現するベクトル空間が、学習時の処理によってどのように構築されていくのかを、圏論を活用することにより解明することを目標とする.具体的には、認知的視点における言語の意味の類似性が反映されたベクトル空間が、どのように構成されていくのかについて圏や層に基づいた定式化を試みる.

本論文の構成は以下の通りである.まず,2.章でword2vecの処理の概要を説明し,3.章で全体の定式化の方針を示す.4.章で,層の概念を用いてベクトル空間を内積関数空間へと対応付ける方法を示す.次に,5.章で,この層に基づくホモロジー,導来圏,三角圏の安定化条件の導入について議論する.最後に6.章で,まとめと今後の課題を述べる.

2. word2vec の処理概要

本論文では、word2vec で実装されているモデルの一つである skip-gram [5] に焦点を当てて定式化を検討する。skip-gram は、「単語の意味の類似性と、単語が出現する文脈の類似性には相関がある」という分布仮説に基づいており、学習データ中の各単語を実数ベクトル表現に対応付け、その実数ベクトル表現から文脈単語(例えば前後に出現する c 単語)を予測するようなモデルとなっている。具体的には、学習データを w_1,\ldots,w_N としたとき、下記の対数尤度 L を最大化することで分散表現の学習が実現される。

$$L = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j:|j| \le c, j \ne 0} \log p(w_{i+j}|w_i).$$
 (1)

文脈単語の条件付き確率を表す関数 $p(\cdot)$ は、下記のように対数双線形モデルとして定義される.

$$p(w_O|w_I) = \frac{\exp(\tilde{\boldsymbol{v}}_{w_O} \cdot \boldsymbol{v}_{w_I})}{\sum_{w \in W} \exp(\tilde{\boldsymbol{v}}_w \cdot \boldsymbol{v}_{w_I})}.$$
 (2)

ここで, v_{w_I} は入力単語 w_I の分散表現を表す入力ベクトル, \tilde{v}_{w_O} は単語 w_O を予測するための出力ベクトルである.

モデルの学習は、確率的勾配法 (SGD) などを用いて上述の対数尤度 L を最大化するようにパラメータ v_{w_I} , \tilde{v}_{w_O} を逐次更新することで実現される. 1 ステップに焦点を当てると、学習データ中の各単語(とその 文脈単語)について、対数尤度 L の偏微分に基づく誤差修正値により対応するベクトルの更新が行われることになる.

3. 定式化の方針

本論文における定式化のアイデアは、ベクトルの加減算によるアナロジー操作を、ベクトル空間上ではなく、対応する内積に基づく共起確率関数の空間上で捉えることにある。2.章で説明した通り、skip-gramの学習過程では学習データ中の各単語とその文脈単語の内積による共起確率に基づき入出力ベクトルの更新が行われている。したがって、学習後の分散表現には内積に基づく共起確率情報が埋め込まれているはずであり、対応する共起確率空間上における代数構造が捉えられれば、アナロジー操作の意味付けに繋がると考えられる。

以降の章では、大きく分けて以下の二つのステップ で定式化の検討を行う.

- 1. 層との対応付け: ベクトル空間を内積に基づく 共起確率関数の空間に対応付けるために層の概念 を利用する. 具体的には, 実際に skip-gram で学 習されるベクトル空間から内積関数空間への対応 付け(関手)を定義し, その対応付けが層となる ことを証明する.
- 2. 代数構造の抽出: 層を対象とする圏を考えることで、分散表現空間上の代数構造を捉える方法について議論する. 具体的には、ホモロジー、導来圏、三角圏の安定化条件の概念について説明し、それらがどのように活用できるかについて示唆を与える. 詳細な対応付けについては今後の課題とする.

4. 層との対応付け

本章では、学習されるベクトル空間に対して共起確率を表す内積関数空間への層による対応付けについて述べる。層とは、位相空間上の連続的に変化する構造を捉えるための数学的概念であり、大域的な空間を局所的に取り出す概念を指す前層のうち、貼り合わせの性質の良いものをいう。以降では、まず前層との対応付けを述べ、次に層との対応付けについて述べる。

4.1 前層

前層とは、大域的な空間を局所的に取り出す概念であり、下記のように定義される。なお、定義中の位相空間 (X,O_X) と前層 (P,ρ) について、以降の議論で位相 O_X や写像 ρ の存在が明らかな場合には省略して位相 X、前層 P などと表記する。

定義 1 (前層). (X, O_X) を位相空間とする. 開集合 $U \in O_X$ に対して集合 P(U) が与えられ,2 つの開集 合 $U, V \in O_X$ について,包含関係 $U \subset V$ にあるとき,写像 $\rho_{UV}: P(V) \to P(U)$ が与えられているとする. 以下の条件が成り立つとき,組 (P, ρ) を X 上の前層 という.

- 1. 任意の $U, V, W \in O_X$ について, $U \subset V \subset W$ の とき, $\rho_{UV} \circ \rho_{VW} = \rho_{UW}$ である.ここで, \circ は 合成射を表す.
- 2. 任意の $U \in O_X$ について, $\rho_{UU} = \mathrm{id}_{P(U)}$ である. ここで,id は恒等射を表す.

上記定義における位相空間 X として,skip-gram の学習過程における入出力ベクトル空間をとる.基本的には,入力ベクトル空間を X_1 ,出力ベクトル空間を X_2 として,直積空間 $X_1 \times X_2$ を考えればよいが,議論の複雑化を避けるため層との対応付けについては片方を固定してもう一方の空間のみを考える.具体的には,学習の 1 ステップにおいて入力単語が固定されることを想定し,ある入力ベクトル $x_1 \in X_1$ について,出力ベクトル空間 X_2 が前層,及び層をなすことを示す.これにより,入力空間 X_1 上の任意の点について層が対応付けられるため,これらの層を対象とした圏を構成することが可能となる(5.章).入出力ベクトルが n 次元とすると,位相空間 X は下記のように書ける.

$$X = X_2 = \mathcal{R}^n \tag{3}$$

次に、対応付け(関手と呼ばれる)Pの構成について述べる。関手 P はベクトル空間を共起確率関数の空間に対応付ける役割を担う。2. 章で述べたように

skip-gram の学習過程では対数尤度を考えているため、式 (2) の確率は基本的に内積で表現することができる。ここで,入力ベクトルを固定すると正規化項が定数となることに注意する。したがって,以降は内積関数空間への対応付けのみを考える。具体的には,入力ベクトル $x_1 \in X_1$ が所与として関手 P を下記のように定義する。

$$P(U) = \{ f : U \to \mathcal{R} \mid \forall u \in U, f(u) = x_1 \cdot u \}$$
 (4)

次の定理は、ベクトル空間から内積関数空間への局 所的な対応付けを示す.

定理 1. 式 (4) で定義された関手 P は、式 (3) で定義された X 上の前層である.

Proof. (条件 1) 任意の $U, V, W \in O_X : U \subset V \subset W$ について、どんな $f \in P(W)$ についても、f が制限写像であることから、 $\rho_{UV}(\rho_{VW}(f)) = \rho_{UW}(f)$ である. (条件 2) 任意の $U \in O_X$ について、どんな $f \in P(U)$ についても、 $\rho_{UU}(f) = f = id_{P(U)}(f)$ である.

4.2 層

層とは、前層のうち貼り合わせの性質が良いものをいい、下記のように定義される.

定義 $\mathbf{2}$ (層). (X, O_X) を位相空間, P を X 上の前層 とする. P が層であるとは, 任意の $U \in O_X$ と任意の 開被覆 $U = \bigcup_{i \in I} V_i$ に対して, 次の 2 つの条件が成り 立つことを言う.

- 1. $f,g \in P(U)$ が「任意の $i \in I$ に対して $f|_{V_i} = g|_{V_i}$ 」を満たすならば f = g である.
- 2. $(f_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P(V_i)$ が、「任意の $i, j \in I$ に対して $f_i|_{V_i \cap V_j} = f_j|_{V_i \cap V_j}$ 」を満たすならば、 $f \in P(U)$ が存在して、任意の $i \in I$ に対して $f|_{V_i} = f_i$ となる.

ここで, $f|_V$ は関数 f の定義域を V に制限したもので, $U,V\in O_X:V\subset U$ が与えられたとき, $f\in P(U)$ について, $f|_V=p_{UV}(f)$ として定義される.

次の定理はベクトル空間から内積関数空間への局所的な対応付けが上手く張り合わせられることを示す. 定理 2. 式 (4) で定義された関手 P は,式 (3) で定義された X 上の層である.

Proof. 定理 1 より,P は X 上の前層である.(条件 1) 内積関数 $f,g \in P(U)$ が与えられたとき、任意の $u \in U$ について, $u \in V_i$ のとき, $f|_{V_i} = g|_{V_i}$ が成り立つので f(u) = g(u),かつ, $U = \bigcup_{i \in I} V_i$ なので f = g である.(条件 2) 仮定より,任意の開集合 V_i, V_i の交

わりで $f_i = f_j$ なので、下記のように関数 $f \in P(U)$ を定義できる.

$$f(u) = f_i(u) \quad \text{if} \quad u \in V_i. \tag{5}$$

定義から、任意の $u \in U$ 、 $i \in I$ に対して $f|_{V_i}(u) = f_i(u)$ である.

5. 代数構造の抽出

本章では、ベクトル空間から内積関数空間への対応付けを表す層を用いて、分散表現空間上の代数構造を捉える方法について議論する. 具体的には、ホモロジー、導来圏、三角圏の安定化条件の概念について説明し、それらがどのように活用できるかについて示唆を与える.

5.1 ホモロジー

ホモロジーは、空間を分類するために使われる位相 幾何学における基本的な概念の一つであり、位相空間 や群にアーベル群や加群の列を対応させる手続きとし て定義される。このホモロジーを用いることで、ベク トル空間上の各単語の変化系列がどのような関係を 持っているかを抽出することが可能となり、次節で述 べる導来圏の構成要素としても使われる。より具体的 には、局所的に見た関数空間の変化を把握することが でき、変化しないものを見つけ出すことにより、アナ ロジー操作の代数構造に繋がるものを見出す役割を果 たす[7]. 単体複体によるホモロジーを活用した分散表 現の手法としては、文献[6]に詳細に分析されている。 本研究では下記に定義されるホモロジーの利用を想定 している。

定義 3 (ホモロジー)。R を環とする。R 上の加群のなす圏 Mod_R はアーベル圏となる。R 加群の複体 $M^{ullet}=\{M^n,d^n\}_{n\in \mathbf{Z}}$ は,R 加群 M^n と準同型 $d^n_{M^{ullet}}:M^n\to M^{n+1}$ の組であって

$$d^n_{M^{\bullet}} \circ d^{n-1}_{M^{\bullet}} = 0 \tag{6}$$

を満たし、下記で表される.

$$H^{n}(M^{\bullet}) = \operatorname{Ker} d^{n}_{M^{\bullet}} / \operatorname{Im} d^{n-1}_{M^{\bullet}}. \tag{7}$$

ここで、Ker d、Im d は d の核と像を表す.

5.2 導来圏

前節で述べたホモロジーの特徴を維持しつつ, アナロジー操作の代数構造を満たすベクトル空間を構築し

たい.この代数構造(加群の圏)を作り上げるための 手法として,導来圏がある.導来圏は,次節で説明する三角圏の性質をもち,この三角圏に Bridgeland の 安定化条件 [8]を付与することで導来圏に座標系を定めることができる.すなわち,各単語がその属性として共起性関係を保持する抽象化されたベクトル空間としての代数構造を定めることができる.この代数構造では,分散表現の学習過程で学習データ中の単語の共起性パターンが集約されていき,相対的に同値構造を持つ空間が構成される.このような相対的な構造を持つ空間に,ホモトピー同値を導入し,単体複体の同値関係をまとめることで代数展開可能な空間にする.以下に,導来圏の定義を示す.

定義 4 (導来圏). 導来圏 D(R) の対象は、加群の複体のなす圏 $\mathrm{Com}(R)$ とする. $\mathrm{Com}(R)$ の写像 $f^{\bullet}:M^{\bullet}\to N^{\bullet}$ が与えられたとき

$$H^n(f^{\bullet}): H^n(M^{\bullet}) \to H^n(N^{\bullet})$$
 (8)

$$\operatorname{Hom}_{D(R)}(M^{\bullet}, N^{\bullet}) = (Qis)^{-1} \operatorname{Hom}_{K(R)}(M^{\bullet}, N^{\bullet})$$
(9)

ここで、 $\operatorname{Hom}_{D(R)}(M^{\bullet},N^{\bullet})$ は、D(R) 上における M^{\bullet} から N^{\bullet} への射を表わす。Qis は、式 (8) の $H^{n}(f^{\bullet})$ がすべての n に関して同型写像となるとき,その写像全体を表わす。K(R) は、加群の複体のなす圏 $\operatorname{Com}(R)$ をホモトピー同値による同値関係でまとめた圏を表わす。

5.3 三角圏の安定化

前節で述べた導来圏は、三角圏の性質を持つ、三角 圏の定義は、下記のようになる [9].

定義 $\mathbf{5}$ (三角圏). τ が三角圏であるとは, τ が加法圏で

- シフト関手と呼ばれる自己同値 $[1]: \tau \to \tau$ が存在する.
- τ に お け る 完 全 三 角 圏 の 六 つ 組 み (X,Y,Z,u,v,w) の族が与えられて, X,Y,Z は τ の対象で, $u:X\to Y$, $v:Y\to Z$, $w:Z\to X[1]$ は τ における射で, 下記の可換図 式が存在し, いくつかの公理を満たすものである.

au を三角圏とし K(au) をグロタンディーク群とする. (Z,P) が au 上の安定化条件とは以下の性質を満たすも

のである. $Z:K(\tau)\to \mathcal{G}$ は群準同型で,各実数 $\phi\in\mathcal{R}$ に対して $P(\phi)\subset \tau$ が与えられて,以下の公理を満たす.

- 1. $E \in P(\phi) \setminus \{0\}$ なら,正の実数 m(E) が存在して $Z(E) = m(E) \exp(i\pi\phi)$ と書ける.
- 2. 任意の $\phi \in \mathcal{R}$ に対して $P(\phi + 1) = P(\phi)[1]$ である.
- 3. $\phi_1 > \phi_2$ で $A_j \in P(\phi_j)$ (j = 1, 2) なら $\operatorname{Hom}_{\gamma}(A_1, A_2) = 0$.
- 4. 任意の対象 $E \in \tau \setminus \{0\}$ に対して有限 個の実数列 $\phi_1 > \phi_2 > \cdots > \phi_n$ と対象 $0 = E_0, E_1, \ldots, E_{n-1}, E_n = E$ と対象 $A_j \in P(\phi)$ $(j = 1, \ldots, n)$ と完全三角圏 $(E_{j-1}, E_j, A_j, u_{j-1}, u_j, w_j)$ $(j = 1, \ldots, n)$ が存在する.

ここで、使用しているグロタンディーク群は、この 導来圏の対象であるベクトル空間全体の変化をとらえ るための基底を入れるのに用いている。これは加減算 の構造を捉える役割を果たしており、最終的にアナロ ジー操作の定式化に繋がることが期待される。

6. おわりに

本論文では、分散表現上のアナロジー操作の代数構造の解明を目標に、層の概念を用いて学習時のベクトル空間を内積関数空間に対応付ける方法を示した。また、層を対象とする圏を考えることで分散表現空間上の代数構造を捉える方法として、ホモロジー、導来圏、三角圏の安定化の概念について説明し、それらの活用方法について議論した。今後は、本論文で示した方針に従い詳細な定式化を進める予定である。

猫文

- [1] 西郷甲矢人, (2018) "自然知能と圏論" 人工知能, Vol. 33, No. 5.
- [2] 圏論の歩き方委員会, (2015) "圏論の歩き方", 日本評論社.
- [3] 布山美慕, 西郷甲矢人, (2018) "比喩理解における意味 構造の対応付け: 不定化した自然変換の探索として", 32 回人工知能学会 2018.
- [4] 尾崎竜史, 一杉裕志, "範疇文法の構文解析についての圏論的な視点", 情報処理学会研究報告.
- [5] Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., and Dean, J., (2013) "Distributed Representations of-Words and Phrases and their Compositionality", In Advances in Neural Information Processing Systems.
- [6] Tadas Temčinas, (2018) "Local Homology of Word Embeddings", arxiv preprint arXiv:1810.10136.
- [7] Genki Kusano, Kenji Fukumizu, Yasuaki Hiraoka, (2016) "Persistence weighted Gaussian kernel for topological data", arxiv preprint arXiv:1601.01741.

- [8] Tom Bridgeland, (2007) "Stability conditions on triangulated categories", Annals of Mathematics, 166, 317–345.
- [9] 稲葉道明, 2013)"三角圏上における stability とモヂュライ", 数学 65 巻 2 号 2013 年4月.
- [10] Kawin Ethayarajh, David Duvenaud, Graeme Hirst, (2019) "Towards Understanding Linear Word Analogies", arxiv preprint arXiv:1810.04882, ACL 2019.

マインドワンダリング傾向と並行課題が創造的思考に与える影響 Effects of mind-wandering and concurrent task on creative thinking

田中 吉史・中野 裕太・後藤 優佳 Yoshifumi Tanaka, Yuta Nakano, Yuka Goto

金沢工業大学

Kanazawa Institute of Technology tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

本研究では創造的思考課題の一種である Unusual Use Test(UUT) に対して、実験参加者の MW 傾向と、UUT と同時に実行する副課題が与える影響について検討した。実験の結果、流暢性と独自性に対して、MW 傾向、副課題とも影響が見られなかった。柔軟性に関しては MW 傾向の高い参加者の方が高い傾向が見られたが、副課題の効果は見られなかった。

キーワード: 創造的思考 (creative thinking), Unusual Use Test, マインドワンダリング (mindewandering), 並行課題 (concurrent task)

1. 目的

一般に、創造的思考は問題空間を幅広く探索することが必要と考えられており、特定の情報に過度に集中してしまうことは創造的思考を抑制するとされている。こうした過度の集中を低減させることが、創造的思考を促進することにつながると考えられる。

マインドワンダリング(以下 MW)は、遂行中の課 題から注意がそらされ、自発的に課題とは無関係な内 容の思考を行う現象である [4]。近年、MW が創造的 思考に対して促進的な効果を持つことが指摘されてい る。例えば、山岡・湯川 [5] は、Unusual Use Test(以 下 UUT)を用いて MW が創造的思考に与える影響に ついて検討した。山岡・湯川 [5] の実験では、UUT を 2 回実施し、その間にあたため期を設けた。あたため期 には、認知的負荷の高い課題、低い課題、休憩のいず れかを実施し、その間の MW の生起頻度について実 験参加者に報告を求めた。この MW の生起頻度に基 づいて実験参加者を MW 高群・低群に分けて、UUT で生成されたアイデアへの影響について検討したとこ ろ、アイデアの柔軟性(生成されたアイデアのカテゴ リー数)と希少的独自性(生成されたアイデアがどの 程度稀なものか)については、MW 高群のほうが高 かった。

MW の効果については、課題遂行中の MW の生起頻度を報告させる方法のほか、MW の生起しやすさ (MW 傾向)を測定する尺度によって、実験参加者の個人特性としての MW 傾向に基づいて参加者を分類する方法もある。山岡・湯川の別の研究 [6] では、梶村・野村 [3] による尺度 (MWQ)を用いて、参加者のMW 傾向と、UUT のアイデアの評価(流暢性、柔軟性、独自性)との関係を検討している。この研究では、MW 傾向とアイデアの評価との間に相関は見られなかった。

一方、MWの他、課題に対する過度の集中を抑制する操作として、副課題の効果も検討されている。主課題として創造的思考課題を行いながら副課題を実施することで、注意が分散され、主課題への過度の集中が抑制されると考えられる。服部・織田 [2] は二重課題法を用いて、洞察型パズル(10 枚硬貨問題)の遂行成績に対する副課題(呈示される音楽の断片の異同判断)の効果を検討した。その結果、副課題あり条件では副課題なし条件よりも遂行成績が向上した。

ところで、創造的思考は拡散的思考と収束的思考に 大別して議論される。UUT は拡散的思考を測定する 課題として用いられてきた。一方、洞察型の課題は単 に可能な解を探索するだけではなく一つの適切な解を 得る必要があり、収束的思考を要する課題と言える。

服部・織田 [2] の報告しているような、洞察型の課題 (すなわち収束的思考課題) における副課題による促進的な効果が、UUT のような拡散的思考課題でも同様に観察されるかは重要な問題であろう。逆に、認知的負荷の高い課題は、その遂行中の MW 頻度を減少させることが、山岡・湯川 [5] によって報告されており、副課題の導入によって MW が抑制され、結果的に拡散的思考課題の成績を低下させる可能性もある。一方、MW は遂行中の課題からの注意の拡散でもあり、MW 傾向の高い参加者の場合には特に副課題からの影響が強くみられること、すなわち副課題の有無は

MW 傾向の強さと相互作用をする可能性も考えられる。山岡・湯川 [6] では、MWQ によって測定された MW 傾向とアイデアの評価の各指標との間には相関 は見られなかったが、MW に強い影響を与えると考えられる白昼夢傾向も同時に含めて MW 傾向をとらえることで、MW 傾向が拡散的思考に与える影響について、より明確な結果が得られる可能性もあるだろう。

これらのことを踏まえ、本研究では、個人特性としての MW 傾向と副課題の有無が、UUT の成績にどのように影響するかを検討する。また、梶村・野村 [3]の MWQ に加え、白昼夢傾向を測定する尺度である DDFS を実施し、両者を組み合わせて、MW 傾向を測定する。

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 24 名が実験に参加した。ただし、副課題の 正答率が著しく低かった 1 名の参加者を除外し、23 名 のデータを以下の分析で用いた。

2.2 要因計画

MW 傾向の高低(参加者間2水準)×課題の種類(副課題なし/副課題無、参加者内2水準)であった。

2.3 課題

主課題 山岡・湯川 [5] に倣い UUT を用いた。「レンガ」もしくは「紙コップ」の通常とは異なる使い方を、4 分間でできるだけたくさん(練習試行では「新聞紙」について 1 分間)、用紙に書き出してもらった。

副課題 服部・織田 [2] に倣い、音楽の同定課題を行った。RWC 研究用音楽データベースに収録された楽曲から8曲を選び、それぞれ5秒ずつ取り出し、10秒の無音区間をはさみながらスピーカーでランダムに再生した。参加者は、再生された楽曲が一つ前に再生されたものと同じだったかを判断し、違う楽曲であれば PC のスペースバーを押して反応した。

2.4 手続き

教示に続いて、副課題の練習試行、続いて副課題あり条件の練習試行をそれぞれ1分間行った。次に、本試行として、副課題あり条件と副課題なし条件で課題を実施した(実施順序とアイデア生成するモノはカウ

ンターバランスした)。副課題あり条件では、主課題と副課題を同時に実行し、筆記具を持っていないほうの手で PC のスペースバーを押して副課題に対する反応を行った。副課題なし条件では、副課題と同様の方法で音楽を呈示したが反応は求めなかった。両条件の実施後、参加者の MW 傾向を測定するために日本語版 DDFS と MWQ(梶村・野村, 2016) に回答してもらった。

3. 結果

3.1 実験参加者の分類

各実験参加者について、まず DDFS (12 項目、5 件法) と MWQ (5 項目、6 件法) それぞれの平均得点を求めた。これらの合成得点を求めるため、DDFS の得点は5 で、MWQ の得点は6 で除し、その得点を合計した。この得点の中央値に基づいて得点の高い群 (MW 傾向高群、平均得点1.46) 11 人と低い群 (MW 傾向低群、平均得点1.10) 12 人に分けた。

3.2 産出されたアイデアの評価方法

UUT で産出されたアイデアに基づいて、以下の手順により流暢性、柔軟性、独自性を求めた。

流暢性は、各条件で参加者が産出したアイデアの個 数とした。

柔軟性については、まず産出されたアイデアを2名の実験協力者に分類してもらい、「レンガ」は8種(攻撃する、家具・建築、作る、おもちゃ、重り、記録する、料理する、その他)、「紙コップ」は9種(おもちゃ、壊す、台、入れ物、音楽・音、芸術、作る、トイレ、その他)のカテゴリーを設けた。そして、各参加者の産出した各アイデアを、別の4人の実験協力者にそれらのカテゴリーに分類してもらい、そのカテゴリー数の平均値を総カテゴリー数(レンガ=8、紙コップ=9)で割って柔軟性の得点とした。

独自性については、各アイデアについて、別の人の 実験協力者に「1:全く独創的ではない」から「5:非常 に独創的である」の 5 段階で評定してもらい、参加者 ごとに平均評定値を算出したものを得点とした(この 方法は、山岡・湯川 [5] のいう「評価的独自性」に相 当する)。

3.3 MW 傾向とアイデアの評価との関係

流暢性、柔軟性、独自性それぞれについて、MW 傾向ごとの平均と標準誤差を求めた(表 1)。それぞれの

表 1 MW 傾向ごとの流暢性、柔軟性、独自性の平均 値と標準誤差

指標	MW	副課題なし	副課題あり
流暢性	MW 低群	6.25 (0.64)	6.67 (0.94)
	MW 高群	$7.91\ (0.86)$	8.73(1.21)
柔軟性	MW 低群	0.41 (0.03)	0.47 (0.03)
	MW 高群	$0.55 \ (0.06)$	$0.54 \ (0.04)$
独自性	MW 低群	3.00 (0.15)	2.85 (0.13)
	MW 高群	2.96 (0.14)	2.90 (0.10)

指標について、MW 傾向(高低、参加者間要因)×課題の種類(副課題の有無、参加者内要因)の2要因分散分析を行った。

柔軟性については、MW 傾向の主効果に有意傾向が見られ (F(1,21) = 4.315, p = .05)、MW 傾向高群のほうが柔軟性が高い傾向が見られた。一方、流暢性と独自性については、いずれの主効果、交互作用とも有意ではなかった。

4. 考察

MW傾向に関しては、山岡・湯川 [5] と同様、UUT における柔軟性を向上させる傾向が見られた。また流 暢性に関しては、平均値を見ると MW傾向高群のほうが高かったが、統計的に有意な差は見られなかった。これは、MW傾向が高い参加者は、より多様なカテゴリーを探索するものの、アイデア数そのものが増加したり、アイデアの独自性が高まることはなかった、ということを示唆する。

一方、副課題による UUT への促進的な効果は確認できなかった。この点に関して、今回の実験のみから結論することはできないが、いくつかの要因が考えられる。ひとつは副課題の実施によって MW が抑制され、促進的な効果が見られなかった、という可能性である。山岡・湯川 [6] は認知的負荷の高い課題を遂行する際には MW の頻度が低下することを報告しているが、今回の実験の副課題あり条件では認知的負荷が高まったためにかえって MW が抑制されたのかもしれない。ただし、そうだとすると副課題あり条件で得点が低下すると考えられるが、今回の結果では副課題の有無による差は見られなかった。

また、創造的思考そのものではなく、課題の特性、特に課題遂行に関わる作業記憶 [1] の構成要素の違いがあるのかもしれない。今回用いた副課題は、音楽の異同判断であり、直前に呈示された音楽を保持すること、つまり聴覚的な刺激の保持が必要となる。UUT

はアイデアを言語的に記述するものであり、回答の際には作業記憶での音韻ループが関与すると考えられる。一方、服部・織田 [2] の用いた 10 枚硬貨問題は、視空間的な情報の保持と操作が関わり、視空間スケッチパッドが関与すると考えられる。つまり UUT と 10 枚硬貨問題とでは課題自体に関わる作業記憶のコンポーネントが異なると考えられるのである。副課題の遂行自体によって、アイデア探索自体は促進されるが、UUT では副課題と関与する作業記憶の構成要素が競合するため、促進的な効果が打ち消され、一方、10 枚硬貨問題ではそうした競合が生じないため、促進的な効果が見られたのかもしれない。

いずれにせよ、創造的思考課題における副課題の効果やマインドワンダリングの影響については、用いられた課題自体に関わる認知過程についての詳細な検討が必要と考えられる。

文献

- [1] Baddeley, A. (1992). Working memory. Science, 255, 556-559
- [2] 服部雅史・織田涼 (2013). 認知負荷が洞察をもたらすとき-洞察問題解決におけるプライミングと二重課題の効果 日本心理学会第 77 回大会発表論文集, 9, 655
- [3] 梶村昇吾・野村理朗 (2016). 日本語版 DDFS および MWQ の作成 心理学研究, 87, 79-88.
- [4] Smallwood, J., & Schooler, J. (2014). The Science of Mind Wandering: Empirically Navigating the Stream of Consciousness, Annual Review of Psychology, 66, 487–518
- [5] 山岡明奈・湯川進太郎 (2016). マインドワンダリングが 創造的な問題解決を増進する 心理学研究, 87, 506-512
- [6] 山岡明奈・湯川進太郎 (2016b). マインドワンダリング およびアウェアネスと創造性の関係 社会心理学研究, 32, 151-162

評価状況が因果的説明の選好に与える影響についての実験的検討 An Empirical investigation of Effects of Evaluation Situation on Preference of Causal Explanation

下條 朝也[†], 三輪 和久[†], 寺井 仁[‡] Asaya Shimojo, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai

> [†]名古屋大学, [‡]近畿大学 Nagoya University, Kindai University shimojo@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

What makes an explanation better than another explanation? Previous studies have suggested that explanatory virtues, such as Simplicity and Latent scope, affect individuals' evaluation of the explanatory goodness. Although almost all of these studies have focused on the effect of each factor, there is some possibility on that we use both these factors simultaneously. In this research, we conducted an experiment to investigate the degree of effects by Simplicity and Latent scope to estimate subjective posterior probability in causal explanation.

Keywords — causal explanation, simplicity, latent scope, probability, inference to the best explanation

1. はじめに

人間は説明をする生き物である[1].「説明」とは、 観察された事象と、それを引き起こしたと考えられ る原因の組み合わせを指す[2]. 観察事象を説明する 能力は,人間の合理性の特徴であり (Harman, 1965), 世界を理解する重要な手段である (Lombrozo, 2007). それでは、我々はどのような説明を良いと感じる のか. 科学哲学において, 説明の良さを測る基準を めぐって、対立する2つの立場が存在する[5]. ひと つは, Likeliness という確率論的な基準に従う Bayesianism という立場である[6]. もうひとつは、 Loveliness という価値論的な基準に従う Explanationism という立場である[7]. 具体的には,前 者は, 原因となる事象 Ei の生起確率 P(Ei) と, 事象 Ei を観測したとき、Ei が原因 Ci によって引き起こ された確率 P(Ci|Ei) に基づいて、その説明の良さを 評定すると考える.後者は,説明の美しさ (explanatory virtues) に基づいて、その説明の良さを 評定すると考える. また, explanatory virtues の要素 として挙げられるもののうち、特に研究されている のは Simplicity と Scope である.

近年, Lipton (2005) の「人間は, Likeliness の導出 に Loveliness を用いる」という主張について様々な 実験的検討がなされ、それを支持する結果が見られている[7]. たとえば、Douven and Schupbach (2015) は、参加者が説明の良さ (Loveliness) を考慮して事後確率 (Likeliness) を推定していることを明らかにした[8]. さらに、explanatory virtues の各要素の効果を検討した研究もある. Lombrozo (2007) は、比較的simple な (仮定する原因の数が少ない) 説明を選好する傾向があることを明らかにした. また、説明のScope、特に Latent scope (原因によって引き起こされることが予測されたが、結果的に未観測となった事象) の効果についての検討もなされてきた. 主に、Latent scope を含まない説明は、含むものと比べて事後確率が高く見積もられる傾向についての報告が見られる [9,10,11].

上述のように、従来の研究において、explanatory virtues の要素 (Simplicity, Latent scope) が、説明の選好や確率の推定に影響を及ぼすことが示されてきた.しかし、それらが推定に影響する程度の比較や、交互作用の有無については検討されてこなかった.そのため、本研究では、Simplicity と Latent scope のそれぞれが説明の確率推定に与える影響の程度、並びに、それらの交互作用の有無を検討する.

1.1. Explanatory virtues の定義

本論文における全ての実験において、Simplicity および Latent scope を以下のように定義する. Simplicity は、説明に用いる原因の数を指す[4]. Latent scope は、未観測の事象を指す[11]. 本論文で設定・使用した説明の構造を、表 1 に示す.

2. 実験 1A & 1B

本実験では、Simplicity と Latent scope が説明の事後確率の推定に及ぼす影響の程度と、その交互作用について検討する.

Structure Cause(s) Effect(s) **Unobserved Effect** C_I Simple-Narrow-Manifest 0 1 1 (SNM) C_2 Complex-Narrow-Manifest 2 1 0 (CNM) E_I C_I Simple-Wide-Latent 1 2 1 (SWL) E_2 C_1 C_2 Complex-Wide-Latent 2 2 1 (CWL) E_2 C_I Simple-Wide-Manifest 1 2 0 (SWM) E_I E_2 Complex-Wide-Manifest 2 2 0 (CWM)

表1 本研究で用いる説明の構造

Simplicity 要因に関して、説明に用いる原因の数が 1 つの説明を Simple、原因の数が 2 つの説明を Complex と呼ぶ、次に、Scope 要因に関して、原因が引き起こす事象の数が 1 つの説明を Narrow、事象の数が 2 つの説明を Wide と呼ぶ、最後に、未観測の事象が 0 の説明を Manifest、未観測の事象が 1 つの説明を Latent と呼ぶ・

2.1. 方法

2.1.1. 参加者

実験 1A には,名古屋大学に通う学部生 66 名 (男性 49 名・女性 17 名,平均年齢 19.88 歳,SD = 0.88) が,実験 1B には,同大学に通う学部生 66 名 (男性 50 名・女性 16 名,平均年齢 19.59 歳,SD = 0.94) が参加した.

2.1.2. 実験計画

独立変数は、2 (*Simplicity*: Simple, Complex) \times 2 (*Scope*: Manifest, Latent) \times 3 (事前確率: 10%, 20%, 30%) で、事前確率のみ参加者間要因とした。また、従属変数として、主観的事後確率を用いた.

2.1.3. 課題 & 手順

医療診断場面を扱った文章課題を作成した. 具体的には、架空の症状と、その症状を引き起こしたと

考えられる架空の病気の情報 (Simplicity, Scope, 事前確率) をシナリオで提示し、その病気が症状を 引き起こした確率 (主観的事後確率) を問うた.本実験において、各説明の事前確率は、その説明が用いる全ての原因の同時確率を提供した.

また、実験 1A では、原因が引き起こす事象の数は同じだが、観測される事象の数が異なる説明対を 2 組、計 4 つの説明 (SNM & CNM; SWL & CWL) を用いた. 一方、実験 1B では、観測される事象の数は同じだが、原因が引き起こす事象の数が異なる説明対を 2 組、計 4 つの説明 (SWM & CWM; SWL & CWL) を用いた.

実験は、6 ページからなる質問紙を用いて実施された. 1 ページ目で、参加者は、医師として架空の村に赴任し、訪れる各患者を診察し、それぞれが病に罹患している確率を評価することが役目であると伝えられた。その際、与えられた情報からは数理的

に正確な確率を計算することはできないことも伝えられた.

その後,2~5ページの各ページで *Simplicity*, *Scope*, 事前確率の情報が文章で提示された. 以下に,例と して,SWM 説明 (事前確率 30%) のシナリオを示す.

診断を受けたのは、ワトソンさんです。流行っている病気のひとつは、「橙血病」という病気だと言われています。橙血病に罹患した人は、症状 E、症状 Fの両方が観測されます。また、橙血病に罹患する確率はおよそ 30%だとされています。ワトソンさんを診察したところ、症状 E と症状 F の両方が見られました。

次に, CWM 説明 (事前確率 30%) のシナリオを 示す.

診断を受けたのは、ウィリアムさんです。流行っている病気のひとつは、「金血病」と「銀血病」という病気の併発だと言われています。金血病と銀血病を併発した人は、症状U、症状Vの両方が観測されます。また、金血病と銀血病を併発する確率はおよそ 30%だとされています。ウィリアムさんを診察したところ、症状UとVの両方が見られました。

次に, SNM 説明 (事前確率 30%) のシナリオを示す.

診断を受けたのは、ジョンさんです。流行っている病気のひとつは、「黒血病」という病気だと言われています。 黒血病に罹患した人は、症状 \mathbf{S} が観測されます。 また、黒血病に罹患する確率はおよそ $\mathbf{30}$ %だとされています。 ジョンさんを診察したところ、症状 \mathbf{S} が見られました。

次に, CNM 説明 (事前確率 30%) のシナリオを示す.

診断を受けたのは、マイケルさんです。流行っている病気のひとつは、「灰血病」と「紫血病」という病気の併発だと言われています。灰血病と紫血病を併発した人は、症状 X が観測されます。また、灰血病と紫血病を併発する確率はおよそ 30%だとされています。マイケルさんを診察したところ、症状 X が見られました。

なお, Latent scope を含む説明では, 患者から観測される 2 症状のうち, 片方の症状のみ観察され, もう一方の症状は発症しているかどうかはわからなかったことが参加者に伝えられた. 以下に, 例として, SWL 説明 (事前確率 30%) のシナリオを示す.

診断を受けたのは、ジェームズさんです。流行っている病気のひとつは、「青血病」という病気だと言われています。青血病に罹患した人は、症状 A、症状 B の両方が観測されます。また、青血病に罹患する確率はおよそ 30%だとされています。ジェームズさんを診察したところ、症状 A が見られました。しかし、診察設備が足りず、症状 B を発症しているかどうかはわかりませんでした。

次に, CWL 説明 (事前確率 30%) のシナリオを示す.

診断を受けたのは、ロバートさんです.流行っている病気のひとつは、「緑血病」と「黄血病」という病気の併発だと言われています.緑血病と黄血病を併発した人は、症状 P, 症状 Q の両方が観測されます.また、金血病と銀血病を併発する確率はおよそ30%だとされています.ロバートさんを診察したところ、症状 P が見られました.しかし、診察設備が足りず、症状 Q を発症しているかどうかはわかりませんでした.

各文章を読んだ後、シナリオと同ページにおいて、参加者は「このとき、αさん (対応する人名) が β病 (対応する病名) に罹患している確率はどの程度だと思いますか?」と問われ、各患者がその病気に罹患している確率 (主観的事後確率) をメモとして記した. そして、4人の患者に対する文章 (2.5ページ)を読み終えた後、全ての文章を参照して、各主観的事後確率について評価した (6ページ目).

2.2. 結果

2.2.1. 記述統計

実験1A,1Bの基礎統計量を示す (表 2 参照).表 2 の上段の値は平均値を,括弧内の値は標準偏差を示す.後述する通り,事前確率要因は,他の2 要因との交互作用が見られなかったため,要因として考慮せず,平均値のみを掲載した.

表 2 実験 1A, 1B における平均値と標準偏差

	SNM	CNM	SWL	CWL	SWM	CWM
1A			33.45 (18.85)		-	-
1B	-	-		31.39 (16.21)		

上段の値は平均値を,括弧内の値は標準偏差を示す.

2.2.2. 実験 1A における 3 要因分散分析

3 要因混合計画の分散分析によって、Simplicity (Simple, Complex) と Latent scope (Manifest, Latent), 事前確率 (10%, 20%, 30%) によって、単独提示された説明の主観的事後確率が異なるかを検討した.

その結果、 $Simplicity(F(1,65) = 4.968, p = .029, \eta c^2 = 0.003)$ と $Scope(F(1,65) = 98.494, p < .001, \eta c^2 = 0.258)$ において、主効果が有意だったが、事前確率 $(F(2,64) = 3.063, p = .054, \eta c^2 = 0.027)$ においては有意傾向だった。さらに、どの 2 要因間の交互作用も有意でなかった $(p_{all} > .050)$.

Cohen (1988) の提唱した基準値に基づくと, Latent scope が主観的事後確率の推定に与えた影響は大の基準値を上回っていた[12]. 一方,Simplicity の効果量は小の基準値を下回っており,かつその検 定力が 1 に近いため (power = 0.950),標本数の影響が強く見られた可能性があり,p 値の解釈を行う 意義が薄いと判断した.

2.2.3. 実験 1B における 3 要因分散分析

 $Simplicity (F (1, 65) = 7.857, p = .007, \eta c^2 = 0.005)$, $Scope (F (1, 65) = 206.564, p < .001, \eta c^2 = 0.366)$, 事前確率 $(F (2, 64) = 3.964, p = .024, \eta c^2 = 0.087)$ のいずれも主効果が有意だった. どの 2 要因間の交互作用も有意でなかった $(p_{all} > .050)$.

Cohen (1988) の目安に従うと、Latent scope が主観的事後確率の推定に与えた効果は大の基準値を上回っていた.一方、Simplicity の効果量は小の基準値を下回っており、かつその検定力が 1 に近いため (power = 0.954)、p 値の解釈を行う意義が薄いと判断した.

2.3. 考察

実験 1A, 1B において, 効果量を見る限り, ともに Latent scope の影響が強く見られた. このことから, Latent scope を含まない説明は, 含む説明と比べて, より高く事後確率を見積もられたと言える.

一方, Simplicity の影響は、両実験とも極めて限定的なものだった。この結果は、説明が並列提示された状況を扱った Lombrozo (2007) の結果とは異なるものだった。本実験で、Simplicity 要因の効果が極めて限定的にしか見られなかった理由は、評価基準である Simplicity に注意が向かなかったことが考えら

れる. そこで,実験2では,本実験と同様の状況おいて, Simplicity と Latent scope の概念を教示され,それらが説明の評価基準であるという観点を持つとき,2基準,特にSimplicityが説明の事後確率推定に及ぼす影響の度合いが本実験で得られた結果とどのように変化するかを調べる.

3. 実験 2A & 2B

本実験の目的は、説明の良さの評価における Joint-Separate Effect を検討することである. そのため に、説明を並列提示し、Simplicity あるいは Scope の 異なる候補説明と比較できる状況において、どちら の説明がより高い割合で受容されるかを調べた. 比 較の結果、Simplicity の良し悪しを相対的に判断でき るようになり、その影響が前実験よりも強く見られ るようになり、先行研究と同様、より Simple な説明 が好まれるようになると予測した[4].

3.1. 方法

3.1.1. 参加者

実験 2A には、名古屋大学に通う学部生 62 名 (男性 50 名、女性 12 名、平均 年齢 19.77 歳、SD=0.71) が、実験 2B には、同大学に通う学部生 61 名 (男性 45 名、女性 16 名、平均年齢 20.05 歳、SD=0.92) が参加した.

3.1.2. 実験計画 & 課題 & 手順

実験計画は、実験1と同様のものを用いた、課題は、 実験2Aは実験1Aと、実験2Bは実験1Bと同様の テキストを用い、各テキストの下に、対応する説明 のStructureを記載した。

参加者に、Simplicity と Latent scope の概念についての教示を行った後、同様の手続きで実験を行った。以下に、Simplicity の概念教示に用いたシナリオを示す。

「腹痛」という症状が観測されたとき、その原因を「盲腸」とする説明と、原因を「寝不足」と「強い緊張」とする説明が提示されるとします。このとき、後者よりも前者の方が、より少ない数の原因で説明できるため、Simplicityが高い説明であると考えます。

次に、Manifest scope の概念教示に用いたシナリオを示す.

「頭痛」と「発熱」という症状が観測されたとき、その原因を「風邪」とする 説明が提示されるとします。そして、「風邪」が「頭痛」と「発熱」を引き起こす病気だった場合、そのどちらもが観測されています。原因によって起きることが予測された事象のうち、すでに観測されているものを Manifest scopeと呼びます。

最後に、Latent scope の概念教示に用いたシナリオを示す.

「倦怠感」という症状が観測されたとき、その原因を「熱中症」とする説明が提示されるとします. そして、「熱中症」が「倦怠感」と「痙攣」を引き起こす病気だった場合、「痙攣」は未観測です.原因によって起きることが予測された事象のうち、未観測であるものを Latent scope と呼びます.

3.2. 結果・考察

3.2.1. 記述統計

実験 2A, 2B の基礎統計量を示す (表 3 参照). 表 3 の上段の値は平均値を,括弧内の値は標準偏差を示す.後述する通り,事前確率要因は,他の 2 要因との交互作用が見られなかったため,要因として考慮せず,平均値のみを掲載した.

表 3 実験 2A, 2B における平均値と標準偏差

	SNM	CNM	SWL	CWL	SWM	CWM
2A	54.69 (25.91)	42.04 (25.18)	29.39 (20.17)	22.63 (22.63)	-	-
2B	-	-		23.71 (20.47)		

上段の値は平均値を,括弧内の値は標準偏差を示す.

3.2.2. 実験 2A における 3 要因分散分析

3 要因混合計画の分散分析によって、Simplicity (Simple, Complex) と Latent scope (Manifest, Latent), 事前確率 (10%, 20%, 30%) によって、単独提示された説明の主観的事後確率が異なるかを検討した.

Simplicity (F (1, 61) = 22.291, p < .001, $\eta^2 = 0.026$) \geq Latent scope (F(1, 61) = 54.919, p < .001,

 η^2 = 0.148), 事前確率 (F(2, 60) = 6.795, p = .002, η^2 = 0.106) のいずれも主効果が有意だった. また, 交互作用はいずれも有意でなかった (p_{all} > .050).

Cohen (1988) が提唱した効果量 η^2 の目安をもとに考えると, *Latent scope* が主観的確率の推定に与えた効果は大の基準値を, *Simplicity* のそれは小の基準値を上回っていた.

3.2.3. 実験 1B における3 要因分散分析

Simplicity (F (1, 60) = 5.210, p = .026, η^2 = 0.026) と Latent scope (F (1, 60) = 54.919, p < .001, η^2 = 0.064), 事前確率 (F (2, 59) = 4.12, p = .021, η^2 = 0.041) のいずれも主効果が有意だった. また, 交互作用はいずれも有意でなかった (p_{all} > .050).

Cohen (1988) が提唱した効果量 η^2 の目安をもとに考えると、Latent scope は主観的確率の推定に与えた効果は中の基準値を、Simplicity のそれは小の基準値を上回っていた。

4. 総合考察

4.1. Explanatory virtues の効果

4.1.1. Simplicity の効果の限定性について

実験1において、Simplicityの効果は極めて限定的なものであった。しかし、この結果は先行研究の知見と異なる。たとえば、Lombrozo (2007)は、比較的単純な(仮定する原因の数が少ない)説明を選好する傾向があることを明らかにした。ただし、この結果は各説明の事前確率の推定が必要となる状況下でのみ観察される。一方、説明の尤度を推定する必要がある場合、より Simplicity が低い説明の尤度が高く見積もられるという報告もある[13]。これらの知見に基づいて考えると、実験1は事前確率が明らかで、且つ、尤度に関する不確実性を持たなかったために、Simplicity の効果が極めて限定的なものであった可能性がある。

4.1.2. Scope の効果について

本研究では、全実験に一貫して Latent scope の影響が確認されれた。この結果は、Latent scope を含まない説明は、含むものと比べて事後確率が高く見積もられる傾向についての報告と一致する[19,10,11]. より詳細には、事前確率と尤度の推定が必要ない状況下で、事前確率が同等な2説明(Latent scope を含む

説明と含まない説明)を比較した場合, Latent scope を含まない説明をより好んで選択する傾向があることを示した報告がある[10(exp.3), 11(exp.1d)]. この結果は, Latent scope は事前確率や尤度の推定ではなく,事後確率の推定に直接的に影響することを示唆している. これらの結果は,主観的事後確率の推定に対する Latent scope の効果が強く見られたことを支持する.

4.2. 教示の効果

実験1では、主観的事後確率に対して、Latent scope の影響のみが強く見られた.一方、Latent scope と Simplicity の概念を教示した上で実験1の条件のものを実施した実験2では、Latent scope に加えて Simplicity の影響も少なからず見られた.この結果から、事前確率や尤度に対する不確実性がない状況下で実験2で Simplicity の影響が見られた理由は、その概念の教示によって、Simplicity に対する注意が働き、評価基準として用いたからであると考えられる.

先述したように、Douven & Schupbatch (2015) は、参加者が説明の良さ (Loveliness) を考慮して事後確率 (Likeliness) を推定していることを明らかにした. また、Lombrozo (2007) は、Simplicity は事前確率の推定に影響すると強調したが、事前確率が明記された状況であっても、少なからずその効果は確認された. そのため、概念を教示することで、Simplicity を事後確率を推定するための基準として用いるようになった可能性がある.

4.3. Explanatory virtues の独立性

いずれの実験においても、Simplicity、Latent scope、 事前確率のいずれの間における交互作用も見られな かった、あるいは見られてもその効果量が非常に小 さかったことから、Simplicity と Latent scope、事前確 率は、それぞれ独立して説明の良さの評価に影響を 与えていることが示された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15H02717 の助成を受けたものです.

参考文献

- [1] Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things*, Basic Books.
- [2] Salmon, W., (1984). Scientific Explanation and the Causal Structure of the World, Princeton: Princeton University Press.
- [3] Harman, G. H. (1965). The inference to the best explanation. Philosophical Review, 74(1), 88-95.
- [4] Lombrozo, T. (2007). Simplicity and probability in causal explanation. *Cognitive Psychology*, 55, 232–257.
- [5] McGrew, T., (2003) "Confirmation, heuristics, and explanatory reasoning", *British Journal for the Philosophy* of Science, 54, 553–67.
- [6] Johnston, A. M., Johnson, S. G. B., Koven, M. L., & Keil, F. C., (2016), "Little Bayesians or little Einsteins? Probability and explanatory virtue in children's inferences", *Developmental Science*, 1–14.
- [7] Lipton, P., (2004) "Inference to the Best Explanation", Second edition. London and New York: Routledge.
- [8] Douven, I., & Schupbach, J. N. (2015). The role of explanatory considerations in updating. *Cognition*, 142, 299–311.
- [9] Johnson, S.G.B., Johnston, A.M., Toig, A.E., & Keil, F.C. (2014). Explanatory scope informs causal strength inferences. In P. Bello, M. Guarini, M. McShane & B. Scassellati (Eds.), *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2453–2458). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- [10] Johnson, S.G. B., Rajeev-Kumar, G., & Keil, F.C. (2016).Sense-making under ignorance. *Cognitive Psychology*.
- [11] Khemlani, S.S., Sussman, A.B., & Oppenheimer, D.M. (2011). Harry Potter and the sorcerer's scope: latent scope biases in explanatory reasoning. *Memory & Cognition*, 39, 527–535.
- [12] Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [13] Johnson, S.G.B., J. J. Valenti, & Keil, F.C. (2018).
 Simplicity and Complexity Preferences in Causal Explanation: An Opponent Heuristic Account. SSRN.
- [14] Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993), "Thoughts beyond words: When language overshadows insight", *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 166-183.

洞察的問題解決における熟達者の主観的評価と視線移動および瞬目の関係

The relationship between self-evaluation and eye-movement and eye-blink of a high-achiever in insight problem-solving

中野 良樹 Nakano Yoshiki

秋田大学教育文化学部

Faculty of Education and Human Studies, Akita University nakano@ed.akita-u.ac.jp

概要

タングラムとはパズルゲームの一種で、解決には定型的な思考を脱し発想を転換する洞察問題である.複数のタングラム課題をくり返し、課題間での難易度の違いや、くり返しに伴う主観的自信度の変化と視線移動などの特徴を検討した. 50名が実験に参加し、3つの課題に取り組んだ. 自信度、眼球運動、ピース操作のデータから、問題解決に優れた作業者は広範囲に問題空間を検索し、主観的な自信度は低下しても、着実に解へと向かっていることが明らかになった.

キーワード:問題解決 洞察 眼球運動

1. はじめに

タングラムとはパズルゲームの一種で、正方形から 切り取った7個のピースを組み合わせ、物体や動物な どの形を作る(図1). 国内の算数・数学教育では、し きつめ課題や「図形感覚」を育む教材として用いられ る. タングラムは洞察問題の一種と考えられ(中野, 2009)、定型的な知識では解決できず、発想の転換や 「ひらめき」を要する. 発表者らは Lion 課題 (図2上 段)を用いて、洞察的問題解決の研究を継続してきた、 その成果として,大きな三角形ピースをずらして配置 することが問題解決を困難にすることを示した(図2 上段灰色部分). これは、作業者がピースを三角形や四 角形などの幾何学図形に組み合わせる強い傾向, 制約 を有しているからである (渋谷・中野, 2010). 制約 とは「多様な情報の中から特定の仮説を選び出す生体 の内的傾向性」で(開・鈴木, 1998), 本来は情報処 理を効率化するが、洞察問題では解決への阻害要因と なりうる. つまり、タングラムでは人間が幾何学的に 思考する際の傾向性が制約として働く.

洞察問題の主要な特徴として解が突然にひらめく, すなわち,解決可能性への主観的な評価が洞察の生起 と相関しないことが挙げられる (Metcalfe, 1986). し かし,この傾向は単一の問題解決に取り組む過程内で

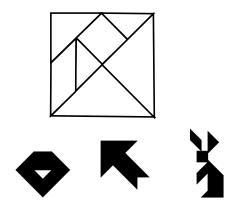


図1 タングラムを構成する7個のピース(上)と課題シルエットの例(下).

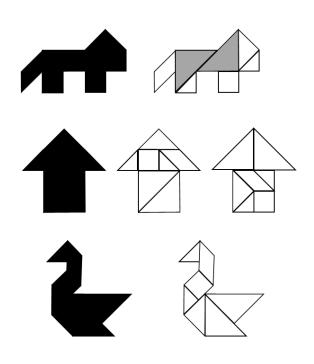


図 2 実験に用いたタングラムの課題シルエットと正 解配置. 上段: Lion 課題, 中段: Arrow 課題, 下段: Duck 課題.

生じることであり、同種の洞察問題をくり返すなかでも、主観的評価の高さが洞察問題の解決可能性の高さと関連するかは検討されていない。タングラムには百種類以上の課題シルエットがあり、それぞれで正解配置が異なる。本研究では同一の被験者に複数のタングラム課題をくり返し行わせることにより、洞察問題の解決過程における主観的評価の変化と視線移動の特徴を明らかにする。

課題には従来の Lion 課題に, Arrow 課題と Duck 課題を加える(図2). これらの課題では、Lion 課題 とは異なるパターンの配置が正解となる. 先述したよ うに、タングラムでは作業者はピースを三角形や四角 形など「きれいな形」に配置する傾向がある. Arrow 課題(図2中段)では、正解配置が2通りあり、しか も三角形や四角形を含んでいる. このことから、きれ いな形を作る制約が問題解決を促進すると予測できる. このように、3つの課題では解決への促進要因も阻害 要因も異なる. したがって、解決に至るまでの解決可 能性への見通しや視線移動の特徴も、それぞれ異なる だろう. 特に視線移動と洞察の関係については、 Thomas & Lleras (2009)や田村・三輪 (2011) は、洞 察問題を思考中の視線を誘導することで解決へと導け ることを示した. これらの知見から、タングラムでは 主観的な評価からは捉えにくい洞察に至る認知過程が, 視線移動の特徴に表れると期待される.

2. 方法

実験参加者 50名の大学生(年齢20~26歳,女性17名,男性3名)が実験に参加した.全員がタングラムの解決に取り組むのは初めてだった.

装置 タングラムは7個のピースによって構成される.これらは縦横11.8cmの正方形の木製板を分割したものである(図1上).課題シルエットは3種類で、Lion、Arrow、Duckとした(図2).シルエットは自い紙に黒色で印刷されており、大きさは実物のピースを正解配置にならべた際の大きさのおよそ5分の1だった.作業中、参加者は「見通しメーター」によって、どの程度完成させる自信があるか主観的な解決可能性について評定した(以下、主観的自信度).見通しメーターはvisual analogue scaleと段階評定の両方を組み合わせた13段階の目盛りが設定され、左端の目盛りには「全くできそうにない」、右端の目盛りには「ほとんどできそう」というラベルを付けた.参加者は矢印を動かして、自分の状態を示した.矢印は目盛りと

目盛りの間に置いても良いこととした. デジタルビデオカメラ (Panasonic NV-GS100)により, 60cm上方からピースの動きと見通しメーターの両方を撮影した.

手続き まず、タングラムのピースと見通しメータ ーを置いた作業台に向かって参加者を座らせた.次に、 課題シルエットを提示し、それと同じ形を7個のピー スすべてを使って完成させるように求めた. その後で, 課題をどの程度完成させられそうか、見通しメーター によって評定させた. 評定の際には参加者はピースを 見ても良いが触れてはいけなかった. 各実験セッショ ンは240秒間とし、セッション終了後に見通しメーター による評定を行った. 評定後に1分間の休憩を設けた. 参加者が正しい配置を完成させたら作業は終了した. 作業時間の合計を完成時間とした. 制限時間は5セッ ション合計で20分とした. 課題が完成した時点もしく は第5セッションの終了時点で測定を停止した.参加 者が制限時間内に課題を完成させられなかった場合は、 第5セッションの終了後に見通しメーターの評定は行 わなかった. すべての参加者が3日間の実験を行い, 1日につき、3種類の課題シルエットのうちいずれか に取り組んだ. 課題の順番は被験者間でランダムに設 定した.

眼球運動の測定 タングラムのピースを操作している最中の眼球運動を記録し、視線の移動を測定した. 測定には竹井機器製のTalk Eye Liteを使用した. 眼球運動の記録は右眼から行い、33 Hzでサンプリングした. 参加者の頭部をあご台で固定し、測定中は作業台から眼球までの距離をおよそ50cmに維持した. 作業台が参加者の正面を向くように、水平面に対して15°上に傾けた. また、ピースを視野の外へ移動させないように、縦30cm、横50 cmの枠から出さないよう教示した. 眼球運動は作業開始の合図の直後から測定を開始した.

3. 結果

50名のうち、3つの課題すべてに取り組んだ参加者は 47 名だった.各課題シルエットを完成させた参加者は 47 名のうち、Lion 課題では 25 名(53.2%)、Arrow 課題では 35 名(74.5%)、Duck 課題では 28 名(59.6%)だった. χ^2 検定の結果 5 %以下の水準で有意な効果あった. すなわち、Arrow 課題では他の 2 課題に比べて正答率が高かった. 一方、完成までに要した時間の平均値(完成時間)は Lion 課題が 541.4 sec(SD = 376.0、Min = 106、Max = 1091)、Arrow 課題が 482.3 sec(SD = 328.4、Min = 50、Max = 1113)、Duck

課題が 458.4 sec (SD = 264.5, Min = 98, Max = 1052) だった. 完成時間には課題間で有意な差はなかった. この結果から,以後の分析は課題間での指標の比較よりも,課題の完成時と未完成時での各指標の違いに焦点を絞る.

主観的自信度に関しては、3つの課題ごとに完成で きた参加者 (Completer) と完成できなかった参加者 (Non-completer)に分けて、セッションごとの平均評定 値を求めた、全体的な傾向を捉えるため、図3には3 つの課題での平均値を Completer と Non-completer ごとに示した. 評定値の変化の傾向としては、作業開 始前の第1セッションで最も評定値が高く、セッショ ンが進むにつれて減少している. しかし、課題ごとに 完成できた参加者の内わけが異なるため、各参加者が Completer もしくは Non-completer のプロットに含ま れる回数は異なる. このため図3の平均値の差をその まま統計的に比較することはできない. しかし全体の 傾向として確認できるのは、Completer でも Non-completer でも第1セッションで最も主観的自信 度の評定値が高く、後続のセッションで値は次第に低 下した.

この傾向が3回を通してのタングラム課題の成績の 高低,すなわちタングラムへの熟達度によって参加者 間で違いがあるかどうかを比較するために,3つの課 題のうち2課題以上を解決できた参加者を High-achiever (31名),1課題もしくは全く解決でき

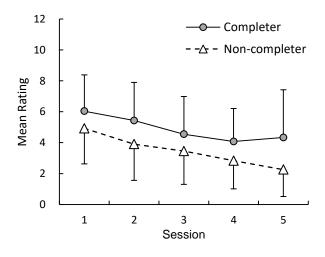


図3 完成者 (Completer) と未完成者 (Non-completer)で3つの課題をまとめて算出した自信度の平均評定値.

なかった参加者を Low-achiever (16 名) として2群 に分けた. さらに, 実験セッション全体を作業開始前 (Before), 最終セッション (Last), その中間のセッシ ョン (Middle) の3つのセッション段階に分割した. すべての参加者で Before は第1セッションの評定値 である. Last は課題を完成した際には完成直前のセッ ション後の評定値で、完成させられなかった場合は第 5セッションの評定値となる. Middle に関しては、上 記以外のセッションの評定値とした. Middle に属する セッションが複数の場合は平均評定値を求めた. 第1 セッションのうちに課題が完成した場合には、評定値 は Before に属するとみなした. 第2セッションで課題 が完成した場合には、第1セッションの評定値を Before, 第2セッションの評定値を Last とし, Middle の評定値は無いものとした. 以上の手続きで参加者ご とに3つの課題全体にわたっての各セッション段階で 平均評定値を求めた. High-achiever と Low-achiever の群ごとに平均値を表1に示した. 平均値の差の検定 に関しては、1名の High-achiever が全ての課題で第 2セッションまで課題を完成したため Middle のセッ ション段階が欠損値となったため、分析からは除外し た. 残りの 46 名の参加者に課題成績 (High vs. Low)× セッション段階(Before, Middle, Last)の2要因分散分 析を実施した結果, High-achiever の方が Low-achiever よりも有意に自信度の評定が高かった (F(1,44) = 94.6, p < .01). またセッション段階の主効果 も有意だった(F(2,44) = 39.2, p < .01). 下位検定の結果, Before での自信度はMiddle およびLast の評定値より も有意に高く、Middle での自信度は Last の評定値よ りも有意に高かった (いずれもp < .05). 課題成績の 主効果と要因間での交互作用は有意ではなかった. す なわち、セッション段階が進むにつれ、両方の群で自 信度の評定値は低下した.

表1 課題成績およびセッション段階での主観的 自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
Before	6.1 (2.2)	4.8 (1.5)
Middle	5.2 (2.3)	3.5 (1.1)
Last	4.6 (2.7)	2.4 (1.2)

()内はSD

表 2 課題成績および実施日順による 主観的自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
1st day	5.5 (2.2)	3.8 (1.5)
2nd day	5.1 (2.3)	3.6 (1.2)
3rd day	5.6 (2.7)	3.2 (1.6)

()内はSD

実験では全参加者が3つの課題を1日につき1課題ずつ取り組んだ.このとき、課題の繰り返しによって主観的自信度の評定に違いがあるか検討するため、High-achiever(31名)とLow-achiever(16名)のそれぞれについて、実施日ごとに全セッションをまとめた平均評定値を求めた(表2). 課題成績 (High vs. Low)×実施日(1st day, 2nd day, 3rd day)の2要因分散分析を実施した結果、課題成績の主効果が有意だった(F(1,45)=114.7, p<.01). 実施日の主効果および2要因間での交互作用は有意ではなかった.

次に、各参加者内で課題を完成できた場合とできな かった場合とで、主観的自信度の評定の違いを比較し た. 具体的には、参加者 47 名のうち3つの課題すべて 完成できた参加者 17 名と, すべてで完成できなかった 参加者7名を除外し、残りの23名の参加者を分析の対 象とした. このうち1名は、完成した2課題とも1セ ッション以内に終了したため、残りの22名に関して、 完成できた課題(Completed task)と完成できなかった 課題(Incomplete task)それぞれにおいて、主観的自信 度の平均評定値を Before, Middle, Last のセッショ ン段階ごとに算出した(表3). 課題完成(Completed vs. Incomplete)×セッション段階(Before, Middle, Last)の 2 要因分散分析を実施したところ、セッション段階の 主効果が有意だった(F(2,42) = 18.00, p < .01). 下位検 定の結果、Before では自信度の評定値が Middle およ び Last よりも高く, Middle での評定値は Last よりも 有意に高かった. つまり, セッション段階が進むごと に自信度の評定値は低下した. 課題完成の主効果は, Completed task と Incomplete task との間に有意な差 はなかった(F(2,21) = 1.97, p > .05). これら2つの要因 間には有意な交互作用がみられた(F(2.42) = 3.46, p<.05). 単純主効果の検定の結果, Before および Middle の段階ではCompleted task とIncomplete taskの間で 主観的自信度の評定値に差はなかったが、Last の段階 になると Completed task の評定値の方が Incomplete

task の評定値よりも高かった(F(1,63) = 5.25, p<.05). すなわち,同一の参加者内では課題を完成できたときの方が完成できなかったときよりも,最終のセッション段階で主観的自信度の評定が高かった.

表3 完成課題と未完成課題での 主観的自信度の評定値

	Completed task	Incomplete task
Before	5.4 (2.0)	5.5 (2.5)
Middle	4.5 (1.9)	3.8 (2.1)
Last	3.9 (2.2)	2.9 (2.1)

()内はSD

本研究では作業者の眼球運動を測定し、タングラム 課題を遂行中のピースの注視時間や視線の移動を解析 した. 注視時間を分析する対象領域 (area of interest; 以下 AOI) はピースごとに設定した. 各ピースの中心 点からピース全体を囲う円の範囲内を AOI とし、その 領域内に33msc以上視線が停留したとき当該ピースを 注視したとみなした. したがって、視線が高速でピー ス上を通過した時間は含まれない. この分析法では, 複数のピースが隣接して置かれるとAOIは重なること になる。この場合、それらのピースすべてを注視して いるとみなして、各ピースへの視線の停留時間を累積 した. 表4には、各ピースのAOIの累積停留時間を全 ピースで総計し、1秒あたりの停留時間に換算した値 を,課題ごとに完成者(Completer)と未完成者 (Non-completer)に分けて示した. 完成者では前半(1st half) は完成時間の前半分、後半(2nd half) は後ろ 半分の累積停留時間とした. 未完成者では作業開始か ら第3セッション開始後2分までを前半、それ以降か ら第5セッション終了時点までを後半とした. 3つの 課題では完成者と未完成者の内わけが異なるため、課 題ごとに群(Completer vs. Non-completer)×時間(1st half vs. 2nd half) の2要因分散分析を実施した. そ の結果, Lion 課題(F(1,39) = 4.78, p < .05)と Duck 課 題(F(1,42) = 6.39, p<.05)では群の主効果が有意で, い ずれもCompleterの方がNon-completerよりもピース への視線の停留時間が短かった. 一方, Arrow 課題で は、群の主効果は有意ではなかった(F(1,41) = 2.78, p)> .1). また、3つの課題すべてで時間の主効果および 群×時間の交互作用は有意ではなかった.

表4 ピース上を注視した1 sec あたりの

系積停留時間				
Completer	Non-completer			
76.3 (57.6)	160.9 (150.2)			
81.7	84.8			
98.9 (98.4)	191.4 (199.9)			
65.0	86.2			
113.0 (136.4)	196.9 (186.2)			
64.1	153.9			
118.3 (139.0)	219.8 (236.6)			
64.2	201.3			
75.2 (78.5)	153.9 (135.1)			
54.8	123.7			
78.3 (80.6)	153.0 (111.1)			
57.7	148.0			
	76.3 (57.6) 81.7 98.9 (98.4) 65.0 113.0 (136.4) 64.1 118.3 (139.0) 64.2 75.2 (78.5) 54.8 78.3 (80.6)			

注)各 half の上段は平均値, 下段は中央値を示す. 各数値の単位は msc / sec である. ()内は平均値の SD を示す.

さらに、個人の課題成績の高低によって視線の停留時間に差があるのかを検討するために、眼球運動が正常に測定できた High-achiever (30名) と Low-achiever (15名) のそれぞれについて、作業時間全体でピースに視線が停留した1sec あたりの時間を算出した。その結果、High-achiever では1sec あたり86.6msc、Low-achieverでは1sec あたり189.6msc だった。検定の結果、High-achieverの方がLow-achieverよりも有意に停留時間が短かった(F(1,43)=9.18, p<.01).

次に、参加者の実際のピース操作の変遷を分析した. 渋谷・中野(2010)が示したように、Lion 課題においては2つの最も大きい三角形ピースを「ずれた組み合わせ」に配置できるかが解決への鍵になる。また、それを阻害する要因として、ピースを三角形や四角形の幾何学的に「きれいな形」に組み合わせる制約がある。そこで、2つの三角形ピースを作業者がどのように組み合わせて配置したかを追跡した。2つの三角形ピースが隣接して置かれたときを画像データから抽出し、その組み合わせを課題ごとに3つに分類した。Lion課題では、2つの角をいずれもずらした組み合わせ(Irregular)、一方の角をくっつけてもう一方の角をずらした組み合わせ(Transit)、三角形や四角形など

表5 最も大きい三角形ピースの組み合わせ配置

変し 取り入さい	一万ルト	
Lion task	Completer	Non-completer
$1^{ m st}$ half		
Irregular	5.4	6.8
Transit	3.0	6.8
Geometric	14.9	15.1
$2^{ m nd}$ half		
Irregular	27.9	6.8
Transit	5.1	10.3
Geometric	5.1	7.8
Arrow task		
$1^{ m st}$ half		
Irregular	2.8	3.8
Transit	0.9	1.3
Geometric	35.8	23.2
$2^{ m nd}$ half		
Irregular	4.7	2.9
Transit	2.7	1.0
Geometric	35.2	23.5
Duck task		
$1^{ m st}$ half		
Correct	31.2	25.0
Geometric	2.4	8.3
Incorrect	15.4	17.8
$2^{ m nd}$ half		
Correct	51.5	34.0
Geometric	1.4	4.0
Incorrect	9.7	16.8

注)数値は各組合せの配置された時間が全体の作業時間に占める割合.単位は%.

の幾何学図形(Geometric)に分類した.表 5 には,それぞれの組み合わせに置かれた時間が全体の作業時間に占める割合を,作業時間の前半(1st half)と後半(2nd half)とに分けて,完成者(Completer: n=25)と未完成者(Non-completer: n=22)ごとに示した.この割合について群(Completer vs. Non-completer)×時間(1st half vs. 2nd half)×配置(Irregular vs. Transit vs. Geometric)の 3 要因分散分析を実施した.その結果,3 要因間の交互作用が有意だった(F(2,90)= 7.46, p<.01).単純・単純主効果の検定を行ったところ,後半に限って Irregular な配置の割合がCompleter(27.9)の方が Non-completer(6.8)よりもかなり高かった(F(1,270)= 26.4, p<.01).また,

Completer においてのみ Irregular な配置の割合が前半(5.4)よりも後半(27.9)で増大した (F(1,135) = 42.5, p < .01). つまり,正解を含む Irregular な配置は Lion 課題を完成した参加者では後半で有意に増大していたが,未完成だった参加者ではそうした変化はなかった.一方,ピースを幾何学的な形に配置した Geometric の割合は,Completer(14.9)と Non-completer(15.1)ともに,前半では Geometric な配置は Irregular および Transit よりも割合が高かった(いずれもp<.01). さらに Geometric な配置の割合は Completer と Non-completer ともに後半では前半よりも有意に減少した(Completer: F(1,135) = 8.09, p<.01,Non-completer: F(1,135) = 4.47, p<.05). つまり,Geometric な配置は作業が進むにつれて減少した.

Arrow 課題でも Lion 課題と同様の基準で2つの最も大きい三角形ピースの組み合わせ配置を Irregular, Transit, Geometric の3種類に分類した. ただし, Arrow 課題では正解配置が複数あり、当該の2つのピースを三角形に組み合わせても四角形に組み合わせても正解にたどり着ける(図2中段). したがって、Geometric の分類は正解配置と同じである. 表5の作業時間に占めるそれぞれの配置の割合について、Lion課題と同様の3要因分散分析(群×時間×配置)を実施したところ、配置の主効果のみが有意だった(F(2,90)=28.7, p<.01). 多重比較の結果,Geometric な配置の割合は Irregular よりも、また Transit よりも有意に高かった(いずれもp<.05).

Duck 課題では、2つの最も大きい三角形ピースを一 方の角を合わせもう一方の角をずらす配置が正解であ る (図2下段). この配置を Correct として分類した. さらに, 三角形や四角形の幾何学図形の配置を Geometric, これら2つに分類できない配置を Incorrect とし、それぞれの配置の占有時間の割合を算 出した(表5). 3要因分散分析(群×時間×配置)の 結果,配置の主効果 (F(2,86) = 19.1, p < .01) および 時間×配置の交互作用 (F(2,86) = 10.8, p < .01) が有 意だった. 単純主効果の検定では、Correct の配置につ いては前半(28.1%)よりも後半(42.8%)の方が有 意に増大していたが、Incorrect と Geometric について は有意な差はなかった. さらに多重比較をした結果, Completer と Non-completer を統合した割合は, 前半 では Correct(28.1)では Geometric(5.4)よりも有意に高 かったが、Incorrect(16.6)とは差がなかった. それが 後半になると Correct(42.8) は他の2つの配置 (Geometric = 2.7, Incorrect = 13.2)に比べて割合が有意に高かった(有意水準はいずれも p<.05.)

4. 考察

本研究では、中野(2009)で洞察問題の性質を有す ることが示されたタングラムにおいて、作業者の解決 へ見通しと視線移動の変化を検討した. 洞察問題の一 般的な傾向として、解決可能性への見通しは次第に低 下し、その後の解決を予測しないか、むしろ解決した 作業者の方が自信度は低いという知見もある (Metcalfe,1986). 本研究では、主観的な自信度はセッ ションが進むにつれて低下した(図1).この結果は発 表者が過去に行った研究の結果にも一貫していた(中 野, 2003; 渋谷・中野, 2004). この傾向は課題を解 決 し た 完 成 者 (Completer) で も 未 完 成 者 (Non-completer) でも違いはなかった. すなわち, Metcalfe (1986) とは異なり、タングラムの解決過程 においては作業者本人の自覚的な解決への見通しは、 その後の問題解決の成功、不成功を予測することはな かった. ただし図1では, 完成者の方が未完成者より も一貫して自信度の評定が高いようにみえる. しかし, このグラフではセッションが進むごとに完成者は作業 を終了するために、それぞれのプロットでサンプル数 が異なる. したがって、図1の結果で単純に完成者と 未完成者で比較することはできない.

従来の洞察問題に比べて, タングラムでは同一の作 業者にくり返し異なるタングラム課題に取り組ませら れる利点がある. これまでの洞察研究に用いられた文 章問題 (Metcalfe, 1986; Patrick et. al, 2014) やパズ ル問題 (開・鈴木, 1998), 図形問題 (Kaplan & Simon, 1990) のほとんどは、問題解決者がいったん解決に到 達してしまえば、同種の問題解決をまたくり返すこと はできない. これに対してタングラムでは課題シルエ ットが何種類もあるため,一つの課題シルエットを解 決した後でも、また新しい課題に取り組ませることが できる. この利点により、従来の洞察研究にはなかっ た3つの新しい観点からの分析が可能になった. 第一 に複数のタングラム課題をくり返すことで、作業者を 熟達度の高い群と低い群に分けて比較できる. 第二に、 個人内で洞察問題をくり返し解決することによる熟達 過程を検討することができる. そして第三に、個人内 で課題解決時と未解決時の洞察過程を比較できる.

主観的自信度の評定に関して、この3つの観点からの分析を行った。第一の観点については、3つの課題

を全てまたは2つを完成できた High-achiever と,1 つもしくは1つも完成できなかった Low-achiever に参加者を分類した.これらの群間で自信度を比較したところ,いずれの群でもセッションが進むにつれて自信度は低下したものの,High-achiever の方がLow-achiever よりも一貫して自信度が高かった.つまり,作業者は今の自身の状況がどれくらい解決に近づいているのか正確には予測できないが,タングラムに対する自分自身の全般的な解決能力は,おおむね正確に見積もっていたといえる.

第二の観点からの分析では、実験初日から3日間の主観的自信度の変化をHigh-achieverとLow-achieverの間で比較した.この結果、いずれの群においてもタングラムの問題解決の繰り返しにより、主観的自信度が個人内で上昇することはなかった.一方で、両群の間では自信度にはっきりした差があり、High-achieverの方がLow-achieverよりも評定値が高かった.この群間での差は、実験初日から3日間通して一貫していたことから、自分自身の全般的な解決能力への評価は、実験を通して安定していた.

さらに, 第三の観点として課題解決時と未解決時に おける個人内の比較をおこなった. 作業開始前の時点 では完成課題と未完成課題の間に主観的自信度の評定 に差はなかった.しかし、開始後の中間段階(Middle) では完成課題での方が未完成課題のときよりも主観的 自信度の評定は高かった. この結果は、作業者はタン グラムの課題自体の難易度を、解決過程の進行に伴っ てある程度正確に把握できたことを示す. 一方で、完 成課題のときでも解決直前のセッション段階(Last) で自信度の評定が上昇しなかった結果から、作業者は 今の状態が解決に近いのかどうかは、正確には推定で きなかったといえる. 同様に熟達者である High-achiever でも、完成直前の段階(Last)で主観 的自信度は上昇しなかった(表1). 結論として、タン グラムの洞察的問題解決では、作業者は課題そのもの への解決可能性の高低については, 作業開始後の比較 的早い段階で見通すことができたと考えられる. しか し、たとえ熟達者であっても、現状がどれくらい解決 に近いかは解決過程が進んでも正確に見通すことはで きなかったといえる.

本研究の第二の目的は、タングラムの解決過程における視線移動の特徴を明らかにすることだった。この目的のために、個々のピースを注視した停留時間を累積し $1\sec$ あたりの値に換算したうえで、全ピースにわ

たる総和を求めた.この累積停留時間を課題ごと,また完成者と未完成者で比較したところ,Lion課題とDuck課題において完成者の方が未完成者よりも停留時間が有意に短かった(表4).そこで、タングラム課題への熟達と、ピースへの視線の停留時間が短いことに関連があるのかを検討するために、自信度の評定の分析と同様に、High-achieverとLow-achieverの2群に分けて累積停留時間を比較した.その結果、High-achiever(86.6 msc/sec)の方がLow-achiever(189.6 msc/sec)よりもかなり停留時間が短かった.この結果は、解決過程の前半でも後半でも変わらなかった.つまり、タングラム課題を解決できた場合や熟達者においては、ピースを注視して視線が停留している時間が解決過程全体を通して短かったと考えられる.

逆にいえば、個別のピースに視線が停留せずに7個のピース全体を走査するように視線を移動させた方が、問題解決の可能性が高かったと推測できる.この点に関してより直接的な証拠を得るためには、セッション全体で視線の総移動距離を視角に換算して算出する必要がある.1sec あたりの移動距離は High-achiever の方が Low-achiever よりも長いはずである.予備的な分析では、この推測を裏付ける結果も得られている.加えて、Arrow課題では完成者と未完成者の間に停留時間に差がなかったことから、問題空間を広範囲に探索する方略は解決が難しくなった際に意識下で採択される可能性がある.

最後に、タングラムの解決過程におけるピース操作の特徴は、鈴木・開(2003)が提示した制約の動的緩和理論の予測と合致している。鈴木らは、この理論を説明する例として T パズルを挙げている。このパズルでは4個のピースを T の字型に配置できれば正解で、ルール自体はタングラムと類似しているが、正解配置が一通りしかない点がタングラムとは異なる。 T パズルにおける制約は3種類ある。第一の対象レベルの制約は、ピースの底辺などを基準線と平行に「安定して」置く傾向である。第二の関係の制約は、複数のピースを幾何学図形など「きれいな形」に組み合わせる傾向である。第三のゴールの制約は、現在の状態とゴールに対するイメージの適合度を反映する。

タングラムの解決過程でも、対象レベルの制約と関係の制約は明瞭に表れた. 特に Lion 課題では、完成者でも最初は幾何学図形を作る割合が多かったが、その制約を脱した後は正解へとつながるずれた組み合わせに配置する割合が増した. すなわち、きれいな形を作

るという関係の制約を脱することが、解決への条件となっていた。ただし、未完成者の結果でも前半から後半にかけて Geometric な組み合わせの割合は減少した。このことから、関係の制約を脱することだけでは、正解に至るには十分ではなかったと考えられる。未完成者では Irregular の割合が後半であまり上昇しなかったことから、ずれた配置という新しい表象を明確にすることもまた解決への条件だったと考えられる。

これに対して、Arrow 課題では最も大きな2個の三 角形ピースを三角形に組み合わせても、四角形に組み 合わせても正解に到達できる. したがって、「きれいな 形」を作る制約を脱する必要がないため、完成率も高 いと予測した. 実験の結果は予測の通りで, Lion 課題 以外の課題でも関係の制約が解決を左右する要因とな ることが示された. しかし, Arrow 課題とそれ以外の 2つの課題で完成率に差があったのに対して、完成時 間には差がなかった、したがって、ピースの組み合わ せにかかる関係の制約を適切に処理するだけでは、洞 察が生じるのに十分ではなかったと考えられる. 実際, Duck 課題では完成者も未完成者も,前半から高い割合 で2つの三角形ピースを正解(Correct)と同じに組み 合わせており、後半では割合はさらに増大した(表5). しかし、完成率自体は Lion 課題と変わらなかった. こ の結果から、Duck 課題では関係の制約以外の要素が、 正解に至る鍵だったと考えられる. 図2の下段を見る と, Duck 課題の正解配置でアヒルの羽の部分を2個の 大きな三角形ピースで構成すると、残り5個のピース のうち頭の部分の三角形ピースを除けば、4個のピー スをすべて底辺や辺を基準線とは別の向きに置かなく てはならない. つまり, 正解に至るにはピースを安定 した方向に置くという対象レベルの制約を脱しなくて はならない. 今後の分析に関しては、個々のピースに かかる対象レベルの制約がどのように解決を阻害する のか、また解決者はそこから脱し、どのように正解に たどり着くのか明らかにする必要がある.

5. 引用文献

- [1] 開一夫・鈴木 宏昭 (1998) "表象変化の動的緩和理論:洞察メカニズムの解明に向けて",認知科学, Vol. 5, No. 2, pp.69-79.
- [2] Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990) "In search of insight.", Cognitive Psychology, No. 22, pp. 374-419.
- [3] Metcalfe, J. (1986) "Premotions of insight predict impending error.", Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol. 12, pp. 623-634.
- [4] 中野良樹(2009) "数理パズル「タングラム」における 洞察的問題解決", 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育 科学, Vol. 64, pp. 65 – 72.
- [5] Patrick, J., Ahmed, A., Smy, V., Seeby, H., & Sambrooks, K. (2014) "A cognitive procedure for representation change in verbal insight problems.", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 41, pp. 746 – 759.
- [6] 渋谷宗・中野良樹(2010)"数理パズル「タングラム」 の洞察的問題解決における解決可能性への主観的評価と 潜在的評価", 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学, Vol. 65, pp. 47 – 56.
- [7] 鈴木宏昭・福田玄明 (2013) "洞察問題解決の無意識的性質:連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討",認知科学, Vol. 20, 353 367.
- [8] 鈴木宏昭・開一夫 (2003) "洞察問題解決への制約論的 アプローチ", 心理学評論, Vol. 46 (2), 211 – 232.
- [9] 田村 昌彦・三輪 和久 (2011). "洞察問題解決における 類推的手掛かり利用の検討",認知科学, Vol. 18, pp. 299 -313.
- [10] Thomas, L. E., & Lleras, A. (2009) "Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight.", *Cognition*, Vol. 111, pp.168–174.

ポライトネス及び配慮表現コーパス作成と分析手法の一考察 ~対人関係を考慮した対話システムの適用に向けて~

A Study on Politeness and Consideration Expression Corpus Creation and Analysis Method

 \sim Toward application of dialogue system considering interpersonal relations \sim

太田 博三†

Hiromitsu Ota

†放送大学

The Open university of Japan 9924658973@campus.ouj.ac.jp

概要

ディープラーニングが定着し、対話システムや機械翻訳でも配慮表現が取り込まれようとしている. 対人関係を配慮した表現にフォーカスしたものである.ここで、本稿は配慮表現に着目し、対話文生成の基となる小規模なコーパスを意識し、コーパス利用と分析手法について考察したものである.ポライトネス・ストラテジーを簡易なベイズ論的アプローチを用いることで、対話システムの質的向上の一助につなげたい.

キーワード:配慮表現,機械翻訳,対話システム,ポライトネス,ベイズ統計学

1. はじめに

ディープラーニングの進展は、スポーツ分野での緻密なデータ解析への適用やコスモロジーなどの宇宙分野や天文学への専門分野への応用が試みられている段階にあり、成熟段階にあると言える.

自然言語処理の機械翻訳の分野では、語用論の中の一つのポライトネスが必要との認識の下で、機械学習時の学習データの準備の手間暇がネックとなっている。もともと、ポライトネスと待遇表現は文化庁の国語審議会等を見る限り、火遊びにもなりかねないため、ここ数年はあまり、言語学や言語社会学等の視点では、

直感的に, コーパスを紙媒体から電子媒体への移行は国レベルのプロジェクトとして, 国立国語研究所を中心に進められているものの, 面白みに欠けることは,

否めないのではないかと思われる.

研究における新たな進展は見受けられない.

そこで、筆者自ら、ポライトネスや待遇表現、また は配偶表現に関するコーパスを収集し、ユーザの運用 を想定した、有効な分析手法を検討したものである.

2. 意味論から語用論へのブレークスルー

ポライトネスの輸入とグライスなどの概念に、統語 論の故ノーム・チョムスキーの束縛理論のように、縛 られてしまい、多岐にわたる学説が唱えられているが 結論として皆が納得出来ているようでもない、ゆきず まった分野である. しかし、同時にディープラーニン グの適用時に味のある潜在性は、誰も否定はしないも のでもあると言える.

本稿では、あまり既存の討論には縛られず、対人関係を良好な状態にするものとして、大きく、曖昧に捉え、コーパスの母数や切り口となる項目を、できる限り多く用意できることを優先した.

3. 研究のフロー

既存の代表的なコーパスをもとに、代表的な既存の コーパスを用いて、小規模な仮説検証を行ったもので ある.

4. ベイズ論的アプローチの会話ストラテ ジーの検討

配慮表現に該当する語句や品詞の組み合わせの出 現確率を計算し、語句とストラテジーの流れをモデ ル化し、その傾向を検討したものである.

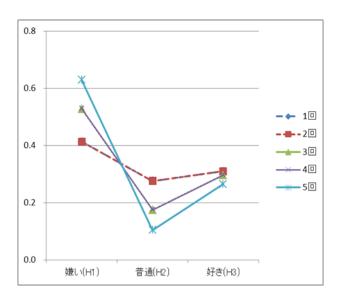
まず、水準を次の3つに定めて、モデル化する.

- 1) ポジティブ
- 2) ゼロ
- 3) ネガティブ

次に, 尤度を算出し事前確率を設定する. ここでは, 理由不十分の原理から事前確率を等しく設定した.

)「はい(はいはい」と				
		ポジティブ(H₁)	ゼロ(H ₂)	ネガティブ(H₃)	
憎因-	子の数	3	3	3	
愛因于	子の数	4	2	3	
<u>) 尤度の</u>					
	タ (D)	$P(D H_1)$	$P(D H_2)$	$P(D H_3)$	
	因子選択)	0.429	0.600	0.500	
見印象(愛	因子選択)	0.571	0.400	0.500	
) 事前確	率の設定	146 r s	# 12	47+	
■ 4n 40 3	E ++ 7+ 151	嫌い	普通	好き	
最初の	前確率	0.3	0.4	0.3	
) データ	入力と事後	確率の算出			
		確率の算出 嫌い(H1)	普通(H2)	好き(H3)	
	入力と事後 データ(D)		普通(H2) 0.400	好き(H3) 0.300	<
		嫌い(H1)			<
一卜回数	データ(D)	嫌い(H1) 0.300	0.400	0.300	<
	データ(D) 良	嫌い(H1) 0.300 0.414	0.400 0.276	0.300 0.310	<
1回2回	データ(D) 良 悪	嫌い(H1) 0.300 0.414 0.414	0.400 0.276 0.276	0.300 0.310 0.310	<
*一ト回数 1回 2回 3回	データ(D) 良 悪 良	嫌い(H1) 0.300 0.414 0.414 0.527	0.400 0.276 0.276 0.176	0.300 0.310 0.310 0.297	<
1回 2回 3回 4回	データ(D) 良 思 良 悪	嫌し(H1) 0.300 0.414 0.414 0.527 0.527	0.400 0.276 0.276 0.176 0.176	0.300 0.310 0.310 0.297 0.297	<
1回 2回 3回 4回 5回	データ(D) 良 思 良 悪	嫌し(H1) 0.300 0.414 0.414 0.527 0.527	0.400 0.276 0.276 0.176 0.176	0.300 0.310 0.310 0.297 0.297	<
1回 2回 3回 4回 5回	データ(D) 良 思 良 悪	嫌し(H1) 0.300 0.414 0.414 0.527 0.527	0.400 0.276 0.276 0.176 0.176	0.300 0.310 0.310 0.297 0.297	<
1回 2回 3回 4回 5回 6回 7回	データ(D) 良 思 良 悪	嫌し(H1) 0.300 0.414 0.414 0.527 0.527	0.400 0.276 0.276 0.176 0.176	0.300 0.310 0.310 0.297 0.297	<

図「はい」と「笑い」のポライトネス的ベイズ更新



5. 結論

本稿では、1回目のOPI試験を踏まえて、省略と反復・繰り返しの視点から、フィラーや笑いをポライトネス理論の視点も意識して考察したものである.テスターによる「はい はい はい」などは一見すると、強い同意の応答句と捉えがちだが、含意されること

は、決して好意的ではなく、OPI 特有の「突き上げ (Probes)」になっている.この突き上げにより、非母 国語話者である受験者は、「あっ、その一、えーと(笑い)」などのように、あらゆる非言語的側面が生成されている行為が読み取れた.この部分でも、何とか答えようとしながらも、フィラーや笑いなどの非言語的側面 が顕著に出ている.ここでの評価もあり得ると思われる.それは、会話のつながりを進める機能であり、発話と供に、重要な日本語能力であるとも考えられるからである.

1回目より、2回目、2回目より3回目と、人間同士の接触回数が進むにつれて、非言語的側面や語用論的な側面が重要になってくると思われる.

6. 今後の展望

今後の展望として、省略と反復・繰り返しは、語用 論のポライトネス理論に深く関係しており、前回の 接触を踏まえて生成されるものである。非言語のフィラーや笑い、応答などは、自然な会話では、単体 ではなく、ポライトネスの含意とのセットで考慮さ れるものであると思われる。

文献

- 1) 杉山ら(2018)「文脈に沿った発話理解・生成を行 うドメイン特化型雑談対話システムの実験的検 討」, SIG-SLUD-B802-33, 人工知能学会
- 2) 国立国語研究所「日本語学習者会話データベース 縦断調査編」

https://db3.ninjal.ac.jp/judan_db/

- 3) 久野(1978)『談話の文法』大修館書店
- 4) 堂下・白井・溝口・新美・田中(1998) 『音声による人間と機械の対話』「対話過程の基本的特徴と対話における省略の処理(第2章)」オーム社
- 5) ペネロピ・ブラウン・スティーヴン・C・レヴィンソン(1987)「ポライトネス 言語使用における、ある普遍現象」 "Politeness: Some Universals in Language Usage"
- 6) 松原望(2008) 「入門ベイズ統計―意思決定の理論 と発展」東京書籍
- 7) 福田 一雄(2013)「対人関係の言語学」 開拓社

自閉傾向によるコミュニケーション成立の因果構造 The Casual Structure of the Communication formation by Autism Spectrum tendency

小嶋 暁[†], 紅林優友[†], 森田純哉[†] Akira Kojima, Masatomo Kurebayashi, Junya Morita

[†]静岡大学

Shizuoka University kojima.akira.14@shizuoka.ac.jp

概要

本研究では、コミュニケーション形成における個人特性として、自閉傾向に注目する.この特性は、社会的に不利と考えられている特性である.一方で、自閉症スペクトラムの特性にはパターン化の強さも認められ、コミュニケーション成立に何らかの役割を果たすことも考えられる.本研究では、コミュニケーション成立における自閉傾向の影響を分析し、自閉傾向のモデル化を目指すためのデータを得た.本研究の実験においては、自閉症スペクトラム指数と新規なコミュニケーションの形成に有意な相関が認められた.このことから、自閉傾向は、コミュニケーションシステムの形成において有効に働いたと考察された.

キーワード:自閉症スペクトラム, コミュニケーション

1. はじめに

1.1 背景

現代社会において、人々のコミュニケーションの様式 (プロトコル) は急速な変化を続けている. 情報社会の今後の変化を予測し、適切に介入するためには、コミュニケーションに関与する認知プロセスに関する基礎的な研究が必要である. 本研究では、コミュニケーションプロトコルが個人間のインタラクションによってどのように形成されるのか、また、どのような個人の特性がプロトコルの形成や変化に影響するのかを検討する.

コミュニケーションに影響する個人特性として、本研究は自閉症スペクトラム傾向に焦点をあてる.この特性はコミュニケーションの困難さと関連づけられることが多い.一方で、この傾向は遺伝的な形質とみなされることがあり、なんらかの進化的な適応価をもつ可能性もある.さらに、現代社会に繋がる過去のイノベーションの多くにおいて、この特性をもつ個人が関与してきたことも示唆されている [1].

また,近年では自閉症スペクトラムと診断を受ける 人が増加していることがわかっている.この増加の背 景の一つとして,自閉症の神経基盤に関わる研究が進 展することで,従来は見逃されていた疾患が顕在化し たことが考えられる. その一方で、遺伝的な要因による実際の人口の増加の可能性も指摘されている. 後者の可能性と関連し、カリフォルニアのシリコンバレーなど、自閉症スペクトラム的な特徴が有効に機能する産業が集積する地域において、より多くの診断がなされていることなどが指摘されている [2].

いずれの原因であるにせよ,自閉症スペクトラムが 近年に注目されていることは確かであり,教育現場や 就労の場面での支援が必要とされている [3].よって, この個人特性とコミュニケーションの形成に関わる行 動データの関係性を分析することで,現実場面におけ る自己,対話相手の自閉症スペクトラム傾向に応じた コミュニケーションのデザインに有用な知見が得られ ることが期待される.

1.2 目的

本研究では、自閉傾向のモデルのためのデータを得ることを目的とする. その上で、自閉傾向が新規な記号コミュニケーションにおいてどのような役割を果たすのかを検討していく.

2. 関連研究

2.1 コミュニケーションに関する実験

コミュニケーションに関わる研究は言語学や心理学,情報学など多岐にわたる分野において行われている. その中で,通常の言語的なコミュニケーションが制限された状況において,コミュニケーションシステム(プロトコル)がどのように成立するのかという問いに対する研究が複数のアプローチにより行われてきた. この流れによる新規なコミュニケーションシステムの形成に関わる検討は,言語の起源,あるいは言語進化に関わる問題 [4]とも繋がっている.

こういった研究の流れの中で、Galantucci は、コミュニケーションシステムの創発を実験室内で観察・操作可能な実験課題を考案した [5]. この課題では、実験

参加者に相対での会話をさせず、あらかじめ意味も運 用方法も決まっていないコミュニケーションメディア を別途用意し、それを用いてある種の協調ゲーム(協 力によって各プレイヤーの利得を増加させるゲームの 類型)を解くことを求める.これによって、測定の難 しいコミュニケーションメディア(表情や視線、ある いは姿勢や相槌の打ち方など)の利用を制限した.ま た、セマンティクスやシンタックスの形成・共有過程 を観察することで、コミュニケーションシステムが形 成される過程を観察し、そこで働く認知メカニズムを 考察した. この実験枠組みの優れた点は、あらかじめ 意味の決まっていないメディアにおいて、共通の課題 を達成するためのコミュニケーションシステムが二者 間で創発する過程を観察できることにある. Galantucci は、この研究枠組みを実験記号論と呼んだ [6] . 先行研究では、その創発過程において観察される、 記号に明示的に表われないような暗黙的な共通基盤の 存在とその重要性が指摘されてきた.

Galantucci らの研究を受け、金野らは、コミュニケ ーション方法をより明確に解析しやすくし、また、記 号以外のコミュニケーションメディアの使用をさらに 制限した. これにより、コミュニケーションを成立さ せる記号の使い方の形成・共有の過程、および、制限 していても現れる可能性がある記号以外のコミュニケ ーション手段を分析する実験を構築した [7] [8]. この 実験では、記号のルールに何の取り決めもない状態か ら, 結果的にコミュニケーションシステムが形成され, 2 者間での協調ゲームが解決されるようになることが 観察された. この形成過程を分析した結果, コミュニ ケーションシステムは記号のルールには表れないプラ グマティクスと記号のルールとの相互循環的なプロセ スを経て形成されていることが示唆された. さらに, 金野らは、ことばによるコミュニケーションがどのよ うなシステムによって成り立っているのかを探求する 手法として、実験記号論に基づく実験室実験の手法を 紹介し、その有効性を検討している [9]. その上で、こ の手法が言語教育に果たす役割についての可能性を述 べている.

実験記号論の枠組みに即した実験研究は、エージェントの認知機能を操作するシミュレーション研究とも相性がよい. Morita ら [10]は、コミュニケーションシステムの成立に寄与すると考えられる認知機能を操作した認知モデルを認知アーキテクチャのうえに構築し、金野らの実験結果を再現するシミュレーションを実施

した.シミュレーションの結果,コミュニケーションシステムの成立に,2者間での相互の模倣過程が重要であることが示された.さらに,模倣の成功に関与すると仮定される認知機能を操作するシミュレーションを行った結果,暗黙的な記憶のエラーによって模倣を失敗する状況を構築できること,そのモデルによるコミュニケーションシステムの成立仮定が,自閉症児の言語発達の過程と類似することを指摘した.

上記一連の検討は、通常の記号以外のコミュニケーションを排除した状況の中で、どのようなコミュニケーションシステムが形成されるか分析し、一定の知見を積み上げてきた。しかし、コミュニケーションシステムの形成における個人特性の検討は極めて限定的である。自閉症に関わるモデルを構築した森田らの検討においても、シミュレーションの結果のみが示され、実験との対応が取られていない。よって、本研究では個人特性として自閉症スペクトラムに焦点を当て、その特性がどのような役割を果たすのか分析し、増加する自閉傾向への対応にどのような手法が有効かを検討する。

2.2 自閉症スペクトラム

自閉症スペクトラム (Autism Spectrum Disorder) とは、古典的な自閉症とアスペルガー症候群と呼ばれていた疾患を統合した診断名である。旧来の診断において、自閉症と、アスペルガー症候群は次のような相違点があるとされていた。まず、自閉症においては知能指数 (IQ) がどの段階にも位置し得るが、言葉の遅れがあること。それに対して、アスペルガー症候群においては、IQ は少なくとも平均以上であり、言葉の遅れはないとされてきた。自閉症スペクトラムの診断は、旧来の2つの疾患の相違を捨象し、両者に共通した"著しい社会性の障害"、"コミュニケーション障害"、"限局された、異常な、強い興味・関心や反復行動"を基準とするものである [11].

自閉症的特性に関わる自己診断やスクリーニングの 方法として、自閉症スペクトラム指数(AQ: Autism Spectrum Quotient)がある [2]. AQは4歳から成人 までを対象にしたスクリーニング尺度であり、50の質 問項目からなる. Baron-Cohen ら、若林らから AQ尺 度上の自閉症傾向の目安は32ないし33点以上とされ ている. AQ は社会的スキル、注意の切り替え、細部 への関心、コミュニケーション、想像力を下位尺度と する50項目からなる質問紙であり、個人の自閉症傾向 を測定する目的で、研究と臨床の場面において幅広く 用いられている。日本語化は若林らにより行われ、大 規模な調査を通した信頼性の検討がなされている [12].

AQ スコアに関して、低い (0-10 点) 平均 (11-22 点)、平均以上 (23-31 点)、とても高い (32-50 点) などの解釈の水準が設けられている。また、このスコアにおける性差も指摘されており、女性の平均は 15 点前後、男性の平均は 17 点前後などの分布が報告されている。さらに、アスペルガー症候群、あるいは高機能自閉症として診断を受けた人の多くが 35 点前後に分布するとも言われている。ただし、留意しなければならない点として、AQ 得点が高いからといって、それだけで診断を下すための根拠とはならない。診断には、その個人がいくつかの面で「社会生活における困難が生じている」という事実が必要になる。

自閉症スペクトラム,あるいは自閉症傾向の人に生じる上記のような社会性の困難さの一因は,「心の理論」の欠如にあると言われている [13].心の理論とは,他者の心を類推し,理解する能力のことである.心の理論が欠如していることで,自閉症スペクトラムを持つ人は,他者と視線を共有すること(共同注視)に困難を抱き,また他者と自分の役割を入れ替える模倣を不得手とすることになる.

一方で、一部の人には、ある分野での才能を生じさせることもある。自閉症の当事者研究で知られる Grandin は、自閉症スペクトラムの人の脳機能の特性を、視覚型、パターン型、言語型の3種の思考型に分類した。例えば、「パターン化」とは、あらゆる物事(プログラミングや数字など)に対し、パターンを見つけることで物事を遂行する。『ぼくには数字が風景に見える』の著者であるダニエル・タメットは数字一つひとつに独自の個性を持つ、独特のものと考えているという [14]. 数字を、形や色、質感、動きとして見る。大きな数字の掛け算に対して、計算するのではなく、二つの数字の形が融合して新しい形になるのが見えてパターン化される。

ここまでの関連研究を参考にすれば、AQ の高い個人は模倣を不得手とし、先行研究のシミュレーションによって示されたようなコミュニケーションシステムの成立を困難とするという仮説を立てることができる。その一方で、AQ の高い個人はパターン化に優れるため、新規なコミュニケーションシステムの形成に寄与するという仮説を立てることもできる。これら2つの

仮説のいずれが成り立つのかを検討するため、本研究 では、コミュニケーションプロトコルの形成過程と個 人の AQ を対応づける実験を実施した.

3. 方法

以下に示す実験の方法は静岡大学「ヒトを対象とする研究倫理委員会」にて承認されたものである.

3.1 実験参加者

本研究の実験では、コミュニケーションプロトコルの生成に関わる個人特性を検討するために、AQ とゲーム課題を連結するデータセットを構築した. 本研究では127名が履修する授業、79名が履修する授業、181名が履修する授業で集団実験を3回実施した. これらの授業は静岡大学浜松キャンパスにおける教養科目「心理学(2017年度)」と「情報と心理(2017年度および2018年度)」である. 前者の授業には工学部と情報学部の学部2年生以上、後者の授業には「報学部の学部2年生以上、後者の授業には情報学部の学部1年生以上が参加した. 本研究の参加者は当該授業に出席し、実験の実施における回に参加した者である.

3.2 材料

3.2.1 AQ の測定

AQ を測定する質問紙を、PHP と SQLite を利用した Web アプリケーションとして実装し、サーバ上に対象者から得られた回答を記録した.このアプリケーションにおいて、回答後、対象者は得点の計算と分布上の位置がフィードバックされる.一部の下位尺度について AQ の質問例を表 1 に掲載した.

表 1 AQ の質問例

下位尺度	質問例
注意の	・同じやり方を何度も繰り返し用いることが好きだ.
切り替え	・他のことが全然きにならなくなる(目に入らなくな
	る) くらい何かに没頭してしまうことがよくある.
	それをすることができないほどひどく混乱して (パ
	ニックになって)しまうほど,何かに強い興味を持つ
	ことがある
細部への	他の人が気づかないような細かいことに、すぐに気
注意	づくことが多い
	・車のナンバーや時刻表の数字などの一連の数字や、
	特に意味のない情報に注目する (こだわる) ことがよ
	くある
	・日付についてのこだわりがある
想像力	・何かを想像するとき、映像(イメージ)を簡単に思
	い浮かべることができる.
	・作り話にはすぐ気がつく(すぐわかる).
	・特定の種類のものについての(車,鳥,植物につい
	てのような)情報を集めることが好きだ.

3.2.2 メッセージ付き協調ゲーム

2.1 節で述べた金野らと同様の実験課題を用いた.この実験課題(以降,「ゲーム課題」と表記)は、Webを介したメッセージ付き協調ゲームである. サーバサイドの開発には PHP を利用し,ゲームにおけるペア内の情報の共有はサーバ内のデータベース (MySQL)を介して行われる. また, クライアントサイドの画面設計には、JavaScript (Ajax)を活用し、非同期でのサーバクライアント通信を実現している. 授業内で多人数が参加する実験を実現するため、実験参加者の自動でのペアリングの機能も備えている.

図1はゲーム課題の状況を示している。当初は意味の定まっていない記号をパートナーとやり取りしつつ、共通のゴールに向けたインタラクションを繰り返す。それにより、短時間での人工言語の創造を実験的に生起させる。このときの行動データ(サーバログ)を分析することで、メッセージにのせられた情報量の時系列変化やコミュニケーションの生起と関連する様々な認知プロセスを検討できる [15].

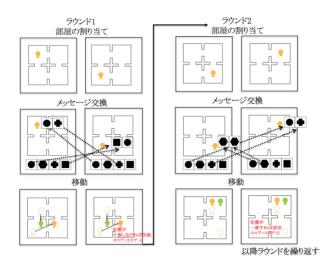


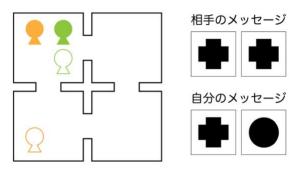
図1 ゲームフローのイメージ

ゲームのシステムとして, "部屋の割り当て", "メッ セージ交換", "移動"の3フェーズ設け、この3フェ ーズを1つのラウンドとしている. 2 名の参加者が扱 うエージェントは、2x2に分割された部屋のうち一つ に割り当てられる. お互いにパートナーの位置(部屋) を直接見ることはできない. この状況で、両者が同時 に移動し、同じ部屋で落ち合うことを求められる. 実 験参加者は、自身の PC 画面に "部屋の割り当て"フ ェーズが表示される. その後, "メッセージ交換" フェ ーズに移行し、実験参加者はメッセージ交換をする. メッセージは「自分のメッセージ」下の枠をクリック することで図形の選択、「メッセージを送信」ボタンで 決定することができる. 図形は左右に2つ組み合わせ たメッセージを送信でき、図形は●や■などの4つの 図形が用意されている. また、メッセージの送信には 時間差を設けることができた. すなわち, ペアのうち の一方はパートナーからのメッセージを受け取ったの ちに、自分のメッセージを決定することができた.次 に"移動"フェーズに入り、自分の移動先を決める. 移動先は部屋をクリックすることで選択、「移動場所を 送信」ボタンで決定する. なお、部屋の対角には移動 することができない. 移動後, 両者がどの部屋からど の部屋に移動したかが表示され、得点が決定する. ゲ ームにおいて、参加者は上記のラウンドを決められた 時間内で繰り返し、できるだけ高い得点を得ることを 求められた. 得点は両者の位置が一致した場合に2点 が加えられ,不一致であった場合に1点が減らされた (0点より減ることはない).

このゲーム課題における重要な要素としては以下が挙げられる. まず, 部屋の選択肢が3つであるため,

両者の移動先が偶然一致するというケースも存在するが、両者の移動先が偶然一致するケースだけではスコアを伸ばすことはできない。そのため、4 つの図形を左右に2つ組み合わせた16パターンへの意味付けを行うことで、移動先に対する合意を形成する必要がある(16 パターン全てに意味付けが必要というわけではない)。特に、両者が対角に配置された場合はゲームに参加する2名が必ず移動しなければ、得点を得られない。その場合は、"メッセージ交換"フェーズにおける送信順序(先手・後手)を利用することで、自身の現在位置を送信する参加者と、その行き先を踏まえた行き先を送信する参加者の役割分担を形成する必要がある。

ラウンド数= 2 得点= 2



>二人の移動先が決まりました。成功です。2点加算しました。

図2 記号の意味付け

3.3 手続き

本研究の実験において収集する AQ は秘匿性の高い個人情報である.よって、本研究における実験手続きでは、個人情報の流出のリスクを避けるため、データ収集の時点で実験参加者が匿名化された.また、実験において利用した端末は、実験者が用意したものではなく、実験参加者自身の PC であった.

ゲーム課題、および実験の流れについて教示ののち、教室において各自がアクセスする URL を知らされた. URL を介してサーバにアクセスすると、参加自分自身が任意に設定した仮名 ID をフォームに入力することを求められた. その後、サーバ内で他の対象者とのペアリングが自動でなされた. 参加者は誰とペアになったか知らされないままゲームを行った. 本実験において、パートナーのペアリングは、20分程度の間隔で3回行われた. ペアリングのタイミングは、実験者の時計をもとに、実験参加者に伝えられた. 以降、3回の

ペアリングにおいてなされたゲームを時間順にゲーム 1, ゲーム2, ゲーム3と呼ぶことにする.

各ゲームにおいて送信されたラウンド, 左右の図形, 初期位置, 移動先, メッセージ送信時間, 移動時間, スコアの情報がタイムスタンプとともにログとしてサーバに記録された. 実験後, Web フォームにアクセスし, ゲームで利用した仮名 ID を入力させ, アンケートに回答させた.

なお、ゲーム課題におけるバイアスとなることを避けること、また AQ は個人特性であり、時間や文脈に大きく影響されないと判断し、AQ の測定はゲーム課題の翌週に実施した。ゲームデータと連結するため、AQ 測定の Web フォームに、ゲームで利用したものと同じ仮名 ID を入力させた。また、AQ やゲーム課題の説明変数として有効と考えられる個人の属性データ(学科や性別)についても入力を求めた。ただし、連結によって個人が識別される可能性のあるデータは取得しなかった。たとえば具体的な年齢などの情報は、連結によって特定の対象者に結びつく可能性があるため記入を求めなかった。

4. 結果と考察

4.1 対象データとデータクレンジング

サーバに記録されたゲームのログをもとに、課題中のコミュニケーションの分析を行う. サーバ上のデータベースには、各ラウンドにおける各参加者の、「仮名 ID、ラウンド番号、送信図形、初期位置、移動先、スコア、図形送信時間、移動時間」の情報が記録される. これらの情報に基づき、システムの不具合、および通信エラーによって生じたデータを削除した. 具体的には同じ仮名 ID が同一のゲーム内で複数のパートナーとペアを形成したデータ(ゲーム 1:16 件、ゲーム 2:4 件、ゲーム 3:6 件)、ゲームの途中でラウンドが停止したデータ(ゲーム 1:14 件、ゲーム 2:12 件、ゲーム 3:18 件)、ゲーム終了時にスコアが 0 点にリセットされたデータ(ゲーム 1:31 件、ゲーム 2:18 件、ゲーム 3:19 件)、スコア集計の不具合(ゲーム 3:24 件)である.

また、対象者には、ゲーム課題及び、AQ 測定を行うにあたり、自身で用意した仮名 ID を使用させた.この時、ゲーム課題及び、AQ 測定を別日に行なったため、仮名 ID を忘れるなどして、ゲーム課題と AQ のデータを結びつけることができない事態が生じた.その結果、ゲーム課題と AQ に関する分析において、上

記のデータ (32 件) は除外して分析を行なった. 結果 として, ゲーム 1 において 222 名, ゲーム 2 において 244 名, ゲーム 3 において 170 名のデータが分析対象 となった.

4.2 AQ 測定結果

図3は対象者に実施したAQの測定結果である. 横軸にAQ(点),縦軸に割合(%)が示される. 赤線が本研究におけるデータセットを示し,他の線は若林[12]にて報告された数値を示している. 黄線が自閉症ないし,アスペルガー症候群と診断を受けたAS/HFA

(Asperger Syndrome / High Functioning Autism) 群の得点分布, 2 種の点線はそれぞれ一般男性, 一般女性の得点分布の得点分布である. それぞれの AQ 平均得点は AS/HFA 群が 37.9 点, 一般男性が 21.5 点, 一般女性が 19.9 点, データセットが 22.6 点となっている. データセットの平均得点は, 一般男性・女性よりも少し高い, 得点分布においても一般男性・女性の得点分布には見られない 10 点から 15 点の間の割合増加がデータセットには見られる. また, 30 点から 35点の間で少し起伏が見られる.

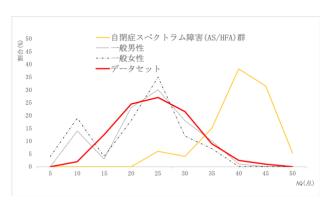


図3 AQ の得点分布

4.3 ゲーム課題結果

図 4 は 3 回のゲームにおけるスコアの推移を示している。各図は横軸にラウンド、縦軸に各ラウンドにおけるスコアが示される。赤線は AQ32 以上のスコアを持つ個人が参加したペアである。以降,これらのペアを AQ 高ペアと呼ぶ。若林らによる AQ スコアの解釈において,32-50 点はとても高いと表記されているため,本実験において AQ 32 以上を高 AQ の基準としている。

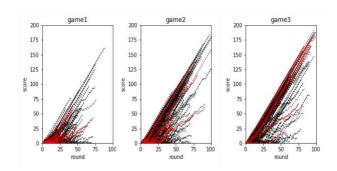


図4 スコアの推移

図4の3つのグラフを比較すると、AQに関わらず ゲームの繰り返しによって、獲得されたスコアと遂行 されたラウンドが増加したことがわかる。AQ 高ペア に注目すれば、高いスコアで最終ラウンドを迎えたペ アも存在すれば、スコアが低いままであったペアも存 在する. しかし、ゲーム間のグラフを比較すれば、高 いスコアでゲームを終えた AQ 高ペアの割合はゲーム 1に対してゲーム3において高いようにも見える.

4.4 ゲーム課題と AO の相関

表2はゲーム課題の成績に関わる指標とAQの相関を示している。なお、それぞれのペアがゲームに従事した時間はログイン時刻のずれなどにより、必ずしも統一されていない。この差異を補正するため、ゲームのログインから最終アクセス時間までの1分辺りでどれだけのスコアを獲得したかを測るスコア増加率、および1分辺りどれだけのラウンドを遂行したかを測るラウンド遂行率とAQの相関を算出し、表に含めた。表2を見ると、ゲーム3のスコアおよびスコア増加率に有意な正の相関が見られる。つまり、図4より観察される印象(ゲーム3において高AQペアが高い成績を達成)が確認され、本実験の最終段階におけるコミュニケーションにおいては自閉傾向が促進的に働くことが示唆された。

表2 各ゲームにおける AQ とゲーム課題の相関

	Game1	Game2	Game3
スコア	0.14	0.04	0.17*
スコア増加率	0.14	-0.03	0.20*
ラウンド	0.00	0.00	0.08
ラウンド遂行率	-0.01	-0.03	0.14

**p < .05, *p < .10

続いて、自閉傾向のどのような側面がコミュニケーションシステムの成立と関係するのかを検討するため、AQ下位尺度との相関分析を実施した。表3に示されるようにゲーム3のスコアと注意の切り替え、想像力に有意な正の相関が見られた。表1の質問例より、注意の切り替えは、繰り返しや没頭などの常同行動を示す下位尺度と解釈できる。それに対して、ゲーム2との負の相関が観察された細部への注意は新たなパターンの発見と関連する下位尺度と解釈できる。

表3 各ゲームのスコアと AQ 下位尺度との相関

	Game1	Game2	Game3
社会的スキル	0.02	0.03	0.00
注意の切り替え	0.16	0.03	0.22*
細部への注意	0.02	-0.12+	0.07
コミュニケーション	0.09	0.00	0.06
想像力	0.09	-0.08	0.18+

*p < .05, +p < .10

4.5.2 ゲーム課題および AQ と相関する行動 特性**の**検討

本研究におけるコミュニケーションの成立は、ペア内でメッセージの送信順序(先手・後手)を固定化したことが要因となっていたことが推察される[16].この固定化の傾向を指標化するために、各ゲーム内におけるペア内のメッセージ送信時間差の分散を計算した.この指標は、例えば、一方のプレイヤーが他方のプレイヤーに対して常に同じ時刻だけ遅れてメッセージを送信していた場合、この指標の値が小さくなる.逆にラウンド毎に先手と後手を入れ替えていた場合には、この指標の値は大きくなる.つまり、送信時間差の分散が小さければ、2人のプレイヤーの送信メッセージの時間差が固定化されたことを示している.

表 4 は各ゲームにおけるペア間のメッセージ送信時間差の分散と AQ, ラウンド, スコアの相関を示している. ゲームの成績に関わる指標であるラウンドとスコアについては, すべてのゲームにおいて負の相関が観察される. すなわち, ゲーム課題において, ペア内での送信パターンを固定化することが, ゲームの成功と関連していたことが示される. この指標と AQ との相関については, ゲーム 1 とゲーム 2 では観察されず, ゲーム 3 において有意な負の相関が観察された. この結

果より,高 AQ ペアはゲームの進展に従って,パターン 化を形成していき,そのことがゲームの成功と結びつ いたことが推察される.

表 4 ペア間のメッセージ送信時間差の分散と

AQ, ラウンド, スコアとの相関

	Game1	Game2	Game3
スコア	-0.34**	-0.54**	-0.43**
ラウンド	-0.57**	-0.59**	-0.59**
AQ	0.09	0.03	-0.21*

**p < .01, *p < .05

また、表 5 は各ゲームにおけるペア間のメッセージ送信時間差の分散と AQ 下位尺度との相関を示している. ゲーム 1 において細部への注意で負の相関が見られた. つまり、コミュニケーションシステムを形成する初期の段階では、パターンを発見する傾向の高い個人が参加したペアほどメッセージの送信を固定化する傾向があり、AQ の下位項目としてのコミュニケーション尺度が高い個人が参加したペアでは、メッセージの送信が固定化されない傾向(先手と後手のターンテイクが起きる傾向)があったことが示される. それに対して、コミュニケーションシステムがある程度完成されたゲーム 3 においては、パターンを維持する常同行動的な傾向がコミュニケーションの維持に影響していたことが示唆される.

表 5 ペア間のメッセージ送信時間差の分散と AQ下位尺度との相関

	Game1	Game2	Game3	
社会的スキル	0.05	0.02	-0.02	
注意の切り替え	0.08	0.02	-0.30**	
細部への注意	-0.25*	0.05	0.00	
コミュニケーション	0.17+	0.03	-0.08	
想像力	-0.08	-0.03	-0.26**	

**p < .01, *p < .05, +p < .10

5. 結論

5.1 本究のまとめ

本研究は、コミュニケーションシステムの形成における個人特性として、自閉傾向を示す AQ に注目し、新規なコミュニケーションシステムの構築が要求されるゲーム課題の成績との関連を検討した。結果、コミ

ュニケーションシステムを形成する初期段階(ゲーム 1)では、パターンの発見と関連する自閉傾向(細部への注意)とメッセージ送信順序の固定化傾向との相関が見られ、一般的なコミュニケーション能力の高さはメッセージの送信順序を固定化しない傾向と相関した。続くゲーム 2 においては、細部への注意はゲームの成功に抑制的に働く傾向が見られたものの、実験の最終段階であるゲーム 3 においては、パターンを維持する常同行動的な傾向(注意の切り替え)がコミュニケーションの維持に影響していたことが示唆された。このように自閉傾向は新規なコミュニケーションの形成プロセスにおいて、局面に応じた役割を果たすことが示唆された。

5.2 今後の課題

上記のように,本研究の課題において,自閉傾向は, コミュニケーションシステムの形成に抑制的に働くと いうより、促進的に有効に働いた. この結果は、自閉 傾向がコミュニケーションの障害として定義されるこ とと整合しない. この不整合に対する一つの説明は, 本研究が既存のコミュニケーションシステムではなく, 新規なコミュニケーションの形成を扱ったことに求め られる. 自閉症児の一部は、言語の獲得に障害を示す が、言語はその児童の生誕以前に社会において固定化 されており、本研究の状況とは異なっている. また、 本研究における実験が、対話などの音声を利用したコ ミュニケーションではなく, テキスト的な記号を介し たコミュニケーションを扱ったことも不整合の一因と して考えられる. テキスト的なコミュニケーションに は、自閉傾向を有する個人にとって運用が困難な韻律 的情報が含まれない. 今後, これらの原因を切り分け た実験を積み重ねることで、自閉傾向の特性を活かし たコミュニケーション環境のデザインに有用な知見が 得られると考えている.

また,自閉傾向とコミュニケーションシステムの形成に関わる因果構造の解明に対して,本研究で行った分析は未だ十分ではない.本研究では,AQの下位尺度やスコア増加率,メッセージ送信時間差などの指標を扱ったが,これら以外にも様々な因子がゲーム課題には関わっていると考えられる.また,ゲーム1で使用された記号がゲーム2,ゲーム3へどのように影響しているのかという分析も行われていない.今後,上記のような因子を洗い出す分析を行い,共分散構造分析などを用いたモデリングを行っていく.

参考文献

- T. Grandin , R. Panek, The Autistic Brain-Thinking across the spectrum, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- [2] S. Baron-Cohen, W. Sally, S. Richard, M. Joanne and C. Emma, "The Autism-Spectrum Quotient (AQ) :Evidence from asperger syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians," *Jornal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 31, no. 1, pp. 5-17, Febrary 2001.
- [3] 高橋一誠,大木美加,ブローバティスト,鈴木健嗣, "特別支援学校における児童の清掃支援に向けた共感デザイン," *電気情報通信学会*, 2017.
- [4] 橋本敬, "言語とコミュニケーションの創発に対する複雑系アプローチとはなにか," *計測と制御*, vol. 53, no. 9, pp. 789-793, 2014.
- [5] B. Galntucci, "An experimental study of the emergence of human communication systems," *Cognitive Science*, pp. 737-767, 2005.
- [6] B. Galantucci, "Experimentas semiotics: A new approach for studying communication as a from of joint action," *Topics in Cognitive Science*, vol. 1, pp. 393-410, 2009.
- [7] 金野武司, 森田純哉, 橋本敬, "調整課題における 記号コミュニケーションシステムの形成実験," *電子情報通信学会技術研究報告: 信学技報*, vol. 110, no. 400, pp. 49-54, 1 2011.
- [8] 金野武司, 橋本敬, "人工言語の共創課題を用いたことばへの気づきの誘発に関する試み," *知識共創*, no. 6, 2016.
- [9] 橋本敬, 金野武司, 森田純哉, "言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ," *計測と制御*, vol. 53, no. 9, 9 2014.
- [10] 森田純哉, 金野武司, 奥田次郎, 鮫島和行, 李冠宏, 藤原正幸, 橋本敬, "協調的コミュニケーションを成立させる認知的要因 -認知アーキテクチャによるシミュレーション-," vol. 20, no. 4, pp. 435-446, 2018.
- [11] 宮川充司、"アメリカ精神医学会の改訂診断基準

- DSM—5: 神経発達障害と知的障害, 自閉症スペクトラム障害," *椙山女学園大学教育学部紀要*, vol. 7, pp. 65-78.
- [12] 若林明雄, 東條吉邦, "自閉症スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化-高機能臨床群と健常成人 による検討," *心理学研究*, vol. 75, no. 1, pp. 78-84, 2004.
- [13] S. Baron-Cohen, A. M.Leslie and U. Frith, "Does the autistic child have a "theory of mind"?," *Cognition*, vol. 21, pp. 37-46, 1985.
- [14] D. Tammet, Born on a Blue Day:Inside the Extraordinary Mind of an Autistic Savant, New York: Free Press, 2007.
- [15] J. Morita, T. Konno and Hashimoto, "The Role of Imitation in Generating a Shared Communication System," *Proceeding of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, vol. 34, pp. 779-784, 2012.
- [16] 小嶋暁, 紅林優友, 森田純哉, "新規なコミュニケーションシステムの形成に及ぼす自閉傾向の影響," 認知科学会, 2018.

子どもの性格特性に着目した対話型スピーカーとの遊び行動の分析 Analysis of Children's Playing Behaviors with an Utterance-Output Device Focused on Personality Traits

市川 淳 ¹, 光國 和宏 ², 堀 紫 ³, 池野 湧太 ⁴, アレクサンドル ルブロン ⁴, 河本 徹和 ⁴, 西崎 友規子 ², 岡 夏樹 ²

Jun Ichikawa, Kazuhiro Mitsukuni, Yukari Hori, Yuta Ikeno,
Leblanc Alexandre, Tetsukazu Kawamoto, Yukiko Nishizaki, Natsuki Oka

¹ 神奈川大学, ² 京都工芸繊維大学, ³ 株式会社 博報堂, ⁴ 株式会社 博報堂アイ・スタジオ

Kanagawa University, Kyoto Institute of Technology, HAKUHODO Inc., HAKUHODO i-studio Inc. j-ichikawa@kanagawa-u.ac.jp

概要

本研究では、スマートスピーカーによる子育で支援の議論に向けた基礎的な知見の提供を目指して、そもそも子どもが対話型スピーカーに対して興味や関心、親密さなどに基づいてどのような行動を示すかを性格特性に着目して検討を行った。対話遊びを主とする観察実験の結果、情緒が安定している、神経質ではない、あるいは家庭とは異なるコミュニケーション環境に適応していると母親に評価された子どもほど活発に遊ぶことを確認した。

キーワード:対話型スピーカー (utterance-output device),対話遊び (conversational play),性格特性 (personality traits),行動分析 (behavior analysis),子育て支援 (parental support)

1. 目的

本研究では近年、家庭に普及しつつあるスマートスピーカーに代表される対話型スピーカーに対する、子どもの興味や関心、親密さなどに基づく行動を性格特性に着目して実験的に検討する。子育て支援の議論に向けた基礎的な知見の提供を目指す。なお、ここで述べる子育て支援とは、スマートスピーカーが家事で忙しい親の代わりに子どもと対話や遊びを行うこと、あるいは親子の関係をアシストすることが挙げられる。

2. 観察実験

対話型スピーカーとして博報堂製のペチャット [1] を使用した. ボタンの形状をしたスピーカーで,家庭のぬいぐるみに付けてスマートフォンと Bluetooth 接続を行い,専用アプリでセリフを選択すると,子どもが親しみやすい可愛らしい音声でセリフが出力される.あいさつや週末の予定など日常的なテーマに関連するセリフが用意されており,対話を行うことができる.

Amazon Echo¹ や Google Home² のように自律的に対話を行うわけではないが、子どもにとって自律的に対話しているような演出が可能である。本実験では、子どもの心的状態を理解しやすい親がアプリ上で提示されるセリフを選択して、ペチャットの振る舞いを適度に統制した。また、ペチャットは実験者が用意したサルのぬいぐるみに取り付けられた。

以下で述べる実験に、3 才から 6 才までの子ども (男児 8 名、女児 12 名) 計 20 名とその母親が参加した。実験室に訪問する前に、子どものプロフィールや 性格に関する事前アンケートを母親に対して Web 上で実施した。発達心理学や教育学の分野でよく利用されている TS 式幼児・児童性格診断検査を用いた [2].

実験室に来てから母親は、実験者から渡されたスマートフォンにインストールされたアプリでセリフを選択し、ペチャット操作の練習を行った。その後、母親には子どもとおもちゃで自由に遊んでもらった。子どもが環境に慣れて自由遊びに飽きた、あるいは遊びに一区切りがついたと母親が判断するまで5分程度実施した。

自由遊びの終了後、母親にペチャットを操作してもらい、子どもはペチャットが付いたぬいぐるみと対話遊びを行った。遊びに一区切りがついたと母親が判断するまで10分程度実施した。対話遊びの終了後、再び自由遊びを実施した。時間は、1回目と同じである。

その後,再び母親にスマートフォンでセリフを選択してもらい,ペチャットが付いたぬいぐるみを通して自由遊びで使用したおもちゃのお片づけを行うように子どもに対して促してもらった.お片づけ課題の制限時間は5分程度である.

 $^{^1 \}rm https://www.amazon.com/b/?ie=UTF8\&node=9818047011$ $^2 \rm https://store.google.com/us/product/google_home?hl=en-US$

最後に、対話遊びやお片づけ課題に関する事後アンケートを母親と子どもに対してそれぞれ実施した.

3. 分析結果

性格に関する事前アンケートのスコアと対話遊びやお片づけ課題に関する事後アンケートのスコアとの相関分析を行った. 結果,神経質ではない,情緒が安定している,あるいは幼稚園や保育園の環境に適応していると母親に評価された子どもほど,ペチャットが付いたぬいぐるみと活発に遊ぶことが示唆された.

さらに、対話遊びにおいて観察された興味や関心、 親密さに関係すると考えられる、ペチャットのセリフ に対する反応率やぬいぐるみをつかむなどの接触行動 の頻度、さらには接触行動の時間と上述した事前アン ケートのスコアとの相関分析を行ったところ、神経質 ではないと評価された子どもは、ペチャットが付いた ぬいぐるみのセリフに対して反応する傾向があるこ と、幼稚園や保育園の環境に適応していると評価され た子どもは、ペチャットが付いたぬいぐるみに接触す る時間の割合が高い傾向にあることが示唆された.

他方で、お片づけ課題において、子どもをお片づけが完了した群と完了しなかった群とに分けた後、事前アンケートのスコアを比較したところ、完了群は未完了群よりも情緒安定の因子のスコアが有意に高い、つまり情緒が安定していると評価されたことが示唆された.

なお、参考までに、対話遊びの前後の自由遊びにおいて、母子間の親密さに関係すると考えられる明示的な共同作業が観察されるかどうかを定性的に分析した結果、「ペチャットが付いたぬいぐるみとの対話遊びの後に、母子が一緒におもちゃを使って遊ぶようになる」ことはほどんどのペアで観察されず、事前アンケートとの関連もみられなかった。

4. 考察

本研究の結果を踏まえると特に、神経質な子どもや情緒が不安になりやすい子ども、あるいは幼稚園や保育園といった家庭とは異なるコミュニケーション環境への適応が難しい子どもが対話型スピーカーに興味や関心をもち、コミュニケーションをとりたいと思わせるセリフや仕掛けを検討することが必要であると考えられる.

今後は、上記の対話型スピーカーのセリフや仕掛けの有効性を統制実験から検証することが課題として挙げられる。統制実験を行うことで、子どもの性格特性に応じたインタラクションデザインに向けた重要な要

素がよりクリアになると考えられる. さらに, 本実験 の対話遊びにおける発話内容や表情から対話型スピーカーに対する態度を詳細に議論するための方法論を検討することも重要であると考えられる.

利益相反

本研究は株式会社 博報堂, および株式会社 博報堂 アイ・スタジオとの共同研究であるが, 商業的, 金銭 的な利益相反の関係がなく行われた.

汝献

- [1] 株式会社 博報堂 (2016) "What's Pechat?", https://pechat.jp/, 2018年7月アクセス.
- [2] 高木 俊一郎, 坂本 龍生, 園山 繁樹, 門田 光司, 谷川 弘 治, 伊東 眞里 (1997) "TS 式幼児·児童性格診断検査", 東京: 金子書房.

不登校児童・生徒における活動をベースにした学びの可能性 Examining the Possibility of Activity Based Learning for Children with School Non-Attendance.

髙橋 麻衣子[†], 福本 理恵[†], 中邑 賢龍[†] Maiko Takahashi, Rie Fukumoto, Kenryu Nakamura

†東京大学先端科学技術研究センター

Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo maiko_tk@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

概要

学校になじめず学習への意欲を失っている児童に対して、活動から教科学習への展開をはかる Activity Based Learning (ABL) を実施した。参加児童が在住している地域の特産品である小麦をテーマに掲げ、小麦から小麦粉をつくる活動を通して、理科や算数、国語等の教科学習へ展開した。学年や習熟度の違う児童が参加したが、活動を切り口に意欲を高め、リアリティを伴った知識の習得や教科学習の必然性への気づき等、共通の場から個別化された学びを達成している様子が観察された。

キーワード:機能的学習環境,活動をベースにした学習 (ABL: Activity Based Learning),不登校

1. 問題と目的

学校になじめず不登校状態になる児童・生徒が年々増加している。平成29年度の文部科学省の調査では、病気以外で年間30日以上学校を欠席している中学生が全国に10万人(約3.1%)存在することが報告された[1]。さらに、学校の校門や保健室まで登校する「教室外登校」や、遅刻や早退が多く授業に参加する時間が少ない「部分登校」、教室にいても他の生徒と違う学びをしていたり、学校に行きたくないと思っていたりする「仮面登校」など、年間30日以上の欠席という不登校の様相を示さなくとも、学校になじめず不登校傾向にある生徒が10.2%存在することが日本財団の調査で明らかにされている[2]。学校に適応できない子どもが10人に1人いるという割合は決して無視できるものではなく、彼らの学びやその後の生活を保障する手立てを打つことは喫緊の課題と言えよう。

上記日本財団の調査では、不登校や不登校傾向の原因を中学生本人に尋ねたところ、「朝起きられない」「疲れる」といった身体的な症状に次いで、「授業がよくわからない」「良い成績がとれない」といった学習上の問題が挙げられた[2]。学校での学習の困難が引き金となり、身体的症状が顕在化して不登校に至っているのではないだろうか。不登校を主訴として発達診療センターに訪れた80名のうち57%が広汎性発達

障害や ADHD 等の発達障害を有しており、さらにそ のうちの87%が不登校になるまで発達障害の診断を受 けていなかったとの報告[3]もあり、不登校・不登校傾 向の中には本人がそれまで自覚していなかったような 認知特性の偏りから学習や生活での困り感を有してい る可能性が指摘できる。発達障害をもつ者の中には、 認知特性の偏りから自力での読み書きが難しかった り、注意のコントロールが難しかったりするため、学 校現場で一般的に行なわれているような紙の教科書と ノート, 黒板を使った一斉授業についていけなかった り興味を持てなかったりする場合がある。その結果、 学校生活になじめずに不登校となり、学習や生活への 意欲の減退から学習の機会を失うという負の循環に陥 る。学校に行かずとも個々人で学習をすることは可能 であるが、日常的な学習の機会がないと学習の必然性 にも気づきにくく, 結果として自宅や学校外で自律的 に学習する可能性も低くなるだろう。既存の学校教育 からこぼれ落ちてしまう児童・生徒の学びを補償する ためのアプローチが必要とされている。

本研究では、学校での学びに意欲を失った児童・生徒に対して、活動から教科学習の導入をはかる ABSL (Activity Based Subject Learning) [4]のアプローチからの学習実践を試みる。教科学習を行う際には、多くの場合、教科書の展開に沿って教員が教室で児童・生徒に知識を伝達したり、個々で学習する場合にも教科書を読んで知識を習得したりする。このような教科単元の基礎から積みあげていく学びにおいては、得た知識がどのように活用されるのかを実感しにくく、学習に対する意欲が上がらない場合がある。そこで、「こういうことがやりたい」という目的的な行動から必要性を感じて基礎を学ぶ「基礎に降りていく学び」の必要性も唱えられている[5]。基礎に降りていく学びを達成するためには、学習者自身が学びの目的を自覚しながら学習を進める場である機能的学習環境[6]を整

える必要があるだろう。

ABSLは「基礎に降りていく学び」の考え方を前提 としており、機能的学習環境を用意することで日常的 な活動が教科学習に関連していることに気づかせるこ とをねらった学習の設計がなされている。活動ごとに 展開可能な教科単元が様々にある中で、教授者が指導 のシナリオを作成する。ただし、学習者の反応によっ てシナリオ通りにいかないことも想定し、また教授者 のねらい通りの学習が生起しなくとも、学習者がその 場でそれぞれに個別化された学びを達成し、次の学習 への意欲につなげることを大きな目標としている。そ のため、学習者の教科学習の習得度を重視するのでは なく、実際の活動がどのような単元への扉を開いた か, どのような教科との関連を見出し, 教科学習の有 効性を実感するに到ったかに着目するものとなる。ま た、学習者中心の学習を目指すため、教授者は活動か ら教科へのゆるやかな展開を明示的に行なうものの、 教科書の指定や時間制限のない活動の場の提供を行 う。また、可能な限り学校外でのリソースを活かし、 地域社会と連携したリアリティのある活動とすること で、真正な学習の展開を目指す。

ABSLのアプローチは従来型の教科教育に対抗するものでもとってかわるべきものでもなく、これまでの学校教育にうまくなじめなかった学習者をとりこぼさずに学習の機会を与える場になる可能性がある。学習意欲を低下させていたり、学習の意義を見出せなかったりする不登校・不登校傾向にある学習者がABSLによって教科教育の必要性に気づき、意欲をもって教室での学びに参加できるようになる可能性もあるだろう。このような意味で、学校教育と補い合って、さまざまな学習者への学習を補償するものである。

本研究は、学校になじめない児童へのABSLの実践を通して、彼らへの今後の支援の在り方、さらに学校を含む社会での教育システムの在り方についての提案を試みる。学校外での活動を通して学習が成立するのであれば、不登校・不登校傾向にある学習者への学習支援の可能性が開けるだろう。本研究では、ABSLの参加対象である児童が在住している群馬県A市の特産品である小麦をテーマに実験活動から教科学習に結びつけるABSLを展開し、それぞれの児童における学習効果を個別に検討する。

2. 活動の概要

2.1 参加者

対象児童は,長期欠席,情緒障害学級 (ASD等) も

しくは通級指導教室 (LD・ADHD等) に在籍,その他学校になじめないと感じている者とし,教育委員会を通して希望者を募った。その結果,群馬県A市内在住の児童7名 (小学1年1名,小学3年1名,小学5年5名) が参加した。参加児童の概要を表1に示す。小1と小3の児童は通常登校していたが,小学5年生の5名はいずれも不登校もしくは登校渋りや休みがち等の不登校傾向の様相を示していた。

表 1 参加児童のプロフィール概要

	性別	学年	登校状況	特記事項
A	男	小5	不登校傾向	特別支援学級在籍
				ASD, 読み書き困難
В	男	小5	不登校	小3より腹痛による遅刻
				が増え、小4後半から授
				業に参加していない
\mathbf{C}	男	小5	不登校傾向	校長室に登校
				科学クラブなどの校外活
				動には積極的に参加して
				いる
D	男	小5	不登校傾向	新しいクラスになじめず
				登校渋りが多い
\mathbf{E}	男	小5	不登校	特別支援学級在籍
				自閉症スペクトラム
				対人コミュニケーション
				への苦手感がある
F	男	小3	通常登校	ADHD,読み書き困難
G	男	小1	通常登校	言葉の教室への通級

2.2 活動時期

2018 年 7 月の平日に、9:00 から 15:30 までの 4 セッションにわたるプログラムを実施した。

2.3 活動スケジュール

実際の小麦を各児童に配布し、「真っ白な小麦粉を100g つくろう」という1日を通しての大きなミッションを提示した。このミッションを達成するために、表2に示すスケジュールで4つのセッションごとに、サブミッションを遂行した。第二著者が教授者役となってプログラムを遂行した。活動の様子は教室の前後に2台のビデオカメラを設置して収録し、さらに第一著者が気づいたことをメモする形で記録を撮った。その他に、活動時に児童の個別の質問に対応するための補助スタッフが3人ついた。

表2 活動スケジュール

	時間	サブミッション
1	9:00~10:30	小麦を解剖してみよう
2	10:30~12:00	短い時間でたくさんの粉をつくろう
3	12:00~13:30	粉ものランチをつくろう
4	13:30~15:30	真っ白な小麦粉をつくろう

3. 活動内容と教科の結びつき

福本ら(2019)の手続き[4]と同様に、活動内容に関連する教科単元を洗い出し、それぞれのセッションで教科単元への展開を試みた。各セッションでの関連する教科単元を表3に示す。

表 3 活動内容と教科の結びつき

学習活動	関連する教科	学年	単元
1. 小麦を解剖してみよう			
小麦粉とは?			
・発問「小麦でできている食べものは何か」	家庭科	小5	食品に含まれる栄養素
小麦はどのような種か?			0.001.001
・小麦の房を触り、殻をむいて中身を取り出す	理科	小3	食べられるたね
・解剖して発見したことを発表する		小5	いろいろな種の中身
100gってどれくらい?	TER (VI	1.0	46 1 22 1.
・いろいろな具体物と重さの関係を考える	理科	小3	物と重さ
粒を粉にしてみよう	□ =∓	J. F	**中のよります
・粒と粉の漢字の違いから粒と粉の違いを考える	国語	小5	漢字の成り立ち
・いろいろな道具を試す	技術	中学	材料と加工の技術
2. 短い時間でたくさんの粉をつくろう			
小麦1粒の重さを計算する			
・1粒は軽すぎるので10粒ほどをまとめて測る	算数	小3	はかりの使い方
・1粒あたりの重さを計算する		小5	小数のかけ算・わり算
大量の小麦粉をつくってみよう			
・100gの小麦粉には小麦が何粒必要か計算する	算数	小5	割合
道具を仲間分けする			
・「たたく」「つぶす」「する」に適した道具	国語	小3	言葉について考える
小さな力で重いものを動かすには	TTT 6.1		
・杵と臼,石臼の仕組み	理科	小6	てこの原理
3. 粉ものランチをつくろう			
お好み焼きをつくる			
・粉や水の量を計量カップで測定する	算数	小2	かさの単位
・材料を切って混ぜて焼く	家庭科	小5	料理の手順と目的
試食			
・なぜ小麦を主食にしたのか	社会	小3	昔の道具と暮らし
・古代人はどのように小麦を作っていたのか		小6	戦後の食糧危機
後片付け	家庭科	小・中	調理計画を立てる
4. 真っ白な小麦粉をつくろう			
真っ白な小麦粉にしよう			
・ふるいの紹介,単位について発問	理科	高	メッシュ・粒度の換算
・唐箕の紹介とふるいの原理	社会	<i>ا</i> ل/6	江戸時代の農業
唐箕の原理の応用	TTT ()		No. 1
・川底の石がどのような状態になっているか発問	理科	小5	流れる水の働き

3.1 小麦を解剖してみよう

第1セッションでは、「真っ白な小麦粉を100gつくろう」というプログラム全体のミッションを発表し、小麦1粒を解剖する活動を行なった。身近にある小麦粉からできている食べものは何かを考えさせ(家庭科)、実際の小麦の房に触れ、1粒の殻をむいて解剖しながら、植物の種子の成り立ち(理科)の学習に展開した。さらに、100gはどのくらいかを1円玉や卵、ペットボトル飲料を基準として考えさせることで割合の基礎(算数)に展開がなされ、小麦を小麦粉にするという活動の前に「粒」と「粉」の違いについて、漢字の成り立ちから考察する国語科の単元にも展開した。

3.2 短い時間でたくさんの粉をつくろう

第2セッションでは、100gの小麦粉をつくるために、まず、はかりの使い方を確認した(算数)。小麦 1 粒だけでは軽すぎてはかりが反応しないので、何粒かまとめてはかり、100gの小麦粉をつくるために小麦が何粒必要なのかを割合の単元にふれながら計算した(算数)。図 1 に、100gの小麦粉をつくるために必要な小麦の量を計算した C 児のワークシートを示す。

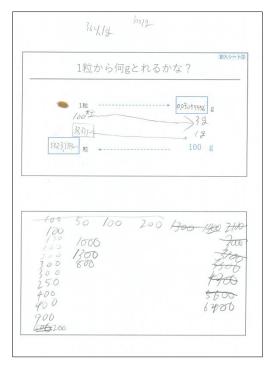


図1 100gの小麦粉をつくるためのワークシート

そして、大量の小麦の粒を粉にするために「たたく」「つぶす」「する」機能を持つさまざまな道具を実際に試し、小さな粒を砕くためにはどのような力の入れ方が必要なのかをリアルな体験を通して学習させた。さらに、図2のワークシートを用いて、道具の機能によ

って仲間分けをすることで抽象的な知識の獲得を促し、 小さな力が大きな力に増幅される、てこの原理(理科) を紹介する講義を行なった。

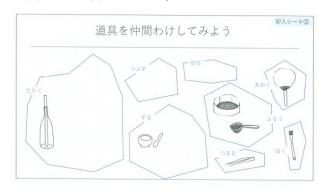


図2 道具を仲間分けするためのワークシート

3.3 粉ものランチをつくろう

昼食の時間にかかる第3セッションでは、製品化された小麦粉を使用して実際にお好み焼きを作り(家庭科),試食しながら、昔の人はなぜ小麦を主食にしようとしたか(社会)等の講義を行なった。

3.4 真っ白な小麦粉をつくろう

第4セッションでは、つぶした小麦を真っ白くするためにはどのような道具が必要であるかを考えさせ、様々な種類のふるいを体験させた。そして、細かさの単位(理科)や、江戸時代に使用されたふるいである唐箕の紹介(社会)、さらに、唐箕の原理から粒の細かさと重さによって河川の石がどのように違うかについて(理科)展開した。まとめとして、真っ白い小麦粉をつくるのにかかった時間をふりかえらせて、白い小麦粉をつくるのにはコストがかかるため昔は白いパンは高級だったこと、現代で安くなったのは大量生産ができる機械が導入されたからなど、モノの値段や流通に関する議論を行ない次への学習へつなげた。

4. 活動中の児童の様子

7名の参加児童のうち、小学1年生の G 児は知識の習得度が低く、教科単元への展開についていくことが難しいことが考えられたため、活動に関連する教科の講義は受けず、小麦を解剖し、つぶして真っ白い粉にする活動のみを行なった。 G 児には補助スタッフが一人ついて、講義時には別室に誘導して活動の継続を促した。その他の G 名について、講義での発言の多かった児童 $(A, C, E \, \mathbb{R})$ 、1日の活動を通して発言がほとんどなかった児童 $(B, D \, \mathbb{R})$ 、小学3年生で習得度が低いながらも活動に参加した F 児とグループ分けして様

子を記す。

4.1 発言回数の多かった児童(A, C, E児)

C 児は活動の初期から最後までコンスタントに多くの発言をしていた。アイスブレイクとして地域の名産である小麦についてふれ「小麦でできた食べものはどんなものがあるか知っていますか」と教授者が発問した。そのやりとりの抜粋を下記に記す。

教「今日この小麦を解剖してもらうの, みんなが食べてる小 麦粉ってあるよね。」

- C「小麦粉単体では食いません」
- 教「小麦粉は何に使われている?」
- C「小麦粉?クッキー。お菓子とかによく使われている」 教「出てきたものはここから出そうと思うんだけど (かばんから実物を出す), クッキーとかね, あとで食べよう。小麦ア
- レルギーの人いないよね (事前に確認済み)」

C「おれ, なんにもアレルギーない」

- 教「ほかに何につかわれている? (C 児以外に聞く)」
- C「お菓子!」
- 教「お菓子って言ってもいろんなお菓子あるじゃん, もうちょっと具体的に言ってくれないと出せないよ」
- C「おせんべい」
- 教「おせんべいって小麦粉つかわれている?(全員を見渡し ながら)」
- E「(小さな声で) おせんべいは使われてないんじゃないかな」
- C「クッキーなら作ったことあるけど」
- 教「これが小麦粉って証拠が書いてあるんだけど(全員にパッケージを見せながら), どこにあるかな」
- C「ここだ!」
- 教「よく知ってるね,箱をみると実はここに何が入っている か全部書いてる」
- C「小麦粉とか、炭酸だったら全部…」
- 教「これ何の順番にかいてあるか知ってる?」
- C「え。知らない, 入れた順?」
- 教「これから入れましたよって?」
- E「入っている量順?」
- 教「その通り、たくさん入っている量のものから書いてるの。 これ一番が小麦粉だから小麦粉が一番たくさん入っているの。 ほかにパンって言ってたよね、朝食べてきたパンです。これ 以外に何かさ、きみたちが多分好きなもの…」
- C「おそば?」
- 教「おお!おそばってでもさ、何に使われているんだろう」
- E「おそば。ちょっと使われている」
- 教「なんで小麦粉はいっているんだろう, (実物を出して) ち

- ょっと見てごらん、順番はどう?」
- E「そば粉,小麦粉」
- C「小麦は二番目」
- 教「小麦粉はなんでおそばに入っているわけ?」
- C「えー, なんかつるつるになるため」
- 教「おお, つるつる」
- E「やぶれにくくなって」
- 教「え」
- E「わかりにくくなるって」
- C「くっついちゃう?」
- E 「なんかね、まちがっているかもしれないけど、なんかね、 とれにくいって聞いたことある」
- 教「とれにくくなる, そばの粉がぱらぱらとれにくくなる?」
- E「そばの麺がちぎれにくくなる」
- 教「ちぎれにくくなるっていうやつかか、なるほどね、小麦 粉がなんでこんなところに入っているかっていうのは今日じ ゃないけど、またくわしくやります」
- E「材料費を減らすため?」
- 教「お、そば粉と小麦粉どっちが高いの?」
- C「えーそば粉でしょ」
- 教「…ほんと?」
- C「うそ」
- 教「ものの値段って、どうやって決まるの?」
- C「何グラムで何円だから…」
- 教「このクッキー, 何円か知ってる?」
- C「えーと、100…200円くらい」
- 教「知ってる?みんな、あんまりお手伝いしていないでしょ」
- C「うん, してない」
- 教「してない!…お手伝いするとすっごく賢くなる, なんでか知ってる?」
- C「関係ないよ」
- 教「関係あるよ、買い物にお母さんと一緒にいってごらんよ」
- A「行ったことあるよ」
- C「レジで計算するくらいだよ」

教授者は努めて 6 名全員に話しかけたが、序盤に発言するのは C 児のみであった。しかし、他の児童もこのやりとりを聞いている様子であり、C 児の「おせんべい」という回答に対して E 児が「おせんべいは使われていないんじゃないかな」という初めての発言があった。その後、E 児はそば粉についての話題にこだわり、教授者がこの話題を終わりにしても「材料費を減らすため?」といった発言があった。A 児は活動開始 20分後の「(買い物に) 行ったことあるよ」が初めての発

言であり、ここから徐々に発言が多くなった。C 児は 教授者のどの発問にもとりあえずの反応を示したが、 A 児は自分の知識に照らし合わせての発言があった。 一例として、第 2 セッション後半の石臼をまわす活動 からてこの原理へと展開された場面を下記に記す。

教「(石臼を持ってきて) これみんな自分でここで(とってを使わずに) 持ってまわしてみて,相当重たいよ,でもこれ(とって)を使うと軽々いくんだよ」

B児がまわしたあとにA児がまわす

A「おっも」

教「この重いやつをごりごり回してたら大変なんだよ,でもここにこれ(とって)がついてたらくるくる回ったよね,これなんで軽く動くようになったと思う」

C「それは、ここに入れすぎているから (小麦を入れすぎていることについて言及)」

教「実はこれ (コーヒーミル) も同じなんです, さっきこれ 分解したよね, これこうやってまわすだけなのになんですり つぶされる?」

C「えっと、この下になんか切れる…」

教「これの仕組みって、実ははさみが簡単に切れるっていう のと同じ原理がつかわれているんだけど、みんな気づいた? 気づいたかな?」

A「知らなかった」

教「たとえばこれ(にんにくつぶし器)もそう,これが別々に分かれてて,二つのものでかんかんやろうとしたら労力使う。でもここがつながっているだけで,少ない力で力をかけることができる。留まっているところを支える点といって支点っていうんだけど,実はこれ,てこの原理っていうのが使われている。はさみもそうです。はさみはここが留まってくれているから,ここ力点っていいます,力点っていうのは力を加える点ね,ここが止まってくれているおかげでカッターで切るよりもはるかに小さな力でちょきちょきできるの。これ(石臼)もいっしょなの,ここに留まってくれているおかげで,まわしていくときに小さな力でまわるっていうてこの原理が使われているの。ちょっと図で見てみようか(それぞれの道具での支点,力点を示すスライド提示)」

教「世の中にくるくる回るものってたくさんあるんだけど、 みんな思いつくものある?くるくる回って小さな力で…」

A「あ, 自転車」

教「そう!自転車も支点っていうのがあって、くるくるまわ すあの小さな力ですごい動力になっていくでしょ、自分で歩 くよりよっぽど速く動けるよね」

A児うなづく

C「30キロとか」

教「あれも実はてこの原理っていう、小さな力で重いものを動かせるそういう仕組みのこと、だから石臼の回転させているんなものを動かすっていうのは、てこの原理っていうのが使われているの。これ実はいろんなところで使われているから。今日家帰っていろんな道具みてごらん。」

上記のように、A 児からは教授者から伝えられた知 識を自分の生活経験と結びつけてとりこむ様子が幾度 か観察された。A 児は ASD に由来する聴覚的な過敏性 をもっており、日常的にノイズキャンセリングヘッド フォンを装着して生活していること, さらに書きに大 きな困難を持っており板書をノートに書き写す作業が 難しいことなどから,特別支援学級に在籍していた。読 み書きの困難から通常の教科学習に遅れが生じている のか, 小麦 1 粒の重さが 0.05g とわかっても, 100g に するには小麦が何粒必要であるかの計算式を立てるこ とに苦労していた。一方で、活動の時間には率先して杵 と臼を試すなどさまざまな道具を試し、それぞれの道 具は「する」と「つぶす」だけでなく「すりつぶす」機 能をもつものもあること、すりつぶすためにはストッ パーとしての溝が必要で、それは車のタイヤと同じ構 造であることなどに気づく発言をしていた。読み書き に困難をもち教科書からの情報の入力が難しくとも、 活動から教科の知識を習得できる可能性が指摘できる。 A 児はプログラム後に「石臼をまわすのが特におもし ろかった。集中して時間が短く感じた。また来たい」と 感想を述べており、今回の ABSL によって学習への意 欲を引き出せたことが考えられる。

上述したやりとりからも見て取れるように、C 児は終始積極的に発言をしており、教授者からの反応で自分の知識を振り返り思考する様子があった。図1のC 児が作成したワークシートの通り、はかりを使って小麦36粒で1.1gであることを確認し、小麦1粒で何グラムか、100gの小麦粉のためには何粒必要かを自力で計算していた。「算数は好き」という発言もあり、不登校傾向にあっても算数の教科学習の遅れは見られなかった。小麦をすりつぶしたりふるいにかけたりする活動についても、活動の目的を理解していかに効率よく達成するかを考えて道具を試し、「これ」と決めた道具の使用を続けた。D 児の作成した小麦粉が真っ白であったことから「何使ったの?茶こし?」と質問して、同じように茶こしを使ってふるいにかける作業をしてお

り、周囲から知識を取り入れて自分のものにする様子がみられた。登校を渋る原因については担任教員も聞き出せておらず、今回の活動でも「あんまり行きたくないんだ」という発言しか得られなかった。お好み焼きをつくる第3セッションでは卵を割ったりキャベツを切ったりすることに手慣れている様子で、普段から料理をしていると発言していた。保護者からも、プログラム後に自宅でお好み焼きやクレープをつくっていたと報告を受けた。プログラムの終了後には「先生の話が短くて、やる(活動する)時間が長いのがよかった。学校の授業もやる時間を長くしてほしい。先生の話が長いと飽きてしまう。今日は集中力が身についた」と感想を述べた。教科書を読んだり教員の話を聞いたりして知識を得るよりも効率は悪いが、実際に試してみて知識を習得する学習を好む学習者であることが考えられた。

興味関心のある話題へのこだわりを見せていた E 児 は、活動が開始されても気になったことへのこだわり が強く、例えば小麦を房から1粒取り出して1房に何 粒あったか数える作業において、取り出した粒につい て「これは実かな、皮かな」とそれぞれの中身を確認し、 教授者が次の作業を提示してもそこから離れることな く何度も数える様子が観察された。教授者とのやりと りからも、好奇心が高く知識レベルも学年相当にある ことがみてとれ、小麦粉 100g つくるために小麦が何粒 必要であるかの計算式も難なく立てることができた。 ただ、この際に重さを測定した小麦の粒に表皮が含ま れていたことから「皮の重さが知りたい, 100g の粉に するには、どうしたらいいのかな」と小麦粉の元である 胚乳部分のみの重さを測定する必要があることに言及 した独り言を数回つぶやき、それぞれが小麦をつぶす 道具を試している段階でもその考えから離れられない 様子であった。教授者や補助スタッフは周囲の流れに 合わせようとせずに彼のペースでの活動を見守ってい たが、第2セッションの道具を仲間分けしようという 段階で泣き出しプログラムから離脱した。その後も、教 室内に戻ってくるもののプログラムの流れに沿った活 動はせず、小麦の解剖やふるいなど、自分の興味に沿っ て自分のペースで活動していた。E 児は学年相当の知 識を有しているようであったが、対人コミュニケーシ ョンに苦手感を持つことで特別支援学級に在籍し不登 校状態にあるとの報告を受けていた。今回の実践は少 人数で内容や時間の区切りもゆるやかに設定されてい たが、そのようなプログラムであっても E 児のように 自分のペースでのこだわりの強さがある学習者は参加 が難しい可能性がある。今回のような実践のみですべての児童・生徒をカバーするのでなく、E 児のような学習者には個別のプログラムを充実させるなど、それぞれに応じて選択できる多種類の学びの場の必要性が改めて示唆された。

4.2 発言がほとんどなかった児童 (B, D児)

1日の活動を通じて、B児とD児からは自発的な発言がほとんどなかった。両者とも講義のときには教授者や参加者の発言を聞いている様子がうかがえ、活動の時間でも目立った発言や行動はなく、それぞれの活動に従事していた。

B 児は昨年度の後半からほとんど授業に参加してい なかった。生活や学習に対する意欲を失っているよう で、外出もあまりなく自宅で過ごしている様子であっ た。今回のプログラムにおいても、自席について教授者 の話を聞いている様子ではあるものの、発言は一度も なかった。また、さまざまな道具を試してみる活動の時 間においても、児童がそれぞれ教室の後方に配置され たコーヒーミルやすりこぎ、にんにくつぶし器など日 常的になじみのない道具をすぐに見に行って手に取り、 試している中で、B児はただ一人だけ自席から離れず、 各自に配布された解剖用のカッターを使って小麦の粒 を粉にしていた。このカッターでの活動を開始して20 分後に、隣の席の F 児がにんにくつぶし器を使ってい る様子に目をとめ、活動開始30分後に初めて席から立 って、後方から薬味おろし器とすりこぎを持ってきて 小麦の粒をすりつぶし始めた。小麦粉 100g つくるため に何粒の小麦が必要であるかの割合の計算は難しいよ うで、補助スタッフの誘導によって立てられた式の計 算のみを電卓で行なっていた。最初は教授者やスタッ フに誘導されて行動を起こしていたが、A 児が杵と臼 を持ち出してくると自然と席を立ってそちらに向かっ ていた。第3セッションになると、キャベツを切った り皿を洗ったり等の指示された作業が終わった後にス タッフの近くに行き、声をかけるのに戸惑っている様 子が見られたが, スタッフから「どうしたの?」ときく と自分の髪の毛をひっぱりながら「終わりました,次は …」と自分で言葉を探して質問をしていた。第4セッ ションになると、講義の時間に発言はないものの、教授 者と他の児童のやりとりから一緒に笑ったりする様子 も見られた。学びの場になじむのに他の児童よりも時 間がかかるが、具体的な作業ベースの活動であれば参 加が可能なこと, それを通じて学びの場に慣れてくる ことが考えられた。今回の活動だけでは B 児の教科学

習の知識の習得度を測定することはできないが、プログラム終了後に「今日の勉強は、教科書とノートを使わなくてわかりやすかった」との感想を述べていたことから、学習意欲が低下し不登校によって学習機会そのものが失われていた状態でも、活動による教科学習に参加するという段階へ進めたことが示唆された。

D 児は朝から腹痛を訴え、緊張した面持ちで来場し た。第1セッションの導入時では教室に入れたものの 自席につくことができず、教室のすみのほうに座って 「小麦でできた食べものにはどんなものがあるか」の テーマでの教授者と他児童のやりとりを聞いている様 子であった。しかし、各児童が小麦を1房ずつ配布さ れて房から粒に取り出す作業に取りかかり始めたとき に、スタッフに「やってみる?」と声をかけられてうな づき、自分の道具と小麦の房が置かれた席について作 業を開始した。その後も発言はなかったものの、全体の 流れと同じペースで自分の作業を進めていた。100gの 小麦粉を作成するために何粒の小麦が必要であるかを 計算する際には、はかりで 10 粒分の重さが 0.3g であ ることを確認し、補助スタッフが「1粒では何グラムか な?」と問うと"1÷0.3"を電卓で行なっていた。"3.333 …"と表示された画面を見ながら補助スタッフが「1粒 なのに 3g に増えちゃったね」と言うと首をかしげて考 えていた。そこで「10粒で30gだったら、1粒では何 g?」と問いかけると「3g, 30÷10」と答え,「そうか」 と小さな声でつぶやきながら、"0.3÷10"を計算し、詩 集的に 100g の小麦粉のためには 3333 粒の小麦が必要 であるとのワークシートを完成させた。講義での発言 はなかったが、活動と講義の切り替えができてやりと りを聞いているようであった、細かいふるいにかけて 真っ白い小麦を作成することにいち早く成功し、教授 者から他の児童に紹介されていた。プログラム終了後 には「学校でも今日みたいにいろんな体験ができるよ うになってほしい」との感想の他、「みんなで小麦をす るとかいろいろなことができて楽しかった」という感 想も得られた。個別の活動に没頭し、他の児童との交流 がないように見受けられたが、一緒に活動する他児童 の存在をポジティブに捉えていたことが考えられる。 保護者からも、初めての場所や人に緊張し、活動後も 「疲れた」と何度も言っていたが自分で作って持ち帰 った小麦を大切そうに保管していたとの報告を受けた。 プログラムの様子から、活動を切り口に個別の活動べ ースでの学びが、D 児の参加のハードルを下げたこと が考えられた。アクティブラーニングの必要性が唱え

られ、学級内での議論や話し合いが重視されるようになってきた昨今の教室では、D 児のような特性をもつ児童の活躍の場やそもそもの居場所が減少していることが考えられる。表面上わかりやすい発言数や学習への積極性ばかりを評価するのではなく、個々の中で生起した学びをそれぞれ評価できるようなシステムが求められるのではないだろうか。

4.3 知識の習得度が他より低い児童 (F児)

小学3年生のF児は講義の内容についていくことが 難しく, 最初はほとんど発言しなかった。 具体的な教示 がなく, 各自に配布された道具をそれぞれが試行錯誤 しながら小麦を解剖する活動についても「どうしたら いいの」等のとまどいを示し手が動かなかった。「自分 で考えてみようか」「今から何をすればいいかな」など の声かけとともに、このプログラムには用意された正 解がなく、自分が思った通りにやってよいことを複数 回伝えながら、最初は道具の選択等の補助をすること で、午後の授業では「次は何にしようかな」などと自ら 選択しようとする行動をとるようになっていた。1日 のプログラムを通して「正解がないことに挑戦してみ る」という姿勢を習得できたのではないかと考えられ る。ただし、算数のわり算は未習単元であったため、活 動の中の教科への展開にはついていけないことも多か った。シャーレに入った数十粒の小麦を数える作業に おいても、シャーレの中に入れたまま粒を数えていた ためどこまで数えたのかを記憶できずに正確な計数が できない場面があった。補助スタッフが、シャーレから 出して1列に並べてみるように提案すると1列に並べ て数えるが、やはり数え間違いがあった。そこで、1列 に並べたあとに 10 個ずつのまとまりにするように提 案し、10個のまとまりが3個とあまり1粒で31粒と いう答えに到達できた。このように活動によって算数 の習熟度をアセスメントすることができ、教授者はあ らかじめ意図していなかったが、F 児にとっては活動 から計数という算数の単元への展開がなされることと なった。その他の理科や社会科への展開についても、F 児はやりとりについていけず自分の小麦をつぶしたり ふるったりする作業に没頭していた。今回の ABSL で 展開された教科単元が高学年のものが多く、3年生のF 児には難しかったことが考えられる。ただし、プログラ ム終了後に「今日は集中できた。粉をつくったり, いろ いろしたのが楽しかった。学校は聞くのが長いし、書い たりするから大変。(学校は)時間も長すぎる。」との感 想を述べ、巡回指導の教員からも学校での授業のとき

と表情が全く違って明るかったと述べていた。F 児は書くことに困難を持っており、通常授業の中ではいつも黒板をノートに写すのに時間が足りず教員の指示を聞き逃すなど、授業のペースについていけないことが多く、意欲を失っているようだとの相談や報告を巡回指導員や保護者から受けていた。今回のプログラムを通して、教授者があらかじめ設計した単元の習得は難しくとも、F 児にとっての学びを成立させ学習への意欲を回復させていたことがうかがえた。

5. 総合考察

地域の名産であり、児童の身近にある小麦をテーマとした ABSL を実施することによって、学校になじめない児童の学習参加の機会を提供できる可能性を見出すことができた。不登校・不登校傾向にある児童の特性はそれぞれ異なっているが、黒板と教科書、ノートを使った自力での読み書き能力を前提とする授業にはなじめなくても、活動による学びには積極的に参加できる児童が存在した。読み書きに困難があっても、教科書ではなく活動からの知識の習得が可能である様子も多くの場面で観察された。また、個々のペースにゆだねた活動を随所に盛り込むことで、議論ベースの学習への参加は難しい児童の学習参加のきっかけを提供することができた。

さまざまな道具を準備して学習者に選ばせて試行錯 誤させる場面を設定することは、誰かにやらされてい るのではなく自分で選択しているという自己選択の意 識を持たせ、学習の動機づけを高める効果があったこ とが考えられる。教科書や時間制限がなく、学習者自身 がある程度納得するまで活動に向き合える時間を設け たことで、この「自分で選択して実施している」という 意識の自覚化を促せたのではないだろうか。学習者の 感想の中に「石臼が重かった」「すりばちでするのが難 しかった」「杵が重かった」などと、リアルな体験を通 して苦労したことを述べたものが多く散見されたが、 各自が自覚している目的的な行動に伴うリアルな体験 が、より確かな知識に結びつき次への学びにつながっ た可能性も指摘できるだろう。本実践は教授者が設計 してある一定のストーリーに沿った展開をもつカリキ ュラムであったが、学年や習熟度の異なる児童がそれ ぞれの水準で各自の学びを達成していることが考えら れた。

小麦をすりつぶして小麦粉にするという一見単純な 活動においても,算数や理科,家庭科だけでなく,道具 の歴史や漢字の成り立ちなど社会や国語という教科へ の展開も可能であることが示唆された。活動の合間の 講義で、それぞれが従事している活動が教科学習と関 連していることを明示することで、参加児童は教科学 習の必然性に気づくことができたのではないだろうか。 ただし、今回は関連する教科・単元にふれただけであ り、児童がこれらの知識を習得できたのか、またその前 段階としての知識習得の必然性への気づきがなされた のか測定は行なっていない。例えば、建築場面やサイコ ロなどの写真を見せ「どれに数学が含まれるか」の評定 をさせたり[7]、「お昼ご飯をつくる」「こわれたおもち やを分解する」「お年寄りと話をする」などの日常的な 活動がどの教科と関連しているかを評定させたり[4]す る手続きによって、参加児童の日常的な活動と教科学 習の関連への気づきの程度を測定することが可能であ ろう。また、本プログラム後に登校への意識が芽生えた 児童がいるとの報告も受けてはいるものの、本実践が 参加児童の学習や生活への意欲や態度にどのような影 響を及ぼしたのかについてより詳細で継続した調査が 必要になるだろう。

近年、学習者が能動的に学ぶための「アクティブラー ニング | の必要性が唱えられ、「ワークショップ型授業 | 「プロジェクト学習」「問題解決型学習」等の活動をべ ースにした学習方法が多く提案されている。本実践で 用いた ABSL も学習者のアクティブラーニングを促す 手法の一つとなりえるだろう。ただし、他の同種の学習 方法と異なり, 教科学習の展開をねらった活動の設計 というある程度具体的な目的を有しているため、学習 指導要領に精通している現場の教員が各自で取り入れ やすいものであると考えている。これまで教員が、教科 学習に活動を取り入れる際には、学習者に習得させた い教科・単元を念頭においたうえで関連する実験や日 常活動を紹介するのが一般的であったことが考えられ る。しかし、その逆方向である、例えば地域社会で行な われている活動から学習マップを広げてねらった教 科・単元へ展開する方法[4]は、現場の教員の包括的な カリキュラムの知識があればこそ実現できるのではな いだろうか。今後、現場の教員に対して ABSL の設計 方法を研修し、実践を通して、現場に実装するときの課 題と解決方法を提案していきたい。

平成28年に制定された教育機会確保法は、不登校にある児童・生徒を学校に復帰させることを前提とせず、学校外での多様で適切な学習活動の重要性を指摘している[8]。本実践で展開したようなABSLを学校内の特

別支援学級や通級指導教室だけでなく、学校外の適応 指導教室やフリースクール等で実践することができれ ば、通常の教室になじめない子どもたちの学習を補償 する一助となるだろう。また、通常学級内でも活動をべ ースとした学びが展開される時間があれば、従来型の 一斉授業になじめない子どもたちの学習参加のきっか けとなるかもしれない。活動からの知識の習得は、教科 書を読んだり教員の話を聞いたりして同じ知識を得る よりも効率が悪く教員側にも大きなコストがかかる。 一方で、活動からの学びは学習者側にとって自由度が 大きく、個別の学びを達成できる可能性がある。不登校 児童・生徒や発達障害を有する学習者を含むすべての 学習者がそれぞれにあった学びを達成するための一つ の選択肢として、ABSL は有効なアプローチであるだ ろう。ABSL の実践をきっかけに不登校児童・生徒が どのように変容したのか、それともしなかったのか、 ABSL の効果をより詳細に検証するためにも、今後の 継続的な調査が必要である。

参考文献

- [1] 文部科学省, (2017) "児童生徒の問題行動・不登校等指導上諸課に関する調査", pp. 70-101.
- [2] 日本財団, (2018) "不登校傾向にある子どもの実態調査報告書", https://www.nipponfoundation.or.jp/app/uploads/2019/01/new_inf_201811212 01.pdf
- [3] 鈴木菜生・岡山亜貴恵・大日向純子・佐々木彰・松本直也・ 黒田真実・荒木章子・高橋悟・東寛, (2017) "不登校と 発達障害: 不登校児の背景と転帰に関する検討", 脳と発 達, 49(4), pp. 255-259.
- [4] 福本理恵・髙橋麻衣子・中邑賢龍, (2019) "活動から教 科を学ぶ ABSL (Activity Based Subject Learning) の 提案", 日本認知科学会第 36 回大会発表原稿集,発表予 定
- [5] 市川伸一, (2004) "学ぶ意欲とスキルを育てる: いま求められる学力向上策", 小学館
- [6] 三宅 なほみ・James A. Levin・Moshe Cohen・杉本 卓, (1985) "機能的学習環境を構成する試み:コンピュー タネットワークを利用した英語教育",第 27 回日本教育 心理学会総会発表論文集,pp. 738-739.
- [7] Martin, L., & Gourley-Delaney, P. (2010). "A photograph-based measure of students' beliefs about math", ICLS 10 Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Science, Vol. 2, pp. 482-483.
- [8] 文部科学省, (2016) "義務教育の段階における普通教育 に相当する教育の機会の確保等に関する法律の公布につ いて".
 - http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/138 0952.htm

新しい認知科学に向けて:「接点」を探究する

Towards New Cognitive Science: Examinations of Interfaces

諏訪 正樹 Masaki Suwa

慶應義塾大学 環境情報学部
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University suwa@sfc.keio.ac.jp

概要

コンピュータ・情報技術が生活のあらゆるシーンに 導入されつつある現代において、人と人の「接点」、人 と技術の「接点」を探究することは、新しいチャレン ジである。「接点」で生じるものごとは、本質的に、そ の状況の個別具体性を基盤にして、多分に、対象とな る人の個人固有性や主観に彩られている。したがって 「接点」を深く探究するためには、その人の「生きら れた時間」にしかと寄り添わねばならない。認知科学 は、従来の研究方法論に縛られず、新しい方法論を開 拓しながら進むべきであろう。

キーワード:接点、意味、生きられた時間、個人固有性、主観

1. はじめに

本論文で、「接点」とは、人と人、人と技術が交わる 状況を意味する言葉として用いている。「接点」の研究 は、認知科学ではかなり前から多くの人が手がけてい るよ!と違和感を抱く読者も多いかもしれない。そう、 接点の研究はこれまでもたくさん存在していた。しか し、「接点」の扱われ方は、果たして満足いくものだっ たのだろうか? 私はそう問いたいのである。

人が生きる上で、人と交わり、コミュニケーションが生まれ、互いに影響を受け、各々、自分なりに生きる意味を見出す。相手がしゃべったことや態度からどのような影響を受け、どんな意味の醸成につながったのか? 意味の醸成には学びが必須だが、本人は何を学んだのだろうか? 人と人の「接点」について明らかにしたいのは、そういう問いである。

新しい技術が世に導入されて、私たちの生の営みに変容を与えることは多々ある。人は技術をどう理解し、あるいは(完全に理解しないまでも)生活の中でどう受け入れるか? その過程で生活習慣はどう変容したか? 人はその技術の導入をどう感じているか? 技術の導入が人の意識や行動や身体を変容させたのだと

したら、人は何を学び、何を捨てたのか? 人と技術の「接点」について明らかにしたいのは、そういう問いである。

従来の研究は、必ずしも、そういうものごとを探究 対象に据えてはこなかった。次章で論じるように、方 法論的な縛りが、そういうものごとの探究を難しくし てきた。

コンピュータ・情報技術が生活のあらゆるシーンに 導入されつつある現代においては、「接点」の問題がま すます重要である。認知科学が、人がよりよく生きる こと(well-being)に資することを目論むものであるな らば、まさに、「接点」の深い探究に乗り出すべきであ る。

2. 「接点」の研究のあるべき姿

2.1 「生きられた時間」に寄り添う

「接点」を、前節で論じたような濃密なものごとだと 捉え直すならば、研究には何が必要であろうか?

事例として、自動運転を考えてみよう。2019年現在、自動運転技術は、「前後左右の車両制御に関わる運転操作の一部は自動化できる」レベル(レベル 2)にあるとされている。そして、近未来には、「限定された条件の下ですべての運転タスクを自動制御するが、緊急時などには運転者が運転を行う必要がある(したがって、運転者は運転席には座っていなければならない)」というレベル3の自動運転が可能になるとされている。レベル3の自動運転が生活に導入された時、人とシステムの間にはどのような「接点」が生じるだろうか?

運転席に座っているとはいえ、緊急時以外は運転を 車に任せているとするならば、運転者は次第に、運転 しているという主体的意識を失っていくであろう。主 体的意識の欠如は、さらに、注意能力、運転操作能力、 危険察知能力など、数多くの能力の喪失をもたらすこ とが考えられる。

人は、時が経つにつれ、学んだり、何かを失ったりするものである。生活習慣を大きく変容させる技術が登場すると、なおさらそうである。ワープロが登場してから久しいのだが、多くの人たちがコンピュータがないと文章を書くこともできない。そして、漢字は、確実に書けなくなっている(もちろん、コンピュータがもたらす機能を駆使することで、新しい文章の書き方を得たというプラスの面もある)。コンピュータ技術が生活に導入されたことに起因して、文章の書き方が変わり、以前は必要だった何かしらの能力を失ったのである。

「接点」とは、このように、時の流れとともに変容する。したがって、人と技術の「接点」に関する研究を十全に遂行するには、「生きられた時間」に寄り添う必要がある。

これまでの研究では、人の意識や認知を調査する代表的な方法は、アンケートやインタビューであった。アンケートは言うまでもなく、単なる一回きりのインタビューは、その人の「生きられた時間」に寄り添うことができない。学びや失われた意識など、時とともに変容していく知の姿が重要であるにもかかわらず、一回きりのインタビューがそれを追うことは原理的に不可能である。アンケートは、研究者が項目を用意するという形式である以上、表層的なことは垣間見ることはできても、一人一人が「生きる」姿の深い部分に触れることは難しい。

認知科学は、「生きられた時間」に寄り添うために、 どのようなデータをどう取得するのがよいのか? 今 こそ真剣に議論すべきであろう。

2.2 まずは、個人固有の知の姿を見出す

データの分析方法についても、よくよく吟味すべき である。たくさんの協力者から「生きる姿」について のデータを取得したとしても、データを集計したり平 均化したりした途端、各々の人の生き様や「生きられ た時間」は、データの中に埋もれて見えなくなる。

「生きられた時間」や「生きる姿」とは、ジェローム・ブルナー[1]が復権の必要性を叫んできた「意味」の世界である。新しい人と出会って、心の中に新しい価値観が芽生えてくることも、自動運転という技術が生活に導入されたことによって新たなライフスタイルが生まれることも(あるいは、それまで重要視してい

た習慣や能力の喪失も)、「意味」の変容である。

「生きる」姿が、すなわち、意味の醸成や変容のありさまであるとすると、人と人の「接点」、人と技術の「接点」を探究する研究においては、性急に普遍的な知見にたどり着こうと焦らない方がよい。まずは、個々の人生の(個人固有性にまみれた)「生きる」姿を描き出すことに精力を注ぐべきであろう。

集計や平均化という分析は、もともと、大量のデータの中に普遍性を見出すための下請け作業である。普遍性を見出すことを一旦封印するのであれば、そういう分析の発想も一旦棚上げした方がよい。そして、それぞれの人の「生きる」姿を色濃く描き出すために、どういう分析をして、どういう形式で研究成果を発表し、どういう態度で他者の研究成果を受け取るのがよいのかを、真剣に議論すべきであろう。

諏訪[2]や中島[3]は「一人称研究」という考え方を記した書[4]の中で、「物語的な評価」という考え方を述べている。ブルナーが提唱するフォークサイコロジー[1]の思想においても、「意味」の研究には「物語」という概念が鍵になると論じている。

2.3 主観の地位をあげよう

学会や研究会において、「研究という営みは客観性を 有することが必須」という客観性信奉を基にした質疑 応答に遭遇することは非常に多い。もちろん、研究対 象や分野によっては、客観的なデータの採取がマスト であろう。

しかし、「接点」の研究においては、客観的なデータだけで済むわけもない。人と人の接点、人と技術の接点で生じているものごとを探究するには、本人が何を感じ、考え、どのような感情を抱き、どういう意図で(近未来の)行動を御していこうとしているのかを問題にせねばなるまい。「生きる姿」は、本人が過去にどう生きてきたかという歴史の上に成り立つ現象なので、本人の主観抜きに探究しても無意味である。

したがって、接点の研究をする認知科学は、客観性を是とする方法論の縛りを解いて、今よりも、主観を重要視する方向に歩みだす必要がある。例えば、「からだメタ認知」[5]は、一人称視点の立ち位置から自身と世界の関わりを自覚しながら、そこで生じる思考や体感に留意を保ち、(曖昧でもよいので)言葉で表現するという手法であり、主観的認知のデータを得る一つの方策となる。元来言語化が難しい体感や知覚を言葉で表現しようと努力するからこそ、体感や環境への留意

が促され、自身と外界(他者、もの、技術)との接点 のあり方を変容させる。つまり、この手法は、「接点」 のあり方を変容させながら、その変容のありさまに知 の姿を見出そうとする仮説生成型探究に適している。

3. まとめ

人と人の接点、人と技術の接点を深く探究するためには、人が他者や技術と交わる個別具体的なシーンを事例として取り上げ、過去、現在、そして未来にわたる「生きられた/生きられる」時間にしかと向き合いながら、個人固有性や主観を重要視したデータ取得と分析を行う必要がある。これからの認知科学は、そういう思想を礎にすることが肝要であろう。

参考文献

- [1] Bruner, J. (1990). Acts of Meaning. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- [2] 諏訪正樹. (2015). 一人称研究だからこそ見出せる知の本質, in 諏訪正樹、堀浩一編(人工知能学会監修)『一人称研究のすすめ 知能研究の新しい潮流』(第1章), pp.3-44. 近代科学社.
- [3] 中島秀之. (2015). 客観至上主義を疑ってみる, in 諏訪正樹、堀浩一編(人工知能学会監修)『一人称研究のすすめ知能研究の新しい潮流』(第7章), pp.171-202. 近代科学社
- [4] 諏訪正樹、堀浩一編 (2015).『一人称研究のすすめ 知能研究の新しい潮流』.近代科学社.
- [5] 諏訪正樹. (2016). 『「こつ」と「スランプ」の研究 身体 知の認知科学』. 講談社.

高齢者研究の現場としての日本認知科学会 Japanese Cognitive Science Society as a field of research on aging and vitality

小橋 康章[†],齋藤 洋典[‡] Yasuaki Kobashi, Hirofumi Saito

[†]株式会社大化社,[‡]中部大学 Taikasha,Co.Ltd., Chubu University kobashi@taikasha.com, saito@isc.chubu.ac.jp

概要

高齢者研究の可能性を探るうちに気づかされた、 正解のない問題にいかに対処するかという難問(メタ問題)を紹介し、研究者コミュニティとしての日本認知科学会内外における高齢研究者や未来の高齢研究者との問題意識の共有を訴える。

キーワード: JCSS, 認知科学(cognitive science), 超々高齢社会(hyper-aging society), 研究者コミュニティ(research community), 高齢者研究(gerontology), 野外科学(field science)

0. はじめに

齋藤と小橋は高齢者研究の可能性(小橋, 2015)を探っているうちに正解のない問題にいかに対処するかという難問(メタ問題)に気づかされた。

高齢者研究とは(超々)高齢者社会における高齢者 個人や社会、それらの関わりに「ついて」の研究であ るか、それらの抱える問題を解決する「ための」研究 であるとする。

またときに高齢者研究とは高齢者による研究でもあり。少なくとも研究者共同体の一部に高齢者がいることによってはじめて可能になる研究といったニュアンスも含んでいる。情報化と超々高齢化が進行する社会を背景に、自分自身が高齢化する認知科学研究者が、若年者とどう関わりつつ、例えば認知症患者の幸福とはなにかといった、「正解のない問題」にアプローチできるかを考えたい。

ここでは齋藤が体験した「正解のある課題のみを要求する学生」との遭遇と、ふとした故障から一週間の「安静入院」をすることになった小橋が「痛み」についてあれこれ考えることになったエピソードをもとに、認知科学会はどのような難問に取り組むべきか、またそれはいかにして可能かといった問題に答えたい。無

論この問題はそれ自身がメタ難問であって、非常に大きくその全部が見えてすらいない。我々が試みるのは 氷山の一角を示すことに過ぎない。

1. 正解のない問題に対処する意義

齋藤は大学での授業の中で正解のある課題の提示、あるいは正解のある質問をしてほしいという学生に再三出会い、違和感をもっていた。大学生は研究者共同体の正統的周辺参加者であり、研究は多くの場合正解が(まだ)ない問題の答を探る活動である以上、正解のある問題に正解を出す練習ばかりをしていたのでは授業にならない。また正解のある問題を提示し答え合わせを最適な順序で行う作業は機械でもできる。「機械」とはコンピュータ、プログラム、人工知能、あるいはプログラム化された人間の総称的比喩である。この問題については齋藤(2019)が詳細に議論している。

例えば個人をめぐる生と死のありようについての正解はないが、従来の認識は根底から改める必要があるとして、高齢化社会の誕生とは別にその問題は生まれていたのかも知れないが、私たちが直視することを避けていたか、あるいは個人に閉じた問題だと思い込もうとしていただけかも知れないとし、高齢化社会の特徴は、難問を難問としてではなく普通の問題としてみんなで考える機会を私たちに提供しようとしていると結論付けている。

2. 痛みに対処する

小橋は現在 68 歳であるが 2019 年 4 月後半にちょっとした不注意から生まれて初めて「ぎっくり腰」を患い、いくつかの経緯を経て 1 週間の安静入院を体験することになった。入院も生まれて初めてである。この間、様々な痛みを経験しそれらについて思いを巡らす機会を得た。

まず痛みには、歯の痛み、腰の痛みといった部位や 原因を特定できるものもあるが、内臓など身体の深部 の痛みや、いわゆる心の痛みのように、部位や原因を 特定しがたい痛みも存在する。

そして痛みに対処する方法としては、耐えるか、止めるか、原因を取り除くかしか対処の方法がないように思われる。

痛みに耐えることを美徳とする文化は存在するが、 痛みが身体の発する異常事態の危険信号であるとする なら放置することは出来ないし、痛みが続けば注意力 が失なわれたり身体の自動的な補償行動によって別な 部位に異常が広がりかねない。

現代医学は鎮痛薬をはじめ痛みを止める方法を工夫してきた。痛みはないほうが良いという常識的な考えに従えばこれは歓迎すべきことだが、その痛みの伝達しようとしている情報を無視することに繋がりかねず、また副作用も無視できない。

痛みの原因を取り除くことが理想的ではあるが、原 因や対策がすべてのケースについて存在しているわけ ではない。そこに研究の余地があるということになる。

生まれて初めての「ぎっくり腰」の痛みの特徴は、 キリキリとかズンズンとかいった擬態語で表現される ようなクオリア面ではなく、姿勢の変更に応じた増減 や耐えようとする努力への反応といったダイナミック な面にあった。そこでは痛みは行為のマーカーであり、 あることをすれば増え、別なことをすれば減少する。 しかもそれらの行為の多くは無意識的なものであるた め、痛みは普段無意識に行っている行為への意識を高 める機能もある。例えば単に椅子に座っているという 行為が床に横になっているという行為に比べてはるか に自動的な調整運動を必要とし、従って痛みに繋がり やすいということも感じ取ることが出来る。またベッ ドの背を上げたり下げたりするボタンスイッチを自分 で操作するのと他人に操作されるのでは、前者の方が はるかに耐えやすいこともわかる。これらの知見がど のくらい普遍的なものかはまだ明らかでないが、様々 な人が様々な痛みの体験を共有するデータベースなり SNS のようなものが存在すれば、もう少し大きな像が 見えてくるだろう。

痛みの体験は別の痛みの体験の連想を呼び、数年前に尿路結石を患ったことを思い出した。入院に至るほどのことではないが、この痛みの特徴は部位が特定できず、従って原因も推定できず、さらには経過の予測がつかないことだった。こうした性質は不安感につな

がる。医師の診断によって病名が確定し、さらにはウェブ検索で尿路結石の原因や痛みの性質、他人の体験 談などを知ることが出来たとき、この不安が目に見え て減ったことをいまでもはっきりと憶えている。

興味深いことにどちらの場合も周囲の人々に痛みの体験を話すとそれまで聴かされたことのなかった他人の痛みの情報を得ることができた。痛みを訴えることに対してはスティグマが存在するようで、多くの人はその体験を自分自身の知識に留めているのであろう。たしかに痛みは愉快な体験ではなく、それについて聴かされ続けるのはインスタグラムで美しい風景や美味しそうな料理の写真を見せられることとは違うであろう。しかしそれを必要としている人には痛みの情報が大きな助けになるのも間違いない。この結論は仮説にとどめておくが、より広範な研究に値するテーマではないだろうか。

3. エピソードの解釈と結論

高齢者研究の可能性を探る際、(1)何を研究するのか、という問いと(2)どう研究するのか、という問いが当然ある。これらのエピソードから推定されるのは、まず(1)「何を」の問いには、わかっていることをより精緻に、より普遍性のある知識にという方向だけでなく、「気になる」「なんとかならないか」「面白そう」といった、問題意識と現場での観察や気づきに導かれて生成される仮説が重要なことである。

また(2)「どう研究するのか」についても、仮説に 導かれて検証に至る、推論や実験に基づいた広く受け 入れられた方法のほか、 問題意識、観察、気づきから 仮説生成に至るプロセスを定式化した野外科学的方法 (川喜田, 1973) の認知が求められていること、また 野外科学的方法のデータとなる質的な記述の発表や流 通を促進することの必要性、これらが推定される。

日本認知科学会も社会の超々高齢化の波の中にあり、 創立時の会員も多くが高齢者となっている。ある人は 定年とともに研究から遠ざかり、ある人は過去の貢献 によって敬意をもって遇されるものの現場からは遠ざ かる。それでも個人のブログや学会発表などを通じて の貢献を続ける人も居り、情報通信技術やそれを活用 した知識や情報の共有の文化は研究を続ける上での大 きな助けになるポテンシャルを秘めている。高齢化と 情報化の進展する社会にあって、例えば認知症になっ た親の幸福を子としてはどう考えたらよいか、言って もわかってくれない相手にどう対処したらよいかとい った、認知科学の中でもこれまで全く触れられていなかった問題が生じる。こうした問題は認知科学研究者自身の身にも降りかかっており、通常の、あるいはこれまで常識とされてきた研究や学会活動を困難にする一方、研究や認知的な活動一般への今までになかったアプローチを追求する新たな動機づけと機会を提供している。

高齢の研究者が研究者コミュニティにどう貢献できるかは今後極めて重要な問題になる。そこには経済的な問題も、体力的な問題も、また認知能力の衰えといった課題も山積しているが、どれも高齢研究者を消極的にではあれ排除する理由にはならないと考える。日本認知科学会がこうした新しい高齢者研究の可能性と価値を認識し、高齢研究者(を含むチーム)の研究活動を奨励し支援することを切望する。

参考文献

川喜田二郎(1973) 『野外科学:思考と探検』. 中央 公論社(中公新書)

小橋康章 (2015) 高齢者による高齢者のための高齢化研究の構想 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp. 329-334

齋藤洋典(2019)正解のない問題に対処する方法を考える意義 この予稿集

新しい学びの認知科学としての「実践学」構築に向けて From "Practice of Science" to "Science of Practice"

白水 始[†] Hajime Shirouzu

†東京大学

The University of Tokyo shirouzu@coref.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Education in the practice needs a new form of educational science, or "science of practice." This article explains the reason why we need a shift from "practice of science" to "science of practice" with its illustrative cases and further issues. The science of practice assumes that there is no one-size-fits-all theory for every classroom and requires every teacher to design her or his lesson as well as to construct own theory of learning. In two cases, teachers deepened their understanding of student learning through lesson design in constructive interaction with researchers and other teachers.

Keywords—Science of Practice, Collaborative Learning

1. はじめに

本OSは、認知科学が「果敢に実践の場に出て、人が生きているフィールドや現場にしかと向き合う」ための「新しい認知科学のあり方」を探そうとするものだと聞く、その企画趣旨に筆者も深く賛同する、蛇足として言えば、「実践の場に出て」という表現には戻る先が想定されているように感じるが、最近の学習科学には戻る先のない(ラボ自体が実践の中にあり、社会に責任を負い続ける)研究者も増えている。「認知科学実験でわかったことを現場で実践する」(Practice of Science)という安易で素朴な方法論を超えて、実践即研究・研究即実践となることを支える強力な方法論が必要である。そこで本稿では、筆者が新しい認知科学に必要だと考える「実践学(Science of Practice)」の概要と実例、今後の課題について、教育をフィールドとして報告する。

三宅[1]は実践学を「理学と工学の往還により、今の 現実社会の発展に資する実践可能な対応をデザインし、 その成果を評価してデザインそのものの質を上げ続け ていくもの」と定義した。そのうえで実践学構築のため に、狙いに応じて限りなく具体的に教育環境をデザイン(工学)すること、そのために理学的視点を用意する こと、デザイン成果の評価を行うためにテクノロジも 使って認知過程を観察する「窓」を数多く開けることと いう三つの要件を整理した。

それではそもそもここでいう「教育:子どもたちの学

びにとっての環境のデザイン」になぜ実践学が必要な のか? それは、学びが本来的に一回性のものだから である. 人の認知活動は、内的な認知過程と外界からの 無数の刺激との間の複雑なインタラクションの結果と して生ずる. その中で人が学んで行く過程は, 一人の人 のインタラクションの結果として生み出された言動が 他の人にとっての刺激になるといった複雑な「インタ ラクションのインタラクション」として生起する. そう 簡単に「こうしたらよい教育ができる」と処方の定まる ような研究対象ではない. だからこそ, 現在の学習科学 は、常に直前の実践で起きたことの詳細な分析と直感 的な把握を頼りに「次にこの特定の人たちに、こう働き かけたらこうなるのではないか」という一回性の予測 を持って実際に働きかけ、その結果から得られる次の 予測や直感をまた次の実践で確かめていく「実践学」の 方向へと変わりつつある[2].

その変化は当然,研究者が知見の生産者で,教師が消費者であるという関係も変える.教師自身が自ら現場で知見を生成する主体となり,それを研究者が支援・協働する,という関係の変化を伴う.

質的研究における一般化可能性(generalizability)と 転用可能性(transferability)の議論[3]に照らせば、実践 学は転用する主体が知見を自ら使うだけでなく、それ を現場に合わせてアレンジして追加・修正・生成するこ とを狙うということである。この二つの概念はそもそ も、知見が特定の課題に関する少数グループを対象と したもので、他の属性のグループに一般化できないと いう意味での一般化可能性が低い場合でも、第三者が 実生活に転用する場合があることを指摘したものであ る。実践学はこの転用可能性を拡張するわけである。

さらに、多様な現場の個別性や特殊性を相互に脱文脈化しあってインターローカルな知見を見出すのが「インターローカリティ」だとすれば、その作業を研究者が職業的に行うのではなく、教師同士が行うこと、さらにその過程を研究者が支えることを実践学は狙う.

以上を実践学の概括として[詳細は1参照],以下では

それは具体的にどのようなデータをどう集めるものとなるのか, その道具立て(2節)と実例(3節)を述べる. そのうえで, 今後の課題(4節)を検討する.

2. 実践のフィールドと道具立て

実践のフィールドは、筆者の属する東京大学 CoREF が2010年度より取り組んできた全国の教育委員会や小中高等学校との連携による「知識構成型ジグソー法」という授業法を活用した協調学習の授業づくりの実践研究[4]である. 実践の規模としては、現在19都道府県28 団体約2千名の教員と連携している.

「知識構成型ジグソー法」とは、一つの課題に対して、1)個人思考、2)課題解決のヒントとなる複数の視点のうち一つについて学ぶ(エキスパート活動)、3)異なる視点について学んできた者同士のグループで協調的に課題解決を行う(ジグソー活動)、4)グループ間で考えを交流(クロストーク)、5)個人思考という5つのステップを通じて、協調学習を引き起こすことを意図した授業法のことである。この授業法は学習活動だけを制約し、コンテンツを制約しないため、小中高すべての学年の全教科で展開可能である。実際に実践済みの教材 2,267 件を蓄積している。

実践を展開するための道具(装置:instrumentation)の一つがこの授業法であるとすれば、そこに埋め込まれた「建設的相互作用理論」[5]とその理論に基づいた教員同士のコラボレーションを支える事業・研修一式が残りの道具立てである.

建設的相互作用理論とは、共通の課題を巡る考え方の違いが各個人の理解を深めるとする考え方であり、その過程で話し手や解決を担う「課題遂行者」とそれを見守る「モニター」の間の役割分担と交代が自然に生じ、それが理解深化の動因として働くと見るものである。先の授業法に照らせば、ステップ1)で課題を共有し、2)で「違い」が作り出されることで、3)で自然に役割分担と交代が生じ、4)でグループ間でも役割を交代することで、5)に至るまで各学習者が自らの理解を深め続ける形になっている。

東京大学 CoREF は、この原理を教室における子ども同士の学び合いに適用するだけでなく、教員や指導主事など大人同士の関わり合いにも適用してきた。下記がその趣旨をよく表している[6].

「ねらい」の本質は、連携先と CoREF とが理想として「五分と五分」の関係を保つこと、言い換えれば双方がこうしたい

という期待を持っていて、それらを同じテーブルの上に乗せて検討しながらより良い形を求めて少しずつ前進して行くことだった。授業改革が共通目的である以上、授業は実践だから、連携先のどちらかが正解を差し出しもう一方がそれを学んで終わりにはできない。まずはほとんどの研修に参加する受講者の方が正解を求めているのがこれまでの慣例であったとしたら、それを変え、自律する組織と自律する CoREF が協働作業をする体制作りがねらいだった。この正解のない前向きな連携を追い求めて行くうちにはっきりして来た「実態」の本質は、連携するメンバー一人ひとりが、自分に最も納得の行く表現で、「人はいかに学び、その学びを質量ともに最大限に引出すために私は何ができるか」を語れるようになるための活動を双方で作り上げて行くことだった。

「授業改革」という共通課題に向けて、自律する組織同士が協働して各自の答えを求めていくのが建設的相互作用である。さらにそこで獲得される「語り」が1節に述べた実践者自身の「知見」であり、その語りが授業に直結するという意味で研究即実践を支えるものとなる。それを可能にしていくために、CoREF[6]は次の課題を掲げている。

こう考えて来ると、この先に見えて来る方向としては少なくとも次の三つがあるだろう.一つは、「五分と五分」の関係をCoREF とのスポーク状のつながりのスポークの数を増やして行くだけではなく連携先同士のつながりを紡いでいくこと、二つ目は連携するメンバーを社会一般に拓いていくこと、三つ目はネットワークの中に学びの主体である児童生徒を加えていく努力である.これらの取組み総体をつないだものが私たちの考える Network of Networks でもある.

ここで掲げた概念「Network of Networks」がどのような形で実現されているのか、「研究者である CoREF がスポークの中心にいるだけではないあり方」にネットワークが変わっているのか、実際その中で教員の語りがどう変わってきているのかが、本報告の主題である。それは、これからの実践学を考えていく材料になるだろう。なお、分析の道具立てにもまた、建設的相互作用理論を用いる(その是非については4節で論ずる)。

上記の目的のために「授業研究」, すなわち(1)各 教師が自身のねらいや想定を基に授業をデザインし,

(2)他の教師や研究者が参加するメーリングリスト (以下 ML)上で授業デザインの検討を行い,(3)実 践し(可能なら研究者も実践を観察し),(4)子どもの 学びの事実を基に授業デザインを振り返る,というサ イクルを対象として,以下にケースを二つ挙げる.

なお,データは,授業研究の過程で複数回作成された 授業案,教材,ML上での授業検討のコメント,授業後 の協議での授業者及び研究者の発言,授業者が作成し た授業後の振り返りシートなどからなる.

3. 実践からの学びの事例

3.1. ケース1

最初の事例は、教師 T が 2016 年 11 月中学校 1 年生 19 名対象に行った数学「反比例の利用」の授業である. 教師 T が授業をめぐる課題遂行者を担い、研究者や授業後協議の参加者がモニターを務めたことになる.

最終的な「知識構成型ジグソー法」授業のメイン課題を記す.

「先生がお弁当をレンジで温めようと思ったら,1000wの時間が書かれている部分が破けていて時間が気になった.しかも,これから使おうと思うレンジは1000w,600wと200wの切り替えしかできないから,時間がわからない.温めるのに適した時間を求める方法を見つけ,先生を助けよう.でも納得できる説明がないと,不安だよ.」

ワークシートにはリアルな弁当の写真が付いており、 弁当のシールに「500w 2 分 00 秒 1500w 0 分 40 秒 1000w XX 秒 (破れて読めない) <math>2000w 0 分 30 秒 と 表示されている (したがって正解は60 秒である).

(1) 事前の ML 上での検討

授業案は授業者 T によって 10 月下旬に ML に投稿 され、研究者 S とのやり取りが計 3 回なされ、教材が 3 回改訂された、投稿の趣旨は次の通りである.

教師 T (1 通目):

1年生の比例・反比例の利用で添付してある課題「レンジのワット数と時間の関係」を行おうと考えているのですが、エキスパート資料についてアイデアがまったく思い浮かびません. (注:この後「A:比例の特徴」「B:反比例の特徴」「C: 実測値の処理」の資料が 2 通目として投稿された)

ゴールは「反比例の考え方を使って時間とその求め方を説明できる」といいかな、と、学力的には低めの生徒が多く、協調学習の経験もほとんどないクラスなので、まったく予想もつかないです。

研究者 S (3 通目):

(正答例の想定を踏まえ)だとすれば子どもたちの学習のプロセスとしては「1.レンジのWが大きくなるほど,温める時間は短くなることに経験やシールから気づいて,2.『反比例』の考え方が使えることを認識,3.反比例の基本形を思いだして,4.対応表をつくったりしながら定数を求めて立式する」という4つのステップを行きつ戻りつする感じになるかなと想像します.

課題とゴールだけ定めて、生徒実態が予想できないという教師 T に対して、研究者 S は「課題を実際解いてみるとどうなるか」という推定(以後「シミュレーション」と呼ぶ場合がある)をやってみせ、エキスパートに必要そうな知識の部品を共に探る、課題解決に必要

なのは「反比例」関係のみだが、教師 T は生徒に「考えさせる」ために正比例関係も含めており、研究者 S はこの時点ではその案に異論を唱えていない.

続くやり取りが以下である.

教師 T (4 通目):

早い返信とアドバイスありがとうございました. 勇気が湧いてきました.

実施クラスは7月に協調学習「英語」をしたクラスです.生 徒実態から考えると、「時間とワット数が関数関係であり、そ の2つが変数であることの理解(把握)ができない」「変数を 文字で表せない」の2点が気がかりでもあります.

研究者 S (5 通目):

メールを拝見して少しイメージが変わってきました.

前置詞の授業を受けたクラスなのですね. …だとすると, 彼らに「自分で考えて, 考えを出し合うと, 納得できる」という経験をしてもらえるには, ねらいを思い切って絞ってあげて, 小さな違いやこだわりに向き合いやすいようなデザインにすることが大事かもしれません.

比例・反比例・実測値の3つをエキスパートにする案は、「比例と反比例の考え方を比べながら身近な問題での関数の使い方を検討する」ことをねらったものでしたが、「反比例の考え方を見直して、腑に落とす」にねらいを絞ってみるのも一案かもしれません.

当初生徒実態が予想できないと語っていた教師 T も、研究者 S のシミュレーションに触れて、そもそも何を変数とみなすか、その間の関係に気づけるかという根本的な前提を問題視し始める. 研究者 S は、授業対象のクラスを実際に見学したことがあり、生徒たちをイメージしながら、教師 T の懸念に呼応して資料を焦点化する方向性を示す. すなわち、反比例の問題に正比例の資料を渡して揺さぶるよりも、既習であるはずの反比例の考え方を再度見直し納得する方向性である.

最後のやり取りが以下である.

授業者 T (6 通目):

アドバイスありがとうございました.

エキスパート資料を2種類作ってみました.

いろいろなことが想定され、どんどん深みにはまっているように感じています.

研究者 S (7 通目):

悩まれるところですが、結局、本時に期待するのは、「2つの関連ある数があったとき、<1つの数が2倍、3倍になると、もう1つが1/2、1/3になる>ということ、それなら、 $y=\bigcirc/x$ の式を使って、わからないほうの数を求められるんだよね」ということを子どもたちの言葉で説明できるようになってもらうことですよね。

そのためには「上が倍だと下が逆になるから…」「xが大きくなるほうがyは小さくなる」など、資料や式から読み取ったこと、経験や感覚など、多様な手がかりをもとに生徒たちが「反比例とは何か」を自分なりに言葉にするチャンスをたくさんつくってあげることがポイントかと思います。

授業者 T は資料 A を比例について考えるものから反比例について考えるものへと変更し、「どんなときに y は x に反比例すると言えるか」を資料 A は「表から」、B は「式から」解決するものとした.資料 C は当初バネの伸びと重さの関係を関数で表す課題だったが、より直接的にレンジを例にWや時間を変数で表せることを確認するものに変更した.

研究者 S はこうした変更を受け止めながら、最後にこの授業で生徒に期待する認知過程や発話例を平易な言葉でまとめている.

(2) 授業での子どもの学び

以下, 実際の授業での子どもの様子を要約する.

授業の最初に答えまで書いていた生徒は二人だった. そのうち,一人は「4分」と書いていて,エキスパート活動に席替えしたとたん,他の女子生徒から「1000 ワットの方があったかいで.500 ワットより長くしたら(弁当箱が)溶けるやろう?」と指摘され、「これ(W)って温度のことなん?」「知らんけど」と会話していた.このレベルからスタートして,授業最後のクロストークでは,6 班全員が答えとその理由の説明にたどり着いた.この授業が興味深かったのはここからである.

先に発表した 5 班すべてが「対応表」を使って上段にワット数,下段に時間を書き,左から「500Wの3倍→1500W」「500Wの4倍→2000W」,時間は「(500Wの場合の)120秒の1/3倍→(1500Wは)40秒」「120秒の1/4倍→(2000Wは)30秒」と反比例関係を見抜いて「1分」という答えを導いた(図1).

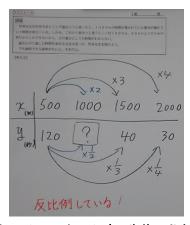


図1 クロストーク時の生徒の発表図

その後,立ち上がった最後の班が同じく対応表で説明したのだが,なぜか,右から「2000Wの1/4倍→500W」

「2000W の 1/2 倍→1000W」, 時間は「(2000W の) 30 秒の 4 倍→ (500W は) 120 秒」「30 秒の 2 倍→ (1000W は) ?秒」と書いて答えを出した.

この考えと表現の多様性に触れて、複数の生徒が授業後に「逆からもできることにびっくりした」「逆からも反比例になる!」などと書いた.

読者諸兄は「関数だから一般的に成り立つのは当たり前」と思われるかもしれないが、「決まったやり方で決まった形の問題を解くこと」に慣れてきた子どもたちにとっては、その慣れた世界の外でも自分たちの知っているやり方や規則が成り立つのは驚きなのだと推察できる。そうやって自分なりの「変形」を世界に加え、多様なバリエーションを生成・比較吟味して構築された理解は、次の疑問を支える。この授業でもクロストークの後に「比例定数って120?」と騒ぎ出す班があったように対応表以外の違う解き方が気になり始めるわけである。

(3) 授業後協議

授業後の質疑応答では、授業を見学した他校の教員から次の二つの質問がなされた。どちらも本時の生徒たちの解決が対応表のみでなされたことを指摘するものである。教師 B はそれを具体的に対応表の縦(図1参照)に関係づける(掛け合わせるなど)ことで気づかせるものである。教師 B の指摘は「知識構成型ジグソー法」授業のような学習者中心の授業では、教員が「指導」を入れないと想定しつつ、それでも「自分の教えたいことを教え込むとすれば」という観点から指摘したものだと言える。

教師 A:

今日の6班はすべて式が出なかったが、やはり今日は式を出させるべきではなかったか? それは出ないと予想していた?

教師 B:

表を横に見ていたけど、縦に見るなどの支援を入れてはいけないの?

しかし、生徒は「式」が本当に使えないのか、逆に使 えれば理解していると言ってよいのか―これらについ てエキスパート活動時の生徒の振る舞いが示唆深い.

エキスパート資料 B は次の囲いの構成であった。生徒の解き方を観察していると、①の問題にほぼすべての生徒が即座に「y=2000/x」という式を書いた。しかし、②に進むと停滞した。つまり、問題に合わせて立式

は機械的にできるが、だからといってそれが反比例であることを理解しているわけではないと推察される.

山口さんは、家から学校まで2000mの道のりを分速xmで歩いた. 学校に着くまでにかかる時間をy分間とすると,xとyの関係を表す式を作って調べ、次のア〜ウの中から選びなさい.

①式の作り方

②式からわかること

ア yはxに比例する.

イ yはxに反比例する.

ウ どちらでもない.

この実態,そして当日の対話や記述から見てとれる 生徒のわかり方からすると,「表を縦に見て式にする」 ことの支援は「形式」にフォーカスしたもので,彼らの 理解とギャップがありそうに思われる.むしろそうし た「形にすること」を繰り返し急ぐから,彼らの理解か ら意味が落ちていく面すらあるだろう.

筆者は当日この授業後協議の教室にいたが、あくまで上記の筆者に見えた学びの事実と、そこから考えて「式にできなくはないが、式にすることが必ずしも理解を保証するわけではない」可能性を指摘するにとどめ、そこから先の議論の展開は場に委ねた。

すると最後に研究者Sが次の趣旨の発言を行った.

研究者S

(式が出なかった) 今日の授業だって子供たちは学んでいる. その学びをつなげたい先生の狙いはどこにあるか, が大事先生の大切にしたいこととの絡みで, では生徒が理解を掘り下げるところはどこにあったか? 今日は「反比例とは何か」を自分の言葉でまとめなおす, たとえ先生がもうすでに説明していることであっても『2倍, 3倍で2分の1倍, 3分の1倍』と言えるようになったこと. その先に「比例定数って120?」と騒いでいたグループがあったように,「今日作ったこの表」から, 次にわかっていないことを求められる, 式も作れるかもしれない.「次その先に行くよ」と自覚したい.

(4) リフレクション

以上の過程は実践学にどのような材料を提供するだろうか. その過程をリフレクションすると, 第一に「反比例の意味理解」という大人から見れば単純に思える内容が, 子どもの一時間の学びという単位で考えると, 深め甲斐のある学習対象であることが見えてくる. 「対応表を作って横の関係から答えを出す」「反比例の関係を X 倍すれば 1/x 倍とことばにする」「対応表の右から

でも左からでも反比例関係が成り立つことに気づく」などは、どれも数学的なゴールから見れば、不完全で中間的な抽象度の理解を示すもの(staying at the middle level of abstraction)に過ぎない.しかし、その不完全さが次の学びを駆動し、生徒の身の丈にあった確かな理解が次の理解の足場となる.授業の限られた時間の中で、子どもがこの準抽象度のゴールを目指せるようにデザインできるかが、授業づくりの難しさである.

第二に、その授業デザインとポイントの振り返りを、教師 T と研究者 S の間の建設的相互作用が可能にしていたと言える。教師 T が第一案の教材のまま授業をしていたら、おそらく生徒は問題解決も理解も儘ならなかっただろう。教師 T の「授業としてやりたいこと」が生徒の立場から見たときにどう具現化できるかを、研究者 S がモニターとしてシミュレーションすることで初めて、生徒の「手につく」解決可能な教材が生まれてきた。二人の間の相互作用は、教科のねらいという教師 T の視点と生徒の認知過程という研究者 S の視点の間の建設的な相互作用だったとも言える。

第三に、授業者と研究者との相互作用のあり方で言えば、研究者が作った教材を授業者が実践するような関係でないことは当然である。ただし、それでも、認知過程を踏まえた授業のポイントは、研究者から授業者に提供していたと見ざるを得ない。授業者自身がこのポイントを自らのものとして他の教師と語り合う(例えば最後の協議会で自ら質問に答えるなど)関係ではない。果たしてそんなことは可能なのか。

3.2. ケース2

次の事例は、教師 H が中学校 2 年生対象に 2014 年と 2016 年に行った理科「運動の仕組み」授業を巡るインタラクションである. 加えて、教師 H が 2017 年に別の授業者(教師 M)への授業案「地震」へのコメントを行い、最終的には自分でもアレンジ案を作成、実践したため、それも対象とする.

つまり、教師 H は自らの授業のデザイン・実践者としての課題遂行者から他の教師の授業のモニター、そして再度授業のアレンジ・実践者としての課題遂行者へと役割を交代したことになる.

運動の仕組みの授業デザインは 2 年度とも課題を除いてほぼ共通であった (詳細は飯窪ら[7]). 1 年目の課題は「ボールを打つ動きのストーリーを語ろう. ~運動のしくみをわかりやすく説明してみよう~」(2014)ということで、ジグソー活動時にジグソーグループを各生

徒の運動部で作ることで、例えば野球部の生徒なら打撃時のストーリーを作ることを求めたものである。ところが、2年目は教科書にも記載されている例を使った「落ちてくる定規を指先でキャッチ〜自分のからだの中で起きていることを細かく、わかりやすく説明してみよう〜」(2016)という課題に変更し、部活等にかかわらず共通の課題についてクラスで議論するものとした。

(1) 事前の ML 上での検討

1年目の授業案は授業者Hによって2014年6月下旬にMLに投稿され、研究者Iおよび他の教師Rを含め、計10回の投稿があり、教材が2回改訂された.投稿の趣旨は次の通りである.

教師 H(1 通目):

7月4日(金) に行なう授業の案がやっとできました. とはいえ、資料と WN はまだです.

授業の中で生徒の運動の様子をビデオで見せようと考えていますが、ビデオではなく写真(2~3枚)の方が考えやすいのかと迷っています.

研究者 I (2 通目):

具体的に答えてみるとすると、「ボールが外角低めに来たとすると、目から受け取った視覚情報としての刺激が、脳で『外角低めにきたボールを打て』という命令になって、その命令を受けて(1)腕の筋肉が緩んで腕の関節は伸びていく(2)腰の筋肉がねじれて、腰の間接は回転する(3)ひざの筋肉が収縮して、ひざの関節が曲がる、といった関節や筋肉の動きが同時に起こり、インパクトした瞬間にボールを捉えた手の皮膚からの刺激を受けて脳が『振りぬく』ことを命令して、その命令を受けて~」みたいなことを書くイメージでしょうか、…個人的にはかつてなく答えの例を作るのが難しく感じるのですが、どのぐらいの解答を想定されていらっしゃいますか?

教師 R (3 通目):

部活は勉強よりも生徒の興味関心が高く,運動のしくみの学習内容は地味な単元ですが生徒が一生懸命考えそうです. 写真かビデオかは,ビデオが良いと思うのですが,何度もグループ単位で動画を繰り返し見ることのできるようにする必要があるように思えます.すると,自分でその動きを再現しながら,「あ,ラケット振るとき,今ココの筋肉がキュッてなった」とか,気づきが生まれそうです.

研究者 I が授業のねらいやメイン課題, エキスパートの内容等が書かれた「授業案」をもとにシミュレーションを行い, ゴールイメージの確認(及び懸念の表明)を行ったのに対し, 別の理科教師 R は教師 H のねらいに共感を示し、ビデオを使って実現可能だと補足した.

その後教師 H からのリプライが次のようにあり、答 えの例を作るのが難しいのは「ショック」だが、生徒に はその後の部活や体育につながるということで「自分 なり」の答えを求めたいとしている. 以降具体的な教材 に対する意見のやり取りがあり、授業実施に至った.

教師 H (4 通目):

(個人的にはかつてなく答えの例を作るのが難しく感じる… というのは、ショックでした.) 正解を厳密に求めるのではなく、生徒一人ひとりが信号の伝達経路を意識して、筋肉を動かして運動していることに目を向け、自分なりに表現できればいいのではないかと考えています.

(2) 授業とその後の振り返り

授業は2014年7月に実施されたが、どの生徒グループも満足のいく解答に至らず、授業最初の記述解答からの伸びも授業最後に認めにくい内容となった.

授業後の協議会で教師Hは、「課題がピンときてなか ったので、子どもに自分の身体の中で起こっているこ とを意識するんだという認識を持たせたかった」「子ど もが(単語や箇条書きでなく)図で表現していたのに驚 いた」などと振り返りを行った. これに対して授業・協 議に同席した研究者 I は「(子どもの議論が) 足は、手 は、肩はどうしようといった筋肉の話に一生懸命いっ てしまう. 掘り下げてしまえばそうなってしまう内容 なので、ある意味仕方がない、課題がやはりとても複雑 だった」とコメントした. これは事前の ML 上での懸 念がある面実現してしまったことを指摘したものだが、 授業直後のやり取りでは、その視点が即座に教師 H に 取り入れられることはなかった. むしろ, 一か月の時間 をおいて, 下記の「振り返りシート(授業での生徒の答 えを 3 名分取り上げてプロセスも含めて考察を行うも の)」記述時に次のように自らのことばで課題の曖昧さ を指摘するに至った.

教師 R の授業振り返り:

- ・ 私自身, 問いに対する答えを明確に持てず, あいまいな まま答えを求めていた. そのため, 生徒が課題をあいま いにとらえてしまい, ゴールも明確にできなかった
- ・ いきなり部活動の動きは複雑すぎた. もっと絞った問い (例「ランプが光ったら,右手を上げる. この運動を刺 激から反応まで,説明してみよう」) にすべきだった

ここでの振り返りは、2年後の2016年度の再実践に生かされ、「落ちるモノをつかむ」という単純なだけに子どもが自分たちなりに咀嚼でき、かつ授業者の意図とマッチした課題が準備された.実践前の想定(授業デザインの仮説生成)から振り返り(仮説検証)までのプロセスを教師 H が研究者の関わりなく一貫して行った.

行われた実践では、確かに生徒たちが「落ちる定規を つかむ」という課題に即して運動の仕組みを概括的に 理解するという成果を得た.

(3) 他者の授業へのコメントと自身のアレンジ実践

1年後に同じ ML 上で「地震」の授業案が教師 M から投稿された際,教師 H が上記で掴んだ視点(「もっと絞った問い」)が別の教師 M の授業案へのコメントに活用された,

教師 M (1 通目):

「どのような揺れを感じると津波が発生するのか」で授業を してみたい.

ゴールは「遠方で地震が発生するため初期微動が長く、震源 域が広いことから主要動が非常に長い地震が来たとき津波が 来る危険がある」こと.

研究者 S (2 通目):

何を考えたらよいのかが若干曖昧かも. 課題・エキスパート 部品・期待する解答の要素の対応をもう少し明確に絞って, 探究の焦点をはっきりさせたい.

教師 H (3 通目):

もっと課題を絞って、「南海地震が発生した時、湯浅町ではどのような揺れになるでしょう?」であれば、語れてほしい解答の要素も満たせそう。

上記の通り、研究者 S の構造的な指摘に続いて、教師 H が課題を絞るという具体的な提案を行っている. これを受けて教師 M は課題を変更して実践を行った. 他方、興味深いことに、その後 M の実践をアレンジして行った H 自身の実践では、「ねらいや問いを吟味していないため、ぼやっとした授業になり」と「ゴールの設定があいまいで、中途半端な授業になった」反省を繰り返す結果となった.

(4) リフレクション

運動の仕組みを巡る授業づくりでは、課題の変更に トータル約 2.5 年が掛かっており、研究者の視点を教師 が即座に受容するわけではない一方、授業における学 びの事実や振り返りなどの多様な機会を経て徐々に視 点が変化する過程が示唆された.

他方, 地震を巡る授業づくりでは, 教師 H はモニターとして「ことばで語る」通りには, 課題遂行者としては「実践できない」という複雑な教師の学びのリアリティが垣間見えた. 建設的相互作用では, モニターがその場の状況をやや客観的に眺めることができる利点があるが, その特徴が働いたと考えられる.

その中で教師 H の授業づくりの視点は、子どもに確かな学びを引き起こしやすくするという点で進化した。なお、教師 R が教師 H の授業案にコメントをしていた点では、CoREF が教師に一対一でやり取りするより、

Network of Networks が広がったように見えるが、その内容に注意したい. なぜなら、(1) 節教師 R (3 通目)のコメントは、「子どもの探究を支えるには、日常生活に即した、興味関心を持てる問いの設定が大事だ」というのは、多くの教師が抱きがちな学びの想定に沿ったものだからである. 他方、子どもの学びの過程を丁寧に観察してみると、「日常生活に即した、興味関心を持てる問い」が必ずしもよりよく探究を支えるわけではなく、子どもたちが課題を自分たちなりに咀嚼できているかどうか、それが授業者の意図とマッチしているかどうかが探究に影響するというケースも多々ある. 教師 R のコメントはその点で、教師 H の実現の難しい授業プランを強化する方向に働く可能性もあった.

これは教師 R のコメントの価値を否定するものではなく、各自が子どもの学びの事実に即して授業デザインの質を上げていくために、単に ML 上の投稿者を時系列順にネットワークで表すような数量分析を超えて、内容に注目する必要があるということである.

4. 考察と今後の課題

以上二例でしかないが、授業づくりを巡って子ども の学びという認知過程についての考察(認知科学)を教 師自身が主体的に深める可能性が示唆できたと考える.

研究者が理論に基づいて授業を開発して教師が実践するという関係ではなく、教師が現場のニーズに合わせて授業案を提案し、それを巡って研究者や他の教師がモニターとしてコメントし、授業者が主体的によいと思うものは取捨選択するという関係で授業が作られる. 周囲のコメントが直ちに取り入れられるわけではないという点で有用性がないように見えるかもしれないが、それが実は授業で「どのような学びが起きるか」を見る「仮説の明確化」につながる. その授業観察から各自の学びが起き、次の授業づくりにつながっていく.

実際, CoREF の研究者も 10 年間の ML 上のコメントの返し方について, 初期は「授業や教材をどう変えるか」という視点が主だったのに対し, 徐々に「自分が解いてみるとどうなったか」や「授業で子どもに何が起きそうか」を指摘するものに変わってきたという. それは授業者が教材を変更せずに授業を行った際も, 授業の見方を少し変えることに貢献するだろう.

以上のように研究者が授業で起きる子どもの学びを コントロールすることに理論を活用するのではないと すると、どこに理論は生きているのか? 授業づくり を巡る教師たちのやり取りのデザインに、である.

ML もその仕組みの一つである. そこで起きた相互作用を振り返ってみると、図 2 のように課題遂行者として授業を提案するときには、やや非現実的な高度なゴールと自由度の高い課題、広い知識空間の教材で「望む学びが起きるはずだ」という想定しがちであること、それに対してモニターはその想定を共有できないからこそ、生徒の視点に近い、授業案や教材を客観的に眺めたコメントをしがちなことが見て取れる(当然 ML 上の

やり取りには教師や授業に応じて、より多様なパタンがある). その分担された役割間の相互作用を繰り返すことで、より児童生徒の実態にあった授業がデザインできるようになる.

さらに、図2に矢印で示したような、各自の「役割交代」を通して、主体が「自分の授業」で得た知見を他の授業に適用することが、その知見を自ら理論化していくこと、子どもの学びの事実に基づいた自らの「語り」を作っていくことにつながる可能性がある.

	ケース1: 反比例	ケース 2:運動の仕組み	ケース2:地震	ケース2:アレンジ
課題遂行者	教師 T	教師 H	教師 M	教師 H
	・ゴールはあるが実態は不明 ・反比例の問題に比例の資料	・日常的な部活を題材に ・運動の仕組みを自分の体で	・ゴールに対して、狙いをそのまま課題にした一般的な問い	・資料を基に狙いや問いを頭の中だけでなく文字で吟味すべきだった
モニター	研究者 S	研究者I	教師 H	
	・シミュレーションする・資料も思い切って絞って	・シミュレーションが難しい・課題の焦点化を	生徒の生活する町を題材にもっと課題を絞って	

図2 授業づくりを巡る教師・研究者らのインタラクション

今後の課題の一つは、図 2 に示したような役割分担と交代を通した Network の形態変化とその増殖をモニタリングすることである. コミュニティに属する約 2 千名の教員一人ひとりが他者との関わりを通して何をどう学び、どう語りを変えているのかを把握したい. その基礎として、ML上の記録をデータベースに蓄積し、分析ツールも埋め込んだシステムを構築している[8].

第二に、私たちが教師同士の協調を建設的相互作用理論に依拠してデザイン・分析する際、どういう工学的な工夫を行っているのかをまとめて振り返り、それを理論化したい.言わば、私たちの実践学の理学的視点を得たい.建設的相互作用理論自体はミシンの縫い目がどう縫えるかや折り紙をどう折るか等、優れて実験室的な知見から出発している.その点で、私たちも「認知科学実験でわかったことを現場で実践している」という批判を免れないかもしれない.しかし、その適用対象(課題や参加者、環境など)は大幅に出発点から変わっている.それだけ、私たちは複雑な状況に応じて、教師を支援する研修やワークショップ、事業、ツールを構築・修正してきた.それでは、それらはどんなデザイン原理に基づいて行っているのだろうか.

例えば、私たちは実践の中で「人は知見や他者から言 われたことを自ら使って、結果をことばにして納得し て初めて受け入れる」ことや「そうやって一旦受け入れ た知見は長く信じられ使われる」ことを痛感している. それだけ教師や関係者の主体性を実感し、対話的にも のごとを進めようとすると、逆説的に、私たちは各時点で私たちがベストだと考える知見を出し惜しみせずに伝えるようになってきている。本稿に紹介したやり取りをご覧になった読者諸兄は、CoREFの研究者が「正解」だと考えることを遠慮なく表明しているように、言わば「教授主義的」に感じたかもしれない。実際私たちはその時点で考えること、言わば、対話の出発点となる「初期仮説」を惜しみなく開陳するようになってきた。それが次の異論や反論、違和感の表明を呼び、対話のレベルを上げ、各自の固有な理解の深まりを可能にすると考えているからである。

ワークショップのデザインを例に挙げれば、自由で多様な意見を受け入れてどこにもゴールを設けない無責任なワークショップでも、一見多様な意見を受け入れるように見えてゴール(対話の終着点)は強引に一点に収斂させるワークショップでもなく、課題を明確に設定しそれに対する私たちの解は明確に理解できる材料を提供したうえでその先の創発を狙うワークショップをデザインするように心がけている。こうしたデザインを支える理学的視点は何かーそれをはっきりさせることが次の課題である.

第三に、こうした私たちの研究の方法論や内実を認知科学会員など他の研究者にうまくコミュニケートする方法を開拓したい.本 OS の企画趣旨が触れている「IT, ビッグデータ分析, AI などコンピュータ技術革新の凄まじい進展」は教育の世界に必ずしも好影響を

もたらしていない. 一つは学習データを取って効果があった学習法を backward に調べればうまくいくはずだという data-driven approach が席捲していること、および学習効果をデータにするために「測れるもの」(ドリル問題の解答や解決時間)にフォーカスしがちで、一挙に「学び」が矮小化 (shrink) し始めていることである.

これに対して、認知科学理論に基づき深く学べるはずという学習法を開発してその効果を検証するという model-based approach や、問題の正誤を超えた意味理解などは、どちらも「わかりにくい」話である.

そのわかりにくさを理解するためには、Bruner[9]の言う因果的「説明」だけでなく、物語的「解釈」が必要だろう。解釈には当然解釈主体の価値観がいる。「どういう学びを社会に求めたいか」という価値観込みでしか解釈が成立しない点では、(脳科学も含めた)中立的な因果的説明に比べていかにも非科学的・非力に見える。その非力さを引き受けて、社会の合意を漸進的に得ながら、学びのイメージの変革とその実装をどう可能にしていけるかーそんな問いをみなさまと考える機会に OS がなれば幸いである。

謝辞

本セッションは科研費 17H06107, JST「ジュニアドクター育成塾」,東京大学運営費交付金(機能強化分)の助成を受けた.記して感謝する.

猫文

- [1] 三宅なほみ(2016)."実践学としての教育工学へ"大島純・ 益川弘如編著『教育工学選書 学びのデザイン・学習科 学』, 210-218. 京都府:ミネルヴァ書房.
- [2] 三宅芳雄・三宅なほみ (2014). 『教育心理学概論』. 東京: 放送大学教育振興会.
- [3] Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). "Naturalistic inquiry." California: Sage Publications.
- [4] 飯窪真也 (2016). "教師の前向きな学びを支えるデザイン研究—「知識構成型ジグソー法」を媒介にした東京大学 CoREF の研究連携—." 『認知科学』, 23(3), 270-284.
- [5] Miyake, N. (1986) "Constructive interaction and the iterative process of understanding." Cognitive Science, 10, pp.151-177.
- [6] CoREF (東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構) (2014). 『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト (平成26年度活動報告書) 協調が生む学びの多様性 第5集一学び続ける授業者へ一』. 東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構. (http://coref.u-tokyo.ac.jp/)
- [7] 飯窪真也・齊藤萌木・白水始・堀公彦(準備中). "授業研究における教師と研究者の相互作用のリアリティ." 『認知科学』, 投稿中.
- [8] 白水始・伴峰生・辻真吾・飯窪真也・齊藤萌木 (2019). "協

- 調学習の授業づくり支援のための「学譜システム」 開発." 『情報処理学会論文誌』, 60(5), 1201-1211.
- [9] Bruner, J. (1996). The culture of education. MA: Harvard University Press. (岡本夏木・池上貴美子・岡本佳子訳 (2004). 『教育という文化』. 東京: 岩波書店.)

パフォーマンス心理学の挑戦:明日の認知科学に向けて What Performance Psychology Challenges: Toward the renewed cognitive science

青山 征彦 Masahiko AOYAMA

成城大学 社会イノベーション学部 Faculty of Social Innovation, Seijo University aoyama@seijo.ac.jp

概要

パフォーマンス心理学と呼ばれる新しい流れが従来 の心理学、認知科学にどのような挑戦をしようとして いるのかを概説した上で、明日の認知科学を構想する 上でどのような貢献をなしうるのかを議論する。

キーワード:パフォーマンス心理学,ホルツマン、即興、コミュニティ

1. 概要

本発表では、パフォーマンス心理学(香川・有元・ 茂呂, 2019)と呼ばれる新しい流れがどのようなものな のかを整理しながら、パフォーマンス心理学がどのよ うな挑戦をしようとしているのか、それは明日の認知 科学にどのような貢献をなしうるのかについて議論し たい。

パフォーマンス心理学とは、ホルツマンの提唱する 方法論にもとづいて、日本の研究者が展開しているア プローチの総称である。社会文化的アプローチの流れ をくむホルツマンは、ヴィゴツキーの発達の最近接領 域の考えかたを拡張して、大人の学びやコミュニティ の発達に用いている。その理論と実践は多方面から注 目されているが、人間を今ある状態として捉えるので はなく、今の自分とは違う何者かになろうとしている 存在として捉える点、やりかたを知ってから行為する 存在ではなく、やりかたを知らないまま行為する存在 として捉える点において、従来の心理学や認知科学と は大きく異なる人間観を前提としているのが特徴であ る。

ホルツマンの方法論をさらに独自のものにしているのが、個人の発達とコミュニティの発達は同時に生じるという見かたである。心理学においても認知科学においても、個人は周囲とは独立した存在として扱われることがまだまだ多く、コミュニティについては検討もされないのが普通であることを考えると、彼女の方法論が豊かな可能性を持っているのがわかるだろう。

このような考えかたにもとづくパフォーマンス心理

学では、インプロ(即興演劇)のような演劇的な手法が、人間の発達を促す場になるとして注目されている。 演劇の場では、人は今の自分とは違う人を演じること になるが、それは今ある自分を発達させる

ための発達の最近接領域になりうる。同時に、パフォーマンスは集合的であり、事前に何が起こるのかはわからない。その意味で、心理学や認知科学に根強く 残る個体主義を超えつつ、即興的で状況的な私たちのふるまいにフォーカスできる方法として、演劇的な手法には大きな可能性がある。

こうしたダイナミックな関係は、実践の内側からでないと理解しにくい(茂呂, 2018)。さらに言えば、パフォーマンス心理学がねらうのは、すでに起きたことを分析する研究から、誰も見たことのない実践を生みだす研究へのシフトである。そのとき、研究者は実践を外側から観察する存在ではなく、共同のただなかでともに実践を産み出す存在へと変わっていく。

このように、パフォーマンス心理学には、従来の心理学や認知科学を大きく変革する可能性がある。本発表では、明日の認知科学を構想する上で、パフォーマンス心理学の方法論がどのような意味を持っているのかを論じたい。

2. 引用文献

- [1] 茂呂雄二 (2018). 人間の学習. 青山征彦・茂呂雄二 (編) スタンダード学習心理学, p.2-21. サイエンス社.
- [2] 香川秀太・ 有元典文・茂呂雄二 (編) (2019). パフォーマンス心理学入門-共生と発達のアート. 新曜社.

認知の脱構造化を余儀なくさせる身体技法の習熟に関する論考 ー言葉の藁にすがって水をよじ登る一

A study on the learning of physical techniques that drive the cognitive deconstruction: Clim the water taking any word in a storm

in the water taking any word in

榎本 美香[†] Mika Enomoto

† 東京工科大学大学メディア学部 Sclool of Media Science, Tokyo University of Technology menomoto@stf.teu.ac.jp

Abstract

The purpose of this research is to construct the model how human beings harmonize with the material world and learn physical techniques that use physical laws well. Using swimming as an example, I analyze the process in which I, who is a beginner of swimming, acquire the relationship between physical activity and water in which the coach expresses how to manipulate water as words and physical representations. Finally, I construct a model that the leaner realize at the moment that even one of coach's representation is able to practice physically, the interrelationship of the various representations until then, the connection of the movement of each part of own body and the various physical laws in the material world.

Keywords — physical technique, representation, deconstruction, material world, learning model

1. はじめに

本研究の目的は,人が物的世界と調和し,物理法則を上手く利用する身体技法を習得していくやり方をモデル化することにある.水泳を例に,コーチが水の操作方法を言葉や身体的手本として表象したものを,初心者である著者が自身の身体運動と水との関係性として脱表象化している過程を分析する.そして身体技法の習得には,安定主た身体各部の連動と物的世界の関係性を一度手放する。その表象の一つでも身体的に実践できた瞬間,それまでの様々な表象の相互連関性,身体各部の運動の連動性と物的世界の様々な物理法則との関連性に開悟するということをモデル化する.

図1に身体技法のコーチングの模式図を示す. コーチは自身がいかに動けば効率的に世界を捉 えることができるのかを知っている. 水泳で言え ば,どう水を掻けば,最も速くて楽に泳ぐことが できるのかを体感している.一方,初心者である 学習者は水に落ちれば溺れるしかない. コーチは 自身が水を操作している方法を言語的表象や身体 的表象という形にして初心者に伝える. たとえば 「肘を立てて」という身体の形状を表現したり、「手 の先にある水を使えませんか」と働きかける先の 物体を指したりする.また,見本を見せて,より 具体的な身体的表象も行う. さらに, 学習者が今 世界に対して働きかけている様を観察し, 言語的 に「肘を引いている」「水を空かしている」等と間 違っている箇所を表象したり、「あなたの真似」を して見せる.一方で学習者は,自身と世界との関 係を模索するなかでこれらを脱表象化せねばなら ない. いくら形状や見本を示されても, それでい かに水を掻くことができるのかを探りあてない限 り, 泳げない. 諏訪(諏訪, 2015b)は, 人のことばの 受け売りで理解や実践をしようとしてもスキルは 向上せず、そのことばに自分なりの安定した体感 を紐付けられることがシンボルグラウンディング であり、そこに〈からだでの学び〉があるという. そして, さらにやっかいなのが中級者から上級 者になるための学習である. 泳ぐには泳げるとい う状態から上手く泳げるようになるためには, 自 身の持っている型から抜け出る必要がある. いわ ゆる「癖」や「我流フォーム」からの脱却である. マルセル・モース (Mauss, 1936) は身体技法の型を ラテン語の'habitus'という語で表現している.中 級者の泳ぎもある種のhabitusである. ところが, コーチから手の掻き方やキックの仕方を修正され ると, それまで自然に連動していた手足がバラバ

ラに動き始める.掻けていた水が掻けなくなる.

再び,推進力と身体各所の動きが連動するまで,

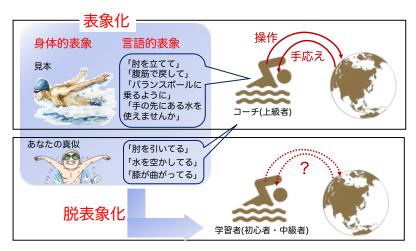


図1 身体技法のコーチングにおける表象・脱表象

『泳げなくなる』のである. 中級者から上級者に なるためには、安定した身体各部の連動と物的世 界の関係性をいったん喪失する認知の脱構造化を 経なければならない. そして, トライ・アンド・エ ラーの中で再び世界との関係を取り戻す再構造化 を行うことになる. 上達に際限が無いとするなら, 身体技法の習熟はこの脱構造化と再構造化の無限 の繰り返しである. そしてその先に, 物的世界と の相克ではなく相生に至る身体技法の体得がある と考えられる. 近代サーフィンの父デューク・カモ ナハクは "Holo me ke lokahi ma ke(海と溶け合い, 漂う. 自然に抗わず, 身を任せればいい.)"と教 える. サーフィンの神様ジェリー・ロペスも "Flow with it, be part of it(流れに身を委ね, その一部と なる)"と語る. 著者が習う水泳のコーチも「水に 寄り添ってください.水の中のトンネルをくぐっ ていくように」「トンネルを壊して進もうとする と、水は歯向かってきますよ」という. いかに水の 流れに身を委ねられるかが習熟の道筋である.

感慨深いエピソードに、熱心に毎日レッスンを受けていたある夫人が突然それを止めてしまったというのがある.スポーツジムの水泳レッスンを10ヶ月間ほぼ毎月受けていたそうである.更衣室で会った時、「あなたは楽しそうでいいわね.私が表しるのよ.できないと思って帰るの.それでよが減入るのよ.できないと思って帰るの.それのよ」と言っていた.その後レッスンで彼女を見かけなくなる.他の時間に合った時、「1人で泳いでれば楽しいのよ」という.これは彼女に限った話ではない.レッスン受講者たちの口癖は「習えば習うほど分からなくなる」である.

ここで起こっていることは次のように考えられ

る. ある程度泳げる人は何某かの安定した型を持っ ている.「我流フォーム」とか「癖」などと表現され ることもある. マルセル・モース (Mauss, 1936) は 身体技法の型をラテン語の'habitus'という語で表 現している.一例を引くと、「ジョワンヴィルを最 優秀で卒業した担任の体操教師は、わたくしにこ ぶしを身体につけて走るようにおしえてくれた. これは走るすべての身のこなしと全く矛盾する動 作である. わたくしは, 1890年にくろうとの走者 を見てはじめて, 走り方を変えなければならない ということが分かったのである」である. 体操教 師の走りもわたくしの走りもどちらもhabitusとし て獲得されているものである. 先の夫人の泳ぎも 彼女のhabitusとして確立されていたものである. とここが, 水泳のレッスンでコーチから手の掻き 方やキックの仕方の形を修正される. それまで自 動的に連動していたであろう手と足がバラバラに 動き始める. 掻けていた水が掻けなくなる. 再び, 推進力と身体各所の動きが連動するまで,『泳げ なくなる』のである. 中級者から上級者になるた めには、安定した身体各部の連動と物的世界の関 係性をいったん喪失する認知の脱構造化を経なけ ればならない. そして, トライ・アンド・エラー の中で再び世界との関係を取り戻す再構造化を行 うことになる. 上達に際限が無いとするなら, 身 体技法の習熟はこの脱構造化と再構造化の無限の 繰り返しである. そしてその先に, 物的世界との 相克ではなく相生に至る身体技法の体得があると 考えられる. 近代サーフィンの父デューク・カモナ ハクは "Holo me ke lokahi ma ke(海と溶け合い,漂 う. 自然に抗わず、身を任せればいい.)"と教え る. サーフィンの神様とされるジェリー・ロペスも "Flow with it, be part of it(流れに模を委ね, その 一部となる)."と語る. 著者が習う水泳のコーチも

「水に寄り添ってください.水の中のトンネルをくぐっていくように」「トンネルを壊して進もうとすると、水は歯向かってきますよ」という.いかに水と溶け合えるようになるか、それが上達の道となるのであろう.

本稿では、筆者の同様の体験をたどり、認知的な身体と世界との関係のhabitus が失われ、また新たに作られるという身体技法の習得過程を詳らかにする。

2. 方法

コーチの言葉を頼りに,筆者がクロールとバタフライ¹を習得していく過程で経た身体が水を捉える感覚の認知的変化を内省する.一人の内省記録は個人差を差し引けず,さらに偶発的な一回きりの体験に過ぎない.また,コーチの指導と学習者の組み合わせによる相互行為依存性もある.かし,従来の第三者の観察的視点では身体運動しかし,従来の第三者の観察的視点では身体運動を化は見れても,認知的遷移に踏み込めない.また,内省は誰しもできることではなく,数名の被験者を集めることすら困難である.本研究では一人称的視点に立ち,筆者の体験記憶とメモを手がかりに,学習の内的過程へと踏み切る.

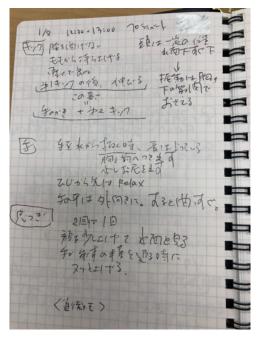


図2 直後メモ

内省の一助となるのはレッスン後に記したメモだけである。それも、毎回きちんと書いているわけではない。初期の頃はメモなど全く取っていなかった。しかし、あることができるようになると、できなかった頃の自分をすーっと忘れてしまうことに気づく。教わったことを忘れないためではな

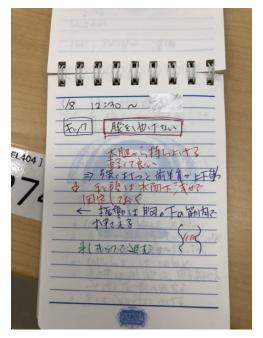


図3 大方メモ1

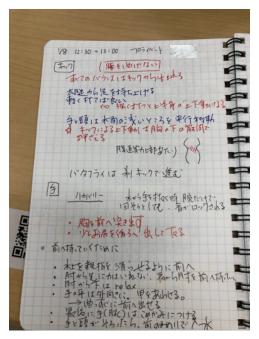


図4 整理メモ

く,できなかった時代を忘れないために,その時 その時の覚書が必要である.

試しに、3つのメモを作ってみる.レッスン直後にプールの横で殴り書きした「直後メモ」(図2)、帰宅後に思い出せる限りを項目ごとに書き出した「大方メモ」(図3)、次の練習に向けて要点と課題を書いた「整理メモ」(図4)の3つである.この中で失敗作は直後メモである.直後メモを取ると、そこに書いたことしか後々思い出せなくなる.「忘れるために書く」と言われる記録の落とし穴である.最も良いのは、数時間熟成させた「大方メモ」

¹背泳ぎと平泳ぎについては割愛する.

である. コーチに教わった中で印象的であった表象が頭の中に浮き出てくる.

3. 分析

3.1 クロール

3.1.1 学習初期

クロールは初期段階では全く泳げず,当時家の近くにあった東京ドルフィンクラブ(江戸川区)という水泳教室へ駆け込む.

問題 15m付近で溺れる(2018.1). この付近が息が 苦しくなるタイミングで、息を吸い込もうと して水を飲むか、口を開けるも息を吸い込ま ないかである.

息継ぎ 顔を水面に上げると、身体が沈む. それでも頭を上へ上げようとすると、体勢が大きく崩れる.

キック バタ足は太ももから上げようとして, 全身が力んでまっすぐ硬直したまま,打 ち下ろしてしまう.

コーチの表象

息継ぎ 手と頭の位置について「後頭部が伸ば している手にあたるように」「もっと上を 向いてもいい」(2018.1)

手の掻き 7回目のレッスン時あるコーチが,腕は1周「腕ではなく肩を回してください」と空中でやってみせてくれる(2018.2).

キック 「膝から下で水を打ち下ろす」「足の 甲でヒレのように水を押す」(2018.1~2).

練習 キックは, 足を打ち下ろす方に意識を向ける, 下ろすための上げ幅だけ確保する, 足の甲を ヒラヒラさせてみる.

開悟

息継ぎ 手の掻きに関する「肩を回す」というコーチの言葉は、リカバリー時だけでなく、キャッチやプルの時も前側に肩を入れるということのようである。空中でやってみるとできなくはない。実際に泳 プルからプッシュのあたり(手が腹の下を通過するあたり)で、ぐぐっと水を押す手応えがくる。一気に加速して体がふわっと斜め前方へ進む。リカバリーしながら肩を今度は背中側へ回すと、ぐるんとローリングして、ゆるゆると顔が水面に出る。この推進力が息継ぎのポイントであると気づく(2018.2)。

キック キックを区民プールで一人で練習する(2018.23). ある日水音が「バッタン,バ

ッタン」とこれまでとは違う音へ変化する.「バッ」は太ももが水にあたる軽い音,「タン」は膝下からの重いキックの音である.同じ泊で両足交互にこの音を出していくと推進力が増す気がした.コーチに「できてるじゃないですか」と言われる.水音として身体の動きを認知すると,太ももや膝下や甲といった局所部位のここの動きではなく,全体の協調動作としてバタ足を認識したのである.

3.1.2 脱構造化時期

その後、神奈川へ引っ越し、近所のイオンスポーツクラブ(古淵)へ入る。プールがあり、水泳のレッスンもある。ほぼ毎日30分程度のフリーの水泳レッスンがあり、初級クロールや初級平泳ぎなど、初心者向けに各泳法を教えている。また、週2回、グループレッスン(5人1組で1時間、1人2160円)や個人レッスン(1人30分3240円)もある。

引っ越した当初は、ジムのスタジオレッスンのついでに水泳の方にも偶に顔を出していた(2019.5~7). 夏休みになり出張続きでジムにもほとんど行かなくなる。9月の末にようやく通常の後期の授業が始まり、ジムにも行きだす 2 .

問題 25m泳ぐと激しく息がきれる. そして遅い (2018.10~12). レッスンは何人かで順番に泳ぐのだが,必ず後方の人に追いつかれる. ある日,800m泳ぐという無茶な日があり (2018.12.8),首から右肩全体が痺れるような痛みが続く. 整形外科では,息継ぎで必死で右を向いたことで神経に骨が触ったのではないかと言われる(2018.12.22).

コーチの表象 正月明け(2019.1.21), 三条 3 コーチに 「次のレッスンを受けませんか?」と聞かれ, 「右肩が痛い」というと,「じゃ早急にレッスン

3本文中の人名はすべて仮名である.

²この頃水泳に対する熱意を失っていた. ハワイでサーフィ ンを習った時に「高級な浮き輪を持っているんだから泳げな くてもいいんです」と言われ、泳げなくてもよい気になった のである. また, 泳げるようになるにはまだものすごく高い ハードルがあるという意識があり、そこまでの意欲を水泳に 対して持っていなかった. スタジオのダンスに少し出る程度 で、水泳から顔を背けるがごとく、水泳のコーチと顔をあわ さないようにしていた(水泳のコーチがスタジオダンスのイ ンストラクターをすることもあり、その時間帯を避けてジム に行っていた). ところが, このジムにはインストラクターの 代行システムというのがある. 都合の悪くなったインストラ クターの代わりに、同様のレッスンが行える別のインストラ クターがレッスンを受け持つというものである.金曜日の20 時台のダンスレッスンに気軽に参加しようと入り口付近で 待っていたところ, 三条コーチがやってくる. 隠れる機を逸し ているので、会釈する.返す刀に「水泳は来ないんですか?」 と言われる.「またそのうちに行かせてもらいます」とお茶 を濁す. ダンスが終わってそそくさと帰ろうとするも,「水泳 に来てくださいね!」と再度言われる. もう「よろしくお願 いします」と返すしかない. そう言った手前, 少しはプール 側にも顔を出すようになったのが2019年10月中頃である.

をしないと!」となる. 会話が噛み合っていないと思うのはコミュニケーション研究者たる私だけだろうか. 勧誘に対して, 拒否をしたつもりである. 受諾と受け取られているのは何故であろう?以下, 翌22日の個人レッスンでの教示である.

姿勢 「まず立ってください」「肩と腕を平行に」「肩を後傾にも前傾にもしません」「楽に普通に立っている姿勢」「少し胸を開く」「指先を軽く太ももにつけ、脇腹から前に出して歩いてください」「肩・腰・手の位置関係は変えません」「それがローリングです」

手の掻き

キャッチ 「前の水に乗りかかる」「肘を 立てて抱える」「ゆっくり」

キャッチ開始のタイミング 「リカバリー の手が戻る直前」「少し肘や肩が前方 にある方が力が入る」「前の手に乗り かかっていく」「プールの縁に片手で 上がろうとした時、片方の手をぐっと前に出さないと力が入らない」

プル「お腹の手前で水を後方に押す」「肘を伸ばし、親指を太ももにつけて止まる」「すっと横に抜く(finishはしない)」「ローリングをしていれば、身体の横から楽に手を回せる」「肩の後ろは通らない」「水は後ろ向きに掻けるところまで、finishは水を上向きに掻くので意味がない、返ってブレーキになる」

脱構造化ポイント クロールは肩を回すことで泳 げるようになった経緯がある. 掌と腕は肩の 後ろを通していた. それによって強い手の掻きができ推進力が生まれ, 息継ぎができていたのである. ぐるんとローリングもできていた. しかし, 姿勢として教示された内容はこの泳ぎ方を止めることを意味する. 手の掻きではなく, 体軸の回転と体重移動によってローリングをしろということのようである.

練習 レッスン直後は、どう泳いでいいのか分からなくなる.しかし肩が痛いという死活問題もあり、肩を回さない方式に移行するしかない.肘を立てることを疎かにせず、身体の真下の水を真後ろへ掻くようやってみる.毎週2回、クロール初級のレッスン(1回30分)を受ける中で、このレッスンで受けた教示を念頭に様々なドリルを行う.確かに、腰を軸に回転し、肩

と手を並行にしていると、肩の痛みがひいていく、実はあの時の会話は噛み合っていたのかと振り返る.

開悟

手の掻き 足はまっすぐ伸ばしたまま,手だけで進む練習をした時,リカバリー後の手を手が普段伸びる位置よりもっと先へ入れる感じを掴む(2019.6.13).前方の水の中へ切り込んでいく感覚である.その勢いでぐっと「水に乗りかかる」とダイナミックなローリングが生まれる.

3.2 バタフライ

3.2.1 学習初期

バタフライは最後に残った未知の領域である.本稿のために敢えて残しておいたというべきか.海で遭難しているのにバタフライで泳ぐ人はいないだろう.もしもそんな時にバタフライで泳ぐようなら、「そういうとこやで」と言うだろう.だから必然性を感じなかったのである.

しかし、この頃になる水泳自体の興味深さに惹かれている。習えども習えども際限なく何か新しい発見がある。それを試してできるようになると少し上手になる。身体技法の学習とはかくも自身の動きのメタ認知と他者の身体運動の模倣能力と物理法則への作用への考察が必要なものであったのかと思う。本稿の着想である。この気づきのもとに、全く知らないバタフライを自分がどのように身に着けていくのかを仔細に観察していく。

問題 白紙である.

コーチの表象 YouTubeの麻生剛弘さんのバタフライ教授動画⁴を見る.初心者は第1キックで沈み込み,水平になってから,第2キックで浮き上がると良いらしい.浮き上がる時に腕を回せば楽に回せるという.教本(omini, 2015)によれば,これを俗に「どんぶらこバタフライ」というらしい.

練習 浮上に転じるタイミングで腕を掻き初めるよう練習する.

開悟 何とか顔が水面に出て息継ぎができ,25m泳 げるようになる.

3.2.2 脱構造化時期

しかし、息継ぎができればよいという問題でもない. 現状で泳げている気がしない. 端から見れば溺れているだろう.

⁴https://www.youtube.com/watch?v=bx0NpWbvq78

問題 手の掻きの軌跡・タイミングが違うのか、力が無いからなのか、キャッチで力を入れすぎているのか、キックが弱いのか、理由は多々考えられれども、以下の問題がある。

手が回りきらない 手の回転(水中での掻き)が 遅く上昇調の間に回りきらない.

肩が水面に出ない リカバリー時に肩が水面 に出ず、水の大きな抵抗を受ける。

- コーチの表象 今こそ助けてもらい時であると思い, 三条コーチの個人レッスンを申し込む (2018.12.18). 以下はその日習ったことである. キック 「まず下向きに浮いてください」と言われ, 浮くと, 「あなたは今キックはこうだと思ってるでしょ」と言いながら足を振られる. 身体の前面だけでくの字になりながら膝を曲げて動かしているということのようだ. 「でも実際はこうなんですよ」と全く違う振られ方をする. 身体の前面背面に軽く浅く動かすようである. 以下を一つずつやっていく.
 - 膝を曲げずに,太ももの後ろ(の筋肉) を使って足を背面側へ上げて振り下 ろす.この時少しだけ膝が曲がって 良い.
 - 足の指先を伸ばして、甲で水を後ろ へ押す. 膝から下を内旋させると、水 にあたる面積が広くなる. 水面ギリ ギリから打ち下ろす. 後ろに押せて いるなら、身体が前にのめる.
 - のめっていきながら、「脇の下で水に印鑑を押します」という. 脇を水に押し付けろということのようである.「(脇が)引けていると印は付きませんよ」
 - 手はこめかみに付けたまま動かさず、 一定の位置にする.「(頭と手を両手で 挟みながら)ここは動かしませんよ.」 水面と平行になるようにし、沈み込 まない.
 - 手と頭で同じリズムを取るため、少しの波動をつくる(この意味は全く理解していなかった).
 - 第1キック:強く(お尻が浮く)
 - 第2キック:弱く(膝を曲げずに)

手の掻き

- バランスボールに乗るように、肘を立て てまっすぐ下へ押す。
- お腹の少し手前でぐっと力を入れて、太 もものの横へ.「ブレーキにもかけどころ があります」

- 太ももより後ろに力強く掻き過ぎない. まっすぐ後ろに抜いて、肘を伸ばしたま ま回転.
- リカバリーは肩甲骨を寄せ肩を下げる.リラックスして.顔を前方へ向ける.

リズム 「今の5倍遅くしてください」「トーント ン・トーントン」

脱構造化ポイント 手と頭を水面と並行に保つということはフラットバタフライで泳ぐということである。オリンピック選手の泳法である。このことは、せっかく息継ぎができるようになったどんぶらこバタフライを放棄することを意味する。レッスン後にレッスンメイトの女性に「どうでした?」と聞かれ、「色々と根本的に間違っていたことがわかりました」と答えている。それを聞いて三条コーチは笑って「練習してください」と言った。

練習

キック 足の甲で水を押そうとするが, 水を掠める.

手の掻き 肘を立てて教わった角度で水を掻こ うとすると,重すぎて押しきれない.

開悟 第1キックを打ち下ろした後,足が浮いてくるのでその反動で太ももを上げて第2キックを打つと水が押せている気がする。キック後,敢えて脇を水に押し付けると,身体が水の中にすっと入っていく.分かりやすいのか分かりにくいのか分からなかった印鑑の例えが非常に重要であることを発見する.

非常に熱心に教えてくれたが、たくさん教わりすぎている。今、メモを読み返せばいちいちなるほどと思うが、当時は何が何だかまったく整理のつかぬまま局所的な言葉を可能な限り思い出して、ノートに書きつけただけである。

- 1. 問題 手の掻きができない. 人から見ると, 肘と手首が曲がった状態で手を回しているので無様らしく, 練習仲間に「せめて水から出ている時だけ真っ直ぐにした方がいいよ」と言われる. しかし, 見栄えどころではない. 手をつけると第1キックが強く打てないし, 第1と第2の連動もできない.
- 2. コーチの表象 「手をまっすぐ後ろへ抜く」「肩 の後ろを通って真っ直ぐ持っていくと美しく見 える」(2018.12.19 江口). 「キックは何の癖もつ いていなくてお上手です 5 」「手は一度S字で いてみましょうか. その方が楽に少し横(身体

 $^{^5}$ このまえ三条コーチに習った通りにやっているだけなのである。習ったとおりにできていて良かったと思う。

から離れた所)から抜いてこれます」「器用ですね. S字になってます」(2018.12.22 村上). 休憩中に,「キックは良くなった」「手がまだ」と言われる(2018.12.25 三条).「掻く水が重い」というと,「キャッチが早すぎる」「今1秒だとしたら3秒かけるつもりで」と言われる. 以下その日のフリーレッスンである.

- 手の掻き 後ろに手が来た時肩が寄るが、リカバリー時に内旋させる. 肩を前にすぼめる感じ. 肩が水面と並行に出てきて、リカバリー.
- キック 骨盤から前に出す. 足は伸ばしたまま. 膝を曲げて水を下に蹴ると, 上下動になり沈む. 蹴り始めは膝を伸ばすが, 反動で少し膝が曲がる.
- 3. 練習 年末年始となりほとんど練習できない. クロールで無謀に長距離泳ぐというレッスンがあり、そのせいか肩が痛くなる. バタフライの練習のせいかもしれない. しばらく休養である.

正月明け、1月7日である.昼休みに三条コーチがやってきて「どうですか?」と聞いてくれる.「リカバリーは肩の後ろではなく、体側(身体の横)でいなら楽に戻せるが?」と問うと、「そんなイメージで良い」「ポイントは手の向き」という.「手の掻きはS字とバランスボールのどっちがいいのか?」「S字の方が推進力が出る.でも最初はタイミングがあわせやすいように単純な真っ直ぐから」「息継ぎした後、胸から水面に落ちるとおかしくなる」「背筋を鍛えておくと良い」「反った状態で足を洩っ直ぐキープするため.ここで膝が曲がると沈む」「反った状態から背筋と腹筋で戻す」という会話をする.そして「僕で言えば、明日の個人レッスンに空きがあります」ということなので、レッスンをお願いすることになる.

1. 問題 手の掻きである.

2. コーチの表象

キック すべてのバランスはキックから生まれる. 以下のようにやる.

- 膝は曲げない.
- 太腿から足を持ち上げ、軽く打てば 良い.強く打つと上半身の上下動に なる.
- 手と頭は水面の浅いところを平行移動. キックによる上下動は胸の下の筋肉(腹直筋上部あたり)で抑える.
- バタフライは第1キックで進む.「そんなに遅いと僕たちだって泳げませんよ」

- 手の掻き リカバリーは腕だけで回そうとすると肩がロックされる. 胸を前へ突き出す, 少しお尻を後ろへ出して反る. 前へ持っていくために,
 - 水の上を親指を滑らせるように前へ
 - 肘から先に力は入れない. 肩から肘を前へ持っていく
 - 肘から下はリラックス
 - 掌は外向きに. 最後に甲どうしをあ わせると, 真っ直ぐ前へ出せる.
 - 最後に腕はこめかみにつける
- 手と頭が揃ったら,前のめりで入水 プッシュ お腹手前で入力.「跳び箱を飛ぶとき のように」
- 息継ぎ 手がプッシュで身体の横を通る時,すっと顔を上げる.顔を少し上げて,水面を見る.手の掻き2回に息継ぎ1回.息継ぎで生じた上下動を次の掻きの時に元に戻す.
- リズム 【第1キックの後伸びる】長さと【手 の掻き+第2キック】の長さが同じ長さに なるように、トーントンで第1、トーントンで第2.

ここから矢継ぎ早に個人レッスンを受けることになる.「一人で勝手に練習して変な癖をつけてほしく無いんです」と三条コーチの空いている個人レッスンすべての日に予約するよう言われる. そして結構空いているのである⁶. 問題を発見する間隙の前に、問題の答えが与えられていく. もはや特訓である. ここから暫し各レッスンの内容だけを辿る.

■ 2019年1月29日 12:00~13:00

- 第1キック 膝を曲げず太腿から打つ. お尻が水面 に出るように. お尻はくの字. 上体はフラッ ト. お腹に力を入れて.
- 第1キックの後の伸び 腕をぐっと肩から前に出す. 上腕・下腕で水を押す.
- 第2キック 少しのけぞった状態になる. お尻を凹ます. 軽く.

 $^{^6}$ いつも一緒にフリーレッスンを受けているプールメイトの人たちから「習うたびに上手くなってる」と褒めてもらう、「あの人に習わなきゃいけないのは分かってるのよ」「でもすごく緊張するのよね」と口々に言う。つまり、上達の近道は三条コーチの個人レッスンを受けることぐらい分かっているが、物怖じして避けてきた、という意味であろう。私が思うに、三条コーチは口調は高圧的だが、ただただたくさんのの大手(京びるようになることだけを願う朴訥な26歳のう老人介護である。 5 男取り丁寧に教えてくれる姿はさながらそ人介護である。 5 3 月になり、陽気が良くなったのも相まって、三条コーチの個人レッスンはまたたく間に皆の予約で埋まるようになる。

- 手の掻き バランスボールに乗るように. 肘まで を水面と平行に残す. ゆっくり肘から下で水 を寄せてくる. ぐっと後ろに掻く.
- リカバリー 力ではなく、水をいた反動にまかせて ゆっくり、肩から前に出してなるべく遠くへ、 指先が水面下になるように、
- リズム 「一度リズムが崩れたら二度と戻らないんです」25m泳いで.「途中で(リズムが崩れているのに)気づいて止まってくれたのがすごく嬉しかったです」
- 方針 「1週間は毎日練習してください. だって(あなた)忘れるでしょ」「忘れてましたか?」「だってこの前忘れてたでしょ」

■ 2019年2月12日 12:30~13:00

- 最初に 「やってみせて」「また速すぎる!」数回で元に戻る.「一度通った路だからすぐに戻れすんです」「第1と第2をやってみて」「同じになってます」
- 第1キック 手の入水と同時.強く深く打つ.反動でお尻が上がる.膝は曲げない.腿の裏から筋力を使って伸ばした状態で.真上に上げて,打ち下ろす.
- **第2キック** 弱く打つ. お尻は上がらない. 膝は曲 げない.
- 第1キックの後の伸び 【イルカ飛び】の要領で下方向へ伸びて進む、キックでお尻が上がっているので、滑るように下へ、「西本さんの弱点は肩が下がるところです」「肩を前へ出すように!」
- **手の掻き** 肘を残して脇を締める. 胸の横に二の腕の内側をつける感じ. 大きくゆっくり.
- 方針 「とにかくリズムをゆっくり」「(手の掻きの) 回数を数えていて、多くなったらリズムが早くなりすぎていると気づくこと」「最後に25m 泳いで数えてみましょう」1回目22回、2回目19回、「目標15回」「25m泳ぐときにはくれぐれも25m泳ぐと思わないことです。泳いでいたらたまたま着いたと思うように、25m泳ぐと思うとそこを目指してリズムが早くなるから」「リズムを取れるようになるのが最大の課題です」
- **Q&A** Q「日によってできたりできなかったりするのはなぜ?」A「完全に心情の問題. 気が焦っている, できないと思うからリズムが早くなる.」
- 脱構造化ポイント この日は第1キックの後,【イルカ飛び】のように下方向へ進むよう言われ

る.最初の個人レッスンの時(2018.12.18)には、 手と頭は水面と平行にして、沈み込まないように習っている.2度目(2019.1.8)にも、手と頭は水面の浅いところを平行移動するように言われている.それで、どんぶらこバタフライを諦めたのである.うねりを出して泳ぐためには、さらに微妙な上下動を入れろということと解釈する.

■ 2019年2月26日 12:30~13:00

手の掻き

- 1. 入水時に真っ直ぐ前へ伸ばして水流に乗る. 「サーフボードに立ってからしばらく水に乗る感じ」
- 2. ゆっくり下に水を後ろに持っていく. まっすぐのままだと押せないので肘を少し曲げる. 1で乗っていた水流を掴むように. 「この辺り(進行方向のすぐ前を指さして)にある水を使えませんか?」「手に吸い付いてくる水があるでしょ」「今分かりましたね!?」「今までで一番良かったですよ!」
- 3. 押した勢いで身体が前へつんのめる. 息 継ぎへ.
- 息継ぎ つんのめって,真っ直ぐ水から出てくる. 顔は上げない.胸も反らせない.
- リカバリー 身体の遠くを通るように大きく広く. その方が前に行けるから. どちらかというと 掻きはゆっくり, リカバリーは速く. 上腕を 頭にくっつけるつもりで. 肘から下はリラッ クス.
- 第2キック リカバリーが早くなりすぎるのは第2キックが打てていないから、太腿の後ろを上げて、軽く腿で打つ、お尻は持ち上がらない、今は膝から下になっているので足裏が水面に出ている。
- チェック 25m泳いでみて.17回.目標15回.
- **Q&A** Q「手の掻きの回数が14回の日と18回の日がある」A「逆にそれだけしか違わないのが驚きです」(できてない日はもっとできてないかと思っていたの意)

大きな開悟の契機は2月26日に初めて導入された「眼の前にある水」「手に吸い付いてくる水」という表象である。レッスン中にはよく分からなかったが、後で一人でやってみると確かにそういう水が在るのである。この水は掌を通って曲げた肘に溜まってくる。水などどの場所のものも同じだと思っていた。しかし、この流れ込んでくる水は押せるほどの塊なのである。夜になってはたと気づく、揚力!学生時代、飛行機の飛び立つ原理を教

わった記憶が甦る.流体力学である.物体に流体があたると上下に別れて,流体の流れ込みやすい下側が高圧,流れにくい上側が低圧になり、この圧力差が揚力となる $(図5)^7$.この翼の部分を手先や肘とみなせば、その下側に高圧となった水が張り付いてくる原理となる(図6).

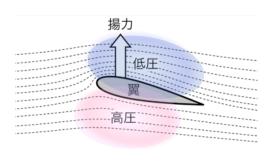


図5 揚力

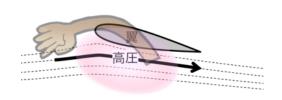


図6 手へ吸いつく水

今まで散々「肘を立てろ」と言われてきた.水を後ろに押すためにと.しかしその根本を理解していかった.肘を立てることによって流れ込んだまるい水の塊を「バランスボールに乗るように」前方から後方へ押すということだったのである.逆に「肘を引かない」理由は、高圧の水のボールの上面を撫でるだけになるからである.「そんなに遅いと僕たちだって泳げませんよ」の意味も分かる.止まっている物体に流体は流れ込まない.揚力の計算式は(1)である.揚力は速度(V)の二乗分大きくなるからである.

$$L = \frac{1}{2}pV^2SC_L \tag{1}$$

 C_L : 揚力係数

p: 流体の密度

V: 物体と流体の相対速度

S: 物体の代表面積

L: 発生する揚力

バタフライだけではない.クロールも背泳ぎも 平泳ぎも手をく時には必ずこの水が発生している ことを泳いで確認する.だから「なるべく一度ス トリームラインに戻ってから」水を流し込む必要 があったのか.三条コーチに「揚力ですか!?」と 聞くと、きょとんとされる.「飛行機を浮かせる力ですね?」と聞くと、「そうです」という.「どの泳法にもあるんですね?」「そうです」. もっと早くに知りたかった.

4. 議論

諏訪 (2015a)の挙げる〈からだメタ認知〉という 概念を考えてみよう.「からだメタ認知は、自分が 使う言葉や記号の裏に自分の体感を貼り付けるこ と」とされる. 体感は「自己受容感覚で, 身体を 動かすことで筋肉や関節や腱, 靭帯などが連動し て動き, それにともない身体を流れる信号の総体 として人が感じる感覚」とされる. たとえばネコ に遭遇したときには,「毛並み」「髭」「丸い瞳」と いったことばとそれに抱く体感とが紐付けられて いるという感覚と説明される.「身体と環境の間 で生じていることをことばで表現する」とからだ メタ認知の表現がしやすい,と述べられているこ とから(諏訪, 2016), 体感はただ身体と言葉の関係 だけではなく環境とも結びついたものであると解 釈しても良いだろう. 本研究でいう身体技法と物 的世界の結びつきの知覚はここでいう体感に相当 すると考えられる.表象はこの体感に紐付いてい る. さらに諏訪は、ことばが連想や状況や知識に よって互いに関連性を持って増えていくと, それ に伴う体感も増殖すると考える.

コーチは自身の身体技法を通して操作している 物的世界を体感している. その体感を持たない学 習者にそれを伝えるために,無限ともいえる表象 を作り出す. 学習者は、その表象から自身の身体 運動を試みる.しかし、その運動が物的世界と結 びつく体感が得られない限り、単なる身体各部位 の操作に過ぎない. これをモデル化したものが図 7である. ポイントは, コーチと学習者は表象記 号と物的世界は共有しているが, それぞれの行う 身体技法が独立しているという点である. コーチ はコーチの身体技法によって世界と繋がっている. この繋がりは本人にしか体感できない. 伝達の方 法は, 言語的・身体的な表象を通すしかない. 学 習者は, どう身体を動かせば世界に作用できるの か分からぬまま,表象を実践してみるしかない. なぜそんな動作が必要なのか分からないうちは, キックや手の掻きや体軸など個々の身体部位をバ ラバラに動かすしかない.表象された表現でしか 身体を動かせないし、世界からの手応えもない. しかし, どこかの時点で, 必死で水を掻く中で, 一つの表象でも,体感と結びつくなら,今まで理 解できなかった表象が突如として体系的に相互連 関して意味をなし始める.この時,局所的ではあ るが、何かの身体技法が習得されたといえる.「手

⁷https://pigeon-poppo.com/lift-theory/ より

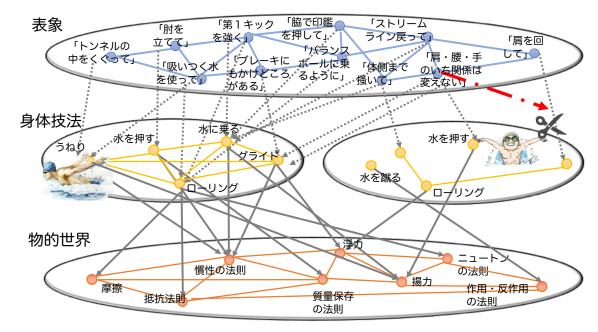


図7 身体技法習得モデル

に吸いつく水」という表象と実際に自身の手に感じられる水流が結びついた時、その先に物的世界の法則が体感される. それは、手だけで生み出されるものではなく、キックやリズムとも連動していることが遡及的に気づく.

脱構造化についても見ておこう. ある段階で身 につけた技法を放棄すべき時がある. 私の場合, クロールで言えば「肩を回す」であり、バタフラ イで言えばどんぶらこバタフライ泳法であった. たくさんの人から習う限り、表象間に齟齬が生ま れる. 学習者は先に習った技法を身につけている. しかし, そのままでは今抱えている問題が解決し ないのなら、新しい方式を習ったときに前の身体 技法を放棄する必要がある. それは同時にその身 体技法によって操作していた物的世界が操作でき なくなることを意味する. 図7の赤い破線はこれ を表している. また別の通路を通って世界を操作 できるようになるまで, 泳げなくなる状態に戻ら ねばならない. さらに, 同じコーチに習っていて も、最初の技法が安定してくれば、さらにアドバ ンストな泳ぎ方へ移行するために、異なる身体動 作を求められることもある. バタフライを習い始 めた時には手と頭は水面と平行になるよう保てと 言われていたのに対し、2ヶ月後には下方向へ滑 れと言われる. さらに言えば, 現在(2019.6)は浅い ところで下ったり上がったり「トンネルの中をく ぐっていく」ように言われている.習えば習うほ ど様々な技術の習得が求められ、またできないこ とが増えていくのである.

謝辞

東京ドルフィンクラブ江戸川スイミングスクールに駆け込み、全く泳げない状態から、「きれいに泳げている」と言われる状態にまでしてもらった。名前を聞く間も居なかったが、ビート板を持っっ起して後、イオンスポーツクラブ相模原店ではる。弱何時間も水泳を教えてもらっている。藤原原からでもが居なければ本稿の執筆に至らないが機会にでもアドバイスをくれる長野宏美コーチ、気の利く事務の山形谷節子さん達、お互いに切磋琢磨するかの山形谷節子さん達、毎日楽しくプールへ通っている。ここに記して、心から深く感謝する.

参考文献

Mauss, M. (1936). Les techniques du corps. Sociologie et anthropologie. Paris: Presses Universitaires de France. (有地享・山口俊夫訳「身体技法」『社会学と人類学II』弘文堂, 1976, pp.121-156).

omini, (2015). 『コーチは教えてくれない水泳のコツ』. プチ文庫.

諏訪正樹 (2015a). モノへの眼差しがからだと記号をつなぐーからだメタ認知メソッド. 『知のデザインー自分ごととして考えよう』, 65-90. 東京: 近代科学社.

諏訪正樹 (2015b). 一人称研究だからこそ見出せる知の本質. 『一人称研究のすすめ〜知能研究の新しい潮流』, 3-44. 東京: 近代科学社.

諏訪正樹 (2016). 『「こつ」と「スランプ」の研究ー身 体知の認知科学」』. 東京: 講談社.

情報フィードバックの有効性を手がかりとした 身体技能遂行過程の理解

An Approach to Cognitive Process for Motor Skill Execution based on Effect of Augmenting Information on Task Performance

阪口 豊[†] Yutaka Sakaguchi

[†]電気通信大学 University of Electro-Communications yutaka.sakaguchi@uec.ac.jp

概要

身体技能習得を支援する手法として運動者が感知できない情報を付加的にフィードバックする手法があるが、付加的情報を有効に利用できるかどうかは課題遂行中の運動者の認知過程に依存している。本発表では、「音の粒を揃えてピアノを弾く」課題を用いた実験での観察に基づき、情報提示の有効性の有無が運動者の認知戦略を理解する手がかりとなる例を示すとともに、有効な情報提示方法の探索が課題実行に関わる認知過程解明に向けた方法論として機能する可能性を議論する。

キーワード: 身体技能, 技能習得, 付加的情報フィードバック, 認知戦略

1. はじめに

身体技能の習得過程では「この感覚が大事」という主観的な「気づき」が大きな役割を果たす. 試行錯誤の過程でさまざまな「気づき」に遭遇し、それをパフォーマンス向上に反映させる営みは、人間の実生活における知的活動の一つである[1].

一方、技能動作遂行中の身体や環境に関する情報は 通常、運動者自身の感覚受容器で捉えてもたらされる が, 近年では, 感覚受容器で直接とらえることが困難な 情報(不感知情報)を外部の人工システムにより測定し その情報を運動者にフィードバックすることにより, 技能習得を助ける試みが種々行われている(2節参照). このような付加的情報フィードバックの狙いは、自然 には感じることができない情報を運動者に提供するこ とにあるが、後述するように、このような情報提供は 「感じることができない」のではなく、「(感じることが できるのに) 気づいていない」 手がかりの発見, すなわ ち「気づき」を促進する場合にも有効である. いったん 「気づき」を呼び起こすことができれば、運動者はもは や付加的情報がなくてもその「気づき」を足がかりとし てパフォーマンスを向上させることが可能になる. こ のようなことから、付加的感覚フィードバックという

情報提供は人間の技能習得過程を支援する手段として機能する.

一方で、このような情報支援において、いかなる内容 の情報をどのような形態(感覚モダリティや刺激の内 容) で提供するかは難しい問題である. 付加的感覚フィ ードバックの手法はその概念や狙いが明快であるが, 後述するように、現実に具体的な問題に適用しようと すると、その実装に向けてさまざまな問題を解決する 必要があり、有効な実装方法を見出せない場合もある. その原因は、運動者が運動課題を遂行するにあたりど のような内容の情報をどのような形で受け取れば有効 に利用できるかが明らかでないことにある. この問題 を逆の視点から考えれば、運動者に対するどのような 情報支援が有益な技能習得支援をもたらすかを明らか にする過程, すなわち, 有効な情報支援手段を開発する 過程は、情報支援を受ける運動者の知覚・認知過程を解 明する過程を表裏一体であり、したがって、運動者の知 覚・認知過程を解明する研究手段として利用できるこ とを意味している.

以上の考え方に基づき、本稿では、技能習得に向けた情報提供方法の構築と、技能遂行における運動者の知覚・認知過程の解明を並行して行うという方法論について議論する.以下ではまず、付加的感覚フィードバックを通じた技能習得支援に関わる試みについて紹介したのち、筆者らの研究室で行った行動実験の中で筆者自身が遭遇した事例を題材として議論を進める.

2. 付加的情報フィードバックと技能習得支援

情報機器等を利用して,自身が運動中に直接感受できない情報を得て自分の動作の改善や理解に利用することは日常的に広範囲に行われている.例えば,ダンス教室では鏡張りのスタジオでレッスンを行い自分の動

作をいろいろな角度から確認することが当然のように 行われており、スポーツや楽器演奏の練習中にビデオ カメラを使って自身の動きを録画して自身の動作を分 析することは広く行われている練習方法である.

近年では、このような一般的方法に加え、特別な計測 機器を用いて人間が直接感じることが不可能あるいは 困難な情報(不感知情報)を観測し、それを観測可能な 信号に変換して運動中に提示する試みが種々提案され ている. 例えば, 運動中の筋活動を音に変換して提示す るもの[2]、腰に取り付けた姿勢センサの出力を音に変 換して提示するもの、書道の筆に取り付けた力センサ やはんだごてに取り付けた温度センサの出力を音に変 換して提示するものが報告されている[3,4]. 一見する と, これらの試みはいずれも不感知情報を可感知情報 に変換して運動者に提供するものであると思えるが、 厳密に考えると、上にあげた例のうち、真にヒトの感覚 器で観測できない情報ははんだごての温度だけであり, 他の情報(筋活動,腰の姿勢,筆にかかる力)は運動者 が自分の感覚器を使って観測可能な(つまり脳がアク セスできる)情報である. それにもかかわらず, このよ うな付加的情報フィードバックが効果をもたらすとい う事実は、(もちろん、脳がアクセスできる情報のすべ てが運動者の認知過程に上るわけではないものの)運 動者が自分で観測している感覚情報のすべてを利用で きていないこと, そして, 付加的情報フィードバックに よってそれを有効に利用できるようになることを示唆 している. つまり, 付加的情報フィードバックによる技 能獲得支援は、不感知情報を提供する場面だけでなく、 (本来は感じ取ることはできるはずだが) 運動者が気 づいていない情報を異なる形態で提供する場面でも有 効に機能すると考えられる. このような方法が有効に 働く理由として考えられることは、付加的情報が運動 者の「気づき」を促進することである. 運動者の耳や目 に入っていても運動者自身が気づかない感覚情報は無 数にある、このようなとき、付加的情報を与えることに より, 感覚信号に含まれていた「気づかない情報」の中 から付加的情報と相関のある情報が抽出され、それに 対する「気づき」が生まれるのではないであろうか?こ のようなプロセスを経て、付加的情報が運動者の「気づ き」を促進し、それが技能習得を支援する働きをもたら すことは十分に考えられる.

ただし、上述したように、付加的情報を提供する手段 の実装にはさまざまな検討を要し、特に、提供すべき信 号の次元が高いときには大きな問題になる. このこと について、筆者らが以前に構築した可聴化システム[4] の例をあげて説明する.

まず、歩行者の腰に姿勢センサをとりつけて腰の動 き(速度)に応じて高さ(周波数)を変調した音として 提示すると、歩行中の腰の動きの様子を直感的に理解 できるようになる. 例えば、左右の足を踏み出すときの 腰の動きが非対称であると音の変化も非対称になるの で、自分が歩行中にいかに非対称な動きをしているか を痛感させられることになる. そして, 音の変化が対称 的になるように歩き方を工夫することにより, 左右対 称な歩き方の感覚を獲得することができる. この例で は、運動者に提供する情報が「腰の運動速度」という1 次元信号であるため、それを「音の高さ」という1次元 信号に変換することが可能で、運動者もその変化を容 易に読み取ることができた.一方,筆にとりつけた3次 元力覚センサの信号を可聴化するシステムでは、x, v, z 3軸の力センサ出力をそれぞれ何らかの音響特徴量に 変換して音信号を生成する必要があったが、その方法 は一筋縄では決まらなかった. 最も単純なアイディア は、各軸の力信号をそれぞれ異なる周波数成分に対応 させた複合音を生成し、センサの出力に応じて各成分 の強度(パワー)を変調する方法である.しかし、複合 音を構成する個別の周波数成分のパワー変動の様相を 読み取ることは一般に難しい課題である. したがって. このような実装方法を用いると、技能習得を支援する ために付加的情報を提供しているにもかかわらず, 必 要な情報を音響信号から読み取る(つまり音の変化を 聞き分ける)という新たな知覚的能力の習得を求める ことになるという皮肉な状況が生じるのである. 結局 のところ,上記の研究では、3軸の情報を同時にフィー ドバックすることは断念し、z 軸方向(筆の長軸方向) にかかる力に着目し、その力の大きさに応じて音量を 変調して筆先にかかる長軸方向の力をフィードバック する方法を採用した. 力の大きさに応じて音量が変化 するというのは自然な感覚であり、このシステムの利 用者は、音の変化から筆先にかかる力の大きさの変化 を一体感をもって感じ取ることができた. さらに, この システムを利用すると, 運筆中に筆先にかかる力が変 化する様子を運筆者本人だけでなく脇にいる人も知る ことができるため、異なる個人間で筆先の力感覚の変 化を共有する(例えば、師匠の力加減の変化を弟子が感 じ取る)ことも実現できた.

筆にかかる力の可聴化システムの例において、仮に 3つの力センサの出力信号の時間変化をグラフに表示 し可視化すれば、おそらく可聴化で生じたような読み 取りの難しさは生じないであろう。しかし、手先にかか る力感と画面に表示される力センサの出力が一体感を もって感じられることもないであろう。以上で述べた 例は、付加的情報フィードバックにおいては、いかなる 感覚モダリティを通じていかにして情報を提供するか が重要であり、それはヒトの知覚メカニズムと密接に 関わっていることをよく表している。

本節で述べてきたことは、本稿の命題である「有効な情報提示手段を開発する過程は、情報支援を受ける運動者の知覚・認知過程を解明する研究手段として利用できる」ことの一例を与えている.

3. ピアノ打鍵課題を題材とした実験

前節で紹介した可聴化の研究は2010年ごろに学生の 修士論文研究の中で行ったものであるが、筆者の研究 室ではその後も技能習得過程における情報提供のあり 方について断続的に検討してきた. 本節で述べるピア ノ打鍵課題を題材とした卒業研究[5]もその一つである. ピアノ演奏においてはしばしば「音の粒が揃ってい る」こと、すなわち、連続して打鍵する音の大きさ(音 量) が不用意に変動しないことが求められる(注:現実 のピアノ演奏において「音の粒が揃って聞こえる」とき に音の大きさが一定に保たれているかどうかは不明で あるが、ここでは音の大きさを一定に保つ課題として 定式化した). 音の大小は聴覚を通じて知覚される特性 であり、さらに、音量を一定に保つことが求められる状 況では、被験者は打鍵ごとの音量の変化をモニタすべ く聴覚に注意を向けて課題を実行するにちがいない. このような場面において、さらに、音の大小変化に関す る情報を付加的にフィードバックすることにより音量 のばらつきをさらに小さくする効果が得られるかどう かを調べることがこの実験の目的であった.

実験の内容や条件設定は卒業研究の過程でさまざまな変遷があったが、本稿では「音量を一定に保ちながら、ピアノ中央のド(C4)の鍵盤を6回繰り返し打鍵すること」を課題として設定した実験について説明する。この実験では、鍵盤楽器の演奏経験のない被験者でも容易に実行できるように、示指を繰り返し使って(注:現実のピアノ演奏では同一の鍵盤を繰り返し打鍵する際異なる指を使うことが多い)、打鍵頻度を毎秒2回程度のゆっくりした条件に設定した。音の大きさは、電子ピアノ(ヤマハ Grand Avant 2)が出力する MIDI

コードのベロシティ値を用いて評価し、その値を PC ディスプレイ上に表示することにより被験者にフィードバックした. ベロシティ値は鍵盤の打鍵速度を表す変数であり、0 から 127 までの値をとる. 実験では、無理なく打鍵動作ができるように、ベロシティ値が概ね 60前後になるように誘導したが、被験者には、課題遂行中に音の大きさ(ベロシティの絶対値)を気にする必要はなく、音の大きさのばらつき(ベロシティ値の標準偏差)を小さくすることが重要であることを伝えた.

実験では、被験者にフィードバックする内容を3種類設定した.具体的には、実験条件として①付加的情報を与えない「通常条件」、②試行(6回打鍵)終了時にベロシティ値の標準偏差を数値で表示する「偏差提示条件」、③試行終了時に打鍵ごとのベロシティ値を棒グラフと数値でまとめて表示する「オフライン提示条件」、④試行中打鍵するごとにベロシティを棒グラフと数値で表示する(つまり、打鍵ごとに棒が横方向に増えていく)「オンライン提示条件」の4条件を用意した。この中では、後者の条件ほどよりリッチな情報を提供されることになる。特に、オンライン提示条件④では、打鍵ごとにベロシティ値が表示されるため、被験者は前回の打鍵でのベロシティ値を参考にして次の打鍵を調整・修正することができる。

実験手順は以下のとおりである(図1). 被験者はまず,通常条件①で60 試行課題を行ったのち(ブロック1),偏差提示条件②で60 試行行った(ブロック2). 次に,半分の被験者(グループA)はオフライン提示条件③で60 試行行い,残り半分の被験者(グループB)はオンライン提示条件④で60 試行行った(ブロック3). そして,最後に,全員の被験者が通常条件①で30試行課題を行った(ブロック4). 実験には,鍵盤楽器経験者3名,未経験者5名が協力した.

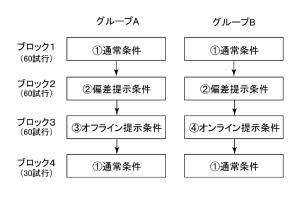


図1 実験の流れ

この実験は、卒業研究の制約から十分な準備の下で 遂行できなかったため (例えば、本来であれば、通常条 件①のみで試行を続ける統制群を用意して付加的情報 フィードバックの有無の効果を押さえるべきであるが、 それが欠けている),ここで紹介するデータはあくまで 予備的結果であることを断っておく. 図2は、ベロシテ ィ値の標準偏差のブロック内中央値の被験者間平均の 推移を示したものである(注:ブロック内で中央値をと ったのは、打鍵ミスにより特定の試行で例外的に大き な標準偏差が生じることがあるためである. 中央値で はなく平均値を用いると、この異常値によって結果が 大きく変動する). この図に示した8人の被験者間平均 値は,実験の進行に従ってベロシティ値の標準偏差(つ まり、音量のばらつき)が一様に減少し、実験の進行に 伴い課題のパフォーマンスが向上したことがわかる. 上述したように、本実験では統制群を用意しなかった ため、このパフォーマンス向上が、単なる試行の繰り返 しによるものか付加的情報フィードバックによるもの かを判断できない. とはいえ, 以上の結果から, 少なく とも平均的な意味では、試行を繰り返すことにより音 量のばらつきを次第に低減させる練習効果があったと 推論できるであろう.

しかし、この実験中のパフォーマンス変化の実態は そのような単純なものではない. まず、パフォーマンス 変化の様相は被験者ごとに大きく異なる. 図3は, 標準 偏差のブロック間推移を被験者ごとに示したものであ るが、実験が進行する過程での標準偏差の増減は被験 者間で大きく異なっており、必ずしも音量のばらつき が一様に減少するわけではないことが読み取れる. さ らに、被験者は実験中音のばらつきが小さくなるよう に試行錯誤し続けていることから、同一ブロック内で も常にパフォーマンスは変動していた. また, その過程 で、ベロシティ値の標準偏差を一定期間落ち着いてい たにもかかわらず、ある試行を境に標準偏差が大きく なってしまう「スランプ」 状態に陥る現象もみられた. このように、この課題において被験者のパフォーマン スが一様な傾向をもって変化することは少なく、その ため, 試行単位での標準偏差の変化の様子を(プリズム 適応の学習過程を解析する場合に用いられるような) 学習曲線でフィッティングすることはできなかった. したがって、図2に示した全般的傾向は、少なくともこ の課題に取り組んだ被験者一人一人の学習過程を反映 したものにはなっていない. このことは, 逆に, 技能を 習得しようとしている個人の認知過程(つまり,練習中 に何を考え何を感じその結果何を得たか)を論じるうえで、課題パフォーマンスの個人間平均の振舞いはさほど有用でないことを示している.

以上の検討に基づき、次節では、一人称研究[6]の方法論にたち、筆者自身がこの課題を実行したときの内観に基づいてさらに議論を進めたい.

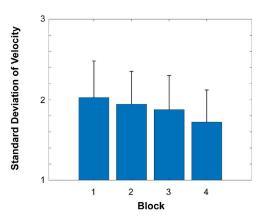


図2 打鍵速度の標準偏差の被験者間平均の推移

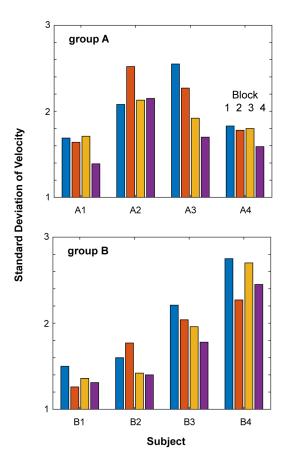


図3 被験者ごとの打鍵速度の標準偏差の推移

4. 打鍵を一定に保つための認知的な戦略

本実験の問いは、「連続して打鍵するピアノ音の大きさを揃える」という本来聴覚手がかりに基づいて遂行する課題において付加的情報フィードバックがパフォーマンス向上をもたらす効果があるかであった。この実験課題を経験した筆者自身からみれば、この問いに対する答えは「イエス」である。

この課題を自身で実行してみると、試行単位で与え られるベロシティ値の標準偏差の情報(つまり,偏差提 示条件②で与えられる情報)は、打鍵のばらつきを定量 的に把握するうえで極めて有用であった. これは、スポ ーツ等のトレーニングで広く行われている数値化・可 視化の一例であり, 何気なく行っている動作の内容や 評価を数値として表すことの効果の一種である. 音の 大きさのばらつきが標準偏差という定量的な形で表示 されると、達成すべき目標のものさしが明確になるた め、どのように手や腕を使えばベロシティ値の標準偏 差を減少させられるかを確固たるものさしの下で試行 錯誤できるようになる. 実際, 偏差提示条件②において この課題に取り組む中で,筆者自身は,通常条件①では 気づくことがなかった手首や前腕の使い方を認識する ことができ, 前腕の使い方を工夫することで打鍵のば らつきを小さくできることを体得できた.

それに加え、偏差提示条件②において試行を繰り返 す中で, 音の大小を聞きわける聴覚的知覚の感度も高 くなったように感じられた. つまり, 聴覚的に得られる 「音の大きさ」だけを頼りにして課題を実行する条件 (通常条件①)よりも、音のばらつきに関する定量的手 がかりが与えられた条件(偏差提示条件②)の方が、か えって音の違いをよく聞けるようになったということ である. このような違いが生じた原因は, 聴覚信号だけ に基づいて音の大小を判断しているあいだは、音の大 小判断に対するふだんの向き合い方が温存される(こ れくらいの違いが区別できればよいという甘えが残る) のに対し、 音のばらつきが数値として突きつけられる と, 音の大小判断についてより高精度のものさしが与 えられ、ふだんより厳しい態度で音の大きさを判断す るようになることにあると考えられる. つまり, 聴覚信 号の大小関係と相関のある情報が別チャネルから与え られることで、聴覚信号の大小関係の判断精度が高ま ったということである. これは, 聴覚だけに注意を向け て課題を実行している通常条件①の方がむしろ「音響 信号の識別に対する集中力」を最大限に高められない

という意味で逆説的な結果である.しかし,聴覚情報の みが与えられた状況では聴覚的判断の精度を向上させ る手がかりが存在しないと考えれば,このことは当然 の結果であるとも考えられる.これは,付加的情報フィ ードバックにより,「感じようと思えば感じられるけれ ども気づいていない」情報に対する「気づき」が生み出 された一例といってよい.

以上まとめると、試行内標準偏差の情報を得ることによって、筆者は打鍵のばらつきを減らすのに有効な手指・腕の使い方について新たな気づきを得るとともに、音の大小変化に対してより高い精度で判断する「構え」を身につけることができた。つまり、ベロシティ値の標準偏差を試行単位で提示するという付加的情報フィードバックは筆者には有効に機能したことになる。

次に、オフライン提示条件③において課題を実行し たときの筆者の内観について述べる.

偏差提示条件②と比較してオフライン提示条件③で 新たに得られる情報は, 打鍵ごとのベロシティ値であ る.この情報の有用性は、課題遂行中に感じた打鍵の強 弱に関する主観的感覚(例えば,第3打はやや弱く,第 5打は強かったといった感覚)を定量的な形で確認で きること、つまり、自身が感じる打鍵感覚の正確さを検 証できることであった. このことは、「音の大きさを揃 える」という課題達成に向けて直接的に役立つもので はないが、自身の「タッチの感覚」(打鍵時の触力覚的 な感覚) や「音量の聞き分け感覚」に対する自己信頼性 を高める(つまり,自分が感じた感覚の正しさを数値的 に確認できる) 点で一定の効果があった. 自身の感覚に 対する信頼性向上は、打鍵コントロールに関する認知 プロセスに影響を与えると考えられるから、この情報 が打鍵のばらつきを抑えるうえで間接的な効果をもた らす可能性は十分に考えられる.

最後に、オンライン提示条件④において課題を遂行 したときの内観について述べる.

前述したように、この条件は、「被験者は直前の打鍵のベロシティ値を参考にして一音ごとに打鍵の強さを調整しているはずだから、打鍵ごとのベロシティ情報は次の打鍵の調整に有効に利用される」ことを前提として設定されたものである。すなわち、この実験では、「自分が実現したかったベロシティ値とフィードバックされたベロシティ値を比較し、その誤差に応じて次の打鍵の強さを調整する」というフィードバック制御の考え方に基づいて被験者の認知過程を捉えていた。しかし、筆者がオンライン提示条件④でこの課題を行

ってみて実感したことは、「音の大きさを揃えて繰り返し打鍵する」際に自身が「一音ごとに打鍵の強さを調整する」という戦略をとっていないことであった。実際、筆者は、ディスプレイに表示される一音ごとのベロシティ値の情報を無視し、他の条件と同じく「同じ動作を繰り返したときにばらつきが小さくなるような手や腕の使い方を探す」という戦略を継続した。筆者がこのような戦略をとった理由をあとから考察すれば、「一定の時間間隔で繰り返し打鍵する」課題の遂行では「同じ動作を繰り返す」ことが重要であって、「打鍵ごとに調整する」ことはむしろ「同じ動作を繰り返す」ことの障害になるためということになる。したがって、(少なくとも筆者にとって)オンライン提示条件④で提供される情報は無用であったのである。

実は、オンライン提示条件④で課題を行った被験者の中には、実験中に一時的に混乱が生じて課題をスムーズに実行できなくなった(等間隔で打鍵を繰り返せなくなった)者が1名いた.上で述べた考察に基づけば、この被験者が課題をスムーズに実行できなくなった理由は、この被験者は前の打鍵でのベロシティ情報をもとに次の打鍵の強さを調整しようとしたためであると想像できる.すなわち、直前のベロシティ値を再現しようとして一打ごとに打鍵を調整するという認知戦略をとったことにより、一定の時間間隔で打鍵を繰り返すことができなくなったものと考えられる.

以上の考察を総合すると、「音の大きさを揃えて打鍵を繰り返す」という課題の実行は「打鍵ごとに運動を調整する」という認知的戦略によって実現されていないということができる。筆者がこのことを陽に認識できたのは、上述したように「前打鍵の誤差情報に基づいて打鍵ごとに運動を修正する」というフィードバック制御の仮説を想定して実験条件を組み立てたからである。このことを一般的な方法論という視点から捉えれば、

「技能動作遂行に関わる認知過程に関する一定の仮説 に基づいて付加的情報をフィードバックしたとき,運 動者がその情報を有効に利用できるかを検証すること を通じて,身体技能遂行に関わる認知プロセスを理解 する」という方法論の有効性を示しているといえる.

ところで、筆者が偏差提示条件②で提供される情報を主たる手がかりとして課題を遂行していたという事実は、この実験で用意した三つのフィードバック条件(②,③,④)は、一部の被験者にとっては課題遂行上何ら違いのなかったことを示唆している。そのような被験者が一定割合を占める状況でこの実験を行い、パ

フォーマンス変化の定量的結果だけを比較すれば「3条件のあいだで付加的情報フィードバックの効果に違いがない」という結論が下されることになるであろう.しかし、上述してきたように、仮に3条件の間で結果に定量的な差が生じなかったとしても、この課題に参加した被験者は、3条件の下でそれぞれさまざまな主観的感覚を感じ、それに対して認知的考察を加えているはずである.以上のエピソードは、技能課題遂行に関わる認知過程を理解するためには、被験者一人一人の主観的感覚、認知過程を拾い上げることの重要性をあらためて示している.

5. むすび:技能遂行をめぐる認知過程の理解に向けて

本稿では、「技能習得に向けた試行錯誤の過程で外部から受け取る付加的情報をどのように利用するか」を検討することは、自身がどのような認知戦略に従って技能動作を実行しているかを理解するための方法論として活用できる可能性について議論してきた。以上で述べてきたように、付加的情報フィードバックという手法は身体技能習得に関わる一人称研究の守備範囲を広げるツールの一つと考えることができる。さまざまな外部機器を使って自然のままでは得ることができない情報を手に入れ、それが技能習得にどう生かせるかを検討することにより、技能遂行過程に関わる考察範囲をこれまで以上に広げることができるものと考える。

文献

- [1] 諏訪, (2016)「こつ」と「スランプ」の研究 身体知の認知科学, 講談社.
- [2] 柏野, 持田, 井尻, 木村, (2015) "ウェアラブルセンサを 用いたスポーツ中の心身状態の解読と調整―潜在脳機能 に基づくスポーツ上達支援を目指して―", バイオメカ ニクス研究, Vol. 19, No.4, pp. 230-239.
- [3] Matsumura, K. and Sakaguchi, Y., (2008) "Audializing' human movements for motor skill learning", Proceedings of SICE Annual Conference, pp. 2312-2315.
- [4] Houri, N., Arita, H. and Sakaguchi, Y., (2011), "Audiolizing body movement: Its concept and application to motor skill learning", Proceedings of 2nd Augmented Human International Conference (AH-2011), No. A-13.
- [5] 後藤, (2019) "付加的なフィードバック情報がピアノ打 鍵の安定化にもたらす効果", 電気通信大学情報理工学 部卒業論文.
- [6] 諏訪, 堀, (2016) 一人称研究のすすめ: 知能研究の新しい潮流, 近代科学社.

ふり遊びとプロジェクション Pretend Play and the Projection

田中 彰吾 Shogo Tanaka

東海大学 Tokai University shogot@tokai-u.jp

Abstract

This article aims to consider infant's act of pretend play and the projection of mental representations included in it. During a pretend play, the player deals with the situation in an "as-if" mode (e.g. child talking to a banana as if it were a phone). We trace back the development of infants' as-if mode of acting and explicate how the imaginary represented world are projected onto the reality. Although it has been regarded that the pretense play is based only on the secondary/imaginary representations, we point out that the very primary/perceptual representations of objects are also constructed through the early pretense play of infants.

Keywords — Pretend Play, Projection Science

はじめに

子どもは発達の過程でさまざまな「ふり遊び (pretend play)」を実践する. たとえば、積木をミニカーに見立てて走らせる、という遊びもそのひとつである. 遊んでいる幼児は、自分が手にしている積木がミニカーと同じものではないことを理解しているが、それがあたかも実物のミニカーであるかのように扱うことで、この遊びは成立している.

ふり遊びにおいては、比較的わかりやすいしかたで プロジェクションが生じていると言ってよい. 幼児は、 積木が積木であるような知覚的現実を前にしているが、 その現実に対して、積木をミニカーとして走らせるこ とのできる空想的世界を重ね合わせているからである. 以下では、「ふり遊び」において生じている事態を幼児 の発達過程に沿って概観するとともに、そこで生じて いるプロジェクションについて考察する. また、それ と同時に、ふり遊びを題材にしてプロジェクションの 概念についても改めて考察する.

2. ふり遊びの概念

広く受け入れられている見方にしたがうと、ふり遊びは、「あたかも (as if)」という構えによって特徴づけられる一連の行為を含む遊びである (Garvey, 1990). たとえば、空き箱をあたかも家であるかのように見立ててそこにぬいぐるみを寝かせる、あたかも台所であ

るかのように砂場を使ってままごと遊びをする,絵本に描かれた果物をあたかも現実の果物であるかのように手でつかむふりをして口に運ぶ,といった行為である.つまり,想像された状況の中にあたかも自分がいるかのように振る舞いながら遊ぶのである.したがって,ふり遊びを実践する幼児は,現実とは別の可能性として心的に表象されたものを,現在の状況に対して意図的に投射していると考えられる(Lillard, 1993).

ま践が幼児の「メタ表象」の能力によって支えられていると指摘した. Leslie によると、バナナを電話の受話器に見立てて話しかけるという類のふり遊びは、しばしば他者との相互作用という文脈において実践される. たとえば、母親がバナナを耳にあてて話しかける様子を子どもが見て、それをふり遊びだと理解できるには、バナナについての知覚的な一次表象をバナナから引き離し、電話を表現する二次表象として利用できる必要がある. そうでなければ、幼児はたんにバナナと電話を混同していることになる. この点で、ふり遊びはメタ表象の能力に支えられているというのである.

また、このようなメタ表象の能力は、「目の前にバナナがある」という知覚的世界だけではなく、「母親はバナナを電話として扱っている」という母親の心的世界についても、幼児が萌芽的に理解していることを意味するだろう。この点で、ふり遊びの理解は、他者の心的世界を理解するための「心の理論」(Premack & Woodruff、1978)を支える先駆的能力を構成するものでもある、と Leslie(1987)は加えて指摘している。

3. 発達初期のふり遊びと一次表象

ふり遊びを概念的に分析するとおおよそ以上のように整理することが可能だが、発達過程に沿ってふり遊びの起源をたどり直すと、やや異なる様子が見えてくる. Reddy (2008) によると、生後9ヶ月ごろの幼児は、物を差し出してわざと引っ込めるといったように、対人場面で相手をからかって喜ぶ反応を見せる.言い

かえると、相手に物を渡す「ふり」をしながら実際には渡さず、予測を裏切られた相手の反応を楽しむということである。この行為は生後2年目に現れる「見立て遊び」より早く、また、対物的な場面ではなく対人的な相互作用において現れる。麻生(1996)は、この行為が後にふり遊びに発展する最初期の段階であるとして、「コミュニケーション行為としてのふり」と名づけている。言いかえると、発達の最初期に着眼する限り、ふり遊びは、物理的対象に向けられているわけではない。コミュニケーション場面において自己の意図をいわば偽装することで、相手の反応を引き出すことに向けられているのである。

生後1年前後に見られるようになるのが、行為の模 倣としてのふりである. たとえば, 空のコップに口を つけて飲むふりをする、絵に描かれた果物をつかんで 食べるふりをする、といった行為である. 麻生(1996) は、行為の模倣として現れるこうした初期のふり行為 は、メタ表象を必要とするものではないと指摘してい る. むしろ, 生後1年のこの時期は, メタ表象を形成 する能力以前に、「飲む行為の対象としてのコップ」や 「食べる行為の対象としての果物」という一次表象を 形成する段階であり、これらは、Bruner (1966) が表 象発達の第一段階として提起した「動作的表象 (enactive representation)」に該当するという. 麻生 は、Leslie がしばしば引き合いに出すバナナの電話の 例についてこう述べている-「それは、「電話」の動作 的表象を獲得することを意味しているのであって、バ ナナを電話のシンボルとして用いることができること を意味しているのではない」(p. 46).

4. 考察

以上の発達過程を踏まえると, ふり遊びは知覚的対象に想像的対象を重ね合わせるメタ表象的能力を前提とする以前に, そもそも一次表象を形成する能力の発端であると考える必要がある. また, この初期段階で幼児が実践しているのは, 知覚された対象に対して, 行為の可能性を投射するということであろう. メタ表象以前に, 一次表象そのものが, 現実の行為が実現できないにもかかわらず行為の可能性をそこに投射できる知覚的対象として現れる何かなのである. 知覚的現実は, 実行できる行為と, 可能性にとどまる行為の双方に対応して現れるとき, 投射された一次表象として経験される.

こうした最初期のふり遊びに対して、見立て遊びや

ごっこ遊びとして生じてくるような本来のふり遊びは、(a)「脱文脈化」や(b)「物の見立て」という要因を含んでいる(高橋,1993). 脱文脈化とは、寝る時間や寝る場所ではない文脈で寝るふりをするように、本来の文脈とは違った文脈でその行為を再現することである. また、物の見立ては、そこに存在しないものをあたかも存在するかのように見立てて利用することである(たとえば空のコップをふーふーと吹く動作など). つまり、心的に想像される世界を、目の前の知覚的現実へと重ね合わせるような投射が生じる必要がある.

本来のふり遊びが生後2年を過ぎる頃にしか出現しないことと、同じ頃に二語文を発話する言語発達が並行して生じることとの間には、大きな関連性があると思われる。名詞的に対象を指示するにとどまる一語文に対して、二語文は「ワンワンいる」「マンマたべる」といった言い方が表しているように、「主語+述語」の組み合わせで現実を描写でき、ひとつの完結した文脈を構成することができる。おそらく、知覚的現実の文脈から離れたところで発せられる二語文は、心的に想像される世界を指示することができるのである。

さらなる検討が必要だが、さしあたりここでは以下の可能性を指摘しておきたい. 二語文の成立とともに想像的世界が自律性を持ち始め、それが改めて知覚的現実へと投射されるときに、脱文脈化や見立てをともなう本来のふり遊びが可能になるのであろう. また、言語発達とともに萌芽的な想像的世界が形成されることではじめて、メタ表象が知覚的現実へと投射され、ふり遊びに特有のプロジェクションが生じていると思われる.

参考文献

- [1] 麻布武, (1996) ファンタジーと現実. 金子書房.
- [2] Bruner, J. (1966) Studies in cognitive growth, Oxford, UK: Wiley.
- [3] Garvey, C. (1990) Play (2nd ed.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [4] Leslie, A. (1987) Pretense and representation: The origins of 'theory of mind'. *Psychological Review, 94*, 412-426.
- [5] Lillard, A. S. (1993) Pretend play skills and the child's theory of mind. *Child Development*, *64*, pp. 348–371.
- [6] Premack, D., & Woodruff, G. (1978) Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 4, pp. 515-526.
- [7] Reddy, V. (2008) How infants know minds. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [8] 高橋たまき, (1993) 子どものふり遊びの世界. ブレーン出版.

対人関係に関する心理療法におけるプロジェクションの活用 How We Project Change of Personal Relationships on drawing?

三島 瑞穂[†] Mizuho Mishima

†宇部フロンティア大学 Ube Frontier University mishima@frontier-u.jp

概要

臨床心理学においてプロジェクションに最も近い概念は投影であるが、描画や刺激に対する言語反応への内的表象の投影に限られている.一方、認知科学では、認知的な働きの一つとして幅広くプロジェクションの研究が展開されている.認知科学の知見を臨床心理学に応用することで心の働きやメカニズムの理解が深まると考えられる.本研究では他者の視点と自己の視点を仮想的に交換することで心理的変容を促す心理療法を題材に、そこで成立しているプロジェクションについて検討する.

キーワード:対人関係表象(personal relationship image), 投射を伴う心理療法(therapy with projection),投影描画法(projective drawing test)

1. 本研究の背景と目的

臨床心理学にはプロジェクションと類似する概念と して、「ある対象に対する人の反応はその人の心理状態 や傾向性を映し出したものである」という仮説に基づ いた「投影」という概念がある. 鈴木[16]はプロジェ クションを「内的表象を世界に定位する心の働き」と 定義したが、臨床心理学において投影とは「内的表象 を成立せしめる認知機能の働きや人格が世界に定位す る心の働き」を扱う[6]. 投影法とは、顕在化された反 応(描画や言語反応等)を通して物理的・生理的に測 定できない心理状態や心理的な傾向、人格と認知機能 の働き(以下,心的状態)を測ろうとする検査である. 具体的には、樹木画を描くバウムテスト、川や山、道 などを順に描いていく風景構成法、なぐり描きをする スクィグル法,家と木,人を描くHTPテスト,トラブ ルの場面の絵の吹き出しを完成させる P-F スタディな どが開発されてきた[11].

投影法は他の心理検査同様に、被検者の気分やその場の雰囲気、検査者との関係性に大きく影響を受ける. 多くの検査者が心理検査で心がけることの一つに、被検者との信頼性の確保と、被検者に主体性を発揮してもらうことのバランスがある. 鯨岡[7]は子供が主体性を十分に発揮し自己を表出するためには、養育者との相互主体的な関係性を作っておくことが不可欠であり、 その関係においてのみ間主観的に子どものことが「分かる」状態が成立することを示した.その上で鯨岡は間主観的に相手を理解することを、『あなた』の主観のある状態が『あなた』と『私』の『あいだ』を通って『私』の主観のなかに伝わってくること」と定義づけた

心理検査において、自己と独立した客体として相手を捉えるのではなく、相手の視点を取得することを通して、相手の主観を自身の主観として体験している間主観的態度と、自身の主体性が相手との関係性の中で成立しており、そのことが互いに認知されている相互主体的な関係は極めて重要な要素である.しかし、相互主体性が成立する中で、被検者は検査者の主体性をも内的表象の中で体験しており、検査者の存在を強く認識している.検査者が被検者をあるがままに捉えようとする検査において、「あるがままの被検者」には検査者からの影響も含まれている、というパラドックスが成立し、検査としての客観性が担保しづらいリスクを内包する.

筆者はこのパラドックスを解消する手法として,描画投影法と他者視点取得,視点変換を組み合わせた「検査者不在の相互主体的な関係上での投影法を体験するためのプログラム」を考案した[10].

本稿では、プログラムにおけるプロジェクションが はたす働きについてより深く考察するとともに、実際 にプログラム参加者がどのようなプロジェクションを 体験したのかについて検討する.

2. プログラムの概要

Grinder の考案した「Getting Other Perspective (和名:ポジションチェンジ)」を用いた心理療法と筆者が考案した「2 つの円環画・樹木画テスト」のプログラムを作成し、その量的・質的効果を検証した[9][10]. 量的研究の結果については本稿最後の付録を参照されたい. 以下はプログラムの概要である. プログラムは、関係性をより良くしたい相手に対して、視点変換と視

点取得を繰り返すことを通して、相手の表象や相手との関係表象を改善することを目的としており、表 1 はその手順である.

表 1. プログラムの手順 自 保包, 2つの円環画 \mathcal{O} 表象の 相 手, 投 対 人 2本の樹木画 体験 相互主体 ポジション チェンジ 関係の 2つの円環画 表象の 相 手,) 投影 人 2本の樹木画

使用した用具 八つ切りの画用紙, クレヨン, 色鉛筆, 鉛筆, 2脚の椅子.

関係イメージの対象 対人関係イメージの相手として、 集団で実施する上での安全性を確保するため、①愛情を感じる、②トラブル等の問題がない等の条件に当てはまる他者を一人選ぶよう伝えた. 他者視点変換と視点取得のワークに必要な第三者(メンター)として相手と自分が共に信頼できる人物または存在を選んでもらう. この存在によって関係性の悪化を防ぐ. 相手とメンターは同席せず、ワークは参加者のイメージの中で行う.

投影描画法 2 つの円環イメージ画と 2 本の樹木画を描いてもらう. それぞれ「自分を意識しながら,また相手を意識しながら,同じ用紙に 1 つずつ描いてください」と教示をする. 円環イメージ画は自分と相手を円で表して,1 枚の紙に描画するというものであり,2 本の樹木画も自分と相手をそれぞれ樹木で 1 枚の紙に描画してもらうものである. この 2 種類の描画は次のポジションチェンジの前後で 2 回行う. 詳しくは後述

する.

ポジションチェンジ 表 2 のように、まず、自分のポジションでは相手が居ると想像し、次に、相手のポジションに視点を移動させて相手の視点から自分が居ると想像する. さらに、メンターのポジションに視点を移動させて、2 人がいると想像する. この一連の流れを 2 巡する. 詳しくは後述する.

表 2. ポジションチェンジにおける指示内容

視点	指示
ポジション	相手が居る様子を想像(相手の表象を喚起)
	五感の確認 (どのように見えるか、など)
	情動の確認 (どのように感じるか, など)
ポジション相手の	相手になりきり、自分が居る様子を想像
	(自己の表象を喚起)
	五感の確認
	情動の確認
ポジション	目の前に2人が座っている様子を想像
	(メンターになりきり、2名の表象を喚起)
	五感の確認 (どのように見えるか, など)
	情動の確認
	(どのように感じるか,など)
	それぞれに望むメッセージを送る

3. 描画投影法

このプログラムでは、相手の表象と自己の表象、その関係表象に対して2種類の描画投影法を用いている.一つが五十嵐の考案した円環イメージ画法と呼ばれる、円で人物の表象を表す描画投影法である[5]. 五十嵐は大学生の親子関係の心理的な距離の表象が円環イメージ画において、大きさの相対的な違いと距離/重なりの程度に投影されることを示した.

もう一つが筆者の考案した 2 本の樹木画法で、対人 関係における自己と相手それぞれを意識して 2 本の樹木を描いてもらう描画投影法である. 1 本の木を描く バウムテストでは、自己の人格や心的状態、認知機能 の働き等を含む内的表象が投影されると考えられている[15]が、この 2 本の樹木画法はバウムテストと円環 イメージ画法の両方の効果を併せ持つ 2 重の投影法を 取り入れて考案した. 自己と他者それぞれの表象が樹木画に、関係表象が円や樹木の特徴の差異、1 枚の紙 の中の2つの円または樹木の距離に投影される.

図1は、ある女性の参加者が関係を難しく捉えていた息子を対象に、2本の樹木画と2つの円環イメージ画を行ったものである。図2は次に紹介するポジションチェンジのワークの後、息子に対する大きな心理的変容が起こり、描画にも表出されたものである。





図1. ある参加者の息子(左)と自分





図2. 図1の関係イメージが変化した後の描画

4. ポジションチェンジにおけるプロジェ クション

ポジションチェンジは Grinder[3] が考案した Getting Other Perspective と呼ばれる心理療法の日本 訳である. 図 3 のように椅子を用いて視点を設定し、仮想的に相手との関係を生成する. ポジションチェンジのワークでは相手やメンターになりきることで、その視点や主観を取得し、相手から捉える自分、自分から捉える相手、メンターから捉える自分と相手とその関係性を主体的に体験する. 三島[10]はこのポジションチェンジにおいて仮想的に相手との相互主体性そのものを三者の立場で体験していることについて論じた.本研究ではプロジェクションの観点からポジションチェンジの本質を問い直す.





【メンターのポジション】



図3. ポジションチェンジ

具体的な技法としては、自己と相手のポジションに 椅子を用意し、メンターのポジションには2つのポジションを見渡せる空間を用意する。距離などは参加者 が設定する。自己以外は実在せず、「目の前に相手が居 ることを想像することはできますか?どのように見え ますか?何か話をしていますか?どのように感じます か?何か言ってあげたいことはありますか?」と問い かけて、無人の椅子に相手を喚起してもらう。その後、 相手になりきって相手の椅子に座り、同様の問いかけ で無人になった自分の椅子に自分が居ることを喚起し てもらい、同様に問いかける。メンターのポジション では無人の2つの椅子に自分と相手が居ることを喚起 してもらって同様に問いかける。これを2回、繰り返 す。

ワークにおいて対峙する相手やメンター,他者の視点から見た自分は,参加者が記憶や想像力などが作り出した内的表象,仮想的な存在である.

鈴木[14]は統合失調症による幻覚や Imaginary Companion のように、「ソースが物理的に存在しない のに、特定あるいは不特定のターゲットに対して行わ れる」投射を虚投射と呼んだ. 他者を喚起して対話を することは、物理的にはそこに存在しないが、記憶の 中の他者表象の空間へのプロジェクションであり、虚 投射と類似している. ただし, 虚投射に意図は介在し ないのに対して、ポジションチェンジにおけるプロジ エクションは意図的なものであるため、仮想的な投影 といえよう. ただし, 虚投射とポジションチェンジは 物理的に存在しないものの空間へのプロジェクション という意味で共通した認知的枠組みを持つと思われる. ポジションチェンジでは意図的に相手やメンターな どの他者になりきり、その視点を取得する. 相手の視 点においては、相手になりきることで相手の表象を自 分の身体に投影すると同時に、その相手の視点を通し て自分自身の表象を空間に投影する. 新たな視点の取 得によって得られた自分に対する内的表象から、目の 前の空間にさらに投影を重ねることとなる. メンター の視点においては、メンターになりきることで、その 表象を自分の身体に投影すると同時に、その視点を通 して自分と相手の表象を空間に投影する. 相手や第三 者になりきった上で、自己を想像する際には、2 種類 の投影が重ねられている. 仮想的な相互主体的な関係 性がポジションチェンジにおいて体験されるが、その 体験はこの 2 種類の投影を反復することによって可能

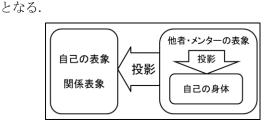


図 4. 他者・メンターの視点における 2 種類の投影

5. 具体的な事例からみた相互主体性とプロジェクション

ポジションチェンジにおいて、視点の転換と獲得、 主体の交換を繰り返す中で、プロジェクションはどの ような役割を担っていたのかについて、筆者が以前紹 介した事例[10]を通して論じる. 事例は、50代女性、 元保育士である. 医療従事者の夫と2人暮らしで長年 飼っている犬がいる. プログラムにおいて、対人関係 表象の改善を試みる相手は夫、メンターは飼い犬であ る. 以下はポジションチェンジ前に関する自由記述と インタビューのプロトコル(表2),および描画である.





前半:自分(左)と夫(右)の表象

図 5. 自分と夫の円環画と 2 本の樹木画(前半)

表 2-1 は、ポジションチェンジの前の関係に関するインタビュープロトコルと自由記述([])である。 夫や第三者の視点を取得する前であり、自分の視点から見たという意味で自己中心的な夫婦の関係の表象が図 5 の描画に投影されているのみである。 互いに干渉しないが並んでいる、という心理的な距離感が円の隙間に、対等な関係は円が同じ大きさであることに投影されている。 行動のスタイルや性格の違い日常の関係性が喚起され、表象として浮かんでいると思われる。

表 2-1. 関係表象について (前半)

私と A(インタビュイーの夫の名前)の関係っていうのは同じ空間にいても個と個で、何か一緒にするっていうことは、あんまり思い浮かばないんですよ。 私がどっちかっていうと、家に居るのが好き. A は外に出るのが好きで、出かける時に私が来ないからと苦痛に感じることもないし、私も別に行くから羨ましいとかそういうことも全くなく.

[隣り合って立っている,また,並んで歩いている. どちらが上,前ということはなく,対等. 1 つの空間に個体として存在しているが,何かあれば,磁石のようにくっつき,解決すると,また離れ個に戻る. 個として存在しているので並んでそこにあった.]

図4の樹木画と表2-2は、夫や第三者の視点を取得する前であり、記憶から想起された日常のままの自己中心的な視点から見た夫の表象が描画に投影されている.「合理的」「情に流されない」「自分の考えがしっかりある」夫の表象と「冷たい」「理想とは思わない」という感情が、強い先端(ギザギザ)に投影されていると思われる.一方、自分の樹木画には、自分のことをどのように意識しているか、「ぼわーんと」した自分の印象や性格の認知が内的表象として投影されていると思われる.

表 2-2. 描画について (前半)

A, こっちのギザギザがある方なんです。自分の考えがしっかりとあるので、強い先端を…。もう情に流されないっていったら変ですけど、職業柄、医療関係の仕事に就いているので、もう仕事は仕事でパッパッとして、引きずらない。多分、引きずっていたら仕事にならないっていうのもある。 [空気のような存在. いても苦痛ではなく、いなくても不安にもならない。合理的で情に流されず職業上 ON/OFF の切り替えが上手だと思う。時々割り切りすぎて冷めたいと感じることもある。自分にはないものを持っているが、理想や、ああなりたいなどと思うことは全くない。]

私は、前は保育士だったんですけど、園でも家に帰っても 保育士なんです.私は何となく、きっちり考えずに何となく感 覚で、ぼわーんとやってるので.ぼわーんと、ちょっとぼけた ような色でって感じです.

図 6~13 は、ポジションチェンジの間に、それぞれ の視点においてどのように内的表象が喚起されていた のかに関するプロトコルである.

1回目の自己の視点は、それまで意識していた通りの夫の内的表象が目の前の無人の椅子(空間)に投影されていると考えられる。そこでは他者の視点はない(図 6).

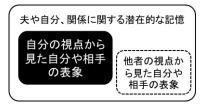


図 6. 最初の内的表象の状態

図7は、従来の自分の記憶にある夫の表象を投影している様子である.



存在は認めているんですけども、それが当たり前になっているので特に何か思うこともなく、bAだ、いるなあ.

図7. 自分の視点から見た夫と内的表象(1回目)

1回目の夫の視点(図8)は、プログラムの中で初めて他者の視点を取得したものである。夫のポジションである椅子に座り、自分の身体に夫の表象を投影し、さらに自分の表象を自分のポジションである椅子に投影している状態である。さらに、自己の表象を空間に投影することで2つめの投影が重ねられている。



私,何かに集中すると,ずうっと終了までやっちゃたりするので,Aから見たら,ちょっと家事が,「あれぇ?」な感じになったりする.聞きにくい,遠慮するのかな,とか.ちょっと家事頑張ってほしいな、とか.

図8. 夫の視点から見た自分と内的表象(1回目)

このように、他者の視点を取得することにより、潜在的な記憶から、他者の視点から見た自分や相手、関係性に関する記憶が想起され、新たな内的表象が喚起されると思われる(図 9).

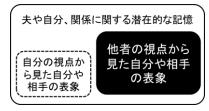
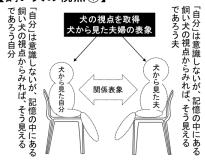


図9. 他者の視点による内的表象の喚起

次に、メンターである飼い犬の視点から見た夫婦の表象では、飼い犬の表象を自分の身体に投影させた上で、飼い犬に関する内的表象が潜在的な記憶を想起することで夫婦の表象を喚起し、投影していると考えられる(図 10). 三つ目の投影が重ねられたと言える.

【飼い犬の視点①】



自分に対しては、がんばってるね、っていう声をかけて. 家事もできる限りやってるつもりでもあるし、勉強の方もまあ何とかやってる、頑張ってるねえって言って. A に関しては、特にない.

図10. 飼い犬の視点から見た自分と内的表象(1回目)

次に2回のポジションチェンジでは、他者の視点が入ることでより多くの潜在的な記憶が想起され、内的表象が更新されると考えられる(図 11). またもう一度自分の視点に戻ることにより、他者の視点と自分の視点、両方の視点から記憶を想起し、内的表象を喚起すると思われる.

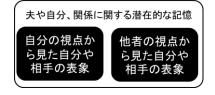
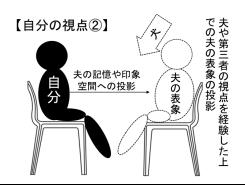


図 11. 自分と他者, 両方の視点による内的表象の喚起

2回目に自分の視点から夫を捉えた際には、既に夫 と飼い犬の視点を取得し、それまで意識にのぼらなか った記憶が内的表象に含まれている(図 12). 協力して くれたという記憶や大変だったのかもしれないという 気づきが夫の表象の投影に加わっている.



プロトコル「いっぱい協力をしてくれて、当たり前になって たんですけど、忙しい中でやってくれてるから『ありがとう』 って. あと全然大変そうなところを見せないけど、ほんとは すごく、大変なことを抱えてるのかなあって思ったり.「気づ かんでごめんね、今までありがとうね」っていう感じで. 優 しい気持ちがわいてきた.

図 12. 自分の視点から見た相手と内的表象(2回目)

さらに2回目の夫の視点からは、1回目で表出されていた、夫が抱いていると思っていた不満が消えている.1回目の夫の視点からの自分に対する内的表象は、 夫は自分のことをこう思っているに違いない、という思い込みからきたものである。 夫や第三者の視点を介することで、そうではないことに気づくことで投影される内的表象も変化したと思われる(図 13).



あんまり(具体的に)思わなかったかな.「頑張ってるねえ」 っていう感じで.自然に.

図 13 夫の視点から見た自分と内的表象

2 回目の飼い犬の視点においても、より多くの潜在 的な記憶が想起された状態で夫の視点を自己の身体に 投影し、またその記憶が自分や夫婦の表象に反映され、 それぞれのポジションへの投影が成立していると思わ れる(図 14).

【飼い犬の視点②】



私の方が A に対しての意識が変わったから, その感謝の気持 ちを伝えたらいいよ. Aに対しては, 感謝してるっていう気 持ちが伝わることで、もしかしたらちょっと手伝ってほしい ことがあったら言いやすくなるかもしれんよ、よくなるとい いね.

図14. 飼い犬の視点から見た自分と内的表象(2回目)

次の表3はポジションチェンジ終了後の2本の樹木 画と円環イメージ画、その体験に関するプロトコルと 自由記述である.後半のインタビューでは、潜在的に 持っていた夫の表象と、その関係表象が顕在化し、そ のことが樹木画と円環画とその変容に投影されていた ことが明らかになった.

夫や夫婦の関係を投影し、また自己の身体に夫や飼 い犬の表象を投影することを通して、喚起される内的 表象が大きく変化した. その結果,「Aがいるから自由 にできている」「2人でトラブルを解決したり」「何か あったときに相談しながら」「バカさ加減は完全に一致」 など、強い結びつきが喚起された.

表 3-1. 後半の関係表象について

ちょっと見る目が優しくなったかな、今までは、別々で、一人で やってきたつもりだったんですけど, 実は A

がいるから自由にできてるのがあるのかなっていう感じ、すごく、 役に立ったというか, 気づかせてもらったというか. やってもどう せ変わらない、と思ったんですけど、やってみたら変わりました. 今まで2つって考えてたんですけど、別々であっても2人で協力 してトラブルを解決したりとか、何かあったときに相談しながら、 やったりするので、別々であっても一個で・・・

ポジションチェンジのワークが終了しても、その内 的表象は変わらず、樹木画と円環イメージ画の両方に 投影されていた. 夫や自分たちの関係性を喚起する際 には、ポジションチェンジで重ねて行った投影を通し て獲得した表象が残ったと考えられる(図 15,表 3-2)



後半:自分(左)と夫(右)の表象



後半:自分(左)と夫(右)の表象

図 15. 自分と夫の円環画と 2 本の樹木画(後半)

表 3-2. 後半の関係表象について

実は2本で1本の木だったのかもしれないと思った.木の幹は2 本あって別々ではあるんだけど、1つ、というのを思い出しまし た.

2 本の樹木画と同様に、視点と自己の身体への投影 を重ねたことで、相手の主体性を体験し、相互の思い に関する新たな理解が生まれ、助け合い支え合ってい る関係の顕在化が円の重なりに投影されたと考えられ る(表 3-3).

表 3-3. 後半の描画について

2つの円がクロスして、重なりが出て、個と個ではあるんですけ ど、Aに助けられている点はあるし、私も助けてあげているって いったら、ちょっとあれですけど、お互いに支えあっているなって いう部分があって.

[仕事の大変さや家事の分担など協力してくれていることに気づ き,2 つの円がクロスした.最初は並んでいたが,相手も大変な のに、それを見せていないだけかもしれない。個として存在して いると思っていたが、実は2本で1本の木だったのかもしれない と思った、特にバカさ加減は完全に一致している。よって木は2 本で1本になった.]

ポジションチェンジでは2回の視点変換と視点取 得によって、次のような表象と投影の変化が生じる

と考えられる.まず,図16のように,1回目の自分のポジションでは,自己中心的な視点で,相手の表象を椅子に投影している.次に1回目の相手のポジションでは,相手の視点で自分の表象を投影している.この時点で自分の視点と相手の視点の調整や統合はまだできていない.相手の表象を自分の身体に投影する際に「相手はこう思っているに違いない」と,相手からの自己中心的な視点が残る.メンターの視点において,第三者の表象を自己の身体に投影することで,相手と自分それぞれの自己中心性から逃れる.より広い視野で潜在的な記憶を用いることができるようになる.また,メンターは両者から信頼できる者を選ぶため,関係性の悪化や心理的に不安定になることを防ぐ役割もある.

そして、2回目の自分のポジションでは、図 17 のように、自己中心的な枠組みから逃れることで、より広い視野で相手の表象を投影している。2回目の相手のポジションでも、自己中心的な枠組みから逃れて自由に潜在的な記憶を用いることで、相手の表象を自己の身体に投影する際には、より多くの記憶を想起している。自分を多角的に見た上で、自己の表象を自分のポジションに投影する。最後に、メンターのポジションでもう一度、自分と相手の関係の表象の変化を投影することで関係性の変容を確認し、より強固なものとする。

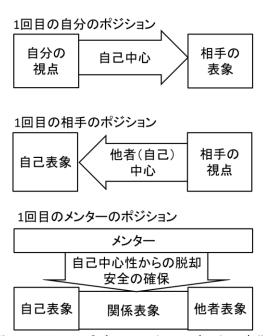


図 16.1 回目のポジションチェンジによる変化

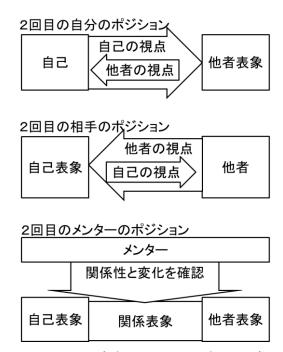


図 17.2 回目のポジションチェンジによる変化

文献

- [1] Ave-Lallemant, U. (1994) Baum-Test. Ernst Reinhardt Verlag, Munchen. (渡辺直樹・野口克己・坂本堯 訳 (2002) バウムテスト—自己を語る木:その解釈と診断. 川島書店)
- [2] Bolander, Karen (1977). Assessing Personality Through Tree Drawing. By Basic Books Inc. (『樹木画によるパーソナリティの理解』高橋依子訳, ナカニシヤ出版)
- [3] Grinder, John & DeLozier, Judith (1995). Turtles All the Way Down Prerequisites to Personal Genius. John Grinder and Judith DeLozier Editorial and Art Direction
- [4] Hammer, E. F. (1958). The Clinical Application of Projecting Drawings. Springfield, III.: C.C.Thomas.
- [5] 五十嵐哲也 (2009). 円環イメージ画にあらわれる大学生の親子関係表象,58 (教育科学編), pp51-59, 愛知県教育大学研究報告
- [6] Koch, Charles (1952). The Tree Test. Bern: Huns Huber. (『バウム・テスト―樹木による人格診断法』 林勝造・国吉政一・一谷訳,誠信書房)
- [7] 鯨岡峻 (2006). ひとがひとをわかるということ—間主観性と相互主体性. ミネルヴァ出版
- [8] 雲井小夜子(2019). 妊娠・出産に伴う母親の心理発達―「自己に対する満足度」との関連と円環イメージ画に表れる変化―, 宇部フロンティア大学大学院附属臨床心理相談センター紀要. 第15巻, pp59-68
- [9] 三島瑞穂(2016). 投影描画法による対人関係イメージの 変容の視覚化, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム.
- [10] 三島瑞穂(2019). 検査者不在の相互主体的な関係上での 投影法, 認知科学 Vol.26 No. 1, pp152-167.
- [11] 中井 久夫 (1984). 精神医学の経験 1 巻分裂病, 岩崎学術 出版社
- [12] Pearls, Frederick S (1992). Gestalt Therapy Verbatim. The gestalt journal press, Inc.
- [13] 酒木 保(2017). ロールシャッハ法の豊かな多様性を臨床

に生かす―1 症例をめぐってのさまざまなアプローチから. 氏原寛・森田美袮子編 金子書房 pp121-140.

- [14] 高橋惠子(2010). 人間関係の心理学一愛情のネットワークの生涯発達, 東京大学出版会.
- [15] 高橋雅春・高橋依子(1986)樹木画テスト. 文教書院
- [16] 鈴木宏昭 (2016). プロジェクション科学の展望. 日本認知科学会第 33 回大会.

付録ーポジションチェンジと投影法の量的分析

投影法の描画のほとんどが質的に分析されるが,円環イメージ画とそれに類する2本の樹木画には,数値化が可能な部分があると思われた.以下は三島[9]で検討したデータと分析結果の再掲である.

地方短期大学学生 43 名(女性 38 名, 男性 5 名)に対して、ポジションチェンジで関係イメージの変容を促した。関係イメージの対象には「よい関係を作りたい大切な相手」を選ぶよう伝えた。自分と相手にとって素直になれる尊敬する第三者をメンターとして選ぶように伝えた。

2 本の樹木の描画投影法,および円環イメージ画では「自分にとって大切な相手を一人思い浮かべてください. 自分と相手,それぞれを意識しながら,1 本ずつ樹木を(一つずつ円を)描いてください」と伝えた. 描画のデータとして,円の大きさ,距離,樹木の樹冠の大きさ,幹の中心間距離を数値化したものを用いた.

高橋[14]の愛着関係尺度を元に愛着機能尺度を作成し、プログラム前後の心理的変容、および描画の変化との関連を検討した. 愛着機能尺度とは高橋の愛着関係尺度をベースにした15項目からなる尺度であり、大切に思う他者に対する愛情の強さなどを測るものである. 表2,3 はそれぞれプログラム前後の愛着機能尺度のデータの因子分析(主因子法、Promax回転)の結果である. 固有値の減衰状況から2因子が想定され、それぞれ項目内容から、応援期待因子、心の拠り所因子と名付けた. プログラム前後でいずれも同様の因子構造、下位尺度を示していた. それぞれの信頼性係数(Cronbach' a)を調べたところ、プログラムの前では、応援期待因子が.881 心の拠り所因子が.787、プログラムの後ではそれぞれ、応援期待因子が.877、心の拠り所因子が.776 であり、ある程度の信頼性が得られた.

下位尺度得点を下位尺度のデータの平均値とした. 前半と後半それぞれの 2 因子の下位尺度得点の間の 差を t 検定で検討した結果, いずれも有意な差がみられ (応援期待因子;t=2.59,dt=42, p<0.05,心のよりどこ ろ因子;t=3.72, df=42, p<.001),プログラム後に相手に対する感情が好転していた.円環イメージ画の量的指標として,円の接し方のタイプを数値化したもの,樹木画では樹冠の接し方のタイプを数値化したもの,幹の中心間距離を用いた.分析方法は,心の拠り所因子と応援期待因子を独立変数,幹の中心間距離,幹の位置関係,円環の位置関係を従属変数として重回帰分析を行った.

前半,重回帰分析を行ったところ,円環の位置関係のみ,10%水準で有意な結果がみられた(図 18).後半の樹木と円環の接し方に関して下記のような有意な結果が得られた.幹の中心間距離に関しては,前半と後半いずれも共線性が強く出たため,結果から除外した.

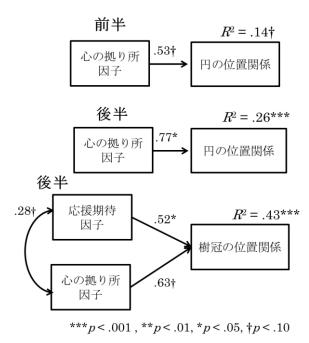


図 18. 樹木と愛着機能の関係

次に、因子と描画の特徴の間で相関分析を行ったところ、前半には、2因子と幹の中心間距離に負の相関、円の接し方と幹の中心間距離に比較的強い負の相関、円の接し方と樹冠の接し方のパターンに正の相関が見られた。それに対して後半では、心の拠り所因子は、円の接し方、幹の中心間距離、樹冠の接し方と相関を見せた。応援期待因子は、樹冠の接し方とのみ正の相関が見られた。

表 4. 因子とイメージ画の指標の間の相関関係 (ポジションチェンジ前:左下,後:右上)

	応援期 待因子	心の拠り 処因子	木の位 置関係	幹の中心 間距離	円の位 置関係
応援期待 因子	_	.38*	.39*	.21	.39*
心の拠り 所因子	.32*	_	.51**	.14	.39*
木の位置 関係	.07	.05	_	.61**	.60**
幹の中心 間距離	.56**	.17	.62**	_	84***
円の位置 関係	.29	.12	.29	.58**	_

****p* < .001 , ***p* < .01, **p* < .05

まず、円環の位置関係は心の拠り所という情緒的側面を表していた。樹冠の位置関係はポジションチェンジ後に、心の拠り所因子、応援期待因子、両方と、かなり強い関連が見られた。主体性を前提とする応援期待の側面はポジションチェンジを通して促進された様子が見られた。ポジションチェンジによる変容を、円環イメージ画と樹木画によって、ある程度、推測できたのではないかと考えられる。ただし、今回の研究では「大切な相手」を設定し、愛情を要求する限定的な側面にのみ焦点あてられていたが、大切な相手がそのような関係とは限らない。自由記述からは、守りたい相手などの慈しむ相手や、対等の友人関係なども見られた。

実環境に存在しない他者をプロジェクションする -他者が実在しなくても、プロジェクションによって社会的変化が生じるProjecting other people or "someone" in the brain onto the environment

中田 龍三郎[†],川合 伸幸[‡] Ryuzaburo Nakata, Nobuyuki Kawai

概要

実環境に他者からの情報が存在していなかった としても、あたかも実在しない「他者」が実在し ているように感じることがある。さらにそれが主 観的な判断や神経活動に影響を及ぼすことがわか ってきた。本発表はこの現象について「プロジェ クション」の視点から考察することを目的として いる。そのため、異なる存在に他者が投射される 「異投射」に着目し、著者らの最新の研究成果を 投射の側面から捉え直す. すなわち実際に他者と ゲームで対戦している際と類似した事象関連電位 が他者を異投射することによって示されること, 鏡で自分の食べることによって異投射が生じ、他 者と食事しているときのような食の社会的促進が 生じることなどである. これらの知見を通じて, ヒトは積極的に「心的に他者を感じ」投射先との 整合性をさほど気にせず投射する傾向があること について論じる.

キーワード:他者, プロジェクション(投射), 食の 社会的促進, VR, ERP (P300)

1. はじめに

他者を認知し、適切にコミュニケーション(インタラクション)を行うことはヒトが社会的環境のなかで適応するために重要である。実環境における他者の情報をもとに生じた「他者の心的表象」は、通常は実在の他者に適切に投射(プロジェクション[1])されている。この投射が適切に行われているからこそ、個人の違いにあわせた適応的な

社会的行動をとることができる。それでは他者の プロジェクションは心的な他者の表象と環境の情 報を厳格に対応させたうえで行われているのだろ うか、本発表では認知科学26巻における特集「プ ロジェクション科学」で発表した内容 [2]をベース にして、ヒトは心的表象と実在の対象の整合性を さほど気にせず、「心的に感じた他者」を積極的 に投射する傾向にあること, 心的な他者が実在の 他者ではない対象に投射されることが行動や心理 面, さらには脳波などの神経活動にまで影響する ことを, 先行研究や著者らが近年実施した研究か ら概観する. さらに積極的に心的な他者を投射す る傾向が社会的存在であるヒトが本質的に有して いる特徴であるのか議論する。本稿では上記の発 表内容のうち, 非社会的状況で他者を投射する効 果についてとりあげる.

2. "だれか"の異投射で他者がいなくても社会的促進が生じる

他者がいないにもかかわらず、空間に神や霊的な存在を感じたり、墓石を故人として見ることは人間の日常的・普遍的行動である。これらは視覚的な類似性から実在の対象とは異なる表象が形成され、それが実在の対象に投射される「異投射」[1]と考えられる。コスプレイヤーやアミューズメントパークのキャラクターのように、あえて想像の存在を現実の人物に異投射して楽しむ状況は、子どもがぬいぐるみや人形に他者を異投射するのと類似した現象として考えられる。成人で他者の異

投射が生じることの一例として、われわれは実験的状況で他者の異投射による影響を確かめた.他者の存在が食行動に影響することは、食の社会的促進として数多くの研究が行われている[3].食の社会的促進の研究は食場面に実際に他者が存在することが前提とされているが、他者が実在しない状況でも、他者の存在を心的に感じることができ、それが異投射されることによって同様の社会的効果が生じる[4].実験環境でポップコーンのあじ評価をさせると、鏡の前でポップコーンを食べた条件のほうが背後の壁の画像が映ったモニタ(鏡のように背後の壁は映っているが、自己鏡像は呈示されない)の前で食べた条件よりもポップコーンをよりおいしいと感じていた(図1).





図 1 鏡を見ながら/無人画像を見ながらの あじの変化 (Nakata & Kawai, 2017より改変)

鏡には自己像が映っているが、「ポップコーンを 食べているヒト」としての情報も有している。ヒ トは「他者の存在を感じよう」とする傾向が強い ので、自己鏡像を見ることによって「心的な他者」としての感覚が生じると考えられる。それを鏡像に異投射することで実際には他者が存在しないのに、他者と共食しているかのように食事をおいしく感じると推測される。このような擬似的共食状況と実際の共食時の注意機能の変化に類似性があること[5]からも、心的な他者を異投射する場合と他者が実在する場合の食認知に類似性があることがわかる。実在する他者の存在のもとで確認されてきた社会的な影響は実際には他者がいない状況でも他者のプロジェクションによって生じるのである。

3. 他者がいなくても他者の異投射で情動 や認知が変化する

一人でゲームをプレイするよりも、誰かとプレ イ(対戦)するほうがゲームに熱中しより楽しく 感じることはよく知られている[6]。 それでは実際 には一人でプレイしているのに他者とプレイして いる心的表象があるときには、他者と一緒にゲー ムをプレイしているときのような楽しさは生じる のだろうか。この検討のため、VRゲームを一人で プレイ (コンピュータと対戦) すると教示した状 況(VS. コンピュータ条件)と実験者と一緒にプ レイ (実験者と対戦) すると教示した条件 (VS. 他 者条件)を設定した[7]。実験者とプレイすると教 示しているが、実際のプレイ状況は一人でプレイ するときと同様であった(参加者は気づいていな いが、実際の対戦相手は両条件でコンピュータだ った). 主観的な興味, 面白さ, 楽しさはVS. 他者 条件で高くなった。さらに事象関連電位 (ERP) P300の活動はVS. 他者条件でのゲームへの注意の 高まりを予測するように変化した(ゲームと無関 係な音刺激に対する反応がVS. 他者条件で低くな った、図2). VRゲームは現実世界の情報が制限さ れるため、現実の環境からの他者を示す情報は極 めて限定的である. それでも教示の違いで明確な 差が生じたことから、他者の存在を心的に感じ、 それを他者の存在を示唆するような刺激(VR上の 対戦相手のキャラクター)に異投射することが他

者とゲームをプレイすることによる楽しさや生理 的な変化に寄与していると考えられる。

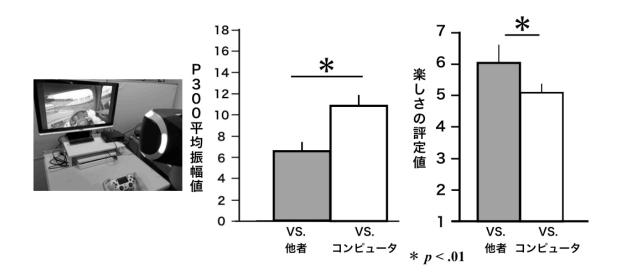


図2 他者とプレイする・コンピュータとプレイすると教示したときの 事象関連電位と主観的楽しさの評定値 (Nakata & Kawai, 2018bより改変)

4. まとめ

本稿ではヒトが心的な他者の表象を実際には他者 でない対象に異投射する例を概観した。子ども[8]で も成人でも他者の異投射は日常的に生じていると考 えられる。さらに他者の投射によって他者が存在し ない状況でも食行動に社会的促進が生じること、ゲ ーム中の楽しさが変化することを確かめた。これら の投射は他者の投射が適切に行われない状況として 理解されがちであるが、より一般的な状況でも異投 射が行われていることを考えると, ヒトが本質的に 社会的な存在であることを反映する事象であると理 解すべきかもしれない、本稿では一部の事例のみを 取り上げたが、学会発表ではより広範な例について 説明する予定である。さらに最新の研究成果につい ても詳細に報告する予定である. プロジェクション 科学は新規な方法論であり[9]、投射という視点から 事象を解釈することは環境と心的世界との関係性を 考える上で新たな理解を推進するものになると期待 できる。特に今後の社会で更に普及が進むと期待さ れる情報科学の各技術と人間の認知との関係を考え る上で重要な観点を影響するだろう。さらに従来の

心理学で扱われてきた知見を再解釈する概念として 重要な貢献をする可能性がある。たとえば社会的促 進は実環境に他者が存在することが前提とされてき たが、「心的な他者」の社会的な影響を加味すること で、従来の研究のフレームワークを広げる可能性が ある。発表ではプロジェクション科学の概念で事象 をとらえることの意義についても議論する予定であ る。

5. 謝辞

本稿で紹介した著者らの研究は青山学院大学総合研究所「投射の科学」ユニットの研究の一環として実施された。また JSPS 科研費 (17K12918) の助成を受けて遂行された。

参考文献

- [1] 鈴木宏昭 (2019) "プロジェクション科学の目指す もの", 認知科学, Vol. 26, pp. 52-71.
- [2] 中田龍三郎・川合伸幸 (2019) "社会的な存在-他者-を プロジェクションする", 認知科学, Vol. 26, pp. 86-97.

- [3] Herman, C. P. (2016) "The social facilitation of eating: A review", *Appetite*, Vol. 86, pp. 61-73.
- [4] Nakata, R., & Kawai, N. (2017) "The "social" facilitation of eating without the presence of others: Self-reflection on eating makes food taste better and people eat more", *Physiology and Behavior*, Vol. 179, pp. 23-29.
- [5] 中田龍三郎・川合伸幸 (2018a), "自分の食事中の静止 画を正立で見ると食事への注意が高まる: 事象関連電位 (P300) による検討", 日本認知科学会第35回大会発表 論文集.
- [6] Weibel, D., Wissmatha, B., Habeggera, S., Steinera, Y., & Groner, R. (2008) "Playing online games against computer- vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment", *Computers in Human Behavior*, Vol. 24, pp. 2274-2291.
- [7] 中田龍三郎・川合伸幸 (2018b) "対戦相手の存在はVR ゲームの熱中度を高める:事象関連電位 (P300) による 検討", 信学技報, Vol. 118, pp. 191-196.
- [8] 森口佑介 (2014) "乳幼児期の自己制御と実行機能", 板倉昭二 (編) "発達科学の最前線", pp. 127-149. 京都: ミネルヴァ書房.
- [9] 鈴木宏昭・小野哲雄・米田英嗣 (2019), "特集「プロジェクション科学」編集にあたって", 認知科学, Vol. 26, pp. 6-13.

身体のメンタルモデルと身体所有感の変化が痛み知覚に与える影響 The effects of changing the mental model of one's body and sense of body ownership on pain perception

松室 美紀[†], 三浦 勇樹[‡], 柴田 史久[†], 木村 朝子[†] Miki Matsumuro, Yuki Miura, Fumihisa Shibata, Asako Kimura

† 立命館大学情報理工学部, ‡ 立命館大学大学院情報理工学研究科

Ritsumeikan University, College of Information Science and Engineering, Graduate School of Information Science and Engineering

matumuro@rm.is.ritsumei.ac.jp (松室)

概要

我々は視覚的情報を用いて身体のメンタルモデルを変化させ、そのような変化が痛みの知覚にどのような影響を与えるかを観察した.いくつかの先行研究は、対象が自分の体の一部であるという感覚である身体所有感が痛み知覚に重要であると主張している.本研究では、Mixed Reality 技術を用い、参加者の前腕の透明度を操作し、身体のメンタルモデルおよび身体所有感の痛み知覚への影響を検討した.実験の結果、前腕に感じる「実体のなさ」の増加が痛みの知覚を減少させていた.

キーワード: 身体所有感,身体表象,痛み知覚,Multimodality,Mixed Reality (MR)

1. はじめに

我々は自身の身体表象やメンタルモデルに基づき行動を決定している [1]. 身体は、姿勢や筋力、大きさなどの比較的変化しやすい特徴から、骨構造や神経メカニズム、構成要素などの変化しにくい特徴まで、様々な特徴からなる. もし、本来変化しない特徴をメンタルモデルにおいて変化させたならば、その変化に基づき我々の知覚は変化するのだろうか. 本研究は、特に痛みの知覚に着目し、身体のメンタルモデルと知覚の関係を検討する.

1.1 身体所有感

痛みの知覚に影響する感覚の1つとして、身体所有感 (sense of ownership) が挙げられる。身体所有感とは、対象を自身の身体の一部として保持している感覚を指す。実際の身体である手足等はもちろんのこと、ラバーハンドイリュージョンのように自身の身体ではないものに身体所有感を抱くことも示されている[2].

複数の研究者が、身体所有感が低いほど痛みの閾値が高くなる、つまり、痛みを感じにくくなることを示している [3, 4, 5]. 例えば、Martini、Kilteni、Maselli、and Sanchez-Vives (2015) は、仮想の前腕を透明にし熱刺激を与える実験を通し、痛みの閾値温度と身体所有感に負の相関関係があることを示している [3]. 一方、身体所有感は痛みの知覚に影響しないと主張する研究も存在する [6].

1.2 身体のメンタルモデル

我々は、自身の身体のメンタルモデルにおける身体の素材が痛みの知覚に影響すると考える。例えば、もし、自身の肌が鋼鉄でできているならば、叩かれたとしても痛みを感じないだろう。Senna、Maravita、Bolognini、and Parise (2014) は、参加者の手を叩いたときのフィードバック音を、固い石を叩いたときの音にすることで、参加者に自身の手が重く、固くなったような感覚を与えた[7]。また、Martini、Pérez-Marcos、and Sanchez-Vives (2013) は、身体所有感を高めた仮想の腕の肌の色を変えるだけで熱による痛みの閾値が変化することを示した[8]。これらの研究は、身体のメンタルモデルを操作して、痛みの知覚を変化させることができる可能性を示す。

1.3 目的

前述の通り、身体所有感と身体のメンタルモデルが 痛みの知覚に影響することが示されている。本研究で は、Martini et al. (2015) に倣い、参加者の前腕の透 明度を操作した [3]. 変化する身体を観察した際の感 覚と身体所有感、および、電気刺激を与えた際の痛み の程度を取得、分析することにより、痛みの知覚に影 響する要因を検討した.





(a) 実験の様子 (実際は左腕を使用)

(b) 参加者視点の映像

図 1 実験の様子とアルファ値 50%の時に HMD に提示される映像例

2. Mixed Reality

参加者の身体所有感やメンタルモデルを操作するために、多くの先行研究では、ラバーハンドや仮想の身体を使用していた。そのような場合、実験者は事前に身体所有感を高めるための操作を行う必要があり、どれだけ精巧に作成されていても、現在の技術では実際の腕とはなり得ない。本研究では、参加者に「自身の腕が変化している」と感じさせる状況を想定している。そこで、Mixed Reality (MR) 技術を用い、仮想の腕ではなく参加者本人の前腕に操作を加え、その過程を参加者にリアルタイムで観察させた [9].

MR 技術は、観察者に現実と仮想の世界を重ね合わせて提示することが可能な技術である。参加者自身の前腕を用いているため、参加者の腕の特徴や些細な動き等が観察している前腕にすべて反映される。参加者に自身の前腕が徐々に透明となる過程を観察させ、身体所有感、メンタルモデル、痛みの程度を取得する。

3. 装置

3.1 MR環境

図 1 に実験の様子を示す.実験にはビデオ透過型 ヘッドマウンテッドディスプレイ (HMD; Canon, HM-A1) と MR プラットフォームシステム (Canon, MP-110) を用いた.HMD に搭載されたカメラから参加者 視点の映像を取得し,参加者の前腕部分を抽出し,その透過度 (アルファ値) を変化させ提示した.参加者 から見た前腕を図 1(b) に示す.実験には次の 5 種類 のアルファ値を用いた:100% (完全に不透明),75%,50%,25%,1% (ほぼ透明).透明度がわかりやすいように,背景は白と黒の縞模様とした.

3.2 電気刺激

電気刺激の発生装置として、コッククロフト・ウォルトン回路 (CW 回路) によって、交流電流を昇圧した直流電流に変換し、CW 回路から流れる電流を入出力ボード (共有電子産業、RBIO-2U) に通してコンピュータ制御した. 電極は、厚さ 1mm のゴムシートに穴を空け、導線 (0.12mm 径、10 芯) をこの穴に通して、固定する. 電気刺激の強度は、電圧 320V、電流1.8mA とし、パルス幅は 0.15 秒とする.

4. 実験

4.1 方法

4.1.1 参加者

14 名の大学生,大学院生が実験に参加した.

4.1.2 指標

参加者の感じた痛みの程度は visual analog scale (VAS)を用いて測定した. 左端を「痛みなし」, 右端を「想像できる最大の痛み」とした 100mm の線を提示し,参加者が感じた痛みの程度に当てはまる点にバツ印を記入させた. 線分の左端からバツ印の交差する位置までの長さを測定する. 各参加者の痛みに対する耐性が異なるため、全ての評定値はアルファ値100%条件(透明度の操作なし)における評定を1とした際の割合に変換して用いた.

先行研究と予備実験に基づき,全 20 項目からなるメンタルモデルを評価するための質問紙を作成した. 質問の内容は表 1 の通りである.

4.1.3 手続き

実験に先立ち、参加者に実験の内容を説明し、参加の同意を得た. なお本実験は、立命館大学 人を対象とする医学系研究倫理審査委員会による審査を通し、実施を承認されている.

実験は質問紙フェーズ,痛み評価フェーズの順で実施された.まず,質問紙フェーズでは,短い教示を受けた後,参加者は図1(a)に示されるように机に非利き手の前腕を乗せ,HMDを装着した.参加者は,加工されていない自身の前腕を観察し,その後,徐々に前腕が透明になっていく様子を観察した.変化が終了した後、そのまま約10秒間前腕の観察を続けた.参加者は,実験者による指示を受け,HMDを外し,質

延 期 百 日	因子負荷					
質問項目	${\rm Ownership}^1$	Transparency	Intangibility	$Anxiety^2$	Weakness	
見ている腕が自分の腕であるように感じた	-0.932	-0.167	-0.061	0.166	0.033	
見た目が自分の腕に見えなかった	0.800	0.202	-0.057	-0.132	-0.129	
見ている腕が自分の腕ではないように感じた	0.736	-0.020	0.422	-0.115	-0.009	
腕に存在感がなかった	0.733	0.220	0.323	-0.172	-0.049	
見ている腕が現実的だと感じた	-0.723	-0.310	-0.130	0.204	-0.093	
腕が半透明になったように感じた	0.244	0.932	0.237	-0.072	0.067	
腕が透明に見えた	0.174	0.861	0.226	-0.094	0.105	
腕が薄まったように感じた	0.338	0.739	0.339	-0.008	0.112	
腕の中をモノが通り抜けそうな感じがした	0.090	0.436	0.834	-0.025	-0.055	
腕が空洞になったように感じた	0.137	0.304	0.832	0.008	-0.032	
幽霊になったように感じた	0.220	0.188	0.610	-0.137	-0.278	
腕に力が入らないような感じがした	0.322	0.045	0.517	-0.434	-0.272	
腕を見てゾッとするような恐怖を感じない	-0.069	-0.164	-0.086	0.883	0.161	
腕を見ていて気分が悪くなった	0.122	0.021	0.087	-0.804	-0.118	
腕を見ていて安心した	-0.250	-0.169	-0.249	0.735	0.234	
腕を見ていて落ち着くことができた	-0.185	0.122	0.189	0.390	-0.054	
腕が柔らかくなったように感じた	0.062	0.056	-0.095	0.064	0.900	
腕に力が入らないような感じがした	0.126	0.115	-0.110	0.055	0.800	
腕が軽くなったように感じた	-0.209	-0.023	0.053	0.093	0.509	
腕の感覚が鈍くなったように感じた	-0.058	0.102	-0.264	0.232	0.480	

表 1 因子分析の結果

問紙に7件法で回答した. 同様の手続きを全ての透明 度において行った.

痛み評価フェーズでも、変化後の前腕を観察するまでの手続きは同様であった。参加者は、そのまま HMD を外すことなく、実験者の合図とともに電気刺激を与えられた。刺激の提示を受けた後すぐに HMD を外し、痛みの程度を記入した。同様の手続きを全ての透明度において行った。各試行、フェーズ間では 2 分以上の十分な休憩が取られた。

4.2 結果

痛みの評定が平均から 3SD 以上離れていた 1 名の 参加者を分析から除外した.

質問紙の回答を用い,主因子法・バリマックス回転を用い因子分析を行った結果,以下の5因子が抽出された.回転後の因子負荷を表1に示す.

- Ownership (身体所有感): 観察した腕が自身の腕であるという感覚
- Transparency (透明感): 自身の腕が透明になった感覚

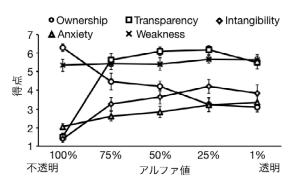


図 2 各条件における各因子の平均点

- Intangibility (実体のなさ): 自身の腕が実体を持たないものになった感覚
- Anxiety (不安): 自身の腕を観察することにより感じた不安感
- Weakness (弱々しさ):
 自身の腕が弱くなった感覚

各因子の得点は手の透明度の操作により図2のように変化する.各因子得点に対する分散分析の結果,weaknessを除く全ての因子で透明度の操作の主効果

¹ [所有感のなさ (less owenership)] への負荷を示しているため、得点を反転させて用いた.

² [不安のなさ (less anxiety)] への負荷を示しているため、得点を反転させて用いた.

	Ownership	Transparency	Intangibility	Anxiety	Weakness
Ownership					
Transparency	-0.528 ****				
Intangibility	-0.467 ****	0.634 ****			
Anxiety	-0.471 ****	0.166	0.377 **		
Weakness	0.090	0.124	-0.295 *	-0.274 *	
Pain	0.195	-0.357 **	-0.305 *	-0.183	0.072

表 2 各因子の得点間および痛みの知覚との相関

 $^{+}p < .01, *p < .05, **p < .01, ***p < .005, ****p < .001$

が有意であった (ownership F(12,48)=23.182,p<.001; transparency F(12,48)=64.927,p<.001; Intangibility F(12,48)=25.860,p<.001; anxiety F(12,48)=6.716,p<.001). Ownership に関しては, $1\% \ge 25\%$, $50\% \ge 75\%$ を除く全ての組み合わせにおいて得点の差が有意であった (ps<.05). アルファ値が 100%の時の transparency の得点は,他の全ての透明度の条件における得点より有意に小さかった (ps<.001). Intangibility 得点に関しては,100%条件 ≥ 0.005 0. Anxiety 得点では,100%条件の得点が 100%条件の得点が 100%条件を除く全ての条件の得点が 100%条件を除く全ての条件の得点より有意に小さかった 100%条件の得点が 100%条件を除く全ての条件の

身体所有感,身体のメンタルモデルと痛みの知覚の関係を検討するため,相関分析を行った.各組の相関係数を表 2 に示す.ただし,1%条件は分析から除外した.参加者より,1%条件の際には,前腕が見えなかった,なくなったように見えたという意見を得たためである.前腕が見えていない場合は,analgesic effect により,透明であるが見えている場合とは痛みの知覚の性質が異なると考えられる.痛みの程度との相関に着目すると,transparencyとintangibilityの得点は有意な負の相関があった一方,ownership 得点と痛み得点の相関は有意ではなかった.

5. 考察

本研究は視覚的な変化により自身の身体のメンタルモデルを変化させることが可能か、また、変化したメンタルモデルや身体所有感は痛みの知覚にどのように影響するかを検討することを目的とした。MR技術を用い、参加者自身の前腕の透明度を変化させることにより、参加者は身体所有感とともに身体のメンタルモデルの様々な側面を変化させた(図2)。そのうち、痛みの知覚と相関した側面は自身の腕が透明になったという感覚と自身の腕が実体のないものになった感覚の2つであった。

5.1 身体所有感

多くの先行研究 [3, 4, 5] で示されている身体所有感と痛み知覚の相関は有意ではなかった. 身体のメンタルモデルの操作にアバタを挟まなかったことがこの違いに関係すると考えられる. 本研究では MR 技術を用い,参加者自身の前腕を操作した,いわば変身体験である. そのため,呼吸によるブレや脈拍などの非常に小さな動きであっても,観察している前腕に正確に反映される. そのような条件下での身体所有感の低下は,「まるで自分の腕ではないようだ」という,実際には自身の腕であることを前提とした感覚である. 身体所有感の高低に関わらず,前腕は自身のものであるため,身体所有感の痛みの知覚への影響が小さかったと考えられる.

一方で、先行研究のように仮想の身体を使用する場合、身体所有感の低下は、触覚等を利用し高めた身体所有感が減少した [4]、または、身体所有感が十分に上昇しなかった [3,5] ことを意味する. この場合、身体所有感が低いということは、操作や刺激を加えられた前腕はもはや自身のものであるとは捉えられていない. そのため、先行研究では身体所有感の影響が大きかったと考えられる.

プロジェクション科学の観点から考えると、本研究は自身の身体表象を自身の身体に投射しているという点で投射にあたり、先行研究は自身の身体表象をアバタに投射しているという点で異投射に当たる [10]. 今後、統制された状況でアバタの介在の有無による差異を検討することは、それらの投射の差異を明らかにすることにつながるだろう.

5.2 身体のメンタルモデル

本研究では,透明度の操作された前腕を観察した際の様々な感覚を取得することにより,身体のメンタル モデルの変化を調べた.その結果,自身の腕が透明に なったという感覚と自身の腕が実体のないものになった感覚が増加するほど痛みの知覚が軽減された.これは知覚へのトップダウン効果により説明される [8,11].透明で実体のないもの、例えば、幽霊や空気のようなものは、電気が影響しない、または、痛みを感じないと信じられている。参加者自身がそのようなものになったと感じたため、痛み知覚が軽減されたと考えられる.

本研究の結果は、身体のメンタルモデルを操作することにより、変化したメンタルモデルに沿った知覚の変化が生じる可能性を示す。このトップダウン効果を利用すれば、例えば、身体が固く強い物質に変化したように見せることにより、打撃の痛みが減少する可能性もある。加えて、受動的な知覚のみではなく、能動的な行動、例えば力を強くすることができる可能性も存在し、様々な分野への利用が可能であると考えられる。

文献

- Warren, W. H., (1984) "Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing" Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 10, No. 5, pp. 683-703.
- [2] Botvinick, M. & Cohen, J., (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see" Nature, Vol. 391, No. 6669, p. 756.
- [3] Martini, M., Pérez-Marcos, D., & Sanchez-Vives, M. V., (2014) "Modulation of pain threshold by virtual body ownership" European Journal of Pain, Vol. 18, No. 7, pp. 1040-1048.
- [4] Martini, M., Kilteni, K., Maselli, A., & Sanchez-Vives, M. V., (2015) "The body fades away: investigating the effects of transparency of an embodied virtual body on pain threshold and body ownership" Scientific Reports, Vol. 5, p. 13948.
- [5] Zanini, A., Montalti, M., Caola, B., Leadbetter, A., & Martini, M., (2017) "Pain during illusory own arm movement: A study in immersive virtual reality" European Medical Journal, Vol. 2, No. 2, pp. 90-97.
- [6] Mohan, R., Jensen, K. B., Petkova, V. I., Dey, A., Barnsley, N., Ingvar, M., McAuley, J. H., Moseley, G. L., & Ehrsson, H. H., (2012) "No pain relief with the rubber hand illusion" PloS one, Vol. 7, No. 12, p. e52400.
- [7] Senna, I., Maravita, A., Bolognini, N., & Parise, C. V., (2014) "The marble-hand illusion" PloS one, Vol. 9, No. 3, p. e91688.
- [8] Martini, M., Pérez-Marcos, D., & Sanchez-Vives, M. V., (2013) "What color is my arm? Changes in skin color of an embodied virtual arm modulates pain threshold" Frontiers in Human Neuroscience, Vol. 7, p. 438.
- [9] Kannape, O. A., Smith, E. J. T., Moseley, P., Roy, M. P., & Lenggenhager, B., (2019) "Experimentally induced limb-disownership in mixed reality" Neuropsychologia, Vol. 124, pp. 161-170.

- [10] 鈴木宏昭, (2018) "プロジェクション科学の目指すもの" 認知科学, Vol. 26, No. 1, pp. 52-71.
- [11] Gregory, R. L., (1997) "Knowledge in perception and illusion" Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, Vol. 352, No. 1358, pp. 1121-1127.

モノマネにおける投射とその共有 Impersonators and audiences share projections

久保(川合) 南海子 Namiko KUBO-KAWAI

愛知淑徳大学 心理学部 Aichi Shukutoku University namikokk@asu.aasa.ac.jp

概要

モノマネ(物真似)は身近なエンターテイメントである。本研究では、プロジェクションでなければ説明できない認知現象としてモノマネを取り上げる。モノマネ芸の観客は単にモノマネ対象の表象を共有しているのではない。観客は、芸人が投射する表象を参照しながら、自身も表象を眼前の芸人に投射していると考えられる。このとき芸人の投射は観客全員で共有されている。投射の共有はプロジェクションにおける重要な機能の一つであり、芸術・宗教・科学などを発展させる基盤であることを考察する。

キーワード:モノマネ,プロジェクション,共有,観客

1. はじめに

モノマネ (物真似) とは、人間や動物の声や行動・ 状態を真似することであり、芸能の1ジャンルでも ある. テレビや YouTube などでも人気のあるコンテ ンツとして、また、やろうと思えば(似ているかは ともかく)誰でもできる手軽な芸としても、モノマ ネは子どもから高齢者まで楽しめる身近なエンター テイメントといえる.

日本において、こうしたモノマネ芸の愛好は平安 時代から長く続いている(石井, 2017)[1]. また、こ れほどモノマネが愛好され、かつ多くの記録が残っ ている国も他にない. しかし、これまでモノマネが 独立した芸能ジャンルの一つとして研究の対象とさ れることはほとんどなかった.

本研究では、モノマネをおこなう「モノマネの産 出」と、モノマネをみる「モノマネの理解と鑑賞」 の二つのプロセスにプロジェクションが関与してい ることを省察する.

2. モノマネの産出とプロジェクション

モノマネの産出には、①モノマネの対象となる人間や動物の声や行動・状態、②対象について構成された内的な表象、③モノマネをおこなう主体(の身体・声・行動など)、という三つの要素がある。モノ

マネが産出されるメカニズムにおいて、プロジェクションの種類によって、モノマネは二つに分類できる。たとえば、人気モノマネ芸人コロッケ氏の『美川憲一』や最近売れている Mr.シャチホコ氏の『和田アキ子』は、投射元は実在の対象であるが(美川憲一、和田アキ子)、投射先(コロッケ、Mr.シャチホコ)が投射元とは異なる対象なので表象の「異投射」といえる。いっぽうで、タレント柳沢慎吾氏による『ひとり警視庁 24 時』やお笑い芸人秋山竜次氏の『クリエイターズ・ファイル』などは、投射元として具体的な場面(対象)は実在せず(実際にあった事象の再現ではない)、投射先(警察の緊迫したやりとり、さまざまな職業人たち)は想像上の対象なので表象を「虚投射」しているといえる。

プロジェクションの種類による二つのモノマネの 違いは、モノマネの対象が具体的に実在するか否か であるが、投射されているものはいずれも対象につ いての表象であり、そこに存在するものはモノマネ をおこなう主体だけである.だとすれば、二つの差 異はそれほど厳密ではなく、むしろ投射される表象 がどれほど明確であるかという程度の違いであるの かもしれない.デフォルメされた特徴は明確な表象 となりやすい.モノマネの対象(投射元)として個 性の強い人物や特異な行動が選ばれるのはそのため であろう.『誇張モノマネ』を芸としているハリウッ ドザコシショウ氏は、「モノマネをしている芸人の真 似をして」練習をしているそうだが(中日こどもウィ ークリー、2019)[2]、それであればたしかに特徴を誇 張しやすいと考えられる.

3. モノマネ芸を支える投射の共有

「上手な」モノマネとは、実在する対象のコピーではない. 実在する, あるいはいかにも実在しそうな対象の特徴を的確にとらえた明確な表象があることに加えて, その表象が主体によって的確に投射さ

れている必要がある。そのうえで、産出されたモノマネが「芸」として成り立つのは、個人による表象の投射が他者に理解されているからである。

コロッケ氏による美川憲一は「眼前のコロッケに 投射された美川憲一の表象」だとわからなければ、 モノマネ芸にはならない.芸人のモノマネが理解で きるということは、観客の内部にもすでに対象の表 象があることを示唆する.

ただし、モノマネ芸の観客は単に表象を共有しているのではない。モノマネなしに美川憲一氏のことをイメージし、共通する印象や「美川憲一らしさ」などについて語り合うのであれば、それは美川憲一という表象の共有である(図1左)。しかし、モノマネ芸において観客は、コロッケ氏によって投射された美川憲一の表象を参照しながら、自身も美川憲一の表象を眼前のコロッケに投射していると考えられる。このとき、コロッケ氏による表象の投射はその観客全員で共有されているといえる(図1右)。



図1 表象の共有(左)と投射の共有(右)

投射の共有について別の例として, 国民的アニメ として親しまれている『ルパン三世』のルパン役声 優の交代を考えてみる. 最初期からルパンを担当し ていた声優・山田康夫氏が亡くなって後継に抜擢さ れたのは声優ではなく, 山田ルパンを持ちネタとし ていたモノマネ芸人・栗田貫一氏であった(ちなみ に、このような声優交代は非常に稀である). 山田氏 の亡き後に、視聴者における山田ルパンの表象が、 栗田氏のモノマネによって、眼前のアニメ・ルパン に投射されることになったといえる. 交代後, 栗田 ルパンは25年ちかく継続しており、視聴者からの 支持も高い. 栗田氏は現在でも「自分は山田ルパン のモノマネをしている」と認識しており(栗田、 2011)[3], したがって, 栗田氏による山田ルパン表 象の投射が多くの視聴者らで共有されているといえ るだろう.

4. 投射の共有とマンガの「実写化」

モノマネと同様の事例として、マンガやアニメの「実写化」もあげられる.近年、さまざまなマンガやアニメ作品をもとに、実際の俳優らが演じる実写映像が製作されている。キャストが発表されると、原作ファンたちは「似てる/似てない」「合ってる/合ってない」として賛否両論となる.それは、原作のキャラクターの表象をその俳優に投射できるのか、すなわち、実写によって示された表象の投射を自分が共有できるのかについて精査していると考えられる.

モノマネや実写化を見る面白さは、芸人や俳優による表象の投射をなぞりながら、自分の表象もそこへ投射して鑑賞することにあるのかもしれない. つまり、モノマネや(原作を知った上で見る)実写化作品の鑑賞者は、パフォーマンスの受動的な傍観者ではなく、自らの表象を投射する能動的な参加者として鑑賞をしているのだと考えられる.

5. 「2.5次元文化」にみる投射の共有

マンガの実写化というジャンルに関連して、ここ数年で特に盛り上がりを見せている「2.5次元文化」というポップカルチャーがある。たとえば、マンガやアニメ、ゲームなどの虚構世界を実際の俳優らによって演じる舞台やミュージカル作品などがそれにあたる。マンガやアニメを俳優らによって演ずるという点は先の「実写化」と同じである。ただし、2.5次元文化の舞台やミュージカル作品では、虚構世界のキャラクターの外見的造形ができるだけ詳細かつ忠実に再現される(図 2)。



●ミュージカル「刀剣乱舞」公式HP

ゲーム「刀剣乱舞」での キャラクターイラスト

ミュージカル「刀剣乱舞」での キャラクターキャスト

図2 ゲームと 2.5 次元ミュージカルにおけるキャラクターの比較

ウィッグによるカラフルな髪色や奇抜な髪型,カラーコンタクトによる鮮やかな目の色,原作と同じ

デザインの装飾的な衣装,立ち姿の身体のラインなどによって,虚構(2次元)のキャラクターが現実(3次元)のなかで立ち上がってくる.その人物はまさに虚構(2次元)と現実(3次元)の間に存在しており、「2.5次元」とはうまく表現されている.

プロデューサーとしてアニメや2.5次元ミュージ カルを手がけてきた片岡義朗氏は、2.5次元作品の 人物について観客が「マンガから出てきたようだ」 と感じるのは「もともと2次元のものが受け手の頭 の中で生きているから」と語っている(片岡・やまだ、 2016)[4]. そして、2.5次元文化の作り手の意識と して「マンガやアニメを見ていたファンが同じ世界 を表現してくれていると思えるようなものを作る」 ことが大事だとしている. また, マンガ家であり2. 5次元作品の愛好家でもあるやまだないと氏は、似 顔絵の描写と2.5次元作品の人物造形との共通性と して「キャラクターというのは輪郭であり、印象で あり、ラインである」ことをあげた(片岡・やまだ、 2016). これらの指摘は、モノマネ芸において芸人 と観客らでなされる投射の共有が、2.5次元文化の 俳優・作り手と観客らにもあることを示唆している.

マンガやアニメのファンの頭の中で生きている 2 次元のキャラクター表象は、 3次元の俳優の造形や 印象に投射される. 俳優の印象は、俳優によって投 影されるキャラクターの表象によって形成されるだ ろう. だとすれば、2.5次元文化の愛好者たちは、 俳優による表象の投射をなぞりながら、自分の表象 もそこへ投射して鑑賞をしている. 個人の投射が他 者とも共有されるという機能があるからこそ、2.5 次元作品が成立し、愛好者たちのコミュニティでの 大きな支持があるといえる.

愛好者たちのコミュニティにおける投射の共有では、ほかに、腐女子による二次創作などのムーブメントがある(久保、2019)[5]. 仲間やライバルと切磋琢磨しながら成長する少年たちのスポーツマンガなどを、男性同士の恋愛物語に作り変えて楽しむ腐女子の二次創作は虚投射である. 腐女子たちのコミュニティでは、二次創作という虚投射が一個人の妄想にとどまらず多くの他者と共有されている.

6. おわりに

以上の例から示されたように、プロジェクション は必ずしも、個人のなかで生じた表象をその個人の 世界にだけ投射することではない. モノマネや 2.5 次元文化が、ポップカルチャーとして多くの観客を魅了するエンターテイメントとなる背景には、ある個人内で生じた投射が他者と共有されるプロジェクションの機能がある.

個人の投射が他者と共有できるという心の働きは、 人間のさまざまな認知活動に関わる重要な機能である. 異投射や虚投射が他者と共有できると、投射を 介して他者からも情報が上書きされることが可能に なる. いわば「情報の共有」ともいうべき投射の共 有は、ヒトにおいて芸術・宗教・科学などを発展さ せてきた基盤となっていると考えられる.

しかしながら、これまでのプロジェクション科学において、投射の共有という観点からの研究は少ない. 人間はさまざまな意味に彩られた豊かな認識の世界を生きている. 個人の見ている豊かな認識世界は、他者と共有され、他者は他者の認識世界をかたちづくる. それらを支えるプロジェクションという心の働きのメカニズムを解明するような今後の研究の発展が待たれる.

7. 参考文献

- [1] 石井 公成,(2017). 『<ものまね>の歴史 仏教・笑い・芸能』. 東京:吉川弘文館.
- [2] 中日新聞社, (2019). 『中日こどもウィークリー』, 2019 年4月13日, 第402号, p.12.
- [3] 栗田貫一, (2011). "目指しているのは究極のものまねなんです!", 『クイック・ジャパン』, 97, p.182-192.
- [4] 片岡 義朗・やまだないと, (2016). "プロデューサーとマンガ家が語る、2.5 次元ミュージカルの原体験", 『美術手帖:2.5 次元文化 キャラクターのいる場所』, 68(1038), p. 76-81.
- [5] 久保(川合) 南海子, (2019). "異投射・虚投射の発生と共有: 腐女子の妄想と二次創作を通じて", 『認知科学』, 26(1), p.40-51.

メッセージ付きジレンマゲームにおける コミュニケーションシステムの実験的検討

Experimental study of communication systems in dilemma games with messaging

井上 直紀[†],森田 純哉[‡] Naoki Inoue, Junya Morita

†‡静岡大学

Shizuoka University

inoue.naoki.15@shizuoka.ac.jp[†], j-morita@inf.shizuoka.ac.jp[‡]

概要

本研究では、ジレンマ環境での新規なコミュニケーションシステムの成立と変化について、ゲームを用いて実験的に検討した。ゲームでは、利益を独占する行動と二者間でやり取りされるメッセージの曖昧さに相互関係があると想定された。ゲームを用いた予備的な実験の結果から、曖昧な意味付けを含むコミュニケーションの生起の可能性が示された。その上で集団実験を行い、生起したコミュニケーションに多様性があることが確認された。

キーワード:実験記号論,ジレンマ,コミュニケーションシステム

1. はじめに

近年の情報化やグローバル化が進んだ社会において、情報の信頼性が著しく低下し問題視されている。例えば Web、特に SNS における虚偽情報の発信と急速かつ大規模な拡散はフェイクニュースと呼ばれ、社会問題となっている [1]. このような問題を解決する糸口をつかむには原因を原理的にとらえる必要がある。つまり、そのような虚偽や欺瞞を含むコミュニケーションの意図の構造を明確化し、その社会的役割を探索することで問題解決につながると考えられる.

虚偽や欺瞞のコミュニケーションに注目した研究として Byrne らによって提唱された「マキャベリ的知性仮説」がある. 人間は社会生活において,協調のコミュニケーションの中に,虚偽や欺瞞のような相手を裏切るコミュニケーションを巧妙に交えることで,自己の利益を高めようと振る舞う. このようなコミュニケーションが求められる集団環境への適応とその相互作用によって,人間の知能が高度に進化したとする仮説がマキャベリ的知性仮説である[2].マキャベリ的知性仮説に基づくと,問題視されている虚偽や欺瞞が入り混じるコミュニケーションは必ずしも悪ではなく,

むしろコミュニケーションシステムを複雑にすること で、人類の進化を促進している可能性もあると考えら れる.

コミュニケーションの生起や進化に関する研究は、認知科学分野において盛んに行われている [3]. その中で Galantucci は実験記号論と呼ばれる手法を提唱した. 実験記号論では、実験参加者に通常のコミュニケーションが制限された実験室実験環境下でビデオゲームを用いた協調的な課題を課すことで、二者間の相互作用により言語のような図形と意味の対応づけのシステム(以下、「コミュニケーションシステム」という)が新規に成立することが確認された [4, 5].

Galantucci の研究を受け、金野らは Galantucci の実験環境をより制限することで分析を容易にする実験課題を設計した。実験では 2×2 マスのマップ上からペアがそれぞれ1回の移動によって、共通の場所で出会う協調ゲームを課題とした。初期状態において、ペアに参加するプレイヤーは互いの位置を知ることができず、移動に先立って、5種類の図形を二つ組み合わせてメッセージとして交換することで、共通の移動先を決定することを求められた。メッセージに使用される図形は、実験開始の当初は意味が付与されておらず、課題を繰り返すことで徐々に意味づけが行われ、新規な言語的コミュニケーションシステムとして成立することが確認された [6].

Galantucciや金野らが扱う課題では、実験参加者に対するゲーム内での目標は共通の課題が与えられていた。よって実験参加者の間には単純で協調的なコミュニケーションシステムしか生じなかった。このようなコミュニケーションシステムは昆虫などの社会における原始的なコミュニケーションのモデルとしては妥当性を持つだろう。しかしながら、現代の人間の社会では時として協調と裏切りの選択を迫られるような複雑なコミュニケーションも行われる。そのため、人間社

会のモデルという観点では十分とは言えない.

協調と裏切りの選択が求められる課題はゲーム理論 分野においてジレンマゲームと呼ばれ、検討されてき た. その一種であるスタグハントゲームは、利得支配 である協調行動とリスク支配である裏切り行動の二つ の純粋戦略ナッシュ均衡が存在するジレンマである. Duguid らは、チンパンジーと人間を対象に通常の直 接的なコミュニケーションが制限された環境下で, ス タグハントゲーム課題を繰り返し課す実験を行った [7]. その結果, チンパンジーは相手の行動選択の不確 実性を克服できず、裏切り行動に陥り小さな利益しか 得られなかった.一方で,人間はアイコンタクトなど のコミュニケーションによって信頼関係を構築し、協 力しつづけることで大きな利益を得ることが可能で あったことが示された. これによりジレンマ環境にお いて、コミュニケーションがプレイヤーの行動選択に 作用する可能性が示された.

このような関連研究を踏まえ、本研究では裏切りのコミュニケーションが生起・進化する環境を再現する実験室実験を行うことで、裏切りのコミュニケーションが、コミュニケーションシステムの進化にどのように作用するのか検討する。実験では、通常の言語コミュニケーションが制限された環境にジレンマ状況を与えることで、参加者同士の相互作用の中にどのようなコミュニケーションが成立・変化するか探索する。具体的には意味が曖昧なコミュニケーションの生起やそれを利用した裏切りの意図の隠蔽、そして裏切りによるコミュニケーションの変化を検討する。

2. 実験課題

上記の検討を行うために課題とその実行環境を設計 する. 本実験では金野らの研究を踏襲し, 実験課題と してゲームを用いた. ゲームは複数ラウンドから構成 され、各ラウンドは「部屋割り当て」,「メッセージ交 換」、「移動」の3フェーズから構成される(図1).本 研究では金野らの研究を拡張し、マップを 3×3 に拡 大し、メッセージとして使用できる図形の数を 10 種 類に増やした. さらにジレンマ状況を構築するため, 2名のプレイヤーに加え、「報酬」を新たにマップに加 えた. ゲーム中, 各プレイヤーは隣の部屋に存在する プレイヤー, あるいは報酬を視認することが可能で あった. 両プレイヤーのメッセージ交換・部屋移動が 終わると次のラウンドがはじまり、2名のプレイヤー のいずれかが報酬の配置された部屋に移動すると各プ レイヤーおよび報酬はマップ上に再割り当てされ、次 のラウンドが始まる.このような状況の中で、報酬の



図 1: 実験課題

独占(報酬を一人で取得する)と共有(報酬を二人が 同時に取得する)のジレンマが生じる設計を目指す.

また、コミュニケーションシステムを複雑にするには、その基礎となるコミュニケーションシステムを構築させる必要がある。そのため実験では、実験参加者にジレンマ環境を与える前に、共有でしか得点が得られないゲームを設けたあと、ジレンマ要素を含む環境に移行させた。

3. 実験 1: 事例研究

3.1 方法

本研究では,まず事例研究として少人数を対象とした実験を行った [8]. 実験では,独占によって得られる得点 $(m:\underline{m}$ onopoly)と共有によって得られる得点 $(s:\underline{s}$ haring)の比率が実験参加者のパフォーマンスに大きな影響を与えると考えられた.よって実験 1 では実験参加者に m が s の 2 倍であると教示した m>s 条件と m と s が等しいと教示した m=s 条件、 m が s の 1/2 であると教示した m<s 条件を設定した. なお,いずれの条件においても報酬を取らなかったラウンドは失敗(f:failure)とし,f は 0 ポイントとした.

上記の利得構造はゲーム理論におけるジレンマゲー ムを参考に配分した.しかしながら,本実験課題と ゲーム理論におけるジレンマゲームでは行動を選択し 結果を得る前にメッセージ交換フェーズが設けられて いるか否かという点で大きく異なる. そのような過程 が存在することで実験参加者には、自分のメッセージ に意味づけし、相手のメッセージの意味を解釈する認 知的コストが課される. さらに本研究では制限時間を 課してゲームを行うため、メッセージ交換や移動にか かる時間もコストとして考えられる. つまり, 本研究 の実験課題では、実験参加者の思考や残り時間などの 要素によって利得構造が動的に変化する.よって、本 実験課題における利得構造を利得表に一意に落とし込 むことは困難である.一方で、メッセージ交換フェー ズが存在することによってコミュニケーションシステ ムの形成と進化の観察、分析を実現することが可能に

なっている.

3.2 結果と考察

3.2.1 行動分析

裏切りのコミュニケーションの検討を行うには、まずそのようなコミュニケーションがどのような条件下で生起するのか検討する必要がある.

図 2 は,各条件においてペアを組んだ二人のプレイヤー (p1,p2) が協調フェーズとジレンマフェーズで報酬を取得した累積回数の推移を示している.図 2a から,m>s 条件のジレンマフェーズにおいて他条件に比べプレイヤー間の報酬を取得した回数に大きな差が生じていることが確認される.これはこのペアにおけるプレイヤー間の関係性が,搾取をする側(報酬を独占する側)とされる側に分かれていたと解釈できる.この結果を支持する回答は,実験後のアンケートにおいても得られている.

これにより、ゲーム内における実験参加者のパフォーマンスが、実験で設定されるパラメータによって 変化する可能性が示唆された.

3.2.2 メッセージ分析

また,裏切りのコミュニケーションは,複数の意味で解釈できるような曖昧な言語表現を利用して行われると考えられる.協調フェーズで成立したコミュニケーションシステムがそのようなコミュニケーションシステムに変化したか検討を行うために各プレイヤーのメッセージログデータについても分析を行った.

本研究では生起しうるコミュニケーションシステムの組み合わせを 10 種類の図形を 9 部屋+1 未使用から選ぶ順列(3628800 通り)と仮定して,実際の行動データ(実際の行き先)と各条件・各プレイヤーの各コミュニケーションシステムを用いるモデル(あるコミュニケーションシステムを用いたときメッセージから想定される行き先)との一致率を求めた.この一致率をウィンドウ幅を 10 ラウンド,ストライド 1 ラウンドで分析した.その可視化の結果が,図 3 のヒートマップである.x 軸は前述したウィンドウごとにまとめて分割された各ラウンドでとったパフォーマンスである。y 軸は本研究において仮定したコミュニケーションシステムのすべての組み合わせのゲーム全体での平均一致率を上位から順に並べたものである.この図では一致率が 1 に近づくほど白く明るく,0 に近

づくほど黒く暗く着色されている. つまり, 各ヒートマップ内で明るい行があればその行が一致率の高いコミュニケーションシステムであり, 明るい列があれば, 多くのコミュニケーションシステムに当てはまるようなパフォーマンスであったという意味となる.

以上の前提において図 3b を見ると,実験中盤から終盤にかけて一致率が一定程度収束している一方で,最終盤においても一致率が高い意味付けは複数確認でき,意味が一意に定まっていないことがわかる.これにより,本実験課題においてコミュニケーションシステムの意味付けの曖昧性が生じていた可能性が考えられる[9].裏切りのコミュニケーションの成立には,虚偽や欺瞞を含む情報を発話した後に実際に行動する必要がある.つまり,実験における実験参加者のパフォーマンスとコミュニケーションシステムの関係性を確認することで実験参加者がどのようなコミュニケーションを行っていたか明らかにできると考えられる.

図4は行動とコミュニケーションシステムがそれぞれどのように関連しているか可視化したグラフである. x 軸はラウンド数, y 軸はジレンマフェーズにおける各条件におけるプレイヤー間の報酬取得数の差と図3で検討された一致率のスライド毎の標準偏差の推移を示している. 本分析で用いた標準偏差は下式から求めることができる.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

本分析において n はヒートマップの行数, i は一致率の順位, x_i はある推定されるコミュニケーションシステムにおける一致率, \bar{x} はヒートマップ一列の平均である.

図において、報酬取得数の差が大きいとそのペアは裏切り行動を主に選択し、差が小さいと協調行動を主に選択していたと解釈できる。また仮に、本実験内でコミュニケーションシステムの意味づけが明確に行われているとすれば、実際に使われている意味付けルールの一致率は抵くなるため標準偏差は高くなると予想される。逆に、コミュニケーションシステムの意味づけが曖昧であれば、一致率は一様の値になるため標準偏差は低くなると考えられる。

以上を踏まえて、図 4a を見ると、序盤から中盤にかけて報酬取得数の差が開き、中盤から終盤にかけて一致率の標準偏差が下降していることが確認できる。よってm>s条件ではジレンマフェーズにおいて、意

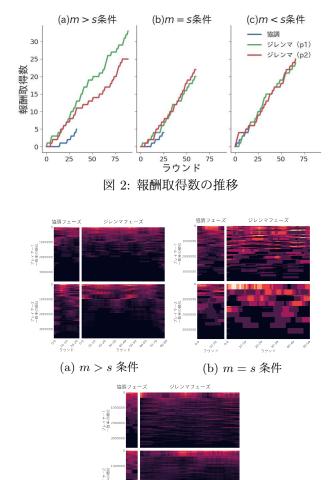


図 3: 各プレイヤーにおける各コミュニケーションシステムと実際の行動の一致率

(c) m < s 条件

The State State State

味付けが曖昧な、虚偽や欺瞞の多いコミュニケーションが行われていたと考えられる.一方で図 4c では、報酬取得数の差は終始 0 付近で横ばいな一方で,序盤に標準偏差が下降した後に中盤にかけて上昇し,終盤まで横ばいに推移している.このことからジレンマフェーズの m>s 条件では、最初は意図せず曖昧な意味づけを行っていたが、徐々に意味付けが明確で安定したコミュニケーションに落ち着いたと考えられる.

以上のように、実験1ではペアごとにm,s,fを設定し、個別のデータに注目して検討を行った。しかしながら本実験は実験対象が3ペア6人と少ないため、実験結果が実験課題や条件ではなく、実験参加者の特性に依存していた可能性がある。そのため、パフォーマンスやメッセージについての分析手法の信頼性には疑問が残る。

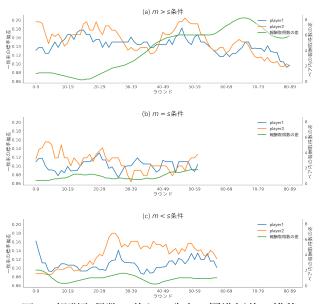


図 4: 報酬取得数の差と一致率の標準偏差の推移

4. 実験 2: 集団実験

実験1では、プレイヤーごとのデータに注目したミクロな視点での検討が行われた。その結果を踏まえた上で、より多くのペアを対象とした実験を行い、マクロな視点で大局的に分析することで、より一般的な知見が得られ、検討できると考えられる。また、実験1であげられた分析手法の信頼性の課題に対し、集団実験で得られる結果から、どのような分析手法が妥当であるか検討することを目指す。本実験に類似する集団を対象にした研究として、協調ゲームに関する小嶋らの研究がある[10]。小嶋らの研究では既に実験が実施されているため、本研究ではその実験手順を踏襲する。

4.1 方法

実験は 17 ペア、34 人を対象に実施した.実験参加者は静岡大学の学部 3 年生であった.実験課題は概ね実験 1 と同一の環境で実施した.システムを集団実験へ対応させる際、協調ゲームとジレンマゲームを共通のペアで行うが、パートナーは互いに誰かわからない匿名の状態でマッチングする設定とした.また実験 1 ではペアごとに m,s,f を設定したが、実験参加者の特性への依存の可能性が指摘された.そのため本実験では結果の差異が個人に依存するものなのか明らかにするために実験 1 における中間にあたる m=s 条件に統一して実施した.そのような状況下で、協調ゲームとジレンマゲームを合わせて 1 時間半かけて実験を実施した(表 1).

表 1: 実験の流れ

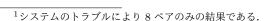
時間 (m)	フェーズ
15	協調ゲームの説明
30	協調ゲームの実施
5	ジレンマゲームの説明
30	ジレンマゲームの実施
10	アンケート
90	所要時間合計

4.2 結果と考察

各プレイヤーの累計報酬取得数の推移を図5に示 す¹. 図中で同じ色で示された線は同じペアのプレイ ヤーを示している.ペア内においてより報酬を取得 したプレイヤーは実線、より報酬を取得しなかったプ レイヤーは点線で示している. グラフ中で実線のみ が示されているペアは、プレイヤー間の報酬取得がラ ウンドを通して完全に一致したことを示している. ペ ア3とペア6のように、プレイヤー間で報酬取得が 完全に一致したペアが存在する一方、ペア2のよう に、プレイヤー間で報酬取得に大きなさが生じたペア も存在した.実験 2 における報酬の条件は m=s に 統一されている. そのため, 報酬取得数に差が生じた 原因は、ゲームにおける報酬設定ではなく、ペア内で のメッセージの性質によると考えられる. 今後, 図3 や図4で示した分析を実験2においても行うことで, メッセージの曖昧さと、コミュニケーションにおける 欺瞞や騙しの発生がどのように相互に関係しながら変 化するかを検討できると考えている.

5. まとめ

本研究で実験記号論に基づき、メッセージ付きジレンマゲームを用いることで、コミュニケーションシステムが成立し、変化する過程を観察した。実験1で得られた行動ログデータおよびメッセージログデータの分析やアンケートの回答により、実験内で新規に成立した言語的コミュニケーションシステムに曖昧な意味づけが生じていた可能性が示唆された。さらに、このような結果を踏まえ、集団を対象とした実験を実施した。集団実験の結果の分析によって、メッセージ付きジレンマゲームにおけるコミュニケーションシステムの分析として、よりマクロな視点で分析が行われることが期待される.



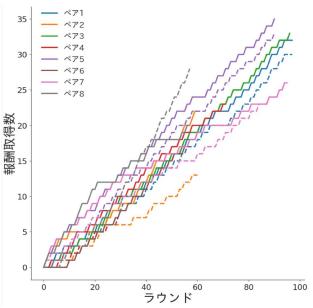


図 5: 各プレイヤーの報酬取得数の推移

文献

- [1] 笹原和俊. フェイクニュースを科学する: 拡散するデマ、陰謀論、プロパガンダのしくみ. DOJIN 選書. 化学同人, 2018.
- [2] Richard W Byrne. The thinking ape: Evolutionary origins of intelligence. Oxford University Press on Demand, 1995.
- [3] Thomas C Scott-Phillips and Simon Kirby. Language evolution in the laboratory. *Trends in cognitive sciences*, Vol. 14, No. 9, pp. 411–417, 2010.
- [4] Bruno Galantucci. An experimental study of the emergence of human communication systems. *Cognitive science*, Vol. 29, No. 5, pp. 737–767, 2005.
- [5] Bruno Galantucci. Experimental semiotics: A new approach for studying communication as a form of joint action. *Topics in Cognitive Science*, Vol. 1, No. 2, pp. 393–410, 2009.
- [6] 金野武司, 森田純哉, 橋本敬. 言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ. 計測と制御, Vol. 53, No. 9, pp. 801–807, 2016.
- [7] Shona Duguid, Emily Wyman, Anke F Bullinger, Katharina Herfurth-Majstorovic, and Michael Tomasello. Coordination strategies of chimpanzees and human children in a Stag Hunt game. In Biological sciences, Vol. 7, p. 1796, 2014.
- [8] 井上直紀, 森田純哉. 騙しの生起条件を探るメッセージ 付きジレンマゲームの設計. HCG シンポジウム, 2018.
- [9] 井上直紀, 森田純哉. メッセージ付きジレンマゲームに おけるコミュニケーションシステムの成立と変化. 人工 知能学会, 2019.
- [10] 小嶋暁, 紅林優友, 森田純哉. 新規なコミュニケーションシステムの形成に及ぼす自閉傾向の影響. 日本認知科学会, pp. 174–183, 2018.

非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」を用いた研究計画 A Research Plan by Using the Nonverbal Communication Game "DREAMS"

浅野旬吾†, 伊藤毅志‡

Shungo Asano, Takeshi Ito

電気通信大学

The University of Electro-Communications †asano@minerva.cs.uec.ac.jp, [†]ito@cs.uec.ac.jp

概要

本報告では、正体隠匿型の多人数ゲーム「DREAMS」を紹介する。本ゲームの特質について述べ、このゲームでは、非言語的コミュニケーションにおける解釈や相互理解が必要なゲームであることを説明する。そして、このゲームをコンピュータ上で対戦するために現在開発中のデジタルプラットフォームについて説明し、このゲームを用いて考えうる認知科学的研究について説明する。

キーワード:正体隠匿型ゲーム,非言語コミュニケーション,解釈,デジタルプラットフォーム

1. はじめに

Alpha Go の登場で、ゲームの人工知能的研究の方向性はより複雑な不完全情報ゲーム(ガイスター、人狼など)[1][2]や、より不確定要素のある現実的なゲーム(カーリング、ミニ四駆 AI など)へとターゲットを広げている[3][4]. 人工知能にとって難しい課題は、膨大な計算や局面の認識といった問題から、プレイヤ同士のコミュニケーションや状況に応じて臨機応変にモデルを変えるような課題へとシフトしていると言える.

コミュニケーションを中心課題にしたゲームの研究としては、「人狼」を対象とした研究が挙げられる.人間同士の人狼のプレイを考えると、自然言語理解だけでなく、身振りや手振り、表情などの非言語コミュニケーション、論理的思考、相手を論破したり、誘導したりする話術、人間関係や相手モデルなどの多岐にわたる認知科学的課題が詰まっている.これは、チャレンジングな研究テーマである反面、研究の目標を絞りにくいという欠点も有している.

本研究では、ゲームの勝敗が明確で非言語コミュニケーションによる意図把握がゲームの勝敗に強く関連する「DREAMS」というゲームを紹介する.このゲームを対象とした認知科学的研究の方向性と展望について議論する.

2. DREAMS とは

2.1. 概説

DREAMS は 2016 年にドイツの Zoch から発売された正体隠匿型の多人数ボードゲームである[5]. 日本では、アークライトから日本語版が発売されている. 比較的新しいゲームであり、国内ではまだあまりプレイヤ人口は多くない.

2.2. ルールとプレイ

DREAMS は、3 人 \sim 6 人でプレイするパーティ型ボードゲームである.

初めに、場に 4 枚の抽象的な絵が描かれたカードが出される. そのカードには、①から④の番号が振られている. 一方、プレイヤには、マーカーが全員に配られる. マーカーには人のシルエットが描かれたものか①から④の番号のいずれかが書かれている. 人のシルエットマーカーは 1 枚だけであり、それが配られた人は人間役となり、そのほかのカードには同じ番号が書かれていて、番号のカードが配られた人は神様役となる. 神様陣営は、このカードによって①から④の答えとなる絵を知ることができ、人間だけはどれが答えかわからない.

ゲームは、石を置くフェーズと投票フェーズからなる. ゲームが始まると石を置くフェーズに移行する.このフェーズでは、手番のプレイヤは、絵を参考にして3種の石(白、灰色、黒)のうち1個を、天空マットの上の任意の位置に自由に配置する.手番は全プレイヤに順々に3周し、全員が持っている石を天空マットの上に置き終えたら、投票フェーズに移る.

投票フェーズでは、神様役は誰が人間かを、人間役はどれが答えの絵なのかを予想する. 予想の的中に応じてプレイヤは点数を得る. また、誰からも人間と投票されなければ得点が加算される. 投票フェーズが終わると1ラウンド終了となり、プレイヤの得点



図1 ゲームプレイ中の場の例

を計算する. 規定点 (16 点) に到達したプレイヤが一人でもいればゲームは終了となり, 16 点以上のプレイヤが勝利となる. 但し, 同時に 16 点以上になったプレイヤが複数いた場合, 最も得点の高いプレイヤが一人勝利となり, 最も得点の高いプレイヤが複数人居た場合, それら全員勝利となる.

図1は、ゲームプレイ中の場の一例を示している. 左側 4 枚の絵が最初に配置されるカードであり、プレイヤにはマーカーが配られる. 図1の場合、②が神陣営に配られ、②の絵が正解であることが神様に知らされる. 一方、人間はどれが正解の絵かわからないままに、神様の配置する石を参考にしながら石を置いていく. 神様は人間に正解の絵を悟られないように、しかし他の神様から疑われないように石を置いていく.

2.3. ゲームの特質

本ゲームは、人狼などのゲームのように、プレイヤは 人間役以外お互いの役職を知らない正体隠匿型ゲーム である. プレイの特徴として、合法手は最後のターンの 「投票フェーズ」以外は、天空マット上に 3 種の石の いずれかを置くという行動だけである.

神様役のプレイヤは、4 枚の絵と天空マット上に配

置された石から人間を探し出し、人間役のプレイヤは正しい絵を見つけ出す.

本ゲームでは、神様陣営は天空マットの石の配置から他者のプレイの意図をくみ取りつつも、時には人間を誤った絵に誘導しようとしたり、自身が神様であることをアピールしたりする.逆に人間側も、神様陣営のプレイの意図を推し量り、人間であるとバレないように、神様陣営の意図に合わせるようなプレイをする.これを言語ではなく石の配置のみで行うところが興味深い.正体隠匿型非言語コミュニケーションゲームであると言える.

人狼とは異なり、ゲームとしての勝敗も明確で、得点 による勝敗条件も明確であるので、求められる戦略も 議論しやすい.

3. DREAMS を題材とした研究の展開

3.1. DREAMS のプレイに必要な認知過程

DREAMS は、人間の非言語的コミュニケーション能力が求められるゲームである. プレイヤは、絵をどのように解釈し、3 種類の石を使ってどのように自身の意図を伝えるのか、他者の置いた石の配置から、そのプ

レイヤの意図をどのように解釈し、理解するのかといった高度に認知的な問題解決能力が求められる.

実際,このゲームをプレイすると、3種類(白色,灰色,黒色)の石をどのように使うのかは、プレイヤの感性に委ねられていて、輪郭を表すのか、その部分の色の濃さを表すのかは状況によって異なる。他者がどのような意図でその石を置いたのかということについては、相互に誤解しながら理解しあうことも起こりうる。

図2は、AとBの二人の相互理解を図式化したものである. Aは、「ある事柄に関するAの解釈」と「Aが推定するBがどのように解釈していると考えるか」ということを比較して、概ねそれが一緒であるときに、AはBと理解しあえたと感じる. Bもその逆を行って理解しあえたと感じる. 相互が理解しあえたと感じたときに、相互理解という状況が実現すると言える.



図2 相互理解という状況

しかし、A が考える B の解釈と実際の B の解釈が等 しいとは限らない. 逆も然りである. このゲームでは、 しばしば意図が伝わったと感じる時があるが、ゲーム が終了してみると、どちらかがどちらかを騙していた り、両方とも誤解していたりという状況がよく起きる.

DREAMS のプレイにおいては、プレイヤは、非言語的情報である石の配置から、相手のプレイの意図の推定、解釈、相手モデルの推定、相手が自分に対してどのようなモデルを持っているのかというメタ相手モデルの推定などの複雑な思考を必要とする.

3.2. DREAMS を研究対象とする意義

人間同士では、相手が何を理解したのかを完全に知ることは物理的に不可能であるので、論理的な意味での相互理解はあり得ない。人間のコミュニケーションはそもそもどうやっても不完全であるので、何らかの前提知識で補って相互理解が成立したと推定しているに過ぎない。DREAMS はこの人間の不完全なコミュ

ニケーションを体現しており、人間の相互理解や誤解、 誘導や欺騙の構造を研究するのに適した題材であると 考える.

DREAMS を題材にして、プレイヤの相互理解や誤解がどのように行われるのかを調べる研究が考えられる.これらの研究を通して、人間の相手モデルの構築、解釈、理解の過程に関する研究を計画していきたい.

3.3. 対戦環境の整備

DREAMS は多人数プレイのゲームであるので、プレイしている個々の思考過程を抽出するためには、別室で対戦できる環境を整える必要がある.

当研究室では、まずは、人間プレイヤ同士がコンピュータ上で対戦できるデジタルプラットフォームを構築した. 現在のところ、プレイの人数を 4 名に限定しているが、これは 3 名~6 名に変更することも可能である. ここでは、このデジタルプラットフォームについて説明する.

3.3.1. 開発環境について

デジタルプラットフォームは、Unity Technologies が開発したゲームエンジン「Unity」を使用して開発している[6]. また、複数人が異なる端末からオンラインで通信対戦できるようにするために、Exit Games が提供しているネットワーキングエンジン「Photon Unity Networking (以下 PUN)」を使用している[7].

3.3.2. RPC を用いた対戦管理と進行

デジタルプラットフォームを用いてオンライン対戦をする際には、まず初めにマッチングが行われる. 現在開発中のシステムでは、各プレイヤがクライアントとしてサーバに接続することで、以下のような手順で自動的にマッチングが行われる.

- 1) 各プレイヤはそれぞれデジタルプラットフォームを起動してマッチング申請をして、マッチング 待ち状態にする.
- 2) 最初にマッチング待ち状態になったプレイヤが 自動的にマスタークライアントとなりルームを構 成する. それ以降に待ち状態になったプレイヤは そのルームに入り、クライアントとなる.
- 3) 4名のプレイヤが待ち状態になったら、ルームは 自動的に閉じられ、マッチングは完了する.この時、

待ち状態のプレイヤ数は0となる.

マッチングが完了すると対戦を行うために、各クライアント間でゲームの進行状況を合わせたり、ゲームに関する情報を送受信したりする必要があるが、その際には PUN の機能の 1 つである RPC (Remote Procedure Call) という機能が用いられる.

RPC とは、指定した関数を指定したクライアントの環境下で実行するように命令する機能である. これによって、クライアント間でゲームの進行状況を合わせることを可能にしている.

例えば、陣営を確認するための関数 JobCheck で説明しよう. ゲーム開始時には、まずそれぞれのプレイヤの陣営を確認する必要がある. この場合、図 3 の上に示すように、マスタークライアントは RPC を用いて関数 JobCheck を全クライアントの環境で実行するように命令する. すると、図 3 の下に示すように、全クライアントにおいて、陣営を確認する場面へとゲームを進行する関数 JobCheck が実行され、ゲームの進行状況が陣営を確認する場面へと進行する. これにより、ゲームの進行状況を各クライアント間で同期させることができる.

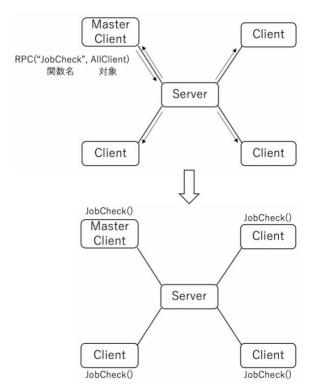


図3 RPCの使用例(ゲームの進行状況を同期する)

RPC で実行する関数には引数を渡すこともできる. これにより、ゲームに関する情報を引数に渡して他の クライアントの環境で関数を実行することで、ゲーム の進行状況を合わせるだけでなく、ゲームに関する情報を送受信することも可能になる.

ここでは、一例として、プレイヤが新たに置いた石の情報を、置かれている全ての石の情報を格納しているデータに追記するための関数 PutStone を使って説明する.

図4の上に示すように、関数 PutStone は、「石の置かれた x 座標」、「石の置かれた y 座標」、「置かれた石の色」、「置くまでに要した思考時間」を引数としてとる。手番プレイヤが石を置くと、石を置いたクライアントは、RPCを用いて上述の引数を持った関数 PutStoneを全クライアントの環境で実行するように命令する。すると、図4の下に示すように、全クライアントにおいて、引数を持った関数 PutStone が実行され、手番プレイヤによって置かれた石の情報を、引数から受け取って各クライアントの環境における置かれている全ての石の情報を格納しているデータの中に追記する。各プレイヤが石を置くたびにこの処理が行われ、全クライアントに置かれている石の情報が伝達される。このようにして、各クライアント間でゲームに関する情報を送受信することができる。

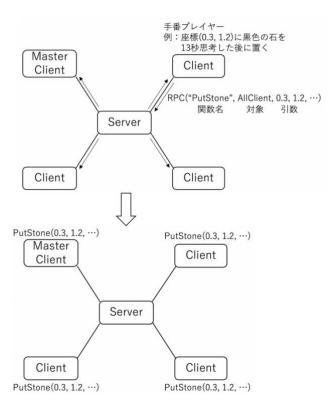


図4 RPCの使用例(ゲームに関する情報を共有する)

石を置くフェーズが終了すると、投票フェーズに移

行する. このフェーズでは、RPC を用いて関数を実行する対象をマスタークライアントのみに指定することで、各プレイヤの投票内容をマスタークライアントに集約し、集約された投票内容から点数計算を行い、その計算結果を再びマスタークライアントから全クライアントに送信するという形で対戦データが共有され、対戦が進行する.

3.3.3. ゲームの処理の流れ

ここでは、このデジタルプラットフォームを使用して人間プレイヤがゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れについて説明する.

(1) マッチング

各プレイヤは、デジタルプラットフォームを起動して、プレイヤ名の入力とマッチング申請を行うと自動的にマッチング待ち状態となる。最初にマッチング待ちになったプレイヤがマスタークライアントとなり、それ以降にマッチング待ちとなったプレイヤは自動的にクライアントとなる。4 名集まるとマッチングが完了し、ゲーム開始となる。

(2) 陣営確認

ゲームが開始されると、まず、マスタークライアントがゲームに必要な情報(誰が人間役か神様役か、どの4枚の絵を使用するか、本物の絵がどれかなど)をランダムに決定し、全クライアントに送信する。各クライアントは、マスタークライアントから受信した情報をもとに、このラウンドの初期情報が保持され、今回のラウンドにおける自分の陣営が表示され、神陣営であればどの絵が正解かも表示される。図5は神陣営のプレイヤに提示された陣営確認の表示例である。全プレイヤがこれを確認したら、石を置くフェーズに移行する。



図 5 陣営確認画面

(3) 石を置くフェーズ

陣営確認が終わると、石を置くフェーズに入る.ここでは、自分の手番の時のみ、入力が行える.他プレイヤの手番の時には、石が置かれると、画面の盤面情報が随時更新される.直前に置かれた石には赤色のハイライトが付けられ、誰がどこに置いたのかを確認できるようにしている.自分の手番になると、石を置く入力を行うことができる.置く石の種類を決め、盤面上の既に置かれている石の近傍以外の任意の位置をクリックすることで石を置くことができる.

図 6 は石を置くフェーズにおけるプレイヤに表示される画面の一例である. この画面から, この局面が Player2 の手番であり, 直前の Player1 が白の石を赤いハイライトの位置に置いた状態であることが読み取れる.

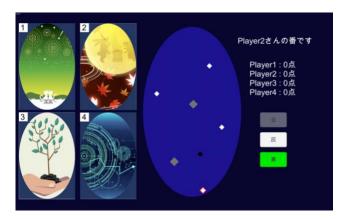


図6 石を置くフェーズの画面

石が置かれると、置かれた石の情報は全クライアントに送信される。全クライアントは、手番プレイヤから受信した石の情報を追加し、手番プレイヤを次のプレイヤに更新する。全てのプレイヤの石が置き終わるまでこれが繰り返される。

(4) 投票フェーズ

全ての石が置き終わると投票フェーズに移る.各プレイヤは、置き終わった石の配置やイラストを見て投票先を指定する.神様は自分自身に投票することはできない.各プレイヤの投票内容はマスタークライアントに集約される.

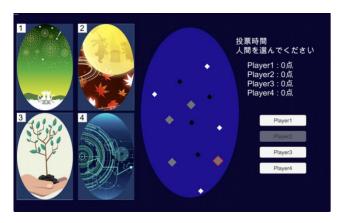


図7 投票画面

図 7 は投票フェーズに神陣営に表示される投票画面の一例である. この場合, Player2 であるので, 自身は選択できないようになっている.

(5) 結果表示

全プレイヤの投票が終了すると、マスタークライアントは集約された投票内容をもとに点数計算を行い、計算結果を全クライアントに送信する。全クライアントは、マスタークライアントから受信した計算結果を、現在のラウンドの結果として画面に表示する。画面には、「各プレイヤの陣営および投票先」、「本物の絵の番号」、「スコアの遷移」が表示される。全員が結果を確認したら、まだ誰も規定スコア(16点)に到達していなければ次のラウンドへと進む。誰か1人でも規定スコアに到達していればゲーム終了となる。



図8 ラウンド結果表示画面

図8は、あるラウンドの終了による結果表示画面である。この場合は、誰も規定スコア(16点)に達していないので、「Next」を全員がクリックすることで、次のラウンドに移行する。

(6) ゲーム終了

誰か一人でも規定スコアを超えた場合、ゲーム終了

となり、ゲームの最終結果が画面に表示される. 結果を確認したら「退出する」をクリックすることでマッチングから離れることができる.

図 9 は、最終結果を示すゲーム終了画面の一例である. ここでは、Player2 が規定スコアを超えて 18 点を獲得して勝利したことを示している.

以上が,このデジタルプラットフォームを使用して ゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れである.



図9 ゲーム結果表示画面

3.3.4. ログファイルの出力

このデジタルプラットフォームは、行ったゲームのプレイログをテキストファイル形式で保存することができる。ログファイルには、「現在のラウンド数」、「そのラウンドにおける全プレイヤの陣営」、「その時点でのスコア」、「使用された4枚の絵の番号」、「本物の絵の番号」、「置かれた全ての石の情報(座標、色、置いたプレイヤ、置いたターン、置くまでにかかった思考時間)」、「各プレイヤの投票結果」、「投票先を決めるまでにかかった思考時間」」、「スコア結果」が記述される。これにより、ログファイルを見ることによって、どのようなゲームが行われたのかを後から確認することができる。

3.3.5. AI のプレイ環境

このデジタルプラットフォームを改変することで、 AI も対戦できる環境を整えることが可能である. 現在、 対戦に必要な通信プロトコルを整備し、対戦のための 環境を整えているところである. これによって、プレイ ヤの認知モデルを構築し、その情報処理モデルに従っ てプレイするシステムを提案し、その妥当性を検証す る研究も可能になると考える.

3.4. 認知実験計画

DREAMS というゲームは、各プレイヤが置く石の配置のみを用いてお互いの意図を理解し合わなければならないゲームである。そのため、各プレイヤは石を置く配置を工夫し、また、他のプレイヤが置いた石の配置から、誰が人間なのか、どの絵が本物なのかを推測することに力を注がなければならない。この過程の中で、プレイヤ間で相互理解が生じたり、逆にお互いに誤解をしたままゲームが進行したりすることがある。

DREAMSにおけるこのようなプレイの過程の中で、人間はどのように思考して意思決定をしているのかを調べ、また、各プレイヤ間でどのようにして相互理解や誤解が生じるのかを明らかにしていきたいと考えている。そこで、開発したデジタルプラットフォームを用いて、被験者に実際に DREAMS をプレイしてもらい、認知実験を行うことを計画している。ここでは、現在計画している認知実験について説明する。

3.4.1. 実験 1

(1) 目的

DREAMS のプレイにおいて、対戦相手のモデルを持っていることが、相手のプレイの理解や解釈に大きな影響を与えることが推定される。そこで、対戦相手について既知の相手であるか否かがプレイに与える影響について明らかにしたい。

具体的には、対戦相手が既に何度も対戦したことの ある面識のあるプレイヤである場合と未知の相手であ る場合、思考過程(特に相手の手の解釈や相互理解)に どのような違いがあるのかを調べることを目的とする.

(2) 方法

被験者には実験参加前にあらかじめ DREAMS のルールを説明し、習熟してもらうために十分に対戦を行ってもらう. 対戦相手がどんな人間であるのかを知っていることが相互理解にどのような影響を与えるのかを明らかにするために、同じ対戦相手で十分に対戦を繰り返したプレイヤ同士の対戦の条件と、まったく初対面の対戦相手でしかも対戦相手について全く知らされていない条件で実験を行う.

被験者同士の対戦実験では、各被験者にはそれぞれ 別室に分かれてもらい、各部屋からデジタルプラット フォームを用いてオンラインで対戦させることで、被 験者がプレイ中の石の配置のみでしか他の被験者と意 思疎通が図れないような環境を作る. ゲームプレイ中は、各被験者には思考している内容を、実際にプレイしながら口頭で発話させ、その様子をビデオカメラで録画し記録する。その発話データをもとに発話プロトコル分析を行うことで、各被験者がプレイ中にどのように考えて意思決定を行っているのかを明らかにする。プレイ中のログファイルを用いてその時のゲーム内容と照らし合わせることで、相互理解や誤解がどのようにして生じるのかを明らかにしていく。そして、これらの結果を上述の2つの条件間で比較することで、対戦相手に対するモデルを持っていることが解釈や相互理解にどのような影響を与えるのかを明らかにする。

3.4.2. 実験 2

(1) 目的

実験1で条件間に差が出るとすると、対戦を繰り返すことで何らかの相手モデルを形成し、それによって 思考過程に変化が生じていると考える.

本実験では、本ゲームに関する対戦経験のないプレイヤ同士がプレイを繰り返して行く中で、どのようにして相手モデルを構築していくのか、それによってどのような思考が変化していくのかという過程について明らかにすることを目的とする.

(2) 方法

本ゲームを一緒にプレイしたことのない被験者に対して、同じプレイヤ同士で上述の環境で対戦を繰り返し、一ラウンドごとに Skype などの対面形式で対戦の振り返りを行い、お互いが何を考えていたのかを話し合わせる. これを数試合繰り返すことで、どのようにプレイヤ間で相互理解が深まっていくのかを、各プレイヤの発話データを分析することで明らかにしていく.

4. おわりに

本報告では、ゲーム研究の新しい題材として DREAMS を紹介した. このゲームのルールと特質を 考察し、人間の解釈や相互理解を題材とした問題を扱うゲームであることについて説明した.

そして、認知科学的な研究の方向性について示し、それらの研究を遂行するためのオンラインで対戦できる デジタルプラットフォームについて説明し、実験の計画について紹介した.

発表までには、ある程度実験が進むことが予想されるので、進捗状況についても説明したい.

文献

- [1] 末續鴻輝, 織田祐輔, (2018) "機械学習を用いないガイスターの行動アルゴリズム開発", GAT2018 シンポジウム, pp. 13-16.
- [2] 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 他, (2015) "人狼知能プロジェクト", 人工知能学会誌, 30-1, pp. 65-73.
- [3] 伊藤毅志, 桝井文人, 宮越勝美, 他, (2015) "カーリン グを科学するプロジェクト", 信学技報, 115(118), pp. 5-10.
- [4] 西野順二, (2017) ミニ四駆 AI2017 春, 知能と情報, 29(4), pp. 141-143.
- [5] DREAMS, Zoch,

https://www.zoch-verlag.com/en/games/family/dreams-601105094/(2019/6/27,アクセス確認日)

- [6] Unity, https://unity.com/ja(2019/6/27,アクセス確認日)
- [7] Photon Unity Networking, https://www.photonengine.com (2019

/6/27,アクセス確認日)

複数台の人狼ゲームロボットを用いた多人数会話における 視線影響の調査

汪 博豪[†],大澤 博隆[†] Bohao Wang, Hirotaka Osawa

† 筑波大学

University of Tsukuba hailabsec@iit.tsukuba.ac.jp

概要

実世界の人間は言語だけではなく視線を用いて会話を行うが、一対一だけでなく多人数で会話を行う。視線による会話の制御は多人数において効果的である。しかし一対一の会話における視線の影響と比べ、多人数会話、特に複数エージェントが存在するマルチエージェント会話における視線の影響は、自動化が難しい。本研究では、ユーザー自身の意思によって変化する発話に対応できる人狼ロボットを実装し、制限が少ない自由会話をできる多人数会話システムを構築した。本システムを用いてロボットの3種類の視線に対する印象評価を行った。その結果によって、人間プレイヤーから目を逸らす視線行動が人間プレイヤーとの友好度を下がることに至る傾向を確認できた。

キーワード: ヒューマンエージェントインタラクション

1. はじめに

多人数会話において、他者に向ける視線行動は相手 への関心や好意を知らせるサインである。対人相互作 用において、相手からの視線を受け取ることは相手に 対する好意につながり、視線を向けられていないと感 じた場合には自分への無関心を感じることはあるだろ う。人間同士での会話における視線と印象の関連につ いては、多くの研究がされている。例えば Kleck らの研 究では、視線量が少ない場合、冷淡や友好でないといっ た相手に対する否定的評価につながることが示されて いる[1]。飯塚[2]の研究では、男女大学生が会話してい る様子を刺激映像とし、視線量の多い映像と少ない映 像の2つの条件を参加者に見せ、印象評価の違いを検 討し、相手を多く見つめる人をより誠実と感じられる ことがわかった。これらの先行研究では、定量分析のた め、参加者に自由に会話させるのではなく、特定な映像 を見せ、それぞれの視線行動による印象評価を行って いる。しかし上記の手法では、多人数会話の環境を再現 するため、実験参加者とのインタラクションがない会 話記録映像を用意するか、限定された質問タスクを行 う映像を参加者に見せている。それらの手法によって 多人数会話における視線と印象の関連性を調べること は可能だが、話者の発話意図が変化しうる自由会話に 対応しづらいので、実世界の会話内容が変わる動的な 会話環境における視線行動による印象変化の調査は困 難だと考えられる。本研究では、話者の発話意図に制限 なしの会話内容が変化する会話を自由会話だと定義す る。例えば、「いま何を食べたいですか」という話題を もとに映像会話を行う際に、「ラーメンを食べた いで す」と答え、すぐに「いいえ,やはりトンカツを食べた いです」と言い直すと、映像を見せる手法では発話への 対応が困難だと考えられる。ただし、日常生活の会話で は、話者の気分、意図などの要因による発話内容の変化 が多く存在し、会話内容の変化も話者の視線変化とつ ながっている可能性がある。よって、会話内容が変化し うる多人数会話における視線と印象変化の関連性を調 査する必要があると考えられる。

話者の意図による会話内容が変化しうる会話環境で も対応できる研究手法として、人工的なエージェント を用いた手法が提案されてきた。平野ら[3]の研究では、 擬人化エージェントと会話できるシステムを開発し、 日本人と欧米人の視線モデルを用いて視線行動の文化 差が対話相手の印象に及ぼす影響を分析している。そ の結果、参加者が自分と同じ文化を持つ視線モデルを 実装したエージェントからよい印象を受けることが示 された。こうした人工的な擬人化ロボットやエージェ ントを用いて、ある程度の会話内容の変化に対応でき る、会話タスクにおける視線が会話相手の印象に及ぼ す影響くお調べることができた。しかしながら、擬人化 ロボットを用いた先行研究で扱っている会話タスクは、 会話内容を字面的な意味で解釈する、会話の流れのパ ターンが固定的なものである。ただし、実世界の会話内 容では、気分などの表面的な要因により、食べたいもの がラーメンからトンカツまでの変化だけではなく、潜 在的な意図による真実から欺瞞までの変化も存在する。 こうした欺瞞がある自由会話においては、視線の変化 が会話相手の印象及び意図推定に及ぼす影響はまだ明 らかにされていない。本研究では、騙し合いが存在する

複雑な会話ゲーム人狼を会話タスクとして提案し、話者の意図変化による変化しうる会話内容を対応できる 会話システムを構築して視線変化が会話相手の印象に 与える影響を調べる。

本研究では、多人数会話における視線影響を調べることを目的とし、同じアルゴリズムを実装された複数台の人狼ゲームロボットを用いた多人数会話システムを構築する手法を提案した。使用されるロボットは定量分析を行いやすい擬人化ロボットで、かつなるべくユーザーを制限しないような人狼ゲームを会話タスクとして扱う。汎用人工知能の標準問題として指摘された人狼ゲーム[12]を課題とし、多人数会話を動的に演じられるマルチエージェントシステムを構築する。構築したシステムを用いてエージェントの視線行動が多人数会話にもたらす影響を調べることが本研究の目的である。エージェントの視線行動を数種類設計し、人と人狼ゲームを行ったうえで、エージェントに対する印象を評価し、エージェントの視線行動が多人数対話に与えた影響を検証する。

本論文では、2章で対話エージェントから人狼知能までの関連研究を紹介する。3章で人狼ゲームの概要、4章で実験システムの実装、5章で予備実験と本実験、6章で実験結果と考察、7章で結論について述べる。

2. 関連研究

視線情報を用いた対話エージェントに関する研究は多く存在する。また、いくつのか先行研究によって、人狼ゲームは人とエージェントとの対話システムの研究題材として成り立つことと、人狼ゲームにおける対話が話者の意思によって変化することも指摘されている。本章ではこれらの研究を説明し、人間・エージェント間の動的対話の分析において、人狼ゲームが適切な題材となることを説明する。

2.1 視線情報を用いた対話エージェント

平野らは対話エージェントの視線行動を日本人モデルと欧米人モデルで実装し、エージェントへの印象評価を行った[3]。平野らは同じ会話タスクであっても、視線行動の文化差によって、見慣れない視線行動では、エージェントから感じた親近感とエージェントに対して感じた親近感が下がることを指摘した。DeVaultらの研究[16]では、話者の発話や視線といった会話行動に応じて適切な動作を返すエージェントが作成されている。

この研究では、視線についてのモデルの作成が十分ではなく、エージェントが話者から視線を動かさないので、エージェントに対しての不自然さを感じたといった報告がある。

2.2 人狼知能

我々は人間・ロボット間で多人数対話タスクとして 人狼ゲームを用いられることを指摘し、人狼ゲームを プレイするためのエージェントに必要な会話・動作要 件を検討し、そのプロトタイプを作成した[13]。

片上らは実際の人間同士の人狼ゲームプレイ動画を 用いて非言語情報が対話に与える影響を分析し調査した[14]。調査結果によって、怒り顔を多く行うと処刑対象や占い対象になりやすくなってしまうことが明らかになった。しかし、エージェントに対して非言語情報が人狼ゲームの対話に与える影響はいまだに指摘されていない。

人狼ゲームに用いた対話の動的分析については、 我々が最もシンプルな構成である 3 人人狼を題材とし て対話をモデル化しシミュレーションを行った。シミュレーションの結果により、簡略化したプロトコル人 狼ゲームにおいても、エージェントの発話意図と発話 内容に対する解釈は動的に変化する[7][8][11]。これら の研究によって、人間・エージェントとの動的対話の分 析には、人狼ゲームは適切な研究題材であると考えら れる。

3. 人狼ゲーム

3.1 人狼ゲームとは

人狼とはゲームの進行がプレイヤー同士の情報交換のみ依存する多人数コミュニケーションゲームの一種である。ゲームスタート時に各プレイヤーは村人陣営と人狼陣営に分かれる。人狼ゲームは昼と夜のフェーズが交互に進み、以下の勝利条件を満たすことで終了する。昼フェーズでは自由議論を行い、多数決投票によってゲームから除外するプレイヤーを決定する。夜フェーズでは、生き残ったプレイヤーが特殊能力を順番に行使する。すべての人狼がゲームから除外された場合、村人陣営が勝利となり、人狼の数が村人と同数以上になった場合には、ゲームの勝者が人狼陣営である。

本研究では、人狼ゲームのシンプルな構成である 5 人人狼を扱った。5人人狼では、表1を示した役職:村 人2人、占い師1人、狂人1人と人狼1人の構成とな る。

丰	1	沿職	上	特殊能力
1 X	т.	TX 4HX	ᆫ	1177/1111/

陣 営	役職	特殊能力
村人陣	占い師	自分が指定したプレイヤーが 人狼かどうかを知ることがで きる
営	村人	特殊能力を持たない
 人 狼	人狼	人狼以外のプレイヤーを1人 指定してゲームから除外する (襲撃)
陣 営	狂人	占い師の能力で人狼陣営のプレイヤーでありながら人間と 判定される

3.2 人狼知能プロトコル

人間同士の人狼ゲームでは自然言語による会話が行われるが、これらの自然言語をそのままエージェントが扱うのは負荷が大きい。人狼エージェントを実現できるため、大澤ら[6]は人狼ゲームにおける推理と説得について伝達できる独自のプロトコルを設計した。本研究では、表 2 のとおりに大澤らの人狼ゲームのプロトコルを用いた。

表 2 人狼知能プロトコル

構文	意味	
VOTE Agent1	Agent1 に投票する	
COMINGOUT	Agent1 が占い師であ	
Agent1 SEER	ると宣言する	
DIVINED Agent1	Agent1 を占った結	
HUMAN	果、人間であった	
ESTIMATE Agent1	Agent1 を人狼である	
WEREWOLF	と推測する	
Agree talk1	1番目の発話に同意	
DISAGREE talk5	5番目の発話に反対	
SKIP	いま話すことはない	
OVER	もう話すことはない	

4. 実装

本章では本研究で扱われたマルチエージェントとの多人数対話システム[9]の実装について説明する。ハードウェアの方は電球型ロボット、コンピューターとタッチパネルの構成となる。ソフトウェアの構成はゲームの進行を制御する人狼知能プラットフォームおよびロボットの制御ソフトとなる。

4.1 人狼知能プラットフォーム

人狼知能プラットフォームとは、人狼知能プロジェクト(http://aiwolf.org)が開発したオーペンソースプロジェクトであり、人狼知能エージェントを設計し人狼ゲームを行えるプラットフォームである。このプラットフォームは人狼知能エージェントを設計できるライブラリとエージェント同士の人狼ゲームを実行できるインターフェイスを提供しておる[4]。本研究では、筆者が人狼知能プラットフォームを基にして人がエージェントとの人狼ゲームをプレイできるインタフェース(図 1)を開発した。



図 1 実験用ユーザインタフェース

4.2 人狼知能アルゴリズム

2017 年第 3 回人狼知能大会[5]で優勝したチーム m_cre のアルゴリズムを元にして、実験用の人狼知能エージェントのアルゴリズムを開発した。

4.3 電球型ロボット

本研究では、佐藤ら[10]が開発した電球型ロボットを用いてロボットの顔を再設計し人狼エージェントを作成した(図 2)。本研究で扱った電球型ロボットの顔部分は、ロボットに搭載されたプロジェクタからの出力を上部の球面ディスプレイに映し出すことによって表示する。これによって、エージェントの表情や視線を自由にデザインすることが可能である。



図 2 電球型ロボット

4.4 システムの仕組み

エージェントとの動的対話システムの仕組みは図3 を示したようになる。ユーザーが図1で示したような インタフェースにボタンを押すことで発話の話題、対 象などの要素を選択し人狼プラットフォームに送信す る。人狼プラットフォームが受信した発話要素によっ てユーザーの発話内容を生成する。4.2 節の人狼知能ア ルゴリズムによって、ユーザーの入力した発話内容に 応じ、エージェントの適切な発話内容を生成する。次 に、プラットフォームは生成された発話内容をユーザ インターフェースに表示しながらロボット制御ソフト への送信を行う。プラットフォームから受信したデー タは図4を例としたゲームログである。その後、ロボ ット制御ソフトが受信したログを解析し、人とエージ エントの発話内容から生存するプレイヤー数までのゲ ーム情報を抽出する。次に、抽出したエージェントの発 話内容に応じてエージェントの発話を音声で出力し、 エージェントの顔をロボットに描画する。これらのプ ロセスによって、ユーザーがロボットとアイコンタク トをしながら人間同士のように人狼ゲームをプレイす ることができる。

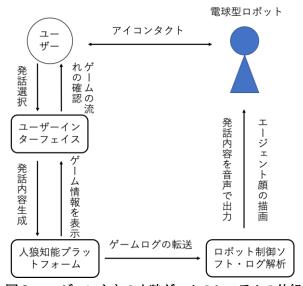


図3 エージェントとの人狼ゲームのシステムの仕組

1,status,1,POSSESSED,ALIVE,Player,1,2 1,status,2,VILLAGER,ALIVE,m_cre,1,2 1,status,3,VILLAGER,ALIVE,m_cre,1,2 1,status,4,SEER,ALIVE,m cre,1,2 1,status,5,WEREWOLF,ALIVE,m_cre,1,2 1,talk,0,0,1,Skip 1,talk,1,0,2,VOTE Agent[03] 1,talk,2,0,3,VOTE Agent[01] 1,talk,3,0,4,COMINGOUT Agent[04] 1,talk,4,0,5,VOTE Agent[04] 1,talk,5,1,1,Skip 1,talk,6,1,2,Skip 1,talk,7,1,3,Skip 1,talk,8,1,4,DIVINED Agent[05] WEREWOLF 1,talk,9,1,5,VOTE Agent[03] 1,talk,10,2,1,COMINGOUT Agent[01] SEER

図4 ゲームログ

5. 実験

5.1 実験環境

ロボットの配置は図 5 のようになる。ロボットの 視線行動は表 4 を示した通常視線である Normal 条件 (NR 条件) を 2 台、回避的な視線である Negative 条件 (NG 条件)を 1 台と Positive 条件(PS 条件)を 1 台それぞ れに実装した。

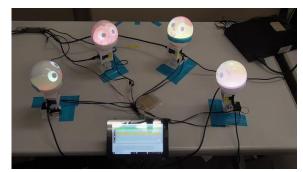


図 5 実験環境

表。	4	エージェン	トの視線行動
4x '	•		1 V / 170/1910 1 1 48/J

視線条件	エージェントの視線行動						
NR	発話する際に発話の聞き手を注						
	視する						
NG	発話する際に目を逸らす						
PS	発話する際に必ず人間プレイヤ						
PS	ーを注視する						

5.2 実験参加者

本実験の参加者は大学院生10名である。

5.3 実験の手続き

エージェントにそれぞれの視線行動を設置し、実験 参加者にエージェントとの人狼ゲームを連続で6回プレイしてもらう。プレイした後には、実験参加者をそれ ぞれのエージェントに対する印象についてアンケート を回答してもらい、感想に関するインタビューを行う。

5.4 評価項目

人狼ゲームを 6 回行うタスク終了後にそれぞれの人 狼エージェントに対する評価は、実験参加者にアンケートで行ってもらった。アンケートは単詞対を用いた 7 段階で行い、項目は Bartneck ら[15]の The Godspeed Questionnaire Series (GQS)を参考に、エージェントの可 愛さ、知性、安全性及びエージェントから感じる信頼度 を測定するための項目を用意した。各項目は以下の通 りである。

エージェントの印象

可愛さ

- 1. 友好的でない―友好的な
- 2. 不愉快な一愉快な

知性

3. 知的でない―知的な

安全性

4. 動揺している―冷静な

信頼度

5. 信頼できない―信頼できる

5.5 仮説

アンケートの結果としては、NR条件の結果を標準とすると、NG条件の結果については、友好的な印象の値

が下がり、それに対し、PS条件でのエージェントの友好的な印象の値が上がる。エージェントとのプレイが愉快であるかといった項目については、人間がずっと見られると全く目を合わせないことに対する印象が悪くなると考えられるので、PS条件とNG条件での値がNR条件より低くなると想定される。知性といった項目では、言語情報の影響が高いと考えられ、各条件での値がほぼ同じになると想定される。信頼度の項目は、プレイヤーを凝視することが信頼の意図を伝達していると仮設し、NG条件とNR条件より、PS条件でのエージェントに対する信頼度が高いと想定される。総合的に考えると、NR条件と比べて、NG条件である他者とのアイコンタクトを回避する行動が非協力的な態度を思わせ、PS条件である人間を常時に注視する行動が協力的な態度を思わせることを仮説として考えた。

6. 結果と考察

6.1 結果

実験参加者 10 人のアンケートの各項目についての回答の平均値を図 6 に示した。各項目において NG 条件と NR 条件、PS 条件と NR 条件それぞれについて t 検定を行った結果、NG 条件と NR 条件でのエージェントの友好度において有意傾向が認められた(p<0.1)。また、エージェントに対する愉快な印象を感じるといった項目においては、NG 条件と NR 条件、PS 条件と NR 条件両方とも有意差が認められた(p<0.05)。

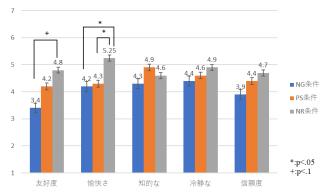


図 6 アンケート調査の結果

6.2 考察

実験終了後にエージェントの印象についてアンケート調査を行った。それぞれのエージェントに対し、可愛さ、知性、安全性、信頼度についての評価を行った結果、可愛さのみの有意結果を得られた。我々は「通常視線より、プレイヤーから目を逸らす視線行動がほかの話者

に非協力的な態度と会話への低下な参加度を思わせる」 を仮説の一つとして考えた。また、それに対し、プレイ ヤーを凝視すると協力的な態度と高い対話参加度を見 積もられることも、仮説として考えた。通常視線と比べ ると、回避視線を用いたエージェントが他者に友好的 な態度を見せなくなる傾向があった。それによって、回 避視線を用いたエージェントが他者と協力しづらくな り、非協力的な態度を見せてしまい、エージェントが会 話に対する活躍度が低くなると思われている可能性が ある。実験参加者のインタビューによると、"回避視線 を行ったエージェントは怪しく、信頼しにくいです。" といった感想があった。もう一人は"自分を見ないエー ジェントの発話は説得力が低いです"と発言している。 一方、通常視線より、回避視線と凝視視線を用いたエ ージェントとの会話が楽しくなかったといった結果が 得られたため、PS 条件がより協力的な態度を見せると いう仮説は成立しなかった。この結果によって、人間プ レイヤーと回避視線や凝視視線を用いたエージェント とのインタラクションの積極性が下がることが考えら れる。よって視線行動を用いたエージェントとの協力 が行いづらくなり、エージェントの非協力的な態度が 見られたと考えられる。ただ、多人数会話を参加するエ ージェンに対しては、話者とのインタラクションが減 少するのは良いことではない。

7. おわりに

本研究では、簡単なタスク対話と異なる制限が少ない自由会話ができるゲーム人狼を題材として、人狼ゲームをプレイできるエージェントを開発し、そのエージェントを用いて人間との多人数対話できるシステムを構築した。筆者は4台のエージェントのうち、2台には話者を見る通常視線、1台には人間プレイヤーしか見ない凝視視線、1台には他者を見ない回避視線を実装した。多人数会話における視線の影響を調べるため、こういったエージェントを用いて実験参加者との人狼ゲームを行い、エージェントに対する印象についてアンケート調査を行った。その結果によって、人間プレイヤーから目を逸らす視線行動が人間プレイヤーとの友好度を下がることに至る傾向を確認できた。こうした視線行動は、エージェントが人間プレイヤーに敵対プレイヤーとして推測される可能性があると考えられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18KT0029、中山隼雄 科学技術振興財団の助成を受けたものです。

文献

- [1] Kleck.R.E., Nuessle W.,1968, "Congruence between the indicative and communicative functions of eye-contact in interpersonal relations", British Journal of Social and Clinical Psychology, 7: 241–246.
- [2] 飯塚雄一, "視線量の多少が印象形成に及ぼす影響", 島根県立看護短期大学紀要, 10:69-74(2004)
- [3] 平野拓,石王拓斗,神田智子,"視線行動の文化差が対話相手の印象に及ぼす影響分析", HAI シンポジウム 2016, P-34(2016)
- [4] F. Toriumi, K. Kajiwara, H. Osawa, M. Inaba, D. Katagami, K. Shinoda, "Development of ai wolf server", in *Proceedings of the Game Programming Workshop*, pp. 127-132(2014)
- [5] 鳥海不二夫,篠田孝祐,大澤博隆,三宅陽一, "人狼知能 大会参加エージェントの分析―集合知の観点からの分 析", 日本デジタルゲーム学会(2017)
- [6] 大澤博隆, 鳥海不二夫, 片上大輔, 篠田孝祐, 稲葉通将, "人狼ゲームのプロトコル設計: 推理と説得のプロトコ ル", FAN2014(2014)
- [7] B. Wang, H. Osawa, K. Satoh, "How implicit communication emerges during conversation game", AAMAS'2018, pp.2118-2120(2018)
- [8] 汪博豪, 大澤博隆, 佐藤健, "進化シミュレーションを用いた3人人狼の戦略分析", HAI シンポジウム 2017, P-48(2017)
- [9] B. Wang, H. Osawa, T. Toyono, F. Toriumi, D. Katagami, "Development of real-World agent system for werewolf game", AAMAS'2018, pp.1838-1840(2018)
- [10] 佐藤拓也,工藤祐介,大澤博隆,"児童がデザインする図書紹介ロボットにおけるフィードバック手法の開発", 2017 年度人工知能学会全国大会,3N2-5in1(2017)
- [11] 汪博豪, 大澤博隆, 佐藤健, "進化シミュレーションを用いたエージェントにおける情報共有の分析", 2018 年度人工知能学会全国大会, 1H1-OS-13a-05(2018)
- [12] 篠田孝祐, 鳥海不二夫, 片上大輔, 大澤博隆, 稲葉通将, "汎用人工知能の標準問題としての人狼ゲーム", 人工知 能学会全国大会, 2C4-OS-22a-3(2014)
- [13]大澤博隆, 栢野航, 片上大輔, 鳥海不二夫, 稲葉通将, 篠田孝祐, "コミュニケーションゲーム「人狼」を達成するロボットエージェントの設計要件", クラウドネットワークロボット研究会(2015)
- [14] D. Katagami, S. Takaku, M. Inaba, H. Osawa, K. Shinoda, J. Nishino, F. Toriumi, "Investigation of the effects of nonverbal information on werewolf", Fuzzy Systems, 2014 IEEE International Conference on IEEE, pp.982-987(2014)
- [15] C. Bartneck, E. Croft, D. Kulic, S. Zoghbi, "Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence and perceived safety of robots", International journal of social robotics 1(1), pp.71-81(2009)
- [16] D. DeVault, R. Artstein, G. Benn, T. Dey, E. Fast, A. Gainer, K. Georgila, J. Gratch, A. Hartholt, M. Lhommet, G. Lucas, S. Marsella, F. Morbini, A. Nazarian, S. Scherer, G. Stratou, A. Suri, D. Traum, R. Wood, Y. Xu, A. Rizzo, L. P. Morency, "SimSensei Kiosk: A virtual human interviewer for healthcare decision support", AAMAS'14, pp. 1061-1068(2014)

ゲーム研究の新展開と認知科学

Novel Development and Cognitive Science on Game Research

伊藤毅志1, 松原仁2, 山本雅人3, 狩野芳伸4, 大澤博隆5

Takeshi Ito, Hitoshi Matsubara, Masahito Yamamoto, Yoshinobu Kano, Hirotaka Osawa

1電気通信大学, 2はこだて未来大学, 3北海道大学, 4静岡大学, 5筑波大学

The University of Electro-Communications, Future University Hakodate, Hokkado University, Shizuoka University, University of Tsukuba

¹ito@ cs.uec.ac.jp, ²matsubar@fun.ac.jp, ³masahito@complex.ist.hokudai.ac.jp, ⁴kano@inf.shizuoka.ac.jp, ⁵osawa@iit.tsukuba.ac.jp

概要

ディープニューラルネットワークを用いた AlphaGo の登場によって、近年ゲームを題材とした研究は大きな転換期を迎え、二つの方向性に分化を始めている。一つは、人間を超えるほどのゲーム AI と人間との付き合い方を考える研究分野であり、もう一つは、現在の AI 技術を以てしても困難なゲームを模索する研究である。どちらも人間の知のメカニズムである認知科学の分野と密接な関係を持つ新しい課題を投げかけている。

本オーガナイズドセッションでは、近年のゲーム AI 研究に起こっていることを振り返り、認知科学におけるゲームの新しい研究分野について議論する.

キーワード: ディープラーニング, ゲーム AI, 人と機械のコミュニケーション

1. 趣旨

パズルやゲームを題材とした研究は、問題解決や社会心理学といった認知科学の分野において重要なベンチマークとして機能してきた. これらの知見は、人工知能の分野でも応用され、人間の思考と人工物の思考の比較や相互作用について議論するツールとしても重要な役割を果たしてきた.

近年、ゲーム AI の分野では Alpha Go が登場し[1]、その直後に Alpha Zero の論文[2]が著された. この研究成果は、ほとんどの二人完全情報確定ゼロ和ゲームで人間を上回るパフォーマンスの AI が実現できる可能性を示している. これは、ゲーム AI の研究に、非常に大きなインパクトを与えた. これ以降、ゲーム研究は大きく二つの方向性に分化し始めている.

一つは、まだ人間の知能に及ばない不確定ゲームや不完全情報ゲームなどのより実環境に近いゲームを対象にしたゲーム AI の研究を模索する動きであり、もう一つは、人間を超えるレベルに十分に強くなったゲーム AI を学習支援や理解促進などの分野に応用しようとする研究である.

前者の研究としては、「人狼」に代表されるような高度なコミュニケーション能力を必要とするゲームや

「カーリング」のように実環境に対する体感と戦略的 思考を組み合わせたゲームなどが挙げられる。これら の研究分野では、プレイヤの発話や仕草に焦点を当て た研究やプレイ中に体感したことを戦略に活かしてい く高度な身体的スキル獲得に関する研究もおこなわれ ている。

後者の研究分野においては、AI が導く思考過程をどのように人間のプレイヤにわかりやすく提示するのか、人間と高度な AI とのコミュニケーションに求められる新しい認知的な課題をもたらしている.

本セッションでは、上述の人狼やカーリングなどの新しいゲーム研究を例に挙げて、近年のゲーム AI の発展に伴う新たな認知科学的研究テーマについて議論していく。また、広い意味でのゲームを題材とした認知科学研究についても展望していく。

2. 構成と概要

当日は,以下のような構成で進行する予定である.

- 1. 企画概要説明(15分) 伊藤毅志
- 2. OS 内関連一般発表 3 件(15 分×3 件)
- 3. パネル討論 (90分) 司会: 伊藤毅志
 - ○話題提供(15分×4名)

松原仁、山本雅人、狩野芳伸、大澤博隆

○全体討論(30分)

2.1. 企画概要説明

まず、本企画責任者である伊藤毅志から、ゲームやパズルが認知科学の研究において、どのような役割を果たしてきたのかについて説明する。そのうえで、ゲーム AI の進化に伴って顕在化した新たな認知科学的課題について説明する。

2.2. 公募発表 3件

引き続き、本OSに応募してきた以下の3件の口頭発表を行う。

- 1) メッセージ付きジレンマゲームにおけるコミュニケーションシステムの実験的検討:井上直紀(静岡大学),森田純哉(静岡大学)
- 2) 非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」 の提案と研究計画: 浅野旬吾(電気通信大学), 伊藤毅志(電気通信大学)
- 3) 複数台の人狼ゲームロボットを用いた多人数会 話における視線影響の調査: 汪博豪(筑波 大学)、大澤博隆(筑波大学)

2.3. パネル討論

最後に、オーガナイザーによるパネル討論を行う. それぞれ、以下のような話題提供を行う予定である. いずれも人工知能分野からのゲーム研究の現状と現 在取り組んでいる研究について語っていただく.

ゲーム AI 研究として、現在直面している認知科学的課題についてそれぞれの立場から議論を交わし、今後当該分野において考慮すべき認知科学的テーマを整理し、この分野の研究の展望についてフロアを巻き込んだ討論を行っていきたい.

2.3.1. 話題提供1:松原仁

AI の研究が 1950 年後に始まって以来チェスを中心としたゲームはずっと AI の研究の中心的な題材であった. 1997 年にチェスでコンピュータが世界チャンピオンに勝ち 2010 年代に相次いで将棋と囲碁で同じことが起きた[3]. 思考ゲームのほぼすべてでコンピュータが人間を超えた今ゲーム AI はどういう状況なのかを述べる.

2.3.2. 話題提供2:山本雅人

サイコロや乱数などを用いる不確定な要素をもつゲーム AI の研究は、深層学習(ディープラーニング)技術の革新的発展によって進んできている[4]. さらに、選手の技量やプレイの不確定性などをうまく扱うことが可能であれば、ゲーム AI の技術はスポーツの世界へも応用可能である。その具体的一例として、カーリングにおける戦術支援をモンテカルロ木探索やディープラーニングによって可能とする

手法について紹介し、実践例などの分析や観戦支援 に応用可能であることを示す.

2.3.3. 話題提供3:狩野芳伸

人狼知能プロジェクトでは、会話ゲーム「人狼」の自動プレイヤ構築を行っている[5]. 人狼には隠された役職があるため不完全情報ゲームであるなどさまざまな側面があるが、会話という点では相手を騙し、嘘を見抜き、説得し信頼を勝ち取る高度な知的タスクが要求される. 一方で既存の対話システムはそもそも対話が十分に成立するといえるレベルに達しておらず、その発展にはよい評価尺度が必要である. 対話システムの評価という観点から、自動人狼エージェント構築の現状と課題を実際の自動対戦の様子を紹介しつつ議論する.

2.3.4. 話題提供4:大澤博隆

本発表ではコミュニケーションゲーム Hanabi における,非言語コミュニケーション特徴の役割について検討する[6]. Hanabi や人狼やは不完全情報ゲームの中で,相手の意図が確定しない状況での推論を言語・非言語交えて行う必要があるゲームである.本発表では Hanabi における思考時間が相手の推論に与える効果や,人狼ゲームの非言語情報から得られる特徴を発表する.

3. 関連する認知科学的話題と展望

自動運転に代表されるように、我々の日常に高度な認知能力を備えた AI 技術が入り込んでくることが現実味を帯びている. 本 OS では、高度に進化しているゲーム AI 技術と人間との関わり方について考察することで、高度な知能を持つ AI と人間の新しい関わり方について考察を深めていく.

松原氏の話題提供にあるように、ゲーム AI の世界では一足先に人間を超える AI がゲームと人間の付き合い方を大きく変えている。ゲームの世界で起こっていることは、将来我々の日常に入り込む AI によって起こることの一種のテストベットになっていると考えることもできる。

人間の能力を超える AI の示す評価は、しばしば人間 の理解の範疇を超えることがある。 そもそも、人間と AI の思考には大きな隔たりがあり、人間に理解しやす い形で AI の思考を可視化する技術が求められている. 一方で、現在の AI では解決困難な課題も浮き彫りになってきている. 山本氏が話題提供するカーリングというゲームでは、刻々と変化する氷の状態やプレイヤのスキルや疲労などの要因が大きく影響を与える. このような状況の変化に臨機応変に対応することは、現在の AI では難しい課題の一つである. このような不確定な問題を乱数によって定式化して、カーリングをプレイする AI の研究は進化している. AI の示す候補手の思考過程を可視化する試みを紹介し、人間が AI を用いて知を拡張する可能性について議論する.

狩野氏の話題提供する人狼や大澤氏の話題提供す Hanabi などのゲームでは、これをプレイするプレイヤ は高度なコミュニケーション能力を必要とする. 他者 との駆け引きや相互理解を必要とするようなゲームに おいては、AI はまだ人間の能力に及ばない. 昨今の AI ブームを支えているディープラーニングの手法の限界 に挑む AI の研究は、人間と機械の違いを際立たせてい る. 人間特有の高度なコミュニケーション能力に関す る認知科学的研究の必要性は高まってきている.

これらの認知科学的課題に興味のある研究者は,是 非このオーガナイズドセッションに足を運んで,本セッションのパネル討論に加わっていただければ幸いである.

対対

- [1] David Silver, Aja Huang, et al. (2016) "Mastering the game of Go with deep neura networks and tree search", Nature 529, pp.484-489.
- [2] David Silver, Thomas Hubert, et al. (2018) "A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play", Science, Vol.362, Issue 6419, pp.1140-1144.
- [3] 松原仁, (2017)" コンピュータ将棋・囲碁の今後", 数学セミナー,56(11),pp.32-36.
- [4] 伊藤毅志, 桝井文人, 宮越勝美, 他,(2015)"カーリングを 科学するプロジェクト", 信学技報,115(118),pp. 5-10.
- [5] 山本雅人,伊藤毅志,桝井文人,松原仁,(2018)"カーリングと AI",情報処理,59(6),pp.500-504.
- [6] 狩野芳伸, 稲葉通将, (2018) "人狼知能大会第一回自然言語 部 門 の 開 催 ", 人 工 知 能 学 会 全 国 大 会 論 文 誌、JSAI2018,1H2OS13b03.
- [7] 佐藤栄介,大澤博隆,(2019)"相手の思考時間の長短によって推定の信頼度を変更する協力ゲームHanabiのエージェントの開発及び評価",人工知能学会全国大会論文集JSAI2019,3F4OS14b01

言語コミュニケーションにおける階層性と意図共有の統合 ~人間性の進化的理解へ向けて~

Integration of Hierarchy and Intention Sharing in Linguistic Communication: Toward Evolutionary Understanding of Human Nature

橋本 敬^a,小林 春美^b,岡ノ谷 一夫^c Takashi Hashimoto, Harumi Kobayashi, Kazuo Okanoya

^a北陸先端科学技術大学院大学,^b東京電機大学,^c東京大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology, Tokyo Denki University, University of Tokyo hash@jaist.ac.jp, h-koba@mail.dendai.ac.jp, cokanoya@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

階層的に構造化された記号列により複合的概念を構築し他者と意図を共有する言語コミュニケーションは人間の本性のひとつである.階層性と意図共有の出現と統合を言語の起源・進化の重要問題と捉える共創言語進化学(http://evolinguistics.net)では、この統合により累積的な概念構築が可能になったと考える.本 OSでは、階層性と意図共有の統合に至る生物進化、およびその統合による言語とコミュニケーションの構造・形態の文化進化という進化的観点から、人間性の本質に迫る議論を行う.

キーワード:言語起源(Origin of Language),言語進化 (Evolution of language),階層性(Hierarchy),意図共有 (Intention Sharing),共創言語進化学(Evolinguistics)

1. はじめに

人間の言語コミュニケーションは. 階層的に構造化された記号列により複合的概念を構築し,他者と意図を共有するという特性を持つ.ここでは,階層性を「要素のまとまりが新たな機能を実現し、さらに、それら(=要素のまとまり)のまとまりがより上位の機能を実現すること」,そして,意図共有を「相手が実現したい状態を理解し,自分もそれを実現しようすること」と暫定的に定義する.

階層的に構造化された記号列による複合的概念構築は、たとえば unlockable という単語に端的に表れる.この単語を unlock+able と考えると「解錠可能」、un+lockable とすると「施錠不可能」という異なる意味になる.解釈する側からは、これは{{un, lock}, able}か {un, {lock, able}}のどちらの階層構造と見るかによるが、発する側は lockに un (否定), able (可能)を合わせて複合的概念を作っている.これは複数の単語で文を作る場合でも同様である.すなわち、言語を用いることは複合的で複雑な概念を階層的に構築していることになる.

意図共有の端的な例は「醤油取れる?」という発話である。これは字義通りには「醤油を取る能力があるか」という質問だが、通常そのようには解釈されない。この発話を受けた人は「醤油を取って渡して欲しい」という言外にある話者の意図を理解し、それに添って行動するだろう。すなわち話者の意図は聞き手と共有される。実際には指差しや視線によっても意図を共有できる場合が多く、意図共有は言語というよりコミュニケーション全般の問題である。だが、言語によって複雑な意図を伝達できるという点が人間の言語コミュニケーションを特徴づけている。

階層性と意図共有が合わさって言語コミュニケーションを実現させていることは、一種の人間の本性であろう。その解明は認知科学にとっても課題であり、両者はそれぞれ様々な観点から研究されて来たが、両者の統合的理解にはまだ課題がある。たとえば、人間は自他の心の入れ子構造をある程度の深さまで理解できるが、言語の階層性によって心の入れ子構造が理解可能になるのか、あるいは、後者の理解が前者を可能にしたのかも未解明である。

階層性と意図共有がいかに現れヒトにおいて統合されたかを言語の起源・進化の最重要問題と捉える共創言語進化学(http://evolinguistics.net)では、この統合により累積的な概念構築すなわち共創が可能になったと考える。本 OS では、階層性 and/or 意図共有の研究に関わる、または興味を持つ様々な分野の研究者が、両特性の統合的理解について、自身の研究に基づきつつスペキュレーションも含めて検討する。そして、両特性とその統合に至る生物進化、およびその統合による言語とコミュニケーションの構造・形態の文化進化という進化的観点から、人間性の本質に迫る議論を行う。

再帰的結合による多様な仮説生成

- + Embodied Simulation による仮説選択
- → アブダクティブな意図共有のベース

Diversified Hypotheses Generation by Recursive Combination + Hypotheses Selection by Embodied Simulation → Basis of Intention Sharing by Abduction

橋本 敬 Takashi Hashimoto

北陸先端科学技術大学院大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology hash@jaist.ac.jp

概要

言語コミュニケーションの特質である階層性と意図 共有の統合を理解することは、言語の起源を追求する 上で重要であろう。意図共有をアブダクティブな推論 と考えると、そこに階層性と意図共有を統合する可能 性がある。すなわち、他者の意図に関する多様な仮説 の形成に、階層性を生み出す再帰的結合が持つ生成物 の多様化という機能が活かされる。そして、その仮説 の中から Embodied Simulation 可能な仮説が選択される ことで、他者の意図を理解・納得できる。

キーワード: 再帰的結合(Recursive Combination), 意図 共有(Intention Sharing), アブダクション(Abduction), Embodied Simulation

1. はじめに

人間の言語コミュニケーションは、階層性を持つ記号列により複合的概念を構築し、他者と意図を共有するという特性を持つ、この二つの能力が合わさることで、人間は豊かな物質文化・精神文化を共創してこれたと考えられる。この階層性と意図共有の能力がいかにして進化しヒトにおいて統合したかを明らかにすることが、言語の起源のコアとなる問題だと考えられる。ことが、言語の起源のコアとなる問題だと考えられる。本稿は、両者の統合の一つの形として、階層性を生み出す基盤的能力である再帰的結合により他者の意図を推論するための多様な仮説を生み出し、その仮説がEmbodied Simulationにより選択されることでアブダクティブな推論による意図理解ができるという仮説を提示する。

2. 階層性と再帰的結合

まず、階層性とそれを生み出す再帰的結合について

1 共創言語進化学(http://evolinguistics.net)参照

の暫定的な定義を与える². 階層性は「要素のまとまりが新たな機能を実現し、さらに、それら(=要素のまとまり)のまとまりがより上位の機能を実現すること」と定義できる³.

言語で想定している階層性は、単語や形態素を合わ せて文や複合語を作ることで「意味」という機能が実 現するような場合である. たとえば unlockable という 単語は、un, lock, able という3つの要素がまとまってい る. これを、{un, lock}というまとまりと able のさらな るまとまりと考えると、「unlock=解錠する」という意 味と「able=可能」の意味がまとまって「解錠可能」と いう上位の意味が実現される.一方,「{lock, able}=施 錠可能」というまとまりに「un=否定」という機能が さらにまとめられていると考えると,「施錠不可能」と いう異なる意味になる. すなわち, まとまりのまとま り方によって上位の機能(意味)が異なり得る. ある いは、要素をまとめることで概念を作り、まとめかた の違いによって異なる複合的な概念の構築をしている. これが人間言語においては、「un+lock+able」という sequence (あるいは、線形の合成性, linear compositionality) ではなく階層性(階層的な合成性,

² ここでの階層性および次節での意図共有の定義は、研究を 進めるための作業的・暫定的なものであり、今後の研究の進 展を通じて改訂されるものである.

³ この定義は、段階的にまとめるという構造だけではなく、各段階でのまとまりがなんらかの機能を持つと考える点に特徴がある。そして、本稿で中心的に扱う言語文における階層性以外の現実の多様な階層構造に広く当てはまると考えられる。たとえば、場所の階層性については以下のように考えることができる。すなわち、{流し、コンロ、食器棚、…}がまとまった「キッチン」という特定の機能を持つ部屋、{ソファー、テレビ、…}がまとまった「リビング」、そして、{キッチン、リビング、寝室、…}が上位でまとまった「家」、さらに、「流し」は{蛇口、排水溝、…}という下位の要素からなる。

hierarchical compositionality) が不可欠であることの証左 だと考えられる[1].

上記の説明で見たように、階層構造は二つの要素を 組み合わせたものに他の要素を組み合わせることを繰 り返すことで作り出すことができる. すなわち、要素 の組み合わせという関数を再帰的に適用しているので、 ここではこの操作を再帰的結合(Recursive Combination) と呼ぶ[2]. 生成言語学では語彙項目(統語体)の結合 を併合(Merge)と呼ぶ[3]. 結合される語彙項目はす でに結合されたものであってもよいので、併合自体は 再帰的な適用が可能、あるいは併合が再帰的操作であ ると考える. この再帰的な語彙結合操作がヒト固有の 計算機構であり言語の起源の重要イベントであると考 えられている[4]. 一方, 我々が考える再帰的結合は結 合される対象に限定をつけず,物体,イメージ,概念, 語彙, 数など離散的要素であればなんでも適用対象と なると考える. したがって、再帰的結合は併合の一般 化された操作であると位置づけられる.

物体を対象とした再帰的結合がどのような適応的機能を持ち、どのような条件で進化しうるかを調べた進化シミュレーション[5]より、再帰的結合は、生成物を多様化すること、および生成方法を多様化することという適応的機能を持ち、多様な物を生み出すことが有利になるような状況で進化し得ることが示された4.本稿では、この生成物を多様化する機能は仮説生成においても有効ではないかと考える.

3. 意図共有におけるアブダクション

つぎに意図共有を定義する.まず,意図を「実現したい状態に関する態度」とし,意図共有を「相手が実現したい状態に対する態度を理解し、自分もその状態を実現しようという態度を持つこと」と定義する.

これは「意図理解」よりも厳しい定義になっている. すなわち、後半の部分で自分も他者が実現したいことを実現しようという意図をともに持つことを課しており、話者と聴者がより協調的・協力的な関係である. また、話者が実現したいと思っている状態をたまたま実現することよりも、一段深い埋め込みが想定されて いる. なぜなら、聴者には話者の意図を理解して実現することを意図することが要請されているからである. すなわち、「話者の意図を理解し、それを実現しようと意図する」という再帰的 (reflexive) な構造になっている. コミュニケーションにおいてこのように定義された意図共有を実現するには、コミュニケーションを行う両者に (あるいは少なくとも聴者には) 複合的な概念を構築できる能力が要請される.

人間のコミュニケーションでは、メッセージの字義 通りの意味(denotation)だけではなく、メッセージの 言外の意味(connotation)がある場合がほとんどで、意 図は多くの場合後者に含まれる。そして、言外の意味 が理解され、さらに共有されてこそコミュニケーショ ンは成功とみなされる⁵.

言外の意味のように表面的に表されない意図を理解するには、コミュニケーションをコードモデル(あるいは導管モデル)ではなく推論モデルで考えた方が適切であろう[7,8]. コードモデルとは、話者は伝えたい意味をあるコード(語彙や文法のようなルールもコードの一種)によって表現に変換し、それを導管で運搬し、聴者は同じコードを用いて表現から意味を回復(デコード)することによって意味を理解するというコミュニケーションのひとつのモデルである[9].

一方,推論モデルでは、コミュニケーションは以下 の二つの意図により成り立つとする[8].

(a) 情報意図

話者Sは、Sの行為xが聴者にある特定の反応を起こすことを意図する(聴者になにかを伝えることを意図する)

(b) 伝達意図

話者は、聴者が話者の情報意図(a)を認識することを 意図する(情報意図を伝えることを意図する) そして、これらの意図を伝えられるのは、コード解読

この推論には、相手や状況に関するあらゆる情報(すなわち文脈に関する知識)を使えるとし、それによって暗喩・婉曲・間接表現を含む定型的ではない意図の伝達・理解・共有が可能になる。だが、確定的なコー

ではなく推論によって可能になると考える.

⁴ たとえば、資源を獲得する道具を物体や物体を加工する操作を組み合わせて製作する場合、資源を巡る競争が激しいような環境では、多様な道具を製作し多様な資源を利用できるようにすることが生存上有利になる。このような環境では物体や物体操作の再帰的結合により多様な道具を作ることが適応的となり得ると考えられる。

⁵ ある行為により意図の伝達が意図され、それ(ある行為により特定の意図を伝達すること)を意図していることまで含めて理解される(相手はその行為が意図を伝達しようとする意図を持っていることを理解する)ことをコミュニケーションの定義に求め、意図しない共有はコミュニケーションに含まないという制限的な定義もあるが[6]、本稿ではそこまで限定的にしない.

ドによって伝えるのではないため、常に伝達に失敗する危険もある.

この推論はアブダクションと考えることが妥当であ る. アブダクションとは、ある興味深い現象に対して それを説明できる妥当な仮説を設定する推論であり, プラグマティズムの哲学者 C. S. パースがはじめに提 唱したと言われている[10]. 現象の裏にある原因(表面 的には分からないメカニズム)の推定においてもアブ ダクティブな推論が働いていると考えることができる [11]. 「ある興味深い現象 X を観察したとき, そこに C という原因があると仮定するとXをうまく説明できる」 という推論である. コミュニケーションにおける意図 は話者の心の中にあり, 他者の心は通常見えないもの である. その心の中の意図を観察可能な行為(受け取 った発話など)から推定することは、観測された現象 からその裏にあるメカニズムを推定することと同じ推 論が働いていると考えることで説明可能である. すな わち「Sがxという行為をしたが、SがIという意図を 持っていると仮定すれば x をうまく説明できる」とい う推論だ.

だが、有限の観察事例を説明可能な仮説は原理的には無限にあり得る。実際には無限とは言わないが、多くの仮説を想定し(仮説生成)、その中から適切なものを選択しなくてはならない(仮説選択).

4. 意図推定におけるミラーニューロンシステムの役割

話者が意図を表現するコミュニケーション的行為は、言語的な発話も含むが、発話に限定されるわけではない.この行為が身体運動でありその運動を聴者が観察できるなら、運動の目的としての意図と観察者のミラーニューロンシステム (MNS) の活動が対応すると言われている[12].すなわち、何のためにある運動をするかという運動意図の認識は神経的には MNS によって支えれている可能性がある。また、「蹴る」「噛む」といった身体運動を表す表現を読んだ時と、その単語が表す運動を観察した時の運動野の脳活動に相関がある[13].すなわち、身体運動を表す言語表現でも MNS が活動するということであり、そのような表現の意図の認識も MNS によって支えられている可能性がある.

だが、言語のように記号を用いたコミュニケーションの場合は、身体運動を直接表すような記号ばかりが使われるわけではない。そのような記号メッセージの

意図認識にも MNS は関わるのだろうか. これには、運動野における脳波のミュー波抑制を MNS の指標とした、記号コミュニケーションシステムの形成プロセスの脳活動の分析[14]が参考になる. この研究では、コミュニケーション状況(相手と記号コミュニケーションシステムを形成するゲームを行っている状況)だけでなく非コミュニケーション状況(実際には相手がいないランダムな機械を相手にした一人ゲームを行っている状況)においてもミュー波抑制が生じる人は、コミュニケーション状況において記号メッセージの言外の意味をよりよく理解し、記号コミュニケーションシステムの形成にも成功しやすかった.

この結果は次のように解釈できる. 運動野のミュー 波抑制は MNS の活動を反映しており、MNS は Embodied Simulation の機能の神経基盤と考える[15]. コミュニケーションではないような状況(相互作用する人間がいないような状況)でも Embodied Simulation をしやすい人は、コミュニケーション状況では相手の人の内部状態を Embodied Simulation し、意図を含む言外の意味を推定しやすい. これは、他者の情報意図に関する仮説の選択を Embodied Simulation によって行っていることを示唆する. Embodied Simulation にこのような役割があると考えることは、日常的なコミュニケーション状況で他者の伝達意図を察知できることも納得しやすい. すなわち、どのような行為が何かを伝えることを意図した行為であるかを自分の身体をベースとして理解することができる.

5. 階層性と意図共有を統合する一つの試 案

ここまでに書いたことをまとめる.

- 階層性を生み出す再帰的結合は、生成物を多様化 するという機能を持つ
- 意図共有はアブダクティブな推論で、多様な仮説 生成とそこからの仮説選択が必要とされる
- Embodied Simulation をしやすい人は記号コミュニケーションで話者の意図を推定しやすい

これらを以下のように繋げることができる. 他者の 意図に関するアブダクティブな推論に必要な多くの仮 説の形成に, 再帰的結合による多様な表現生成という 機能が活かされる. そうやって生成された仮説の中で, Embodied Simulation 可能な仮説が選択される. すなわ ち, 相手の行為を説明するかどうかは分からないも の・非現実的なものも含めて、再帰的結合操作という 形式的な計算により多様な仮説(可能な情報意図)を 生み出し、その中から自分の身体よって実現できそう なものを現実的に相手が持っていそうな意図として選 択する.

この考えに基づいて推論モデルに基づく意図共有の コミュニケーションのプロセスを考えると次のような ものになる. 話者は複雑な意図(言外の意味)を再帰 的結合によって内的に生成し, それに対応する階層性 を持つ内部表現も再帰的結合によって生成する. これ を線形化して発話する(言語発話でも運動でも、外部 化されたものは sequential な行動である). 聴者は, 話 者の意図に関する仮説(言外の意味)を再帰的結合に よって内的に (無意識に) 生成し, その中から文脈に 合ったものを自身の Embodied Simulation により選択す る. そして, これに対応する階層性を持つ内部表現も 再帰的結合によって生成する. 一方で, 受け取った発 話に対応する複数の階層構造を想定できるが、それは 線形表現からデコードするのではなく、自身の生成し たものとあったものを字義通りの意味として選択する. 再帰的結合による仮説生成と Embodied Simulation に よる仮説選択が意図共有のベースとなるというこの考 え方は、あるコミュニケーション状況において自分で も持ちそうな意図を他者も持つことを想定する. それ ゆえ、行為をコード的に解読するのではなく、行為を (身体的な) 推論のきっかけとして使うことになり、 身体運動を観察したり身体運動を直接的に表す表現を 聞いたりしなくても、ある行為によって惹起・想起さ れ得る自身の身体運動があるならば意図の共有が可能 であると考えていることになる、さらに、身体性が著 しく異なる他者の意図は理解しにくいことを示唆する. だが、生成する仮説自体には、自分も持ちそうな意図 による運動だけではないもの(自分は通常は持たない であろう意図) も含まれる. 自分自身は持ち得なさそ うな、あるいは、実際には実現しなさそうな意図を他 者が持つ可能に開かれており、Embodied Simulation に よる選択がうまく行かない場合の他の仮説を探索する 道を保持している.

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP26240037、および、#4903 (共創言語進化)、17H06383 の助成を受けている.

文献

- [1] Everaert, M.B.H., Huybregts, M.A.C., Chomsky, N., Berwick, R.C., & Bolhuis, J.J., (2015) Structures, not strings: Linguistics as part of the cognitive sciences, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.19, No. 12, pp 729-743. https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.09.008
- [2] Toya, G. & Hashimoto, T., (2018) Evolution of recursive combination operation, In C. Knibbe, G. Beslon, D.P. Parsons, D. Misevic, J. Rouzaud-Cornabas, N. Bredèche, S. Hassas, O. Simonin, H. Soula (eds.) Proceedings of ECAL 2017: The14th European Conference on Artificial Life, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 396-403. https://doi.org/10.7551/ecal_a_067
- [3] Chomsky, N., (1995) Bare phrase structure. In H. Campos. & P. Kempchinsky. (eds.), Evolution and Revolution in Linguistic Theory. Georgetown University Press, Washington DC, pp. 1–15.
- [4] Hauser M.D., Chomsky N. & Fitch W.T., (2002) The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*. Vol. 298, No. 5598, pp. 1569–1579.
- [5] Toya, G. & Hashimoto, T., (2018) Recursive combination has adaptability in diversifiability of production and material culture, *Frontiers in Psychology*, Vol. 9, pp. 1512–1519. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01512
- [6] 柏端達也, (2016) コミュニケーションの哲学入門, 慶應 義塾大学出版会.
- [7] Grice, H.P., (1975) Logic and conversation. In P. Cole & J.L. Morgan (eds.), Syntax and Semantics, Vol. 3, Speech Acts, Academic Press, Cambridge, MA, pp. 41-58.
- [8] Sperber, D. & Wilson, D., (1986/1995) Relevance: Communication and Cognition. Blackwell, Oxford.
- [9] Shannon, C.E. & Weaver, W., (1949) The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana, IL.
- [10] Peirce, C.S., (1940) *Philosophical Writings of Peirce*, J. Buchler, (ed.), Harcourt, Brace and Company, NY.
- [11] 米盛裕二, (2007) アブダクション―仮説と発見の論理, 勁草書房
- [12] Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J.C., & Rizzolatti, G., (2005) Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system, *PLoS Biology*, Vol. 3, No. 3., e79. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030079
- [13] Aziz-Zadeh, L, Wilson, S.M., Rizzolatti, G, & Iacoboni M., (2006) Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions, *Current Biology*, Vol. 16, No. 18, pp. 1818–1823. https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.07.060
- [14] Li, G., Hashimoto, T., Konno, T., Okuda, J., Samejima, K, Morita, J., & Fujiwara, M., (under review)
- [15] Rizzolatti, G. & Arbib, M.A., (1998) Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, Vol. 21, No. 5, pp. 188–194. https://doi.org/10.1016/S0166-2236(98)01260-0

韻律情報は二度解釈される

Contrast comes first, but syntax takes over: Sequential interpretation of pitch prominence

広瀬 友紀 Yuki Hirose

東京大学 University of Tokyo hirose@boz.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Pitch accent in Japanese serves multiple duties, allowing different linguistic interpretations of the same prosodic signal. For example, a pitch rise on N-Gen in [modifier + N-Gen + N], which allows two branching structures can be understood as part of a cue to (i) non-default right-branching (RB) syntax or (ii) contrastive focus on N-Gen (e.g., *blue cats*, as opposed to something else that's blue). The results from two VWP experiments demonstrated that contrastive focus is computed immediately if such an interpretation is pragmatically felicitous. The same prosodic cue is then re-interpreted as a signal to syntax after the branching ambiguity is resolved by subsequent input.

Keywords — pitch accent, branching ambiguity

1. 階層構造における曖昧性

ある単語列が、二通り以上の階層構造に対応し、それぞれ異なった意味解釈をとることがある。これは構造的曖昧性(多義性)と呼ばれ自然言語で通言語的に見られる。本研究で扱うのは、以下図1に示すような日本語名詞句の枝分かれ曖昧性である。

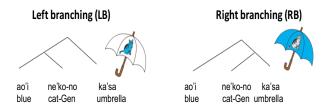


図1:日本語名詞句における左右枝分かれ曖昧性の例

2. 即時処理の観点からの選好性

心理言語学においては、人間の言語処理において入力は常に時間軸に沿って漸次的にもたらされる点を考慮する。上記例の「青いネコの傘」という単語列においては図2に示すとおり、「ネコ(の)」が入力された時点で「青い」の修飾対象候補としてはその「ネコ」しか存在しないため、「青いネコ(の)」が構成素となる構造が想定される。このため「カサ」が入力された時点では左枝分かれ構造がより妥当な構造候補となると予測され、実際に観察される母語話者の解釈のバイアスもそれを裏付けるものとなっている。

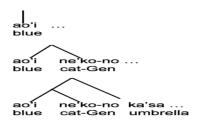


図2:「あおいネコのかさ」の逐語的解釈

3. 枝分かれ構造と韻律情報

左右枝分かれ選好性には韻律情報も影響する。日本語においては、F0情報が、語彙アクセントに加え、句・文レベルの解釈においても役割を果たす(図3)。

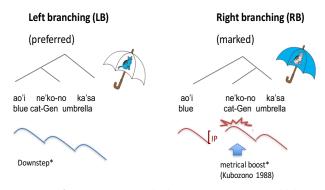


図3: ダウンステップ(左)と Metrical boost(右)

上に示した通り、無標といえる左枝分かれ解釈においてはデフォルトのイントネーション、つまり(この例では三つの語すべて有核語なので)句全体にダウンステップがかかった形で表出されるのに対し、右枝分かれ構造においてはダウンステップを阻害するかのように、右枝分かれした部分の左側境界の語の F0 が上昇し、これは Metrical boost と呼ばれる[1]。

4. 韻律情報の持つ曖昧性:統語構造の写像 vs. コントラスト

日本語において F0 の担う情報は語彙、句レベルの情報の他に、Focus の標識も含む。例えば、他の候補との対比強調が意図される文脈において、Focus の置かれた語において F0 が上昇し、それに続く部分では図4で示

すように F0 の変化が低く抑えられる[2]。

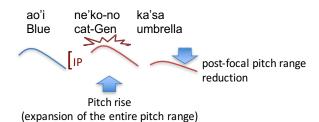


図4: Focus が「ネコ」に置かれた場合の韻律

従って、「青いネコの」の「ネコ」が入力された時点でそれが FO の上昇を伴っているという情報だけに着目すると、それが右枝分かれ構造のシグナル(Metrical boost)なのか、「ネコ」にコントラストが置かれていることによる focus prosody の一部なのかは一義的に曖昧である可能性がある。このような場合において、母語話者は FO 上昇という情報を即時的に処理するにあたりどのようなタイミングでどの解釈を優先させるのだろうか。

5. 実験

視覚世界パラダイムを用いた二つの実験で、成人母 語話者(いずれも26名)に対し「青いネコのカサはど れ?」というような枝分かれ曖昧性を含む文全12文に 加えフィラー12 文の計24 文と、図5または図6のよ うな、当該構造を左右どちらの枝分かれ構造で解釈し た場合にも対応する対象物(LB target および RB target) を含む画像を提示した。被験者のタスクは、文が言及 している対象物を選択することであるが、そのタスク 遂行の過程での視線の動きを測定した。ターゲット文 は、全体にダウンステップのかかった default prosody と、第二要素(例:ネコの)において F0 上昇を伴う W2 rise prosody の二種類の韻律条件が用意された。 100ms の窓ごとに、LB target の注視率/RB target の注視 率の log ratio を計算した場合、ある時点で W2 rise が metrical boost と解釈されていれば、default prosody の条 件と比べ LB target の注視率/RB target の比を基にし た log ratio はより大きな負の値となることが予測され る。逆に W2 rise がコントラストと解釈されるなら、そ の時点の入力を基に唯一可能な理解として「他の青い 動物やモノでなく青いネコが言及されている」という 解釈が支持される。この解釈は LB 解釈と整合するた め、結果として上述した log ratio は W2 rise 条件で default prosody 条件に比べ大きな正の値となると予測される。

実験1:韻律情報に曖昧性がない場合

実験 1 においては、コントラストの解釈がサポートされない (青いネコではなくて青いxx にあたる対象物が登場しない) 画像が使用された (例:図5)。ここではW2 rise は metrical boost として解釈するこのみが妥当で

あることになる。W2 にあたる語(例では「ネコ」)のオフセットを始点にした 100ms の時間窓を横軸に、W2rise 条件および default prosody 条件での log ratio (LB target の注視率/ RB target の注視率)それぞれを縦軸に示したのが図 6 である。W2 における F0 上昇 metrical boost として解釈することのみが支持される場合は、曖昧性を含む名詞句の入力が完了し、最終的な解釈を回答する時点において、W2 rise が RB 解釈を促進することが示された。



図5:実験1で用いられた画像の例

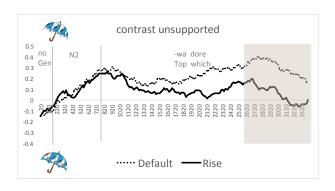


図 6: 実験 1 の W2 rise condition (solid) と DS condition (dotted)における、W2 offset から 100ms ごとの注視の Log-ratio (looks to LB/looks to RB)。

実験 2: 韻律情報に曖昧性がある場合

実験2においては、図7に示すとおり、青いネコに対し青いリスの柄のカサが competitor として存在するため、「ネコ」におけるF0上昇をコントラスト標識の一部とする解釈と矛盾しない状況が視覚文脈として与えられていることになる。

こうした場合、当該名詞句を聞いて処理する最中のタイミングにおいて、W2 rise が LB 解釈を促進し、その後のタイミングで実験 1 と同様、W2 rise が metrical boost として解釈されなおすことを示唆する結果が得られている(図 8、仕様は図 6 と同じ)。

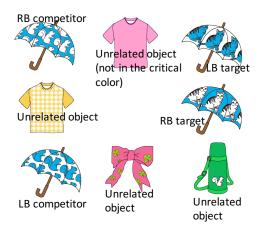


図7:実験2で用いられた画像の例

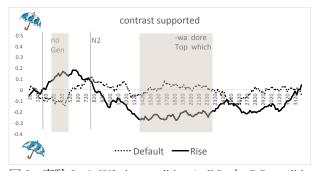


図 8:実験 2の W2 rise condition (solid) と DS condition (dotted)における、W2 offset から 100ms ごとの注視の Log-ratio (looks to LB/looks to RB)。

6. まとめ

左右枝分かれ曖昧性をはらむ三要素からなる名詞 句の処理においては、第二要素における F0 上昇をコントラスト標識と解釈することが状況的に可能な場合のみ、この情報は入力に即してコントラスト標識としてまず優先的に解釈される。そして続く入力によって最終的にはこの韻律情報は右枝分かれ構造を示す metrical boost として再解釈されることが示された。

謝辞

本研究は MEXT/JSPS 科研費#4903, JP17H06379 の助成 を受けたものである。またその一部は国立国語研究所の共同研究プロジェクト「対照言語学的観点から見た日本語の音声と文法」の一環である。

参考文献

- [1] Kubozono, H. (1988). The Organization of Japanese Prosody. Ph.D. dissertation, Edinburgh University. [Kurosio Publishers, 1993].
- [2] Ishihara, S. (2003). Intonation and Interface Conditions. Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

構造依存性を持つ記号表現の発生過程を 観察可能にするゲーム課題の設計

齊藤 優弥[†],金野 武司[‡] Yuya Saito, Takeshi Konno

† 金沢工業大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻,‡ 金沢工業大学 工学部 電気電子工学科 Kanazawa Institute of Technology, College of Engineering,

- [†] Electrical Engineering and Electronics,
- [‡] Electrical and Electronic Engineering

b1512436@planet.kanazawa-it.ac.jp, konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

本論では、人間言語における構造依存性という特徴と、それによって起こる意味創出のメカニズムに着目した.我々は、人どうしが簡単な図形を用いて記号コミュニケーションを行い、二者間でやり取りされる記号の意味が増える過程と、それらを組み合わせた記号表現に構造依存性が発生する過程を定量的に観察できる実験課題について検討し、協力関係と競合関係が同居する2対2のゲーム課題を開発した.その結果、課題を通じて協力関係にある二者が共創した意味の数と、扱う記号表現のバリエーションの増加を確認した.しかし、それらの中に構造依存性を持つ表現の発生は確認されなかった.その原因として、協力関係と競合関係それぞれから生じる失敗回避の動機によって、協力する二者間でやり取りされる意味の増加が抑制されたのではないかと考えられる.

キーワード: 構造依存性, 実験記号論, ゲーム課題

1. はじめに

人間言語には、複数の記号によって構成された表現の意味が、その記号表現の背後構造に依存するという特徴がある。この特徴は構造依存性と呼ばれており、橋本[1]は「最新日本語辞典」という表現を例に説明している。この「最新日本語辞典」からは、少なくとも「最新・日本語辞典」と「最新日本語・辞典」の2種類の背後構造を考えることができる。そしてこれらの構造からは、「最新の日本語辞典」と「最新日本語の辞典」の2つの意味を取ることができる。また、藤田[2]は、"2つの統語体を結合して1つの集合を定義する演算操作"である Merge の回帰的適用によって構造依存性が実現されると共に、この回帰的 Merge によって、原型的な言語が"生成的で創造力に富む仕組みを備えた人間言語に変容した"ことを指摘している。これらのことから我々は、構造依存性という特徴が、人

間言語における意味が創出されるメカニズムに大きく 関与しているのではないかと考えている.

構造依存性のメカニズムを解明するためには、構造依存性を持つ表現の発生過程を観察することが有効と考えられるが、実際の人どうしの会話からそれを行うことは容易ではない。これに対し、実験記号論に基づいた実験室実験 [3,4] の手法を用いることで、記号システムの形成過程を定量的に観察することが可能になる。また、この手法に基づき、ゲーム課題による実験枠組みを構築すれば、制限された状況下での記号のやり取りにおける先手後手の役割などを明確化することができ、より定量的な分析を行うことが可能になる。そこで我々は、構造依存性の発生過程を定量的に観察できるゲーム課題の検討・開発を行った。

2. 実験課題の検討

本研究で実施するゲーム課題において、人どうしの記号でのやり取りに構造依存性を持つ表現を発生させるために、メッセージは少なくとも3つ以上の記号で構成される必要がある。また、メッセージを複雑化させるために、やり取りの中で相手に伝えるべき意味が次々に生じることが重要である。

意味が次々に生じるような状況を考えた場合,Naming Game[5] のような課題では、単語と対象がそれぞれ結びつけられ、二者間で語彙表が作られるのみで、やり取りされる表現が複雑化するとは考えにくい。また、Kirby[6] らが実施した課題は、対象の「形、色、動き」に3種類ずつの違いを設け、それらにアルファベットを組み合わせた単語を割り当てるというものだった。その結果、表現のバリエーションを増やすには実験者による外的操作が必要であった1.これらの

¹人から人への伝言ゲームを構成する際に、実験者が伝達される 語彙リストを操作しなければ(実験者が何の操作も加えなければ), 記号と意味の対応関係は同義語を増やす(記号によって意味を区別 できなくなる)傾向があることが確認されている。

ことから、二者間でやり取りする記号表現の複雑化には、何らかの要因や仕掛けが必要であるということが 考えられる.

Galantucci[7] によると、二者が協力して取り組む課 題の難易度を段階的に難しくしていくと、二者間で共 有される記号的メッセージの表現のバリエーションが 増加することが確認されている. ところが、そのよう な要因を実験者側から付与し続けるのは容易ではな い. 我々としては, 二者が協力して課題を進める中で, 課題が自律的かつ段階的に複雑化していくことが理想 的である. そのような状況を実現するために、我々は 囲碁に注目した. 囲碁は、対局する相手の石の置き方 に応じて盤面が複雑化していく. このゲームにおいて 相手に勝利するには、相手の行動の意味を推測する必 要があり、そのためには相手の石の置き方や盤面の状 況に意味を見出さなければならない. そして, 見出し た意味に応じて自分の石の置き方を変えることで盤 面はより複雑化していく.しかし、1対1の囲碁をそ のまま課題として用いたのでは、抽象度、難易度が共 に高く, さらに二者間での明示的なやり取りができな い. そこで我々は、囲碁をよりシンプルにし、二者間 での協力関係と他者との競合関係を併せ持つ課題にす ることを考えた. 囲碁を模した2対2のチーム対戦型 のゲーム課題にすることで,盤面上で対局するチーム との駆け引きにより盤面が複雑化し, さらにその状況 に意味を見出すことで、ペアを組むチーム内でやり取 りする記号の意味も複雑化していくのではないかと考 えた.

3. 作成した実験課題とその特徴

前節で検討したゲーム課題の内容を基に、具体的に 2対2の石置きゲームを考案し・作成した。この石置 きゲームでは、4人の参加者を2人1組のチームに分 け、ゲーム課題に取り組んでもらう、図1(右)に示 すように, タブレット端末のゲーム画面に表示された 8×8の盤面中央にはオセロと同じ初期位置で白と黒の 石が2つずつ配置されており、石は同じ色の石の上下 左右に隣接するマスにしか置くことはできない. この ように石の初期配置と配置可能なマスを定めたのは, ゲームの初期段階において意味付ける必要のある状 態を限定し、難易度を下げることが目的である.この ゲーム課題では、参加者は石を置く前にまずペアを組 む人と1度だけメッセージ交換を行う. そのメッセー ジは、実験者によって用意された5種類の簡単な図形 $(\bigcirc, \times, \Box, \diamondsuit, \bigcirc)$ の中から 3 つを組み合わせて構 成される. そしてゲーム画面下部の「送信」ボタンを

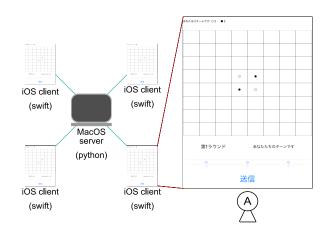


図 1 システム構成・ゲーム画面

押すことで、サーバを経由してペアを組む人の端末にメッセージが届けられ、ゲーム画面の盤面下に表示される。また、「送信」ボタンを押すタイミングによって、メッセージを送る先手・後手を調整することができる。全体のゲーム手順として、まずチーム内でメッセージを交換し、その後個人で石を置くマスを決定する。ペアを組む2人が同じマスを選択した場合のみ、画面上の盤面に石が配置(表示)される。1チームがメッセージの交換から石を配置(成功・失敗は問わない)するまでを1ターン、両チームが1ターンずつ終了するまでを1ラウンドとする。両チームがこれらを交互に繰り返し、上記のルールの中で互いに配置できた石の数を競う。

この石置きゲームにおいて, 石を配置する際には同 じ色の石に隣接するマスしか選択することはできな い. もし対局するチームによって自チームの石が全 て囲まれてしまうと, 自チームはそれ以上石を配置す ることができなくなってしまう. このゲームを1対1 の人どうしで行なった場合, 自分の石が相手に囲まれ そうになった時に, それを回避する行動をとるであろ う、その結果、ゲームの勝敗は毎回引き分けになるこ とが予想される. ところが, これを2対2の人どうし で行うと、ペアを組む二者が石を配置する際に選択し たマスがそれぞれ異なり、配置に失敗する場合が生じ る. このことから、自分の石が囲まれてしまうのを回 避するためには、ペアを組む二者間で、少なくとも盤 面の状況をどのように捉えているか、盤面のどのマス に石を配置するかという情報を共有していなければな らない. 我々はここに, 意味を次々に生成し, 複雑化 させていく必要が生じるのではないかと考えた.

4. 実験方法

参加者は、同じ室内で、互いに顔が見えない状態で ゲーム課題を行なった。参加者はメッセージを交換す る度に自分とペア相手双方の記号表現とその意味を専 用の用紙(図形・意味記録用紙)に記入した。これは、 分析時に参加者がどのような記号表現・意味でメッ セージを送った、もしくは受け取ったのかを確認でき るようにするためである。

ここで問題になるのが、二者間がやり取りする記号 表現に構造依存性が発生するまで、どれだけの時間を 要するのか予想できないことである、そこで我々は、 参加者への負荷にならない程度の時間内で、参加者間 で流通する記号の意味を増やし複雑化させるために, 2つの工夫を施した、1つは、一定ラウンドごとに、ペ アを組む二者の対面での相談時間(5分)を設け、口頭 で記号の使い方などを相談することを許可した. この 時、参加者は相談内容もメッセージ交換時と同様に専 用のメモ用紙(相談内容メモシート)に記録した.ま た,参加者には相談後のラウンドでメモ用紙を見なが らゲームを行うことを許可した. これは、参加者がそ れぞれの相談時に取り決めたことを忘れてしまうこと を防ぎ、記憶能力による個人差を減らすためである. さらに, 分析時には二者間でどのような記号に関する 取り決めが行われていたのかを確認できるようにする ためである. 2つ目は、2回目の相談後のラウンドか ら, 競合相手となるチームに, ペア内でやり取りする メッセージが公開されるようにした. これは敵対的模 倣 [8] による記号表現の複雑化を狙いとしたものであ る. 我々は、ゲーム課題の途中からこの仕掛けを設け ることで,効果的に敵対的模倣が行われ,競合関係に あるチーム間でこの学習が行われることによって,よ り早く記号表現が複雑化すると考えた. 1 度の実験で ゲーム課題は16ラウンド実施し、3,6,11ラウンドの 終了後にそれぞれ相談時間を設けた.

ゲーム課題終了後、ペアを組む二者が課題を通して 意味を増やしていたならば、意味を増やそうと思った 理由や経緯、相談時に考え出されたが課題の中では実際に使われなかった案や表現方法などを確認するため に、参加者へのアンケートおよびインタビューを実施 した。アンケートでは、参加者は課題中に使用した記 号や相談内容を記録したメモ用紙を参照しながら、互 いに顔を合わせない状態で以下の10項目に回答した。 また、その回答方法は、第2項のみを2件法、その他 の項目には5件法を採用した。

- 1. 相手チームにどの程度勝ちたいと思ったか
- 2. 記号の意味を増やそうと思ったか

- 3. 記号を組み合わせる数は十分だったか
- 4. 使用できる記号の数は十分だったか
- 5. 自分が伝えようとする内容を、十分に記号で表現 できたか
- 6. 自分が伝えようとする意味は、相手に十分に伝 わったか
- 7. ペアの記号の意味をどの程度理解することができたか
- 8. ペアが送ってくる意味の数を多いと感じたか
- 9. 対戦相手のメッセージの意味はどの程度わかったか
- 10. 自分たちのメッセージは対戦相手にどの程度わかってしまったと思うか

アンケート終了後、参加者は互いに顔を見合わせた 状態で、各ペア毎に以下の6項目について半構造化イ ンタビューを行った。ただし、最後の項目はそれまで 質問していたペアとは反対のペアに対して質問した。

- 1. ペア内で最終的に取り決めたルールは何か
- 2. その他に取り決めたルールはあるか
- 3. 伝わらなかった意味や、使わなかった表現はあるか
- 4. ペア内で考えたルールや作戦で、工夫した点は何か
- 5. その工夫では、どのような意味で記号を使ったか
- 6. 対戦相手のチームが使っていた記号の意味は、説明された通りに推測していたか

実験に用いたゲームシステムはサーバークライアント型で設計した(図 1 左). サーバーの役割を持つ計算機 1 台と,タブレット端末(Apple 社製 iPad)を 4 台用いた.サーバープログラムは python で,クライアントプログラムは swift を用いてそれぞれ開発した.

実験は 3 回実施した. 一度の実験には 4 人が参加したため参加者は計 12 人であった. 参加者は全員金沢工業大学の男子学生だった(平均年齢 21.3, SD=0.52).

5. 結果

実験を通してペアを組む二者が共有した意味の数を分析するため、対面での相談時に記録用紙に記述された記号の使い方を、実験者の判断で抽出した。これを共有された意味の数とした。これと同時に、ゲーム中に使用された表現の数のラウンド毎の推移を図2に示す。図2を見ると、1回目の相談時に二者間で創出・共有された記号の意味の数が最も多く、平均4.67個であった(相談時に共有された意味数の増加幅)。2回目以降の相談では意味の数はほとんど増えず、2回目は

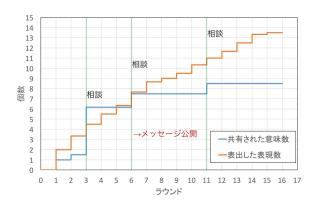


図 2 各ラウンドにおける意味と表現の増加

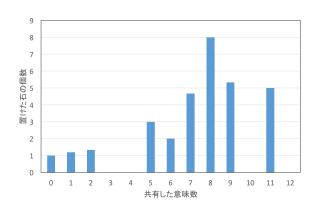


図3 二者が共有する意味数毎に置けた石の数

平均 1.33 個, 3 回目は平均 1.00 個であった。 2 回目の相談以降のラウンドでは、やり取りするメッセージが競合相手に公開される仕掛けを設けていたが、この設定による効果は見られなかった。

続いて、図 3 に、ゲーム課題の中で二者間で創出・共有した意味の数毎に、配置に成功した石の数を示す。これを見ると、二者間で創出・共有した意味の数と記号のやり取り後に石を置くことに成功した回数の間には強い正の相関関係があることがわかった (r=.824). 特に、意味の数が 5 個を超えた辺りから、配置に成功した石の数も増え始めたようである。これらの結果は、協力関係にある二者間の記号のやり取りにおいて、二者が共通して扱うことのできる意味の数が増えれば石を置く数が増えると共に、 $5\sim8$ 個程度の意味が共有されていれば、石を安定して置くことができるようになっていたことが伺える.

次に、メッセージに構造依存性を持つ表現が発生しているかを確認するために、記録用紙・メモ用紙の記述内容から、二者がやり取りの中でどのような記号の使い方をしていたのかを調べた。まず基本的なものとして、「○」は「上」、「×」は「相手の石」など、1つの記号に対して盤面上での「方向」や「石の区別」など

を対応付ける意味論的な使い方がされていた.また,それらを組み合わせて,「×○□」が「相手の石の上の右」のように,統語論的な使い方もされていた.さらに,同じ「○○○」という表現でも,先手は「上」を3つ組み合わせた統語論的な表現でメッセージを送り,それに対して後手は「了解」という返事の意味で送る,というやり取りを行うペアを確認した.このように,同じ表現でもメッセージを送る順番によってその意味が変化する語用論的な使い方も確認することができた.しかし,構造依存性を持つ表現及び記号の使い方を確認することはできなかった.

6. 考察

アンケートから,このゲーム課題において相手チー ムに勝利したいと思う人の割合が高く,5段階評価で 平均 4.0 であった.また,インタビューから,ゲーム 課題実施中の各チームの戦略は、自チームの石の配置 ミスを避け、相手チームの石から離れるように石を配 置するものが多く,多様化していなかった.このこと から,実験参加者が他者と協力・競合関係にある以上, このゲーム課題における勝利条件を満たすために、自 チームの意思疎通の不備からなる石の配置の失敗を 減らすことに意識が向けれていることがわかった. ま ず、協力関係にあることから、ペアを組む二者が"同 じマスに石を置く"という共通の目的を持つ以上、そ れを達成するために正確な意味のやり取りを行う必要 があった. さらに競合関係によって、ペアを組む二者 に"相手チームに勝利する"という目的が加えられ、よ り正確に意味をやり取りする必要が生じたと考えら れる. その結果, 二者間の意思疎通に不備が生じるこ とを防ぐために、新しい意味を創出・共有し続けるこ とをせず、表現や戦略が簡素化されてしまったのでは ないかと考えられる. そのため, 二者間でやり取りさ れる表現が, 構造依存性を持つ表現にまで複雑化しな かったのではないだろうか.

この改善には、二者間で意味が創出・共有され続け、表現や戦略が多様化するゲーム課題への変更が 1 つの方法として考えられる。その 1 つには、ゲームのシンプルさを維持しつつ、各チームの戦略がより多様化するものとして、五目並べへの変更を考えることができるのではないだろうか。五目並べは、囲碁と同じように盤面に二者が交互に石を置き、どちらが先に石を5 つ直線上に並べることができるかを競うゲームである。一般的な五目並べの場合には、先攻の黒が圧倒的に有利であり、必勝法も存在する [9]. 1 対 1 でこのゲームを行った場合には、後攻の白が取る戦略は相手

の妨害になるが、これを本論の石置きゲームと同様に 2 対 2 とした場合には、記号による意思疎通の不備に よって石を置けない場合が生じる. これにより、先手 有利の逆転が起こり得る. また、この先手・後手の有利・不利の逆転と共に、配置される石の状況による配置方略の変更も当然のことながら起こることが予想される. これによって、協力関係にある相手に伝えるべき意味はより増加・複雑化し、戦略は多様化することで、構造依存性を持った表現も現れるのではないだろうか. ただし、五目並べを模した課題に変更したとしても、課題に含まれる競合関係と協力関係のそれぞれから失敗回避の動機が生じる点は同じであるため、今後はその点についても、より根本的な解決方法を検討・考案する必要があると考えられる.

7. 結論

本論は、人間言語に見られる構造依存性という特徴の発生過程を定量的に観察可能にする実験枠組みの構築を目的として、協力関係と競合関係を併せ持ったゲーム課題を検討・開発し、その実験を行なった. 結果、協力関係にある二者間で創出・共有する意味とその表現の増加を観察することができたが、構造依存性を持つ表現の発生を確認することはできなかった.

文献

- [1] 橋本敬 (2015): コミュニケーションの 3 つのレベルに おける接地・脱接地, 日本認知科学会第 32 回大会予稿 集, pp.716-725.
- [2] 藤田 耕司 (2013): 生成文法から進化言語学へ-生成文 法の新たな企て-, 生成言語研究の現在, pp.95–123.
- [3] Galantucci, B. (2009): Experimental semiotics: A new approach for studying communication as a form of joint action, Topics in Cognitive Science, Vol. 1, No. 2, pp. 393–410.
- [4] Scott-Phillips, T. and Kirby, S. (2010): Language evolution in the laboratory, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 14, No. 9, pp. 411–417.
- [5] Baronchelli, A., Felici, M., Loreto, V., Caglioti, E. and Steels, L. (2006): Sharp transition towards shared vocabularies in multi-agent systems, Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, Vol.2006, No.6, P06014.
- [6] Kirby, S., Cornish, H. and Smith, K. (2008): Cumulative cultural evolution in the laboratory: An experimental approach to the origins of structure in human language, Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 105, No.31, pp.10681-10686.
- [7] Galantucci, B. (2005): An experimental study of the emergence of human communication systems, Cognitive science, Vol.29, No.5, pp.737–767.
- [8] Suzuki, J. and Kaneko, K. (1994): Imitation Games, Physica, 75D, pp.328–342.
- [9] Allis, L., van den Herik, H., and Huntjens, M. (1993).Go-Moku and Threat-Space Search. Report CS 93-

02, Department of Computer Science, University of Limburg, Maastricht, the Netherlands.

オカメインコによる斉唱

- ヒト以外の動物における階層系列を介した意図共有の例 -

Unison by cockatiels: An example of intention sharing via hierarchical sequence in a non-human animal species

関 義正[†] Yoshimasa Seki

[†]愛知大学 Aichi University yoshimasa.seki@gmail.com

概要

手乗りとして育てたオカメインコ 3 羽が、ヒトの音楽を自発的に模倣して発声するようになった。さらに、それらのトリはその音楽を再生すると、途中からそれに加わり、いわば"斉唱"するようになった。これはそれらのトリが、メロディの全体像をイメージし、進行中の音がそのメロディのどの時点に表れるべきものであるかを判断しつつ、タイミングのみならず、音高や音圧を同調させながら発声運動を行う能力を持つことを示す。

キーワード:オウム,発声,同調 (synchronization)

1. 発声とその同調

みなで力を合わせて(互いに意図を共有・確認しながら)作業する際に、声を出しあいながらタイミングを計ることがある。このことは、綱引きをイメージすると理解しやすい。また、そのような発声は、しばしばリズムを伴い、歌のように、すなわち音楽的な特徴を持つパターンを示すようになる。一方、そのような場面で、調子外れの声を出すメンバーがいれば、それにより全体の動きの調和も崩れるだろう。

加えて、ヒトには通文化的に、みなで声を合わせて うたう行動、すなわち、斉唱や合唱がみられる. 伴奏 なしの斉唱は、周囲の歌い手と、発声のタイミングや 音高を同じくすることでなされる. このことから、ヒ トが発声同調能力を持つことは明らかである. 一方で、 合唱においては、周囲の音に引きずられないように自 身のパートをうたわなければならない. このことは、 ヒトが発声する際には、その認知機構において、同調 しようとする強い傾向が働くことを示す.

さらに、同調の対象がメトロノームのような単純な 刺激の繰り返しではない場合、これらの同調には、1) 発せられる音列の時間的な構造の全体像をイメージし、 2)進行中の音がその構造のどこに位置するのかを判 断し、3)先行する音列の速度に基づいて続く音の生 成タイミングを予測し、4) その音と自身の発声出力のタイミングが揃うよう事前に運動の生成準備をするという高度な認知過程も必要とされるだろう. さらに、同調しようとしている対象が、集団のメンバーの発声であれば、それらの者たちと同じ音列をイメージすることでもあるから、これは単純な機械的処理というだけでなく、意図を共有することと言えるかもしれない.

2. 発声学習能力

ヒトの発声において、同調の基盤となっているものの一つは、発声学習能力であると考えられる。発声学習とは聴覚経験に基づいて新たな発声パターンを獲得することである。先に挙げた例を考えると、綱引きの際の「オーエス、オーエス」は生得的な発声ではなく、集団のなかで後天的に共有される発声なので、発声学習能力がなければ用いることはできない。歌をうたうことにおいても同様である。この能力はヒトには普遍的に備わっており、音声言語の利用において不可欠であるため、あまりにも当たり前のものと感じられる。そのため、この能力の特殊性について考えることは少ないかもしれない。

しかし、声を発するヒト以外の動物は非常に多いものの、発声学習能力を持つ動物種はそれほど多くないとされている。この分野の研究者の共通認識によれば、哺乳類では、程度の違いはあるものの、ヒト、鯨類の一部、ゾウ、アザラシの一部個体、コウモリの一部においてのみ発声学習能力が認められる。また、鳥類においては、スズメ目、オウム目、ハチドリの仲間に分類される種のみにその能力があるとされる(例えば[1]).

3. 発声に関わる同調の比較認知研究

発声学習能力による後天的な発声の獲得と維持には, 聴覚フィードバック, およびそれに基づく実時間の運 動制御が重要である.このことからすれば,発声学習能力を持つ動物は,感覚一運動協調に関わる優れたシステムを持つと想定され,ゆえに優れた同調能力を持つと仮定できる.そして,それらの動物の中に,その優れた同調能力の発露として"斉唱"に似た行動を示す種類が見つかることも期待できそうなものである.しかし,これまで,ヒト以外の動物においてはそのような行動は報告されてこなかった.もちろん,複数個体による鳴き交わしのタイミングの研究は多数存在する(例えば,[2]).しかし,斉唱のように,複数個体が,後天的に獲得した同一の音列を重なり合うように発する行動は報告されていない.

発声以外の身体運動によるタイミング同調について であれば、発声学習能力を持つトリにおける報告があ る. 例として、オウム目の1種であるキバタンが音楽 の拍に合わせてダンスをするという報告[3],加えて著 者らが行ったセキセイインコによるメトロノームに同 調したつつき運動の実験[4][5]などを挙げられる. ただ し、発声の同調と比べれば、身体運動による同調は単 純なものである. 身体運動においては、四肢などの運 動タイミングを感覚入力にあわせるだけでリズムに同 調できる.一方、発声を同調させようとすれば、これ はいわば spectral synchronization[6]となり, 音高と音圧, およびそれらの時間的な変化、つまり3次元での適切 な発声運動制御が必要になる. そのように考えると, われわれ自身は普段、声を同調させる際の認知過程を 顕在的に意識することはないにしても、その実現のた めには、実は相当に複雑な情報処理がなされていると いうことを容易に理解できるだろう. さらに、それら の複雑な過程に(この点については、身体運動を用い た同調についても一部同様であるかもしれないが) 先 に挙げた"意図の共有"に関連する困難が加わるかも しれない、したがって、見方によっては、ヒト以外の 動物において、これに類する行動が報告されてこなか ったのは当然であるとも言える.

4. ヒト以外の動物による音楽の模倣

さて、言語と同様、音楽には階層性がある。つまり、個々の音が組み合わさることで上位の単位が作られ、さらに、それらの組み合わせにより全体が構成されるという特徴がみられる。本稿では、この階層構造を記憶し、音列の中に表れる音が全体のどこに位置するのかを認知できる能力にも着目する。

カナリアやジュウシマツ,キンカチョウなどの鳴禽 (スズメ目のトリ) は発声学習能力を持ち,周囲のトリが発する階層構造を持つ音列(さえずり)を模倣するようになる.そのため,それらのトリは,音楽とその起源を探るための比較認知研究の対象とされてきた(例えば[7]).しかし,そのさえずりの音響パターンには生得的な制約がある.そのため,鳴禽であるウソにおいてヒトの音楽模倣の報告があるものの[8],これは例外的であり,一般に,それらのトリはヒトの音楽を模倣するようにはならない.

5. 本研究の目的

一方で、トリの愛好家の間では、オウム目のオカメインコ(図1)が、その口笛のような発声により、ヒトの音楽を非常にうまく真似るようになることが良く知られている。YouTubeを検索すると、そのことを如実に示すたくさんの動画を確認できる。そのため、このトリには、ヒトの音楽性の起源を探る比較認知研究対象として大きな可能性があるかもしれない。しかしながら、その模倣についての学術研究報告は存在しない。



図1 オカメインコ

そこで、本研究においては、オカメインコをヒナの時期からヒトの手により給餌することで手乗りのトリとして育て、ヒトの音楽を模倣させることを試みることにした。そして、飼育者の口笛により、ミッキーマウスマーチに似たメロディを聞かせながら、各個体が自発的にそれを模倣するようになることを目指した。

その結果,3 羽のトリが明瞭にそのメロディを模倣 するようになった(なお,ヒトの口笛は声帯運動を伴 わないため発声ではないが,オカメインコが発する口 笛のような音は,ヒトの声帯に対応する鳴管を振動さ せて発せられるので発声である).

さらに、驚いたことに、飼育者がそのメロディを奏でていると、トリたちは自発的に、途中からその進行中のメロディに加わり、"斉唱"するようになった。そこで、飼育者の発する口笛の録音を再生し、それに対するトリの同調発声を記録・分析することにした。

6. 実験:材料と手続き

被験体として、オカメインコ3羽(トリP,Cおよび P2.オス:1歳)を用いた.これらは実験者らが生後二十数日齢から餌付けして育てた個体であった.また、これらの個体は、発達初期より、日に10回程度、飼育者が吹くミッキーマウスマーチ風の口笛にさらされながら育った.その結果、生後90日を過ぎたあたりから口笛の模倣のような発声がみられるようになり、生後4か月から6ヵ月以降、明瞭に模倣であることが確認できる発声系列を生じるようになったため、本実験が行われた時期には、すべてのトリが安定してメロディの模倣音を生成できるようになっていた.なお、これらのトリはそのメロディ以外にも、さまざまなヒトの発話なども模倣するようになっていた.

聴覚刺激として、飼育者が発したミッキーマウスマーチ風の口笛音をあらかじめモノラル録音したもの (sampling rate: 44.1kHz) を用いた. 音列は無音で区切られた 22 音からなるもので、全体の長さはおよそ 8.2 秒であった. なお、予備実験においては、実験者が口笛を吹く際に生じるトリの同調発声を録音していた. トリから発声行動を引き出すためには、実験者の口笛そのもののほうが有利であった. しかし、そのような手続きを用いる場合、実験者の側がトリの発声に同調する恐れがあるため、本実験においては録音データの再生を用いることとした.

刺激はパーソナルコンピュータによりアクティブスピーカ(AT-SP151, audio-technica)を通じて再生した.しかし,カーテンの裏側にスピーカを置く,あるいは、実験者が口笛を吹くふりをし,その顔付近にスピーカを位置するなどの工夫をした.音圧はトリの頭の位置付近で55-60dBとなるようにした(背景雑音35-40dB).また,この同じ出力をスピーカとは別の回路に分岐し,

その出力は PCM レコーダー (DR-40, TASCAM) の右 チャンネルにより Windows PCM (.wav) ファイルとし て記録された.

トリの音声は指向性マイクロホン (PRO35, audio-technica) により取得し、先のPCM レコーダーの 左チャンネルを通じて録音された. これにより、ステレオの左右のチャンネルを介して、再生音とトリの発声を分離しつつ、かつ同時に記録された1つのステレオファイルとして保存した (sampling rate: 44.1kHz).

音ファイルの編集と分析には Avisoft SASLab Pro (Avisoft Bioacoustics) を用いた. ステレオファイルは 2つのモノラルファイルとして分離した. トリの発声 が記録されたファイルについては 500Hz のハイパスフィルターを通し,環境雑音を低減した. さらに音列のピーク音圧がダイナミックレンジの 75%となるように全体の音圧を正規化した. そしてサウンドスペクトログラム (FFT 長 512, 時間解像度 87.5% overlab) として表し, SASLab の automatic parameter measurement を使い,音列を構成するそれぞれの音のオンセットと平均 周波数を得た.

7. 実験:結果

飼育環境では実験者は3羽すべてから"斉唱"のような同調発声を確認したものの、その発声は、完全にトリの自発性に依存するものであり、データは他のトリから隔離した状態で、マイクロホンを向けた時にしか得られないという制約の中で、最終的にトリPから16、Cから10、計26の同調発声の記録を得た(図2).

トリは途中から"斉唱"に加わることになるため, しばしば前半の音列が欠落することとなった。トリが 単独で発声する時にはこのようなことは見られないた め,このことは,これらの記録が刺激の再生のタイミ ングとトリの発声のタイミングが偶然合うことで得ら れたのではないことを示す。

また、各発声系列中の発声と再生刺激のタイミングのずれは、メロディが進むにつれて減少していくと仮定した。そこで、トリPから得た 16 の発声系列について、後半の 12-22 番目の音に着目し(前述のとおり、前半は欠落しているため)、その発声と刺激のオンセットのタイミングのずれを求めた。その結果、仮定どおり、ずれは小さくなっていき、ずれの大きさと音の進行の間には有意な負の相関がみられた(スピアマンの順位相関検定P=-33,P<001).

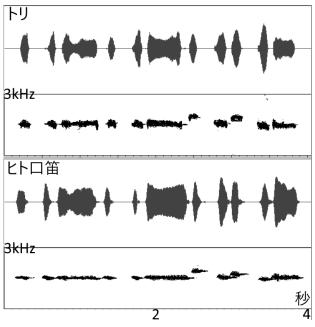


図 2 ヒトの口笛に対するトリの同調発声の例(メロディの後半 11 音を音圧の振幅とサウンドスペクトログラムで表したもの)

8. 考察

本実験は、ヒト以外の動物による"斉唱"に似た行 動の初の定量的記述である. 本研究で用いたトリは, ヒトの音楽を自発的に模倣するようになった.一般に, オカメインコを含むオウムの仲間は、ヒトの発話など を模倣することはあっても、鳴禽とは異なり、さえず ることはない(例外的にセキセイインコは生得的にワ ーブルソングというさえずりに似た発声系列を生成す る). また、本実験で用いた音刺激は、生態学的にはオ ウムにとって意味のないものと考えられる、ヒトの音 楽のメロディであった. そのため、本研究においてオ カメインコが示した行動を, それらのトリが生来有す る発声行動のバリエーションとして説明することは困 難であろう. このような繁殖成功にとりわけ有利に働 くようには思えない行動に注目することで、ヒトの音 楽の起源論についての示唆が得られるかもしれず、ま た、現在のヒトが音楽を楽しむ理由を文化的な側面か ら考える手がかりも得られるかもしれない.

また、トリはそのような発声を、再生される口笛の音に同調して生成した。この行動は、単なるタイミングの同調を超えた複雑な行動であるとはいえ、ヒトの行動において一般的に用いられる意味での意図共有と同列に位置付けることはできないだろう。しかしながら、階層性のある音列の生成能力を用いて、社会的な

つながりのある実験者と同じ行動を同じタイミングで 生み出し、そのために音列の構造から、続く音の生成 を予測して運動の制御を行うという一連の過程は、ヒ トに見られる意図共有との関連を想起させるものであ り、あるいは、意図共有の萌芽的なものと言えるかも しれない.

本研究で用いたのが、発達の早い段階から、餌付けを通じてヒトとの社会的な関係を築いた個体であったことにも注目すべきだろう. つまり、優れた発声学習能力を持ち、また階層性のある時系列構造を処理する潜在的な認知能力を持つ動物がいたとしても、社会関係のない対象に対する同調(もしくは意図共有)のためにそれらが用いられることはないかもしれない. 本研究の結果は、この点でも比較認知研究において考慮すべき問いを提示することになったと言えるだろう.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H06380, 17H01015 の助成を受けたものです.

文献

- [1] Feenders, G., Liedvogel, M., Rivas, M., Zapka, M., Horita, H., Hara, E., ... & Jarvis, E. D. (2008). "Molecular mapping of movement-associated areas in the avian brain: a motor theory for vocal learning origin." PLoS One, Vol. 3, No. 3, e1768.
- [2] Benichov, J. I., Benezra, S. E., Vallentin, D., Globerson, E., Long, M. A., & Tchernichovski, O. (2016). "The forebrain song system mediates predictive call timing in female and male zebra finches." Current Biology, Vol. 26, No. 3, pp. 309-318.
- [3] Patel, A. D., Iversen, J. R., Bregman, M. R., & Schulz, I. (2009) "Experimental evidence for synchronization to a musical beat in a nonhuman animal." Current Biology, Vol. 19, No. 10, pp. 827-830.
- [4] Hasegawa, A., Okanoya, K., Hasegawa, T., & Seki, Y. (2011). "Rhythmic synchronization tapping to an audio–visual metronome in budgerigars." Scientific reports, Vol. 1, 120.
- [5] Seki, Y., & Tomyta, K. (2018). "Effects of metronomic sounds on a self-paced tapping task in budgerigars and humans." Current zoology, Vol. 65, No. 1, pp. 121-128.
- [6] Podlipniak, P. (2017). "The role of the Baldwin effect in the evolution of human musicality." Frontiers in neuroscience, Vol.11, 542.
- [7] Fitch, W. T. (2006). "The biology and evolution of music: A comparative perspective." Cognition, Vol. 100, No. 1, pp. 173-215.
- [8] Nicolai, J., Gundacker, C., Teeselink, K., & Güttinger, H. R. (2014). "Human melody singing by bullfinches (Pyrrhula pyrrula) gives hints about a cognitive note sequence processing." Animal cognition, Vol. 17, No. 1, pp. 143-155.

Distributed Pragmatic Processing for Adjective Expression: An Experimental Study*

Yusuke Sugaya

Mie University sugaya@ars.mie-u.ac.jp

Abstract

This paper demonstrates that in combining a noun (thing) with an adjective (evaluation), several frame elements, which we refer to as *competitor, standard, judge,* and *background scale*, are evoked; each element significantly affects the final value-judgment externalized by an adjective expression. Specifically, some or all frame elements are involved in the meaning-making process of adjective expression formation, and they function in a unique and complex manner. To test this assumption, we conducted two simple experiments: *a drawing task* and *an eye-tracking study*. The results of these experiments supported our hypothesis.

Keywords: adjective production, evaluation, meaningmaking process, frame semantics, pragmatic frame elements, drawing task, eye-tracking analysis, linguistic evolution

Adjective basics

Adjective expressions convey information related to the "**evaluation**" of an object according to various domains (e.g., *size*, *height*, *speed*, *quality*, *emotion*, and *color*), such as "this building is *tall*" and "the news is *exciting*" (Sugaya, 2015). The object evaluated by an adjective (referred to as a **target** in this paper) is expressed as a nominal or noun phrase, although they may not be linguistically externalized when the listener can sufficiently understand which object is implied in an adjective expression in some cases—for example, in Japanese, the target of a student's adjective expression "muzukasii (= *difficult*) desu (= be)" is clear, say, when he or she reads a philosophy book (\rightarrow target) in front of a teacher.

Any adjective (A) is thus always required to be connected to a noun (N) in an **overt** or **covert** manner; thus, an adjective expression is considered to be a phrase (P) that

combines these two (i.e., AN phrase). Syntactically, both A and N can function as standalone phrases (i.e., AP and NP)—for example, the sentence "Tom is an open-minded tall *school teacher* who rarely attends meetings." Such an AN phrase can function either as a noun phrase or as a clause in another sentence (e.g., "I believe he is innocent of the crime"). Note that, however, the current article shall deal only with hierarchically simpler AN forms, such as a *fast car, tall man, good weather, blue pen*, and so forth, because even such expressions involve a semantically and pragmatically complicated structure.

For this reason, the canonical linguistic investigation concerning adjectives has assumed that this simple association between A and N is the only requirement of an adjective expression. When delving into the meaning of adjectives and AN expressions, however, it is unsatisfactory to only carefully observe the referents of A (e.g., *delicious*) and N (e.g., *cake*) to understand their meanings. Why does this problem emerge?

Some people may believe that the meaning of *delicious* cake is a combination of the meanings of delicious and cake alone. For instance, consider the meaning of the expression "Mary's mother is able to make a delicious cake." One is likely to interpret that that cake is better than one made by others' mothers or other persons. Although some may suppose that this is a pragmatic inference that is peripheral and may be excluded from semantic study, it must be true that these types of expression are based on a relative comparison, as this speaker must have experienced less delicious cakes. As such, since the distinction between semantics and pragmatics is not always clear-cut, this paper will not distinguish these two. Instead, both types of meaning are referred to broadly as meaning in contrast to form. In this case, what is the meaning of an A and AN phrase?

Furthermore, it is necessary to consider the degree of **establishment** or **novelty** to address the combination of the two (i.e., merge) and the process of meaning-making se-

^{*}Correspondence concerning this article should be sent to: Yusuke Sugaya, Department of Liberal Arts and Sciences, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Tsu city, Mie 514-8507, Japan.

mantically. This is because **conventionality** significantly affects language in meaning and perhaps syntax as well. For example, it is well known that many unit phrases (e.g., *blue light, small talk, smart phone*) do not involve the mental process of assembling distinct items together, compared to novel phrases (e.g., *boring paper, long desk, yellow candy*, etc.), which are less determinant in interpretation, thus requiring greater cognitive load in speakers and listeners.

Meaning-making process

This study addressed the process of **encoding meaning** for the speaker and **decoding form** for the listener in a communicative situation, with a special focus on the meaning-making process as part of the former. Although some linguists may view our approach as employing a pragmatic perspective, we regard it as a semantic analysis that addresses adjectival meaning for the reason denoted above.

Here, a question may arise: why focus on the **processing**, rather than the final state, of meaning? For example, one would not be able to understand a dish ordered in a restaurant thoroughly by only tasting the finished dish; rather, one must observe the cooking process step-wise in which a cook produces the dish, and then you may be able to comprehend the dish comprehensively. Similarly, if linguists attempt to survey semantic phenomena or communicative information encoded by expressions by studying only the final state of a linguistic expression, they are likely to lack a significant portion of the meaning, resulting in incomplete findings.

On this premise, there is another question regarding adjectival meaning: what is included in the process of expressing an adjective? Importantly, several elements included in the process (e.g., **competitor**) may or may not appear at a linguistic level either implicitly or explicitly (e.g., "Mike is very tall *among other students at the school.*"). Thus, even elements that do not occur on the surface (i.e., a linguistic expression as a final state) can be involved in the process. These kinds of elements can be seen as either **constitutive meaning** or **pragmatic context** in a sense. At least, in the case of adjectives, most of these elements are not straightforward but highly interrelated, multi-layered, and distributed as the process of evaluation is typically regarded as indefinitely complicated in the field of psychology or economics. Research on ad-

jectives is required to elucidate such complexity, and it has yet to be conducted sufficiently. Aside from adjectival meaning, research on each type of meaning should focus on investigating the processing method by which meaning is encoded.

Frame semantics of adjectives

In order to consider the pragmatic perspective of adjectival meaning, an analysis must be conducted on the basis of the linguistic theory of frame semantics (Fillmore, 1982). "Frame" is a general term that may be applied to a variety of linguistic phenomena because it broadly refers to "the whole structure evoked by one part," which may also be referred to as **context**, **background**, and **relevant information**. To illustrate, the word *week-end* requires that the listener understands the calendric seven-day cycle and social practice of beginning work on Monday (or Sunday). This basically reflects the concept of **encyclopedic knowledge** of language expressions (Langacker, 1987a; Haiman, 1980).

This theory has been accepted by many cognitive linguists in this decade because such wide, hidden, and evoked knowledge is used in a wide variety of linguistic scenes, such as producing metaphors, connecting words¹, and changing lexical categories (e.g., derivation of N into V). There are critical limitations to this theory that must be discussed and resolved; the term itself is too broad, thus exhibiting the problem of Occam's razor. The definition of the phrase "whole structure" seems to be ambiguous in scope or in the extent of the area broadened by a given meaning, resulting in ad hoc and explanations with low predictive power. Nevertheless, the background information of an expression's meaning (i.e., frame) must be unique to the human language, and an effective theory of such meaning is indispensable for semantic and pragmatic studies.

Moreover, since the frame relies on the **specific** knowledge (i.e., memory) of a given expression, it is disadvantaged by an inability to address abstract concepts or generalizations. Even so, this paper considers the following: What are relevant frame elements evoked to express an AN expression? Since all elements cannot be addressed in this paper, a selection of central elements is introduced below: **competitor**, **standard**, **judge**, and **background**

¹In the case of AN, for example, the expression "a usual seat" evokes a frame of a relevant person, the action of sitting, and daily behaviors, which frame elements enable the clarity of the expression.

scale. Revealing these elements and discovering their functional mechanisms may be key to elucidating the process by which an adjective is expressed.

Frame elements

First, some competitors should emerge covertly through relative comparison to a target, although this is never limited exclusively to the adjective case. Primitively, when a target is evaluated in a domain (e.g., a man is evaluated in height), it must have a greater value in that domain than some others (\rightarrow competitors) in the same group as the target (comparison class) (Sapir, 1944; Kennedy, 1997). Above all, they seem to be necessary components of adjectival meaning (Kennedy, 1999), although some people might beg the question of whether this is the case in non-gradable adjectives as well (e.g., open/closed and semantic/pragmatic).² For speakers, competitors create an evaluation as the first step and facilitate the concept of a judgment in a domain because two identical objects in a single domain do not evoke that domain at all. For listeners, assumed competitors must be inferred that are the basis of a speaker's utterance including a chosen adjective. This is because, for example, the desk may greatly vary in size when a listener is asked to "bring a wide desk" by a speaker.

Second, there are many cases in which, rather than competitors, a standard frame element may be emphasized to make a value-judgment that may be expressed by an adjective (cf. Bylinina, 2012). It is considered to be **a threshold value embedded in a situation** of a target, which is **subjectively interpreted** by a speaker (cf. Sugaya, 2018). The entity that is seen as a target can be situated in various backgrounds (e.g., a book on your desk, in your hand, or in a bookstore); from these interrelations, a standard may be construed from which an act is supposed to begin or end. Consider a situation in which, a power-supply cord that is connected to your laptop on the desk but does not reach any outlets. Without stating a direct comparison, you may evaluate it as *short*, considering the relation between the room arrangement and the length of the power cord.

Third, a speaker may attend to not only a target but also the person(s) who observes that target from their

own perspective—or, judge(s). In general, this is related to empathy, the notion of reading another's mind, and joint attention (Tomasello, 1995, 1999; Sugaya, 2019a). Clearly, the judge (as well as the two frame elements denoted above) tend to depend specifically on the target and situations. Moreover, the frame element is so flexible and extrinsic that some may not include the existence of any judge (moreover, not draw upon one's memory), so its nature as a frame element may be relatively weak—note that Japanese tends to include judges more frequently than English does (Sugaya, 2017). Nonetheless, the frame element (background) must also decisively affect evaluation with an adjective (foreground). For example, consider the case in which a young child plays with a large ball and how the ball (\rightarrow target) may be described to convey the evaluation to your friend in the same room. It is likely that a lot of people (\rightarrow speaker) would create perspective using the young child (\rightarrow judge) to evaluate the large ball (\rightarrow target).

Forth, although all elements that have been introduced above are relevant in the context of a "target," the last—background scale—directly contributes to the "foreground scale" (or main scale) that is concerned with the domain of evaluation. For example, in order to rate a library, you may refer to several related domains such as size, cleanliness, silence, and number of books as background scales to support the final quality judgment (\rightarrow foreground scale). Although this may also not be fixed knowledge elicited from memory, it is possible that when conducting a specific evaluation (e.g., the quality of a library), the criteria for judgment may be more or less determined for each individual or social context. If so, background scale may also be considered a frame element for AN expressions.

The four frame elements described in this paper are integral in our ability to evaluate or connect between A(P) and N(P). In other words, the frame elements with specific functions play a significant role in combining a thing (N) with an evaluation (A): note that only one or more (sometimes, all) of these elements can be employed. It is necessary, however, to demonstrate the significance or functions of these frame elements, compared to irrelevant elements, in adjective expressions through experimentation.

²We believe that the adjectives are non-gradable for the following reasons. First, evoking competitors (maximally) generally occurs in any predication of language, as some comparison is included even in the ordinary sentence "her father ate her chicken (not her mother)." Second, even absolute adjectives can be seen as gradable as one may say, "the door is *very* open now" as a well-formed expression.

Empirical studies of the frame elements

This paper investigates the theory discussed above using two task types: drawing and eye-tracking. hypothesis posits that some different pragmatic elements (i.e., competitor, standard, judge, and background scale) would distinctively function in the meaning-making process of adjective expressions and, consequently, should be regarded as part of adjective meaning. Both experiments focus on the visual world in order to address the meaning of AN expressions in a direct and concrete manner, observing what participants draw in a frame (Experiment 1) and what they attention to in a drawing (Experiment 2). Note that these two experiments do not simply attempt to verify the hypothesis but also facilitate an exploratory analysis of new knowledge; specifically, they are expected to provide information regarding how each frame element works in relation to one another.

Experiment 1

Experiment 1 is a drawing task that is based on the theory of frame semantics. A concept similar to the frame, suggested by Langacker (2008), is the **immediate scope of prediction** imposed on a cognitive domain (e.g., space and time). As the meaning of *finger* evokes the concept of *knuckle* (Langacker, 1987b, 56-57), a profiled entity should occur with, or be embedded in, a based one as part of (encyclopedic) meaning. As a *hypotenuse* must be drawn with a *right triangle* (ibid: 59), frame elements in an immediate scope of prediction are likely to be expressed in a visual representation by subjects. This experiment was conducted on the basis of this theoretical presupposition.

Methods

Participants

The sample was comprised of 132 undergraduate students from the Mie University who were separated into three parts for different tasks. Group A included 43 students, Group B included 45, and Group C included 44. All participants were native speakers of Japanese.

Procedure and materials

All participants were asked to draw eight pictures of eight linguistic phrases, which varied among each group, for twelve minutes. Two nouns, two verbs, and two AN expressions were provided for drawing to each group. Participants were directed to draw a picture for six nouns, six

verbs, and twelve adjective phrases in total. The items that participants were directed to draw are indicated in Table 1 on the next page, although two AN expressions ("bad classroom" and "good library") are missing due to difficulty in analysis and presentation on the table.

Results

After collecting the data, we began with a specific analysis of all pictures drawn by participants ($132 \times 8 = 1056$). Because the primary purpose was to identify elements that were relevant to adjective meaning, we classified those pictures in terms of the types of things that were portrayed alongside a target. For instance, an item that seemed to be in the same category but a different value than a target (i.e., competitor) was marked with "T + C" on Table 1 (see (5) of Figure 1 for an illustrative picture). Furthermore, when a related person was also indicated on a frame, as in (8), this was regarded as a judge (i.e., "T + J"). Moreover, some participants drew additional pictures that were sorted into setting (i.e., "S"). Note that, however, this setting included various types of situations—some of which could be considered standard, as in the example (12), clearly involving a standard (i.e., minimum value) with which one item begins reaching another for expressing the meaning of the predicate (i.e., short).

See Table 1 for the results of such classification and Figure 1 for drawing examples. Table 1 presents a proportion of each category to valid responses in any linguistic phrase. Before those of AN phrases, take a look at the results of noun and verb expressions. As was widely predicted, an **autonomous noun** such as *pencil* was drawn only with a target, whereas a **relative noun** such as *lid* tended to be drawn with the whole structure. This is the case in absolute/relative verbs. In the former (e.g., *walk* and *run*), only an actor (or agent) was described alone; in the latter, (e.g., *hit* and *exchange*), related objects and instruments were required.

Concerning AN phrases, the results were a somewhat more complicated because two words—both of which could evoke some frames—were combined to form a phrase. First, consider the data of *small shoes*: a number of participants depicted one or more competitors, as in (15). However, some drew a foot, as in (16), to indicate a standard instead of competitors, which indicates that one could not put on the shoes (\rightarrow target) owing to the size (smallness). Similarly, the results of *large bed*, in which

	PENCIL (鉛筆) (n=43)	LAPTOP (パソコン)((n = 44)		底面) (ふた)	FRONT COVER (表紙) (n=43)	WALK (歩く) (n = 44)	(走る) (飛ぶ) (HIT WATCH 打つ) (見る n=44) (n=45) (交換する)
T only	.907	.955	.933	.071 .558	.070 A o	only .863 ₍₃₎	.864	.372	.378	
T + W				.929(2) .349	.884 A+			.581		
T&J (related person	on)		.022(1)	()	A +			bat	.600	agent1,2+.628 object1,2 (4)
T + S		.023	.022		I + A+]			+ball bat+ball +batter	.363	*agent1,2+.047
4	T+ sth written	*T+ attachment (USB memory)			A +	- I		· batter	.023	•
	by pencil	.023			Оо	nly + attachment		+batter		object1+ object2 .186
uncomprel	uncomprehensive .047					.022			.023 .022	object2
	SHORT ARM (短い腕)((n=43)	LARGE BED 大きなベッ (n=43)	LARG DESE ド)(大きな (n = 45	く IALL 机)(背が高い	SHORT CABLE)(短いケーブル) (n = 39)	SMALL SHOES (小さい靴) (n=41)	HIGH CEILLING (高い天井 (n=43)			TALL BUILDING) (高い建物) (n=45)
T only	.070	.395	.378	.045	.564	.220		.214	.163	.200
T + W T + C	.528 (9)	116,5	.178	. <mark>795</mark> (13)	.179(11)	.488		.071	.535	.467
T+W+C T + J T+J+C	.419 ₍₁₀₎	.441(6)	.267				. <mark>814</mark> (8)	.643	.233	.244
T + S (standard)		*.047 room scene (7)	Ciiaii	door	(12)	*.170 foot (16) *.100 hand mouse				*.089 mountain cloud etc.
uncomprehens	ive				.026	grass		.023		

Table 1: Results of the experiment.

target = T, whole of target = W, competitor = C, agent =A, relevant person = J, setting = S, object = O, instrument = I

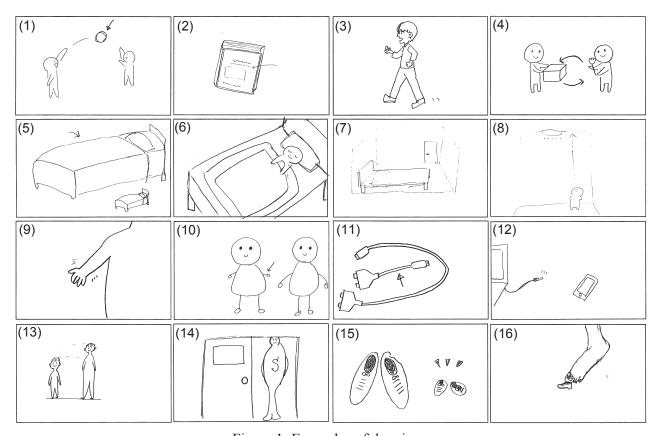


Figure 1: Examples of drawings.

fewer respondents drew a picture of competitors, such as (5). Rather, many participants drew a picture of the subject that made the judgment and was relevant to the target (cf. (6) for an example). Moreover, it is interesting that some participants offered a room scene encompassing a target, appearing to consider the proportion between these two, as illustrated in (7). Due to space limitations, refer to Table 1 for all data.

Discussion

The drawing task sufficiently revealed that which should be included in the meaning of a linguistic expression by means of depicting an immediate scope of predicate (or a frame). These drawings could not perfectly correspond to that scope. However, it is possible that a large number of pictures provided evidence of which frame elements are necessary (or should be depicted) in meaning. Note that since any classification of elements could be arbitrary, multiple evaluators should analyze pictures drawn by participants to ensure that the methodology is more effective.

If the methodology is valid and produces significant and relevant results, some notable suggestions regarding adjective semantics may be derived. First, this study partly supported the hypothesis stating that frame elements are relevant to adjective meaning. This indicates that the process of encoding an adjective contains the processes of competitor, standard, judge, and background scale to some extent, thus enabling those elements to become integral components of adjective meaning.

Furthermore, because the current experiment is explanatory, there may be further scope for understanding and examining frame elements. First, **the choice of the frame elements critically depends on modified nominals**, which also evoke different types of frames. For instance, a *bed* is known to be placed in a "room"; thus, the balance between a bed and a room is more inclined to be considered (i.e., a standard) when combined with *large*. As a *cable* is an electric cord, on the other hand, connecting two electrical goods, *short* evokes the distance between two items—a standard. Second, **competitors must be the foundation of an adjective's meaning** because a large portion of participants drew similar things to the target.³ This supports a traditional account that even a positive form ("A is large")

should essentially involve a comparative form of an adjective ("A is larger than B") (Sapir, 1944).

Experiment 2

For the same purpose, we conducted a different type of experiment that measured the participants' eye movement. Unlike the previous experiment (i.e., the task of drawing pictures), it focused on the things to which attention was given in a scene in association with a linguistic expression. This was based on a recent eye-tracking methodology referred to as the **visual world paradigm** (Tanenhaus et al., 1995). Specifically, by observing and comparing the pictures (visual stimuli) on which participants focused and those they did not, we have uncovered some relevant and necessary components of adjective meaning and its processing.

Methods

Participants

Twenty-three (11 female) undergraduate students at Mie University participated in this survey, all of whom were native monolingual Japanese speakers who did not participate in the previous experiment.

Procedure

After filling out a form and completing an eye tracker calibration process, participants did a rehearsal trial as an opportunity to practice. Then, they worked on the trials, all of which involved the same procedure: a **sentence presentation**, a **picture presentation**, and then a **judgment task** with a five-point scale. Before presenting those stimuli, they were asked to look at a point of gaze (+) at the center of the screen. Although they could generally go to the next page in a self-paced manner, each picture was shown for only five seconds. This trial was repeated ten times (i.e., ten sentences, pictures, and questions) at random, but four of the trials were dummies (i.e., **filler** tasks), included so that the participants would not notice the intention of the experiment.

Throughout the experiment, participants' eye movements were recorded with a Tobii's screen-based eye-tracker (Tobii Pro Nano) mounted on a 13.3-inch laptop (HP EliteBook 830), with a sampling rate of 60 Hz. In addition, Tobii Pro Lab was used as a presentation and analysis tool, enabling an exact manipulation of the entire experiment.

³Radically speaking, the reason competitors are the foundation of adjective meaning is that other frame elements (specifically, standard and judge) may be based on one or more competitors experienced by a speaker. Unless some competitors exist, those elements cannot appear.



緑色の服を着た男性は背が高い。 The man wearing green is tall.



青色のボールは小さい。 The blue ball is small.



青い服を着た男性は背が高い。 The man wearing blue is tall.



赤い服を着た女の子は背が高い。 The girl wearing red is tall.



赤い服を着た女の子は背が低い。 The girl wearing red is short.



男の子の近くにあるタンスは大きい。 The drawers near the boy is big.

Figure 2: The heat map of gazing

Materials

First, in regard to the drawing stimuli, the background (i.e., an inner room scene) was the same in all pictures while the arrangement of people and furniture varied from one to the other. Let us look at Figure 2, where all situations except for the fillers are exhibited—for now, we can ignore the heat map superimposed there. Pictures (1), (3), and (4) were concerned with **competitors**. In contrast, (2) is clearly related to a **judge**, while (5) and (6) are associated with **standards**. Note that the figures are randomly presented, so their numbers do not indicate the order of trials.

Second, the sentences presented prior to the pictures are also shown below them, both in Japanese (actual) and in English (translated). The adjectives adopted in this experiment were *tall/short* and *large/small* in visual, spatial domains; of course, all were shown in a positive form. As the simplest syntactic structure, a single subject (NP) was followed only by a predicate (AP): the 'S copula A' (SVC) construction.

Lastly, the participants were asked to rate the degree of **sentence-picture correspondence** on a five-point scale. However, since the purpose of this experiment was to analyze the viewing data, the responses recorded here were not included in the scope of investigation.

Results

Now let us pay attention to the heat map in Figure 2 for intuitive understanding. This denotes the average extent to which participants fixed on an area in the image. Overall, the gazing intensity of each target was clearly the strongest among the persons and furniture situated in the room. More important in this article is the attention to those images that pictorialize frame elements. It seems, in common, that this figure indicates a higher intensity of gazing at each frame element.

In order to detail this point, we set up areas of interest (AOIs) and researched the relative quantity of fixation time, comparing one AOI to another; the results are displayed in Table 2. In regard to competitors, look at the data of (1), which show a great proportion of attention to the two people. Moreover, observe the fact that participants were more apt to fix on the nearby girl than on the man wearing blue, although we assumed that the more similar an entity was to a target (i.e., man and adult), the more easily it was regarded as a competitor. One possibility is that the little girl would be considered a judge from whose perspective the target (the man wearing green) was viewed. Even if that is the case, the frame element of the competitor basically functions for adjective meaning, as it

	Area of Interest (AOI)	blue man	green man	girl	boy	baby	chair	table	drawing	blue ball	black ball	drawer (left)	drawer (right)	candy	calender
(1)	Average	0.54	1.99	0.54	-	-	0.17			-	-	-	-	-	-
	Share of Total Time (%)	7.73	33.31	8.26	-	-	0.53	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
	Percentage Fixated (%)	86.36	100.00	90.91	-	-	18.18	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
	Variance	0.04	0.37	0.10	-	-	0.00			-	-	-	-	-	-
	Standard Deviation (n-1)	0.20	0.61	0.32	-	-	0.06			-	-	-	-	-	-
	Average	0.41	0.25	-	-	0.59				1.24	0.70	-	-	-	-
	Share of Total Time (%)	5.52	0.45	-	-	8.45	0.00	0.00	0.00	23.52	12.05	-	-	-	-
(2)	Percentage Fixated (%)	68.18	9.09	-	-	72.73	0.00	0.00	0.00	95.45	86.36	-	-	-	-
	Variance	0.05	0.02	-	-	0.14				0.50	0.21	-	-	-	-
	Standard Deviation (n-1)	0.23	0.14	-	-	0.38				0.70	0.46	-	-	-	-
	Average	1.35	0.78	-	-	0.58	0.08			-	-	-	-	-	-
	Share of Total Time (%)	26.48	14.63	-	-	8.82	0.07	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
(3)	Percentage Fixated (%)	100.00	95.45	-	-	77.27	4.55	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
	Variance	0.27	0.14	-	-	0.09				-	-	-	-	-	-
	Standard Deviation (n-1)	0.52	0.37	-	-	0.31				-	-	-	-	-	-
	Average	-	-	2.15	0.48	-	0.28		0.17	-	-	-	0.64	-	-
	Share of Total Time (%)	-	-	35.61	7.20	-	0.21	0.00	0.26	-	-	-	6.72	-	-
(4)	Percentage Fixated (%)	-	-	100.00	90.91	-	4.55	0.00	9.09	-	-	-	63.64	-	-
	Variance	-	-	0.49	0.05	-			0.01	-	-	-	0.37	-	-
	Standard Deviation (n-1)	-	-	0.70	0.22	-			0.10	-	-	-	0.61	-	-
	Average	-	-	1.75	0.43	-		0.35	0.22	-	-	-	-	0.87	-
	Share of Total Time (%)	-	-	37.01	6.16	-	0.00	0.34	0.21	-	-	-	-	12.58	-
(5)	Percentage Fixated (%)	-	-	100.00	68.18	-	0.00	4.55	4.55	-	-	-	-	68.18	-
	Variance	-	-	0.49	0.13	-				-	-	-	-	0.29	-
	Standard Deviation (n-1)	-	-	0.70	0.36	-				-	-	-	-	0.53	-
	Average	-	-	0.38	0.78	-		0.07	-	-	-	1.02	0.68	-	0.67
	Share of Total Time (%)	-	-	5.75	16.74	-	0.00	0.08	-	-	-	26.81	15.48	-	12.57
(6)	Percentage Fixated (%)	-	-	54.55	77.27	-	0.00	4.55	-	-	-	95.45	81.82	-	68.18
	Variance	-	-	0.15	0.20	-			-	-	-	0.32	0.17	-	0.15
	Standard Deviation (n-1)	-	-	0.39	0.45	-			-	-	-	0.57	0.41	-	0.39

Table 2: Results of the eye-tracking experiment.

was quite focal in pictures (2) to (6) as well.

Next, the situation in (2) included a judge whose view a participant might track so as to value the target (i.e., ball) in size. In fact, the result found a relatively heavy attention to the baby as a judge. Although it could be derived just from the closeness to the target, the data appeared to mean that a number of participants paid **joint attention**, with the baby, to the target (ball). However, it should be noted that the data (2) in Table 2 show a higher amount of gazing at the competitor, which implies the essentiality of this element.

Last but not least, the result of the experiment signified the importance of the standard. Turn your attention to the gazing time of each AOI in (5) and (6) in Table 2. In (5), the candy on the dresser (\rightarrow standard) was located too high for the girl to reach it. In (6), similarly, the calendar on the wall (\rightarrow standard) was partially hidden by the dresser (i.e., target). Taking these into consideration, participants seemed to fix on those standard things for a long time. Likewise, competitors functioned very well to a similar extent to these standards, suggesting that roughly half of the participants took no notice of the frame element in question.

Discussion

First and foremost, this experiment supported the in-

volvement of some pragmatic frame elements-in particular, competitor, judge, and standard—in the semantic process of adjective expressions. In fact, most participants extended their viewing field and, to a varying degree, gazed at the pictures referring to those elements. This was more obvious when compared to the filler trials that did not contain any adjectives (e.g., "A girl is standing near the table"). As often stated, an adjective is context-dependent, or a relative predicate, so the result must be reasonable as far as the perception-conception analogy is accepted. More significantly, this elucidated the types of contexts on which an adjective should rely for its production and comprehension. Needless to say, however, it will be necessary to perform additional tests, increasing the quantity of stimuli and comparing many other kinds of expressions, in order to validate the results and discover more.

In addition, this experiment has led to some suggestions concerning those frame elements. First, evoking one or more competitors underlies adjective meaning, as other researchers' investigations into dimensional adjectives have emphasized the context of competitors (Sedivy et al., 1999; Sedivy, 2003). Second, the result obtained by delving into individual data suggested that if there were two possible interpretations (e.g., depending on the competitor or standard), participants basically chose one interpretation rather than mixing the two. In the case of (5),

more of them preferred the standard, ignoring the existence of the boy as a competitor; in that construal, the girl was seen as *short* because she could not reach the candy on top of the dresser. On the other hand, picture (6) showed the opposite: since the target was smaller/larger than the competitor, the target was regarded as *small/large*. In short, the frame element that one adopts for an adjective expression differs according to the scene.

Conclusion

This article has dealt with the role of frame elements in semantic adjective processing. Two experiments (i.e., drawing and eye-tracking) concretized the reality of the theory. In detail, they demonstrated that the process includes some of these frame elements (i.e., *competitors, standard, judge,* and *background scale*) to create adjective meaning in one's mind, although the (complicated) interrelation among them should be uncovered through further studies.

Semantic preprocessing of language

Like adjectives, some semantic frame can generally be evoked for any combination of two items. It is expected that focal frame elements vary according to the type of linguistic expression, but some common properties can be captured and predictable, as in this survey. Those elements should be considerably involved in linguistic processing, imposing a heavy cognitive load on language users. Such a great deal of inner and invisible preprocessing of language is semantic or pragmatic, rather than syntactic, since this kind of meaning-making (i.e., conceptualization) precedes the language-composing process. In connection, **the processing of merging multiple items is considerably semantic or pragmatic as well**. Thus, if a linguistic theory undocks any meaning component, the result may lack an essential portion of the human language.

Toward a meaning-based linguistic evolution study

Human beings have advanced language to describe various scenes of **mental representation**, having named a number of concepts to create one's copious vocabulary. In a mental world, two distinct images (e.g., *red* and *car*) among them are superimposed to be a single unit, which can be moreover connected with another concept (e.g., *The red car is fast*). Speaking from such a semantic perspective, human languages acquired their complex-

ity as the species evolutionarily developed a mental world configuration (including vision, emotion, construal, and thought)—simply, **meaning**. Of course, what enables such a (complicated) mental world (MW) is the lower level of **neural representation**, which is based on the rate of **neural firing** or **action potential**. Thus, a language evolution theory requires the development of evolutionary cognitive neuroscience: How do human beings develop high-level cognitive functions to make such a complex mental representation?

According with the design of this paper, we claim that the **meaning-first** assumption—that meaning constructs the basement and hierarchy of language-would make sense for researching language evolution as well, as opposed to "form-first" or Chomskyan syntactic theories (Sugaya, 2019b). Basically, most mainstream linguists seem to detach form from meaning and place it at the center of research. Because they begin with a complete condition of grammar with high applicability (above all, in English), they have to use a so-called backward reasoning. Specifically, two forms (F) are syntactically connected ("F+F") and then the semantic interpretation can occur: $F+F \rightarrow M+M \rightarrow MW$. Actually, this might 'sometimes' appear in order to make a new, emergent concept (e.g., "eat a boring blue") in a mental world (MW). However, it is natural, primary and primitive that attending to (and construing) part of a mental world makes a connected meaning ("M+M"), after which it may be expressed linguistically: $MW \rightarrow M + M \rightarrow F + F$.

With this view, in principle, superficial, isolated, and floating form-centered language theories can be defective as a foundation when considering linguistic origin and development. Human languages are based characteristically on high-level mental representations, or meaning.

Acknowledgments

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 19K13159.

References

Bylinina, Lisa. 2012. Functional standards and the absolute/relative distinction. *Sinn und Bedeutung (SuB)* 16:141–157.

Fillmore, Charles J. 1982. Frame semantics. In *Linguistic in the Morning Calm*, pages 111–137. Linguistic Society of Korea. Seoul: Hanshin.

- Haiman, John. 1980. Dictionaries and encyclopedias. *Lingua* 50:329–357.
- Kennedy, Christopher. 1997. Comparison and polar opposition. In *Proceedings of SALT Proceedings of SALT Proceedings of SALT*? Ithaca, NY: CLC Publications.
- Kennedy, Cristopher. 1999. Projecting the Adjective: The Syntax and Semantics of Gradability and Comparison. New York, London: Routledge.
- Langacker, Ronald W. 1987a. Foundations of Cognitive Grammar, vol. 1: Theoretical Prerequisite. Stanford: Stanford University Press.
- Langacker, Ronald W. 1987b. Nouns and verbs. *Language* 63(1):53–94.
- Langacker, Ronald W. 2008. *Cognitive Grammar: A Basic Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Sapir, Edward. 1944. Grading: A study in semantics. *Philosophy of Science* 11(2):93–116.
- Sedivy, Julie C. 2003. Pragmatic versus form-based accounts of referential contrast: Evidence for effects of informativity expectations. *Psycholinguistic Research* 32(1):3–23.
- Sedivy, Julie C., Michael K. Tanenhaus, Craig G. Chambers, and Gregory N.Carlsonb. 1999. Achieving incremental semantic interpretation through contextual representation. *Cognition* 71(2):109–147.
- Sugaya, Yusuke. 2015. Inside the mental mechanism of evaluation processing. *Papers in Linguistic Science* 21: 153–182.
- Sugaya, Yusuke. 2017. The cognitive process of objectivization in different cultures: A Japanese / English comparison. *Papers in Linguistic Science* 23:83–105.
- Sugaya, Yusuke. 2018. Reading in absolute and relative contexts for adjectival meaning: A comparison of japanese and english speakers. *Papers from the 18th National Conference of the Japanese Cognitive Linguistics Association* pages 1–12.
- Sugaya, Yusuke. 2019a. How does joint attention interact with the meaning-making process of adjectives? An experimental study. *KLS Selected Papers* 1:147–158.
- Sugaya, Yusuke. 2019b. Towards a state-of-the-art theory of meaning. *Philologia* 50:67–84.
- Tanenhaus, Michael K., Michael J. Spivey-Knowlton, Kathleen M. Eberhard, and Julie C. Sedivy. 1995. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science* 268(5217):1632– 1634.

- Tomasello, Michael. 1995. Joint attention as social cognition. In C. Moore and P. Dunham, eds., *Joint attention: Its origins and role in development*, pages 103–130. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Tomasello, Michael. 1999. *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press.

形容詞を伴う結果構文と Make 使役構文の獲得について On the Acquisition of Adjectival Resultative Constructions and Make-Causative Constructions in English

本多 明子[†] Akiko Honda

[†]至学館大学 Shigakkan University honda@sgk.ac.jp

Abstract

The aim of this paper is to explore how the English adjectival resultative construction acquires from the viewpoint of Usage-based Construction Grammar. This approach takes the primary unit of grammar is the grammatical construction, which is defined as a paring of grammatical form and the corresponding meaning. This construction basically encodes the relationship between cause and effect. Although young children perceive the causal relationship in the early stage of development, this construction is almost nonexistent in this stage. Alternatively, periphrastic constructions like make-causative constructions are frequently used in their daily utterances. This paper shows the acquisition of the adjectival resultative construction in terms of Inheritance Network in the light of the difference in constructional property between the two constructions.

Keywords — Adjectival Resultative Construction, Make-Causative Construction, Acquisition, Inheritance Network

1. はじめに

英語には、使役構文 (Causative Construction) に属する結果構文 (Resultative Construction, 以後, 本論文では、形容詞を伴う結果構文を指し、RC と表記する) と呼ばれる構文が存在する.

(1) He polished his shoes clean.

RCの構文特性については、言語学の領域である意味論、統語論、語用論など様々な観点に基づく研究により明らかにされている(Goldberg & Jackendoff、2004;Goldberg、2006;Levin、2017等)。その中でも特徴的な点は、RCは単文で複文構造を持つということである。複文構造とは、ここでは、二つの事象から成るということを表す。例えば、上記の例文は(2)のようになる。

(2) He polished his shoes causing them to be clean.

彼が靴を磨くという事象と、(磨いた結果) 靴が綺麗になったという二つの事象、即ち、原因事象と結果事象から成り立っている.

認知心理学で指摘されているように、二つの事象間における因果関係の認識については、発達の初期段階で認められる (Piaget, 1929, 1930). RC は因果関係を表す構文であることから、幼児期に出現すると考えられるが、実際には、RC は、子どもの発話データベース CHILDES を調査しても、1歳から3歳(女児1名)の発話の中にその存在を確認し難い、それはなぜか、

また、近年、認知言語学の用法基盤理論、構文文法論(Construction Grammar)の発展に伴い、構文の特性だけでなく、言語獲得を視野に入れた構文研究がなされるようになり、幼児期の発話表現がどのように文法構文として成り立っていくのかその過程が明らかになってきた(Tomasello, 2003). さらに、構文文法論には構文間の関係を示す継承(Inheritance Network)という考えがあり、例えば、RCと形式的、意味的に類似する使役移動構文(Caused-Motion Construction、以後、CMC)との関係について、継承の観点から説明することが可能となった(Goldberg, 1995.).

本論文では、子どもの発話データベースである CHILDES の言語資料に基づき英語を母語とする女児 Lara の 1 歳から 3 歳までの発話状況を調査し、原因事象と結果事象を表す際にどのような表現形式を用いるのかを調べ、RC を獲得するまでにどのような表現の獲得過程を経るのかを考察する。そして、その結果をもとに、上記の問いに対する理由について、構文間の繋がりを示す継承という考えに基づき説明する.

本論文の構成は次の通りである. 第 2 節では, Lara の発話から原因事象と結果事象を表す表現形式を抽出し, 分析結果を示す. 第 3 節において, RC と MCC の構文特性の違いを述べる. さらに, 事象間の因果関係を子どもは周りにいる大人の発話を耳にしたり, また, 自らもそれぞれの行為を表す動詞や状態を表す形容詞

を使用したりしながら認識していくことを示す. 第 4 節では,構文文法論の構文間の関係を示す継承について概観し,RCの獲得について考察する. 第 5 節は纏めである.

2. Lara **の発話状況**

女児 Lara の発話を 1 歳から調べていくと、使役による変化でも、前置詞句や不変化詞を用いる位置の変化を示す CMC や動詞不変化詞構文 (Verb-Particle Construction,以後、VPC)の獲得は発達の初期段階で確認できる.

-CMC-

(3) a. put her in it then. (1歳11ヶ月)

b. daddy put it in the cooker. (2歳1ヶ月)

c.shall I put it on fire place? (2歳5ヶ月)

-VPC-

(4) a. put it away. (1歳11ヶ月)

b. take bib off. (2 歳 1 ヶ月)

c. I want to put his t-shirt on. (2歳 5ヶ月)

-MCC-

(5) a. can you make mine bigger? (2歳7ヶ月) b. make it nice and clean. (2歳8ヶ月)

c. make it bigger. (2歳9ヶ月)

動詞の make 以外にも、let や have を用いた使役動詞の 出現も発話の中に観察される.

(6) a. let me play with this then. (2歳8ヶ月) b. you have had your hair brushed. (2歳9ヶ月)

以上のことから、初期発話段階では、RC に比べると MCC の使用が頻繁に見られる. 以下では、RC と MCC の構文特性に着目し、この違いについて考える.

3. RCとMCCの構文特性の違い

認知言語学的視点から見ると、RCとMCCの構文特性の違いは幾つかあるが(拙論,2004)、ここで注目すべき点は、言語化される変化を引き起こす行為が具体的に明示されているか否かである。構文文法論の観点に基づくと、RCの形式と意味は次のように表される。

(7) 形式: [Subj V Obj RP]

意味: X causes Y to become Z_{state}

(Goldberg, 2006: 73)

尚, Subj は Subject, V は Verb, Obj は Object, RP は Resultative Phrase を表す. 一方, MCC の形式は次のようになる.

(8) 形式: [Subj MAKE Obj RP]

つまり、RC の場合には、RP で示される変化を引き起こす行為がその形式に記号化されているのに対して、MCC では、具体的な行為が言語化されていない. MCC において結果を引き起こす行為を言語化するのであれば、(9) のようになる.

(9) He made his shoes clean by polishing them.

つまり、手段を意味する by と共に具体的な行為を表す V-ing の存在が必要となる. もちろん polish という行為 以外にも、例えば、brush や wash もそれぞれの行為の 結果として、対象が綺麗になることから、(10)に見る MCC も可能である.

(10) She made her hair clean by brushing/ washing it.

それぞれの結果事象がどのような行為事象と有機的に 結び付いているのかを認識するには、現実世界におけ る様々な経験が必要となる. 例えば、Lara の発話にお いて wipe と clean が原因と結果の関係として結び付い ている発話が父親 (DAD) との会話の中に観察される.

(11) DAD: quick wipe.

CHI: can I wipe it?

DAD: if you want you wipe it you can give it a

wipe for me.

CHI: wipe wipe wipe.

CHI: wipe wipe wipe.
DAD: are you wiping?
CHI: is this all clean?
DAD: is it all clean.

(Lara 2 歳 6 ヶ月)

但し、wipe という行為と clean で表される状態についての認識はそれ以前に遡る. wipe という動詞については、Lara が 1 歳 9 τ 月 の時に祖母 (ELS) の発話の中に確認することができる.

(12) ELS: oh dear.

ELS: never mind.

ELS: grandma will wipe that off in a minute.

ELS: you do your jigsaw.

ELS: grandma will wipe it in a minute.

ELS: shall I go and get a cloth and wipe it?

CHI: yes.

ELS: alright then.

(Lara 1 歳 9 ヶ月)

その後、Lara 自らもwipe を使用する発話が観察される.

(13) CHI: I wipe & a face.

DAD: do you wanna wipe your face?

(Lara 2 歳 0 ヶ月)

また、形容詞 clean についても、Lara に対する母親 (MOT) の発話の中に観察することができる.

(14) MOT: Lara?

MOT: are you clean?

CHI: Lara do.

MOT: are you clean?

CHI: yes.

MOT: well.

MOT: let's have a look at your hands then.

MOT: and the other side.

MOT: good girl.

(Lara 1 歳 11 ヶ月)

さらに, (15) をみると, wipe 以外にも, Lara が wash という行為と clean との関係について認識していることがわかる.

(15) CHI: and you mustn't wash this.

MOT: no.

CHI: you mustn't wash the oven + gloves.

CHI: they clean now.
CHI: are they clean?

(Lara 2 歳 8 ヶ月)

同じ頃、動詞 wash 以外にも、Lara は sweep という行為 が形容詞 clean で表された状態と結び付くことを認識している.

(16) CHI: I'm gonna sweep here now.

MOT: pardon?

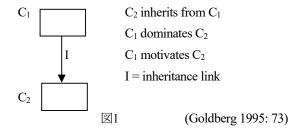
CHI: I'm gonna sweep here.CHI: make it nice and clean.CHI: make it nice and clean.MOT: make it nice and clean.

(Lara 2歳8ヶ月)

用法基盤理論の考えによれば、言語能力は一般認知能力を用いて純粋に言語使用からボトムアップ式に獲得される(Tomasello, ibid.). つまり、日々の経験の中で実際の発話を聞いたり、年齢が上がるにつれて読んだり、また、自らもその言語表現を使用したりすることにより、一つひとつの具体的な事例から文法構文が獲得される.

4. 構文間の継承関係

構文文法では、一つひとつの構文の存在を継承関係により動機付け、構文はネットワーク (inheritance network)を形成していると考える。独立した構文間の結び付きを捉えることにより、それぞれの構文の特性を説明する。構文間の関係は継承リンク (inheritance link)により捉え、図1で示すように、異なる構文 C_1 と C_2 の間に動機づけの関係 (relations of motivation)が見られる場合、継承という考えにより、それらの構文の結び付きを意味的、形式的に説明することができる。



以下では、RCとMCCの特性を踏まえ、構文間の継承の観点からRCとMCCの関係について示す.

まず、RCを構成する動詞について見てみると、先行研究で指摘されているように、動詞自体に使役の意味はない. Vendler (1967) の動詞分類に基づけば、RCを構成する wipe、sweep、wash、brush等はどれも activity verb に属する. 構文文法では、RC という構文自体に使役の意味があると考え、それぞれの動詞が RC に組み込まれることにより、使役の意味が出てくる。では、そもそも RC の使役の意味はどこから出てくるのか.

RCの構文的な特徴は、先にも述べたように、単文で複文構造を成すという点である。つまり、RCは、因果関係を構成している原因事象と結果事象の二つの事象を一つの形式で記号化している。この点が MCC とは異なる。Lara の発話に見るように、MCC の場合には、結果事象のみを言語化している(例、make it nine and clean (Lara 2 歳 8 γ β))。

Laraの発話を観察すると、MCC獲得より以前に、(17)にみる発話が確認できる.

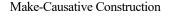
(17) a. make ball. (2歳0ヶ月)

b. let's make a birthday cake. (2歳2ヶ月)

c. I hafta make a bridge first. (2歳6ヶ月)

動詞 make の後にモノを表す名詞 (ball, a birthday cake, a bridge) が生じている. つまり、形式は[MAKE Obj] であり、意味は「作る」を表している. 一方、MCC では、モノではなく、コトとなる出来事(事象) が動詞 make に後続している [Subj MAKE Obj RP]. つまり、MCC では Obj と RP によって表される事象を引き起こすという意味になり、使役の意味が出てくる. RC は Obj と RP で表された事象を引き起こす手段となる行為が具体的に明示された形式である.

RCとMCCの構文特性ならびに獲得過程を考慮すると、構文の継承について、RCはMCCによって動機付けられていると考えられる.





Adjectival Resultative Construction

図2

5. おわりに

本論文では、構文文法論の観点からRCの獲得について、CHILDESにある女児Lara (1歳から3歳)の発話状況を基に、発達の初期段階で認識される原因事象と結果事象をどのような表現形式を用いて発話するのか調べ、考察を行った.

RCの獲得については、一つひとつの経験を通して、それぞれの結果事象と結び付く手段となる具体的な行為が認識され、使役構文であるMCCを基軸として手段を動詞として具現化するRCの獲得に至ると考えられる。RCの形式が、なぜ使役の意味を持ち得るのかについてもMCCとの継承関係から示される。

今後はさらに、研究調査対象の人数を増やし、RCが 頻繁に見られる時期の調査を行っていく.

謝辞

本論文の執筆にあたりまして、査読委員の先生方に 大変貴重な御意見を賜りましたこと心より感謝申し上 げます. 本研究は JSPS 科研費 18K00668 の助成を受け たものです.

参考文献

- [1] Goldberg, Adele E., (1995) Constructions: A Construction Grammar Approach to Argument Structure, Chicago, University of Press.
- [2] Goldberg, Adele E., (2006) Constructions at Work The Nature of Generalization in Language, Oxford, Oxford University Press.
- [3] Goldberg, Adel.E. and Ray Jackendoff, (2004) "The English Resultative as a Family of Constructions", *Language*, 80, pp. 532-568.
- [4] Honda Akiko, (2004) "Focalization in Causal Relations: A Study of Resultative and Related Constructions in English", Ph.D. dissertation, University of Tsukuba.
- [5] Levin, Beth, (2017) "Resultatives and Causatives", unpublished ms., Stanford University, Stanford, CA.
- [6] MacWhinney, B., (2000) The CHILDES Project: Tools for analyzing talk. 3rd ed. Vol.2. The Database, Mahwah, N.J.: LEA.
- [7] Piaget, Jean, (1929) The Child's Conception of the World, (trans. Joan and Andrew Tomlinson), New York: Harcourt, Brace.
- [8] Piaget, Jean, (1930) The Child's Conception of Physical

- Causality, (trans. Marjorie Cabain), New York: Harcourt, Brace.
- [9] Tomasello, Michael, (2003) Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [10] Vendler, Zero (1967) Linguistics in Philosophy, New York, Cornell University Press.

階層性と意図共有に共通する認知基盤

A Common Cognitive Underpinning for Hierarchy and Intention Sharing

藤田 耕司 Koji Fujita

京都大学 Kyoto University fujita.koji.3x@kyoto-u.ac.jp

概要

The combination of hierarchy and intention sharing sets human language and linguistic communication apart from other animal communication systems. It remains to be seen, however, if these two properties are evolutionarily linked and if so, how. Here I provide a possible scenario for their coevolution based on the evolution of multiple, parallel distributed attention system, which may be an instance of domestication syndrome.

キーワード : hierarchical syntax, intention sharing, multiple attention, domestication syndrome

1. はじめに

人間言語は線形構造ではなく階層構造に基づく文法を有する点で他種のコミュニケーションシステムと大きく異なっているが、このような階層性は言語のみならず、音楽や心の理論等、人間の認知機能に広く認められる特質でもある。また意図共有は言語的・非言語的を問わず人間の triadic なコミュニケーション一般の特質となっている。本セッションでは階層性と意図共有が統合されることで人間独自の言語コミュニケーションが成立すると想定しているが、ではこの 2 つは独自に進化し後に結びついたのか、それとも両者に共通する何らかの認知基盤があるため当初から平行進化が可能であったのか、が興味深い論点となる。この発表では後者の可能性を検討する。

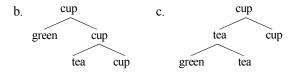
2. 併合の進化

生成文法では言語の階層構造を生成する基本演算操作として「併合 (Merge)」の存在が仮定され、その出現が人間の言語能力の創発に繋がったと主張される [1]. 併合は2つの統語体を結合して1つの無順序集合を定義する回帰的操作であり、この単純な操作の適用のみによって複雑な階層的言語構造が可能になるとする点で優れた考え方である.しかしながら、その併合の進化については、ただ単一の突然変異による脳の再配線が

示唆されるのみであって、積極的な考察はなされていない.

筆者は先行研究において、併合と Action Grammar (AG, [2]) の形式的な類似性に着目し、併合は道具使用等に典型的に観察される具象物の階層的組み合わせ能力から進化したと主張してきた(併合の運動制御起源仮説、[3][4]). とりわけ、AG において区別される Pot方式と Subassembly 方式の相違が言語においても重要であり、Pot-Merge と Sub-Merge を区別した上で、後者の進化が言語進化上、決定的な役割を果たしたと仮定した。両者の相違は、次例等によって示される.

(1) a. green tea cup



(1b)が Pot-Merge, (1c)が Sub-Merge であるが、常に cup を主要部 (ないしラベル) とする構造体が生成される Pot-Merge に対し、Sub-Merge では主要部が tea から cup へ推移しているのが大きな相違である.

(1)は単純な名詞句の構造的曖昧性の例であるが、同様の現象が文や語のあらゆるレベルで観察される. また、Pot-Merge/Sub-Merge の相違は、通時的と共時的とを問わず、言語の多様性を捉える上でも有効であると思われる. こういった考察から、併合は AG を前駆体として概略以下のように進化し、Sub-Merge の出現をもって人間言語が完成したと推定できるであろう.

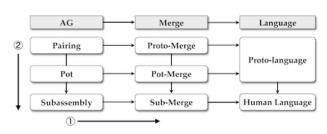


図1 AG から併合, 人間言語への段階的進化

図 1 の進化シナリオにおいて説明を要するのは、① 具象物の操作から抽象記号の操作への拡張、②より単純な Pot 方式からより複雑な Subassembly 方式への拡張、がそれぞれ人間においてのみ可能になった経緯である。

3. 外在化と内在化

この内, ①については人間のみが抽象的な記号を具象物化でき、それは概念を音声他によって外在化する能力の帰結であると考える. 概念化や範疇化自体は人間固有の能力ではなく、他種においても認めることができる. しかし他種ではその概念を語相当の実体を伴う具体的な記号として表し、伝えることがない. 概念がないのではなく、概念の外在化がないために、その概念を操作することがないのである. これが人間においてのみ①の拡張が可能である理由だと考えられる.

もちろん,ではなぜ人間のみ概念の具象物化ができるのかは,別の説明を要する.しかしこの推測が正しければ,外在化と内在化の関係について,生成文法が採る「言語は内在化に対してのみ最適化されており,外在化は副次的な現象に過ぎない」[1]という見方が必ずしも正しくなく,外在化がなければ内在化の進化は不可能という両者の共進化関係が強く示唆されるであろう.

4. 多重注意システム

一方,②の拡張については、Subassembly が組み立てた集合をチャンク化し記憶しておいて別の操作への入力とするものであることから、人間におけるワーキングメモリの増大との関係を想定するのが自然であろう。ここで Pot-Merge (1b)と Sub-Merge (1c)の手順の相違に再度注目すると、前者ではターゲットが1つ (cup)に固定されているのに対し、後者は2つの異なるターゲット(teaとcup)に注意を払う必要がある。このような多重型の注意能力は、典型的には移動(内的併合)を含む表現の処理に求められるものである。

(2) a. John bought a book.

b. What did John buy (what)?

Wh 移動が生じた(2b)では、文頭で音声解釈を受け談話上の表層解釈を持つwhatと、基底位置で無音化され主題役割の深層解釈を持つ(what)の双方に同時に注意しなければ文全体としての解釈が成立しない.

Subassembly において働いているのも同種の多重的・ 並列分散的な注意能力であると考えられる. 人間言語 のみにおいて移動に起因する転移 (displacement) の特性が見られることと, Sub-Merge がシンタクスの必須の構成要件であることは、実は深い進化的つながりがあるように思われる.

5. 意図共有と多重注意

意図共有の実現には、当事者双方が相手の意図を把 握・理解し(心の理論),加えて自らも同じ意図を持つ ことが条件となる. つまり, 各々の意図を理解した上 で、その双方に注意を向けることが求められる. ここに 見られる多重注意能力が、言語の階層構造を生成する Sub-Merge が要請するものと同種であり、階層性と意図 共有は独立して進化したのではなく,同じ認知基盤に 依拠して進化したのではないか、というのがここでの 提案である(多重注意共有仮説). もちろん階層性も意 図共有も多重注意のみによって可能になるわけではな く, それぞれの領域に固有の要因もあるはずであるが, 加えてこのような領域一般的な注意能力も大きな役割 を果たしたであろうという見通しである. 同様の汎用 注意能力は, 音声言語, 特に母音と子音の機能的差異の 進化・発達への関与が指摘されているが [5], この洞察 は階層文法や意図共有についても有効だと思われる.

6. 家畜化の関与

ではこのような多重注意能力はどのような経緯で進 化したのかが次の検討事項となる. 捕食者への警戒と 食料の確保に常に専心しなければならない野生種とは 対照的に, 家畜種では淘汰圧が緩和され, 同時に複数の 対象に注意を払う余裕が生じるであろう. とりわけ協 力や協調への圧力が高い集団で暮らす人類においては 自己家畜化が進み、高度の多重注意能力が家畜化症候 群の1例として表れたかも知れない. 家畜化は近年の 言語進化研究において頻繁に論じられるテーマであり [6][7], たとえば岡ノ谷は野生のコシジロキンパラに比 較してジュウシマツの歌文法が複雑化したことを家畜 化に結びつけ、同様のことが人間言語の複雑化につい ても起きたのではないかと示唆している [8]. 人間言語 独自の階層文法を可能にしている Sub-Merge が、意図 共有と同様、家畜化症候群としての多重注意能力に依 拠して進化したというここでの仮説は、この岡ノ谷の 主張を支持するものでもあるだろう.

謝辞

本研究は MEXT/JSPS 科研費#4903, JP17H06379 の助成を受けたものです.

汝献

- [1] Berwick, R.C. & N. Chomsky (2016) Why only us: Language and evolution. MIT Press.
- [2] Greenfield, P.M. 1991. Language, tools, and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behavioral and Brain Sciences* 14, 531-595.
- [3] Fujita, K. (2009) A prospect for evolutionary adequacy: Merge and the evolution and development of human language. *Biolinguistics* 3, 128-153.
- [4] Fujita, K. 2017. On the parallel evolution of syntax and lexicon: A merge-only view. *Journal of Neurolinguistics* 43B, 178-192.
- [5] Martins, P.T. & C. Boeckx (2014) Attention mechanism and the mosaic evolution of speech. Frontiers in Psychology 5: 1463.
- [6] Benítez-Burraco, A. & V. Kempe (2018) The emergence of modern languages: Has human self-domestication optimized language transmission? *Frontiers in Psychology* 9: 551.
- [7] Thomas, J. & S. Kirby. 2018. Self domestication and the evolution of language. *Biology & Philosophy* 33: 9.
- [8] Okanoya K. (2017) Sexual communication and domestication may give rise to the signal complexity necessary for the emergence of language: An indication from songbird studies. *Psychonomic Bulletin & Review* 24, 106-110.

計算論的神経科学と当事者研究の共創

長井 志江
Yukie Nagai
東京大学
Tokyo University

発表者は計算論的アプローチから発達障害の発生原 理の解明を目指す、認知ミラーリング研究を推進して いる. 社会性以前の感覚・運動レベルの困難さに着目 し、自閉スペクトラム症 (ASD) 者の感覚から運動に 至る認知過程を,相互作用をとおして学習・推定する神 経回路モデルを開発してきた. 本モデルは, 人間の脳の 基本原理とされる予測符号化に基づくもので、環境か らのボトムアップな感覚信号とモデルをとおしてトッ プダウンに予測する信号の誤差, つまり予測誤差を最 小化するように情報を表現する. 本発表では, 本モデル を用いた学習実験の結果と、ASD 者の視覚過敏・鈍麻 を再現する ASD 視覚体験シミュレータを紹介する. モデル研究では、神経回路モデルのもつ学習パラメー タのうち、ボトムアップ信号とトップダウン予測の統 合を制御するパラメータを変動することで、定型発達 から ASD に至る多様な行動特性を再現できることを 確認した. 特に. 知覚過敏・鈍麻のような ASD の相 反する認知特性が, モデルパラメータを極端に変動さ せ たときの両極性として生じることを示した. また, 視覚過敏を再現するシミュレータ研究では、環境から の感覚信号が予測しにくい場合に砂嵐状ノイズなどの 過敏性が生じやすいこと. そして ASD 者が示す常同 行動によって感覚信号の予測性が高まり、ノイズを軽 減する効果があることを指摘した. これらの結果はい ずれも、認知機能における予測能力の不全と発達 障害 の関係性を示唆している.

仮想現実システムでの視覚フィードバックは幻肢の歪みを是正する

Virtual reality system improved phantom limb representation

大住倫弘1), 住谷昌彦2), 猪俣一則3)

Michihiro Osumi, Masahiko Sumitani, Kazunori Inomata

- 1) 畿央大学大学院健康科学研究科,
- 2) 東京大学医学部付属病院緩和ケア診療部/麻酔科・痛みセンター, 3) 株式会社KIDS
 - 1. Kio University, 2. The University of Tokyo Hospital, 2. KIDS Corporation m.ohsumi@kio.ac.jp

概要

四肢切断後には、失った四肢があたかも存在しているような"幻肢"を経験する.しかしながら、この幻肢の形・大きさの歪み(テレスコーピング現象)は、幻肢痛リハビリを阻害することから、どのようなリハビリ手続きによってこれが是正されるのかを明確にしておく必要がある.我々は、幻肢痛を有する単一症例において、歪んだ幻肢のサイズに合わせた視覚像を仮想空間内で付加することが、幻肢の歪みを是正する最も効率的なリハビリ手続きであることを明らかにした.

キーワード: 幻肢, 幻肢痛, テレスコーピング現象

1. 幻肢の歪みがリハビリを阻害する

四肢切断後の症例は、失った四肢が存在しているかのような意識があり、このような意識の中で経験している肢を幻肢(phantom limb)と呼ぶ。この幻肢の形・大きさが切断前の肢と全く同じこともあれば、断端部に幻肢が埋まるくらい短く感じることもあり、このような幻肢の形・大きさの歪みは、テレスコーピング現象と呼ばれている。幻肢の形態が視覚一体性感覚の統合プロセスで生成されることを考えると(Schmalzl et al. 2014)、四肢からの求心路が断たれている切断者にテレスコーピング現象が生じることは決して稀有ではない。加えて、この歪んだ幻肢に"ねじられるような"、"締め付けられるような" 痛みが生じることも多く(Pirowska et al. 2014)、これは"幻肢痛(phantom limb pain)"と総称され、四肢切断後症例の生活の質を低下させる.

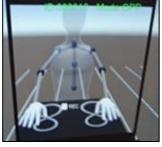
幻肢痛に対する治療おいて、ミラーセラピーと呼ばれるリハビリ手段が有名であり、身体の正中線上に置かれた鏡に健肢を映して動かすと、あたかも幻肢が動いたように感じられ、幻肢痛が緩和する(Sumitani et al. 2008). しかしながら、テレスコーピング現象が生じている症例(幻肢の長さが歪んでいる症例)においては、鏡に映した健肢と幻肢の長さが一致しないために、幻肢を動かしているような錯覚が得られにくく、ミラー

セラピーによる鎮痛効果が得られにくい (Foell et al. 2014). そのため、テレスコーピング現象が生じている症例に対しては、まずは幻肢の歪んだ長さを是正するようなリハビリ手続きを考えなければならない.

そこで我々は、仮想空間に投影した幻肢の視覚像の付加が、幻肢のテレスコーピング現象を是正することができるのかを検証した.

2. 症例紹介・リハビリ手続き

対象となった症例は、上腕切断後に幻肢痛が生じた 40 代男性である。本症例の幻肢にはテレスコーピング 現象が認められ、上腕の断端部から手部が密着しているような短い幻肢を有していた。本症例に、仮想的な幻 肢の視覚像を付加するために、赤外線カメラ(Kinect for Windows, Leap motion)で取得した健肢の運動情報を左右反転して、その 3D-CG 映像を Head Mounted Display (HMD)へ映写した。この仮想現実システムで両手運動をすると、仮想幻肢の視覚像が付加されるため、あたかも幻肢を動かしているような体験をすることが可能となる(Osumi et al. 2019)。また、この仮想現実システムでは、仮想幻肢の長さを自由に操作することができ、Not adjusted condition では「健肢と同じサイズの仮想 幻肢」、Adjusted condition では「健肢よりも短く、幻 肢よりも長い仮想幻肢」でリハビリを実施した。





Not adjusted condition

Adjusted condition

図1:歪んだ幻肢にあわせた仮想幻肢でのリハビリ

テレスコーピング現象が生じている幻肢の長さを定量的に測るために、健肢の人差し指に磁気センサ(3-SPACE FASTRAK; Polhemus Inc.)を装着した状態で、幻肢の位置をポインティングしてもらい、その3次元座標を約20分間のリハビリタスク前後で比較した。仮想空間でのリハビリタスクは、ボール拾い・8の字トレース・ブロック積みなどであり、症例は両手でこれらのタスクを実施するように指示され、幻肢を随意的に動かしているような錯覚を体験した。

3. リハビリ結果 ・考察

仮想現実システムに対する没入感アンケートにおいて、Not adjusted condition と Adjusted condition の間には差がなく、どちらも中等度の没入感が得られていた。本症例の短くなっていた幻肢は、Not adjusted condition でのリハビリ後では是正されなかったが、Adjusted condition でのリハビリタスク後では、幻肢が5.53±1.07cm 長くなっていた。また、幻肢痛の軽減率にも設定条件間で差があり、Not adjusted condition(軽減率29%)よりも Adjusted condition(軽減率67%)のほうが幻肢痛の緩和が得られた。

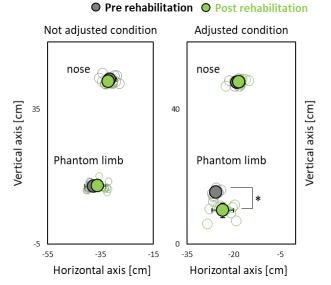


図2:仮想幻肢のサイズ設定によるリハビリ効果

仮想現実システムでのリハビリタスクの結果, Adjusted condition「健肢よりも短く、幻肢よりも長い 仮想幻肢」で実施したほうが、テレスコーピング現象を 是正させやすい傾向にあった。ヒトの身体表象は視覚 情報によって更新されることが知られているが (Botvinick et al. 1998)、その空間情報が現実の肢と かけ離れてしまうと身体表象の更新が得られにくい

(Tsakiris et al. 2010). Not adjusted condition では, 健肢と同じ長さの仮想幻肢が視覚的に付加されており, 本症例の有する幻肢の長さとはかけ離れていたため, リハビリタスク後も幻肢の長さが是正されなかったと 考える. 一方で、Adjusted condition では、本症例の幻 肢の長さに近い仮想幻肢が視覚的に付加されたため, 身体表象が更新されやすかったと考える. 加えて、テレ スコーピング現象が生じている幻肢痛に対するリハビ リ効果は乏しいはずであるが (Foell et al. 2014), Adjusted condition では幻肢痛の軽減が認められた. 先行研究においても、 断端に埋まっている幻肢を特殊 な錯覚手続きによって是正すると幻肢痛が軽減したと 報告されていることから (Schmalzlet al. 2011), 幻肢 の歪みと幻肢痛との間には密接な関係が存在している のかもしれない. いずれにしても, このような幻肢の歪 みがあると、ミラーセラピーのようなリハビリ効果を 阻害することから (Foell et al. 2014), 仮想幻肢の長さ を自由に調整できる仮想現実システムの意義は大きい. 以上のことから,本症例のリハビリ経験から,それぞ れの症例の幻肢の長さに応じた仮想幻肢の視覚フィー ドバックは、テレスコーピング現象を是正させ、さらに は幻肢痛を緩和させることが示唆された.

4. 引用文献

- [1] Botvinick M, Cohen J (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see" Nature, Vol.391, No.6669, pp.756.
- [2] Foell J, Bekrater-Bodmann R, Diers M, Flor H (2014) "Mirror therapy for phantom limb pain: brain changes and the role of body representation" Eur J Pain, Vol.18, No.5, pp.729-739.
- [3] Pirowska A, Wloch T, Nowobilski R, Plaszewski M, Hocini A, Ménager D (2014) "Phantom phenomena and body scheme after limb amputation: a literature review" Neurol Neurochir Pol. Vol.48, No.1, pp.52-59.
- [4] Schmalzl L, Kalckert A, Ragnö C, Ehrsson HH (2014) "Neural correlates of the rubber hand illusion in amputees: a report of two cases", Neurocase, Vol. 20, No.4, pp.:407-420.
- [5] Schmalzl L, Thomke E, Ragnö C, Nilseryd M, Stockselius A, Ehrsson HH (2011) ""Pulling telescoped phantoms out of the stump": manipulating the perceived position of phantom limbs using a full-body illusion" Front Hum Neurosci. Vol. 5, pp.121.
- [6] Sumitani M, Miyauchi S, McCabe CS, Shibata M, Maeda L, Saitoh Y, Tashiro T, Mashimo T (2008) "Mirror visual feedback alleviates deafferentation pain, depending on qualitative aspects of the pain: a preliminary report" Rheumatology (Oxford), Vol.47, No.7, pp.1038-1043.
- [7] Tsakiris M, Carpenter L, James D, Fotopoulou A (2010) "Hands only illusion: multisensory integration elicits sense of ownership for body parts but not for non-corporeal objects" Exp Brain Res, Vol.204, No.3, pp.343-352.
- [8] Osumi M, Inomata K, Sumitani M et al (2019) "Characteristics of Phantom Limb Pain Alleviated with Virtual Reality Rehabilitation." Pain Med. Vol.20, No.5, pp.1038-1046.

自他の身体に関する知識と社会変革: 当事者研究と共同創造

綾屋 紗月 Satsuki Ayaya

東京大学 Tokyo University

1980 年代以降、障害に関する考え方は、障害をもつ人々を多数派に近づける医学モデル(medical model)から、可変性に限界のある個人の心身機能(impairment)やその変化にかかるコストを考慮に入れながら、多様な個性を包摂する社会環境のデザインを実現する社会モデル(social model)に取って代わった。その結果、個人に介入を行う医学的アプローチと、社会環境を少数派にとっても使いやすいように改変するバリアフリー・アプローチの合理的な組み合わせが推奨されるようになった。近年は、ASD領域においても当事者視点と社会モデルを踏まえた研究が徐々に現れている。例えば ASD は矯正すべき疾病ではなく自然な認知神経的バリエーションだとする神経多様性(neurodiversity)と呼ばれる当事者発の視点がアカデミアにも広まりつつある。

しかし、可視性の高い身体障害などの多様性に比べ、 ASD と括られる人々の多様性は、自他から認識困難な 場合が多く、社会変革に先立って自分の身体を定型発 達者との比較において把握する作業が必要である。発 表者は2006年から、社会環境が変動してもほとんど変 化しない自己の不変項について、当事者研究という日 本独自のアプローチによって探求し(綾屋・熊谷、2008)、 そこで得られた仮説をもとに、基礎研究者と協働して、 ボディイメージが不安定であること (Asada et al., 2017)、パーソナルスペースが狭いこと(Asada et al., 2016)、触覚刺激に対する自律神経反応が大きいこと (Fukuyama et al., 2017)、声の制御においてフィー ドバックの予測誤差に敏感で、内部モデルに基づくフ ィードフォワード制御が弱いこと (Lin et al., 2015)、 顔認知における視線のスキャンパターンがランダムな 傾向にあること (Kato et al., 2015) など実験的に検証 してきた。

更に 2011 年以降は、当事者研究の知見を活かして、ASD者にとってアクセシブルなコミュニケーション様式や社会環境 (autistic sociality) の具体的条件を探求し始めている。例えば、ASD者の語りやすさを追求した独自のファシリテーション技法を開発し、発達障害者を中心とした当事者研究会を立ち上げ継続している。

研究会は毎回音源を記録しており、多くのナラティブが集積されている。更に社会的障壁を特定するためのナラティブの活用事例の一つとして、「定型発達者のここが不思議」という内容を抽出し、多分野の研究者と協働して少数派視点で多数派を研究する「ソーシャル・マジョリティ研究」を行ってきた(綾屋、2018)。

本発表では、障害の社会モデルに基づく ASD 研究の 方向性として、1) 自己に帰属される可変性の低い impairment の特定と、2) 社会的障壁の特定と除去と いう 2 つの重要性を確認し、それを進めていく枠組み としての当事者研究や共同創造の重要性を主張する。

モデルベース回想法における個人差の検討 Examination of Individual Differences in Model-based Reminiscence

板橋 和希[†], 森田 純哉[†], 平山 高嗣[‡], 間瀬 健二[‡], 山田 和範* Kazuki Itabashi, Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, Kazunori Yamada [†] 静岡大学, [‡] 名古屋大学, *パナソニック株式会社 Shizuoka University, Nagoya University, Panasonic Corporation itabashi.kazuki.15@shizuoka.ac.jp

概要

回想法の問題として個人間での効果の差異が指摘されている.この問題を回避しつつ、個人の感情を統制する回想支援を実現するため、認知アーキテクチャACT-Rによる自伝的記憶のモデルに生理指標を組み入れた写真スライドショーシステムを開発している.本報告では、本システムによる回想支援に対する個人傾向と心理的状態との関連を検討する.回想法の実施前後で心理的状態の変動を分析し、モデルによる回想支援の効用と課題を明らかにする.

キーワード:認知アーキテクチャ、 \mathbf{ACT} - \mathbf{R} 、認知モデル、写真回想法

1. はじめに

近年,うつ病や認知症などの精神疾患を抱える患者が大幅に増加している。これは日本社会が抱える問題の一つとなっており、精神疾患を抱える患者の支援を行うことが求められている。記憶回想 (reminiscence therapy) は、精神疾患を抱える患者へのメンタルヘルスケアとして用いられている支援法の一つである。記憶回想によって懐かしさを覚えることは、ポジティブな感情の生起、自己肯定感の維持・向上、社会的絆の強化、人生の意味付けといった機能を有しており、精神疾患患者が心理的な安定や人生を肯定的に受け入れることを手助けする [1].

しかし、記憶回想によって想起される内容はそれぞれ個人が保有する記憶であり、記憶に伴う感情の統制が困難であること、個人によって刺激の効果が異なることが問題として指摘されている[2]. これらの問題を解消するには、回想法の実施者が対象者の自伝的記憶を十分に把握すること、ユーザの心理状態を把握し、フィードバックすることによって適切に刺激提示を調整する必要がある.

これらの問題を回避するために森田らは ACT-R(Adaptive Control of Thought-Rational)[3] を用い

て構築した自伝的記憶のモデルベース回想法を提案した [4]. ACT-R とは人間の認知プロセスをシミュレーションするためのフレームワークである. 人間の脳部位を模した複数のモジュールから構成される. そのうちの宣言的モジュールにユーザ個人が保有する写真を搭載することで,過去の記憶に関するユーザの連想記憶のプロセス(すなわち回想)を表現し,刺激の効果の差異を解消した回想支援を行った.

また、ACT-Rのデフォルトのモデルでは宣言的モジュールからの記憶の検索において、学習と忘却の効果のみが働き、繰り返し同じ写真が連想される反芻的な振る舞いが出現する[5].このデフォルトの動作に対して森田らのモデルでは抑制や宣言的知識のノイズパラメータに高い値を付与することで短期記憶への検索の集中を解消し、健常者の記憶連想プロセスを表現した.

さらに、著者らは Dancy らの研究 [6] で提案された ACT-R と生理指標の結合モデルを用いることで、モデルベース回想法にユーザ自身の潜在的な内部要因のモデルを含めた。宣言的知識のノイズパラメータ値に心拍変動計測より推測したユーザのストレス状態をフィードバックすることで自伝的記憶のモデルに情動状態を反映させ、感情の統制を狙った写真スライドショーシステムを構築した [7]. この生理指標を加えたモデルベース回想法では、ユーザがストレス状態にあるときに反芻的な写真提示が行われ、ユーザがリラックスした状態にあるときに多様な写真が提示されることになる.

上記著者らの先行研究では、2名の参加者に対して、ランダム提示条件及びモデルベース提示の2条件(生体フィードバック有無)の計3条件の写真スライドショーを閲覧させる実験を実施し、モデルベース回想法の効用を検討した。結果、モデルベース回想法における生体フィードバックの有無に関する評価にはそれぞれの参加者に個人差が見られた。参加者の一方はモ

デルベース提示の2条件を区別せずに評価したのに対し、他方の参加者は生体フィードバックの有無でスライドショーへの興味に差を見せた.加えて後者の参加者からは、生体フィードバック無の提示条件における反芻的な写真提示に対してストレスを示す発話が観察された.

反芻的振る舞いは抑うつ傾向が高い人には抑うつ気分を持続・増長させる要因となり、抑うつ傾向が低い人には抑うつ気分を軽減することが明らかになっている[8]. このような知見を踏まえれば、著者らの研究において観察された個人差も、参加者の抑うつ反芻傾向を原因としている可能性が考えられる。そこで本研究では、先行研究における実験参加者の追跡調査を行うことでモデルベース回想法に対する個人傾向と対象者の気分状態との関連を検討する。以下の2節では本研究において利用した生理指標連動型モデルベース回想法について示し、3節では本研究において新たに実施した実験の手続きを示す。4節では、著者らの先行研究と今回の実験の結果を統合する結果を示し、5節にて現段階の研究のまとめを述べる。

2. 写真スライドショーシステム

2.1 システム概要

本研究で用いるシステムの全体構成を図1に示す. ユーザは動的に切り替えられていく写真をディスプレ イを介して閲覧する、写真の閲覧中には、心拍センサ を用いて自律神経活動を測定し, ストレス状態を推 定することで ACT-R の宣言的知識のノイズ値を定義 する. ユーザの記憶の状態をユーザ個人が保有する写 真およびそれらに含まれる属性情報 (人物,物,場所, 時間)を付与することによってモデル化する. 写真は 写真管理ソフトに格納されており、付随する顔認識に より人物情報の属性付与を行う. また Google 社が提 供する Cloud Vision API[9] を用いて写真に含まれる 物の属性を付与し, 写真のメタ情報から場所, 時間の 情報を抽出し ACT-R の宣言的知識として定義をする. 定義された固有パラメータ値, 宣言的知識に基づき, 個人化された自伝的記憶のモデルを構築する. 現在表 示されている写真から次にどの写真を提示するのかは そのモデルによって決定される. ACT-R は、プロダ クションモジュールの検索リクエストに合致した全て のチャンクに対して活性値を計算し、その中で最も活 性値の高いチャンクを選択する. 写真の表示は Web サーバによって制御され、Web サーバが ACT-R のプ ロセスのトリガーを引き, ACT-R からレスポンスを 得ることで写真をブラウザ上に提示する.

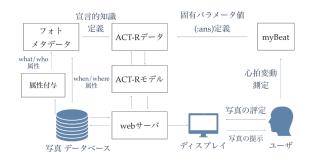


図1 システム概要図

2.2 モデル構成

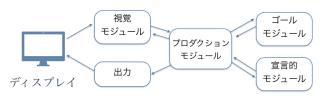


図2 モジュール構成

本システムで用いたモジュールの構成を図 2 に示す。宣言的モジュールでは関連するライフログ写真を連想検索するプロセスに必要な知識をモデル化する。ACT-R の宣言的知識を構成する要素はチャンクと呼ばれ,写真の知識として写真に写っている人物(Who),写真の撮影時期(When),写真の撮影場所(Where),写真に映っているシーン(What)の属性が付与されている。視覚モジュールを介してモデルがユーザの閲覧している写真を認識し,認識した写真の属性がゴールモジュールに一時的に保持される。プロダクションモジュールは、ゴールモジュールの状態に応じて,現在の写真と関連する写真を検索するリクエストを宣言的モジュールに送信する。モデルは,一定時間認識と検索を繰り返し,最後に検索された写真が,次の写真として,ディスプレイに表示される。

2.3 活性値計算

宣言的知識の検索では、プロダクションモジュールの検索リクエストに合致した全てのチャンクに対して活性値が計算される。その中で最も活性値の高いチャンクが提示される。活性値 A_i は、ベースレベル活性値 B_i 、活性化拡散 S_i 、ノイズ ε_i (ACT-R パラメータ:ans)の合計として計算される。

$$A_i = B_i + S_i + \epsilon_i \tag{1}$$

本研究では、ベースレベル活性値の計算に式 (2) を用いる. n はチャンクi の出現回数、 t_i は j 番目の

出現からの経過時間,d は減衰率(ACT-R パラメータ:bll), β_i (ACT-R パラメータ:blc)はオフセット値を示す.

$$B_i = \ln\left(\sum_{i=1}^n t_j^{-d}\right) + \beta_i \tag{2}$$

式 (1) の第二項,活性化拡散はコンテクスト C に対するチャンク i の連想強度 S_i として計算される.コンテクスト C は,ゴールバッファに含まれる属性値 j の集合を表す. W_j は,属性値 j に付与される注意の重みを表し, S_{ji} は,属性値 j と宣言的知識のチャンク i の連想強度を表す.

$$S_i = \sum_{j \in C} W_j S_{ji} \tag{3}$$

MAS (ACT-R パラメータ:mas) は,連想強度の最大値であり,fan は,要素 j と連想関係にあるチャンクの宣言的知識における総数を示す.式 (4) で示すように MAS から fan を引くことで,宣言的知識の中で多くのチャンクと結合する中心性の高い要素の連想強度が低くなる.つまり,活性化拡散の計算は,検索にコンテクストの効果を含めるだけでなく,宣言的知識のネットワークにおいて,中心性の高い要素への検索の集中を防ぐ効果も有している.

$$S_{ii} = MAS - \ln(fan_i) \tag{4}$$

2.4 心拍フィードバック

Dancy らのモデルにおいて、ノイズはノルアドレナリン分泌量と対応づけられる。この対応を参考に、本研究ではユーザの心拍を用いることで、ACT-Rの宣言的知識のノイズパラメータ値の更新を行う。本システムでは、ウェアラブル心拍センサ myBeat(ユニオンツール社)を用いて心拍の計測を行う。計測した心拍の変動時系列データ R-R-Interval (以下 RRI) からストレス評価の指標である SDNN (RRI 標準偏差) [10]を算出しユーザのストレス状態を推定する。ノイズパラメータ値は、緊張状態と推定された場合は低いノイズが付与され直近の記憶(短期記憶)から写真の検索が行われる。対して、リラックス状態と推定された場合は高いノイズ値が付与されることで、直近の同じ写真ばかりでなく古い写真の検索が行われる。

SDNN は,ストレス状態で低い値,リラックス状態で高い値をとる.myBeat より取得した最新 150 データ分の RRI を 3 データずつに分け,それぞれにおいて標準偏差を計算し,50 データの SDNN を算出する.

算出された SDNN の平均値 π と標準偏差sを用いて,最新の SDNN をサンプルデータxとして標準化し,式 (5) より算出された値の絶対値を宣言的知識のノイズパラメータ値とする.

$$x \longmapsto \frac{x - \overline{x}}{s} \tag{5}$$

3. 実験

3.1 実験目的

本実験では著者らの先行研究 [7] における個人差の原因を探る追跡調査を行う. 先行研究に参加した実験参加者の一方に抑うつを含む気分の状態を測定する質問紙調査を実施する. また同参加者に先行研究と対応する条件で記憶回想を実施し,反応の一貫性を検討する.

3.2 写真提示条件

本実験では、システムの評価の為に以下に示す3種類の提示条件を比較に用いる.

条件 1:ランダム提示条件

写真の検索・提示は写真データセットからランダ ムに行われる.

条件 2:ACT-R パラメータ固定条件

写真の検索・提示は自伝的記憶のモデルによって 行われる. モデルの振る舞いを規定するパラメー タは:bll 0.2, :blc 10, :mas 10, :ans 0.5 と設定 した.

条件 3: ACT-R パラメータ変動条件

写真の検索・提示は自伝的記憶のモデルによって行われる。モデルの振る舞いを規定するパラメータは: $bll\ 0.2$, : $blc\ 10$, : $mas\ 10\ 20$, : $ans\ 20$ とし、: $ans\ 20$ とした心拍変動に基づいて写真の検索ごとに変動させる。

3.3 実験設定

実験は2019年7月に実施した.実験対象者は,2019年1月に実施をした閲覧実験に参加した一名である.この参加者はパラメータ固定条件において生じるモデルの反芻的振る舞いに対して,ストレス反応を見せていた。

実験に用いる写真データセットは前回と同様,実験参加者個人が保有する 299 枚であった. これらの写真は,本研究のために撮影されたものではなく,実験参加者が私生活の中で撮影したものである.

表 1 主観評価アンケート

No.	質問項目
1	スライドショーはあなたにとって興味深いものでしたか.
2	写真の閲覧が記憶の思い出しのきっかけになりましたか.
3	提示される写真につながりを感じましたか.

実験参加者の気分の評価には、Profile of Mood States Second Edition 日本語版成人用短縮版 [11](以下 POMS2 とする)を利用した、POMS2 は「AH(怒り-敵意)」、「CB(混乱-当惑)」、「DD(抑うつ-落込み)」、「FI(疲労-無気力)」、「TA(緊張-不安)」、「VA(活気-活力)」、「F(友好)」の7つの尺度(最高点:20、最低点:0)及び総合的気分状態を表す「Total Mood Disturbance(以下 TMD)得点」(最高点:100、最低点:-20)を数値化する。これを活用することで、抑うつ状態を含む実験参加者の気分の状態を測定する。また、実験の前後でPOMSに回答させることで、写真回想を通した気分の変化の検討を行う。

3つの写真提示条件それぞれ1回ずつの閲覧を1セットとし、提示条件の実施順序を変更し計6セットを行う参加者内実験を実施した。各条件、1回の閲覧を5分間とし、閲覧終了後実験参加者の主観評価を調査するために表1に示す5段階のリッカート尺度を用いたアンケートを行った。各セット終了後には5分程度の休憩を設けた。また閲覧実験実施中に心拍センサの装着および思考の発話を課した。

なお、本実験では、ACT-Rの組み込み関数(mpprocess)を用いることで、モデルのシミュレーション時間を、実験実施日に設定をした。この設定とデータセットに付与された時刻情報と組み合わせることで、現実世界の時刻と対応した記憶検索のシミュレーションを行った。すなわち、本実験において ACT-R は最近撮影された写真をより検索しやすい設定となる(式2を参照)。

4. 結果と考察

評価実験により得られた閲覧実験前後の POMS2 の各因子のスコア及び主観評価アンケートの結果を示す.

4.1 POMS2 に関する結果と考察

表 2 に実験前後に調査を実施した POMS2 の 7 つの 因子のスコアおよび TMD 得点のスコアを示す.「抑う つ-落込み」の尺度である DD より、本実験の参加者の 抑うつ反芻傾向は実施前から低く、写真の閲覧を通し

表 2 POMS2:各因子のスコア及び TMD 得点

	実験前	実験後	スコア変動 (後-前)
AH(怒り-敵意)	1	0	-1
CB(混乱-当惑)	6	2	-4
DD(抑うつ-落込み)	2	2	0
FI(疲労-無気力)	5	6	+1
TA(緊張-不安)	0	1	+1
VA(活気-活力)	10	13	+3
F(友好)	10	11	+1
TMD 得点	4	-2	-6

てスコアに影響を及ぼさなかったことがわかる. 前回 実験においては同様の調査をしていなかったもののこ の参加者の気分の状態は総じてネガティブなものでは ないことが示唆される.

次に実験前後の各因子のスコアの変動に着目し、写真スライドショーの閲覧による回想によって気分状態がどのように変化したのか検討する。実験によってスコアが大きく変動した因子は、「混乱と当惑」に関わるCB、「活気-活力」を意味するVA、ネガティブな気分状態を表すTMD得点であった。つまり、実験を通して、実験参加者の不安ならびにネガティブな気分が抑制され、活気などのポジテイブな気分が喚起されたと解釈される。この結果は、実験において実施された写真による回想支援の有用性を示すものと解釈できる。

4.2 主観評価アンケートに関する結果と考察

主観評価アンケートの分析では、条件間の差異のパターンが前回の実験からどのように変動したのかを検討する.この分析を通して、モデルベース回想法に対する個人差に由来する反応と各時点での気分に由来する反応を区別することを狙う.

統計的な分析としては、それぞれの質問項目を従属変数とし、写真提示条件(ランダム条件 vs. パラメータ固定条件 vs. パラメータ変動条件)および実験実施時期 (2019 年 1 月実施 vs 2019 年 7 月実施)を要因とする二元配置分散分析を行った。なおこの分析において、各セットを対応のあるデータとして扱った。

4.2.1 スライドショーの興味深さ

図 3 に質問項目 1:「スライドショーはあなたにとって興味深いものでしたか」の 2019 年 1 月実施の結果 及び 2019 年 7 月実施の結果の平均評定を示す. グラ

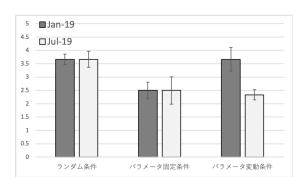


図 3 質問項目 1:「スライドショーはあなたにとって興味深いものでしたか」についてのアンケート結果

フを見れば、総じてモデルベース回想法に対する反応 は時期をまたいで一貫していように見える。特に、ラ ンダム条件やパラメータ変動条件における平均値はほ ぼ等しく、パラメータ変動条件においてのみ時期をま たぐ平均値の差が見られる。

分散分析の結果,写真提示条件と実験実施時期の交互作用 [F(2,30)=2.03,n.s.],実験実施時期 [F(1,30)=2.03,n.s.] の主効果は認められず,写真提示条件の要因には有意な主効果が認められた [F(2,30)=4.68,p<.05]. 主効果が認められた写真提示条件要因について,Bonferroni 法による多重比較を行った.ランダム条件とパラメータ固定条件に有意な差が認められ、パラメータ変動条件と他条件との差は認められなかった(ランダム条件 > パラメータ固定条件,p<.05).

実験実施時期の主効果が認められなかった結果は、 モデルベース回想法に対する興味深さの反応に対し て、一定の個人内一貫性があることを示唆する.特に 条件間で差が認められたランダム条件やパラメータ固 定条件に関しては、実験参加者の一貫した嗜好を示唆 している可能性がある.

4.2.2 スライドショーの記憶回想に対する効果

図4に質問項目2:「写真の閲覧が記憶の思い出しのきっかけになりましたか」の2019年1月実施の結果及び2019年7月実施の結果の平均評定を示す.図3と同様,ランダム条件とパラメータ固定条件では時期の間で差が小さく,パラメータ変動条件において時期の差が見られている.

分散分析の結果,写真提示条件と実験実施時期の交互作用 [F(2,30)=1.16,n.s.],実験実施時期 [F(1,30)=1.72,n.s.] の主効果は有意となならず,写真提示条件の主効果が有意傾向となった [F(2,30)=1.00]

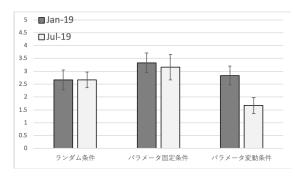


図 4 質問項目 2:「写真の閲覧が記憶の思い出しのきっかけになりましたか」についてのアンケート結果

2.93, p < .10]. 多重比較の結果,ランダム条件とパラメータ固定条件,ランダム条件とパラメータ変動条件,パラメータ固定条件とパラメータ変動条件それぞれについて,有意な差は認められなかった.

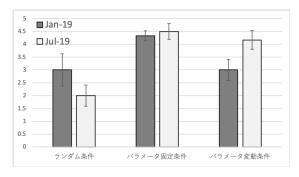


図 5 質問項目 3:「提示される写真につながりを感じましたか」についてのアンケート結果

4.2.3 スライドショーにおける写真間のつながり

図5に質問項目3:「提示される写真につながりを感じましたか」の2019年1月実施の結果及び2019年7月実施の結果の平均評定を示す.この質問に関しては,条件間で時期による変動が一貫していないように見える.パラメータ固定条件は時期による差がほぼ認められず,ランダム条件とパラメータ変動条件では時期による変動の方向が異なっているように見える.

上記の印象と整合し、分散分析の結果から、写真提示条件と実験実施時期の交互作用で有意傾向を認めた [F(2,30)=2.97,p<.10]. 2019年1月実施における写真提示条件の単純主効果が有意となり、ランダム条件とパラメータ固定条件に有意な差が認められた(ランダム条件 < パラメータ固定条件,p<.05). 2019年7月実施の実験における写真提示条件においては、ランダム条件と他の条件の間で有意差が認められた

(ランダム条件 < パラメータ固定条件, p < .05, ランダム条件 < パラメータ変動条件, p < .05).

前回実験時には確認されなかったランダム条件とパラメータ変動条件の差が認められたことから、今回の実験では ACT-R によるモデルベースの提示がより顕著に写真のつながりを示したことが示唆される.

4.2.4 主観評価アンケートに関する考察

3つのアンケート回答の分析から、モデルベース回想法に対する個人差に由来する反応と各時点の気分に由来する反応が示される。まず、参加者は、3つの質問の全てにおいてランダム条件とパラメータ固定条件に対し、時期をまたぐ安定的な反応を示した。ランダムに提示される写真系列に対して興味深さを感じ、モデルによって提示される写真につながりを感じた。この反応は、この参加者の個人的特性あるいは個人をまたぐ普遍的な反応を反映している可能性がある。

一方で、パラメータ変動条件において時期による反応の差が顕著に観察された。分散分析の手続きによって有意差が観察されたのは図5のみであるが、図4においても直接比較を行えば、パラメータ変動条件における時期の差が有意になる(t(5)=2.901 p<.05). つまり、実験参加者は、パラメータ変動条件によって提示される写真系列に対して、よりつながりを感じるようになった一方で、思い出しのきっかけとすることを減少させたことになる。これら一つ一つの結果の原因を推測することは容易ではない。ただ、パラメータ変動条件が他の条件に対して時期による変動を受けやすかったという大まかな結果については解釈がしやすい。心拍変動は即時的な入力であり、気分や体調によりモデルの挙動を顕著に変化させるものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、モデルベース回想法に対する印象の個人差の原因を検討することを狙いとし、先行研究の1名の実験参加者の追跡調査を行った。実験では気分の状態を測定する質問紙調査を行うとともに、モデルベース回想法に対する反応のパターンを収集した。

結果,実験参加者の抑うつ傾向は低いものであった.このことから,先行研究で観察された反芻的な写真提示に対するストレス反応は,この参加者の抑うつ傾向によって生起したわけではないと考えられる.先行研究では抑うつ傾向の測定を行なっていないものの,パラメータを固定したモデルベース回想法に対する反応は,先行研究と今回の実験で変化はなかった.参加者

は、一貫してランダムに提示される写真を好んでいる ことから、抑うつ傾向とは関係がなく、反芻的な振る 舞いを嫌う性質を参加者が持つことが示唆される.

ただし、本研究の結果から、参加者の抑うつ傾向と モデルベース回想法における反芻的振る舞いの関係に ついて結論を述べることはできない。その関係につい て結論を導くためには、今回の参加者とは別のパター ンの参加者のデータを検討する必要がある。モデル ベース回想法が示す反芻的振る舞いに対して、同調す る参加者(先行研究による別の参加者)が抑うつ傾向 を有するのであれば、モデルベース回想法はユーザの 抑うつ傾向を判断するための有用なツールとなる可能 性がある。

また、本研究では同一の参加者のモデルベース回想 法に対する反応への追跡調査を行い、個人差によって 変動する反応と即時的に変動する反応を明らかにし た.パラメータ変動条件に対する反応は、実験の時期 によって大きく異なった.現段階では、生理指標を組 み入れたシステムがユーザに対してどのように作用 するのか不明である.今後の実証的検討を積み重ね、 ユーザから計測される生理指標とモデルのパラメータ の対応づけを工夫することで、個人や文脈に適応する 回想支援を行える可能性がある.

文献

- [1] Constantine Sedikides, Tim Wildschut, Lowell Gaertner, Clay Routledge, and Jamie Arndt. Nostalgia as enabler of self-continuity. *Self-continuity: Individual and collective perspectives*, pp. 227–239, 2008.
- [2] 日本心理学会 監修 楠見 孝編. 懐かしさの心理学-思い出と感情. 誠信書房, 2014.
- [3] John R Anderson. How can the human mind occur in the physical universe? Oxford University Press, 2009.
- [4] 森田純哉, 平山高嗣, 間瀬健二, 山田和範. ライフログ写真と認知アーキテクチャを利用したモデルベース回想法:ケーススタディの報告. 日本認知科学会, 2016.
- [5] Christian Lebiere and Bradley J Best. Balancing long-term reinforcement and short-term inhibition. In Proceedings of the 31st annual conference of the cognitive science society, pp. 2378–2383, 2009.
- [6] Christopher L Dancy, Frank E Ritter, Keith A Berry, and Laura C Klein. Using a cognitive architecture with a physiological substrate to represent effects of a psychological stressor on cognition. Computational and Mathematical Organization Theory, Vol. 21, No. 1, pp. 90–114, 2015.
- [7] 板橋和希, 森田純哉, 平山高嗣, 間瀬健二, 山田和範. 認知モデルと生理指標を組み入れた写真スライドショーの評価. HAI シンポジウム, 2018.
- [8] Susan Nolen-Hoeksema and Jannay Morrow. Effects of rumination and distraction on naturally occurring depressed mood. *Cognition & Emotion*, Vol. 7, No. 6, pp. 561–570, 1993.

- [9] Vision api. https://cloud.google.com/vision/.
- [10] 前田陽一郎. 心拍情報に基づくリラクゼーションサウンド生成手法. 日本知能情報ファジィ学会 ファジィ システム シンポジウム 講演論文集第 31 回ファジィシステムシンポジウム, pp. 29-34. 日本知能情報ファジィ学会 2015
- [11] 横山和仁. POMS2 日本語版 マニュアル. 金子書房, 2015.

共創科学における「当事者」は誰が担い、いかにつなぐか: 障害者支援の現場から

本間 美穂 Miho Homma

株式会社LITALICO LITALICO Corporation

障害者の就労支援・教育支援事業などを行っている当社では、オープンダイアローグなどの対話的実践や、当事者・支援者・研究者が参加する共同研究・共同開発に取り組んできた。

当事者が参加する研究計画が実施されるとき、しばしば、研究者に当事者を紹介する仲介者が必要となる。当事者との関わりが多い当社は、企業や研究者から、当事者の紹介を依頼されることが少なくない。そこで問題となるのが、"どの"当事者を紹介するかという点である。「当事者である」者が「当事者として自己を表現し、当事者として当事者の問題に向き合うこと」を選択するとは限らず、仲介者が"適任の"当事者を選定することになる。この点について、慎重な検討が必要ではないだろうか。一方、当事者と専門家の境界線も、必ずしも明確なものではない。例えば、障害者雇用にも取り組んできた当社では、障害のある社員も多数在籍する。専門家(支援者)でもある彼らは「当事者」だろうか。「専門家」だろうか。

本講演では、当事者・支援者・研究者などが参加する対話的実践や共同研究・共同開発の取り組みについて紹介し、そこから見えてきた課題を手掛かりに、共創科学における「当事者」は誰が担うのか、当事者と研究者をどのようにつないでいくべきか、という問題について論じていく。

正解のない問題に対処する方法を考える意義 Why you should conduct research on the methods to cope with problems without the correct answer.

齋藤洋典[†] Hirofumi Saito

中部大学[†] Chubu University saito@isc.chubu.ac.jp

概要

本稿の目的は、正解のない問題、つまり「難問」の輪郭を明らかにするために、まず医療における「難病」をとりあげ、次に、難問に挑んだ先人の取り組みを参照し、何が彼らにその取り組みに向かわせたのかを吟味し、難問に挑むことの意義を考えることにある。

キーワード:正解のない問題, 難問, 難病

1. はじめに

私は、認知科学の研究を進める上で、正解のない問題とは何かを見定め、それに対処する方法を考える意義についてあなたと一緒に検討するためにこの文を書き起こします。正解のない、いわゆる解けない、あるいは解けないと思われている問題は一般には「難問」と呼ばれています。でも、その難問を放置しておけないと感じられる状況が私たちの周りに蔓延しているのではないでしょうか。ここにしたためる文章は、認知科学がこうした問題を難問として傍観していていいのだろうか、という自問に動機づけられて起草されています。

ここでの主眼は、次の2点から構成されます。第1に、難問には共通の社会的構造が関与しており、孤立しているように見える難問は難問群と考えられる共通の特徴を持つのではないでしょうか。第2に、難問群の共通特徴への着眼が、難問群に共通する要因について考え始める人々や組織の育成を促し、そうした取り組みが今は解けないと思われている個々の難問への対処法を見いだすことにつながるのではないでしょうか。

具体的には、まず、ここでとりあげる「難問」の輪郭を明らかにするために、医療における「難病」をとりあげます。次に、難問に挑んだ先人の取り組みを参照し、何が彼らにその取り組みに向かわせたのかを吟味し、

難問に挑むことの意義を考えてみます。そして、再び、 正解のない問題に対処する方法を考える意義に立ち返り、私たちにできそうな道筋の前途に見え隠れする難 関を検討してゆきたいのです。

2. 正解のない問題を考える意義

「あなたに手紙を差し上げ、私の選んだ大切な問題について議論できるのを、大変うれしく思います。国際連盟の国際知的協力機関から提案があり、誰でも好きな方を選び、今の文明で最も大切と思える問いについて意見を交換できるとことになりました。」これは、風雲急を告げる1932年、当時53歳のアインシュタインが76歳のフロイトに宛てた手紙の冒頭の文章です[1]。

「人間を戦争というくびきから解き放つことはできるのか?」これがアインシュタインの選んだテーマです。そして、彼は意見交換の相手にフロイトを選び、そしてフロイトはアインシュタインの選んだテーマに書簡で返事を送っています。

最初に、アインシュタインとフロイトの往復書簡を 取り上げたのは、その内容の紹介をするためではあり ません。私の関心は、知的協力機関からの提案を受け、 誰でも好きな方を選び、今の文明で最も大切と思える 問いについて意見を交換できるというその知的な仲介 とそれに呼応した二人の行動に心を引かれたからです。 私は彼らの往復書簡に倣って、今の認知科学にとって 大切と思える問いについてあなたと意見を交換するた めにこの手紙を書きます。

手紙のタイトルは「正解のない問題に対処する方法を考える意義」ですが、彼らの往復書簡を模して「人はいかにして正解のない問題を考えるのか」と読み替えることができます。もちろん読み替えたタイトルは、「人はなぜ正解のない問題を考えようとしないのか」、「何が正解のない問題を考えることを困難にしているのか」など、様々な反語的な意味を含みます。

この手紙はよく定義された問題の解決のために書かれたのではなく、むしろ問題の発見のために書かれています。いわば、正解のない問題に対処する方法を考える意義をあなたと共有したいという提案書であり、回答書ではないのです。

とはいうものの、正解が一つに定められた問題を解くことに慣れ親しんだ習慣から、正解のない問題とはそもそも何を指すのかという疑問が寄せられることでしょう。それは、正解の全くない問題なのか、正解が複数ある問題なのか、永遠に正解のない問題なのか、限られた時間の中では正解がないように見える問題なのか、問いに含まれる様々な曖昧性が頭をよぎります。

湧き上がるすべての曖昧性を解消する過程で,つまり問題提起にたどり着く前に消耗してしまうことを避けるために,ここでは正解のない問題を厳密には定義せずに,正解のない問題の一端を以下に示して,この提案書を書き進めます。

3. 正解のない問題としての難病と難問

正解のない問題を解きほぐす一つの方法は、問いと解の関係を一対一に絞り込むことです。実践的な場面では、正解のない問題を解くという泥沼にはまることを避けるために、目標と手段の関係を明確にすることに努めます。

例えば、医学は病気の原因を解明し、治療の確立に努めます。そこで、医学は客観的で計測可能な事実に基づく「疾病」を治療の対象とし、主観的で計測不可能な「病」を治療の対象にはしないのです。

正解のない問題を考えるための最初のヒントが、病についての3種類の表現の違い、つまり疾病(disease)、病気(illness)、病(sickness)の区分にあります。

疾病のうち特に長期に亘る治療を必要とする不治の病 (bad disease) は、一般には難病 (intractable disease) と呼ばれます。ところが、興味深いことに、難病は医学用語ではありません。施策上の難病の定義は、難病対策要綱 (1972, 当時の厚生省) によると、次の2点とされています。

- (1). 原因不明、治療方法未確立であり、かつ、<u>後遺</u> 症を残すおそれが少なくない<u>疾病</u>
- (2). 経過が慢性にわたり、単に経済的な問題のみならず<u>介護</u>等に著しく人手を要するために家族の負担が重く、また精神的にも負担の大きい疾病

さらに<u>難病対策要綱</u> は「ねたきり老人、がんなど、 すでに別個の対策の体系が存するものについては、こ の対策から、除外する。」と規定しています。

要約すると, 難病は特定の疾病ではなく, 認定された疾病群であり, その認定には, 複数の条件が与えられています: (1)発病の機構が明らかでなく, (2)治療方法が確立しておらず, (3)希少な疾病であり, (4)長期の療養を必要とする。

難病の認定に利用される項目は客観的な計測や観測の可能性を備えていますし、難病指定の認定を受けた患者の経済的な負担も軽減される可能性を備えています。しかし、これらの項目が解決されたとしても、難病認定を受けた患者の抱える問題がすべて解決するわけではありません。それは難病対策要綱の(2)にすでに書かれているように、難病の経過が慢性にわたるために、その進行に応じて、介護等に著しく人手を要し、家族の肉体的および精神的な負担が重くなることです。

さらに完治の見通しのない病状下で、患者と家族の 双方が肉体的および精神的な負担を抱えつつ生活を維持し続けなければならないのです。この最後に想定される過酷な状況のゆえに、幸せの姿はたった一つなのに、不幸せの姿は数限りなく描き出されます。そこに正解のない問題の抱える意義を考えるヒントがあるのではないでしょうか。

このように考えると、難病を抱える当事者に困難を 与えているのは、実は病気そのものだけではなく、「客 観的に観測し得ない社会の無理解や偏見」と、「それら を緩和する心のはたらきを支える制度の不足」ではな いかという疑念が生まれるのです。

結論を急ぐならば、ここでの主眼は、難病の認定に関わる要因が解決されてもなお残される問題とは何かを問うことから考え始めることにあります。つまり難病に関わる問題から連想される難問、つまり正解のない問題へと押し拡げて考えると、問題を限定するために用意された特定要因が解明されてもなお、難問が解決されないのはなぜかを問い詰めることにあります。

4. 認知科学の呪縛を解く

正解のない問題に対処する方法を考える意義を説くには、抽象的な議論よりも、いつ、どこで、誰が、何のために、なぜ考えるのかを提案することが得策です。そこで、前節ではまず問題の対象を限定するヒントを得るために、医学における「難病」に着目しました。その結果、広く流布する難病という言葉には、2種類の「困難」が含まれていることが判明しました。第1の困難は、医学的な観点に基づく疾病の発症機構の解明と診

断方法の確立にあります。第2の困難は,難病は,難病指定という施策上の対策の観点に立つと,生涯にわたる治療を必要とする難病患者の負担とそれを支える家族の負担とにあります。

こうした難病をめぐる二つの困難の併存は、正解のない問題を考える意義を捉えてその効用を説く上で一つの視点を与えます。正解のない問題に対処するには、客観的な計測可能性の追求だけではなく、計測可能性の低い主観的な現象をどのように評価して研究の対象とするかが重要となります。

『正法眼蔵』(しょうぼうげんぞう)の巻頭を飾る「現成公案」(げんじょうこうあん)(道元,1233)に倣って,本稿で取り上げる「正解のない問題」を未処理の案件として捉え,それに対して私達はどう取り組むべきかについて考えてみます。目の前の世界とどう関わっていけばよいのか,未処理の案件は,私たちが望みさえすれば、時々刻々と私たちの決裁を待っています。「現成考案」は自分の目の前の世界との関わり方をどう変えていくべきかの大切さを説いています。

ここでは認知心理学と認知科学の先人が目の前の世界との関わりの大切さについてどのように気づき、どう変えていったのかを、個々の研究者の取り組み事例から見てみましょう。

ところで、心理学は計測が困難な主観的なこころの 現象の解明に長く取り組んできました。認知科学はそ の起源の一端を心理学と共有するので、心理学が何の 解明を求めて努力を積み重ねてきたかをみておくこと は、「正解のない問題を考える意義」を問う上で、認知 科学にとっても無駄なことではないでしょう。

心理学はその誕生以来、一貫して心のはたらきの解明に取り組んできた、と考えられています。しかし心理学は当初、White Anglo-Saxon Protestant (アングロ・サクソン系プロテスタントの白人: WASP) の、かつ教養のある男性が心をもつと暗に仮定し、その心のはたらきにのみ関心を示す傾向がありました。やがて時代を経るにしたがって、心理学は子供や老人、そして女性が心をもつと見なし、さらにそれ以外の人々も心をもつと考えるようになってきました。

このように、心をもつと見なす対象が拡張されて来ましたが、現在でもすべての人々が心をもつとは考えられてはおらず、この意味では現在という時代もその拡張のための努力の過程の上に位置づけられています。

誰が心をもつと考えるかが大切なのは、それによって研究の対象とする人々が変わり、着目する心の特性

が変わるからです。心をもつ人々を暗黙裏に限定する ことは、心について考える専門家の思考の負担を軽減 するかも知れませんが、同時に心のはたらきの特徴を 考える上で制約を課しているかもしれないのです。

例えば、19世紀後半以降にアメリカに流入してきた移民たちにとって、アメリカ人になるということは、すなわち、WASPの文化、価値観、生活様式を受け入れ、それに同化することであったと推定されます。この文脈で、アメリカ人になるということは、心をもつ対象になることを意味します。しかし、このように無前提に対象に制約を与える心のはたらきは、それ自体が心の機能的欠陥であるということではありません。心のはたらきを知るためには、注意深く考えなくてはならないということへの警鐘に過ぎません。

言葉を補いますと、特定の文化や価値観や生活様式に根ざしながら、一般的な心のはたらきを考えるという危うさに気づかないのは、脳のはたらきの本質的な問題なのです。つまり脳は自分の外の世界を認識するために発達してきたのですが、そのはたらきを自分の中の世界、つまりこころのはたらきの認識に利用しているという自らの特殊性に気づきにくい特性を備えているのです。

さて、心のはたらきについて考える際に、こころをもつ対象を無自覚に制限したように、一端心をもつと認めた対象は完全に他者とは自立したこころをもつと無自覚に仮定してしまいます。それは、自分が自立した心のはたらきをもつことを理想とする人々は、心をもつと認めた人々も自分と同じ自立した心のはたらきをもつと考えるためです。このことも当然のことのようですが、完全に自立した、いわゆる知的で健康な心を前提にすると、壊れかけた心や、他人に依存した心や、他人に依存せざるを得ない心のはたらきを認めることに困難を示すことになります。

例えば、自立した知的で健康な心をもつ人の意思決定のモデルから、生涯にわたって「疾病」だけではなく、「病」を抱えて生活を営み、その都度、意思決定を行なわなければならない患者の負担と、その負担を引き受けながら生活を共にする家族の負担を考えるためのモデルは組み立てられないことになります。なぜなら、文化によって個人の自立性や家族の関わり方が異なるなら、その違いを無視して、特定の文化にのみ根ざした幸せのあり方を規定することができないからです。

こうした指摘は特に新しいものではありません。例 えば、ノーマン・Dは「認知科学の展望」(Perspective on Cognitive Science, 1981) において、その第8章に、「認知科学のための12の主題」と称して、今後の認知科学が扱うべきテーマのスケッチを後進の学徒のために残しています[2]。ノーマンは、よく整理された知の問題を合理的に考えることは必要なことだが、それだけでは知の問題の解決には不十分だということを次のような言葉で伝えています。

「人間は生物学的基礎を持ち、進化的文化的歴史を背負った生き物である。さらにその上に、人間は他の存在と、環境と、また自分自身と、相互作用を持つ社会動物である。認知科学の中心的な考えはとかくこのような人間行動の諸側面を無視しがちである。その結果はどうか。いくつかの戦線では成果は上がった。が全体として見る限り不毛と言わざるを得ない。なぜかと言うと、私たちが分析の対象にしている有機体は、この見方によれば、相互に論理的な対話によってコミュニケートし、適切な場面だけに、知覚、記憶、思考し、よく定義された問題だけを推論解決しながらその日を暮らしている純粋に知的な存在として捉えられているからである。大変残念なことに、現実の人間行動はこうした記述からかけ離れている。」

また、ブルーナーは、「意味の復権」(Acts of Meaning、1990)[3]の序において、大きな心理学的問いかけの再来として、こう記しています。「それはこころとその過程の性質についての問いであり、われわれが自分たちの意味と事実をどう構成するかの問いであり、歴史と文化によるこころの形成についての問いである。」そして彼は「この書は、断片化し、新たに単純化された現代心理学の背景に逆らって書いたものである」と告げ、その著書を「Acts of Meaning」と名付けたのは、「意味作用ということが持つ性質とその文化的形成、そして意味が人間の行為において演ずる中核的役割というテーマを強調したいがためである」と説きます。

さらに彼は、心理学が意味や文化を中心的テーマとして扱おうとする時、実証主義科学が理想としてきた伝統的目的である還元主義、因果的説明、予測性を、三位一体のごとく扱う必要はなく、われわれはもっと他の理想の方に向かわざるを得なくなる、と語っています。

要約すると、ノーマンは現実の人間行動を考える上で、人間が生物学的基礎を持ち、進化的文化的歴史を背負った生き物であり、かつ他者と、環境と、また自分自身と相互作用をもつ社会的生物であることを説きます。彼の言葉は、私たちが意味と文化の中で相互作用をも

ちながら生きることを運命づけられた社会的生物であることを伝えます。

ブルーナーは、意味や文化を中心的テーマとするなら、実証主義科学が理想として掲げてきた還元主義、因果的説明、予測性に拘泥せず、別の理想に向かわざるを得なくなることを予言します。

認知科学あるいは心理学の将来を憂える二人の研究 者は、現実の人間行動の意味を探求する独自の研究の 道を歩み出すのです。その詳細については他に譲り、こ こではより具体的な問題から正解のない問題を考える 意義を説くために先を急ぐことにします。

5. 出発点としての理想と到達点としての理想

さて,ではどうすれば認知科学を先に述べた還元主義,因果的説明,予測性という呪縛のくびきから解き放ち,認知科学者として私たちは別の理想に向かうことができるのでしょうか。

そのことを具体的に考えるために、まず認知科学の 理想を出発点としての理想と到達点としての理想の 2 種類に分けて考えてみます。

出発点としての理想は、研究対象を客観的に計測可能にし、診断可能な状態に持ち込むことです。到達点としての理想は、客観的な計測可能な状態に持ち込めなくとも、主観的な計測不可能な状態に対処し続ける方法を考案し、それを持続的に維持することです。ここで理想を2種類に分けるのは、出発点としての理想が仮にはかどらなくても、到達点の理想をおろそかにできないという趣旨を強調するためです。出発点としての理想が始まりで、到達点としての理想はその後始末でいという意味ではありません。

出発点と到達点の理想に具体的なイメージを与える ために便宜的に、「難病対策要綱」(1972)に基づき実施 されている 5 種類の事業を例に説明します。5 種類の 事業とは(1)調査研究の推進(難治性疾患克服研究事 業)、(2)医療設備等の整備、(3)医療費の自己負担の 軽減(特定疾患治療研究事業)、(4)地域における保健 医療福祉の充実・連携、(5)QOL(生活の質)の向上 を目指した福祉施策の推進(難病患者等居宅生活支援 事業)です。

出発点としての理想は,(1)調査研究の推進,(2)医療設備等の整備,(3)医療費の自己負担の軽減であるとし,到達点としての理想は(4)保健医療福祉の充実・連携,(5)QOLの向上を目指した福祉施策の推進であるとします。

2種類の理想の区分は、客観的な数量化が容易な対象と、それが困難な対象と考えることができます。しかし認知科学がどちらか一方の世界にのみ貢献することを推奨しているわけではありません。認知科学は、基本的には両方の世界に取り組むことが必要だと考えています。ただし、正解のない問題に対処する意義を説くために、言い換えれば客観的な計測可能性による数量化が困難な問題に取り組むことの意義を伝えるために、ここでは(4)保健医療福祉の充実・連携と(5)QOLの向上を目指した福祉施策の推進への貢献を、特に「連携」と「QOLの向上」に着目して考えてみます。

6. 正解のない問題の共通点を一緒に考える意義

ここまでの節で、敢えて難しく答の見えない問いに挑 戦することの意義と方法を模索するためのヒントを羅 列してきました。この節では、これらのヒントを整理し て、関連性を与えてみます。

正解のない問題を考える意義は、まず正解のない問題を客観的に正解がないことを証明する作業とは別に存在するのではないか、という提案から始めます。

6-1 正解のない問題に挑む意味の発見

正解のない問題に挑んだ研究者は、それに挑む必要性をみずから発見した人たちなのです。研究者を挑戦者にするのは、正解の有無の客観性にあるのではなく、答えの見えない問いを解くことに挑む主観的な意味の発見にあるのではないでしょうか。

その一例として、ノーマンは人が相互作用を持つ社会動物であることを指摘し、現実の人間行動に着目することの重要性を唱えました。またブルーナーは、意味や文化を中心的テーマとして扱おうとする時に、実証主義科学が伝統的に理想としてきた還元主義、因果的説明、予測性を、三位一体のごとく扱う必要はないと唱えました。彼らの著作と研究の経緯を勘案しますと、彼らはそうした観点に立つことの必要性と困難性を承知の上で、提言したのだと考えられます。

答えの見えない問いに挑戦することの意義は、誰か にとってではなく、本人自身にとっての抜き差しなら ない問題意識の発露に根ざしているのです。

6-2 患者と家族への永続的な負担と差別

難問の本質を考えるためのヒントを難病に求めました。そして、難病当事者に困難を与えているのは、実は病気そのものだけではなく、社会の無理解や偏見を緩

和する心のはたらきや、そのはたらきを支える制度の 不足ではないか、ということを指摘しました。

このことを如実に示す事例が 2019 年 6 月 28 日に報じられました。ハンセン病患者の隔離政策で家族も差別などの被害を受けたとして、元患者の家族が国に損害賠償と謝罪を求めた訴訟の判決が熊本地裁から示されました。親が隔離され、幼少期に愛情を受ける機会を喪失したことで、「回復困難な不利益を生じた」として国の責任を認め、支払いが命じられました。

この訴訟では隔離政策で差別や偏見の被害が患者の 家族にも及んだかが争点となり、「隔離政策によって恐 ろしい伝染病という疾病観が国民に植え付けられ、患 者の家族に対する排除意識が形成された」と指摘され ました。家族に及ぼした影響は重大で、「国は偏見差別 を除去する義務を家族との関係でも負わなければなら ない」と判断されたのです。

ハンセン病の発症機構の解明と治療方法の確立は達成されましたが、ハンセン病への偏見とそれに伴う差別が患者本人にとどまらず、家族にまで及んだと認定されたことが注目されます。

この判例は、特定の疾病への罹患が個人の死をもってその問題を閉じると見なすいわゆる常識に再考を迫るのです。QOL(生活の質)は、医療の進歩とともに治療や療養生活を送る患者の肉体的、精神的、社会的、経済的な、すべてを含めた生活の質を意味する概念として、提案されています。加えて、終末期医療においてはQOD(quality of death)が問われつつあります。

先の判例は、QOL も QOD も患者個人に閉じた問題ではなくその生死を超えて考えられなければならないことを暗示します。疾病によって患者が受ける負担が、患者個人に閉じておらず、その家族にまで及ぶことをすでに指摘してきました。これらのことを総合して考え、さらに拡張しますと、個人の意思決定が個人に閉じて考えられると見なす従来の考え方にも再考が促されます。

6-3 意思決定は個人に閉じているのか

従来, 意思決定は完全な自主性を持つことが仮定 される個人に閉じた意思の決定だと考えられてきまし た。それは患者に対して絶対的に優越する知識を持 つ個人(例えば医者)の意思が, 治療方針を決定でき ることを仮定してきた医療現場の意思決定に似ていま す。

次に、患者からの訴訟を避けるためにインフォームド コンセントの概念が普及しましたが、しかしその対応は、 医療方針を決定する患者の意思決定の支援のための 本質的な改善とは成らないことが明らかになりつつあり ます。

そこで考え出された医療における意思決定の方法 はシェアード・ディシジョン・メイキングです。それは医 者と患者が相談しながら、患者の意思と思われる架空 の意思を模索する方法です。つまり、医者の知識が完 全でない状況、例えば医者が完全には未来に向けて の治療方法と方針を掌握できない状況では、医者が 決定権を持ち得ないことを認め、患者に相談すること で、患者の意思を引き出そうとする方法です。

これら 3 種類の意思決定は、いささか極端な意思決定の例のように思われるかも知れませんが、程度の差はあれ日常的にも認められます。高齢者が交通事故を避けるために運転免許証の返納を決定する際に、個人の運転能力の衰えだけではなく、家族への配慮も加味して判断されることがあります。

同様に、高齢者施設への入居の決断は、個人によって 行われるだけではなく、家族や医療関者の判断も加味 して行われます。さらに高齢者施設への入居後の入居 者の意思は介護を担当する医療関係者の解釈を必要と しています[4]。

これらの事例は、健康で完全に自立した意思を個人 が保有し、自由に駆使でき、よく整った状況でのみ意思 決定が行われるのではないことを示します。

不確実な状況で意思決定をする人を理解するためには、個人をめぐる生と死のありようについての従来の 認識を根底から改める必要があります。高齢化社会の 誕生とは別に、すでにその問題は生まれていたのかも 知れませんが、私たちが直視することを避けていたか、 あるいは個人に閉じた問題だと思い込もうとしていた だけかも知れません。高齢化社会の特徴は、難問を難問 としてではなく、それを普通の問題としてみんなで考 える機会を私たちに提供しようとしています。

7 おわりに

あなたに当てられたこの手紙は、正解のない問題に対 処する方法を考える意義をあなたと共有したいという 気持ちから起草された提案書であり、回答書ではあり ません。それでも最後にあなたと共有したいと考える 一つの提案があります。

認知科学が、個々の難問の解明に挑むだけではなく、個々の難問に耐え、それらを解こうとする人々をつなぐ役割を担うことができるのではないかを考えること

です。例えば、客観的な指標で現象をくくるのではなく、客観的な疾病ではなく、主観的であっても、ある病を長期に持ち続けることへの対応の大変さだけで、異なる病をくくり、そうした病の群れへの対応策をみんなで考える仕掛けを作ることはできないでしょうか。

例えば、いじめ、ひきこもり(初期はいじめに伴う引きこもりであったが、最近では就職氷河期に伴う引きこもりが増えている)、うつ病、認知症は、疾病の認定という客観的な指標ではひとくくりにできませんが、いずれも人生の長期にわたる負担を伴う病であるという問題としてはくくれます。そして共通の問題を抱える病群として考えていけないでしょうか。

そうした主観的な病を含めて原因は異なるが、現象が似ていれば、共通項に入れて、その共通の対策を考えられないかというのが一つの提案です。原因究明のための客観的な計測可能性とは別に、訴えが主観的なために計測可能性が低いとして退けられてきた問題を体系的にすくい上げる技術の開発、あるいはその開発の支援ができないでしょうか。

原因の共通性ではなく、結果の共通性から対応策を 考えることは、当然のことながら病に対する偏見と差 別の生まれる背景を考究し、その解消方法を考案する 活動を促すでしょう。

ここに至って、この提案は、「人間を戦争というくびきから解き放つために、いまなにができるのか?」というアインシュタインの問いに戻ってきます。つまり「病を患う人々に対する偏見と差別というくびきから人間を解き放つために、いまなにができるのか?」

この問いを考えるためには、この手紙ですでに部分的に触れましたが、老、病、死を個人に完結する特定の分割された問題ではなく、個人を超えたみんなの問題として考えてゆくためにもう一通別の手紙をしたためなければなりません。

心理学や認知科学が、前提としてきた人間と社会のありようが大きく変わろうとしています。こうした変革の時代にあって、今の文明で最も大切と思える問いについてという壮大な枠組みでなくとも、私たち自身が難問と思いさえすれば、私たちの挑戦を待つ問題はたくさんあります。さて、あなたは誰とどのような問題を話し合いたいですか。そこからあなた自身の考える難問への挑戦を始めてみませんか。客観的な難問の認定を待つことなく。

引用文献

- [1] A. アインシュタイン・S. フロイト, (1932). "人はなぜ戦争をするのか", 講談社学術文庫(2016) (letter to Sigmund Freud by Albert Einstein. (c) The Hebrew University of Jerusalem, Israel.),
- [2] Donald A. Norman (1981). "perspective on Cognitive Science Ablex Publishing Corporation, Norwood, N.J. and Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J..(ドナルド A. ノーマン編 認知科学の展望 産業図書, 1984).
- [3] Jerome Seymour Bruner (1990). Act of meaning, Harvard University Press. (J. ブルーナー 意味の復権 ミネルヴァ書房, 1999).
- [4] 水津功・齋藤洋典 (2019) 共進化のデザイン:介護士はデザインの共有意思決定者か 日本認知科学会第 36 回大会 (静岡大学).

謝辞

本稿の執筆に当たって小橋康章氏から貴重なご意見をいただいたことに感謝いたします。

コグニティブ・コンピューティングを 文系大学のデータサイエンスの授業で使う効果

Effectiveness of Cognitive Computing in Data Science Course for Undergraduate Students in Humanities and Social Sciences

辻 智[†] Satoshi Tsuji

[†]成城大学 データサイエンス教育研究センター Seijo University Data Science Education Research Center

概要

「正解のない問題にいかに対処するか」に関し、3つ の観点で話題提供する。

- (1) 外資系企業における勤務経験から、アンケート への回答意識や会議における発言など、日本人と外国 人との顕著な差異に関して紹介する。
- (2) 人工知能への考え方の相違について、その一端 をご紹介する。
- (3) 筆者が企業人の時から取り組んでおり、大学でも継続しているデータサイエンス教育に関して、その意義・背景から最近の実践内容までを報告する。

筆者は、外資系巨大 I T企業(IBM)の研究開発部門に 32年間勤務した経験から、日本人と外国人のコグニ ティブな捉え方について、常に考えさせられ続けてき た。たとえば、日本語では問題を意味する"Problem" には必ず解答が存在するが、"Issue"はどちらかとい うと正解が分からない課題への対応を意味する。また、 実現するかどうか五分五分の見込みには "Forecast" を使い、必ず守れる自信がある見込みには "Projection"を使う。これらの使い分けがよく理解 できていなかった若い頃は、何か問題が発生すると "Problem"をつい使ってしまい、対処法を厳しく取り 立てられたり、プロジェクトの提案時には、"Forecast" を羅列して「実現が薄そうな開発には予算は付けられ ない」とよく拒絶された。外国人とのお互いの理解や 信用度(Credibility)を表す言葉の使い分けひとつを 取ってみても、これらのように気を配ってきた。

本発表では、セッションのテーマである「正解のない問題にいかに対応・対処するか」に関連して、次の3つの観点で話題提供させていただきたいと思う。

最初に、筆者の外資系企業における勤務経験から、 アンケートへの回答意識や会議における発言行動など、 日本人と外国人との顕著な差異に関してご紹介させていただく。世界には、日本語圏と英語圏のふたつしかないとまで言われるくらいの差異があった。また、正解や完璧を求め過ぎる性格が強い日本人が、如何に損をしているかについても触れたいと思う。

次に、人工知能(AI)への考え方の相違について、その一端をご紹介させていただく。日本では、どちらかというと汎用型 AI に人気があるように感じられるが、外国では特化型 AI への期待が大きいように感じる。日本人には、「AI は危険だ」、「AI に将来仕事を奪われてしまう」と悲観的に感じている人が多いのも気になる点である。また、特化型 AI で苦戦している事例についてもご紹介したいと思う。

最後に、筆者が企業人の時から取り組んでおり、昨年より大学専属となって継続しているデータサイエンス教育に関して、その意義・背景から最近の実践内容までを報告し、そこで得られた知見について述べたいと思う。

実際のビジネスの現場において、データを活用した変革が急務となった今、データサイエンスやそれに準じるスキルを有する人材の重要性が高まっている。毎年1月に、米国の大手企業就職口コミサイト "glassdoor"は、米国と英国の"50 Best Jobs"(人気職業ランキング)を発表しているが、ここ数年、米国では他の職業を抑えて、データサイエンティストが人気のトップを堅持している(2019年1月現在)。日本においては、データサイエンティストの名はまだそれほど浸透していないが、すぐに追いついて人気職業ランキングの上位に駆け上るものと思われる。

成城大学は、文科系大学の中では最も早期にデータサイエンス科目群の授業を開始し、今年(2019年度)ですでに5年目になる。昨年までの4年間は共通教育研究センターの運営で開講していたが、今年4月から新たにデータサイエンス教育研究センターとして独立

し、さらなる充実を目指している。

科目群の中でも、特に「データサイエンス概論」は、開始当初の2015年度から始めた。「人間とコンピューターの新たな関係を築くビッグデータの活用」と副題がつけられたこの「データサイエンス概論」の講義は、成城大生全学部全学年を受講対象とした全15回の授業である。何といってもこの授業の特色は、教室から受講生全員が実際にCloud経由でコグニティブ・コンピューティングのIBM Watsonを体感する授業にある。毎回、授業の最後に短い感想文を受講生に書いてもらっている。実際にIBM Watsonを体感することで受講生に新たな気付きが生まれるようである。代表的な感想文を7つ、次にご紹介する。

- ・「特化型と汎用型の AI の違いが分かったし、自分たちの性格などがビッグデータから数秒で診断されるのはすごいと思った。実用的に使用されているのもすごいことだと思う。」
- ・「AI はもともと完璧なものだと思っていたので、開発するのに失敗とかもあってびっくりしました。」
- ・「高校では、将来 AI が仕事を奪ってしまうと教えられたが、奪うのではなく、まだこれからも新たな可能性を AI は秘めているんだなと思った。」
- ・「AI の可能性について、これからどのように進化していって、どのように人々の役に立つようになるのか楽しみになりました。」
- ・「AI の研究や開発が進むほど、返って私たちの体に備わっているシステムは大変複雑なプログラムで動いていることが分かって面白いと思いました。」
- ・「よくメディアなどで AI に仕事を奪われると言っているのを聞いて少し将来が不安だったのですが、この授業を受けて、まだまだ AI は人間には追いつかないということがわかり、安心しました。また、メディアなどの情報はすべてが正しい訳ではなく、自分でその情報が正しいものか正しくないものかを見分ける必要があるということを再認識できました。授業の中で紹介されるアプリをこれから活用していき、便利な暮らしをしていきたいとも思いました。」
- ・「今回までのWatson についての授業で、AI によって 人間の仕事がすべて取って代わられてしまうといった ことがないことを知った。人間では時間がかかり過ぎ てしまう作業を、データを学習した AI が手助けし、効 率よく作業を進めていくといった利用法が多い。あく まで手助けするものであって、最終的な判断は人間が するものである。両方の力でより良いものにすること

ができるなら、それが一番だと思う。」

日本では、小学生の時は好奇心旺盛で元気一杯なのに、中学生になると元気がなくなり、高校生になるとやる気も引っ込んでしまい、大学生になると自信まで喪失してしまうとよく言われる。コグニティブ・コンピューティングやデータサイエンスのスキルが身に付くことで、新たな気付きを得たり、自分なりの判断尺度を作って、自信や自己肯定感も増して社会に出て行ってほしいと願う。

共進化のデザイン:介護士はデザインの共有意思決定者か

Coevolution of design: What is the Interaction between designer, user, and care worker for care facility?

水津 功[†],齋藤 洋典[‡] Isao Suizu, Hirofumi Saito

[†]愛知県立芸術大学,[‡]中部大学 suizu@mail.aichi-fam-u.ac.jp

概要

高齢者施設のデザインを考える上で第一のユーザーは施設利用者としての高齢者であるが、彼らは加齢による認知症等によりデザイナーとの対話が困難な場合が少なくない。そこで介護福祉士(介護士)を高齢者施設デザインの SDM(共有意思決定)の構成員に加える可能性について考察する。本稿は、介護士へのインタビュー調査から得られたデータを元にした分析の中間報告である。

キーワード:デザイン,SDM,介護福祉士,

1. はじめに

ユーザーやニーズが不確定のままデザインの遂行を 求められることがある。ユーザーやニーズが不確定な デザインとは、何が問題か判らない問いについて回答 が求められること、いわゆる不良設定問題であるが、 デザインの実務ではしばしば遭遇する。例えば大量生 産を前提とした工業デザインの分野は、実際のユーザ 一が確定する前に製品を製造する必要から、仮想ユー ザーや仮想ニーズを想定する方法を生み出した。製品 が販売されたのちに頻繁にモデルチェンジを行い、新 商品に買い換えることで、仮想と現実のズレを補完す る。この手法はアップデートを繰り返すソフトウエア 商品などでもみられる。消費者を巻き込む試行錯誤へ の無自覚な加担を前提にサービスを提供する企業側に 意思決定の主導権があるデザインプロセスが容認され ていると言える。一方、人生の中で何度も買い換える ことのできないわが家、余生の1日1日を大事に過ご したい高齢者、思い出や人の情で関係付けられた場所 など、替えの利かない対象を含むデザインにはこうし た工業化が生み出した方法は不向きである。本研究は、 個別的なユーザーの QOL を向上させるデザインを対象 に、デザイナーとユーザーが未知の問題(何が問題か 判らない問題) に向き合い共創関係を構築する方法に ついて考察しようとしている。さらには、高度な情報 化によってかえって人と人の関係が希薄化していると 言われている現代社会において、人に寄り添うデザイ

ンの原点に立ち返り、共に影響を与え合い共に成長す る共進化型のデザインの意義を問おうとしている。

2. デザインの意思決定

デザインの意思決定を誰が行うのか、この問題につ いて考えるにあたり、医療分野の研究を参照し図1-a に表した。米国を中心とした意思決定の研究によれば 治療計画をめぐる医師と患者の間には3つの意思決定 モデルがあるという。パターナリスティック(父性) モデルとは専門知識と経験において勝る医師が意思決 定の主導権を握るモデルである。インフォームドデシ ジョンメイキング (IDM) は、治療を受ける側の患者が 主導権を握るモデルである。いずれも問題を抱えてい たため今日では3番目のモデル Shared Decision-Making (SDM)が提唱されている。SDM は患者の文化、習慣、 価値観等を尊重しながら医者と患者とで最適な治療計 画を共同で模索検討するという。中山(2017)は、SDM とは医療の意思決定において医師と患者の双方を主体 とみなす概念としている。また米国では医療分野だけ でなく学校教育などでも活用されているという。この 3つの意思決定モデルをデザインに置き換えたのが図 1-b である。 意思決定の主導権がデザイナー側にある 場合をパターナリスティックモデル、ユーザー側にあ る場合を IDM モデル、デザイナーとユーザーが対話に よる相互理解を深めながら共同で意思決定を行う場合 を SDM モデルということになる。率直な感想を言うな らばデザインにおける SDM モデルは一見すると新しい 意思決定法というより全時代的な古臭いモデルに見え る。しかし、他の意思決定法と明確に区別する明示的 な基準を持っていなかったので、この意思決定法の新 しい意味を考える契機になるのではないか。また、対 話による問題発見の方法論はデザイン思考と重なるが 多いことにも注目したい。 医療とデザインの決定的な 違いは、患者が確定しない治療計画は存在しないのに 対し、ユーザーが存在しないデザインは存在するとい う点にある。工業デザインではユーザーが不確定なまま、図1-c の破線部分ように仮想のユーザーによるニーズが規格化と想定が行われる。このモデルは平均的なサービスを多数のユーザーに安価に提供するのには適していると言えるだろう。

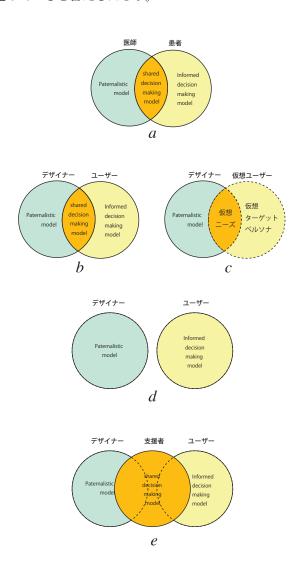


図1 デザインの意思決定

しかし、その反面個別的ユーザーの欲求には対応できない。工業化した社会が採用した仮想ユーザーによる意思決定モデルとは、サービスを提供する側の一方的な意思決定であり、パターナリスティックモデルの一種と考えられる。今日多くのデザインがこの意思決定法を採用しているが、産業革命後の大きな社会構造の変革とともに一般化したと思われる。

3. 高齢者施設デザインにおける SDM

個別的なユーザーの QOL を向上させることに社会的

期待が高いと思われる分野として高齢者施設のデザイ ンに注目する。中でも特別養護老人ホームは、重度の 認知症等によりデザイナーとの意思疎通が困難な方が 多いため、ユーザーが確定しているにも関わらず、対 話によるニーズ把握がほぼできないと考えなければな らず、図1-d のようにデザイナーとユーザーによる SDM が成立しない。その結果、サービスを提供する側 である設計者や事業者だけでデザインの意思決定を行 うことになるので、工業デザインと同様、パターナリ スティックモデルが選択される。そこで、デザイナー とユーザーの意思疎通を支援する第三の存在を想定し、 SDM が成立可能な図 1-e を仮定した。この支援者とは 誰なのか。ユーザーの日常を知り、ユーザーの嗜好や 価値観、ライフスタイルなどを理解可能するものとす れば、介護福祉士(介護士)、ケアマネージャー、ナ ース、家族、友人、隣人等が候補者として考えられる。

4. フィールド調査

高齢者施設デザインの SDM を支援できる者について具体的な考察を行うため、栃木県小山市の社会福祉法人 N が同市内で運営する約 100 床の特別養護老人ホーム R (特養 R) の協力を得て、フィールド調査を行った。特養 R の建物は築 40 年を超えており老朽化が進んでいるため、現在複数年の工事期間に分けて居ながら改修を行なっており、同敷地内には新旧の環境が同時に存在している。

5. 介護士が共有する利用者情報

特養 R の予備調査の段階で、介護士が施設利用者(利用者)の介護を行うにあたり必要とする情報を一元的に綴じたファイル(写真1)が存在するというので、任意に選抜した複数人分の情報を入手し内容を整理したのが表1である。



写真1 介護士が共有する個人ファイル

表 1 介護士が共有する利用者情報

番号	資料名称	解説	分類
1	入所申込書	家族か社協のケアマネが作成。既往歴等、生活歴等 (特養入所基準評価)+追加項目あり	b
2	入所申し込み者調査票・入所に係わる介護支援専門委員意見書	社協のケアマネと生活相談員が作成。	a
3	入所時の聞き取り記録	介護士が本人や家族に聞き取りをして作成。(1)食物の好み(2)外出について(3)リスク、延命の希望、死亡時の対応(4)生活歴の補足(5)家族構成の補足	е
4	介護保険被保険者証写し	証明書写し	i
5	フェイスシート	在宅ケアマネ作成	a
6	ADLと身体状況	外部のケアマネ作成	a
7	アセスメントシート	内部のケアマネ作成	d
8	サービス担当者会議の要点	在宅ケアマネージャー作成 外部サービスを利用する場合の入居者の 状態を説明資料	g
9	居宅サービス計画書	目標(外出、食事、入浴等)とそれを実現するサービス内容を計画、ケアプランは基本的には半年~3ヶ月に1回作成する	d
10	施設サービス計画書	目標(外出、食事、入浴等)とそれを実現するサービス内容を計画、ケア プランは基本的には半年~3ヶ月に1回作成する	d
11	診療情報提供書	医師による医学的な記録	С
12	栄養ケア計画書(施設)	施設内管理栄養士が作成 3ヶ月に1回	d
13	看護サマリー	前施設の看護師が作成	a
14	検査結果	医学的な記録	С
15		医学的な記録	С
16	個人記録·介護日誌	介護士、ケアマネ、相談員、ナースがが作成 グループ毎に個人記録、最新情報は更新共有しやすくするため閲覧ホ ルダーに入れてある。 特記事項形式(自由記述)で日付、血圧、体温、記事、サイン。 短く端的だが敬語表記し、対象の声を「」で記述。記述内容は状況での 対象の反応(声や感情の起伏、言葉と行動のズレ等)を観察している。 時間は日中と夜間に区別されるが、外出、コール、痛みの訴え、医療性 のある処置などでは時間記入が見られる	e
17	機能訓練計画書	機能訓練指導員が作成 3ヶ月に1回	d
18	個別機能訓練経過記録	介護士が作成 毎日	d
19	モニタリング記録	ケアプランに対する月ごとの観察、ケアマネ捺印あり	d
20	入院時の病状・経過説明	病院作成	С
21	看護サマリー	施設と病院の意思疎通	С
22	前施設の申し送り情報	アセスメントシートやフェイスシートとの重複もあり	a
23	排泄チェック表	グループ分け、便の形状、時間、量、陰部洗浄、備考(処置等)	f
24	食事チェック表	朝、おやつ、昼、おやつ、夕の別、主食、主菜の別、きざみミキサーの別、禁止食物の別	f
25	入浴チェック表	入浴の記録	f
26	月別オムツ使用量	オムツ利用の記録	f
27	カンファレンス用資料	専用のソフトウエア(ほのぼのネクスト:NDソフトウエア)を用いて作成	g
28	アルバム	家族向けに廊下に設置している	h
29	写真、作品、所内広報掲示、飾り棚、	介護士が入居者や家族向けに行う情報提供	h

- a 外部ケアマネによる入所以前の引き継ぎ情報
- b 家族や本人による入所申し込み書
- c 医師やナースによる医学的記録
- d 内部ケアマネ、介護士、機能訓練指導員、管理 栄養士による各種計画書
- e 介護士による聞き取り情報、個人記録または介護日誌
- f 介護士やナースによる生理的記録
- g 介護士による施設内カンファレンス用資料
- h 介護士による家族向け情報提供サービス
- i 証明書写し

個人ファイルの内容は大きくは過去情報 (a,b,i) と 更新情報 (c,d,e,f,g,h) とに大別できる。更新情報の内 訳として、医学的情報や生理的記録などのリスク管理 情報 (c,f)、生活で起こったあらゆることの定性的な情 報 (e)、介護士間や家族向けのコミュニケーションを 目的とした情報 (d,g,h) とに整理できる。このファイ ルを最も頻繁に手に取り、閲覧や記入量が多いのは介 護士であった。(e) の個人記録や介護日誌は介護士が 利用者に寄り添い多くの情報を持っていることの証拠 と言える。

そこで、今後は介護士に注目し、アンケートとイン タビュー調査によって、介護士がより良い介護を目指 して利用者を理解するためにこれらの共有情報がどの 程度有効であるか、あるいは不足しているかを確認す ることとした。

6. 介護士への半構造化インタビュー

調査対象は、改修前と改修後の環境それぞれから 10 名、計 20 名の介護士を選抜した。選抜にあたっては年齢、キャリア、性別が偏らないように配慮した。職場内の密室を借り、他の介護士や管理者から隔離された環境を用意した。

まず 10 分程度で答えられるアンケートに取り組ん でもらい、その回答を元にその理由や背景について20 分程度自由に話してもらう半構造化インタビューとし た。アンケートは表2のように単純な選択が可能な設 問(質問1,2)、選択の基準が複数あり少し悩む設問(質 間3,4,5)、自由記述(質問6)の順に構成した。設問と 一体となった回答用紙1枚の他に、選択肢リスト(表3) を用意した。アンケート回答中に質問があった場合回 答者が納得するまで説明し 10 分以内に収めることに はこだわらなかった。また、アンケート作成中に淀み や躊躇が見られた箇所、選択項目から除外したい意思 が感じられた箇所についてはこちらから質問した。そ れ以外ではなるべく対象者の意思に従った。あらかじ め所要時間を30分程度と伝えたが、対象者の意思によ り超過する場合は 30 分以内に収めることにはこだわ らなかった。また、内容の飛躍や、ずれが生じても特 に自由に発言することを妨げなかった。終了後、アン ケート結果は回収しインタビューのデータ分析の際に 参考にした。インタビュー内容は本人の承諾を得た上 で全て録音した。

表2 アンケート 回答用紙

事 前 ア ン ケ ー ト 回 答 用 紙 2019年2月18日、19日

このアンケートは、『研究「共進化のデザイン - 高齢者施設のデザインにおける意思決定モデル」に係る調査協力のお願い』にご理解をいただき、同意書に署名いただいた方に対して行います。この後で行うインタビュー調査の参考にします。

質問1

あなたの<u>年齢、性別、介護経験について該当箇所</u>(□) にチェック (✔) してください。

年齢 20 代前半□、20 代後半□、30 代前半□、30 代後半□、40 代前半□、40 代後半□、50 代前半□、50 代後半□、60 代前半□、

性別 男性□、女性□

介護経験

1年未満□、2年未満□、3年未満□、4年未満□、5年未満□、6年 未満□、7年未満□、8年未満□、9年未満□、10年未満□、15年未 満□、20年未満□、それ以上□

質問2

現在、介護士であるあなたが<u>介護を担当する入居者</u>を教えてください。別表を見て該当する番号の(\square)にすべてチェック(\checkmark)してください。

入居者 1 一、2 一、3 一、4 一、5 一、6 一、7 一、8 一、9 一、10 一、11 一、12 一、13 一、14 一、15 一、16 一、17 一、18 一、19 一、20 一、21 一、22 一、23 一、24 一、25 一、26 一、27 一、28 一、29 一、30 一、31 一、32 一、33 一、34 一、35 一、36 一、37 一、38 一、39 一、40 一、41 一、42 一、

43 , 44 , 45 , 46 , 47 ,

質問3

あなたが介護を行う上で<u>必要と感じる入居者の情報</u>は次のうちどれですか。別表を見て適当と思う番号の(\square)にすべてチェック(\checkmark)してください。

入居者情報 1□、2□、3□、4□、5□、6□、7□、8□、9□、10□、11□、11□、12□、13□、14□、15□、16□、17□、18□、19□、20□、

質問4

あなたが介護を行う上で<u>必要と感じる入居者情報の記録</u>について適当と思う番

号の(□) にすべてチェック(✔) してください。

□すべて記録されていると思う。

□すべてが記録されているとは言えない。

□介護に必要であるが記録はしにくい情報がある。

□介護に必要であるが記録すべきでない情報がある。

□介護に必要と思うが記録すべきか判断に迷う情報がある。

質問 5

あなたが介護を行う上で<u>必要と感じる入居者情報の共有</u>について適当と思う番

号の(□) にすべてチェック(✔) してください。

□すべてが共有されていると思う。

□すべてが共有されているとは言えない。

 \Box 介護に必要であるが<u>共有はしにくい情報</u>がある。

□介護に必要であるが<u>共有すべきでない情報</u>がある。 □介護に必要と思うが<u>共有すべきか判断に迷う情報</u>がある。

質問6

あなたが担当する入居者の気持ちを汲み取り、声にならない要求を理解し、代 弁できるようになるには何が必要だと思いますか?思いつく順番でかまいませ んので簡条書きにメモしてください。

以上です

ご協力ありがとうございました。

表3 アンケート 選択肢リスト

事前アンケート 別表 2019年2月18日、19日 入居者 入居者情報 入居者氏名 入居者氏名 1 治療や薬の服用、処置の必要、病歴 1 様 23 様 2 体温、便通、食事の量的な変化 2 24 様 . . 様 3 運動能力や動作など身体機能の状態に関すること 25 棋 4 家族の愛情や友人との人間関係に関すること 様 5 年金や所持している金銭に関するこ。 5 27 样 様 6 現役時代の職業や社会的地位に関すること 6 28 样 様 7 好みや暗好に関すること 29 7 様 様 8 8 趣味や生きがいに関すること 様 30 様 9 倫理観や人生観に関すること 9 様 31 様 10 様 32 様 10 嫌がる話題や行為に関すること § 11 33 11 喜ぶ話題や行為に関すること 12 34 12 自他を傷つける行動に関すること 様 13 35 13 財産の内訳や相続や譲渡に関すること **#**# 14 様 36 梯 14 感動(驚きと共感)するだとうと予測すること 15 本当の気持ちや望みを理解したり代弁するのに必なこと 15 37 様 様 16 恋愛感情や行動に関すること 16 様 38 様 17 他の入居者を思いやったり大切に思う行動に関すること 17 39 18 特定の介護士を自分の家族や友人のように思ってること 18 様 40 . 様 19 徘徊行動の履歴やリスクに関すること 19 41 様 様 20 20 保険の内容や受取人に関すること 42 様 様 21 様 43 椒 22 44 様 45 46 林 47

表 4 ワークシート (概念 5:相性)

既念名	相性		
定義	相性に関しては共有しにくい		
	(介護士と入居者の相性について)それはやっぱり、あー、どうでしょうねえ。まあ、やっぱり意思疎通のできる人は言いますけど、あえてやっぱりできない人はあれなんですけど。まあ、私たちが気をつける、あれなんですよね、介護の立場はね。	8	23
	(気をつけるとは?)あの一。その、なんていうの。みんなから、あ の、この人が嫌だ、あれだっていうのは。人間ですから私たちもあり ますよね。	8	23
	ええ。だからそういうのはないような、接し方を本当はしなきゃなんないんで。これは。文章にしたらなんか、あれですね。あんまり。ん一。	8	23
	(やっぱり、これを知ることってのはちょっと抵抗感がある情報ってことですよね。) そうですね。 そうなんですよね。	8	24
	(じゃあ見ないほうがいいってことになりますか?)いえ。	8	25
	(知らないほうがいいってことになります?) いやあ、知っといたほうがいいかもしれないですね。	8	25
バリエーション	そうですね。やっぱそういう、例えばなんか、利用者さんが、ね。私は この職員嫌いなんだよとかって話しされる時とかってあるじゃないで すか、まあ職員と自分も一緒にまあ働いてるので。まあそこをちょっ と、まあ本当はまあ相性良くないんだったら、ね。まあ別の方にやっ てもらった方が良いとかってあるんですけど。まあ触員もやっぱ入間 なんで、ちょっと。そういうの言われると逆に。逆に意識しちゃってね。	13	10
	とかもあるんで、まあそういうのもちょっと共有しにくかったりしますよね。	13	10
	そうですね。それも本当はちょっとやらないといけないですけどね、なかなか。	13	10
	入居者さんの方も、まあ私言ったけど、本人に言わないでよ絶対。と かって言われるんで。	13	12
	一回、普書つちゃったことがあるんですよね。こんなこと言ってるけど、大丈夫?とかって。そしたらやっぱ、言われた方も意識しちゃうしゃないですか。その入居者さんと関わるときに、ちょっと意識しちゃうんで。今度入居者さんから、いや、あの方が今度はなんかよそよそしくなっちゃとんだけどとかって。	13	12
	共有する必要があるのに、共有しにくい問題		
	共有の方法が問題か		
理論的メモ	人に相性があることには共感できるが、平等性を維持しようとするのはか	よ職務	意記

7. インタビューデータの分析

インタビューデータの分析には修正版グランデッド・セオリー・アプローチ (M-GTA)を用いることとした。理由は、極めて限定的な領域密着型のデータであること、サービスの提供者と受給者という社会的相互作用を扱う研究であること、データから概念やカテゴリーの構築するプロセスを透明化できること、データの切片化を行わないこと、分析の過程で新しい概念やカテゴリーを追加できること、いつでも元のデータを参照できるので繰り返し分析を練り上げることができることなどが挙げられる。

インタビューの音声データは全てテキスト化し、研究テーマに関わりが深いと思われるセンテンスをワークシートに抜き出し、概念を定義してゆく(表 4)。元のテキストデータのどの部分を抜粋したかわかるように、アドレスを付した。現時点で 5 名の分析を終え、18 の概念を抽出したので以下に列挙する。

概念1:詳しく知っても仕方ない

概念2:心地好さそうにしている場所

概念3:コミュニケーションのきっかけ

概念4:リスクの回避

概念5:相性

概念6:どこまで立ち入るべきか

概念7:文字記録以外の情報

概念8:記録内容の変化

概念9:介護は子育てに似ている

概念10:介護に関係なくもない

概念11:屋外への期待

概念12:書くことによる影響を避けたい

概念13:悪口を書きたくない

概念14: 共有したくない

概念15:記録の訴求力を高めたい

概念16:信頼関係

概念17:接している時間の長さ

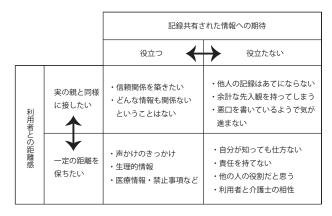
概念18:情報は自分で探す

8. まとめ

5 名のインタビューデータの分析から得られた概念 と、複数の概念に横たわる関係性から生成されたカテ ゴリーについて考察を進めた結果得られた暫定的な解 釈を表.5にまとめた。当初アンケートによる質問の主 旨は、介護士が共有している個人ファイルにどの程度 介護士が必要としている情報が含まれているか、ある いは不足しているかであった。表5の水平軸(記録共 有された情報が役立つ - 役立たない) はそのことを示 している。一方分析を進めるうちに、介護に役立つか 役立たないかに関する介護士の判断には正反対の2つ の意味があることがあることがわかってきた。例えば、 共有情報は役立たないと答えた介護士の理由には、利 用者を深く理解する上でこれらの情報はあまりに不確 実で信用に値しないし誤った先入観を与えてしまう危 険があるという意味と、利用者のプライバシーを知り 過ぎると自分が問題を抱えてしまうので敬遠したい気 持ちから発せられる意味とがあった。これらは介護士 と利用者との心理的な距離感を表すより上位の概念 (M-GTA ではカテゴリーと呼ぶ)であり、前者を介護 士の言葉を借りて「実の親と同様に接したい」とし、 後者を「一定の距離を保ちたい」とした。注目したい のは、このカテゴリーは介護士を2つの集団に分ける ものではなく、同一人物が抱え持つジレンマとして現 れた点である。このジレンマは比重の差こそあれ、ど の介護士も抱えている可能性がある。介護士がどのよ うな状況下で利用者との距離感が動くのか、このよう なジレンマを生む原因がなんであるかも含めて今後の 課題となろう。

今後は、この新たなカテゴリー「利用者との距離感」 を含め、残りのデータ分析を理論的飽和に達するまで 継続してみようと思う。

表 5 介護士 5 名のインタビューデータの分析に よる暫定的な解釈



文献

- Liontos Lynn Balster, (1993) "Shared Decision-Making.", OSSC Bulletin 37 (2), n2,
- [2] CathyCharles,AmiramGafni,TimWhelan,(1997) "Shared decision-making in the medical encounter: what does it mean?(or it takes at least two to tango)", Social science & medicine 44 (5), 681-692,
- [3] 中山健夫, (2018) "診療ガイドラインの今・これから", 東 女医大誌 第 88 巻 臨時増刊 1 号 頁 E2~E9
- [4] 木下康仁, (1999) "グラウンデッドセオリーアプローチ: 質的実証研究の再生", 弘文堂
- [5] ウヴェ・フリック, (2011) "新版質的研究入門: <人間 の科学>のための方法論", p521-540, 春秋社
- [6] 佐藤郁哉, (2008) "質的データ分析法:原理・方法・ 実践",新曜社
- [7] 佐藤善信, (2015) "ケースで学ぶケーススタディ",p72-87,新曜社
- [8] 佐藤郁哉, (2002) "フィールドワークの技法:問いを 育てる、仮説をきたえる",新曜社

インバウンド観光客の情報環境(言語景観・意味景観)とのインタラクション:多言語・多文化社会における ICT 支援を視野に

Inbound Tourists' Cognitive Interactions with Information Environments --- Linguistic and Semiotic Landscapes of Heterotopia---

原田 康也¹, 伊藤 篤², 森下 美和³, 平松 裕子⁴ Yasunari HARADA, Atsushi ITO, Miwa MORISHITA, Yuko HIRAMATSU

1早稲田大学,2字都宮大学,3神戸学院大学,4中央大学

Waseda University, Utsunomiya University, Kobe Gakuin University, Chuo University harada@waseda.jp, at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp, miwa@gc.kobegakuin.ac.jp, susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp

Abstract

How do we navigate and maneuver ourselves in familiar and unfamiliar environments? In situations where we know exactly where and what to expect, such as when we are in our own houses or apartments and are trying to perform our daily chore or on our commute way from home to work or vice versa, most of our actions and behaviors are automatic: we do not plan ahead, we are not making important decisions and we do not remember exactly what we did or did not. When your commute is disrupted, you have to choose among alternative routes, mentally in the previous century and by consulting web information with your mobile devices such as smartphones today. When you are traveling domestically or internationally, you need to find your way around beforehand with printed maps and with information on the web and when you get there, you try to figure out where you are relative to those information you gathered beforehand and adjust your actions according to the additional or updated information you get on the spot.

When the first author of this paper got on a local bus in Singapore in his first trip abroad back in 1988, he panicked as there were no route maps inside in any language and the bus driver spoke in a language or languages he did not even recognize. He had to get off immediately and head back one stop just in case. When he later arrived in Paris by way of Dubai and Zurich, he had difficulty understanding the words after the street names, as street addresses are not in common use in Tokyo and he did not have a clear idea that even-numbered addresses are on one side of the street and odd-numbered addresses are on the other side. He also had some difficulty figuring out what "bis" means when it is used for street addresses in France.

For practical purposes for those who navigate and maneuver themselves in terms of the maps they consult, maps are more real than any other perception of the local realities, and this is more so for tourists who have to depend on information in their own languages than any help they can get in the local languages they may not fully understand. Today, this is more so as visitors from abroad may use mobile translating devices or their smartphones to have written or spoken instructions, explanations and menu nomenclature in the local parochial languages translated into their own languages or languages of their choice.

Keywords —Linguistic Landscape, Semiotic Landscape, Cognitive Interactions, Navigation, Decision Making

1. はじめに

人は外界からの情報を視覚・聴覚・嗅覚・触覚など の五感から得て、場合により直感的・情動的・感覚的 な洞察を経て、場合により理知的・論理的・言語的な 解釈を経て、自分の行動を調整し決定する。しかし、 同一の環境に置かれても、それぞれの個人がそこから 得る情報は異なる可能性がある。同一の教科書を用い て一斉授業の教室で学んでいても、学習者によって何 をどれだけ深く学ぶか異なっていることは、教員のよ く知るところである。その意味で、こうした環境と人 間との関係を単に人間による環境からの情報の受容と してではなく、行動・認識の主体としての人間の外部 環境とのインタラクションとして理解する必要がある。 本稿では、インバウンド観光客が国内の言語的・意 味的・情報的環境とのインタラクションをどのように 経験しているか、また、インバウンド観光客の利便性 を意図したと思われる環境の改変が日本人にどのよう な結果をもたらしているかについて、日常的な経験や ネットの書き込みなども交えて考察を試みる。

2. 旅行者の日常と在住者の非日常

第一著者の学生の頃の日常生活と(海外)旅行者としての個人的経験を振り返ってみる。学生、特に学部生のころの生活は、自宅から大学までの通学のほか、アルバイトの家庭教師・夏期ならびに冬季講習などの講師としての移動のほかは、都内の主要な書店(大盛堂・紀伊国屋・丸善・イエナ・旭屋・三省堂・芳林堂など)への習慣的な訪問と映画館(いわゆる封切館と名画座など)をめぐることが大部分であり、横須賀線・東横線・山手線と営団地下鉄の銀座線・丸の内線・有楽町線を中心とした都内路線図に本屋と映画館がプロットされているというのが第一著者の脳内地図であり、始めて出向く映画館の所在はシティロードやぴあといった月刊情報誌の案内図から情報を得ていた。

大学院生となり、非常勤講師・専任講師となるにつれて通学・通勤経路は変わり、いくつかの日常的に通う飲食店と非日常的に訪問する飲食店などが加わったほか、丸善・イエナに立ち寄る理由が次第になくなり、封切館や名画座に出向くよりはフィルムセンター・アテネフランセ・東京日仏学院・イタリア文化会館などで過ごす時間が多くなったが、日常生活での基本的な認識と世界観と脳内地図に大きな変化はなかった。

1988年3月に、西ドイツで開催されるワークショッ プに参加することとなり、シンガポールで一泊したの ち、ドバイ・チューリッヒ経由でパリに到着し、2週 間の現地視察ののちに鉄道を使ってケルン経由で目的 地に到着した。シンガポールでホテルから街中に出よ うとしてバスに乗ると車内に路線案内図がなく、運転 手がこちらが理解できる言語を話さないことに気が付 いて慌てて降りた。パリで最初に必要となったのは、 地下鉄路線図に加えてインデックス付きの地図であっ た。東京の国立フィルムセンターに相当する la cinémathèque française¹ は当時ポンピドーセンター 内にあり、たどり着くには詳細な地図は必ずしも必要 なかったが、シティロードとぴあに相当する Pariscope²と L'Officiel des spectacles³を購入して驚い たのは、映画館の所在を示す案内図がなく、住所(通 りの名前と番号) が記載されているだけであったこと である。東京では、市区町村名と番号による住所だけ を頼りに目的地に到着しようと思えば、ゼンリンの住 宅地図または昭文社の地図などの個人情報に近い詳細 な情報を掲載した地図が不可欠となることが多く、映 画館などのイベント情報については最寄り駅からの案 内図があるのが一般的であったが、通りの名前からそ の所在が分かるインデックス付きの地図さえ持ってい れば、大部分の場合、住所(通りの名前と番号)だけ で目的地に到着できる4というのはそれなりに新鮮な 経験であった。インデックス付きの地図をもってパリ の街中を歩いていると、各国の旅行者のみならずパリ の住民と思しき人たちまで近寄ってきて、自分の行先 を教えてほしいと声をかけてくるのが印象的であった。 さらに、Pariscope にも L'Officiel des spectacles にも 映画のスケジュールに日程の記載がなく曜日のみが記

されていて、発行日から一週間の日程が前提となって いることに気が付くまで数日を要した。競合する二誌 の発行曜日が異なることから、こうした違いを理解し て記載されている情報を有効活用し、スケジュールを 最適化するためにはそれなりの無駄にした時間と試行 錯誤と努力が求められた。そのようにしてたどり着い た「列車は汽笛を三度鳴らす」というフランス語タイ トルの映画が始まると「真昼の決闘」であったときな どには脱力することもあったが、la cinémathèque française のその時の特集がチェコ映画の歴史回顧で、 チェコ語無字幕ないしチェコ語フランス語字幕の映画 を見続けているときだったので、良い息抜きになった ことも事実である。映画館に入る際にあらかじめ明る いところでチップを小銭で用意しておかないと、暗闇 の中で外国の通貨を金額もわからないまま案内人に渡 す羽目になることも含め、慣れない外国で目的地にた どり着いて目的を果たすためにはそれなりにハードル が高かった時代であった。

その後、スタンフォード大学を定期的に訪問するよ うになったが、当初は徒歩か自転車による移動に限ら れ、脳内地図は自転車で移動できる範囲の飲食店・ス ーパー・本屋・映画館限定、その後運転するようにな ると移動距離が広がるが、相変わらず飲食店・スーパ ー・本屋・映画館限定であった。少額の決裁でも個人 小切手を使用することが多く、そのたびに記入と本人 確認に時間がかかるため飲食店や商店での支払いに時 間がかかることを除くと、スーパーでの商品配列も含 めてアメリカ西海岸北カリフォルニアでの日常生活は いろいろな意味でフランス・西ドイツでの経験と比較 して日本の生活に近く、うっかりすると日本と違うこ とを忘れて失敗することもあった。1993年秋に国内で 国際会議を主催することが予定されていたため、在外 研究として本属大学から離れていた 1991 年 3 月から 1993年3月を中心に前後の数年間は可能な限り多くの 国際会議・ワークショップ・サマースクールなどに参 加するように心がけたが、新しい都市を訪問するたび に予想外のことがあり、きわどいところで全くの偶然 から主催者に助けられることも多かった。こうした経 験のあと、国際会議を開催するようになると、海外か らの訪問者の視点を意識して都内を歩くようになった。

https://www.cinematheque.fr/

² https://fr.wikipedia.org/wiki/Pariscope

³ https://fr.wikipedia.org/wiki/L%27Officiel_des_spectacles

⁴ 実際にはそれほど単純ではなく、bis などの表記の意味がすぐには分からず、また、住所からここかと思われる場所には入口があり、内部の区画に分かれていることもあった。

⁵ LSA (Linguistic Society of America) Summer Institute https://www.linguisticsociety.org/content/lsas-linguistic-institutes ESSLLI: European Summer School in Logic, Language and Information http://www.folli.info/?page_id=45

第一著者がはじめてパリの街中を歩きまわっていたとき、用意したエアメールを投函しようとしてもなかなか郵便ポストが見つけられなかった。ところが、国際電話をかけるために郵便局にでかけたところで、郵便ポストが黄色いということに気が付いて以来、街中のいたるところに郵便ポストがあることに気が付いた。Stanford 大学の最寄りの Palo Alto の街中を歩いて郵便ポストはないかと探しても、またしてもはじめのうちは目に入らなかった。青いゴミ箱のような巨大な入れ物が郵便ポストだとわかると、これまた街中のいたるところにあるのが目に入って来た。赤・黄・青という色の違いに加えて、アメリカの場合は投函口が車道側にあることもあり、まさにそこにあるものが目に入らないという状況に陥っていた模様である。

国際会議・国際ワークショップに参加するため海外 に出かけようとするとき、あるいは国内で国際会議・ 国際ワークショップを開催してできるだけの情報を事 前に提供しようとするとき、20 世紀の間は現地の地 図・鉄道路線図・地下鉄路線図などが現地に赴かない と手に入りにくいということが当たり前であった。も ちろん、開催国の大使館・領事館・観光案内担当など に出かければかなりの資料が入手可能であり、市販の 図書から情報を得られる場合もあるが、参加を検討し ている段階でそのような時間と経費をかけることは通 例は不可能であった。いったん現地の空港に到着すれ ばいろいろな資料がほとんど無料で手に入るが、主催 者がこうした情報を参加者に提供するのは当日の受付 であることが一般的で、ある意味でホテルや交通機関 の手配や日程の検討に間に合わないのが当たり前であ った。21世紀になってこうした状況は大幅に改善され てきたが、日本国内の鉄道会社・空港などの国際的な 訪問者を意識した英語での情報提供には改善の余地が ある。駅の構内案内図など、日本語のページにしか記 載されていない情報は今でも多い。2019年9月中旬に 函館で国際会議を開催予定であるが、函館空港の日本 語の web はあるものの、公式な英語サイト6が見当たら ない。

2004年12月に早稲田大学で国際会議を開催した時は、2004年4月1日に成田国際空港を管理する新東京国際空港公団が成田国際空港株式会社に改組し民営化した。同じく2004年4月1日に帝都高速度交通営団

が東京地下鉄株式会社(東京メトロ)となった。学会 準備・投稿募集をしていた 2003 年に用意したアクセ ス案内で設定した公共交通機関へのリンクが次々と使 えなくなり、修正に時間を要した。また、成田空港・ 羽田空港・京成電鉄・京急電鉄・東京メトロ・都営地 下鉄(東京都交通局)など、日本語のページは少しず つ充実していたが、同じ情報を提供する英語のページ を見つけにくく、トップページから改めて探し直す必 要があり、pageの URLがいきなり変更になることも 多かった。最悪なことに、学会が開催される数週間前 に早稲田大学総長室広報課が管理する大学へのアクセ スガイドとキャンパスマップのページの内容と URL が予告なく更新となり、学会のページから用意してい た駅から会場までの案内にたどり着けない状態になり、 変更になったという広報もいっさいなかったため、学 会会場である早稲田大学国際会議場の入り口がわかり にくいこともあって、海外からの来場者が迷子になる 結果となった。

3. インバウンド観光客への対応⁷

2019年に東京・神戸を含む国内 12 都市で開催されるラグビーワールドカップ・2020年に東京で開催されるオリンピック・パラリンピック・2025年に大阪で開催される万国博覧会などさまざまな国際的イベントが予定されているが、いわゆるインバウンド旅行者は2018年に3000万人を超え、2020年には政府の目標である4000万人に届くことが見込まれる。環境庁は、国立公園満喫プロジェクトを開始し、日本の豊かな自然をインバウンド旅行者に紹介する試みを開始した。インバウンド観光客の中にはリピータも着実に増えており、定番の観光地だけでなく、日本各地の食事・風景・スポーツイベント・芸術展示・体験的イベントなどを求める外国人も多い。

駅などの公的空間や飲食店・店舗などの案内板やサイネージなどに多言語による表示やピクトグラムを目にしたり、複数言語による列車アナウンスを聞く機会も増えている。人工知能に対する期待と関心も含めて、自動翻訳の質的な向上も期待され、スマホやタブレットを使って日本語による掲示や飲食メニューを自国語に翻訳して理解しようとする旅行者も多く、音声翻訳機も各種宣伝される時代となっている。しかし、日本

⁶ 函館市の公式サイトには空港の情報を記載した英語のページがある。

https://www.hakodate.travel/en/information/access.html

⁷ 本節では原田康也・森下美和・伊藤篤の報告 [6]を修正の上で繰り返している部分がある。

語から英語への翻訳であっても様々な点で不正確・不適切な結果が表示されることがあるが、日本語から中国語の翻訳では、意味が通じない・内容的に間違っているなど、本質的に使い物にならない・使ってはいけない翻訳結果が得られる場合もある。

駅・ホテル・銀行などを含め、公共の場に日本語に加えて英語・中国語・韓国語など外国語・多国語による表示・案内が増えているが、よく見ると目先の表現だけ日本語から英語に置き換えようとして意味が通じなくなっている場合もある。例えば、「地球環境保護のためにトイレットペーパーは使い切ってから次のロールをご使用ください」という趣旨と思われる英文が"Please use up toilet rolls to protect earth."となっていると、指示内容も目的も見当はずれで、意味不明・了解不能となってしまう。

駅名・地名については日本人であっても地域住民で ないと漢字の読み方や実際の発音が理解できない場合 もあるが、ローマ字表記に関しては長い複合的な名称 を一つの綴りにして可読性を失っている例も多い。西 早稲田を Nishi-Waseda と表記すれば発音できるであ ろうが、Nishiwaseda と表記することによって一目で形 態素解析を行うことができず、発音に支障が生じる。 新大阪を Shinosaka と表記しては多くの日本人は篠坂 かと思うであろう。新神戸駅を New Kobe Station と表 記しては日本人とのコミュニケーションに齟齬が生じ る8。そもそも、簡体字での駅名表示は日本語(の発音) を簡体字で表記したものを意図していないと思われる が、ローマ字による駅名・地名表記は英語での表記で はなく、日本語の一部としてのローマ字表記であるに もかかわらず、「グランド坂通り」を ground-zaka dori と 表記するような混乱がいまだに見られる。

首都圏では 2004 年前後から地下鉄をはじめとする 鉄道各社・各路線にアルファベットと数字を割り当て る仕組みが導入され、各地域に広がっているが、これ は上記のような地名・駅名のアルファベット綴りに関 する様々な問題点をある程度まで迂回することを可能 とし、現地の交通事情に不案内な外国人旅行客と現地 の事情に慣れ親しみすぎている地域住民との円滑なコ ミュニケーションにとって有効な対応策である。 地名の英語表記については国土交通省国土地理院 (2015) が公開されているが、わかりやすい方針かどうかは疑問である。地図の多言語化については現在政府関係の多数のガイドラインが公表されている。また、オンライン地図の多言語化についてもいくつかのプロジェクトが見られる。移民・多文化共生政策に反対する日本国民の会 (2014) のような、多言語化によって案内が見にくくなるという見解にも一定の合理性がある。

駅などでの多言語表示については、必ずしも好意的な反応に限定されない。あまりにも多くの言語による表示を盛り込もうとして日本語の表示が小さくなったり見えなくなったりすることに対する不満は大きい。以下はそうしたネットの書き込み¹⁰の一例である。(紙幅の関係で改行は削除している。)

顧客との会議に出席するために電車の駅に急ぐサラリーマン。【中略】電光掲示板を見上げる。と、そこには解読不可能な外国語の文字が溢れ、日本語は一文字もない。【中略】次に現れるのも理解不能な外国語。為す術もなく立ちつくすサラリーマンが乗るはずだった電車のドアが閉まり、駅を離れていく…。【中略】日本にいるのに、日本人が全く読めない表示が溢れ、大多数の日本人が不便な思いを強いられていると感じませんか?

一方、海外からの来訪者を意識した次のような書き込み¹¹も見られる。(同上)

しかし、日本人がせっかく不便に耐えているのに、 もし、肝心の外国人が便利に感じていなかったら どうでしょうか! 東京都葛飾区の「青戸」は、

青戸

Aoto

と、漢字とローマ字を併記することで、韓国人に は十分によく分かります。【中略】

아오토

と表記すると、「ト」の音(E)が「トォ」と、ちょっと強くなります。日本語の「ト」の音と、ぴったり対応する音が韓国語にはないのです。【中略】 「aoto」が一番正確なのです。【中略】日本の駅名のハングル専用表記は、韓国人の自尊心を満足さ

⁸ ローマ字表記の地名を瞬時に判読できない日本人も多いので、日本人とのコミュニケーションのためにはローマ字表記と日本語表記の併記が便利であり、2000年前後に首都圏の書店で市販されていた二か国語表記地図を見かけなくなったのは残念である。

⁹ 国土交通省 (2009)・総務省 (2013)など参照。

¹⁰駅の電光掲示板の外国語表記を止めるべき本当の理由 https://www.mag2.com/p/news/397431

¹¹ https://www.mag2.com/p/news/397431/2 あのカタカナ表記がなんか嫌な理由

せることはあっても、実用的ではない、ということです。【中略】旅行者への親切心なら、日本語とローマ字で統一した方がずっと合理的なのです。

このことは、逆の立場になって、韓国語を解さない一般の日本人旅行者がソウルの地下鉄に乗ることを考えると得心が行く¹²。

ソウルの地下鉄の駅名は、韓国語(ハングル)の他に、アルファベットと漢字とカタカナで表記されています。【中略】カタカナ表記が日本人たちに【中略】 役に立たないとか変だとかとにかく評判悪いトンデムンヨッサムンファゴンウォンって書いてあったら、日本人のうちどれくらいが

って書いてあったら、日本人のうちどれくらいが スラスラ読めるでしょう。【中略】

東大門歴史文化公園

にしたほうが意味もわかるし、ストレス少ない【中 略】漢字にすればよりわかりやすいかといえば【中 略】その漢字を日本語読みして、会話として通じ なくなる【中略】アングクと聞き慣れてる場所が 安國と書いてあったら、それがアングクであると 気づかない人も出てきそうですよね。【中略】カタ カナ表記がいいか漢字表記がいいのかで日本語話 者の意見も割れるわけです。【中略】日本語話者の 場合、【中略】音+文字のセットで脳内にインプッ トされます。【中略】『カタカナは苦手だ』という 日本語話者【中略】は、カタカナの読解が下手な のではなくて、意味のわからない音の羅列は記憶 にとどめにくいってことなんじゃないかな。【中略】 駅名カタカナ案件は、カタカナがいいか漢字がい いかではなくて、カタカナと漢字の両方(ふりがな であれ併記であれ)が欲しい日本語話者と、ハング ルだけでなんの不自由も感じていない現代の韓国 語話者の表記世界の感覚の違いから来ているもの なのじゃないかな。ということです。

東京メトロ地下鉄半蔵門線のホームの行き先表示¹³ が 2019 年春ごろに変わり、行き先や列車種別がアルファベット・簡体字・ハングルで表示されているときに、その上に小さなひらがなで同じ情報が表示されるようになった。安全・安心で、地元の住民にとっても国内

旅行者にとってもインバウンド観光客にとっても快適な情報提供とは何か、適切なホスピタリティー・コミュニケーションのあり方について、観光開発の観点からの知見に加えて認知科学的検討を加えることは、実務的に有効な成果が期待できるだけでなく、認知科学の新しい応用的・実践的研究分野の開拓につながることも期待できる。

4. 認知的インタラクション

多言語情報を含む町並みや屋内デザインの見え方な どの言語景観・意味景観、飲食物のメニューや緊急避 難時のインストラクションの翻訳の正確さと適切さ、 ハラール・ベジタリアン等に代表される食文化の差異 や禁忌・忌避との共存のありかたと ICT によるそれら の支援を認知科学的アプローチから検討することにさ まざまな意義があると著者たちは考えている。フィン ガーボウルの水・ぬるま湯を飲んでしまったとしても、 時間の経過とともに笑い話となるささやかなマナー違 反程度のことかもしれないが、つけ麺の熱いスープを せいろの上にかけて周りにまき散らすというようなネ ット上に書き込まれている事例14が事実だとすれば、や けど・怪我・器物損壊につながりかねない深刻な事態 を引き起こす可能性がある。文化に関わる暗黙の前提 の違いは大きな摩擦の原因となる可能性があるが、宗 教的戒律や食物禁忌に関連して、飲食物の内容・成分 が不明であったり、表示・提供されている情報が不正 確・不十分であると、購入・飲食に際して大きな支障 が生じるだけでなく、誤った情報に基づく意思決定が 深刻な結果をもたらすこともあり得る。規模の大きく ない飲食店においては、さまざまな宗教的戒律・食物 禁忌・食物に関する信念に対応する余裕はなく、多言 語・多文化に対応した情報提供どころか、日本語によ る正確で確実な情報提供さえままならないのが現実で あろう。一方で、伝統的な食材や製法を見直して、ハ ラールやベジタリアンに対応する日本食料理店もある が、そうして提供される料理が観光客の期待する「日 本の食事」であるかどうかは、意味論的・認知科学的 な検討課題となりえる。

第四著者が日光の沿道の写真を留学生に見せたところ、英語を読む学生、日本語を読む学生、英語と日本語を読む学生、日本語も英語もあまり読めない(日本語は和食の名前や漢字の多さなどに難しさを感じる)

 ¹² https://ameblo.jp/salon-ena/entry-12427760190.html 2018-12-23 07:36:52 日本語*韓国語、言葉のこと
 13東京メトロ、行き先表示器を一新 / LED から液晶に変更、情報量アップ / 2016 年 08 月 03 日 15 時 13 分 公開 https://www.itmedia.co.jp/business/articles/1608/03/news107.html

¹⁴ つけ麺とインバウンド観光客

https://topics.smt.docomo.ne.jp/article/moneypost/life/moneypost-447094

学生など、それぞれの学生が見ている・理解する内容 が異なり、それが重なって少し違う印象を作るように 思われる。読める方が読めないより良い印象を持つと は限られず、英語を読む学生は間違いを正したくなり、 英語と日本語のわかる学生は内容の相違が気になるが、 双方あまり得意でない学生は写真やイラストで自分の 興味を惹きつける対象を見つけ、わからないなりに楽 しんでいるような印象を与える場合もある。ものの価 値を自国におけるそのものの価値に準じて考える場合 は、どの国から来たのかで魅力的に見える店や商品が 違ったりすることにつながる。このように、同じ景色 の中にいながらも、人によって見ているものは同じで はない。留学生を対象としたこれまでの調査から、東 武日光駅から日光東照宮へと続く沿道の同じ道の写真 を見ても、あるいは同じ道を歩いても、英語圏からの 留学生とそれ以外の留学生とでは考えること・感じる ことが同じではなく、観光地を歩くと印象が異なって くるという当たり前のことが明らかとなっている。

5. 実践的・応用的研究課題の可能性

言語景観・意味景観などが織りなす意味環境・情報 環境と人とのインタラクションについて、インバウン ド観光客への対応をひとつの契機として検討すること は次のような観点で重要である。人が環境から何を読 み取り、どう行動するか個人によって異なることは当 然であるが、自国の環境・母語の環境では潜在してい るさまざまな課題が、異文化環境・他言語環境におい て顕在化する部分も大きいことが予想される。

すでに述べたように、2019年に東京・神戸を含む国 内12都市で開催されるラグビーワールドカップ・2020 年に東京で開催されるオリンピック・パラリンピッ ク・2025年に大阪で開催される万国博覧会など、ここ 数年のうちに日本各地で大規模な国際的イベントがさ まざまに予定されている。インバウンド観光客の情報 環境について考え、そのあり方と支援策を議論し検討 することは、認知科学研究者に新たな実践的・応用的 研究課題の可能性を提示することにつながる。こうし た議論の成果は、認知科学と ICT を融合した新しい観 光案内サービスの提供につながる可能性も考えられる。 一例として、第三著者のゼミでは 2019 年のラグビー ワールドカップ開催に向けて関西地区のバイリンガル マップ作成を計画中である。また、2020年のオリンピ ック・パラリンピックについては、第二著者を中心に 日光・戦場ヶ原の観光案内多言語アプリを開発・提供

予定である。

インバウンド観光客の情報環境(言語景観・意味景観)とのインタラクションは、以下のような課題に発展する可能性がある。

- (1) 海外展開:日本人が海外の観光地に行ったとき、 どのような言語景観・意味景観があるとうれしい のか?
- (2) 情報提供の個人化・拡張現実支援:そもそも、人は同じものを見ているのか?同じ景色の中にいながら見ているものは必ずしも同じではないのではないか?それをどのように検知し、どのように情報を提供できるのか?
- (3) 多文化・多民族への対応と文化摩擦の回避:庶民 的な生活圏にインバウンドの観光客が入って来る ことで、いままでにないトラブルも増えている。 トラブルをどうすれば未然に防げるか、不可避で あるのかを検討することも、これからの日本社会 を考えたときにますます重要となるであろう。
- (4) 固有の歴史と文化的伝統をどのように外国人観光客に伝えるか?:インバウンド旅行者に向けた食事や地図などの情報提供が旅の利便性をさらに向上させる一方で、地域固有の文化をどのように外国人や次の世代に伝えていくのか。日本固有の文化をどのように多言語化するのか、課題が残る。
- (5) 認知機序と 5W 表現順序との言語間相違:5W の情報配列は言語により異なり、翻訳においてはこうした配列の取り扱いについて検討する必要が生じる。たとえば、ウィキペディアの英語版と日本語版とを比較すると、英語版では(1) Who was involved?(2) What happened?(3) Where did it take place?(4) When did it take place?(5) Why did that happen? の順であるのに対して、日本語版では、いつ・どこで・誰が・何を・なぜとなっている。こうした点について、言語相対性仮説と普遍的表現可能性の観点から検討することは、認知科学・言語学・翻訳研究の重要な課題となる。

インバウンド観光客への情報提供との関連でも、日 光においては寺院などに入れば文章もあるが、沿道で は単語レベルの表示が多く気が付きにくいが、神戸で は文章が掲示されている場合が日光より多く、事柄の とらえ方、情報優先順位、叙述の配列などに日本語と は違いがあることが観察される。

5. 本 Organized Session の進行予定

本稿執筆時点で organized session の開始・終了時刻は $16:30\cdot 19:00$ 、会場は共通講義棟 41 が予定されている。以下のタイムテーブルを目安として進める。

16:15-16:30	招待講演:原田康也・伊藤篤・森下美和・平
	松裕子
	インバウンド観光客の情報環境(言語景観・
	意味景観)とのインタラクション
16:30-16:55	招待講演:平松裕子
	日光の言語景観とインバウンド観光客のイ
	ンタラクション:文化と伝統を超えて
16:55-17:20	招待講演:森下美和
	神戸の言語景観とインバウンド観光客のイ
	ンタラクション:バイリンガルマップの作成
17:20-17:45	招待講演:伊藤篤
	ICT による観光開発と情報行動: 心理学的効
	果を応用した期待感向上アプリ開発
17:45-18:10	一般講演:鈴木弘也・鈴木瑛大・伊藤篤・橋
	本直己・佐藤美恵
	観光対象としての興味・関心と眼球情報との
	関連についての一検討
18:10-18:35	一般講演:傅翔・康茗淞・伊藤篤・平松裕子・
	原田康也・羽多野裕之・上田一貴・佐藤文博・
	森下美和
	AI ご当地観光ナビアプリの研究開発
18:35-18:45	総合討議:参加者全員

謝辞・注記

本稿の執筆にあたっては、佐良木昌・河村まゆみ・ 桒原奈々子の助言と協力を得ている。本稿の執筆なら びに本 organized session の企画と開催に当たって、 著者たちは以下の研究経費等の支援を受けている。

- 科研費基盤研究(C): 課題番号 18K11849『ネット 社会におけるインバウンド観光客・定住者を意識 した文化伝達の言語表現』(研究代表者: 平松裕子)
- 科研費基盤研究(C):課題番号 17K02987『高度翻訳知識に基づく高品質言語サービスの研究』(研究代表者: 佐良木昌)
- 科研費基盤研究(B): 課題番号 17H02249『ICT による観光資源開発支援: 心理学的効果を応用した期待感向上』(研究代表者:伊藤篤)

本稿を執筆・編集中の2019年6月7日に第一著者は早稲田大学構内で転倒して左手首を骨折し6~8週間にわたってギブスで固定することとなったため、7月5日の締め切りまで原稿の編集・修正に多大の制約を受けることとなった。このため、本稿は不完全な未定稿として理解していただきたい。

参考文献

- [1] 伊藤篤・森下美和・原田康也,「位置情報の活用による 観光資源開発とホスピタリティコミュニケーション」, 第131 回次世代大学教育研究会,神戸学院大学,2017年 6月17日.
- [2] 移民・多文化共生政策に反対する日本国民の会, (2014) 「多言語表記及び観光政策に関するアンケート」調査結 果. http://goo.gl/8V8ic9
- [3] 木村英昭, Cinema & Sign Paradise 第2話ブレードランナー. [2019/05/30 最終アクセス] https://cinemasign.exblog.jp/13041202/
- nttps://cinemasign.exolog.jp/13041202/ [4] 国土交通省国土地理院, (2015) 地名の英語表記方法及び
- [4] 国土交通省国土地理院, (2015) 地名の英語表記方法及び 外国人にわかりやすい地図記号について:外国人にわか りやすい地図表現検討会報告書.

http://www.gsi.go.jp/common/000111876.pdf

- [5] 原田康也,「映像作品に見る香港・澳門・新嘉坡・東京の言語景観:二つまたは三つの観察と考察」,日本ビジネスコミュニケーション学会2019年度年次大会・第156回次世代大学教育研究会,早稲田大学,2019年7月13日.
- [6] 原田康也・森下美和・伊藤篤, 「ICT による観光資源開発支援と多言語ホスピタリティー・コミュニケーション」, 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp. 251-256, 2016 年 9 月 16 日.
- [7] 平松裕子・森下美和・原田康也・佐良木昌, 「日光における言語景観:伝統と流行」,電子情報通信学会技術報告,vol. 118, No. 516, pp. 83-88, 2019 年 3 月 11 日.
- [8] 平松裕子・伊藤篤・ 原田康也・森下美和・佐良木昌, 「日 光の沿道における言語景観調: 興味と理解から文化交流 へ」, 2018 科研費合同研究集会@早稲田大学: 言語環境・ 言語景観と言語学習・言語習得資料集, 2018 年 12 月 16 日
- [9] 平松裕子・佐良木昌・原田康也・森下美和, 「日光の言語景観」,第 143 回次世代大学教育研究会,神戸学院大学,2018年6月16日.
- [10] 平松裕子・原田康也・伊藤篤・森下美和・上田一貴・佐藤文博, 「日光沿道に展開された観光客向け英語表記: 言語景観の現状調査と今後の課題」,電子情報通信学会技術報告,vol. 117, No. 519, pp. 7-12, 2018 年 3 月 12 日.
- [11]傅翔・康茗淞・張昭誼・伊藤篤・平松裕子・原田康也・佐々木陽・羽多野裕之,「観光地における中国語表記の課題」,日本認知科学会第35回大会発表論文集,pp. 278-287,日本認知科学会,2018年8月30日.
- [12]傅翔・康茗淞・張昭誼・伊藤篤・平松裕子・原田康也・ 波田野裕之・佐々木陽・森下美和,「観光地における中 国語表記の誤訳分析」, 2018 科研費合同研究集会@早稲 田大学:言語環境・言語景観と言語学習・言語習得資料 集, 2018 年 12 月 16 日.
- [13]森下美和・平松裕子・原田康也, 「神戸の言語景観: その特徴と歴史的背景」, 電子情報通信学会技術報告, vol. 118, No. 516, pp. 89-94, 2019 年 3 月 11 日.
- [14] Atsushi Ito, Rina Hayashi, Yuko Hiramatsu, Akira Sasaki, Kazutaka Ueda, Yasunari Harada, Miwa Morishita, Hiroyuki Hatano and Fumihiro Sato, "A Study of Psychological Approach to Design Sightseeing Support Mobile Application," 2018 IEEE 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES), pp. 87-92, ISBN: 978-1-5386-1122-7 / DOI: 10.1109/INES.2018.8523896, 2018 年 6 月 21 日.

日光の言語景観とインバウンド観光客のインタラクション -文化と伝統を超えて-

Interaction between Foreign Tourists and Residents in Nikko Based on Linguistic Landscape -Beyond the Culture and Tradition-

平松 裕子 Yuko Hiramatsu

中央大学 susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp

Abstract

A lot of foreign tourists became to visit in Nikko and the linguistic landscape of signage and postings at the main street from Nikko Station to Shinkyo, the entrance of Nikko Toshogu Shrine, are changing. Residents try to convey foreigners about their goods or some information. Many shop owners made mistranslations on the signboards. However, foreign tourists do not always evaluate them low. The cultural things are original at the area and it is difficult to translate into other languages. However, residents try to explain local cultural things and tourists get information from them. The translations are not perfect but tourists are interested in them. This paper tells some findings on our research in Nikko about the interaction between foreign tourists and residents in Nikko.

Keywords — Linguistic Landscape, cross-cultural communication, Smartphone Application, Inbound

1. はじめに

平成19年1月「観光立国推進基本法」施行以来,外 国人観光客誘致が進み、2018年の年間訪日外国人数 (推計値)は前年比8.7%増の3,119万人となった[1]. それに伴い,公共空間における多言語表記の整備が進 行している. 世界遺産である日光東照宮への道でも, 地元の商店会によると半数程度は外国人という時期も ある. 2017年より図1に示すJR 日光駅から神橋まで の約1km 駅から日光東照宮向かって伸びる1本の道 はその両側にある生活道とは異なり観光客が集中して 通る. ここでは外国語表記は増加傾向にある. また, 多言語化の一方で最も新しい沿道の看板の中には,外 国語表記をやめ、ピクトグラムと簡単な日本語という 組み合わせへの変更もある. 加えて, 古民家利用など 地域の施策に応じて,調査地域の言語景観も変化して いる. 公共の場で、言語を掲示する側(掲示主体者) はどのような意思を示しているのか. 誰にどんな内容

を伝えることを想定しているのか. 実際にはそれを誰が受け取るのか. 受け取られた内容は掲示者の意図を反映しているのか. 以下, 2 章で先行文献に関して言及し, 3章で日光の当該地域の英語中心の言語景観調査結果,文化的な言葉の翻訳に関する調査結果を述べ, 4章ではそれら言語景観の調査からみられる観光客と地元の人々との間のインタラクションに関して, 考察する.



図 1 調査地区 (JR 日光駅から神橋に至るオレンジの部分)

2. 先行文献

言語景観研究に関しては、社会言語学者 R. Landry と R. Y. Bourhis (1997) による "Linguistic Landscape and Ethnolinguistic Vitality [2]"が知られている.この論文が掲載された"Journal of Language and social psychology"は'cross-roads of language, mind, and society'が対象であり、言語学、歴史学、心理学、社会学などさまざまな観点からの研究が可能な分野である.

例えば 『世界の言語政策 2 多言語社会に備えて[3]』 にみられるように、政府の施策と言語景観の関係を見 た場合、日本のように多言語化を推進する国ばかりで はない. 多民族国家としての課題が表面化している場 合は、表示言語が制限されることもある.「言語権」を 論じた論文も多い. 例えば英語といっても一通りではなく, どの地域の表現を基準とした言語掲示とするかも課題となりうる. 公共に掲示された言語はその地域での市民権を得たと認識されるからである. 日本においてはコリアン集住地域の言語景観は近年まで必ずしもハングルで表現されなかったという指摘(金,2009)[4]もある.

その一方で、日本においては、街に溢れる外国語表記は日本人にとっては外国の雰囲気を漂わせるものとして、また 2020 年オリンピックを控え、増加する外国人観光客に対応するために積極的に使用される傾向がある。このような日本の言語景観に関しては、「街のなりたちと言語景観:東京・秋葉原を事例として[5]」(2012、田中ら)、「言語景観から考える観光と多言語状況 [6]」(藤井, 2014) などに具体的な調査結果がみられる。

我々が日光の言語景観に関して調査を行った際に検 討したのもこのような観光客対応中心の公共空間に展 開された表記である.

3. 日光における言語景観調査

3.1 昨年までの調査結果

「言語景観」とは、道路標識、広告看板、店舗名などにみられる書き言葉を指す。道路標識、地名標識などの公的表示と、店舗名、広告などの私的表示に分けられる(バックハウス、2005 [7])という定義の下、外国人観光客が観光地を訪問して歩く際に目にする外国語表記の現状について、英語を中心に、世界遺産日光の社寺に至るJR日光駅から神橋までの1kmの沿道の言語景観を検討してきた[8]。

観光客が多く、また店舗の建ち並ぶ調査地域においては、言語景観の多くは住民(商店主・自治体)から訪問者に向けての言語表示という位置づけとなる.

2017, 2018 年度調査では、多言語化の進行の中、道路交通表記など日本語のみの記載の課題、一部のみが英語で、その表記を利用して最後まで目的が達成できない表示(避難所)など、改善がすぐにでも必要な公共の表記があった。店舗情報にも誤訳、スペルミス、表現の不統一など改善の余地がある表記が多くあったが、緊急性の点からは道路交通表記に及ばなかった。

3.2 観光客による評価 (留学生調査結果)

2017 年の調査結果を元に学内の留学生を対象とした言語景観評価調査(2018年5月, n=40)を実施した、図2に対象別の評価結果を記載した。

「バス」はバスそのものの表記ではなく、バスターミナル及びバス停、あるいは路上にあるバス関連の表記を指す.「公共」とあるのは、駅、バス停以外の路上の国及び自治体による表記である. なお、駅の構内表示は特に JR の場合、都内と共通する表示が多く、単純接触効果が現れている可能性がある. バス関係に対する評価が低い. 公共の表示に関して(神橋まで何分、避難経路他) はスペル自体に誤りは見当たらなかったが評価が低く、スペルミスが散見しても店舗の評価はあまり低くはない. 役立つ度合いは高いとは言えないが、店舗への興味が高い. 商品や歓迎の言葉には誤りは多く含むものの、好評な表記も存在した.

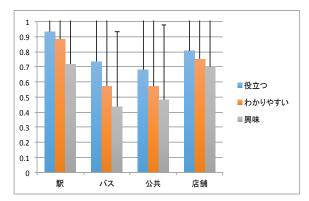


図 2 日光の調査区域の英語を含む言語景観表記に関する留学 生評価

調査に参加した回答者国籍は 15 カ国 (韓国 10, アメリカ 5, フランス 5, 中国 4, ミャンマー3, オーストラリア 2, マレーシア 2, シンガポール 2, ベルギー, 台湾, スウェーデン, ドイツ, インドネシア, スイス各 1) であった. 必ずしも全員が英語に堪能というわけではない. 40 名中 18 名が「英語を完璧に理解する」と回答し, 10 名は「日常会話は理解する」と回答した. 歩行区間を示し, 観光を想定する説明を実施し, ゆっくり当該区域を散策する時間ということで 30 分程度を用い2017年調査時撮影の写真より抜粋した 30 枚の写真の評価を促した. 英語中心の言語景観に関しての調査であったが, 言語とともに記された図や絵の効果もあり, 外国人に説明しようという意欲を彼らは評価した.

英語の理解度は必ずしも現状の日光の調査地域の言語表記の評価には関係していなかった.「満足度」,「役に立つ」という点での数値は若干英語理解者のほうが高いが,逆に「興味がある」という回答はそれ以外の留学生を含めた全体の評価のほうが高い.これらの相違には相関関係はみられなかった.ただし,「わかりや

すさ」と「満足」には、r=0,669とかなり高い正の相関があり、「わかりやすさ」は「満足」度に反映するといえる。ただし、「わかりやすさ」イコール英語表記とも言い切れない。一方、「興味」と他の項目は相関が低い、「興味」は「わかりやすさ」とは相関関係が出なかった。 回答者自身が「旅行好きか」と掲示への「満足度」には r=0.409 と正の相関が見られた。発信者の語学力だけでなく意欲、そして受信者の意欲も評価に関わった。旅行者自身のモチヴェーションが言語景観評価に影響した。

また、同じ言語景観の中を歩いていても、観光客の 母語の相違で異なった印象を得る場合もある。英語を 理解する留学生は英語の間違いが目につきその修正を おこない、英語を介さない留学生は写真や絵を中心に 「おいしそう」というコメント等、気楽に眺め、沿道 の掲示を楽しんでいた。

他にも、留学生のコメントには次のようなものもあった.

"Some articles should be in English"

"Tell me a little bit in English but not everything" 英語化を望むが、しかし、すべての英語化を望んでいるわけではないというコメントである.

3.3 地元の意思

言語景観は、調査地域においては地元から観光客へ の意思表示であると述べたが, 今日的課題として, リ アルに掲示された言語表記にプラスして, スマートフ ォンの介在を考慮する必要がある. 観光庁による「訪 日外国人消費動向調査」によると,「日本滞在中に得た 旅行情報で役に立ったもの」としては 2013 年に「イ ンターネット (スマートフォン)」の選択率が「インタ ーネット (パソコン)」を上回り、43%となった[9]が、 その後2017年1-3月期には「インターネット(スマー トフォン)」は70.7%にも達している[10]. スマートフ ォントラベラーが増加している. 旅行中もスマートフ オン片手の観光客は、自動翻訳機能を利用することも 多い. 2017年日光調査中には、沿道の店主が外国人観 光客から、手書きのメニューも翻訳できるアプリを「便 利なアプリ」として習っていた.この場合,店頭掲示 はその日本語を書いた店主であるがそれに加えて,翻 訳アプリを使用し、掲示された言語を自国語に変換し た観光客も受動的な受け手であるというだけでなく、 主体的に情報を取ろうとした行為者と言える. 調査の 際のヒアリングから見ると,このような場合は、翻訳 としての精度は低くとも, 行為主体感が働き, 満足度 は高くなる.

その一方で、当初の掲示者が、翻訳を望んでいない場合でも、外国人観光客がスマートフォンをかざせば日本語が自動翻訳される。掲示主体者の意図を必ずしも反映しない。具体的に日光の調査区域の中でいうと、寺院の中で、「外国人でも日本人でも来る人は拒まない」と回答した寺院には英語、日本語の併記があったが、その一方で日本人、それも地元の檀家以外の訪問は望まないという寺院でも外国人観光客は翻訳アプリを使用し日本語のみの表記を自国語に翻訳できる。地元の意思表示から観光客による観光客のための表示の読み取りとなってきた。言語景観ももはや可視とは限らない

3.4 建物の変化に伴った言語景観の変化

日光の調査区域においては古民家利用が盛んである. 古民家利用の新店舗には、「Bar de Nikko くじら食堂」 (2014 年開店)、「日光ぷりん亭」(2017 年開店)「murmur biiru stand」(2018 年開店)という新しい店舗が6代、7代続く老舗の中に並んでいる。これらの言語表記上の特徴としては、日本語の比較的古い表現と外国語、あるいは外国語由来の言葉を混ぜ合わせて使用している点がある。古民家を利用して、中ではバールを展開、あるいはビールやプリンを販売している状況と同じような店名表記である。西洋的な素材を扱う一方で古文調の店舗名表示を混ぜ新しい感覚を作る文化融合が見られる。

3.5 表示者の相違による言語景観変化のスピード

調査結果からは実際に観光客に対面する店舗の掲示 と自治体による看板掲示では、内容の更新回数や誤り への対応が異なっている点も見える. 店舗の掲示は観 光客を誘い、そこから会話が始まる. 2018 年、2019 年には誤訳の修正情報を観光客から得ている店主もヒ アリングでは見られ,季節によって伝えたい内容も変 化し掲示が変わっていくのと相まって変化していく. 2018 年にはスペルミスの多かった掲示の中には下げ られ、2019年6月には新しい掲示になっていた箇所も 複数あった. 言語景観が現地の人々との交流の入り口 として機能している. 日本の文化は社寺など建造物に 表されるだけでなく、このような交流、地域の人々に よる言語表示からも観光客に伝わっていく. その一方 で自治体による提示は場合と地域からの告知としての み機能していることが多い. 観光庁による「令和元年 度地域観光資源の多言語解説整備支援事業の実施地域」 でもある世界遺産『日光の社寺』の地域内では、日光

市多言語解説整備支援事業検討協議会による多言語化 が進行している [11] が、まだ 2019 年 6 月において この施策外にある調査区域では、あまり変化はみられ なかった.

3.5 文化的言語の翻訳に関する調査

日本固有のものをどのように翻訳するのか. 沿道の言語景観調査時にはいくつかの疑問が浮かんだ. たとえば、店頭の「蕎麦猪口」を"Tea Cup"と書いて販売していた店舗があったが、誤訳というより、翻訳の放棄である可能性がある. また「龍」は日光では"Dragon"と訳してあるものが一般的であった. しかし、京都の寺の中には「龍」と"Dragon"は違いますという説明を掲げている寺院もある. 火を噴き人に害を加えるドラゴンと、神の遣いである龍は違うという見方がある. 一方で昨今の日本のアニメーションの流行の中、海外でも日本と同じ龍(神龍)の登場する作品も公開されている. 外国人観光客の Dragon 感も変化してきているだろうか. 「Weblio 共起表現」で調べると、"Dragon" 2007 件中 1 語右の単語は "and" (95)が一番多いが、続いて"Ball"(88)、"Quest"(71)となっている[12].

また,2019年3月から「龍」と"Dragon",「猿」と"Monkey"などいくつかの単語に関して人の印象を調査中である。たとえば、日本人の中でも「龍」の翻訳は"Dragon"で適切と考える人は79人の調査結果の中では63人(79.7%)と多いが、具体的に印象を尋ねると相違点が見える(図2参照)。(Dragon の印象:n=96,龍の印象:n=79.)(異なる回答者への調査)「強い」、「大きい」は共通しているが、「神聖だ」という項目は「龍」が49.6%と、"Dragon"26.0%と比較して明らかに高い。「美しい」の項目も"Dragon"15.6%と比べ「龍」の方が25.3%と高い。

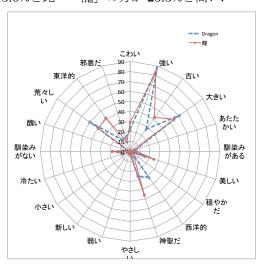


図 3「Dragon」と「龍」印象調査結果(%)

調査時には、「龍」の方が Dragon より神秘的で美しく、馴染みがないという印象で、Dragon の方が邪悪で荒々しいと回答した割合が高い. しかし「邪悪だ」と回答した数は双方とも多くはなかった. 2つの調査とも回答者が 90%以上日本人であった点が影響しているだろうか. 継続調査を行う. なお、年齢による回答の差には統計的に有意となる数値は、今回は出なかった.

4 結論

日光の調査区域の沿道における言語表記調査からは 禁止事項や注意事項,避難誘導,案内,商品情報など 様々な分野でそれぞれ誤訳が見つかり、特に禁止事項、 注意事項や避難情報には早急な対応が求められるが、 店舗を中心に正確な翻訳だけが少なくとも現状では評 価されているわけではなかった. 役に立つものと興味 があるものは同じではなく、わからないことがときに は興味に結び付く可能性がある. 文化的な理解や店舗 における表示に関しては、不十分な翻訳でも部分的な 手がかりから知らないものを探る観光客、あるいは店 舗側からの不十分な翻訳ながらも観光客に向けて説明 しようという姿勢が表れた表示を観光客が受け入れる 様子がみられる、お互いをわかろうとする姿勢がみら れる. 旅行好きの被験者のほうが誤りを含む英語表記 であっても評価する傾向にある. 新奇性を追求する観 光においては、すべてわかっているということより、 知らないことの前提を超える観光客と地元の人の力, コミュニケーションが魅力を作る可能性がある. わか っていることが母語の相違により異なれば、そこで体 験できるものや印象もおのずと異なってくる. 同じ道 を歩いていても人はそれぞれの自分なり体験をしてい ることが言語景観の調査という切り口からも見えた. また、言語の使い方は実際の光景を移す場合もある. 古民家利用にみられるように新しいものと古いもの, 日本の文化と外国の商品を一緒に盛り込むことで未知 の感覚を創造することも盛んである.

この研究はスマートフォンアプリのコンテンツ作成から始まっている[13.14]. スマートフォンに頼り、日常の延長として利便性を追求し、情報を満載するだけが、観光アプリケーションの魅力とはならないだろうということがこれまでの調査結果から明らかである. 観光客の増加に加え観光客主体の観光が地元にもたらす影響には課題も含む. 一方で、課題はあるものの外

国人観光客の興味の入り口として翻訳アプリの可能性 もある.

結論というには検証が必要であるが、既知と未知の 双方をどう反映させて人の興味を作るか、親近性を持 つスマートフォンから入って、新奇性を求める観光、 特に文化的な対象にどう興味を持たせるか、地元と外 国人観光客のコミュニケーションを目指し言語景観調 査研究を継続する.

謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤研究(C) (課題番号 18K111849「ネット社会におけるインバウンド観光 客・定住者を意識した文化伝達の言語表現」)の助成を受け、早稲田大学原田康也先生、神戸学院大学森下美和先生、明治大学佐良木昌先生と共に実施している.また、科研費研究(B)17H02249「ICT による観光資源開発支援:心理学的効果を応用した期待感向上」(研究代表者宇都宮大学伊藤篤先生)の中でのアプリケーション作成に関する継続研究をふくんでいる.この中で東京大学上田一貴先生のご協力もいただいている.このような研究の機会をいただけたことに感謝する.

参考文献

[1] 観光庁 HP,

http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/in_out.html
[2] R. Landry ,R. Y. Bourhis , "Landscape and
Ethnolinguistic VitalityAn Empirical Study
Article", Journal of Language and Social Psychology
16(1):pp23-49 · March 1997

[3] 山本忠行・河原俊昭編『世界の言語政策第2集 多言語社 会に備えて』くろしお出版 2007

[4] 金美善,「言語景観における移民言語のあらわれかた~コ リアンコミュニティの言語変容を事例に~」『日本の言語景観』 第8章 pp167-pp205, 2009

[5] 田中ゆかり、早川洋平、冨田悠、林直樹「街のなりたちと言語景観 — 東京・秋葉原を事例として—」言語研究 142: pp155-170, 2012

[6] 藤井久美子「言語景観から考える観光と多言語状況」宮崎大学教育文化学部紀要. 人文科学 29・30, 33-42, 2014-03 [7] バックハウス, ペーター, (2005), "日本の多言語景観", 真田信治・庄司博史(編) 『辞典 日本の多言語社会』 岩波書店 pp. 53

[8] 平松裕子「日光の沿道における言語景観の調査研究から 見える文化交流の可能性と課題」2018年度日本認知科学会第 35 回大会,pp264-pp273 [9] 国土交通省観光庁、「報道・会見 観光客の日本滞在中の情報源に「スマホ」を活用する人が急増〜最近の訪日外国人の動向を分析しました〜」、訪日外国人消費動向調査・詳細分析(トピックス)

http://www.mlit.go.jp/kankocho/news02_000190.html [10] 国土交通省観光庁、「訪日外国人消費動向調査結果及び分析 平成 29 年 1-3 月期 報告書」、2017 年 4 月 https://www.mlit.go.jp/common/001182004.pdf [11] 国土交通省観光庁、報道・会見、「令和元年度地域観光資源の多言語解説整備支援事業の地域進捗状況について更新しました」、2019 年 7 月 0 日.

http://www.mlit.go.jp/kankocho/topics05_000266.html [12] Weblio 共起表現 dragon(集計結果) 2019.7.9 閲覧

https://ejje.weblio.jp/concordance/total/dragon
[13] Yuko Hiramatsu, Fumihiro Sato, Atsushi Ito Hiroyuki
Hatano et al, "A New Model for Providing Tourism
Information for Traditional Cultural Sites through ICT",
The 7th International Multi-Conference on Complexity,
IMCIC 2016, Orlando, USA, 2016.3.9
[14] 平松裕子, 佐藤文博, 伊藤篤, 羽多野裕之, 佐藤美恵, 渡辺裕, 佐々木陽, "携帯から目を離したくなる観光アプリのために -未知の発見・日光における実証報告",信学技報,vol.116,no.368, TL2016-40, pp. 21-26,
2016 年 12 月.東京

神戸の言語景観とインバウンド観光客のインタラクション: バイリンガルマップの作成

Cognitive Interactions between Semiotic Landscapes and International Tourists in Kobe: Preparing for Bilingual Maps

森下 美和

Miwa Morishita

神戸学院大学 Kobe Gakuin University miwa@gc.kobegakuin.ac.jp

Abstract

Since opening up its port internationally in 1868, the City of Kobe has developed itself as an "international city" in Japan. However, the increase of international tourists is rather limited compared to that of Osaka, Kyoto and other neighboring cities in the Kansai region in the past few years. There are a number of possible reasons for this relative lack of interests in Kobe by international tourists but the local governments and other agencies in charge of tourism have not quite solved the problem.

This study reports how the students taking the author's seminar classes have tried to produce bilingual maps of Kobe focusing on points of possible interests for international tourists and how this changes the students' perception and activities in relation to "global communication" and "hospitality communication."

Keywords — Semiotic Landscape, International Tourist, Bilingual Map

1. はじめに

1868 年に神戸港が開港してから、外国文化の窓口として発展してきた神戸には、今も多くの外国人が暮らしている。しかしながら、2016 年の関西圏へのインバウンド観光客のうち、20~30%が梅田・大阪駅周辺、心斎橋、難波や京都の東山などを訪れている一方で、神戸・三ノ宮を訪れるインバウンド観光客は3%ほどと伸び悩んでいる(産経 WEST、2018)。また、インバウンド観光客による消費額の伸びは、関西のほうが関東よりも大きくなってきているにもかかわらず、兵庫県では2016 年、2017 年の2年連続で伸び率がマイナスで、2014 年と比べるとインバウンド消費は2割ほど減少している(株式会社三菱総合研究所、2017)。

西洋人の間では、依然として京都や奈良など日本的情緒を感じさせる都市の人気が高い.一方、神戸では、明治の開港以前にも歴史的に中国との交流と縁が深く、開港都市として発展した明治以降は、西洋やインドなどから来訪し、定住して活躍した人々も多い.神戸市立外国人墓地には、明治以来、神戸に住んだ外国人な

ど約 2900 名が埋葬されている. 近代産業の発展に功績のあった E・H・ハンター氏 (英国人) や, パンや洋菓子などの分野で今日の神戸文化の創造に多大な貢献をした H・フロインドリーブ氏 (ドイツ人) や F・D・モロゾフ氏 (ロシア人) も埋葬されている.

このような明治の開港以来の神戸の歴史について、 日本人観光客はある程度の知識と興味を持って神戸を 訪れている。旧居留地に残る近代西洋風建築物や、パ ン・洋菓子・西洋料理に対する期待もあり、国内 3 大 チャイナタウンの 1 つである南京町に対する関心もう かがえる。しかしながら、インバウンド観光客に対し ては、神戸の歴史を上手に伝えることができていない うえ、彼らがこのような歴史にどこまで興味を持って いるか、どのような伝え方をすれば興味を持つかにつ いては、新しい視点からの検討が必要な時代となって いる。

2. ガイドマップの作成

著者の所属大学には観光・ホスピタリティ関連の学部・学科はないが、大学の目指す姿の1つとして「地域の住民・産業界と共に進化する大学」を掲げ、1)社会に役立つ人材の育成、2)知の社会への還元、3)地域社会への貢献などを通じて社会に開かれた存在でなければならない、と謳っている。そのため、学内の社会連携部などが主体となり、神戸市・淡路市・兵庫区などの地方自治体、地元の高校や他大学、地元企業と協定を締結し、さまざまな社会連携活動を行っている。

グローバル・コミュニケーション学部で著者の担当するゼミでも、地域社会の観光支援活動に協力し、連携しながらさまざまなイベントの企画・運営などに関わっている。地域の農産物の中であまり知られていない特産品の広報を目的とする、神戸市の「KOBE にさんがろくプロジェクト」では、3 度目の挑戦で準グランプリに選ばれた。淡路市との連携では、大学として

は淡路市からの受験者や入学者の増加を期待し、淡路市としては観光客の増加などを目指して、相互発信による相乗効果を狙っている。著者のゼミでは、淡路市から助成を受け、ウォールアートの制作やハーバリウム手づくり体験などのイベントを淡路市で開催し、その様子を写真や動画で撮影し、インスタグラムで発信する取り組みを行っている。大丸神戸店との協働企画では、子どもたちが世界の言語で自分の名前をプラスチック板に書いてオリジナルキーホルダーを作るイベントを、各言語のネイティブスピーカーの協力も得ながら、2017年から継続的に開催している。

こうしたさまざまな取り組みのうちの1つの柱が,ガイドマップの作成である.ゼミ生のうち数人は,神戸国際観光コンベンション協会の運営する「神戸市総合インフォメーションセンター」で,ボランティアガイドとしても活動してきた.その経験を活かし,これまでに,兵庫区役所の兵庫区民まちづくり会議からの依頼で「ぶらり散策マップ (新川運河界隈)」(神戸市兵庫区,2019)や,学部第1期生の卒業プロジェクト制作として「神戸学院大学ポートアイランドキャンパスガイドマップ (バイリンガル版)」などを作成した.

グローバル・コミュニケーション学部の英語コース の学生は全員、学部カリキュラムの一環として3年次 の前期にセメスター留学を経験することになっており、 アメリカ・カナダ・イギリス・オーストラリア・ニュ ージーランドなどの英語圏の大学で約半年間を過ごす. 2 年次までのゼミ活動でガイドマップを作成したゼミ 生は、現地のガイドマップを作成することもある. ま た, 帰国後に卒業プロジェクト制作としてガイドマッ プの作成を始める学生は、海外での経験を活かし、掲 載すべき情報を取捨選択しながら、インバウンド観光 客に役立つガイドマップの完成を目指している. 現在 も、数名の学生が兵庫区の「ぶらり散策マップ」のバ イリンガル版を卒業プロジェクト制作として作成中で あり、兵庫区のノエビアスタジアムで開催されるラグ ビーワールドカップ 2019 の来場者に配布する予定で ある.

3. 神戸の言語景観調査

バイリンガルマップの作成に関連し、森下・平松・原田 (2019) は、神戸の言語景観調査を実施した.調査は、JR 三ノ宮駅から北野異人館周辺までの沿道に表示された言語表記について、主に1名が翻訳の有無や内容をメモし、1名がその写真を撮るという形で進め

ることとし、ゼミに所属する3名の学生が協力した. 道路の案内表示・注意事項・避難情報を含むあらゆる 文字情報を対象とした.

調査の結果、いくつかの問題点が見つかった。まず、同じ場所を表す英語表記が統一されていないケースが散見された。「通り」を示すのに、Avenue、Street、Road、Dori など複数の単語が、意識的に使われているのではなく、明確に区別されずに混用されていることが分かった。海外の多くの都市では、Avenue と Street は直行する関係になっているのが一般的であるため、インバウンド観光客は混乱する可能性がある。

また、翻訳が中途半端なため、情報が不十分なケースも目立った。例えば、道路の案内表示にオランダ館に関する英語の説明があったが、その名称はKAORI-NO-IE ORANDAKANと表記され、電話番号・営業時間・入場料・アクセスなどの情報が記載されている。旧オランダ総領事邸であるオランダ館は、1987年に現在の「香りの家オランダ館」として開館し、花の国オランダにちなんでオリジナルの香水を作ることができる。日本語がわからないインバウンド観光客には、ローマ字表記の名称だけでは、この建物がオランダと関係していること、オリジナルの香水を作ることができることなど、その特徴を推測することができないため、事前情報を持っていない限り、英語圏からのインバウンド観光客が足を運ぶことは期待できないだろう。

インバウンド観光客にとって、分かりやすい案内表示は、限られた滞在時間を有効に使ううえで大きなメリットである。これらについては1日も早く対策を講じるべきであると考える。それとともに、分かりやすい多言語のガイドマップや、それらを補助するものとして「指さしシート(想定される問答や使用頻度の高い単語・イラストなどを配置しており、それらを指さしながら使用する)」などの作成が望まれる。さらに、訪問者1人1人の興味・関心に応じて情報提供できるような、スマートフォンでアクセス可能なガイドサイトの作成なども将来的な課題である。

4. まとめと今後の展望

昨今,地方都市では、観光客の増加を目指した取り 組みが強化されている。神戸でも、上記のような点を 考慮に入れながら、インバウンド観光客向けのインフ ラ整備をさらに進める必要がある。近隣観光地の例と して、岡山県と香川県に位置する瀬戸内海の島々では、 3年に1度,「瀬戸内国際芸術祭」が開催されており、インバウンド観光客も多く訪れている. 淡路島では、パソナグループが、企業メセナの一環としてさまざまなプロジェクトを実施している(パソナグループ、2019). 神戸は、立地的にもこれらの場所への玄関口として機能することが可能であり、その必要に迫られている.

謝辞

本調査は、神戸学院大学研究助成 C『インバウンド 観光客・日本在住外国人を意識した街中の言語景観に 関する調査』(研究代表者:森下美和)、科研費基盤研究(C):課題番号 18K11849『ネット社会におけるインバウンド観光客・定住者を意識した文化伝達の言語表現』(研究代表者:平松裕子)、科研費基盤研究(B):課題番号 17H02249『ICT による観光資源開発支援:心理学的効果を応用した期待感向上』(研究代表者:伊藤篤)、早稲田大学特定課題研究助成費(特定課題 B)課題番号 2018B-016『氾濫するカタカナ語の言語(英語・日本語)学習に対する影響の調査と対応策の提案』(研究代表者:原田康也)の助成を受けている.

参考文献

- [1] 株式会社三菱総合研究所 (2017) 「関西における訪日客の 最新の旅行実態が明らかに:鉄道各社と共同で関西国際 空港でのアンケート調査を実施」
 - https://www.mri.co.jp/news/press/uploadfiles/WMU20 171107_v2.pdf
- [2] 神戸市兵庫区 (2019)「ぶらり散策マップ(兵庫区・新川運河界隈)」
 - http://www.city.kobe.lg.jp/ward/kuyakusho/hyogo/midokoro/img/sinnkawaunga.pdf
- [3] 産経 WEST (2018年2月12日) 「関西のインバウンド消費, 関東より大幅に伸長:3年前の2.8倍, ただし兵庫と和歌山は減少」
 - $https://www.sankei.com/west/news/180212/wst180212\\0033-n1.html$
- [4] パソナグループ (2019)「パソナグループが挑戦する地方 創生」
 - https://www.pasonagroup.co.jp/awaji.html
- [5] 森下美和・平松裕子・原田康也 (2019)「神戸の言語景観: その特徴と歴史的背景」電子情報通信学会技術報告 TL2018-66, 89-94.

ICT による観光開発と情報行動 - 心理学的効果を応用した期待感向上アプリ開発 -

Development of sightseeing application for user behavior support by ICT using psychological effects

伊藤 篤 Atsushi Ito

宇都宮大学

Utsunomiya University at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract

This article presents the concept of development of sightseeing application for user behavior support by ICT using psychological effects. ICT devices are useful tools to support sightseeing. A smartphone navigates us to visit tourism spots. However, we sometimes aware that we are looking at the screen but not looking at the scenery of nature and town. Also, it is dangerous to walk and drive when looking at a smartphone. If a smartphone occupies our hand, we cannot walk the town by eating specialty snacks of that area. If we walk in the town where we visit for sightseeing along with the navigation by a smartphone, the pleasure of visiting unknown place may be reduced by half, and we may miss some of the best parts of travel. When we go traveling, we would like to expect to discover something new for us, visit a hidden sightseeing spot and rare flower that blooms in a specific season. In this article, we discuss how to increase the satisfaction of sightseeing by using ICT and psychological effect, Zeigarnic Effect, Maslow's Hierarchy of Needs, and Prospect Theory, and how to release travelers from a smartphone to enjoy the travel a lot.

Keywords —Sightseeing, Tourism, Psychological Effect, Zeigarnik Effect, Maslow's Hierarchy of Needs, Prospect Theory

1. はじめに

旅行を支援する ICT, 特にスマートフォンは、旅のいろいろな場面で使われている。スマートフォンによるナビゲーション、MAPは、はじめての場所であっても、我々を誘導してくれる便利なツールである。

しかし、時には、スマホの画面を見ていて、周りの 景色を見ていない、ということもあり得る。スマホ漬 けの日々を批判した動画 [1]があり、納得させられる。

しかし、現在、都会でも地方でも、みかけるのは、 歩きスマホである。日光においても、しばしば、見かける。しかし、スマホを見て歩いていては、安全面の 問題があるだけでなく、美しい景色を見逃したり、隠れた名所をとおりすぎてしまったり、名物のお菓子の 食べ歩きもできない、などデメリットばかりである。 スマホアプリが示すルート通りに歩くだけでは、旅の楽しみは半減する。なにか新しい発見や出会い、ガイドブックの片隅にしか書いてない隠れた名所、今の時期しか見られない花などを見逃してしまうことになりかねない。

そこで、本講演では、ICTと心理学的効果を利用して旅の楽しみを向上すること、および、ICTによる支援は黒子として、スマホから自由になって、楽しい旅を実現するアプリの構築方法について検討した結果を述べる。

2. ICT による観光支援と観光心理学

2.1 観光用スマートフォンアプリ

日本には、既にスマートフォンを利用した地域観光アプリが多数ある.しかし、それらが提供するのは、飲食店情報、土産物情報、天気予報、MAPの表示等であり、既存のガイドブックの電子版という位置づけである.[2]は、2015年3月の段階の地域観光アプリの本数を数えているが、それによれば666本という膨大な数である.96%が無料アプリである.また、ダウンロード数1000以下のものが69%、10000以下のものが91%となっており、多くのアプリがあまり利用されていないという現状も明らかである.特に、有料アプリはダウンロード数が500以下となっている.

2012 年 11 月『情報処理』[3]では「観光情報学」を特集している。PC 中心の時代の、事前事後情報提示のポータルサイトにとどまらないスマートフォンやタブレットを使用した現地でのナビ、宝探しなどのゲームと連携する仕組み、外国人観光客への情報提供など、幅広い展開がある。また、地域の説明、避難所の情報を記載するもの、また AR を用いた観光も話題になっている。

海外では、EU の FP7 の枠組みの中で実施された TAG CLOUD プロジェクト (Technologies lead to Adaptability and lifelong enGagement with culture throughout the CLOUD) [4]の発展として、バルセロナにあるガウディの建築の一つである"カサ・バトリョ (Casa Batlló) "の AR 案内アプリがある[5]。

2.2 観光心理学

観光心理学では、観光旅行をステージに分ける。 観光旅行を旅行の実施前、実施中、実施後の時間的 経過に分類する考え方がある[6] (図1)。観光は観 光地を訪問した時点のみならず、計画から実行後の 回想までを含むという捉え方である. 詳細には5段 階の分類もある[7].



図1, 旅のステージモデル

また、特に事前の観光のモチベーションの1つは新奇性欲求であるという研究もある[8].

しかし、これらの研究は観光を盛り上げる未知の 要素を創造し観光の魅力をアピールする技術、また、 次につながる期待を作る技術に関する理論的検討は 進んでいない。

観光地のどのような情報が満足とそしてリピートへの新たな欲求を生むのだろうか。

2.3 観光と ICT の連携の課題

政府は「明日の日本を支える観光ビジョン」[9]の中でインバウンド振興と需要拡大のために、「すべての旅行者が、ストレスなく快適に観光を満喫できる環境」を挙げ、ICT 利活用観光に積極的に言及している。総務省による「平成28年度版情報通信白書」[10]の中でも、外国人旅行者が旅行前の情報収集として役立ったものとして個人のブログ、旅行ポータルサイトや宿泊施設等のホームページが上位に挙げられている。多言語化も進んでいる。

しかし、観光は「ストレスがなく快適」であることでどこまで促進されるだろうか。余暇や楽しみのために日本を訪問する人々のためには、例えばビジネス客に役立つような素地を作るだけでよいのだろうか。観光の魅力が新奇性(novelty)であるという説 [8]があるが、日常生活の延長に展開されるような便利さは観光に何を生むのだろうか。

Web 上には観光情報が溢れている。特にソーシャル ネットワークサービス(SNS)を利用した観光サイトで は、観光客自身による情報発信が目立つ。これは、中 国の Qunar.Com (去哪儿)、世界 40 カ国以上で展開 する Trip Adviser など、観光の盛んな地域を中心とし た世界規模の広がりである。主な情報受発信の媒体は スマートフォンであるが、Trip Barometer によると日 本におけるスマホトラベラーの割合は38%で、旅行者 全体の平均 42%より低いが [11]、今後 Wi-Fi の整備が 進めば、中国やタイなどスマートフォントラベラーの 多い国からの観光客が流入する日本での使用率は上が ると想定される。これらの情報は他の観光客に写真と ともに観光地の魅力を発信するだけでなく、観光地に 赴いた人自身の満足感をも作る。観光の魅力を作るの にも有効な手段のひとつだろう。一方でそのような観 光には課題もある。一般観光客の来訪はその土地の有 名な場所に集中する。その土地の人しか知らないよう な習慣や独特の景物は何か特別な機会がない限り、こ のような情報発信には載らない。過去ながらの書籍を 媒体とした観光地情報発信の場合、著者は一般の観光 客よりその土地に関して造詣の深い識者であった。そ れを観光客が読むことによって、その知識を身につけ ていくことが可能であった。しかし、現在の SNS 中心 のwebサービスの中では数の上からは一般観光客には るかに及ばない土地の識者の見解は埋もれてしまう。 祭りなど華やかなイベントには観光客が集まり、ピン ポイントで写真も掲載されるが、そもそもその祭りは 何のために誰が行ってきたものなのか、祭りの前後に はどんなことが行われているのかは多くの観光客は知 らないまま写真撮影し、満足する。そして、そこはも うその観光客にとって体験済みの場所となる。

地方には地方の文化があり、例えば祭りには、人々の感謝や祈りや様々な要素があり、華やかな行列の前にはこもって祈る時もあり、日頃の儀式継承への生活がある。このような文化はどうやって継承されていくのか。尊重されるのだろうか。

他の点でも ICT 利用の観光は以前の、書籍や地元の人に道筋や地域の情報を尋ねながら深めていった観光とは少し異なる。スマートフォンを見ている人に見知らぬ人は話しかけにくい。地元の人が観光客に声をかけづらいようなシーンは増えていないだろうか。スマートフォンはコミュニケーションのツールとして、現地の人と観光客をつないでいるだろうか。観光客はスマートフォンの情報に安心して観光をするが、その

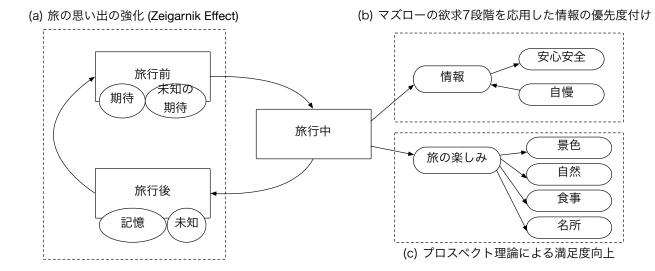


図2. 旅における期待感、旅に必要な情報、旅の楽しみ

中で見逃していくものは、得る情報は本当に豊かになっているのだろうか。

旅の流れを、旅の前、旅行中、旅の後、という 3 段階での構成を踏襲しつつ、旅における期待感、旅に必要な情報、旅の楽しみ、という観点で整理したものを図 2 に示す。

この図では、(a) 旅行の記憶の強化と未知のものへの期待を高めリピートを促す、(b) 旅行中に必要な情報の優先順位付け、(c) 旅行の楽しみを増やす、という3つの旅を支援する要素を説明している。

我々は、これまでに、(a)、(b)についての検討を行ってきたが [12]、本講演では、旅の楽しみ、という観点も加えて、議論するとともに、スマホから自由になる、という点についても検討する。

3. 旅の期待の増大

我々は2014年から2016年に、SCOPEの1テーマとして「観光客の満足度向上のための情報提供技術の研究開発」(142303001)を行った[13][14].この中で行った日光に対する観光客のイメージ調査やアプリの使用効果検証では、溢れる情報の多さが必ずしも観光客の継続的な増加をもたらすわけではないことが明らかになった[15].そこで我々は旅の魅力を引き出す方法として、Zeigarnik Effect に着目し、旅の認知モデルを構築した(図3). Zeigarnik Effect とは、少しだけ不十分な情報を提供されると、人は興味をもつという現象で、情報を適切に隠蔽することでより満足感を高めることが可能になる.

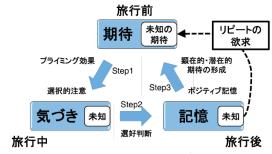


図3. 旅の認知モデル

Zeigarnik Effect の効果測定にはクイズラリー機能が用いられた.この機能は実際の景物の直前個所でクイズが提示され、到達地点で回答内容を確かめられるもので、クイズによる未完成観が興味や記憶を促す.クイズアプリ評価は事前、直後、使用後の1ヶ月、2ヶ月の調査を行った.アンケート調査では歴史問題等の過去と現在、日光と日常の場を感じさせるクイズが評価された.また、事前事後の評価の変遷は、歴史文化の評価に関してクイズ体験者の事後の評価が上昇した.クラスター別日光評価の変化では、クイズを評価したクラスターで事後の評価が多くの項目で上昇した.

4. 情報の階層化

観光心理学では、旅行をステージに分ける[6]. 旅行の実施前、実施中、実施後の時間的経過に分類する. 観光は計画から実行後の回想まで含むという捉え方である. また、[6]によれば、観光旅行の心理的な起点は「快」欲求と新奇性欲求であると述べている. しかし、これらの研究は旅行実施中の心理的欲求に対する観光 情報の提供についての分析を含んでいない. そこで 我々は旅行に必要とされる要素を以下のように分類した. まず旅行に必要な要素として,「情報源」「きっかけ」「目的」「事前情報」「現地アクティビティ情報」「施設情報」「ガイド」「地図」「情報発信」「記憶」と分類した. これを図4に示す.

「情報源」に含まれる要素は旅行前や旅行中に観光 地の情報を調べるときのツールである。例えば、WEB や本・雑誌、旅行会社、知人の口コミ、SNS、DM(Direct Mail)等が挙げられる。

「目的」は観光旅行の主な目的が要素として含まれる. 例えば, 温泉やグルメ, 自然・景観, ショッピング, 祭り・イベント, 体験, テーマパーク等である.

「きっかけ」は旅行に行こうという動機となる要素が含まれる. 例えば、「目的」や「情報源」である. 「情報源」「目的」「きっかけ」をまとめた図を図5に示す.

「事前情報」は現地に行く前に調べておくべき情報 が含まれる. 例えば、交通手段や宿泊予約、費用、費 用、天気、Wi-Fi 環境、「現地のアクティビティ情報」

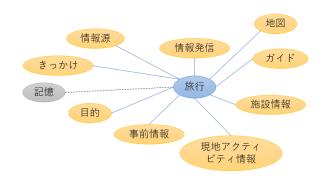


図 4. 旅行の要素のカテゴリ分け

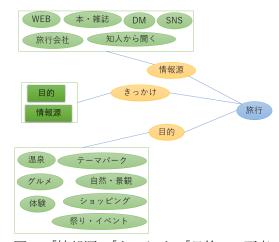


図5.「情報源」「きっかけ」「目的」の要素

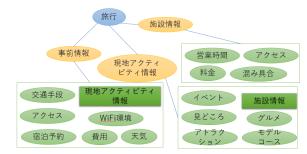


図 6. 「事前情報」「現地アクティビティ情報」「施 設情報」の要素

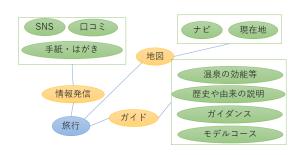


図7.「ガイド」「地図」「情報発信」の要素

等である.

「現地アクティビティ情報」とは、実際に旅行に行って、見たり体験したりすることについての情報である。例えば、イベントや見どころ、グルメ、モデルコース、アトラクション、「施設情報」等である。

「施設情報」とは観光施設やトイレ、駐車場などの営業時間やアクセス方法、料金、混み具合等の情報である.「事前情報」「現地アクティビティ情報」「施設情報」をまとめた図を図6に示す.

「ガイド」は観光案内となる情報が含まれ、観光地のガイダンスやモデルコース,歴史や由来の説明,温泉の効能の説明等である.

「地図」は現在地やナビなどの要素が含まれる.

「情報発信」に含まれる要素は旅行中や旅行後に旅行の思い出を他者に発信するためのツールである. 例えば、SNS や口コミの記入、手紙、はがきなどである. 「ガイド」「地図」「情報発信」をまとめた図を図7に示す.「記憶」は自分の体験に基づくもので、以前訪れた場所のポジティブな記憶等からリピートに繋がる要素として考えられる.

アメリカの心理学者アブラハム・マズロー (Abraham Harold Maslow)は、人間の欲求はピラミッドのように構成されていて、低階層の欲求が満たされると、より高次の階層の欲求を欲するとした[16,17].マズローは7つの欲求を提唱している(表1).ここでは、低階層

表1. マズローの欲求7段階

- ① 生理的欲求(飢え, 乾き)
- ② 安全欲求(安心,安全)
- ③ 愛情と所属の欲求(他者と親しくすること)
- ④ 承認欲求(評価と認証を得る)
- ⑤ 認知的欲求(知る,理解する,探求する)
- ⑥ 審美的欲求(調和,秩序,美しさ)
- (7) 自己実現欲求(自己の可能性を実現)

の欲求から並べている. 欲求段階は低層階の欲求ほど 優先度や重要度が高い.

マズローの欲求段階のそれぞれの階層に、旅行に必要な要素をマッピングすると表2のようになる.また、旅の要素と機能と欲求段階の対応を表3に示す。現在、この分析結果に基づくアプリ開発を行っている。

5. 楽しい旅

前述のように、スマホ、タブレットを旅行に使うケースは、増大の一途をたどっている。近年は、若者だけでなく、高齢者もそれらのデバイスを使いこなしている。また、スマートウオッチや活動量計のような、ウエアラブルデバイスも広く使われるようになってきている。これらをうまく使って、旅の楽しみを提供できないだろうか。

旅の楽しみは、いろいろあるが、以下のものは、楽 しみをもたらす要素である。

素晴らしい景色 歴史的建造物 遺跡

芸術作品

珍しい動植物

ローカル色豊かな食事

食べ歩き

名水

もちろん、ガイドブックを隅から隅まで読んだり、 Web や SNS を検索したりすれば、これらの情報はわかるかもしれないが、忙しい現代人にとって、その時間はあまりとれないのも現実である。

観光地で、ガイドブックのページを探したり、スマホで検索したりしている人は多い。記念撮影も含め、観光地はスマホで埋め尽くされている。しかし、スマホを手にしている旅は、ゆっくりと旅を楽しむという

表 2. 欲求段階と旅の要素のマッピング

欲求段階	旅行の要素
① 生理的欲求	飲食情報、トイレ施設
② 安全欲求	交通手段,アクセス,宿泊予約,
	Wi-Fi 環境,費用,天気,混み具
	合,防災・獣害情報,地図,多言
	語対応
③ 愛情と所属	SNS 投稿, 口コミの記入, 手紙,
の欲求	はがき
④ 承認欲求	コメントの反応、「いいね」等の反
	応
⑤ 認知的欲求	ガイダンス, モデルコース, イベ
	ント,見どころ
⑥ 審美的欲求	歴史や由来の説明、風景や動植物
	の写真
⑦自己実現欲	旅行前の期待と実体験の一致不一
求	致性の確認, 目的の達成度

表 3. 旅の要素とアプリ機能と欲求段階の対応

衣 3. 旅の要素と 1 ノリ機能と飲水段階の対応					
旅行の要素	アプリ機能	欲求段階			
天気,	天気	2			
天気, 獣害情報,	お知らせ	2, 5			
イベント, 見どこ					
ろ					
交通手段	バス時刻表	2			
トイレ施設,地	地図(現在地, トイレ	①, ②			
図,現在地表示	施設,休憩所,ビジタ				
	ーセンター)				
見どころ, ガイダ	周辺情報(看板内容,	1, 2, 5			
ンス,交通手段,	ビジターセンター情				
飲食情報	報, 売店情報)				
見どころ, 風景の	四季の写真	6			
写真					
ガイダンス, 由来	図鑑	5, 6			
の説明,写真					
	スタンプラリー	5			
見どころ, ガイダ	ビーコンを利用した	①, ⑤			
ンス,交通手段	ポップアップ				
SNS の投稿,「い	SNS 共有	3, 4			
いね」やコメント					
等の反応					
多言語対応	設定	2			

感じではないように思われる。さらに、歩きスマホは、 その土地に慣れていないひとにとっては危険でもある。

スマホの中の情報をフォローするだけの予定調和は、 必ずしも、旅の新奇性をもたらすものではない。予想 外の驚き、本物を見たときの感動が旅には必要である。

スマホを利用した観光のもう一つの問題点は、情報が多すぎることである。多すぎる情報は、選択を困難にするだけでなく、情報へのアクセスの拒否、または躊躇させることになる。これは、手がかりの過負荷と呼ばれる現象である[18]。これを避けるには、溢れる情報から、適切な情報を抽出することが必要である。

では、必要な情報を、どうやって提供できるだろうか。

まず、必要な情報を、情報の価値、という観点から 考えたい。情報の価値は、誰にとっても等価ではない。 例えば、以下のような条件に左右される。

(経験に関するもの)

- *以前に来たことがある
- *季節、天気が異なる
- *他の類似のところ(日光<=>京都)に行ったことがある
 - *今日は、すでにあちらこちら見て回った

(知識に関するもの)

- *あるガイドブックを持っている
- *口コミサイトを見た
- *SNSで教えてもらった

プロスペクト理論は、行動経済学の基本となる理論の一つであるが、以下の3つの特徴を持つ[19]。

- (1) 評価が、中立の参照点に対して行われる
- (2) 感応度逓減性
- (3) 損失回避性

図8に、プロスペクト理論のグラフを示す。

これを、観光情報提供に応用することを考える。

先に述べたような、旅行者の経験や知識が、参照点を決める。参照点が決まれば、そこから、期待度を高めるような情報を選択し、それを提供することで、旅行者の満足度を高めることが可能となる。

例えば、日光に初めて来た人には、東照宮に行く前に、神橋に立ち寄るように勧めるが、既に、何度か来ている人には、日光の町を一望する観音寺に立ち寄るように勧める、という使い分けが可能となる。

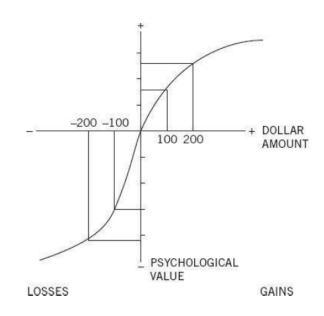


図 8. プロスペクト理論のグラフ

また、東照宮のまわりには、大猷院、二荒山神社などがあるが、同じような神社仏閣を旅行者に提案すると、感応度逓減性により、だんだん新奇性がなくなることが考えられる。そのことが予想される場合、それを解消する必要がある。例えば、滝尾神社に行く途中にある神馬の墓(家康の愛馬の墓)を案内するなど、目先を変えることで、新鮮さを提供することが可能となる。

このほか、他の観光地での行動を分析し、美術品が 好きな人には、狩野派の絵で有名な大猷院を勧めたり、 パワースポットが好きな人には憾満ヶ淵を勧めたりす るなどの工夫も可能である。

さらに、前回来たときは天気が悪くて楽しくなかった、という場合、日光の印象を良いものに変換したい。 [19]によれば、損失の 2 倍の利益が見込めないと損失回避ができないことが示されている。特に、プロスペクト理論では、マイナスの価値の方が強く出ることが想定されているので、リカバリのハードルは高いと想像される。実際の対応としては、例えば、今回は天気が良ければ同じ場所を案内するのは、直接的な効果が期待できる。残念ながら、同じように悪天候であれば、美味しいレストラン(明治の館など)を案内することで、印象を向上させることが期待できる。

今後は、このアイデアを反映した、スマホを持たなくても良い観光案内の実現に向けて開発を行う予定である。

6. スマートフォンの無い旅

我々は、スマホ無しで、実物を見る旅を取り戻したいと考えている。ここでは、3~5章で述べた心理効果が、どのようにスマートフォンの無い、画面ではなく、風景を楽しむ旅行につながるのかを検討する。

スマホの画面は見ないとしても、目的地にどれくらい近づいたのか、日光であれば、東照宮に行くまでになにか見どころは無いのか、美味しいレストランは無いのか、などは教えて欲しいことである。

何らかの形で情報を提供するとすれば、ウエアラブ ルデバイスか音声ということになる。

IoTにおける音声コミュニケーションは、スマートスピーカなどで広く利用されている。スマホなどの危機操作が面倒なお年寄りにも人気である。例えば、スマートウオッチの画面を見るにしても、ユーザによる何らかのアクションは必要であるが、音声の場合は、何もしなくても聞こえてくるので面倒は少ない。しかしながら、音声の場合、屋外では車の騒音、まわりの旅行者の話し声などで、聞き取れないことも多い。音量を上げれば、まわりの迷惑である。イヤホンをしていては、車が近づく音などを聞き漏らし、安全上の問題がある。街なかでは問題も多いが、森の中など、静かなところでは、有用な場合もあると思われる。

これに対し、ウエアラブルデバイスを使うとすれば、 まずは、情報を提示するタイミングで振動を与え、それをトリガーに、画面を見てもらうということになる。 簡単な案内であれば、振動だけでも大丈夫である。ス マートウオッチの振動への気づきやすさは、以前の調 査でもあきらかである[20]。

では、どのようなタイミングで情報を配信すればよいのか、ということがポイントとなる。これについては、我々がオープンキャンパスで、特定の展示への誘導実験をしてきたところでは、3階にある目的地の少し手前(同じフロア)と1階でお知らせを流したところ、同じフロアでメッセージを流したほうが、誘導できる率が高かった[21]。このことから、一つ手前のビーコンでのメッセージ配信が有効ではないかと想定される。

次に、どうすれば、メッセージを確認してもらえる であろうか。別の言い方をすれば、配信されるメッセ ージへの期待をどうすれば持ってもらえるか。

プロスペクト理論によれば、情報の価値は参照点の値によって異なる。ある旅行者 A の、i 地点における参照値が R(i)、そこで出すことができる情報 I(i)があり、

その価値の大きさをV(i)と仮定する。しかし、V(i)の効果はR(i)により変化するので、その実効値V(i)は、F(V(i),R(i))となる。このFの値が、Aにとって受け入れが可能な利得の閾値Tを超えていれば、Aはこれを受け入れようとすると考えられる。(実際には、天気や混雑具合などの要因も考えないといけないが、ここでは省略する。)

例えば、図9に示す簡単な例を考えてみる。

地点1は出発点で参照値は0だとする。地点2に行くまでに疲れてしまい-2まで下がる。そこで、システムは、参照点の値(満足度)を上げるため、非常に魅力的な観光情報を提供し、期待度が上がる(黄色)。しかし、実際には期待したほどでなく1段階しか上がらない(赤色)。そこで、さらに地点4に向け、別のオススメ観光情報を提案する。

実際には、パラメータの組み合わせには様々なケースがあり、機械学習的なアプローチが必要になると考えられる。

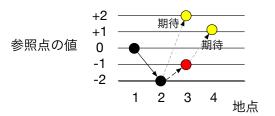


図 9. 旅行における参照点の例

7. まとめ

本講演では、旅の流れを、旅の前、旅行中、旅の後、 という3段階での構成を踏襲しつつ、旅における期待 感、旅に必要な情報、旅の楽しみ、という観点で整理 し、それぞれ、Zeigarinik Effect、マズローの欲求7 段階、ならびにプロスペクト理論を利用して、より期 待感と満足感を向上させることが可能となることを示 した。

今後は、このアイデアに基づき、日光をターゲット に、スマートウオッチと連動するアプリ開発と評価試 験を行う予定である。

本研究は、科研費研究(B)17H02249「ICT による観光資源 開発支援:心理学的効果を応用した期待感向上」、JSPS 科研費基盤研究(C)(課題番号 18K111849「ネット社会におけるインバウンド観光客・定住者を意識した文化伝達の言語表現」)の助成を受けている。

参考文献

- [1] Gary Turk, "Look Up", 2014, https://www.youtube.com/watch?v=Z7dLU6fk9QY
- [2] 倉田陽平, 青木美岬, 相尚寿, "日本国内のご当地観 光アプリの概要把握", 観光情報学会第12回全国大会, pp. 68-69, 2015
- [3] "特集 観光情報学", 情報処理学会誌(2012年10月号)
- [4] Tag Cloud, Technologies lead to Adaptability and lifelong engagement with culture throughout the CLOUD project, [Online]. Available from: http://www.tagcloudproject.eu ,Aug. 22, 2015
- [5] https://www.casabatllo.es/en/
- [6] 佐々木土師二,"観光旅行の心理学", 北大路書房、pp38-39, 2007
- [7] Pearce, P.L., Stringer, P.F., "Pschology and tourism", Annals of tourism Research, 18, pp 136-154, 1991
- [8] Tae-Hee Lee and John Crompton, "Measuring novelty seeking in tourism", Annals of Tourism Research, Volume 19, Issue 4, pp. 732-751, 1992
- [9] 明日の日本を支える観光ビジョン, 平成 28 年 3 月 30 日 明日の日本を支える観光ビジョン構想会議, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kanko_vision/pdf/honb un.pdf
- [10]総務省平成 28 年度版情報通信白書 ICT を活用したイン バウンド需要の喚起
 - http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc112520.html
- [11] https://markezine.jp/article/detail/22768, "Trip Barometer (トリップバロメーター)", 2015 年 1 月 16 日~2 月 2 日オンライン調査、回答数 44,277
- [12]Akira Sasaki, Atsushi Ito, Rina Hayashi, Yuko Hiramatsu, Kazutaka Ueda, Yasunari Harada, Miwa Morishita, Hiroyuki Hatano, Fumihiro Sato, "A STUDY OF PSYCHOLOGICAL APPROACH TO DESIGN SIGHTSEEING SUPPORT MOBILE APPLICATION", proceedings of INES2018, June 2018
- [13] Atsushi Ito, Hiroyuki Hatano, Masahiro Fujii, Mie Sato, Yu Watanabe, Yuko Hiramatsu, Fumihiro Sato, Akira Sasaki, "A Trial of Navigation System Using BLE Beacon for Sightseeing in Traditional Area of Nikko", IEEE ICVES 2015(International Conference on Vehicular Electronics and Safety), (Nov. 2015)
- [14] Atsushi Ito, Yuko Hiramatsu, Hiryuki Hatano, Mie Sato, Masahiro Fujii, Yu Watanabe, Fumihiro Sato, Akira Sasaki, "Navigation System for Sightseeing using BLE Beacons in a Historic Area", IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2016)
- [15] Yuko Hiramatsu, Fumihiro Sato, Atsushi Ito, Hiroyuki Hatano, Mie Sato, Yu Watanabe, Akira Sasaki, "A Service Model using Bluetooth Low Energy Beacons-To Provide Tourism Information of Traditional Cultural Sites", Service Computation 2016
- [16] Maslow, A. H. (1987). Motivation and personality (3rd ed.). Delhi, India: Pearson Education.
- [17] McLeod, S. A. (2017). Maslow's hierarchy of needs. Retrieved from www.simplypsychology.org/maslow.html[2019/7/5]
- [18] A.M. スープレナント, I. ニース , "記憶の原理", 勁草書房 (2012)
- [19]ダニエル・カーネマン、"ファスト&スロー"、早川書房、

(2014)

- [20]伊藤篤、平松裕子、上田一貴、羽多野裕之、佐藤美恵、 佐藤文博、渡辺裕、佐々木陽、"BLE ビーコンを利用し た旅行案内アプリにおける気付きの評価"、日本認知科学 会第 33 回大会、[OS10] ICT による観光資源開発支援: 心理学的効果を応用した期待感向上 (2017.9)
- [21]傅翔、西條拡、羽多野裕之、伊藤 篤、"BLE ビーコン を利用したスマートフォン向け Open Campus Navi ア プリシステムの開発と検証"、電子情報通信学会 思考と 言語研究会、(2018-12)

AI ご当地観光ナビアプリの研究開発 A Study on Local Sightseeing Guide Application Using AI

傅 翔[†], 康 茗淞[†], 伊藤 篤[†], 平松 裕子[‡], 原田 康也^{*}, 羽多野裕之^{**}, 上田一貴[§], 佐藤文博[‡], 森下美和^{§§}

Fu Xiang[†], Kang Ming Sung[†], Atsushi Ito[†], Yuko Hiramatsu[‡], Yasunari Harada^{*}, Hiroyuki Hatano^{**}, Kazutaka Ueda[§], Fumihiro Sato[‡], Miwa Morishita^{§§}

†宇都宮大学,*中央大学,*早稲田大学,**三重大学,\$東京大学,\$\$神戸学院大学 †Utsunomiya University, *Chuo University, *Waseda University, **Mie University, \$University of Tokyo, \$Kobegakuin University fuxiang0931@gmail.com, s944302@gmail.com, at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp, susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp, harada@waseda.jp, hatano@elec.mie-u.ac.jp, ueda@design-i.t.u-tokyo.ac.jp, fsato@tamacc.chuo-u.ac.jp, miwamorishita1031@gmail.com

Abstract

In recent years, more and more foreign tourists visiting Japan. There are many tourists visiting Nikko, among them many travelers from Taiwan and China. More and more tourists choose to get sightseeing information from their mobile phones. But with the popularity of mobile phones, there have also been many problems about the use of mobile phones. For example, using a mobile phone while walking is very dangerous. In addition to this, Using of mobile phones for sightseeing is considered to be a hindrance to the sightseeing activities. Based on the use of smart watches, we propose a sightseeing application based on Zeigarnik Effect & Maslow theory. We propose to use AI in determining how to provide the most needed information for tourists.

Keywords —**Tourism application, Wearable device, AI, Not using smart phone**

1. はじめに

訪日外国人目標を2020年までに4000万人という目標を定めて以来、日本を訪れる外国人観光客の数が急激に増えている。日光のご当地観光資源は、東京など大都市観光のようなショッピング街と娯楽施設などではなく、自然や地域文化を観光スポットがたくさんある。人文歴史観光においては、優美な建築、彫塑、壁画等は美しく、古代の伝説や物語を持っている。[1]

近年観光研究分野では、スマートフォンの利用が拡大している。観光者が屋外にいても情報を共有することができ、いつでもどこでも新しい情報を得ることができる非常に機能的な通信機器で、観光情報の取得を快適なものにしている。しかし、良い面だけではなく、スマートフォンを観光に使用することで、まわりを見なくなるため、観光品質を下げる懸念もある。

また、スマートフォン使用時における事故が年々増

加している。要因に東京消防庁が平成 22 年から平成 26 年までの東京都内でのスマホや携帯電話の関連事故をまとめたところ、この 5 年間で、歩きスマホに関わる事故により 172 人が救急搬送され、うち 1 人は死亡している。そして、歩きスマホによる救急搬送者の数は年々増加傾向にある。最近、中国の観光地では、歩きスマホをしている人を狙った犯罪が増えているという報告もある。

現在、観光におけるウエアラブルデバイスを活用した研究は既行われているが、その中に、「歩きスマホ」の事故を防止するため、スマホ使わずに経路誘導を行う研究のひとつとして、進む方向を振動で伝えるスマートなベルト"feelSpace"がある[2]。"feelSpace"は、腰に巻きつけて使い、曲がる方向などを振動で教えてくれる。いちいちスマートフォンの画面を見る必要がないので、煩わしくなく、安全に徒歩や自転車で移動できる。目的地はBluetooth連携させたスマートフォンのアプリで設定する。ナビを開始したら、360度の方向が振動で示されるため、スマートフォンはポケットやカバンに入れておける。図1に"feelSpace"の使用例を示す。

このほか、2009 年、MIT 開発チームは AR 技術を使って情報を投影するウェアラブルテクノロジー"SixthSense"[3]を開発した。指の動きに合わせて投



図 1. "feelSpace"の使用例

影した情報を操作したり、デジタル情報を現実世界にレイヤーとして重ねたりすることができる。行くところはどこへでもデジタル世界を持っていくことができるという世界観を提示した。どこかの壁を見つけ、それを操作面として使うことができる。カメラがジェスチャーを捉え、様々な身振りを解釈する。

"feelSpace"は一度設定したら、スマートフォンを、 見る必要がないという利点はあるが、振動以外の情報 は無いので、方向、位置くらいしか示すことができな い。また、"SixthSense"は、AR やジェスチャーを用い て、新しい情報体験を提供できるが、プロジェクタやカ メラなどの付加的なデバイスを必要とするため、一般 の人が利用するにはハードルが高い。

我々は、ウエアラブルデバイスは、まずは、情報を提示するタイミングで振動を与え、それをトリガーに、ウエアラブルデバイスの画面を見てもらい、必要に応じて、スマホで詳細を確認、というのが自然であると考える。その場合でも、どのようなタイミングで、どのような情報を配信すればよいのか、ということを詳細に検討する必要がある。本論文では、スマートフォンに頼りすぎず、自分の五感で観光地を感じる旅を提供する技術について考察する。

2. 観光情報提供手段

観光情報を提供する手段・媒体には、案内標識やサイン、観光案内所や宿泊施設等での口頭での案内、パンフレット等の紙媒体等がある。近年では PC もしくは携帯版のウェブサイト、カーナビゲーション、携帯型情報端末等、多様なメディアを選択できる状況にある。

特に、スマートフォンやタプレットなど移動端末は、 観光客が自由(いつでも、どこでも)で観光情報を得る ことができる。特に、観光地のリアルタイムイベントの 提供、GPSによる位置情報及誘導径路の提供が容易に行 うことができる。

しかし、このような予定調和の世界では、旅の醍醐味が失われてしまうのも確かである。

昔のガイドブックや観光案内所の MAP などの紙媒体 の手軽さもなく、いつも電池切れのことを考えないと いけないので、なんとなく落ち着かない気分になる。

実際に使用する際には、二次元バーコードの読み取りや情報の検索に時間や手間がかかる、情報を読みとる事に通話料がかかる、小さな画面上で得られる情報に限りがある、提供する情報の量、質及び鮮度の維持、システムやソフトウエアの更新やメンテナンス及び開

案内看板	ガイドブック、情報誌、旅行雑誌など		
主要な交差点、観光対象付近に設置し、地 図情報や観光案内などを伝える	豊富な情報を提供することができるが		
パンフレット・案内地図	ウェブサイト (PC、携帯)		
観光案内所や主要な交通拠点(サービスエリア、鉄道駅、バスターミナル等)、観光施設・宿泊施設、一般店舗 (飲食店、コンビニ、ガソリンスタンド等)で配布する。	豊富な情報を提供することが可能であり、観光客の好みや嗜好、必要性に応じて検索する、リアルタイムな情報を提供する、GPSによる地位情報を提供する等これまでにない情報提供が可能である。		
口頭・対面での観光案内	PDA 等携帯型のマルチメディア端末		
案内所や宿泊施設、観光施設等での直接の案内や電話での案内、観光 (通訳) ガイドなど専門のスタッフによる 案内、宿泊施設や飲食店、土産品店等 のスタッフによる案内、地元住民等に よる案内が挙げられる。	豊富な情報を提供可能であり、観光客 の好みや嗜好、必要性に応じて検索が 容易、リアルタイムな情報提供、 GPS による地位情報の提供も可能で ある。		

表 1. 観光情報提供手段

発コストが高い等の課題もある。

表 1 に示すように、情報提供の方法としては、観光客を円滑に観光スポットに誘導する観光案内板やサインを地域の要所に設置することが最も基本的な情報提供手法であり、合わせて観光案内所や主要な観光施設等における口頭での案内、パンフレットや案内地図等を配布する方法が一般的である[4]。

新しい情報提供手段を導入する時には、現存の情報 提供手段を十分に選択し、総合的な視点を持つことが 必要である。「いくつもの情報媒体を組み合わせなけれ ば情報の全体像が理解できない」、「情報提供手段が多 すぎて利用者が混乱する」といった状況は避けなけれ ばならない。

2.1. ガイド付き観光

バスガイドにはじまり、観光地のガイドは、我々の身近な存在である。エコツアーのような専門性が高い旅行の場合、受身でいるだけでは気づくことも知ることもなかったことを、ガイドを通して手に入れることができる [5]。つまり、その働きかけをする者がガイドである。エコツアーでは、自然を解説するネイチャーガイドが存在する。また、ヘリテージツーリズムでは、ガイドはインタープリターと称されることもある。そして、観光ガイドは、観光地の案内・解説を行い、バスガイドは観光バスに同乗して車窓からの案内を行う。このように、観光形態や職種によって呼称はそれぞれ異なっているが、ガイドは、自然資源や、文化歴史、有形、無形を問わずあらゆる観光資源に対して観光客を結びつける役割があると言える。

[6]は、ガイド付き観光の有効性を検討している。多様な観光資源のなかで、ガイドつき観光によって商品価値が高まる資源を明らかにした。その結果、社寺および自然と人文の複合資源に対して、ガイド付き観光の効果がとくに高いことが明らかになった。近年、地域のボランティアガイドが増加し、自然資源や歴史的建造物、博物館などでの実内が一般化するなかで、有名でない社寺は、それ自体が観光資源として認識されていない可能性が高い。このような社寺をはじめ、自然・人文資源においても、ガイド付き観光を実施することで、観光客の増加に繋がる可能性があると考える。

ガイドつきツアーの特色は以下のとおりである。

- ・人が言葉によって伝える。
- ・ガイドとツアー参加者の双方向のコミュニケーションがある。
- ・ツアー参加者を見ながらガイダンスの内容や伝 え方を替えることができる。
- ・ガイドの働きかけによってツアー参加者の興味 や感覚を引き出すことができる。

この点において、セルフガイダンスと比べてガイドつきツアーでは、ガイダンスの内容をより効果的にツアー参加者に伝えることができる。

我々は、このような「ガイド」の役割をするもの として、別の言い方をすると、スマホを見なくても、 受け身で情報を得られるような観光案内アプリを実 現したいと考えている。

3. 日光外国人観光行動特性

これまでの、日光を訪れる外国観光客のニーズの研

ニーズ	情報				
移動手段	地図ナビ、誘導経路、交通情報				
ユーティリ	駐車場、休憩場所、トイレ、コンビニ				
ティ情報	等の位置情報)				
歴史文化	観光スポットの案内情報				
歷天文化	人文歴史の紹介				
日本の自然					
景観、自然	山、動植物など自然風光の紹介				
と触れ合い					
食べ歩き、	町並み情報				
街歩き	m] 业み担報				
役にたつ提	注目撮影位置、注意事項など提示情報				
示	在日城が位直、在忠尹気なと近小旧報				
郷土料理、	飲食店や土産品店等の情報				
買い物	以及/// 1上座m// 寸が情報				
地方特色人	参加できるイベント・体験プログラム				
文文化	の情報				
温泉	お店案内情報				

表 2. 日光を訪れる外国人に必要な観光情報

究調査の結果を元に、外国観光客に必要な情報を表2にまとめた。まず、交通手段やバス時間表、地図ナビがベースの情報となる。日光の外国観光客は日光駅まで電車で来た人が多い、その後の移動手段として日光市内のバスを利用する人が多い。車を使用する外国人観光客は少ない。そして、日光駅から、新橋や東照宮まで歩く人も多いので、町並みの情報が重要な情報となる。買い物や郷土料理及び温泉への興味も高いので、それに関するお店やサービスの情報が必要である。また、歴史文化や観光スポットの解説、特色文化および体験イベントの最新情報、自然風光に山や動植物の紹介も重要である。

4. 既存のご当地観光アプリ

我々は、ウィキペディアの「日本の観光地一覧」の中 で、「歴史遺産・自然観光地」というフラグを持つもの を調べ、これを利用して、Google Play のアプリ検索 ページにおいて、「宇都宮+観光」「宇都宮+観光ナビ」 のように、自治体の名称と「観光」を組み合わせた検索 を行い、その検索結果から、日本語でのサービスが行わ れているご当地観光アプリを抽出した[7]。そして個別 の観光アプリのページを閲覧し、その個別データ(紹介 文、提供者名、価格、ダウンロード数等)を抽出した。 さらに紹介文から、実際に対象としている地域とその 地域の観光アプリが実装している機能(地図/ナビ、 AR、ゲーム、利用者投稿、クーポン、多言語対応)をま とめた。「ご当地観光アプリ」に限定し、55個のアプリ に絞り込んだ。なお、本論文におけるご当地観光アプリ の定義は、特定の地域を対象とした観光情報提供、ある いは PR が行われているアプリ、風景壁紙集やご当地 キャラ紹介、地域を舞台にしたゲーム、商店街の案内な どが含んだアプリである。複数の市町村/都道府県に

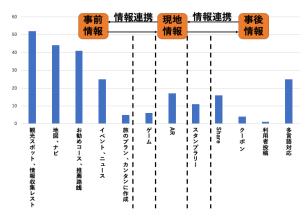


図 2.機能組み合わせ別のご当地観光アプリの個数

またがるものについてはそれらを含有する都道府県/ 地方に割り当て、複数地方あるいは複数国にまたがる ものについては「ご当地アプリに該当しない」と判断 し、除外した。

55 個のアプリの中で、紹介文に自治体や観光協会等の地域団体の公式アプリと明言されていたアプリは34 個(全数のおよそ 61%)であった。全部アプリは無料で提供されている。ダウンロード数 1000 以下のアプリが 38%、1000~10000 のものが 51%、10000 以上が11%である。

アプリの機能については、観光スポット・観光情報リスト機能を有するアプリが 94.5%と圧倒的に多く、地図・ナビ、お勧めコース・推薦路線、イベント・ニュース、AR、スタンプラリーの各機能を有するアプリは順に 44%、41%、25%、17%、11%に留まった。これらの機能の組み合わせ状況を示したアプリが図 2 である。

多言語対応のアプリ数を計算した結果、25%に留まった。ご当地観光アプリの機能は、観光情報の段階に即し

観光関連必要な情報配信する内容は量・質・鮮度を備えたサービスを維持すること、ビ ジネスモデルを確立することが課題です
観光ガイド生硬なです
クイズやゲイムが楽しくない
个性による観光ニーズを満たせるできない例えば異文化や宗教活動案内、駐車場案内など
観光途中で、スマートフォン上を見すぎてしまって歩きながら使うと、足元が危ない
頻繁に訪れる観光客は別として、1回訪れたら次回は数か月後とかになる観光客が多く、それほど ご当地観光アプリに魅力を感じない方が多いのが実情です。
40 代以降(特に高齢層)におけるスマートフォンの普及は鈍く、高齢者は観光アプリ使用が少ないで す
外国人向け、観光案内や指示板内容の翻訳問題
日本料理、地名など外国語翻訳多義がある、意味があいまいである
推薦路線、コースは地図中に精確ではなく
レストラン、お店の情報が錯誤、内容が古い
クイズの問題表示や回答場面に限定されて
おり,ユーザ間の交流の大部分が端末を介さずに処理
できるものであった.このため,システムがユーザ間の交
流を促進する役割を十分に果たしているとは言い難い.
推薦、お勧めい配信した内容が興味がない

表 3. 既存ご当地観光アプリの課題

て分類がなされている。それは、観光の準備段階で必要な「事前情報」、目的地や現地で必要な「現地情報」、観

表 4. 50 個の提案観光サービス

事前情報	現地情報	事後情報		
旅行者と住民交流専門SNS 隠れスポット、最新インペン	音声地図ナビケーション デバイスに目的地を話して、天	観光終わったら、観光移動路線が地図に示す時間、距離、		
ト情報獲得できる	気や時間んどを考えて、知能ナビする	路線が含まれる SNSでシェアできる		
ソーシャルメディアから観光地対応情報を自動的に勝ち 取りできる一度実装して、インベントおよび体験活動な ど情報更新の必要がない	観光スポットに関する内容の知能会話 観光客はマイクと スピーカー含めてデバイスに観光スポットの歴史、起こ りなど情報に関する会話できる 観光客から観光スポット の質問解決できる	観光地で撮影した写真に手書きで文字やイラストを書き込 んだ旅行記を専用のSNSサイトに公開する		
旅行期間、好きなこと、見たいスポート興味など入力し て、観光客個人化観光プラン生成すること	プロジェクターとGPSを用いて、普通の紙地図に現在地 の示すを実現できる	主要な観光地などの多くの人が訪れる場所(ホットスポット)の直前・直後に訪れている場所に着目し、その場所を 可視化する		
推薦する旅行プランを提示すると当時に他の観光施設に 関する情報も提供し、利用者と対話によって観光計画を 生成する	ホログラフィック3D ディスプレイを利用して、建物や 山などのホログラフィック 立体映像を見ることがてきる	お土産の紹介と推薦すること		
興味、時間、天気、年齢など観光客自身の情報を主に、 ルートやお勧めコースを推薦すること	寺社や彫塑写真を認識して、解説すること	観光行為に基づき、GPSや写真を利用し観光日記自動生成 する		
観光スポット及び目的地の混雑状況をリアルタイムに確 認する	山、植物の写真を撮って、解説できること	好きなお店、場所、スポートなど写真やビデオをもってを SNSにシェアする		
隠れ観光スポット、地元の人がよく行くお店、地元特色 料理レストランの推薦すること	ユーティリティ情報 (駐車場、休憩場所、トイレ、コン ビニ等の位置情報) ナビケーション	観光地で保存したVRコンテンツを保存・閲覧すること及び 周囲と共有すること		
リアルタイムで季節ごとの旬の情報、イバント及び地域 の歴史や文化を体験できることの配信	スマホ電子デバイス充電できる場所のナビサービス	観光終わった後に、参加していない最新イベントの情報発 信する、再訪の意欲を喚起する		
ホテルなど宿泊施設の情報と予約すること	ムスリムなど教徒向けに、宗教活動場所及びムスリムレ ストランなど食事場所の案内サービス			
レストランのメーニュや混雑状況案内サービス	注目撮影位置の提示すること			
観光した人のアドバイスとスポットの評価	事前に興味がある植物、山、自然風光を選択して、見逃 さないために、位置周りに提示する			
家族や子供と一緒にお勧めの観光場所、観光コース	コンビニ、レストランで食べ物及び当地特色料理か自分 国の言葉に翻訳すること			
一人観光客の安全をために、自然観光や野外旅行前に、 移動経路計画を登録して、計画的に時間までに連絡でき なれば、救助を開始する	自然風光観光でGPSや携帯の信号が使わない時に、 beacon及びLORAを用いて、位置定位すること			
有意義な時間を過ごすための観光持ち物リスト推薦	ホログラフィック3D ディスプレイを持ちいて、人間の ように知能ガイドすること			
高齢者向け観光情報、無障害施設の案内	看板やガイドブックからではなく、発声できるデバイス から音声ガイドをもって観光スポットの紹介や解説を得 ることができる			
当地ツアーガイド案内情報	看板、案内標示の翻訳			
避難情報や気象情報などの防災関連の情報を配信する	観光地医療情報サービス			
ARを用いて人文歴史を当時の様子を経年で見れることで 発展の流れを理解する	危ない生物、エリアの提示			
旅行客に対して、本人に適した旅のプランを複数紹介す る	わかりやすい地図を作成するために、平面地図上のラン ドマークの部分を3Dで目立つように自動的に生成する ARによって遺跡の復原3DCGを表示する			
	祝にようて追踪の後がまりらびを表示す。 観光スポットに近づくと自動音声案内を流す。ユーザー の観光観歴によって解説を行う、観光観歴にとって異な る解説を流す			
	ショッピングについて、商品推薦手法を、GPSの位置情 報履歴を利用して、買い物に適合し、店の推薦を行う			
	風景に合わせた観光情報をAR技術などにより車窓〜リ アルタイムに表示し、タッチや声などの操作で必要な情 報をインタラクティブに提供すること			

光が終わった後に取り扱う「事後情報」である。 今の ご当地観光アプリが、「事前情報」と「事後情報」に基 づく機能のほとんどで、「現地情報」を提供するアプリ は少ない。これらの課題を表3にまとめて示す。

全国に多数のご当地アプリが玉石混淆の状態であることが改めて確認された。また、その多くが、無料であるにもかかわらず、あまりダウンロードされていない厳しい状況も確認できた。市町村や観光協会は、ご当地観光アプリがwebに代わり、旅行者情報サービスとして適切か、費用対効果を熟慮し、提供を行うのであれば積極的に周知宣伝活動を行うことが望まれる。一方、民間事業者は、ご当地観光アプリを有料販売し収益をあげるようなビジネスモデルは厳しいであることを知っておくべきことを考えている。このような現状におけるご当地観光アプリ作成を促していくためには、行政・観光協会等が観光に関するオープンデータとして積極公開し、開発コストを低減させるような方策を考えていくべきであろう。

5. ご当地観光アプリの設計

栃木県日光市の観光サービスの分析に基づく、アプリ設計の詳細を示す。まず、留学生3人が外国人日光観光する時に、興味がある情報と必要な情報に基づいて取得方法を検討し、50個欲しい観光サービス(表4)を抽出した。そして、バターン分類を用いて、スマートフォンにツアーガイドように観光サービスを提案した。

5.1. バターン分類

パターン分類は数量化理論第H1類と名づけられる多変量解析の1方法である。多変量解析とは「なんらかの対象に対して、多種の観測値からなる変数が与えられている場合、これらの変数を個々に独立させずに、変数間の梅互の関連を考慮しながら、客観的な基準を与える分析法」[8]である。多変量解析は同時に多くの変数を処理するということから電子計算機の利用を考えずにはほとんど不可能だといえよう。多変量解析にはデータの性格によって多くの手法が存在しており、パターン分類は外的な基準をもたない場合の定性的データ(属性)を扱う方法の一つである[9]。

今回の識別対象は(表 5) 50 個観光サービスである。 識別対象を観測し、分類の手がかかりとなる特徴量を 取り出す。人間ガイド的な観光サービスを実現するた めに、ガイドつきツアーの特徴「人が言葉によって伝え る」「ガイドとツアー参加者の双方向のコミュニケーシ 観光スポットに関する内容の知能会話 観光客はマイク とスピーカー含めてデバイスに観光スポットの歴史、 起こりなど情報に関する会話できる 観光客から観光ス ポットの質問解決できる

寺社や彫塑写真を認識して、解説すること

山、植物の写真を撮って、解説すること

観光スポットに近づくと自動音声案内を流す。ユー ザーの観光履歴によって解説を行う、観光履歴にとっ て異なる解説を流す

事前に興味がある植物、山、自然風光を選択して、見 逃さないために、位置周りに提示する

旅行期間、好きなこと、見たいスポート興味など入力 して、観光客個人化観光プラン生成すること

興味、時間、天気、年齢など観光客自身の情報に基づ く、個性的な情報を提供します。

表 5. 選んだサービス

ョンがある」「ツアー参加者を見ながらガイダンスの内容や伝え方を替えることができる」をとして特徴ベクトルになった。そして、識別クラスか情報伝えるプラットフォームにより、スマホ、PC、紙媒体、マルチメディア端末4つに分類される。識別手法か類似度に基づく手法を用いて、入力される観光サービスとどなん代表的なサンプルの類似度(距離)を測ることで、類似度の高い代表サンプルのクラスに分類する手法である。

5.2. バターン分類結果

バターン分析の結果を表 5 に示す。これらを利用して外国人観光者向けに導入できるサービスの構築の検討を行った。

6. 歩きスマホなし観光ガイド

スマートフォンは観光者が屋外にいても情報を共有することができ、いつでもどこでも新しい情報を得ることができる非常に機能的な通信機器で、観光情報の取得することを快適なものにしている。しかし、良い面だけではなく、スマートフォンを現地観光する時に使用、見ることは、観光品質を下けることがある。ずっと画面を見ながら歩くと面白い建物や美しい風景を見逃してしまう。ほかの人にぶつかったり足を踏み外したりして危険である。

ハイキングや自然観光時にスマホを手に持っている 観光客やスマホよく使える観光者があまり少ないです。 当地アプリを通じてスポット解説や町並み案内情報を 得ることに不便である感じる人もある。街歩きや自然 観光する時に、観光者のフォーカスは周囲の風物にあ るべきである。現地観光中、当地観光アプリの使用する ことが観光を邪魔してはいけない。観光者自分は風景、 風俗、文物等を見たり、体験したりするこが「観光」の 重要なこととである、このため観光途中でスマホの過 度な使用を避けるために、我々は以下3つのポイント を提起し、これに基づく観光案内アプリを提案する。

- ・受動的な情報提供からアクティブ情報提供に転 化する
- ・プリセット提示情報提供モデル
- ウエアラブルデバイスなどの使用

6.1. アクティブ情報提供

受動的な情報提供からアクティブ情報提供に転化する。情報モデルを通じて、「いつ、どこで、なにを」という情報を自動的にユーザーへ提供する(図 3)。以前の観光アプリ情報放送モデルは、使用者は自身のニーズによると、アプリにそのニーズに対応する情報を探し後に自身欲しい情報を得るこういう過程です。でも既存当地アプリに観光情報の種類や検索手順複雑から、欲しい情報を得るまでにあまり時間をかかると考える。それは、現存当地アプリの課題の一つです。今回は我々提案のアクティブ情報提供モデルか、まず情報提供モデリングに観光者現在の時間、位置及び自身状態を分析し、ユーザー現在のところに欲しいがある可能性か高い情報を選び出し、ユーザーに提示する。ユーザーに邪魔な提示することしないために、提示する情報の有効性高くの必要があると考える。

6.2. プリセット提示情報

プリセット提示情報提供モデルは、洗練された短い 観光情報を、視認性の高い通知的な形式で提示する。ユ ーザーは提示された情報の必要性を判断し、必要に応 じて詳細情報を得る(図 4)。たとえば、「神橋の解説 こちら!」が表示された後に、詳細情報欲しいかどうか ユーザーが判断する。詳細観光情報としては、たとえ ば、神橋に来たら、神橋の起源や歴史など解説情報を提 供する、普通の観光アプリの紹介文は 300 字くらいで ある。普通日本人が 1 分間に読める文字数の平均は 400~600 字であるため、300 語を読むのに 50 秒かかり る、プラス、アプリ検索の時間、情報取得のため、スマ ホを注視する時間が 1 分程度ととなる。

6.3. ウエアラブルデバイス

近年、Apple Watch、Pebble、Fitibt などのウエアラブルデバイスの販売が急速に伸びている。現在,発表されているデバイスの装着位置は,頭,腕,手,指体(シ

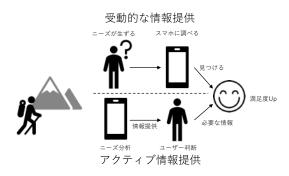


図3.アクティブ情報提供モデル

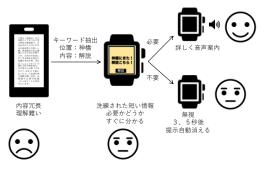


図 4.プリセット提示情報提供モデル



図 5.スマートウォッチの利用例

ャツ)など様々である。特に、メガネ型デバイスをスマートグラス、腕時計型デバイスをスマートウォッチとも呼ぶ。スマートウォッチとスマホをリンクしたら、情報をスマートウォッチに通知して(振動などで通知)、ユーザーは確認することを安いになると考える。今回、我々はスマートウォッチを使用し、プルートゥースでスマホとリンクし、旅行者への観光情報の提示と、詳しい案内情報をスマホの画面、または音声で提示するという流れを考えている。また、スマートウォッチのマイクを利用して、旅行者との簡単な問答もしたいと考えている。スマートウォッチの利用例は図5に示す。

7. アプリの提案

上記で示した観光情報の分析および今まで既存ご当 地観光アプリの課題と選んだ外国人日光観光必要なサ ービスから、観光途中でスマホの過度な使用を避ける ためを中心に、この目標を満たすため、以下の方針でア

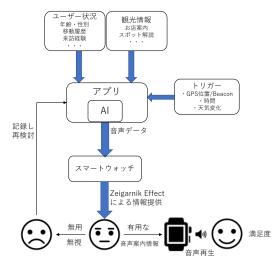


図 6.アプリ動作概要

プリの構築を設計した。

- スマートフォンなし観光をために、スマートウォッチを利用する。
- ・GPS 位置/Beacon、時間及び観光者状態に基づき、観光情報をアクティブ提供する。
- ・人ガイドの役割を置き換えできるスマホ観光ガイド、 観光客か当地の人文歴史を便利に認知されできる
- ・観光者自身の欲求に基づく、必要な情報をタイムル イな提供する。
- ・山、動植物など自然風光の解説
- ・郷土料理レストランやお土産お店提示する。
- ・地方特色インベント、体験プログラム情報を得る。
- ユーティリティ情報提供する。アプリの動作概要は図6に示す。

まず、事前設定からユーザーの基本情報 (年齢、来訪 経験など)を獲得して、情報提供のモデリングに入る。 現存の公式観光サイド、ガイドブックなど従来の観光 スポットの案内から観光者に必要な情報を収集して、 データベースに書き込む。そして、情報提供のモデリン くに観光中に、現在の時間及びビーコンに基づく、情報 提供のタイミングを決める。たとえば、自然観光中珍し い動植物よく見るところを教えてくれるというものが ある。また、それに合わせて、他の季節の情報も示し、 Zeigarnik Effect よるリピートを誘う。このほか郷土料理 レストランや温泉の周りに来た時に、お店の案内情報 を提供する。特に、最初に情報を提示する時に、詳しく 情報提示するのではなく、少しだけ不十分な情報を提 供し、まずユーザーがすぐにわかるように形式的な提 示情報を提供する。ここでも Zeigarnik Effect を利用す る。それ後に、興味があれば続き詳しく情報を音声の形



図 7. 情報の種類に対応する画面

式に提供する。

情報提示画面は、3~4 秒間の表示を設定する、ユーザーから必要とされない情報が提示される場合、ユーザーは 1 秒以内で情報を確認することができ、観光地における負担は最小限に抑えることができると考える。また、無視した提示情報が、アプリに記録して、情報提供モデリングの教師データとして利用し、後の情報提供の情報選択に利用する。

3 章にまとめた日光外国人観光者向け必要な情報を 主に、提示した情報の主旨を手早く把握することがで きるよう、図 7 に提示する情報の種類によって、バッ クグラウンドの色が変化する。

7.1. 使用イメージ

ハイキングをする時に、山や動植物の情報を提示する例を図8に示す。山の眺めが良いところや、動植物が多いところに来た時、観光者にそれらの情報を提示する。

バス停の近くでは、バス情報の提示画面が図 9 のように示される。普通のバス時間表を提供するのではなく、次発車時間と一番近い発車時間を提示する。例えば、神橋バス停の発車時間が「湯元行き 11:10」とする。バス停に 11:00 時に到着した場合、提供する情報は「神橋バス停に、湯元へのバスが 14 分後に発車します」となる。

コンビニ、トイレ、休憩場所など情報提示画面が図10に示す。普通の位置情報ではなくて、現在の位置を分析し、次の同じタイプ場所の距離を表示する。ユーザーが自身の状況を考えて、自身の需要を満たすために使用するかどうかを判断する。

音声情報再生する時スマートウォッチ表示画面を図



図8.自然観光中に動物をみかけるところを提示



図 9. バス時間情報提供画面



図 10. コンビニ位置提示画面



図 11. 音声再生スマートウォッチ画面

11 に示す。ユーザーが「もう一度」「閉める」を操作するできるボタンを設置した。再生音声情報が 15-25 秒 予定です。情報の内容は、3 章の分析結果に主に、以下 7 種類観光情報です。バス時間情報、ユーティリティ情報(コンビニ、トイレ、休憩場所)、地方特色イベントや体験情報、歴史文化及びスポット解説、郷土料理や温泉及び土産お店案内情報、自然観光の山と動植物の提示情報、注目写真撮影位置など役に立つ提示情報である。

7.2. AI による観光情報の提供

人工知能(AI)は、大まかには「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と 説明されているものです。通常のコンピューターは与えられたプログラム通り動作しているに過ぎないが、 人工知能を備えたコンピューターはデータとして蓄積されたパターンを基に、相手や状況に応じた適切で柔軟な対応を選択することができる。

今回は観光者に個性的な、有効性高い観光情報を提供するために、我々は情報提供の選択メカニズムに AI を導入することとした。図 12 に、通常にアクティブ情報提供は、具体的な時間や位置にどんな情報を設置したら、その位置、その時間のトリガーを満足すれば、予定した情報を発信する。このモードでは、ユーザーの状態における、情報提供の策略を変化できない。すべてのユーザーに同じモードで情報が提供される。リアルタイムでユーザー要求のために情報を提供できなれば、提供された情報の有効性が低いと考えている。

今回我々はスマートウォッチを用いて、ユーザー過去観光履歴、天気や季節や時間変化、観光エリアや位置変化、ユーザーにいつ、どこで最適な情報を提供するか、ということを念頭に、AI 観光情報選提供モデルを設計した。

アメリカの心理学者アブラハム・マズロー (Abraham Harold Maslow)は、人間の欲求はピラミッドのように構成されていて、低階層の欲求が満たされると、より高次の階層の欲求を欲するとした[10,11]。マズローは7つの欲求を提唱している(表6)。ここでは、低階層の欲求から並べている。欲求段階は低層階の欲求ほど優先度や重要度が高い。

我々はマズローの理論を用いて、観光者観光中の観 光時間、移動距離および年齢、性別を基づく、観光中い つに、どこにどんな欲求が生み出すかということを分 析し、観光者の欲求に向け最適な情報を提供する方法

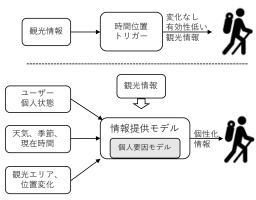


図 12. AI による情報提供予想

1.生理的欲求(飢え,乾き)
2.安全欲求(安心,安全)
3.愛情と所属の欲求(他者と親しくすること)
4.承認欲求(評価と認証を得る)
5.認知的欲求(知る,理解する,探求する)
6.審美的欲求(調和,秩序,美しさ)
7.自己実現欲求(自己の可能性を実現)

表 6. マズローの欲求 7 段階

の検討を行った。

7.2.1. 個人要因モデル

個人要因として、観光者の目的、位置、移動距離、観 光時間を候補とする。

- ・目的:観光者の目的のために、欲求の変動がある。
- ・位置:観光中に不同なエリアに不同な欲求がある。
- ・移動距離:観光者の移動距離と身体の疲労蓄積度は 密接に関連する。
- ・観光時間:費やされた時間と人の疲労蓄積度か密接に関連する。

多くの個人要因を考慮するため、モデルに組み込む 候補となる要因の集合をFとし、1 つの要因を $f \in F$ で 表す[12]。提案する環境要因モデルには、環境要因をい くつか選んだ環境要因部分集合 $F \subset F$ を組み込む。考慮 する要因部分集合 F は遷移元の位置ごとに異なる。

要因はそのときどきに応じて、日時なとど何らかの 具体値を持つ。扱いやすくするため、具体値を要因fの 有限個の状態のうちの1つにマッピングし、これをマッピング状態 d_f とする。具体値に対応付けるマッピン グ状態が何通りの値をとりうるかを要因fの細分数 b_f と呼ぶ。なお、時刻のような連続値は均等に細分して対 応付ける。さらに、委因部分集合Fの各要素fのマッピング状態 d_f をまとめたものを、マッピング状態集合 D_F

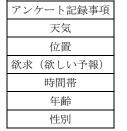


表 7. アンケート質問項目

と呼ぶ。

考慮する要因部分集合がF、それに対するマッピング 状態集合が D_F であるとき、位置 s_i にいる観光者が欲求 Y_i を持ち確率を $P(Y_i|s_i,D_F)$ と表す。ベイズの定理より、

$$P(Y_{i}|s_{i}, D_{F}) = \frac{P(s_{i}, Y_{i}, D_{F})}{P(s_{i}, D_{F})}$$

$$= \frac{P(s_{i})P(Y_{i}|s_{i})P(D_{F}|s_{i}, Y_{i})}{P(s_{i}, D_{F})}$$

である。これにより、マッピング状態集合が D_F である時に位置 s_i を訪ねている旅行者は、下式で表される Y^* 欲求が持ちの予測することができる。Sは全欲求の集合である。

 $Y^* = \arg \max P(y|s_i, D_F)$, $y \in Y$

そして、ユーザーがどんな位置でどんな欲求が持ってるを予測できる。

7.2.2.情報提供モデル

情報提供モデルは(図 13)、入力データとして、天気、時間帯、現在位置、欲求を候補とする。これらの候補は、入手の容易さと、「いつ、どこ、どんな情報」の影響の程度を考慮して決定した。

学習データは日光のアンケートのデータを主に、学習器を構築するものとする。アンケートの内容は表 7 に示す。

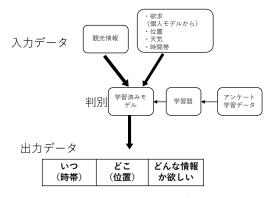


図13. 情報提供モデル

そして、アンケートの内容をデータ分析したのち、教師なし学習モデルとしてアソシエーション分析を用いて、学習済みモデルを生成する。

機械学習の手法には他にも、膨大な情報の中からある条件に適合する情報を推薦するシステム (レコメンドシステム) の要素技術である協調フィルタリング手法などがある。協調フィルタリングは、マーケティングの分野で主に用いられており、ある顧客 A と類似した購入履歴を持つ別の顧客 B を見つけ出し、その顧客 B が購入しているものを顧客 A に推薦するアプローチであるが、観光者自身状況や観光中欲求に対して情報提供する報告はなされていない。そこでこの手法を適用することで、近い傾向を持つ観光者を見つけ出し、その観光者の状態から、「いつ、どこ、どんな情報を欲しい」を予測できると考えられた。

アソシエーション分析とは、データの中から価値のある組み合わせ(アソシエーションルール)を見つけ出す手法である。例えば、スーパーマーケットやコンビニエンスストアなどの売り上げデータから、頻繁に購入される商品の組み合わせを見つけ出し、商品の陳列に反映させることなどに応用されている。アソシエーションルールは、 $A \Rightarrow B$ とあらわし、A は条件部、B は結論部と呼ばれる。このルールは、A という事象が生じたときに、B という事象が生じるという意味をもつ、代表的なアソシエーションルールの評価指標としてconfidenceがある。

confidence =
$$\frac{N(A \cap B)}{N(A)}$$

N(A)は条件部 A、 $N(A \cap B)$ は条件部 A と結論部 B を同時に満たすデータの件数である。

そして、アプリ使用者から、欲求、位置、天気、時間帯など情報を入れて、「いつ、どこ、どんな情報が欲しい」を分析可能である。

たとえば、日光観光ルート中に3つエリアの外国人観光者100人以上から先アンケートの内容を主に情報を取集する。情報提供モデルを通じで、「いつ、どこ、どんな情報が欲しい」こいう学習済みモデルを分析しました。そして、外国観光者Aさんはアプリを利用して、日光観光中、スマートウォッチから、位置時間など情報を収集したら、個人モデルを通じて、Aさんは今の位置と時間の欲求を分析して、季節や天気など情報と一緒に学習済みモデルに入力したら、Aさん今の位置や時間で欲しい情報を予測できる。そして、対応した観光情報をAさんに提供する。

8. まとめ

本論文では、ご当地観光アプリの振興と外国人観光 者満足度向上ために、スマートフォンなし観光を検討 した結果を示した。マズローの欲求 7 段階、Zeigarnik Effect などの心理学効果を利用するとともに、AI を用 いて、アクティブに、アダプティブに観光中の観光者の 欲求に合わせた情報を提供可能なアプリの設計方針を 提案した。また、観光者の欲求を向けに「いつ、どこ、 どんな情報」を提供するのかという情報提供問題にお いては、AI の利用可能性があることを示した。

今後は、このアイデアに基づき、日光をターゲット に、スマートウオッチと連動するアプリ開発と評価試 験を行う予定である。

本研究は、科研費研究(B)17H02249「ICT による観光資源 開発支援:心理学的効果を応用した期待感向上」、 JSPS 科研費基盤研究(C)(課題番号 18K111849「ネット社会におけるインバウンド観光客・定住者を意識した文化伝達の言語表現」)の助成を受けている。

参考文献

- [1] 渡辺悌二, 海津ゆりえ, 可知直毅, 等. 観光の視点からみた世界自然遺産[J]. 2008.
- [2] https://www.feelspace.de/
- [3] Fluid Interfaces Group | MIT Media Lab http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/
- [4] 環境省, and 日本交通公社. "エコツーリズムさあはじめよう." (2004).
- [5] 安福恵美子. ツーリズムと文化体験:<場>の価値とそのマネジメントをめぐって. 流通経済大学出版会,2006.
- [6] 富川久美子, and 京都創成大学. "観光資源の評価におけるガイド付き観光の有効性." 京都創成大学紀要 7 (2007): 69-77.
- [7] 倉田陽平,青木美岬, and 相尚寿. "日本国内のご当地観光 アプリの概要把握." 観光情報学会第 12 回全国大会論文 集(2015).
- [8] 竹内 啓・梛井晴夫 1972「多変貴解析の基礎―線型空間への射影による方法」東洋経済新報社
- [9] 野元菊雄, and 江川清. "パターン分類による音声の分析: 鶴岡市における共通語化の調査から." 電子計算機によ る国語研究= Studies in Computational Linguistics 6 (1974): 18-36.
- [10] 1617Maslow, A. H. (1987). Motivation and personality (3rded.). Delhi, India: Pearson Education.
- [11]McLeod, S. A. (2017). Maslow's hierarchy of needs.Retrievedfrom www.simplypsychology.org/maslow.html[2019/7/5]
- [12] 笠原秀一,田村和範,飯山将晃,美濃導彦. "行動履歴に基づく地域の環境要因を考慮した観光行動モデルの構築とその応用"情報処理学会論文誌 57(5) 1411-1420 2016年5月

観光対象としての興味・関心と眼球情報との関連についての一検討 A Study on Relationships between Interests as Tourism Targets and Fixation Behavior

鈴木 弘也[†], 鈴木 瑛大[†], 伊藤 篤[†], 橋本 直己[‡], 佐藤 美恵[†] Koya Suzuki, Akihiro Suzuki, Atsushi Ito, Naoki Hashimoto, Mie Sato

[†]宇都宮大学, [‡]電気通信大学

Utsunomiya University, The University of Electro-Communications suzuki199612060429@gmail.com

概要

本研究では、観光地の魅力を発見するために、観光対象としての興味・関心と眼球情報、特に注視特性との関係を検討した。そこで、観光地(日本、海外)の画像を大画面提示で見た際の注視特性と、画像内で観光対象としての興味・関心を持った対象との関係を調べるために、被験者実験を実施した。その結果、注視時間と興味・関心の高さに強い正の相関があること、隠れた興味・関心を見つけ出すためには注視特性以外の眼球情報が必要であることが示された。

キーワード:観光,興味・関心,注視特性

1. はじめに

日本が観光立国の実現を目指す中で、観光地の魅力をより多くの人に伝えられる情報提供技術の開発が極めて重要となっている。これまで、観光客へのアンケート等による聞き取り調査や、観光客が発信するブログや写真等の情報解析により、多くの観光客が興味・関心を持つ観光地の魅力が発見されている。

しかしながら、現在提供されている情報だけでは、観光客の期待を満たすことができていないという事実も散見される。例えば、観光地サイドが全く意図していなかったスポットが話題の観光地となることも少なくない。そこで、新しい観光地の魅力を発見するために、既存のアンケート調査等に加えて、マーケット調査等で利用されている注視点分析に着目する。

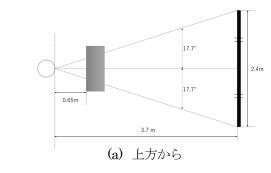
注視に着目した関連研究としては、京都市内の様々な景観に対してアイマークレコーダを用いて注視点分析を行い、景観の類型化を行った研究[1]や、実際に京都市内を歩行している際にどのような注視特性があるかを調査した研究[2]がある。本研究では、これらの関連研究を参考に、観光対象としての興味・関心と注視特性の関係を検討する。

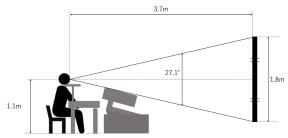
2. 興味・関心と注視特性の関係の調査

観光地の画像を見た際の注視特性と,画像内で観光

対象としての興味・関心を持った対象との関係を調べるために、被験者実験を実施した.

実験環境としては、プロジェクタ投影による縦1.8m× 横2.4m の提示画像を、3.7m の位置から被験者に見て もらった。また、被験者の前方にアイマークレコーダ (Tobii TX 300) を設置した。このとき、被験者が提示 画像を見る際にアイマークレコーダが提示画像に被ら ないように注意した。図1に実験環境の詳細を示す。





(b) 側面から

図1 実験環境

実験刺激は、観光地(フランス,スペイン,アメリカ,札幌,博多,沖縄,栃木)の画像 28 枚(本試行用 26 枚,練習試行用 2枚)を用意した。画像の解像度は 1400×1050 画素である。

実験手順は,各被験者に対して,以下の通りである.

- 1. アイマークレコーダを使用するため、キャリブレーションを行う.
- 2. 観光地の画像を10秒間,提示する.その後,グレー画像を提示する.グレー画像を提示している間,

被験者には評価シートに回答してもらう.

3. 上記 2 を全画像 28 枚(練習試行用 2 枚,本試行用 26 枚)について行い,最後に実験全体を通しての意見,感想等を被験者に回答してもらう.

なお、被験者毎に、本試行用 26 枚の画像はランダムに 提示した.

評価方法は、以下の通りである.

- 1. Q1「画像の観光地に行ったことがありますか?」 に回答してもらう.
- 2. 評価シートに A4 サイズで示された提示画像を使って、興味がある対象を、順位毎に指定された色ペンで囲み、提示画像の周辺の空白領域に、興味・関心を持った対象と理由を、その順位の色のペンで記入してもらう.
- 3. 興味がある対象について、興味・関心が肯定的か否定的かを加筆してもらう.
- 4. Q2「画像の観光地に行きたいと思いますか?」に 回答してもらう.

なお、上記 2 において、興味がある対象が無ければ記 入しなくてよいこと、何位まで記入してもよいこと、本 実験の興味とは肯定的な対象だけでなく、否定的な対 象も含めることを伝えた.

被験者は, 視力が両目で 0.7 以上で, 眼に異常がない 20 代前半の 6 名 (男性 4 名, 女性 2 名: 平均年齢 22歳) である.

3. 実験結果と考察

表 1 は、それぞれの被験者について、評価シートに 興味がある対象が記入された全提示画像の 1 位から 4 位までの合計注視時間(秒)、1 位から 4 位までの順位 付けされた合計画像数(枚)、そして合計注視時間と合 計画像数の相関係数を示している.

表 1 より、全ての被験者において、合計注視時間と合計画像数の相関係数が大きいことが分かる. このことより、注視時間と興味・関心の高さには、強い正の相関があるといえる.

また,注視時間が 0 秒であるにもかかわらず,評価シートに低順位ではあるが興味がある対象として挙げられた結果があった.これは,興味・関心があっても,大画面提示された 10 秒間では視線を向けず,評価シートを記入していく中で気づいたためと考えらえる.このことより,短時間の注視点分析では強い興味・関心が

表 1 合計注視時間,合計画像数,相関係数

				被懸	食者		
		А	В	С	D	E	F
合計	1位の秒数	78.99	82.41	51.55	73.56	72.87	59.57
視時	2位の秒数	15.04	63.08	30.21	32.97	47.89	40.1
間(3位の秒数	0	34.42	2.96	12.53	10.32	7.83
秒 	4位の秒数	0	0	0	1.9	1.75	1.09
合計	1位が含まれている枚数	20	26	24	25	24	26
画像	2位が含まれている枚数	9	24	15	22	15	19
数	3位が含まれている枚数	1	19	1	10	5	5
枚	4位が含まれている枚数	1	6	0	1	0	1
	相関係数	0.97	0.96	0.99	0.89	0.99	0.99

ある対象を見つけ出すことはできても、興味・関心のある全ての対象を見つけ出すことが難しいといえる. 観光地の魅力をさらに発見していくためには、捉えることが難しい,隠れた興味・関心を見つけ出すことが必要である. 今後は、サッカードや瞳孔径等の注視特性以外の眼球情報を分析して、興味・関心との関連を調べていくことが課題として挙げられる.

また,看板や文字情報に着目すると,危険を知らせる 看板を6人中4人,道路標識を6人中2人が注視して いた.このことから,身の危険を知らせる看板により注 注意が向けられ,次に標識や観光地の説明情報に注意 が払われると考えられる.

4. おわりに

本研究では、観光地の魅力を発見するために、観光地の画像を見た際の注視特性と、画像内で興味・関心を持った対象との関係を調査した。その結果、注視時間と興味・関心の高さに強い正の相関があることがわかった。今後は、隠れた興味・関心を見つけ出すために、サッカードや瞳孔径等の眼球情報についても調査していく。

本研究は JSPS 科研費 JP19K12180, JP17H02249 の助成を受けて実施した.

汝献

- [1] 高田直樹, 他, (2014) "景観画像と注視点分析 アイマークレコーダを用いた街並み景観の注視特性に関する研究 (その1)", 建築計画, pp.611~612.
- [2] 柴田優衣, 他, (2014) "歩行実験による街並み景観の注視 特性の分析 アイマークレコーダを用いた街並み景観の 注視特性に関する研究(その3)", 建築計画, pp.615~616.