

身体知と宣言的知識に基づくスキル獲得過程に関する研究 An Analysis of Processes of Novices' Acquiring Embodied Expertise and Declarative Knowledge

市川 淳[†], 三輪和久[†], 寺井 仁^{†‡}
Jun Ichikawa, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科, [‡]JST/CREST
[†]Graduate School of Information Science, Nagoya University, [‡]CREST, JST
ichikawa@cog.human.nagoya-u.ac.jp, [miwa, terai]@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We analyzed the processes of novices' acquiring embodied expertise and declarative knowledge. In the experiment, participants were required to learn 3-ball cascade juggling during about 8 hours in a day. Kinematic data that reflect embodied expertise and verbal protocols about the declarative knowledge were continuously recorded and analyzed. The result showed that novices improved their performance of ball catching; in addition, the stability of the body movement was gradually improved. Through the improvement, he also tended to report more specific protocols, e.g., the monitoring of the rhythm of ball throwing.

Keywords — skill, novice, acquiring embodied expertise, declarative knowledge

1. はじめに

スポーツや伝統技能で求められる高度な身体的スキル（以下、スキル）に関する研究は近年、学際的な研究分野として広がりを見せている。その研究の一つに、ノービスのスキル獲得過程に関する研究がある。これらの研究では、課題遂行に必要なスキルを有していないノービスによる、スキル獲得の「過程」に着目し、パフォーマンスを支える身体知や宣言的知識の変化を解明することを目的としている。身体知は身体が憶え込んだ技やコツのことであり[1]、三次元モーションキャプチャや高速度カメラによって計測された身体動作から得られる特徴量として表される。また、宣言的知識は、スキルに関する言語化可能な知識のことであり、言語報告により記録される。

多くの先行研究では、スキル獲得過程において練習の合間に複数回のテストを実施し、その際に記録されたパフォーマンスや身体動作のみが分析対象とされてきた(e.g., [2][3])。これらの手法によって、スキル獲得過程における大局的な変化（練習のべき法則）を捉えることができる一方で、(1) コツを掴むことによる飛躍的上達の瞬間や、(2) スランプといった局所的な停滞状態 ([4][5]における

べき法則に対するノイズやプラトー) 等、獲得過程において現れる特徴的变化を詳細に捉えることは難しいと考えられる。

以上を踏まえ、本研究ではスキルを有していないノービスによるスキル獲得過程を対象に、パフォーマンス推移を詳細に明らかにする。さらに、パフォーマンスの特徴的变化に焦点を当て、その周辺における身体知と宣言的知識に関する時系列的变化を徹底的に解明する。Ryle による「スキルには理知性が伴わなければならない」とする Knowing how 理論や、Howard による「スキルは身体を動かすことはもちろん、それを説明する能力も含まれる」とする発展理論では、スキルにとって重要なことは単に身体動作が自動化されるだけでなく、そこに知的判断が働いているかどうかであると主張されている[6]。これは、スキル獲得過程において意識的な思考の重要性を示唆していると考えられる。そこで、本研究では、スキル獲得過程における身体知の変化を三次元モーションキャプチャで信号処理的手法により明らかにすると共に、スキルに関する宣言的知識の変化を言語報告により捉える。

具体的には、パフォーマンスの客観的評価が容易であり、かつ、フィールドスポーツと異なり身体動作の計測が容易であるジャグリングで要求されるスキルに着目した。実験ではボールジャグリングの技の一つである「3ボールカスケード」（以下、カスケード）を対象とし、そのスキル獲得過程を観察する。

2. 観察実験

ノービスによるカスケードのスキル獲得過程においてパフォーマンス、身体知、及び宣言的知識の変化を連続的に記録する。

2.1 方法

2.1.1 参加者

大学生7名（全員右投げで、かつジャグリング未経験者）が参加した。加えて、ノービスが獲得した身体知を評価するために、エキスパート1名（5ボールカスケードまで習得済みである）のカスケード実行時の身体動作についても計測を行った。

参加者には身体動作を計測するために左右の手首、肘、肩、と胸計7か所に反射マーカ―が取り付けられた。

2.1.2 課題

実験課題は「実験時間内（約8時間）にカスケードの連続キャッチをできる限り数多く行う」である。3ボールカスケードはボールジャグリングで最も基本的な技とされている。カスケードの手続きを以下にまとめる[7]。

1. （右投げの場合）右手に2つ、左手にボールを1つ持つ
2. 右手にあるボールの1つを左手に向けて投げ上げる
3. ボールが左手に落ちてきたら、その内側を通すようにして左手にあるボールを右手に向けて投げ上げる。落ちてくるボールはそのまま左手でキャッチする
4. 左手から投げたボールが右手に落ちてきたら、同じように右手のボールを内側を通して左手に向けて投げ上げる。落ちてくるボールはそのまま右手でキャッチする
5. 同じように落ちてくるボールの内側を通してボールを投げ上げ、交互に繰り返す

連続キャッチは、上記の手順に沿ってボールをキャッチすることができた回数がカウントされる。

2.1.3 手続き

実験開始に先立ち、参加者にはカスケードの投げ方を解説した「解説シート」が与えられた。実験では練習（30分）、インタビュー（約5分）、そして休憩（約10分）を1セッションとして約8時間繰り返された。練習では常に、赤外線カメラから三次元モーションキャプチャ（光学式リアルタイム3次元動作解析装置 SMART-D）を用いてカスケード実行時の身体動作を計測した。また、ボールを落とす、あるいは規定の枠内から足が出て、カスケードに失敗する度に「カスケードを続けるうえで重要な点」に関する言語報告を求め、これを1試

行とした。さらに、インタビューでは練習を通して感じる「カスケードを続けるうえで重要な点」、「それを上手く実行できたのか」、及び「次の練習では何を重要視して練習するのか」の3点について言語報告を求めた。ここでは実験者による一定の介入が行われ、より詳細な回答が求められた。実験環境を図1に示す。



図1 実験環境

3. 結果

3.1 パフォーマンス推移

表1に全参加者の練習時に行ったカスケードの試行数とパフォーマンスの最高記録を示す。本論文では、実験開始から最もパフォーマンスの向上が良好であった参加者 No.5 を対象に分析を進める。

表1 試行数と最高連続キャッチ数

参加者 No.	試行数	最高連続キャッチ数
No.1	284	251
No.2	911	18
No.3	993	30
No.4	970	40
No.5	465	157
No.6	1081	-
No.7	1054	48

※No.6は、2.2.2節の手続きでカスケードを行っていなかったため記録なし

参加者 No.5 のパフォーマンス推移を図2に示す。横軸は練習を通して行われた試行数、縦軸は各試行における連続キャッチ数を表している。また、赤のライン線はセッション毎の区切れを表しており、インタビュー及び休憩を挟み、練習が9セッション実施された (S1~S9)。黒のライン線はセッション毎の連続キャッチ数の平均値を表す。

図2より、パフォーマンスは全体を通して不安定でありながらも緩やかに向上しているが、飛躍的

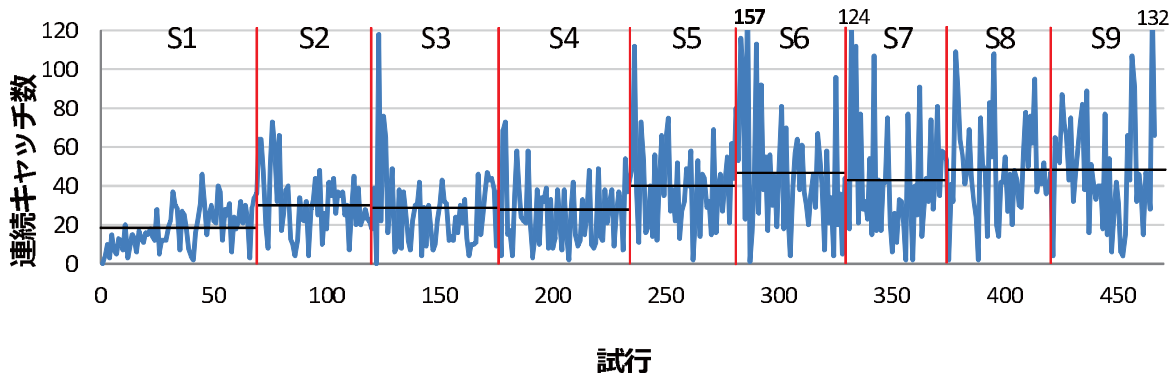


図2 パフォーマンス推移

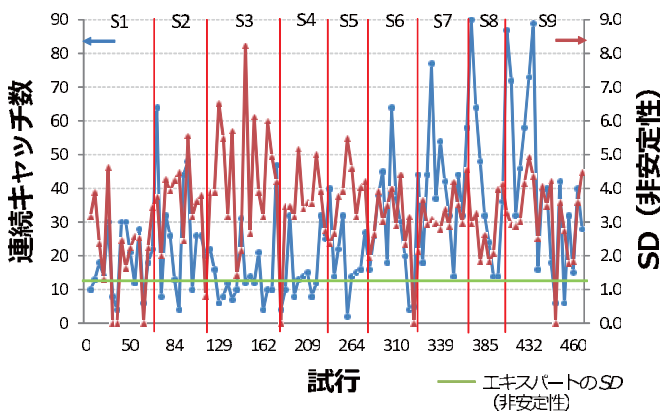


図3 連続キャッチ数とSD (振幅) の推移

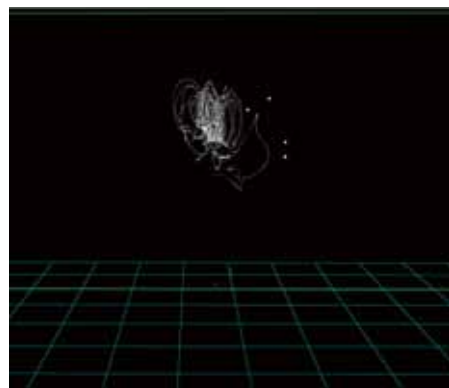


図5 右手首の運動軌跡 (435試行目)

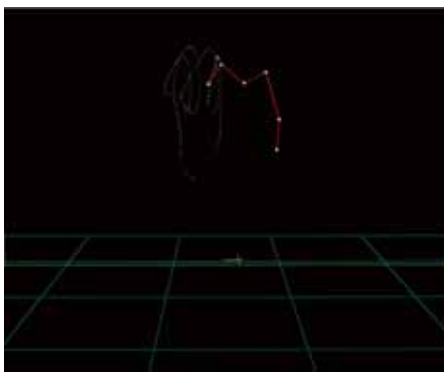


図4 右手首の運動軌跡 (39試行目)

上達や終盤での高いパフォーマンスの安定といった特徴的变化は確認されなかった。

3.2 身体知の推移

身体知の変化として、試行毎の時間に対する右手首の垂直移動を検討する。ある試行においてボールを投げ上げてから再度投げ上げるまでの区間を1周期とし、1周期における移動の最大値と最

小値の差分を振幅と定義した。そして、1周期の振幅の標準偏差 (SD) を身体動作の安定性の指標として試行毎に比較した。なお、本分析では以下の基準を満たした No.5 の112試行を対象とした。

- カスケード開始時から終了時までほぼ切れ目なく信号処理されている試行
- (標準偏差を分析するため) 連続キャッチが1周期で終了していない試行
- ビデオ映像, 信号処理の両者でカスケード終了時が判断しやすい, 右手の投げ上げで連続キャッチが終了している試行

パフォーマンス推移に対する身体動作の安定性の推移を図3に示す。横軸は試行数, 縦軸はそれぞれ連続キャッチ数と振幅のSD値である。赤のライン線はセッション毎の区切れを表しており, 緑のライン線はエキスパートのSD値である (連続キャッチ数195回)。また, 序盤 (39試行目) と終盤 (435試行目) の右手首の運動軌跡を図4, 図5にそれぞれ示す。

図3より, 全体を通してパフォーマンスと振幅の安定性ともに緩やかに増加することが観察された。この変化は, 右手首の運動軌跡からも確認で

きる。図4が示す序盤では、軌跡にまとまりがなく、すぐに連続キャッチが終了しているのに対して、図5が示す終盤には、軌跡にまとまりが認められた。しかし、その一方で、両者とも一時的に低下する期間 (S3~S5) が存在することが観察される。すなわち、身体動作を安定させる身体知を獲得する過程で一旦、身体動作が不安定になりパフォーマンスが低下するフェーズが存在する可能性を示唆している。

3.3 宣言的知識の推移

次に、身体動作が不安定になりパフォーマンスが低下するフェーズを抜け出したと考えられるS6に着目し、その周辺でのインタビューに対する回答の分析を行った。フェーズを抜け出す直前であるS5以降、カスケードを続けるうえで重要な点として、以下に示すようなリズムといった周期性に関する報告が増加する傾向が確認された。

- “常に、一定、ちゃんと決まったところに投げられて…一定のリズムとか、一定の大きさ、投げる大きさというのがちゃんと続く感じ” (S6)
- “コンパクトに投げるにせよ、大きく投げるにせよ一定のリズムで意識して投げるのが大事だと思いました” (S8)

3.4 考察

本研究では、カスケードのスキル獲得過程におけるパフォーマンス推移、そして、パフォーマンスの特徴的变化に対する身体知と宣言的知識の変化を詳細に解明するための予備的検討を行った。実験の結果、パフォーマンスや身体知を表す右手首の垂直移動の安定性は、全体を通して緩やかに向上するが、その過程で両者が一時低下する期間が存在する可能性が示唆された。そして、宣言的知識では、その低下期間を脱出する直前からカスケードを続けるうえで重要な点として周期性に関する報告が増加する傾向が観察された。

本実験の結果から、パフォーマンスの飛躍的上達やセッション終盤での高いパフォーマンスの安定は確認されなかった。理由としては、主に次の2つが考えられる。1点目は集中的な練習による疲れの影響であり、2点目はスキル獲得に向けた練習時間の不足である。

1点目については、図2において赤のライン線の直後、つまり休憩によって疲れが解消されたと考えられる試行で急激な高いパフォーマンスが何度

か確認されたことから裏付けられる。本実験では連続的に、かつより正確にパフォーマンス、身体知、及び宣言的知識の変化を追跡するために集中的な練習を参加者に求めた。しかし、疲れによるパフォーマンスへの影響が明らかになったことから、今後は1日あたりの練習時間を調整したうえで、複数日に練習を分散させて実験を行う必要があると考えられる。

2点目に関しては、本実験では参加者へのインタビューや休憩を除いた実質の練習時間は5時間程度であった。参加者 No.5 のパフォーマンス推移からも、セッション終盤において高いパフォーマンスが得られる一方で、その高いパフォーマンスが維持されるまでには至らなかった。また、他の参加者についても同様であり、これらの結果から安定したパフォーマンスを維持するスキルを獲得するまでには、さらに多くの時間を掛けて練習を行う必要があると考えられる。

また、身体知についても、本分析では右手首の垂直移動のみを対象に、身体動作の安定性に着目して分析を行った。しかし、カスケードは本来、複数の身体部位の協調によって構成されるため、身体知の評価については、身体全体の安定性や協調性を示す指標によって検討する必要があると考えられる。

そして、宣言的知識においては、カスケードを失敗する度にカスケードを続けるうえで重要な点に関する言語報告を求め、オンタイムで記録しようと試みた。しかし、参加者にとって常に言語報告することはかなりの負担であり、実験後アンケートでは「カスケード失敗直後の聞き取りは面倒くさかった」という項目に対して、平均4 (5段階評定) で「あてはまる」と回答した。そこで、上達したと思った時のみ言語報告してもらい、あるいは練習中にカスケードに関して気づいたことがあれば自由に発話してもらい等、できる限り、練習に集中できる環境を構築する必要があると考えられる。

4. まとめと展望

本研究では、ノービスによるスキル獲得過程においてパフォーマンスに特徴的变化が起こった際の身体知や宣言的知識の変化を詳細に明らかにするために、その予備的検討も含めて実験を行った。実験では、安定した身体動作を獲得する過程で一時、身体動作が不安定になりパフォーマンスが低下するフェーズが存在する可能性が示唆された。そして、そのフェーズを抜け出す直前に宣言的知識では、周期性に関する報告の頻度が増加する傾向が確認された。

今後は、予備的検討で得られた知見と問題点を踏まえて、以下の2つの側面からノービスを対象にした実験を行う予定である。

1. 安定した高いパフォーマンスを維持するための身体知や宣言的知識の特徴
2. 安定した高いパフォーマンスを発揮するまでのスキル獲得過程に関する微視的分析

前者は横断的実験により検討する。具体的には20名程度のノービスを対象に1週間程度掛けて、1日約1時間の集中的な練習を行わせ、練習の最後に身体動作の計測とインタビューを実施する。そして、最終的に示されるパフォーマンスの高低によって群分けし、群間での身体知及び宣言的知識の差異を明らかにする。これにより、安定した高いパフォーマンスを支える身体知や宣言的知識の特徴を明らかにする。

一方、後者は縦断的実験により検討する。具体的にはケーススタディとして、2名程度のノービスを対象に1か月程度の長期的な実験を行う。本実験と同様、必要なスキルを有していない状態から、安定して高いパフォーマンスを発揮するまでの過程を連続的に記録する。そして、前者の横断的実験により明らかにされるパフォーマンス高低群が示す身体知や宣言的知識の特徴を指標として、安定した高いパフォーマンスを発揮する周辺における両者の時系列的变化を詳細に明らかにする。

[5]は、スキルサイエンス研究において、複数の参加者データから得られる一般的性質を備えた知見と、微視的に分析された単一の参加者データから得られる知見を組み合わせることが重要であると主張している。本研究では今後、横断的実験を通して身体知や宣言的知識に関する一般的な知見を明らかにする一方で、縦断的実験による微視的分析から、それらをより詳細に解明する予定である。

参考文献

- [1] 諏訪正樹 (2005) “身体知獲得ツールとしてのメタ認知的言語化”, 『人工知能学会誌』, Vol. 20, No. 5, pp. 525-532.
- [2] Beek, P.J., and Santvoord, A. A. M. (1992) “Learnig the Cascade Juggle: A Dynamical Systems Analysis”, *Journal of Motor Behavior*, Vol. 24, No. 1, pp. 85-94.
- [3] Hashizume, K., and Matsumoto, T. (2004) “Temporal and spatial factors reflecting performance improvement during learnig three-ball cascade juggling”, *Human Movement Science*, Vol. 23, No. 2, pp. 207-233.
- [4] 木村泉 (1998) “練習の巾乗法則の折り紙実験による再検討”, 日本認知科学会第15回大会, G-2.
- [5] 鈴木宏昭・大西仁・竹葉千恵 (2008) “スキル学習におけるスランプ発生に対する事例分析的アプローチ”, 『人工知能学会論文誌』, Vol.23, No. 3, pp.86-94.
- [6] 生田久美子・北村勝朗 (編) (2011). 『わざ言語感覚の共有を通しての「学びへ」』. 東京:慶應義塾大学出版会.

- [7] 中嶋潤一郎 (2007) .ボールジャグリング入門 第二版. 東京:株式会社ナランハ.

日本語文処理の負荷に関する計算言語学的研究

A study on the cognitive load of Japanese sentence processing using computational linguistics

林 正頼, 高村 大也[†], 浅原 正幸[‡], 奥村 学[†]
Masanori Hayashi, Hiroya Takamura, Masayuki Asahara, Manabu Okumura

東京工業大学大学院, [†]精密工学研究所, [‡]国立国語研究所
Tokyo Institute of Technology, Precision and Intelligence Laboratory, National Institute for Japanese Language and Linguistics
hayashi@lr.pi.titech.ac.jp

Abstract

This paper presents a data-driven parser-based cognitive load estimation model of human Japanese sentence processing. In previous research, factors affecting cognitive load have been studied using psychological experiments. Although corpus-based data-driven parsers have been developed in the field of computational linguistics, these are rarely used for modelling human sentence processing. Hale (2001) proposed an Earley parser-based method for English sentence processing. However, there has been no comprehensive study of Japanese sentence processing. We investigated the correlation of the measure in an LR data-driven parser and the results of psychological experiments. We found that the proposed approach can serve as an alternative for modelling Japanese sentence processing.

Keywords — Natural Language Processing, Sentence Processing, Cognitive Science

1. はじめに

人間は文章を読む時, さまざまな処理過程を経て文章を理解する. 本稿では, 特に文構造の構築(構文解析)の処理に着目し, それによって生じる処理負荷についての検討を行う. これまで, 心理学の分野では, 文章の読み時間と処理負荷に相関関係があるとし, 読み時間の変化から, 人間の文処理メカニズムを明らかにすることを目的に研究が行われてきた. 本稿では, 計算言語学のアプローチから人間に生じる処理負荷に着目し, 人間の文処理メカニズム解明のためのアプローチを提案する. そして, 計算機で予測された処理負荷が有効であるかの被験者実験を行う.

これらの有効性が検証されることによって, 日本語文処理中の処理負荷を数値的に表現することができるようになり, この指標は人間の文処理メカニズムに関する研究における新たな手段となる可能性がある. 工学的な応用として, 人間が文章

を読む時の読みやすさの指標となることが考えられる.

本稿では, 英語文で生じる処理負荷を数値的に表す先行研究の指標を, 日本語文に適用することで, 日本語文で生じる処理負荷の予測を行った. また, 人間が日本語文を読む時, 格助詞の種類によって, 出現する動詞の選択を潜在的に行なっているという仮説から被験者実験を行い, 実験結果から仮説が妥当であることを示した.

2. 関連研究

これまで, 計算言語学における文処理の処理負荷に関する研究は, コーパス内の語彙の使用頻度に関する研究程度であった[1]. しかし, Hale[2]は, 人間の文処理メカニズムに近い特徴を持つ構文解析器である Earley parser[3]を用い, その構文解析結果の生成確率から処理負荷を数値的に表す指標として, Surprisal Scoreを提案した. この指標は, 文の処理中に予期しない単語が出現した場合に負荷が増大するという仮定に基づく:

$$S_n = \log_2 \left(\frac{\alpha_{n-1}}{\alpha_n} \right). \quad (1)$$

ここで, α_n は n 番目の単語までの単語列に対する構文解析結果の確率値の総和であり,

$$\alpha_n = \sum_{d \in D_n} \text{Prob}(d) \quad (2)$$

と表される. なお, D_n は n 番目の単語までで考えられる構文木の集合となる.

Haleは, この指標によって, 単語ごとに生じる読み時間の予測をすることができたと報告している.

3. 構文解析器

3.1 人間の文処理メカニズム

人間の文処理メカニズムを計算機上で再現するためには, 先行研究と同様に, 人間の文処理メカ

ニズムに近い構文解析器を用意することが必要である。人間の文処理は、漸次処理と並列処理の2つの説があるが、本稿では前者の立場を取った上で、次の特徴に着目する。

- 文を前から漸次的に読み進める
- 文構造の候補を1つに限定せず解析を行う

一般に構文解析器は、解析精度や解析速度を重視するが、本稿では、解析精度、解析速度は重視せず、上記の特徴を有するMSLRパーザを利用した[4]。なお、先行研究で用いたEarley parserも上記の特徴を有す。

3.2 MSLRパーザ

MSLRパーザは、主に日本語を対象にした構文解析器である。MSLRパーザを用いた構文解析の流れを図1に示す。MSLRパーザの解析アルゴリズムは一般化LR法[5]に基づいている。このため、まず最初にLR表作成器を用いて、文法規則、構文木付きのコーパスからLR表を作成する。そして、作成されたLR表を参照することで入力文の構文解析を行う。LR表とは、構文解析時に参照する状態遷移表であり、行は状態番号、列は終端記号または非終端記号、行列内の要素は実際の動作が示されている。



図1 MSLRパーザを用いた構文解析の流れ

本稿では、一般化LR法の枠組みに基づいて構文木の生成確率を与える確率モデルであるPGLRモデル[4]を使用することで、最終的に得られた構文木の途中状態の生成確率から、処理負荷を表現する。

PGLRモデルにおける構文木の生成確率は、構文木を作り出す際に実行されるLR表上の動作（shift操作、もしくはreduce操作）の実行確率の積として推定される。本来、解析が終了した時の生成確率が最も高い構文木を選択することで、構文的曖昧性解消を行うが、本稿では解析が終了した全ての構文木の生成確率を利用する。

PGLRモデルの学習は、訓練データの構文木に対して、その際に使用されたLR表のshift操作と

reduce操作の使用回数を数え上げる。そして、それらを正規化してshift操作とreduce操作が実行される確率を推定する。学習されたPGLRモデルを用いて生成される解析木の生成確率は、生成時に使用した各アクションに振られた確率値の積によって与えられる。

なお、PGLRモデルによって与えられる構文木の生成確率は、品詞を葉としている。すなわち、単語の導出確率や単語の共起情報などの語彙的な統計情報は考慮されておらず、統語的な情報のみの生成確率が出力される。

4. 処理負荷の数値的な指標

4.1 日本語文への適用

先行研究のSurprisal Scoreを日本語文へ適用するために、いくつか変更を行った。まず、今回は文節単位で処理負荷を表現した。英語は空白によって単語が分割されている言語であるが、日本語はわかち書きがされていない。日本語文の処理は英語文と違い、文節単位に分割する必要があるが、人間はほとんど機械的に行うことができる。そこで、文節に分割するコストを無視し、本稿では人間は、文節に分割された状態で解析を行っているとした。

また、先行研究でのEarley parserは最終的に1つだけの構文木が受理される一方、MSLRパーザは複数の構文木が受理される。本稿では、最終的に受理された構文木の途中状態からスコアを計算することにした。本来、途中状態で棄却された解析候補を全て利用すべきであるが、PGLRモデルの確率はスムージングを行なっているため、最終的に受理された構文木の確率のみでも処理負荷が数値的に表現できるとした。

MSLRパーザを動作させるためには、訓練コーパス、文法規則を用意する必要がある。訓練コーパスに、毎日新聞1995年1月1日から1月17日までの全記事と、1月から12月までの社説記事計20790文からなるRWCコーパスを用いた。RWCコーパスは新聞記事中の文を形態素に区切り、品詞を割り当てたものであり、品詞体系は形態素解析器のChaSen[6]を採用している。

本稿ではChaSenで形態素解析した結果を入力として、MSLRパーザで解析を行った。また、文節区切りはCaboCha[7]の解析結果を利用した。文法規則は、訓練コーパスに付与された品詞から人手で作成したものを用い、合計で3184となった。なお、文中に名詞が出現した場合、ChaSenで一般名詞と分類される名詞のみを用いることで、名詞の生成確率は全て同じとなるようにした。さらに、本稿

表1.動詞により文構造の異なる文

文	1	2	3	4	5
A	友人が	ご飯を	食べる	同僚に	怒った。
B	友人が	ご飯を	走る	犬に	与えた。

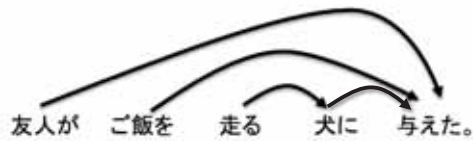
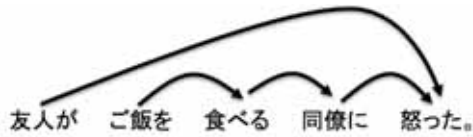


図2.表1の文の係り受け関係

では、日本語文中のどの文節で処理負荷が大きくなっているかを検討するため、各スコアをSurprisal Scoreで計算した後に、1文節目のスコアで各スコアを割ることで正規化を行った。

4.2 処理負荷の数値的な表現

日本語文中の処理負荷が正しく表されているかを検証するために、本稿では、ガーデンパス文と、ガーデンパス文と同じ品詞列であるが、文構造が異なる文(以下ターゲット文とする)を用意した。解析に用いた文を表1に示す。また、各文の係り受け関係は図2となる。

文Aはガーデンパス文であり、4文節目でガーデンパス効果が生じ、処理負荷が高くなるとされる。一方、文Bでは、4文節目ではガーデンパス効果は生じないと考えられる。この2文のSurprisal Scoreの計算を行った。

図3が示す通り、共に4文節目で処理負荷が増大する結果になった。これは、ガーデンパス文である文Aでは、ガーデンパス効果によって4文節目の処理負荷が増大すると説明できる。しかし、ガーデンパス効果は文中にある動詞句が主節の名詞句の述部であると考えて読み進めることによって起こる現象であり、文Bは「友人がご飯を走る」と読み進めた時点で、「友人が」の述部が「走る」ではないと気づく可能性が高い。このことから図3の結果は正しいとはいいがたく、日本語文において、先行研究の指標をそのまま踏襲するだけでは、処理負荷を適切に表現することが出来ないことが示

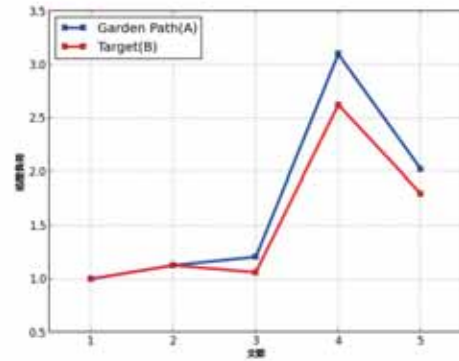


図3.予測した処理負荷

唆された。そこで、3文節目までに、文Aと文Bに何らかの違いがあると考えられ、そのことが原因で文Aと文Bで処理負荷が変化すると推測出来る。文Aと文Bの1文節目、2文節目は共に「友人がご飯を」であることから、本稿では、3文節目である動詞の種類に着目した。

表1の文Bで、「友人が」の述部が「走る」でないと気づく要因として、人間がヲ格の格助詞を含む文節を読んだ時、次に読み進める動詞の種類を潜在的に選択していると仮定する。つまり、「友人がご飯を」と人間が読み進めた時点で、述部はヲ格をとる動詞を予測するが、ヲ格が必須格でない動詞「走る」が入力されることによって、これまで予測していた文構造が棄却され、文構造の再構築を迫られる可能性が高いと考えられる。

本稿では、格助詞の後に続く動詞の分類を行い、動詞の違いによって処理負荷の生じる位置がどのように変化するか検討を行う。格助詞は日本語特有の文法であり、先行研究の対象言語の英語では格助詞は存在しないことから、日本語文の処理においては格助詞の影響を考慮すべきと考える。

先に示した図3の結果は、動詞の「食べる」と「走る」が格を考慮していないことから、ガーデンパス効果に同等の処理負荷が予測されていると考えられる。これはMSLRパーザ内の訓練コーパス、文法規則において動詞が活用のみによって分類されていることに起因している。よって、2つの文の処理負荷の差を観察したい場合、修飾される格の種類による動詞の分類を行う必要があることから、MSLRパーザの訓練コーパス中にある動詞をルールベースで分類した。

5. 格助詞を考慮した処理負荷の予測

5.1 格助詞に基づく動詞の分類

本稿ではMSLRパーザの訓練コーパスの動詞を以下の4つに分類した。

1. 格助詞をとらない動詞
2. ヲ格をとる動詞
3. ニ格をとる動詞
4. ヲ格とニ格をとる動詞

訓練コーパス内の動詞の分類の例を図4に示す。「太郎がご飯を食べ、その後走った。」という文が訓練コーパス内に存在していた場合、動詞の前に出現する格助詞を見て1文ごとに動詞の分類をした。なお、1文中に動詞が複数あった場合は、文頭から最初の動詞以降は、動詞の出現した直後から新たな動詞が出現する間の文を見て分類した。図4の通り、「食べ」は文頭から「食べ」の間にヲ格が含まれることからヲ格が出現する動詞に分類し、「走った」は「食べ」という動詞から「走った」の間を見ることで、格助詞が存在しないことから格助詞をとらない動詞と分類し、終端記号である品詞を細分類した。

太郎がご飯を食べ、その後走った。
ヲ格が出現する動詞 格が出現しない動詞

図4. 動詞分類の例

なお、今回は自立語で単独で用いられる動詞のみに着目し、「押し続ける」、「作り上げる」といった複合動詞は考慮しなかった。また、訓練コーパスに対応する文法規則も追加することで、PGLRモデルによって与えられる確率もスパースになることが考えられるため、スムージングも行い確率を再学習させた。

5.2 実験結果

動詞の分類された訓練コーパス、文法規則を用いて、再度表1の文で処理負荷の計算を行った。

結果は図5となる。この結果から、3文節目の動詞の種類によって、人間に生じる負荷の増大する位置が異なることが、修飾されうる格の種類による動詞の分類を行うことによって示唆された。この処理負荷の位置が異なることが妥当であるか検証するために、被験者実験を行った。

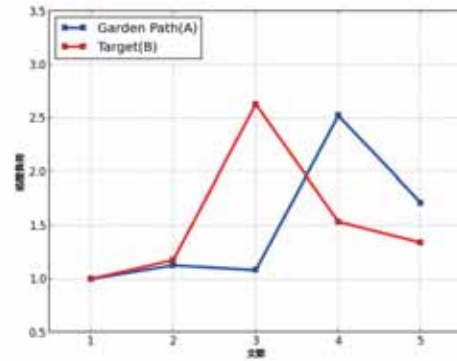


図5. 確率を再学習させた文Aと文Bの処理負荷

6. 被験者実験

6.1 実験方法

6.1.1 被験者

裸眼又は矯正による正常視力(0.7以上)を有し、かつ日本語を母語とする成人の日本人17名が報酬を受けて参加した。また、実験目的の詳細は説明せず、実験参加者は1回限りの実験を行った。

6.1.2 実験文

本稿では、ガーデンパス文(GP)、ターゲット文(TA)を各15文ずつ合計30文と、実験参加者に調査したい文であるかを把握させないために、フィラー文60文の合計90文を用意した。各文はすべて5文節で構成され、1文節目はガ格の名詞句、2文節目はヲ格の名詞句とし、2文節目が3文節目を修飾する文をガーデンパス文、修飾しない文をターゲット文とした。

ガーデンパス文、ターゲット文の1, 2, 4文節目はIPA辞書で一般名詞と分類される名詞を用い、本稿では有生名詞、無生名詞の区別は行わなかった[8]。

6.1.3 実験手続き

実験はノートパソコン上で、ソフトウェアはLinger Ver2.94で行った。文節ごとの読み時間を測定するために、自己ペース読文課題を課した。合計90文の実験文は順番がランダムになるように呈示し、各文を読み終えた後に、その文についての簡単な二択正誤判断課題も課した。また、実験が始まる前に、実験についての説明を画面上に表示し、口頭でも説明を行った。なお、本実験に入る前に、自己ペース読文課題、正誤判断課題に慣れさせるために、複数回練習を行わせた。

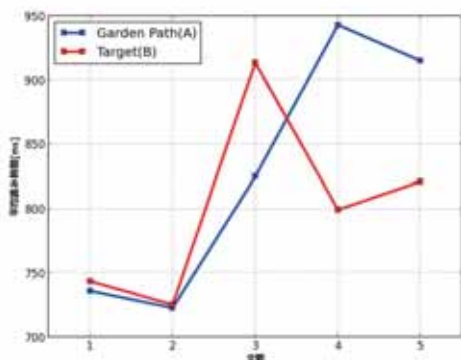


図 6. 被験者実験結果

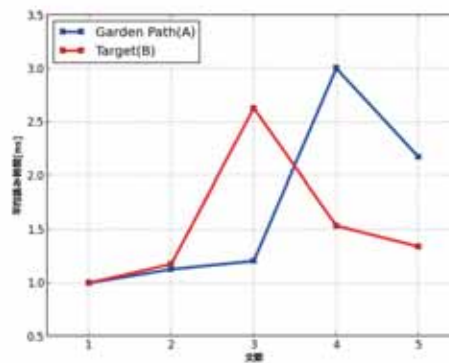


図 7. 計算機で予測したガーデンパス文とターゲット文の処理負荷の平均値

さらに、得られた読み時間データの前処理も行った。まず、読文課題の後に表示される Yes/No で答える正誤判断課題に間違っ て解答したサンプルは除外した。次に、1文節ごとの読み時間、正誤判断課題に要した時間が設定した閾値より長い場合、正誤判断課題が正しい場合でも除外した。なお、今回の閾値は5000[ms]に設定した。最後に、除外されず残ったサンプルのうち、各文ごとの読文課題、正誤判断課題の合計時間が最も長い、または短いサンプルは除外した。

6.1.4 実験結果

実験結果を図6に示す。ガーデンパス文とターゲット文それぞれについて、最終的に残ったデータの加算平均を行い、その上で被験者全体の加算平均を行った。図6から、1文節目と2文節目に関してはガーデンパス文の平均読み時間とターゲット文の平均読み時間でほとんど差がないことが確認された(GP文1文節目平均=736.2[ms], TA文1文節目平均=743.8[ms], GP文2文節目平均=723.1[ms], TA文2文節目平均=725.5[ms])。次に3文節目では、共に1, 2文節目に比べ増大しているが、ターゲット文の平均読み時間がより増大していることが確認された(GP文3文節目平均=825.04[ms], TA文3文節目平均=913.6[ms])。そして、4文節目では、ターゲット文の平均読み時間は3文節目より減少する一方、ガーデンパス文の平均読み時間はさらに増大した(GP文4文節目平均=943.2[ms], TA文4文節目平均=799.5[ms])。このことから、ガーデンパス文によるガーデンパス効果を確認することができた。

表 2 相関係数

	相関係数
ガーデンパス文	0.9179
ターゲット文	0.8629

6.2 実験で用いた日本語文の処理負荷の予測

被験者実験で使用したガーデンパス文とターゲット文の15文ずつについて計算機上で処理負荷を Surprisal Score で計算した。得られた15文ずつのスコアを文節ごとに平均した。図7はガーデンパス文とターゲット文の各文節で生じる処理負荷の平均値である。

図7で示す処理負荷が正しく予測できているかを検討するため、被験者実験によって得られた各文節の読み時間の平均である図6の結果と、図7の各文節の処理負荷の相関係数を算出した。

表2の結果から、まず、予測したガーデンパス文の文節ごとの処理負荷の平均値と、ガーデンパス文の平均読み時間の間強い正の相関が確認でき、同様に予測したターゲット文の文節ごとの処理負荷と、ターゲット文の平均読み時間の間も強い正の相関が確認できた。このことから、予測したターゲット文の文節ごとの処理負荷は正しく予測できていることが確認された。

また、ガーデンパス文とターゲット文の各15文ずつ、各文節の平均読み時間でt検定を行った。その結果、ガーデンパス文とターゲット文の、3文節目($p = 0.04483 < 0.05$), 4文節目での読み時間には有意差が認められ($p = 0.04229 < 0.05$), それ以外の文節では有意差が認められなかった。

6.3 考察

ターゲット文の処理負荷について次のことが考えられる。まず、人間がガーデンパス文を処理する時、動詞句の直後の名詞句まで読み進めた際に文構造の再構築が必要となる。本稿で用いたガーデンパス文では名詞句は表1の4文節目に該当し、読み時間が増大することが確認された。このことから、ガーデンパス文での3文節目では、文構造の再構築が生じていないと考えられ、処理負荷が増大するとは言いがたい。

また、ターゲット文の3文節目では、3文節目で構文の再構築が生じないと考えられるガーデンパス文に比べて、読み時間が増大することが確認された。t検定によって、3文節目において読み時間に有意差があるということは、ターゲット文では自動詞が出現することによって、ガーデンパス文には生じない処理負荷が存在し、結果的に読み時間に差が出たと考えられる。つまり、ターゲット文では3文節目で文構造の再構築が生じている可能性がある。一方、4文節目では、ガーデンパス文では処理負荷が増大することが確認され、ターゲット文では処理負荷は大きくならなかった。同様にt検定によって、4文節目において読み時間に有意差があるということは、ターゲット文ではガーデンパス文では生じる処理負荷が存在せず、4文節目でターゲット文は文構造の再構築が起きていない可能性がある。

これらの結果より、日本語文の処理をする際、格助詞の情報を使って次に出現する動詞の種類を潜在的に選択していることが示唆された。

7. おわりに

本稿では、人間が日本語文を読む時に感じる処理負荷に着目し、計算言語学的なアプローチから処理負荷に関する考察を行った。先行研究で提案された、英語文における処理負荷の指標では、日本語文における処理負荷を正しく表わせないことが確認された。この理由として、格助詞の影響があると仮定し、MSLRパーザで用いた訓練コーパス内の動詞を、動詞の前に出現する格助詞ごとにルールベースで分類した。

そして、改めて予測した処理負荷と、被験者実験によって得られた読み時間の結果から、予測した処理負荷が妥当であったと示され、さらに文構造の再構築が必要となる位置で処理負荷が増大することが示唆された。

このことから、適切な処理負荷の指標を用いることによって、計算機上での構文解析器が、人間に内在する解析器に近い挙動を再現出来ることを

示し、人間の文処理メカニズムの解明の足がかりとなる可能性を示した。

今後の課題としては、語彙の選好性など、意味論的な検討が挙げられる。本稿では、構文的な解析に着目し、格助詞によって後続する動詞を選好していると仮定した。このため、単語の導出確率や語彙の共起しやすさ等といった、意味論的な情報を極力排除している。しかし、本来はどちらも考慮すべきであることから、語彙的な情報を踏まえた文処理メカニズムの検討を今後の課題とする。

参考文献

- [1] Reali, F. and Christiansen, M. H., (2007) "Processing of relative clauses is made easier by frequency of occurrence" *Journal of Memory and Language*, Vol. 57, No. 1, pp. 1-23.
- [2] J. Hale, (2001) "A probabilistic Earley parser as a psycholinguistic model" *Proc. of the second conference of the North American chapter of the association for computational linguistics*, Vol. 2, pp. 159-166.
- [3] Jay Earley, (1983) "An Efficient Context-Free Parsing Algorithm (Reprint)" *Commun. ACM*, Vol. 26, No. 1, pp. 57-61.
- [4] 白井 清昭, 植木 正裕, 橋本 泰一, 徳永 健伸, 田中 穂積, (2000) "自然言語解析のためのMSLRパーザ・ツールキット" *自然言語処理 Journal of natural language processing*, Vol. 7, No. 5, pp. 93-112.
- [5] Masaru Tomita, (1985) "Efficient Parsing for Natural Language: A Fast Algorithm for Practical Systems" *Proceedings of the 9th international joint conference on Artificial intelligence*, Vol.2, pp756-764.
- [6] 松本 裕治, (2000) "形態素解析システム「茶筌」((特集)使いやすくなった自然言語処理のフリーソフト: 知っておきたいツールの中身)" *CoNLL 2002: Proceedings of the 6th Conference on Natural Language Learning 2002 (COLING 2002 Post-Conference Workshops)*, pp. 63-69.
- [7] 工藤 拓, 松本 裕治, (2002) "チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析" *情報処理学会論文誌*, Vol. 43, No. 6, pp. 1834-1842.
- [8] 坂本 勉, 吉長 美佳, (2006) "日本語における「格連続文」の処理について" *九州大学言語学論集*, Vol. 27, pp. 1-36.

日本語母語話者の英語発話にみられるフィラーの使用ストラテジー

Some strategies for using fillers in Japanese EFL learners' speech

横森 大輔^{1,2}, 遠藤 智子^{1,3}, 河村 まゆみ⁴, 鈴木 正紀⁵, 原田 康也⁶

Daisuke Yokomori, Tomoko Endo, Mayumi Kawamura, Masanori Suzuki, Yasunari Harada

¹ 日本学術振興会, ² 名古屋大学, ³ 京都大学, ⁴ 言語アノテータ, ⁵ Pearson Knowledge Technologies, ⁶ 早稲田大学
Japan Society for the Promotion of Science, Nagoya University, Kyoto University, Language annotator,
Pearson Knowledge Technologies, Waseda University

yokomori.d@gmail.com

Abstract

This study investigates how learners of English use fillers during their response to questions. Spoken responses from 8 Japanese EFL freshman students were collected in both face-to-face and computer-mediated contexts. Qualitative analyses revealed that fillers in L2 speech are employed by learners in highly systematic ways reflecting learners' discourse strategies.

Keywords — Fillers, EFL learners, Spoken corpus

1. はじめに

1.1. 背景：フィラーと L2 発話

人がオンラインで発話を産出する際、しかるべき語句が円滑に産出されず、言い淀んでしまうことがしばしばある (Levelt, 1989)。そのような場合における発話産出ストラテジーの一つは、一般にフィラーと呼ばれる、それ自体は発話の内容に全くあるいはほとんど貢献しない語句を差し挟んで、発話産出の遅れによって生じた隙間を埋めることである。

例えば日本語では「あのー」や「えーっと」といったフィラーが、英語においては“uh”や“um”といったフィラーが、高い頻度で用いられている。このようなフィラーの使用については、これまで心理言語学やコーパス言語学の分野を中心に、英語 (Maclay & Osgood, 1959; Biber et al., 1999; Clark & Fox-Tree, 2002) や日本語 (山根, 2003; 中島, 2009; Watanabe, 2009) といった各言語に関して知見が蓄積されてきている。

その一方で、第2言語習得 (SLA) の研究領域では、非母語話者によるスピーキングの特徴の一

つとしてフィラーの用いられ方への注目が集められている (Griffiths, 1991; Kormos, 1999; Watanabe & Rose, 2012)。一般に、外国語スピーキングの学習・教育はできるだけ言い淀まずに話せるようになることを目標としており、フィラーなどの「非流暢性現象」は、学習者の習熟度の低さと結び付けられて理解されることが多い (Lennon, 1990; Foster, 2012)。これは、学習対象の言語における語彙や構文の知識が劣っていることによって、オンラインでの発話産出に伴う認知的負荷が極めて高くなり、その結果として発話が途切れ途切れになりやすいという捉え方によるものである。

それに対して、フィラーと習熟度の関係性に疑問を投げかけたり、むしろフィラーの使用が習熟度の高さを示すものとして位置づけるような議論も存在する。例えば Kang (2010) は、非母語話者の英語発話における様々な音声の特徴が「内容のわかりやすさ (comprehensibility)」および「発音の悪さ (accentedness)」の印象評定に与える影響を調査する中で、「フィラーの回数」はどちらにも有意な影響を与えておらず、「フィラーの平均長」は「わかりやすさ」にわずかな影響がみられるのみであることを報告している。また、Temple (1992) は、フランス語の母語話者と学習者の発話を比較し、母語話者の方が「言葉に詰まった際に、ただ沈黙するのでは無くフィラーで隙間を埋める」行動をよく取る傾向がある（すなわち、学習者はフィラーを使わずにただ沈黙してしまう傾向がある）と論じている。さらに、Rieger (2003) は、英

語を母語とするドイツ語学習者 10 名の発話を分析し、習熟度の高い学習者ほどフィラーを頻繁に使用することを示している¹。

1.2. 問題：フィラーのバリエーション

上述の通り、従来の L2 発話の研究では、「学習者の習熟度など」と「フィラーの量（頻度あるいは長さ）」の相関を明らかにしようとする試みが盛んに行われている。しかし、英語や日本語の L1 発話におけるフィラーの研究で論じられているように、一口にフィラーといってもその中には様々な形態的特徴をもったものが含まれている。例えば Brown (1977:107) は、フィラーについて、「語や句の形をしたものもあれば、*er* のように単なるノイズのようなものもある」と述べている。定延・田窪 (1995) は、一見すると同じく言い淀みの表現として扱われる日本語の「あの一」と「えーっ」とに関して、その使用条件の相違を鮮やかに定式化している。

このように、フィラーには多様なバリエーションが認められるにも関わらず、従来の L2 フィラーの研究では学習者が使用するフィラーを画一的に取り扱ってしまう傾向にある。そのため、どのような場合にどのようなフィラーが用いられるかという経験的な議論が十分に行われていない。

本研究では、日本語母語話者が英語の発話を産出する際にどのようにフィラーを使用しているかを調査し、その結果から示唆される学習者のストラテジーについて論じる。具体的には、どのようなフィラーアイテムが高頻度で用いられており、特に発話の中のどのような位置でどのようなフィラーが用いられやすいか、英語学習者の発話を収集したデータの分析を通じて検討する。

2. データと方法

2.1. データの概要

本研究では、日本国内の大学の 1 年生で、同じ必修英語授業を受講している 8 人の英語発話デー

タを対象に分析を行った。この 8 人のそれぞれに関して、データ収録の環境に一定の多様性をもたせるため、2 つの異なる状況における英語発話が収録された。

1 つは、「応答練習」と呼ばれる英語授業内のグループワークにおいて、読み上げられた質問に対してその場で応答した発話である。もう 1 つは、電話を利用したスピーキングテストである Versant English Test (Pearson, 2007) の中の“Open Questions”セクションにおいて、テストシステムから読み上げられた質問に対してその場で応答した発話である。いずれの状況においても、発話者の個人的な経験や意見を一定の長さの英文で応答することが求められている。また、いずれの状況についても、同じ時期（2008 年 1 月中旬）に収録が行われた²。

サンプルとして選んだ 8 人は、できるだけ習熟度に偏りの無いように選ばれた。習熟度としては、ヨーロッパ共通参照枠 (CEFR) で A1 から B1 に分布している。

2.2. 書き起こしとコーディング

得られたデータは、言語分析ソフト ELAN (<http://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>) を利用して詳細な書き起こしが行われた。ELAN を利用することで、ポーズ区間や発話区間の長さを 1000 分の 1 秒単位の精度で計測することが可能になっている。

「応答練習」データに関しては、8 人の話者につき 2 つの応答（1 応答の時間は約 45 秒間）が分析され、その中から 151 のフィラーが得られた。

「Versant」データに関しては、8 人の話者につき 3 つの応答（1 応答の時間は 20 秒間）が分析され、その中から 68 のフィラーが得られた。

これらの合計 217 事例のフィラーについて、その形態的特徴および生起位置の特徴についてコーディングが行われた。

まず、形態的特徴として、(a) 母音型（例：英

¹ Rose (2008) は、フィラーの使用に積極的な意義を、英語学習者に対してフィラーを指導することの意義を説いている。

² なお、これらは本研究の第五著者（原田）を中心として展開している、大規模な学習者発話コーパスプロジェクト (Harada et al., 2008) の一部を構成するものである。

語の *uh* や *um*、日本語の「あー」や「うーん」など)、(b) 英語語句型 (例: "I mean" など)、(c) 日本語語句型 (例: 「あのー」 など)、(d) その他に分類された。このうち母音型については、(i) 継続時間 (秒) と (ii) フィラー末尾における鼻音 (/n/ ないし /m/) の有無がコードされた。また、発話の流れの中でのフィラーの生起様態として (iii) 独立型か前接型かがコードされた。独立型とは、フィラーが前後をポーズで囲まれており、前後の発話から相対的に独立しているもの (例: 「I enjoyed ... あー... this class...」) である。前接型とは、フィラーの直後にポーズを挟まずに発話が行われているもの (例: 「I enjoyed ... あーthis class...」) である。

次に、各フィラーに対して、その生起位置の特徴として「リペア前」「文／節の境界」「文／節の内部」という3つの値を付与した。それぞれの例を以下に記す。

- ・「リペア前」の例:

“I can't ... *uh* ... I didn't read one hundred pages”

- ・「文／節の境界」の例:

“... *uh* ... I read one hundred pages”

- ・「文／節の内部」の例:

“I read ... *uh* ... one hundred pages”

「リペア前」とは、自分が言った語句の言い換えなど、リペア (Schegloff et al., 1977) の直前の位置である。「文／節の境界」には、応答を構成する文と文の間や、接続詞と後続する節の境界などが含まれている。そして、「文／節の内部」には、他動詞と目的語の間や前置詞と名詞句の間などが含まれる。

3. 結果と考察

3.1. フィラータイプごとの頻度

フィラーの形態的特徴に関しては、219 のうち 190 と、母音型が圧倒的多数を占めていた。

これに対して、英語語句型は、僅か 3 例 (“I mean”, “oh”, “yeah”) が観察されたのみであった。これは、英語母語話者による英語発話におけるフ

ィラーに関して、母音型フィラー (*uh*, *um*) と同程度 “I mean” “you know” “well” などの語句型フィラーが用いられている (Biber et al. 1999) という分布と大いに異なるものである。

表 1 フィラータイプごとの頻度

母音型	190 (86.8%)
英語語句型	3 (1.3%)
日本語語句型	23 (10.5%)
その他	3 (1.3%)
合計	219

表 2 L1 英語におけるフィラーの分布

(Biber et al., 1999: 1096)

	米語会話	英語会話
<i>well</i>	ca. 6000	ca. 5500
<i>you know</i>	ca. 4500	ca. 2000
<i>I mean</i>	ca. 2000	ca. 1500
<i>uh/er</i>	ca. 6500	ca. 4000
<i>um/erm</i>	ca. 3000	ca. 3000

(100 万語あたりの生起)

また、日本語語句型は、23 例が観察されたが、そのうちの約半数である 12 例が「なんだろう」およびそのバリエーション (「なんだっけ」等) であった。

表 3 日本語語句型フィラーの内訳

「なんだろう」とそのバリエーション	12
「うん」とそのバリエーション	4
「わかんない」	2
えっと	2
指示詞型フィラー (「あの」)	1
その他 (語句の断片)	2

これは、日本語母語話者による日本語発話におけるフィラーに関して、指示詞由来のフィラー (「あのー」「そのー」) や、その他の語彙的フィラー (「えっと」「なんか」「まあ」) の頻度が高いという分布

と大いに異なるものである。

表4 L1日本語におけるフィラーの分布

(中島, 2009: 7)

フィラータイプ	生起数 (6000 発話中)
指示詞型	617 (37.9%)
母音型	330 (20.2%)
「で」型	151 (9.3%)
「まあ」	122 (7.5%)
「なんか」	116 (7.2%)
「えっと」	83 (5.0%)
「うん」型	44 (2.6%)

以上の事実から、学習者にとって “I mean” のような英語語句型フィラーが利用可能ではないこと、それと同時にできる限り日本語の使用を差し控えようとする規範意識が存在することが示唆される。

3.2. 母音型フィラーの分布パターン

学習者が用いるフィラーについて、その形態的特徴と生起位置にどのような相関関係が見出せるだろうか。ここでは、特に頻度の高い母音型フィラーの内訳として、形式と位置の相関について検討し、学習者のストラテジーについて考察する。

まず、母音型フィラーのうち、「リペア前」の継続時間の平均値は、それ以外の場合よりも約半分の長さであった。

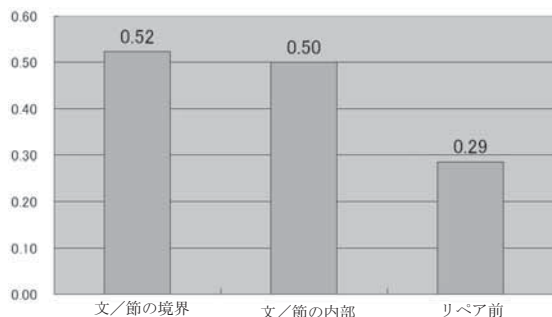


図1 生起位置ごとのフィラー継続時間

これは、「リペア前」のように急いで語句を訂正しなければならない時と、「文/節の境界」や「文/

節の内部」のように発話内容を考えるのに時間をかけなければならない時で、求められているタスクに応じて学習者がフィラーの長さを調整していることが示唆される。

また、母音型フィラーの末尾が鼻音で終わるかどうかという点については、「文/節の境界」においては鼻音で終わる場合が多かったのに対し、「文/節の内部」および「リペア前」においては鼻音で終わる場合が少なかった。

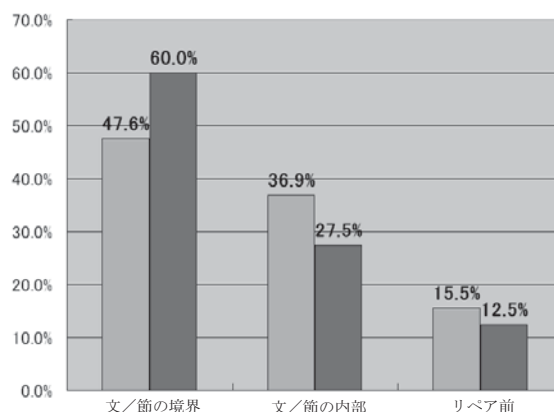


図2 生起位置ごとの末尾での鼻音の有無

(いずれも左側が鼻音なし、右側が鼻音あり)

これは、より大きな切れ目においては、鼻音で終わるフィラー (例: 「うーん」) によって、その隙間を埋めようとする傾向があることを示唆している。

そして、直後の発話との関係性の観点から、独立型フィラーと前接型フィラーを比較すると、前者の方が後者よりも継続時間が長いことが示された。

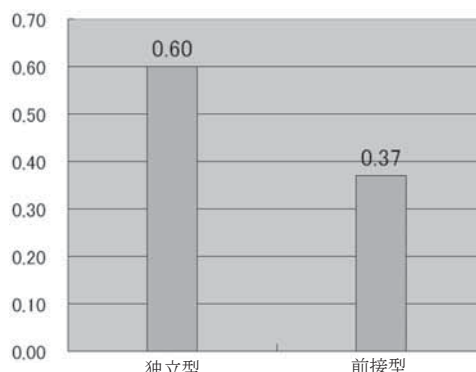


図3 独立型/前接型の継続時間

さらに、独立型フィラーと前接型フィラーを生起位置による出現頻度を比較してみると、前者は後者よりも、統語的に大きな境界に生起しやすいことがわかる。

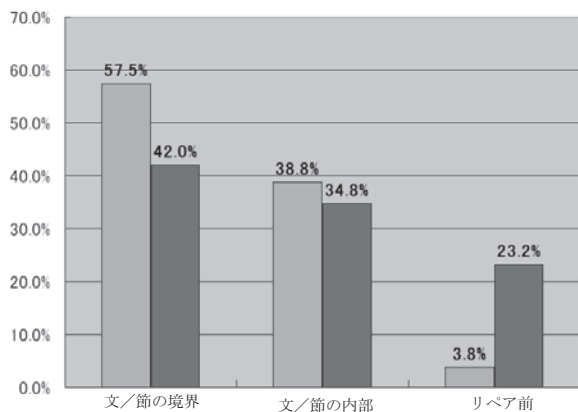


図4 生起位置ごとの末尾での鼻音の有無

(いずれも左側が独立型、右側が前接型)

3.3. 議論: ストラテジーとしてのフィラー

ここまで検討してきた「文/節の境界」「文/節の内部」「リペア前」というフィラーの生起位置の違いは、それぞれにおいて話し手が直面している“課題”の違いに対応しているものと考えられる (cf. Schegloff et al., 1977)。

質問に応答している話し手にとって、「文/節の境界」、すなわち、一つの文や節を産出してから次の文や節を産出する間の位置は、ひとまとまりのアイデアの伝達を終えて次に何を言うかを考えなくてはならないという“課題”に話し手が直面している時間である。このような位置において、持続時間が長く、末尾を鼻音で終結させ、また、前後にポーズを伴ってフィラーを産出することは、自分が発話そのものの進行を中断し、次に言う内容を検討しているということを、聞き手にディスプレイするストラテジーとしての意味を持つと言える。

また、「リペア前」、すなわち、発話の途中で自覚した問題に対して修正 (リペア) を施す直前の位置は、その文や節の全体構造を保ちながら、問題の要素を修復してから元の発話産出の軌道に復

帰しなければいけないという“課題”に話し手が直面している時間である。このような位置において、短く、鼻音では終わらないようなフィラーを、直後の要素と連続して産出することは、話し手が「今この瞬間に」問題に気付き、問題の修復と発話の起動への復帰をできるだけ急いで行おうとしているということを聞き手にディスプレイするストラテジーとしての意味を持つと言える。

そして、「文/節の内部」、すなわち、一つの文や節の産出を開始してから終結させるまでの途中の位置というものは、あるアイデアの伝達を開始しているものの、特定の表現の産出に困難があるなどの理由で発話が途中で止まってしまっている瞬間である。このような位置において話し手が直面している“課題”は、「文/節の境界」の場合と「リペア前」の場合のちょうど中間的な性格になるだろう。すなわち、産出途中の発話について自分が検討していることを示しつつ、その文や節の全体構造は見失わせないようにしなければならない。このような位置において生起するフィラーが、「文/節の境界」の場合と「リペア前」の場合のちょうど中間的な性格を有しているということは、話し手のストラテジーとして考えれば理にかなったものであると考えられる。

4. 結語

データ分析の結果、英語学習者によるフィラーの使用は、英語母語話者のそれとも日本語のそれとも異なる、固有のパターンを示していることがわかった。それと同時に、限られた言語知識の中で、文脈上適切なフィラーの使用が志向されているという知見を得ることもできた。フィラーは単に習熟度の低さを示すものではなく、英語学習者の発話ストラテジーの発現として理解することができるだろう。

参考文献

- [1] Biber, Douglas, Stig Johansson, Geoffrey Leech, Susan Conrad and Edward Finegan. (1999).

- Longman Grammar of Spoken and Written English*. London: Longman.
- [2] Brown, Gillian. (1977). *Listening to spoken English*. Essex: Longman.
- [3] Clark, Herbert and Jean Fox Tree. (2002). "Using uh and um in Spontaneous Speaking," *Cognition*, Vol. 84, pp. 73-111.
- [4] Foster, P. (2012). "Fluency," *Encyclopaedia of Applied Linguistics*. Wiley-Blackwell.
- [5] Griffiths, R., (1991). "Pausological research in an L2 context: a rationale, and review of selected studies," *Applied Linguistics*, Vol. 12, No. 4, pp. 345-364.
- [6] Harada, Y., Maebo, K., Kawamura, M., Suzuki M., Suzuki, Y., Kusumoto, N., & Maeno, J. (2008). "Toward Construction of a Corpus of English Learners' Utterances Annotated with Speaker Proficiency Profiles: Data Collection and Sample Annotation," In T. Tokunaga and A. Ortega (Eds.), *LKP 2008, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI) 4938*, pp. 171-178. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Kang, O., (2010). "Relative salience of suprasegmental features on judgments of L2 comprehensibility and accentedness," *System*, Vol. 38, No. 2, pp. 301-315.
- [8] Kormos, J., (1999). "Monitoring and self-repair in L2," *Language Learning*, Vol. 49, No. 2, pp. 303-342.
- [9] Lennon, P. (1990). "Investigating fluency in EFL: A quantitative approach." *Language Learning*, Vol. 3, pp. 387-417.
- [10] Levelt, W. M. (1989). *Speaking: From Intention to Articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [11] Maclay, H. and Osgood, C.E., (1959). "Hesitation phenomena in spontaneous English speech," *Word*, Vol. 15, pp. 19-44.
- [12] 中島悦子, (2009). 「自然談話に現れるフィラー—自然談話録音資料に基づいて—」, 『国士館大学アジア・日本研究センター紀要』, Vol. 04, pp. 1-23.
- [13] Pearson, (2007) *Versant English Test – Test Description and Validation Summary*, Palo Alto, CA.
- [14] Rieger, Caroline L., (2003). "Disfluencies and hesitation strategies in oral L2 tests," In Robert Eklund (ed.), *Proceedings of Disfluency in Spontaneous Speech Workshop (Gothenburg Papers in Theoretical Linguistics 90)*, pp. 41-44.
- [15] Rose, Ralph. (2008). "Filled Pauses in Language Teaching: Why and How," In *Bulletin of Gunma Prefectural Women's University*, Vol. 29, pp. 47-64.
- [16] 定延利之・田窪行則. (1995). 「談話における心的操作モニター機構: 心的操作標識「ええ」と「あの(一)」」, 『言語研究』, Vol. 108, pp. 74-93.
- [17] Schegloff, Emanuel A., Harvey Sacks, and Gail Jefferson. (1977). "The preference for self-correction in the organization of repair in conversation," *Language*, Vol. 53, No. 2, pp. 361-382.
- [18] Temple, L. (1992). "Disfluencies in learner speech," *Australian Review of Applied Linguistics*, Vol. 15, pp. 29-44.
- [19] 山根智恵. (2003). 『日本語談話におけるフィラー』, 東京: くろしお出版.
- [20] Watanabe, Michiko, (2009) *Features and Roles of Filled Pauses in Speech Communication: A corpus-based study of spontaneous speech*, 東京: ひつじ書房.
- [21] Watanabe, Michiko and Rose, Ralph, (2012) "Pausology and Hesitation Phenomena in Second Language Acquisition." In *The Routledge Encyclopedia of Second Language Acquisition*, New York/London: Routledge, pp. 480-483.

人工言語の共創実験：使用する記号の類似性が導く 言外の意味の成立

Co-Creation Experiment of Artificial Language: Formation of symbol systems for communicating connotations by similarity of symbol use

金野 武司[†], 森田 純哉[†], 橋本 敬[†]
Takeshi Konno, Junya Morita, Takashi Hashimoto

[†] 北陸先端科学技術大学院大学, 知識科学研究科
School of Knowledge Science, JAIST
{t-konno, j-morita, hash}@jaist.ac.jp

Abstract

In order to study the formation of symbol communication systems, we conducted an experiment of co-creation of artificial language. A pair of participants were engaged in a coordination task which could be solved through forming a symbol system that conveyed not only denotation but also connotation. Consequently, we found that similarity between symbol systems in a pair contributed to the formation of symbol system conveying connotation. Furthermore, using a computational model, we confirmed that the similarity of symbol systems were realized by a mechanism of role-reversal imitation. This result suggests that humans form the symbol communication systems to convey connotation by the role-reversal imitation.

Keywords — Experimental semiotics, Coordination game, Symbol communication system, ACT-R, Role-reversal imitation, Symmetry reasoning

1. はじめに

人のことばによるコミュニケーションは、字義どおりの意味をやりとりするだけではなく、言外の意味をやりとりすることに重要な特徴があると考えられている[1]。例えば電話口で「高橋さんはいますか?」と言われれば、高橋さんを電話口と呼んで来ようとするはずであり、話し手の意図が本当にただ在席しているかどうかを確認したかっただけであったとしても、「います」とだけ答える人はほとんどいない[2]。このように言外の意味を伝え、受け取るコミュニケーションを実現する言語的なシステム(コミュニケーションを構成する要素と、それら要素間の相互作用の仕組み)はどのようにして形成されるのだろうか。

近年、言語進化を研究する分野では、実験室実験によって人の言語的なコミュニケーションシステムの形成過程を調べる研究が行なわれており、こ

ういった研究アプローチの分野は実験記号論(Experimental Semiotics)と呼ばれている[3, 4]。実験室実験では、通常使われるコミュニケーション手段を制限した状態で、人工言語を作り出しながら特定の課題に取り組むことで、記号の意味やそれを運用するシステムが形成される過程を観察する。我々もこの実験の枠組みを使い、より定量的な分析が行なえるように改変した実験を設計し、言語的なコミュニケーションシステムの形成過程を調査してきた[5, 6]。

これまでの調査から我々は、言外の意味を伝える記号コミュニケーションシステムの形成が、慣習的な行動の成立、字義どおりの意味の成立、言外の意味の成立という3つの過程で段階的に進行することを見出している。また、慣習的な行動や字義どおりの意味の成立には、部屋の移動を偏らせたり、使う記号の種類を偏らせたりするような暗黙的な行動傾向が寄与しながらも、それは言外の意味の成立に直接は寄与しないことを見出した[5]。この知見は、言外の意味の成立が、記号に明示的に現れない行動傾向によって直接に説明できるものではないことを示唆している。

代わりに我々は、言外の意味の成立には、字義どおりの意味の形成過程で、同義語や同音異義語を作らないような曖昧性の少ない記号使用の傾向が寄与することを発見した[6]。また、この記号使用の曖昧性の低さは、記号コミュニケーションシステムの形成過程の序盤からあり、かつ過程全体でほとんど変化しないことを突き止めた[7]。この結果は、曖昧性の低い記号使用の傾向が、システム成立の基礎要件として働くことを示唆する。つまり、この傾向が字義どおりの意味を成立しやすくさせ、字義どおりの意味が共有されることで、言外の意味が成立しやすくなるという段階的な仕組みが働くのではないのではないかとということである。

そこで我々は、この段階的なメカニズムを検討

するため、統合認知アーキテクチャ[8]として構築されたプロダクションシステムであるACT-R[9]を用いて計算モデルを構築した[10]。このモデルにおいて、役割反転模倣の仕組みを導入したモデルが、人の行動データを良く再現することを確認した[11]。役割反転模倣は、相手が今の自分と同じ状況にあったときの経験を想起して、記号の使い方とそれに対応する行動を模倣する行為である。こういった行為の傾向は、例えば子どもの言語発達の過程においてその重要性が指摘されている[1]。

もし、人も同じように互いの行動を模倣する傾向があるとすれば、互いが形成する字義どおりの意味を表現する記号の使い方は類似性を持つのではないかと考えられる。そこで本稿では、使用される記号とその使い方についての体系 (= 記号システム) を類似性の観点で分析し、その類似性が、言外の意味の成立と有意に相関するかどうかを確認する。人と計算モデル双方の特性を比較することで、計算モデルで作成した役割反転模倣のメカニズムが、記号システムの類似性とどのように関係するかを考察する。この考察を通じて、記号システムの類似性がいかに言外の意味の成立を導くのかを明らかにすることを目指す。

2. 実験

実験では、二人の参加者がペアになって調整課題に取り組む。会話やジェスチャーなどの通常のコミュニケーション手段を制限するために、二人の参加者は別々の部屋からコンピュータ端末を介してやりとりする。この状況で、参加者は予め意味の決まっていない記号をやりとりしながら、与えられる調整課題を解くための人工的な言語 (= 記号によるコミュニケーションシステム) を作成する。参加者が取り組む調整課題は、Galantucciの先行研究[12]を基に設計した。先行研究との主な変更点は、Galantucciの実験が記号そのものの創発過程に着目して、フリーハンドの入力が行なえるデジタルパッドを用いたのに対して、我々の実験では記号として使える簡単な図形のセットを予め用意したことである。この変更は、言外の意味の成立過程の観察に注力し、かつその過程を定量的に分析できるようにするために行なった。設計した課題の詳細はこれまでの論文[5, 6]を参照していただくことにして、以下ではその概要を簡単に説明する。

2.1 課題

参加者のコンピュータ画面には2×2に並んだ4つの部屋があり、その一つに自分のエージェントが配置されている(図1)。相手は自分とは違う部

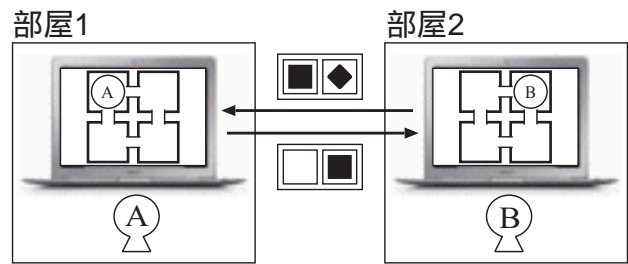


図1 実験環境

屋に配置され、どこにいるかは互いに分からないようになっている。二人は互いに1度の移動で同じ部屋に行くことを目標にする。ここで、エージェントは斜めの部屋には移動できないようになっているため、例えば二人のエージェントが対角に配置されたときには、落ち合う部屋を調整しなければならない。こういった状況を解決する手段として、このゲームでは6つの図形(□, ◻, ▽, ▹, ◆, ▲)から二つを選んで組み合わせたメッセージを作成し、交換することができるようになっている。このメッセージ交換は非同時に行なわれるため、参加者はターンテイクを調整することができる。初期配置からメッセージを1回交換し、互いに部屋を1度だけ移動した後に結果が開示されるという手順を1ラウンドとして、参加者はこれを繰り返しながら記号の意味を相手と取り決めていく。

このゲームを効果的に解く方法は、メッセージを先に送るプレイヤー(以降、これを先手¹と呼ぶ)が現在位置を送り、そのメッセージを受け取ったプレイヤー(以降、これを後手と呼ぶ)が互いが移動できる行き先を返すという役割分担を行なうことである。つまり、このゲームは、単に記号の字義どおりの意味(例えば部屋との対応関係)を取り決めるだけでは安定して移動する部屋を一致させることはできない。同じ記号に対して、その記号の言外の意味(記号が移動前の部屋を意味するのか、それとも移動先の部屋を意味するのか)を暗黙的な取り決めやターンテイクによって成立させる必要があるところに重要な特徴がある。

2.2 参加者

実験には21ペアが参加した。参加者の年齢は22~37歳($M = 25.5, SD = 3.0$)で、いずれも北陸先端科学技術大学院大学の院生、研究員および助教であった。

¹参加者はメッセージ送信ボタンを押すことでメッセージを送り、そのメッセージはただちに相手の画面に表示される。よって、メッセージの先手・後手は二者がボタンを押すタイミングによって決まるようになっている。

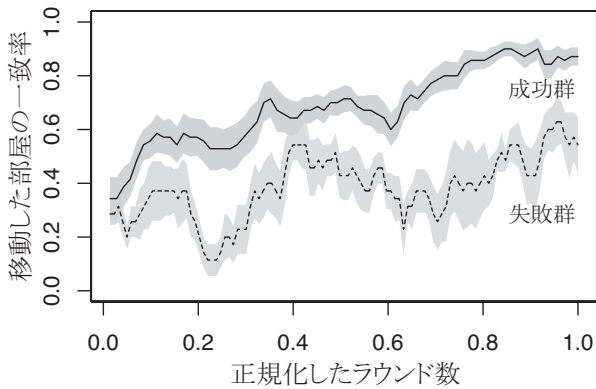


図2 移動した部屋の一致率の推移．灰色の領域は標準誤差．

2.3 手続き

参加者は人工言語の作成に1時間取り組んだ。ゲーム中、二人が同じ部屋に移動すると2点が加点され、そうでないときには1点が減点された。ただしこの得点はマイナスにはならない。この得点が50点を超えたら、その時点でゲームを終了させた。

2.4 結果

21ペア中14ペア(66.7%)が1時間以内に50点に到達した。50点に到達したペアを成功群、達しなかったペアを失敗群とする。成功群が要したラウンド数の平均は47.5ラウンド($SE = 3.5$)、失敗群が69.3ラウンド($SE = 14.0$)だった。移動した部屋の一致率がどのように推移したのかを確認したのが図2である。この図は、参加者全体の推移を確認するためにラウンド数を正規化し、一致率を5ラウンドごとに計算したものである。この図から、成功群の一致率の推移が段階的に進展する様子が伺える。これまでの分析から我々は、それぞれの段階が、慣習的な行動の成立、字義どおりの意味の成立、言外の意味の成立に対応すると考えている[6]。

3. 計算モデル

我々がACT-R(Adaptive Control of Thought-Rational)[9]を用いて構築した計算モデルは、事例ベースの学習モデルと、そこに模倣学習を追加した模倣モデルの2つである。モデルの詳細は先行する論文[11, 10]を参照していただくことにし、ここでは2つのモデルの考え方を簡単に説明する。

3.1 事例ベースモデルと模倣モデル

事例ベースモデルは、基本的に移動した部屋が相手と一致できたときの事例(例えば、自分がどの場所でどのタイミングでどんなメッセージを相手に送り、それに対して受け取ったメッセージからどこに移動したか)を蓄えていく。始めは試行錯誤的に行動しながら、蓄えられる事例に該当する状況ではうまくいったときの行動を行ないつつ、その事例の使用優先度を上げていく。

これに対して模倣モデルは、自分の事例だけではなく、相手の事例も同時に蓄積する。そして、自分が先手になる場合には、相手が先手で今の自分と同じ場所にいたケースがなかったかを検索する。もしそのケースがあれば、相手が先手で送ったメッセージを自分も送り、相手と同じ場所に移動する(ただし、相手から返ってきたメッセージが過去の事例と異なる場合には、その状況に一致する事例を再度検索する)。もし、自分と相手を入れ替えた場合の事例が見つからなければ、今度は自分の事例を探し、そこにもなければ試行錯誤的に行動を選択する。役割を入れ替えた相手の模倣は、自分が後手の場合にも同様に行なわれる。ただし、自分が後手の場合には、自分が先手であったときに、相手が後手で自分と同じ場所において、今自分が受け取っているメッセージを受け取っていた事例を検索する。つまり模倣学習を追加したモデルは、先手であれば、部屋の位置に対して作成されたメッセージと行き先を模倣し、後手であれば、部屋の位置と受け取ったメッセージに対して返送されたメッセージと行き先を模倣する。この意味で、模倣学習を追加したモデルは、先手・後手の役割が反転することを考慮した模倣のモデルであると言える。

また、どちらのモデルも同義語と同音異義語は発生しないようになっている。これまでの研究では、人成功群の同義語や同音異義語を少なくする傾向が、移動する部屋の一致率に寄与することが確かめられている[6]。計算モデルでは人成功群の特徴の再現を優先するために、この仕組みを予め導入した。同義語に関しては、過去の状況と同じ事例があればそれを使用するようになっているため、同じ部屋で異なるメッセージを作成するようなケース(同義語)は発生しないようになっている。また、同音異義語に関しては、自分がメッセージを作成する際に、そのメッセージが過去に異なる部屋に対応付けられていないかを確認する仕組みを持たせた。

3.2 手続き

人の場合と同様に、50点に到達することを終了条件とした。また、どちらのモデルも、初期値をランダムに変更して100回のシミュレーションを実施した(100ペアが実験に参加したことに相当)。

3.3 分析方法：記号システムの類似度

二者が使用する記号の類似度は、作成できるメッセージの種類(6×6=36)を、二人がどのような頻度で使ったかを調べ、その頻度分布どうしの類似度を計算することで求めることができる。具体的には、二人のそれぞれの分布をベクトルとみなし、単位ベクトル化した上でその内積を計算する。ただし、単純に記号の使用状況を考慮しない頻度分布で類似度を計算するだけでは、適切に記号システム(使用される記号とその使い方についての体系)としての類似度を測ることはならない²。なぜなら、参加者は部屋ごとに異なるメッセージを作成し、さらにはそのメッセージが移動前の部屋と行き先の部屋のどちらに対応付けられるかも異なる可能性があるからである³。つまり、記号システムとしての類似度を適切に測るには、メッセージの意味(セマンティクス)を考慮する必要がある。

また、適切な類似度を測るためには、合成的な意味を持つメッセージの類似度も考慮する必要がある。我々の実験では二つの図形を組み合わせて1つのメッセージを作るため、例えば左側を移動前の部屋に対応付けて、右側を行き先の部屋に対応付けるといった記号の組み合わせでメッセージが作られることがある。このとき、一方が左上の部屋にいることを意図して■□を用いて、他方が左上の部屋に行くことを意図して□■を用いた場合、36種類のメッセージとしては同じではないと判断してしまうことになる。しかし、左上を指し示すという字義どおりの意味としては同じ記号■が使われている。こういったメッセージへの対応は、先ほどのセマンティクスへの考慮に加えて、統語的(シンタクティック)な要素を考慮することになる。

参加者が使用した記号システムの類似度の測定には、上記セマンティクスとシンタクシスの要素を考慮した指標を作成した(詳細な計算方法を付

²実際に、使用された状況を考慮しない頻度分布で二者の類似度を計算した指標では、後述する結果に示すような一致率との有意な相関は現れなかった。

³我々の実験では、記号を部屋の場所に対応付けて用いるように指示していないので、方向に対応付けたり、「移動できない」や「相手にまかせる」といった意味付けも行なっていた。記号システムの類似度の計算では、そういった意味付けを例外とし、部屋の位置に対応付けたことを前提とした。

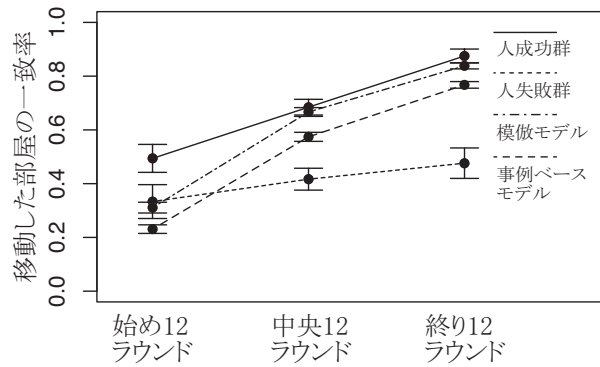


図3 移動した部屋の、始め・中央・終り12ラウンドの一致率。エラーバーは標準誤差。

録に示す)。以降、セマンティクスとシンタクシスを含まれた記号使用のルール体系を記号システムと呼ぶ。

3.4 結果

50点に到達するまでに要したラウンド数は、事例ベースモデルで平均76.3ラウンド($SE = 2.3$)、模倣モデルで平均56.5ラウンド($SE = 1.6$)だった。一致率の推移を図3に示す。ただし図3では、一致率の連続的な推移ではなく、3つの段階に対応する期間の一致率のレベルを比較するために、ゲームの始め・中央・終り12ラウンドそれぞれの一致率を計算した。

これを見ると、模倣モデルが中央および終り12ラウンドで人成功群とほぼ同じ一致率になっていることが分かる。模倣モデルの平均ラウンド数が人の成功群よりも多くなったのは、ゲーム初期の一致率の低さが起因しているようである。これは、計算モデルに実験以前の共通基盤として、移動する部屋を偏らせたり、特定の記号を使ったりするような暗黙的な行動傾向を導入していないためだと考えられる。こういった暗黙的な行動傾向が人に備わっていることの重要性はこれまでの先行研究で指摘されている[12, 13]。我々の実験においても、人成功群はそういった傾向と一致率の間に有意な相関があることをこれまでの研究で確かめている[5]⁴。

では、作成した記号システムの類似度はどのようになっているだろうか。図4は、始め・中央・終り12ラウンドのそれぞれで記号システムの類似度がどのようになっていたのかを示したものである。これを見ると、事例ベースモデルは記号システムがまったく類似していないのに対して、模倣モデ

⁴計算モデルにおいても、ゲームを通じて、使用する記号が偏る傾向が形成されることを確認している[11]。

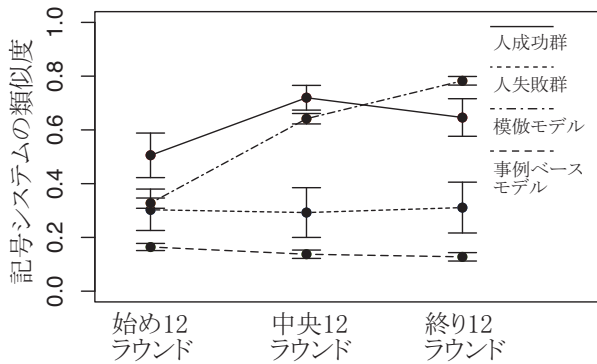


図4 作成した記号システムの類似度．エラーバーは標準誤差．

ルは類似度が高くなっていることが分かる．また、人においても成功群は高く、失敗群は低くなっている．

続いて表1に、記号システムの類似度と移動した部屋の一貫率との相関分析の結果を示す．人において特徴的なのは、中央および終り12ラウンドの記号の類似度とそこでの一貫率が有意に関連していることである．特に、中央12ラウンドの類似度が終り12ラウンドの一貫率と強く関連していることから、ゲームの中盤で形成される記号システムの類似性が、終盤での言外の意味の成立に強く関与することが示唆される．

4. 議論

事例ベースモデルと模倣モデルの一貫率の違いから、役割反転模倣によって起こる記号システムの類似が、言外の意味の成立に貢献していることが分かる．役割反転模倣による記号システムの類似が、どのようなメカニズムでその効果を発揮するのかを検討する．

役割反転模倣では、先手でメッセージを作ろうとする場合、過去に相手と同じ場所にいたことがあるなら、そのときに相手が送ったメッセージを自分も送る．これによって互いの記号システムが似ていくようになる．この仕組みによって模倣モデルでは、移動する部屋を一致させることのできる事例が、事例ベースモデルの場合よりも2倍のペースで増えていく（半分のラウンドで同じ量の成功事例を得ることができる）．これにより、送られたメッセージに対して、後手になる相手も以前の成功した時の事例と同じ部屋にいるならば、過去の事例と同じメッセージが返され、それによって両者は過去の事例と同じ場所に移動することで部屋を一致させることができるようになる．また、後手になる相手が以前のケースとは異なる場所にいる場合でも、後手は以前に相手が後手で作成し

たメッセージや行動を模倣することになるので、相手と一致できるケースはおのずと増えることになる．

この一見当たり前に見える成功には重要なことが2つある．1つは同義語や同音異義語がないことで行き先の模倣が成立するということである．送られてきたメッセージが、複数の部屋に対応付けて使われていたり（同音異義語のケース）、1つの部屋に対して複数種類のメッセージが送られてきたりする（同義語のケース）と、当然、メッセージに対する行動の不確実性は増してしまうことになる．作成した計算モデルでは、こういったケースが発生しないようになっているため、行き先の模倣が安定して機能するようになっているのだと考えられる．つまり、先行研究[6]で明らかにした同義語や同音異義語を少なく保つ傾向には、メッセージの曖昧性によって行き先の不確実性が増えることを抑制する効果があるのだと思われる．

もう1つは、過去にとった相手の行動を選択するという互いの決断によって、送られるメッセージによって自分が相手の場所に行くのか、それとも相手が自分の場所に来るのかといった言外の意味の取り決めを解決できることである．最初は試行錯誤的な解決が必要になるが、一度成功すれば、先手・後手が入れ替わったときに再度試行錯誤する必要がなくなる．

では、人も同じような役割反転模倣を行なっているだろうか．一致率や記号システムの類似特性は、人の行動データの特性を良く再現している．しかし、メカニズム的な考察を加えたときに説明が不足していると考えられることが2つある．1つは、役割反転模倣が効果を発揮するために、適度な先手・後手の入れ替わりが必要になることである．成功したペアの中には一度も先手・後手を入れ替えずに役割分担までを成功させたケースもあった．もう1つは、役割反転模倣によって起こる記号システムの類似性が結果として表われる特徴になっており、それが言外の意味の成立要因として寄与しているようには見えないことである．いずれもの問題も、我々の構築した計算モデルが、受け取ったメッセージから推論によって相手の位置を特定し、その推論に基づいて自分のメッセージや行動を選択していないことに起因するのではないかと考えられる．

例えば、自分が左上の部屋にいて、相手から□■を受け取った状況を考えてみる．役割反転模倣では、相手も同じ状況に置かれていたときに相手が作成したメッセージと移動先の成功事例を探し、もし『相手は□■を送って、右上に移動することで一致できた』というような事例があれば

表 1 記号システムの類似度と移動した部屋の一一致率の相関係数

		人の行動データ			事例ベースモデル			模倣モデル		
		移動した部屋の一一致率			移動した部屋の一一致率			移動した部屋の一一致率		
		F12R	M12R	L12R	F12R	M12R	L12R	F12R	M12R	L12R
記号システム の類似度	F12R	-.08	-.11	-.26	-.14	-.19 [^]	-.08	-.62**	-.08	-.08
	M12R		-.56**	-.61**		-.03	-.06		-.44**	-.06
	L12R			-.51**			-.02			-.19 [^]

Note. F12R, M12R, L12Rは、それぞれ始め・中央・終りの12ラウンド。[^] $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$.

ば、それを再現する。しかし人であれば、そういった役割を入れ替えた過去の成功事例がなくとも、『相手は過去に□■のメッセージを右上にいるときに使ってその場に留まった。その行動を今回も採るとすれば、自分は□■のメッセージで「右上に行く」ことを伝え、右上に移動すれば良い』というような推論過程を自然に持つのではないかと考えられる。ここで重要なのは、相手が右上にいるときに□■を送ってきた事例から、□■であれば相手は右上にいるという逆向きの推論を働かせることである。この推論は対称性推論と呼ばれ、論理的には間違っている。しかし、人はこの推論を持つことで言語獲得が可能になっていることが指摘されている[14]。

メッセージに対する対称性推論では、記号システムに同義語と同音異義語がないこと、およびそれが類似性を持つこと（よりもむしろまったく同じであること）が重要な役割を持つ。同義語や同音異義語がなければ、受け取ったメッセージから相手の現在位置や行き先をより正確に推定することができる。また、記号システムが同じであれば、相手のメッセージが自分とは異なる字義どおりの意味を持つ可能性を排除できる。つまり、字義どおりの意味としては同じであることを共有することで、送られたメッセージが異なる状況で使われていても、その記号に別の字義どおりの意味があるとは考えずに、その記号に乗せられた意図を推論することができるようになると考えられる。また当然のことながら、自他の記号システムを2つ別々に持つことによって起こる認知的な負荷を回避することにも貢献する。

このように、対称性推論の仕組みを検討すると、記号システムの類似は結果的に似るという位置づけではなくなる。また、役割反転模倣で必要とされるような適度な先手・後手の入れ替わりも必要とされなくなる可能性がある。今後は、メッセージに対する対称性推論の仕組みをもった計算モデルを構築して、上述のような効果があるかどうかを確認することを課題としたい。ただし、こういっ

たメカニズムの検討に対して、ACT-Rによる計算モデルは複数の学習メカニズムが相互作用を起こす仕組みを持つため、内部の挙動が複雑になってしまうという問題がある⁵。メカニズムの分析を可能にするためには、より単純な学習メカニズムによる人行動データの再現を検討することが重要になるものと考えられる。

5. 結論

本稿では、記号のコミュニケーションシステムとして、字義どおりの意味だけではなく、言外の意味を取り決める必要がある調整課題を設計し、その成立に寄与する要因を分析した。結果として、互いの記号システムの類似が、言外の意味の成立に強く関与することが確認された。また、その記号システムの類似は、役割反転模倣のメカニズム（他者が体験した状況を自分に置き換えて、他者の記号の使い方やそれに付随する行動を模倣する仕組み）によって実現できることを計算モデルによるコンピュータシミュレーションから明らかにした。

この結果は、人においても役割反転模倣の仕組みが機能している可能性を示唆するものと考えられる。ただし、役割反転模倣には人であれば自然に起こるはずの対称性推論のメカニズム（行動に対して使われたメッセージを基にして、メッセージから行動を逆向きに推論する仕組み）がなく、記号システムの類似性は結果的に実現される特徴になっていると考えられる。対称性推論のメカニズムを仮定すれば、記号システムの類似性は、メッセージの意味および意図推論の成否に原因として関わることが推測される。今後の課題はそのメカニズムの計算モデルによる検証である。

⁵もちろん、ACT-Rにおいても対称性推論のメカニズムを検討することは可能である。

付録

A 記号システムの類似度

二者が作成する記号システムの類似度の指標を以下の手順で作成した。まず、メッセージを全体的なルール(2つの記号が全体で1つの意味を持つメッセージ)として見た場合の類似度を計算する。全体的なルールとして見る場合の類似度は、移動前後の部屋に対して、使用された36種類のメッセージの頻度分布を作成する。表2は、移動前の部屋に対して使用されたメッセージの頻度分布の一例である。続いて、二者間の分布の類似度として、それぞれの部屋に対応するメッセージの頻度分布をベクトルとみなし、それを単位ベクトル化した上で2つのベクトルの内積を計算する。そして4つの部屋それぞれで計算した内積の平均を二者間の分布の類似度とする。表2の頻度分布は移動前後の部屋に対応付けて二者で2つずつ作成されるので、二者間の4つの組み合わせで分布の類似度を計算する。この類似度のうち、もっとも高い数値を全体的なルールとして見た場合の類似度とする。

次に、合成的なルール(左右の記号それぞれの意味が組み合わされたメッセージ)として見た場合の類似度を計算する。合成的なルールとして見る場合の類似度は、移動前後の部屋に対して、左側で使われた記号の頻度分布、右側で使われた記号の頻度分布、それら二つを足し合わせた頻度分布の計6つを作成する。このとき、頻度分布の中で使用された記号が1つしかない分布を類似度の計算対象から除外する⁶。残った頻度分布に対して、二者間の総当たりで上述した類似度(単位ベクトル化した頻度分布の部屋ごとの内積の平均値)を計算し、その中で最も数値の高いものを合成的なルールとして見た場合の類似度とする。

全体的・合成的それぞれの場合で計算した類似度のうち、数値の大きい方を二者が作成した記号

表2 移動前の部屋に対して使われた36種類のメッセージの頻度分布の一例

移動前の位置	36種類のメッセージ			
	□□	□■	□▣	□▼
左上	1	0	0	2
右上	2	0	0	0
左下	0	2	0	0
右下	0	1	1	0

⁶例えば、右側の記号に空白のみが使われている場合が該当する。その場合には、右側の記号に何の意味も割り当てられていないとみなして、類似度の計算から除外した。

システムの類似度の指標とした。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」(領域番号4103) / 課題番号21120011の助成を受けた。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- [1] Tomasello, M.: *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*, Harvard University Press, Cambridge (2003)
- [2] Frith, U.: *AUTISM: Explaining the Enigma*, Blackwell, UK (1989).
- [3] Galantucci, B.: Experimental semiotics: A new approach for studying communication as a form of joint action, *Topics in Cognitive Science*, Vol. 1, No. 2, pp. 393-410 (2009)
- [4] Scott-Phillips, T. and Kirby, S.: Language evolution in the laboratory, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 14, No. 9, pp. 411-417 (2010)
- [5] Konno, T., Morita, J., and Hashimoto, T.: Symbol communication systems integrate implicit information in coordination tasks, in Yamaguchi, Y. ed., *Advances in Cognitive Neurodynamics(III)*, Springer, pp.453-460 (2013)
- [6] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬: コミュニケーションシステムの形成過程に見る知識共創の基盤, 第3回知識共創フォーラム予稿集, III 8-1 (2013)
- [7] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬: 人工言語の共創実験における二者間での移動情報量の分析, 第27回人工知能学会全国大会, オーガナイズドセッション「私」の境界と意味の現れへの構成論的アプローチ, 3J3-OS-20b-4 (2013)
- [8] Newell, A.: *Unified theories of cognition*, Harvard University Press, Cambridge (1994)
- [9] Anderson, J. R.: *How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe?* Oxford University Press, USA (2007).
- [10] 森田 純哉, 金野 武司, 橋本 敬: コミュニケーション成立の観察実験に基づく認知モデルの設計, 日本認知科学会第28回大会論文集, pp45-52 (2011)
- [11] Morita, J., Konno, T., and Hashimoto, T.: The role of imitation in generating a shared communication system, *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2012)*, pp.779-784 (2012)
- [12] Galantucci, B.: An experimental study of the emergence of human communication systems, *Cognitive science*, Vol. 29, No. 5, pp. 737-767 (2005)
- [13] Scott-Phillips, T., Kirby, S., and Ritchie, G.: Signalling signalhood and the emergence of communication, *Cognition*, Vol. 113, No. 2, pp. 226-233 (2009)
- [14] Sidman, M.: Symmetry and equivalence relations in behavior, *認知科学*, Vol. 15, No. 3, pp. 322-332 (2008)

消費税問題に対する確証バイアスの影響と批判的思考との関連

Confirmation bias in value added tax controversy and its relation to critical thinking

中村國則¹, 脇村玲衣² 山岸侯彦³
Kuninori Nakamura, Rei Wakimura, Kimihiko Yamagishi

¹成城大学社会イノベーション学部, ²IBM Japan ³東京工業大学大学院社会理工学研究科
Faculty of social innovation, Seijo University, IBM Japan, Tokyo Institute of Technology
nakamura.kuninori@gmail.com

Abstract

This article aimed to explore a relationship between confirmation bias and critical thinking. Throughout two studies, participants read texts that insist proposition or opposition to value-added tax, and required to answer questions about evaluations to the texts and attitude changes after reading the texts. Additionally participants were also required to answer critical thinking scales (Hirayama & Kusumi, 2004). Results indicate that participants showed confirmation bias in understanding the text, and the critical thinking scales did not predict the confirmation bias tendency.

Keywords — confirmation bias, critical thinking, value-added tax

1. はじめに

2012年8月に可決された消費税増税に対し賛成・反対の立場から多くの議論が重ねられていたことは記憶に新しい。このような重要な社会的問題に対しては、自分の信念や立場に囚われず冷静な視点で情報を吟味し、考察することが必要となる。ところが様々な錯視現象や心理的バイアスが示すように、多くの場合人間が与えられた情報に対して何らかの解釈を加えた形で認識することが知られている。その中でも特に、賛成、反対といった明確な態度を有しているような社会的問題に対する判断では自分の態度や信念に合致する情報をそうでない情報よりも重視する確証バイアス(confirmation bias; e. g., Nickerson, 1998; Wason, 1960)といった現象が生じることが知られている。

社会的な問題の理解に関する確証バイアスを明らかにしたのものとして、Lord, Ross, & Lepper (1979)の研究がある。彼らの研究では死刑制度に対する賛成・反対の態度によって、死刑制度の犯

罪抑制に対する効果に関する架空の研究報告への評価がどのように異なるか、そしてその評価の違いによって死刑制度に対する態度がどのように変化するかを検討した。その結果、同じ研究報告であっても死刑制度に対する賛否によってその評価は異なり、最終的には実験参加者は事前の自分の態度をより強めていた。このような結果は人が与えられた情報を自分の態度や信念と切り離して客観的に評価することが困難であることを示すものであり、客観的情報リテラシーを目指すうえでは何らかの形で解消すべき心理傾向といえるだろう。

そこで重要になるのが批判的思考である。批判的思考とは自分の推論を意識的に吟味する反省的な思考であり、自分の意見と一致しない意見に対してもその気持ちを介入させることなく考えることのできる能力を指す(Ennis, 1987; 平山・楠見, 2004)。ある社会的問題に対して強い意見を有しているものであっても、批判的思考によって自分の意見と情報を切り離れた、確証バイアスを伴わない判断が期待できるであろう。このような観点から確証バイアスに至る認知プロセスと批判的思考との関係についてこれまでいくつかの検討が加えられてきた(平山・楠見, 2004; Kardash & Sholes, 1996)。これらの研究では主として議論の分かれる議題を実験参加者に与え、その議題に対する結論を生成させ、その結論の妥当性と批判的思考との関連を検討している。

しかしながら、これらの先行研究では主として情報を与えられた後の思考や結論の導出に注目し、情報をどう評価するかといった点に対する批判的思考の影響については必ずしも検討されていない。

例えば Kardash and Sholes (1996)では批判的思考の影響と導いた結論の客観性との関係が分析対象であり、平山・楠見(2004)では情報の理解の仕方や結論を導出した根拠の性質といった側面が焦点となっている。したがって与えられる情報の良し悪しの判断、さらには情報探索方略といった、確証バイアスの主要な側面に対する検討はこれまで行われていない。

そこで本研究では、消費税増税に対する判断を取り上げ、この判断に対して批判的思考が問題に関連した情報の評価(研究1)、および情報の収集過程(研究2)に対して与える影響を検討した。

2. 研究1

方法

2012年の6月に都内の私立大学生251名が研究に参加した。参加者はまず消費税に対する態度を3件法(賛成/どちらともいえない/反対)で、および批判的思考尺度33項目(平山・楠見, 2004)に回答した。その語、Figure 1に示すような消費税に対して支持的な意見2つ・否定的な意見を2つの計4種類を提示され、それぞれについて(1)“上記の内容は、消費税問題を考える上で重要だと思いますか”(まったく思わない:1~とても思う:5)、(2)“上記の内容は、信頼出来ると思いますか”(まったく思わない:1~とても思う:5)、(3)“この文章を読んであなたの考えは変わりましたか”(より反対に変わった:1~より賛成に変わった:5)の3つの質問に回答した。4種類の意見の提示順序

は被験者間でカウンターバランスを取った。刺激として用いた文章はWeb上で実在する消費税に関する賛成・反対意見を表明したものを、(1)賛成・反対の意思が明確にみえるもの、(2)意見の根拠が文中に示されていること、の2点を基準として選別した。

結果および考察

事前の態度、信頼性・重要性の評価、および態度変化との相関は全ての刺激で有意であった($p < .05$)。ここでさらに評価に対する態度の影響と、その評価の態度変化に対する影響を具体的に検討するため、Figure 2に示すような態度→評価→態度変化の3変数間の媒介分析を、賛成派の意見、反対派の意見計4種類の刺激それぞれについて、“重要と思いますか”と“信頼できるものと思いますか”の2変数を評価に対応する変数として取り上げて行った。その結果、全ての文章について、信念→評価→態度変化の間接効果が確認され、かつ間接効果を考慮した場合の信念と態度変化の直接効果は有意とはならなかった。

続いて批判的思考と確証バイアスとの関連を検討するため、批判的思考尺度33項目に対して因子分析(最尤法、プロマックス回転)を行った。平山・楠見(2004)では、当該33項目に対して同様の因子分析を行ったところ、“論理的思考”“探求心”“客観性”“証拠の重視”の4因子解を得ていたが、本研究ではスクリープロット・および因子パタンの双方を考慮して3因子解を採択し、平山・

賛成意見①(抜粋)

ユーロ危機が抜き差しならない状態で進展する中、市場の目を日本に向けさせないことに国家の命運がかかっている。(中略)今回は軽減税率は行わない。消費税増税で生ずる混乱や、日用品と贅沢品を線引きする手間を避ける為には、これは正しい判断だ。今こそ日本は「不転換の決意で赤字削減に取り組む」と全世界に向けてアピールすべき。与党と野党が策略を弄している場合ではない。

万が一にこの野田素案が通らず、国債発行額が税収を上回る状態が改善されなければ、世界のヘッジファンドはその瞬間に売り浴びせ(ショート)してくるだろう。格付け機関も日本の格付けを数段階下げるだろうから国債暴落の雷管を踏むことになる。(中略)政局が混乱しても、解散総選挙になっても、市場は容赦しないだろう。破綻を防ぐとすればまた野田首相しかいない。

Figure 1 研究1で用いた刺激例：この刺激は消費税に対して支持的な意見を示す。

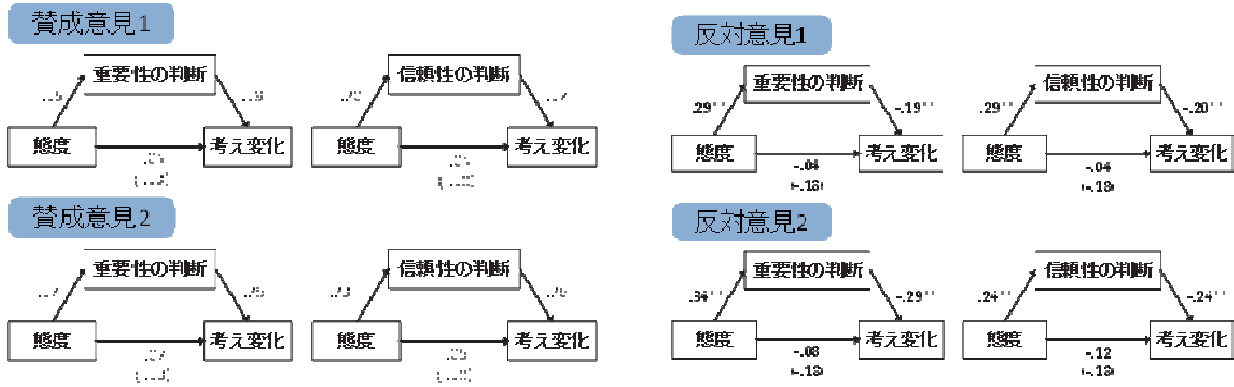


Figure 2 研究 1 における媒介分析の結果：左側の図は賛成意見に対する、右側の図は反対意見に対する分析結果を示す。また、カッコ内の数字は変数間の相関を示す。

表 1 批判的思考尺度の因子分析結果

	因子		
	1	2	3
1. 複雑な問題について順序立てて考えることが得意だ	0.202	0.738	0.237
2. 考えをまとめることが得意だ	0.154	0.7	0.152
3. 物事を正確に考えることに自信がある	0.093	0.71	0.231
4. 誰もが納得できるような説明をすることができる	0.123	0.557	0.098
5. 何か複雑な問題を考えると混乱してしまう	0.006	-0.285	-0.069
6. 公平な見方をするので、私は仲間から判断を任される	0.147	0.399	0.378
7. 何かの問題に取り組む時はしっかりと集中することができる	0.285	0.417	0.209
8. 一筋縄ではいかないような難しい問題に対しても取り組み続けることができる	0.354	0.54	0.14
9. 道筋を立てて物事を考える	0.155	0.626	0.232
10. 私の欠点は気が散りやすいことだ	0.117	-0.326	-0.164
11. 物事を考えるとき、他の案について考える余裕がない	0.017	-0.259	-0.218
12. 注意深く物事を調べることができる	0.364	0.429	0.201
13. 建設的な提案をすることができる	0.203	0.429	0.163
14. いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい	0.69	0.143	0.184
15. 生涯にわたり新しいことを学びつづけたと思う	0.799	0.232	0.175
16. 新しいものにチャレンジするのが好きである	0.652	0.167	0.102
17. さまざまな文化について学びたいと思う	0.644	0.13	0.245
18. 外国人がどのように考えるかを勉強することは、意義のあることだと思う	0.53	0.145	0.261
19. 自分とは違う考え方の人に興味を持つ	0.583	0.05	0.246
20. どんな話題に対しても、もっと知りたいと思う	0.604	0.128	0.087
21. 役に立つかわからないことでも、出来る限り多くのことを学びたい	0.631	0.14	0.156
22. 自分とは異なった考えの人と議論するのは面白い	0.503	0.2	0.292
23. 分からないことがあると質問したくなる	0.357	0.068	0.121
24. いつも偏りのない判断をしようとする	0.175	0.15	0.602
25. 物事を見るときに自分の立場からしか見ない	-0.134	-0.236	-0.525
26. 物事を決めるときには、客観的な態度を心がける	0.257	0.301	0.684
27. 一つ二つの立場だけではなく、できるだけ多くの立場から考えようとする	0.319	0.298	0.728
28. 自分が無意識のうちに偏った見方をしていないか振り返るようにしている	0.244	0.162	0.556
29. 自分の意見について話し合うときには、私は中立の立場ではられない	0.147	0.067	-0.227
30. たとえ意見が合わない人の話にも耳をかたむける	0.177	0.094	0.383
31. 結論をくだす場合には、確たる証拠の有無にこだわる	0.016	0.33	0.304
32. 判断をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる	0.151	0.337	0.438
33. 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない	-0.006	0.257	0.153

表 2 批判的思考尺度と事前態度の研究評価に対する影響に関する重回帰分析の結果

	賛成意見1		賛成意見2		反対意見1		反対意見2	
	重要性	信頼性	重要性	信頼性	重要性	信頼性	重要性	信頼性
理論的思考への自覚								
態度	-0.14	-0.20**	-0.19*	-0.22**	0.26**	0.27**	0.35**	0.27**
理論的思考への自覚	-0.05	-0.35*	0.21	0.038	0.02	0.22	-0.08	0.22
態度×理論的思考への自覚	0.002	0.11	-0.09	-0.01	0.03	-0.08	0.08	-0.08
探求心								
態度	-0.13	-0.20**	-0.20*	-0.22**	0.27**	0.27**	0.36**	0.27**
探究心	-0.29	0.05	-0.01	-0.21	0.34	0.18	-0.22	0.01
態度×探究心	0.05	-0.05	0.04	0.09	-0.13	-0.07	0.06	-0.02
客観性								
態度	-0.14	-0.20**	-0.19*	-0.21**	0.27**	0.27	0.36**	0.27
客観性	-0.2	-0.12	-0.14	-0.14	-0.09	0.08	-0.20	0.002
態度×客観性	0.04	0.01	0.07	0.09	0.08	0.004	0.15*	0.04

*: $p < .05$; **: $p < .01$

楠見(2004)に準拠して各因子をそれぞれ“理論的思考への自覚”“探求心”“客観性”と命名した。採用した3因子解の結果を表1に示す。平山・楠見(2004)では“証拠の重視”に分類されていた3項目が、本研究では“客観性”に含まれている結果となっている。

そして確証バイアスの傾向とこれら3因子から定義される批判的思考との関連を検討するため、3因子の因子得点と、信念と批判的思考との交互作用を仮定した重回帰分析を行ったところ、賛成意見の場合にのみ、重要性の評価に対し信念と“客観性”の交互作用が有意となった($p < .05$)。その全体的な結果を表2に示す。

以上をまとめると、研究1の結果は(1)消費税に関する意見の理解においても確証バイアスは成立しており、自分の態度と合致する意見を高く評価し、その結果自分の態度を強める傾向が存在する、(2)批判的思考は概して確証バイアス傾向を弱める働きを示していないものの、“客観性”が確証バイアス傾向と関連しており、客観性が高い実験参加者ほど確証バイアス傾向が弱まる傾向がある、の2点を示している。

3. 研究2

方法

私立大学生22名が実験に参加し、実験は個人状況で行われた。実験参加者はInternet Explorerが起動し、Googleの画面が提示された状態でPCの前に着席した上で、消費税に対する意見を深めるため、インターネットを使って一定時間情報探索し、改めて消費税に対する考えの変化を報告することを求める課題である旨の教示を与えられた。そして消費税に対する態度(3件法)批判的思考尺度33項目に回答したのち、20分間各自のペースに従ってwebを自由に探索し、最終的に消費税に対する意見がどのように変化したかを5件法(より反対に変わった:1~より賛成に変わった:5)で評価することを求められた。ただし閲覧したページについては、それぞれ閲覧したタイミングでページの信頼性・重要性に関する評価を5件法で回答冊子に記入することを求められた。参加者が閲覧したページは実験後、5名の評定者によって“賛成意見”“反対意見”“中立”の3カテゴリに分類された。

結果および考察

まず実験参加者の態度変化が主としてどのよう

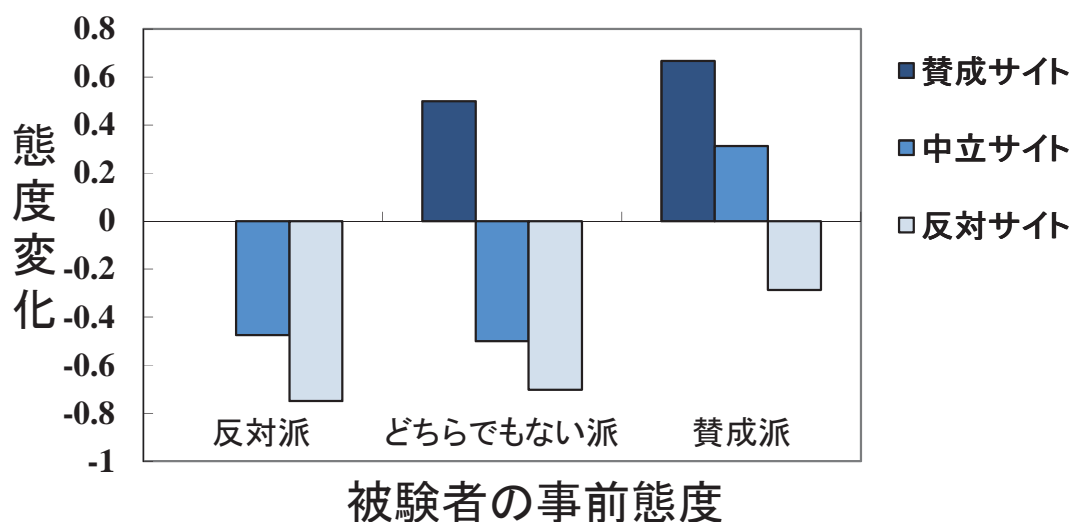


Figure 3 研究2の結果

なサイトから影響を受けているかを検討するため、実験参加者の態度変化をサイトの性質ごとに事前に示した態度間で比較した。その結果、中立的なサイトをみた場合に賛成派と反対派の間で有意な態度変化の差がみられた。続いて研究1同様、閲覧したページに対する評価を従属変数、批判的思考尺度の3因子、事前の態度、およびこれらの交互作用項を説明変数とした重回帰分析を行ったところ、反対派サイトの信頼性の評価について“論理的思考への自覚”因子と態度の交互作用のみが有意となった。また、事前の態度、閲覧したサイトの種類と批判的思考の関係を検討するため、(賛成派サイトの閲覧数-反対派サイトの閲覧数)を従属変数とし、事前態度と批判的思考尺度、および交互作用を説明変数とした重回帰分析を行ったところ、有意となった組み合わせは存在しなかった。

4. 総合考察

本研究結果は以下の3点を示している：(1) 消費税問題に対する確証バイアスは存在し、実験参加者は自分の信念に合致する意見を高く評価する傾向がみられた、(2) 証拠の評価を介した確証バイアスの態度変化に対する影響がみられ、事前の態度に即した態度変化を行う傾向がある、(3) 証拠の評価や情報の探索過程については、全般的に批判的思考は確証バイアスに対して影響を与えて

いなかった。これらの知見を先行研究も踏まえて解釈すると、確証バイアスに対する批判的思考の影響は概して有意なものではなく、あるとしても主として情報の理解といった側面に限定されることを示唆するものといえる。

平山と楠見(2004)は、環境ホルモンの人体に対する影響というトピックを用いて、批判的思考と確証バイアスとの関連を検討している。彼らの研究によれば、批判的思考の中でも特に“探求心”が情報の受け入れに対して正の影響を及ぼすことを示している。このような知見と比較すると、本研究結果はむしろ“客観性”の情報の評価に対する影響を示した点で平山と楠見(2004)と異なっている。このような相違の理由として、環境ホルモンと消費税というトピックの違いを考えることができるだろう。すなわち、環境ホルモンというトピックは時期によらず一般的な社会的問題として解釈できるのに対し、消費税導入という問題はデータ収集を行った2012年の上半期ではまさに時事的にホットな問題であり、そういった問題としての喫緊性が批判的思考の異なった側面の影響を導いていた可能性は十分考えられる。ただし、情報の受け入れ、あるいは情報に対する評価といった指標は広い意味での情報の理解に関する側面を表しているものとも解釈できるものであり、その意味では本研究結果と平山と楠見(2004)と類似しているともいえるだろう。

一方、研究2の結果は、情報の探索過程と批判的思考との間には明確な関係がないことを示唆している。サンプルサイズが小さいことを考慮すると、このような結果から結論を下すことは送球ではあるが、このような知見も批判的思考が情報の理解的側面に主として影響することを支持するものといえる。このような情報探索過程における批判的思考をより詳細に検討することが今後の課題となるだろう。

5. 引用文献

- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron and R. J. Sternberg (Eds), *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York: W. H. Freeman Company, pp9-26.
- 平山るみ・楠見孝 (2004). 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響：証拠評価と結論生成課題を用いての検討. *教育心理学研究*, 52, 186-198.
- Kardash, C. M., and Sholes, R. K. (1996). Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational Psychology*, 88, 261-270.
- Lord, C. G., Ross, L., and Lepper, M. R. (1979). Biased assimilation and attitude polarization; the effect of prior theories on subsequent considered evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 2098-2109.
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*, 2, 175-220.
- Wason, P. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 129-140.

若年者および高齢者における振り込め詐欺被害傾向の相違について — taxometric method による分析 —

Vulnerability differences of younger and elder people in fraud crimes - Analysis by the taxometric method -

渡部 諭[†], 澁谷 泰秀[‡]

Satoshi Watanabe, Hirohide Shibutani

[†]秋田県立大学, [‡]青森大学

Akita Prefectural University, Aomori University

watanabe314@akita-pu.ac.jp

Abstract

This study aims at adding examination by taxometric analysis about the vulnerability of elders to fraud crimes. For 332 healthy elderly adults, survey was conducted as a contrast group with 246 college students. The scenario was created out of many consultations to elderly people, posted on the homepage of independent administrative agency National Consumer Affairs Center of Japan, and the vulnerability measure was constituted. As a result of conducting two taxometric analyses, MAMBAC and MAXLOPE, by setting vulnerability, scale score and age to indicators, it is a discrete quantity and it became clear to be classified into two of a highly vulnerable group and a low vulnerable group in the elderly people. Therefore, it is suggested that the measure against fraud crimes should be mainly performed to the elderly people belonging to a highly vulnerable group.

Keywords — vulnerability, elder people, taxometric method

1. はじめに

日本は世界有数の高齢社会であることは周知の事実であるが、国民の高齢化と同時に進行している総人口の減少は高齢化率の急激な上昇をもたらしている。内閣府の2012年の発表によると、高齢化率が2013年には25.1%で4人に1人が65歳以上となり、2035年には33.4%となり3人に1人、また2060年には39.9%となり2.5人に1人が高齢者となる。このような現状の中で、高齢者の認知的特徴を標的とした詐欺犯罪が社会問題となっている。警察庁のまとめでは、2012年1月～12月に起こった振り込め詐欺（オレオレ詐欺・架空請求詐欺・融資保証金詐欺・還付金等詐欺の総称）のうち、特に高齢者が標的となっている詐欺手口はオレオレ詐欺と還付金等詐欺である。オレオレ詐欺では50歳代以下の被害者は7.4%である一方で、60歳代以上の女性が被害者全体の75.9%を占めている。また、還付金等詐欺においては50歳代以下の被害者が5.3%見られる一方で、60歳

代と70歳代の女性で71.9%を占める状況はオレオレ詐欺の状況と酷似している。ところが、架空請求詐欺と融資保証金詐欺においてはこのような傾向は見られない。以上のような傾向が最近数年の振り込め詐欺被害統計に一貫して見られることは、振り込め詐欺犯罪被害と高齢者の心理学的特徴との関連性を示唆するものである（澁谷・渡部, 2012）。島田（2011）は、犯罪に対する脆弱性（vulnerability）の一要因として年齢が取り上げられることが多く、高齢者は振り込め詐欺の被害リスクが高いにもかかわらず、振り込め詐欺に対する犯罪リスク認知や犯罪不安は低いとしている。

ところで、わが国における振り込め詐欺被害防止対策は警察関係者を始めさまざまな組織によって行われていることは周知の事実であるが、このような対策すべてに該当する共通の陥穽は、「ほとんどすべての高齢者が振り込み詐欺被害に遭う可能性がある」という前提を暗黙裡に設けていることである。すなわち、振り込め詐欺被害に遭う可能性を考えた時に、高齢者はそれぞれその可能性が個人によって異なる値を持つという前提を設けていることになる。この考え方は、振り込め詐欺被害に対する脆弱性（＝振り込め詐欺被害の遭いやすさ）変数を謂わば連続量として考え、それが個人によって異なる値をとると考えていることになる。

一方、この考え方に対して、世の中の高齢者には何らかの理由によって、振り込め詐欺被害に遭いやすい群と遭いにくい群の2群があり、テレビなどで報道される詐欺犯罪事件は前者に属する高

齢者が不運にも詐欺犯罪に遭ったものであると考えることもできる。この考え方は、振り込め詐欺被害高脆弱群と低脆弱群という2つの群を仮定するもので、世の中の高齢者はこの2群のどちらかに属すと考える。振り込め詐欺被害高脆弱群に属す高齢者に対して、振り込め詐欺犯罪実行者からアプローチがあった場合には、詐欺犯罪被害に遭う確率がかなり高いが、振り込め詐欺被害低脆弱群に属す高齢者に対してアプローチがあったとしても、詐欺犯罪被害に遭う確率は低いと考えられる。

連続量の振り込め詐欺被害脆弱性変数を仮定するか、それとも2群の振り込め詐欺被害脆弱群を仮定するかによって、振り込め詐欺に対する対策は根本的に変わってくる。もし前者の仮定が正しければ、振り込め詐欺被害に遭う可能性は程度の差はあれすべての高齢者が持っていることになり、すべての高齢者が詐欺被害防止対策の対象者になる。一方、後者の仮定が正しければ、振り込め詐欺被害に遭う確率が極めて高い高齢者とそうでない高齢者がいることになり、詐欺犯罪被害防止対策の対象者は前者の高齢者に限られることになる。

そこで、振り込め詐欺被害脆弱性変数が連続量であるのかそれとも離散量であるのかを判断する必要がある。このような目的に用いられる方法論として taxometric method (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006) がある。taxometric method では、どのような統計量を用いるかによって、具体的な分析技法が異なる。

taxometric method は種々の精神病の特徴の連続・離散性を論じる研究が多いが、犯罪研究に対して taxometric method を用いたとしては Walters (2012) が挙げられる。Walters (2012) では、青年期の非行の特徴が連続量であるのか離散量であるのかを検討しており、対象とした12ケース中10ケースで連続量であるとの結果を得ている。この論文では更に、taxometric method によって得られた後の分析法の相違についても述べており、連続量の結果が得られた場合は探索的および確証的因子分析へ、また、離散量の結果が

得られた場合は混合分布モデルおよび潜在クラス分析を行うべきであるとしている。

2. taxometric method

taxometric method とは、ある特定の変数が一つの群に関する測定値なのか、それともいくつかの群に分かれたものからの測定値であるかによって、その変数から作られた統計量のグラフの形に相違が見られる。前者の場合を dimensional と言い、後者の場合を taxonic または categorical と言う。したがって、統計量のグラフの形を見ることによって、逆にその変数が dimensional なのか taxonic なのかを判断できる。

taxometric method には、どのような統計量を考えるかによって、MAXSLOPE, MAMBAC, L-Mode, MAXCOV, MAXEIG などの分析法がある。

taxometric method を考案した Meehl(1992)や Meehl & Younce(1994, 1996)では、統計量のグラフの形という視覚的な情報によって dimensional か taxonic かを判断していたが、Ruscio, Ruscio, & Meron(2007)がブートストラップ分布を用いることを提案して以来、dimensional か taxonic かの判断を定量的に行うことができるようになった。すなわち、ブートストラップ分布との近似度から comparison curve fit index (CCFI) の値を求め、 $CCFI < 0.4$ の場合は dimensional, $0.4 < CCFI < 0.6$ の場合は ambiguous, そして $0.6 < CCFI$ の場合は taxonic と判断される。

3. 方法

調査対象者は60歳以上の健常高齢者332名 (Mean=69.13, SD=7.21), および対照群の大学生246名 (Mean=22.78, SD=3.97) の合計578名である。調査時期は、2011年7~8月である。ここで、65歳以上を高齢者の定義とするのが通例であるが、警察庁の犯罪統計では60歳以上を高齢者の範囲として統計をとっているため、本研究においても60歳以上を高齢者として扱った。

調査項目は、9項目のデモグラフィック項目と

16 項目の自己効力（下位尺度として行動の積極性、失敗に対する不安、能力の社会的評価を含む）、25 項目の ST 簡便 QOL 尺度（下位尺度として居住環境、家族関係、収入、友人関係、仕事関係、健康、幸福感を含む）、10 項目の詐欺犯罪被害脆弱性尺度、10 項目の未来展望尺度、7 項目の意思決定方略尺度（システムティック方略とヒューリスティック方略）および 4 項目のリスク志向性尺度（フレーミング効果項目）で構成されている。このうち、詐欺犯罪被害脆弱性尺度は独立行政法人国民生活センターのホームページ（<http://www.kokusen.go.jp/>）に掲載されている「高齢者に多い相談」の中から頻度が高かった 10 事例に基づいて作成したシナリオを読んだ後に、自分であればどの程度詐欺犯罪被害者と同様の対処をしたかについて、「私なら確実にそうする」から「私なら確実にそうはしない」の 6 段階のリッカート型で回答を求める 10 尺度を構築し、尺度値を推計したものである。

taxometric method の indicator として、年齢と詐欺犯罪被害脆弱性 10 尺度の得点の合計の 2 変数を用いた。また、indicator が 2 個しか利用できないため、taxometric method として MAMBAC および MAXSLOPE を用いた (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)。

4. 結果

高齢者と大学生それぞれについて詐欺犯罪脆弱性 10 尺度の得点のスクリープロットを、豊田 (2012) により求めた。その結果、両群とも因子数が 1 であることが示唆された。そこで、R のパッケージ psych における関数 fa によって、因子数を 1 としてオブリン回転による因子分析を行った。累積寄与率は、高齢者では 44%、大学生では 25%である。

次に、高齢者と大学生それぞれについて詐欺犯罪被害脆弱性 10 尺度の得点の信頼性係数を求めた。その結果、クロンバックの α が高齢者では 0.88 であり、大学生では 0.75 であった。

本研究の目的が、振り込め詐欺犯罪に対する脆

弱性に関して、高齢者と若年者とで相違があるかどうか検討を加えることであるので、taxometric method の入力変数は必然的に年齢と詐欺犯罪被害脆弱性得点の 2 変数になる。そして、このように taxometric method の入力変数が 2 個である場合には、MAMBAC と MAXSLOPE が用いられる (Ruscio, Haslam & Ruscio, 2006)。

そこで、高齢者と大学生それぞれについて詐欺犯罪被害脆弱性得点の MAMBAC および MAXSLOPE による分析を行った。大学生の MAXSLOPE の結果を図 1 に、高齢者の MAXSLOPE の結果を図 2 に示す。また、大学生の MAMBAC の結果を図 3 に、高齢者の MAMBAC の結果を図 4 に示す。さらに、大学生の MAXSLOPE の CCFI を求めたところ 0.59、高齢者の MAXSLOPE の CCFI は 0.73 であった。また、大学生の MAMBAC の CCFI は 0.46、高齢者の MAMBAC の CCFI は 0.69 であった。したがって、高齢者では詐欺犯罪被害高脆弱性群と低脆弱性群の 2 群が存在するのに対して、大学生ではそのような群は存在せず、詐欺犯罪に対する反応は詐欺犯罪被害に対する脆弱性の程度によって説明されることになる。

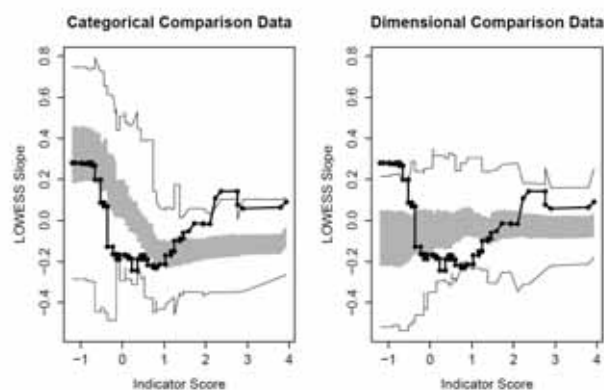


図 1 大学生の MAXSLOPE の結果

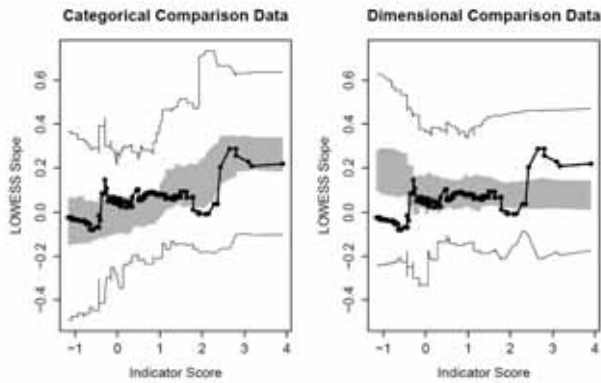


図2 高齢者の MAXSLOPE の結果

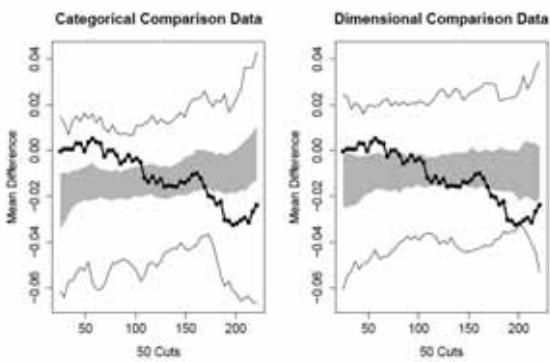


図3 大学生の MAMBAC の結果

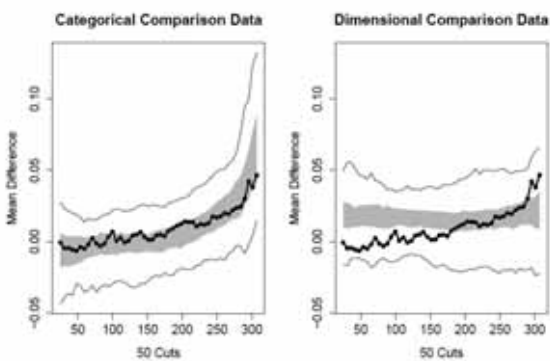


図4 高齢者の MAMBAC の結果

5. 考察

若年者では詐欺被害脆弱性は dimensional である。一方、高齢者では詐欺被害脆弱性は taxonic であると考えられ、したがって、高脆弱性群にのみ振り込め詐欺防止対策を行う必要があると思われる。

参考文献

- [1] Meehl, P.E., (1992) "Factors and taxa, traits and types, differences of degree and differences in kind", *Journal of Personality*, Vol.60, pp.117-174.
- [2] Meehl, P.E. & Yonce, L.J., (1994) "Taxometric analysis: I. Detecting taxonicity with two quantitative indicators using means above and below a sliding cut (MAMBAC procedure)", *Psychological Report*, Vol.74, pp.1059-1274.
- [3] Meehl, P.E. & Yonce, L.J., (1996) "Taxometric analysis: II. Detecting taxonicity using covariance of two quantitative indicators in successive intervals of a third indicator (MAXCOV procedure)", *Psychological Report*, Vol.78, pp.1091-1227.
- [4] Ruscio, J., Haslam, N. & Ruscio, A.M., (2006) "Introduction to the Taxometric Method A Practical Guide", Lawrence Erlbaum Associates.
- [5] Ruscio, J., Ruscio, A.M., & Meron, M., (2007) "Applying the bootstrap to taxometric analysis: Generating empirical sampling distributions to help interpret results", *Multivariate Behavioral Research*, Vol.42, pp.349-386.
- [6] 澁谷泰秀・渡部諭, (2012) 高齢者における自己効力と詐欺犯罪被害傾向及び生活の質との関連性: 高齢者の未来展望からの示唆, *青森大学・青森短期大学研究紀要*, 第35巻, pp.181-202.
- [7] 島田貴仁, (2010) 犯罪不安とリスク認知, 犯罪と市民の心理学: 犯罪リスクに社会はどうかかわるか. 小俣健二・島田貴仁(編), 北大路書房, pp.2-22.
- [8] 豊田秀樹, (2012) 因子分析入門, 東京図書.

知識獲得の計算理論に向けて：多変量情報流による潜在的機構の推定

Toward Computational Theory of Knowledge Acquisition: Estimating Latent Mechanisms Through Multivariate Information Flows

日高 昇平[†]
Shohei Hidaka

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

Abstract

科学的活動の多くにおいて、現象の観察・経験を通じ、直観に沿う仮説を立て、それに基づく理論構築が行われる。このような理論構築過程の一つの定式化として、ある多変量時系列を付与のデータとし、それを生成する潜在的な概念モデルの推定問題を考える。本研究では、情報理論を一般化した多変量双方向情報理論を用いる事で、現象に関する事前知識性を必要とせず、データのみから一般的な潜在的な概念モデルを推定できる事を示す。

Keywords — Knowledge acquisition, Information theory, Multivariate time series

1. 知識獲得の暗黙的計算過程

科学的活動の一つの目的は、目的観察・観測された現象そのもの(データ)から、それを生成・近似するより簡潔な表現形式(理論・モデル)を構築する事である(図1)。もし構築されたモデルが、何らかの意味で一般性をもち、有意義であるならば、それは多くのコミュニティ(研究グループ・学会・社会など)のメンバーに共有される知識となれる。このようなモデル化・理論化の過程では、多くの場合、現象・データの観察・経験(暗黙知)を通じ、観察者の“直感”に沿った仮説を立てることから始められる。構築されたモデルあるいは理論は形式的であるのに対し、それを生成する観察者の直感は暗黙的である。従って、知識の獲得

過程を理解するうえで、この暗黙的計算過程の解明が重要である。

本研究では、データから知識を構築する際の鍵となる「観察者の暗黙知」の一つのモデルとなりうる理論体系を提案する。具体的な問題として、観察データがある多変量時系列として与えられた場合に、それを生成する可能性の高いモデルのクラスを特徴づける問題を考える。これは、任意の形式の N 変量時系列から、その N 変量間の確率的・力学的な2項関係を N^2 の方向つき情報流として定量化する問題として定式化できる(図2a)。ここで得られる情報流ネットワークは、観察された要因間の関連性の度合いに関する直感、あるいは「前モデル的」な概念グラフとみなせる。

このような前モデル的なデータの記述を、ある知識獲得過程における「観察者の暗黙知」として考えるには、少なくとも以下の2つの要件を満たすべきである。

- (1) 少事前知識性：観察事象に対する最小限の事前知識で前モデル的仮説を構成可能である。
- (2) 汎用性：特定の機構の生成するデータだけでなく、多様なデータクラスに適用可能である。

この2つの条件に対し、本研究では、(1)与えられた時系列データの観測変数の一貫性・同期性のみを前提に基づき、(2)多様な確率的・力学的なデータ生成過程に対し、その潜在する情報的メカニズムを推定可能な理論的枠組みを示

す。具体的には、情報理論(Shannon, 1948)あるいはその拡張である双方向情報理論(Marko, 1973; Schreiber, 2000)を、さらに多変量へと一般化した双方向情報理論(Hidaka, 2012)を提案する。

多変量双方向情報理論の計算過程は、典型的な科学的方法論を抽象化したものとみなせる。多くの場合、科学者はある2つの因子を、他の因子の影響をなるべく統制・固定した上で調べ、その2因子間の関係性を見極める。これと同様に、多変量双方向情報理論では、ある変数 X から変数 Y への情報の流れを、その他の変数 Z の影響を差し引いた上で(条件つきで)推定する(Hidaka, 2012)。一方、(二変量)双方向情報理論(Marko, 1973)では、第三の変数 Z が存在していても、その影響を統制せずに、ある変数 X から変数 Y への情報の流れを(Z の影響を含みながら)推定する。従って、多変量双方向情報理論によって、単に情報量の算出というよりも、複数変数間の関係性を考慮した上でのデータの持つ情報的特性を定量化する事ができる。本研究では、知的営みにおいて重要な過程の一つである概念モデルの構築は、こうした変数間の関係性を考慮した上での情報量の推定とみなせると仮説をたて、これを検討した。以下では、シミュレーション研究および実データの分析研究について説明する。

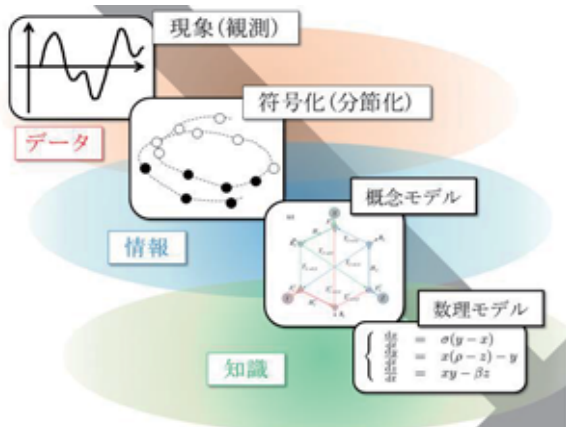


図 1: 知識獲得過程の概念モデル

2. 知識獲得過程のシミュレーション：力学系データから概念モデルの同定

多変量情報理論による関係グラフの推定のケーススタディとして、まず因果関係を操作することの出来る理論的な対象に対し、その潜在的な因果関係が未知な場合に双方向多変量情報量のみでどの程度正確に関係グラフが推定可能であるかシミュレーションを行った。因果関係が決定論的に決まり、しかし、長期的な予測が困難な複雑な対象として、非線形力学系が挙げられる。非線形力学系では、ある時点から次の時点への状態変化が、ある非線形方程式(連続系では微分方程式)によって与えられる一方、多くの場合、その挙動は複雑でカオスと呼ばれる。このシミュレーションでは、ある複数変数のカオスの挙動の系列を観測した場合に、その経験的な時系列から、系に固有の変数間の関係を情報の流れとして記述する。これは、まさに複雑な多変量関係を観測したときに、その変数間の関係性を特徴づける概念モデルの構築に対応する。シミュレーションでは、“正しい”概念モデルを非線形力学系のパラメータとして操作し、多変量情報理論によってその潜在的な関係性をどの程度正確に推定できるか評価した。具体的な系として、結合写像格子(Coupled Map Lattice: CML)を用いた。CMLは比較的単純な1次元力学系を結合し、個々の要素の関係性を任意に操作可能であり、かつ個々の要素だけでは起きない創発的な特性を全体として示す(Kaneko, 1992)。

表 1 : CML 多変量データに基づく関係グラフの推定結果

問題設定				正解率 多変量		正解率 二変量	
変数の数	関係対組合わせ	関係対ケース数	関係対の数	ケースベ	変数対ベ	ケースベ	変数対ベ
				ース	ース	ース	ース
3	2^6	16	96	100%	100%	75.0%	93.75%
4	2^{12}	218	2,616	90.78%	97.78%	9.22%	70.67%
5	2^{20}	9,608	192,160	81.48%	95.41%	1.24%	71.23%

表1は、変数の数を4,5と増やした場合に、全ての組み合わせ(それぞれ 218, 9608 ケース)の変数対ごと、そしてケースごとの正解率を示している。ケースごとの正答率は個々のケースで1つでも推定誤りが含まれる場合は不正解としているため、変数対毎の正答率より厳しい基準となっている。この結果は、多変量移送情報量はケースごとで 90.78%(4 変数), 81.48%(5 変数)、変数対ベースで 97.78%(4 変数), 95.41%(5 変数)と比較的高い推定精度を保つ事を示している。一方、比較基準となる二変量移送情報量はケースごとで 9.22%(4 変数), 1.24%(5 変数)、変数対ベースで 70.67%(4 変数), 71.23%(5 変数)と、変数が増えると急激に推定精度が下がる事を示している。この結果は、変数の増加に対し、多変量移送情報量は比較的高い推定精度を保つ事を示し、より高次の依存関係に対する堅牢性を示唆している。これに対し、二変量移送情報量がこの堅牢性を持たない事、また両者の理論的性質の違いを考慮すると、関係グラフの推定において、(1) 情報量の推定に加えて(2) その高次の従属関係(交絡関係)を明確に分離する(条件わけする事)の2点が要点として挙げられる。

3. 実データへの応用：身体運動の情報流ネットワーク

次に、実際の経験的なデータに対する多変量双方向情報理論の適用を行い、概念モデルの形成過程を検討する。複雑な要因間の相互作用のある対象の一つとして、身体運動の分析を行った。身体運動は環境、身体、神経活動の三者の

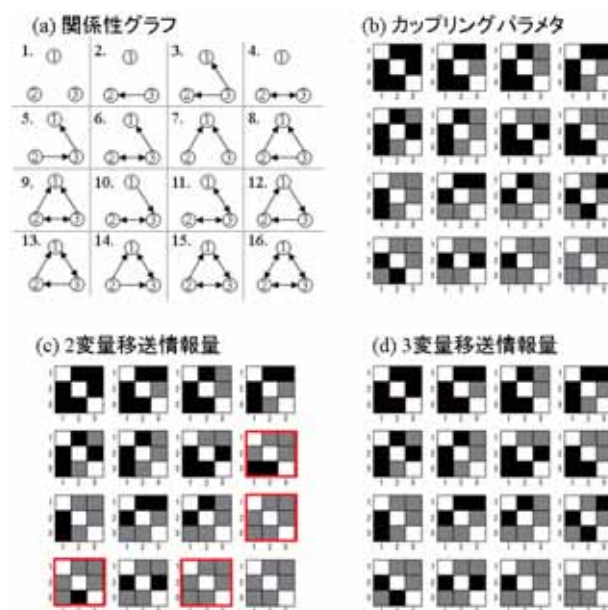


図 2: (a) 関係性グラフ(3 変数の場合、全 16 組み合わせ), (b) 結合写像格子の結合パラメータ, (c) 二変量移送情報量の推定値(非対角要素), (d) 三変量移送情報量の推定値(非対角要素)

間の複雑な相互作用によって成立する。複雑な多関節運動の場合、身体各部はそれぞれに協調しながら一つの運動を生成すると考えられている(Yamamoto, Ishikawa, & Fujinami, 2006)。ある一つの運動の習得は、必ずしも身体部位間の静的な関係性の獲得を意味しない。むしろ、熟達に伴って、運動はより効率的に、より効果的に変化すると考えられる。こうした熟達した運動の獲得をスキル学習と呼ぶ(Leonard, 2002)。しかし、スキルと呼ばれる複雑な運動に関して、身体運動の熟達をどのように捉えるべきかは個別の課題に特化してケーススタディとして行われており、未だに統一的な理論的解釈は与えられていない。たとえば、球技(e.g., バスケットボール)

のように、明確に運動の標的が定義されている特定の運動(ゴールにボール投げ込む)の場合、その成功率として習熟を一つの尺度で表す事が可能である。しかし、こうした明確な標的が定まらない、たとえば演劇、歌唱や音楽演奏、描画など運動においても、人はその運動の質(あるいはその結果としてのパフォーマンス)をある程度一貫して評価する事が出来る。こうした背景を踏まえ、複数の身体部位間の協調関係を反映する概念モデルをデータから推定し、熟達化に伴う概念モデルの変化を検討する。

3.1 分析手続き

対象としたのは、サンバの演奏運動中の身体動作をキャプチャしたデータである(Yamamoto, Ishikawa, & Fujinami, 2006)。この実験では全身の16の特徴点と楽器(シェイカー)の両端2箇所計18箇所にマーカーをつけた演奏家5名が、5つのテンポ(60, 75, 90, 105, 120拍毎分(BPM))で演奏を数分間を行った。こうして得られたデータのうち、本研究では、特に熟達に顕著な差があると見られる3名(40年以上の経験を持つ上級者、5年の経験をもつ上・中級者、2年の経験をもつ中級者)の演奏に直接関わる右腕(肘・手首)と楽器(両端2箇所)の4箇所の動きを分析した。各演奏者につき、4箇所の身体動作は3次元の空間上の点列として86.1Hzのレートでサンプルされたが、計測に伴う高周波ノイズのため、その半分のデータ点(43.05Hzに相当)を分析に用いられた。各時系列データは、演奏者、演奏リズムごとに記号的最近傍法(Buhl & Kennel, 2005)を用いて、符号化をした後、4次マルコフ性を仮定した上で、その遷移確率分布のN変量移送情報量を算出した。前述したシミュレーションの分析と同様に、推定された移送情報量を0とする帰無仮説に対し統計検定を行うことで、 $\alpha = 0.01$ 水準で有意に0より大きい移送情報量を求め、これを関係グラフにおける情報の流れとして定義した。

3.2 結果・考察

経験年数の違いから期待される熟達の度合いに応じて、上級者、中上級者、中級者とした。リズム運動の多変量時系列(楽器1, 2, 手首、肘の4箇所)から推定された情報流グラフを図4に示す。それぞれの演奏家に対し、5つの演奏テンポ条件、12関係対について、有意に0より大きい情報流の割合(12ペア・5条件、のべ60ペア中)をバーグラフに、その条件間の標準偏差をエラーバーとして表示している。熟達の度合いの高いほどに、演奏に関わる右腕および楽器に間における有意な情報流の割合が高い事が分かった。また、バーグラフの上部には、それぞれの演奏家で5条件すべてで有意に0より大きい身体部位間の関係を方向つきの関係グラフとして示している。推定された関係グラフは、上級者ではほとんど全ての身体部位間で情報の流れがあるのに対し、中級者は手首と楽器の一部のみに有意な情報がある事を意味している。また、中上級者では、中級者と上級者と中間程度の情報の流れが見られた。この中上級者の関係グラフでは、肘から手首、手首から楽器への情報の流れがあり、これは腕のしなりによるむち運動で楽器に動きが伝達する状態を表していると考えられる。これに加えて上級者では楽器から手首・肘への情報の流れも見られ、楽器の状況によって手首・肘の運動を変化させていると解釈できる。以上の結果は、上級者ほど、全ての関連する身体・楽器の間で双方向に情報伝達が起こり、腕から楽器に運動が伝わるだけでなく、楽器から腕への情報がその制御に重要である事が示された。

こうした結果は、予想された通り、熟達によって身体運動が巧妙になる事を示すだけでなく、多変量情報理論によってその具体的な関係性を構築できた事を意味する。本実験で調べた複雑な動きの精妙な制御は、未だに解明すべき部分が多い。数十ミリ秒の精度で多数の間接・筋肉が制御され、作り出された一つの洗練された動きに、我々はそれをどのように、熟達を感じ取

るのだろうか。本分析は、このような問いに対して、一つの可能性を示している。つまり、我々が他者の身体運動の観察を通じて、情報的な関係性を推定し、その情報流ネットワーク上の密度として、運動の精妙さを感じ取るのではないだろうか。本研究は、ひとつの事例研究に過ぎないが、多変量双方向情報理論はこうした複数の要因間の複雑な時間的なパターンから、それを整理する有用な関係グラフを構築できることを示している。

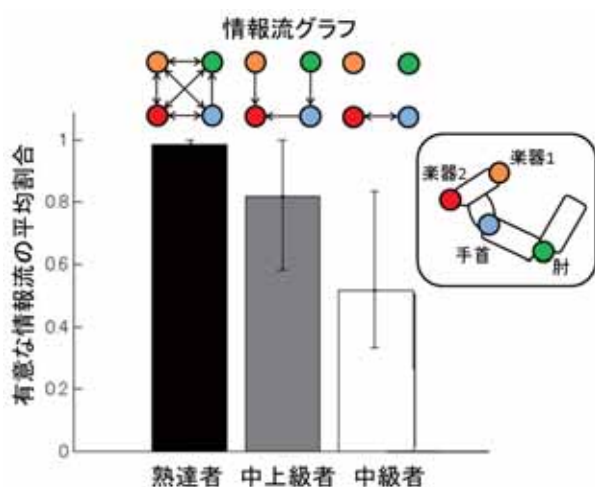


図 4: リズム運動の多変量時系列(楽器 1, 2, 手首, 肘の 4 箇所)の情報流グラフ

4. 総合討議

本研究では、データから知識を獲得する過程において、最も初期に行われる概念モデルの形成について理論的検討を行った。概念モデルでは、ある現象に関してそれを適切に代表するいくつかの状態の分節化、そしてそれらの間の関係性の記述を行う。この概念モデルはそれに続くより詳細な数理モデルなどの基礎となり、あるいは社会科学など数理的なモデル化が困難な複雑な現象の説明においては中心的な役割を果たす。一方、概念モデルの形成過程そのものは、データ観察者の暗黙知であり、最終的な表現である関係グラフを除いてその内省的メカニズムは不明な点が多い。本研究では、多変量時系列データの観察から、その変量間の情報論的な関係グラフを推定する過程と概念モデルの構築と

みなし、これを最小限の事前知識により行う理論体系を提案した。

本研究で検討した多変量双方向情報理論(MTE)は、Shannon の(一方向)情報理論、Marko の二変量双方向情報理論を拡張した一般化理論である(Hidaka, 2013)。MTE では、複数の変量間の関係(高次情報量)を方向つきの情報の流れに分解して表現する。MTE の計算過程は、典型的な科学的な思考法と同様に、他の交絡因子を統制した上で、二変数 X と Y の関係を特定する事を情報理論の拡張として表現したとみなせる。

理論モデルを用いてデータを生成したシミュレーションでは、第三の交絡因子の関与を考慮しない PTE よりも、MTE を用いた場合に高精度で関係グラフの構築が可能である事が示された。これに続く身体運動データの分析では、熟達者の運動と中級者の運動の違いが、身体部位間の依存関係の密度という形で、定量化できることが明らかになった。分析では、一切の身体部位間に関する事前知識を与えず、データだけから具体的な関係グラフの図式化したにも関わらず、熟達者の運動がより精密かつ複雑な構造を持つ、という我々の直観に合致した関係グラフが得られた。こうした一連の結果は、MTE による関係グラフ構築が、概念モデルの構築に類似した性質を持っていることを示唆している。これは、序論で提示した少ない事前知識の下で関係グラフを構築という条件(1)を満たすことを意味する。さらに、3,4,5 変数の全ての可能な関係グラフの組み合わせを分析したシミュレーションの結果と、さらにノイズなど必ずしも理想的ではない条件下で得られた身体運動データの分析結果を考慮すると、MTE は少なくとも一定程度の汎用性(条件(2))を有すると考えられる。Hidaka (2012)は、本研究で検討した2つのケースに加えて、さらに、理論力学系の一つである Lorenz 系への適用、また生理学的データ分析への応用も示している。この二条件については、今後も MTE による分析を理論的・経験的な側面から検証を重ねる事で、どの程度の

事前知識が必要であるか、また汎用性を持つかを調べていく必要がある。

なぜ MTE による情報流ネットワークは、その背景にある(数理的)モデルを推定せずに、変数の間の従属性を定量化できるのだろうか。通常はある数理的モデルを立てた上で、そのモデルの当てはめを行った上で、関係性を特定する事を考えれば、潜在する数理メカニズムの特定前に、その関係性を定量化できるのは不思議ではある。このように数理モデルを特定せずに、変数間の情報量を特定できるのは、情報理論の持つモデルフリー性にある。情報理論において、モデルはある現象の符号化に関わる。ある空間を十分に高い精度で符号化を行った場合に、どのような座標系で符号化しても情報量が不変になる場合に、モデルフリーと言う。多変量情報理論の特殊な場合である二変量移送情報量に関して、このモデルフリー性が成り立つ事が示されている(Kaiser & Schreiber, 2002)。この理論的性質により、ある現象をどのように符号化するか、という詳細に立ち入らずに、多変量双方向情報理論は対象の従属性を定量化することができる。つまり、少事前知識性・汎用性を同時に満たしながら、データから概念モデル的な構造を推定しており、これは概念モデル形成過程を説明するモデルになりうる。

最後に、本研究で提案する多変量情報流で、現状では扱えない対象についての考察をについて述べる。情報理論の拡張たる多変量情報流は、情報理論と同じく、符号化されたデータを対象に情報量を測る。逆に言えば、情報理論および多変量情報流が、推定すべき潜在的メカニズムが不明な対象に適用される場合、データがどのように符号化されるべきか、符号化の良さについては、言及することができない¹。したがって、情報理論の枠組みの外に、対象そのものの符号化についての理論が必要となる。特に本研究で

対象とした非線形力学系に関しては、生成分割と呼ばれる“最も良い符号化”の存在が知られている場合があり、時系列データからの推定法もいくつか提案されている(Hidaka & Yu, 2010a; 2010b)。こうした汎用的な符号化の理論と組み合わせることで、多変量情報理論の応用範囲を拡張していくことが今後の課題として挙げられる。

謝辞

本稿第4節の実データ分析では、藤波努氏の好意により、身体運動のデータを提供していただいた。ここに感謝いたします。本研究の一部は科学研究費補助金(No.23300099)、人工知能研究振興財団、ニューロクリアティブ研究会研究助成の補助を受けた。

参考文献

- [1] Buhl, M. and Kennel, M. B. (2005). Statistically relaxing to generating partitions for observed time-series data., *Phys. Rev. E* 71, 046213.
- [2] Hidaka, S., & Yu, C. (2010a). Spatio-Temporal Symbolization of Multidimensional Time Series, *International Workshop on Spatial and Spatiotemporal Data Mining*, 249-256.
- [3] Hidaka, S., & Yu, C. (2010b) Analyzing Multimodal Time Series as Dynamical Systems, *12th International Conference on Multimodal Interfaces and 7th Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction*, 53-58.
- [4] Hidaka, S. (2012). Characterizing Multivariate Information Flows, eprint arXiv:1212.5449
- [5] Kaiser, A. & Schreiber, T. (2002). Information transfer in continuous processes. *Physica D* 166: 42-62.
- [6] Kaneko, K. (1992). “Overview of coupled map lattices”. *Chaos An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 2(3), 279.
- [7] Leonard, C. T. (1997). *The Neuroscience of Human Movement*. Mosby: St. Louis, MO (松村道一, 森谷敏夫, 小田伸午(訳) ヒトの動きの神経科学).
- [8] Marko, H. (1973). “The bidirectional communication theory - a generalization of information theory”. *IEEE Transaction on Communication*, COM-21(12), 1345-1351.

¹ ただし、目標が与えられる場合(教師あり学習・分類問題・情報圧縮など)は、それによって符号化の良さが情報理論によって計算可能である。

- [9] Schreiber, T. (2000). “Measuring information transfer”. *Phys. Rev. Lett.*, 85(2), 461–464.
- [10] Shannon, C. E. (1948). “A mathematical theory of communication”. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423, 623-656.
- [11] Yamamoto, Y., Ishikawa, K., & Fujinami, T. (2006). Developmental stages of musical skill of samba. *Journal of biomechanics*, 39, S555.

肯定と否定の非対称性： 確率推論課題における図地フレーミングの実験的検討

Asymmetry between affirmation and negation: An empirical study on the figure-ground framing in probability judgment tasks

服部 雅史[†]
Masasi Hattori

[†]立命館大学
Ritsumeikan University, Department of Psychology
hat@lt.ritsumei.ac.jp

Abstract

命題の肯定と否定は、論理的には対称であるが、心理的には対称ではない。この心理的非対称性ゆえに、否定命題の条件つき確率は使用が困難になることがあると考えられる。本研究では、確率判断課題におけるエラーの原因がこの非対称性にあると考え、二つの実験によって仮説を実証した。実験結果は、従来の基準率無視の考えを否定し、等確率性仮説を支持・補強するものであった。確率判断のエラーを肯定と否定の非対称性と結び付けて説明するのは、本研究が初めての試みであるが、他の推論・意思決定課題においても、この非対称性がバイアスの原因になっている可能性があると考えられる。

Keywords — base rate fallacy, attribution framing, feature-positive effect

1. はじめに

シャーロックホームズは、犬が何もしなかったことの奇妙さに気づいて犯人の手がかりを得た（コナン・ドイル『銀星号事件』）。しかし、一般人にとっては、犬が吠えることに気づくのは容易だが、事象の不生起に注意を向けることは難しい。**特徴肯定性効果**(feature-positive effect)として知られる現象もこれに類似している。特徴のあるキー（例：ドットが描かれたキー）と特徴のないキー（例：何も描かれていないキー）の二つのキーが提示されるとき、ハトは特徴のある方をつつくと餌をもらえることは容易に学習するが、特徴のない方をつつくと餌をもらえることを学習するのは困難である(Jenkins & Sainsbury, 1970; Sainsbury & Jenkins, 1967)。特徴の存在と不在、事象の生起と

不生起は、論理的には相補的關係である。一方を命題 X とすれば、もう一方は $\neg X$ (X の否定) と表すことができるため、 $Y = \neg X$ と置換すれば形式上は肯定と否定を入れ替えることができる。しかし、特徴肯定性効果は、肯定と否定が心理的には対称ではないことを示している。

2. 図地フレーミング

一般に、肯定（生起・行為）は注意の対象であり、否定（不生起・非行為）はそれ以外の背景である。注意の向かない背景事象は曖昧になり、有効な認知的処理を受けにくい。Levin & Gaeth (1988) は、ひき肉を「赤身 75%」と表現すると、「脂身 25%」とするときより「高品質」「脂っこくない」と評価されることを示し、**属性フレーミング**(attribution framing)と名付けた。肯定と否定の關係は、ルビンの盃(Figure 1)で知られる「**図と地**」(Rubin, 1915/1958, 1921) の關係に似ている。赤身を「**図**」と見れば、脂身は「**地**」となり、赤身の肯定的な属性が強調される。逆に脂身を**図**と見れば、同じ対象でも脂身の否定的な属性が強調されて認識される。同様に、Sanford, Fay, Stewart, & Moxey (2002) は、「25%乳脂肪を含むヨーグルト (containing 25% fat)」の方が「75%無脂肪のヨーグルト (being 75% fat free)」よりも非健康的と判断されることを示した。本研究では、このような肯定・否定の間の非対称性を発生させる心理的枠組みを

図地フレーミング(*figure-ground framing*)と呼ぶことにする。

本研究は、推論や判断のエラー、特に基準率錯誤として知られる確率判断の誤りを、論理的な図地反転の観点から実験的に検討することを目的とする。Tversky & Kahneman (1980) は、確率判断課題においてしばしば課題中に示された基準率が無視されることを指摘し、そのためにエラーが起こるとして基準率無視と呼んだ。しかし、Hattori & Nishida (2009) は、基準率は無視されず、エラーが起こるのはターゲットとなる 2 事象の生起確率がほぼ等しいと仮定されるためであるとした。実験では、解決者の等確率性の仮定を崩して課題の確率構造が正しく把握されるようにすれば、正答率が劇的に上昇することが示された。しかし、等確率性と矛盾する確率情報が課題の中で与えられても、それがデフォルトの等確率仮定を上書きするために使われない理由については十分に解明されていない。そこで本研究では、この点について実験的に検討する。

本研究は、以下の三つの仮説に基づく。第 1 に、論理的な図地反転は容易には生じにくいと仮定する。第 2 に、地は地平 (スコープ) が曖昧になるので、「地をベースとする確率情報」、すなわち、「地」とみなされる事象の条件つき確率 (後述) は使用が困難になると仮定する。第 3 に、確率情報が明示的 (効果的) に与えられないとき、ターゲット事象の等確率が仮定されると仮定する。

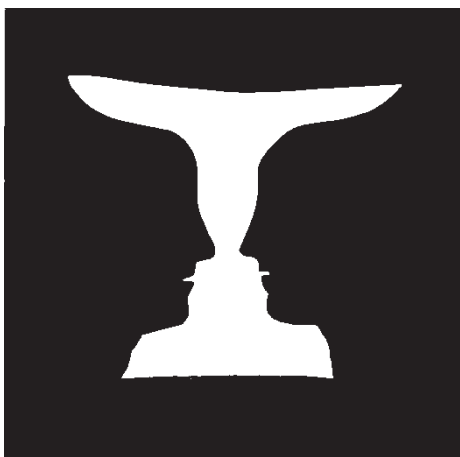


Figure 1. Rubin's vase (Adapted from Rubin, 1921).

3. 実験 1

従来、基準率無視を起こすと考えられてきた確率判断課題 (たとえば、以下に示す乳がん問題) では、上記の仮説 2 の「地をベースとする確率」が用いられている。したがって、もしこの課題の困難さが、人々に基準率を無視する傾向があるからではなく図地フレーミングによるとすれば、この確率情報を別の適切な形態で提示すればエラーが減少するはずである。そこで、この予想を確かめるために実験を行った。実験で用いた課題 (統制条件) は Eddy (1982) に準じた次のようなものとした。(下線とその番号は、以下の説明のためのもので、実験課題には表示されたわけではない。)

(1) 集団検診に参加する 40 歳の女性が乳がんにかかっている確率は 1%です。(2) 乳がんにかかっているとき、検査で陽性と出る確率は 80%です。つまり、乳がんにかかっても 20%の確率で陰性と出ます。また、(3) 乳がんでないにもかかわらず、誤って陽性と出る確率が 9.6%あります。さて、(4) 40 歳のある女性が検診で陽性と出ました。この女性が実際に乳がんにかかっている確率はどれくらいでしょうか。(正解: 7.6%)

乳がんであることを H 、検査で陽性と出ることを D とすると、この課題で与えられる確率情報は、(1) $P(H) = 0.01$, (2) $P(D|H) = 0.8$, (3) $P(D|\neg H) = 0.096$ であり、求めるべき確率は (4) $P(H|D)$ である。この中で、(3) $P(D|\neg H)$ だけが否定命題 (「乳がんではない」) に基づく条件つき確率である。この課題において、「乳がんである」ことは明らかにターゲット事象であるので、その否定は「地」に相当する。よって、これを「地をベースとする確率情報」と呼ぶ。地をベースとする情報は、否定命題のスコープに光を当てる必要があるが、仮説 2 より、この情報の扱いには困難が伴う。そのため、 $P(D)$ の推定が難しくなり、結果として、仮説 3 より等確率性が仮定される。この考えが正しければ、確率情報を地ベースの形態で与えることを避けることにより正答率が上昇するはずである。そこで、実験 1 (の実験条件) では、次のような変形課題を

使用した。

集団検診に参加する 40 歳の女性が乳がんにかかっている確率は 1%です。⁽⁵⁾ 検診参加者のうち、乳がんにかかっている、しかも検査で陽性と出る人は全体の 0.8%です。つまり、乳がんにかかっているも陰性と出る人が全体の 0.2%います。一方、⁽⁶⁾ 検診参加者全体の 9.5%は、乳がんにかかっているのに陽性と出ることがわかっています。

この課題では、地ベース情報を避けるため、(3) $P(D|\neg H) = 0.096$ の代わりに (6) $P(\neg H, D) = 0.095$ という確率情報を与えている。これに伴い、正陽性率 (2) $P(D|H) = 0.8$ を同時確率 (5) $P(H, D) = 0.008$ に置き換え、全体集合を基準とする確率にそろえた。

3.1. 方法

実験参加者および実験計画 立命館大学の学生 97 人 (男性 40 人, 女性 57 人, 年齢: $M = 20.6$, $SD = 1.9$) が実験に参加した。参加者は、統制条件, 実験条件のいずれかに無作為に割り当てられた。

課題および手続き 上記の 2 種類の課題を使用し、解答に際しては、計算するのではなく直感的に答えるよう求めた。制限時間は設けなかった。

3.2. 結果および考察

回答の中央値は、実験群(1.5%)の方が統制群(70.4%)より有意に低かった(Wilcoxon Test), $Z = 4.30$, $p = 1.0 \times 10^{-4}$, $r = 4.37$ 。よって、仮説が支持された。

しかし、実験条件で正答率が高かったのは、実験条件の課題が統制群より単に計算が簡単だったためかもしれない。Table 1 に示すように、 $P(H, D)$, $P(H, \neg D)$, $P(\neg H, D)$, $P(\neg H, \neg D)$ をそれぞれ p_a, p_b, p_c, p_d とすると、求めるべき確率は $P(H|D) = p_a / (p_a + p_c)$ であるが、このうち p_a は、 $p_a = P(H) P(D|H)$ としていずれの条件でも同様に計算できるが、 p_c については、実験群では課題中に与えられているのに対して、統制群では $p_c = P(D|\neg H)(1 - P(H))$ として計算する必要がある。よって、この違いが実

験群の正答率を高くしたという解釈を排除できない。そこで、実験 2 を実施した。

4. 実験 2

実験 1 で正答率が上昇したのは、課題の計算が簡単になったためという可能性が排除できない。そこで、オリジナル課題と同程度に計算が複雑な課題を用いて、実験 1 の結果の再現を試みた。

4.1. 方法

実験参加者および実験計画 立命館大学の学生 145 人と金沢大学の学生 45 人, 合計 190 人の学生 (男性 75 人, 女性 113 人, 不明 2 人, 年齢: $M = 20.4$, $SD = 2.2$) が実験に参加した。参加者は、統制条件, 実験条件のいずれかに無作為に割り当てられた。

課題 統制条件の課題は、実験 1 と同じものを使用した。実験条件には次のような課題を与えた。

集団検診に参加する 40 歳の女性が乳がんにかかっている確率は 1%です。乳がんにかかっているとき、検査で陽性と出る確率は 80%です。つまり、乳ガンにかかっているも 20%の確率で誤って陰性と出ます。また、検査の誤りには偏りがあり、⁽⁷⁾ 誤って陽性と出る人の数は、誤って陰性と出る人の 47.5 倍にも達します。

この課題では、与えられる偽判定オッズを (7) $f = p_c / p_b = 47.5$ とすると、 $p_c = f P(H) (1 - P(D|H))$ として計算する必要があり、計算の複雑さは実験 1 の実験条件と同等と考えられる (Table 1 参照)。

4.2. 結果および考察

未回答の 1 人を分析から除外した。回答の中央値は、実験群(5%)の方が統制群(50%)よりも有意に低かった(Wilcoxon Test), $Z = 3.02$, $p = .0024$, $r = .220$ 。

以上の結果は、実験 1 で正答率が上昇したのは、課題の計算が簡単になったからではなく、地ベース情報の使用が困難であったからであることを示唆する。

5. 総合考察

実験1と2の結果より、以下の二つのことが示された。第1に、基準率課題におけるエラーは、基準率が無視されるからではなく、ターゲットとなる二事象の等確率性が仮定されるために発生するという知見 (Hattori & Nishida, 2009) が新しい実験材料によって再確認された。第2に、この等確率性仮定の原因は、ターゲット事象の否定事象の条件つき確率 (地ベース) 情報の使いにくさによることが示唆された。

図地フレーミングは、推論・判断に関する他のエラーやバイアスともかかわっている可能性がある。たとえば、因果帰納の規範的なモデル ΔP は、データに対する適合があまりよくないことが知られている (Hattori & Oaksford, 2007)。この指標は、 $\Delta P = p_d/(p_a + p_b) - p_c/(p_c + p_d)$ として定義されるが、第2項は、「原因が生起しなかったときに結果が生起した確率」であり、まさに地ベースの確率である。このことが、このモデルの記述力の限界と関係があるかもしれない。つまり、原因の生起に焦点を当てるように事態を観察するような場合には、図地フレーミングによって ΔP 的 (規範的) 判断が阻害されるのかもしれない。

さらには、因果帰納における d セル無視 (Hattori & Oaksford, 2007) と基準率錯誤との関係も示唆される。 ΔP が記述力を持たないとき、二要因ヒューリスティックモデルがデータによく適合する。このモデルは、 $H = [p_d/(p_a + p_b) \cdot p_d/(p_a + p_c)]^{1/2}$ で定義される。すなわち、「原因が生起したときに結果が生起した確率」と「結果が生起したときに原因が生起していた確率」の両者だけを考慮する。この両者はいずれも「図ベース」の確率であり、このモデルは d セル、すなわち、原因も結果も生起しなかった事象の頻度を無視する。このモデルがデータによく合うことは、単に人間の因果帰納が規範的でないことを意味するだけでなく、それが、ある一貫性を持った傾向であり、しかも、基準率錯誤と同じしくみで発生していることを示唆する。

表面上は異なる別々の課題が、もし同じしくみでエラーを発生させているとすれば、そのしくみ (図地フレーミング) には外界認知のための何らかの合理的根拠があると推測することも可能である。このような点について、今後の理論的・実験的に探究していくことが重要と考えられる。

文献

- Eddy, D. M. (1982). Probabilistic reasoning in clinical medicine: Problems and opportunities. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 249-267). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hattori, M., & Nishida, Y. (2009). Why does the base rate appear to be ignored? The equiprobability hypothesis. *Psychonomic Bulletin and Review*, *16*, 1065-1070. doi: 10.3758/PBR.16.6.1065
- Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, *31*, 765-814. doi: 10.1080/03640210701530755
- Jenkins, H. M., & Sainsbury, R., S. (1970). Discrimination learning with the distinctive feature on positive or negative trials. In D. I. Mostofsky (Ed.), *Attention: Contemporary theory and analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Levin, I. P., & Gaeth, G. J. (1988). How consumers are affected by the framing of attribute information before and after consuming the product. *Journal of Consumer Research*, *15*, 374-378.
- Rubin, E. (1915/1958). Figure and ground. In D. C. Beardslee & M. Wertheimer (Eds.), *Readings in perception* (pp. 194-203). Princeton, NJ: D. Van Nostrand.
- Rubin, E. (1921). *Visuell wahrgenommene Figuren: Studien in psychologischer Analyse [Visually perceived figures: Studies in psychological analysis]*. Kobenhavn: Gyldendalske Boghandel.
- Sainsbury, R., S., & Jenkins, H. M. (1967) Feature-positive effect in discrimination learning. *Proceedings of the 75th Annual Convention of the American Psychological Association* (pp. 17-18).
- Sanford, A. J., Fay, N., Stewart, A., & Moxey, L. (2002). Perspective in statements of quantity, with implications for consumer psychology. *Psychological Science*, *13*, 130-134.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1980). Causal schemas in judgments under uncertainty. In M. Fishbein (Ed.), *Progress in social psychology* (Vol. 1). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Table 1. Probabilistic Structures of the Tasks in Experiments 1 and 2

Probability Distribution Table

	D	$\neg D$	Sum
H	$[p_a] P(H,D)$	$[p_b] P(H,\neg D)$	$P(H)$
$\neg H$	$[p_c] P(\neg H,D)$	$[p_d] P(\neg H,\neg D)$	$P(\neg H)$
Sum	$P(D)$	$P(\neg D)$	1

Control Condition in Experiments 1 and 2

	Probability	Value Given	Symbol
(1)	$P(H)$	0.01	$p_a + p_b$
(2)	$P(D H)$	0.80	$p_a / (p_a + p_b)$
(3)	$P(D \neg H)$	0.096	$p_c / (p_c + p_d)$
	$P(H D)$?	$p_a / (p_a + p_c) = (1) \times (2) / [(1) \times (2) + (3) \times (1 - (1))]$

Experiment Condition in Experiment 1

	Probability	Value Given	Symbol
(1)	$P(H)$	0.01	$p_a + p_b$
(5)	$P(H,D)$	0.008	p_a
(6)	$P(\neg H,D)$	0.095	p_c
	$P(H D)$?	$p_a / (p_a + p_c) = (5) / [(5) + (6)]$

Experiment Condition in Experiment 2

	Probability	Value	Symbol
(1)	$P(H)$	0.01	$p_a + p_b$
(2)	$P(D H)$	0.80	$p_a / (p_a + p_b)$
(7)	$P(\neg H,D) / P(H,\neg D)$	47.5	p_c / p_b
	$P(H D)$?	$p_a / (p_a + p_c) = (1) \times (2) / [(1) \times (2) + (1) \times (7) \times (1 - (2))]$

腕を大きく回してクリエイティブに！

—身体運動と拡散的創造性との関係—

永井聖剛¹・山田陽平^{1, 2}・仲嶺真³

(¹産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門

²奈良教育大学教育学部 ³筑波大学大学院人間総合科学研究科)

key words : Embodied Cognition, Creativity, Divergent and Convergent Thinking

1. はじめに

創造性 (Creativity) には2つの成分, すなわち拡散的思考 (Divergent thinking) と収束的思考 (Convergent thinking) が主に含まれる (Guilford, 1967)。拡散的思考とは既成の概念にとらわれず、広範かつ新しい枠組みから物事を捉え独創的なアイデアを産み出す活動であり、収束的思考とは特定の制約や状況下でアイデアを産出する活動である。

さて、認知情報処理は身体の状態や動作に影響を受けるとする“身体性認知 (Embodied cognition)”の枠組みに基づき、多くの検討が行われている (e.g., Strack, Martin, & Stepper, 1988; Williams & Bargh, 2008)。本研究では、腕を大きく回す動きが (小さな動きよりも) 広範で拡散的な思考を導き、拡散的創造性が強く生じさせるか否かを検討した。

2. 方法

2.1. 実験参加者 大学生および大学院生50名が実験に参加し、大きく腕を回す「大」群または小さく腕を回す「小」群にランダムに割り当てられた。

2.2. 創造性課題 「実在しないコメの名前」を考えることを求めた (Dijksterhuis & Meurs (2006) における実在しないパスタの名前を考えるものと類似の課題)。課題に先立ち「クラヒカリ、シマヒカリ、ソラヒカリ、トヨヒカリ、ミネヒカリ」の5つの回答例を挙げ、その際、「〇〇ヒカリ」でもそれ以外の名前でもいいことを明示した。データ解析においては、「〇〇ヒカリ」はコシヒカリに代表されるように、コメの名前として非常に典型的で思いつきやすいことから収束的項目、「〇〇ヒカリ」でない回答は、自由かつ拡散的な思考と関連する拡散的項目として分類した。

2.3 手続き 右手で、壁に描かれた直径 80 cm(大)または 3 cm (小)の円に沿って、2秒に1周の速さで、なぞる腕回しの練習の後、コメ課題の説明を行った。実験では、腕回し 30 秒、コメ課題 1 分間、を 1 セッションとし 5 セッションを連続して行った。

3. 結果

3.1. データ解析 実在するコメ名称の回答を除いた後、収束的項目、拡散的項目に分けてセッション毎にデータを集計した。そして、セッション毎に、1) 回答総数、2) 回答総数に占める拡散的項目のパーセンテージ (%拡散的項目) を算出した。尚、回答総数が平均の3標準偏差よりも多い被験者1名のデータ

を削除し、腕回し「小」群24名、腕回し「大」群25名のデータを解析対象とした。

3.2. 回答総数 回答総数データについて、群 (2 : 腕回し「小」, 「大」) x セッション (5) の分散分析を行ったところ、いずれの主効果、交互作用も有意では無かった ($F_s < 1$)。したがって、腕回しの大きさはコメ名称の回答総数には影響を与えなかった。

3.3. %拡散的項目 回答総数に占める拡散的項目のパーセンテージについて、群 (2 : 腕回し「小」, 「大」) x セッション (5) の分散分析を行ったところ、群 ($F(1, 234) = 13.66, p < .001$) およびセッションの主効果 ($F(4, 234) = 4.35, p < .01$) が認められたが、交互作用は有意では無かった ($F(4, 234) < 1$)。つまり、セッションを通して、大きく腕を回す方が小さく回すよりも、拡散的項目を回答する割合が多かった。

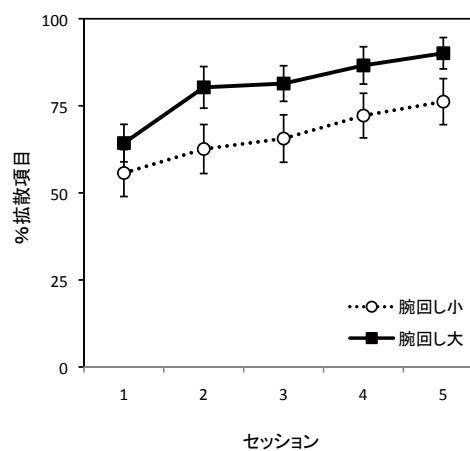


Figure 1. 各群・各セッションにおける拡散的項目が占めるパーセンテージ (平均±標準誤差)

4. 考察

腕を大きく回した群では非典型的なアイデア (「〇〇ヒカリ」でない) の回答比率が高くなる、すなわち大きな腕回し動作は小さな腕回し動作に比べて、拡散的思考を強く生じさせることが明らかとなった。これは、腕を大きく回す動作によって思考の範囲が広がったことで、典型例や先例の枠組みから離れることが可能となり、結果として非典型的なアイデアがより多く産出されたと考えられる。

Beaty and Silvia (2012) でも示されている「アイデア総数に占める拡散的項目比率の時間経過に伴う上昇」は、両群において認められたが、腕回し「大」群における拡散的項目の優位

性はセッションを通してみられている。このことから、腕を大きく回すこと自体が、拡散的アイデアをより多く産出させると考えられる。

身体運動が創造性思考に与える影響については、ごく最近に他の報告もみられ、大きな注目を集めているといえよう (e.g., Slepian & Ambady, 2012)。現在、Alternative Uses Test など他の創造性課題を用いた検討を行っている。

5. 参考文献

- Beaty, R. E. & Silvia, P. J. (2012). Why do ideas get more creative across time? An executive interpretation of the serial order effect in divergent thinking tasks. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 6*, 309-391.
- Dijksterhuis, A., & Meurs, T. (2006). Where creativity resides: The generative power of unconscious thought. *Consciousness and Cognition, 15*, 135-146.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Slepian, M. L. & Ambady, N. (2012). Fluid movement and creativity. *Journal of Experimental Psychology: General, 141*, 625-629.
- Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1998). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology, 54*, 768-777.
- Williams, L. E., & Bargh, J. A. (2008). Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth. *Science, 322*, 606-607.

視覚運動系列学習における空間構造の変換が 潜在的転移に与える影響

田中 観自^{1,2}, 渡邊 克巳¹
Kanji Tanaka, Katsumi Watanabe

¹東京大学先端科学技術研究センター, ²日本学術振興会

¹Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

²Japan Society for the Promotion of Science
kanji.t9@gmail.com

1. はじめに

車の運転やタイピングなどの連続的な動作の学習は系列学習と呼ばれており、学習した系列の動作を汎化して他の類似場面に用いることが出来るという転移過程は、人が日常生活の中で円滑に行動する上で不可欠である。例えば車の運転を学習すれば、車種が違う場合やハンドルの位置が左右逆の場合でも、ほとんど問題なく運転できる。これは車の運転に必要な系列動作を汎化・抽象化することで、他の場面への転移を容易にしていると考えられる。先行研究では、複雑な構造の規則に気づかなくても、その規則を潜在的に学習できることや（潜在学習; Reber, 1967）、学習課題を変換して転移課題を作成した場合、具体的な変換規則を理解できていなくても、何かしらの規則があったと識別できること（Dienes et al., 2012）、などが示されている。したがって系列学習と転移に関わる認知過程の大部分は無意識的（潜在的）であると考えられる。更に言えば、学習場面と転移場面の間の関係性に気づいていなくても転移が起きる可能性もあり（潜在的転移）、例えば車の運転と歩行動作の間の共通点に気づいていなくても、車の運転で獲得した系列動作は、歩行動作における速度調整や他者との間隔調整など、動作の円滑な遂行に自動的かつ潜在的に生かされているかもしれない。

しかし、このような潜在的転移が起こる条件や転移の特性については未だに不明な点が多く、さらに実社会の場面でこの問題点を検証する場合、

様々な別の要因を考慮する必要があるため難しく、基礎的実験を通じて検討していく必要がある。そこで本研究では、学習課題と転移課題の間で系列の空間的構造の変換を行った。その上で、参加者が学習課題と転移課題の関係性に気づかない状況で、学習のときに獲得した系列動作が転移課題にどのような影響を与えるのか、つまり学習と転移課題の関係性に気づいていなくても、学習した内容を潜在的に転移することができるのかを検討した。

まず、実験1では、学習課題と転移課題の間で系列を左右反転あるいは上下反転させたときに、潜在的転移が起こるのかどうかを検討した。次の実験2では、学習 - 転移課題間で系列を90度、180度、あるいは270度回転させたときに、潜在的転移が起こるのかどうかを検討した。最後に実験3で、これらの変換にかかる顕在的な認知負荷を検討することで、潜在的転移と顕在的転移との関係性について探った。

2. 実験1

2.1 方法

本実験には右利きの大学生または大学院生120名が参加した。すべての参加者は健康成人であり、実験遂行において適切な視力および、標準的な運動機能を持っていることを確認した。

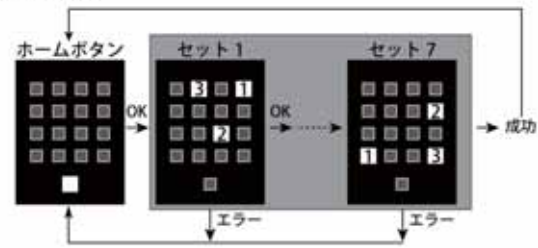
本実験では、視覚運動系列学習の先行研究で用いられている実験課題を踏襲した(e.g., Hikosaka,

et al., 1995)。実験装置では、両辺 1cm のボタンが 8mm 間隔で 4×4 のマス目上 (16 個) に配置されており、16 個のボタンのうち 3 個が同時に赤く点灯した。参加者は点灯しているボタンを順番に押すように求められたが、これらには 1 つの押すべき正解のルートが設定されており、試行錯誤によって押すべき順番を学習した。この同時に点灯しているボタンの組み合わせをセットと呼び、実験ではこれらのセットが 7 パターン用意され、学習系列を構成した。参加者は学習系列を最後まで正解する必要があり、系列途中で間違えた場合は最初のセットからやり直した。系列の最後まで成功すると 1 回の成功と見なされ、参加者は合計 20 回の成功を求められ、学習系列終了後に空間構造が変換された転移課題を遂行した。参加者が押し間違えた回数 (エラー回数) および、1 つの学習系列を成功するまでにかかった達成時間を計測した。転移課題の速度の成績は純粋な完遂時間ではなく、調整済み完遂時間として計算した。計算では、まず学習課題における各参加者の最後の成功試行区分 (17 回目-20 回目) の平均完遂時間を基準 (baseline) として算出し、それを転移課題のときの各成功試行区分における平均完遂速度から引き、さらにその値を baseline で割ることで、調整済み完遂時間 $([P_{\text{second block}} - P_{\text{baseline}}] / P_{\text{baseline}})$ を求めた。計算結果がマイナスの数値になる場合、転移課題の平均完遂時間は学習課題の最終成功試行区分の平均完遂時間よりも速いことを示している。

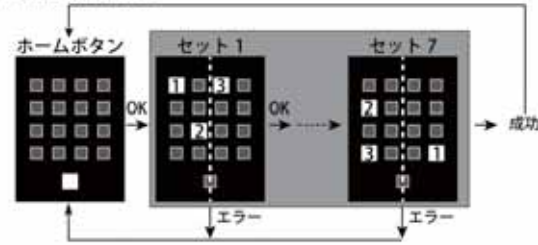
実験では、4 種類の系列 (学習、左右反転、上下反転、ランダム) が用意され、まず、各参加者に対してランダムに生成された学習系列が割り当てられた。左右反転系列は、学習系列のすべてのセットを対象に、中央の垂直軸に対して空間構造を左右反転させたものであり、上下反転系列は、学習系列のすべてのセットを対象に、中央の水平軸に対して空間構造を上下反転させたものである。そして、ランダム系列は、新たにランダムに生成されたものであり、学習系列とは異なる系列であった。

まず、すべての参加者は学習系列を遂行することが求められ、学習課題後に 5 分間の休憩が与えられた。その後、転移課題として左右反転、上下反転あるいはランダム系列のいずれかに割り当てられた。また学習課題と転移課題の間にある関係性は参加者には伝えられず、新しい系列であると教示した。

学習系列



左右反転系列



上下反転系列

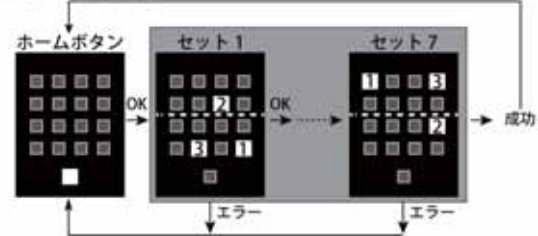


図 1. 実験で使用した装置および各系列の流れ。学習系列は学習課題に使用される。

本研究では、潜在的転移の特性を調べることに焦点を絞っており、一致条件の参加者が学習課題と転移課題の関係性に気づいているかどうかを把握するために、実験者は参加者に対して 2 つ目の課題 (転移課題) はどのように行ったのか、また課題の遂行中に何か気づいたことはあるかどうかを実験終了後に尋ね、学習課題と転移課題の関係性について報告した参加者を主要なデータ解析から除外した。その後さらに、実験者は参加者に対して、学習課題と転移課題の関係性について説明を行い、この関係性に気づいていたかどうかについて尋ね、気づいていたと報告した実験参加者を

データ解析からは除外した。

2.2. 結果と考察

参加者は左右反転群、上下反転群、ランダム群に各 40 人ずつに振り分けられた。実験後のインタビューの結果、左右反転群の 19 人と上下反転の 7 人が学習課題と転移課題の間の空間的構造の変換に気づいていることが明らかとなったため、該当者は主要解析から除外された。また、学習課題の平均完遂時間において各群内の平均+2 標準偏差となる参加者を除外した結果、左右反転群の 17 人、上下反転の 30 人、ランダム群の 37 名のデータが主要解析として有効であった。

まず、学習課題の結果、実験群間で、課題精度と平均完遂時間において有意な差は観察されなかった(二元配置分散分析; $F(2, 81) < 0.24, p > 0.78$; for both measures)。

そして転移課題では、左右反転群の調整済み完遂時間が統制群に比べて有意に速いことが明らかになり、実験参加者が学習課題と転移課題の関係性に気づいていなくても潜在的な転移が起こることを示した($F(2, 81) = 3.34, p < 0.05$; post-hoc test, 左右反転 < ランダム, $p < 0.05$)。課題精度に対する二元配置分散分析の結果も同様に、実験群の主効果が確認された($F(2, 81) = 12.38, p < 0.0001$; post-hoc test, 左右反転 = 上下反転 < ランダム, $p < 0.001$)。

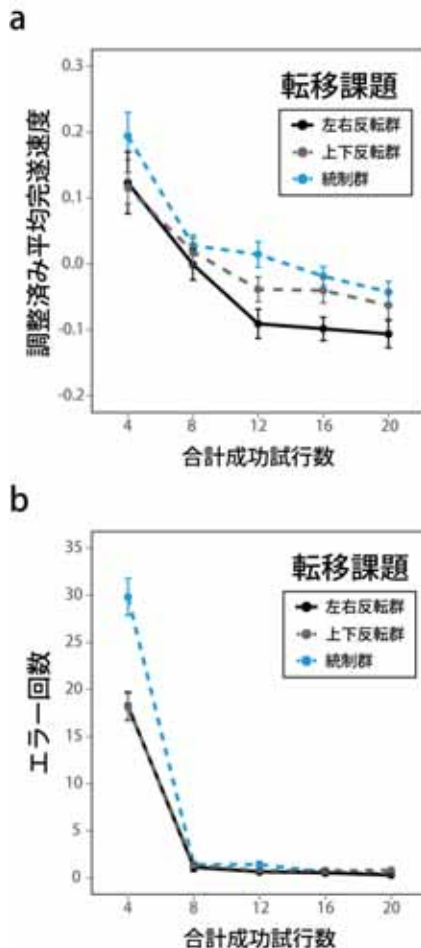


図 2. 転移課題の成績。エラーバーは平均の標準誤差を示している。すべての参加者は同じ学習課題を遂行しており、学習課題の成績は実験群間で差はない。(a) 転移課題時の成功試行に対する平均調整済み完遂速度: $[(P_{\text{second block}} - P_{\text{baseline}}) / P_{\text{baseline}}]$ 。(b) 転移課題時の平均エラー回数。

3. 実験 2

3.1. 方法

新たに右利きの大学生または大学院生 78 名が実験に参加した。

実験課題の基本的な構成および手続きは、実験 1 と同じであり、今回は 4 種類の系列 (学習、90° 回転、180° 回転、270° 回転) が用意された。まず、回転系列は、学習系列の空間的な刺激配置をそれぞれ一貫して 90 度、180 度、270 度回転させた。そして、潜在的な転移が起こっているかどうかを検討するために、実験 1 で使用したランダム群の課題成績を用いた。

3.2. 結果と考察

実験参加者の 78 名は 90 度回転、180 度回転、270 度回転条件に 26 名ずつ振り分けられ、実験後のインタビューの結果、90 度回転群では 3 人、180 度回転群では 8 人、そして 270 度回転群では 6 人が、学習課題と転移課題の間で系列が空間的に回転されていたことに気づいた。その後、速度と精度の除外基準に達している 7 名 (90 度回転群、5 名; 270 度回転群、2 名) を解析から除外した。

まず、学習課題の課題精度と平均完遂時間の両方において実験群間で有意差がないことを確認した(二元配置分散分析; $F(3, 87) < 2.25, p > 0.08$; 精度と速度)。転移課題では、すべての回転群とランダム群の間に、調整済み完遂時間における有意な差がないことが示され、潜在的な転移は起こらなかった($F(3, 87) = 0.15, p = 0.92$)。転移課題の課題精度に関する二元配置分散分析の結果、実験群の主効果が確認された($F(3, 87) = 11.09, p < 0.0001$; post-hoc test, 90度回転 = 180度回転 = 270度回転 < ランダム群, $p < 0.01$)。

以上のことから、学習課題と転移課題の間で系列の空間的構造を回転させた場合、回転の角度に関係なく、課題の精度に関する潜在的な転移が起こることが明らかとなった。

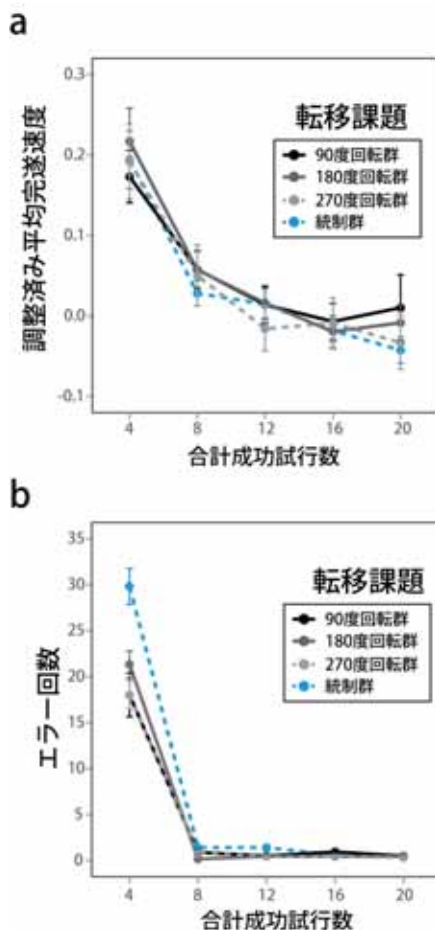


図 3. 転移課題における成績。エラーバーは平均の標準誤差を示している。(a) 転移課題時の成功試行に対する平均調整済み完遂速度: $[(P_{\text{second block}} - P_{\text{baseline}}) / P_{\text{baseline}}]$ 。(b) 転移課題時の平均エラー回数。

鏡面反転群と回転群における潜在的転移の比較

実験 1 では、鏡面反転条件(左右反転、上下反転)において課題精度の潜在的な転移を確認し、さらに左右反転条件では、速度の潜在的な転移を確認した。つまり、左右反転条件は上下反転に比べて潜在的転移の効果が強いことを示唆している。これに対して実験 2 では、回転条件において課題精度の潜在的な転移を確認したが、速度に関する潜在的な転移は確認されなかった。これらの非対称な結果から、潜在的転移の効果は空間的構造の変換規則によって異なることが推測される。

そこで、次に空間的構造の変換の規則によって潜在的転移の効果が異なるのかどうかについて検討した。データとして、実験 1 の鏡面反転群において学習課題と転移課題の間の変換規則に気づかなかった群の 47 人と実験 2 の回転条件の規則に気づかなかった 54 人を用いて、鏡面反転と回転の効果の違いを比較検討した。

学習課題の統制を確認したあと、転移課題の調整済み完遂時間に対する二元配置分散分析を行ったところ実験群の主効果が有意であり ($F(1, 99) = 8.51, p < 0.01$)、鏡面反転条件は回転条件に比べて平均完遂速度が速いことが示された。そして、転移課題の課題精度に対する二元配置分散分析の結果、実験群の主効果は有意ではなかった ($F(1, 99) = 0.01, p = 0.89$)。

これらの結果をまとめると、鏡面反転条件と回転条件では、課題精度に関する潜在的転移の効果に違いは見られなかったが、平均完遂速度の潜在的転移の効果に関しては、鏡面反転条件の方が回転条件に比べて強いことを示唆しており、鏡面反転条件の方が回転条件に比べて潜在的な転移の効果は大きいと言えるだろう。

鏡面反転群と回転群において課題規則に気づいた群同士の比較

最後に、学習課題と転移課題の間の規則に気づいた人の課題成績が鏡面反転条件と回転条件の間で異なるのかどうか検討した。データとして、鏡面反転の規則に気づいた 24 名と回転の規則に気づいた 18 名を使用した。

まず学習課題の課題成績が実験群（鏡面反転群と回転群）において有意な差がないことを示した ($F(1, 40) < 3.04, p > 0.08$; 速度と精度)。次に転移課題の平均調整済み速度に関する二元配置分散分析の結果、実験群の主効果が明らかとなった ($F(1, 40) = 16.38, p < 0.001$)。また転移課題の課題精度に関する二元配置分散分析の結果、実験群の主効果は有意ではなかった ($F(1, 40) = 0.11, p = 0.73$)。

これらの結果より、学習課題と転移課題の間の変換規則に気づいた場合、鏡面反転条件の方が回転条件に比べて顕在的転移の効果が大きいことを示唆しており、これは潜在的転移の効果の大小関係と一致することが明らかとなった。

4. 実験 3

4.1. 方法

実験 3 では、顕在的転移と潜在的転移の類似性を検討するために、意識的に空間構造の変換を行ったときに、反応時間が変換規則の種類によってどのように異なるのかを検討した。本実験において反応時間が遅い空間的構造の変換規則の種類は、変換に対する認知的負荷が高いことを示唆しており、難易度が高いことを意味する。

新たに 15 名の大学生または大学院生が本実験に参加した。実験刺激は 19 インチの CRT モニタに呈示され、参加者は CRT モニタから約 57cm 離れた場所に座った。実験では、実験 1 と実験 2 で採用した左右反転、上下反転、90 度回転、180 度回転、270 度回転を実験条件として設定した。参加者はスペースボタンを押して各試行を始めるよう求められ、スペースボタンが押されると、5 つの実験条件の中からランダムに選択された一つの

条件が画面中央に 1 秒間表示された (例: 左右)。その後、 4×4 で構成されている 16 マスの正方形 (1 つが赤色で、残りの 15 個は黒色) が画面中央に表示された。1 マスは $2^\circ \times 2^\circ$ であり、マス間の距離は 0.8° であった。

参加者は、表示された実験条件に対応した空間構造の変換を行い、16 マスの正方形の中のどこに呈示された赤色のマスが移動するのかを回答するように求められた。また、できるだけ速く正確に回答のマス内をマウスでクリックするように教示された。実験の試行数は、実験条件 (5 種類: 左右反転、上下反転、90 度回転、180 度回転、270 度回転)、赤マスの場所 (16 か所)、繰り返し回数 (3 回) に基づき、240 試行 ($5 \times 16 \times 3$) で構成されており、全試行をランダムにした状態で実験を行った。

4.2. 結果と考察

まず、不正解の試行を除外し (全体の 5.4%)、各参加者の各条件において、平均反応時間 + 2 標準偏差の試行を解析から外した。

鏡面反転条件と回転条件の条件による認知的負荷の違いを検討するために、鏡面反転 (左右反転、上下反転) と回転 (90 度、180 度、270 度) の平均反応時間に対して、一元配置分散分析を行ったところ、主効果が有意であり ($F(1, 14) = 37.27, p < 0.0001$)、鏡面反転条件の方が回転条件よりも速く反応できることが明らかとなった。

次に、鏡面反転条件および回転条件内で、それぞれ反応時間が異なるかどうかを検討するため、同様に一元配置分散分析を行ったところ、鏡面反転群では主効果が有意であり ($F(1, 14) = 5.10, p < 0.05$)、左右反転条件は上下反転条件よりも反応時間が速いことが明らかとなった。その一方で、回転群の条件における主効果は有意ではなかった ($F(2, 28) = 1.24, p = 0.30$)。つまり、鏡面反転群では、鏡面反転方向 (左右か上下) で認知負荷

が異なることを示唆しており、また回転群では、回転角度によって認知的負荷に変化がないことを示唆している。本実験では、刺激が呈示される場所と変換された場所の距離は反応時間とは関係なく、回答マスをクリックするまでの純粋な時間が反映されており、顕在的な認知的負荷の大小を示している。

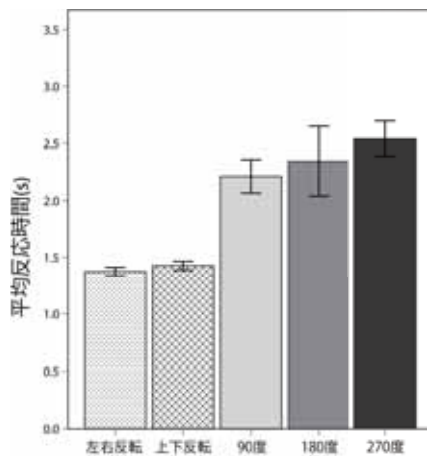


図4. 反応時間の結果。エラーバーは平均の標準誤差を示す。

5. 総合考察

本研究では、視覚運動系列学習において学習課題と転移課題の系列の空間構造をある規則によって変換したときに、参加者がその規則に気づかなくても潜在的な転移が起こるのかどうかについて検討した。

実験1では、視覚運動系列学習を用いた学習課題と転移課題の間で系列の空間的構造を鏡面反転させたときに、参加者が鏡面反転されたことに気付いていなくても潜在的な転移が起こるのかどうかについて検討した。結果として、(1) 左右反転や上下反転条件のときには、変換されたことに参加者が気付いていなくても統制群に比べてエラー回数が少なく、潜在的な転移が起こった(2) 加えて、左右反転条件では、上下反転やランダム条件に比べて平均完遂速度が速いことを示し、速度の潜在的な転移を明らかにした。実験2では、学習課題と転移課題の間で、系列の空間的構造を回転させたときに、潜在的な転移が起こるのかどうか

について検討したところ、(3) すべての回転条件(90度、180度、270度)において、課題精度の潜在的な転移が確認されたが、速度の潜在的な転移は確認されなかった(4) 変換規則に気付かなかったときに生じる潜在的な転移の効果は、鏡面反転条件の方が回転条件に比べて大きいことが明らかになった(5) 鏡面反転条件と回転条件で、変換規則に気付いた人の課題成績を比較したところ、鏡面反転条件を行った参加者の平均完遂速度は回転条件の参加者よりも速いことが示された。最後に実験3では、刺激の空間的構造を顕在的に変換させたところ、(6) 鏡面反転条件は回転条件よりも反応時間が速く、さらに鏡面反転条件内では、左右反転条件は上下反転条件よりも速度が速いことが示された。

潜在的な転移

先行研究によると、転移課題のときのメロディが学習課題の時から逆になっている場合、ピアノ演奏の経験を持つ参加者は、具体的な変換規則を言語化できないものの、転移課題のメロディが何かしらの規則に従っていることは理解できる(e.g., Dienes et al., 2012)。つまり、人が学習課題と転移課題の間の音階の関係性を潜在的に理解できることを示唆している。実験1では、左右反転条件と上下反転条件の両方において課題精度の潜在的な転移が起こることを確認し、そして左右反転条件では速度の潜在的な転移が起こることを示した。本実験では、系列の視覚的配置と指の運動が一貫して鏡面反転する場合でも、潜在的な転移が起こることを明らかにした最初の研究であり、この結果は、学習した系列の空間的構造を鏡面反転された系列に対して人は潜在的に上手く適応していることを示唆している。

我々の日常生活で見られる多くの系列学習は、2段階の処理過程から構成されており、まず探索によって学習をすすめていき、そしてその学習が最終的に自動化されると言われている(Anderson,

1982)。潜在的な転移が起こるためには、系列課題がどのようになされるべきなのか。これには2つの可能性が考えられる。一つは、学習量を少なくした状態で学習を止める場合と、もう一つは学習内容が自動化されるまで学習する場合である。先行研究との結果をまとめると (Dienes & Longuet-Higgings, 2004)、人が学習課題と転移課題の間の鏡面反転の変換規則を潜在的に理解できるのは、学習系列の処理が自動化されているからであると思われる。音階の系列を用いた先行研究では、ピアノ経験を持った参加者のみが、学習系列と転移系列の間で音階が反転されたことを潜在的に理解できたことを示され、これは、認知的スキル（先行研究ではピアノ）が自動化処理のレベルに達したときのみ、潜在的な転移が起こる可能性があることを示唆している。本研究で用いている学習課題の場合、参加者は合計で20回の成功試行を求められており、学習の最終段階においては彼らの操作処理は自動化レベルまで到達していると思われる (Hikosaka et al., 1999)。したがって、学習系列の処理過程を自動化できるほど学習した場合、参加者の注意配分を転移課題に多く割くことを可能にし、その結果として潜在的転移が生じたと思われる。

鏡面反転条件において、左右反転条件と上下反転条件を用いたときに、潜在的転移の効果が異なることを示した。実験の結果、左右反転条件のときのみ速度の潜在的な転移が確認され、これは潜在的転移の効果が変換の規則によって異なることを示しており、さらに左右反転規則の方が上下反転規則よりも認知的負荷が低いことを示唆している。しかしながら、左右反転条件と上下反転条件では、変換後に必要とされる指の運動の物理的距離が同じであるため、速度と精度のトレードオフの関係性を示している Fitts の法則とは異なる (Fitts, 1954)。このことから、本実験の結果は、鏡面規則に対する閾下意識と関係していると思われる。実験では、左右反転条件を行った参加者の方が上下反転条件を行った参加者に比べて、学習—転移課題の間で規則変換がされていることに気

付いた人の割合が大きく、左右反転の順序に対する閾下意識が駆動されていると考えられる。例えば、課題戦略が閾下意識に与える影響も考えられる。もし参加者が上方向から系列を探索するのであれば、Y軸方向の変換が存在しない左右反転のときに、閾下意識が駆動され変換規則に気づきやすいかもしれない。しかしながら、実験3の結果、単純反応課題においても左右反転の方が上下反転に比べて反応時間が速かったことから、課題遂行時の戦略だけでは説明できず、今後、この点を検討する余地がある。

顕在的転移

鏡面反転条件と回転条件に気付いた参加者の転移課題の平均調整済み完遂時間を比較したところ、鏡面反転条件の方が回転条件に比べて、系列を速く遂行できることを示唆しており、規則によって顕在的な転移の効果が異なることを示唆している。つまり、顕在的な転移を行う状況においても、転移が行われやすい場合とそうでない場合があることを示唆している。これは実験3の結果からも支持されており、実験3では、鏡面反転条件は回転条件に比べて反応時間が速いことが示され、さらに鏡面反転条件内では、左右反転条件の方が上下反転条件よりも反応時間が速いことが明らかとなった。これらの顕在的な転移の効果の違いは、課題の認知的負荷の大小関係を反映していると考えられる。左右反転条件や上下反転条件の場合は、X軸方向かY軸方向といった一つの方向に対する変換が求められているのに対して、回転条件では、X軸とY軸の両方向の変換を考慮する必要性があり、結果として鏡面反転条件に比べて認知的負荷は大きいことが示された。一方で、左右反転と上下反転条件において有意な差が出たことに関しては今後検討していくべき問題の一つである。

潜在的転移と顕在的転移の関係性

本研究では、学習課題と転移課題の間で系列の空間的構造が変換されたときの潜在的転移と顕在的転移の両方の効果について検討したところ、興味深いことに、潜在的転移の効果と顕在的転移の効果は非常に類似していることが示された。つまり、潜在的転移が起こったときには、左右反転条件の方が上下反転条件よりも速度の潜在的転移の効果が強く、また鏡面反転条件も回転条件に比べて潜在的転移の効果が強いことが示され、これらの結果は顕在的転移の効果で得られた結果の傾向と一致する。つまり、潜在的転移と顕在的転移では、学習課題と転移課題の間の系列の変換に対する気づきの有無という点においてのみ異なり、潜在的転移の認知処理過程は、顕在的な学習や転移のときと同じように処理されている可能性が高いといえよう。

参考文献

- [1] Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- [2] Dienes, Z. & Longuet-Higgins, H. C. (2004). Can musical transformations be implicitly learned? *Cognitive Science*, 28, 531-558.
- [3] Dienes, Z., Kuhn, G., Guo, X. Y., & Jones, C. (2012). Communicating structure, affect and movement: Commentary on Bharucha, Curtis & Paroo. In Rebuschat, P., Rohrmeier, M., Cross, I., Hawkins (Eds), *Language and Music as Cognitive Systems*. Oxford University Press (pp 156-168).
- [4] Fitts, P. M., & Deininger, R. L. (1954). S-R compatibility: Correspondence among paired elements within stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 48, 483-492.
- [5] Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M. K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., Miyachi, S., et al. (1999). Parallel neural networks for learning sequential procedures. *Trends in Neurosciences*, 22(10), 464-471.
- [6] Hikosaka, O., Rand, M. K., Miyachi, S., & Miyashita, K. (1995). Learning of sequential movements in the monkey: process of learning and retention of memory. *Journal of Neurophysiology*, 74, 1652-1661.
- [7] Reber, A.S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 317-327.
- [8] Watanabe, K., Ikeda, H., Hikosaka, O. (2006). Effects of explicit knowledge of workspace rotation in visuomotor sequence learning, *Experimental Brain Research*, 174, 673-678.

エンフェイスマント効果の神経基盤の検討 The neural correlates of Enfacement Effect

金山 範明[†], Michiel van Elk[†], Daniele Romano[†], Bruno Herbelin[†], Olaf Blanke^{†,‡}
Noriaki Kanayama, Michiel van Elk, Daniele Romano, Bruno Herbelin, Olaf Blanke

[†]ローザンヌ工科大学, [‡]ジュネーブ大学病院

École polytechnique fédérale de Lausanne, Department of Neurology, Hôpitaux Universitaires de Genève
noriaki.kanayama@epfl.ch

Abstract

Human could recognize the other's face as one's own face when the other face's movement is synchronized with the movement of one's own face, which is called "Enfacement Effect". The neural correlates of this effect have not yet been clarified. In this study, we used the avatar's face as other face to induce the Enfacement Effect, and recorded EEG during the induction and also at the face recognition face after the induction. We found the modulation on the N170 by the effect and Mu rhythm during the induction period by the movement synchrony between one's own face and avatar's face. Also it has suggested that the neural activity at the motor area, which is an origin of the Mu rhythm, has an impact on the fusiform area, which is an origin of the N170. We conclude that the neural activity of motor area could affect the early visual process of the item specifically related to the self.

Keywords — Enfacement effect, Self recognition, EEG, Causality analysis

1. はじめに

人が自分を自分であると認識することができるのはなぜだろうか？これまで乳幼児を対象にマークテストと呼ばれる方法を用いて行われてきた研究によれば、おおむね生後 24 ヶ月で鏡に映った自分を自分であると判断できるようになることが示唆されている[1]。マークテストとは、本人に気づかれないように体（一般的には顔周辺）にマークをつけ、それを鏡で見せた時の反応を検討するものである。そのマークに対する探索行動として、鏡のほうに手を伸ばせば鏡に映ったものが自分であるという認識がないことになる。一方で自分の体の方に手を伸ばせば、鏡に映った像が自分であるということを認識できていると判断できる。

鏡に映った視覚オブジェクトを自分として認識するための手がかりはなんだろうか。これ

は自分の運動感覚とそれに随伴して運動する視覚オブジェクトとの関連付けが行われることにより、自分という概念を獲得していくのだろうと考えられている。また Miyazaki et al. [2]では、同じくマークテストをビデオ映像で行い、ビデオのフィードバックを遅らせるという操作を行ったところ、3歳児において、同じ自分の顔であってもフィードバックが遅れていると認識できなくなってしまうことを明らかにした。さらに Sforza et al. [2]では、成人を対象とした実験で、他人の顔であっても、その顔に何かに触れるという視覚情報と、同じ位置に触られるという触覚情報が時間的に同期して起こる場合、この顔を自分の顔と認識しやすくなる現象を明らかにした。この現象は Enfacement Effect と呼ばれ、ある視覚オブジェクトを自分のものであると関連付ける過程として理解されている。

このように、自分の運動感覚・体性感覚とそれに同期する視覚オブジェクトとの関連付けが、自己概念の獲得に深く関連していることは明らかにされてきたが、ではどのようにしてその関連付けが行われていくのか、またそれが行われる神経基盤は明らかにされていない。

一方自分の顔の認知研究においては、脳波を指標として検討した研究で、自己の顔に対して N170 という視覚関連成分の振幅の高まりが報告されている[4]。また線画を用いた顔刺激を使って、自分がコントロールする顔を自己顔、コントロールできない顔を自己顔としてしばらく慣れさせた時、この操作の後、操作前に比べ自己顔における N250 という脳波成分の振幅が

高まることが明らかにされている[5]。これらの成分はどちらも後頭部周辺の電極から得られ、紡錘状回に信号源を持つとされていることから、視覚刺激の構造的な処理と関連が深いことがわかっており、他人の顔に比べ自分の顔に対しては特異な視覚処理を行う可能性が示唆されている。これらの成分に、Enfacement Effect 導入による差が生じるかどうかということが、Enfacement Effect が起こったかどうかという指標になりうると考えられる。

これまで概観したように、人間は自分の顔を自分として認識するために、運動感覚と視覚情報の対応付けを学ぶ必要があること、またそうして獲得した視覚オブジェクトに対しては比較的処理の早い段階で特殊な脳反応があることがわかっている。しかしながら、なぜこのように視覚処理が特殊なものになるのか、その過程を明らかにした研究はこれまでにない。本研究ではこうした視覚処理の変化を起こす原因となる脳活動が、Enfacement Effect 導入中の脳活動を合わせて検討することで明らかにする。

2. 方法

2.1 実験参加者

16名(すべてコーカソイドの女性)の大学生を対象として、実験を行った。平均年齢は21.1歳(SD=1.8)であり、事前に視力および矯正視力が正常であること、一切の精神疾患の履歴がないこと、右利きであることが確認された。実験への参加に対して1時間10CHFの報酬が支払われた。実験への参加は自由意志によるものであり、倫理委員会の規定に基づいて事前にインフォームドコンセントを得た。

2.2 刺激と実験装置

提示される顔に臨場感を持たせるために、3Dディスプレイ、3Dゴーグルが用いられた。実験に用いられた顔刺激は、3Dモデルとして作成された平均的なコーカソイドの顔(以下

アバターとする)、事前に撮影した実験参加者自身の顔を基にして、モーフィングをすることにより作成された。モーフィングによって100%参加者の顔、60%参加者の顔、50%参加者の顔、40%参加者の顔、0%参加者の顔、という5種類が作成され、実験刺激として用いられた。実験参加者は自分の顔とアバターの顔がモーフィングされた画像が提示されたことは知らされていたが、どの程度の割合であるかなどの詳細は知らされなかった。実験参加者の顔の動きを検出するためにモーショントラッカーが用いられ、実験操作においては、この情報に基づいてリアルタイムにアバターの顔を動かした。実験操作はすべて実験刺激操作ソフト EXPyVR(LNCO, EPFL)を用いて行われた。

2.3 手続き

実験参加者は実験の説明を受けた後、脳波電極キャップを頭にかぶり、電極を取り付けた後実験室に移動した。実験室は防音暗室であり、収録脳波に外部ノイズが混入することを防ぐためにシールドが施されていた。ディスプレイから60cmの位置に設置された椅子に座り、3Dゴーグル、モーショントラッカーのプローブを装着した。実験参加者ははじめ30秒間、1.5秒間隔で発せられるメトロノームの音を聞き、それにあわせて首を左右に回転させる運動を行った。ディスプレイにはアバターの顔が表示され、その顔は実験参加者の首の回転に対して同期あるいは非同期に回転した。実験参加者は首を回転させる運動を行いながらも、このアバターの顔を注視することを求められた。30秒間の運動の後、参加者の顔とこのアバターの顔による5種類のモーフィング顔刺激が提示された。どの顔が提示されるかはランダムに決定された。ひとつのブロックで提示される顔は一種類であり、連続して同じ顔が20回提示された。顔の提示時間は100ms、刺激間隔は900msであった。このモーフィング顔刺激の提示中は、実験参加者には何らの課題も与えず、提示される

顔を注視するように教示した。この後、実験参加者には、「今提示された顔が自分の顔であったか」を「はい」か「いいえ」で回答することが求められた。これをひとつのブロックとし、全部で40ブロックが行われた。

2.4 要因計画

実験における要因は、実験参加者内要因としてアバターの顔運動の同期/非同期、提示される顔刺激の種類(自己成分100%, 60%, 50%, 40%, 0%)の二つが設定された。

2.5 データ解析

脳波は、64chの銀-塩化銀電極から2048Hzのサンプリングレートで収録された。収録時に512Hzのローパスフィルターが適用された。64極ActiveTwo Biosemi EEG system (Biosemi Instrumentations, Amsterdam, The Netherlands)において一般的に使用されているCMS/DRLを基準電極として用いた。すべての電極はバイオセミの脳波キャップに組み込まれており、国際10-5法に基づいて配置された。EEGデータはEEGLAB 11.04.3b (Delorme and Makeig, 2011)を用いて行われた。はじめに、すべてのデータポイントにおいて収録時の2048Hzから256Hzにダウンサンプリングが行われ、その後0.1Hzのハイパスフィルターが適用された。収録が失敗したとみなされる電極を複数の周波数帯域におけるスペクトラムパワーのSDを基準に除外した(電源ノイズの検出に50Hz、筋電ノイズの検出に15-30Hz、眼電や汗腺活動など低い周波数ノイズの検出に1-4Hzを用いた)。平均除外電極数は2.6(SD=4.1)であった。本研究における重要な電極として、PO8, PO7, Cz, C1, C2, C3, C4があげられるが、これらの電極はすべての実験参加者を通して除外されることはなかった。

ERPの算出において、収録データは顔刺激提示時点をオンセット(0ms)として、-200から600msまでの区間に区切られた。著しいノイズ

の混入が見られた試行を取り除くために、試行内の最大振幅値、平均スペクトラムパワー値を元に、試行間のSDを算出し除外の基準とした。この方法により各実験参加者において除外された試行数は平均で81.2(SD=25.8)であり、15%以下の除外率にとどめられた。残ったすべての試行に対して30Hzのローパスフィルターが適用され、条件ごとに平均加算された。

運動野の活動を反映すると考えられる μ 波の検討においては、Enfacement Effect誘導操作5秒前から操作中の30秒間の区間が解析対象として用いられた。サイクル数を周波数ごとに調節した(平均サイクル3.74)モルレーのウェーブレットを用いた連続ウェーブレット変換により、各試行操作前4秒から操作開始後28秒まで、7-14Hzの間の事象関連スペクトラム擾動(Event-related spectrum perturbation: 以下ERSP)が算出された。算出されたERSPから全時間における平均値を算出し、ベースラインとしてこの値を全体から減算した。標的とした電極(Cz, C1, C2, C3, C5)から得られた、全ての値を平均し、これを μ 波の値とした。統計解析においては、時間窓を初期(0-10秒)・中期(10-20秒)・後期(20-28秒)と区切った上、 μ 波の抑制が起こっていると見られた8-10Hzの周波数窓に限定して、各時間窓における平均値を算出し、それを対象とした。

Enfacement Effect誘導操作中の因果性解析に関しては、容積伝導の影響を最小限にするため、独立成分分析を用いて分離した成分に対して行った。独立成分分析はEEGLAB11.04.3bに実装されているデフォルトの設定(Infomax)にて行い、各実験参加者から64ずつ、全体で1024の独立成分を得た。これに対してダイポール位置を推定し、ダイポール推定時の残渣分散(residual variance: 以下rv)が15%以下の独立成分のみを残してクラスタリング解析を適用した。クラスタリング解析に先立ってすべての独立成分は、そのダイポール推定位置とトポグラフィーマップの値を用いた主成分分析により

主成分化された。これらの独立成分をカットアンドトライによって10個のクラスタに分類し、推定ダイポール位置から、左右の感覚運動野、右の紡錘状回の活動と推定されるクラスタを得た。これらのクラスタにおいて、最もrvの小さい独立成分を実験参加者ごとに選び出し、因果性分析の対象とした。

因果性分析においては、Renormalized Partial Directed Coherence (RPDC) [6]が同期・非同期条件それぞれにおいて算出された。RPDCはある信号を用いて別の信号の時間的に後の値を予測する可能性を示す指標で、高いほど予測可能性が高いことを示す。左右の感覚運動野と右の紡錘状回で3つの信号源を対象として、①②左右の感覚運動野の間それぞれの因果性、③左感覚運動野から右紡錘状回への因果性、④右感覚運動野から右紡錘状回への因果性の4つを検討対象とした。

3. 結果

3.1 行動指標

「提示されたモーフィング顔が自分の顔であったか」という問いに対する回答において、自分の顔であると判断した割合をパーセンテージで表し、条件毎の棒グラフとして示した(図1)。これによると、アバターの顔が同期して運動するところを30秒間見た後では、非同期に運動するアバターの顔を見た後に比べ、自己とアバターの成分がそれぞれ50%のあいまいな顔(以降50%顔)に対してのみ「それは自分の顔である」と判断する頻度が高まっていることが明らかになった($t(15)=5.65$, $p<.001$)。これにより、Enfacement Effect自体が観測されたことが確認された。

3.2 脳波成分

行動指標においてEnfacement Effectが確認された一方で、脳波においてもこの操作が一定の小説を書けることが明らかになった。50%顔提示時の脳波の波形を比較すると、PO8という後頭部の電極における脳波波形において、N170という視

覚関連成分(150-180ms 区間における平均振幅)に同期/非同期の有意差が観測された($p<.05$;図2)。より遅い成分のN250には有意差は観測されなかった。一方で、顔を動かしながらアバターの顔の運動を注視する間中に収録された脳波を検討すると、中心部の電極群(Cz,C1,C2,C3,C4)の平均データにおいて、 μ Suppression と呼ばれる運動野および捕捉運動野の活動に、差が見られた(図3)。同期/非同期の有意差は、導入をはじめから10秒間までに時間帯を限定して平均値をとった場合に見られた。

3.2 脳活動の因果性分析

Enfacement Effectの導入中に起こった μ Suppressionが、視覚野の活動に影響を与えたかどうかを検討するために、因果性分析を行った。因果性分析において、容積伝導に起因する偽相関の影響を最小限にするため、独立成分分析によって抽出された独立成分において検討を行った(詳細はデータ解析の項を参照のこと)。N170および μ Suppressionの起こった電極、および先行研究における検討から、右の紡錘状回、および左右の感覚運動野に活動源が推定された独立成分を対象として、各皮質領域間に因果的な関連があるかどうかを、RPDCを指標として検討した。その結果、右の感覚運動野から右の紡錘状回への因果的な関連性においてのみ、自分の運動とアバターの運動が同期/非同期の条件間で有意に異なることが明らかになった(図4)。RPDCの値は非同期条件において、より高まっていた($p<.05$)。

4. 考察

本研究の目的は、視覚オブジェクトを自己の顔として認識する過程を、脳波を用いて明らかにすることであった。このため第一に、視覚オブジェクトを自己の顔として認識する過程として採用したEnfacement Effectの導入操作が、実際に視覚オブジェクトをより自分の顔であると判断させやすくなるかどうかを自己報告により確認した。これによれば、Enfacement Effectの導入操作を行

うと、そうでない場合に比べある視覚オブジェクトを自分だと判断する率が高まることになった。これに対応して脳波における視覚処理を反映する成分 N170 にも調節が見られたため、今回の導入によって曖昧な 50%顔をより自分の顔のように見る脳の働きが起こったと考えられる。

これに対し、こうした視覚処理を調節するような心理過程は、導入中にすでに起こっている必要がある。導入において用いたのは、顔の運動をしながら、他人の顔の運動を見ることであったため、感覚運動野の活動が起こることが予想される。ここにおいて、相手の運動の模倣やバイオロジカルモーションに反応することや、ミラーニューロンの活動を反映すると考えられている μ Suppression と呼ばれる活動を検討したところ、Enfacement Effect の導入と考えられる一致条件により強い μ Suppression が起こることが明らかになった。ここで言う一致条件とは、自分の頭の回転運動と、モニターに移るアバターの顔の回転運動が時間的に同期していて、まさに鏡を見ているように見える条件ということであるから、つまりは乳幼児が自己顔を獲得する場面[1]と同じであると考えられる。これらのことを総合すると、Enfacement Effect 導入中により強く起こった μ Suppression は、自分の運動指令に連動して動く自分の目の前に提示されている視覚オブジェクトを自分のものであると認識する機構に重要な役割を果たしている可能性が高いと考えられる。

さらに、Enfacement Effect の脳内基盤として今回の研究で明らかにされたのは、紡錘状回を起源とする N170 という脳波成分であったことから、もし μ Suppression が本当に上記のような効果に寄与する活動であるならば μ Suppression の信号源と考えられている感覚運動野から紡錘状回への因果性が、同期/非同期で異なるだろうことが予測される。今回行った因果性解析によって、この予測をサポートする形で感覚運動野から紡錘状回への因果性に条件差が見られたことから、自分の頭を回転させながら鏡のようにアバターの顔を見るときとそうでないときには、感覚運動野から紡錘

状回への影響の大きさに差があることが明らかになった。これは「自分の運動感覚とそれに同期する視覚オブジェクトとの関連付けが、視覚処理に影響を与え、自己概念の獲得に貢献する」という考え方を支持するものであると考えられるだろう。

研究の限界

今回の研究で Enfacement Effect の効果が具体的に現れた顔は、自分の顔とアバター（他人）の顔が 50%ずつ含まれたモーフィング画像であり、どちらが正解でも不正解でもない曖昧なものに限られていた。自己顔を少しでも多く（60%）含ませた場合にはその効果は著しく減退していることから、今回行った操作の効果が非常に小さく、視覚オブジェクトを自己の顔として認識する過程のごく一部分を捉えたものであろうということを示唆していると考えられる。これに対応して、視覚情報処理に関連するとされている脳波成分 N170 に関しても、その差は非常に限定されていた。波形を見ても、実際にその振幅の差は大きくない。また典型的な N170 の研究[7]においては、150-200ms という比較的大きな時間幅を取り、その間の頂点振幅を指標にする場合が多いが、今回のデータではこの時間帯における頂点振幅には統計的な差が見られなかった。しかしながら、N170 の頂点振幅において自己顔、他者顔という異なる顔の間の有意差が報告されている場合[3]と、いない場合がある[8]ことから考えると、この成分には認知的な処理の違いは反映されにくいと考えられる。こうした成分において、用いた顔がまったく同じにも関わらず、有意な差が部分的にでも得られた今回の結果は、Enfacement Effect に対応する脳活動が得られたと考えてもよいだろう。

一方で Enfacement Effect 自体も元々大きな効果を得られるものではない上に、今回の導入時間は非常に短い。一般的に自己感を変化させるような実験操作において 30 秒という時間は短い。線画に対する脳波の反応を変化させる手続きにおいても 2 分の導入時間を設けていた[4]。視覚と触覚の

同時提示を用いた Enfacement の導入も 2 分間であることから [3], 脳波実験として試行数を増やすために, 一回の導入時間を短くしたことが, Enfacement Effect の効果自体を減退させている可能性は否めない。今後この効果の導入に必要な時間や, 持続時間に関する詳細な行動研究が要求される。

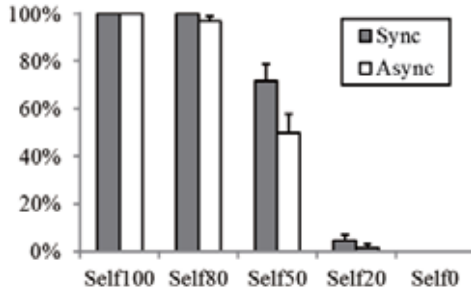


図 1. 提示された顔刺激を自分の顔であると判断した確率

Sync は同期条件, Async は非同期条件。Self の後の数字はモーフィングされた顔に自己が含まれる割合。

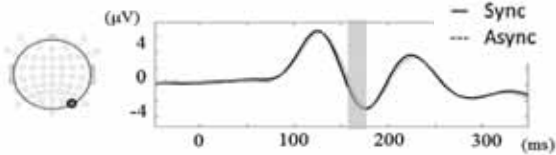


図 2. 自己を 50% 含む顔刺激に対する ERP 波形 X 軸 0 は刺激の提示タイミング。電極は右後頭部に位置する PO8。Sync は同期条件, Async は非同期条件。灰色でハイライトされた時間帯に同期/非同期の有意差が見られた。

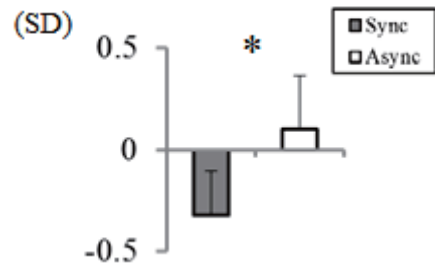
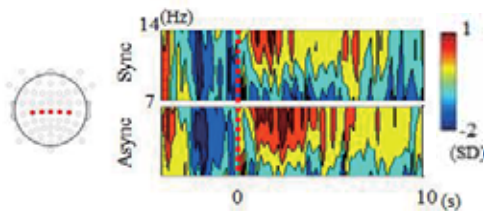


図 3. Enfacement Effect 導入動作中の Event-Related Spectrum Perturbation (ERSP) Sync は同期条件, Async は非同期条件。左図は ERSP を時間周波数平面状に投射したもの。右図は運動開始から 10 秒後までの間の全時間周波数ポイントを平均したもの。

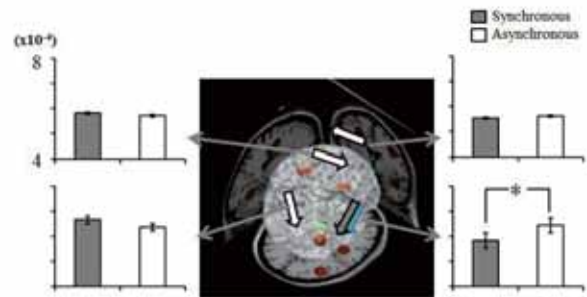


図 4. Enfacement Effect 導入動作中の Renormalized Partial Directed Coherence (RPDC)

中央は標準脳に推定された信号源をプロットしたもの。各矢印は検討対象とした因果の方向性を示している。棒グラフは各対象における RPDC の値。灰色で塗りつぶされた矢印にのみ, 条件の差が現れている。*: $p < .05$

参考文献

[1] Amsterdam, B. (1972). Mirror self-image reactions before age two. *Developmental Psychobiology*, 5, 297 – 305.
 [2] Miyazaki, M., Hiraki, K. (2006) Delayed intermodal contingency affects young children's recognition their current self. *Child Development*, 77 (3), 736-750.
 [3] Sforza, A., Bufalari, I., Haggard, P., & Aglioti, S. M. (2010). My face in yours:

Visuo-tactile facial stimulation influences sense of identity. *Social Neuroscience*, 5(2), 148-162.

[4] Keyes, H., Brady, N., Reilly, R. B., & Foxe, J. J. (2010). My face or yours? Event-related potential correlates of self-face processing. *Brain and Cognition*, 72(2), 244-254.

[5] 松田 剛, 開 一夫 (2010) 事象関連電位を指標としたゲームキャラクターの自己同一視に関する検討. *認知科学*, 17(1), 241-245.

[6] Schelter, B., Timmer, J., & Eichler, M. (2009). Assessing the strength of directed influences among neural signals using renormalized partial directed coherence. *Journal of neuroscience methods*, 179(1), 121-130.

[7] Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *Neuroimage*, 39(4), 1959-1979.

[8] Miyakoshi, M., Kanayama, N., Iidaka, T., & Ohira, H. (2010). EEG evidence of face-specific visual self-representation. *Neuroimage*, 50(4), 1666-1675.

芸術表現のモデル：現代美術家の創作過程の ケーススタディに基づいて

A model of the creative process in contemporary art

岡田 猛*, 横地早和子**, 高木紀久子***
Takeshi Okada, Sawako Yokochi, Kikuko Takagi

*東京大学大学院教育学研究科・情報学環, **東京未来大学, ***東京大学大学院学際情報学府
The University of Tokyo, Tokyo Future University
okadatak@p.u-tokyo.ac.jp, yokochi-sawako@tokyomirai.ac.jp

Abstract

Based on psychological theories of artistic expression, such as Gibson (1979), Dilthey (1910), Schön (1983), and Sato (2012), and on empirical studies of the artistic creation process of contemporary artists, this study proposes a model to describe the process of artistic creation. The model connects several features of previous theories, such as the interactive cycle between perception and action, the process of expression, the interactive cycle between action and reflection, the relationship with art culture, and the role of concept modification. Using the model as a framework, this study then describes a contemporary artist's creative process as a case analysis.

Keywords — Artistic creation, creativity, model, case study, contemporary art

1. はじめに

表現とは、環境の中に何らかの意味のあるモノゴトを何らかの形で生成することであると考えられる。その中には、絵画や彫刻といった形で生成される物質としての芸術作品だけではなく、ダンスや音楽のように時間の中の出来事として生成される芸術作品も含まれる。また、日常生活の中で着飾ったりすることも、環境の中に意味のあるモノゴトを生成する表現行為である。それでは、そのような幅の広い行為である表現はどのようなプロセスで進行するのであろうか。

本発表では岡田 (2013) をもとに、表現を「行為と知覚のサイクル」として捉える Gibson (1979) の理論、「内面の表出」と捉える美学の立場(佐々木, 1995; Dilthey, 1910), Schön(1983) の「行為と省察のサイクル」という考え方、「芸術文化との関わり」を強調する活動理論(佐藤, 2012;

Vygotsky, 1925), ジェネプロア・モデルなど認知科学・心理学やその関連領域の先行理論の中で扱われている、広い意味での表現に関わる理論・モデルを融合させた芸術表現を捉える枠組みを提案する。これらの諸理論は、それぞれ理論的前提や対象とする現象の範囲が異なるものの、1つのモデルの中で共存しうると考えられる。図1は、これらの要素全てを組み込んだモデルを表している。Gibson (1979)は、③, ⑤, ⑩の関わる「行為と知覚のサイクル」¹を通して描画行為が進行すると主張している。このサイクルは、芸術表現の教育を全く受けていないアウトサイダー・アーティストの創作過程からプロの画家の創作過程まで様々な表現活動の基礎過程として遍在していると思われる。美学の「内面の表出」の考え方では、④と③が関与している。これもアウトサイダー・アーティストにも見られる表現活動の基礎課程として捉えることができる。Schön (1983) の「行為と省察のサイクル」は①, ②, ③, ⑤, ⑥, ⑦の関わるサイクルであり、このサイクルが芸術領域の文化との関わりの中で回っていくときには、佐藤 (2012) の主張する芸術表現となる。

本論文で提案する芸術表現のモデルは、これらの理論の要素を包括した芸術表現一般のモデルである(図1参照)²。イメージやコンセプトが先に

¹ Gibson (1979)では、知覚と行為のサイクルと呼ばれている。

² また、近年は認知と情動が密接に関わっているという知見(寺澤・星-柴・柴山・大村・古川・牧野・岡ノ谷, 2013など)や認知活動における無意識の役割に焦点を当てた研究(田村・三輪, 2011など)が見られるが、筆者らも情動過程や身体活動や無意識過程が表現活動において重要な役割を果たしていると考えている。しかしこれらの点についてはまだ研究が十分に進んでいないため、このモデルの中では明示していない。

あってそれをもとに行為を開始する場合や、行為や知覚が先にありイメージやコンセプトが徐々に形成される場合など、このモデルのサイクルの始まりには様々なパターンがある。なお、発明の創造過程に焦点を当てた Finke らのジェネプロア・モデル (Finke, Ward, & Smith, 1992) では、創造過程に制約が影響していることが想定されているが、芸術表現プロセスの各ステップにおいても、認知的・物理的な様々な制約が役割を果たしていると思われる。

ところで、このモデルは芸術ジャンルを超えて伝統芸能や現代アートにも当てはまると思われるが、ジャンル毎にそれぞれの要素(行為やメタ的プロセス等)の内容は異なっている。現代アートにおいては、特に表現過程に含まれる様々な制約を変更し(「ずらし」), それによって得られる予期せぬ結果を利用するためのメタ的プロセスが重要な役割を果たしている(図2参照)(高木・岡田・横地, 2013)。「ずらし」は、ずらしを意図するメタ的制御と、実際に制約条件をずらして創作行為を行う行為の両方のレベルに関与している。一方、驚きの積極的利用は、予期せぬ驚きの結果が得られたときにそれを利用することにより新たなアイデアや知識を得ることを意味しており(Kulkarni & Simon, 1988; Suwa & Tversky, 1997), 省察の過程と関係している。現代アートの創作を特徴づけるこれらの過程については、これまでいくつかの研究が行われてきた。岡田ら(岡田・横地・難波・石橋・植田, 2007; Okada, Yokochi, Ishibashi, & Ueda, 2009)では、現代美術家の長期間の創作活動における作品コンセプトの発展に、ずらしが重要な役割を果たしていることが明らかになっている。これは現代美術家の創作活動に見られるずらしに焦点を当てた先駆的な研究であるが、10年近くに及ぶ長期間の過程を振り返る回顧的インタビュー・データの性質上、ずらしがどのように利用され、その際にどのような心的活動が起こっているのかといった詳細な認知過程は記述されていなかった。一方、高木・岡田・横地(2013)は、約10ヶ月にわたる一人の現代美術家の作品コン

セプト生成プロセスに焦点を当て、ずらしとそれに伴って起こる予期せぬ結果の積極的な利用のプロセスを記述している。この研究は、約3週間ごとのインタビューに基づいており、岡田ら(2007;2009)よりもオンライン・データに近いと言えるが、最大で3週間前のことを想起してもらうという回顧的インタビュー・データの性質上、制作過程の中で感情やイメージが刻々と変化する様子については記述できていなかった。そこで本研究では、上述のモデルに基づいて、一人の現代美術家が実際に行った作品制作のケーススタディをもとに、美術家の表現行為の詳細な過程について考察する。このケーススタディは上述のモデルの内容を分かりやすく説明し、その有効性を示すためのものであるが、ケーススタディによってモデルの構成要素の役割について新たな洞察を得るという目的も持っている。

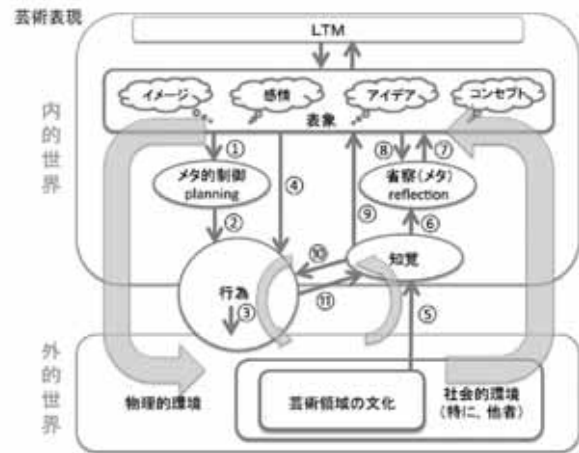


図1 表現行為のモデル

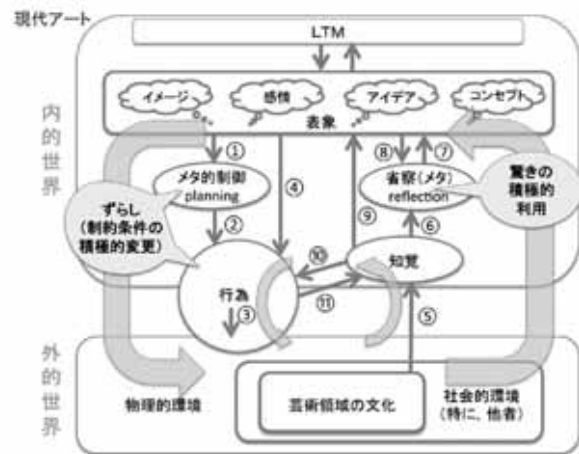


図2 現代アートの表現プロセス

2. ケーススタディの概要

対象者：本研究の対象者は、日本と米国で美術を学び、国内外で活躍する現代美術家篠原猛史氏（フィールドワーク実施当時 50 歳代の男性）1 名である。篠原氏は年に 3, 4 回程度個展を開くとともに、美術館等でのワークショップに招かれたりしており、海外でも数多くの制作・発表を行うなど豊富な創作経験を有している。こうした篠原氏の活動は『Sculpture』（The International Sculpture Center, 2007 年 5 月発行）や『美術手帖』（美術出版社, 1995 年 8 月発行）、NHK の美術番組『新日曜美術館』（2004 年 11 月 28 日放送・番組タイトル『描かれた風』）などでも紹介されており、高い評価を得ている。これまでに制作した作品は、絵画などの平面作品、彫刻などの立体作品、映像作品など多岐にわたるが、作品制作に関する独自の創作ビジョンに基づいて作品コンセプトを考えだし、そのコンセプトにしたがって作品制作を行っている（横地・岡田, 2007）。

実施時期と実施方法：2003 年 3 月 19 日に対象者のアトリエで絵画の制作（実制作時間約 27 分、準備も含めると合計約 4 時間）が行われ、その録画・録音と、録画したビデオを見ながらの内省報告（制作直後に約 1 時間半）、翌日のポストインタビュー（約 2 時間）が行われた。制作は、美術家自身の発案によって次のような手順で行われた。1) 下向きフェイズ 1：床にケント紙をおいて制作（約 8 分）、2) 上向きフェイズ：机の天板の裏側にケント紙を固定し仰向けになって制作（約 5 分）、3) 下向きフェイズ 2：1 と同じ（約 14 分）。用いた画材は、ケント紙（縦 1576×横 1091mm）、オイルパステル（白と黒）、墨汁、スポンジ、スポイト、日用品（ライター、輪ゴム）、台所用品（ボウル、摺り子木）などであった。この作業により、一つの描画作品が完成した（図 8 参照）。内省報告では、主に「描いているとき頭の中にあるイメージについて」「描いているとき何を考えていたか」「どのような感覚であったか」などについての報告を得た。

「上向き」に描く制作方法は、美術家自身が以前から試みたいと思っていたもので、通常の描き方と異なり、床などに仰向けに寝転んで描くことで絵がどのようになるのか、描くときにどのようなことを感じるのかなどを経験してみたいという発想から生まれた。このような通常とは異なる姿勢で制作するという創作活動の制約条件の変更、すなわち「ずらし」を行うことで物理的な制約が外れ、これまでとは異なる知覚経験や新しい感覚・イメージなどが生まれる可能性があり、美術における表現行為の特徴が端的に表れる制作になることが期待された。このようなずらしは、岡田ら（2007;2009）において報告されているように、現代美術家の創作過程において特徴的に見られる行為であり、ずらしの内容やタイミングが、その美術家の作品の独自性に大きな貢献をすると思われる。

なお、この研究では、美術家のこのような制作計画に基づき、第 1 著者と第 2 著者に加えて研究員 1 名とビデオを記録する映像作家 1 名がデータ収集に関わった。また別の美術家 2 名も上向きに描くための装置や画材の設置などを手伝った。そのため篠原氏の創作過程は計 6 人の鑑賞者によって鑑賞されていたとみなすこともできるだろう。

3. 結果と考察

表 1 表現行為のカテゴリ一覧

カテゴリ	具体例			
内的世界	1. 表象・感情	a. イメージ	例)自分が"木"になって水を集めているイメージになっしあ	
		b. コンセプト・アイデア	例)"不量り真実", "eternal truth"だけを考えてそれを表現しよう	
		c. 感情	例)どうい風になるのかすごくワクワクしている	
	2. メタ認知	a. 省察	例)全体を見て冷静さを失っていないか、感情に流されていないかを意識 例)第三者が見た場合、全然外れてくるんじゃないか(自分が感じていることは違った受け止められ方をするのではないか)	
		b. プランニング	例)次に行こう。墨汁を使って描こう	
		c. ずらし	例)上向きに描こう	
	3. 知覚	例)(描いたものが)複眼的にすごく訴えてきた 例)(オイルチョークの上に墨汁が落ちてできる水滴を見て)画面の表面にきれいな部分が見えてきた		
	4. 長期記憶 LTM	例)ミケランジェロとかが天井に描いている感じはこういうことじゃないかなと、ふと思った		
	外的内世界的世界の境界と介	行為	a. 意図的な行為	例)自分の手が床を撫でる叩くという行為によって、同じ画面とどうい音があるのかを探りました
			b. 無意図的な行為	例)描くことが管理できない、力を抜こうと思っているのに力が入ったり、予想しないことがあってすごく妙な感じ
	外的世界	1. 物理的環境	該当なし	
		2. 社会的環境	a. 他者 b. 芸術領域の文化	〃 〃

分析の手続き：分析にあたっては、まず図1の表現行為のモデルに基づいて、表1のようなカテゴリを準備した。カテゴリは大きく「内的世界」「内的世界と外的世界の媒介」「外的世界」の3つから構成され、各下位カテゴリとして、「内的世界」は1.表象・感情（a. イメージ, b. コンセプト・アイデア, c. 感情）、2. メタ認知（a. 省察, 2. プランニング, 3. ずらし）、3. 知覚, 4. 長期記憶、「内的世界と外的世界の媒介」は行為（a. 意図的な行為, b. 無意図的な行為）、「外的世界」は、1. 物理的環境, 2. 社会的環境（a. 他者, b. 芸術領域の文化）が設定された。そして、このカテゴリを用いて内省報告をカテゴリライズした。分析の結果は図4, 6, 8に示した。これらの図は、それぞれのフェイズにおいて、各カテゴリが時間軸に沿ってどのように生起するのかを示している。例えば、下向きフェイズ1のプロセスを示した図4は、初めの1分までのところで「身近な音からイメージしよう<プランニング>」として、「音を出す<行為>」→「音に注意<知覚>」→「音のイメージ<イメージ>」が生起する、といった形で表現行為がつながっていく様子を示している。以下では、各フェイズのプロセス図にしたがって、描画行為の詳細について記述・考察を行う。

1) 下向きフェイズ1（以下、図3, 4参照）

描画行為の詳細：今回の作品制作では、篠原氏はすぐに絵を描き始めるのではなく、まず「何をしようかとか、何を描こうかとかは一切なく、ただ音だけに耳を傾けて進めていこう<プランニング・知覚>」と考え、一番身近に聞こえる音（車の音や野鳩が鳴く声、外を通る人の足音など）に意識を集中させることから始めた。床に貼られたケント紙（以下、描画面）の前に座り、描画面を手でなでたり、ボウルをすり粉木で叩いたりして音を出すことで、「自分の一番身近にある音はどのような音なのか<知覚>」を確認しながらイメージをつくらうと試みる。そして、叩く位置によって微妙に異なる音や、それらの音を自分自身がど

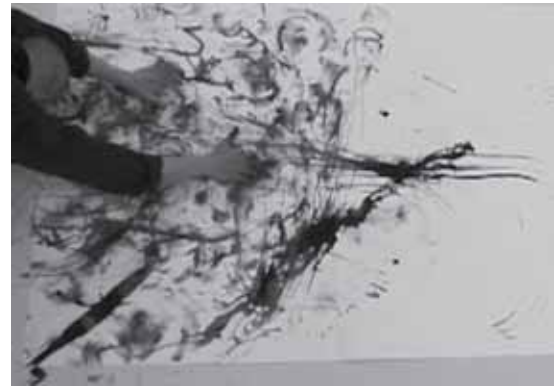


図3 下向きフェイズ1

カテゴリー		下向き1 8分									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
内的世界	1. 表象・感情	a. イメージ	音のイメージ			画面の中に入りたい	画面とコミュニケーションしたい		木の根		
		b. コンセプト・アイデア			不易の真実		不易の真実				
		c. 感情		ワクワクする						不思議な気持ち	
	2. メタ認知	a. 省察					うまくコミュニケーションできた		イメージと行為のギャップ		
		b. プランニング	身近な音からイメージ				次は墨汁で描こう				
		c. ずらし									
	3. 知覚	音に注意						油性と水性が混ざりきれい			
	4. 長期記憶 LTM	モンパウを想起						オイルバステルや水を想起			
	外的世界的世界の媒介	行為	a. 意図的な行為	音を出す		オイルバステル		立つ	墨汁		
			b. 無意図的な行為			行為は分からない	叩く		線を引く	力が入る	

図4 下向きフェイズ1のプロセス

のように感じるのかを探ることが、イメージを生み出すきっかけになったと語っている。ただし、何を描こうという具体的な形や図像が生まれたわけではなく、「私自身は音になりたい」というモンポウ（スペインの作曲家）のことを急に思い出し〈長期記憶〉、そのことを考えながら音から得たイメージをできるだけ忠実に表現しようと考えた。このときは、「どういう風になるのかもものすごくワクワクしている状態〈感情〉」であったという。

そしてスタートから3分経って黒のオイルパステルを持って描画面に向かったときには、「『不易の真実』だけを考えて表現しよう〈コンセプト〉」という考えが頭の中を占領しており、「行動は自分でも分からないくらい、ほとんど覚えていない〈無意図的な行為〉」という。描画面を強く叩いたり擦ったりし始めた時も無意識に手が動いていたといい、「画面の中に自分が入り込みたい。画面とコミュニケーションしたい〈イメージ〉」と考えていたという。そして、ある程度描画をしたところで、「うまくコミュニケーションできたような気がしたので、次に移ろう〈省察・プランニング〉」と考え、立ち上がって墨汁をとりに行った。

オイルパステルや墨汁といった今回の描画で用いた画材は、篠原氏自身が自分の制作意図にしたがって用意したものである。例えば、油と顔料で作られているオイルパステルと水性の墨汁を一緒に使うというアイデアは、油性と水性が混ざることによって生じる偶然の作用を利用できるのではないかと考えたに基づいている。実際に、オイルパステルの上に墨汁がのることで、描画面に綺麗な部分が見えてきたという〈知覚〉。そのような行為を繰り返すうちに、オイルの上で見せる水の表面張力に興味をわいたり、ふと「オイルパステルってどうやって作るんだろう」「今、京都で水の会議が開かれているな」といった周辺的な事柄も時々思い浮かんでいた〈長期記憶〉。

そして、描画開始から7分ほど経過した時点で、徐々に描画面が木の根のように見えてきたといい、

自分自身も木になって水を吸い上げようとするイメージになったという〈イメージ〉。そして、乾燥した地面から水を一生懸命集めている意識になり、本当は音に集中して「やさしく静かに、力を抜いた感じで描いていくと画面が綺麗になるんじゃないか」と思っているんだけど、身体は無意識に全く逆に力強く吸収したいという感じになってしまった〈無意図的な行為〉という。そして、「このギャップはどうしたものなのかと考え、ちょっと一歩下がって見た方がいい」「冷静さを失っていないか、感情に流されていないか」と考え、呼吸を整えよう」と思い〈省察〉、何度か後ろに下がって画面を眺めるような行為をしていた。しかし、実際に描いている様子は描画面を強く擦るように描いており、息づかいも荒くなっていた。ここでの描画を終えた時については、「立ち上がって画面の外に退いたときに、自分がやったことが全然記憶にないというか、記憶に残っていないのがものすごく不思議に感じた〈感情〉」という。

2) 上向きフェイズ（以下、図5, 6参照）

描画行為の詳細：方法でも述べたとおり、「上向き」に描く制作方法は、篠原氏が以前から試みていたと思っていたものであり、天井画を描くときのように仰向けに寝転んで描くのであるが、制作における制約条件の意図的な変更（ずらし）といえる。

今回は、上向きに描くための準備を整えるのに1時間半程度かかき、「最初に感じていたイメージを再度表現できるか、危機感もあり、逆にすごく楽しみでもあり、集中できるか不安にもなった」と語っている。

準備も終わり、台の下に潜り込んで描画面と向かい合ったとき、「自分自身が木になったイメージが浮かんできて、自分が地面の中に入ったような感覚になってきたので、『あ、これはいけるぞ』というような感じ〈イメージ〉」で描画を再開した。そして、脇に置いてあった墨汁に手が触れたときに、「ひんやりとした冷さを感じながら、土深く入っていつているのだ」と言い聞かせているうちに、

昔、鍾乳洞に入ったときの恐怖感を思い出したりした<長期記憶・感情>という。さらに「土の中に埋もれてしまったような気がして、助けてもらったために何か信号を送ろうと思ってゴムで画面をはじいてみた<プランニング>」「火をつけたくなくてライターをつけようとしたが、木の生命力みたいなものを感じてやっぱりやめておこうと思った。でも、気持ちの上ではやっぱり火を使いたいというのがあって、どうしたらいいのか混乱し始めた<プランニング・感情>」という。

描画を再開してから4分経った時点で、「考え方とかいろいろなものすごく混乱してきて、自分が浮遊しているような、上に向かって描いているのに下に向かって描いているような気がしたり、



図5 上向きフェイズの様子

右手を動かそうとしても左手が勝手に動いたり、ものすごく複雑で妙な、初めての感覚が生まれた<イメージ・無意図的な行為>と語っている。また、「浮遊している感覚を画面の中にどうにかして定着させようと思うと、力が入って、(思っていることと)正反対のことばかり起こりだしてくるのですごく不思議でどうしたものかと戸惑った<感情>」という。そして最後には、描画材が目に入ってしまう見えにくくなった時、「ミケランジェロとかが天井に描いている感じはこういうことかなと思つて、感覚が共有できたような気がしてもものすごく気持ちがよかった<長期記憶・感情>」「浮遊感みたいなものが身体の中に残ってすごく気持ちがいい<感情>」といった状態で上向きフェイズを終える。

3) 下向きフェイズ2 (以下、図7, 8 参照)

描画行為の詳細：最後のフェイズでは、台に固定されたケント紙をもう一度床に固定し直して制作が行われた。このときは「最初の感覚に戻って、もう一度冷静に自分自身を受け止めて終わりたい<プランニング>」「drawing がだいぶ長くなっているような気がしたので、どこかで終わらなきゃいけないと思いつつ、もう少し描いてみたいな

カテゴリー			上向き 5分				
			1	2	3	4	5
内的世界	1. 表象・感情	a. イメージ	木		埋もれる	浮遊感	
		b. コンセプト・アイデア					
		c. 感情		恐怖		混乱	浮遊感・気持ちいい
	2. メタ認知	a. 省察			火を使いたいが木のイメージにそぐわない	浮遊感を描きたいのに力が入る	
		b. プランニング			音で外と交信・火をつけたい		
		c. ずらし	上向きに描く				
	3. 知覚		墨汁の冷たさ				
	4. 長期記憶 LTM		鍾乳洞			ミケランジェロ	
	外的世界的世界との媒介	行為	a. 意図的な行為			音で外と交信・立って火をつける	
			b. 無意図的な行為				意図と正反対の行為

図6 上向きフェイズのプロセス

という気持ちもあったので、『これで作品を終えよう』といった気持ちをできるだけ排除して、自然のままにもう一度やってみようと思つた＜省察・プランニング＞。「最初に書き始めたときのイメージや気持ちをもう一度引き戻したい＜イメージ＞」と考え、何も持たずに描画をスタートさせた。そして、「自分の呼吸を画面に定着したい＜プランニング＞」という気持ちで、ほとんど何も持たずに、描画面をゆっくりなぞったり、激しくこすりつけたりと緩急つけた描画行為を行う。そして3分ほど経過したあたりで、「画面の裏からもう一人の自分が絵を描いているような感じ＜イメージ＞」が生じたという。また、「今自分自身が生きていることを確認したいと思つて描いているの



図7 下向きフェイズ2の様子

に、身体とイメージとでは正反対のことが起きたり、天地とか左右とか全く分からなくなつてきて、本当に浮遊している感じ＜無意図的な行為＞」になっていたという。

そして、「黒で構築された中（図像の中）に何かやり残したことがあるんじゃないか、足りないものがあるんじゃないかという気持ちになつてきて、もう一度、黒の闇の中に自分自身を投影して、自分を認識したいと思つて＜省察・意図的な行為＞」、白のオイルパステルを黒い図像に重ねるように描き始める。このように黒い画材（墨汁や黒のオイルパステル）で描いてきた箇所に、白のオイルパステルをこすりつけたりして描くことで、「皮膚感覚で画面を感じて捉えたいと思つていたのが、実際に（白のオイルパステルで）やってみるとものすごく視覚的に訴えてきた＜知覚＞」という。このときも先ほどのように、「自分が描いているという感覚ではなくて、画面の裏からもう一人の自分が描いているような気がして、感覚的なものを排除して最初に考えたような、『不易の真実』が表現できているのか確認したくなつた＜無意図的な行為・省察＞」「メインテーマから逸れていないかを意識しはじめ、もう一度音を立てながら drawing

		下向き2 14分														
カテゴリー		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
内的世界	1. 表象・感情	a. イメージ	最初のイメージ	裏から描く		裏から描く	最初のイメージ			自分は生きている		地平線と風			細胞	
		b. コンセプト・アイデア					不易の真実									
		c. 感情		浮遊感	浮遊感				不安	痛れが具現化されて快感	生きていることへの幸せ		楽になる	穏やかな気持ち・生きていることを体感できた喜び		冷静さ・周りの人への感謝と喜び・疲れ
	2. メタ認知	a. 省察	どこかで終わらなくて	裏から描いたらどうい風にか	自分が生きていることを確認したい	一歩下がって見よう	メインテーマから外れていないか	第三者から見て(自分が思うことは)外れていないか				頭の中は空っぽ		もう終わろう・う・いぶん前から描画は終わっている		描いている自分を見て
		b. プランニング	自然のままにやってみよう	呼吸を定着しよう												
		c. ずらし														
	3. 知覚				視覚的に訴えてくる	音の違い	手のしびれ									
	4. 長期記憶 LTM					最初のイメージ										
	外的内世界的世界との媒介	行為	a. 意図的な行為	緩急つけて描く	白パステル			音を出しながら描く								
			b. 無意図的な行為		身体とイメージが正反対				頭の中でのいろいろなことが出てきて押さえられない状態		誰かに描かされている	誰かが描いている	息を吹きかける	身体が勝手に動く		

図8 下向きフェイズ2のプロセス

をすることで最初のイメージを思い起こそうとしてみたが、最初の時とは音がすごく違って聞こえた<省察・知覚>という。さらに、「それで、そのように感じていることも、第三者から見ると全く外れているんじゃないかということもふと思ひ浮かんだりした<省察>」と、無意図的に描画が進みながらも省察も同時に行われ、自分が感じていることと他者が受け取る印象の違いなどについても考えを巡らせていた。

描画を再開してから6分ほど経った時点で、少し後ろに下がって手のひらをちらっと見る。このときは、「思いっきり画面を叩いたので手が痺れてきて、ちゃんとした線が引けるのか不安に感じたり、痺れてつらい感じになっているのにそのイメージが具現化されたりしているのを見てすごく快感<知覚・感情>」に思うなど、いろいろな感情が生じている。このあたりから、「頭の中でいろいろなことが出てきたり入ったりして、押さえつけられない状態<無意図的な行為>」になっていたという。

さらに描画再開から10分の時点で、「自分が生きているという幸せみたいなものが身体の中から出てきて、『今私は生きているんだ』ということが頭に浮かんで<感情>」「自分がどう線を引くとか描くとかいったことが完全になくなって、ほとんど自分以外の誰かが描き始めているような。自分という意識はほとんどなくなってきた、頭の中が空っぽというか、本当に何も無い状態でただ描き続けている<無意図的な行為>」といった状態になっていたという。描画行為としては大きな変化はなく、画面を手で強く擦ったり、直接手に墨汁をつけて描いたりといった行為が繰り返されており、行動の観察レベルではそのような心理的な変化は明らかではない。しかしながら、篠原氏の内面ではフロー (Csikszentmihalyi, 1990) のような状態になっていたと推察される。例えば、「ここに墨を置けとか、ここに描くんだという自分以外の人とやっている状態になって、誰かが描いているような心境になってきて、すごく気持ちが穏やかになって<無意図的な行為>」「穏やかになっ

た時点で、自分の中で地平線のイメージが浮かんできて、そこに風が吹いているような気になり、画面にも息を吹きかけていた<イメージ・無意図的な行為>」「自分自身は出来上がっている、ある意味これで finish だと思っているのに、身体が動いている、終わりにさせてくれないといった状況。誰かが描いている、描かされている状態になってきた<無意図的な行為>」といった発言に、その可能性がうかがえる。また、「自分がここにいて作品を作って、今生きているんだという実感が体験できた喜びがすごく湧いてきた<感情>」など、快感情も生じていた。

描画を終える頃になると、「このときの画面のイメージは細胞などのマイクロなものが思い浮かんだ<イメージ・知覚>」と語っており、具体的なイメージを描画面の痕跡から知覚していることが分かる。描画を開始した時には具体的な図像のイメージはなかったが、描画が進むにつれて木の根に見えたり、細胞に見えたりするなど、描画面から知覚するイメージが刻々と変化することが分かる。

さらに、「誰かに描かされている」無意図的な状態であっても、少し後ろに下がったりしながら「勝手に身体が動く自分がいて、それをどこか冷めて見ている自分がいて、それを不思議だなど思いながら、その冷めている自分が周りにいる人(筆者ら)に気づいて、今回の制作の機会があって、こういう風に(ビデオで制作の様子を)撮ってもらってとかいろいろ思うと、ものすごく嬉しくて自分が幸せであるような気がした<省察・感情>」と、こうした制作の機会が生まれたことへの感謝の念や、「描いているんだけど、どこかで『ああ、生きているというのは本当に良いなあ、命というのは良いなあ』とか思ったり、生きていてよかったという気持ちがどんどんあふれてきました<感情>」という気持ちが生じたりしており、感情・知覚・省察なども同時に様々に変化していた。

4. 総合考察

本発表では、表現に関する認知科学的・心理学的理論に基づいて、図1に示すような芸術表現のモデルを提唱した。これは、岡田(2013)におい

て記述されたものであるが、そのモデルと岡田・横地・難波・石橋・植田（2007）および、高木・岡田・横地（2013）の知見を統合し、現代アートにおける芸術表現過程のモデルを提案した。そのモデルをもとに、一人の熟達した現代美術家の創作過程のデータを分析することによって、以下のような特徴が明らかになった。

1) 現代美術家の創作過程において、行為とその知覚に基づいてイメージや感情が活発に生起し、創作行為のプランニングや省察が行われていた。この結果は、図1のモデルのプロセスの妥当性を示唆している。2) 現代美術家は、描画の制約条件である上から描くという方法を変更し（ずらし）、下から描くという行為を導入しながら創作を進めていた。この結果はずらしが創作プロセスにおいて実際に使用されていることを示している。3) 上から描くフェイズ1と比べて、下から描くフェイズとその後再び上から描くフェイズ2において、様々な感情が生起し、活発な省察が行われていた。この結果はずらしが芸術表現のサイクルを活性化する役割を果たしていることを示唆している。すなわち、ずらしによって新しい制約条件のもとで創作行為を実施することにより、美術家の中に新しい感情や知覚や省察が生起し、それによって創作過程のサイクルが活性化することが示唆される。4) 創作ビジョンから派生した作品コンセプト「不易の真実」は、この作品の制作よりもずっと以前から存在していたと思われ、今回の創作の始まりの初期に意識化されたが、すぐに美術家の意識から離れた。そして最後の下向きフェイズ2が始まって5分後に再び意識化され、創作活動がメインテーマから外れていないかのチェックが行われた。この結果は、横地・岡田（2007）のインタビュー研究で示された、創作ビジョンが創作活動を方向づける機能を持っていることを、実際の創作の現場で確認したものといえよう。5) このケーススタディによって、図1のモデルの妥当性が確認された。さらに、ずらしが表現プロセスのサイクルを活性化させることが明らかになった。

5. 引用文献

- Csikszentmihalyi, Mihaly (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row.
- Dilthey, W. (1910). *Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften*, B. G. Teubner (尾形良助 訳 (1981). 『精神科学における歴史的世界の構成』. 以文社.)
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press. (小橋康章 訳 (1999). 『創造的認知-実験で探るクリエイティブな発想のメカニズム』. 東京: 森北出版.)
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin Company, Boston, MA. (古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻 共訳 (1985). 『生態学的視覚論: ヒトの知覚世界を探索』. サイエンス社.)
- Kulkarni, D., & Simon, H. A. (1988). The processes of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, 12, 139-175.
- 岡田猛 (2013). 芸術表現の捉え方についての一考察: 「芸術の認知科学」特集号の序に代えて. 『認知科学』, 20, 10-18.
- 岡田猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博 (2007). 現代美術の創作における「ずらし」のプロセスと創作ビジョン. 『認知科学』, 14, 303-321.
- Okada, T., Yokochi, S., Ishibashi, K., & Ueda, K. (2009). Analogical modification in the creation of contemporary art. *Cognitive Systems Research*, 10, 189-203.
- 佐々木健一 (1995). 『美学辞典』. 東京大学出版会.
- 佐藤公治 (2012). 『音を創る, 音を聴く: 音楽の協同的生成』. 新曜社.
- Schön, D. A. (1983). The reflective practitioner: How professionals think in action. (ドナルド・A・ショーン 柳沢昌一・三輪建二 監訳

(2007). 『省察的实践とは何か：プロフェッショナルの行為と思考』. 鳳書房.)

Suwa, M. & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, **18**, 385-403.

高木紀久子・岡田猛・横地早和子 (2013). 美術家の作品コンセプトの生成過程に関するケーススタディ：写真情報の利用と概念生成との関係に着目して. 『認知科学』, **20**, 59-78.

田村 昌彦・三輪 和久 (2011) 洞察問題解決における類推の手掛かり利用の検討. 認知科学, **18**, 299-313.

寺澤洋子, 星-柴玲子, 柴山拓郎, 大村英史, 古川聖, 牧野昭二, 岡ノ谷一夫. "身体機能の統合による音楽情動コミュニケーションモデル.", 認知科学, **20**(1), 112-129, (2013)

Vygotsky, L. (1925). 柴田義松訳 (2006). 『芸術心理学』. 学文社.

横地早和子・岡田猛 (2007). 現代芸術家の創造的熟達の過程 認知科学, **14**, 437-454.

横地早和子・岡田猛 (2012). アートにかかわるエキスパート：芸術家 金井壽宏・楠見孝 (編) 実践知：エキスパートの知性. pp. 267-292, 有斐閣.

価値推論ヒューリスティクスとしての規準学習と忘却 Reinforcement Learning Algorithm using Loosely Symmetric Reasoning

甲野 佑[†], 高橋 達二[‡]
Yu Kohno, Tatsuji Takahashi

[†] 東京電機大学大学院先端科学技術研究科, [‡] 東京電機大学理工学部
Tokyo Denki University, Tokyo Denki University
yu.kohno.02@gmail.com, tatsujit@mail.dendai.ac.jp

Abstract

Loosely Symmetric model (LS) exists as a model with three properties (Relative estimation, Reliability consideration, Reference satisficing) of the cognitive value evaluation of the animals. We focused attention on a value estimation in consideration of the satisfactory degree for the reference, and developed Loosely Symmetric model with Variable Reference (LS-VR) as the model specialized in it. In this study, we handled the N-armed bandit problem as a simple problem to make decision in unknown environment, and showed that LS-VR had significant results in the transient environment.

Keywords — Symmetric reasoning, Decision-making, Reinforcement learning

1. はじめに

本研究は我々が開発した認知的アイデアに基づくヒューリスティクス Loosely Symmetric model with Variable Reference (以下 *LS-VR*) [1] が意思決定課題において最も優れた既存モデルの一種である *UCB1-tuned* [2] と比較し、価値の優劣に対する規準の学習や過去の情報の減衰、忘却の実装が容易である点と、それらの実装によって成績が向上する点を示す。またそれらの点から過去の研究から認知的価値を有するモデルでありながら工学的にも有用である事を論じる。

LS-VR は人間の価値判断における2種の性質、獲得した情報サンプル数の量に着目する信頼性考慮 [7] と、価値規準に照らした規準の充足化 [8] を有する相対評価モデル Loosely Symmetric model (以下 *LS*) の改良モデルである [3]。しかし、*LS* の持つ価値規準は人間とは異なり、値が固定されていた。本研究で扱う価値とは強化学習における行動に対する価値関数である [9]。人間にとって行動価値に対する善し悪しの価値判断の基準は環境や経験から柔軟に変化する浮動点であると考えられる [8]。我々はその点に着目し、*LS* の価値規準を変更できるように式を改良し、価値規準を動的に学習するよ

うな仕組みを取り入れた。

更に *LS* は非規範的な認知的性質に由来するモデルであるため、*UCB1-tuned* 等の数学的保証に基づくモデルとは異なる性質によって行動選択の学習を行っている。非常に簡便な形容をすれば、“緩い”モデルであり、環境の変化に適応するため必要な“忘れる”という概念を本来必要な複雑な構造無しに実装できる事が出来る。この点から規準学習と忘却が *LS-VR* というモデルを通してヒューリスティクスとして実装可能であり、また其れが有用である事を如何において議論やシミュレーションから説明する。

2. N本腕バンディット問題

本研究では工学的な有用性を示す指標としてN本腕バンディット問題を例に、何も情報の無い状態から、trade-offを抱える課題、環境に対し主体的に情報を獲得して行く際の不確実な知識の扱い方や値付けを論じる。ここでの不確実な知識とは観測が不十分で、正しいか否か断定出来ない曖昧な知識を意味する。これは強化学習課題における初期において学習を促進するためにどのような方策や価値観数を用いるかの問題に対応する [9]。

N本腕バンディット問題とは目的となる報酬を確率的に得る事の出来る幾つかの手段(腕)から最適な手段を探索し、得られる報酬を最大化させる事を目的とする問題である。この課題の難しさは探索と収穫のジレンマという単語で表される。目的を達成するための手段の中から最も効率の良い手段を知るためには、情報探索のための試行に多くの時間を費やさなければならない。それは結果的に見れば、非効率的な手段を何度も行った事になり、探索のための試行を行えば行う程、最終的に得られる報酬は低くなる。しかし、探索が不十分だと正確な確率を知る事が出来ず、不幸にも偶然それまで報酬が多く得られていただけの非効率的な手段を効率的であると判断を誤ってしまう可能性が高くなる。

生き物が効率的に生きるためには、度々このよ

うなバンディット問題的な課題に直面する。例えば、ある野良猫にとって数カ所の餌場があったとする。それらの餌場を訪れると確率的に餌を得られるが、時間的制約があり、全ての餌場を廻る事は出来ない。餌場を腕、餌を報酬とした時、これは正にバンディット問題に置き換える事が出来る。現実において、バンディット問題における対応すべき環境は複雑であり非定常である。猫にとって餌場の価値は、餌を出していた住人が突然病で餌を出せなくなったり、移住で猫好きの住人に変わり、餌を出す頻度が増したりする等、突然変化する事が有る。あまつさえギャンブルのロットマシンでさえ、時間毎に報酬獲得の確率が変動する場合がある。そのような非定常な環境に対し、複雑な準備をせず、かつ早く簡便に対応するのは難しい。高い報酬を得るためにはどこかで探索を辞めるべきである。N本腕バンディット問題はこのような知識の獲得とその利用からなる普遍的な“早さ”と“正確さ”のtrade-offを端的に表す事が出来る。

3. LS-VR

LS-VRはLoosely Symmetric model (以下LS) を改良したモデルである[4]。LSは表1に表される頻度分布、あるいは表1を確率として正規化した表2で表される完全結合分布における任意の2事象間に対する主観確率のモデルである。例えば $LS(E|C_i)$ であれば、選択肢 C_i を選択した際の結果 E の生起に対する主観確率を意味する。LSは主観確率という一種の価値関数でありながら方策としての性質も有し、価値の評価と共により良い価値を求めた探索行動を自発的に引き起こす事が出来る[1]。

表1 事象 C, E 間の頻度分布

	E	\bar{E}
C_1	a_1	b_1
C_2	a_2	b_2
\vdots	\vdots	\vdots
C_n	a_n	b_n

表2 事象 C, E 間の完全結合分布

	E	\bar{E}
C_1	$P(C_1, E)$	$P(C_1, \bar{E})$
C_2	$P(C_2, E)$	$P(C_2, \bar{E})$
\vdots	\vdots	\vdots
C_n	$P(C_n, E)$	$P(C_n, \bar{E})$

このようなLSの性質は、(1) 本来関係ない価値、事象間を結びつけて評価を行ってしまう“相対評

価”[6]、(2) 価値判断の材料となるサンプル数の少なさに応じて価値を歪める“信頼性考慮”[7]、(3) ある規準を定めて、規準に対する高低により価値の種類を二値化する“規準充足化”[8]という認知的な3種の性質によって説明できる。

$$LSVR(E|C_i) = \frac{a_1 + 2R(S_a + S_b) - S_a}{a_1 + b_1 + S_a + S_b} \quad (1)$$

$$S_a = \frac{a_H a_L}{a_H + a_L} \quad (2)$$

$$S_b = \frac{b_H b_L}{b_H + b_L} \quad (3)$$

$$a_H = \arg \max_{a_i} (a_i + b_i), b_H = \arg \max_{b_i} (a_i + b_i) \quad (4)$$

$$a_L = \arg \min_{a_i} (a_i + b_i), b_L = \arg \min_{b_i} (a_i + b_i) \quad (5)$$

参照点 R の初期値 R_0 と漸化式での更新法：

$$R_0 = 0.5 \quad (6)$$

$$R_{t+1} = \alpha R_t + (1 - \alpha)P(E_t|C_t) \quad (7)$$

我々が新たに開発したLS-VRは表1で与えられる変数、選択肢 i を試行し報酬獲得頻度 a_i と報酬非獲得頻度 b_i から式1で定義される。変数 R_t は t stepにおける価値規準(参照点 R)の値であり、その詳細な意義は後述にて説明する。機能的には“規準充足化”における規準の動的な学習を可能にしたLSの改良モデルであると定義できる。

3.1 参照点の役割

参照点とはある選択肢に対する振る舞いが変化する境界線であり、端的に言えば図1のように価値の損得をわける値である。参照点を上回れば利得、下回れば損失として解釈される。参照点の値そのものは損得の中間であり中性的な価値として扱われる。通常のLSの参照点は確率が取りうる値のうち丁度中間の値である0.5に固定されており、従来は可変にする方法が見出されていなかった。

LSは環境に0.5以上と判断できる価値があるとき、収束を早めて早期に探索を辞めてしまう。逆に0.5以下の価値しか無い時、(どこかに0.5以上の価値があると考えて)探索をし続ける。これは信頼性の低い価値を、最も中性的な値である0.5に近似するためである。0.5以上の価値がある場合は信頼性の低い価値は選択せず、0.5以下の価値しか無い場合は信頼性の低い価値こそが、真に高い価値である可能性を考慮して選択する。このように恵まれた環境でリスク回避し、貧しい環境でリスク

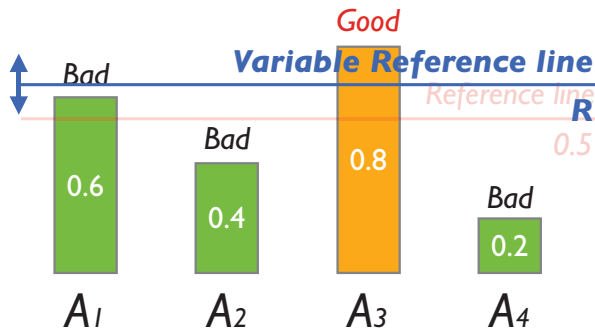


図1 可変する参照点

追及する傾向を持つ点で、行動経済学における反射効果(reflection effect)に準えられる。

$LS-VR$ は LS から新たに参照点 R を任意に変更しオンラインに更新する事が可能になった。これにより恵まれた環境で早期に探索を辞めてしまう事や、貧しい環境で永遠に探索し続ける事を回避する。また参照点によって参照点以上の価値(良い選択肢)、参照点以上の価値(悪い選択肢)を分離する。参照点が学習により上昇すれば良価値の数を絞る事ができ、選択肢が多い場合にも効率よく探索を行う事ができる。

3.2 忘却の実装

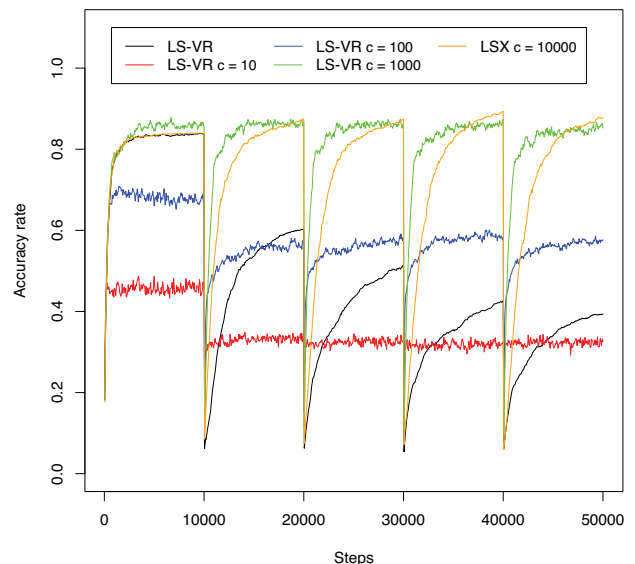
人は全ての記憶を常に保ち続ける事は出来ない。しかし全ての記憶を等しく重要視すれば、環境の変化に対して対応しにくくなるため、忘れる事が必要になる事もある。従来のバンディット問題では、記憶を忘却する、忘却しないという、メタババンディットによって成績を上昇して来た。しかし従来の結果により、 LS は複雑な構造を持たずとも、頻度分布(表1)に対するある種の規格化を行う事で同様の効果が得られる事が示唆されている[5]。

頻度分布に対する規格化は、記憶できるサンプルの個数の制限(記憶容量数 c)や、時系列に対する重み付け(割引率 γ)を適用する事が考えられる。もちろん、真に人間の生態的記憶構造と忘却の仕組みを再現する場合には想起や貯蔵に関する複雑なアーキテクチャ、ワーキングメモリー、短期記憶、長期記憶等の詳細な仕組みについて述べる必要がある。しかし、それらの再現のためには計算量が増大し、速さの面で性能を大きく損なう可能性がある。ここでは飽くまで単純な獲得情報の減少、減衰を扱い、生態模倣なヒューリスティクスである $LS-VR$ と忘却に類するシステムとの相性を述べる。

3.2.1 記憶容量数を限定したシミュレーション

記憶容量数 c の適用により、容量が c 個のキューにバンディットマシンをプレイした結果のサンプルを保存する事でプレイ結果のサンプルを最新の c 個に限定して忘却を実装する。

記憶容量数に対する成績を比較するため、後に行うUCB1-tunedとの比較シミュレーションと同様の設定でシミュレーションを行った。記憶容量数は $c = 10, 100, 1000, 10000$ と10倍毎に変えて比較した。選択肢は20個あり、10000 step毎に環境はリセットされる。図2, 3はその結果のグラフである。後の項で詳細に述べるため、本稿では敢えて問題の設定そのものに関して詳しく触れないが、記憶容量数が10個程度ではやはり足りず、記憶容量数が1000個の際に、報酬確率の最も高い効率的な選択肢を選んだ割合である正解率が最も高く、期待損失も最も低く抑えられる事がわかった。10000個時に成績に大きな変化が無い事から、 $LS-VR$ は1000個程のサンプルがあれば十分に正確な選択が行える事がわかる。これは1000 stepもあれば正解率が9割に達する事を意味しており、正確さと速さに上手く対応している事がわかる。また定常的である10000 stepまでも通常の $LS-VR$ と同等の成績を有しているため、環境が定常であるか非定常であるかが不明な際でも記憶容量数の実装で成績が著しく損なわれ無い事を示している。

図2 $LS-VR$ における記憶容量数 c 毎の正解率の推移

3.2.2 割引率を実装したシミュレーション

前述では記憶容量数 c のキューを用いる事では記憶の最大量を制限する事で“忘れる”という概念

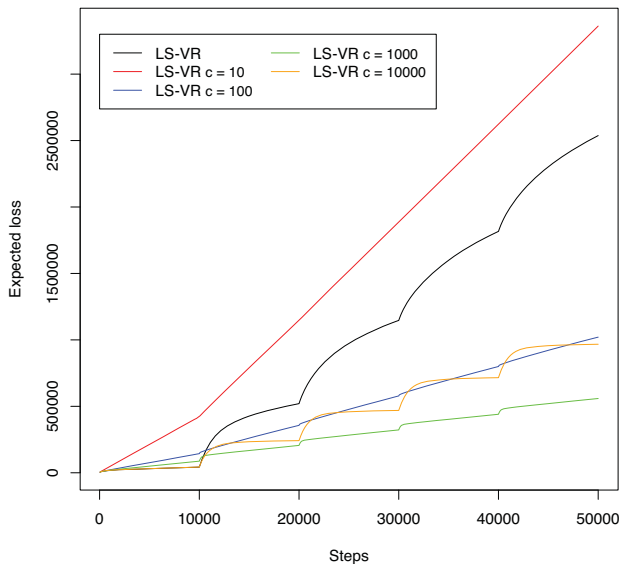


図3 LS-VRにおける記憶容量数 c 毎の期待損失の推移

を再現した。しかしキューを用いる事で少なからずエージェントは複雑化するため、本項ではより単純な手法である割引率 γ を実装し比較する。

割引率とはバンディットマシンのプレイした結果のサンプル(報酬獲得回数 a_i , 報酬非獲得回数 b_i)を更新する際に過去の情報を減衰させて行く、この形式はマルコフ決定過程におけるBellman方程式の仕組みを応用したものであり $0.0 \leq \gamma \leq 1.0$ の値域を持つ[9]。試行した選択肢を C_k としたとき、具体的な更新式は以下の通りである。

$$\begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix} = \begin{cases} \gamma \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} & (C_i = C_k) \wedge E \\ \gamma \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} & (C_i = C_k) \wedge \bar{E} \\ \gamma \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix} & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

割引率 γ の振る舞いを端的に言えば、古い情報に対する新しい情報の影響度合いを規格化するパラメータである。通常の場合は試行回数 n に対して、新たなサンプルの全体に対する重みは $100/n\%$ になり、試行回数が増える程に新たなサンプルの全体に対する重みが減少して行く。しかし割引率 γ を用いた上述の更新法を用いると、試行回数 n に依存せず、最低でも $1-\gamma$ の影響度を保ち続ける事が可能になる。例えば割引率 $\gamma = 0.99$ である場合、新しい情報が全体に対して最低でも $1-\gamma = 1\%$ の重みを持ち続ける。この割引率パラメータを用

いて頻度分布を更新する事により、適度に忘れる事で成績を向上させる事が可能になると考えられる。

記憶容量数 c に対する成績の比較と同様に、割引率 γ に対する比較のため、後に行うUCB1-tunedとの比較シミュレーションと同様の設定でシミュレーションを行った。記憶容量数と対応し、重みが10%, 1%, 0.1%, 0.01%と規格化されるように、 $\gamma = 0.9, 0.99, 0.999, 0.9999$ として比較した。選択肢は20個あり、10000 step 毎に環境はリセットされる。図4, 5はその結果のグラフである。後の項で詳細に述べるため、本稿では敢えて問題の設定そのものに関して詳しく触れないが、記憶容量数と同じく、 $\gamma = 0.9$ では過去のサンプルを減衰し過ぎて成績が損なわれた。 $\gamma = 0.999$ の際に報酬確率の最も高い効率的な選択肢を選んだ割合である正解率が最も高く、期待損失も最も低く抑えられる事がわかった。むしろ $\gamma = 1.0$ の割引率を全く用いていない場合より高く、LS-VRの場合は古いサンプルの重みを減衰させた方が環境の定常、非定常に関わらず高い成績を齎す事がわかった。

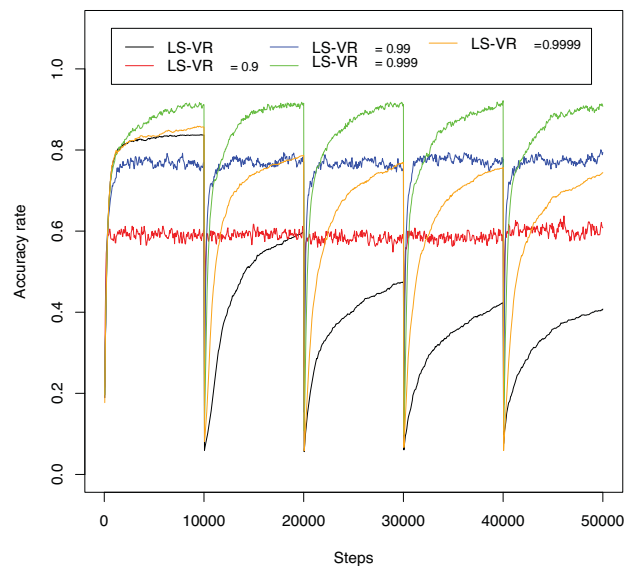


図4 LS-VRにおける割引率 γ 毎の正解率の推移

割引率による頻度分布の更新手法は飽くまで古いサンプルの重みを減衰させ、新たなサンプルの重みの最低値を規格化させているのに過ぎず、完全に“忘却”を再現する手法ではない。しかしながら、記憶の制限数である記憶容量数 c は記憶を制限させるが故に選択肢の数に大きく依存するのに対して、記憶の減衰率である割引率 γ は記憶の制限であるため選択肢の数にあまり依存しないという利点がある。前述した通り、記憶容量数の制限は記憶構造にキューを用いる必要があるため、エー

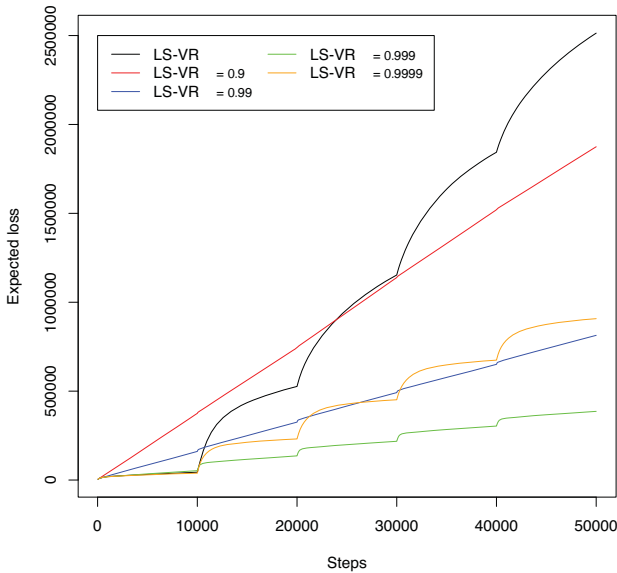


図5 LS-VRにおける割引率 γ 毎の期待損失の推移

ジェントが複雑化しただけ計算量を損なう。そして上述の結果から記憶の減少、あるいは減衰に共通し、LS-VRにおける非定常環境への適用で重要な要素とは、“新しいサンプルの重みの最低値を保証する”事にあるため、本研究の目的であるトレードオフの克服と、簡便な実装から、割引率 γ を用いる事が望ましいと考えられる。

4. シミュレーション：UCB1-tuned との比較

本項ではN本腕バンディット問題のシミュレーションによってLS-VRと、特別な構造を持たないモデルの中で最も高い成績を有するUCB1-tunedを比較し考察を行う。この課題では1 step毎に一度N個ある選択肢の中から一つの選択肢を方策に従って選択して試行する。そして選択肢に設定された未知の報酬確率に基づき報酬を獲得する。これらの情報から各選択肢の価値を推定して行き、最終的に得られる価値を最大化する事を目的としている。

この課題における評価基準は、正しい選択肢を選んでいるかと、なるべく良い選択を行い、探索中でも損をし過ぎていないかである。前者を正解率、後者を理想的な選択を行っていた場合との差を表す期待損失似によって評価する。また環境の変化への対応力と、LS-VRと割引率の相性を見るため、途中で環境が再度一様乱数から設定されるようにした。

本研究では選択肢が20個の場合を扱った。10,000 stepまでは最初に一様分布から決定された真の報酬確率は変化せず、10,000 step毎に真の報酬確率

が再設定される。即ち本課題は最初の10,000 stepまでにどれだけ正解率を上昇できるかと、報酬確率の再設定という環境変化の度に10,000 stepでどれほど正解率を回復できるかを検証する課題である。以上の設定で4回の環境変化を伴う50,000 stepのシミュレーションを1,000回行い、正解率と期待損失の平均をとり、現在最も優れたモデルの一種であるとされるUCB1-tuned(式9)と比較した。

$$P(E|A_i) + \sqrt{\frac{\ln n}{n_i} \min(1/4, V_i(n_i))} \quad (9)$$

$$V_i(s) = (\frac{1}{s} \sum_{k=1}^s r_{k,i}) - P(E|A_i) + \sqrt{\frac{\ln n}{s}}$$

4.1 結果および考察

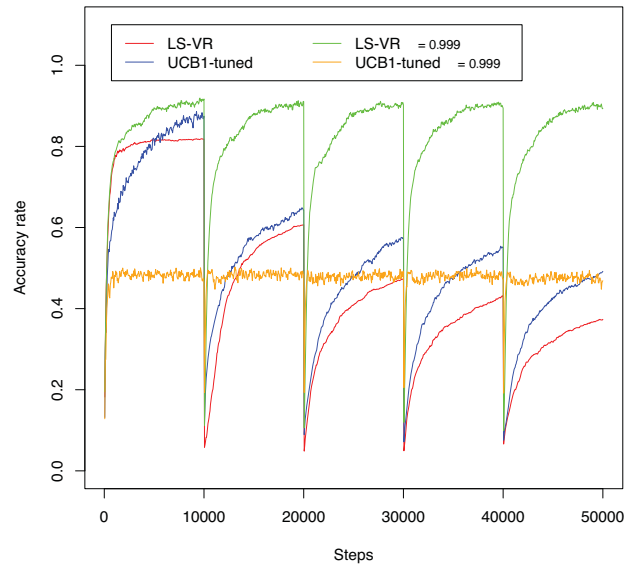


図6 20本腕バンディット問題におけるstep経過に対する正解率の推移

図6は20本腕バンディット問題のシミュレーション結果であり、1,000回のシミュレーションにおいて正しい選択肢を選んだ割合(正解率)である。この結果からLS-VRは通常のLSと比較して成績が向上しているだけでなく、現在もっとも優れたモデルの一つであるとされるUCB1-tunedと比較しても高い正解率を有し、正確に良い選択肢を選んでいる事がわかる。これはLS-VRが環境に応じて参照点を変化し、あらゆる環境において着目すべき選択肢の数を絞って行く事が出来るためである。また図6に示す通り、UCB1-tunedに割引率を適用しても成績が下がってしまっているが、LS-VRに割引率を適用した場合は環境変化前(10,000 step以前)、変化後(10,000 step以後)においても通常のUCB1-tunedを越える成績を有している。他のモ

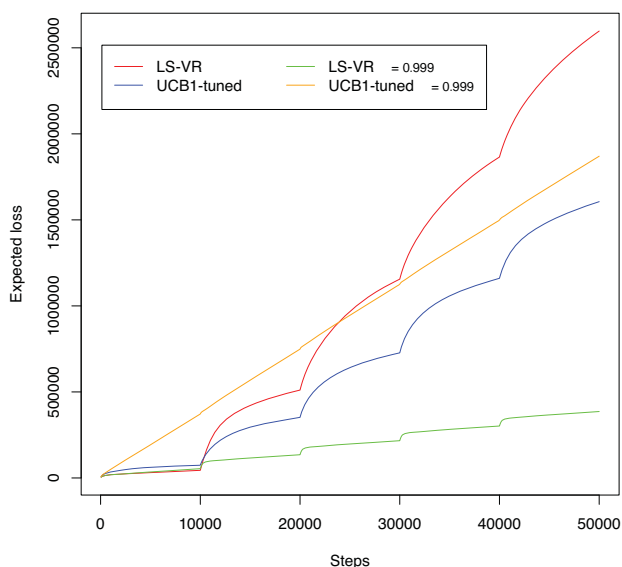


図 7 20本腕バンディット問題におけるstep経過に対する期待損失の推移

デルが環境変化の度に正解率が低下している中で *LS-VR* のみ環境変化の前の成績を保ち続けている。これは *LS-VR* が割引や忘却といった概念と相性の良い事を表し、現実的な非定常環境における学習、価値判断において優れたモデルである事を示している。

図??は始めから最も良い選択肢を選び続けていた場合に得られた報酬と、実際の選択で得た報酬との差を示す、期待損失のグラフである。環境変化前までは割引率を適用していない *LS-VR*、*UCB1-tuned*、割引率を適用した *LS-VR* において大きな差は無いが、環境変化後では割引率を適用した *LS-VR* は急激に正解率を回復するため、少ない損失に抑えられるのに対し、特に割引率を適用していない *LS-VR* は損失の上昇を抑える事が出来ない。

以上の正解率、期待損失という二つの指標から認知的なアイデアに基づいた *LS-VR* は、むしろ割引率を用いたような自然な情報の保存形式において、かえって優秀な成績を持つ事がわかった。これは *UCB1-tuned* が正確さを重視するあまり多くの情報を必要とするのに対し、*LS* および *LS-VR* は少ない情報で効率的に価値推定が出来るためだと考えられる。

5. 結論

本研究により *LS-VR* は (1) 可変参照点による規準の学習と、(2) 記憶容量数 c や割引率 γ による過去の情報の忘却を効率的に活用できるヒューリスティクスである事がわかった。現時点では飽くまで簡便的な実装であるが様々な認知的アイデアを簡

便的な実装可能な点で、工学的に利用できる優秀な認知モデルであると言える。また環境の変化に対する対応性を保ち続けられる点から、 ϵ -greedy等の常に一定の割合以上は探索行動をし続ける性質や *UCB1-tuned* を始めとした数学的規範性を起源とするモデルに見られる正確性を重視する性質の中間の性質を持ち、それでいて人間の認知に由来するという、それらのモデルとは異なる起源を有する新たな種類のモデルであると言える。更に言えば、本研究の結果は人間の認知が進化の中で獲得してきた、現実の環境への簡便かつ適応的の性質の妥当性を端的に示しているものと考えられる。

また、本論文で使用した参照点 R の学習手法や割引率 γ の調整は *LS-VR* そのものとは独立した問題であり、これらの問題を解決する事で更なる成績の向上を望む事が出来る。更に強化学習全般への一般化も試行されており [10]、今後、より広い分野での認知研究の成果の利用を簡便にし、かつ工学的な発展にも寄与できると考えられる。

参考文献

- [1] Kohno, Y., Takahashi, T. (2012), "Loosely Symmetric Reasoning to Cope with The Speed-Accuracy Trade-off", *SCIS-ISIS 2012*, Kobe Convention Center (Kobe Portopia Hotel), pp.1166-1171.
- [2] Gelly, S., Wang, Y., Munos, R. and Teytaud, O. (2005), "Modification of UCT with Patterns in Monte-Carlo Go," *Technical Report*, No.6062, INRIA.
- [3] Takahashi, T., Nakano, M., Shinohara, S. (2010), "Cognitive symmetry: Illogical but rational biases", *Symmetry: Culture and Science*, Vol.21, No.1-3, pp.275-294.
- [4] 篠原修二, 田口亮, 桂田浩一, 新田恒雄 (2007), "因果性に基づく信念形成モデルとN本腕バンディット問題への適用", *人工知能学会論文誌*, Vol.22, No.1, pp.58-68.
- [5] 大用庫智, 高橋達二 (2010): "因果帰納と意思決定を結ぶ緩い対称モデル", 第27回日本認知科学会, P3-34.
- [6] Tversky, A., Kahneman, D. (1974). "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases". *Science* 185 (4157), 1124-1131.
- [7] Kahneman, D.; Tversky, A. (1984). "Choices, values and frames". *American Psychologist* 39 (4), 341-350.
- [8] Simon, H. A. (1956) "Rational choice and the structure of the environment", *Psychological Review*, vol. 63, March, compiled in, and quoted from, de, Simon, (1957: 261-273).
- [9] Sutton, R. S., Barto, A. G. (2000), "強化学習", 森北出版, (三上, 皆川 訳).
- [10] Uragami, U., Takahashi, T., Alsubeheen, H., Sekiguchi, A., and Matsuo, Y. (2011), "The Efficacy of Symmetric Cognitive Biases in Robotic Motion Learning". *Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, August 7-10, Beijing, China, pp. 410-415. (2011)

モニタリングの正確さが読解方略使用と有効性の認知の 評価に与える影響—主観的な理解度評価の調整効果— Effects of Accuracy of Monitoring for Evaluation of Reading Strategy Use and Perceived Benefit: Moderated Effects of Subjective Understanding Evaluation

山口 剛

Tsuyoshi Yamaguchi

法政大学大学院人文科学研究科・日本学術振興会

Graduate School of Humanities, Hosei University; Japan Society for the Promotion of Science

t.yamaguchi13@gmail.com

Abstract

The present study examined the effects of accuracy of monitoring and moderated effects of subjective understanding on evaluation of reading strategy use and perceived benefit. The participants were asked to do the followings with psychological and biological texts: reading texts, evaluating their comprehension, taking a test about text (including vocabulary, summary and comprehension), and predicting test's score in person. As a result, a two-way-interaction was significant in each text, however, the results were different between psychological and biological texts. This suggests that, it may be important to focus not only on perceived utility but also on contents of text and accuracy of monitoring in educational practice.

Keywords — reading strategies, metacognitive monitoring, perceived benefit

1. 問題と目的

説明文を理解する行動の一つとして、読解方略がある。山口 (2012) は、読解方略を包括する概念である学習方略において、ある方略がどの程度有効だと思ふかという有効性の認知が方略使用の程度に直接影響していることを示した。しかし、こうした研究で報告された方略使用の程度や有効性の認知は、参加者の自己省察によるものであり、メタ認知モニタリングの正確さによって両者の関係性が異なる可能性がある。そこで本研究では、有効性の認知がもつ方略使用への影響がモニタリングの正確さによって変わるかを明確にすることを目的の一つとする。

次に、モニタリングの正確さの指標の一つである絶対的指標は、テストの予想得点と実際の得点

の差によって求められる。その際、テストがどのような理解を測定しているかによって、モニタリングの正確さが変わる可能性が考えられる。本研究では心的表象の水準 (van Dijk & Kintsch, 1983) に注目し、テストが測定する心的表象の水準によってモニタリングの正確さが変わるかを明確にする。また、これらの結果が、参加者にとってよく学習する機会があるなじみのある分野と、あまり触れる機会がないなじみのない分野の説明文の間で異なるかも明確にする。

2. 方法**参加者**

都内の大学に通う、心理学科の科目を履修する大学 1~4 年生 73 名を対象とした。

手続き

二つの説明文について、それぞれ読解 6 分、主観的な理解度評価 (1: 全く理解できなかった~6: 非常に理解できた)、読解時の方略使用と有効性の認知の評価、確認テスト 10 分、確認テストの得点の予想を行った。

説明文 二つの説明文を用いた。一つは参加者にとって学習経験のない生理学分野であり (村山, 2005 より)、もう一つは学習経験のある心理学分野 (岡田, 2012 を改変) であった。いずれも 932 文字から構成され、取り上げた内容はいずれも参加者にとって新規の内容であった。読解を行う順序はカウンターバランスした。

読解方略尺度 犬塚 (2002) を参考に 28 項目を作成した (e.g., 文脈から全体像を予測する)。参

加者は各項目（方略）に対して，説明文読解時に使用した程度と，有効だと思う程度について回答が求められた。回答は6件法（1: 全く当てはまらない～6: 非常に当てはまる）で求めた。

確認テスト 三つのテストより構成された。単語テスト，要約テスト（命題的テキストベース），理解度テスト（深谷, 2011 を参考; 状況モデル）である。いずれもテストの問題も四つの選択肢からなり，各テスト5問ずつ出題された。

従属・独立・調整変数

従属変数は読解方略使用得点，独立変数は有効性の認知およびモニタリングの絶対的指標とその交互作用，調整変数は主観的な理解度評定であった。絶対的指標は，参加者ごとに各テストの予想得点から実際の得点を引いた値を2乗したものであり，値が小さいほどモニタリングが正確であることを示す（cf. 深谷, 2012; Schraw, 2009）。

3. 結果

説明文ごとに変数を平均値でセンタリングした。読解方略使用と有効性の認知を項目ごとに対応させるために，項目をレベル1，参加者をレベル2としたマルチレベル分析を行った。しかし，レベル2の個人間変動がほとんどみられず（ICC: 心理学=.10; 生理学=.09），以下では個人間変動を考慮しない分析（i.e., 重回帰分析）を行った。また，

絶対的指標はテストごとに算出したため，その数が多く，一つのモデルに含めると各変数および交互作用項の効果の検定が適切でなくなるおそれがある。そこで，絶対的指標は一度の分析に各テスト一つずつ投入した。交互作用項が有意な場合の下位検定には単純傾斜および信頼帯を算出した（Preacher, Curran, & Bauer, 2006）。

有効性の認知と絶対的指標の交互作用

絶対的指標の数によって繰り返し分析を行うこと，マルチレベルデータの形式で重回帰分析を行うことを考慮して，有意水準は1%とした。

生理学でのみ，単語テストと理解度テストの方略使用得点において交互作用が有意（非標準化係数 $b > -.03$ ）であった。どちらもモニタリングの絶対的指標の値が大きくなるほど，方略使用に対する有効性の認知の影響が小さくなった。

理解度評定の調整効果

1. 心理学：単語と要約テストの得点において，有効性の認知・理解度評定の交互作用効果が有意（ $bs > .12$ ）で，理解度が大きくなるほど，方略使用に対する有効性の認知の影響が大きくなった。次に，理解度テスト得点において，2次の交互作用効果が有意（ $b > .06$ ）で，理解度が低い場合に（図1），モニタリングの絶対的指標の値が小さいと有効性の認知の影響が大きく（ $b > .78$ ），絶対的

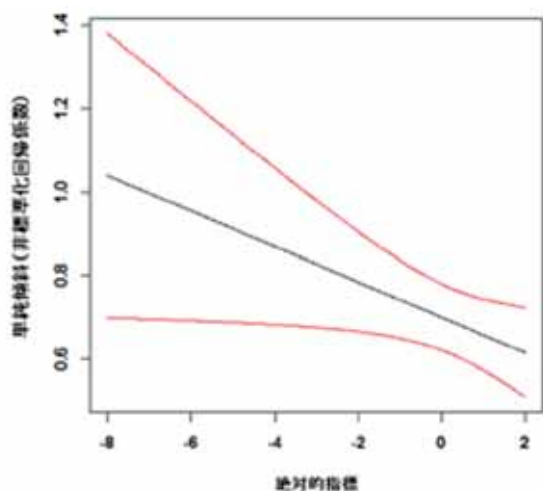


図1 心理学の理解度テストにおける主観的な理解度評定値が-1平均偏差の絶対的指標による方略使用に対する有効性の認知の単純傾斜
注) 直線は回帰係数，曲線内は1%信頼区間

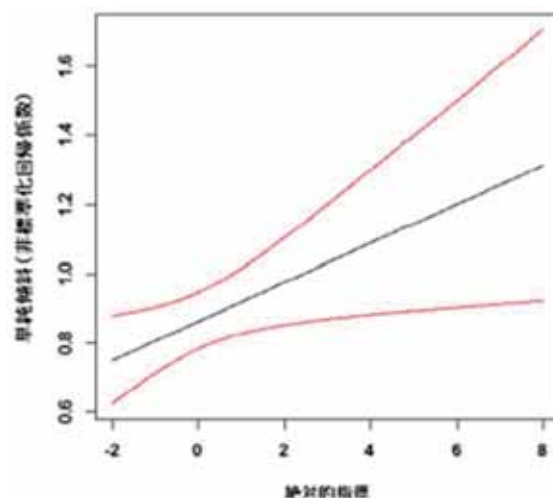


図2 心理学の理解度テストにおける主観的な理解度評定値が+1平均偏差の絶対的指標による方略使用に対する有効性の認知の単純傾斜
注) 直線は回帰係数，曲線内は1%信頼区間

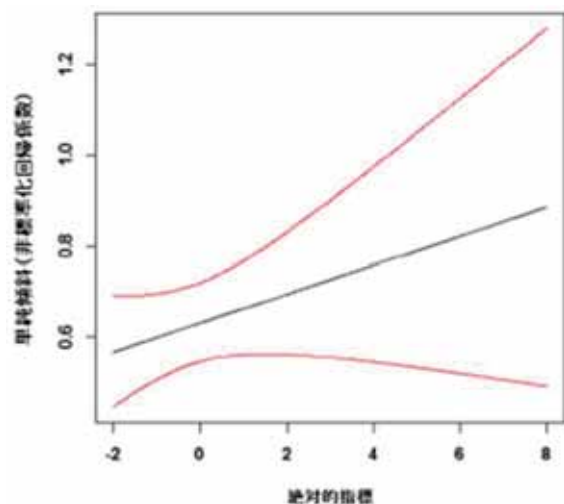


図 3 生理学の要約テストにおける主観的な理解度評定値が-1平均偏差の絶対的指標による方略使用に対する有効性の認知の単純傾斜注) 直線は回帰係数, 曲線内は1%信頼区間

指標の値が大きいと影響が小さくなった ($b > .62$). 一方で、理解度が高い場合に (図 2), 絶対的指標の値が小さいと影響が小さく ($b > .76$), 絶対的指標の値が大きいと影響が大きくなった ($b > .97$).

2. 生理学: 単語と理解度テストの得点において、有効性の認知×理解度評定の交互作用項が有意 ($bs > .06$) で、理解度が大きくなるほど、方略使用に対する有効性の認知の影響が大きくなった。次に、要約テストの得点において、2 次の交互作用効果が有意 ($b > -.03$) で、理解度が低い場合に (図 3), 絶対的指標の値が小さいと有効性の認知の影響が小さく ($b > .58$), 絶対的指標の値が大きいと影響が大きくなった ($b > .69$). 一方で、理解度が高い場合に (図 4), 絶対的指標の値が小さいと影響が大きく ($b > .84$), 絶対的指標の値が大きいと影響が小さくなった ($b > .70$).

上述の通り、2 次の交互作用に関して、心理学と生理学では異なる傾向を示した。

4. 考察

有効性の認知とモニタリングの正確さの交互作用は、生理学における単語および理解度テストでのみみられた。説明文の分野になじみがない場合 (生理学) にはモニタリング活動が活発化し、自身の理解状況をより適切に判断し、有効だと認知

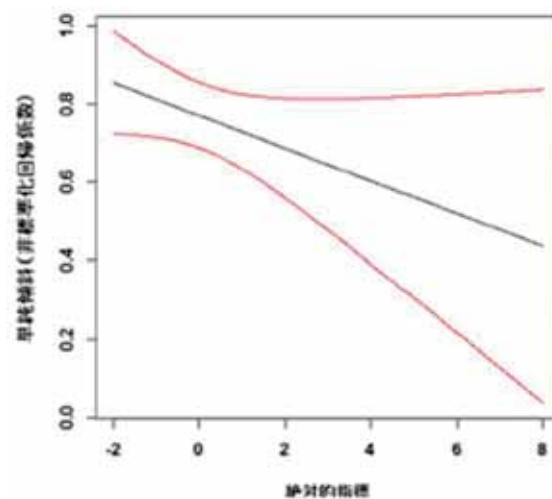


図 4 生理学の要約テストにおける主観的な理解度評定値が+1平均偏差の絶対的指標による方略使用に対する有効性の認知の単純傾斜注) 直線は回帰係数, 曲線内は1%信頼区間

した方略をより使用したためであると考えられる。一方で、なじみのある場合 (心理学) には、モニタリングをせずに理解した気になってしまい、比較的難しいとされる理解度テストにおいて、モニタリングが不正確でなおかつ理解したと評定しているほど、自身の活動について過大評価した可能性がある。このように、山口 (2012) が示した有効性の認知がもつ方略使用への影響は、モニタリングの正確さによって異なった。さらにその影響は、普段学習する機会がある分野か否かによって全く異なる傾向を示した。

本研究の知見から、方略使用を促進するためには、有効性の認知を高めるだけでなく、モニタリングの正確さを高める必要もあり、さらに分野によって介入の仕方が変える必要がある。それは、分野によって評定が不正確になるためである。介入の例として、なじみのない分野では、テストの度にその結果をフィードバックし、さらに使用することで得点の向上が期待できる方略の有効性を教授する。なじみのある分野では、参加者の主観的な理解度そのものに顧みる機会を与えるべきであり、テスト後の予想と実際の結果をすりあわせたフィードバックが必要であろう。そして、得点の向上が期待できる方略を教授すべきである。

今後は、参加者の特性を変えて、なじみのある

分野とそうでない分野で本研究の結果と同様の結果がみられるか、一般化可能性を検討すべきである。また、絶対的指標によるモニタリングの正確さが、心内表象の水準のように、あらゆる基準で安定するものなのか、変動し得るものなのかを明確にすべきであろう。

参考文献

- 深谷達史 (2011), “科学的概念の学習における自己説明プロンプトの効果—SBF理論に基づく介入—”, 認知科学, Vol. 8, No. 1, pp. 190-201.
- 深谷達史 (2012), “理解モニタリングの諸相—オンライン・オフラインモニタリングの関係に着目して—”, 心理学評論, Vol. 55, No. 2, pp. 246-263.
- 犬塚美輪 (2002), “説明文における読解方略の構造”, 教育心理学研究, Vol. 50, No. 2, pp. 152-162.
- 村山 航 (2005), “テスト形式の予期による方略変容メカニズムの検討”, 教育心理学研究, Vol. 53, No. 2, pp. 172-184.
- 岡田 涼 (2012), “自己調整学習における他者”, 自己調整学習研究会 (編), ‘自己調整学習—理論と実践の新たな展開へ—’, 北大路書房, pp.

73-92.

- Preacher, K. J., Curran, P. J., & Bauer, D. J. (2006), “Computational tools for probing interactions in multiple linear regression, multilevel modeling, and latent curve analysis”, *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, Vol. 31, No. 4, pp. 437-448.
- Schraw, G. (2009), “A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring”, *Metacognition and Learning*, Vol. 4, No. 1, pp. 33-45.
- van Dijk, T.A., & Kintsch, W. (1983), *Strategies of Discourse Comprehension*, New York: Academic Press.
- 山口 剛 (2012), “高校生の英単語学習方略使用と認知的・動機づけ要因の関係—有効性の認知の効果に注目したテストの予想得点における個人差の検討—”, 教育心理学研究, Vol. 60, No. 4, pp. 380-391.

謝辞

研究するにあたってご指導いただいた藤田哲也先生 (法政大学), 草稿に対しご助言いただいた深谷達史様 (日本学術振興会・法政大学), 2名の査読をしていただいた先生に感謝いたします。

適応アルゴリズム理解のための認知モデル A Cognitive Model for Understanding User-Adaptive Algorithm

寺田 和憲[†], 山田 誠二[‡], 伊藤 昭[†]
Kazunori Terada, Seiji Yamada, Akira Ito

[†] 岐阜大学, [‡] 国立情報学研究所／総合研究大学院大学／東京工業大学
[†] Gifu University, [‡] National Institute of Informatics, SOKENDAI, Tokyo Institute of Technology
terada@info.gifu-u.ac.jp

Abstract

There have been few studies on a cognitive model for algorithm understanding in a human-computer cooperative situation. In the present study, we conducted an experiment with participants to investigate the cognitive process of higher level abstraction (algorithm understanding) performed in a human-computer collaboration task. The most recently used (MRU) algorithm, known to be one of the simplest adaptive algorithms, and probabilistic MRU algorithm were used to test the human capability to understand an algorithm. The experimental results showed that inductive reasoning in which participants observed the history of computer action, and they updated a statistical model while restricting their focus on a certain history with deterministic bias and Markov bias played key role to correctly understand the MRU algorithm. The results also showed that deductive reasoning was used to understand algorithms when participants rely on prior knowledge, and that there was a case in which the algorithm, even known to be the simplest one, was never understood.

Keywords — algorithm understanding, inductive reasoning, deductive reasoning, adaptive user interface

1. はじめに

情報技術の進歩により人がコンピュータと協調的に仕事を行う機会が増えている。ユーザに対して適応するシステムを実現することは、ヒューマンコンピュータインタラクションや人工知能、機械学習研究者の主要研究課題の一つであるが [9, 18, 4], 明確な設計指針は未だに定義されていない [20, 15, 11]. また, 人-コンピュータ協調作業において人がコンピュータのアルゴリズムをどのように理解するかについての認知モデルの研究は十分になされていない。

人同士の協調タスクにおいては, 相互に意図を理解することが協調タスクを成功させる鍵になる

[5, 6]. しかし人とコンピュータの協調タスクにおいて必要な相手の振舞いの抽象化粒度は人-人のタスクにおいて要求されるものと異なる [8]. 人-コンピュータの協調タスクでは目的 (意図) に基づく振舞いの抽象化は必要とされない. なぜなら, タスクの目的は人とコンピュータの間で明示的に共有されているからである. 人-コンピュータの協調タスクにおいては, 人がコンピュータの振舞いを予測する必要があるため, コンピュータがどのようなアルゴリズムで動作しているかを同定することが重要である.

対象の将来の振舞いを予測するための一つの方法は系列学習に基づいて獲得された入出力関係を利用することである [7, 23, 26]. 典型的な系列学習の問題では, 人は与えられた実行例から繰り返される行為系列を学習する [17]. その結果, 同一の行為系列に対する反応時間は減少する. この学習は明示的に行われる場合と暗黙的に行われる (感覚-行動出力学習) 場合の両方が存在し, 暗黙的な系列学習の方がより多く研究されている [22]. 表面的な行動系列が観測されるという点では系列学習もアルゴリズム理解も同じであるが, アルゴリズム理解においてはコンピュータの内部状態を考慮した上で生成される手続きを学習する必要がある. これは, 系列学習が系列をパターンとして学習することと本質的に異なる. アルゴリズム理解においては, 観察者は振舞いを説明するための多くのアルゴリズムを仮説として考慮しなければならない. そのために, アルゴリズム理解は系列学習よりも困難な課題となっている. この困難さのために, アルゴリズム理解には何らかのバイアスが用いられていると考えられる. さらに我々の対象としている適応アルゴリズム理解では, 系列学習と異なる特徴としてインタラクティブ性を考慮しなければならない. 人-コンピュータの協調作業においては, コンピュータは人に対して適応するので, コンピュータの振舞いは人の振舞いに依存して変化する. 一方で系列学習においては, 系列は物理的刺激として人に提示される.

本研究の目的は、人-コンピュータ協調タスクにおいて、人がコンピュータのアルゴリズムを理解する際の認知過程をモデル化することである。そのために、最も簡単な人-コンピュータ協調タスクである協調記号合わせゲームを用いた。このゲームでは、コンピュータは人に適応する振舞いを生成し、人はその適応アルゴリズムを同定することを求められる。具体的には、最も簡単な適応アルゴリズムとして知られている most recently used (MRU) アルゴリズム [16, 9, 11] を実験参加者がどのように理解するかを調べた。MRUアルゴリズムでは、コンピュータはユーザの最後の入力をそのまま出力する。MRUアルゴリズムの例として、ソフトウェアアプリケーションでよく見られる「最近使用したファイル」[1]のように直近に使用されたファイルのリストを表示することや、「最近使用されたメニュー」のリストを表示すること（適応メニュー）[2]が知られている。

MRUアルゴリズムは適応ユーザインタフェースを含む有用なインタラクティブソフトウェアを実現することに貢献してきた[9]。MRUアルゴリズムの成功の一つの理由はMRUアルゴリズムがユーザに簡単に理解されることである。もしユーザが見るたびに順番が変わるファイルやメニューのリストに対して意味を見出すことができなければ、ユーザはストレスしか感じないだろう。しかし、ユーザはその順序の変化が自分自身の過去の履歴に依存していると分かるので、そのリストをタスクの効率を向上させることに利用できる。ユーザがMRUアルゴリズムを理解できるのは、MRUアルゴリズムが「最近使用されたメニュー」などの明示的な記述とともに実装されているからである。本研究では、我々はそのような明示的な知識が与えられない状況において、MRUアルゴリズムがどのように理解されるかを調べた。

ルール発見が帰納的推論プロセスであると考えられているように [13, 21, 25, 19]、アルゴリズム理解も帰納的な推論に基づいていると考えることができる。一般的に帰納的推論は少数事例に対して行われるが、有限の事例から無限の現象を説明するための適切なルールを発見することは困難である。なぜなら、事例を説明可能な仮説ルールの集合が膨大な数になるからである。したがって、人は仮説の集合を適当に制限するためにヒューリスティックス（帰納的バイアス）を用いていると考えられる。アルゴリズム理解においては、人は高々数十の事例からコンピュータのアルゴリズムを推論しなければならないので、アルゴリズム理解においても強力なバイアスが働いていると考えられる。本稿では、人のアルゴリズム理解の認知過程

をモデル化するために、我々はバイアスの存在を仮定し、心理実験を通じて検証する。

2. 適応アルゴリズム理解のための認知モデル

適応アルゴリズム理解はアルゴリズム理解のサブクラスである。ヒューマンコンピュータインタラクションにおける適応とは、与えられた目標のもとで、コンピュータの戦略が人の入力に合わせて動的に変化するようなアルゴリズムの特徴を有することである。この場合の目標は協調だけでなく、競合も含まれる[12]が本研究では協調を扱う。ここで人-コンピュータ協調タスクを一般化するために協調記号合わせゲームを紹介する。

2.1 協調記号合わせゲーム

このゲームは二人のプレーヤによって行われる繰り返しゲームである。プレーヤは各ラウンドにおいて、記号セットの中から種類の記号を選択し、同時に見せ合う。記号セットは例えば、♠, ♠, ♠, ♠のようなものである。記号が一致していれば両方のプレーヤに得点が与えられ、一致しなければ両者ともに得点は与えられない。記号を一致させるためには双方が相手の次の手を読み、なおかつそれらが一致している必要がある。本研究においては片方のプレーヤはコンピュータである。

協調記号合わせゲームは適応ユーザインタフェースなどのユーザ適応システムにおける適応問題を適切にモデル化したタスクになっている。ユーザがユーザ適応的なシステムを使用する場合、システムはユーザの次の行動を予測しなければならない。例えば、適応メニュー[9]においてはシステムは次にユーザがどのメニューをクリックするかを予測し、ユーザインタフェースの配置を改変することなど[9]によってユーザ適応しなければならない。もし、予測が正しい場合にはユーザ側は利便性を得ることができ、システム側はシステムが有効であるという評価得ることができる。これは協調することによって両者が利益を得るという非ゼロ和ゲームでモデル化可能である。適応メニューを例に考えると、選択可能な記号の数は選択可能なメニューの数に相当する。しかしながら、協調記号合わせゲームと適応ユーザインタフェースには違いがある。その違いとは、ソフトウェアを使った作業ではユーザはタスクに応じてメニューを選ばなければならないが、協調記号合わせゲームでは参加者は完全に自由に記号を選択することができる。従って協調記号合わせゲームは適応ユーザ

表 1 MRUアルゴリズムと確率的MRUアルゴリズムの条件付き確率

		a_{t-1}^h		
		♡	♠	◇
a_t^s	♡	1	0	0
	♠	0	1	0
	◇	0	0	1

(a) D-MRU

		a_{t-1}^h		
		♡	♠	◇
a_t^s	♡	.9	.05	.05
	♠	.05	.9	.05
	◇	.05	.05	.9

(b) P-MRU

インタフェースにおいて、ユーザの文脈非依存な状況の近似をしていることになる。

協調ゲームにおいて最も単純な戦略は、直近に最も大きな報酬を得ることができた手を出すことである。これは強化学習アルゴリズムとして知られている[24]。しかしながら、より洗練された戦略は、相手の手の履歴に基づいて相手の手の出し方の統計モデルを構成し、それを用いて相手の次の手を予測することである。ゲーム理論[10][3]や時系列学習[23]などの対戦相手がいる状況での意思決定に関する研究では、対戦相手の戦略は純粋戦略ではなく混合戦略として同定されることが示されている。混合戦略とは単一の戦略を用いるのではなく、いくつかの純粋戦略の中から確率的に一つの戦略を選択することである。

2.2 統計モデル

前述の通り、コンピュータの戦略に対するレベルの高い抽象化はバイアスに基づいて行われると考えられる。我々は議論の開始点として、人がコンピュータの振舞いを理解する際に同定すべき統計モデルを考える。アルゴリズム認知の問題は、同定すべきアルゴリズムに対して探索しなければならぬ空間が広いということである。人が得ることができる情報はコンピュータとユーザ自身の行動履歴のみである。そのために、振舞い予測はコンピュータの次の選択に関する条件付き確率を同定することと定式化できる。この条件付き確率は次の式で表現される。

$$p(a_t^s | a_{t-1}^s, \dots, a_{t-j}^s, a_{t-1}^h, \dots, a_{t-k}^h) \quad (1)$$

ここで、 $a^h, a^s \in A$ とする。Aは人とシステ

ムが選択可能な選択肢である。記号合わせゲームでは記号の集合に相当する。 $a_{t-1}^s, \dots, a_{t-j}^s$ と $a_{t-1}^h, \dots, a_{t-k}^h$ はそれぞれシステムと人が選択した手の履歴である。 j と k は考慮する履歴の長さであり、どれぐらい過去の手を参照するかというスコープに依存して変化する。

しかしながら、観測した時系列からコンピュータのアルゴリズムを同定することは不良設定逆問題である。なぜなら、人はコンピュータの現在の手がどれぐらいの長さの履歴に依存しているかを知るすべがなく、また、異なるアルゴリズムが同じような履歴を生成する可能性があるからである。従って、我々は、人がシステムのアルゴリズムを同定するためにシステムの振舞いを探索する際に、何らかのバイアスを用いて探索範囲を制限するのではないかと考える。

MRUアルゴリズムは式(1)の履歴長を $1(j = 1)$ に限り、またコンピュータ自身の振舞い($a_{t-1}^s, \dots, a_{t-j}^s$)を無視することで次のように定式化される。

$$p(a_t^s | a_{t-1}^h) \quad (2)$$

協調記号合わせゲームにおいて、MRUアルゴリズムを用いて生成される手の実際の確率分布は表1(a)のようになる。システムの選択 a_t^s は人の直近の選択 a_{t-1}^h のみに依存している。例えば、人がひとつ前のラウンドにおいてハートを選択したとすると、システムの次の選択はハートになる。これは $p(a_t^s = \heartsuit | a_{t-1}^h = \heartsuit) = 1$ のように表現される。

理論的には、この確率分布を同定するために無限回の試行を必要とする。しかしながら、もし人が**決定論バイアス**や**マルコフ性バイアス**を使うことができるならば、数回の試行によってもシステムのアルゴリズムがMRUアルゴリズムであることを同定できる。決定論バイアスとはシステムが生成する手が決定論的に決定していると考えることである。決定論バイアスを使えば、観測された単一の随伴関係をそのまま直接的な証拠として使える。マルコフ性バイアスとはシステムの現在の手がひとつ前の過去の手に依存していると仮定することである。マルコフ性バイアスを用いることによって、ひとつ前以外の過去の手を考慮する必要がなくなり、探索範囲を大幅に絞ることができる。重要なことは、システムのアルゴリズムに決定性やマルコフ性が存在することはユーザにとって自明ではなく、また、観測結果から推測することが困難なため、トップダウンにそれらのバイアスを用いない限りMRUアルゴリズムでさえ同定が難しいということである。

3. 実験

人-コンピュータ協調タスクにおいて人がコンピュータの適応アルゴリズムをどのように理解するかを調べる参加者実験を行った。タスクは前述の協調記号合わせゲームを用いた。コンピュータの適応アルゴリズムとしては通常の決定的なMRU(D-MRU)とMRUアルゴリズムにノイズを加えた確率的MRU(P-MRU)アルゴリズムを用いた。参加者はコンピュータと協調してゲームを行うように教示された。また、実験の後で参加者が理解したコンピュータのアルゴリズムを答えるように求められた。

次に示す、異なる2つの確率分布を用いて、50ラウンドの繰り返し記号合わせゲームを行った。

決定論的 (D-MRU) 条件

コンピュータの選択は直近の人の手に完全に一致する。すなわち一般的なMRUアルゴリズムである。以下D-MRUアルゴリズムと呼ぶ。具体的な確率分布は表1(a)の通りである。

確率的 (P-MRU) 条件

コンピュータの選択する手の90%はMRUアルゴリズムによって生成し、残りの10%は異なるものを出す。以下P-MRUアルゴリズムと呼ぶ。具体的な確率分布は表1(b)の通りである。

P-MRU条件はMRUアルゴリズム理解における帰納的推論過程に与えるノイズの影響を調査するために設けた。特に我々は、決定論バイアスはノイズによって強く影響され、その結果P-MRU条件では参加者のパフォーマンスが落ちると予想する。もし、実験参加者がアルゴリズム理解という高次の抽象化を行うのではなく、単に統計モデルを同定するだけなら、P-MRU条件におけるパフォーマンスはD-MRU条件よりも高々10%悪くなるだけだと予想される。

3.1 実験手順と観測項目

協調記号合わせゲームはJavaScript, PHP, HTMLによって作成された。実験はFirefox Webブラウザで行われた。図1はゲームのインタフェース画面である。コンピュータの手はJavaScriptプログラムによって各条件の確率分布に従って自動的に選択された。手の選択タイミングはラウンド開始後一定時間にならないようにした。実験参加者

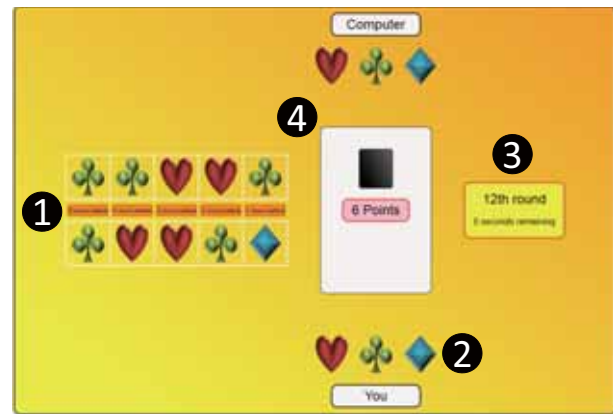


図1 実験に用いたインタフェース: 1) 両方のプレイヤーが過去に選択したマークの履歴, 2) マークの選択肢。クリック可能になっている, 3) ラウンド数と残り時間, 4) プレーヤーの選択結果と点数を表示する場所。両者の選択が出揃うまで黒いカードが表示される。

は各ラウンドで10秒以内にハート、クラブ、ダイヤモンドのいずれかのマークをクリックして自分の記号を決定するように求められた。双方の選択した記号は黒く覆われたまま図1中4の場所に表示され、双方の選択が完了したら直ちに覆いが外され選択した記号が参加者に対して明らかになる。双方の過去5ラウンドの選択が表示された。

参加者に対して、記号が一致していればコンピュータ、参加者双方の得点となり、一致しなければ双方ともに得点を得られない、最終的な獲得ポイントが高くなるように記号を選択することを指示した。

実験は一要因二水準、参加者間計画で行われた。男性41人女性9人の計50人(19歳から47歳、平均年齢28歳)の被験者が実験に参加した。参加者は著者らの知人にダイレクトメールを送ることで募集した。すべての参加者はFirefoxを問題なく使用できる程度にコンピュータの扱いに慣れていて、参加者はD-MRU条件とP-MRU条件にランダムに振り分けられた。参加者には、この実験の目的はオンラインゲームシステムのユーザビリティを調査することであると伝えられた。また、コンピュータは協調的に振舞うと伝えられた。また、得点に応じた価格帯のコンピュータ周辺機器が得られると伝えられた(20点以下は500円, 21点から44点は1,500円, 45点以上は3,000円程度)。

P-MRU条件では、MRUアルゴリズムによる記号選択に対して10%のノイズが混入した50ラウンドの系列を用いた。これは、実験開始時に参加者ごとにノイズが混入するラウンドを決定することで行った。ただし、最初と最後の5ラウンドにノ

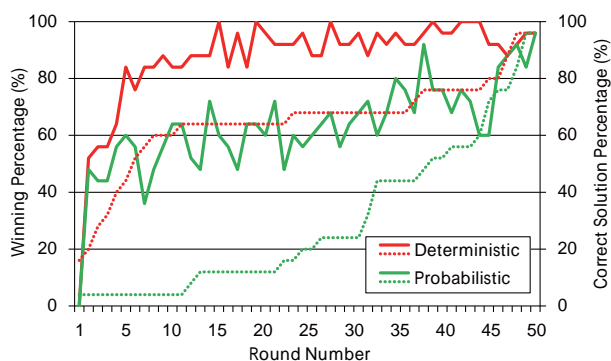


図2 各ラウンドで得点を得た参加者の割合(実線)と、そのラウンド以降正しくアルゴリズムを同定し戦略を固定していた参加者の割合(破線)。

イズ混入ラウンドが現れる系列は排除した。コンピュータの第一ラウンドの選択は参加者の選択と一致しないように決定された。しかし、参加者は黒いカードが選択された時点でコンピュータの記号が決定すると思っているので、この後出しに気付くことはない。

50ラウンド全ての結果を記録した。参加者が残りの全てのラウンドで同一記号を選択し始めたラウンドをこのゲームに対する最適解を発見したラウンドとして扱った。MRUアルゴリズムに対して高得点を取る方法は全てのラウンドで同一記号を選択し続けることである。しかし、このゲームの特徴として、アルゴリズムがMRUであることを同定しなくても、単に同一手を選択し続けるだけでも高得点が取れる。したがって、参加者が最適解を発見したとしても、それが正しくアルゴリズムを同定したことによるものかどうかは分からない。そのため、参加者がアルゴリズムを同定したか否かを問う質問を行った。質問は「コンピュータは「戦略(規則)に従って」手を出していた」であり、これに対して1. 全く思わないから7. 強く思うまでの7段階で答えることを求めた。さらに、この質問に5から7と答えた参加者に対して「それはどのような戦略(規則)だと思いましたか?」と具体的な戦略の記述を求めた。

3.2 実験結果

平均得点はD-MRU条件で43.7 (SD = 7.0)、P-MRU条件で31.4 (SD = 7.5)であった。1元配置分散分析の結果、条件間で平均得点に有意な差が観測された($F(1, 48) = 33.99, p < 0.01$)。条件間の平均得点の差は12.3である。得点差が5(10%)以上あることから実験参加者は決定論バイアスを使用していたと考えられる。この差は勝率の増加割合に

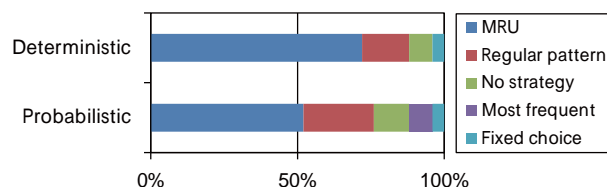


図3 実験参加者が報告したコンピュータのアルゴリズム

よっても説明できる。D-MRU条件の勝率はゲーム開始後すぐに高くなっている。例えば、6ラウンド目で勝率は80%を越えている。一方でP-MRU条件では勝率は30ラウンド近くまで60%程度で推移し、35ラウンドでやっと80%を越えている。P-MRU条件の遅い勝率の増加から、MRUアルゴリズムに対して加えられた10%のノイズがコンピュータのアルゴリズム同定を困難にしたとすることができる。しかし、P-MRU条件においても勝率は漸次増加していること、このゲームのチャンスレベルの勝率は16.67%であるのに両条件ともに最初の数ラウンドを除いて16.67%を越えていることから、何らかの戦略理解がなされたものとみなすことができる。

図2の実線は各ラウンドで勝った(コンピュータの選択した記号と参加者の選択した記号が一致した)参加者の割合である(数値は左縦軸を参照)。図2の点線は同一記号戦略を取り始めた参加者の割合、すなわちこのゲームにおける最適戦略を発見した参加者の割合を示している(数値は右縦軸を参照)。ただし、MRUアルゴリズムを同定しなくても、考えなしに単に同一手を選択し続けるだけでも同一の結果になるため、必ずしも参加者がMRUアルゴリズムを発見したとは限らない。

図3は参加者が同定したアルゴリズムの分布である。これは参加者の記述から実験者が本質的なアルゴリズムを抽出することで作成した。D-MRU条件では72%の参加者がMRUアルゴリズムを正しく同定しているがP-MRU条件では52%の参加者しか同定できなかった。しかし、カイ2乗検定の結果、条件間で同定されたアルゴリズムの分布に有意な差は確認できなかった($\chi^2(4) = 3.41, p = 0.49$)。

4. 考察

本実験はMRUアルゴリズム理解の認知過程を明らかにするための実験である。特に我々は、MRUアルゴリズム理解に決定論バイアスやマルコフバイアスが使われることを予想した。以下では、それらのバイアスが使われたか否かについて議論する。

号を第一ラウンドで固定し、50ラウンド全て同じ記号を選択した(具体例は図4(c)参照)。しかし、彼/彼女ら全てがコンピュータのアルゴリズムをMRUであると記述した。一切の探索をせずにこのようなアルゴリズム理解がなされる理由は彼/彼女らが**トップダウン適応バイアス**を持っていたからにほかならない。すなわち、教示によってコンピュータが協調的に振舞うと知らされていたために、「協調的に振舞うコンピュータは人の選択に従順に対応するものだ」という論理的な推論を行い、それを探索によって確かめることなく最後まで信じてゲームを行ったと思われる。実際にD-MRU条件でコンピュータは彼/彼女らの仮説を覆す選択を行わなかったため、彼/彼女らが自身の信念に疑念を挟む余地はなかったものと思われる。このように、負事例の探索をすることなく、正事例のみを用いて仮説を検証することは**確証バイアス**として知られる[14]。ただ、我々の実験設定では、2-4-6課題のようなルール発見が目的ではなく高得点を得ることが目的なので、仮説が覆される事例が現れない限り、自ら負事例を用いて検証するインセンティブはさらに低い。確証バイアスがノイズによって破壊されたことは、P-MRU条件における3人の参加者が第一ラウンドから選択する記号を固定し、ゲーム開始直後は同一記号戦略を採用していたにもかかわらず、2人の参加者がノイズラウンドが出現した段階で同一記号戦略をとることをやめたことから分かる。これは、**トップダウン適応バイアス**がノイズに対してそれほど強くないことを意味する。

4.3 アルゴリズム同定不能

MRUアルゴリズムは最も理解が容易な適応アルゴリズムとして知られているのにもかかわらず、D-MRU条件における2人の参加者とP-MRU条件における3人の参加者は、50ラウンドを経てもいかなるアルゴリズムも理解することはなかった(典型的な振舞いは図4(d)参照のこと)。インタフェースの履歴領域に表示された視覚刺激はコンピュータの出力が参加者の一つ前の出力に一致していることを示す強いキューになっている。しかし、彼らはそのような刺激をゲーム中にずっと見続けながらアルゴリズムを同定することができなかった。このような参加者の認知機構を調べるためにさらなる実験が必要である。

5. おわりに

我々の知る限り、本研究は適応アルゴリズムの認知過程におけるバイアスの存在を示した初めて

の試みである。理論的なモデルでは、人は帰納的バイアスによってコンピュータの振舞い履歴の特定の部分に焦点を絞り、アルゴリズムを表現するための統計モデルを構築することによってアルゴリズムを理解していると考えられる。我々の実験によって実際にそのような理解がなされていることが示された。今後は統計モデルの構築からアルゴリズムの記号的記述へと至るプロセスについての詳細なモデルを構築する予定である。

参考文献

- [1] Abdelrahman Amer and B. John Oommen. Lists on lists: A framework for self-organizing lists in environments with locality of reference. In *Proceedings of the 5th International Workshop on Experimental Algorithms*, WEA 2006, pages 109–120, 2006.
- [2] M. Arcuri, T. Coon, J. Johnson, A. Manning, and M. van Tilburg. Adaptive menus. (US Patent: 6,121,968), 2000.
- [3] U. Berger. Fictitious play in $2 \times N$ games. *Journal of Economic Theory*, 120:139–154., 2005.
- [4] Ali Bigdelou, Loren Schwarz, and Nassir Navab. An adaptive solution for intra-operative gesture-based human-machine interaction. In *Proceedings of the 17th International Conference on Intelligent User Interfaces*, pages 75–84, 2012.
- [5] Richard W. Byrne and Andrew Whiten. *Machiavelian Intelligence: Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes, and Humans*. Oxford Science Publications, 1988.
- [6] Josep Call and Michael Tomasello. Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(5):187–192, May 2008.
- [7] Benjamin A Clegg, Gregory J DiGirolo, and Steven W Keele. Sequence learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(8):275–281, 1998.
- [8] Daniel C. Dennett. *The Intentional Stance*. Cambridge, Mass, Bradford Books/MIT Press, 1987.
- [9] L. Findlater and J. McGrenere. A comparison of static, adaptive, and adaptable menus. In *Proceedings of the 11th international conference on Intelligent user interfaces*, pages 89–96, 2004.
- [10] Drew Fudenberg and David K. Levine. *The Theory of Learning in Games*. MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
- [11] Krzysztof Z. Gajos, Katherine Everitt, Desney S. Tan, Mary Czerwinski, and Daniel S. Weld. Predictability and accuracy in adaptive user interfaces. In *Proceeding of the 26th annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 1271–1274, 2008.
- [12] Alan N. Hampton, Peter Bossaerts, and John P. O’Doherty. Neural correlates of mentalizing-related computations during strategic interactions in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(18):6741–6746, 2008. fictitious play, Reinforcement Learning.
- [13] Lisa A. Haverty, Kenneth R. Koedinger, David Klahr, and Martha W. Alibali. Solving inductive reasoning problems in mathematics: Not-so-trivial pursuit. *Cognitive Science*, 24(2):249–298, 2000.
- [14] Joshua Klayman and Young won Ha. Confirmation, disconfirmation, and information in hypothesis testing. *Psychological Review*, 94(2):211–228, 1987.

- [15] Talia Lavie and Joachim Meyer. Benefits and costs of adaptive user interfaces. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68:508–524, 2010.
- [16] Donghee Lee, Jongmoo Choi, Jong-Hun Kim, Sam H. Noh, Sang Lyul Min, Yookun Cho, and Chong Sang Kim. On the existence of a spectrum of policies that subsumes the least recently used (lru) and least frequently used (lfu) policies. In *Proceedings of the 1999 ACM SIGMETRICS international conference on Measurement and modeling of computer systems*, SIGMETRICS '99, pages 134–143, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [17] M.J. Nissen and P. Bullemer. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive psychology*, 19(1):1–32, 1987.
- [18] Sharon Oviatt, Colin Swindells, and Alex Arthur. Implicit user-adaptive system engagement in speech and pen interfaces. In *Proceedings of the 26th annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 969–978, 2008.
- [19] Ute Schmid and Emanuel Kitzelmann. Inductive rule learning on the knowledge level. *Cognitive Systems Research*, 12(3–4):237–248, 2011.
- [20] Ben Shneiderman and Pattie Maes. Direct manipulation vs. interface agents. *Interactions*, 4(6):42–61, 1997.
- [21] Herbert A. Simon and Kenneth Kotovsky. Human acquisition of concepts for sequential patterns. *Psychological Review*, 70(6):534–546, 1963.
- [22] R. Sun and C.L. Giles, editors. *Sequence learning: Paradigms, algorithms, and applications*, volume 1828. Springer, 2001.
- [23] Ron Sun and C. Lee Giles. Sequence learning: From recognition and prediction to sequential decision making. *IEEE Intelligent Systems*, 16(4):67–70, 2001.
- [24] Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, 1998.
- [25] Tom Verguts, Eric Maris, and Paul De Boeck. A dynamic model for rule induction tasks. *Journal of Mathematical Psychology*, 46(4):455–485, 2002.
- [26] István Winkler, Susan L. Denham, and Israel Nelken. Modeling the auditory scene: predictive regularity representations and perceptual objects. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(12):532–540, 2009.

「使うことの学習」過程を知る： GMLTによる加齢効果の実験室的検討ⁱ

How are we learning to use? Investigating its aging effects through Groton Maze Learning Test (GMLT) in the Lab

原田悦子^{1,2}, 須藤智^{2,3}, 山口一大¹

Etsuko T. Harada, Satoru Suto, & Hirokazu Yamaguchi

¹ 筑波大学, ² JST-RISTEX, ³ 静岡大学

University of Tsukuba, JST-RISTEX, 3 Shizuoka University

etharada@human.tsukuba.ac.jp

Abstract

For studying cognitive processes of getting to know to use artifacts through problem solving, and to know why there are such strong aging effects, a neurocognitive psychology task, Groton Maze Learning Test (GMLT) was used to compare younger and older adults' performances. The previous study showed that young adults showed quicker and larger learning than older adults, with deep dependency on recollection of previous trials. In this article, more 48 young and older adults executed GMLT with errorless first trial, in which the correct answer was displayed with color, to redeem older adults' episodic memory performance. Results showed small but solid facilitative effects of the errorless trial on later GMLT, even with young adults. It was suggested that using in a trial-and-error fashion might disrupt learning to use artifacts with highly arbitrary design, not only by older adults but also by younger adults.

Keywords — learning in problem solving, hidden structures, cognitive aging, errorless learning

1. はじめに：認知的加齢と使いやすさ

社会の高齢化が日々の生活体験の中でも感じられるようになった現代日本社会において、認知症など加齢に伴い増加する疾病に関する認知的研究に加えて、健康で定型的な加齢によって人の認知過程はどのような変化を示すのか、そうした変化に対してどのような対応が必要とされるのかという、いわゆる認知的加齢に関する科学的検討への社会的要請が増加してきている。そうした検討が急務とされる領域のひとつが、高齢者にとっての「使いやすさ」をいかにデザインするかという問題であり、その基盤となるのは人-人工物間相互作用の加齢による変化に関する検討である^[1]。

これまでに高齢者と若年成人を対象としたユーザビリティテストの比較研究から、デザインの良し悪しについては年齢群による差はなく、ユニバーサルデザインの原理は成立しているが、若年成人が自力で乗り越えられるデザイン上の問題が、高齢ユーザにおいては利用上のトラブルとして顕在化していること、その意味で使いやすさにおける加齢の効果は、「その人工物とどのように相互作用をすることができるのか」という人工物利用の学習に大きく影響していると考えられることが明らかにされてきている^[2]。

そこで、人工物利用の学習における認知的加齢の影響を考えようとするとき、実は私たちは未だ、「人が人工物を利用する際に何をどのように学習しているのか」について明確には知らないことに思い至る。

2. 「使うこと」の学習：研究パラダイムの必要性

佐伯(1988)^[3]は人工物が問題解決のメディアであり、したがって人にとって「それを自在に使えるようになる＝透明になる」ためには二つのインタフェース(接面)に関する学習が必須であることを示した。また Rasmussen (1986) ^[4]の行為の三段階モデルにおいても、人がシステムを利用し、熟達した活動を行うための相互作用のプロセスの変化としての学習を示している。こうした知見から、人の人工物利用学習には、「そのモノが何＝どのようなモノであるかを理解する」側面と、その相互作用を柔軟かつ流暢に行っていくための認知

的技能の側面の二つがあることが示唆される。

それではそれらの学習はどのようになされているのだろうか。後者については認知的技能の獲得であり、熟達化研究や（場合によっては）モデルベース/モデルフリーの強化学習としてのモデル化も可能であろう。また前者については、いわゆる理解研究やメンタルモデル研究が「解をもたらす」研究として考えられる。しかし、実際には、人工物の利用学習はまさにこの「二つのプロセスが相互作用をし合い、同時に進行している」領域であり、そのいずれかだけのモデルでは「説明できていないとは感じられない」領域となっている。また実際の人工物（お風呂リモコン）を利用した実験研究から、「さまざまな問題に対し、スムーズに操作ができる」ようになった大学生においても、言語による機構の説明は機器利用の前後で改善せず、いわゆるメンタルモデルの獲得はほとんど起きていないことが示された¹⁰。「自分の問題解決のために何をどう操作すればよいか分かり、柔軟に人工物が利用できること」と人工物の内的メカニズムを正しく理解・説明できることとは、必ずしも同義ではなく、独立した事象である可能性が示されている。

このように人工物利用の学習とは何か、どのような認知的過程が生じていると考えられるのかを明らかにする研究はその認知的特性の複雑さから容易ではない。しかし、実際に特定の人工物を利用し、学習が起きていく様子を若年成人と高齢者の2群間で比較検討をした研究からは、明らかな加齢による過程・結果の相違が観察され¹¹、またその相違から、「若年成人は何を学習しているのか」を検討できる可能性が示されている。すなわちこれまで認知科学で有効であった「比較による高次認知機能のあぶり出し」が加齢研究によっても可能という新しい可能性が示されている¹⁰。

一方、実際の人工物利用は、対象となる人工物自体が持つ複雑さと「それをどのように利用したいのか」という問題解決場面/状況の複雑さが相俟って、その学習過程を詳細に検討していくには不向きである。そこで、本研究では、できる限り実

際の人工物利用に近似していると考えられる認知的課題を利用し、実験室的な課題達成過程の分析から、そこで生ずる学習過程を2つの年齢群間の比較を行うことによって詳細化していくことを試みる。

3. 「使うこと」の学習の構造的等価性：近似刺激としての GMLT (Groton 迷路学習課題)

実際には、人工物やその利用状況の多様性に加え、「使うことの学習」にも多くの要因が考えられ、「一般的な」人工物の「一般性をもつ」学習過程を保障する実験事態を正確に特定することは不可能であるように感じられる。

しかし、特に高齢者が苦手とする ICT 機器類については機種・機器を越えた共通の相互作用上の特徴が多く報告されていること¹²、先行研究において、そうした特性から検討した特定のデザイン上の変更により高齢者の ICT 機器利用学習が大きく変化した¹³ことから、少なくとも ICT 機器利用については、一定程度の一般性をもつ「人工物利用環境」を特性として同定し、その特性について構造的等価性を持つ実験課題を構成することが可能と考えられる。

たとえば、高齢者が示す学習困難の要因のひとつとして、「意思決定による学習妨害」の可能性がある¹⁴。多くの ICT 機器では、ひとつの問題解決のために一連の系列的な操作が求められるが、その個々の操作時に複数の操作候補やオプションな可能性、たとえば「A を A-1 のルートで実施するか、A-2 で実施するか」などの選択が求められることが多い。こうした問題解決のための個々のステップにおいて、毎回何らかの選択（意思決定）を求めるデザインでは、高齢者の学習成績が低下したのに対し、操作が固定化された1系列で「特定の操作をするしかない」デザインにおいては、高齢者群も当該システムの学習がうまく達成されたのみならず、その後「多様な実施方法を許す」デザインに変更した後も若年成人と変わらない達成・学習を示した¹⁴。すなわち、現状の多くの製品デザインにおいて、高齢者が「とりわけ ICT 機

器の利用が難しい」とされる理由のひとつとして、多くの ICT 機器に共通する要因「さまざまなステップで、多様な使い方を許すために常時意思決定を求められる」という点が、高齢者の学習を疎外している可能性が考えられる。

本研究では、そうした「高齢者の学習に影響を与える」要因として

- a) 本来の達成目標とは別の(下位の)次元で、問題解決をする必要がある、そのルールは任意性が高く、自明ではない(自分が望む結果を得るためには、複数の操作をするなど条件を満たす必要がある;かつそれらの条件は求める結果とは直接的な必然的関係性がない)
- b) 一つの問題解決がいくつかのステップを経て実施されるが、そのステップごとになんらかの選択(意思決定)をすることが求められる(例:ある段階で、ルート A とルート B の複数の解決候補がある、あるいはその問題解決には繋がらない操作可能性が見えている)

この要件と関係性を持つ特性であるが、

- c) いつも完全に同一の状況に対し、同一の解を出すのではなく、揺らぎがありうるため、何らかの「何をすれば、どうなるのか、今しなくてはいけないのは何か」という抽象的なモデルの獲得が必要となる(例:ルート A でもルート B でも同じ結果、すなわちひとつの要件を満たすことが可能である)

をとりあげ、そうした要件を持つ心理学的な実験課題での検討を試みた。

ここで、「問題解決を図る」ために「何らかの意思決定を行いながら(試行錯誤を含む)」特定の事象を習得・熟達化する過程を観察できる課題として、Groton 迷路学習課題(Groton Maze Learning Test, 以下 GMLT と略記; CogState Research Inc.)を取り上げた。GMLT は主として前頭葉機能を測定するための神経心理学的なテストバッテリーの一課題であり、10×10 の柵に隠された一つの正解経路(左上隅から右下隅まで)を一つずつ柵に

タッチしながら探索することが求められる。次に進行できるのは現位置に接した上下左右の柵に限られ、斜めに進むことはできない、タッチした柵の正否は直後にフィードバックされ、不正解時には「ひとつ前の正しい柵に戻って再度正解経路を探す」というルールが設けられていた。課題では、同じ正解経路をたどる試行が 5 回繰り返されるため、継時的な問題解決をしながらその解を学習していく様子を観察することが可能となる。

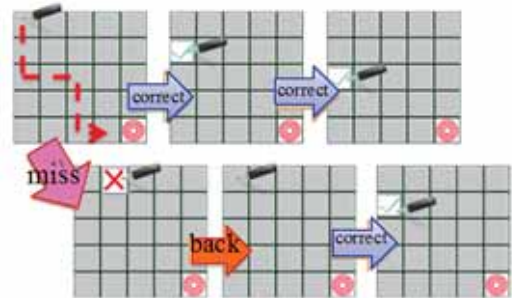


Fig.1 The procedure of GMLT

先行研究⁸⁾では、若年成人・高齢者を各 24 名ずつ、発話思考を求めつつ GMLT を実施した結果、エラー数や実施時間、また連続正答系列数といった学習指標のいずれにおいても、両年齢群ともに 5 回の試行の中で急速な学習を示すが、若年成人は高齢者よりもより早く、またより大きな学習効果を示した。加えて、発話ならびに行動プロトコル分析から、特徴的な 4 つの方略が抽出された:

- 右下直進方略(SSG): 経路選択で右・下が優先性を持ち、できる限り「前と同じ方向性を選ぶ」とする(例:「とりあえず、まっすぐ行くか」)
- 右下非直線方略(NGS): 右・下を優先するが、一つ前の選択とは異なる方向をとろうとする
- 想起方略(RS): 以前の試行での正解経路を意図的に思い出そうとする(例:「確かこっちの方だったと思う」)
- 一対一対応方略(OCS): 一選択ごとに正解の意味・意図を考え、擬人的反応をする(例:「そう来るなら、こっちだ」)

各方略ごとに、各試行での当該の方略を出現をカウントし、参加者数を母数とした出現確率を求めたところ(表 1)、若年成人では第 1 試行では「直進する」方略(SSG)が多いがその後で減少し、替わ

って第2試行以後では直接的なエピソード記憶の想起(RS)に依存する方略が増加することが示された。これに対し、高齢群では明確な試行間の方略変化は示されなかった。

この方略の分析から、特に GMLT での正解経路のように「任意性が高い」解の学習については、若年群では強く記憶想起に依存しようとし、また実際に記憶想起により学習が促進・達成できていることが見て取れる。これに対し、高齢者では同様に「こうだったかな」「そして次は、うーん、何だっけ」といった発話に代表されるようにエピソード記憶的な想起(RS)を試みているが、「覚えられない」「思い出せない」などの発話も多く、実際に達成に結びついていない可能性が示された。

表1 年齢群別の方略出現頻度

高齢	#1	#2	#3	#4	#5	若年	#1	#2	#3	#4	#5
SGS	11	9	7	4	3	SGS	17	12	4	4	5
NGS	16	12	12	10	10	NGS	14	2	3	3	1
RS	1	19	20	21	20	RS	0	23	23	23	23
OCS	7	8	6	9	6	OCS	3	5	2	3	1

4. 「使うこと」の学習とエピソード記憶：エラーレス学習条件の有効性の検討

このように、先行研究の結果から、オリジナルの GMLT での学習では、個々のステップでの「さっきはどうしたっけ」というエピソード記憶の想起が若年成人での高い学習達成に結びついている様子が伺われた。実際の人工物利用の学習においても、そのデザインが「本来の目的とは意味的なつながりの低い、任意性の高い」もの場合には、「さっき、このボタンの後でこっちを押した(ら、うまくいった)」という記憶想起を用いて学習が起きていることも容易に想像できる。

これに関連して、記憶障害を持つ患者や、健康であるが顕在的なエピソード記憶の機能低下が見られる高齢者においては、「エラーを起こさない errorless」環境を作ることによって学習が可能になる(あるいは促進される)という現象が報告されている^{[9][10]}。一般には、エラーを生ずることによって状況に関する豊富な情報が得られることから、

健康な若年成人群ではエラーあり条件のほうがエラーレス条件よりも学習が促進されることと対比的な結果である。このエラーレス学習(errorless learning)とエラーあり学習(errorfull learning)の対比は、ハードディスクレコーダ付のデジタルテレビのユーザビリティ研究でも検討され^[11]、高齢ユーザは(人的資源により構築された)エラーを起こさない環境により学習の促進を示すことが報告されている。

そこで、本研究では、GMLT における潜在的構造(正解経路)の問題解決的な探索とその学習が、特に高齢者にとってはエラーレス学習(errorless learning)条件によって促進されるか否か、また若年成人においてはエラーの有無がどのような影響を与えるかを検討することを目的として実施された。本研究では、エラーレス学習条件として、オリジナルの GMLT 課題における第1試行において「次に押すべき桁」が色変化により明示されるよう設定した。なお、対照条件となるエラーあり条件としては、オリジナルの GMLT 課題条件での先行研究^[9]のデータを用いて分析を行った。

方法

実験計画：年齢(参加者間要因：若年成人、高齢者：2水準)×学習条件(参加者間要因：エラーあり、エラーレス：2水準)×本課題の試行数(参加者内要因：第1試行を除く4試行)の3要因混合実験。

実験参加者：(エラーあり条件)若年成人24名(大学生男女各12、平均年齢20.54歳、SD 0.98)、高齢者24名(シルバー人材センターより派遣；男女各12、69.46歳、SD 2.73)。

(エラーレス条件)若年成人24名(大学生男女各12、21.33歳、SD 1.97)および高齢者24名(高齢者実験参加データベース登録者、男女各12、69.67歳、SD 3.27)。

課題：GMLT 課題(練習試行は6×6桁で3試行、本試行は10×10桁で5試行)。ただし、エラーレス条件では練習試行・本試行いずれも、第1試行では黄色で常時「次に進むべき桁」が表示された、第2試行以後はオリジナル GMLT 課題と共通で

あった。GMLT 課題の後、言語性作動記憶テスト (O-Span 課題)、ならびに視覚的短期記憶テスト (Corsi Block 課題; CBT) を実施した。

機材: すべての課題はタブレット PC (Panasonic CF-C1A) で実施され、画面ならびに発話をビデオ録画した。O-Span 課題では口頭で反応し、実験者が記録した。

手続き: 個別実験。実験は午前中 (9:00~11:30) または午後 (13:30~15:00) に各条件の半数ずつが参加した。実験の概要説明の後、発話思考の説明・練習を行い、その後 GMLT の課題説明、練習課題の後、本課題が 5 試行繰り返された。その後、経路再生課題、Corsi Block 課題、O-span 課題の順に実施した。実験時間は大学生は 60 分、高齢者は 90 分程度であった。

結果と考察

エラーレス条件の高齢者群の 1 名は本課題中に極度にエラーが多く、ルールの理解が十分ではなかったものとして、以下の分析から除外した。また、エラーレス条件の第 1 試行においても若年成人で 12 名、高齢者では 9 名にエラーを示し、「指示された黄色い柀以外」を押してみる、といった行動を示した。本報告ではこのエラーレス条件時のエラーの有無にはかかわらず分析を行った。

各試行での達成時間 (スタートを押してからゴールを押すまでの時間) について対数変換を行った上で年齢(2)×学習条件(2)×試行(4)の分散分析を行ったところ、

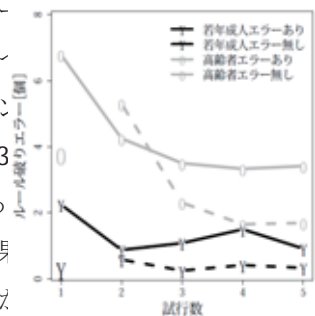
年齢の主効果($F(1, 91) = 121.44, p < .001$)、試行数の主効果 ($F(3, 273) = 65.62, p < .001$)が有意であり、若年成人の方が解答は速く、またすべての試行間で有意差が見られる学習が見られた。学習条件の主効果ならびにすべての交互作用は有意ではなかった。

各試行で観察されたエラーのうち、ルールに則ったエラー、すなわち試行錯誤的に正解を見出す

ために生じたエラーの数について検討したところ (図 1)、年齢の主効果 ($F(1, 91) = 56.10, p < .001$)、および試行数の主効果が見られた ($F(3, 273) = 46.24, p < .001$)。若年成人はエラー回数が少なく、また学習によりエラーが減少するが、両者の交互作用は見られなかった。

学習条件の主効果、年齢と学習条件の交互効果は見られなかったが、学習条件と試行回数の交互作用が有意であり ($F(3, 273) = 3.56, p = .015$)、第 3 試行、第 4 試行(傾向)においてエラーレス条件がエラーあり条件より有意にエラーが少ないことが示された。またエラーあり条件ではすべての試行間で有意差が見られ、全試行にわたってエラーが減少し続けていたが、エラーレス条件においては、第 2 試行とそれ以外の試行にのみ有意差が見られ、すでに第 3 試行において試行錯誤的なエラーが減少していたと考えられる。

一方、ルール破りエラー、あるいはエラー後に一いつたエラーをカウントの主効果 ($F(1, 91) = 21.43$)、主効果が有意傾向である ($p = .081$)。学習条件の主効果



交互作用が有意傾向であった (図 2 ルール破りエラー、 $p = .063$)。全体として若年群ではルール破りエラーの発生は少数で試行数による低下も見られないが、高齢者では、試行の効果が有意傾向であり、学習の進展とともにルール破りエラーが起りにくくなっていることが示された。

学習条件と試行回数の交互作用も有意傾向にあり ($F(3, 276) = 2.19, p = .089$)、第 4 試行においてエラーレス条件の方がエラーが少なく、またエラーレス条件では試行の効果が有意であり、減少していく様子が見られたのに対し、エラーあり条件においては試行の効果は見られなかった。

オリジナルの GMLT では、各エラー数と達成時間が主たる指標とされているが、特に学習を考えると、迷路課題における学習とは「正解経路を連続して選択でき、その系列が長くなること」と

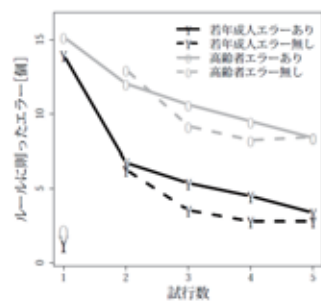


図 1 ルールに則ったエラー

考えられることから、連続正答チャンク数(2以上の連続正解が得られた塊の数)を求め、そこでの平均連続正答数(各チャンクの連続正答数の平均

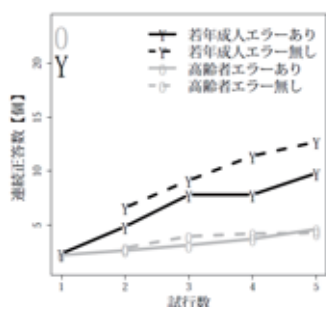


図3 連続正答数

Consecutive Correct Responses : CCR)を算出した。その結果(図3), 年齢の主効果($F(1, 92) = 37.690, p < .001$), 試行数の主効果が見られ($F(3, 276) = 19.30, p < .001$), 両者の交互作用も有意であった($F(3, 276) = 6.975, p < .001$)。加えて、学習条件の主効果も有意であり($F(1, 92) = 4.108, p = .046$), エラーレス条件の方が有意に高い学習率を示した。学習条件と年齢群や試行数との交互作用は有意ではなかった。

以上の結果から、GMLTのような任意性の高い問題解決学習課題においては、エラーレス学習環境は、年齢群を問わず有効であり、学習を促進すること、しかしその効果は達成速度には現れず、いわゆる自動的処理による促進とは異なる様相を示した。また、特に高齢者においては、ルール破りエラー、すなわち本来習得済みと仮定されるゲームのルールについての揺らぎが、エラーレス学習条件によって低く抑えられるようになった可能性が示唆された。

5. GMLTでの学習と人工物利用：エラーレス学習は何をもたらしているのか

本研究での結果から、任意性の高い状況における問題解決行動を通しての学習において、エラーレス学習環境は年齢群を問わず有効であることが示された。これは、若年成人であっても、意味的関連性が低い場合には「学習時に試行錯誤をすることにより、負の情報を得ることが学習を妨害する」可能性を示している。これは、高齢者にとっても意味理解が容易な実験材料を用いるとエラーあり学習条件が有効性を高める報告^[12]と対をなす結果と考えられ、知識による意味理解などの援

助ができずにリテラルな想起を求められる状況においては「常に試行錯誤なしに正の情報のみを、負の情報なしに」得ることが有効であり、一方、何らかの意味関連性が理解できる場合には負の情報、すなわちエラーの経験が有効に働くことを示唆する結果といえよう。

一方で、高齢者に特異的に観察されるルール破りエラーについて、弱いながらもエラーを減少させる方向での影響が観察された件は、何らかの形で認知的負荷が軽減された結果と考えることが可能であり、興味深い。エラーレスという学習状況は、ICT機器の利用学習の共通要件a), すなわち「個別の段階で意思決定を求めない」ことであることを考えると、人工物利用の学習において意思決定を求めること自体が妨害効果を持つのか、その要求事項が認知的負荷をもたらすことが問題となるのか、さらなる追究が必要と考えられよう。

本報告でのGMLTを用いて人工物利用学習をシミュレートしようとする試みは、未だ探索的な段階であり、真にこの条件で本来のターゲットである人工物利用学習のプロセスを見ることができているかどうか、多様な視点から検討を実施していくことが必要であろう。特に今回の実験では、1) エラーレスの学習条件が1試行と限定され、また学習者による学習状況を確認することなく終了している点で、その結果には制約がある：従来の学習実験のように、エラーレス条件で数試行を実施し、一定の学習レベルに到達するまで実施した場合の実験結果との比較が必要であろう、2) 目標(左上から右下までいく)に対する正操作(正解経路)の任意性が高く、現実場面に存在する多くの人工物との相違が問題となる可能性がある：実際に「多くの人にとって全く任意に作られたとしか思われない」デザインの人工物も存在するが、もう少し「意味・意図がそれなりにわかる」人工物デザインを反映した学習課題が必要であろう。現在、GMLTの正解経路に潜在的メタルールを付加した課題を作成し、検討中である^[13]。3) 迷路学習は特に視空間的な記憶に依存していると考えられ、実際の人工物での「空間的な手掛

かりの乏しい「継時的な問題解決」とは異なるのではないかという懸念がある：GMLTは継時的な問題解決が2次元空間に展開しているために、一般の人工物利用学習よりも容易である可能性は否定できない。しかし、現状ではGMLTの成績と他の認知課題の成績との関係を見ると、視空間的短期記憶(CBT)との相関よりも、音韻的作動記憶(O-Span)との相関の方が「常に」高いという結果も得ている(未発表)。いずれにせよ、実験室で行う学習課題がすべての人工物利用学習と全く同じ特性を持つことはありえないだけに、どのような属性を重視し、近似性を高めていくか、検討をしていく必要がある。そのためには、さらに多様な実際の人工物の学習過程を観察していく必要がある。文字通り、現実のフィールドでの観察検討と実験室研究との「車の両輪としての」研究が必要とされているといえよう。

文献

- [1] 原田悦子 (2012). 「みんラボ, 発進」: 高齢者のための使いやすさ検証実践センターについて. 人間生活工学, 13(1), 71-74.
- [2] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N. (2010). Cognitive aging and the usability of IT-based equipment: Learning is the key. *Japanese Psychological Research*, 52(3), 227-243.
- [3] 佐伯胖 (1988). 機械と人間の情報処理—認知工学序説 竹内啓編 『意味と情報』東大出版会.
- [4] Rasmussen, J. (1983). Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 13(3), 257-266.
- [5] 原田悦子 (2009). モノのデザインは心理学とどのようにかかわっているのか? 使いやすさと認知心理学の関係を探る. 仲真紀子(編著) 『認知心理学:心のメカニズムを解き明かす』, ミネルヴァ書房. pp.169-187.
- [6] 原田悦子 (2009). 認知加齢研究はなぜ役に立つのか: 認知工学研究と記憶研究の立場から. *心理学評論*, 52(3), 383-395.
- [7] 原田悦子・赤津裕子 (2003). 「使いやすさとは何か - 高齢化社会でのユニバーサルデザインから考える」. 原田悦子(編著) 「使いやすさの認知科学: 人とモノとの相互作用を考える」 共立出版. Pp. 119-138.
- [8] 原田悦子・山口一大・須藤智 (2012). 問題解決を介した潜在構造の学習—学習過程と認知的加齢の分析—. 日本心理学会第76回大会.
- [9] Baddeley, A. & Barbara, W. A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*, 32, 53-68.
- [10] Anderson, N. D. & Craik, F. I. M. (2006). The mnemonic mechanisms of errorless learning. *Neuropsychologia*, 44 (14), 2806 - 2813.
- [11] Hara, N., Naka, T., & Harada, E.T. (2007). How can we make IT devices easy for older adults? : Effects of repetitive basic operation training and help-guidance on learning of Electronic Program Guide system. *HCI International Apr*, 2007.
- [12] Cyr, A. A., & Anderson, N. D. (2011, August 22). Trial-and-Error Learning Improves Source Memory Among Young and Older Adults. *Psychology and Aging*. Advance online publication. doi: 10.1037/a0025115
- [13] 須藤智・原田悦子 (2012). 問題解決型学習課題における非明示型ガイドの効果—認知的加齢の影響—. 日本心理学会第76回大会.

¹ 本研究は、山口一大「Groton 迷路学習課題におけるエラーレス学習・エラーフル学習: 学習過程の若年成人—高齢者群間比較による検討」(2012年度筑波大学人間学群心理学類卒業研究)の一部に基づいている。

友人の存在による遂行者の前頭前野での賦活の低減：
 ドライビングビデオゲームを用いた近赤外分光法による研究
**The presence of a friend reduces a performer's prefrontal activation:
 A near-infrared spectroscopy study using a driving video game**

劉 濤^a, 齋藤 洋典^a, 大井 京^a, ペラウスキ マシュー^a, 孟 爽^a, パラシオス ビクター・アルベルト^a

Tao Liu, Hirofumi Saito, Misato Oi, Matthew Pelowski, Shuang Meng, and Victor Alberto Palacios

^a 名古屋大学大学院情報科学研究科

^a Graduate School of Information Science, Nagoya University

liu@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The present study examined how the presence of a friend affects a performer's brain activation in daily activities. We measured prefrontal activation in players during a driving video game task using near-infrared spectroscopy (NIRS). The player's task was to drive from start to goal using a route-map either solely (single group) or with a friend as an observer (paired group). The two groups were subdivided according to their game proficiency (high versus low). The error frequency in the paired group was lower than that in the single group regardless of game proficiency, while the tension evaluation score of the paired group was lower than the single group in low-proficiency players, but not in high-proficiency players. The NIRS data demonstrated that low-proficiency players showed lower prefrontal activation in the paired group than in the single group, but high-proficiency players did not. Furthermore, the correlation analyses revealed a positive inter-brain correlation in the prefrontal cortex between the low-proficiency players and the co-present observers. These results suggest that a friend's presence may reduce an individual's tension in daily-life activities without overt communication.

Keywords — Social neuroscience, Presence of others, Inter-brain correlation, Prefrontal cortex, Near-infrared spectroscopy

1. Introduction

Although cognitive neuroscience research has a broad scope of one's mind, social psychology has far more experience than neuroscience research, especially in the study of human cognition and action of an individual in a social context. One of the oldest but still unexplained perplexities in social psychology is the effect of the presence of others: "what change in an individual's normal solitary performance occurs when other people are present" (Allport, 1954). From the perspective of neuroscience, the purpose of the present study was to explore how the presence of others (i.e., social presence) affects a performer's brain activity.

Distinctive aspects of the social presence effects have been studied in two main research fields. Social facilitation literature suggests that the presence of others increases an individual's arousal (Zajonc, 1965). Social support research, however, has consistently shown that the presence of a supportive person (e.g., a friend) could decrease an individual's tension in stressful environments as an emotional coping resource (Lazarus and Folkman, 1984). As Zajonc (1980) noted, "If we think of social facilitation as brought about by heightened levels of arousal, then a real or apparent contradiction arises with the empirical results and theories that deal with the effects of affiliation on reactions to stress" (p. 51).

Previous studies have demonstrated that an individual's proficiency in a relevant task is an important factor modulating his/her tension level in solitary performance (Fitts and Posner, 1973; Lazarus and Folkman, 1984). Especially, a novice's brain is more susceptible to external environments (Milton et al., 2007). In the present study, we were interested in the distinctive functions of the presence of others, i.e., increasing and decreasing tension, and aimed to examine the neural correlates underlying the social presence effects, especially a friend's presence, associated with an individual's task proficiency during daily activities.

More recently, a growing effort has involved exploration of the neural basis of anxious state in a social context. Specifically, the activity in the prefrontal cortex (PFC) might serve as an indicator of tension (Hoffman et al., 2005). The prefrontal activation increases when an individual appraises co-present others as a threat or challenge, leading to an increase of tension (Ito et al., 2011), but decreases when one appraises others as supportive, leading to a decrease of tension (Karremans et al., 2011). In the present study, we focused on the PFC as the ROI.

Despite the efforts made by these neuroscience studies, previous research has mainly investigated social presence effects in a *pseudo* social context using unfamiliar experimental tasks. Hasson et al. (2012) have pointed out the weaknesses of cognitive studies focusing on processes that occur with a single individual (i.e., single-brain neuroscience), and recommended a promising strategy for the shifting "from the single-brain to a multi-brain frame of reference". More recently, several studies have demonstrated the potential importance of the multi-brain frame and revealed inter-brain synchronization in the PFC during cooperative behaviors (Cui et al., 2012) and movie viewing (Jääskeläinen et al., 2008). The present study was partially motivated to embrace the multi-brain frame,

and simultaneously measured both a performer and a co-present observer's prefrontal activations using near-infrared spectroscopy (NIRS).

Taken together, to examine the effects of the presence of others in a social context, we first adopted a driving video game used in Liu et al. (2012) to present participants a daily activity, since the video game is one of the most popular amusements in modern life (Matsuda & Hiraki, 2006). Second, we intentionally recruited pairs of friends as participants. Third, using near-infrared spectroscopy (NIRS), we simultaneously measured the prefrontal activations of both player and his/her partner in a side-by-side situation. Three indices, i.e., error frequency, tension evaluation score, and prefrontal activation, were used to assess cognitive activity during the driving game task.

Two experimental factors were manipulated in the present study. The first factor was *game playing style*, i.e., whether the participants played without an observer in the single group or under observation by a friend in the paired group. The second factor was the participant's *game proficiency*, i.e., whether they have extensive experience with driving video games or not (high-proficiency vs. low-proficiency).

We hypothesized that the presence of a friend in the paired group would decrease the player's tension, especially in low-proficiency players. Precisely, the players in the paired group would show lower error frequency, tension evaluation score, and prefrontal activation than those in the single group.

2. Method

2.1. Participants

Sixty-two students (53 males, 9 females, age: 21 ± 2.2 years) were assigned to either single ($n = 18$) or paired ($n = 44$) groups, and then subdivided according to their game proficiency (high and low). Participant's game proficiency was evaluated by their self-report on the frequency of playing driving video games

(high-proficiency: daily, weekly, and monthly; low-proficiency: yearly and no experience) in the questionnaire after the experimental task. In the paired group, the same-gender pairs partnered with each other voluntarily as friends, and their friendships were assessed by self-report on the duration of their acquaintance in the questionnaire (friendship: 1.6 ± 1.4 years). All participants were right-handed as assessed by the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971), and had normal or corrected-to-normal vision. They were informed about the purpose and safety of the experiment, and written informed consent was obtained prior to participation. This study was approved by the local ethics committee.

2.2. Apparatus

Figure 1 shows a 2-channel NIRS unit (PocketNIRS, DynaSense Inc., Japan) used in the present study. The PocketNIRS was used to measure the concentration changes of oxygenated hemoglobin (Coxy-Hb), deoxygenated hemoglobin and total hemoglobin. Two probes were attached to the forehead using double-sided adhesive sheets and were centered on Fp1 and Fp2 positions, respectively (according to the international 10–20 system for electroencephalogram recording). Each probe consisted of one emitter optode and one detector optode located 3 cm apart. On the basis of 3-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation (Okamoto et al., 2004), Fp1 and Fp2 were projected onto the left and the right prefrontal region, and it has been shown that the NIRS detects hemodynamic changes in the brain with a depth of about 3 cm from the surface (Hoshi and Tamura, 1993). Therefore, we presumed that the PocketNIRS approximately measured the activation in the bilateral prefrontal cortex located in close proximity to scalp tissues (Liu et al., 2012). In the paired group, two sets of PocketNIRS triggered by one signal were employed to measure the activation

changes in paired player and observer simultaneously. The sampling rate was 10 Hz.

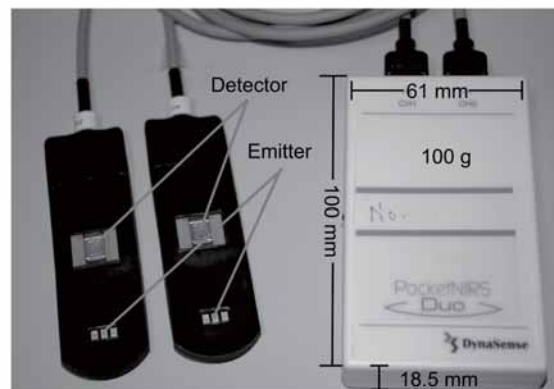


Fig. 1. A 2-channel NIRS unit (PocketNIRS, DynaSense Inc., Japan).

2.3. Materials and design

The present study used the same driving video game task as in Liu et al. (2012). Figure 2 shows the experimental settings in the single and paired groups. A player sat in front of a monitor (LDT321V; Mitsubishi Elec., Japan) either solely in the single group or with a friend sitting beside him/her in the paired group. The driving game was displayed on the monitor without sound. Distance from player to monitor was 120 cm.

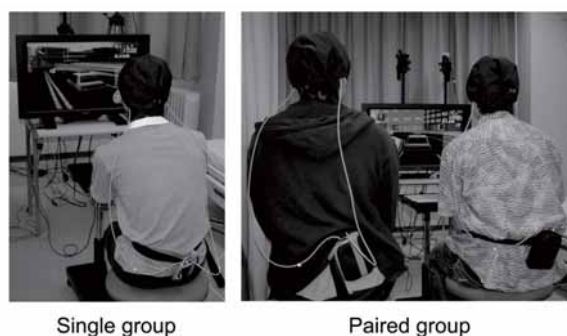


Fig. 2. Experimental settings in the single and paired groups. Participant wore a PocketNIRS with a belt case.

2.4. Procedure

Prior to the experiment, the participants were

instructed to obey the traffic rules and drive to a goal using a default route-map. Two further instructions were given orally to participants in the paired group. 1) They were prohibited to communicate with each other during the driving task. 2) The player's performance would be observed and evaluated by his/her partner who needed to report the player's performance after the driving task.

During the experiment, the players drove two training trials followed by four experimental trials with distinct routes. A single trial consisted of three periods, i.e., a pre period (20 s), a driving task period (self-paced), and a post period (20 s). In the pre and post periods, a black monitor screen was displayed, and the participants were asked to relax and sit comfortably without communication. In the driving task period, a paper route-map was presented to the participants and a digital route-map was displayed on the monitor. The players were instructed to drive from start to goal using the route-maps, and press a key in front of them when they reached the goal ending the trial. Each experiment lasted about 15 min. The performance of the players was videotaped.

After all experimental trials, players were asked to rate their tension scores on a 5-point scale (1 = not at all, and 5 = very much) for both their unsettled feeling and stress feeling (two tension-related items in the fatigue questionnaire designed by Japan Society for Occupational Health, 2002).

2.5. Data analysis

NIRS data obtained from 11 participants who did not follow instructions (1 pair) or contained more than 10% non-near-infrared light signals (3 single and 3 pairs) were excluded from further analysis. Finally, NIRS data collected from 51 participants, i.e., 15 participants in the single group and 18 pairs of participants in the paired group, were analyzed. Specifically, the single group consisted of 6 high- and 9 low-proficiency players, the paired group was

composed of 10 high- and 8 low-proficiency players and 18 co-present observers.

We analyzed Coxy-Hb, since the oxygenated hemoglobin is the most sensitive parameter of regional cerebral blood flow (Hoshi et al., 2001). Average change in Coxy-Hb during the driving task period was calculated for each participant in the left and the right PFC, independently. A linear baseline correction was conducted on NIRS raw data for each experimental trial, using the mean value of Coxy-Hb during the last 5 s of the pre period. The raw data from NIRS are all originally relative values and hence cannot be averaged directly across the participants or channels. To address this issue, raw data were then converted to *z*-scores by using the mean value and the standard deviation during the baseline period (Matsuda and Hiraki, 2006; Liu et al., 2012). To avoid the influences from the error performance, NIRS data were averaged every one second and the driving error periods (e.g., 2s pre, 2s error, and 2s post periods for an error) were excluded. The NIRS data without the error periods were averaged throughout the driving task period across four experimental trials for each participant. Finally, the group-averaged data for each group (single vs. paired) were obtained.

3. Results

3.1. Behavioral data

We defined an error as that which leads to collision or off-road driving and calculated the mean error frequency (errors/min) across four experimental trials as the performance index. The significance level was set at $p < 0.05$.

Figure 3 illustrates the mean error frequency in the single and paired groups. To examine the effects of the presence of a friend on player's solitary performance, we conducted a two-way analysis of variance (ANOVA) with Social presence (single vs. paired) and Game proficiency (high vs. low) as the

between-participant factors. ANOVA revealed a significant main effect of Social presence [$F(1, 29) = 6.51, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.18$], but there were no significant main effect of Game proficiency and no significant interaction. The behavioral results indicate that the presence of a friend improved the player's driving performance regardless of the game proficiency.

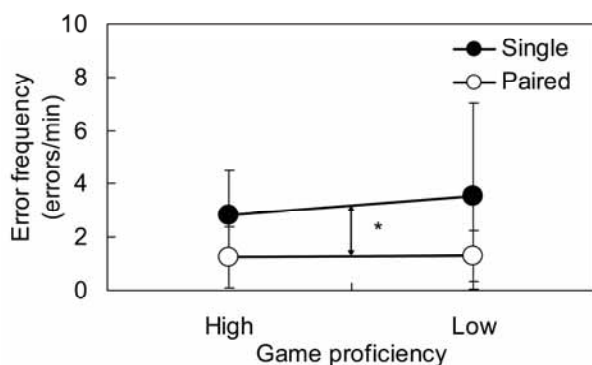


Fig. 3. Mean error frequency (errors/min) in the single and paired groups. Error bars represent standard deviation. * indicates $p < 0.05$.

3.2. Rating scores on participant's tension level

We evaluated participant's tension in the two groups (single and paired) by averaging the rating scores for both their unsettled feeling and stress feeling (1 = not at all, and 5 = very much). The tension score of the single and the paired group was 1.7 (SD 0.7) and 1.1 (0.2) in low-proficiency players, 1.1 (0.2) and 1.2 (0.2) in high-proficiency players, respectively.

To assess whether the paired group reported lower score than the single group, a two-tailed t -test was conducted to the low- and the high-proficiency players, independently. The paired group in low-proficiency players showed a significantly lower tension score than that in the single group [$t(15) = 2.69, p < 0.05$], but not in high-proficiency players.

3.3. NIRS data

Figure 4 shows the mean Coxy-Hb during the driving

task period in the single and paired groups. A two-way ANOVA [Social presence (2) \times Game proficiency (2)] was conducted on Coxy-Hb in the bilateral PFC, respectively. The analyses revealed significant main effects of Game proficiency in the left PFC [$F(1, 29) = 8.75, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.23$] and in the right PFC [$F(1, 29) = 7.29, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.20$]. There were no significant main effects of Social presence, but significant interactions in the PFC bilaterally [$F(1, 29) = 11.10, p < 0.005, \eta_p^2 = 0.28$; $F(1, 29) = 6.24, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.18$].

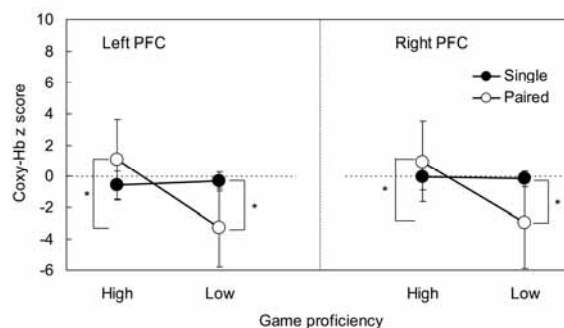


Fig. 4. Average concentration changes of oxygenated hemoglobin (Coxy-Hb) during the driving task in the single and paired groups. Error bars represent standard deviation. * indicates $p < 0.05$.

The simple main effect tests demonstrated significant main effects of Social presence in low-proficiency players [Left PFC: $F(1, 15) = 11.83, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.44$; Right PFC: $F(1, 15) = 7.44, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.33$], but not in high-proficiency players. High-proficiency players in the paired group showed significantly higher activation than low-proficiency players [$F(1, 16) = 13.02, p < 0.005, \eta_p^2 = 0.45$; $F(1, 16) = 8.72, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.35$], but not in the single group.

3.4. Correlation results between the paired players and observers

To examine the inter-brain correlation between the player and the co-present observer in the paired group, the NIRS data were averaged into 50 periods for each

trial (at the group level, the first 40 periods were driving phase and the last 10 periods were goal searching and parking phase). We calculated the Pearson correlation coefficient (r) between the paired players and observers during the first 40 periods (i.e., the driving phase) and mainly focused on the positive correlation showing $r > 0$ ($p < 0.05$, two-tailed).

Figure 5 illustrates the group-averaged prefrontal activation patterns in the paired group. The correlation analyses revealed significant positive inter-brain correlations in the bilateral PFC (Left: $r = 0.79$, $p < 0.001$; Right: $r = 0.89$, $p < 0.001$) only between the low-proficiency players and their co-present observers. The observers in the two groups showed significant positive correlation in the bilateral PFC (Left: $r = 0.90$, $p < 0.001$; Right: $r = 0.87$, $p < 0.001$).

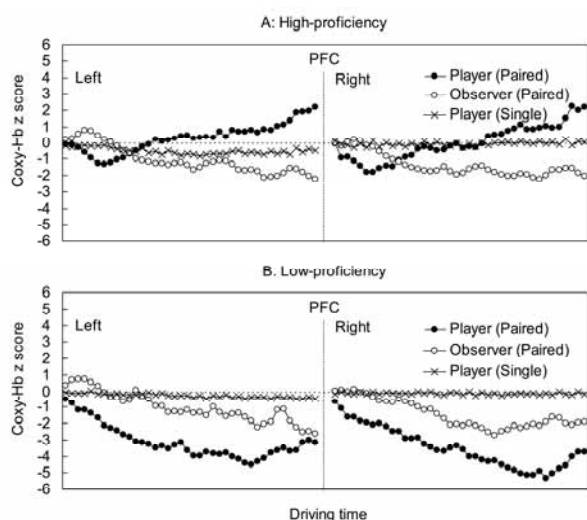


Fig. 5. Group-averaged prefrontal activation patterns in the paired player and observer according to the player's game proficiency (High-proficiency: A; Low-proficiency: B).

4. Discussion

The unique aspect of the present study is that we examined the neural correlates of the presence of a friend in a real player-observer situation during a daily life activity. To achieve this goal, using PocketNIRS we measured bilateral prefrontal activation in

participants when they performed a driving video game task either without an observer in the single group or with a friend as an observer in the paired group.

The error frequency in the paired group was significantly lower than that in the single group regardless of game proficiency, while the tension evaluation score of low-proficiency players in the paired group was significantly lower than that in the single group. Consistent with the tension evaluation score, the present NIRS data revealed lower prefrontal activation in low-proficiency players in the presence of a friend.

Two possible interpretations diverge in the decreased activation of low-proficiency players in the paired group. One relates to tension reduction induced by the presence of a friend. Based on the stress and coping research, a friend's presence could function as an emotional coping resource to relax an individual in stressful environments (Lazarus, 1999; Lazarus and Folkman, 1984). Ample studies have demonstrated that low-proficiency players are more susceptible to even little stress (Fitts and Posner, 1973; Milton et al., 2007), and in turn may show higher tension in unfamiliar experimental settings solitarily in the single group. Thus, it is not surprising that the presence of a friend in the paired group reduced low-proficiency players' tension and improved their driving performance.

The alternative interpretation concerns the motivation loss of low-proficiency players in the paired group (Geen, 1991). That is, low-proficiency players may originally be not interested in the games at all. Especially the motivation to achieve the goal of the driving game task for low-proficiency players in the paired group would be lower than the single players due to the presence of a friend. This assumption predicts lower performance in low-proficiency players in the paired group than that in the single group (Karau and Williams, 1993). However, the error frequency in

the paired group revealed improved performance.

In contrast to the motivation loss of low-proficiency players in the paired group, there is an open possibility that the presence of a friend may increase high-proficiency player's motivation due to high efficacy expectancy (Bandura, 1986; Sanna, 1992) or social comparison (Blascovich et al., 1999).

To examine the inter-brain correlation between the players and their co-present observers, the present study simultaneously measured both player and observer's activation using NIRS. The correlation results revealed significant positive correlations between the low-proficiency players and the co-present observers in the bilateral PFC, but did not between the paired high-proficiency players and their partners.

The PFC is acknowledged to be involved in attentional control (Fink et al., 1997), and empathetic relations (Shamay-Tsoory et al., 2003) subserving interpersonal awareness (Decety and Sommerville, 2005). More recently, several multi-brain studies have further suggested that the positive inter-brain correlation in the PFC across persons may reflect their shared attention and/or empathic responses in a social task (Astolfi et al., 2010; Cui et al., 2012; Jääskeläinen et al., 2008). On the basis of these studies, the low-proficiency players and their co-present observers may show positive inter-brain correlations due to their shared attention and emotion during the driving game.

Focusing on the activation patterns of the players and the observers through the driving game in the present study, high-proficiency players showed increasing of the prefrontal activation after the initial driving phase, while low-proficiency players showed decreasing of activation. However, it is worthy to note that the observers showed increased prefrontal activation at the initial stage of driving and then showed decreasing of activation regardless of the player's proficiency. The decreasing of the prefrontal activation in both the observers and the low-proficiency players may

represent a general trend in participants without high motivation during the driving game.

Therefore, it would be too rush to conclude that the positive inter-brain correlation between the low-proficiency players and their co-present observers reflects the shared attention and/or empathic responses. To accept the assumptions such as inter-brain interaction and synchronization in a social context, we need further examination on the relationships between the inter-brain correlation and the empathy level using the same performer-observer paradigm within a well controlled condition.

Previous neuroscience studies on social cognition with single individuals have mainly focused on the activation changes in pseudo social tasks and cannot assess the transfer of the cognitive information across people. The present study suggests that the multi-brain paradigm may provide us a useful tool to examine the cognitive mechanisms of inter-brain processing in a social activity.

In conclusion, the present study has demonstrated that the presence of a friend may reduce a low-proficiency performer's prefrontal activation during a daily activity. The result implies that the reticent co-present observer is involved in the low-proficiency performer's tension reduction without overt communication.

References

- Allport, G. W., (1954) "The historical background of modern social psychology", In G. Lindzey (Eds.), *Handbook of Social Psychology* (pp. 3-56). Cambridge, MA: Addison-Wesley.
- Astolfi, L., Toppi, J., DeVico Fallani, F., Vecchiato, G., Salinari, S., Mattia, D., Cincotti, F., Babiloni, F., (2010) "Neuroelectrical hyperscanning measures simultaneous brain activity in humans", *Brain Topography*, Vol. 23, pp. 243-256.
- Bandura, A., (1986) "*Social foundations of thought*

- and action: A social cognitive theory*”, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Blascovich, J., Mendes, W. B., Hunter, S. B., & Salomon, K., (1999) “Social “facilitation” as challenge and threat”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol., 77, pp. 68-77.
- Cui, X., Bryant, D. M., & Reiss, A. L., (2012) “NIRS-based hyperscanning reveals increased interpersonal coherence in superior frontal cortex during cooperation”, *NeuroImage*, Vol., 59, pp. 2430-2437.
- Decety, J., & Sommerville, J.A., (2003) “Shared representations between self and other: A social cognitive neuroscience view”, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol., 7, pp. 527-533.
- Fink, G. R., Halligan, P. W., Marshall, J. C., & Frith, C. D., (1997) “Space-based and object-based visual attention: Shared and specific neural domains”, *Brain*, Vol., 120, pp. 2013-2028.
- Fitts, P. M., Posner, M. I., (1973) “*Human performance*”, London: Prentice-Hall International.
- Geen R G., (1991) “Social motivation”, *Annual Review of Psychology*, Vol., 42, pp. 377-399.
- Hasson, U., Ghazanfar, A. A., Galantucci, B., Garrod, S., & Keysers, C., (2012) “Brain-to-brain coupling: A mechanism for creating and sharing a social world”, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol., 16, pp. 114-121.
- Hoffman, S. G., Moscovitch, D. A., Litz, B. T., Kim, H.-J., Davis, L. L., & Pizzagalli, D. A., (2005) “The worried mind: autonomic and prefrontal activation during worrying”, *Emotion*, Vol., 5, pp. 464-475.
- Hoshi, Y., Kobayashi, N., & Tamura, M., (2001) “Interpretation of near-infrared spectroscopy signals: A study with a newly developed perfused rat brain model”, *Journal of Applied Physiology*, Vol., 90, pp. 1657-1662.
- Hoshi, Y., & Tamura, M., (1993) “Dynamic multichannel near-infrared optical imaging of human brain activity”, *Journal of Applied Physiology*, Vol., 75, pp. 1842-1846.
- Ito, H., Yamauchi, H., Kaneko, H., Yoshikawa, T., Nomura, K., & Honjo, S., (2011) “Prefrontal overactivation, autonomic arousal, and task performance under evaluative pressure: A near-infrared spectroscopy NIRS study”, *Psychophysiology*, Vol., 48, pp. 1562-1570.
- Jääskeläinen, I. P., Koskentalo, K., Balk, M. H., Autti, T., Kauramäki, J., Pomren, C., & Sams, M., (2008) “Inter-subject synchronization of prefrontal cortex hemodynamic activity during natural viewing”, *The Open Neuroimaging Journal*, Vol., 2, pp. 14-19.
- Karau, S. J., & Williams, K., (1993) “Social loafing: A meta-analytic review and theoretical integration”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol., 65, pp. 681-706.
- Karremans, J. C., Heslenfeld, D. J., van Dillen, L. F., & Van Lange, P. A. M., (2011) “Secure attachment partners attenuate neural responses to social exclusion: An fMRI investigation”, *International Journal of Psychophysiology*, Vol., 81, pp. 44-50.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S., (1984) “Stress, appraisal, and coping”, New York, NY: Springer.
- Lazarus, R. S., (1999) “Stress and emotion”, New York, NY: Springer.
- Liu, T., Saito, H., & Oi, M., (2012) “Distinctive activation patterns under intrinsically versus extrinsically driven cognitive loads in prefrontal cortex: A near-infrared spectroscopy study using a driving video game”, *Neuroscience Letters*, Vol., 506, pp. 220-224.
- Matsuda, G., & Hiraki, K., (2006) “Sustained decrease in oxygenated hemoglobin during video games in the dorsal prefrontal cortex: A NIRS study of children”, *NeuroImage*, Vol., 29, pp. 706-711.
- Milton, J., Solodkin, A., Hluštík, P., & Small, S.L., (2007) “The mind of expert motor performance is cool and focused”, *NeuroImage*, Vol., 35, pp. 804-813.
- Okamoto, M., Dan, H., Sakamoto, K., Takeo, K.,

Shimizu, K., ... Dan, I., (2004) "Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial functional brain mapping", *NeuroImage*, Vol., 2, pp. 99-111.

Oldfield, R. C., (1971) "The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory", *Neuropsychologia*, Vol., 9, pp. 97-113.

Sanna, L. J., (1992) "Self-efficacy theory: Implications for social facilitation and social loafing", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol., 62, pp. 774-786.

Shamay-Tsoory, S. G., Tomer, R., Berger, B. D., & Aharon-Peretz, J., (2003) "Characterization of empathy deficits following prefrontal brain damage: The role of the right ventromedial prefrontal cortex", *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol., 15, pp. 324-337.

Zajonc, R. B., (1965) "Social facilitation", *Science*, Vol., 149, pp. 269-274.

Zajonc, R. B., (1980) "Compresence", In P. Paulus (Eds.), *Psychology of Group Influence*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

人—人と人—ロボットの交互発話時の脳波リズム同期 Inter-brain synchronization during human-human and human-robot alternate speech task

川崎 真弘^{1,2,3}, 山口 陽子²
Masahiro Kawasaki, Yoko Yamaguchi

¹筑波大学大学院システム情報工学研究科, ²独立行政法人理化学研究所脳科学総合研究センター, ³独立行政法人理化学研究BSI-トヨタ連携センター

¹University of Tsukuba, ²RIKEN brain science institute, ³RIKEN BSI-TOYOTA collaboration center

kawasaki@iit.tsukuba.ac.jp

Abstract

This study aimed to investigate the inter-brain synchronization and behavioral synchronization between two subjects, by using hyper-scanning EEG measurement in an alternate speech task. The task required a subject to speech alphabet sequentially and alternately with human (human condition) and robot partners (robot condition). Under human condition, the speech rhythms were synchronized between subjects, whereas the behavioral synchronizations were not observed in robot condition. Moreover, the EEG results showed that the theta powers were synchronized between subjects and the inter-brain synchronizations were significantly correlated with the behavioral synchronization in human condition. These results suggested that the behavioral synchronization in human communication would reflect the inter-brain synchronization.

Keywords — EEG, synchronization, communication

1. はじめに

我々のコミュニケーションの中には、他者との共感を生み、時にパフォーマンスを変化させるような、他者と共有する無意識のリズムが存在する。このリズムの協調は、他者との共感を生み、時にパフォーマンスを変化させる。近年のロボット工学の進歩は著しく、その姿かたちや単純な会話内容は人間に近づきつつあるが、このような目には見えないが確かに存在するリズムの導入には至っていない。人間同士のコミュニケーションと人間とロボットのコミュニケーションの相違を知ることは、ユーザーのパフォーマンスや学習を向上させるロボットの開発につながり、さらに教育や職場環境の改善も期待できるだろう。そこで、本研究では人間同士の行動リズムに基づく脳活動の同期現象に注目し、人間同士のコミュニケーションと人間とロボットのコミュニケーションを比較する。

従来心理学研究では、個人の行動リズムは互いに独立であるものの、社会的な相互作用によって両者が同期することを示している（たとえば拍手や模倣

など）。このような行動リズムの同期には、個人の脳内における局所的かつ大域的な脳波リズムが関係することが示されている。さらに、近年の脳波研究は、模倣や協調ゲーム時の2名の脳波を同時に計測し、このような社会的相互作用に関係した脳波リズムについて示してきた。これらは2者間の相互作用に関係した脳波リズム同期であるものの、行動リズムの同期に関係した個体間での脳波リズムの同期については不明な点が多い。

そこで本研究は、そこで本研究では、発話コミュニケーション課題を遂行する2名の被験者の脳波を同時計測し、2者の行動リズムの同期を導く原因を探ることを目的とした。実験では、交互にアルファベットを発話する交互コミュニケーション課題時の人と人、人とロボットの発話リズム同期および脳波リズム同期を比較した。

2. 実験

2名の被験者を1組として実験を行った。20組40名の健常な被験者（右利き、21.5±0.5歳、女性8名）が理化学研究所安全管理委員会承認の同意書記入の上、脳波計測実験に参加した。アンケート結果の記入を損じた1組を除く、19組38名のデータに対して解析を行った。

本研究では、人間と人間、または人間とロボットの2者がAからGまでのアルファベットを交互に発声し合う交互発話課題を行った。1被験者が「A」と発声した後、相手は「B」と発声し、被験者は続けて「C」と発声する。Gまで発声し終えたら続けてAから繰り返し発声する。この交互発話を70秒のセッションの間続けた(AからGまでの交互発話が20セット以上達成される)。

各被験者ペアは、最初に人間同士で先行話者を入れ替えて2セッション行った(ロボット実験前)。その後、被験者ごとにロボットを相手に5セッションずつ行った。5種類の声は被験者間でカウンターバランスをとり、一定ペースとノイズを含むペース

は交互に行った。各被験者が 10 セッションを終えた後、再び人間同士で先行話者を入れ替えて 2 セッション行った (ロボット実験後)。各セッション間隔は少なくとも 10 秒とった。以上の計 24 セッションを脳波と音声データ、ビデオデータを計測しながら行った (図 1B)。

人間と人間の交互発話のセッションでは、2 被験者はシールドルーム内で約 150cm 離れて向かい合って座り、実験中は 2 者の間に置かれた透明な仕切りの中心点を注視することで視界内に相手の顔を含めた状態で課題を遂行した (図 1A 左)。被験者は、顎台に顎を乗せ、手を机の上に乗せ、体を動かさないように教示された。

人間とロボットの交互発話のセッションでは、机の上に被験者から約 50cm 離れて置かれた PoCoBot (ビジネスデザイン社) を相手に交互発話課題を行った (図 1A 右)。PoCoBot は 5 種類の音声を発した: (a) 電子音で作られたロボット声、(b) ネイティブ英語を話す男性の声、(c) アナウンサーの女性の声、(d) 被験者自身の声、(e) 被験者の相手の声。被験者の声は実験前に記録した A から G までの音声

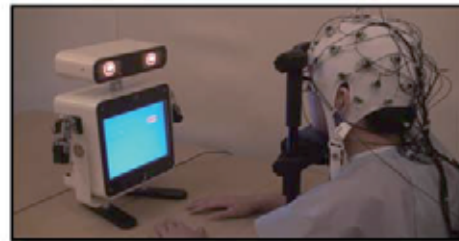
データを使用する。これらの各声について発話のペースを一定にした条件とノイズを入れた条件で行い、各被験者は合計 10 条件を行った。

各セッション終了後、各被験者はアンケートを記入した。アンケートは、「快適性」、「一体感」、「速さ」、「ペース」について 5 段階で評価した。快適性の項目では、このセッションの発話が快適であれば 5、不快であれば 1 を回答した。一体感の項目では、このセッションの発話中に、相手と自分の発話が同等に感じられるほど一体感を感じたら 5、まったく感じなければ 1 を回答した。速さの項目では、このセッションの発話が速いと感じれば 5、遅いと感じれば 1 を回答した。ペースの項目では、このセッションの発話が自分のペース、つまり相手が自分に合わせてくれたと感じた場合 5、相手のペース、つまり自分が相手に合わせたと感じた場合 1 を回答した。ロボットとのセッションでは、上記に加え、「人間性」についても回答を要求した。人間性の項目では、このセッションで発したロボットが人間らしいと感じた場合 5、ロボットらしいと感じた場合 1 を回答した。

A 人間 vs 人間



ロボット vs 人間



B

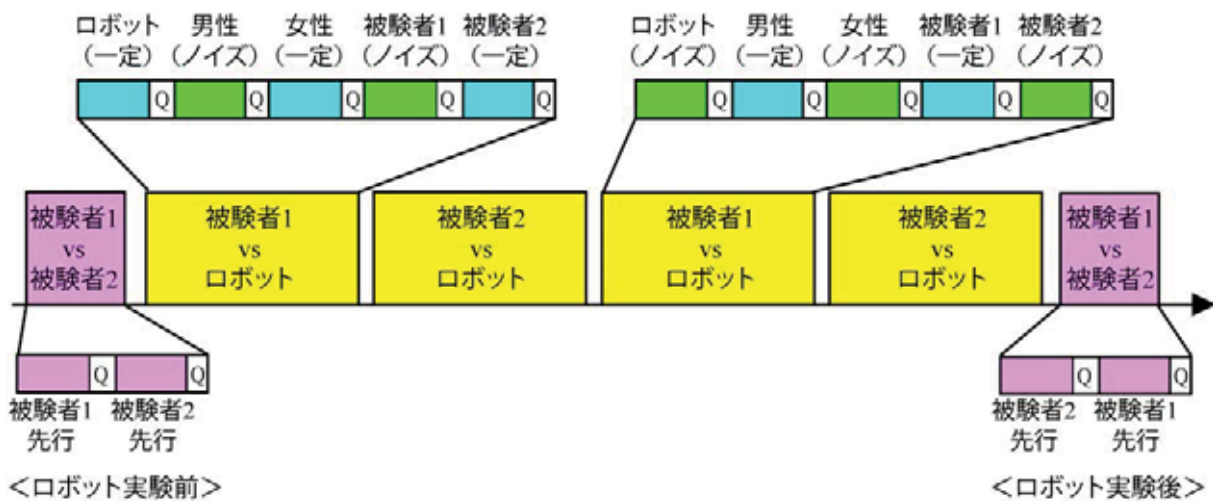


図 1: A. 実験風景。人間同士と人間とロボットの交互発話課題。B. 実験の流れ図。最初に被験者同士で 2 セッション、その後 1 被験者 2 回ずつロボットを相手に 5 セッションを連続して行い、最後に被験者同士で 2 セッション。1 セッション終わるごとにアンケート用紙の記入を行った (図の Q)。

音声データはリニア PCM レコーダを用いて、96.00kHz、16bit で録音した。ステレオで記憶した左右の音声データについて、それぞれ周波数解析によってノイズ除去を行った。音声と無声の分離を行うために、各被験者で実験前に記録していた A から G までの音声データを用いて、フォルマント周波数を分析した。このフォルマントデータを用いて、2 者の発話長とインターバルを分離した。発話の間に注目する本研究では、2 者の交互発話によって生まれる時間間隔を解析した。

BrainAmp を用いて 2 名の脳波を同時に計測した。脳波は頭皮に置かれた 28 チャンネルのアクティブ電極で計測し、基準電位は両耳より計測した（サンプリングレート：1000Hz）。データ解析は作業記憶の脳活動を特定した先行研究を参考にした[4]。同時に眼球運動を計測し、独立成分分析を用いて瞬きや眼球運動と関連した因子を削除し、瞬きやサッケードなどのアーチファクトを除去した。これらの脳波データに対して、カレントソース解析を用いて、体積伝導の効果を減らし、空間解像度を上げた。

上記の前処理を施したデータ $s(t)$ に対して、Morlet 関数 $w(t, f)$ を用いたウェーブレット解析を行い、各時刻 (t) 、各周波数 (f) に対する振幅と位相の時系列分析を行った。振幅 $E(t, f)$ は、実験全体の平均をベースラインとして各周波数で比較を行った。

$$w(t, f) = (\sigma_t \sqrt{\pi})^{-1/2} \exp(-t^2 / 2\sigma_t^2) \exp(i2\pi ft)$$

$$E(t, f) = |w(t, f) \otimes s(t)|^2$$

3. アンケート結果

アンケート結果より、人間の実験に対する印象は、ロボットに対する実験の印象に比べて、快適さと一体感が有意に高く、ロボット実験後にはさらに高くなる結果を示した。また人間実験のペースについては自分ペースである割合が有意に高かった一方で、ロボット実験については、相手（つまりロボット）ペースで交互発話されたと回答する割合が高かった。また速さに対する印象は、人間とロボット実験で差はないものの、ロボット実験後の人間に対する速さの印象は速くなっていると感じるものが多かった。

次に、ロボットの声の種類による違いについて分析した結果、パートナーと日本人女性に対する声の印象がよく（快適性が高く、一体感もある）、一方で機械音声や外国人男性の声は印象が悪かった。人間性に関する回答は、自分の声やパートナーの声が一番高く、ついで日本人女性、外国人男性で、機械音声は人間性が最も低かった。

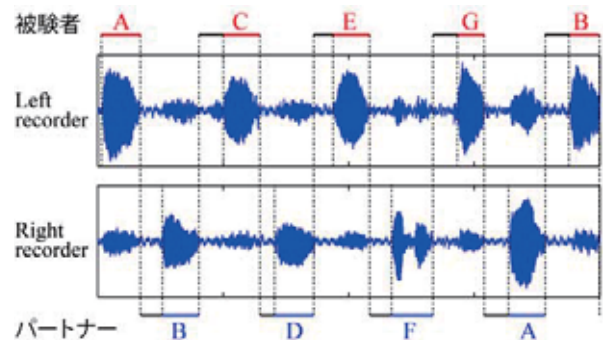


図 2：音声データ解析例。音声部分（赤・青線）と間隔の部分（黒線）を切り分ける。

4. 音声結果

交互発話課題時の音声データに対してフォログラムの解析によって音声部分と無音部分の分離を行った（図 2）。これらのデータについて、2 者間での発話時間または発話間隔時間の相関分析を行った結果、人間同士の発話時間または発話間隔時間の方が、人間とロボットの場合よりも有意に相関値が高かった。さらに、両時間について、2 者間で差の検定を行った結果、人間同士では差がない（つまりほぼ同じである）一方で、人間とロボットでは有意に差がある結果を示した。この結果はロボット実験後の人間同士で最も顕著に見られた。以上の結果より、一定のペースで話すロボットでは見られないものの、人間同士では発話リズム（ここでは発話時間や時間間隔）が同調することが分かった。

次に、ロボットの音声の違いで比較した結果、機械音声や外国人男性の声に比べて、パートナーの声と日本人女性の声では、発話時間または発話間隔時間の相関が高く、また差も小さいという結果を示した。

5. 脳波結果

交互発話課題時の脳波データを周波数解析した結果、シータ波とアルファ波（6-12Hz）が何もしてない時に比べて有意に増加することが分かった。この結果から、2 者間での脳波リズム同期として、2 者間のシータ波/アルファ波のパワーの相関分析を行った。その結果、人間同士の実験では、主に頭頂部と側頭部のシータ波/アルファ波が 2 者間で有意に相関することが分かった。さらに興味深いことに、この相関係数は、発話リズム（発話時間と発話間隔時間）の相関係数と相関することが分かった（図 3）。つまり、発話リズムが同調している被験者ペアが脳波リズムも同調することが示された。

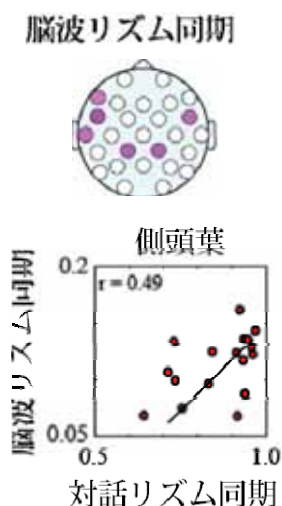


図3：(上) 人間同士の交互発話課題で、2被験者間でシータ波/アルファ波が創刊した脳電極。(下) 側頭部の脳波リズムの相関値と発話リズムの相関値の散布図。

このようなシータ波/アルファ波の2者間のパワー相関はロボット実験において、ロボットと交互発話している被験者と、その様子を観察している被験者の間でも観測された。これらは人間実験時の有意に相関した脳エリアとオーバーラップする。これらは人間実験とは異なって、発話リズムの同調とは相関しなかった。

さらに、ロボット音声の違いで比較した結果、頭頂部は各相関値に違いがないものの、側頭部は、音声の種類によって差があった。これらは、発話リズム同様、機械音声や外国人男性の声に比べて、パートナーの声と日本人女性の声では、相関が高い結果を示した。

6. 考察

本研究は、交互発話課題時の行動リズム（発話リズム）と脳波リズムの2者間の同調から、人間とロボットのコミュニケーションの違いを明らかにした。人間同士で発話リズムおよび脳波リズムは2者間で同調し、さらに両者は相関したことから、発話リズムが同期する2者では脳波リズムも同調していることが示された。この結果は、ロボット実験では見られなかったことより、一定のリズムで発話する機械よりも人間特有の揺らぎを持ったリズムの方に人間は同調しやすいことが示唆された。

脳波リズムは、主にシータ波/アルファ波が顕著な相関を示した。これらの脳波リズムは従来研究でワ

ーキングメモリなどに関係することが示されている。それゆえ、この交互発話には他者のリズムを保持して予想するメカニズムが働いていた可能性が示唆された。これらの脳波リズムは頭頂部と側頭部で2者間の相関を示した。頭頂部は共感などに、側頭部は言語記憶などに関係する報告からも今回の課題での2者間の相関が言語コミュニケーションに重要な役割を担うことが示唆された。

最後にロボットで使用された音声の違いについて、発話リズムも脳波リズムも、機械音声や外国人男性の声に比べて、パートナーの声と日本人女性の声で相関した。今回の研究は日本人に対して行っているため、親しみやすい音声を用いたロボットの方が同調しやすかった可能性がある。以上の結果は、今後のロボット開発における音声の選び方の重要性を示したであろう。

謝辞

本研究は、科研費・新学術領域研究「人ロボット共生学」（課題番号：22118510）と「伝達創成機構」（課題番号：21120005）の補助により実施された。実験データの測定・解析に協力していただいた山田陽平さん、牛久陽介さん、塚越菜穂子さん、小泉有輝さん、宮内英里さん、ポコロボット開発に協力していただいた高橋英之さんに深く感謝の意を示します。

参考文献

- [1] 山田誠二：人とロボットの<間>をデザインする、東京電機大学出版局、(2007)
- [2] Kelso, J. A. S. *Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*. (Cambridge: MIT Press, 1995).
- [3] Kawasaki, M., Kitajo, K. & Yamaguchi, Y. Dynamic links between theta executive functions and alpha storage buffers in auditory and visual working memory. *Eur. J. Neurosci.* **31**,1683–1689 (2010).
- [4] Hasson, U. et al. Brain-to-brain coupling: a mechanism for creating and sharing a social world. *Trend. Cogn. Sci.* **16**, 114–121 (2012).
- [5] Dumas, G., Chavez, M., Nadel, J. & Martinerie, J. Anatomical connectivity influences both intra- and inter-brain-synchronizations. *PLoS ONE* **7**, e36414 (2012).
- [6] Kawasaki, M., Yamada, Y., Ushiku, Y., Miyauchi, E. & Yamaguchi, Y. Inter-brain synchronization during coordination of speech rhythm in human-to-human social interaction". *Scientific Reports*, 3:1692.

多人数インタラクションにおける「話したい」の発露 — 参与者固有の非言語行為が醸し出す発話欲求による駆け引きの分析 — How Do We Externalize “I Want To Speak”?

坂井田 瑠衣[†], 福士知加[‡], 諏訪 正樹[‡]
Rui Sakaida, Tomoka Fukushi, and Masaki Suwa

[†]慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科, [‡]慶應義塾大学環境情報学部
Graduate School of Media and Governance, Keio University
Faculty of Environment and Information, Keio University
lui@sfc.keio.ac.jp

Abstract

In taking part in multi-party interaction, desires or speculations such as "I want to speak instead of you now." or "Who wants to speak now?" can occur to each participant's mind. When all the participants' utterance desires are satisfied, the whole interaction becomes more productive and meaningful. Utterance desire is signified through non-verbal communication channels peculiar to each participant. We analyzed how utterance desires are signified in order to make the relationships among the participants clear.

Keywords — Multi-party interaction, Utterance desire, Multi-modal communication

1. はじめに

我々は日常会話において、いかに自らの「話したい」を外化しているのだろうか。3人以上が参与者する多人数インタラクションにおいては、話し手の次に誰が話すべきかが必然的に定まらない。これまでインタラクション研究において、話者が交替するメカニズムが考察されてきた。Sacks, Schegloff, & Jefferson (1974) が提唱した話者交替規則によれば、話し手が選択した聞き手が最初に話し始めた聞き手が次話者になる。榎本 (2011) は、話し手が視線を向けた相手が次話者になりやすいことを示し、話者交替と視線配布の関係を明らかにした。しかし、会話参与者が「話したい」という欲求を実現し「話し手」になるプロセスの解明は、十分になされていない。インタラクション研究においては、観察可能な発話や非言語行為を分析対象とするため、参与者の「話したい／したくない」という心的状態は扱うことが難しく、ほとんど取り沙汰されてこなかった。

本稿では、会話参与者の「話したい／したくない」という心的状態を「発話欲求」と呼ぶ。筆者らは、会話参与者の発話欲求が各参与者に固有の非言語行為に発露されるのではないかと、という仮説を有している。ある時点で発話欲求の高い者が、必ずしも実際に発話しているとは限らないため、発話の有無や発話量、発話内容のみから該当者の発話欲求状態を断定できない。むしろ、言語行為ではなく非言語行為から推定することが適当であると考えられる。徳永ら (2010) は、会話参与者の「話したい」という「発話志向態度」の表出を第三者評定により分析しているが、発話志向態度が表出される非言語チャンネルの特定には至っていない。

発話欲求が表出される非言語チャンネル (以下、発話欲求チャンネルと称する) は、参与者の特性に依存する。話し手に視線を向けることが次話者になりたいという欲求の発露であると考えられる (榎本, 2003) など、参与者の特性を問わず普遍的に適用できる非言語チャンネルも存在する。しかし多くの場合、それらの普遍的チャンネルと、当該参与者「らしい」個性的なチャンネルの複合によって欲求が表出されると捉えるのが自然である。発話欲求が高まると身体が前のめりになる者もいれば、口を尖らせる者もいるであろう。

本稿では、発話と発話欲求チャンネルによるマルチモーダル分析により、会話参与者の観察可能な振る舞いから発話欲求状態がいかに分析可能かを検討する。

2. 方法

2.1. 実験

第一著者 (S) と互いに親しい間柄の被験者 3 名 (F, U, H) を招聘し, S, F, U, H の 4 名による会話を映像と音声にて 2 度収録した. 第一著者 (参与者) と第二著者 (傍観者) により参与観察した. S は大学院修士 1 年, F, U, H は学部 4 年 (いずれも収録当時) で, S, F は男性, U, H は女性である. 第一著者, 第二著者, 被験者の計 6 名は日常生活で各々交流を持っており, 互いに他の性格やコミュニケーション特性を十分に理解し合っている. 本研究では, 映像データによる客観的分析に加え, 第一著者と第二著者が被験者との関係性において理解可能な解釈を記述することで, 主観的考察を行う.

2 度の収録においては同じ被験者を招き, 座席配置のみ変更した (図 1). 座席配置の相違により, 各参与者の発話欲求の表出に影響が出るかを分析するためである. 4 名全員が日常的に使い慣れたカーペット敷きの研究室で, 普段と同様に地面に着座するよう教示した. 自然な会話を再現するため, 会話のテーマなどは教示しなかった. 各々の身体動作を前方から観察できるように, 2 方向からビデオカメラで映像収録した. 収録時間は, 実験 1 では 22 分 06 秒, 実験 2 では 23 分 53 秒である.

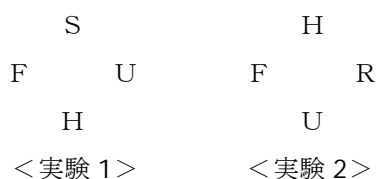


図 1: 各実験における座席配置

2.2. 発話欲求チャンネル

発話欲求が表出される各参与者に特有の非言語チャンネルを決定する. まずは映像を観察し, 各参与者の発話欲求が高まった際に使用されていると思われた非言語チャンネルを, 直観的に特定した. 被験者のうち, 特に顕著な発話欲求チャンネルが観察された 3 名 (F, S, U) を分析対象とした.

発話量と非言語行為の相互作用を分析し, 各参与者の発話欲求チャンネルを決定する. 発話量が多

くても発話欲求が高いとは限らないため, 少なくとも発話欲求が低いと考えられる非言語チャンネルが観察された場合に発話量が少ないことを示し, それ以外の場合に発話欲求が高いと判断した.

3. 発話欲求チャンネルの決定

3.1. 発話量の算出

表 1: 発話量の算出方法 (例) ¹

経過時間	発話有無	単純移動平均(直近 5 秒間)
00:00:01	1	-
00:00:02	0	-
00:00:03	1	-
00:00:04	1	-
00:00:05	0	0.6
00:00:06	1	0.6
00:00:07	1	0.8
合計発話量		2.0

まず, 各参与者の発話量を算出する. 発話量の算出には, 実際の発話の有無から直近 5 秒の単純移動平均を算出した数値を使用した (表 1). 映像分析ソフトウェア ELAN²を使用して会話を書き起こし, 1 秒単位での発話の有無を, 0 または 1 の数字で示した 1 次データを作成した. 1 秒に満たない時間でも発話が確認されれば, 発話有り判定した. 当該箇所における 5 秒間の数値の合計を平均化し, 単純移動平均を算出した. ある一定時間の発話量は, 当該時間の単純移動平均の合計値である.

3.2. 発話欲求チャンネル出現時間の算出

表 2: 発話欲求チャンネル出現時間の算出方法

経過時間	A. 前体重	B. 垂直	C. 後ろ体重
00:00:01	1	0	0
00:00:02	1	0	0
00:00:03	1	0	0
00:00:04	0	1	0
00:00:05	0	1	0
合計時間(秒)	3	2	0

各参与者に特有の発話欲求チャンネルおよび取りうる値を設定し, 各々の値の出現時間を算出する. 本稿で分析対象とする参与者 F を例に説明する. F の注目すべき非言語行為は「体重移動」である. 全ての分析対象範囲時間に対して, 「A. 前体重」, 「B. 垂直」, 「C. 後ろ体重」のいずれかの値が 1

¹ 当該範囲の開始から 4 秒間は, 単純移動平均の算出対象範囲外である

² <http://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>

秒毎に付与される³。1フレーム (1/30sec) ないしそれ以上連続して、当該の値の状態が続けば、当該の値と判定される。当該時間における各値の有無を0または1の数字で示した1次データを作成した (表 2)。

3.3. Fの発話欲求チャンネルの決定

表 3: Fの発話欲求チャンネル出現時間 (実験 1)

	A. 前体重	B. 垂直	C. 後ろ体重
発話時(秒)	157	178	242
非発話時(秒)	149	224	370
合計時間(秒)	306	402	612

上述したとおり、Fの発話欲求チャンネルは「体重移動」であり、取りうる値は「A. 前体重」、「B. 垂直」、「C. 後ろ体重」のいずれかである。映像を観察したところ、「C. 後ろ体重」の場合に発話欲求が低いのではないかという仮説が生じた。Cとは、物理的に他参与者と距離を置き、会話の輪に入っていない状態である。体重が後ろに寄るのは、その場に参入しようという意識も消極的であることを意味するのではないかと考えられる。

Fの発話欲求チャンネルの各値の出現時間を表 3に示す。AもしくはBの状態とCの状態における発話量を一元配置分散分析したところ、Cの状態における発話量は有意に少なかった ($F(1, 1318) = 8.10, p < .005$)。Cの状態では、Fの発話欲求が低い可能性が高いという仮説が支持された。

3.4. Sの発話欲求チャンネルの決定

表 4: Sの発話欲求チャンネル出現時間 (実験 1)

	A. 左手-頬杖	B. 両手-前	C. 両手-膝上	D. その他
発話時(秒)	210	197	4	155
非発話時(秒)	271	335	3	149
合計時間(秒)	481	532	7	304

Sの注目すべき非言語行為は「手の位置」である。全ての分析対象範囲時間に対して、「A. 左手-頬杖⁴」、「B. 両手-前」、「C. 両手-膝上」、「D. その他」のいずれかの値が1秒毎に付与される。映像を観察したところ、「B. 両手-前」、「C. 両手-膝上」の場合に発話欲求が低いのではないかという仮説が生じた。Bの場合、腕の力が抜けて床に手

が触れ、ジェスチャなども見られない。CもBよりは他参与者に身体が開かれているが、腕は下へ降ろされている。

Sの発話欲求チャンネルの各値の出現時間を表 4に示す。AもしくはDの状態とBもしくはCの状態における発話量を一元配置分散分析したところ、BもしくはCの状態における発話量は有意に少なかった ($F(1, 1322) = 11.14, p < .005$)。BもしくはCの状態では、Sの発話欲求が低い可能性が高いという仮説が支持された。

3.5. Uの発話欲求チャンネルの決定

表 5: Uの発話欲求チャンネル出現時間 (実験 1)

	A. 尖った口 /一文字	B. 前のめり	C. 手遊び	D. その他
発話時(秒)	19	30	128	244
非発話時(秒)	171	113	415	204
合計時間(秒)	190	143	543	448

Uの注目すべき非言語行為は「1. 口」、「2. 姿勢」および「3. ジェスチャ」の3種類である。Uの場合、1~3の複数モダリティが観察された。モダリティ1の値は「A. 尖った口/一文字の口⁵」、2は「B. 前のめり」、3は「C. 手遊び」、いずれにも該当しない場合は「D. その他」である。全ての分析対象範囲時間に対して、いずれかの値が1秒毎に付与される。複数モダリティは同期することがあるため、モダリティ間に優先順位を設けて評定する。評定の優先度はA~Dの順である。例えば「A. 尖った口/一文字の口」と「C. 手遊び」が同期した場合、「1. 口」のモダリティが優先され、評定はAである。映像を観察したところ、「C. 手遊び」の場合に発話欲求が低いのではないかという仮説が生じた。手遊びの最中は手元を動かして続けており、意識は自分の手元へ向いており、発話に対して積極的ではないと考えられる。

Uの発話欲求チャンネルの各値の出現時間を表 5に示す。A、BもしくはDの状態とCの状態における発話量を一元配置分散分析したところ、Cの状態における発話量は有意に少なかった ($F(1, 1322) = 29.31, p < .005$)。Cの状態ではUの発話欲求が低い可能性が高いという仮説が支持された。

³ Fの値は排他的な分類であるが、後述するUのように、参与者の特性によっては複数の値を同時に取りうる

⁴ 右手の状態は考慮していない

⁵ 「尖った口」と「一文字の口」を同一の値として扱う

4. 発話欲求を促す視線

発話欲求は、いかなる環境要因に促されて上下するのだろうか。ここでは、発話欲求を促す環境要因としての視線に着目する。他者から視線を受けた場合、気分が昂揚して発話欲求が高まる者もいれば、居心地の悪さを感じて発話欲求が低くなる者もいると考えられる。

本章では、分析対象の各参加者が他参加者へどのように視線を配布しているか、その特性を分析し、他参加者から分析対象者への視線と、分析対象者の発話欲求の変動との間に、どのような関係性があるかを検討する。

視線秒数を算出するために、当該参加者から他参加者へ視線が向けられた時間を映像から数え上げた。他参加者の顔以外に視線を向けている時間は除外した。発話欲求チャネル出現時間の算出時と同様、1フレーム(1/30sec)ないしそれ以上連続して視線が当該参加者に向けられていれば、視線が向いていると判定した。

4.1. 各参加者の視線配布特性

まずは、各参加者が他参加者へどのように視線を配布するか、その特性を明らかにする。当該参加者自身が誰へ視線を向けるかによって、その参加者が他参加者の視線から受ける影響は変化する。

表 6: F から他参加者への視線配布時間

	F>S(秒)	F>U(秒)	F>H(秒)	合計(秒)
実験 1	419	452	181	1052
実験 2	305	86	245	636

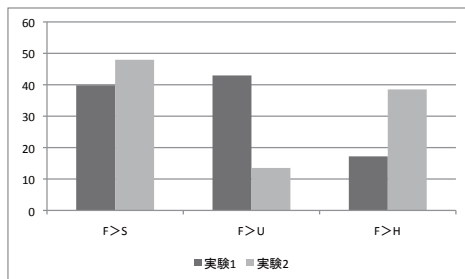


図 2: F から他参加者への視線配布時間の割合

表 6 は F から他参加者への視線配布時間、図 2 はその割合を示したものである。「F>S」は、F から S への視線配布を意味する。F は、実験 1 と実験 2 で視線配布の傾向が変化している。実験 1 では「F>U」の割合が最も高く、次いで「F>S」、

「F>Y」である。実験 2 では「F>S」の割合が最も高く、次いで、「F>Y」、「F>U」である。実験 1 で F の正面に着座したのは U、実験 2 では S である。F は正面に位置する他参加者に視線を配布しやすい。F の視線配布は座席配置に影響を受けていると考えられる。

表 7: S から他参加者への視線配布時間

	S>F(秒)	S>U(秒)	S>H(秒)	合計(秒)
実験 1	614	108	180	902
実験 2	589	135	188	912

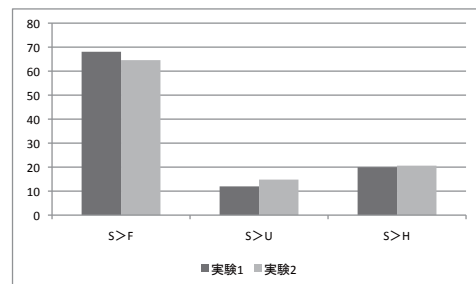


図 3: S から他参加者への視線配布時間の割合

表 7 は S から他参加者への視線配布時間、図 3 はその割合を示したものである。実験 1 と実験 2 の両方において、「S>F」の割合が最も高く、次いで「S>Y」、「S>U」である。S は座席配置にかかわらず、F に視線を向けやすいことが分かる。実験間で視線配布傾向が変化しないことから、S の視線方向は座席配置配置ではなく、他参加者との関係性に影響を受けていると考えられる。

表 8: U から他参加者への視線配布時間

	U>F(秒)	U>S(秒)	U>H(秒)	合計(秒)
実験 1	572	267	80	919
実験 2	296	318	309	923

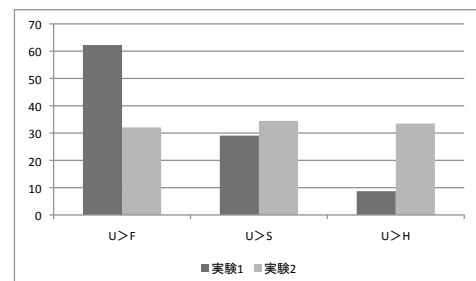


図 4: U から他参加者への視線配布時間の割合

表 8 は U から他参加者への視線配布時間、図 4 はその割合を示したものである。実験 1 では「U>F」の割合が最も高く、次いで「U>S」である。実験 2 ではすべての視線配布がほぼ同じ割合であ

る。実験1で正面に着座したFへの視線配布が多く、実験2でも正面に着座したHへの視線配布が増加したとも考えられる。ただし他参与者全員に対してもほぼ均一に視線を配布していることから、他の環境要因が寄与したことも考えられる。Uは正面に着座した参与者に対して視線を向けやすい可能性があるが、この分析結果だけではUの視線配布特性は定まらない。

4.2. 他者の視線に影響を受ける発話欲求

前節では、当該参与者から他参与者への視線配布の個人特性を明らかにした。次に、他参与者からFおよびSへの視線配布を分析し、各参与者の発話欲求との関係性について検討する。

4.2.1. 他者からの視線とFの発話欲求

表9: 他参与者からFへの視線配布時間

(実験1: UはFの正面)

	S>F	U>F	H>F
全範囲におけるFへの視線配布時間(秒)	614	572	363
Fの発話欲求が高まる直前10秒間の合計視線配布時間(秒)	25	27	20

表10: 他参与者からFへの視線配布時間

(実験2: RはFの正面)

	S>F	U>F	H>F
全範囲におけるFへの視線配布時間(秒)	589	296	336
Fの発話欲求が高まる直前10秒間の視線秒数の合計(秒)	61	37	30

Fの発話欲求の高まりと、他参与者からFへの視線配布の関係性を分析する。Fの発話欲求チャネル出現時間(表2を参照)を基にして、10秒以上発話欲求が低い状態が続いた後にFの発話欲求が高まるタイミングを抽出し、発話欲求が高まる直前の10秒間の各参与者からFへの視線配布時間を数え上げた(表9, 10)。発話欲求の低い状態がある程度続いた後に発話欲求の高い状態へと移行する事例は、一定時間続いた発話欲求が低い状態を脱却したことを示すため、短時間で発話欲求が高くなったり低くなったりする事例よりも、発話

欲求の本質的な高まりを示している箇所であると考えられる。そのため、10秒以上発話欲求が低い状態が続いた後に発話欲求が高まるタイミングに着目した。

4章1節で示したとおり、Fは正面の参与者に視線を向けやすいため、Fは正面の参与者から視線を向けられると発話欲求が高まるのではないかと仮説を立てた。各実験にてFの正面に着座した参与者(実験1ではU, 実験2ではS)からFへの視線に着目する。Fの発話欲求が高まる直前におけるUおよびSからFへの視線配布時間と、全範囲におけるUおよびSからFへの視線配布時間とを比較するために、 χ^2 検定を行う。

実験1のFの発話欲求が高まる直前について、正面に着座した「U>F」と「R>F」を比較したところ、有意差は認められなかった($\chi^2(1) = 0.28, p > .5$)。同様に「U>F」と「H>F」を比較したところ、有意差は認められなかった($\chi^2(1) = 0.28, p > .5$)。

実験2のFの発話欲求が高まる直前について、正面に着座した「S>F」と「U>F」を比較したところ、有意差は認められなかった($\chi^2(1) = 0.82, p > .25$)。同様に「S>F」と「H>F」を比較したところ、有意差は認められなかった($\chi^2(1) = 0.44, p > .5$)。

Fは正面に着座した参与者の視線によって発話欲求が促されているという仮説が棄却された。視線以外にFの発話欲求を促している要因が考えられる。5章では、Fと他参与者とのコミュニケーション特性に関わる相性が発話欲求の高まる要因となっている可能性があることについて述べる。

4.2.2. 他者からの視線とSの発話欲求

表11: 他参与者からSへの視線配布時間

(実験1)

	F>S	U>S	Y>S
全範囲におけるSへの視線配布時間(秒)	419	267	341
Sの発話欲求が高まる直前10秒間の合計視線配布時間(秒)	49	13	26

表 12: 他参与者から S への視線配布時間

(実験 2)			
	F>S	U>S	Y>S
全範囲における S への視線配布時間(秒)	305	318	270
S の発話欲求が高まる直前 10 秒間の合計視線配布時間(秒)	21	16	16

4 章 1 節で示したとおり, S は F に視線を向けやすいため, S は F から視線を向けられると発話欲求が高まるのではないかと仮説を立てた. 各実験における F から S への視線に着目する. S の発話欲求が高まる直前における F から S への視線配布時間と, 全範囲における F から S への視線配布時間とを比較するために, χ^2 検定を行う. 10 秒以上 S の発話欲求が低い状態が続いた後, 発話欲求が高まるタイミングを抽出し, 発話欲求が高まる直前 10 秒間の各参与者から S への視線配布時間を数え上げた(表 11, 12).

実験 1 の S の発話欲求が高まる直前について, 「F>S」と「U>S」を比較したところ「F>S」が有意に多かった ($\chi^2(1) = 8.41, p < .005$). 同様に「F>S」と「H>S」を比較したところ, 統計的有意とは言えないまでも「F>S」への視線が多かった ($\chi^2(1) = 3.16, p > .05$). また「F>S」と「H>S」と「U>S」を合算した値を比較したところ「F>S」が有意に多かった ($\chi^2(1) = 8.07, p < 0.05$).

実験 2 の S の発話欲求が高まる直前について, 「F>S」と「U>S」を比較したところ, 有意差は認められなかった ($\chi^2(1) = 0.90, p > .25$). 同様に「F>S」と「H>S」を比較したところ, 有意差は認められなかった ($\chi^2(1) = 0.20, p > .5$).

以上より, 実験 1 において S は F からの視線に促されて発話欲求が高まっていたと考えられたが, 実験 2 においては S の発話欲求と F から S への視線配布に相関関係は見られなかった. この結果には, 両実験における座席配置が影響したと考えられる.

4 章 1 節で示したとおり, S にとって F は視線を向けたくなる重要な相手である. さらに 3 章 4

節で示したとおり, S の発話欲求が高い可能性があるのは「A. 左手-頬杖」であり, 発話欲求が低いと考えられるのは「B. 両手-前」もしくは「C. 両手-膝上」である. 実験 1 で S は F からの視線を感じ取り, それに呼応して発話欲求を高めようとしている. 右隣に F がいると, R は発話欲求が高いと考えられる「A. 頬杖」の状態になりやすい. これは, F の方向へ視線を向け, 互いに視線を向け合いながら会話を進行させることが容易になる姿勢であるためと考えられる. しかし, 実験 2 のように正面に F がいる場合, S は「A. 頬杖」状態を作りづらい. 発話欲求が高いと考えられる「A. 頬杖」状態では, どうしても右方向に顔と身体が向いてしまい, 正面に位置する F と視線を交換しながら会話することが難しい. そのため, F が正面に着座した実験 2 では, S は自らの発話欲求を高めやすい発話欲求チャンネルと F との会話を両立させることが困難であったと考えられる.

5. 発話欲求 4 象限マトリクス

発話欲求 4 象限マトリクスとは, 発話欲求の高低と発話量からなる 2 軸の状態空間である (図 5).

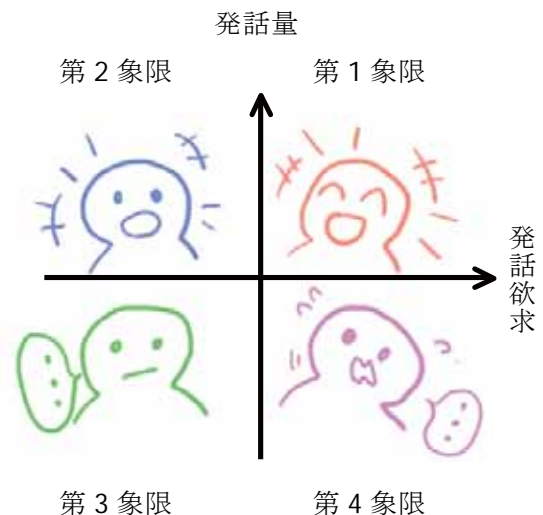


図 5: 発話欲求 4 象限マトリクス

- ・第 1 象限「満足の発話」…発話欲求が高く, 発話量も多い状態である. 発話したいと思っていて, 十分に発話できている.
- ・第 2 象限「義務的発話」…発話欲求は低い, 発話量も多い状態である. 積極的に発話する気持ちの高まりはないが, 発話している.

・第3象限「欲求は無く発話少ない」…積極的に発話する気持ちの高まりが無く、発話を控えている。

・第4象限「欲求は有るが発話少ない」…発話したいと思っているが、なかなか発話できない。

各参与者のある時点における発話欲求の高低と発話量の多寡から、当該時点での象限を決定することができる。発話欲求の高低は、各参与者の発話欲求チャンネルの値により判定する。発話量の多寡は、表1で示した発話量のデータから各参与者の平均発話量を算出し、5秒毎の単純移動平均が平均発話量より多いか少ないかで判定する。発話欲求4象限マトリクスを用いることで、象限の遷移傾向から各参与者の特性を推定し、他参与者の象限との共起関係を観察することで、参与者同士の関係性を考察できる。

5.1. 象限の遷移傾向からみる参与者特性

5.1.1. 象限の遷移傾向からみるFの特性

図6, 7は各実験におけるFの4象限マトリクスの状態遷移図である。両実験において、第1象限と第4象限の往來の遷移確率が最も高く、第2象限と第3象限の往來の遷移確率が次に高いことから、Fの発話欲求は頻繁に切り替わらないことが分かる。実験2においては、第3象限と第4象限の遷移確率が高いことから、発話欲求が低い状態から高い状態に遷移する際には、第2象限ではなく第3象限を介していることが多いことが分かる。つまりFは、義務的にでも発話して自らの欲求を高めるのではなく、まず発話欲求が高まってから、タイミングを見計らって発話する傾向にあると考えられる。

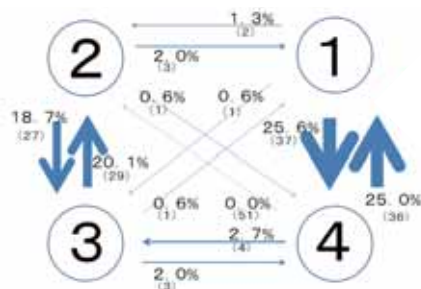


図6: 4象限マトリクスの状態遷移図(実験1・F)

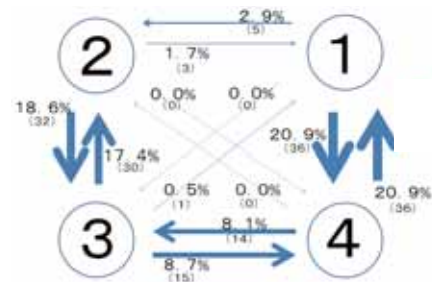


図7: 4象限マトリクスの状態遷移図(実験2・F)

5.1.2. 象限の遷移傾向からみるSの特性

図8, 9は各実験におけるSの4象限マトリクスの状態遷移図である。第2象限と第3象限の往來の遷移確率が最も高いことから、発話欲求が低い状態は続きやすいことが分かる。実験1と比べて実験2では、第1象限と第4象限の往來の遷移確率が増加している。両実験において、Sは第2象限を介して第1象限へ遷移する回数がFよりも多い。特に実験2ではその傾向が顕著である。Sは、まず義務的な発話を多く行うことで、自らの発話欲求を高めるのではないかと考えられる。気の進まないことでも、まずはやってみる、という性格が表出した可能性がある。

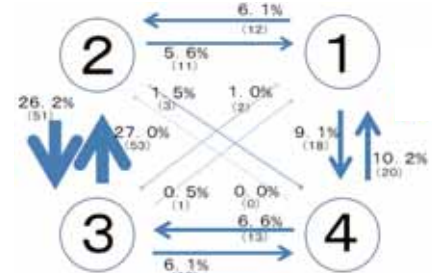


図8: 4象限マトリクスの状態遷移図(実験1・S)

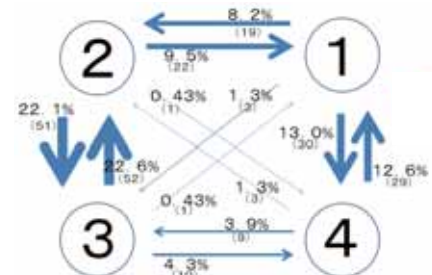


図9: 4象限マトリクスの状態遷移図(実験2・S)

5.1.3. 象限の遷移傾向からみるUの特性

図10, 11は各実験におけるUの4象限マトリクスの状態遷移図である。第1象限と第4象限の往來の遷移確率が高いことから、Uは発話欲求が高い時、そのまま欲求が高い状態を維持しやすいことが分かる。また実験1にて、発話欲求が高ま

る時には第2象限を介している一方、実験2では、第3象限を介して発話欲求を高めている。発話欲求が高まる際の遷移について、実験1ではSと同様の傾向、実験2ではFと同様の傾向を示している。

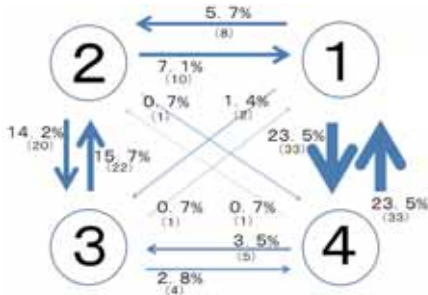


図 10: 4 象限マトリクスの状態遷移図

(実験 1・U)

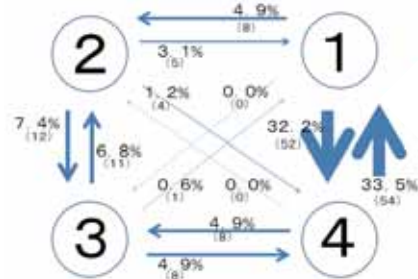


図 11: 4 象限マトリクスの状態遷移図

(実験 2・U)

5.2. 参与者間の象限の相互作用

時間軸上において、参与者 3 名の象限がどのように相互作用していたかを分析する。まずは、会話データを経過時間に沿って機械的に 10 等分し、各区間にて高確率で出現した象限 (上位 2 種) を、参与者毎に一覧する (表 13, 14)。実験 1 の分析対象時間 (22 分 06 秒間) を基準として、2 分 12 秒毎に 10 等分した⁶。例えば表 13 において、第 1 区間の F は、第 1 象限の割合が最も高く、次いで第 4 象限の割合が高かったことを意味する。全てのセルについて、上位 2 個の象限の組み合わせ毎に色付けした。赤色のセルは第 1 象限と第 4 象限、つまり発話欲求は総じて高いまま、発話量は上下する組み合わせである。緑色のセルは第 1 象限と第 2 象限、つまり発話量は総じて多いが、発話欲求は上下する組み合わせである。黄色のセルは第 2 象限と第 4 象限、つまり発話欲求が高い時には発話できず、発話欲求が低い時には発話するという、自らの欲求に矛盾した組み合わせである。

2 象限と第 3 象限、つまり発話欲求は総じて低いまま、発話量は上下する組み合わせである。水色のセルは第 3 象限と第 4 象限、つまり発話量は総じて少ないが、発話欲求は上下する組み合わせである。桃色のセルは第 1 象限と第 3 象限、つまり発話欲求が高い時には十分に発話し、発話欲求が低い時には発話しないという、自らの欲求に忠実な組み合わせである。黄色のセルは第 2 象限と第 4 象限、つまり発話欲求が高い時には発話できず、発話欲求が低い時には発話するという、自らの欲求に矛盾した組み合わせである。

表 13: 各区間における象限遷移 (実験 1)

区間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	1, 4	4, 1	4, 1&2	2, 3	3, 2	4, 3	1, 2	1, 4	3, 4	1, 2
S	2, 3	3, 2	2, 3	3, 2	2, 3	1, 2	2, 3	4, 1	3, 1	2, 3
U	1, 3	1, 4	1, 4	4, 1	1, 4	4, 3	4, 1	3, 2	2, 3	2, 3

表 14: 各区間における象限遷移 (実験 2)

区間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	4, 1	1, 3&4	3, 4	4, 1	4, 1	3, 4	4, 1	4, 1	3, 2	2, 3
S	3, 2	1, 4	1, 4	2, 1	1, 4	4, 2	3, 2	3, 2	2, 3	3, 2
U	4, 1	3, 4	1, 2	1, 4	1, 4	1, 4	1, 4	1, 4	4, 1	4, 1

実験 1 における象限遷移 (表 13) について、発話欲求の高まり (赤色のセル) に着目すると、区間 1, 2 では F の発話欲求が高かったが、区間 2 にて U の発話欲求が高くなり、区間 3~5 では U のみ発話欲求が高い状態が続く。区間 6 で局面の変化が起こり、区間 7 では U の発話欲求が高かったが、区間 8 にて F と S へ発話欲求の高まりが移行する。区間 9 では F と S の発話欲求が上下し、U は発話欲求が低いままである。区間 10 では、S や U と比べて F の発話欲求がやや高い。発話欲求が総じて高い状態を指す赤色のセルが参与者間で移譲されているのは、区間 2 から 3 と、区間 7 から 8 の 2 箇所である。

5.2.1. F から U へ移譲される発話欲求

実験 1 (表 13) で F から U へ発話欲求が移譲される区間 2, 3 を考察する。周辺の区間 1~3 に着目する。

区間 1 で F は第 1 象限の割合が最も高く、高い発話欲求が満たされている状態である。U は第 1 象限と第 3 象限の割合が高く、自らの発話欲求に忠実な組み合わせである。区間 2 においても F の発話欲求は総じて高いものの、第 4 象限の割合が

⁶ 実験 1 の終わり 6 秒間、実験 2 の終わり 113 秒間は分析対象範囲から除外した

最も高く、十分に発話欲求が満たされなくなる。Uは第1象限の割合が最も高くなり、十分に発話欲求が満たされる。区間3でFは第2象限の割合が高くなる。これは発話欲求が低くなったことを示す。Uは引き続き発話欲求が高まったままである。ここで、FからUへ発話欲求が移譲されたことが示唆された。

5.2.2. UからFへ移譲される発話欲求

実験1(表13)でUからFへ発話欲求が移譲される区間7, 8を考察する。周辺の区間5~8に着目する。

区間5では、Uのみの発話欲求が総じて高く、FとSの発話欲求は総じて低い。区間6では、FとUの発話欲求が共に総じて低くなる。一方でSは第1象限と第2象限の割合が高くなり、実験1において初めて発話欲求の高まりを見せる。区間7では、Fは第1象限と第2象限の割合が高くなり、区間6と比べて発話欲求も発話量も増加する。Uは総じて発話欲求が高い。Sの発話欲求は再び総じて低くなる。区間8では、FとSの発話欲求が共に総じて高くなる一方、Uの発話欲求は総じて低くなる。

区間2~5ではUの発話欲求が高く、FとSの発話欲求が低い状態が続いていた。ところが区間6でFとUの発話欲求が下がった時、Sの発話欲求が高まった。FとUの発話欲求が低くなったのを感じ取ったSが、場を繋ぐために発話しなければならないと感じて発話欲求を高めたのではないかと考えられる。

FとUは気ままな性格である一方、Sは些細なことに気づいて気配りする性格である。SはFとUの内情を察知し、場を調整したと考えられる。区間6にてSが場を調整すると、直後の区間7にてFとUの発話欲求が高まった。Sの調整が奏功し、他参加者の発話欲求が再び引き上げられた可能性がある。

区間7で発話欲求が高まったFとUだが、Uは第4象限の割合が最も高く、Fは第1象限の割合が最も高い。さらに、区間8ではFの発話欲求は総じて高くなるが、Uの発話欲求は総じて低く

なる。区間7にてUの発話欲求は満たされないまま、区間8にて低下したと考えられる。区間7にて発話欲求が高かったFとUのうちFの発話欲求が実現したのは、SがUでなくFの発話欲求に乗じたためかもしれない。

5.2.3. 同期するFとSの発話欲求

FとSの発話欲求の組み合わせが同期する箇所がある。実験1(表13)では、FとUは区間2、SとUは区間10で一度ずつ同期しているのに対し、FとSは区間4, 5, 8の3箇所同期する。3箇所とも、互いの第1位の象限と第2位の象限が同じであり、2者間での象限の衝突がないことが分かる。実験2(表14)では、区間5, 9, 10にて発話欲求の組み合わせが同期する。実験1と同様に実験2でも、3箇所とも互いの第1位の象限と第2位の象限が同じである。

この傾向は、両者のコミュニケーション特性が類似していることを示唆する。4章で示したとおり、SはFの存在に影響を受けている。第1位の象限と第2位の象限が衝突しないのは、SがFの発話欲求や発話量を察知し、自らの発話欲求をFに寄り添わせているためであると考えられる。

5.2.4. 場を調整するS

5章2節2項で言及した場を調整するSについて、実験2(表14)でも類似例が観察されたので考察する。

実験1と同様、実験2でもFとUの発話欲求が共に低くなる場面が見られる(区間2)。そこでSは第1象限と第4象限の割合が高くなり、発話欲求を高める。区間3でもFは第3象限、Uは第2象限の割合が高く、FとUの発話欲求が上昇しきらない。そのためSの発話欲求が高く保たれていると考えられる。

Sの発話欲求が総じて高い区間は、実験1では1区間、実験2では3区間のみである。発話欲求が上がりづらいSは、FとUの発話欲求が低くなった時に発話欲求を高めている。他参加者の発話欲求が低下し、参加者間の発話欲求の均衡が保たれなくなるのを避けようとした可能性がある。参加者全員の発話欲求が低迷してしまうと、次話者

選択が難航することがある。Sはこの局面を打開するために、自らの発話欲求を高め、再び他参加者の発話欲求を引き上げようとしたことが考えられる。

6. おわりに

発話欲求という心的状態の観点から、多人数インタラクションにおける各参加者のコミュニケーション特性、参加者同士の関係性を解明する方法を提案し、分析した。発話欲求の同定には、各参加者の特性を反映した発話欲求チャンネルを用いることで、各参加者のコミュニケーションにかかわる個人固有性に即した分析方法を提案した。

本研究では、第一著者自らが被験者となり、日頃から交流のある相手を被験者として招聘し参加観察するという手法を採った。傍観者として参加観察した第二著者も、第一著者および3名の被験者とは親しい間柄である。各参加者の発話欲求チャンネルの特定にあたっては、観察対象者の性格を理解している第一著者と第二著者による主観的印象が多分に反映されている。各参加者のコミュニケーション特性を、日常的に理解しているからこそ解釈可能な記述による分析をめざした。

今後は分析方法の改良を重ね、分析の妥当性を確保する必要がある。ある参加者において発話欲求チャンネルとして分析したモダリティを、他参加者において同様に分析したり、本稿の分析対象者以外に適用して分析したりして、発話欲求チャンネル特定の妥当性を担保しなければならない。分析対象者の発話欲求チャンネルが、本稿での被験者以外との会話の中でも使用されるか否かも分析し、各参加者におけるチャンネルの普遍性が存在するかを検討することも課題である。分析対象者の個人固有性を考慮しつつ、妥当性の高い分析結果を提示できる体系的手法の確立に向け、改良を進める見込みである。

謝辞

実験に協力いただいた被験者各位、有益なコメントを頂戴した査読者各位に感謝する。

参考文献

- [1] 榎本美香, 伝康晴, (2003) "3人会話における参与役割の交替に関わる非言語的行動の分析", 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-A301, pp. 25-30.
- [2] 榎本美香, 伝康晴, (2011) "話し手の視線の向け先は次話者になるか", 社会言語科学, Vol. 14, No. 1, pp. 97-109.
- [3] Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G., (1974) "A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation", *Language*, No. 50, pp. 696-735.
- [4] 徳永弘子, 武川直樹, 寺井仁, 湯浅将英, (2010) "発話志向態度の表出・理解と発話調整に基づく話者交替分析: 3人会話における「話したい/聞きたい」態度表出の効用", 電子情報通信学会技術研究報告, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol. 110, No. 185, pp. 49-54.

文化伝承を支える多世代協働インタラクションにみられる 「指揮」と「指導」の分析

Analysis of 'direction' and 'mentoring' for maintaining culture tradition through multi-generational cooperative interaction

榎本 美香¹, 伝 康晴²
Mika Enomoto¹, Yasuharu Den²

¹東京工科大学メディア学部, ²千葉大学文学部
¹School of Media Science, Tokyo University of Technology, ²Faculty of Letters, Chiba University
menomoto@media.teu.ac.jp, den@cogsci.L.chiba-u.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to examine situations in which two speech acts embedded in multi-generational cooperative interaction, namely 'direction' and 'mentoring,' are performed and to describe the sequential organization that makes these acts appropriate. We analyze interaction data from the recordings of the preparatory work for the fire festival at Nozawa. We wish this study to offer the key to understand activities that enable culture tradition from generation to generation.

Keywords — Direction, mentoring, speech act, multi-generational cooperative interaction, culture tradition, Nozawa

1. はじめに

“I name this ship the *Queen Elizabeth*.” “I bet you six pence it will rain tomorrow.” 「文を口に出して言うことは、当の行為を実際に行うことに他ならない」[1]。オースティンは続けて言う。

ただし言葉を発することは、多くの場合、行為の遂行における中心的出来事の一つであるが、それがその行為が遂行されたと考えるための唯一必要な出来事であるということは、通常は一般的には成り立つ事柄ではない。一般的にいつても、まず第一に、いかなる場合においても、言葉が発せられる状況が適切でなくてはならない。第二には、極めて多くの場合、言葉を発している本人あるいは関係する他の人々が、身体的・精神的な行為、あるいは引き続き何かを言うという行為などの、当の遂行的発言とは別の行為もまた遂行しなくてはならないということになる。

本研究の目的は、多世代協働インタラクションの場において、立場の異なる人々が特定の言語行為

を遂行するとき、それがどのような状況において適切になっているのか、その言葉を発した本人ならびに関係する他の人々が引き続き何を行うことになるのかを、実際の物理的環境に埋め込まれた社会的関係性を色濃くもつ人々のインタラクションデータに基づき分析することである。

本研究では、地縁的コミュニティの中で生い育った人々が道祖神祭りという重要無形文化財を設え、伝承するために行う多世代協働インタラクションの場においてみられる「指揮」と「指導」という言語行為に着目する。辞書的な定義によれば、「指揮」とは、ある職務権限を与えられた個人が、その権限に基づき集団または個人に対し意思を表示し、その意思に従わせることである。「指導」とは、本来、下級者の権限において処理すべき事項について、これを効率的に実施させるために、上級者が下級者に対して所要の助言を与えることである。ここでは、これら行為に前後する行為連鎖を分析し、立場の異なる人々が当の遂行的発言を成立させるためにいかにして行為の連鎖を組織していくかを明らかにする。そして、局所的な一つ一つの言語行為の遂行を通じて、上の世代から下の世代へと文化伝承が生じていく仕組みについて考える。

2. 野沢温泉道祖神祭り

本研究が分析対象とするのは、地縁的結合に基づく自治コミュニティ(惣)である「野澤組」に属する人々である。「惣」とは、中世における荘園制の中で、水利配分や水路・道路の修築、戦乱や盗賊からの自衛を契機として形成されていった村落共同体である。この共同体はその範囲内に住む惣で(すべて)の構成員から成立していたため「惣」と呼ばれる。野澤組の記録は近世(享保年間)から始まるが、今日まで温泉利用権やスキー場、共有林などの共有財産を保持する日本に唯一残存する惣コミュニティとなっている。金子ほか[2]は、天

然資源である温泉の湯の利用法や配分法、入湯の作法、温泉の保全法、それらにしたがう「もてなし」や「しつらい」などを保持する「温泉権」の保持が近世的組織の持続を決意させた理由であるかと考察している。

現在の野沢温泉村には13の共同浴場があるが、そのうちの11ヶ所の共同浴場は「湯仲間」と呼ばれる、湯を生活のために利用している伝統的な部落民のまとまりを単位として、維持費の捻出や補修、清掃が行われている[3]。野沢観光協会の森氏曰く、「手も出してるしお金も出してるんで自分の湯」という意識が働くらしい。家族の中の誰かが風呂で聞いてきたことが家で話され、また家族がそれをそれぞれ風呂で話すから、あっという間にあらゆる新規情報が村中に伝わるそうである。また、湯仲間ごとに持ち回りでなされる風呂の掃除には、それなりの時間がかかり、この間にも最近生じた出来事の情報交換がなされるという。すなわち、湯を中心とする情報ネットワークが村中に張り巡らされており、すべての村民どうしが十全すぎる対人関係と膨大なる共有知識を有しているのである。

この結束したコミュニティの中で古くから受け継がれてきた民俗行事が「道祖神祭り」である¹。祝詞によれば、道祖神は八衢比古(つちまたひこ)と八衢比売(やちまたひめのかみ)を指し、村の災いを防ぎ繁栄を祈願する祭りである。祭りに際しては、野澤組惣代が総元締めとなり、経験者の中から選ばれた山棟梁や社殿棟梁などの援助のもと、「三夜講」と呼ばれる、数え年で42歳に連なる3世代の男たちが3年間同じメンバーですべての作業を行う。また、この作業には数え年25歳になる青年たちが加わる。この中で数え年42歳にあたる者がその年の幹事役を務める。「野沢の男たちはこの祭りに携わることは、宿命的なものとして受け止めており、この厄年行事を務めることにより、初めて村の大人の仲間入りができ、一人前として認められるとされる」[4]。この行事に関わる男性は、今年の設定を手抜きなく行うばかりではなく、その設け方を次の世代に伝承していくことを所与の責務であると捉えているのである。

この集団において、長幼の序、各自に割り当てられた役回りに対して付与される権限は絶対視される。封建的社会的残存であるとも捉えられるが、文化財としての祭りを毎年同形のまま運行し続けていくための実利的効能も大きい。三夜講の各世代の集団は、上組・中組・下組と呼ばれ、下の

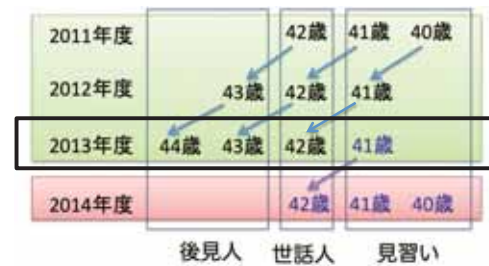


図1 「三夜講」の構成員

者は上の者に従う。同一集団の中には、道祖神委員長、道祖神副委員長、総括、副総括、事務局長と呼ばれる5役が存在し、各役に応じた責務と権限が与えられる。

本研究の収録を行った年はちょうど、三夜講メンバーが3年目を迎える年であった(図1参照)。2013年1月に数えで厄年42歳となる「郷愛会」(下組)が世話人として幹事を務める²。前年、前前年にこの厄年を終えた、43歳からなる「牡丹会」(中組)、44歳からなる「月光会」(上組)も後見役として参加する。また、来年度から新しく組織される三夜講の上組にあたる数え年41歳の「寶友会」が祭り作法を受け継ぐ紐帯として見習い役で参加している。これに数え年25歳となる「元会」ならびに、前三夜講の各世代の道祖神委員長・道祖神副委員長の6名とさらにその上役である山棟梁、社殿棟梁らからなる「保存会」のメンバーが加わる。

各会の中には、それぞれ道祖神委員長、道祖神副委員長、総括、副総括、事務局長の5役の他にも、道具係長、縄係長、桁係長、運営係長、ぼや長などの役職につく者が決められている。道祖神場・桁割り場・惣代倉庫など村内各所で祭りの準備作業が分業して進められるが、基本的には世話人である「郷愛会」と見習いである「寶友会」の同一役職の者が常に協働する(図2参照)。また経験知を要する重要な祭りの設けの局面においては、



図2 世代間協働のしくみ

¹ 村の道祖神碑には「天保十巳亥年(1839年)」と刻まれており、火元の河野家には「文久三年年(1863年)道祖神小豆焼帳」という記録が残っている。

² 野沢では、各学年ごとに「会」という名称がある。高校を卒業するあたりで自分たちで付けるそうである。



図3 委員長による「指揮」

これを世話人経験者である「月光会」「牡丹会」の各役職の者が手伝う。さらに、桁材や御神木の選定・伐採、社殿造営といった専門知識や特殊技能が必要な場面では、山棟梁、社殿棟梁などの役員が立ち会う。

この中で、祭りを執り行うべき最大の権限が与えられているのは世話人である郷愛会の委員長であり、「指揮」を行うべき職務権限をもつ。この委員長に対し、経験者である月光会、牡丹会の委員長は「指導」すべき立場にある。また、この3世代の委員長たちが、新米の賣友会委員長に対し様々な教示と指導を行うことは常に指向される。

3. 分析資料

収録場所 惣組織「野澤組」が存続する長野県高井郡野沢温泉村

収録日時 2012年10月6-7日、2013年1月12-16日

収録場面 道祖神祭りに関わる準備作業の場面。社殿と呼ばれる高さ10数メートル、広さ8メートルの社を1月15日の正午までに完成させるために行われる様々な所作を収録対象とした。10月の収録では、社殿の材料となる木材を山で伐採・引き出すといった場面を中心に収録している。1月の収録では、社殿の芯木となる木を山から引き出し、10月に切り出してあった木と共に組み立てるといふ作業を中心に収録している。

対象 本研究では、10月に収録したデータのうち、社殿の中心に据えられる重要な材料である「御神木」の伐採・引き出し場面を分析対象とする。

4. 分析

4.1 「指揮」の典型

10月に行われた御神木1本目引き出しにおいてやりとりされた会話を付録1に示す。図3中枠線で囲った人物が世話人である郷愛会の道祖神委員長（以下「委員長」）であり指揮を行う権限を担う。指揮の受け手は、他の郷愛会（図3中右手）ならびに、一つ上の世代である牡丹会（図3中左手）で

ある。この活動の目的は、山中で伐採した御神木をゲレンデ下まで引き出すことである。

事例1に指揮の典型例を示す。指揮は、木を引く前準備が整ったことを確認する発話から始まる（03）。指揮の受け手がこれを承認すると（04）、直近の移動目標の提示（05）と受諾（06）が続く。ここで、行動開始の号令が発せられ（07）、その応諾（08）がなされる。すぐに行動開始の掛け声がかかり（09）、引き手たちが一斉に合いの手「よいしょ」（10）を打つと同時に、木に掛けた縄を引くという行動を起こす。順調にことが進む限り、行動継続の掛け声（11）と行動継続の合いの手ならびにそれに伴う行動（12）が繰り返される。

【事例1】

03 委員長:	いいかあ	[前準備終了の確認]
04 一同:	おい	[前準備終了の承認]
05 委員長:	このまんままっすぐバックさせるからな	[移動目標の提示]
06 一同:	おい	[移動目標の受諾]
07 委員長:	行くぞ	[行動開始の号令]
08 一同:	おい	[行動開始の応諾]
09 委員長:	せーの	[行動開始の掛け声]
10 一同:	((縄を引きながら)) よいしょ	[行動開始の合いの手]
11 委員長:	せーの	[行動継続の掛け声]
12 一同:	((縄を引きながら)) よいしょ	[行動継続の合いの手]

途中で何らかのトラブルが生じて中断し、再度引き出しの指揮が開始される場合には、移動目標の提示から開始される。事例2にその典型例を示す。まず移動目標が提示され（72）、これが受諾される（73）と、行動再開の号令が発せられ（74）、応諾される（75）。行動再開の掛け声（76）に対し、その合いの手とともに実際の行動が再開される（77）。

【事例2】

72 委員長:	この頭を:ここへ持ってくるからな:	[移動目標の提示]
73 一同:	おい	[移動目標の受諾]
74 委員長:	行くぞ:	[行動再開の号令]
75 一同:	おい	[行動再開の応諾]
76 委員長:	せーの	[行動再開の掛け声]
77 一同:	((縄を引きながら)) よいしょ	[行動再開の合いの手]

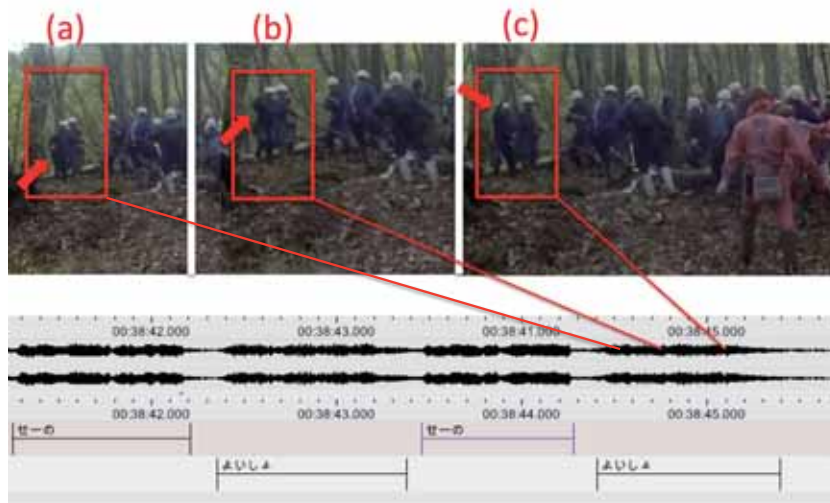


図4 「よいしょ」間に開始される制止動作



図5 牡丹委員長による「指導」

((「せーの」「よいしょ」を4回繰り返す)) [行動継続]

指揮はこのように、指揮権をもつ者が全体へ向かって「移動目標の提示」「行動開始/再開の号令」「行動開始/再開の掛け声」を行うことによって遂行される。この指揮を完成させるためには、それぞれの発話に引き続き、指揮を受ける者が「移動目標の受諾」「行動開始/再開の応諾」「行動開始/再開の合いの手(と実際の行動)」を遂行する必要がある。

4.2 「指揮」への「指導」

次に、指揮者の提示した木の移動ルートに支障が生じたケースをみよう。事例3は事例1の続きである。引き手たちの「よいしょ」(12)に伴う木の移動によって、御神木の根元が切り株に引っかかる。この「よいしょ」が開始されると同時に一世代上の委員長(以下「牡丹委員長」)が動きを制止するジェスチャーを行っている(13)。「よ」の段階ですでに牡丹委員長は手を上げ始めている(図4(a))、「い」の段階では手が高く挙げられ(図4(b))、「しょ」では手前、委員長の方へ走り出す

(図4(c))。そして、図5の位置まで出ながら委員長に向かって「止める止める止める」と木の移動を中止させるように言う(14)。

【事例3】

- 11 委員長: せーの
- 12 一同: ((縄を引きながら))
- [よいしょ]
- 13 牡丹委員長: [((手を挙げて止まれのジェスチャー))
- ((御神木根元が切り株に引っかかって止まる))
- 14 牡丹委員長: ((委員長に向かって走り寄りながら))
- 止める止める止める.
- 15 郷愛会1: ((委員長に向かって、
- 牡丹委員長を指差す))
- 16 牡丹委員長: 一回あたま
- 17 委員長: ((御神木根元の状態を確認しに、
- 牡丹委員長の方へ))
- 18 牡丹会1: ((周囲に向かって))
- おい一回ケツ降るぞ:
- 19 一同: おい
- (中略)
- 26 委員長: ((牡丹会一同と郷愛会一同の
- 中間辺りまで戻る))
- 27 委員長: ((牡丹会一同の間から
- 牡丹委員長をのぞき込んで))
- じゃそこ持ち上げて振る
- 28 牡丹会一同: あい
- 29 委員長: じゃ前でじっとしてますよ
- 30 牡丹会一同: あい



図6 「月光委員長」(左)と「實友委員長」(右)

ここで興味深いのは、「よいしょ」(12)が開始された段階で制止動作に入っているということは、その時点で御神木が切り株に接触することが牡丹委員長によってすでに予期されているという点である。この時点で直接引き手たちに向かって停止命令を発することも可能だったはずである。にも関わらず、牡丹委員長は委員長に見える位置まで走り出て、木を引かせるのを「止める」と言うのである。御神木が切り株に引っかかることや、その結果引き手たちが余分に木を移動させなければなくなることよりも、全体を指揮して木を止めたり進路を修正するのは委員長が行うという権限が尊重されているのである。

この後、委員長に対して、「一回あたま」(16)を前に出して進路を変更するよう提案している。牡丹会のある引き手の「おい一回ケツ降るぞ」(18)という発言を受け、最終的に委員長は牡丹委員長に向かって「じゃそこ持ち上げて振る」(27)という修正案を提示し、これに対して牡丹会の引き手たちが一斉に「あい」(28)と受諾している。「おい一回ケツ降るぞ」(18)という進路修正案の提示方法も非常に興味深い。牡丹会の引き手たちは、委員長に直接指揮の指導をするのではなく、周囲の同世代の者に向かって進路案を示すという形で、どう木を動かせばこの接触が解消するのかを提示しているのである。委員長が牡丹委員長に確認する形をとってこの進路案に沿った移動目標の提示(27, 29)を行うと、牡丹会一同は即座に全員が受諾する(28, 30)。牡丹会の引き手たちは、指揮を受ける者という立場を守りながら、委員長による指揮の遂行を完成させるように振舞っていることが分かる。

20メートル近い大木を動かすにあたって、どこに障害が生じるか、そのすべてを一人の視点で判断するのは難しい。それでも委員長という役回り

上「指揮」せざるを得ない下の世代の者に対して、年長者たちが指揮権を尊重しつつも所要の「指導」を必要なタイミングで行うことで補っている。

4.3 「指揮」の交替

付録2は御神木2本目の引き出しにおいてやりとりされた会話である³。図6中枠線内右手の人物が見習いである實友会の道祖神委員長(以下「實友委員長」)であり、今回初めて引き出しの指揮を行う。一方、図6中枠線内左手の人物は、現行の三夜講中最年長組である月光会の委員長(以下「月光委員長」)であり、實友委員長への「指導」を行う。図6では藪の中に隠れてしまっているが、木の先頭に實友会の引き手、木の真ん中に月光会の数人の引き手、その後ろに初めて引き出しを経験する数え年25歳の元会の引き手がついている。

實友委員長は初めての引き出しの指揮であり、こういった指示を出すかを逐一後ろで月光委員長が指導する。しかし、主な引き出し手が初心者である實友会と元会であることも加味し、一声ごとに木の動きが止まってしまう。

事例4では指揮者が交替する。實友委員長が木の頭を上へ振るという「移動目標の提示」を早すぎる段階でしかけたとき(245)、月光委員長は全体に向かって「まだ頭振らねえから」と指揮の修復を自ら実行する。この辺りから木の真ん中付近にいた月光会の引き手が直接月光委員長に移動方向を訊ねだし(251)、月光委員長と月光会の引き手が口々に實友会と元会の引き手たちに指示を出す(255-281)。ただし、月光会引き手の指示の相手は、實友会と元会の引き手たちであって、實友委員長に対してではないことにも注目しておきたい。

³ 人名は仮名

【事例4】

- 244 賣友委員長: ストップ
 245 賣友委員長: じゃこれで頭
 246 賣友委員長: あ止まれ
 247 一同: <笑>
 248 月光委員長: ((全体に向かって))
 まだ頭振らねえから:
 [向こうまで出て:]
 249 月光会5: [うん [うん
 250 月光委員長: でこっちから下へ.
 ここ.ここまで来たら下行くから
 251 月光会5: ここ抜けるんか?
 252 月光委員長: これここ抜けよ
 253 月光委員長: だから下の人は上へ.上へやんべえや
 254 賣友会6: はい
 255 月光委員長: 下にいる人は上へ上がってくれ:
 256 ???: はい
 (中略)
 270 月光委員長: したらもうこっちくる
 271 月光委員長: いやもうこっちがわいいから
 272 月光委員長: 今度こっちがわから
 273 月光委員長: で.半分からそっちは上
 274 一同: はい
 275 月光委員長: そう
 276 月光会6: 間上へついてべっとう上上げろ.
 木の上へつけ
 277 月光会6: [賣友会.さきつちよ上へつけ.
 さきつちよ]上上上
 278 月光委員長: [(?)を中心に.こういう風に.
 こういう風に]
 279 月光委員長: もう一本そこに木あ(紐まける)
 280 月光会6: 上へついて引っ張れ
 281 賣友会一同: はい
 282 月光委員長: いいか.じゃ正和ちょっと
 俺についてる
 283 賣友委員長: はい
 284 月光委員長: 行くよっ
 285 一同: はい
 286 月光委員長: せーの
 287 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 (中略)
 313 月光委員長: よしこれでいける.
 314 月光委員長: じゃ正和[.ここでおめえ(の出番)
 つるつるってみ
 315 賣友委員長: [はい

木の移動を開始するにあたって、月光委員長は「いいかじゃ正和ちょっと俺についてる」(282;「正和」は賣友委員長の名前)としばらく指揮権を引き受ける申し出をする。そして、難しい木の旋回が終了した時点で、指揮権を再度賣友委員長に戻す発言(314)を行なっている。この指揮の交替は一見、指揮権への配慮が行われている前節の事例と相反するようにみえる。しかし、そうではない。むしろ、「行動開始/再開の号令」や「行動開始/再開の掛け声」といった指揮の中心的行為の遂行を移譲させるときに282や314のような明示的言及を行っているということは、指揮権が本来は賣友委員長にあるということを、指導する立場の月光委員長も志向していることを示していると言える。

5. 考察

オースティン[1]が言うように、船を命名する場合、その発言者はその船を命名するよう選ばれた当の人物であることが不可欠の条件である。賭けが成立するためには、その賭けの申し出に応ずる者が存在しなくてはならない。本論文では、「指揮」と「指導」という言語行為が適切に遂行されるにあたり、

1. ある一定の状況においてある一定の人々がある一定の言葉を発言するという手続きがあること
2. その手続きの発動に対して、ある与えられた場合における人物および状況が適切になること

をみてきた。

4.1節では、20メートル近い大木を山中から引き出すという状況において「指揮」が遂行されるとき、指揮を行う者と指揮を受ける者が、交互に特定のタイプの発話と身体動作からなる隣接対を順番に行なっていくことをみた。4.2・4.3節では、指揮者を「指導」する異なる立場の人々が、それぞれに適切なやり方によって指揮者を導くことを示した。4.2節において、自ら指揮者になりえる立場の牡丹委員長は、現行の指揮者である委員長に対し直接指揮の仕方を指導していた。指揮権を有していないが指揮すべき方向性を知る牡丹会引き手は、同じ立場の引き手に進路案を示すことによって、間接的に委員長にそれを提示していた。4.3節において、指揮権を有していない月光会引き手は、どこでどのように引けば良いかを下の世代の引き手たちに対して指示していた。指揮者になりえる立場の月光委員長は、指揮権の移譲を行うことを宣言して、現行の指揮者である賣友委員長と指揮を交替していた。

これらの分析から、潜在的な指揮権を有するかどうかによって、誰にどのような指導を行うことが適切になるのかが決まってくるのがわかる。この「三夜講」内の指揮権保持者と指導者の関係を図7に示す。図中の塗り矢印は指導の方向、白抜き矢印は指揮の方向を表す。委員長たちは御神木

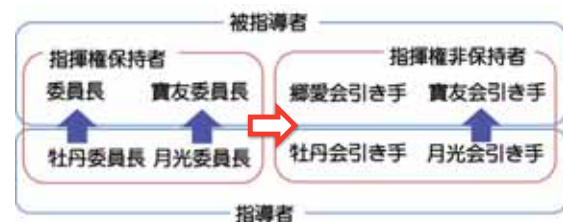


図7 「三夜講」内の指揮権保持者と指導者の関係

引き出しの指揮をとる資格をもつ指揮権保持者である。一方各会の引き手たちは指揮権をもたない指揮権非保持者である。また、牡丹委員長、牡丹会引き手、月光委員長、月光会引き手は引き出しに関する技術や知恵を身に付けている指導者である。この図をみると、牡丹委員長、月光委員長が指揮権保持者であり指導者であるという特殊な立場にあることが分かる。この2人は、指揮の指導もできれば、指揮権の交替もできる。一方、牡丹会引き手、月光会引き手は指導的立場にあるものの、指揮権被保持者である。従って、下の世代の引き手に対しては指導できるが、指揮者への指導を行う権限は有さない。指揮者への助言を行う場合は、事例3のような間接的方略が取られる。

さらに事例分析から、牡丹会と郷愛会の組み合わせ、月光会と賣友会の組み合わせでは、指導のあり方が異なることが分かった。直近の2世代である郷愛会と牡丹会の引き出しでは、牡丹委員長は郷愛会の委員長の指揮権を最大限尊重する形での指導を行なっている。また、牡丹会引き手が郷愛会引き手に引き出し方の指導をする場面は見受けられない。これは、三夜講3年目の年であり、郷愛会各人が引き出しに対してそれなりの経験知を有していること、一つしか年齢差がないこと、本年度の火祭りの幹事役であることなど様々な理由が考えられる。一方、三夜講上組の月光会と見習いの賣友会の引き出しでは、月光会各人が下の世代の引き手に対して様々な助言を行なっている。月光委員長にいたっては、途中で指揮を交替している。これにも、賣友会各人が引き出しに関して初心者であること、年齢差が3歳あること、賣友会が来年度から三夜講上組として全体を3年間手引きしていくそのノウハウを今年中に身につけておく必要があることなどの理由が考えられる。いづれにせよ、経験知が中程の組どうし、経験知の最大組と最小組の組み合わせを作ることによって、平均をとれば同量の経験知になるよう体系化されている点が興味深い。

この引き出し場面に代表されるように、火祭りの準備全般に渡り、上の同役の者が下の同役の者に付き添い、自分たちの代で得た経験知を交えながら、祭りを共に設える。月光委員長の口ぐせは「俺達のときは」であり、郷愛会の人々が最も口にするのは「あれ去年どうだったっけ?」である。テントの設営から杭打ち、道祖神木造周辺の縄張りなど細々とした作業の一つ一つにおいて、昨年通りの位置に昨年通りのモノが配置されることが極度に指向される。昨年度の写真や先代から受け継がれたマニュアル書類も参照されるが、やはり昨年の経験者が付きそうという多世代協働インタラ

クションのシステムが、祭り執行のための知恵や技術の継承を保障する根幹であろう。局所的にやりとりされる一つの言語や非言語の行為を何日にも渡り行い続けることにより、高度に体系化された火祭りの設え方を上の世代から下の世代へ受け渡すという活動が行われているのである。

謝辞 本研究は、国立情報学研究所インタラクションサイエンスプロジェクト「ロボットは井戸端会議に入れるか」(代表: 坊農真弓)ならびに戦略研究公募型共同研究「非成文化惣コミュニティ文化の伝承を支える世代間協働インタラクションの理解」(代表: 榎本美香)からの助成を受けています。

参考文献

- [1] J. L. Austin (1962). *How to do things with words*. Oxford: Oxford University Press.
- [2] 金子郁容・松岡正剛・下川辺淳 (1998). ボランティア—経済の誕生. 実業之日本社.
- [3] 早稲田大学法学部 民事法黒木ゼミ (2010). 温泉権の実体—温泉の所有と利用—. 野沢温泉研究史【論文編】(pp. 77-99). 野沢温泉旅館ホテル事業協会組合.
- [4] 笹本正治 (監修)・いいやま博物館友の会 (編) (2002). 奥信濃飯山発 火祭り—火祭り文化考—. ほおずき書籍.

付録1

【御神木1本目引き出し】

- 01 委員長: このまんま真っ直ぐバックさせる
- 02 引き手1: まっすぐバックね. はい
- 03 委員長: いいかあ
- 04 一同: おい
- 05 委員長: このまんま真っ直ぐバックさせるからな
- 06 一同: おい
- 07 委員長: 行くぞ
- 08 一同: おい
- 09 委員長: せーの
- 10 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 11 委員長: せーの
- 12 一同: ((縄を引きながら))
[よいしょ]
- 13 牡丹委員長: [((手を挙げて止まれのジェスチャー))
((御神木根元が切り株に引っかかって止まる))]
- 14 牡丹委員長: ((委員長に向かって走り寄りながら))
止める止める止める.
- 15 郷愛会1: ((委員長に向かって、
牡丹委員長を指差す))
- 16 牡丹委員長: 一回あたま
- 17 委員長: ((御神木根元の状態を確認しに、
牡丹委員長の方へ))
- 18 牡丹会1: ((周囲に向かって))
おい一回ケツ降るぞ:
- 19 一同: おい
- 20 牡丹委員長: おい委員長. 英語禁止だぞ
- 21 委員長: はい?
- 22 牡丹委員長: 英語禁止だぞ
- 23 委員長: へへ
- 24 牡丹委員長: バックは. バックは違うぞ
- 25 委員長: はい. すみません
- 26 委員長: ((牡丹会一同と郷愛会一同の
中間辺りまで戻る))

- 27 委員長: ((牡丹会一同の間から
牡丹委員長をのぞき込んで))
じゃそこ持ち上げて振る
- 28 牡丹会一同: あい
- 29 委員長: じゃ前でじっとしてますよ
- 30 牡丹会一同: あい
- 31 委員長: ((郷愛会一同の方を見て))
ケツだけ持ち上げて振るから
前は止まってな:
- 32 牡丹委員長: ((委員長の方へ出てきて
郷愛会一同の方へ))
ちょ後ろ気をつけてな
- 33 委員長: ((郷愛会一同の方へ))
木動くからな
- 34 郷愛会一同: あい
- 35 委員長: 行くぞ
- 36 一同: おい
- 37 委員長: せーの
- 38 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((「せーの」「よいしょ」を4回繰り返す))
- 39 委員長: ((牡丹委員長に向かって))
前に出しますか?
- 40 牡丹委員長: (回ってもう少し)
- 41 委員長: 右前?
- 42 ???: 三十
- 43 牡丹委員長: ((右方向へ手首を回転させる
ジェスチャー))
- 44 委員長: ((郷愛会の方へ歩きながら))
右前
- 45 委員長: 軽くでいいから: ちっと動けば
- 46 郷愛会一同: あい
- 47 委員長: 行くぞ:
- 48 一同: おい
- 49 委員長: せーの
- 50 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 51 委員長: ((牡丹会の方へ向かって))
いいか?
- 52 牡丹会 2: いいよ
- 53 牡丹会 3: あい
- 54 委員長: ((牡丹委員長に向かって))
じゃ後ろいきますか?
- 55 牡丹委員長: (?)
- 56 委員長: ((牡丹委員長に向かって))
右前?
- 57 牡丹委員長: ((手前に手を振って))
こっち行ける
- 58 委員長: ((全員に))
じゃ後ろ戻すよ:
- 59 一同: おい
- 60 ???: ちよつと待って: .ちよつと待って
((木に巻きつけた縄の修正))
- 61 委員長: いいかあ
- 62 一同: おい
- 63 委員長: せーの
- 64 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((「せーの」「よいしょ」を3回繰り返す))
((委員長、木の頭側へ走る))
- 65 委員長: せーの
- 66 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 67 委員長: ストップ.止まれ
- 68 月光会 1: これもっと前だな
- 69 委員長: 前ちよつと来て:
- 70 月光会 1: いいやいいや.その枝の辺に
いる人こっち来て
- 71 委員長: 人間ここへ増やして:頭
- 72 委員長: この頭を:ここへ持ってくるからな:
- 73 一同: おい
- 74 委員長: 行くぞ:
- 75 一同: おい
- 76 委員長: せーの
- 77 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((「せーの」「よいしょ」を4回繰り返す))
- 78 委員長: 止まれ
- 79 委員長: これあたったな
- 80 委員長: ここちよつと高く持たないと
この株とあたってるからね:
- 81 郷愛会 1: あい
- 82 郷愛会 1: ((縄を引っ張りながら))
この辺もつ?
- 83 委員長: 行くぞ:
- 84 一同: おい
- 85 委員長: せーの
- 86 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((「せーの」「よいしょ」を3回繰り返す))
((郷愛会の真ん中の引き手2人、
委員長に向かって止まれのジェスチャー))
- 87 委員長: 止まれ
- 88 郷愛会 1: ここ株
- 89 郷愛会 2: 上げる?
((委員長声がかかった位置へ移動))
- 90 郷愛会 2: 持ちあげないと
- 91 郷愛会 3: これついて上げればいいや
- 92 委員長: ここちよつと人増やして:
- 93 一同: おい
- 94 委員長: ゆっくり上げるぞ:
- 95 一同: おい
- 96 委員長: せーの
- 97 一同: ((木を持ち上げて
切り株を超えさせながら))
よいしょ
- 98 委員長: よし
((委員長木の先頭へ移動))
- 99 委員長: もうちよつと前へ振るから
もうちよつとまた前へついてくれ
- 100 一同: おい
- 101 月光会 1: 引きながらだな
- 101 月光会 1: ((委員長に向かって))
手前引きながら行こ引きながらくるっと
- 102 一同: おい
- 103 委員長: 前へ出ながら曲げながら.行くよ
- 104 一同: おい
- 105 委員長: これ順調ならそのまんま出るからな:
- 106 一同: おい
- 107 委員長: 行くぞ:
- 108 一同: おい
- 109 月光会 1: つるつるってで行こうじゃ
- 110 委員長: はい
- 111 委員長: つるつる:つと:
- 112 一同: よーやさのさ
- 113 委員長: よいさ
- 114 一同: よいさ
((「よいさ」「よいさ」を7回繰り返す))
- 115 見物客 1: [あつとあ危ない
[(動きが止まる))
- 116 委員長: ちよつとロープしっかりつけよ:
- 117 牡丹会 1: 何か引っかかった
- 118 月光会 1: お前たちそこへつけ
おい寶友会お前らそこへ付け
そこへ
- 119 委員長: そこへ
- 120 委員長: ((寶友会に向かって))

- 121 委員長: 頭持ち上げな。
((全員に向かって))
そんで頭振りながら出てくから
後ろ気をつけてな:
- 122 委員長: 行くぞ:
- 123 一同: おい
- 124 委員長: つるつる:っと:
- 125 一同: よやさのさ
- 126 委員長: よいさ
- 127 一同: よいさ
((「よいさ」「よいさ」を37回繰り返す))
- 128 委員長: 生まれ

付録2

【御神木2本目引き出し】

- 130 月光委員長: おい賣友会の委員長どこ行った?:
- 131 賣友会1: 委員長
- 132 賣友会2: 委員長
- 133 賣友会3: 正和
- 134 賣友委員長: はい
- 135 月光委員長: 賣友会の委員長ったら
まだピンとこねえんだ
- 135 賣友会一同: <笑>
- 137 月光委員長: 正和:走らなくていいからええよ
- 138 賣友委員長: はい
- 139 月光会1: いいか賣友会ここでさ:[(のり)乗っ
かってるからぐいーっと上げるよ
[はい]
- 140 賣友会一同: [はい]
- 141 賣友会一同: はい
- 142 月光委員長: みんな準備できた?:
- 143 ???: ちょっと待って.正和今出で(?)
- 144 賣友委員長: はいすみません
- 145 月光委員長: 正和
- 146 賣友委員長: はい
- 147 月光委員長: でおめ.おめ:声かけていいや
- 148 月光会2: この木に当たらせんなよ
- 149 賣友会一同: はい
- 150 月光会2: ここに木:立ってるからな:
- 151 賣友会一同: はい
- 152 月光委員長: 正和声かけて:いいか:.後ろの人も
できてるかどうかちゃんと途中の
人に聞いて:.で良かったら.いいか:.(?)
- 153 賣友委員長: 真ん中の人準備いいかい?
- 154 賣友会一同: はいよ:
- 155 賣友委員長: 後ろの人はどうだい?
- 156 賣友会一同: はい
- 157 賣友委員長: はいじゃ一端前に出しま:す
- 158 賣友会一同: はい
- 159 賣友委員長: せーのでこ.えかけていきますんで:
- 160 賣友会一同: <笑>
- 161 賣友委員長: よろしく願います
- 162 賣友会一同: はい
- 163 賣友委員長: いいか:い
- 164 月光委員長: あ委員長あぶねえあぶねえ.
これ真っ直ぐこっちダメ.こっちだ
((賣友委員長右手に移動))
- 165 賣友委員長: はいじゃいけぞ:
- 166 一同: はい
- 167 賣友委員長: せーの
- 168 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((木の頭から茂みから飛び出す))
- 169 見物客一同: おお
- 170 賣友委員長: ストップ
- 171 月光委員長: ちょっと前で離れてていいや.
少し.しばらく.飛ぶから.あぶねから.
そこ.誰だっつんだけな
- 172 月光委員長: とりあえず突っ切った方がいいよ
- 173 賣友委員長: (もう少し)行くぜ:
- 174 賣友委員長: せーの
- 175 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((動きが止まる))
- 176 賣友委員長: せーの
- 177 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((動きが止まる))
- 178 賣友委員長: 賣友会前へつけ
- 179 賣友会一同: はい
- 180 賣友委員長: いいか:い
- 181 ???: はいよ:
- 182 賣友委員長: せーの
- 183 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((動きが止まる))
- 184 月光委員長: おい声出せよ
- 185 賣友委員長: 真ん中どうだい大丈夫か:
- 186 月光会3: 足場確保しとけ:
- 187 ???: 足場いい?
- 188 元会1: ちょっと待って下さい
- 189 元会2: ちょっと待って下さい
- 190 賣友委員長: はい
- 191 一同: オッケー
- 192 賣友委員長: はい
- 193 賣友委員長: そいじゃ行きま:す
- 194 一同: あーい
- 195 賣友委員長: せーの
- 196 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 197 賣友委員長: いいか?足
- 198 賣友委員長: 行くぞ:
- 199 一同: あーい
- 200 賣友委員長: せーの
- 201 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
((動きが止まる))
- 201 月光会4: ((前方の賣友会一同に近づき))
前ちょっと(九時九時反転でさ)
- 201 賣友会4: はい
- 202 賣友委員長: 後ろの人足場確保できました?はい
- 203 月光委員長: こっから見えるからさ
問題(?)たらこっから(?)せ
- 204 賣友委員長: 用意いいか:い
- 205 一同: あーい
- 206 賣友委員長: 行くぜ:
- 207 賣友委員長: せーの
- 208 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 209 賣友委員長: せーの
- 210 一同: ((縄を引きながら))
よいしょ
- 211 賣友委員長: ストップ
- 213 賣友委員長: 生まれ
- 214 一同: はい
- 215 賣友委員長: 足場確保後ろの方の人できたかい?
(だいじょぶ)かい
((しばしの間))
- 216 賣友委員長: はい
((しばしの間))
- 217 賣友委員長: 用意いいですか:
- 218 一同: はい
- 219 月光会一同: まだまだ
- 220 賣友委員長: はい
((しばしの間))
- 221 一同: はい.いいよ

- 222 寶友委員長: はい
 223 寶友委員長: それじゃ行きま:す
 224 一同: はい
 225 寶友委員長: せーの
 226 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 227 寶友委員長: せーの
 228 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 229 寶友委員長: ストップ
 230 寶友会一同: ((寶友委員長に))
 生まれ.止まれ
 231 寶友委員長: ((全体に向かって))
 生まれ
 232 一同: <笑>
 233 寶友会 5: ((寶友委員長に))
 頭あっち?ケツから?
 234 寶友委員長: ((寶友会 1 に))
 ケツ下.頭こっち左
 235 寶友会一同: あいよ
 236 寶友会 5: ((寶友委員長に))
 左の方に寄せて?
 ((寶友委員長頷く))
 237 寶友委員長: ((見物客に向かって))
 ちょっとこっちの方に出しますんで
 ((下がってのジェスチャー))
 238 寶友委員長: はいじゃ行きま:す
 239 一同: はい
 240 寶友委員長: せーの
 241 一同: よいしょ
 242 寶友委員長: せーの
 243 一同: よいしょ
 244 寶友委員長: ストップ
 245 寶友委員長: じゃこれで頭
 246 寶友委員長: あ止まれ
 247 一同: <笑>
 248 月光委員長: ((全体に向かって))
 まだ頭振らねえから:.
 [向こうまで出て:]
 249 月光会 5: [うん [うん
 250 月光委員長: でこっちから下へ.
 ここ.ここまで来たら下行くから
 251 月光会 5: ここ抜けるんか?
 252 月光委員長: これここ抜けよ
 253 月光委員長: だから下の人は上へ.上へやんべえや
 254 寶友会 6: はい
 255 月光委員長: 下にいる人は上へ上がってくれ:
 256 ??: はい
 ((しばしの間))
 257 月光委員長: ここといて.またばーんと
 くるからもういい
 258 月光委員長: 持ち上げる感じだけでもな
 259 月光委員長: いいか:
 260 寶友委員長: はいじゃ行きま:す
 261 一同: はいよ
 262 寶友委員長: せーの
 263 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 264 寶友委員長: せーの
 265 一同: よいしょ
 267 月光委員長: もう一回もう一回
 268 寶友委員長: せーの
 269 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 270 月光委員長: したらもうこっちくる
 271 月光委員長: いやもうこっちがわいいから
 272 月光委員長: 今度こっちがわから
 273 月光委員長: で.半分からそっちは上
 274 一同: はい
 275 月光委員長: そう
 276 月光会 6: 間上へついてべっとう上げろ.
 木の上へつけ
 277 月光会 6: [寶友会.さきつちよ上へつけ.
 さきつちよ]上上上
 278 月光委員長: [(?)を中心に.こういう風に.
 こういう風に]
 279 月光委員長: もう一本そこに木あの(紐まける)
 280 月光会 6: 上へついて引っ張れ
 281 寶友会一同: はい
 282 月光委員長: いいか.じゃ正和ちょっと
 俺についてる
 283 寶友委員長: はい
 284 月光委員長: 行くよっ
 285 一同: はい
 286 月光委員長: せーの
 287 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 288 寶友会 7: ストップ
 289 月光委員長: 上上がってくだからな
 290 月光委員長: いいか.せーの
 291 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 ((「せーの」「よいしょ」を5回繰り返す))
 292 月光委員長: この上行けるぞ.もうちょっと行くか.
 もう一発行くか
 293 一同: よっ
 294 月光委員長: せーの
 295 月光会 6: 待って待って待って
 296 月光委員長: じゃちょっと一回前で出すか
 297 月光会 6: こっち?
 298 月光委員長: うん
 299 月光委員長: ((全体に向かって))
 ちょっと一回こっち出す
 300 一同: はい
 301 月光委員長: 行くぞ
 302 月光委員長: こっちの人も.前で出すから
 303 月光委員長: いいか
 304 一同: はい
 305 月光委員長: 行くよっ
 306 一同: はい
 307 月光委員長: せーの
 308 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 309 月光委員長: 気をつけるよ:..せーの
 310 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 311 月光委員長: 気をつけるよ:..せーの
 312 一同: ((縄を引きながら))
 よいしょ
 313 月光委員長: よしこれでいける.
 314 月光委員長: じゃ正和[.ここでおめえ(の出番)
 つるつるってみ
 315 寶友委員長: [はい
 316 月光委員長: つるつるっとい.よいさよいさで行って
 317 月光委員長: よーやさのさで前出すから.な.
 (下の人はいをつかうから)
 318 寶友委員長: それじゃ今度下り斜面になりますんで:.
 気をつけてお願いします
 319 一同: あいよ
 320 寶友委員長: 用意の方いいかい
 321 一同: はい
 322 寶友委員長: つるつると:
 323 一同: よや(い)やさのさ
 324 寶友委員長: よいさ
 325 一同: よいさ
 ((「よいさ」「よいさ」を67回繰り返す))

サッカーにおけるパス行動決定の計算モデル化の試み

瀬古沢理一¹⁾, 大森隆司²⁾

1) 玉川大学大学院工学研究科, 2) 玉川大学工学部

1, はじめに

サッカーのような集団ゲームにおける選手の行動予測は困難と考えられている。しかし、そのようなプレイにも一定の行動規則は存在し、エキスパートはある程度の予測が可能である。行動決定の情報処理過程をモデル化するならば、人工的な手段でもある程度の予測は可能と考えられる。しかしこれまで、集団場面での人の行動のモデル化はほとんど行われていない。そこで本研究は、サッカーという目的志向のスポーツを対象として、その協調行動のモデル化による情報処理的理解を目指す。これにより、従来の経験や直観に基づく説明ではなく、定量的・合理性に基づく試合の説明を目指す。

2, サッカーのチーム戦術

サッカーでは、ボール保持者のパスの戦術選択と味方の選手の判断が同じになった時に、味方選手が敵陣に走り込んでパスを受けるといった戦術的な行動が実現される。一方の敵味方間では、相手チームの戦術を推定してそれを妨害する。その際、味方の選手同士は練習を共にした経験から互いに戦術選択や行動を予測して協調動作を行い、敵同士はフェイントや戦術的動きで騙しを行ない、結果として敵の判断ミスを生み出して裏をかく。このようにサッカーとは、集団行動の視点では意図推定とだましのゲームである。



図 1. 相手の選手を引き付ける騙しの動きをして、味方選手に有利な状況を作ろうとする。

3, 優勢領域モデルによる選手行動予測

これまで、サッカーのようなゴール型ゲームでは、フィールドホッケーでの優勢領域に基づくチームワークの定量的評価^[1]、少人数サッカーでの優勢領域の近似計算手法^[2]、フィールドホッケーでの試合展開に伴う圧力場ダイナミクス^[3]などが提案されてきた。しかし、サッカーの現実のゲームでそれらのモデルの妥当性が細かく評価されたことはない。それは試合の行動データの入手が困難であったためと考えられるが、近年は IT 技術の進歩によりそのようなデータが入手可能となってきた。

そこで本研究では、現実のサッカーゲームでの選手の行動を予測・説明する行動決定モデルの構築を目指す。選手の位置を頂点とするボロノイ図に、走行スピードのモデル(以下ダッシュモデル)とパスのボールスピードのモデル(以下ボールモデル)を導入することで、個々の選手が他の選手よりすばやく到達してボールを受け取れる優勢領域を視覚化できる。これにより、味方選手が安定してパスを受け取ることができる領域を予測でき、さらに敵陣にスペースを発見して走り込む攻撃側選手の行動予測/説明が可能になると期待される。

3.1, 現実サッカーの再現

優勢領域モデルによる人間サッカーゲームの解釈の妥当性を評価するため、データスタジアム(株)が提供している Jリーグ試合中の選手・ボールの移動履歴データ(フィールド内のすべての個体およびボールについて、cm 単位, 25fps)に基づいて現実の試合状況を再現し、その選手行動の評価を試みる。

そのため試合の各瞬間の選手の判断を再現・シミュレーションするためのシステム(以下再現サーバー)を構築し(図 2)、そのシステム上で人間選手の行動を再現、すなわち人間選手の状況認知や判断基準を模倣的に再現できる、人工知能サッカーエージェントのモデル開発を行う。人の行動からその内部状

態を推定することは、人間の直感としては当然のこととして我々も日常的に行っているが、情報処理としてそれを実現することは容易ではない。しかし、他者についての知識（他者モデル）とその行動からその内部状態を推定して行動決定するアルゴリズムについては、例えば横山^[4]、石川^[5]、阿部^[6]などいくつかの事例がある。それをサッカーというよりダイナミックかつ多人数の場面に当てはめることは、試みる価値のあるチャレンジである。



図 2. サッカーデータからの試合場面を再現するサーバーシステムのプロトタイプ画面。各瞬間までの状況から選手の次の行動を予測することで、選手モデルを定量的に評価する。

再現サーバーのエージェントに埋め込まれた選手モデルが適切であれば、同じ場面でその行動は人間の選手と類似すると期待される。再現サーバーは試合途中までは人間サッカーの状況をそのまま再現して、ある瞬間から選手モデルにプレイの行動決定をゆだねる。そのとき、モデルの行動がどれだけ人間サッカーの行動を予測できるか（再現精度）が定量的な評価の基準となると期待できる。

4. パスとダッシュのモデル化

優勢領域を計算するには、パスによるボールの移動の時間経過を表現するボールモデルと、選手の走行による移動の時間経過を表現するダッシュモデルが必要となる。そこで人間サッカーの試合からシーンを抽出し、ボールモデルとダッシュモデルを検討する。使用する行動データは2011年05月14日に行われたJ1の東京ヴェルディV対北九州ギラバックスの試合である。

試合には対応したテレビ放送の画像があり、その画像から解析に必要な選手の行動が多く含まれるシ

ーンを切り出し、さらにそこからパスやダッシュの瞬間を抽出する。そして、その瞬間に対応する行動履歴データからパスボールとダッシュのモデルを構築した。

4.1. ボールモデル

パスは、ボールが宙を飛んである段階からバウンドし、最後に転がるという3段階の物理的過程を経てレシーバーに受け取られる。この挙動を知るため、パスシーンのボールの軌跡データを切り出し、速度の変化から速度の減衰率を推定した。図3は試合のキックオフ直後のボールの速度である。図4は図3の区間123~175から抽出した、一つのパスのボール移動速度を表している。

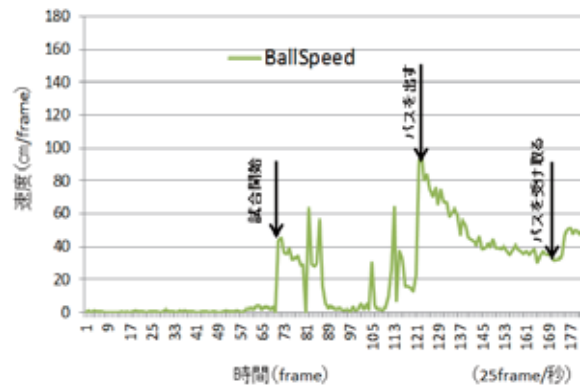


図 3. 試合中のあるシーンのボール速度

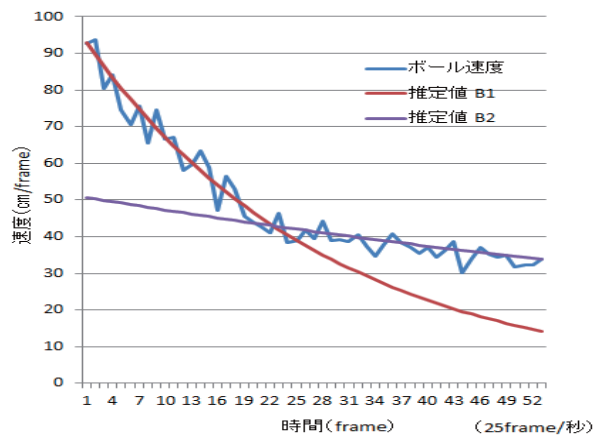


図 4. 指数モデルによるパスのボール速度。前半と後半で減衰係数が変化している。

パスボールの速度は指数減速すると期待される。図4から減衰率が $B1(=0.964)$ と $B2(=0.992)$ の2区間が見つかった。このシーンを実際の試合映像で確認すると、パスはバウンドしている状態(以下バウンドモード)から転がっている状態(以下グラウンダーモード)に移行しており、減衰率が変化したと推定

された。バウンドモードからグラウンダーモードへの移行は基本的に速度が一定値以下になったときに起きると考えられる。パスシーンの事例を増やして各モードとその間の移行の関係を明らかにしていく必要がある。

4.2, ダッシュモデル

選手の移動軌跡からその速度を求め、選手がある瞬間から到達できる範囲の推定方式を検討する。図5は、試合中のある瞬間の選手の速度である。これより、選手の最大速度は8.5m/秒程度と推定された。また図6に示すある選手のダッシュの事例からは、選手の最大加速度は7.6m/s²程度、加速特性は一次減衰型の指数曲線と想定される。これに、進行方向および加速と減速で異なるとされる加速度を評価すると、各瞬間において選手が短い将来に到達可能な領域が計算可能となる。



図5 試合のある瞬間の選手の走る速度

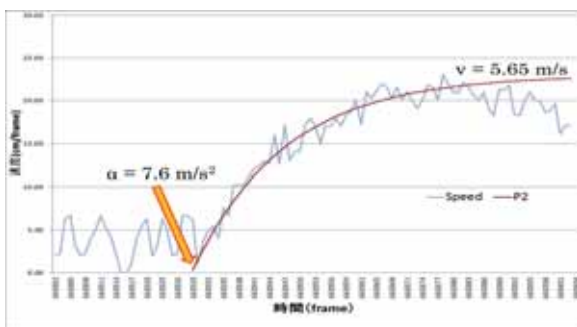


図6. 加速の大きい選手の移動速度の例

4.3, パスの成否の検討

パスの成否の検討はパスが行われた瞬間に行う。パスボールが到達する経路にボールに間に合うように最初に到達できる選手がボールのレシーバーになり、その位置も推定できる。パスボールに最初に触れることができる選手が味方であればパス成功と評価する。

5, 優勢領域

4.2 で述べた選手移動の加速曲線は計算負荷が大きいため、本稿では加速度は全方位に一定($\alpha = 3.0[m/s^2]$)で走行速度は上限がないものとして全選手の優勢領域を再現した。領域の半径の大きさは(1)式、円の中心座標は(2)式となる。

$$R(t) = \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad \dots (1)$$

$$X(t) = V(t_0)t + X(t_0) \quad \dots (2)$$

これを用いて再現サーバーに実際に描画したものが図7である。領域内の線は到達時刻 $t = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ 秒を表しており、到達時間により濃淡が変化する。この優勢領域を実際の試合の再現時に描画したものが図8となる。

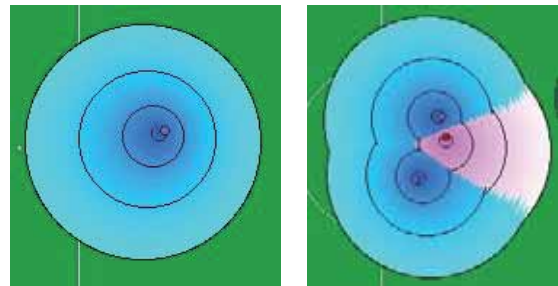


図7 優勢領域の描画。左：ある選手の2秒以内の到達範囲。右：複数の選手がいる場合。

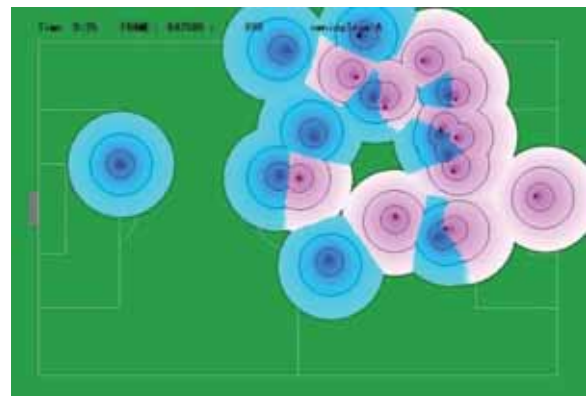


図8 試合のある瞬間のチーム別優勢領域。2秒以内にパスでボールを送る場合、どこなら味方が受け取れるか、示されている。

まとめ

本稿では、集団行動におけるチームワーク的な行動決定のモデルとしてサッカーに注目し、そのパス行動の合理性を検討するための優勢領域モデルについて、その計算に必要なボールモデルとダッシュモデルを実際の人間の試合データに基づいて求めた。本予稿の時点では示された結果は限定的なものであ

るが、これらのモデルを運用することにより、ある瞬間に出されたパスがどの選手に受け取られるかという物理的な予測が可能となる。

その予測に対応する現実の試合のパスの成否を比較すると、現時点で我々のモデルが想定するパスのプランニング戦略に対応する人間の判断過程が見えてくるものと期待する。例えば、本稿のモデルでは選手はすべての方向に全速力で加速できるとしているが、実際には選手は予測的にダッシュをしており、その予測がはずれた場合には物理的には到達可能でも行動決定の内的な計算が間に合わず、目の前を通り過ぎるパスに到達できないという可能性もある。そのような事例の発見とモデル的分析、さらには行動決定モデルの改良が今後の課題である。

もう一つの課題は、二人以上の選手の協調である。一人がボールを持った時にどのタイミングで他の選手が動き始めるかを解析すると、その行動が予測的であったか観測に基づく行動であったかが判ると期待できる。これにより、協調的戦術のパターン、発生頻度、成功率などが判り、さらには選手の内部で行われている行動決定の計算過程にアプローチできる可能性もあろう。

このように、人間の直感的とも思える行動の背後には合理的な意思決定があり、さらにその先に協調行動のプランニングがあるはずである。現実の人間サッカーのデータをこのモデルで分析することで、スポーツ科学の新しい展開が可能になるものと期待する。大会では、より進んだ分析を行い、サッカーという競技に背後にある協調行動の意思決定過程の特性をより明確に示すモデルを語れるようにしたい。

参考文献

- 1) 藤村 光, 杉原厚吉: 優勢領域に基づいたスポーツチームワークの定量的評価, 電子情報通信学会論文誌 818-828, 2004
- 2) 中西良太, 村上和人, 成瀬 正: 集団行動のオンライン解析を目的とした優勢領域の近似計算法, 電子情報通信学会論文誌 D Vol. J93-D No.1 pp.20-28, 2010
- 3) 横山慶子・山本裕二: ボールゲームにおけるチーム内連携のダイナミクス - 6 人制フィールドホッケーによる検証 -, 認知科学 Vol.18 No.2, pp.284-298, 2011
- 4) 横山絢美, 大森隆司: 協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J92-A, No.11, pp.734-742, Nov.2009
- 5) 石川 悟, 坂本寛之, 大森隆司: 鬼ごっこゲームを題材とした幼児の行動決定過程のモデルベース評価, 認知科学, Vol.17, No.3, pp.650-662, 2010
- 6) 阿部香澄, 岩崎安希子, 中村友昭, 長井隆行, 横山絢美, 下斗米貴之, 岡田浩之, 大森隆司: 子供と遊ぶロボット: 心的状態の推定に基づいた行動決定モデルの適用, 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 3, pp. 263-274, 2013

行為文理解時の「抽象的な」知覚運動シミュレーション Abstract perceptual-motor simulation during comprehending action sentences.

栗津俊二
Shunji Awazu

実践女子大学
Jissen Women's University
Awazu-shunji@jissen.ac.jp

Abstract

Within the framework of embodied cognition, action sentences are thought to be comprehended by mental simulations in sensorimotor neural circuits. A behavioral experiment was conducted to test whether the simulation included abstract information in which body-movement was omitted. Thirty-five right-handed participants were presented unimanual, bimanual or mental action sentences, and answered sensible judgment tasks by pressing keys. Reading unimanual right-hand action sentences as well as bimanual sentences accelerated participants' responses by left hand. This indicates that the mental simulation include abstract information, in which information about left or right of the the effector was omitted. The result was compared with an fMRI study which used the same stimulus sentences with this study, in order to discuss abstract information of the perceptual-motor simulation.

Key words; embodiment, language comprehension, abstraction.

1. 目的

本研究では、両手行為文理解時に活性化する知覚運動表象の性質について、行動実験および同一の刺激を用いた fMRI 研究([1])から考察する。行為文理解時に発生する知覚運動表象によるシミュレーションが、身体動作も含めた具体的な行為を

反映しているのか、その性質を明らかにすることを目的とする。

人の言語理解過程は、認知心理学あるいは認知科学で大きな研究テーマとされてきた。近年では、特に言語理解と知覚運動表象との関係が盛んに研究されており、言語理解と知覚運動表象との関係を説明する仮説として、知覚的記号システム理論 [2] が提案されている。この理論では、言語が意味する状況を実際に経験したときと同じ知覚運動表象が活性化してシミュレーションが行われ、それによって言語が理解されると考える。

知覚的記号システム理論を支持する現象とされているのが、行為-文一致効果 [3] である。行為文（「引き出しを開ける」）の有意味性判断をさせると、その文で示された行為方向（手前方向）への反応時間が早くなることが示されている [3]。文が意味する行為における手の形（握っているか開いているか）と、実反応での手の形の対応も検討されており、文が意味する手の形と、反応時の手の形が一致すると反応時間が促進されることも確認されている [4]。手での行為文と手反応を用いた行為-文一致効果は、日本語文でも確認されており [5, 6]、比較的頑健な現象である。この現象は、行為文読解時に、文が意味する行為を実行するときと同じ知覚運動表象を用いて、心的なシミュレーションが行われることに由来すると考えられている。

知覚運動表象の活性化は、行為文理解時の神経回路を検討した fMRI 研究でも確認されている。手や足、口などの行為を意味する文を見聞きすると、実際にそれらの身体部位による動作を行うときと同じ神経領域が活性化する [7-10]。

行為文理解時に見られる知覚運動表象の活性化は、外界との相互作用経験に由来すると考えられている。例えば、ホッケーとサッカーに関する文を用い、これらのスポーツの経験者は行為-文一致効果が見られるが、未経験者では見られない[11]。また、スポーツ経験の有無によって、そのスポーツに関する行為文理解時の左補足運動野腹外側部の活性化程度が異なることも示されている[12]。

しかし、文の意味する(あるいは類似した)行為と同じ神経回路が、文理解時にも活性化すると考えると、未解明の問題がある。実際に身体を動かして行為するときには、両手を使用した行為では両側の運動領域が活性化する[13-15]。しかし、行為文理解に関する研究では、活性化する部位は左半球に偏る[16-18]。この問題は、文理解時に発生する神経活動が、具体的な行為のシミュレーションではない可能性を示唆する。

両手での行為を意味する文(以下、両手文)と利き手による片手での行為を意味する文(以下、片手文)を直接比較した研究がないため、この問題が刺激文によるものか、それとも行為文理解時の神経活動の特性なのか判明しない。そこで本研究では、両手行為文読解時に両側運動神経回路が活性化するか、左手キー反応での反応時間を測度とした文-行為一致効果パラダイムによって検討する。もし文理解時のシミュレーションが具体的な行為を反映するならば、両手文読解時には左手動作に対応する運動領域も活性化し、左手での反応が片手文読解時と異なると予測される。

2. 方法

35名の右利き大学生(男性20名、女性18名)が実験に参加した。実験刺激とした片手文40文(マウスを操作する)、両手文40文(ヒモを結ぶ)、心的行為文40文(約束を守る)、不自然文40文(ヘッドホンを研ぐ)を用意した。これらを2つの刺激セット(片手文、両手文、心的文各20文、不自然文40文の計100文1セット)にわけ、被験者間で刺激セットのカウンターバランスを取って実験

を行った。不自然文はどちらの刺激セットでも同一であるが、片手文、両手文、心的文は重複しない。

実験は、ノートパソコンと実験制御ソフトSuperLab4.5を使用して行った。まず、八田・中塚利き手尺度[19]によって被験者の利き手を確認した。実験参加者には、画面に表示される文が自然な文かどうかを判断し、自然な日本語文なら左手人差し指で「1」キー(キーボード左上隅)を、不自然な文なら右手人差し指で「¥」キー(キーボード右上隅)を押すように求めた。刺激文はランダムに提示し、一切のフィードバックを与えなかった。1試行に1文を提示し、100試行を行った。

3. 結果

実験参加者の平均正答率は95%であった、正答した試行のみを分析に用いた。心的行為文、片手文、両手文の反応時間について繰り返しのある一要因の分散分析を行ったところ、文条件の主効果が有意であった[F(2, 68) = 5.952, $p < .01$, $\eta^2 = 0.04$]。条件間で対比を行うと、心的行為文が片手文($p = .03$)と両手文($p < .01$)のいずれよりも、反応時間が遅かった(図1)。片手文と両手文の間には有意差がなかった。

4. 考察

本研究の結果は、先行研究を支持するとともに、矛盾するものでもある。片手文、両手文ともに、行為を表す文は心的行為文よりも反応時間を短縮した。したがって、行為文の理解によって、実際の反応が影響されるという文-行為一致効果が確認された。これは、行為文理解時に、実行為と同じ神経回路が活性化するという先行研究を支持するものである。しかし、右手単独での行為を意味する片手文の読解によっても、左手でのキー押し反応が促進された。つまり、文の意味する行為の実行時には、含まれない効果器の反応が促進された。

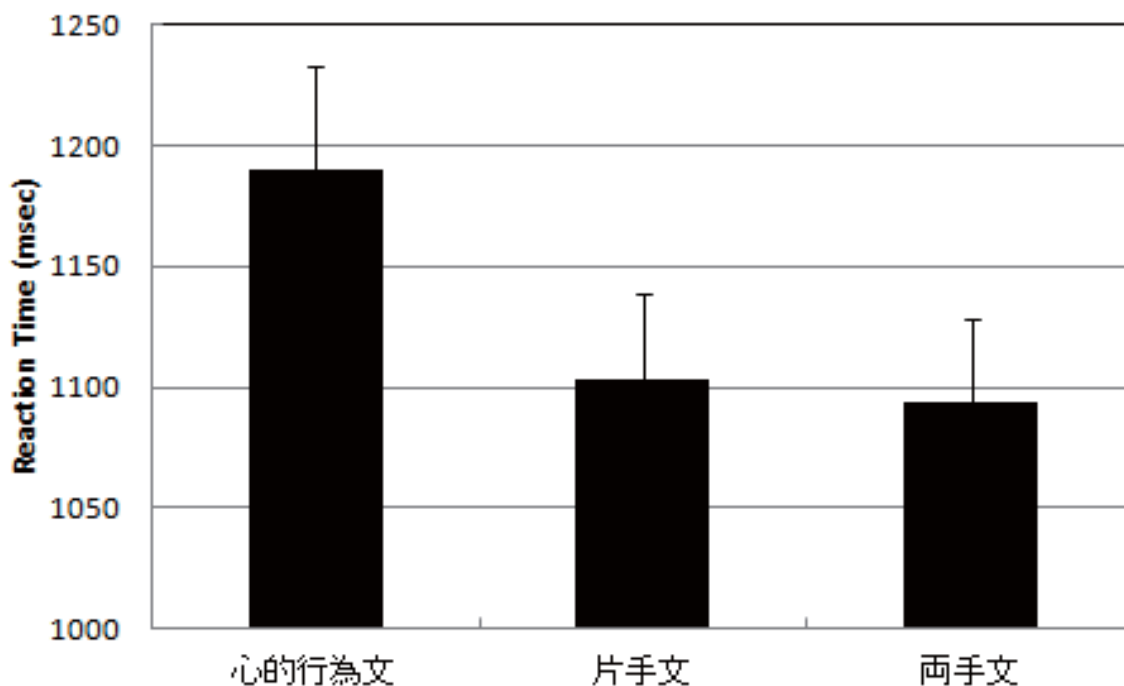


図1 各条件文における平均反応時間と SE

この結果は、文が意味する行為を実行するさいの神経活動が、文理解時にも活性化するという説と、一見すると一致しない。右片手文の読解によって左手反応が促進されたため、右片手文の理解時に、右手の実行為に特有の神経回路が活性化したとは言えない。手での行為文理解時に、片手文と両手文に共通する知覚運動表象が活性化し、それが左手でのキー押し反応も促進したと考えられる。この場合、文が意味する右片手、両手だけでなく、反応に必要な左手行為にも共通する知覚運動表象が、文理解時に活性化することになる。以下、手運動共通表象と呼ぶ。

手運動共通表象の存在には、以下の2つの仮説が考えられる。第一の仮説は、実行為においても右手、両手、左手を区別しない共通活性化領域があり、この部位が手行為文理解時にも活性化するという可能性である。第二の仮説は、実行為においては右手、両手、左手によって活性化の有無が異なる部位でも、文理解時には区別されないという可能性である。

筆者はfMRI研究において、本研究と同一の刺激を用いて文読解時の脳活性化部位を検討し、合わせて同じ実験協力者を対象に、右手、左手、両手

でのタッピング行動の活性化部位も検討した[1]。同一の刺激を用いているため、本研究と関係づけて考えることができる。

以下、筆者によるfMRI研究[1]を再分析した概略を記す。有意水準は全て、 $p < 0.005$ (unc), 10ボクセル以上である[20]。刺激文が意味するのは、右手あるいは両手での行為であるため、まず片手あるいは両手行為で活性化し、かつ行為文理解時にも活性化する領域を求めた。左中頭前回(MFG: ブロードマン6野 運動前野相当)および左下頭頂小葉(IPL: 7野)に活性化が見られた。これらの活性化領域は、手反応での行為文理解時に活性化する領域を検討した先行研究と一致する[8]。また、MNI座標を見れば、左中頭前回の活性部位は、運動前野に相当する[21]。次にこれらの領域を、片手文読解時に活性化する部位、両手文読解時に活性化する部位、および共通して活性化する部位に分割した。IPLは両手読解時のみ活性化が見られた。MFGの大部分は片手文読解時のみ活性化したが、一部が両手文読解時にも活性化する共通領域となっていた。表1に各条件におけるピーク座標、部位名、z値、p値を示す。

条件	部位名	MNI座標			Z値	p値(unc)
		X	Y	Z		
片手or両手文-心的文	MFG	-18	2	46	3.49	0.0002
		-26	4	62	2.83	0.0024
		-26	4	50	2.70	0.0034
	IPL	-40	-38	42	3.32	0.0005
		-40	-48	46	2.98	0.0014
片手文-心的文	MFG	-24	2	48	3.18	0.0007
		-18	4	42	3.08	0.0010
		-26	4	60	3.02	0.0012
両手文-心的文	IPL	-40	-38	42	3.67	0.0001
		-40	-50	46	2.93	0.0017
	MFG	-18	2	46	3.30	0.0005
両手文・片手文重複	MFG	-18	2	46	3.30	0.0005

条件	部位名	MNI座標			Z値	p値(unc)
		X	Y	Z		
片手or両手文-心的文	MFG	-18	2	46	3.49	0.0002
片手文-心的文	MFG	-18	4	42	3.08	0.0010
		-18	6	52	2.93	0.0017
両手文-心的文	MFG	-18	2	46	3.30	0.0005

最後に、右手、左手、両手のすべてのタッピング行動において共通する活性化領域を求め、行為文理解時にも重複して活性化する領域を求めた。左 IPL は重複しなかったが、左 MFG の一部で片手文理解、両手文理解に共通して活性化する領域が見られた。表 2 に各条件におけるピーク座標、部位名、z 値、p 値を示す。

この結果は、1) 手での実行為で活性化する運動関連領域の一部が、手行為文の理解時にも活性化すること、2) 行為文理解時に活性化する脳領域は、片手文、両手文理解に共通する領域と、それぞれに特異的な領域から構成されていること、3) 片手文、両手文理解時に共通して活性化する領域は、実際の手行為においても共通して活性化する領域であること、を示唆する。

行動実験と fMRI 研究を合わせて考察する。行動実験では、左手でのキー押し反応が、両手行為文だけでなく、右手での行為を意味する片手文においても促進された。一方、fMRI 研究では片手文

読解時に活性化するのは、片手文特異的な領域と共通領域であることが示された。また、左手行為との重複領域は、片手文・両手文共通領域であった。したがって、右片手文を読むことで手の動作の行為に関する共通神経回路が活性化し、それが左手でのボタン押しという効果器の違う反応を促進したと考えられる。言い換えれば、行動実験の結果は、実行為時にも活性化する手運動共通表象において、手行為文理解がなされたため、右片手文の読解によって、左手反応が促進されたと考えられる。

まとめると、行為文理解時に実行為と共通する運動領域が活性化するという先行研究は、確認された。加えて、この行為文理解時の活性化領域が手行為文共通領域と固有領域から構成されており、手行為文共通領域は実行為における手運動共通領域と重複することが示された。行為文理解時には、共通領域におけるやや抽象的なシミュレーションと、固有領域における個別具体的なシミュレーション

ヨンが同時発生すると考えられる。

5. 引用文献

1. Awazu, S., Taya, F., Masuda, S., & Watanabe, S. 2012. Comparison of the brain regions activated during comprehension of action sentences referring to unimanual or bimanual actions: An fMRI study. in the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2633. Sapporo, Japan.
2. Barsalou, L.W. 1999, Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 577-660.
3. Glenberg, A.M. & Kaschak, M.P. 2002. Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558-565.
4. Wheeler, K. & Bergen, B. 2010. Meaning in the palm of your hand., in *Empirical and Experimental Methods in Conceptual structure, Discourse, and Language*, S. Rice and J. Newman, Editors. Stanford: CSLI.
5. Awazu, S. 2011. The action-sentence compatibility effect in Japanese sentences. *Perceptual and Motor Skills*, 113, 597-604.
6. 平知宏・中本敬子・木戸口英樹・木村洋太・常深浩平・楠見孝. 2009. 具体文および抽象文を用いた行為・文一致効果の実験的検証. *認知心理学研究*, 7, 57-69.
7. Hauk, O., I. Johnsrude, & Pulvermüller, F. 2004. Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. *Psychophysiology*, 41, 301-307.
8. Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., & Perani, D. 2005. Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 273-281.
9. Desai, R. H., Binder, J. R., Conant, L. L., & Seidenberg, M. S. 2010. Activation of sensory-motor areas in sentence comprehension. *Cerebral cortex*, 20, 468-78.
10. Pulvermüller, F. & Fadiga, L. 2010. Active perception: sensorimotor circuits as a cortical basis for language. *Nature reviews. Neuroscience*, 11, 351-60.
11. Holt, L.E. & Beilock, S.L. Expertise and its embodiment: examining the impact of sensorimotor skill expertise on the representation of action-related text. *Psychonomic bulletin & review*, 2006. 13, 694-701.
12. Beilock, S., L., Lyons, I. M., Mattarella-Micke, A., Nusbaum, H. C., & Small, S. L. 2008 Sports experience changes the neural processing of action language. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 13269-13273.
13. Nair, D. G., Purcott, K. L., Fuchs, A., Steinberg, F., & Kelso, J. A. S. 2003 Cortical and cerebellar activity of the human brain during imagined and executed unimanual and bimanual action sequences: a functional MRI study. *Cognitive Brain research*. 15, 250-60.
14. Swinnen, S.P. & Wenderoth, N. 2004. Two hands, one brain: cognitive neuroscience of bimanual skill. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 18-25.
15. van den Berg, F.E., Swinnen, S.P. & Wenderoth, N. 2010 Hemispheric asymmetries of the premotor cortex are task specific as revealed by disruptive TMS during bimanual versus unimanual movements. *Cerebral cortex*. 20, 2842-2851.
16. Boulenger, V., Hauk, O. & Pulvermüller, F. 2009. Grasping ideas with the motor system: semantic somatotopy in idiom comprehension. *Cerebral cortex*. 19, 1905-1914.
17. Aziz-Zadeh, L., Iacoboni, M., Zaidel, E.,

- Wilson, S., & Mazziotta, J. 2004. Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sounds. *Language*, 19. 2609-2612.
18. Aziz-Zadeh, L., Wilson, S. M., Rizzolatti, G., & Iacoboni, M. 2006. Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. *Current biology*, 16. 1818-1823.
19. 八田武志・中塚善次郎. 1975. きき手テスト作成の試み. 大西憲明教授退任記念・大阪市立大学心理学教室 25 年のあゆみ. 224-247.
20. Lieberman, M.D. & Cunningham, W.A. 2009. Type I and Type II error concerns in fMRI research: re-balancing the scale. *Social cognitive and affective neuroscience*, 4. 423-428.
21. Mayak, M. A., Corcos, D. M., Leugrants, S. E., & Vaiaancourt, D. E. 2006. Three-dimensional locations and boundaries of motor and premotor cortices as defined by functional brain imaging: A meta-analysis. *NeuroImage*, 31. 1453-1474.

協同学習において社会的関係性に影響を及ぼす教授方略の検討

The Effects of Motivational Teaching Strategies on Social Relationship among Peers during Collaborative Learning

高垣 マユミ¹, 中西 良文², 田爪 宏二³
Mayumi Takagaki, Yoshifumi Nakanishi, Hirotugu Tazume

¹実践女子大学, ²三重大学, ³京都教育大学
Jissen Women's University, Mie University, Kyoto University of Education
takagaki-mayumi@jissen.ac.jp

Abstract

A strategy of collaborative learning for teaching the Volume and Temperature to 4th graders was developed for each sub-category of motivation-enhancing structures (i.e., Task, Authority, Grouping, Evaluation) proposed by Maehr & Midgley(1991). The purpose of this study was to investigate how our teaching strategies affect social relationships among peers in the lessons. The analyses of the data included a quantitative analysis based on pre and post unit questionnaires, and behaviors during each class process. These analyses indicated the following : Expectancy from others in social relationships was promoted by introducing function of teaching strategy's element supported for grouping and evaluation reciprocally among peers.

Keywords — teaching strategy, social relationship, expectancy from others, collaborative learning

1. はじめに

現実の学校教育場面では、個人による学習だけではなく、班やクラスの仲間との話し合い活動や、実験・観察活動といった「協同学習」が多く取り入れられている。そうした協同学習場面において、教師は、単に個人に対するだけではなく、グループに対しても、「動機づけ」を高め理解を促進するために、多面的な教授的働きかけを行うことが求められるであろう。この点に関して、Maehr & Midgley(1991)は、協同学習において、学習者の動機づけを高めかつ教科内容の理解を促進するために、動機づけに関する認知的・情意的・社会的要因を統合して、TARGET 構造として提案している。本研究では、Maehr & Midgley(1991)によって提案された TARGET 構造の各下位次元(課題, 権限, グルーピング, 評価)を、実際の授業実践に結びつけ、わが国の小学理科「もののかさと温度」

の協同学習場面に適用した教授方略を考案する。さらに授業実践を通して、考案した教授方略が、個人間における学習行動、特に他者との関わりにおける社会的関係性の変化にどのような効果をもたらすのかについて、探索的に検討することを目的とする。

2. 方法

対象：教授方略は、小学校4年生1クラスを対象に、理科単元「もののかさと温度」の単元指導計画に基づいて立案された。単元は4つのセッション計8時間(1時間の授業の実施時間は45分)で構成された。

手続き：個人間の学習行動の変化について、他者との関わりにおける社会的関係性に焦点を当て、単元の実施前と後に以下の質問紙による調査を実施した。すなわち、鈴木(1999)の「社会的関係性測定尺度(RSCL)」を小学生用に表現を一部変更したものをを用い、学習場面の中でどのように他者と関わっているのか、またどのように周囲の期待をとらえているのかについて測定した。この尺度は、「教える役割」、「周囲の期待」の下位尺度各3項目、計6項目からなる(TABLE 1)。各項目について、「全くあてはまらない:1」～「とてもあてはまる:5」の5件法で回答を求めた。また、全8時間の授業内容に対して、1グループに1台のビデオカメラ、デジタルボイスレコーダーを設置し、映像・音声の収集を行った。さらに、録画・録音記録で採取できない授業の全体像、文脈の流れや状況、細かい表情や身振り等の質的な分析に必要な情報を文字記録として収集した。これらのデー

タに基づき、質問紙調査に基づく数量的分析と併せて、発話と行為に基づく解釈的分析を行った。

3. 結果と考察

まず、質問紙調査に基づく数量的分析を行った (TABLE 1)。RSCL について、内的整合性を検討するため、先行研究に従い下位尺度を構成した上で、Cronbach の α 係数を算出したところ、下位尺度「教える役割」が $\alpha = .826$ 、「周囲の期待」が $\alpha = .434$ であり、特に後者は低い数値であった。このため、今回の授業によって影響を受けやすい項目とそうでない項目とが生じる可能性を考慮し、本研究では先行研究で構成されている下位尺度に加えて、項目レベルでの検討も行うこととした。各下位尺度得点について、授業前後の得点の変化を検討するため、対応のある t 検定を行った。なお、分析に際し、質問項目への回答に欠損があった児童のデータはその都度除外して検討を行った。その結果、「周囲の期待」において、有意傾向のある得点の上昇が見られた ($t(38) = 1.835, p < .10$)。なお、下位項目では、「友だちは、理科の観察や実験のとき、私に期待していると思います」の得点が有意に上昇した ($t(38) = 2.603, p < .05$)。この項目は、周囲の中でも特に「友だちからの期待」を感じるかどうかに関する項目であると考えられる。

次に、授業プロセスにおける発話と行為に基づく解釈的分析を行った。先の量的分析において得点が増加していた、「友だちからの期待」のやりとりが見られた第7時の授業では、「空気を熱する

と体積は増えるが重さは変化しない現象」について、各自が取り組んだ実験結果を、グループの全員が参加し十分に話し合わせる機会が提供された。

そこで生じた「葛藤的場面」では、児童は互いに独自のアイデアを表明しており(e.g., 上昇モデル, 膨張モデル, 運動モデル), 同等の説明の道具立て(モデル)と意志決定力を持っていた。

TARGET 構造の教授方略の要素の中で、グルーピングと評価が機能していたからこそ、「対等な関係性」にあるグループ(共同体)が成立した可能性が考えられた。

すなわち、何が正しく何が誤っているかが分からない議論においては、「対等な関係性」のグループの中で、その意見交換の断片の脈略は、互いの表情やジェスチャーで補われていた。友だちの表情やジェスチャーによる評価によって、自分の意見が貴重な情報として受け入れられていることを実感すると共に、他者の独自のアイデアに耳を傾けることには価値があることも実感する、という経験をすることができ、他者から期待されているという認識が引き起こされたことが推測された。

4. 参考文献

- Maehr, M. L., & Midgley, C. (1991). Enhancing student motivation: A schoolwide approach. *Educational Psychologist*, **26**, 399-427.
- 鈴木誠 (1999). 理科の学習場面における自己効力感, 学習方略, 学業成績に関する基礎的研究 理科教育学研究,**40**, 11-23.

TABLE 1 社会的関係性測定尺度(RSCL)の下位尺度および各項目における事前-事後間での得点の差

	N	事前		事後		t 値
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
<「教える役割」下位尺度 $\alpha = .826$ >	38	3.149	.926	3.175	1.093	.201
私は、理科の勉強のことで、友だちに聞かれることがあります。	38	3.026	1.127	3.053	1.335	.136
私は、友だちに理科の勉強でわからないところを、教えてあげることができます。	38	3.079	1.075	3.053	1.251	-.147
友だちが、理科がわからないとき、私は教えてあげることができます。	38	3.342	1.021	3.421	1.222	.453
<「周囲の期待」下位尺度 $\alpha = .434$ >	38	2.307	.677	2.526	.896	1.716 +
先生は、理科の勉強について、私に期待していると思います。	38	2.395	1.028	2.342	1.021	-.312
私は、理科の勉強について、家の人からの期待を感じます。	38	2.711	1.063	2.868	1.298	.746
友だちは、理科の観察や実験のとき、私に期待していると思います。	38	1.816	.865	2.368	1.217	2.603 *

** $p < .01$ * $p < .05$ + $p < .10$

散文理解と内容討議における類推と比喩の効果(II):

-対面討議における集団内対人態度の変容-

○光田 基郎)

(ノースアジア大学・経済学部)

キーワード: 散文理解, 内容討議, 類推

Detrimental effects of face-to-face discussions in text comprehension.

Motoo Mitsuda (College of Economical Sciences, North-Asia University, Akita)

Key Words: face-to-face discussion, instruction, analogical mapping

目的: 散文理解と読後の内容討議過程では「合議の知」による理解促進よりも不完全な初期理解の共有による理解抑制(亀田, 97)が指摘された。本報告は読後内容の教示と比喩・類推による抑制の低減と集団内対人態度向上の企図であり、特に web 上での内容討議(光田, '12, '11, 日心及び認知科学会)より対面討議での対人態度変化が大きい傾向を指摘する。

仮説: (a) 対面での内容討議が再認検査に先行する条件では、web 上の討議の場合と同様に、読後の内容討議では参加者に共有された不完全な初期理解(亀田, '97)による内容理解の抑制を生じ、散文読後→内容討議→内容再認と下位技能の検査(討議先行)条件は、再認と下位技能の検査が討議に先行する条件より再認得点が低い(日心'13)。文の比喩的表現と教示も討議による内容理解への抑制を低減し難い(光田, 日心'11)が、集団内対人態度を向上させる。(b) 対面での討議は、web 上の討議と比較して知識表象よりも参加者の身振り、表情と会話内容の表象から理解の手掛かり(Suthers, '03)を与え、討議内容の妥当性、機能性の相互評価以外に共感と葛藤も生じ、「その件・・・」などと参加者が共有する表象への注目は彼らの親和性以外の課題志向性とリーダーシップを変化させる。

方法: 材料・手続: (1)「東大奴隷と慶応貴族」(週刊東洋経済誌'95)より東大出の官僚、トコ帝国の奴隷出身官僚、江戸幕府の要人、帝政ロシア貴族の官僚、日本企業の幹部と慶応出の二世経営者の連帯とを例に人材選抜基準が身分 vs 能力、選抜が公正か恣意的かを述べた 29 文をノースアジア大生 44 名が画面で個別に読した。(2)参加者の半数は読後→再認と類推、比喩理解など下位技能検査(画面で選択反応)→小集団内で対面での 10 分間の内容討議(検査先行)、半数は読後→上記の討議→上記の検査(討議先行)とした。各群の 1/2 は「この文は人材選抜の基本が・・・」の先行かつ「一代貴族」を比喩として提示。残る 1/2 は無教示とした計 4 群に等分した。理解の下位技能検査として、逐語/推理再認, 4 項類推, 文字系列完成, 過剰類推(狐, 猫, 狸, 狼・狡), 比喩理解, 文章題の達成, 視点変更, 登場人物の分類基準理解と類似度のそれぞれ及び、思考動機、集団内での自己の内面への注目、評価懸念並びに集団全体と自分自身の集団内対人態度(リーダーシップ vs フォロワーシップ)、親和性と課題志向性; Bales & Cohen '78)の評定値と確信度を入力させた。上記の下位検査は文の読後と web で内容討議を求めた例(光田, '02-'12 日心, 認知科学会)と同様である。

結果と考察: 上記の評定値の各々を d' 変換して図示した結果が下図 1 と付図 1 である。(1)仮説 (a) と一致して、討議先行で逐語と推理再認の低下 (5%) を示す他、(a)再認成績と対人態度の相関を求めて 2 要因共分散分析の結果、推理再認と集団内での親和性の相関係数値は討議先行条件で負相関、検査先行で正相関を指摘した。(b)推理再認と集団内での課題志向性との相関は討議先行>検査先行、検査先行条件では無教示で相関係数値が大きい。以上より web と対面のいずれの形式の討議でも参加者が共有する不完全な初期理解による抑制と葛藤は不可避となる。(c)集団内フォローシップは検査先行の無教示群で最大となる結果及び、討議先行の教示条件ではフォローシップと類推成績又は歴史得意意識との相関係数値が大きい

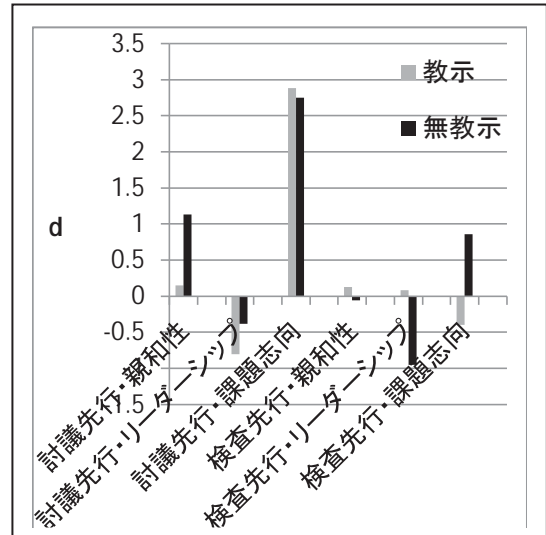
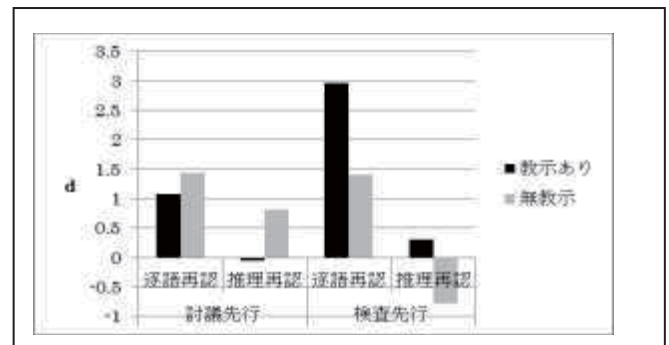


図 1. 討議と教示条件別に見た集団内対人態度評定値



付図 1. 討議と教示別に見た再認成績 (日心'13 に再掲)

い(5%)結果からも、無教示の検査先行条件下では討議で他の参加者の発言に対する賛同が生じる他、討議先行条件では、教示に従って知識と類推とを活用した想像及びその成果に裏付けられた判断の下で他人への賛同が促進される可能性を指摘し得る。(2)その一方、類推と文章題達成との相関は討議先行条件で負の値、検査先行条件では教示下で正相関(5%)を指摘した。以上より、討議先行条件下では不完全な理解方略とその結果の共有によって読後文の理解への抑制を生じ、特に類推とその想像過程での葛藤からは読後文の一貫性、数量や規則性等を統一的に理解する過程への抑制も示唆し得よう。想像制御に対する上記の抑制は、同じ読後文と教示を用いた web 上の討議では得られない結果である。以上、仮説 (b) と対応して、対面討議では参加者の態度、想像/思考内容と共感等が web 上の討議の場合以上に具体的に相互理解され、賛同と批判も強化されよう。以上、対面討議では web 上の討議よりも参加者の相互作用が直接的・具体的でインパクトも大きい。この点を考えた教授、特に内容討議と類推等の知識操作を経た理解の方向付けとそのリーダーシップが次の課題となる。

テキストから連想される色彩とユーザ属性 Relationship between Colors Associated with a Text and User Attributes

土斐崎 龍一[†], 大西 里美[†], 飯場 咲紀[†], 坂本 真樹[†]
Ryuichi Doizaki, Satomi Onishi, Saki Iiba, Maki Sakamoto

[†]電気通信大学

The University of Electro-Communications

sakamoto@inf.uec.ac.jp

Abstract

With the widespread use of computers in recent years, opportunities to update or edit the text information electronically have been increasing. In addition, people can give colors to words and a background in relation to the text information. Therefore, in this study, we focused on a relationship between a text and colors. Some previous studies show that there are differences in age, sex, and region, about tastes and the psychological effects of colors. Thus we conducted a psychology experiment to investigate whether there are differences in colors associated with a text depending on the user attributes. As a result of the experiment, it was shown that user attributes such as age or sex were less likely to have an influence on the color association of the text. This result contributed to deciding the future directionality of the method to recommend colors suitable for a text.

Keywords — Colors, Texts, User Attributes

1. 研究背景と目的

近年、電子メディアの普及により、ブログや Wikipedia, SNS 等で、個人から企業まで、テキスト情報の更新・追加を行う機会が増えている。またテキスト情報に対して、文字や背景色に色彩を付与することも可能であり、実用性はますます拡大している。そこで本研究では、テキストと色彩の関係性に着目する。

テキストの内容と色彩の結びつきに着目した研究として、[6]はテキストに含まれる色彩語に着目し、色彩語に対応する色情報を利用した Web ページ検索を提案している。また、[5]は、テキストに含まれる感性語に対して、感性語から連想される色表現を用いた文書のクラスタリングを行っている。これらの先行研究では、単語から連想された色彩を利用し、テキストの内容を反映した色彩を

推定している。しかし、これらの先行研究では、色彩語や感性語などの限定された単語のみにしか対応しておらず、また、ある単語に対して各色彩がどの程度の強さで連想されるのかという色彩の結びつき度合いが個々に決定されていないため、別単語でも同一の色彩の連想度合いが示される恐れがある。

以上の問題を解決したシステムとして、[1]が提案するテキストから連想される色彩を自動的に推薦するシステムがある。このシステムは、色彩を連想する単語に関して、名詞や形容詞、動詞等の品詞に関わらず判定することが可能であり、色彩を連想する語彙を増やすことで、扱うことのできるテキスト情報の制限をなくしているため、多彩なテキストを扱うことができる。図1のシステム実行画面が示すように、入力欄からテキストを読み込んで、右下の円グラフを用いてテキストに適した色彩を推薦する。



図1 テキスト色彩推薦システム[1]

一方で[4][8]は、色彩の嗜好や心理的效果には、年齢差、性差、地域差があることを示している。

これに関して[1]が提案するシステムは、年齢や性別といったユーザの属性は考慮していない。

そこで本研究では、ユーザ属性によってテキストから連想される色彩（以下、テキストの連想色彩と呼ぶ）に違いがあるかどうか、心理実験により調査し、分析する。本研究は、[1]が提案するシステムの有効性を支持、もしくはユーザ属性を考慮した色彩を推薦するシステムの必要性を提唱する可能性がある。つまり、テキストに適した色彩を推薦する技術の将来的な方向性を考える上で、本研究が大きく貢献することが期待される。

2. 実験

1. 実験概要

被験者 94 名にテキストを提示し、テキストの連想色彩を回答させ、さらに色彩連想に強く影響を与えた単語を回答してもらうことで、年代・性別ごとのテキストの連想色彩を調査した（被験者の詳細は以下の表 1 を参照）。なお、本実験では、色覚正常な被験者を対象とした。

表 1 被験者属性

	男性		女性	
	人数	平均年齢	人数	平均年齢
10代	10名	17.9歳	10名	17.7歳
20代	10名	22.6歳	10名	22.0歳
30代	10名	34.8歳	10名	32.4歳
40代	10名	45.1歳	10名	44.3歳
50代	7名	52.6歳	7名	51.2歳
計	47名	33.4歳	47名	32.7歳

2. 実験刺激

【刺激テキスト】

刺激テキストは、インターネット電子図書館『青空文庫』の掲載作品から、文学—日本文学—小説・物語に分類され、新字新仮名で記述されている作品をリスト化し、リスト化した 50 作家から無作為に 15 作家を選定した。さらに各作家の作品群

から無作為に 1 作品ずつ計 15 作品を選定した。なお、被験者の負担を考慮し、テキストの文字数を 400 字以内にした。さらに被験者 3 名（男性 1 名・女性 2 名、平均年齢：23.3 歳）の協力により、2 名以上の被験者が、色彩が想起されにくい判断したテキストを除外した。

以上の流れで選定した 10 テキストを刺激テキストとした。以下に、実験に用いたテキストの一例を示す。

● テキスト例：

どの家もどの家も白い壁に青い屋根で、その下から青や黄色の電燈がキラキラと光っています。

その真中には大きな黒い鉄のお城がありまして、その中から紫のあかりが眩しいほど光って見えました。

その上にはお月様と星が光っていて、その美しいこと……そうしてその静かなこと……電車の音も自動車の響も人間や犬の声なども何もきこえません。生きたものが住んでいるのかどうかわからない位です。

オシャベリ姫はしばらくの間ボンヤリその景色に見とれていましたが、

「ああ、こんな静かな所にいたらさぞいいだろう。昼間オシャベリをする雲雀や、夜中に鳴きまわる蛙がいないから、どんなにうるさくなくていいだろう」と思いながらフト足もとを見ますと、一本の蔦屑が垂下って、ずうっと崖の下の家の側まで行っております。

オシャベリ姫は直ぐにその蔦葛を伝って下へ降り初めました。

（かぐつち みどり 『オシャベリ姫』
(<http://www.aozora.gr.jp/cards/000096/card932.html>), 文字数：362 字)

【刺激色彩】

刺激色彩は、色彩心理の研究において頻繁に用いられる『カラーイメージスケール改訂版』[3]に掲載されている色彩 130 色から、被験者実験によって選定された 45 色を用いた。図 2 に、本実

験で使用する色彩を示す。



図2 本実験で使した色彩 45色

3. 分析

それぞれのテキストに対して、被験者の年代および性別ごとに各色彩の回答率を算出し、各テキストの色彩回答率を比較した。

年代 (a : 10代, b : 20代, c : 30代, d : 40代, e : 50代) および性別 (x : 男, y : 女) について、被験者があるテキスト text α ($\alpha=1,2,\dots,10$) に対して回答した色彩 i ($i=1,2,\dots,45$) の数をカウントし、この回答数を被験者数で割った値、すなわち各色彩の回答率を算出する。各年代の色彩 i の回答率を A $_i$ (10代), B $_i$, ..., E $_i$ とし、text α の色彩回答率 A ($A=[A_1,A_2,\dots,A_{45}]$) と B と C と D と E, X と Y, それぞれについて 2 変数間の Pearson の積率相関係数を求めた。

3. 結果

本実験によって得られた年代 A (10代), B (20代), C (30代), D (40代), E (50代) のテキストごとの相関係数を表 2, 性別 X (男), Y (女) のテキストごとの相関係数を表 3 に示す。表中の「**」は有意確率 1%水準 (両側) を満たす相関係数, 「*」は有意確率 5%水準 (両側) を満たす相関係数を表す。なお, 相関係数は, $\pm.07\sim\pm.100$ が「強い相関」, $\pm.04\sim\pm.070$ が「比較的強い相関」, $\pm.02\sim\pm.040$ が「弱い相関」, のように判断される [2].

表 2 年齢間の色彩回答率の相関係数

年代	text1	text2	text3	text4	text5
A-B	.775**	.808**	.886**	.761**	.840**
A-C	.605**	.801**	.751**	.718**	.786**
A-D	.602**	.760**	.660**	.673**	.750**
A-E	.716**	.813**	.593**	.661**	.710**
B-C	.820**	.896**	.902**	.809**	.914**
B-D	.798**	.883**	.806**	.525**	.811**
B-E	.784**	.894**	.652**	.528**	.791**
C-D	.755**	.870**	.601**	.363*	.864**
C-E	.729**	.911**	.864**	.434**	.831**
D-E	.853**	.869**	.678**	.691**	.776**

年代	text6	text7	text8	text9	text10
A-B	.869**	.757**	.820**	.774**	.820**
A-C	.759**	.819**	.808**	.731**	.866**
A-D	.872**	.835**	.727**	.694**	.879**
A-E	.765**	.839**	.840**	.567**	.875**
B-C	.784**	.772**	.717**	.809**	.755**
B-D	.840**	.806**	.723**	.805**	.850**
B-E	.804**	.844**	.662**	.670**	.866**
C-D	.742**	.870**	.651**	.864**	.868**
C-E	.806**	.834**	.731**	.794**	.844**
D-E	.855**	.901**	.492**	.746**	.949**

表 3 性別間の色彩回答率の相関係数

性別	text1	text2	text3	text4	text5
X-Y	.909**	.960**	.772**	.829**	.928**

性別	text6	text7	text8	text9	text10
X-Y	.928**	.934**	.880**	.874**	.920**

表 2 より, 全ての年代の組合せについて相関係数は 0.700 (有意確率 1%水準) 以上のものがほとんどである。したがって, テキストからの連想色彩は, 異なる年代の被験者間で共通していると言える。

また表 3 より, 男女間の相関に関しても, 相関係数がすべて 0.750 (有意確率 1%水準) 以上であ

る。したがって、テキストからの連想色彩は、男女の被験者間において共通していると言える。

以上より、テキストの連想色彩に関して、ユーザ属性（年齢・性別）の影響は低いことが言える。

つまり、年齢や性別に関わらず、被験者はあるテキストを見たときに、テキストのなかの共通した単語から共通した色彩を想起するというのである。例えば、「2.2 実験刺激」で示したテキスト例の場合、被験者は一貫して「青」、「静か」、「電燈」、「キラキラ」という単語から、それぞれ「32・29・33・25」、「32・33・42・26」、「34・35・37」、「9・10」といった色彩を連想することがわかった。なお、色彩番号は図2に示したものと同じである。また、単語と色彩番号の順序は、連想確率の高いものから列挙している。

このように、さまざまなユーザ属性をもつ被験者が、共通した色彩連想を示すことがわかった。心理学の先行研究では、色彩の嗜好に年齢差や性差があるとされていたが、本研究の結果では、テキストから連想される色彩は、異なる年代の男女間において共通しているという結論に至った。

4. 考察

テキストの連想色彩に関して、本実験の結果より、ユーザ属性の影響は低いと言える。しかし、テキストの中でもその相関係数にばらつきがみられた。特に text4 に関して、C(30代)-D(40代)間の相関係数が 0.363 と、全体からみて低い値を示している。この相関係数の値に関して、テキスト内の単語が影響しているのではないかと考え、テキスト内に含まれる単語について分析を行った。

まず、形態素解析エンジン『mecab』を用いて、各テキストに含まれる単語を品詞ごとに分類した。これと、本実験で回答してもらった色彩連想に影響を与えた単語を照らし合わせた。

次に、本実験で各 text α ($\alpha=1,2,\dots,10$) に対して、ある単語 n について、その単語を選択した被験者の割合を算出し、単語 n の回答率を算出した。

本実験にて回答された単語は、色彩連想に影響を与えている単語である。つまり単語 n の回答率

が高いということは、色彩との結びつきが強い単語ということである。各テキストの単語 n の回答率の上位 3 単語を表 4 にまとめた。

表 4 各テキストの単語の回答率（上位 3 単語）

text1		text2		text3	
単語	回答率	単語	回答率	単語	回答率
紫色	0.755	サタクロズ	0.638	青	0.521
洋間	0.372	オウム	0.585	静か	0.351
暖炉	0.362	灯	0.654	電燈	0.351

text4		test5		text6	
単語	回答率	単語	回答率	単語	回答率
自動車	0.457	田舎	0.756	みかん	0.543
汚い	0.426	野原	0.628	濁る	0.436
タイヤ	0.351	牧場	0.585	キャラメル	0.426

text7		text8		text9	
単語	回答率	単語	回答率	単語	回答率
鶴	0.745	火鉢	0.660	山奥	0.574
沼	0.415	灰	0.606	暗い	0.468
きれい	0.372	御飯	0.277	侘しい	0.383

text10	
単語	回答率
街燈	0.511
青白く	0.500
まっ黒	0.479

表 4 より、text4 に関してのみ、単語の回答率が 0.500 未満である。テキスト内に、色彩を連想しやすい単語が少なかったために、text4 の相関係数が低かったのだと考えられる。より色を連想しやすい単語によって、テキストの連想色彩が決定していると思われる。

5. 結論

本研究では、テキストの連想色彩と、ユーザ属性の関係性を心理実験により調査し、分析を行った。その結果、年齢や性別がテキストから連想される色彩に影響を及ぼす可能性は低いことが示された。これは、年齢や性別に関わらず、被験者はあるテキストを見たときに、テキストのなかの共通した単語から共通した色彩を想起するということである。したがって、年齢や性別といったユーザの属性を考慮せずにテキストに適した色彩を推薦することが、色彩提案の妥当性に与える影響は小さいことが示された。つまり、[1]が提案するシステムの出力結果に対して、あらゆるユーザは、属性に関わらずある程度一貫して共感を得られるということである。

入力したテキストから、自動的にそのテキストの内容に適した色彩を推薦するシステムは、電子テキストの装飾に利用できる。例として、電子書籍やニュースサイト記事の内容に応じて着色を行う、カラー付箋自動付与システムが考えられる。本研究の成果が示す通り、システムの実行結果が年齢や性別といったユーザ属性から受ける影響は小さいため、多くの記事に有効であり、ユーザが知覚的に書籍や記事を分類することができ、内容のおおよその把握をすることも可能である。

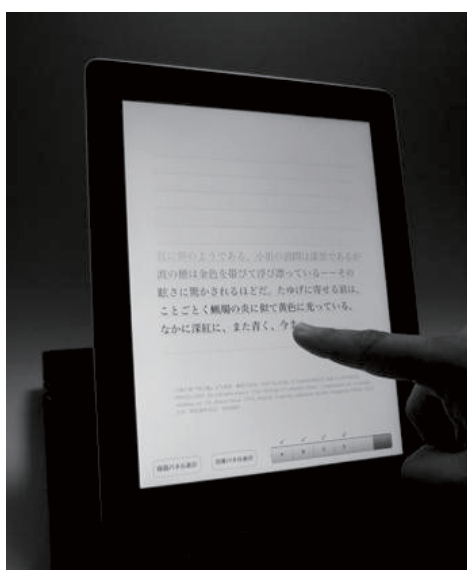


図3 『Yu bi Yomu』の外観

さらに、応用例として、[7]が提案する、ユーザの働きかけ（なぞり動作）に応じて、デジタル文章の表示が動的に変化し、ユーザの文書理解や印象変化をさせるソフトウェア『Yu bi Yomu』のような文書表示ソフトウェア（図3を参照）に用いることも考えられる。Yu bi Yomu上で、テキスト内容に適した色彩を提案することにより、文書理解の向上につなげられることが期待される。

参考文献

- [1] 飯場 咲紀, 仲村 哲明, 坂本 真樹, (2011) “単語と色彩の認知的連想関係に着目したテキスト最適色彩選定手法”, 情報処理学会研究報告エンターテインメントコンピューティング, 2011-EC-19, No. 16, pp. 1-6.
- [2] 小塩 真司, (2004) “SPSS と Amos による心理・調査データ解析”, 東京: 東京図書株式会社.
- [3] 小林 重順, (2001) “カラーイメージスケール改訂版”, 東京: 講談社.
- [4] 齋藤 美穂, 富田 正利, 向後 千春, (1991) “日本の四都市における色彩嗜好 (1): 因子分析的研究”, 日本色彩学会誌, Vol. 15, No. 1, pp. 1-12.
- [5] 中山 記男, 江口 浩二, 神門 典子 (2004) “感性語の色表現を用いた文書クラスタリング”, 第15回データ工学ワークショップ論文集, 1-7-2.
- [6] 服部 峻, 田中 克己 (2008) “色名抽出と色特徴量変換に基づく典型的画像の Web 検索”, 日本データベース学会, Vol. 6, No. 4, pp. 9-12.
- [7] 丸谷 和史, 植月 美希, 安藤 英由樹, 渡邊 淳司 (2012) “なぞり動作で文章を動的に表示するソフトウェア「Yu bi Yomu」”, 情報処理学会 インタラクション 2012, pp. 313-318.
- [8] 三浦 久美子, 齋藤 美穂 (2004) “<身につける色>と<周辺の色>の嗜好比較”, 日本色彩学会誌, pp. 163-175.

学習の動機づけが記憶の誤りに及ぼす影響 Influence of motivation on false memory

鍋田 智広¹, 猪股 健太郎², 興梠 盛剛³, 小野 史典⁴, 松田 憲³

Tomohiro Nabeta, Kentaro Inomata, Moritaka Kouroki, Fuminori Ono, Ken Matsuda

¹北陸先端科学技術大学院大学, ²関西大学大学院心理学研究科, ³山口大学理工学研究科, ⁴山口大学

¹Japan Advanced Institute of Science and Technology, ²Kansai University Graduate School of Psychology,

³Yamaguchi University Graduate School of Science and Engineering, ⁴Yamaguchi University

nabeta@jaist.ac.jp

Abstract

The present study investigated the effect of motivation on production of false recognition. In the experiments, undergraduate student participants learned lists of words that are used for investigating false memories experimentally. Namely, participants completed fragment of words that semantically related to the prompt words in the learning phase. The motivation condition was manipulated between participants, i.e., half number of participants were told that the current task promotes participants' ability for comprehension (motivation condition) while other half were just told that the current task related with semantic information (control condition). After the learning phase, the surprising memory test, recognition memory test was conducted. The results showed that false recognition in motivation condition was greater than that in control condition. Authors suggested that the increase of false recognition is attributed to promotion of semantic processing in the motivation condition rather than in the control condition. Although this suggestion is consistent with the well-known idea that semantic processing leads to production of false memories, it shows paradoxical view from the perspective of the ecological validity.

Keywords — false memory, motivation, learning

1. はじめに

我々の記憶は必ずしも正確ではなく、現実
に生じたことをありのまま想起できるとは限
らない。このような記憶の誤りは虚偽記憶と呼
ばれ、多くの研究で検討されている。例えば、
Loftus は、記憶の誤情報(misinformation)パラ
ダイムと呼ばれる実験的手法を用いて、頑強な
虚偽記憶が日常的な設定において生じうるこ
とを示そうとしている(Loftus, 2005)。その他、膨
大な数の研究が虚偽記憶について検討している。

虚偽記憶現象は、このように古くから多く
の実験的な検討がなされてきたが、比較的最近

考案され、頻繁に使用されている実験的手法と
してリスト学習を用いたものがある (Deese,
1959; Roediger & McDermott, 1995)。ここで
は、特定の単語 (ルアー語: 針)を連想させる
単語 (鋭い, 細い, 痛い, 刺す…)からなるリ
ストを学習した後で、再生テストや再認テ
ストを行うものがある。テストでのルアー語の虚再
生や虚再認が虚偽記憶とされる。実験的虚偽記
憶は、単語だけでなく絵や写真, 漢字, 名前と
いった刺激材料でも生じ、高齢者, 大学生, 幼
児など様々な対象者で認められる。また、テ
ストまでに遅延期間を置いた場合だけでなく、直
後でも生じる。このような様々な変数において
頑強に認められることは、虚偽記憶が重要な記
憶システムを反映していることを示唆している

本研究では、虚偽記憶の生起メカニズムを
日常的な観点から検討する。我々の認知的シ
ステムは、日常において適切に生存することを目
的としているとする生態学的妥当性の観点に立
って考えると、特定の認知的システムが日常に
おいて果たす役割から、その認知的システムの
機序を検討することは意義があると考えられる
ためである。

本研究では、記憶システムが重要な役割を
果たす認知機能として、学習の動機づけに注目
した。学習は人間が環境に適応するための重要
的な機能であり、学習の動機づけは、学習を発
現させる役割をもつ。学習の動機づけが虚偽記
憶現象に与える影響を検討することで、記憶シ
ステムが学習において果たす役割を生態学的妥
当性の観点から考察する。

動機づけ研究における記憶

動機づけは、教育などの分野で多くの注目を集め、また注意や意思決定、問題解決との関連性が学術的な関心を集めている一方で、記憶との関連性を検討した研究は少ない。典型的には、再生あるいは再認できることにより報酬が与えられるというものであるが、動機づけによる記憶の促進効果は、内的なリハーサルの増加(Wickens and Simpson, 1969)。また、このように独立変数として扱っているもの以外の研究としては、複数の項目のうち、実験参加者が選択した項目の記憶成績が優れる効果である自己選択効果の研究がある。ここでは、自分が選んだ項目を想起するための動機づけの水準が高まり、続けて項目に注意が多く向けられるために生じると説明されている (Perlmutter, et al., 1971)。

虚偽記憶と動機づけ

虚偽記憶の研究はこれまで多くの蓄積があるものの、動機づけはそれほど注目されてきた訳ではない。動機づけと虚偽記憶の関わりは検討した研究では、記憶テストの際に、虚偽記憶を抑制するように方向づける動機づけが操作された。たとえば、Candel, Merckelback et al. (2006) では、標準的な虚偽記憶の実験の再生テストの際に間違いの反応の数に応じて報酬を減らすように教示されたものの、この操作は虚偽記憶に影響を与えなかった。また、動機づけとは異なるものの、Gallo et al. (1997) は、学習時に虚偽記憶の反応をしないように警告する効果を調べ、結果として虚偽記憶が抑制されることを示したものの、再認テストにおける肯定的な反応数自体が減少し、虚偽記憶に選択的な効果はそれほど大きくはないことが示唆された。

これらの虚偽記憶の抑制に果たす動機づけの効果を調べた研究では、数は少ないものの、ポジティブな効果は得られにくいことが示唆されている。

これまでのところ、動機づけは虚偽記憶の抑制のための操作として導入されているものの、

学習の動機づけについては検討されていない。学習の動機づけは日常の変数である。自分の能力を高めるために学ぶ場合やそれほど強い動機を持たずに学ぶ場面はどちらも日常的であり、実験的虚偽記憶の生起メカニズムを検討する上で重要である。

最近の研究の幾つかは記憶と動機づけの関連性を見いだしている。たとえば、Murayama and Elliot (2011) は、学習の動機づけが再認記憶の成績に影響しうることを示した。この研究の実験1では、単語の形態を処理する形態処理課題と手がかりから単語を生成する生成課題が実施された。その結果、生成課題において再認成績に動機づけの効果が認められた一方で、形態処理課題を実施した参加者には動機づけの効果は認められなかった。この結果は、動機づけが、単語の意味の処理に影響することによって記憶成績に影響を与えたことを示唆している。虚偽記憶が意味的処理によって生じることとはほとんどの理論で想定され実験による検証がなされている。動機づけが意味的処理を促進するのであれば、学習時に動機づけられた条件では虚偽記憶が増加すると予測される。

2. 実験

参加者：大学生 44 名

刺激材料：ルアー語の連想語からなる単語リスト 20 を用意した。各リストは、12 語から構成され、ルアー語との連想が強い順に配置された。実験の学習時に呈示される学習リストと再認テストだけで呈示される統制用のリストはそれぞれ無作為に 8 リストが選択され、使用された。残りの 4 リストは学習時のセッションの最初と最後に呈示され、分析から除外するフィルター用のリストとして使用した。

再認テストでは、各リストから1番目、4番目、7番目、10番目の単語が用いられた。学習時に呈示されたリストからの単語は再認用単語、再認時のみに呈示されたリストの単語は統制単語とした。

手続き：実験は学習セッションと再認テストセッションから構成されていた。学習セッションでは偶発学習が行われた。ここでは、ヒントとなる2つの単語が提示され、それらに関連する単語の手がかりを推測して完成させる課題が実施された。参加者は例えば、「故郷」「鯉」というヒントが提示され、同時に提示される手がかり「ニ〇キ」を完成させた(ニシキ)(図1)。1問につき回答時間は10秒間で、その時間が過ぎても正解が入力されなければ次の問題に進んだ。学習セッションでは中断があった。セッション開始から4リストが終了すると、課題の正答率が参加者に表示された。

実験参加者は、この課題は意味推測訓練法と呼ばれる課題であることが告げられた。実験群(動機づけ群)の参加者は、この課題を注意深く実施することで意味に関する能力が高まると伝えられ、学習時に自分の能力を高めるために課題に取り組むように教示された。統制群の参加者は単にできるだけ早く正確に実施するという標準的な教示が伝えられた。学習セッション終了後すべての参加者は再認テストを受けた。再認テストでは、関連するリストの単語が学習されたルアー語と、関連するリストの単語が学習されなかった統制ルアー語が提示された。またこれらに加えて、学習された単語(学習語)と学習されなかった無関連な単語(統制語)が提示された。

再認テストでは、4種類の項目が呈示されたすなわち、1. 学習リスト・リスト語(リストの項目で学習時に呈示された項目)、2. 学習リスト・ルアー項目(学習時に呈示されたリストの項目のルアー語)、3. 統制リスト・リスト語(リストの項目だが学習時に呈示されなかった項目)、4. 統制リスト・ルアー語(学習時に呈示

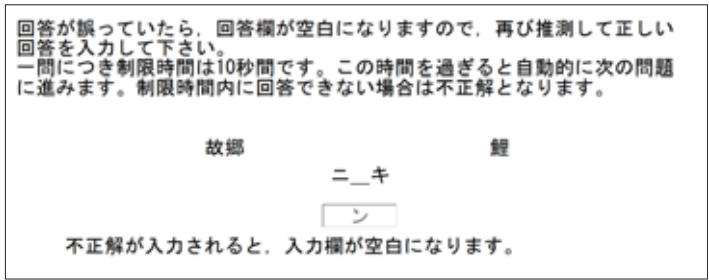


図1 学習課題の教示の画面

されなかったリストのルアー語)。これらの項目のうち、実際に学習時に呈示されたのは1の学習リスト・リスト項目である。

また、参加者は各テスト項目について、再認判断(学習時に呈示されたか否かについての判断)に加えて、Remember/Know判断をした。これは、主観的な想起意識を判断するための指標で、再認判断と一緒に主観的な経験を想起できればRemember判断をし、ただ分かるだけの場合であればKnow判断をするように伝えられた。また、これらの判断をするほどまったく自信がない場合はGuess判断をした。

3. 結果

学習課題の成績として平均正答率を算出した結果、81.0%であった。実験群(動機づけ群)と統制群の平均正答率はそれぞれ、81.0%と80.3%であった。

再認率、Remember率、Know率、Guess率をそれぞれにおける、項目のタイプ(学習リスト・リスト語、学習リスト・ルアー語、統制リ

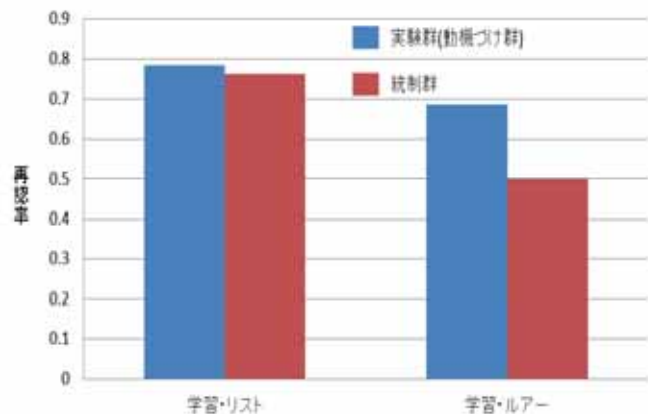


図2 学習・リスト項目とルアー項目の再認率

スト・リスト語・ルアー語)について実験群と統制群とで比較した。その結果、再認率における学習リスト・ルアー語のみで実験群と統制群との差が有意であった [$t(42) = 2.50, p < .02$]。

4. 考察

本研究は、学習時の動機づけを操作し、虚再認に及ぼす影響を検討した。その結果、学習時に習得動機づけを喚起する教示を与えられた参加者は、通常の教示を与えられた参加者に比べてより多くの虚再認を産出した。

本研究の結果は、動機づけが記憶に影響するプロセスについて、興味深い可能性を示唆している。これまで、記憶研究において動機づけは記憶成績に対する報酬で操作されていたため、動機づけの高まりがリハーサルなどの記憶方略の使用頻度を増加させるとすると考えられてきた。しかしながら、本研究は偶発学習事態であり参加者は記憶するような教示はなされていない。したがって、本研究で動機づけ条件で虚再認が増加した結果は、例えばルアー語を誤ってリハーサルしたとする従来の枠組みでは説明できない。本研究は、動機づけが記憶に与える促進効果に、覚醒水準や、注意といった変数が媒介している可能性を検討することが重要であることを示唆しているといえる。

従来まで、虚偽記憶研究において動機づけは、どの程度虚偽記憶を抑制しうるかを検討するために調べられてきた。こうした研究では、動機づけを高めても必ずしも虚偽記憶は抑制されないことを示してきた。虚偽記憶との関係性において、抑制について検討すると、動機づけは影響が少ない変数である。その一方で、本研究では、動機づけは虚偽記憶に大きな影響を及ぼしうることを示した。この違いは本研究では、虚偽記憶の増加について検討していることに起因するのかもしれない。

本研究では、学習課題として、意味を考えさせるようにした。本研究では、他の単語との関連性を処理させる課題を用いているものの本研究の動機づけの効果は必ずしも課題に固有

の現象ではないと考えている。日常我々が物事を理解するにはその意味を処理する。意味処理は日常的になされる認知処理である。本研究の結果の妥当性を高めるために、異なる意味処理課題を用いた実験などをすることは有益であると考ええる。

本研究は、学習の動機づけが虚偽記憶を増加させることを示した。このことは、学習の動機づけが材料の意味的処理を促進したことを示唆している。すなわち、学習の動機づけが高められた結果として、材料を意味的に処理する傾向が高まり、虚偽記憶が増加したと考えられる。動機づけは教育の分野では一般に何らかのポジティブな効果をもたらすと想定されてきていた。従来の研究における虚偽記憶を抑制させるための動機づけ操作は、“間違い”を減少させるという意味でこの方向で解釈できる。本研究は、学習のための学習時の動機づけが“間違い”を増加させるという結果を示した点でこの文脈から外れており、動機づけ研究に新たな課題を示唆しているといえる。

参考文献

- [1] Loftus, E. (2005) "Planting misinformation in the human mind: A 30-year investigation of the malleability of memory", *Learning & Memory*, Vol. 12, pp. 361-366
- [2] Deese, J. (1959) "On the prediction of occurrence of particular verbal intrusions in immediate recall.", *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 58, 17-22.
- [3] Roediger, H. L., and McDermott (1995) "creating false memories : remembering words not presented in lists", *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 21, 803-814.
- [4] Wickens, T. D. and Simpson, C. K. (1968). "Trace cue position, motivation and short-term memory", *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 76, pp.

282-285.

- [5] Perlmuter, L. C., Monty, R. A., and Kimble, G. A. (1971). "Effect of choice on paired-associate learning", *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 91, pp. 41-53.
- [6] Candel, I., Merckelbach, H., Jelicic, M., & Jentjens, K. (2006) "Commission errors but not critical lures decrease when you have to pay a price for them", *American Journal of Psychology*, Vol. 119, pp. 619-624.
- [7] Gallo, D.A., Roberts, M.J. & Seamon, J.G. (1997) "Remembering words not presented lists: can we avoid creating false memories.", *Psychonomic Bulletin and Review*, Vol. 4, pp. 271-276
- [8] Murayama, K. and Elliot, A. J. (2011) "Achievement motivation and memory: achievement goals differently influence immediate and delayed remember-know recognition memory", *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 37, pp. 1339-1348

メンタルトレーニングと自律神経機能の制御

Mental training enhances control over autonomic nervous functions

宮田 裕光^{†,‡}, 岡ノ谷 一夫^{†,*}, 川合 伸幸^{†,‡}
Hiromitsu Miyata, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

[†]JST ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト, [‡]名古屋大学, ^{*}東京大学
JST ERATO OEIP; Nagoya University; The University of Tokyo
miyata@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Yoga, originated in the ancient India, is the traditional practice that involves self-observation and self-control through various body postures, meditation, etc. In our questionnaire survey, the length of practice strongly predicted enhanced mindfulness and well-being and decreased depression. The present study addressed the neurophysiological underpinnings of these changes. In Experiment 1, autonomic nervous functions in the practitioners during focused-attention meditation were measured using NeXus-10. Preliminary analyses revealed decreased skin conductance level during meditation, whereas heart rate failed to change significantly from the resting phase to meditation. Experiment 2 involves a highly advanced practitioner and compares cardiac functions during different meditations using Finometer MIDI: (1) focused-attention, (2) namaskara, and (3) compassion meditation. Parasympathetic nervous activities in (1) and sympathetic nervous activities in (2) and (3) are expected to be observed. These findings should indicate sophisticated control over autonomic nervous functions achieved through training, which may underlie the enhanced psychological functions.

Keywords — yoga, mental training, control, autonomic nervous function, neuroplasticity

1. はじめに

認知熟達による神経可塑性の知見やフランシスコ・ヴァレラの身体論哲学を土台に、瞑想などのメンタルトレーニングによる情動情報処理などの認知神経機構の変容と、その臨床応用が注目されている (Slagter et al., 2011)。日本で広く実践される精神修養のひとつであるヨガは、古代インドに起源を持ち、身体など自己の状態への気づきと制御を基本とする伝統的実践である。ヨガには、種々のアーサナ (身体ポーズ) を行うことで自身の肉体への気づきを高めようとするハタ・ヨガ、自身の呼吸への注意集中や祈り (ナマスカーラ) など、瞑想法によって自己統御能力を高めようと

するラージャ・ヨガなどが含まれる。またヨガ実践者は、他者への愛や慈しみを内的に生成する「慈悲の瞑想」など、異なる種類の瞑想法を総合的に訓練することも多い。これまでに我々は、訓練期間が数ヵ月から 30 年以上におよぶ日本人ヨガ実践者を対象とした質問紙調査を実施し、訓練期間の長い実践者ほど主観的幸福感やマインドフルネス (気づき、受容) の得点が高く、抑うつやネガティブ気分の得点が高いことを示した (Miyata et al., under revision)。

こうした変容は、どのような神経科学的、生理学的機序によってもたらされるのだろうか。本研究では、自律神経バランスの意識的な切り替えが訓練を通して獲得されているという仮説を立て、瞑想中の自律神経活動計測を行った。実験 1 では、瞑想法の最も基礎にあたる、(1) 呼吸などへの持続的な注意集中法を対象とした。実験 2 では、高度熟達者を対象とし、前者に加えて、(2) 祈り (ナマスカーラ)、(3) 慈悲の瞑想、という異なる瞑想実践中の心臓活動を同一参加者内で比較検討する。(1) では副交感神経優位、(2) (3) では交感神経優位といった切り替えが見られることを予想した。

2. 実験 1

2.1. 方法

参加者 ヨガ実践者 13 人 (女性 7 人、男性 6 人、平均年齢 49.1 歳、平均実践期間 11.2 年)。

装置 生理計測システム NeXus-10。

手続き ヨガマット上で、あぐら、蓮華座などの座法を取った状態で計測を行った。皮膚コンダクタンス、容積脈波、皮膚温度の各計測センサーを、指先および手首内側に装着した。練習の後、

2セッションの計測を実施した。計測は、レスト1 (4分)、瞑想 (10分)、レスト2 (4分)、の計18分をひと続きで行った。瞑想は、呼吸への注意集中法を基礎とした上で、各参加者の注意集中テーマを設定してもよいこととした。レストは、瞑想と区別された安静状態とした。計測中は体動を最小限とし、発話はしないよう教示した。分析に際し、各計測ブロックの両端30秒は除外した。

2.2. 結果と考察

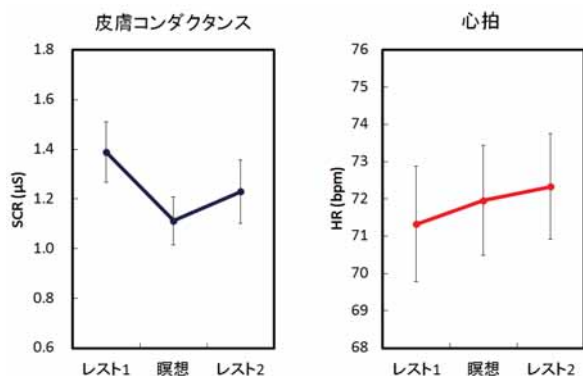


図1 実験1: 結果 (平均±SE)

皮膚コンダクタンスについては、計測ブロックの主効果が有意で ($F(2, 48)=7.772, p=.001$)、レスト1から瞑想にかけて有意な低下が見られた ($p<.001$)。心拍は、レスト1から瞑想にかけて上昇傾向にあったが、計測ブロックの主効果は有意に達しなかった ($F(2, 50)=2.684, p=.078$)。皮膚温度については、計測ブロックの主効果が非有意だった ($F(2, 50) = 2.148, p=.127$)。

これらの結果から、心拍や皮膚温度の指標では、レストと瞑想で有意な変化が見られなかった一方、皮膚コンダクタンスは瞑想中に有意に低下していた。これは、瞑想における覚醒水準の低下やリラックスした状態を示唆していると考えられ、副交感神経優位である可能性が示唆される。

3. 実験2 (予定)

3.1. 方法

参加者 ヨガ高度熟達者1人 (女性、40歳、実践期間20年)。

装置 心拍量計 Finometer MIDI。

手続き 実験1と同様に座法を取った状態で、

指先カフおよび高さ補正センサーを装着して計測する。1回ごとの心拍出量を測定することで、心収縮力を変化させるノルアドレナリン系の心臓交感神経活動と、心拍を変化させるコリン作動系の心臓迷走神経活動 (副交感神経) を測定できる。呼吸への注意集中法、祈り、慈悲の瞑想の各々について、各10分間、2セッション実施する。

3.2. 結果と考察 (予想)

実験1から、呼吸への注意集中法は副交感神経優位の状態である可能性が示唆された。また先行研究から、祈りや慈悲の瞑想では、心拍が上昇し交感神経活動が優位となることが示唆されている (Lutz et al., 2009)。高度熟達者では、こうした瞑想内容ごとに異なる自律神経活動を示唆する心臓活動が、個人内で観察される可能性がある。

こうした自律神経活動のバランスの切り替えは、末梢神経系の活動を中枢神経系の制御によって意識的に調整する能力を示唆すると考えられる。すなわち、身体と脳の相互作用を通じた神経系の統御能力が訓練によって獲得されている可能性があり、それが抑うつなどネガティブ情動の減少や、幸福感の向上に寄与している可能性が考えられる。

4. 参考文献

- [1] Slagter, H. A., Davidson, R.J., & Lutz, A. (2011). "Mental training as a tool in the neuroscientific study of brain and cognitive plasticity". *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 5(17). doi: 10.3389/fnhum.2011.00017
- [2] Miyata, H., Okanoya, K., & Kawai, N. (under revision). "Mindfulness and well-being in Japanese yoga practitioners". *Mindfulness*.
- [3] Lutz, A., Greischar, L. L., Perlman, D., & Davidson, R. J. (2009). "BOLD signal in insula is differentially related to cardiac function during compassion meditation in experts vs. novices". *NeuroImage*, Vol. 47, pp. 1038-1046.

相互行為における認知効果の意義
—話し合いながら考える活動の観察と分析—
*Cognitive Effects in Interaction:
Analysis of an Activity to Think through Talk*

名塩 征史[†]
Seiji Nashio

[†]北海道大学
Hokkaido University
nashio@imc.hokudai.ac.jp

Abstract

Cognitive effects, according to D. Sperber & D. Wilson, are changes in the individual's beliefs and contribute to the fulfillment of cognitive functions or goals. In this paper, I focus on these effects in an interactive activity and reconsider them with an empirical approach. The significance of the findings from a qualitative analysis is discussed in relation to the pursuit of comprehensive consistency that is the interaction to achieve cognitive consistency between participants situated in a particular environment.

Keywords — **Cognitive effect** (認知効果), **Comprehensive consistency** (包括的整合性), **Interaction** (相互行為), **Qualitative analysis** (質的分析)

1. はじめに

他者との協働によって何かを達成しようとする相互行為では、互いの繰り出す行為の同調や知識・経験等に関わる共通基盤の存在が欠かせない[1][2]。ただし、後者の知識・経験・記憶といった認知的要素の体系は個人内に閉じた領域に存在するものであり、他者が有する領域との直接的な照合や共有は不可能である。そのため、我々は他者との身体的・機能的な同型性[3]や、「相手が今の自分と同じ場に立てば、相手にも周囲の環境が今の自分と同じように見える」という「場の交換 (trading places / place exchange) 可能性」に基づく間主観性[4][5]に負う形で、互いの思考を間接的にでも照合し、それらを互いに類似したものへと変容させていく必要がある。

1.1 関連性理論における認知効果

本稿が焦点を当てる「認知効果 (cognitive effect)」は、そうした認知的基盤の照合／共有

過程に深く関連する概念であると考えられる。発話解釈を可能とする人間の認知のメカニズムの解明をはかる語用論的アプローチである関連性理論によれば、認知効果とは、ある伝達行為を解釈する主体が新たな想定 (assumption) を獲得したり、予め持つ想定 (群) を強化／修正／棄却したりする効果のことである[6]。このような効果を規定することにより、個々の認知環境が他者からの伝達を資源に変容するメカニズムの説明が可能となる。情報交換を基調とする相互行為の中に、主体間で互いの振る舞いを制限し合い活動を自律的に組織化する協調構造を認めるならば[7]、認知効果によって各主体の認知環境が変容し、主体間でそれが類似したものになっていくという過程は、確かにコミュニケーションの本質を捉えていると言えるだろう。

1.2 批判的検討

しかしながら、関連性理論に対しては批判も多く、様々な立場から現実のコミュニケーション活動を捉えるアプローチとしては難があるとの指摘を受けている。そうした批判の中から特に本稿の議論に関係するものを二つ取り上げてみたい。

第一に、関連性の最大化に関わる定量化の問題、すなわち「想定」や「信念」を扱うための定量的な形式化[8]が未だ厳密に行われていない。同理論では意図明示的伝達の関連性を計る指標の一つとして認知効果を提唱しており、認知効果の程度が大きければ大きいほど、またその効果を導出する労力 (effort) が少なければ少

ないほど、その伝達行為は解釈主体にとって関連性の高いものであるとされる[6]。その際、認知効果の程度は、獲得／強化／修正／棄却される想定の数に比例して大きくなると説明されるのだが、その想定を量るための定式化された単位や算出法が明らかにされていない。これは認知効果を導出する労力の算出においても同様である。つまり、意図明示的伝達の解釈においては最大限の関連性の達成が目指されるはずが、何をもって最大とするのかが不明確なままになっている。この問題の解決に取り組む試みもあるが、計算論的関連性理論は人工知能の設計など限られた分野への貢献は期待されるものの[8]、その複雑になりがちな計算主義的操作プロセスが我々の日常的なコミュニケーションの規範性を生み出すと考えるのには疑問が残る。これは認知科学に発展をもたらした機械論的アプローチが、人間のもつ柔軟性や適応性、もしくは多様な可能性に開かれた人間の活動を捉える上で直面する困難にも通じるものである[9][10]。

第二に、「関連性の原理」はそれが過度に理想化されたものであるがゆえに、現実の相互行為のダイナミクスを捉える原理としては過制御であるか、もしくは考慮すべき他の要因（他の関連性）[11]を無視しているかのどちらかであると言える[12][13]。関連性の原理では伝達行為の関連性が先取的に設定されている。そのため受け手は推論の際に必要な想定群を予め設定された関連性に見合うように持ち出すことになり、さらなる関連性を求めて推論の前提となる想定範囲を無限に拡大できるような規則は予め排除されることになる。しかし現実には上記のような先取的設定は存在しないため、実際にはその場の状況に適した関連性の程度を定めるための前提が必要となる。また最小のコストで関連性を導出するためには、推論の前提となる想定群に何らかの優先順位を持たせ、想定範囲を段階的に拡大していく必要がある。つまり、関連性の原理は、それだけでは経験的内実を持ちえないか、あるいは然るべき他の理論に

よって補われなければならないことになる[12]。また菅原（1997）では、関連性理論における首尾一貫性は、聞き手にいだかれた想定群の総体（文脈）にとって効果をもつ限りで新情報が付加されていくことにより保持されるものであるとした。その上で、そうした理想的なモデルでは、日常的には当たり前のように起こるはずのトピック推移（唐突なトピックの導入や先行文脈の無効化）を捉えることができないと指摘している[13]。以上のような問題を踏まえると、関連性理論は日常的なコミュニケーションの諸問題から分離されたものであると言わざるを得ない[14]。

ただし、上述のような問題点は、あくまで関連性理論がかかえるものであり、本稿の焦点となる認知効果が否定されているわけではない。認知環境の変容は日常生活の中で絶え間なく起こっている。他者との相互行為においてもやはり、他者の内にとどのような認知効果が起こっているのかを、直接知覚・照合可能な何かを通して知る必要がある。その意味で、認知効果の程度や現行の活動における有用性、そしてどのような認知効果がどのように表示されるのかを探ることには意義があると考えられる。

1.3 目的

本研究は、認知効果を関連性理論という文脈から一旦切り離し、相互行為において実際に観察される諸現象の質的な分析を通して、認知効果の様相を推察しつつ、その相互行為上での有用性と意義について再考する試みである。ここでは、例えば「自らが語りたいことを語る」ことに潔く賭けるといった自己中心的な連関性の追求[13]や、行為の不定さを完全には払拭できないまま繰り出され、その意味や役割の決定を環境（他者）に委ねてしまうような投機的行為[15]などの存在を考慮する経験的アプローチを採用する。本稿では、そうした文脈の中に認知効果を埋め込み、周囲の環境（人や物）を利用しつつ行われる相互行為との関連から認知効果を捉え直す。

2. 実験

互いに直接アクセスできない認知環境を相互行為を介して交流させ、協調的な活動の実現に向けて調整する身体的および認知的プロセスを観察・分析するため、本研究では次のような実験的環境下での活動を対象データとして収録した。収録は、2012年6月から同年7月の間に実施された。

2.1 協力者

協力者となったのは、某大学大学院に所属する日本人12名、中国人留学生1名の計13名（男性5名、女性8名）で、いずれも20歳台である。協力者は親しい者同士2～3名で1グループとなり実験に参加した。

2.2 内容

本実験では一回の実施に当たって2グループが呼び出され、それぞれ「表現グループ」と「解釈グループ」に分かれて調査者（本稿の筆者）が指定する課題を行う。

表現グループの課題は、指定された部屋に用意されたコルクボードの上に、積み木とチェスの駒を使って何かを表現するというものである。作業時間は約30分で、時間内に複数の作品を作ることが可能であるが、協力者は最終的に一つの作品を残し、その作品にタイトルをつけるように指示されている。タイトルは、理想的には一語ないし一句のシンプルなものとした。協力者はコルクボードの傍らに予め用意されていた名刺サイズのカードにそのタイトルを記入し退室する。その後、カードは調査者によって封入され、表現グループの作業は完了となる。

続いて表現グループによる作品が手つかずのまま残された同じ部屋に解釈グループが入室する。解釈グループは約30分間に大きく分けて三つの作業を行うよう指示される。まず、①封入されたタイトルを見ず、かつ作品には一切手を触れないまま、その作品が何を表しており、どのようなタイトルがつけられているのかを予想する（約15分）。次に、②表現グループが当該の作品につけた

タイトルを確認し、なぜそのようなタイトルになったのか、作品の諸特徴と照合しながら理解を深める（約5分）。そして最後に、③確認したタイトルに沿って、作品に修正や改変を加え、新たな作品を作り（約10分）、完了後、協力者は退室する。

以上の作業はすべてビデオカメラで撮影された。表現グループと解釈グループが実験前に顔を合わせることはなく、各作品が誰の手によるもので、また誰によって解釈されるのかは互いに知らされていない。また調査者は表現・解釈各グループの作業前に同意書への署名と作業内容の説明を終えたあと退室するため、作業中に調査者から協力者へ指示が与えられることはない。

2.3 補足

本研究では、今後表現グループの活動の観察と分析へと進み、表現・解釈両グループの活動を比較する予定であるが、本稿ではある解釈グループの作業①にのみ焦点を当て分析を進める。したがって、本稿の議論においては、表現グループの重要な役割の一つとして、調査者以外の主体が解釈の対象となる作品を作成することにより、研究の全体像を知る調査者のバイアスが予期せぬ形で分析結果に影響することを防ぐということのみ確認しておく。

3. 観察と分析

上述のような手続きを経て収録されたデータの中から、直接観察することができない各参加者の認知環境を観察可能な事物事象と結びつけながら分析する本稿での手法に最も適した場面を選択した。観察と分析の対象として選択したのは、男性

(M) 1名と女性(F) 1名で構成される解釈グループ α である。MとFは学年・専攻が同じで、普段からよくコミュニケーションをとる友人同士である。2.2で述べた解釈グループによる三つの作業(①～③)のうち、ここでは α による作業①を観察・分析した。作業開始時には既に表現グループによる図1のような作品がコルクボード上に残されていた。作品のタイトルは【銭湯】とされたが、観察された約15分間の作業中に、 α がそ

のタイトルを知らされることはない。作業中に言語的・非言語的に表出され、参加者間で共有されたことが確認できる気づきのうち、特に注目すべきものを取り上げ、それらに沿ってまとめた作業の流れを表1に示す。

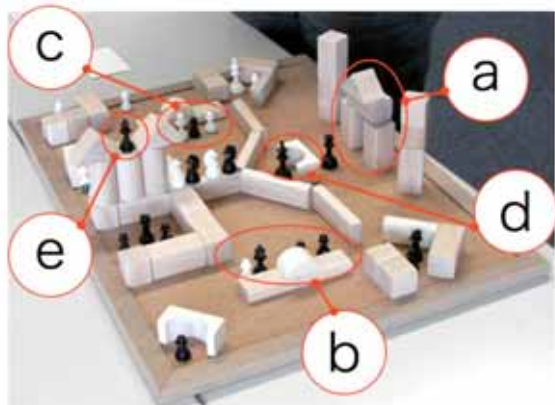


図1：作品【銭湯】の全体像

表1：作業の流れ

分:秒	気づきの内容
01:49	a = 全体の入り口
02:25	駒の白黒の別に注目
02:37	作品の対称性：白と黒が二分されていることに注目
02:53	b ⇒ 黒い駒の中に一つだけ白い駒 c ⇒ 白い駒の中に一つだけ黒い駒
03:07	【国境】？
04:03	全体が完全には対称でないことを確認
05:10	d = 入管（入国審査）？
05:18	【空港】？ a = 空港の入り口
05:45	dに「振り分ける役割」を付与
06:44	駒の白黒の別に何か意味があることを再確認
07:05	b / c内に配置された一つだけ色が異なる駒に再度注目⇒「ハーフ」？「何か混ざっている」？ 「不法入国者」？
07:32	e = 管制塔？ 【空港】？
08:47	大小の駒のペアに注目 = 「親子」
10:27	「振り分ける役割」について再考 ⇒ 【空港】 は振り分ける場所か？ ⇒ タイトルを【空港】とした場合の矛盾点を指摘
11:13	駒の白黒の別について再考 ⇒ 男女の区別

11:22 【銭湯】！

表1内のa-eは図1に記された作品の各部を表し、また【 】内の語は作品のタイトル候補として挙げられたものを表す。作業開始から[05:18]までは、a-e各部の特徴を明確にし、それが何を表しているのかを解釈することで徐々に全体像（作品のタイトル）を導きだす過程を確認することができる。特に重要と思われるのは、[02:25-02:37]で駒が白黒の別に応じて分けて配置されていることへの気づきである。それが[03:07]の【国境】（つまり、駒の白黒の別を国籍や人種の別として捉える）という発想を喚起したものと見ることができるだろう。さらに図1のd部、すなわち白黒を分ける境界に駒が配置されていることから、国籍ごとに人を振り分ける役割（[05:45]で言及され再確認される）として「入管（入国審査）」を思いつき、最終的に[05:18]で【空港】という発想へとたどり着く。

[05:45]から[07:32]までの作業は、【空港】という全体像の中に改めて作品の各部を埋め込んで解釈した場合の整合性を確認する作業であると考えられる。ここでは、作品の最も高い位置にあるe部に配置された駒を「管制塔」として解釈することにより、駒（ここでは人間という解釈）の配置としては不自然さが否めなかった部分を「人間がいてもおかしくない場所」として解釈することに成功している。

しかし、[05:45]でも確認されd部に付与された「振り分ける役割」が、[10:27]で再検討されると、それまでの各部の解釈では【空港】という全体像との間に次々と矛盾が生じることに気づく。この気づきを契機に各部の解釈が再検討され、その流れの中でそれまでは国籍の別として解釈されていた駒の白黒の別を男女の別とする解釈が[11:13]に提案される。そしてその直後、実際の作品のタイトルである【銭湯】が全体像として浮かび上がることとなる。

会話事例(1)は[11:13]に協力者Fが駒の白黒の別を男女の区別として捉え直すことを提案した直後の会話である。

(1)「男女の区別」⇒【銭湯】(53秒)

- 01 F: 男女の区別とか？
 02 M: んー, うんうんうんうん. 男女の区別. (1.0)
 03 F: 銭湯.
 04 M: あー銭湯っぽいぞ,
 05 F: [@@@
 06 M: 銭湯っぽいよ. (わずかに上体を起こし作品
 07 F: と距離を取る) だってほら, 銭湯だよ. 銭
 08 M: 湯だよ.
 09 F: @合ってるっ[ぼい?@@ぼい?
 10 M: [銭湯だわ. あこれ銭湯だわ
 11 絶対わかった俺.
 12 F: @@@なあんなの.
 13 M: 銭湯ですよこれ.
 14 F: なん@@@
 15 M: わかっただって子どもですよこれ. (両手人
 16 差し指でそれぞれ b, c 部を指し示す) ちっ
 17 ちゃいのは.
 18 F: ちっちゃいのは子どもだから, 男の子とか
 19 女の子でも,
 20 M: はいはいはい.
 21 F: あのパパとママ, しか来なかった場合は,
 22 M: そうそうそう.
 23 F: こっちに行く.
 24 M: そう銭湯ですよ.
 25 F: で, これは何? (e 部下のスペースを指で示
 26 す) ちっ, おっきい湯船とか?
 27 M: うん.
 28 F: (c 部を指して) これ洗い場?
 29 M: 洗い場ー, かなあ, うん洗い場かなあ, じ
 30 やこの辺は (c 部右上を指して) 脱衣所とか
 31 かなあ.
 32 F: ってこれ何, (d 部を指して) なんかあの,
 33 番頭さんみたいな[人.
 34 M: [うんうん
 35 銭湯とか温泉とか, お風呂関係
 36 [###
 37 F: [(e 部を指して) この人なに?@@(1.0)
 38 M: あーのー, えん, 煙突?
 39 F: @これ, あ@煙突?!

40 M: あ煙突?!

41 F: 人じゃなくて煙突.

42 M: (1.0)言ってみるもんだ, 煙突っぽいぞ.

作業開始から事例(1)の1行目で「男女の区別」という発想が提示されるまでの約11分間は, M, Fともに考え込む場面が多く, 5秒程度の沈黙が頻繁に観察された. しかし, (1)の1-42行目の会話ではほとんど沈黙がなく, 発話の重なりも散見される. また, 【銭湯】というタイトル候補が提示される(1)の3行目を境に, M, Fともに声が大きく, トーンも高くなり, 参加者たちの興奮が高まっている印象を受ける. なにより, それまで11分以上かけて試行錯誤してきたにもかかわらず曖昧さを払拭しきれなかった作品の全体像と各部に対する意味づけが, 「男女の区別」という発想が提示されて以後1分弱の間に全体像を【銭湯】へと切り替え, それを前提に図1のa-eを含む作品各部が次々と捉え直され意味づけられていく様相は注目すべき変化である. また(1)以前のやり取りでは, 作品の各部に対する解釈について複数の可能性が提示されたり, あとから矛盾が指摘されたりするなど, 各解釈に対する迷いが窺える. しかし, (1)のやり取りの中で提示された解釈は, 42行目の発話から封入されたタイトルを確認するまでの4分29秒の間, 他の可能性が提示されたり矛盾が指摘されたりすることはなかった. このことから, (1)のやり取りが始まる前後で提示される解釈への確信度に明らかな差を認めることができる.

本稿では, 上記のような様相の変化において, その転換点に生起する(1)の1行目の発話が, 他の物事事象に比べて際立った特徴を持つものと考えられる. 以降では, その特徴を認知効果との関連から考察する.

4. 考察

4.1 認知効果の再考

新たな想定を導入や予め持つ想定群の強化/修正/棄却をもたらす認知効果は, 予め想定される認知的基盤が存在し, それを構成する各情報との関連づけが前提とされる. この認知的基盤を構成

する要素となる情報は、1)各参与者に固有の記憶・経験・知識から持ち出される内的情報と、2)周囲の環境に実在する事物事象の知覚によって獲得される外的情報の2種類を想定することができる。これら内外の情報源から適宜情報を導入し互いに照合し切り結ぶことで、ある事物事象を解釈するための体系的ネットワーク、すなわち認知環境が築かれる。認知効果とは、このような内外の情報間でネットワークを築く際に生起する新たな意味の創発であると考えられる。

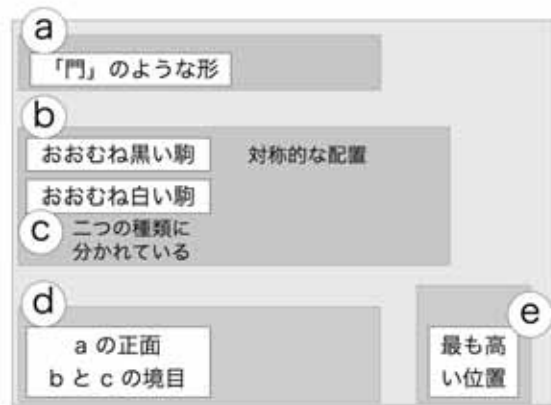


図2：認知環境の基礎的な枠組み

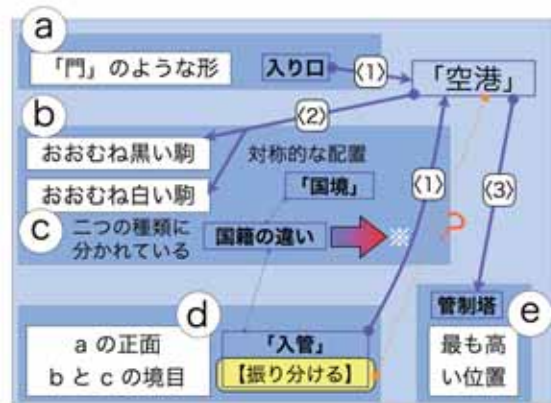


図3：【空港】を想定した認知環境

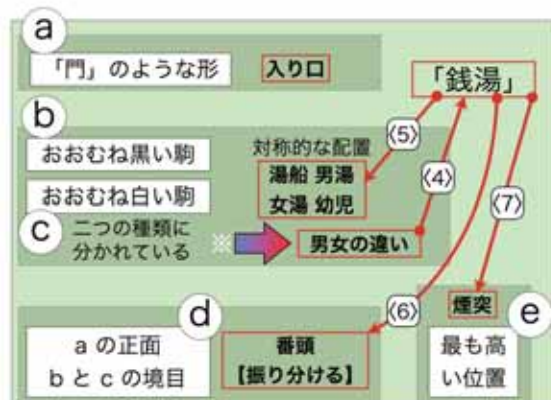


図4：【銭湯】を想定した認知環境

分析の対象となったグループαの活動においては、両参与者間に概ね共通する形で図2-4に示すような認知環境が築かれていたものと推察される。図2は、図3、4にも共通して想定されるフォーマットであるが、これは実在する作品の物理的な形状や相対関係だけから構築可能であり、それゆえに参与者間での共有が比較的容易な構成要素のみを抽出したものである。表1[02:25]から[02:53]、および[04:03]の気づきは、図2のような基礎的な枠組みの構築に貢献するものであると考えられる。作業開始から[10:27]までのやり取りでは、図2のような枠組みの構築と図1のa-eに対する意味づけを同時に行いながら、図3のような認知環境へと徐々に更新していく過程として捉え直すことができる。この過程では、a-e各部の形状や相対関係を軸としてメタフォリカル (metaphorical) に置き換え可能な概念を自己の記憶・経験・知識から喚起する認知処理が頻繁に繰り返されるものと考えられる。このような各部に対する意味づけの積み重ねにより、作品の全体像 (タイトル) にふさわしい概念が喚起され、さらにその全体像を前提に再度部分が見直され、両者の包含関係に矛盾がないかの確認作業が行われている。例えば、a部に「入り口」、d部に「入管 (入国審査)」と意味づけたことから【空港】を喚起し (図3<1>：部分→全体)、続いて【空港】という全体像に含まれるべき部分として作品の各部を再度捉え直す (全体→部分)。例えば、表1[07:05]でb・c各部に配置された一つだけ色が異なる駒の解釈について試行錯誤したり (図3<2>)、また[07:32]でe部を「管制塔」として解釈したりすること (図3<3>) がそれに当たる。その結果として、参与者らは表1[05:45]でd部に付与されていた「振り分ける」という役割と【空港】という概念との間に違和感を覚え ([10:27])、作品に対する他の解釈の可能性を模索し始める。認知環境はこのような全体と部分との間で双方向的な照合を繰り返すことで変容する。その過程で新たな情報が喚起され、情報間の関連づけが更新されるたびに、その規模の大小を問わず、認知効果が生

じるものと考えられる。

一方、事例(1)におけるやり取りは、図3から図4へと認知環境を更新する過程として捉え直すことができる。ここでも同様に全体と部分との間で双方向的な照合を確認することができる。(1)の1行目で駒の白黒の別が男女の別として捉え直されることにより全体像が【空港】から【銭湯】へと入れ替わり(図4〈4〉:部分→全体)、続いて【銭湯】という全体像に含まれるべき部分として作品の各部が捉え直されている(全体→部分)。具体的には(1)15-23行目でb・c各部を男湯・女湯と解釈し、それと相対的に駒の大小を「大人／子供(親子)」とした(図4〈5〉)。さらにその周辺も「洗い場」(28-29行目)、「脱衣所」(30行目)と次々に特定し、【空港】という全体像に疑問を持つきっかけとなったd部についても、その「振り分ける」という役割とも整合する「番頭」という解釈が、32-34行目で提案されている(図4〈6〉)。また37-42行目では、それまで「管制塔」として解釈されていたe部を「煙突」という解釈に切り替えている(図4〈7〉)。

事例(1)とそれ以前のやり取りとで最も大きく異なるのは、図2のような基礎的な枠組みの構築過程を含むかどうかである。作業の序盤では、自己の記憶や知識の中からどの情報を選択するのか、その指標となる基礎的な情報(体系)を作品の中に見出さねばならない。この基礎的な情報体系(図2)を軸とすることで初めて作品の全体像に適した概念をメタフォリカルに導出することが可能となる。作業の序盤では、この基礎的な情報体系を確立しながら、作品各部への意味づけも同時に行っていたため、概して試行錯誤の様相とならざるを得なかったものと推測される。

しかし、事例(1)に見るような【空港】から【銭湯】へ(図3から図4へ)の解釈の切り替えは、比較的短時間で遂行され、迷いなく、滞りなく達成されているように見受けられる。これはそれ以前の過程で既に確立されていた基礎的な情報体系(図2)をそのまま引き継ぐことが可能だったためであると考えられる。言うなれば、作業の序盤

は容器を作りその配列を考えながら、さらにそれに何を入れるべきかも考えなければならなかった。しかし、事例(1)では、既に然るべく配列された容器の中身を入れ替えるだけの作業が行われていると言えるだろう。(1)の1行目の発話が他の物事事象に比して際立った認知効果を発揮しているように見えるのは、以上のような基礎的な情報体系が、当該の発話時点で既に確立されていたことに関係するものと考えられる。

4.2 包括的整合性の追求

本稿で分析の対象となった相互行為において特に重要なのは、図2-4に見るような認知環境を他者との間で共有すること、厳密には、互いに類似した様相へと調整することである。本節ではこの点についてさらに考察を進めるが、その前に認知効果についてもう一点、再考しておきたい。

関連性理論による「話し手の意図明示的伝達が聞き手に何らかの認知効果をもたらす」という発想は、我々の日常的なコミュニケーション活動のごく限られた一側面を捉えたものに過ぎない。個々の認知環境の変容に寄与する情報の獲得は、そもそも話し手の伝達に依拠する受動的な現象ではない。近年では分野を問わず、情報の獲得や提供に関する主体の自己中心的／自己充足的な側面を認める立場も多く[13][16]、話し手だけでなく聞き手の主体性・能動性を考慮する分析も少なくない[17]。また、利用可能な情報源を他者の伝達行為に限らず、広く周囲の環境に求めるならば、伝達意図の有無に関わらず、各主体が周囲の物事事象から能動的に情報を探索・抽出し、その情報をもとに周囲の環境へと適応していく生態学的な活動システム[18]との接続も視野に入れる必要があるだろう。以上を踏まえれば、解釈のために行われる情報の獲得や情報間の関連づけも、解釈主体の主体性・能動性・主観性を少なからず反映したものとして捉える必要がある。そして上述の通り、認知効果を新たな情報の獲得や既存の情報間での関連づけに伴い自ずと生起する新たな意味の創発であると考えれば、自己の認知環境の変容が必ずしも他者の志向や関連性に適うものであ

るとは限らないということになる。

ここで改めて相互行為を介した参与者間での認知環境の調整について考えてみよう。前節で論じた認知環境の構築は、あくまで個人内での認知プロセスに焦点を当てたものである。したがって相互行為上では、図 3, 4 に示すような個人内の認知環境を他者との間で互いに類似したものとなるように調整しつつ構築・更新する必要がある。すなわち認知環境を構成する情報群のネットワーク体系は、自己の内部だけでなく、他者の内部においても、また他者との間に観察される表出との関連においても、十分な整合性を持つものでなければならないのである。この包括的整合性の追求(図 5)においては、認知効果こそが伝えられるべきものとなる。つまり、個々が主体的・能動的に情報を獲得することによって得られた種々の認知効果について、その程度の大きさに関わらず、可能な限り頻繁に表出することが相互行為、特に本稿で観察・分析の対象となった「話し合いながら考える活動」においては不可欠な伝達であると考えられる。相互行為における伝達は、決して相手に及ぼす認知効果を予測したものではなく、主体的な情報探索・抽出の結果として自己の内に生じた認知効果の開示であると言えるだろう。

再度事例(1)のやり取りを見てみると、相手に明らかに新情報を提供していると推察される発話は、1, 3, 38 行目である。1, 3 行目の F の発話は、M に対して「男女の区別」や「銭湯」といった情報の考慮を促すものであり、以降のやり取りからも M の認知環境がそこを起点に大きく変容したことが窺える。しかし、F にとって「男女の区別」という発想は、作品上の諸特徴（ここでは駒の白黒の別）を主体的に捉え直すことで得た認知効果であり、その効果が波及してさらに「銭湯」という発想を導出したものと考えられる。したがって、やはり 1, 3 行目の発話そのものは、その時点で F の内に生じた認知効果を単に開示したものと捉えるべきだろう。38 行目の発話も同様に、M の主体的な情報の導入に起因するものであると推察されるが、40, 42 行目を見ると、38 行目の時点

では、M 自身もその認知効果の程を自覚していなかったことがわかる。ここには、自己の認知効果を開示する発話のフィードバックによって自己の認知環境が再帰的に強化されるという自己充足的な認知プロセスが認められる。

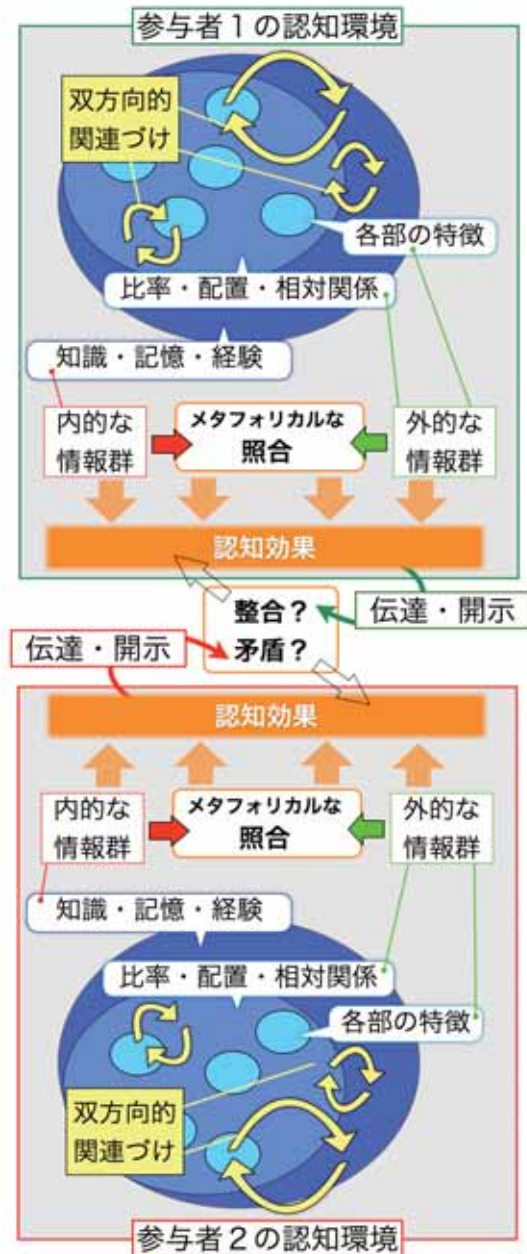


図 5：包括的整合性の追求

その他のやり取りは、一方が自己の認知効果の内容を説明し、もう一方が〔同意／承認〕を表示する(2, 22, 24, 27, 34 行目)という応酬が主流となっている。これは 1, 3 行目の情報が参与者間で共有されたことによる認知効果が波及することによって得られたさらなる認知効果を互いに

開示し合い照合する相互行為として捉えることができる。

5. 考察のまとめ：結論にかえて

経験的なアプローチからの質的な分析・考察により、本稿では認知効果に関する次のような二つの知見が得られた。

第一に、認知効果によって変容する個々の認知環境は、個人の内外から適宜導入された情報が体系的に整理された情報／意味のネットワークである。これは周囲の環境から観察可能なレベルの情報によって構築される基礎的な構造（例えば図2）に、自己の記憶・経験・知識から喚起される情報を付与することで構築されるものと考えられる。関連性理論においても言及される通り、この認知環境内にあるより多くの情報と関連づけられることで認知効果の規模は大きくなるものと考えられるが、重要なのはその情報量ではなく、むしろ情報間の体系化がどの程度確立されているかであると言ふべきだろう。本稿の考察では、その体系化の様相が、ある情報をもたらす認知効果の波及の様相に影響する可能性を示唆するものとなった。

第二に、主体間で互いの認知環境を類似したものへと調整することが求められる相互行為において、認知効果は、その規模の大小に関わらず、逐一開示・伝達されることが望ましい。また、認知効果の開示・伝達は、自己・他者・環境等を含み込む包括的射程において十分な整合性が確認されるまで繰り返される。ただし、情報を獲得する主体の主体性・能動性・主観性を考慮すれば、個々の情報の認知効果は他者の内実とは無関係に導出されるものとするほうが合理的である。本稿で観察された伝達行為の多くが、既に自己のうちに生じた認知効果について互いに開示・照合するものであることが確認された。他者の内に起こる認知効果を把握することの難しさや、そうしたプロセスの不確定性を踏まえれば、相互行為はそうした難しさや不確定性をできる限り払拭するために、各主体が自己にとって明確な事実のみを互いに開示し合う試行錯誤の様相を呈するのがむしろ

自然であると言えるだろう。

6. 今後の課題

本稿における議論は、特定の状況下での相互行為を観察・分析した結果に依拠する事例研究の一つである。本稿が扱った事例では、ボード上の駒や積み木が観察可能な限りでは変化せず、共有すべき認知環境の骨子をそこに投射して固定することが可能であった。また、互いの思考を詳細に伝え合うことを促す課題が予め与えられていたことも重要な条件であったと言える。しかし、日常的な場面では必ずしもそうした環境にあるわけではない。ここでの試論を通じて得られた知見を日常のコミュニケーション活動の研究にどこまで応用することができるのか。今後は、他の様々な相互行為の中で検証していく必要がある。

また、本稿では経験的アプローチによる相互行為の質的な分析によって認知効果の再考を試み、その過程で部分的に関連性理論との対比を行った。しかし、本稿の議論はそもそも同理論とその志向や射程を共有しているとは言い難い。同理論ではさらに発話の（高次）表意や含意の推定に関する重要な議論があり、またそれに対する批判もある[19][20]。そうした（認知）語用論の諸研究との整合性を模索する理論的な考察も今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究は著者が代表を務める科学研究費・若手研究(B)(No. 24720169)による支援のもとで実施された。

参考文献

- [1] 神田崇行・石黒浩・小野哲雄・今井倫太・前田武志・中津良平 (2002). 研究用プラットフォームとしての日常活動型ロボット “Robovie” の開発. 『電子情報通信学会論文誌 DI』, **85**, 380-389.
- [2] 渡辺義和 (2013). コミュニケーションにおける視点取得—医療コミュニケーションと言語

- 障害学から学べること. 片岡邦好・池田佳子 (編)『コミュニケーション能力の諸相』, 129-157. 東京: ひつじ書房.
- [3] 岡田美智男 (2003). ヒトとロボット: 共同性とその成立基盤を探る. 『発達』, **95**(24), 61-70.
- [4] Duranti, Alessandro (2010). Husserl, Intersubjectivity and Anthropology. *Anthropological Theory*, **10**(1), 1-20.
- [5] 片岡邦好 (2011). 間主観性とマルチモダリティ—直示表現とジェスチャーによる仮想空間の談話的共有について—. 『社会言語科学』, **14**(1), 61-81.
- [6] Sperber, D., & Wilson, D. (1995). *Relevance -Communication and Cognition*, 2nd ed.. Oxford: Blackwell.
- [7] 岡田美智男 (1996). 対話とは何か. 『言語』, **25**(1), 56-63.
- [8] 松井理直 (2004). 計算論的関連性理論に基づく反事実条件文の解釈, *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **7**, 83-101.
- [9] Reed, E. S. (1996a). *Encountering the World*. NY: Oxford University press.
- [10] 鈴木宏昭 (2004). 創発認知から見た問題解決. 大津由紀雄・波多野誼余夫 (編)『認知科学への招待』, 46-61. 東京: 研究社.
- [11] Giora, R. (1997). Discourse Coherence and Theory of Relevance: Stumbling Block in Search of a Unified Theory. *Journal of Pragmatics*, **27**, 17-34.
- [12] 西阪仰 (1995). 関連性理論の限界, 『言語』, **24**(4), 64-71.
- [13] 菅原和孝 (1997). 会話における連関性の分岐—民族誌と相互行為理論のはざままで—. 谷泰 (編)『コミュニケーションの自然誌』, 213-246. 東京: 新曜社.
- [14] Mey, J. L. (2001). *Pragmatics*, 2nd ed.. Oxford: Blackwell.
- [15] 岡田美智男 (2002). ロボットの内なる視点から「発達」を考える. 『発達』, **90**(23), 96-103.
- [16] 鯨岡峻 (2006). 『ひとがひとをわかるということ—間主観性と相互主体性』. 京都: ミネルヴァ書房.
- [17] 崎田智子・岡本雅史 (2010). 『言語運用のダイナミズム』. 東京: 研究社
- [18] Gibson, J. J. (1979/1986). *The Ecological Approach to Visual Perception*. NY: Psychology Press.
- [19] Levinson, S. C. (2000). *Presumptive Meanings: The Theory of Generalized Conversational Implicature*. (田中廣明・五十嵐海理 (訳) (2007). 『意味の推定 新グライス派の語用論』. 東京: 研究社.)
- [20] 山梨正明 (2000). 関連性理論のアプローチの批判的検討. 『英語青年』, **146**(7), 427-430.

付録

トランスクリプトの中で使用される表記凡例

[発話や非言語行動の重なりが始まる時点
(斜体)	非言語行動に関する筆者のメモ
(数字)	沈黙の期間: 1秒単位
,	発話が続く音声的な区切り
.	発話が終わる音声的な区切り
—	音の伸ばし (相対的に際立つ長さでない限りは一つで表記)
?	上昇調のイントネーション
#	聞き取り困難な発話
@	笑い声

挨拶行動はインタビュアーの振る舞いによってどう変わるのか？

How the Interviewer's Behavior Affects Other People's Greeting Patterns

白井 芳奈¹, 鈴木 紀子², 阪田 真己子¹
Kana Shirai, Noriko Suzuki, Mamiko Sakata

¹同志社大学大学院 文化情報学研究科, ²(独)日本学術振興会(JSPS)/同志社大学
doshisha121190@gmail.com

Abstract

Exchanging greetings is a part of everybody's life. Greetings, however, are not always simple activities. People change their greeting patterns to suit the occasion. This paper discusses how one person's behavior affects the other person's greeting pattern, especially the bowing used as a greeting. We conducted an interview-style experiment between an interviewer and experiment participants to examine how the participants react to the interviewer's bowing pattern and facial expressions. We did this by comparing their behavior before and after the interview. We also examined the time-lag of greeting and bowing. We further examined if the social skills affects spontaneous bowing by other people. The results of our experiment indicated that a person's bowing patterns and facial expressions do affect other people's greeting patterns.

Keywords —greeting behavior, spontaneous bowing, facial expression, social skill

1. はじめに

世界中の挨拶様式は、国や地方、時と場合によって様々であるが、日本人の挨拶様式は、まずお辞儀から始まるといえる。田中[1]は、「言葉で交わす挨拶」「頭を下げるお辞儀」が最も普遍的であると述べている。また、我々はフォーマルな場面だけではなく、人に対して感謝・謝罪・依頼などの意思を表明する際にも自発的に頭を下げるお辞儀を行っている[2]。

山本らは、CG キャラクタやロボットと人が挨拶をしたときの返答挨拶を分析し、挨拶の相手によって返答挨拶の発話遅延時間が異なることを明らかにした[3,4,5]。また、柴田らは、お辞儀のCG映像を用いて印象評価を行い、「角度」や「停止時間」「速さ」などの要因が相手の主観的印象に影響を与えることを明らかにした[6,7]。これらの研究は実験者が協力者にお辞儀動作の指示を行ったり、

CG キャラクタやロボットにお辞儀をさせたりすることで局所管理された中でのお辞儀動作を対象としている。そのような意味では、誤差が排除された明快な結果であるといえるものの、人の挨拶行動は本来自発的に行われるものであることを考えると、自然な形で協力者の挨拶行動を引き出す工夫が必要と考える。

そこで本研究は、日常生活の中で自発的に行われているお辞儀動作を定量化するとともに、その動作に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とする。

2. 返答挨拶に影響を及ぼす要因

人の振る舞いに影響を及ぼす要因は、「相手がどのような振る舞いをするか」や「どのような状況場面であるか」というような外的要因のみに限らず、自身が「どのような性格であるか」や「どのような気分であるか」といった内的要因も影響すると考えられる。例えば、畑中ら[8]は、個人の社会的スキルによって、会話を円滑にするための判断内容や考慮内容が異なることを実験的に示している。また、大坊ら[9]は、社会的スキルが高い人は会話中にうなずきを多くすることで、他の会話参加者の満足度を高めることを示している。このように個人の社会的スキルの高低が対人場面における会話方略に影響することを鑑みると、お辞儀動作も個人の社会的スキルの高さによって異なると考えられる。

そこで、本研究では、まずお辞儀動作に影響を及ぼす外的要因として「お辞儀の場面」と「インタビュアーの振る舞い」に着目する。「お辞儀の場面」については、実験協力者のお辞儀動作がイン

タビューの前と後とでどのように異なるかを比較する。また、「インタビュアーの振る舞い」については、インタビュアーがお辞儀をするかしないか(お辞儀の有無)、笑顔か無表情か(笑顔の有無)によって、実験協力者の返答挨拶がどのように変化するかを検討する。次に、お辞儀動作に影響を及ぼす内的要因として、実験協力者の「社会的スキル」に着目する。このようにして、本研究では、返答挨拶に影響を与える要因として「外的要因」と「内的要因」の両面からアプローチし、初対面同士の挨拶場面において、自発的にどのようなお辞儀が行われているかということについて分析する。

3. 実験方法

3.1 実験手続き

インタビュアー(女性1名)と面識のない大学生32名(男性20名,女性12名)に5分間のインタビューを行った。インタビューは、図1に示すように、女性インタビュアーと実験協力者が互いに向かい合うよう着席した状態で行われた。インタビュアーと実験協力者との距離は、110cmである。インタビューでは、まず冒頭にインタビュアーから「よろしくお願ひします」の挨拶が行われ、5分間のインタビューが終了した時点で「ありがとうございました」という挨拶が行われた。それぞれのインタビュアーの挨拶は、「お辞儀」と「笑顔」の有無を組み合わせた4種類の挨拶条件(表1参照)を設定し、それに対する実験協力者のお辞儀動作を計測した。

本実験では、お辞儀動作を定量化するために光学式モーションキャプチャシステムを用いて計測を行った。実験協力者とインタビュアーには左右側頭部、首(第7頸椎)および腰(仙骨)に計測用の反射マーカを貼付した状態で実験を行った。図2は、モーションキャプチャのマーカ位置を図示したものである。



図1 インタビューの実験風景

表1 各挨拶条件における人数配分

笑顔あり+お辞儀あり	8名
笑顔なし+お辞儀なし	8名
笑顔あり+お辞儀なし	8名
笑顔なし+お辞儀あり	8名



図2 マーカ位置 (背面)

3.2 お辞儀の分析指標

本稿では、実験協力者の自発的なお辞儀動作を分析するにあたり、実験協力者のお辞儀時間・お辞儀の深さ、およびインタビュアーに対する実験協力者のお辞儀の重複/遅延時間を指標とする。以下に、それぞれの指標の詳細について述べる。

・ お辞儀時間

お辞儀時間を求めるために、実験協力者の屈体状態と伸展状態の時間の合計を求めた。各状態の説明は以下の図3中の(i)~(iii)となっている。

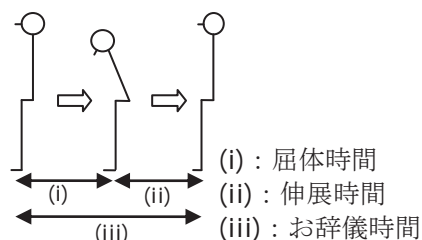


図3 お辞儀による動作時間

・ お辞儀の深さ

実験協力者が座った状態から最大屈体時までの頭部の移動距離をお辞儀の「深さ」と定義する(図4参照)。図4に示した左右側頭部に添付した2点のマーカの中点の移動距離 d を算出した。

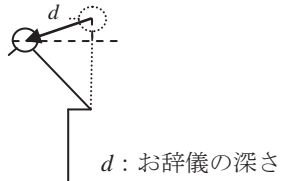


図4 お辞儀の深さ

・ 重複時間

インタビュアーのお辞儀と実験協力者のお辞儀が重なっている時間を「重複時間」とする(図5参照)。実験協力者のお辞儀開始時刻からインタビュアーのお辞儀終了時刻の差を算出した。

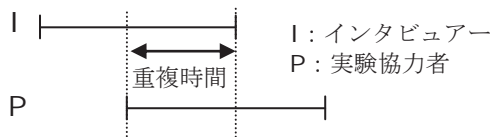


図5 お辞儀の重複時間

・ 遅延時間

インタビュアーのお辞儀開始時から、実験協力者のお辞開始時までの時間を「遅延時間」とする(図6参照)。インタビュアーのお辞儀開始時刻から実験協力者のお辞儀開始時刻の差を算出した。

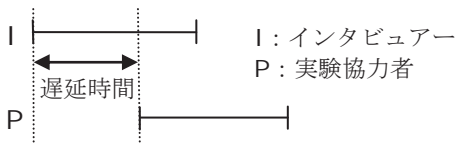


図6 お辞儀の遅延時間

3.3 社会的スキル尺度

本研究では、お辞儀に影響を与える実験協力者の内的要因として社会的スキルに着目する。社会的スキルとは、相川ら[10]によって、他者との良質な関係を形成するために、言語的・非言語的な対人行動を適切に行う能力と定義されている。実験協力者の社会的スキルを測るために、『コミュニケーション・スキル尺度 ENDCOREs(藤本・大坊 2007)』を用いて、実験協力者の社会的スキル

とお辞儀動作の関連性を検討した。質問項目は、「自己統制」「表現力」「読解力」「自己主張」「他者受容」「関係調整」の6つのスキル(表2参照)について各4項目の合計24問である。

表2 社会的スキル尺度

基本スキル	自己統制	自身の欲求を抑え、最後まで物事を進める能力
	表現力	自身の感情や思考などを他者に伝達可能な形式に表す能力
	読解力	相手の気持ちを上手く読み取る能力
対人スキル	自己主張	自身の意見や考えや欲求などを他者に伝える能力
	他者受容	相手について積極的に興味を持ち、すべてを受け入れる能力
	関係調整	他者との関係性をより良い状態で保たせる能力

4. インタビュー前後のお辞儀動作

本章では、インタビュー前後の返答挨拶について、実験協力者のお辞儀動作がどのように異なるかを3.2節で示した指標をもとに集計した結果を示す(表3,図7参照)。インタビュー前は、実験協力者32名のうち93%が返答のお辞儀を行っており、インタビュー後はすべての協力者にお辞儀の表出が見られた。

4.1 お辞儀時間

インタビュー前後のお辞儀時間を比較すると、図7左上より、インタビュー前は、約1000msec前後のお辞儀をする者が多く、時間のばらつきが非常に大きいことがわかる。しかし、インタビュー後は全体的にお辞儀が長くなり、2000msec以上の長いお辞儀もみられた。全体としては約1500msec前後のお辞儀をする者が多く、インタビュー前に比べてデータのばらつきも小さいことが示された。

4.2 お辞儀の深さ

図7右上より、インタビュー前後のお辞儀の深さを比較すると、インタビュー前は、頭を下げる距離が100mm以下の者が多かったが、インタビュー後は、100mm以上頭を下げる者が多く見られるようになった。

4.3 重複時間

図7左下より、インタビュー前は約半数の者がインタビュアーのお辞儀が終了してからお辞儀を開始していた。しかし、インタビュー後はすべての協力者がインタビュアーのお辞儀と重複していることが示された。つまり、インタビュー後は、すべての協力者が、インタビュアーの頭が上がりきる前にお辞儀を開始していたといえる。

4.4 遅延時間

図7右下より、インタビュー前後の遅延時間を比較すると、インタビュー前後ともにすべての協力者に遅延が生じていることから、インタビュアーがお辞儀を開始した後に頭を下げていることがわかる。インタビュー前後とも約30msec程度の遅延が生じており、前後にあまり差がないことが見てとれる。またインタビュー後の方がデータのばらつきが多いこともわかった。

表3 記述統計量

分析指標	場面	平均値	中央値	標準偏差	N
お辞儀時間(msec)	前	1173	1159	426	30
	後	1466	1492	389	32
深さ(mm)	前	96	77	80	30
	後	134	112	98	32
重複時間(msec)	前	265	-300	1306	14
	後	-868	-1134	964	16
遅延時間(msec)	前	35	32	18	14
	後	38	31	30	16

N:対象者の中で表出が見られた人数

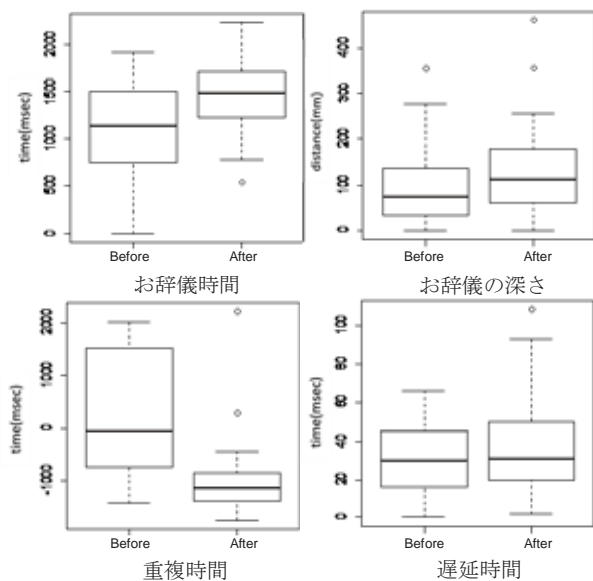


図7 インタビュー前後のお辞儀動作

5. 「笑顔」「お辞儀」の有無による影響

5.1 お辞儀時間

実験協力者のインタビュー前後でのお辞儀時間を従属変数として、2要因(インタビュアーの笑顔の有無(2)×インタビュアーのお辞儀の有無(2))の混合計画による二元配置分散分析を行った(図8, 図9参照)。その結果、インタビュー後のお辞儀に、笑顔とお辞儀の有無で交互作用が認められた($F(1)=4.945, p=0.034$)。単純主効果の検定の結果、図9に示すようにインタビュアーに笑顔があると お辞儀の有無によって実験協力者のお辞儀時間に差異は生じないが、インタビュアーが無表情でお辞儀もしなければ、協力者のお辞儀時間が短くなることわかった($F(1)=8.717, p=0.006$)。

したがって、インタビュアーがお辞儀もしくは笑顔のいずれかを伴う挨拶をすれば、返答挨拶に伴うお辞儀時間に差異は生じないが、お辞儀も笑顔も伴わない挨拶に対しては、返答挨拶に伴うお辞儀時間が短くなるといえる。

5.2 お辞儀の深さ

実験協力者のインタビュー前後でのお辞儀の深さを従属変数として、2要因(インタビュアーの笑顔の有無(2)×インタビュアーのお辞儀の有無(2))の混合計画による二元配置分散分析を行った(図10, 図11参照)。その結果、インタビュー前後ともに交互作用は認められなかったが、インタビュー後のお辞儀の深さに主効果が示された($F(1)=8.017, p=0.008$)。図11より、インタビュアーの笑顔の有無に関わらず、インタビュアーのお辞儀がないときに実験協力者のお辞儀が浅くなっていることがわかる。

したがって、インタビュアーの表情表出は実験協力者のお辞儀の深さに影響を与える要因とはいえ、インタビュアーのお辞儀の有無のみが協力者のお辞儀の深さに影響していると考えられる。

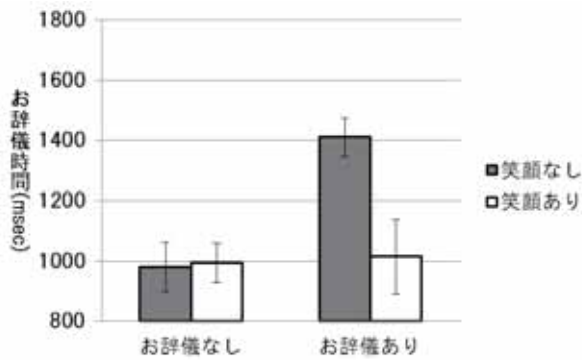


図8 挨拶条件によるお辞儀時間（インタビュー前）

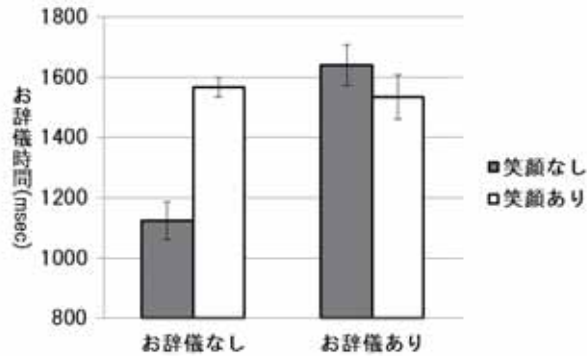


図9 挨拶条件によるお辞儀時間（インタビュー後）

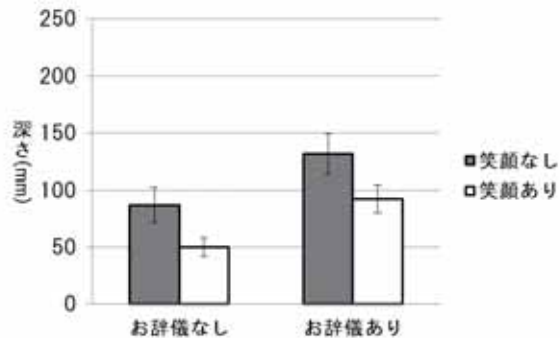


図10 挨拶条件によるお辞儀の深さ（インタビュー前）

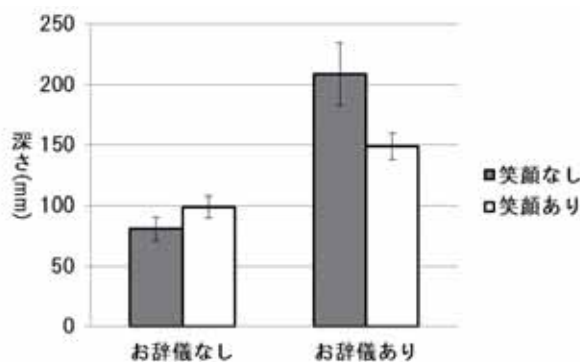


図11 挨拶条件によるお辞儀の深さ（インタビュー後）

6. お辞儀と社会的スキルの関連性

お辞儀動作と社会的スキルの関連性を調べるために、社会的スキルの下位尺度との相関分析を行った。表4に5%水準で有意な相関係数を示す。なお、「重複/遅延時間」との間には有意な相関は認められなかったため、「お辞儀時間」と「お辞儀の深さ」の結果のみを示す。

められなかったため、「お辞儀時間」と「お辞儀の深さ」の結果のみを示す。

表4に示すように、表現力尺度を除くすべての尺度との間に有意な相関が認められた。表現力とは「自身の感情や思考などを他者に伝達可能な形式に表す能力」のことであり、身体表出性と関係があるように思えるが、本実験においてお辞儀との関連が認められなかったことはむしろ興味深いといえる。

読解力尺度・自己主張尺度は、いずれもインタビュー前のお辞儀の長さもしくは深さと正の相関が認められた。読解力とは「相手の気持ちを上手く読み取る能力」、自己主張とは「自身の意見や考えや欲求などを他者に伝える能力」であり、それらの能力が高い者ほど「インタビュー前」のお辞儀が丁寧になることを示す結果である。この結果は、読解力や自己主張の高い者が初対面者との会話に臨む際の「構え」がお辞儀行動に反映されたことを示す結果と考えられる。

自己統制尺度とインタビュー後のお辞儀の深さ、他者受容尺度・関係調整尺度とインタビュー前のお辞儀の深さには、いずれも負の相関が認められた。自己統制とは「自身の欲求を抑え、最後まで物事を進める能力」、他者受容とは「相手について積極的に興味を持ち、すべてを受け入れる能力」、関係調整とは「他者との関係性をより良い状態で保たせる能力」のことである。いずれの能力が高い者ほど、お辞儀が浅くなる傾向になることを示す結果であった。これらは、感情抑制的な者や他者関係を重んじる者ほどお辞儀が浅くなる傾向を示すものであり、その原因については解釈が待たれるところである。

表4 お辞儀動作と社会的スキルの相関分析結果

社会的スキル	お辞儀時間		お辞儀の深さ	
	前	後	前	後
自己統制				-0.387*
表現力				
読解力	0.408*		0.360*	
自己主張	0.379*			
他者受容			-0.357*	
関係調整			-0.367*	

* p<0.05

7. まとめと考察

本研究では、日常で行われている自発的な挨拶行動を明らかにするために、実験協力者の返答挨拶に影響を及ぼす可能性のある要因を複数取り上げ、定量化を行った。

インタビュアーの振る舞いと実験協力者の返答挨拶において、インタビュアーの笑顔とお辞儀のいずれも伴わない挨拶に対しては実験協力者のお辞儀の時間が短くなることが示された。また、インタビュアーの挨拶に笑顔、お辞儀のいずれかが伴っていれば、協力者のお辞儀時間に変化は生じないことも明らかとなった。つまり、挨拶には笑顔もしくはお辞儀のいずれかを伴う必要があると考えられる。また、インタビュアーの挨拶にお辞儀を伴わなくとも笑顔が表出されていれば協力者のお辞儀時間に変化が見られなかった点も興味深い。フォーマルな場面では頭を下げるものが礼儀として重んじられているものの、日常場面においては笑顔の表出が頭を下げる動作と同様の役割を担っていると考えられる。

また、お辞儀の深さに関しては、インタビュアーの笑顔の有無にかかわらず、インタビュアーの挨拶にお辞儀を伴うかどうかによって実験協力者のお辞儀の深さが変化することが示された。これは、インタビュアーが先行して頭を下げた場合、それに同調する形で協力者も頭を下げるためと考えられる。ただし、インタビュアーが頭を下げない場合でも、ほぼすべての者が浅いながらもお辞儀を伴う挨拶をしている点は注目に値するといえる。そのように考えると、我々は日常的な挨拶場面において、ほぼお辞儀を伴う挨拶を自発的に行っていると考えられる。逆に、お辞儀を伴わない場合は前述のように相手が笑顔を表出していない限りは、非礼にあたるといえるだろう。

以上の結果を踏まえ、すべての結果をまとめたものを表5および表6に示す。表5を見ると、実験協力者の返答挨拶のすべての指標において、インタビュアーの振る舞いやインタビュー前後などの外的要因が影響していることがいえる。よって、インタビュアーの振る舞いが実験協力者の返答挨拶

を変化させていることがいえる。また、インタビュー前後で挨拶行動に変化があるということから、インタビューでの会話が返答挨拶に影響した可能性も考えられる。

さらに、表6より、実験協力者の返答挨拶を変化させる内的要因として、個人の社会的スキルが関係していることが明らかとなった。特に、インタビュー前のお辞儀動作と社会的スキルには一定の関連性が認められ、インタビュー後のお辞儀とはほとんど関連がなかった点は重要である。よって、個人の社会的スキルは、会話前のお辞儀動作には反映されるが、会話後のお辞儀動作は会話の内容や話し相手の挨拶行動によって影響されると考えられる。

表5 返答挨拶の外的要因

分析指標	前後	笑顔・お辞儀の有無
お辞儀時間	あり	あり
深さ	あり	あり
重複時間	あり	
遅延時間	あり	

(影響あり/なし)

表6 返答挨拶の内的要因

社会的スキル		前	後
お辞儀時間	自己統制	なし	なし
	表現力	なし	なし
	読解力	あり	なし
	自己主張	あり	なし
	他者受容	なし	なし
	関係調整	なし	なし
深さ	自己統制	なし	あり
	表現力	なし	なし
	読解力	あり	なし
	自己主張	なし	なし
	他者受容	あり	なし
	関係調整	あり	なし

(影響あり/なし)

8. おわりに

本研究では挨拶をする側の「動作」や「表情」などの振る舞い、個人の「性格」などによって、返答挨拶に影響が生じるということが確かめられた。このような点から、挨拶文化における日本人のリアルな日常行動の一端が明らかになった。日常生活において、自発的に行われているお辞儀動作を定量的に明らかにできた点で本研究の意義は

大きい。

また、インタビュー後のお辞儀時間が長くなるという結果が示された。これは、短時間の会話によってインタビュー前後でのお辞儀に時間差が生じたのか、会話の終了時を表すお辞儀であるために長くなったのかは、明確にされていない。さらに、インタビュアーのお辞儀時間が関係している可能性も考えられる。今後、インタビュー終了時の実験協力者のお辞儀時間について明らかにするためには、インタビュアーのお辞儀時間との関係を検討する必要がある。

本研究では、インタビュー前後での返答挨拶のみに着目した。しかし、インタビュー前のインタビュアーの挨拶の仕方によって、インタビュー時の会話およびインタビュー後の返答挨拶に影響を及ぼした可能性が考えられる。具体的に、会話中の実験協力者のうなずき回数や発話回数への影響が挙げられる。今後、お辞儀行動のみに限らず、会話場面にも着目し、会話とお辞儀および社会的スキルの関連性についても調べたい。また、お辞儀は様々な文脈で行われているため、文脈の影響についても調べていきたい。

参考文献

- [1] 田中久子, (1989) “お辞儀の指導とその動作変容の分析”, 湘北紀要, Vol.10, pp.39-50.
- [2] Jung-Hee Jang, (2012) “Japanese Bowing Culture from a Pragmatic Perspective”, The undergraduate journal of the modern language department, Carnegie Mellon University.
- [3] 山本倫也, 渡辺富夫, (2004) “ロボットとのあいさつインタラクションにおける動作に対する発話遅延の効果”, ヒューマンインタフェース学会, Vol. 6, No. 3, pp.87-94.
- [4] 山本倫也, 渡辺富夫, (2003) “身体インタラクションロボットとのあいさつ動作における発声遅延の効果”, 信学技報, HCS, 103(113), pp.13-18.
- [5] 山本倫也, 渡辺富夫, (2006) “CG キャラクターとのあいさつインタラクションにおける動作に

対する発声タイミング制御の効果”, 信学技報, WIT, 106(408), pp.71-76.

- [6] 福岡慎介, 柴田寛, 行場次朗, (2008) “お辞儀の動作変化が主観的印象と文脈における適切さに与える影響”, 東北心理学研究 (東北心理学会発表抄録), Vol.58, pp.92.
- [7] 柴田寛, 高橋純一, 行場次朗, (2012) “立礼動作に対する主観的印象の検討”, 2012 年度日本認知科学会第 29 回大会, pp.408-410.
- [8] 畑中美穂, 松井豊, (2003) “会話行動の意思決定過程—会話の上手さの観点による探索的検討”, 対人社会心理学研究, Vol.3, pp.29-37.
- [9] 松山早希, 大坊郁夫, 谷口淳一, (2012) “2 者間会話場面におけるパーソナリティ認知と自己表出との関係”, 信学技報, HCS, 111(464), pp.73-78.
- [10] 相川充, 藤田正美, (2005) “成人用ソーシャルスキル自己評定尺度の構成”, 東京学芸大学紀要, 第 1 部門, 教育科学, Vol.56, pp.87-93.

音素配列に基づく幼児の言語獲得モデルの検証

Study on a model of phonological language acquisition in infancy

郡司雅[†], 郷田直一[‡], 蒲池みゆき[†]
Masashi Gunji, Naokazu Goda, Miyuki G. Kamachi

[†]工学院大学, [‡]生理学研究所
[†]Kogakuin University, [‡]National Institute for Physiological Sciences
em13007@ns.kogakuin.ac.jp, ngoda@nips.ac.jp, miyuki@cc.kogakuin.ac.jp,

Abstract

Recent study has shown that the transitional probability (TP) is available for infant to learn linguistic regularities, such as structures of syllables and words. But it is not clear how infants use these TPs in language acquisition specifically. This study's goal is to verify whether and how infants can learn the syllable or word structures only from the TPs between phonemes. Our simulation that used natural language processing techniques revealed that, after exposures to natural Japanese phonemic sequences, the entropy from TP between phonemes provides a useful cue to classify the phonemes into two groups, end with vowel or with consonant. Further, we found that the entropy can be used to correctly segment the phonemic sequences into Japanese syllables. Our results suggest that statistical learning of TPs between phonemes plays an important role on phonological language acquisition in infancy.

Keywords — Statistical learning, Phonetic alphabet, Language development, Natural language processing

1. はじめに

人間が使用している言語には文法, 韻律, 音韻など様々な規則性が普遍的に存在し, 人間はその規則性を学習し言語を使用する能力を持つ[1]. また, 生後約8ヶ月の幼児は, 語の並びの遷移確率が統制された音声(人工言語)を刺激とした選好振り向き課題において, 遷移確率が高い語の並びに興味を示すことが報告されている[2]. さらに, 音節と単語の並びの遷移確率を統制した連続音声刺激により, 生後約7.5ヶ月の幼児は音節よりも単語の境界に対して敏感に反応することが報告されている[3]. このような結果から, 幼児は音声刺激の中から語や音節の並びの頻度などの統計的規則性を学習しており, また, 幼児は言語学習の際にそれらの統計的規則性を使い分けて学習していることが示唆されている. しかし, 音節やアクセント, 語の並びの統計的規則性を如何かにして幼児が学習するかに関して具体的な検証はなされていない.

幼児期の言語学習は(1)音声から音素カテゴリ・音素配列への変換, (2)音素配列から音韻を認識する過程, さらに(3)語彙や文法の獲得, 等の段階に分かれるとされる[1,4]. 本研究は, 音韻認識, 特に, 音韻認識において重要とされる音素配列の統計的規則性の獲得に注目し, 自然言語処理技術を用いてその過程をシミュレートすることを目的とする. 一般に, 自然言語処理技術の分野では, 音声または文字列が対象とされ, 前述の(1)や(3)に相当する処理に主眼が置かれることが多い[5]. 本研究では, 音声や文字列の代わりに音声記号で表された文章を対象として, 自然言語処理分野で用いられる統計学習手法を適用し, 音素配列の統計的規則性のみから如何に音節・音韻の構造が獲得できるかについて検証する.

2. 学習シミュレーションシステム

本研究では音声記号で表された文章(音素配列)を入力として, 音声記号の並びの遷移確率から得られる情報量を利用した統計学習を行う. 本研究の学習モデルは Saffran ら[2]の報告に基づき考案したものである.

簡単な日本語で構成されている昔話を学習対象とし, 国際音声記号[6]で表記された音声記号に基づき, ひらがなの文章を音声記号に変換したテキストを音素配列として用いた. 句読点の位置には空白を挿入した. 例えば「おばあさんは、」という文頭をもつ文章は「_obaasanupa_」となる. 学習対象テキストとして昔話の約26話分, 総計50,000個の音声記号を用いた.

これら音声記号で表された文章から, 音声記号の並びを N -gram 処理により抽出した. N -gram 処理とは, 文章中の先頭の文字から後続する $N-1$ 個の文字を含んだ状態で抽出することで, 文字の並びの情報を漏らすこ

となく得る技術である。本研究では *bi-gram* ($N=2$)条件及び *tri-gram* ($N=3$)条件を採用した。例えば、「aruçi」(あるひ) という音声記号の文章からは、*bi-gram* では「_a ar ru uç çı」という2記号の並びが5個得られる。

得られた2記号、または3記号の並びを1つの要素として見なし、1,000記号処理毎に、ある要素 X_i からその右隣に出現した要素 Y_j への遷移確率 $P(Y_j|X_i)$ を算出した。さらに、得られた遷移確率をもとに、ある要素 X_i から要素集合 Y への遷移がもつ情報量 $H(Y|X_i)$ (条件付き平均情報量)を以下の式により算出した[7]。この情報量は X_i の後に続く要素の不確定さを表現しており、遷移が不確定であるほど高くなる。この情報量を手がかりとして音節・音韻の認識を行うものとする。

$$H(Y|X_i) = - \sum_j P(Y = Y_j|X_i) \log P(Y = Y_j|X_i)$$

3. 学習シミュレーション結果

音声記号で構成された音素配列のテキストを処理するにつれて、要素間の遷移が持つ情報量がどのように推移するかを検証した。*bi-gram*条件では、学習を行う過程で、要素を構成する音声記号により情報量に図1のような違いが見られること明らかになった。要素は母音(V)と子音(C)の並びにより、CC型・VC型・CV型・VV型の構成に区分できる。また空白から始まる要素を

_V型・_C型と区分する。図1では各区分の要素の中から数個選び、情報量の推移を示している。各要素とも出現数の増加に伴い要素間の遷移が持つ情報量が増加するが、要素がVで終わるCV・VV・_V型において情報量がより高くなる結果が得られた。出現数10回程度の時点で情報量に差が現れ始めており、100回程度で顕著な差が生じる。

本研究で扱った文章は日本語であり、日本語の音節は子音と母音から成るCV型と母音のみからなるV型の音節がほとんどである[8]。つまり日本語では、母音が登場すると音節の区切りが生じる。よって、母音に続く音声記号は子音と母音のどちらも存在し、母音からの遷移の情報量は高くなる。一方、子音の後には母音が続くことがほとんどであるため、子音からの遷移の情報量は低くなる。本結果は、このような日本語の音韻の規則性を反映していると考えられる。

図2は*bi-gram*条件での50,000個の音声記号を処理した段階における、全要素の総出現数と情報量を示したものである。図1で示したように、要素がVで終わる記号の並び(C_End型)と要素がVで終わる並び(C_End型)との間で違いが見られたため、これらを区別して表している。V_End型とCで終わるC_End型との情報量の違いは出現数の多いほとんどの要素において見られた。しかしながら、矢印で示した一部のC_End型の

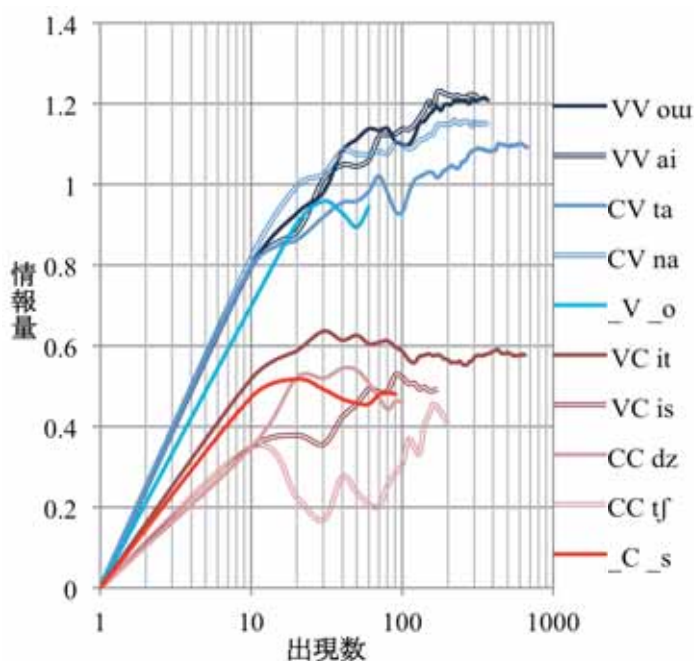


図1 出現数の増加に伴う情報量の変化 (*bi-gram*条件)

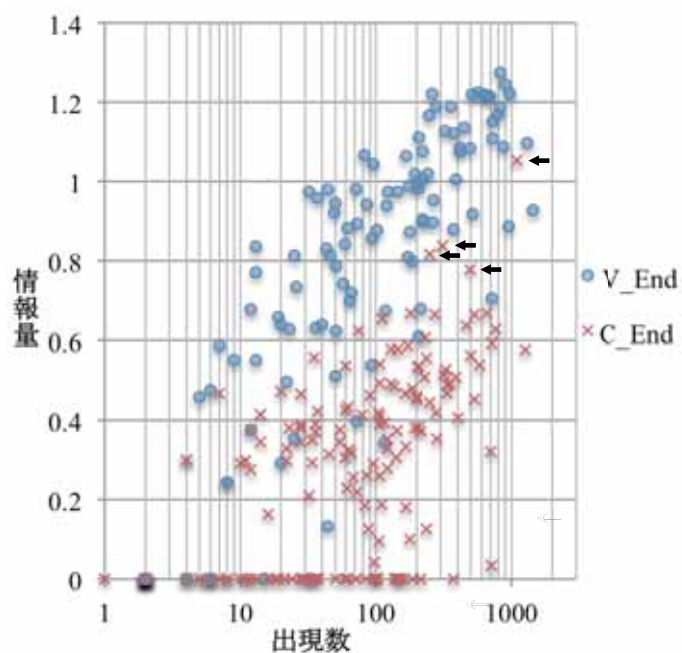


図2 50,000記号処理時点における全要素の出現数と情報量 (*bi-gram*条件)

要素は、例外的に高い情報量となった、これらはすべて n で終わる VC 型の要素(an や in など)であった。日本語では n は音節の区切りに現れる例外的な子音の一つである。すなわち、 n で終わる要素 (an や in など)は他の子音で終わる要素と異なり、その後子音が続くことも多くなる、このような規則性を学習した結果、 n で終わる要素の情報量は母音同様に高くなったと考えられる。以上の結果は、ここで用いた情報量によって音節の区切り (母音や n) を正しく判定できる可能性があることを示している。

また、CV 型の一部に情報量が低くなる例外的な要素もみられた。この理由として第一に 50,000 記号の処理段階ではまだそれらの出現数が比較的少なかったことが考えられる。一方、これら出現頻度の少ない要素に関しては幼児においても音節・音韻の認識能力が低くなっている可能性も考えられる。

図3は *tri-gram* 条件での 50,000 個の音声記号を処理した段階における、全要素の総出現数と情報量を示したものである。*bi-gram* 条件と同様に出現数が多い要素に関して、要素が V で終わる V_End 型と C で終わる C_End 型との情報量の違いが見られる。また、*bi-gram* の場合と同様に、C_End 型であっても情報量の高くなる要素がいくつかみられる。これらのうち多くは n で終わる要素であった (黒矢印)。これらの結果は、*tri-gram*

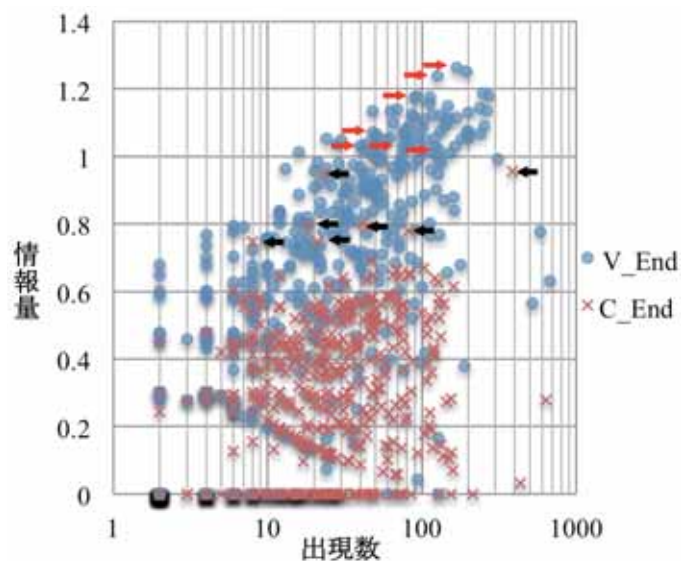


図3 50,000 記号処理時点における全要素の出現数と情報量 (*tri-gram* 条件)

条件で求めた情報量を用いても *bi-gram* 条件と同様に音節の区切りが可能であることを示唆する。

N -gram 処理で得られる要素は音声記号の N 個の組み合わせであり、 N の値が大きくなると、出現数する要素の種類及びそれらの遷移の組み合わせは多くなる。従って *tri-gram* を用いることにより *bi-gram* よりもより多様な条件を区別可能になると期待される。興味深いことに V_End 型の情報量が非常に高くなる要素には助詞で終わる要素が多数含まれていた (赤矢印)。例えば助詞「は」で終わる要素 *iuqa, euqa, ouqa, nuqa, uuqa*, 「が」で終わる要素 *nga, uga, oga, aga*, 「に」で終わる要素 *ani, unpi, epi, npi* はすべて非常に高い情報量 (> 1.0) 示した。*tri-gram* の遷移から得られる情報量は、音節の区切りに加え、助詞の有無や語の区切りなどのより高次の統計的規則性を反映している可能性がある。

以上の学習シミュレーションでは、要素の遷移に関する情報量として平均情報量 (Shannon エントロピー) を用いたが、平均情報量の近似値をとる 2 次の Rényi エントロピーなど異なる定義の情報量を用いても、母音で終わる要素、子音で終わる要素の違いに関して同様の結果が得られることが確認された。すなわち、本研究の結果は用いる情報量の定義には大きく依存しない。

4. 音節切り分け評価

学習シミュレーションの結果が示すように、音素配列の遷移から得られる情報量は音節の区切りについての重要な情報を与えると考えられる。そこで、様々な学習段階において、学習により得られた情報量をもとに実際にどの程度音節の切り分けが行えるかについて検証を行った。音節切り分けテストの対象は、学習時に使用されていない日本語の文章であり、学習対象テキストと同様に国際音声記号に基づき音声記号へと変換を行ったものである (100 記号)。対象の文章には、日本語の音節として切り分けを行う箇所がいくつか存在する。例えば、文頭に「*aruçi*」(あるひ) という音声記号のある文章は、「*_a/au/çi/*」が正しく切り分けられた状態となる。

与えられた文章に対して学習時と同様の N -gram 処理を行い、要素を抽出する。*bi-gram* 条件で学習したデー

タを使用する際は、*bi-gram* での抽出、*tri-gram* 条件で学習したデータを使用する際は、*tri-gram* での抽出を行う。次に、ある段階（10,000, 20,000, 30,000, 40,000, 50,000 個の音声記号を処理した段階）の学習データを参照し、抽出された各要素について情報量を求める。この情報量がある閾値以上である場合、その要素を音節として見なす。

閾値の設定には任意性があるため、閾値によらない切り分け精度の指標として信号検出理論における AUC (Area Under the Curve) 値を用いた[9]。様々な閾値のもとで正しい音節箇所での切り分けを行った確率(*Hit*)、音節箇所以外で切り分けを行った確率(*False alarm*)を求め、これらから ROC (Receiver Operating Characteristics) 曲線を求める。AUC 値は ROC 曲線下の面積であり、0.0 から 1.0 の数値をとり、閾値の設定に依存しない分類の程度の指標を与える。分類器において AUC が 0.5 をとる場合、分類がランダムに行われていることを示し、1.0 をとる場合、完全な分類を行えていることを示す。

図4は *bi-gram* 条件、*tri-gram* 条件における各学習段階での AUC 値を示したものである。この結果より、*bi-gram* 条件、*tri-gram* 条件とも、AUC 値は 0.6 以上となり、要素遷移の情報量をもとに音節の切り分けが可能であり、さらに、学習を重ねることにより、その精度が上昇することが分かる。また *bi-gram* 条件の方が *tri-gram* 条件よりも切り分けの精度が高くなることも示唆された。前述したように、*tri-gram* 条件では *bi-gram* 条件よりも要素の種類数は増加する一方、各要素の出現数は少なくなる。このため、音節の切り分けのた

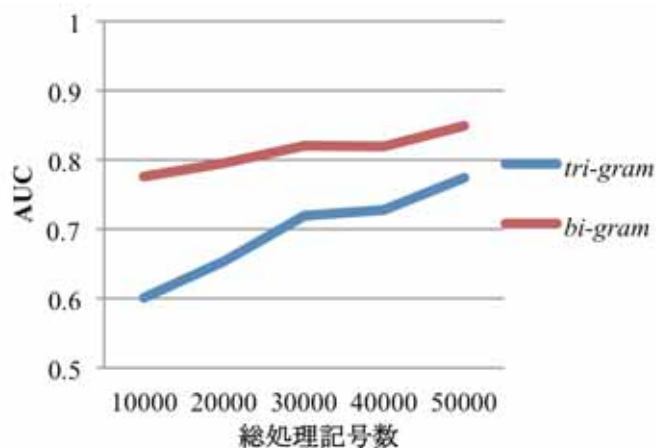


図4 *bi-gram*, *tri-gram* 条件での切り分け精度

めには、より多くの学習が必要になると考えられる。

5. まとめ

幼児期における音素配列の規則性の学習過程に注目し、音声記号の並びの遷移確率から得られる情報量を利用した学習シミュレーションを行った。*bi-gram*, *tri-gram* で抽出した音素配列の遷移に関する情報量という比較的単純な基準により日本語の音節に関する統計的規則性が獲得でき、音節の切り分けが可能になることが示された。また *tri-gram* 条件では音節切り分けの成績は *bi-gram* 条件に劣るものの、助詞の有無や語の区切りなどの音節の有無以外のより高次の統計的規則性を反映しうる可能性も示唆された。

幼児は生後9ヶ月までに母国語の音節に関して学習を完了することが報告されている[10]。本研究の学習モデルの音節識別能力は9ヶ月以前の幼児の音節識別を模擬していると考えられる。一方、Mattysら[3]は、幼児が言語獲得において音節と単語の境界のどちらに敏感に反応するかを、様々な年齢の幼児に対して実験を行い、生後約6.5-13ヶ月の幼児は語の境界に対して敏感に反応することが報告している。これらの結果より、幼児の音節の学習と語の境界の学習とはある程度同時に行われる、あるいは、語の境界を学習した後にさらに詳細な音節学習を行っていることが示唆される。*tri-gram* 条件での学習結果はこのような語の境界の学習と関係している可能性がある。

本研究では *bi-gram* と *tri-gram* の条件のみを検討した。*N-gram* の *N* の数をさらに大きくする、あるいは *N* を可変長とするといった拡張により、文章中のより大きな境界を発見することができ、より詳細な幼児期の音素配列の学習がシミュレートできるようになるであろうと期待される。

参考文献

- [1] Chomsky N (1979). “認知能力について”, 言語論, 大修館書店, pp.9-48
- [2] Saffran JR, Aslin RN, Newport EL (1996). “Statistical learning by 8-month-old infants”, *Science*, Vol.274, No.5294, pp.1926-1928.
- [3] Mattys, SL, Jusczyk, PW (2001). “Do infants segment words or recurring contiguous patterns?”, *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, Vol.27, No.3, pp.644-655.

- [4] Kuhl PK (2004). "Early language acquisition: cracking the speech code", *Nat Rev Neurosci*, Vol.5, pp.831-843.
- [5] Bird S, Klein E, Loper E (2010). "6章 テキスト分類学習", 入門 自然言語処理, O'Reilly Japan, pp.239-278.
- [6] 木村琢也, 小林篤志 (2010). "IPA(国際音声記号)の基礎", 日本音響学会誌, Vol.66, No.4, pp.178-183.
- [7] 田口亮, 岩橋直人, 船越孝太郎, 中野幹生, 能勢隆, 新田恒雄 (2010). "統計的モデル選択に基づいた連続音声からの語彙学習," 人工知能学会論文誌, Vol.25, No.4, pp.5491-5501.
- [8] 田窪行則, 窪菌晴夫, 本多清志, 白井克彦, 前川喜久雄 (2004). "音韻論", 岩波講座 言語の科学〈2〉音声, 岩波書籍, pp.53-92.
- [9] Green, DM (1964). "General prediction relating yes-no and forced choice results", *Journal of the Acoustical Society of America A*, Vol.36, No.5, pp.1042-1042.
- [10] Jusczyk, PW, Luce, PA (1994). "Infants' sensitivity to phonotactic patterns in the native language", *Journal of Memory and Language*, Vol.33, No.5, pp.630-645.

内的リハーサルとしてリフレッシュが記銘と保持に及ぼす効果 The effect of refreshing as a covert rehearsal on encoding and storage

木戸口英樹
Kidoguchi Hideki

松山大学
Matsuyama University

hkidoguchi@ac.commuu.ac.jp

Abstract

The current study examined refreshing as a real covert rehearsal that is thought to affect encoding and storage on complex span tasks. It was hypothesized that covert rehearsal that arises within primary memory is refreshing (i.e., briefly think of a just-previously activated thought) or focus of attention when the duration immediately after the presentation of items or between tasks is momentary. Three types of rehearsals that are considered to arise in our cognitive processes and one novel type of condition were designed a priori to examine the hypothesis. The experiment data confirmed the reality of the covert rehearsals between the items of working memory span tasks and showed for the first time that the nature of covert rehearsal differed between phonological rehearsal types and refreshing rehearsal types. Subvocal rehearsal arose on phonological rehearsal types (i.e., vocal and subvocal rehearsal types) and refreshing on refreshing types. The data also showed that the rate of occurrence and the performance of refreshing strongly correlated with individual memory spans that were mainly employed by the activated primary memory, which is likely to be a novel finding as the primary nature of refreshing.

Keywords: refreshing, span tasks, covert rehearsal, primary memory

1. 問題と目的

1.1 ワーキングメモリとスパンタスク

近年ワーキングメモリ(WM)は、脳の前頭葉を中心に多様な人の認知に関わっていると考えられているが、特に情報の能動的な保持、操作、想起に必要な、容量に制限のあるシステムである。従来WMの働きは大きく一次的記憶(primary memory)と二次的記憶(secondary memory)の2種の処理水準に分けられてきた(e.g., Craik, 1971)。これらはそれぞれ浅い処理、深い処理とも称される。現在まで複数のWMモデルが提案されてきたが、この基本的な枠組みは変わっていない。つまり項目を記銘する場合、項目のリハーサルにより記銘効果が高まるが、一次的記憶では音韻リハーサル(音声リハーサル、内言リハーサル)、あるいは瞬時に項目に注意を払う注意の焦点化 (focus of attention ; Cowan, 1998) やリフレッシュ(refreshing; Raye, Johnson, Mitchell, Reeder, & Greene, 2002)のようリハーサルが生起し、二次的記憶では多様な方略を採用した精緻化リハーサルが行われ、長期記憶や流動性知能が関与するとされる(e.g., Unsworth & Engle, 2006)。

認知心理学では個人の記憶容量やワーキングメモリの機能を測定する実験パラダイムのひとつにワーキングメモリスパンタスク(以下WM スパンタスク)がある。WM スパンタスクがワーキングメモリの何を測定しているのかについて議論はあるが、本稿ではWM スパンタスクは私たちの脳内で、瞬時にある情報を活性化しながら保持し、同時に他の情報との比較、選択、あるいは結合等の精神活動が遂行される際の心的過程を実験的に定量化する実験パラダイムであるとみなす。代表的なWM スパンタスクに、リーディングスパンテスト(RST: 例; Daneman

& Carpenter, 1880)、オペレーションスパンテスト(OST: 例; Turner & Engle, 1980)、カウンティングスパンテスト(CST: 例; Case, Kurland & Goldberg, 1982)がある。RST は複数のタイプが考案されているが、基本的に1試行の中で複数の文が視覚的に呈示され、各文の文尾に項目(単語)が呈示される。実験参加者は文を読み、内容の正誤等を判断(タスクを処理)しながら、同時に呈示された単語を記憶する。1試行内のタスクと記憶項目のセット数は順次増加するが、あらかじめ決められたセット数すべてを実施し、参加者のタスクの処理の正確さと記憶項目の再生成績から記憶の容量を推定する。OSTはRSTに準じるが、文を読む代わりに計算をタスクとして行う。CSTはタスクとして画面に呈示された線や図形等を数える。これらのWM スパントスクの遂行には二次的記憶である長期記憶や流動性知能が大きく関与するとされる(Unsworth & Engle, 2006)。

従来の WM スパントスクの考え方によれば、系列の最初の方に呈示・記憶された項目の表象は、タスクを処理する時間が増加するとそれだけ減衰してしまうので、表象を保持するためには、注意資源を複数の項目の処理と保持(リハーサル)の間で柔軟に割り当てなくてはならないとする(Baddeley, 1986; Salthouse, 1996)。タスクスイッチングモデル(Task switching model; Towse & Hitch, 2005)では、項目の記憶はタスクの処理と項目の保持が交互に時系列的に行われるが、記憶した項目の表象は、注意がタスクの処理過程から保持過程に意識的にスイッチしリハーサルが行われない限り、タスクの処理過程で費やされた時間と共に減衰すると考える。ゆえに複数のタスクが連続して処理される場合、その処理過程で項目の保持(リハーサル)に意識的にスイッチしない限り、呈示された項目は減衰してしまう(図1, 上)。一方、TBRSモデル(task based resource sharing model; Barroulliet, Bernardin, & Camos, 2004)、内的検索モデル(covert retrieval model; McCabe, 2008)は、1試行中の複数のタスク間の短い時間間隔で、項目の表象の内的リハーサル(covert rehearsal)が生起すると考える。ゆえに試行の初期に呈示された項目はタスクの回数が増えると、それだけ試行の後半で呈示された項目よりも内的リハーサルを受ける回数が増し、効果的なエピソード記憶が生まれ長期記憶に保持される。そしてエピソード記憶が効果的な想起の手掛かりになると考える(図1, 下)。このようにモデルが異なっても、WM スパントスクの保持過程ではリハーサルが生起すると考えられている。

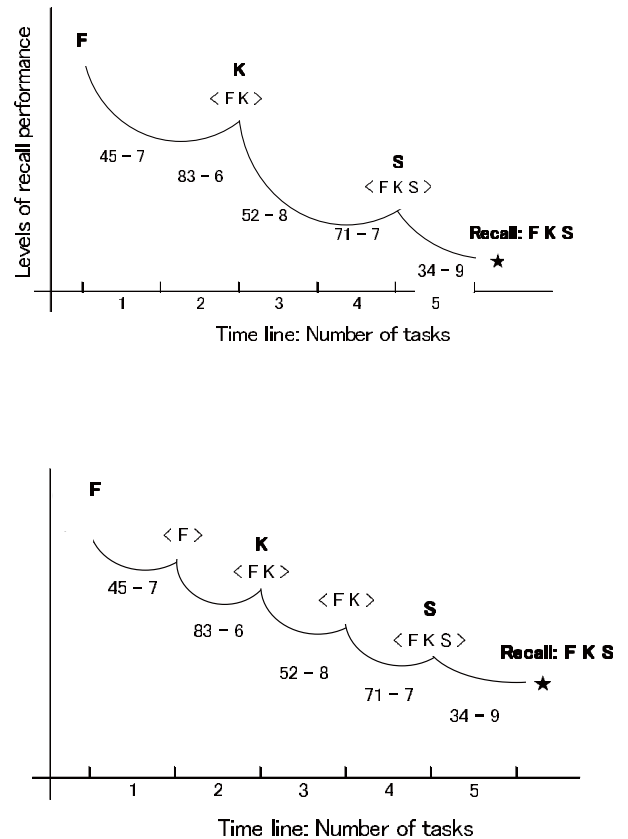


図1. タスク・スイッチングモデル(上)と内的検索モデル(下)で生起する内的リハーサル

- * F, K, S は 呈示された記憶項目。
- * 計算式(例: 45-7)はタスク。
- * < > は記憶項目の内的リハーサル
- * ★は系列記憶項目の再生。

1.2 一次的記憶とリフレッシュング

内的検索モデル(McCabe, 2008)や TBRS モデル(Barroulliet et al., 2004)でCSTを行った参加者は、項目の忘却を防ぐためにタスク間の短い時間に瞬時に内的リハーサルを行ったと考えられている。しかしこのタスク間で生起する内的リハーサルの特性は明らかにされていない。McCabe (2008)はその可能性として内言リハーサル(Baddeley, 1986)、注意の焦点化(focus of attention: Cowan, 1998)、リフレッシュング(refreshing: Raye et al., 2002)を列挙しているが、それ以上の詳しい考察や実験はなされていない。先行研究では内的リハーサルは構音抑制(ある単語等を繰り返し声に出すことで、内言による記憶項目の反復を抑制する)をかけても影響を受けないという報告もあり(Hudjetz & Oberauer, 2009)、タスク間で生起する内的リハーサルは、

音韻リハーサルではなくリフレッシュの可能性もある。リフレッシュとは、活性化した項目の表象が消失する直前にその表象を瞬時に思い返し維持する最小限の心的保持過程であり、構音運動感覚を使う音声リハーサルや内言リハーサルは関与しない (Raye et al., 2002)。このリフレッシュは短い時間間隔で生起するために、二次的記憶で生起する精緻化リハーサルは関与しないと考えられる。また内的検索モデルでは、項目が呈示された直後からタスクが始まるまでの時間間隔で生起すると考えられる内的リハーサルの可能性についても言及されていないが、本稿ではこの時間間隔の中で項目の忘却を防ぐために内的リハーサルが最も生起しやすいと考える。

1.3 メモリースパンタスク

本稿では参加者のWM スパンではなくメモリースパン(digit span)を測定した。これは、内的リハーサルは一次的記憶内で生起するとする本稿の仮説(以下の項で言及)に基づく。メモリースパンタスク(simple span tasks)は短期記憶タスクとも称されるが、系列的に呈示された複数の単語や数字を記銘し、呈示直後にそれらを系列再生するもので、WM スパンタスクのように項目間で文や計算等処理するタスクは行わない。従来メモリースパンタスクでは、深い処理は行われないと考えられてきたが、Unsworth and Engle (2006) はタスクが課されないメモリースパンタスクでも深い処理がなされることを示した。つまり一次的記憶の処理過程で系列呈示された項目が個人により異なるある容量を超えた場合、余剰な項目は流動性知能による深い処理(二次的記憶の処理)が行われる。ゆえに、メモリースパンタスクでは個人のある容量を超えるまでは単純リハーサルによる項目の記銘が行われる。彼らは単語を記銘項目とした実験でこのことを証明したが、数字でも同様な結果が得られると考えられる。

1.4 本研究の目的

先行研究ではWM スパンタスクで生起する内的リハーサルの特性は明らかにされていない。本稿ではこの内的リハーサルに焦点を当てた。一次的記憶内では音韻リハーサル以外に、注意の焦点化やリフレッシュがリハーサルとして生起すると考えられているが(Unsworth & Engle, 2006)、これらは瞬時の判断や思考に重要な認知

過程である。例えば私たちの脳内では、瞬時にある情報を活性化しながら保持し、同時に他の情報との比較、選択、あるいは結合等の精神活動が生起するが、この保持過程に内的リハーサルが関わっていると考えられる。これらの短時間に生起する情報の保持を目的とした内的リハーサルが欠如すると、瞬時に物事の判断や意思決定が不可能になったり、あるいはふと思いついた実行機能による近い将来の行動意図が再び想起できない、いわゆる度忘れが生起すると考えられる。このような意味でも一次的記憶の処理過程で生起する注意の焦点化やリフレッシュは、私たちのリアルタイムの認知活動に重要な内的リハーサルであると考えられる。そこで本稿ではタスク間の時間間隔が短い場合、一次的記憶内で生起するリハーサルは注意の焦点化やリフレッシュであることを仮説として設定した。そしてこの内的リハーサルの実在性や特性を、WM スパンタスクを取り入れた新たなパラダイムから検討した。

具体的な方法論としてアプリオリ的に、現在の認知心理学で考えられる4種のリハーサルのいずれか、あるいは複数タスク間で内的リハーサルとして生起すると考えた。そしてこれらのリハーサルをタスクの数の異なる2種類のWM スパンタスク(OST)を基にした実験パラダイムに組み込んだ。この遅延時間の操作により、WM スパンタスク内で生起するリハーサルの頻度と一次的記憶との関係性が、実験結果およびメモリースパンの成績から検討できると考えた。

また既述のように、内的検索モデルやWM スパンタスクでは、項目が呈示された直後からタスクが始まるまでの時間間隔で生起すると考えられる内的リハーサルは想定していない。しかしながら本稿では Ranganath, Cohen, and Bronzinsky (2005) および Kahader, Ranganath, Seemuller, and Rosler (2007) が指摘するように、この時間間隔は項目の忘却を防ぐために内的リハーサルが生起する重要な時間間隔であると考え実験パラダイムに組み込んだ。

2. 方法

実験では、まず実験参加者のメモリースパンを測定した。次に、コンピュータによる実験プログラムが2ブロック実施された。要因計画は4(4種のリハーサルタイプ)×2(非単語の呈示の遅延時間:長、短)の2要因被験者内計画とした。新奇な音声刺激として、3モーラの音声非単語を作成した。またその後課すタスクと

して、繰り下げを伴う引き算を行なった。

2.1 実験参加者

健康な大学生22人、平均年齢19.7歳（男子12名：18～20歳、女子10名：18～19歳）が参加した。

2.2 メモリースパンの測定

参加者のメモリースパンの測定は連続した数字を記銘する数字スパン(digit span)とした。呈示される数字は3個から9個まで1つずつ増加する7セットとし、各セットは4試行で構成された(計24試行)。数字は音声呈示とし、呈示速度は項目間のポーズを含めて1秒に1個とした。数字は1から9を使用し数字系列の配置は準ランダム化したが、1試行内に同じ数字は現れない、2個以上の上昇・下降の数列は避ける、各セット内の4つの試行では同じ数字を同じ系列位置に置かない、という制約を設けた。参加者は系列数字が呈示された直後に、それらの数字を声に出して系列再生した。参加者のスパンの計算方法は Hulme, Maughan, and Brown (1991) に基づき、以下の手順で行った。1セット4試行の最初の2試行が正しく再生されれば、系列数字の数が1つ増加した次のセットに移った。次の試行で、最初の1試行あるいは2試行誤った場合、残りの2試行も行った。この方法は4試行がすべて誤るまで行った。このスパンタスクでは4試行を行った場合、正答した試行を0.25と換算した。

2.3 音声刺激項目

刺激項目は、3モーラの日本語非単語とした(例：らそて)。記銘項目が単語や数字の場合、長期記憶からの情報が精緻化の記銘方略として利用され、内的リハーサルの効果の測定の交絡要因となる可能性がある。この可能性は新奇な語あるいは外国語を想定した日本語非単語により、できる限り排除できると考えた。まず120個の3モーラの日本語非単語を作成したが、これらは、左右2個のモーラ頻度(bi-mora 頻度)の合計が近いものとした。1非単語3モーラ内では、母音・子音はすべて異なったものとし、また母音・子音が3モーラ内で韻を踏まないようにした。すべての3モーラ非単語の長さはモーラ間のポーズを含めて1500msとした。32名の大学生が音声呈示された120個の非単語の日本語らしさを5段階で評定し、評定値が2から3の範囲の80個を実験に用いた

2.4 計算式

実験では音声非単語呈示直後に課されるタスクを引き算とした。引き算式は20から90の間の2桁の数字から6, 7, あるいは8を引くもので138個を作成した。ただし、引かれる2桁の数字の1桁には0を含めず、作成した式はすべて繰り下げのある計算とした(例: $64 - 7$, $32 - 8$)。計算式とその答えは必ず声に出させたが、これは指示に従って処理された音声非単語の表象の余分な内言リハーサルを防ぐことを目的とした。計算式の呈示時間は4000ms、その直後の空白画面1000msの計5000msは、計算式とその解答を声に出す時間とした。参加者は5000ms内で解答が完了すれば、指定のキーを直ちに押し次の計算式に移行した。5000msが経過すれば自動的に次の計算式が呈示された。

2.5 非単語の3タイプのリハーサル

参加者は1試行につき4個の引き算式に解答するが、式と式の間の一箇所(長い遅延時間: 1個目2個目の式の間、短い遅延時間: 3個目4個目の式の間)で1500ms間呈示された非単語を聞き取り、その非単語を画面上の指示に従って2000ms内でリハーサルした。リハーサルは以下の3タイプのリハーサルと何も行わない条件を設定した。3タイプのリハーサルとは、私たちの通常の認知過程で生起する音声リハーサル(vocal rehearsal), 内言リハーサル(subvocal rehearsal), およびリフレッシュ(refresh)である。音声リハーサルは、呈示された音声非単語と同じ速さで声を出して反復する。内言リハーサルは、呈示された音声非単語を内言で2, 3回高速で反復する。リフレッシュは、減衰する非単語の音韻表象に、瞬時に再び注意を向けて思い返し、内言は関与しない。さらに本稿では何も行わない条件(以下、無教示タイプと称す)として、参加者の意図的なリハーサルの機会を与えないパターンを設定した。このパターンでは、画面上にリハーサルの指示画面は呈示されず、音声非単語が呈示された直後に新たな計算式が呈示された。この操作により外的な指示のない状況で自然発生的にリフレッシュが生起することをねらった。

2.6 遅延時間の操作

次にこれら3種のリハーサルタイプと無教示タイプは、それぞれ再生・再認までに短い遅延時間(short delay: 最大5秒), および長い遅延時間(long delay: 最大15秒)の2種の遅延

時間を設定した。短い遅延時間は、項目が呈示された直後から再生・再認までにタスクが1つ、長い遅延時間ではタスクが3つ呈示された。各3種のリハーサルタイプと無教示タイプに2種の遅延時間のパターンを設定することで、各タイプと記銘項目の表象の保持時間と再生・再認成績の関係を検討した。短い遅延時間では、タスクが1つのために内的リハーサルは指定されたりリハーサル1回であり、項目の保持率は高いと考えられるが、指定されたりリハーサルのタイプに応じてその成績は異なることが予測される(図2上)。長い遅延時間では、3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプではタスク間で3回の内的リハーサルが生起すると仮定すれば、そのリハーサルの特性は最初に行った指定されたりリハーサルの特性と同じなのか、あるいは異なるのかを、再生成績および反応時間から検討できると考えた(図2下)。

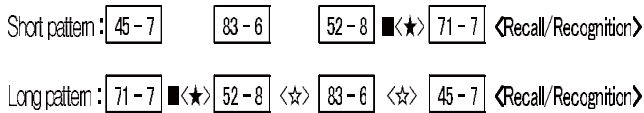


図2. 遅延時間 (short, long) による内的リハーサルとタスクの位置

- : 音声非単語の呈示およびリハーサルの指示、
- ★: 指定されたりリハーサル
- ☆: 内的リハーサル

2.7 リハーサルの指示と教示

1セット内で音声リハーサルタイプ、内言リハーサルタイプ、リフレッシュタイプは、それぞれ異なる記号を画面上に呈示した(図. 3)。これらの記号は1000 ms 呈示され、続いて2000 ms のリハーサルのための空白の画面が呈示され、その直後に新たな計算式が呈示された。なお、画面上では記号の下に記号の意味を簡単な文字で表示し、記号と文字で1セットの記号とみなすように教示した。この教示で参加者が実験途中で記号の意味を忘却あるいは取り違えたまま実験を続行することを防止した。無教示タイプでは、非単語が呈示された直後に計算式が呈示される場合のあることを参加者に伝えた。また実験前に参加者に対し、それぞれ指示されたりリハーサルだけを行うことが重要で、記憶を高めるための余分なリハーサルは一切行わないこと。また、リフレッシュでは、聞き取った非

単語を内言で繰り返すことなく、音声呈示された非単語の響きあるいは文字だけを思い返すこと、を教示した。なお、タスク間でのリハーサルに関しては何の教示も与えなかった。

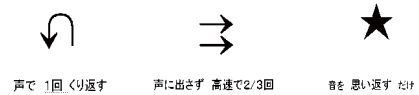


図3. 3条件のリハーサル記号 (左: 音声リハーサル、中央: 内言リハーサル、右: リフレッシュ)

2.8 試行数と試行過程

1ブロックは5セットで構成され、1セットは8試行で構成された。1セット内は4(音声リハーサル、内言リハーサル、リフレッシュ、無条件) × 2(各リハーサルタイプの遅延時間; short, long) の計8試行が、試行の順序を準ランダム化して配置された。ゆえに参加者には1セット内で計8個の異なる非単語が呈示され、2ブロック、10セットでは、計80個の異なる非単語が音声呈示された。

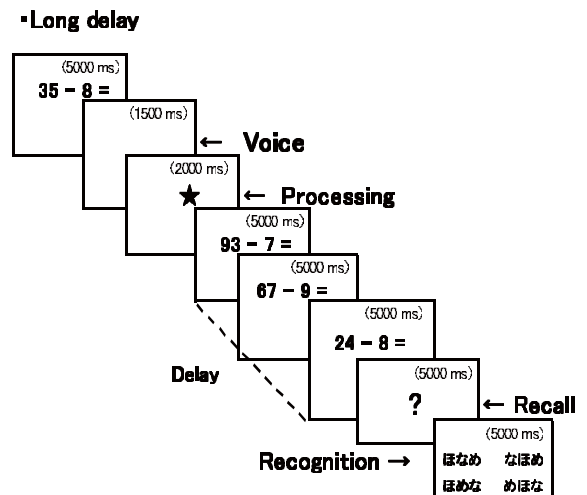


図4. 1セット8試行内の長い遅延時間の試行例

Voice: 音声呈示された3モーラ非単語、
 Processing: リハーサルの指示、★はリフレッシュの例。
 Recall: 再生、Recognition: 再認、Delay: 遅延時間。
 *計算式と答えは声に出す。計算式と再生/再認時間は最大値5000 ms。

参加者は設置されたコンピュータで実験を受けた(図4)。画面上に注視点が300 ms 呈示された直後に計算式(タスク)が呈示された。参加者は計算式とその答えを発話した。発話は各3種のリハーサルタイプの指示によって処理された非単語の表象が、余分にリハーサルされることを抑制するためである(構音抑制)。参加者は計算式の答えを発話した直後に指定されたキーを押したが、この直後に、スクリーン上には次の計算式が呈示された。計算式および解答を発話する時間は最大5000 ms で、この時間が経過すると次の計算式が自動的に呈示された(再生、再認過程は次項)。

実験前に参加者は画面上に呈示される記号の練習を行った。また実験前の練習試行として1セット8試行を実施したが、このプログラム上の非単語、計算式は実験時のものとは異なるものを使用した。

2.9 再生、再認、反応時間

各試行の最後の計算式を解答した直後に指定されたキーを押すと、クエションマークが画面上に呈示され、参加者は直ちに音声呈示された非単語を口頭で再生した。再生時間は最大5000 ms で、参加者は時間内に再生すれば指定されたキーを押し次の試行を行った。このクエションマークからキー押しまでの時間を再生のRTとした。再生終了後にキーを押すか、あるいは再生できず5000 ms が経過すると、画面上には再認画面が呈示された。画面には正答を含む4個の非単語が呈示されたが、正答以外の非単語は正答非単語の1番目と2番目のモーラを交換したもの、2番目のモーラと3番目のモーラを交換したもの、3番目のモーラが先頭になるもの呈示したが、これら4個の非単語の配置は試行ごとにランダム化された。再認時間も最大5000ms とし、参加者が選択した非単語を発話しキーを押すか、あるいは5000 ms が経過すれば次の試行に移行した。

従来反応時間の解釈には幅があるが、本稿では反応時間は記憶の検索に要する時間であり、再生で遅延時間が短い場合の検索に要する反応時間は、一次的記憶痕跡の鮮明度、内的リハーサルの記録効果と関係し、再生で遅延時間が長い場合および再認では二次的記憶も記憶痕跡の検索に関係するとみなした

3. 結果

3.1 メモリースパン

大学生22名(男子12名, 女子10名)の

メモリースパンの平均値は6.66, 最小値5.0, 最大値8.25, 中央値6.88, 標準偏差1.05, 分散1.09, 歪度-.036, 尖度-1.30, であった。

3.2 3種のリハーサルタイプ、無教示タイプの再生、再認正答数

図5は2種類の遅延時間を含めた3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプの再生成績の平均値である。再生正答数を2要因被験者内分散分析、4(リハーサル: 4タイプ)×2(遅延時間: 長・短)で分析した結果、リハーサルタイプの主効果、遅延時間の主効果、リハーサルタイプと遅延時間の交互作用が有意であった(各 $p < .01$)。多重比較 (by Bonferroni, $p < .05$) の結果、遅延時間が短いと、音声リハーサルタイプの成績は内言リハーサルタイプ、無教示タイプの成績を有意に上回っていたが、リフレッシュタイプとの有意差はなかった。遅延時間が短いと音声リハーサルの記録効果が有意に高いことが分かった。一方遅延時間が長いと、それぞれ音声リハーサルタイプと内言リハーサルタイプの間、リフレッシュタイプと無教示タイプの間には有意差はないが、前2者と後2者のグループの間には有意な差があった($p < .05$)。

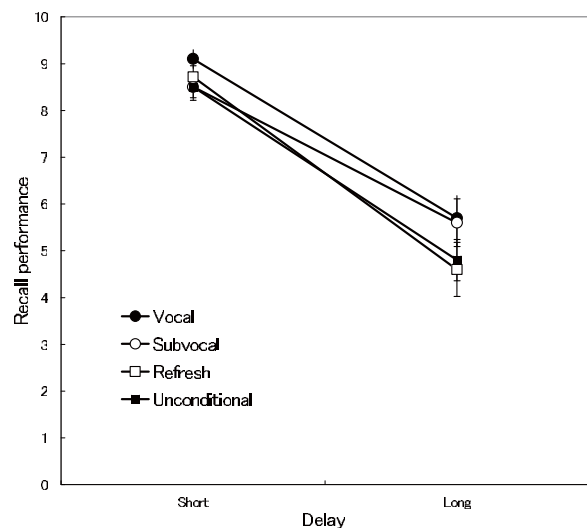


図5. 3種のリハーサルタイプ、無教示タイプ再生成績の平均値

* Short: 短い遅延時間、Long: 長い遅延時間、
* エラーバーは標準誤差

一方、再認正答数の2要因被験者内分散分析(リハーサル: 4タイプ×遅延時間: 長・短)を行った結果、リハーサルタイプの主効果、交互作用は有意ではなく、遅延時間の主効果のみ有意であった($p < .001$)。これらの結果から、再認で

は遅延時間の長短で成績に有意差があるが、それぞれの遅延時間内ではリハーサルタイプ間に有意差のないことが示された。

以上の結果から3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプでは、タスク間で大きく2種類の内的リハーサルが生じた可能性が示唆された。これはもし3種のリハーサルタイプと無教示タイプのタスク間で、すべて同じ特性の内的リハーサルが生じたのなら、あるいは内的リハーサルが生起せず表象の減衰あるいは逆向抑制が等しく生じたのなら、長い遅延時間での再生成績の差の比率は、短い遅延時間での再生成績の記録レベルの差の比率と等しくならなければならないが、結果は異なった比率を示したからである。次節ではタスク間で生じたと考えられる2種類の内的リハーサルの特性をさらに反応時間から検討した。

3.3 再生・再認成績の反応時間

再生は記録項目が呈示されタスクを経て最大10秒後に行われた。3種のリハーサルタイプと無教示タイプの再生で正答した項目の反応時間の正規分布の仮説検定（コルゴモロフ・スミルノフ）を実施した結果、正規分布に従うとは言えないという帰無仮説はすべてのタイプで棄却された。そこで再生で正答した項目の反応時間を2要因被験者内分散分析（リハーサル：4タイプ×遅延時間：長・短）で分析した結果、リハーサルタイプの主効果が有意であったが（ $p < .05$ ）、遅延時間の主効果およびリハーサルタイプと遅延時間の交互作用はなかった。短い遅延時間で1要因被験者内分散分析の計画比較を行った結果、遅延時間が短いと、リフレッシュタイプの反応時間が他のリハーサルタイプより有意に遅かった（ $p < .05$ ）。これは項目の表象を思い浮かべる心的過程に時間を要したからであると考えられる。一方、長い遅延時間で計画比較を行った結果、無教示タイプの反応時間が内言リハーサルタイプやフレッシュタイプより有意に速くなり、音声リハーサルタイプの反応時間に近づいた（ $p < .01$ ）。無教示タイプの再生成績はその記録効果が音声リハーサルの記録効果に及ばないが、反応時間の向上は無教示タイプのタスク間で生起する内言を介さない瞬間的で効果的な記録過程が要因であると考えられる。

一方、再認は記録項目が呈示されタスクおよび再生を経て最大20秒後に行われた。再認で正答した項目の3種のリハーサルタイプ

および無教示タイプの反応時間を2要因被験者内分散分析（リハーサル：4タイプ×遅延時間：長・短）で分析した結果、遅延時間の主効果が有意であった（ $p < .01$ ）。短い遅延時間で1要因分散分析の計画比較を行った結果、リハーサルタイプ間に有意差は見られなかった。長い遅延時間で計画比較を行った結果、それぞれ音声リハーサルと内言リハーサルの間、およびリフレッシュと無教示タイプの間には有意差はなかった。しかし前2者のグループは後2者のグループより反応時間が有意に速かった（ $p < .05$, 図6）。これらの結果からも前2者と後2者ではタスク間で異なった内的リハーサルが生じた可能性が示された。

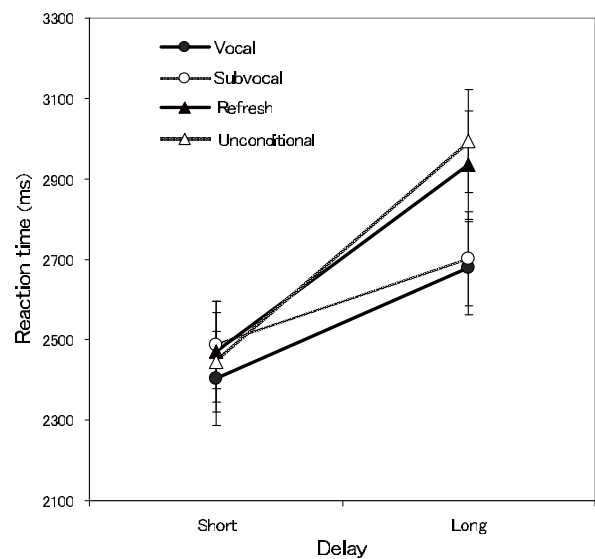


図. 6 3種のリハーサルタイプ、無教示タイプの再認の反応時間
*エラーバーは標準誤差。

以上の再生、再認成績および反応時間からも、3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプのタスク間で生起する内的リハーサルは、音韻リハーサル2タイプで生起するものとリフレッシュ2タイプで生起するものに大別できる可能性が示唆された。リフレッシュは瞬時に一次的記憶過程で生起すると考えるが、タスクを行わず複数の数字だけを記録し再生する数字メモリースパンタスクは一次的記憶の関与が大きいと考えられる（Unsworth & Engle, 2006）。本稿では参加者のメモリースパンタスクの成績と再生・再認成績から、音韻リハーサル2タイプとリフレッシュ2タイプの内的リハーサルの特性をさらに検討した。

3.4 メモリースパンと再生・再認正答数

参加者のメモリースパン得点を説明変数、再生・再認成績を目的変数として単回帰分析を行った。リフレッシュの遅延時間が短い場合、検定力 .80, 有意水準 5%, 効果量 f^2 .41 でサンプルサイズは 22 以上、遅延時間が長い場合、検定力 .95, 有意水準 1%, 効果量 f^2 1.2 でサンプルサイズは 19 以上となり(G*Power, 3.1.7) 今回の参加者数でデータ分析が可能とみなした。

分析の結果(表1)、再認正答数とメモリースパン得点との間には、いずれのリハーサルタイプも相関は見られなかった。再生成績では、音韻リハーサルタイプ(音声リハーサルタイプおよび内言リハーサルタイプ)には遅延時間の長短に関わらずメモリースパン得点との相関は見られなかった。一方リフレッシュタイプでは、遅延時間が短いと再生成績とメモリースパンの間に弱い相関が見られた。スパン得点と再生成績の単回帰分析の結果、 $y = 2.57 + 0.47x$, 決定係数は 0.26, 当てはまりの精度は良くなかった。また p 値は 0.01 となり、スパン得点は説明力のある変数といえる(X 軸を再生成績、Y 軸をスパン得点とした散布図は図7左参照)。無教示タイプでは、遅延時間が長い場合に弱い相関が見られ

表1. 3種のリハーサルタイプ、無教示タイプのメモリースパン得点と再生成績の回帰分析結果

		Recall		
		r	t	p
Vocal	Long	.23	1.02	.32
	Short	.32	1.44	.17
Sub Vocal	Long	.31	1.40	.18
	Short	.09	.41	.69
Refresh 1	Long	.07	.31	.76
	Short	.49*	2.55	.02
Refresh 2	Long	.54**	2.85	.01
	Short	.74**	5.26	.00

r : 相関係数(重相関 R), t : t 値, p : 有意確率

た。単回帰分析の結果、 $y = 5.27 + 0.28x$, 決定係数は 0.30、当てはまりの精度はやや良かった。また p 値は 0.02 となり、スパン得点は説明力のある変数と言える(散布図は図7中央)。一方、遅延時間が短い場合には強い相関が見られた。単回帰分析の結果、 $y = 1.79 + 0.58x$, 決定係数は 0.59、当てはまりの精度は良かった。また p 値は 0.000 となり、スパン得点は説明力のある変数と言える(散布図は図7右)。

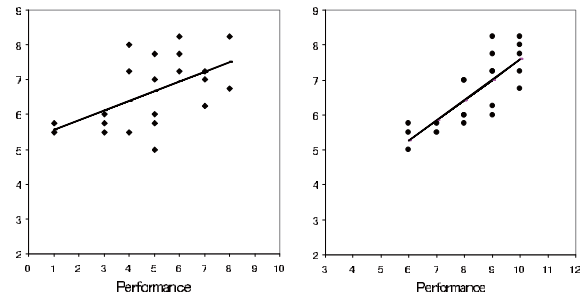


図7. メモリースパンとリフレッシュタイプ、無教示タイプの再生正答数
* 無教示タイプ long: 左、無教示タイプ short: 右、

無教示タイプは、音声項目が呈示された直後にタスクが呈示され、音韻リハーサルタイプやリフレッシュタイプのように項目呈示直後にリハーサルのための 2000 ms のスペースは設けられなかった。それにも関わらず無教示タイプの成績とメモリースパン得点の間に有意な相関が見られたことは、参加者のメモリースパンがリフレッシュの心的過程に大きく関与・影響することを示唆している。メモリースパンが大きくなるほどリフレッシュの記憶効果が増大すると考えられる。またリフレッシュタイプは、実験時に画面上の指示によって意識的にリフレッシュを生起させたが、無教示タイプでは指示がなく直ちに計算タスクを行った。この状況で内的リハーサルが生起したと考えると、それはいわば無意識に近い、瞬時に減衰する表象を再活性化させる本来のリフレッシュであった可能性がある。このようなリフレッシュは参加者のスパン得点が高くなるほど効果的に生起し、その結果有意な相関が得られたと考えられる。一方、音韻リハーサルの2タイプではメモリースパンとの相関がなかったことから、音韻リハーサル2タイプとリフレッシュタイプおよび無教示タイプとの内的リハーサルの特性が異なる可能性がさらに裏付けられた結果が得られた。

4. 考察

記憶項目の呈示直後およびタスク間で生起すると考えられる内的リハーサルの実在性およびその特性を検討した。実験の結果、タスク間で内的リハーサルが生起し、それらは音韻リハーサルタイプ(音声リハーサル、内言リハーサル)とリフレッシュタイプ(リフレッシュ、無教示タイプ)に大別されることが示された。これはタスク間で生起した内的リハーサルが、項目が呈示された直後に行われたリハーサルのタイプにより、遅延時

間に応じた再生成績や反応時間が異なったことによる。もし3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプすべてで同じ特性の内的リハーサルがタスク間で生じたのなら、短い遅延時間での3種のリハーサルと無教示タイプの再生成績の差の比率は、長い遅延時間を経ても等しくなるが、結果は異なったものであった。よって項目呈示直後(記銘時)とタスク間で生起する内的リハーサル(保持過程)は、リハーサルのタイプに応じて、また記銘項目の呈示時間に応じてその特性が異なると考えられる。これらの結果は McCabe(2008)のタスク間で内的リハーサルが生起するという主張をさらに発展させ、内的リハーサルの特性を明らかにしたことになる。以下で本稿の仮説である、タスク間の時間間隔が短い場合、注意の焦点化やリフレッシュが一次的記憶で生起する主なリハーサルであることを実験結果からさらに検討した。

4.1 リフレッシュタイプの特性

2種のリフレッシュタイプ(リフレッシュ、無教示タイプ)の再生成績は、リフレッシュの心的過程は異なるが、有意差のない結果が得られた。リフレッシュタイプでは音声呈示された項目を意識的に2000 ms以内に思い返す(リフレッシュする)ように指示された。無教示タイプではリハーサルの指示もリハーサルのための時間間隔もなかったが、再生成績は短い遅延時間、長い遅延時間ともにリフレッシュタイプとの有意差はなかった。これらの結果から、以下のことが考えられる。実験では3種のリハーサルタイプおよび無教示タイプのすべてで、タスク終了後に呈示された項目の再生が参加者に要求された。そこで参加者はリハーサルのための時間間隔のない無教示タイプでも再生を意識し、その結果、項目の呈示直後およびタスク間で瞬時に、無意識に項目の内的リハーサルが生起した。この状況下で生起した内的リハーサルはその特性からリフレッシュであると考えられる。一方、再生成績の結果から、無教示タイプとリフレッシュタイプの項目の記銘効果に差がないことが実験結果から示された。これは、無教示タイプで生起した瞬間的なリフレッシュであっても、その効果は時間をかけて項目の表象を思い返すリフレッシュと等しいことを意味する。また、リフレッシュタイプで参加者が実験者の教示に沿った心的過程が遂行できたのか否かは確認できないが、音韻リハーサルタイプとは再生成績や反応時間が異なったことから、リフレッシュタイプでは内言リハーサルとは異なる心的過程が生起したと考えられる。さらに参加者のメモリスパン得点と3種のリハーサルタイプと無教示タイプの再生成績の相関分

析からも両者の差異が明らかになった。音韻リハーサルタイプではメモリスパン得点と相関はなかったが、リフレッシュタイプで有意な相関が得られた。メモリスパンは個人に応じてある限界容量までは一次的記憶を測定していると考えたと(Unsworth & Engle, 2006)、両者の相関はリフレッシュの特性を示唆している。メモリスパンの狭い参加者は項目の呈示直後あるいはタスク間でほとんどリフレッシュしない、あるいはできないが、スパンの広い参加者はリフレッシュが意識的・無意識的に生起し、呈示された項目を効果的に記銘できたと考えられる。リフレッシュはその心的過程が内言リハーサルのそれとは明らかに異なり、項目の表象が減衰する前に瞬時に思い返す心的過程であり、そこには二次的記憶の処理過程はほとんど関与しないと考えられる。

現在のところ、メモリスパン(digit span)とリフレッシュの有意な相関を示した先行研究は見当たらない。この結果は本稿の仮説を支持し、同時にリフレッシュという心的過程のメカニズムのひとつの新たな知見となりうる。

4.2 今後の課題

今後の課題として、無教示タイプで生起したと考えられるリフレッシュが本来のリフレッシュであることをさらに検討する必要がある。そのためにリフレッシュを抑制する実験操作が必要であり、CRTタスク(Choice reaction time task; Rohrer & Pashler, 2003)を実験に導入する必要がある。記銘項目の呈示直後にCRTタスクが組み込まれた無教示タイプの再生成績が低下し、メモリスパンとの間に相関関係がなくなれば、無教示タイプで生起した内的リハーサルはリフレッシュであると言えよう。リフレッシュ不在の身近な例として、私たちがよく経験する加齢とは無関係な度忘れが考えられる。この種の度忘れの心的過程は、実行機能により生起した行動意図をその直後にリハーサルしない、あるいはできないことで、行動意図の表象が減衰あるいは後続の思考の干渉を受ける現象であると考え、意図的なリハーサルやリフレッシュによって行動意図の表象を再活性することで表象の低下を防ぎ、度忘れの防止策となることが可能であると思われる。今後の研究課題としたい。

文献

- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press, Clarendon Press.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., & Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adult's working memory spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 83–100.
- Berman, M. G., Jonides, J., & Lewis, R. L. (2009). In search of decay in verbal short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *35*, 2, 317–333.
- Case, R., Kurland, M. D., & Goldberg, J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, *33*, 386–404.
- Cowan, N., Wood, N. L., Wood, P. K., Keller, T. A., Nugent, L. D., & Keller, C. V. (1998). Two separate verbal processing rates contributing to short-term memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, *127*, 141–160.
- Hudjetz, A., & Oberauer, K. (2009). The effects of processing time and processing rate on forgetting in working memory: Testing four models of the complex span paradigm. *Memory & Cognition*, *35*, 7, 1675–1684.
- Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. A. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, *30*, 685–701.
- Johnson, M.K., Reeder, J. A., Raye, C. L., & Mitchell, K. J. (2002). Second thoughts versus second looks: An age-related deficit in reflectively refreshing just-activated information. *Psychological Science*, *13*, 1.
- Kahader, P., Ranganath, C., Seemuller, A., & Rosler, F. (2007). Working memory maintenance contributes to long-term memory formation; Evidence from slow event-related brain potentials. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *7*, 3, 212–224.
- Lépine, R., Barrouillet, P., & Camos, V. (2005). What makes working memory spans so predictive of high level cognition? *Psychonomic bulletin & Review*, *12*, 165–170.
- McCabe, D. P. (2008). The role of covert retrieval in working memory span tasks: Evidence from delayed recall tests. *Journal of Memory and Language*, *58*, 480–494.
- Ranganath, C., Cohen, M. X., & Brozinsky, C. J. (2005). Working memory maintenance contributes to long-term memory formation: Neural and Behavioral evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*, 994–1010.
- Raye, C. L., Johnson, M. K., Mitchell, K. J., Reeder, J. A., & Greene, E. J. (2002). Neuroimaging a single thought: Dorsolateral PFC activity associated with refreshing just-activated information. *NeuroImage*, *15*, 447–453.
- Raye, C. L., Johnson, M. K., Mitchell, K. J., Greene, E. J., and Johnson, M. R. (2007). Refreshing: A minimal executive function. *Cortex*, *43*, 135–145.
- Rohrer, D., & Pashler, H. E. (2003). Concurrent task effects on memory retrieval. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*, 96–103.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, *103*, 403–428.
- Towse, J. N., & Hitch, G. L. (1995). Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *48*, 108–124.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2006). A temporal-contextual retrieval account of complex span: An analysis of errors. *Journal of Memory and Language*, *54*, 346–362.
- Wixted, J.T. (2004). The psychology and neuroscience of forgetting. *Annual Review of Psychology*, *55*, 235–269.

模倣学習におけるミラーニューロンシステムの活動

The activity of mirror neuron system during action observation and subsequent imitation

大橋 祥平[†], 嶋田 総太郎[‡]
Shohei Ohashi, Sotaro Shimada

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学理工学部
Graduate School of Science and Technology, Meiji University, School of Science and Technology, Meiji University
ce31014@meiji.ac.jp

Abstract

In the present study, using near-infrared spectroscopy (NIRS) we investigated whether the activity of mirror neuron system (MNS) during observation of sequential actions is related to the subsequent imitation learning. The subjects observed movie stimuli in which the model folded an origami. We prepared two different action sequences to fold the origami (easy and difficult conditions). We found a significant interaction in the right precentral gyrus, the bilateral inferior parietal lobule in ($P < 0.05$). Subsequent analyses showed that those areas showed greater activity in the easy condition than in the difficult condition during the observation phase, while the opposite trend was observed in the execution phase. These results suggest that activities in the motor area would decrease during execution when the action sequence had been learned sufficiently during the observation phase owing to MNS activation. These findings suggest that MNS is involved in imitation learning, and its activity varies with the degree of difficulty of the observed action.

Keywords — mirror neuron system, imitation learning, near-infrared spectroscopy

1. はじめに

ミラーニューロンシステム (MNS) とは, 他者の行動を観察しているときにあたかも自分が行動しているかのような活動を示す脳領域の総称である [1]. 例えば, 自分自身がコップを手取る時と, 他人がコップを取るのを観察している時のどちらでも MNS が活動する. 人の場合には運動前野や頭頂葉, 一次運動野などが MNS の特徴を示すことがわかっている. MNS は他人の行動や意図を理解するときに重要な役割を果たし, 模倣学習とも深く関わっていると考えられている.

ギター の弾き方の模倣学習に関する先行研究では, 前日に練習を行ったコードより, 練習を行っていないコードを弾いているのを観察しているとき

のほうが強い活動を示すことがわかっている [2]. これは, 練習を行っていないコードのほうが被験者になじみがなく, MNS が模倣学習のために強く働いたためと考えられる. 一方, 我々のグループによる先行研究では, 難易度の低いパズルを見ているときのほうが高いパズルより MNS の活動が大きいために示唆された [3]. これは難易度の低い場合には MNS が模倣学習を行うために活動したが, 難易度が高すぎると十分な学習ができないためにむしろ活動が弱まったと考えられる. しかしながら, Oki らの研究 [3] では課題の難易度について十分に調べられていなかった. そこで本研究では, 難易度の異なる他者行動を観察学習しているときの MNS の活動を計測し, 模倣成績との関連を明らかにすることを目的とする.

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 16 名 (男性 14 人, 女性 2 人) が実験に参加した. 年齢は 19 歳から 23 歳までであり, 平均年齢は 20.9 歳であった.

2.2 実験デザイン

被験者になじみのない 2 種類のおりがみを課題として選択し, 折り方の細かさによって難条件, 易条件を定めた. ただし, 工程数, 所要時間は統一した. 被験者には, 安静状態 (20s) のあと, 実験者がおりがみを折っている映像を観察 (90s) してもらい, 60s のレスト後に実際に折ってもらった (90s). これを 1 試行として条件の異なる 2 セッションを行った. 条件の順序は被験者ごとにカウンターバランスをとつ

た. 実験の前に, 被験者には映像を観察し模倣してもらおうよう教示した. また, 模倣成績をレーティングするため, 被験者の折っている様子をビデオカメラで録画した.

2.3 実験装置

本実験では, 映像の観察時と模倣の間に近赤外分光装置 (NIRS, OMM-30000, 島津製作所) を用いて脳血流動態 (Oxy-Hb 変化量) を計測した. 測定位置は両側側頭葉 (10/20システムのC3, C4を中心とする領域, チャンネル数24×2) とした (図1). また実験後には三次元測定器 (FASTRAK, Polhemus社) を用いてプローブ位置を測定し, チャンネル位置を導出した.

2.4 解析方法

NIRSデータの解析には, Oxy-Hbのeffect sizeを用いて, 難易度 (難条件vs易条件) ×タスク (観察vs実行) の2要因分散分析を行った.

また, 模倣成績を明らかにするため, 録画した映像と被験者の折ったおりがみをもとにスコアをつけた. おりがみは難条件, 易条件ともに8回折ると完成する. 動画と同様の手順で折れている場合に1手順につき1点ずつ加点し, 最高点は8点とした.

3. 結果

難易度別にスコアを比較した結果, 易条件では7.5 ± 0.2点, 難条件では平均5.0 ± 0.5点であり, スコアに有意差があった (t(15)=5.27, p<0.05, 図2). NIRSデータに関して, 2要因分散分析を行った結果, MNSの活動が報告されている下頭頂小葉 (左半球ch16, 右半球ch40) および中心前回 (右半球ch37) で交互作用が見られた (F=4.54, p<0.05, 図3). 観察時では難条件よりも易条件のほうが活動が強く, 実行時では易条件よりも難条件のほうが活動が強くなるという結果になった.

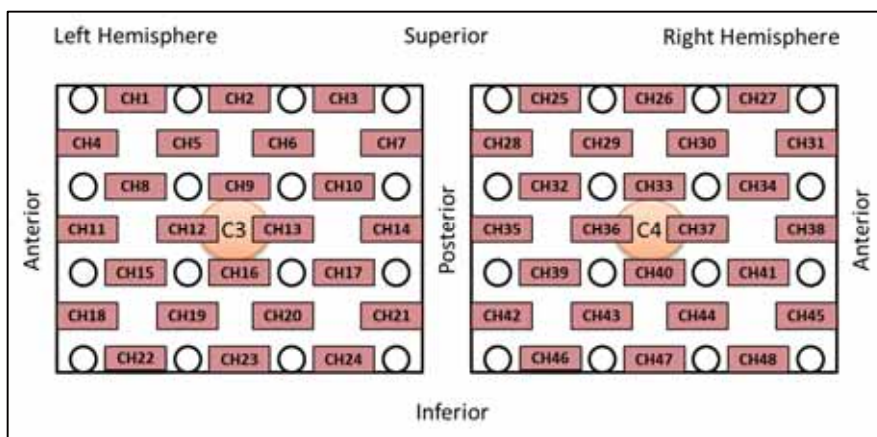


図1. 測定位置

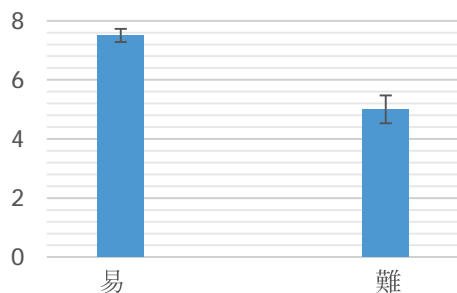


図2. 難易度別のスコア

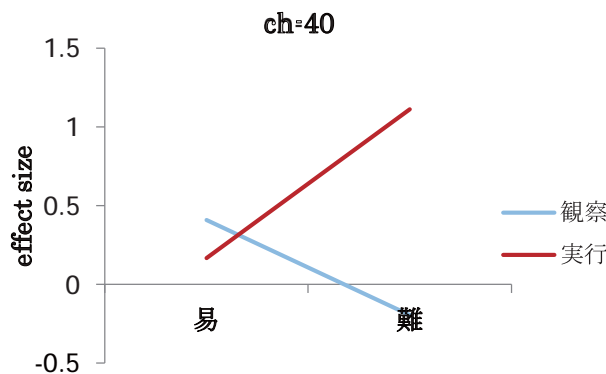


図3. 各条件での活動の様子 (ch=40)

4. 考察

本研究では、難易度の異なるおりがみを折っている映像を観察している時のMNSの活動を計測し、模倣成績との関連を明らかにすることを目的とした。先行研究[3]と同じく観察時においてMNSは易条件のとき難条件よりも高い活動を示す結果となった。我々の実験は、バレエとカポエイラの運動観察実験の結果と一致する[4]。バレエの経験者とカポエイラの経験者が、バレエとカポエイラの映像を観察した時、自分の経験のある映像を観察した方がMNSが強く活動することがわかっている。この研究結果を我々の実験に置き換えると、経験のある映像を易条件、経験のない映像を難条件と考えると整合性があると言える。さらに実行時は逆の傾向が見られた。これは、易条件ではMNSが模倣学習を行うために活動し、難条件では観察中に十分に学習ができず、想起や誤った折り方を繰り返したため、実行時の運動野の負荷が高まったことを示唆している。

我々の研究は、MNSと模倣学習の関連を示し、また他者行動の難易度により、脳活動が異なることを示唆した。

参考文献

- [1] Cattaneo, L., Rizzolatti, G., (2009). The mirror neuron system. *Arch Neurol.*, 557-560.
- [2] Vogt, S., Buccino, G., Wohlschläger, AM., Canessa, N., Shah, NJ., Zilles, K., Eickhoff, SB., Freund, HJ., Rizzolatti, G., Fink, GR., (2007). Prefrontal involvement in imitation learning of hand actions: effects of practice and expertise. *NeuroImage*37, 1371-1383.
- [3] Oki, K., Shimada, S., (2011). Relationship between motor area activity during observation and subsequent imitation performance of sequential actions. *The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society*, 164-165.
- [4] Calvo-Merino, B., Glaser, D.E., Grèzes, J., Passingham, R.E., Haggard, P., (2005). Action observation and acquired motor skills: an fMRI

study with expert dancers. *Cereb. Cortex* 15, 1243–1249.

映像作品における人間と人形の円環と修辞、その認知 ：映像は人生の鏡像か？

Circularities and Rhetoric between Human Beings and Dolls in Narrative Moving Images, and Its Cognition ： Are Images the Mirrors of Life?

小川 有希子, 金井 明人
Yukiko OGAWA, Akihito KANAI

法政大学
HOSEI University
yukiko_ogawa@jazz.odn.ne.jp, kanai@hosei.ac.jp

Abstract

This study examined and discussed cognitive effects produced by stories and rhetoric with dolls as a motif. Two films used for the experiment as materials are "Air Doll" (directed by Hirokazu KORE-EDA) and "Dolls" (directed by Takeshi KITANO). For a discussion, the concept called "Circularity" was proposed. It was suggested that two films had common characteristics produced by circularity stories and circularity rhetoric, whereas the possibility that "Dolls" included specific and genius rhetoric which "Air Doll" didn't have, was suggested.

Keywords — Human beings and Dolls, Circularity, Love, Narrative moving images

1. はじめに

人形は、映像作品においては人間のように思考したり、感情を持ったりする擬似的な人間として可視化されてきた歴史がある。人形は形態的な要素として受け手に奇異な印象を残す効果を担ってきただけでなく、登場人物のキャラクター設定的にもドラマツルギー的にも鍵となる、重要な役割を担ってきた。その延長線上に、人間のような意思を持つロボットや機械の登場があったことは、明らかである。これが、映像作品における広義の「人形」である。人形が単なる物的な形象ではなく、精神性をも投影し得る、人間存在の総体的な仮象であるだけに、映像作家が人形という形態的要素兼キャラクターに何を託し、鑑賞する受け手がその表象から何を感受するのか、という問題は認知的に奥深い。

映像作品に人形という概念を導入すると、そも

そも映像が現実世界の何らかの反映であることに加えて、人形が人間の何らかの側面を強制的に反映するため、作品は二重の意味での表象となる。見た目は人間だが本当は人形、あるいはその逆、というあり得ない設定を許容して、人間と人形を隠喩的に重ね合わせた視覚表現を実現し、何らかの真に迫るものを受け手に認知させ得るのが映像の強みであり、映像固有の修辞の効果である。然らば、それはいかなる修辞で、受け手の認知に働きかける力を顕在的／潜在的にどの程度持ち合わせているのか。また、その認知に影響する受け手側の認識や思考の性質は、どのようなものであるのか。これらを理論と実証の両側から明らかにしていくことは、映像認知固有の重要な研究課題であると措定される。本研究は、人形をモチーフにした2つの映像作品を素材にし、映像作品の認知における人形を用いたストーリーと修辞の効果に関する予備的な知見を得ることを目的とする。

2. 心を持った人形 vs. 心を失った人間

本研究が素材にした2つの映像作品は、見た目はいずれも人間の身体を持ちながら、一方は心を持ってしまった人形であり、もう一方は心を失って人形のようになり果てた人間をモチーフにした映像作品である。

2.1. 是枝裕和監督作品：『空気人形』

日本映画『空気人形』（2009年／監督：是枝裕和

／原作：業田良家『ゴータ哲学堂 空気人形』は、ダッチワイフである空気人形が生身の身体と心を持ったことで、人を愛し愛されることの本当の意味を知る一方で、人形である自分の欠落したアイデンティティと空っぽな身体を憂えて空虚感に心を揺らす、甘くも切ないラブ・ストーリーである。物語の冒頭で、秀雄（板尾創路）のダッチワイフとして登場する空気人形（ペ・ドゥナ）は、人間となって純一（ARATA）と愛し合うが、最終的には型遅れの人形として秀雄に廃棄される、という結末を迎える。

2.2. 北野武監督作品：『Dolls』

日本映画『Dolls』（2002年／監督：北野武）は、婚約者の松本（西島秀俊）に結婚を破談にされた佐和子（菅野美穂）が、失意の末に精神を病み、心と言葉を失って人形のようになり果てるのだが、松本はそんな佐和子とどこまでも運命を共にすることを決意する。松本の静かな男気と2人の愛の深さが虚無感と融合した、シュールで切ないラブ・ストーリーである。物語の冒頭で、上演中の舞台そのものを撮影することで挿入される文楽『冥途の飛脚』は、破滅的な最期に向かう2人の愛の顛末を隠喩する。

* * *

2つの映像作品は、精神性の獲得または喪失、という対極的な内容であるが、いずれも人形に精神性を投影することで、人間という存在や人生の根源的な意味を問う、共通の主題を有している。

3. 人生と映像の認知、その重なりとズレ

3.1. 「人間」愛と「映像」愛の認知、その重なりとズレ

登場人物に感情移入し、共感するのは、小川[1]が論じる享楽のメカニズムの必要条件である。また、その前提として登場人物の感情を理解することは、映像作品のストーリーを楽しむという観点からすれば極めて重要である。他者の感情を理解することは社会的に動機づけられているため(e.g. [2])、人間が社会的な存在である以上、映像作品の

鑑賞においても登場人物の感情を理解し、その感情に寄り添う認知が無意識的に駆動するのは必然である。しかし、心を持つ ⇔ 心を失うという真逆の「心」の作用によって生まれる2つの映像作品の切ない愛に、受け手が自身の心を投影し重ね合わせることで認知する愛を、仮に「人間（に対する）愛」と呼ぶとすれば、その人間愛を効果的に見せるために作り手が注いでいる「映像（に対する）愛」がもう一方にはあり、それが両作品の「愛」に色や立体感や躍動感を与えていると認知することは、感情を理解することに劣らず重要である。心情的にではなく、映像そのものの効果として2人のただならぬ愛を感じ取るとすれば、それは映像愛の認知である。金井・小玉[3]が論じる切断の効果であると解釈することができる。

近年の心の理論においては、何かを喪失し、失望している他者の感情を理解はしても、その感情を共有しない「冷たい共感 (cold empathy)」という考え方が提唱され(cf.[4])、それも1つの視点の取り方であると説明されている(cf.[5])。人間愛に対し、受け手に心理的な距離をとらせる修辞の効果として映像愛の認知が生じるとすれば、映像愛の認知とは、登場人物に対するある種の冷たい共感であり、映像そのものが醸し出す愛への「熱い共感 (hot empathy)」であるとも言える。

3.2. 人生観／映像観のニヒリズムと楽観主義

悲観的で虚無的な人生観をストーリーの根底に敷く2つの映像作品の、人間（人形）に対する愛の認知と映像に対する愛の認知には、受け手の現実の人生観が大きく影響すると予測される。人生の明るい側面に目を向け、その本質を楽観的に捉える者と、苦しい側面に目を向け、その本質を悲観的あるいは虚無的に捉える者の人生に対する認識は、明らかに異なるものである。それは、物事全般に対するプラス思考性の程度の違いを象徴する、大きな認識の差異である。映像が現実世界の何らかの反映であり、人生の鏡像のような性質を有する以上、人生観と映像観も何らかの反映し合

う関係性を持つと考えるのが妥当である。

そこで本研究は、人生と映像に対する受け手の認識（人生観／映像観）を、「愛」と共に 2 つの映像作品に通底する概念である「空虚・虚無」に言葉を合わせて「ニヒリズム」と、その対極としての「楽観主義」の 2 つに便宜的に分類してみることにした。ニヒリズムとはニーチェの思想だが、これは本来、人生に背を向ける思想ではなく、人生を前向きに生きるための思想である(cf.[6], [7])。ニヒリズムに込められたプラス思考とマイナス思考の両義的なニュアンスにより、本研究において反映し合う関係性を想定する人生観と映像観の重なりとズレが、適切に包摂できると考えられる。

4. 人間と人形の円環と修辞に関する映像認知実験

4.1. 方法

4.1.1. 実験参加者

大学生 104 名（男性：59 名，女性：45 名）が実験に参加した。全参加者の年齢範囲は 19 歳～28 歳（ $M=20.95$, $SD=1.35$ ）であった。

4.1.2. 実験素材

『空気人形』より、8:48～10:44 と 49:23～54:32 の 2 箇所を用いた。『Dolls』より、6:51～8:46 と 1:35:01～1:40:30 の 2 箇所を用いた。

4.1.3. 手続き

作品を見せる前に、人生観と映像観に関する 20 個ずつの質問項目に回答させた。その後、各作品とも約 2 分 30 秒間と約 5 分間の素材箇所を見せながら、映像認知に関する数種類の質問項目群に順次回答させた。質問紙により、全て 7 件法で回答させた。最後に、各作品の鑑賞経験の有無を回答させた。実験時間は約 60 分であった。

4.2. 結果

4.2.1. 人生観／映像観による 2 群の構成

人生観と映像観に関する 20 個ずつの質問項目を、それぞれクラスター分析（Ward 法・クラスタ

少数を 2 に指定）にかけ、実験参加者を 2 つの群に分類した。それらの質問項目は、「A は B である」という命題形式を基本として、人生観のほうは「A」に「人生」、映像観のほうは「A」に「映像」という主語を置き、「B である」には人生観と映像観で共通の述部を置いた 20 個ずつのセンテンスであった。人生観と映像観は対の関係性を持つ。分析の結果、人生観／映像観ともに、楽観的な見方をする者とやや厭世的な見方をする者に分けられ、前者を楽観主義群（Optimism：O 群）、後者をニヒリズム群（Nihilism：N 群）と定めた。欠損値を含む参加者を取り除き、人生観の楽観主義群は 56 名、ニヒリズム群は 37 名、映像観の楽観主義群は 52 名、ニヒリズム群は 44 名となった。

4.2.2. 各群の人生観と映像観の分析

各群の人生観と映像観の平均値と差の検定結果を表 1 に示す。人生観については、差の有意性が確認された項目は「私は [人生／映像] に意味はないと思う」（この項目のみ $p<.05$ ）を除き、全て楽観主義群のほうが高い値をとり、差は 0.1% 水準で有意だった。映像観については、差の有意性が確認された全ての項目で、ニヒリズム群のほうが高い値をとり、差は 0.1～5% 水準で有意だった。

次に、各群の人生観と映像観をコレスポンデンス分析にかけた。結果を図 1～図 4 に示す。まず楽観主義群の人生観と映像観を比較すると（図 1 vs. 図 2）、両者は「意味はない」という項目だけを大きく外して寄り集まった相似形の分布になっていると読み取れる。次にニヒリズム群の人生観と映像観を比較すると（図 3 vs. 図 4）、どちらも楽観主義群よりは広い範囲に分散している傾向が読み取れる。補完的に表 1 を参照すると、例えば「私は [人生／映像] に意味はないと思う」のような負の側面を問う項目で、人生よりも映像に対して肯定的な認知を示す傾向があったことが読み取れる。楽観主義群よりニヒリズム群のほうで、人生の負の側面を表現した映像に対して肯定的であり、人生と映像を鏡像的に捉える認知傾向が比較的弱いことが示唆された。

表1. 人生観/映像観の〔楽観主義群/ニヒリズム群〕の平均値および差の有意性

人生観/映像観 測定尺度		人生観				映像観			
		O群 平均	N群 平均	F値	p	O群 平均	N群 平均	F値	p
No	質問項目	n	56	37		n	52	44	
1.	私は「[人生/映像]は素晴らしい」と思う	5.93	4.41	30.82	***	5.63	5.75	0.26	
2.	私は「[人生/映像]は空しい」と思う	4.13	4.35	0.43		2.96	4.05	16.68	***
3.	私は「[人生/映像]は美しい」と思う	5.23	4.22	13.22	***	5.38	5.61	0.81	
4.	私は「[人生/映像]は醜い」と思う	4.04	4.30	0.59		2.40	4.61	77.62	***
5.	私は「[人生/映像]は尊い」と思う	5.75	4.46	21.41	***	3.88	4.64	6.54	*
6.	私は「[人生/映像]に意味はない」と思う	2.20	3.11	6.78	*	1.92	2.41	2.97	
7.	私は「[人生/映像]は官能的である」と思う	3.50	3.73	0.60		3.58	4.52	13.57	***
8.	私は「[人生/映像]は残酷である」と思う	5.02	3.89	16.42	***	4.04	5.18	16.41	***
9.	私は「[人生/映像]は祭りである」と思う	4.77	3.27	23.28	***	3.15	4.32	14.31	***
10.	私は「[人生/映像]は受難である」と思う	4.59	4.19	1.48		3.02	3.66	5.43	*
11.	私は「[人生/映像]の本質は、楽しい体験をするところにある」と思う	5.84	4.03	35.70	***	4.48	3.95	2.86	
12.	私は「[人生/映像]の本質は、苦しい体験をするところにある」と思う	5.14	3.89	17.98	***	3.25	3.68	2.33	
13.	私は「[人生/映像]を支配しているのは、人間の意思である」と思う	5.32	4.11	13.96	***	4.77	4.48	0.72	
14.	私は「[人生/映像]を支配しているのは、人間の意思ではない、もっと大きな力である」と思う	4.54	3.92	3.70		3.15	3.45	1.21	
15.	私は「[人生/映像]を豊かにするのは、愛である」と思う	5.93	4.24	56.17	***	3.58	3.89	0.90	
16.	私は「[人生/映像]を狂わせるのは、愛である」と思う	5.59	3.76	40.44	***	3.17	4.41	16.94	***
17.	私は「[人生/映像]において、愛ほど重要なものはない」と思う	4.86	3.54	15.83	***	2.63	3.27	5.22	*
18.	私は「[人生/映像]において、愛ほど余計なものはない」と思う	3.39	3.32	0.04		2.46	3.11	7.72	**
19.	私は「[人生のイメージは/映像らしさとは]カラフル(色彩豊か)な画面である」と思う	5.27	3.92	18.85	***	3.90	3.30	3.27	
20.	私は「[人生のイメージは/映像らしさとは]モノクロ(白黒)の画面である」と思う	3.20	3.32	0.17		3.02	2.95	0.05	

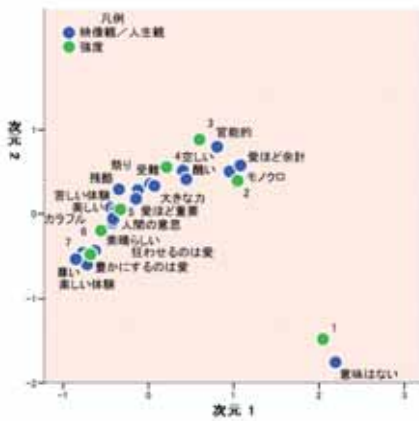


図1. 楽観主義群の「人生観」

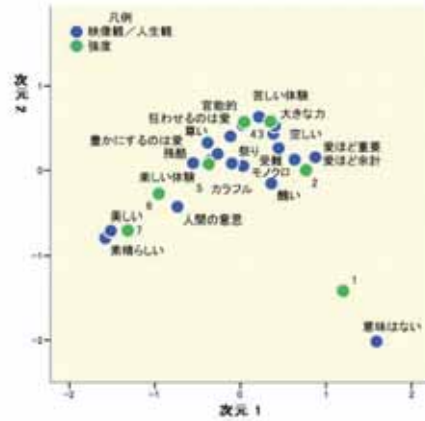


図2. 楽観主義群の「映像観」

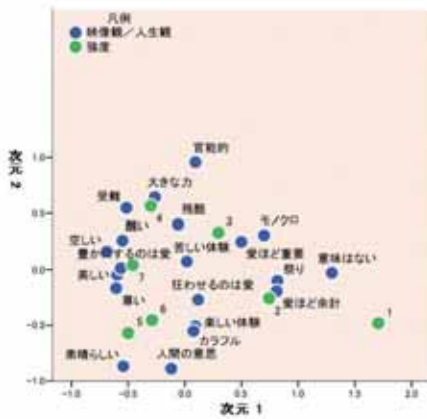


図3. ニヒリズム群の「人生観」

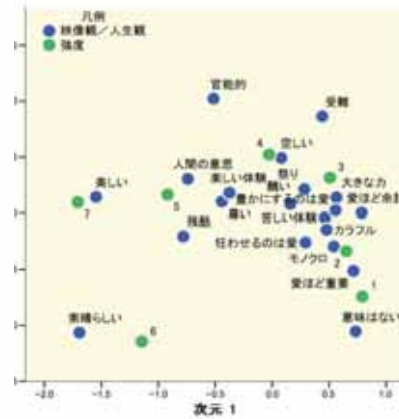


図4. ニヒリズム群の「映像観」

以上のような傾向を持つ 2×2 群の映像認知の差異を分散分析によって検討した。

4.2.3. 各群の映像認知の分散分析

結果を表2～表4に示す。まず、画面に対する認知と評価(表2・表3)は、修辭的に卓越したシ

ーンの一部を数10秒間見せた後、その表現性の深さをどの程度感じ取ったかを回答させたものであり、ストーリー性を排除して映像の修辭そのものを評価させた質問項目である。これらの項目については、映像観の楽観主義群(E-O群)とニヒリズム群(E-N群)の検定結果を示した。『空

人形』では4項目×2設問=8項目中6項目でE-N群の認知と評価が有意に高かったが、『Dolls』では2群間の差の有意性が検出されなかった。映像観の差異が映像の修辞の認知と評価に直結した『空気人形』と直結しなかった『Dolls』では、ストーリー性を排除して映像の修辞だけを抽出した場合に、その違和感の強度の差異が影響するようであることが示唆された。

一方、愛の表現と意味に対する認知と評価(表4)は、ストーリー性を加味した人間と人形の円環

に関する表現全体に対して評価させた質問項目である。これらの項目については、人生観の楽観主義群(L-O群)とニヒリズム群(L-N群)の検定結果を示した。2つの映像作品に共通して、3つの項目でL-O群の認知と評価が有意に高かった。修辞を単体で評価させた場合とは相容れない結果である。両作品とも、人生観の差異がストーリー性を加味した修辞の認知と評価に直結したことで、両作品はストーリー的な側面においては共通した表現性を持ち合わせていることが示唆された。

表2. 『空気人形』の画面に対する映像観の[楽観主義群/ニヒリズム群]の差の有意性

画面に対する認知と評価 測定尺度		シーン	映像観			
			O群平均	N群平均	F値	p
質問項目	No	n	52	44		
私はいま見た画面から、作品世界を創造する「愛」の表現性の深さを感じた	1. セーラー服を着る空気人形		2.63	3.02	2.07	
	2. 他者の視線を浴びる空気人形		3.15	4.14	10.82	**
	3. 空気が抜けていく空気人形		3.73	4.48	5.01	*
	4. 身体に息を吹き込まれる空気人形		5.17	5.32	0.23	
私はいま見た画面に、「映像」に対する監督の愛の深さを感じた	1. セーラー服を着る空気人形		3.17	3.91	6.16	*
	2. 他者の視線を浴びる空気人形		3.00	4.16	18.83	***
	3. 空気が抜けていく空気人形		3.73	4.73	9.72	**
	4. 身体に息を吹き込まれる空気人形		4.38	5.34	9.39	**

表3. 『Dolls』の画面に対する映像観の[楽観主義群/ニヒリズム群]の差の有意性

画面に対する認知と評価 測定尺度		シーン	映像観			
			O群平均	N群平均	F値	p
質問項目	No	n	52	44		
私はいま見た画面から、作品世界を創造する「愛」の表現性の深さを感じた	1. 桜の中を歩く佐和子と松本		3.85	3.59	0.85	
	2. 他者の視線を浴びる佐和子と松本		3.52	3.95	2.32	
	3. 雪の中を歩く佐和子と松本		3.56	3.64	0.10	
	4. 佐和子と松本の心中を暗示する人形		3.37	3.75	1.84	
私はいま見た画面に、「映像」に対する監督の愛の深さを感じた	1. 桜の中を歩く佐和子と松本		3.94	3.84	0.11	
	2. 他者の視線を浴びる佐和子と松本		3.69	3.95	0.96	
	3. 雪の中を歩く佐和子と松本		3.48	3.70	0.72	
	4. 佐和子と松本の心中を暗示する人形		3.87	4.14	0.93	

表4. 人間 ⇔ 人形の隠喩的な表現に対する人生観の[楽観主義群/ニヒリズム群]の差の有意性

作品名	愛の表現と意味に対する認知と評価 測定尺度		人生観			
			O群平均	N群平均	F値	p
No	質問項目	n	56	37		
空気人形	1. 私は、人形が心を持つ、というストーリーに、何のリアルも感じなかった		3.04	3.22	0.28	
	2. 私は、心を持った人形を演じた女優・ベ・ドゥナの演技には、どこかリアルなものがあつたと、強く感じた		5.43	4.54	11.51	**
	3. 私は、人形が心を持つ、なんていうストーリーを映像にするという発想が、素晴らしいと思った		5.18	4.03	10.97	**
	4. 私は、人形が心を持つ、なんていうイメージを撮る映像的なテクニックが、素晴らしいと思った		5.14	4.27	6.83	*
Dolls	1. 私は、人間が心を失う、というストーリーに、何のリアルも感じなかった		3.02	3.62	3.70	
	2. 私は、心を持った人間を演じた女優・菅野美穂の演技には、どこかリアルなものがあつたと、強く感じた		5.23	4.32	9.94	**
	3. 私は、人間が心を失う、なんていうストーリーを映像にするという発想が、素晴らしいと思った		4.41	3.58	5.81	*
	4. 私は、人間が心を失う、なんていうイメージを撮る映像的なテクニックが、素晴らしいと思った		4.98	3.76	16.39	***

5. 総合考察

：人間と人形の円環とモノテーション

『空気人形』と『Dolls』の表現が、受け手の脳裏に印象を強く焼きつけるとすれば、それは普遍的な主題と修辞の特異性を最良のバランスで掛け合わせた両作品が、異様な空気感を漂わせながらも、受け手の心の深い部分に働きかける真理や根源的な意味を内在させているからにはほかならない。その表現の鍵概念になるのが「円環」である。円環とは、本来は結末に向けた直線的な流れを持つストーリーが循環的に最初の状態に回帰する構造や、人間と人形の隠喩的な関係を循環的な視覚表現として具現化する映像の修辞など、映像作品における循環的／周期的な表現と丸い形態を使った表現に関する総称的な概念である。

両作品の映像表現は、人形をモチーフにすることで形態的要素と実態に差異を設けた切断の一種でありながら、享樂するストーリーの核心を成す。享樂のメカニズムと切断の効果は、通常は互いを打ち消すことで引き立て合う関係にあるため(cf.[8])、享樂と切断を共存可能にする「円環」は特殊かつ重要な概念である。『空気人形』と『Dolls』において、円環という概念は具体的にどのように用いられ、それは両作品の認知にどのような効果をもたらしたと考えられるか。実験結果も踏まえつつ、2つの観点から考察する。

5.1. 身体と円環：欲望とモノの論理

『空気人形』を読み解くにあたり、人間が身体を介して欲望を円環的に連鎖させていく不安定な現象形態を、社会とも結びつけて包括的に展開したドゥルーズ＝ガタリの考え方を援用することは有効だろう(cf.[9])。空気人形の持ち主である秀雄が人形に向ける性的欲望は、擬似的な身体と愛で満たそうとする、擬似的ではない欲望の一形態であり、一方で、この擬似的な人間関係は、「モノ(客体)」に対する人間(主体)の無意識レベルの構造の反映でもある(cf.[10])。人形が人間のようになり、再び人形に戻って廃棄される、という『空気人形』のストーリーの円環構造は、商品としての使用価

値が捨象されれば新しい商品が取って代わるという現実世界の円環構造の隠喩であり(cf.[11])、人間(生身の身体)も所詮は円環の一部を成す「モノ」であるに過ぎない、という痛烈なアイロニーでもある。モノである空気人形に、自身もモノであるに過ぎない秀雄や純一が、愛という生々しい欲望を注ぎ込む姿は、モノと人間の境界を攪乱させる奇異さを含んだストーリーの切断的表現であると同時に、享樂的表現であるとも言える(cf.[12])。

欲望の裏返しに「空っぽ」を位置づけ、「空虚」という概念を作品全体に貫き、「空気」を使った修辞を徹底的に追求した点が、『空気人形』の映像的な独創性の源である。要所で挿入されるビニール製の空気人形、生身の空気人形の身体に走るビニールの縫合線、手動ポンプで自らに空気を注入する空気人形の嬉しそうな表情、空気を入れる音、空気が抜ける音、空気が抜けていくビニール製の空気人形のよれた身体と、その虚ろな目、息が吹き込まれて膨らんでいく空気人形の胸など、全ては身体を徹底的に「モノ」として見せようとする、『空気人形』の切断的な修辞を駆使した映像表現である。

5.2. 精神と円環：愛と狂気の論理

愛は個の精神の発露でありながら、対象となる個との関係性、およびイデオロギー的な制約を幾重にも受けた、複雑な構造を内包せざるを得ない概念であるため(cf.[13])、愛の問題は前節の論理を超えて錯綜することを余儀なくされる。松本に向けられた「人生の成功のために結婚を利用すべき」という男性本位の論理によって、一度は掛け違えた2人の愛の物語は、愛した女の精神の崩壊という裏切りの代償を伴って再び軌を一にし、その末路に向けた歩みを始める(cf.[14])。『Dolls』における愛の裏返しは「狂気」である。『空気人形』において、欲望と空っぽがモノを介して円環していたように、人間が人形のようになり、再び人間性を取り戻しつつあることを暗示して心中に至る、という『Dolls』のストーリーの円環構造は、正常と異常が紙一重の差で隣接し、それが愛を介すれば

いとも容易く円環する，人間の不安定な精神世界を隠喩する．正気を失い人形のようになり果てた佐和子に対して，裏切って改めて愛おしさに気づいたとでも言うように松本が愛を全うしようとする姿は，ストーリーの切断的表現であると同時に，享乐的表現であるとも言える．

赤い紐で身体を繋いでひたすらに歩き続ける 2人の姿の反復映像は，感傷させることを拒む監督の意志であると同時に，『Dolls』の映像的な獨創性の源でもある．佐和子と松本は，形態的には完全な人間の体をなしているが，心が欠損した人形（＝人間のメタファー）である．目には見えないが心も身体の一部であるとするれば，『Dolls』の反復映像は，部位が一部欠損している身体に対して生じやすくなる感情移入を封じ込めて，奇異な印象を強く焼きつけるという，受け手の認知の特性を踏まえた周到な修辞である(cf.[15])．満開の花びらが枝をたわませる桜並木を，祭囃子の流れる川沿いの土手を，妖しいまでに紅葉した山道を，雪におおわれた冬の斜面を(cf.[16]) 歩く 2人を彩る背景は，愛と狂気を象徴する，『Dolls』の切断的な修辞を駆使した映像表現である．

* * *

『空気人形』においては，E-N 群が画面に対する認知と評価の 6 項目を有意に高く評価した．一方，『Dolls』においては同様の差は検出されなかった．また両作品に共通して，L-O 群が愛の表現と意味に対する認知と評価の 3 項目を有意に高く評価した．作品間に横たわる以上の認知の差異は，享乐的（ストーリー的）には共通した円環構造があったが，切断による違和感の強度には作品間で差異があったことを示唆する．両作品の映像とも切断的な要素を含みながらも，『空気人形』の切断は感情移入的な方向を志し，『Dolls』の切断は感情移入させない方向を志す，という大きな相違がある．前者を弱い切断，後者を強い切断と言うならば，強い切断を含んだ映像は状況理解が難しいため，初見という鑑賞条件下では受け手の持つ映像観が認知に反映しなかったものと考えられる．『空気人形』と『Dolls』の本質的な差異である．

6. おわりに

本研究は人形をモチーフにした 2 つの映像作品—『空気人形』と『Dolls』を素材にし，映像作品の認知における人形を用いたストーリーと修辞の効果について，円環の概念と結びつく 2 つの論理と映像分析，および実験結果に基づいた考察を行った．両作品は，円環的なストーリー構造と隠喩表現により，享乐的認知と切断的認知が融合的に生じる特殊な性質を有していることが示唆された．一方で，『Dolls』の反復映像には，あえて受け手に感情移入させないようにする意図がある点で，『Dolls』は『空気人形』にはない特異性をも強く有していることが明らかになった．映像的に起伏の少ない『Dolls』において画面の評価が 2 群間で均され，認知の差の有意性が検出されなかったのは，部分的な鑑賞では理解し難いストーリーの認知に修辞の認知が従属したためであると，順当には考えられる．しかしあるいは，『Dolls』の映像の修辞が極めて特異であったために，既存の映像観が効力を失って差異がもたらされなかった，と解釈することも可能であるかもしれない．

『空気人形』における登場人物のモノに対する欲望と擬似的な愛は，スクリーンを隔てて，それを好奇のまなざしで鑑賞する受け手の欲望や空虚感と，鏡像的な関係にあるだろう．また，『Dolls』における登場人物の狂気と表裏一体の愛は，スクリーンを隔てて，それを好奇のまなざしで鑑賞する受け手の純粋な愛に対する憧れや自制心と，鏡像的な関係にあるだろう．『空気人形』と『Dolls』は，人形というモチーフと円環の概念によって，人生と映像が鏡像的な関係にあることを説得的に表現し，それを受け手に認知させる高い可能性を持った作品例である．今後は本研究の精度をさらに高める必要がある．加えて，同様の認知が生じる可能性のある作品やモチーフを検討し，その認知の詳細を本研究と同様に理論と実証の両側から明らかにすることで，映像認知の複雑な様相を解明する知見を着実に積み重ねていく必要がある．

参考文献

- [1] 小川有希子 (2011). テレビドラマの享楽をめぐる認知と感情のメカニズム —登場人物に対する共感が生み出すパラドクスな享楽の検証と考察. 『認知科学』, 18(1), 79-99.
- [2] Harkness, K. L., Jacobson, J. A., Sinclair, B., Chan E. & Sabbagh, M. A. (2012). For love or money? What motivates people to know the minds of others? *Cognition and Emotion*, 26 (3), 541-549.
- [3] 金井明人・小玉愛実 (2010). 映像編集のデザイン —ストーリーと切断をめぐって. 『認知科学』, 17(3), 444-458.
- [4] McIlwain, D. (2003). Bypassing empathy: A Machiavellian theory of mind and sneaky power. In B. Repacholi & V. Slaughter (Eds.), *Individual differences in theory of mind. Macquarie monographs in cognitive science* (pp. 39-66). Hove, E. Sussex: Psychology Press.
- [5] Paal, T. & Berezkei, T. (2007). Adult theory of mind, cooperation, Machiavellianism: The effect of mindreading on social relations. *Personality and Individual Differences*, 43, 541-551.
- [6] ニーチェ (1993). 『権力への意志 [上・下]』. 原佑 (訳). 東京: 筑摩書房.
- [7] 渡邊二郎 (2005). ニーチェ —生きる勇気を与える思想. 『ニーチェ・セレクション』. 渡邊二郎 (編), 297-346, 東京: 平凡社.
- [8] 小川有希子・金井明人 (2013). 人生を表象する映像作品の修辞と概念再考的認知 —TAROの享楽と夢二の切断が概念再考にもたらす効果の検証. 『認知科学』, 20(2), 224-248.
- [9] ドゥルーズ=ガタリ (2006). 『アンチ・オイディプス [上・下]』. 宇野邦一 (訳). 東京: 河出書房新社.
- [10] ラカン (2005). 『無意識の形成物 [上]』. ジャック=アラン・ミレール (編). 佐々木孝次・川崎惣一・原和之 (訳). 東京: 岩波書店.
- [11] 北小路隆志 (2009). 商品のアレゴリー. 『空気人形』論. 『ユリイカ』, 41(13), 83-99.
- [12] 松本斉子・平井葉子・往住彰文 (2003). 共存的人工物としての人形型玩具. 『認知科学』, 10(3), 385-400.
- [13] 竹村和子 (2002). 『愛について —アイデンティティと欲望の政治学』. 東京: 岩波書店.
- [14] スターンバーグ (1999). 『愛とは物語である —愛を理解するための 26 の物語』. 三宅真季子・原田悦子 (訳). 東京: 新曜社.
- [15] 榊山裕子 (2005). ベルメールの新世紀. 『ユリイカ』, 37(5), 59-65.
- [16] 蓮實重彦 (2008). 北野武の「淀」. 北野武『Dolls (ドールズ)』. 『映画崩壊前夜』, 132-136, 東京: 青土社.

アイコンタクト時の上側頭溝の脳活動計測

Measuring human brain activity in superior temporal sulcus during making eye contact

佐藤 晃裕[†], 嶋田 総太郎[‡]
Akihiro Sato, Sotaro Shimada

[†] 明治大学理工学部[‡]

Meiji University's School of Science and Technology

ee01225@meiji.ac.jp, sshimada@isc.meiji.ac.jp

Abstract

Eye contact plays an important role in social interactions and facilitates communication and sharing of the mentality with others. The superior temporal sulcus (STS) is one of the brain area associated with eye contact. STS is functionally related to perception of others and detection of gaze. In the present study we simultaneously measured brain activity in paired subjects by using near-infrared spectroscopy (NIRS) during making eye contact in a spontaneous situation. Our results showed that STS was more strongly activated when the subject made eye contact with the other than when they did not.

Keywords — eye contact, STS, NIRS

1. 背景

アイコンタクトはコミュニケーションや他者との心的状態の共有に大きく影響し、人間の対人的状況において重要な役割を果たしている。人間は他者と目が合っているか逸れているかをとても正確に識別でき、相手と目が合うときは接近または威嚇の意図を感じ、目が逸れるときは回避または服従の意図を検出する[1]。

上側頭溝(STS)は他者の認知に深く関わる脳領域であり、たとえば他者の視線変化に対して敏感に反応する。STSは他者がどこを見ているかを認識したり、他者の感情がどこへ向けられているかを判断するときに活動し、視覚情報に限らず、他者の視線や意識を表現している領域だと考えられている[2]。

これまでのアイコンタクトにおける STS 領域の活動を測定した研究では、視線が逸れるときに STS が大きく活動するという報告[3]と、視線が合うときに大きく反応するという報告[4]が混在しており、どういった状況において STS が強く活動

するかについてはまだ明らかになっていない。さらに、これまでの研究では、写真やビデオを用いた実験[4]、ヘッドマウントディスプレイを用いて 3D アニメーションを呈示する実験[3]などがあるが、より自然で日常的な対面状況におけるアイコンタクトを再現した研究は少ない。

本研究では、アイコンタクト時における STS 領域の活動を明らかにするために、より自然な対面状況におけるアイコンタクトを行っているときの脳活動を計測する。具体的には、近赤外分光装置(Near-infrared spectroscopy: NIRS)を用いて、アイコンタクトをとっている2人の被験者の STS 領域の脳活動を同時計測する。これによって、アイコンタクトによって引き起こされる脳活動を詳細に検討する。

2. 方法

2.1 被験者

30人の健康な被験者(22~32歳の男性28名、女性2名)が実験に参加した。男性は男性同士、女性は女性同士の2人1組でペアを組み、ペア同士の交際期間は14ペアが1年以上、1ペアが3ヶ月であった。

2.2 実験デザイン

アイコンタクトを取る被験者(見る側)と、取られる被験者(見られる側)の15人ずつに分け、ペアで向かい合って座ってもらった。アイコンタクトをとるタイミングは見られる側の被験者の背後のディスプレイ画面上に映し出された色で指示し、見る側の被験者はそれに合わせてアイコンタクトを

行った。見られる側の被験者には常に見る側の被験者を見ているように指示した。

1 試行は前レスト 5 秒，タスク 5 秒，後レスト 10 秒の計 20 秒とした。パートナーに視線を送る条件(eye-contact 条件)と，パートナーの左右に視線を送る(視線を逸らす)条件(non-eye-contact 条件)の 2 条件を用意した。実験は eye-contact 条件，non-eye-contact 条件それぞれ 10 試行ずつの計 20 試行を行い，実験順序はランダムとした。その後，3D デジタイザ(Fastrack, Polhemus)を使用し，頭表のプローブ位置の 3 次元座標を計測した。実験終了後，共感性指標および実験に関するアンケートに答えてもらった。

2.3 脳活動計測

アイコンタクトをとっている 2 人の被験者の右半球側頭葉(10/20 法の T6 を中心とする $9 \times 9 \text{ cm}^2$ の領域，24 チャンネル)の脳活動を NIRS(OMM-3000, 島津製作所)を用いて同時測定した。このときチャンネル 1 から 24 を見る側，チャンネル 25 から 48 を見られる側に装着した(図 1)。

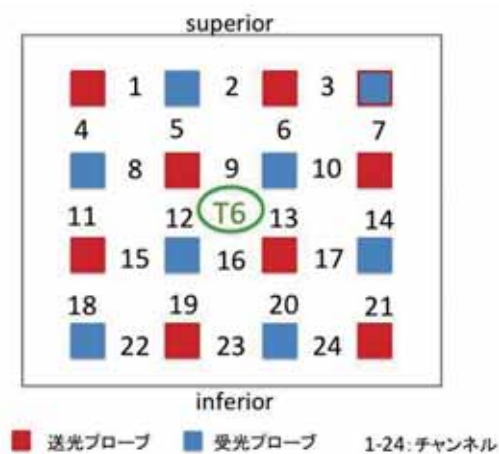


図 1 測定部位

3. 結果

NIRS により得られたデータを GLM(一般化線形モデル)で解析し，チャンネル毎に有意な活動が見られたかどうか，eye-contact 条件，non-eye-contact 条件それぞれについてグループ解析(random effect analysis)を行った。さらに見る側と見られる側それぞれに eye-contact 条件と

non-eye-contact 条件間に有意差があるか paired-t 検定を行った。その結果，見る側では両条件において多くのチャンネルで有意な活動が見られたが，条件間の有意差は見られなかった。一方，見られる側では non-eye-contact 条件の ch-22 と ch-23 において有意な deactivation が見られ，上頭頂小葉(ch-31: $t(14)=2.47, p<.05$)，中心後回(ch-42: $t(14)=2.70, p<.05$)，上側頭回(ch-46: $t(14)=2.41, p<.05$)，中側頭回(ch-47: $t(14)=2.57, p<.05$)で条件間に有意差が見られた(図 2)。

さらに，各チャンネルの t 値と共感性指標アンケートの各項目のスコアとの相関を調べた結果，見られる側で条件間に有意差が見られた 4 つのチャンネルの中では ch-7, ch-18, ch-23(図 3)の 3 つのチャンネルで共感的配慮の項目との相関が見られた(ch-7: $r=0.46, P<.05$, ch-18: $r=0.51, P<.05$, ch-23: $r=0.47, P<.05$)。

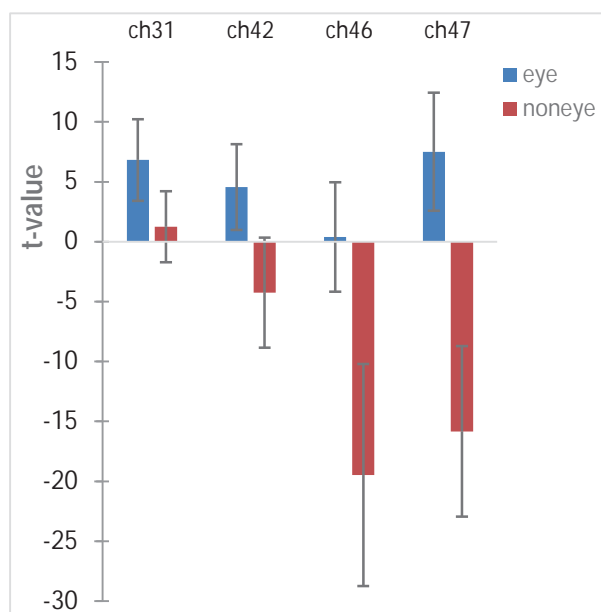


図 2 条件間に有意差があった見られる側のチャンネルの脳活動

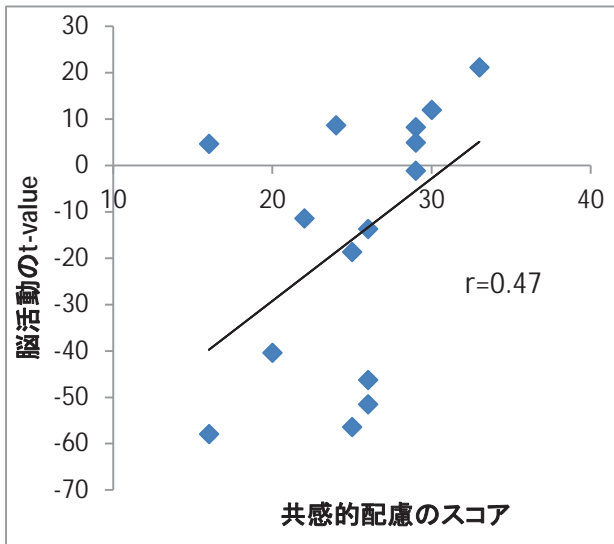


図3 non-eye-contact 条件における見られる側の ch-23 の脳活動と共感性指標の相関

4. 考察

デジタルの解析結果から、STS は ch-22(ch-46) の上側頭回と ch-23(ch-47) の中側頭回の中に位置すると考えられる。ch-46, ch-47 では、non-eye-contact 条件において活動が大きく減少 (deactivation) しており、視線を逸らされたときに STS の活動が強く抑制されることが示された。

視線が逸れるときに STS が大きく活動するという報告[3]と、視線が合うときに大きく反応するという報告[4]があるが、これらの研究と本研究の相違点は、本研究は 15 ペアのうち 14 ペアが知り合って 1 年以上のペアであり、ある程度親密な関係の両者のアイコンタクトであるという点である。人のアイコンタクトと STS 領域の活動の関係として、視線を送る相手や向けられる相手によって違いが生じるのかもしれない。

共感性指標のアンケートと t 値の相関性は「共感的配慮」「個人的苦悩」の項目で多くの相関が見られた。t 値の検定で有意差が得られた見られる側の ch-7, ch-23 での相関もでている。特に共感的配慮の項目と ch-23 の中側頭回の t 値に相関が出ていることに関して、これは共感的配慮の得点が低い被験者程、non-eye-contact 条件で STS が deactivate しているということである。共感的配慮というのは、相手との感情共有のしやすさの

尺度である(例;相手の涙を見て一緒に悲しむ, 幸せな映画を見て嬉しくなる等)。STS 領域の deactivation が他者理解の働きを抑制していると解釈すると、共感的配慮の低い人は目を逸らされるという行為に関して他者理解を示さない、つまり目を逸らされた事を気にするのではなく関心を持たないように処理するのではないかと考えられる。共感的配慮が高い人ほどアイコンタクトに敏感なのではないかとも言えるだろう。

参考文献

- [1] Gamer M., Hecht H(2007) "Are you looking at me? Measuring the cone of gaze", *Journal of Experimental Psychology* 33,705-715.
- [2] Carlin J., Calder A., Kriegeskorte N., Nili H., Rowe J (2011) "A head view-invariant representation of gaze direction in anterior superior temporal sulcus.", *Current Biology* 21, 1817-21.
- [3] Engell AD., Haxby JV (2007) "Facial expression and gaze-direction in human superior temporal sulcus", *Neuropsychologia* 14, 3234-3241.
- [4] Hietanen JK., Leppanen JM., Peltola MJ., Linna-aho K., Ruuhiala HJ(2008) "Seeing direct and averted gaze activates the approach-avoidance motivational brain systems", *Neuropsychologia* 46, 2423-2430.

室内における乳児の歩行-繰り返される行為の分析 (1)

Infant Walking in the Room-Analysis of Repetitive Activity (1)

西尾 千尋[†], 青山 慶[‡], 佐藤 由紀^{*}
Chihiro Nishio, Kei Aoyama, Yuki Sato

[†] 東京大学大学院学際情報学府, [‡] 東京大学大学院学際情報学府, ^{*} 玉川大学芸術学部
University of Tokyo, University of Tokyo, College of Arts, Tamagawa University
qq127206@iii.u-tokyo.ac.jp

Abstract

In this research we focus on infant walking in the room. A century of research has described the development of walking based on periodic gait over a straight path, consequently it is recent that researchers begin to examine how infants actually walk in a daily situation. Walking is a basic repetitive movement for human beings, however infants need long time to acquire the skill. Our research examines the beginning and the end of units of walking and describes infant posture and its surroundings.

Keywords — **Infant walking, development, repetition**

1. 研究目的

乳児の歩行開始期における自立歩行の観察と分析を、実際の養育環境で撮影された映像を用いて行う。乳児の歩行に関する研究はこの100年ほどの間に数多く行われているが、そのほとんどが直線的で周期的な歩行を前提としており、実際に物があふれた日常の環境でどれだけ、どのようにして乳児が歩いているのかという研究が行われるようになったのは最近のことである(Adolph, 2012)。本研究では乳児の歩行を、ヒトにとって基礎的な繰り返し運動である歩行を獲得する前段階と捉え、移動開始期における環境と移動のセットがどのように成立していくのかについて検討を行うことを目指す。特に乳児の歩行がその開始期においてはたびたび中断され、持続時間も短いことに注目し、歩行の開始から終了までをひとつのユニットとして考え、それらについて部屋の環境と運動の両面から記述を行う。

ヒトの日常生活は基本的に日々繰り返して成立している。朝に起床し、顔を洗い、食事をとり、仕事へ向かう。駅までの道のりを歩き、電車に乗

り、仕事を行う。これらの一連の流れにおいても、習慣的な行為、運動などの大小さまざまな繰り返しが含まれている。環境のなかの持続する性質と行為はセットとなって日常を成立させており、ヒトの日常の運動は繰り返しという観点から分析が可能であると考えられる。歩行はその中でも最も基本的な繰り返し運動のひとつである。Bernstein (1996) は歩く、走るといった連続的に起こるリズムカルな運動を、より複雑な行為を支える基礎的な、背景化されるレベルの運動のひとつとして位置づけた。しかし、乳児は成人のようになめらかに継続的に歩くことは出来ない。そこには多くの環境に対する探索と、転倒を含んでいる。乳児は繰り返しを獲得する前の段階にあり、言い換えれば発達とは繰り返しが成立するようになることと考えることが出来る。

2. 分析対象

『アフォーダンスの視点から乳幼児の育ちを考察-特別付録 DVD-ROM 動くあかちゃん事典』(佐々木, 2008) のために撮影された日常生活の映像を用いる。このデータベースのために提供された映像は、2名(KとD)の男児を誕生直後から3歳までの間に実際に育てている家庭で、主に養育者がビデオカメラを用いて撮影したものである。ビデオは約1週間に1時間程度撮影されていた。

3. 分析方法

Adolph (1997, 2012) は生まれてからの日数(月齢, 週齢)よりも、歩き始めてからの日数, Walking Age を用いるほうが乳児の歩行を

考える上で適切であるとしている。その際の歩き始めの定義は途中で止まることなく 10feet 歩いた日を最初の歩行開始日としている。それらをふまえた上で、本研究では室内の広さ、障害物の散乱状況など環境との相互的な働きをより具体的に観察するため、映像において観察される補助を必要としない直立歩行で3歩移動したシーンを大体の歩行開始期とし、そこから約60日間に撮影された映像における3歩以上の継続的な歩行を分析対象とした。1秒程度両足が床についている場合は停止とみなし、別ユニットの歩行とした。

また、3歩以上の継続的な歩行がどのような状態から始まり、どのような状態で継続が中断されるのかについて観察するため、歩行の前後の姿勢と、何をどこで行っているかについて記述した。

4. 結果と考察

Kが歩行を開始してから約2ヶ月間の映像より、40の歩行ユニットを抽出し、以下の項目について記述を行った。

- 歩数／継続時間
- 開始時の場所／終了時の場所
- 開始前の姿勢／終了の様子
- 両手の状態

歩行を開始してからの日数に対する、歩数と継続時間は図1、図2の通りであった。また、歩行と継続時間を図3に示す。歩行の開始前の姿勢と、終了の様子については以下のものであった(表1)。

表1 歩行前後の状態

開始前の姿勢		終了の様子	
立位	42.5%	停止	47.5%
座位	30%	転倒	45%
四つ這い	20%	座る	5%
しゃがみ	7.5%	しゃがみ	2.5%

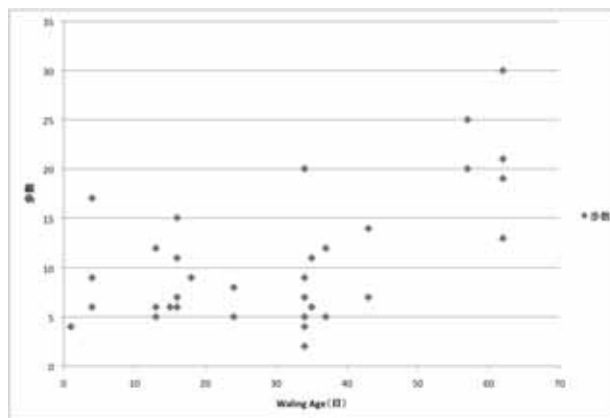


図1

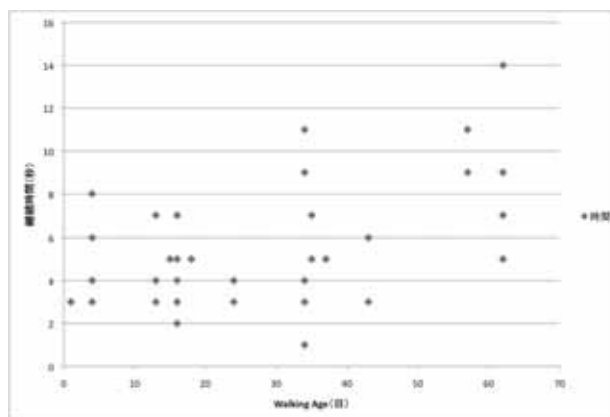


図2

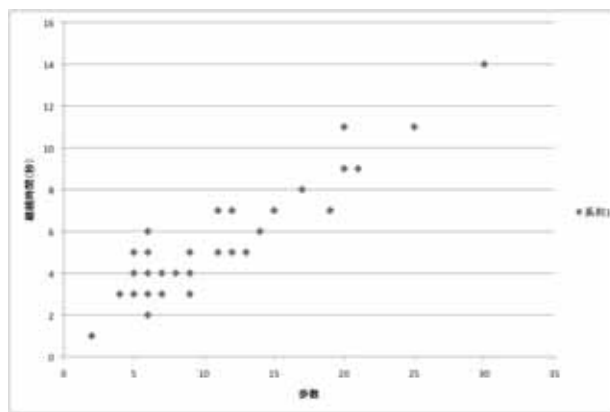


図3

歩行の開始前は、約半数が座位または四つ這いの姿勢であった。そこから多くの場合に両手を床につき、脚と腕を突っ張ることにより頭を起こして立位の姿勢となる。座位においては床のおもちゃなどに手が触れている場合が多く、クッションやぬいぐるみなど柔らかいもので遊んでいる際にはそのまま床にクッションなどを両手で押しつけ

て立位に持ち込むことが観察された。また、立位からの歩行は歩行中の停止後か、そうでない場合はテレビやオーディオラック、キャビネットなどの垂直面に手をかけていた。垂直面に手をかけている場合は、歩行はまず後方への方向転換から始まっていた。

歩行の終了は約半数が停止であり、残りの半数が転倒であった。座る運動やしゃがむ運動と言えるものも観察されたが、転倒との境界は曖昧であった。停止は観察された19回のうち5回が大人の手やティッシュボックスなどの障害物の前の停止であり、2回が部屋の間仕切りの段差付近であった。また、停止には見上げる、見下げる、物を拾う、物を振るなどの運動が伴い、顔の向きや視線の方向の変更が観察された。

40の歩行ユニットのうち、28回は両方か、いずれかの手に物を持っていた。物は歩行の途中で手放されることも、歩行の途中で拾われることもあった。四つ這いからの歩行の際には、ほとんどの場合に床にあるものを拾い上げながら立位になっていた。

歩行を行うためには頭部を体幹の上に保ち、大きく揺れる身体を全身で調整しながら動かねばならない。Bernsteinは複雑な行為の下にA, B, Cの3つの動作のレベルを置いた。レベルAは脊椎、体幹をコントロールする動作のレベルであり、これは意識的にコントロールされるものではない。レベルBは筋肉と関節の協調のレベルであり、多くはリズムカルな、すなわち歩く、走るといった連続的に起こる動作のレベルである。レベルCは空間のレベルと呼ばれ、ものをつかむ、投げるといった、身体から離れた環境に対する動作のレベルである。乳児の歩行は、レベルAにあたる脊椎と体幹の保持と、レベルBにあたる筋肉と関節のレベルを同時に発達させていく。また、歩くという運動は常に空間を大きく横切る。ヒトが獲得するより複雑な行為の基礎にあるレベルA, B, Cの全てを同時に働かせることを覚えるのが、乳児の歩行である。

観察された歩き始めの乳児の歩行ユニットは約

半数が転倒で終了していたこと、またその始まりの半数は床面に座った状態か、膝と手を床についた四つ這いからの立ち上がりを伴っていたことから、乳児の歩行はその始まりと終わりに大きな姿勢の変化をとらなう可能性のある運動であると言える。その始まりと終わりに転倒という姿勢を保てない出来事が起こらなくなった時に、歩行は十分に行為の背景としての機能を果たす。

参考文献

- [1] Adolph, K.E. (1997) "Learning in the development of infant locomotion." Monographs of the Society for Research in Child Development, vol.62
- [2] Adolph, K.E. (2012) "How Do You Learn to Walk? Thousands of Steps and Dozens of Falls Per Day." Psychological Science, vol.23, pp. 1387-1394.
- [3] Bernstein, N.A. (1996) Dexterity and Its Development
- [4] Gibson, J.J. (1985) 生態学的視覚論：ヒトの知覚世界を探る
- [5] Gibson, J.J. (2011) 生態学的知覚システム：感性をとらえなおす
- [6] Reed, E.S. (1988) "Applying the theory of action systems to the study of motor skills.", Complex movement behavior, pp.45-86
- [7] 佐々木正人, (2008) アフォーダンスの視点から乳幼児の育ちを考察-特別付録 DVD-ROM 動くあかちゃん事典
- [8] Woollacott, M.H. (1989) Development of Posture and Gait: Across the Life Span

心拍数が音楽聴取時の時間感覚に与える影響

The influence of heart rate on time perception during music listening

松田 憲[†], 橘 佳奈[†], 一川 誠[‡]
Ken Matsuda, Kana Tachibana, Makoto Ichikawa

[†]山口大学, [‡]千葉大学
Yamaguchi University, Chiba University
matsuken@yamaguchi-u.ac.jp

Abstract

This study examined the influences of the changes in participants' heart rate on the time estimation when listening to music. We operated participants' heart rate by the exercise bike and temps of music. 48 participants were measured heart rate before and after paddling exercise bike. 1 week after, they listened the music and estimated time (60 sec) on non-operated and heart rate operated conditions. The results showed that the time is underestimated after exercising rather light, and overestimated after strenuous exercise. It was thought that the acceleration of the internal time in vivo due to an increase in the heart rate has led to this result.

Keywords — BGM, time estimation, heart rate

1. はじめに

我々は日常生活において、実際の物理的な時間（客観的時間）と自身が感じている時間（主観的時間）が異なるということを度々体験する。このようなズレは、心理学では時間評価（ある特定の時間の長さをどの程度として見積もる（評価するか）の問題として調べられている。

この時間評価に影響を及ぼす要因の一つに環境中の刺激のテンポがある。刺激のテンポが速ければその間の時間はより長く感じられやすい。そこで本研究では環境刺激としてのBGMのテンポを操作し、時間評価に及ぼす効果を検討した。

2. BGMが時間評価に及ぼす影響

BGMには個々人が感じる時間経過を変える働きがあるとされている。松田・矢倉・一川（2010）

[1] は、テンポと音符の違いが時間感覚にどのような影響を与えるのかを検討した。20名の参加者に、作成した音楽刺激（2分音符、4分音符、8分音符、2分音符4分音符混合、2分音符8分音符混合、4分音符8分音符混合、2分音符4分音符8分音符混合の7種類の音楽条件と、40bpm, 80bpm, 120bpm, 160bpmの4種類のテンポ条件を組み合わせたBGM28曲）について1分の課題時間を評価させた。その結果、テンポ条件と音符条件では、テンポ条件の方が時間感覚に影響を与えていることが明らかとなった。また、最も遅い40bpmは他のテンポ条件に比べて過小評価（経過時間を短く感じる）され、テンポが速くなるほど過大評価（経過時間を長く感じる）される傾向があることが明らかとなった。さらに、参加者を音楽経験の有無で分けて同様の検討を行ったところ、音楽経験のない参加者は時間を過小評価しやすく、特に遅いテンポであるほどその傾向が顕著であった。

しかし、我々が音楽を耳にする時は必ずしも同じ心身状態ではない。松田・堀江・一川（2011）[2] は実験前に生理指標を測定し、その後、エアロバイク運動で参加者の心拍数・体温・血圧を、恐怖喚起による心拍数操作（参加者が音楽聴取している間、もしくはストップウォッチを停止した後に風船を割ると教示）では心拍数・血圧・心理状態をそれぞれ変化させた。その後音楽（J=実験前に測定した参加者の心拍数）を聴かせて時間評価値を比較し、これら生理指標の変化が時間感覚に与える影響を検討した。その結果、恐怖喚起による心拍数操作後は、操作なし状態と比べて時間が過小評価された。参加者28人中20人が風船に

よる操作時に音楽に集中できなかつたと回答していたことから、音楽聴取よりも風船の操作に意識が集中したために、時間を過小評価したものと考えられる。一方、エアロバイク運動後とその他の操作間では有意な差は見られなかつた。これは、エアロバイクを1分間全力で漕ぐように求めたが、その運動量の個人差が大きく、心的代謝の状態を統制できなかつたのが原因ではないかと考えられる。

3. 本研究の目的

本研究では、松田ほか(2011)[2]の研究に基づき、エアロバイク運動によって心拍数、血圧、体温を変化させた。また、Altshuler(1954)[3]の同質の原理(聞き手の気分やテンポに合わせた音楽を与えることで、精神的回復に努める)はリズムにおいてもその効果が見られることから、エアロバイク運動後に聴取させる楽曲のテンポをJ=操作なし状態の心拍数、J'=エアロバイク運動後の心拍数の2種類とした。これらの心拍数操作条件、楽曲テンポ条件が時間評価値、感情評価にどのように影響するのかを検討した。

4. 方法

要因計画 心拍数操作2条件(エアロバイク運動20km/h, エアロバイク運動30km/h)とテンポ操作2条件(J=操作なし状態の心拍数, エアロバイク運動後の心拍数)の2要因参加者間計画であった。

実験参加者 正常な聴力を持つ大学生及び大学院生48名(4条件, 男女各6名)が参加した。平均年齢は21.6歳であった。実験は個人ごとに行つた。エアロバイクの速度設定によって、実験参加者の基礎体力や体調次第では実験後に気分の悪化や身体の不調をもたらす場合があるため、実験前にその旨を説明した上で実験参加同意書に署名した者のみを実験参加者として扱った。

実験材料 松田ほか(2011)[2]で用いられたニュートラル曲3曲から2曲を選曲した。曲はフリー音楽ソフト(MusicStudioProducer)で作成さ

れたピアノ音の曲(各21小節)であった。曲はメロディと伴奏で構成され、4/4拍子、C長調とし、A2~E4の間の白鍵盤のみ(12音)が使用された。メロディは4分音符、8分音符、16分音符を使用し、1曲に占める音符の割合が8分音符=40%、16分音符=30%、4分音符=30%となるように作成された。

測定指標 身体的代謝に関する生理指標として、血圧と心拍数、体温を測定した。血圧と心拍数は、オムロン自動血圧計(HEM-7420)を用いて、1週目に操作なし状態、エアロバイク運動による心拍操作後に血圧と心拍数を測定した。体温はオムロン電子体温計(MC-612)を用いて、1週目の操作なし状態、エアロバイク運動による心拍数操作後に腋下の体表にて測定した。

また、心理指標として、音楽聴取による感情体験について、堀田ほか(2007)[4]を基に、「音楽聴取時の心身の自覚」について6項目、「音楽聴取時の気分」について6項目、「(聴いていた)音楽の印象」について2項目(各7段階)、「音楽の印象」について12項目(5段階)、合計26項目を用いて評価を求めた。

実験装置 コンピュータ(FUJITSU FMV-S8370)にヘッドホンアンプ(DR.DAC2 DX)を接続し、更にヘッドホン(audio-technica ATH-AD1000)を接続したのを用い、音楽を流した。鹿野(1995)より主観的時間(感じられる時間)は音量によって変動すると考えられるため、音量は中程度に固定して行つた。時間はストップウォッチ(CASIO HS-70W)を用いて計測した。音楽以外の視聴覚情報に影響されないよう、実験参加者には音楽を聴いている間アイマスクを着用をさせた。エアロバイクはST-1030(スポーツオーソリティ社製)を使用した。

手続き 実験は2週にわたって行われた。

1週目は参加者を暗幕で覆った個室の椅子に着席させ、実験手順(①操作なし状態で生理指標を測定、②エアロバイク運動後に生理指標を測定)についての説明を行つた。2つの操作条件の順番は、参加者毎にランダムに設定した。エアロバイ

クの運動速度は、参加者をランダムに 20km/h, 30km/h に振り分け、3 分間指示された速度を保ったままエアロバイクを漕ぎ続けるよう求めた。

2 週目は、実験手順の説明を行い、操作なし・エアロバイク運動（1 周目と同じ速度）を行った後、音楽を聴きながら 1 分間の時間感覚をストップウォッチで計ってもらった。2 つの操作条件の順番は、参加者毎にランダムに設定した。1 曲聴取毎に聴取した音楽についての心理評定用紙の記入を求めた。記入終了後に参加者が安静状態になったのを確認し、次の手順へ移った。

参加者に操作なし状態で聴取させる曲のテンポは、J=操作なし状態の心拍数とした。また、エアロバイク運動後に聴取させる曲のテンポ条件を操作するために、20km/h, 30km/h それぞれのグループ内で 12 名ずつ 2 つのグループに振り分けた。一方のグループにテンポを J=操作なし状態の心拍数としたものを、もう一方のグループにテンポを J=エアロバイク運動後の心拍数とし、エアロバイク運動後に聴取させた。

時間評価は、指示された時間（標準時間）と同じ長さになるように、実験参加者が主観的に持続時間（作成時間）を作成する方法（作成法）で行われた。曲が始まる前に全曲共通の合図音（woodblock 音）を流し、曲の開始とともに実験参加者にストップウォッチを押させた。その後、指示した時間が経過したと思ったときにストップウォッチを停止させた。カウント、及びその他の評価手がかりを用いないように教示した。

最後にアンケート記入と、口頭で①普段の生活の中で 1 分を意識することはあるか、②実験全体の意見や感想について質問を行い、実験は終了した。

5. 結果と考察

実験参加者の時間評価値について、エアロバイク運動後と操作なし状態の差について、心拍数操作条件（エアロバイク運動 20km/h, 30km/h）とテンポ操作条件（J=操作なし状態の心拍数, J=エアロバイク運動後の心拍数）の 2 要因 2 水準分散

分析を行った。その結果、心拍数操作条件の主効果が有意であった ($F(1,44) = 5.35, p = .025$)。

実験参加者の心拍数は、20km/h 条件では 2.32, 30km/h 条件では 17.76 上昇し、両条件間の上昇幅の差は有意であった ($F(1,46) = 19.52, p < .001$)。

軽めの運動（今回はエアロバイク 20km/h）をした後は時間を過小評価（経過時間を長く感じる）し、激しい運動（エアロバイク 30km/h）の後は時間を過大評価（経過時間を長く感じる）しやすいことが分かった。これらの要因として、激しい運動後は脳内の酸化新陳代謝速度が速くなった（内的時計の進み方が速くなった）ために、時間を過大評価（経過時間を長く感じる）した (Hoagland, 1933, 1981) [5] [6] ののではないかと考えられる。

心拍数操作条件と楽曲テンポ条件に加え、性別で実験参加者を分けたところ、性別と心拍数操作条件の交互作用 ($F(1,40) = 5.414, p = .025$) における単純主効果検定において、男性における心拍数操作条件が有意であり ($F(1,40) = 11.51, p = .002$)、エアロバイク 20km/h 条件における性別の効果が有意傾向であった ($F(1,40) = 3.18, p = .082$)。性別とテンポ操作条件の交互作用 ($F(1,40) = 4.69, p = .037$) における単純主効果検定の結果、男性におけるテンポ操作条件が有意傾向であった ($F(1,40) = 3.66, p = .063$)。男性の方が、心拍操作条件、テンポ操作条件の影響を受けやすく、経過時間を過大評価（経過時間を長く感じる）しやすく、女性の方が経過時間を過小評価（経過時間を長く感じる）しやすかった。この要因として、男女の身体的代謝の違いが挙げられる。エアロ運動後の体温変化の性差は有意であり ($F(1,46) = 10.67, p = .002$)、男性はエアロバイク運動後に操作なし状態よりも体温が平均で 0.121°C ($SD = 0.050$) 上昇したのに対し、女性は平均で 0.146°C ($SD = 0.064$) 下降した。このように、女性は代謝の低さから時間を過小評価（経過時間を長く感じる）し、男性は代謝の高さから時間を過大評価（経過時間を長く感じる）したものと考えられる。

心拍数操作条件と楽曲テンポ条件に加え、音楽

経験の有無で参加者を分けたところ、音楽経験のある人は運動後に時間を過大評価（経過時間を長く感じる）しやすく、音楽経験のない人は時間を過小評価（経過時間を短く感じる）しやすいことが明らかとなった。これは、楽曲の新奇性の高さや情報量（音楽自体への親近性の低さ）が感じられる時間の長さを過小評価させた（松田ほか, 2010）[1] のではないかと考えられる。

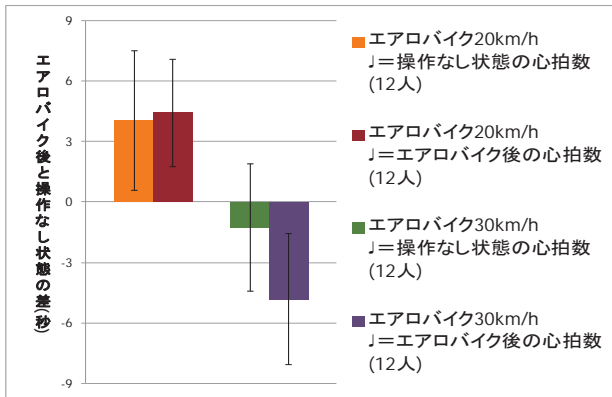


図1 エアロバイク運動後と操作なし状態の差 (秒)

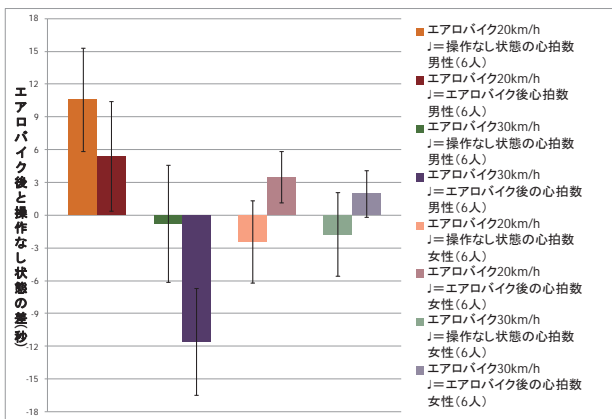


図2 性別で分けた時のエアロバイク運動後と操作なし状態の差 (秒)

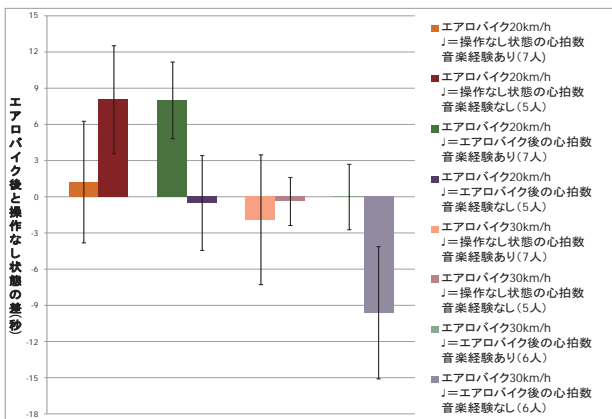


図3 音楽経験で分けた時のエアロバイク運動後と操作なし状態の差 (秒)

6. まとめと今後の課題

本実験の結果より、激しい運動での心拍数の上昇による内的時間の加速が最も時間評価に強い影響を与えていると言える。従って、たとえば待ち時間を少しでも短く感じるためには、心拍数を上昇させず、リラックスしながら楽曲を聴取することが有効と言える。

本研究の心拍数操作条件ではエアロバイクを漕ぐ速度で心拍数を操作したが、20km/h 条件では参加者 24 人の心拍数の変域は 24 人中 23 人が ±10bpm 以内であった。一方で 30km/h 条件では、ほとんど変化の見られない者から 63bpm 上昇した者まで様々であった。今後の課題として、心拍数を直接測定して操作することで結果の精度を上げることができるか検討したい。

参考文献

- [1] 松田 憲・矢倉由果里・一川 誠 (2010). BGM の音楽的特徴が時間感覚に及ぼす影響 日本心理学会第 74 回大会論文集, pp. 588.
- [2] 松田 憲・堀江悠美・一川 誠 (2010). BGM 聴取時の心拍数・体温・血圧が時間評価に及ぼす影響 日本認知科学会 28 回大会論文集, pp. 636-641.
- [3] Altshuler, I. M. (1954). The past, present and future of musical therapy, Music therapy, pp. 24-35.
- [4] 堀田晴子・澤村貫太・井上健 (2007). 被験者の心拍数に応じたテンポによる音楽聴取時の心拍変動について 臨床教育心理学研究 Vol. 33, No. 1, pp. 1-8.
- [5] Hoagland, H. (1933). The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock. Journal of General Psychology, 9, pp. 260-287.
- [6] Hoagland, H. (1981). Some biochemical considerations of time. In J. T. Fraser (Ed.), The voices of time pp. 312-329. Amherst, MA: The University of Massachusetts Press.

ノスタルジアが認知される物語, その生成と応用

Narrative for Nostalgia Cognition

内藤優哉, 金井明人
NAITO Yuya, KANAI Akihito

大妻女子大学, 法政大学
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY, HOSEI UNIVERSITY
yuya.naito.125@otsuma.ac.jp, kanai@hosei.ac.jp

Abstract

In this paper, we classify the rhetoric of film editing into 4 categories (simple nostalgia, reflexive nostalgia, interpreted nostalgia and non-nostalgia) based on the theory of nostalgia by Davis (1979).

We use the 4 categories to compose nostalgia based narrative rhetoric of the film by the computer system.

Our results of psychological experiments testified the difference of cognitive effects among 4 categories of nostalgia.

Keywords — Nostalgia, Narrative, Rhetoric of Film Editing

1. はじめに

過去に関する映像や写真, 商品, 場所を目にした時, そして過去の時代の作品に接する時, 「ノスタルジア」に関する認知が受け手に生じる場合がある。ノスタルジアは, 「あの時代は良かった」という肯定的な感情だけではない。戦争の傷跡や苦しい生活を思い起こさせることで, 疑問や否定的な感情を生じさせる場合もある。

さまざまなノスタルジアが生じる要因は, 物語と密接な関係がある。本論文では, 受け手の, 多種多様なノスタルジアが認知される過程を物語的に明らかにし, それを基に様々なノスタルジアが認知される物語の生成を通じて, ノスタルジアが認知される仕組みを解明することを目的とする。また, さらにその物語を, 様々な場所や物語生成一般の分野にも応用可能なものとすることを目指す。

2. ノスタルジアのもつ意味の多様性

Davis (1979) の『ノスタルジアの社会学』では, ノスタルジアには三つの属性が存在するとし, 感情の発生する順に並べている。本発表では特にこの三つの属性に注目する。

第一の属性は「素朴なノスタルジア (Simple nostalgia)」。否定されるべき現在に対し, 賛美されるべき過去を求めている場合を指し, 最も生じやすいノスタルジアである。再現したものも含め, 古い街並みや建物に対して無意識的に生じるノスタルジアの多くがこれに分類される。本研究では, 原語を基に, 以降では「シンプルノスタルジア」と記す。

第二の属性は「内省的ノスタルジア (Reflexive nostalgia)」。対象物の現在の状況が経年で劣化が甚だしい, などの要因によって, 過去への賛美に対しても疑問を持ち始め, 過去への賛美を確かめるために再度過去との比較を行っている場合を指す。対象こそ否定的要素を含むが, 結局はそれを打ち消してしまうので, こちらも肯定的な要素をもったノスタルジアである。廃墟に対するノスタルジアや, 戦争の傷跡が残るものに対するノスタルジアなどでこれにあてはまる場合が多い。

第三の属性は, 「解釈されたノスタルジア (Interpreted nostalgia)」。現在と過去とを照らし合わせ, 過去に対して疑問を投げかけ, 否定している状態から, 「本当に当時のものなのか」「あくまでも再現だからそれはそれでよいのではないのか」などのように, 対象となる事物に関してメタ認知を行い, 否定的要素が重なり合った状態を経て, 肯定と否定が混在している状態に至っている場合を指している。

ノスタルジアに関する先行研究では, 堀内 (2007) が, 消費者行動研究の領域でノスタルジアを定義する際, Holbrook and Schindler (1991) の定義を「過去に思いを馳せるときに生じる肯定的感情経験全般」と要約していると共に, Stern

(1992a,1992b)などのとらえ方を参照し、ノスタルジアの詳しい分類を行っている。

また、主に否定的要素の対象から生じる、ノスタルジアと類似の感情として、「サウダージ」がある。Lévi-Strauss (1996)によれば、ノスタルジアとは似ているが、「ある過去の時代と現在とを比較する際に、経年による変化に対する悲嘆、そして不変への憧憬の感情」というように、没落的・絶望的な対象物に対するあこがれや美しさなどの観点が含まれている。

以上のような先行研究を基に、内藤・金井 (2012) は、ノスタルジアを認知する対象物に肯定的要素・否定的要素の両方を含み、生じる感情は肯定的なものだけでないことを表すノスタルジアとして、「ある過去の時期における盛衰に対して生じる感情」と再定義している。本論文でもこの定義を用いる。

3. ノスタルジアの生成

本研究では、3種類のノスタルジアの認知を、ストーリー的観点到留まらず、内藤・金井 (2011) では扱うことのできなかつたノンストーリー的観點もふまえて探究するため、分析・実験の素材となる映像を物語的に自動編集できるコンピュータプログラムを、内藤・金井 (2012) および Naito and Kanai (2012) が作成したものに改良を施すことで作成した。

このプログラムは、Thorndyke (1977)の物語文法を拡張した、ノスタルジアが認知される物語構造 (内藤・金井, 2011) を再現するものである。さらに、金井・小方・篠原 (2003) や小方・金井 (2010) を応用することで、ストーリー的側面を強調する場合だけでなく、切断技法を用いて現代と過去の画像を切り替え、物語内容理解の制約を緩和させると共に、映像のストーリー以外の側面を強調する手法も適用する。これによって、映像の修辞を特に編集で変化させることで、多様なノスタルジアを物語的に生成することを意図している。

自動編集プログラムの素材画像は3種類のノスタルジアの認知にそれぞれあてはまるものを利用

した。過去に繁栄しているもの、過去の繁栄を経験した場所の現在のもの、そして切断を発生させるような関係のない時代や場所のものという3点の画像である。場所は実在する都市や観光地とし、様々な場所に適用できる。本研究における自動編集プログラムの画像として使用する際に選んだ場所は以下の3カ所である。

鎌倉 (神奈川県鎌倉市)

鎌倉はかつて松竹大船撮影所があり、『麦秋』(1951 監督:小津安二郎)をはじめ、過去に鎌倉地区で映画が数多く撮影されていたという活気のあった過去をもつ。『麦秋』だけでなく、『ツイゴイネルワイゼン』(1980 監督:鈴木清順)や『早春物語』(1985 監督:澤井信一郎)も鎌倉を舞台とした作品として有名である。しかし、松竹大船撮影所は現存しておらず、その跡地は現在、鎌倉女子大学になっており、かつてを偲ばせるものは、近くに松竹前という名のついた交差点が残るのみである。ただし、現在でも鎌倉を舞台にした映像作品は多い。このことから、過去と現在の映像作品同士で比較を行うことができる。

軍艦島 (長崎県長崎市 (旧西彼杵郡高島町))

軍艦島は、正式名称は端島 (はしま) であり、かつては炭鉱によって隆盛を誇った島である。幾度もの埋め立てを繰り返す、外見が人工島のような角度によっては軍艦に見えることから軍艦島という通称がある。一時は人口密度が日本一になるほどの隆盛があったものの、エネルギー革命による相次ぐ炭鉱の閉鎖によって端島も閉山の煽りをくぐらい、1974年にすべての島民が移住したことで無人島となった。無人島になった当時の状態のまま廃墟となって残り続け、現在に至る。閉山後は、一部の廃墟の愛好家によって親しまれる程度の存在であった。しかし、廃墟となって残り続けたことで、1910年代のコンクリート建築も現存し、資産価値が高いということもあって、2009年頃に観光地化され、ツアーに参加する形式で上陸ができるようになった。高度経済成長期の繁栄と無人島

化、そして当時の隆盛をうかがわせる廃墟となった建物の整備によって観光地化され、上陸許可が下りたという背景をもつことから、シンプルノスタルジアのみにとどまらない、多様なノスタルジアが認知されることが想定される。

銀座（東京都中央区）

銀座は、映像作品において、現在はかなり減ってしまったが、かつての東京の都心といえは銀座が舞台になることが多かった。鎌倉において挙げた『麦秋』は、自宅が鎌倉にあり、東京（銀座）にあるオフィスが仕事場であるという背景があり、銀座の街並みも登場する。『東京物語』（1953 監督：小津安二郎）も銀座が舞台である作品として有名である。そして、現在も、その当時をしるのぼせる建物が数多く現存している。よって、過去の映像作品と現在の街並みで比較を行うことが可能である。

この自動編集プログラムは、図1のように、映像の修辞として、字幕（テロップ）を特に導入している。字幕は、時期や場所を特定することができると共に、視覚的に影響を与えることで、ストーリー以外の側面を強調することもできる。本研究における自動編集プログラムでは、多様なノスタルジアが生じる前提となる、時期や場所の情報を盛り込んだ字幕を使用する。

以上の素材画像や技法を利用し、以下のような3種類のノスタルジアを軸とした自動編集プロ



図1 自動編集プログラム再生中
(字幕あり、鎌倉を例に)

グラムを作成した。

シンプルノスタルジアの認知を想定した自動編集プログラム

現在の状況を表示後、過去の全盛期にさかのぼり、徐々に現在へと戻っていく。受け手は、最初にその場所独自の特徴を認知することができ、過去の繁栄していた時代の方が好ましいと、特に違和感なく映像に接することができる。

内省的ノスタルジアの認知を想定した自動編集プログラム

場所を特定しにくく、隆盛期をうかがいにくい現在を表示後、時折現在を表示しつつ徐々に過去にさかのぼることを繰り返すことで、過去と現在の比較を複数回行うことができ、受け手は、はじめは過去に対してどのような時代なのかがわからない疑問の状態から、徐々に過去の繁栄していた時代の方を好ましく思う認知に変化する。

解釈されたノスタルジアの認知を想定した自動編集プログラム

整備された現在の状態の画像を表示後、他の時代や場所の関連がない画像を切断的に導入し、表示する。現在と過去を比較する余地を与えなくさせることで受け手には、違和感を強く生じさせる。

また、ノスタルジアの認知がされない場合（以下、「ノンノスタルジア」と表記）を想定したプログラムも作成した。

ノンノスタルジアの認知を想定した自動編集プログラム

鎌倉（神奈川県）と、新たに海外として旧ユーゴスラビア圏（クロアチア・ボスニアヘルツェゴヴィナ・モンテネグロ、以下旧ユーゴ圏と表記）、の2か所を用いた。現在の状態を表示後、過去へさかのぼるが、その過去がどのような時代であったか、どのような場所にあるのかを分かりにくくさせている。鎌倉であれば、鎌倉時代に描かれたと思われる絵巻などの画像を用いた。海外の場合は、

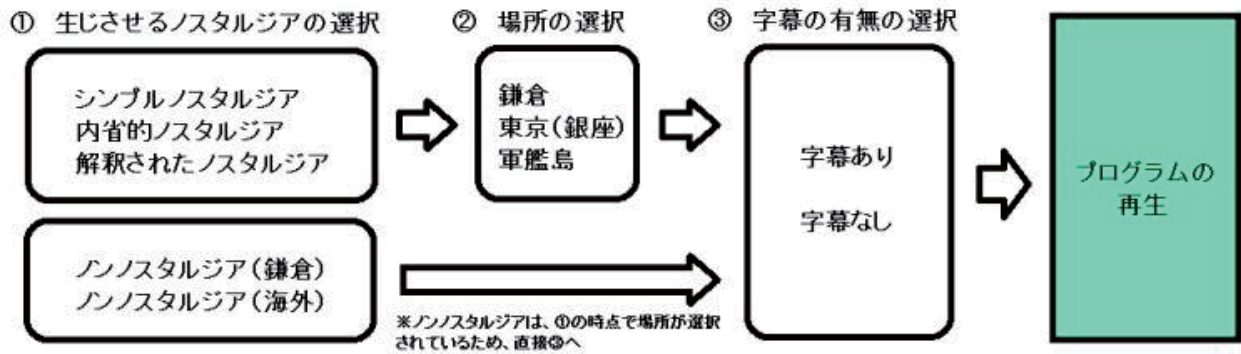


図2 自動編集プログラム再生までの流れ

そもそも場所の詳細が曖昧なのであるが、さらに内戦の過去を持った旧ユーゴ圏において、家屋が破壊された状態のものや銃弾が撃ち込まれた跡など、内戦後の傷跡が残る様子がわかる画像を挿入することによって、過去であることをわかりにくくしている。

自動編集プログラムの操作方法は、図2の①のように、まずはどのようなノスタルジアを生じさせるかを5つの中から選択する。次に図2の②において、シンプルノスタルジア・内省的ノスタルジア・解釈されたノスタルジアを選択した場合は、場所(鎌倉・東京・軍艦島)の選択画面になる。

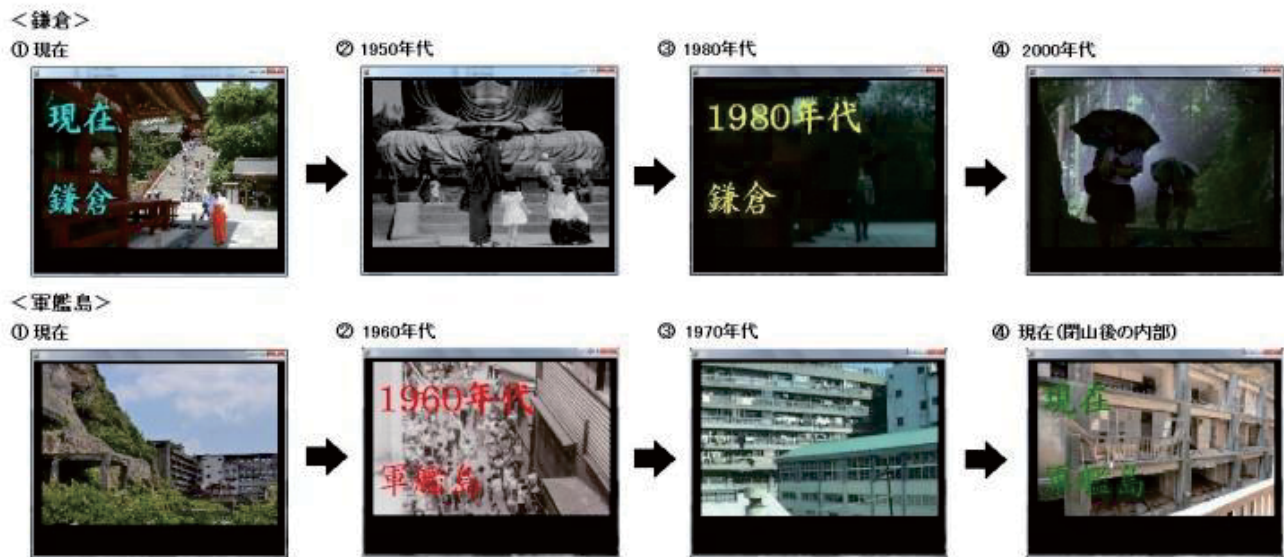


図3 生成された物語映像 (鎌倉・軍艦島を例に、字幕有無混合)

表1 各ノスタルジアの比較

	シンプルノスタルジア	内省的ノスタルジア	解釈されたノスタルジア	ノノスタルジア
概要	否定されるべき現在に対し、賛美されるべき過去を求める	過去への賛美に対して疑問を持ち始め、過去への賛美を確かめるために再度過去との比較を行う	過去に対して疑問を投げかけ続け、メタ認知をしている状態	過去がどのような時代であったか、どのような場所にあるのかが分かりにくい状態
認知の変化	肯定	疑問→肯定	疑問・否定	原則なし(テロップの有無により異なる)
※シンプルノスタルジアが最も生じやすく、解釈されたノスタルジアになるほど生じにくくなる。				
プログラム(秒)	秒 0~24 現在 25~48 1960年代 49~72 1970年代 73~96 現在	秒 0~16 現在(場所が分かりにくい) 17~36 1970年代 37~52 現在 53~72 1960年代 73~96 現在	秒 現在~1960年代全てと、切断を擁する画像群から表示。テロップに表示された時代の画像は、4秒後に出る。	秒 0~24 現在 25~48 過去(鎌倉時代、内戦の時代) 49~72 現在
字幕	時代が変わるごと	時代が変わるごと	ランダムで3割の確率	時代が変わるごと

場所の選択後は図2の③の画面になり、ノスタルジアを生じさせないものを含めすべてのノスタルジアについて、字幕を表示させるか・されないかという選択をすると、図1の例のような条件に応じたプログラムが流れる仕組みである。3種類のノスタルジアを軸とし、各ノスタルジアについて場所が3か所、さらに字幕の有無が選択可能なことから計18種類、ノンノスタルジアについては場所が2か所、各々字幕の有無が選択可能なことで計4種類あり、総計すると22種類のプログラムを流すことが可能なものとなっている。生成されるノスタルジアに関する映像の相違点は、表1の通りである。また、生成された物語映像の流れの例を図3に示す。

4. 修辭的観点からのノスタルジア認知の実験

次に、作成した自動編集プログラムが想定通りに受け手に認知させることができるのかどうかを複数の被験者に見せることで統計的に検証する。

4.1 実験1

目的

シンプルノスタルジア・内省的ノスタルジア・解釈されたノスタルジアの差異を検証する。

内容

76人の大学生を対象に、4章で記したプログラムにより生成された物語映像を見た後に調査票に回答する形式で実験を行った。実験の対象となるプログラムは、流した順に、鎌倉のシンプルノスタルジア（以下、「シンプル映像」と表記）・軍艦島の内省的ノスタルジア（以下、「内省映像」と表記）・東京の解釈されたノスタルジア（以下、「解釈映像」と表記）である。以上の3つのプログラムをすべて見せた後に、最も近い認知をした映像を順に並べさせた。最も近い認知をした映像を順に並べさせるにあたっては、肯定的で違和感なく映像に入ることができた認知（以下、「肯定の認知」と表記）、はじめは疑問をもったが、のちに肯定へ

と変化した認知（以下、「疑問のち肯定の認知」と表記）、最初から最後まで疑問を抱き続けた認知（以下、「疑問の認知」と表記）の3つの認知を用いている。実験後、最も近い認知をした映像を3点、最も遠い認知をした映像を1点として平均値を算出する。

3章までの考察から、実験結果は以下のように予測することができる。1)「シンプル映像」は「肯定認知」の数値が高くなり、「疑問の認知」についての数値は低くなる。2)「内省映像」は「疑問のち肯定の認知」の数値が特に高くなる。3)「解釈映像」は「疑問認知」の数値が高くなり、「肯定認知」についての数値は低くなる。

結果

実験の結果（表2）、予想通りの結果がみられた。表2の「疑問のち肯定の認知」における「内省映像」と「解釈映像」（ $F(2,225)=14.29, p<.001$ ）、かつ、「疑問の認知」における「内省映像」と「解釈映像」（ $F(2,225)=49.59, p<.001$ ）を参照・比較してもわかるとおり、はっきりとした差となって表れている。したがって、三種類の各ノスタルジアとの間にある関係が、修辭的観点での分析・実験によって立証されたことになる。

以上の結果から、シンプルノスタルジアの認知を想定したプログラムは、肯定的で、違和感なく映像に入ることができる効果があり、内省的ノスタルジアの認知を想定したプログラムは、はじめは疑問を持ったが、後半になるにつれ肯定へと変化する効果をもち、解釈されたノスタルジアの認知を想定したプログラムは、最初から最後まで疑問を持ち続ける効果をもつ、ということが証明された。

表2 実験1の結果

	肯定の認知		疑問のち肯定の認知		疑問の認知	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
シンプル映像	2.39 ***	0.80	1.99	0.81	1.55	0.72
内省映像	2.07	0.62	2.34 ***	0.72	1.83	0.62
解釈映像	1.54	0.79	1.67	0.79	2.62 ***	0.71

*= $p<.05$, **= $p<.01$, ***= $p<.001$

4.2 実験 2

目的

字幕の有無によって、時期や場所の情報量を変化させた場合のノスタルジアの差異を検証する。

また、ノンノスタルジアを想定した自動編集プログラムと他のプログラムとの差異を検証する。

内容

106 人の大学生を対象に、6 種類の物語映像を見せ、調査票に回答させる形式で実験を行った。

6 種類の映像は、プログラムによる物語映像を見せた順に、ノンノスタルジア（海外）の字幕なし（以下、「海外字無」と表記）・シンプルノスタルジア（東京）の字幕あり（以下、「肯定字有」と表記）・内省的ノスタルジア（鎌倉）の字幕あり（以下、「疑問肯定」と表記）・解釈されたノスタルジア（軍艦島）の字幕あり（以下、「疑問継続」と表記）・ノンノスタルジア（海外）の字幕あり（以下、「海外字有」と表記）・シンプルノスタルジア（東京）の字幕なし（以下、「肯定字無」と表記）、である。

すべての映像を見た後に、最も近い認知をした映像を順に並べさせた。それぞれ、前述の実験と同様、「肯定の認知」・「疑問のち肯定の認知」・「疑問の認知」についてである。実験後、最も近い認知をした映像を 6 点、最も遠い認知をした映像を 1 点として平均値を算出する。

実験結果は以下のように予測することができる。

- 1) 「肯定の認知」については「海外字無」・「疑問継続」が低く、「肯定字有」が高い数値になる。
- 2) 「疑問のち肯定認知」は、「疑問肯定」の数値が高くなる。
- 3) 「疑問の認知」は「海外字有」の数値が低く、「海外字無」・「疑問継続」が高くなる。「肯定字有」と「肯定自無」は変わらない。

結果

実験の結果（表 3）、予測の 2) 以外は想定に近い結果となり、時期や場所が判断できないとノスタルジアの認知がされず、ノンノスタルジアの認知が強調されることが示唆された。とりわけ注目

表 3 実験 2 の結果

	肯定の認知		疑問のち肯定の認知		疑問の認知	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
海外字無	2.47 ***	1.54	3.21 *	1.80	4.68 ***	1.38
肯定字有	4.13 **	1.44	3.92 **	1.54	3.25	1.43
疑問肯定	3.25	1.42	3.43	1.56	3.81 *	1.42
疑問継続	3.26	1.69	3.58	1.79	3.76	1.75
海外字有	4.31 ***	1.77	3.78	1.70	2.26 ***	1.38
肯定字無	3.51	1.72	3.13 **	1.71	3.20	1.82

*=p<.05, **=p<.01, ***=p<.001

すべき点は、表 3 における「海外字無」と「海外字有」との比較である。「海外字無」は、肯定の認知が低く、疑問の認知が高い数値である。それに対し、「海外字有」は、肯定の認知が高く、疑問の認知が低い数値が出ている。よって、字幕が付いたことにより情報が付加されたことで、疑問が解消され、肯定の認知へと変化したと考えられる。そして、「海外字無」は疑問のち肯定の認知についても相対的に低い数値が出ていることから、時代や場所を探ろうとする動きがみられていない。したがって、「海外字無」は、時期や場所が判断できず、多くのノスタルジアの認知に至らない効果があることがわかる。また、「海外字有」は、疑問の認知が低くなったことから、字幕によって場所や時代の情報提供がされ、ノスタルジアの認知に至ったと考えられる。

5. おわりに —ノスタルジアが認知される物語の応用可能性—

多様なノスタルジアが認知されるうえで重要になるのは、過去を賛美するだけでなく、過去に対して疑問を持ち始め、この疑問が最終的に解消され肯定へと転じるか、またさらに疑問が重なり、疑問を持つ意味さえ問い始める状態までたどり着くことである。また、過去の独自の特徴と現代を比較する際、当時の独自の特徴の方が好ましいと認識するだけでなく、比較の過程において現在の置かれた状況の善し悪しや時代の流れを変えることによって生じるノスタルジアの種類は変化し、ノスタルジアが認知される物語はより細分化される。古さは感じてても当時の状況が不明瞭であるならば、当時の独自の特徴を認知したうえで再検討することで、それまでの過去に対する疑問が解消

されて、肯定的な認知に転じる。一方では、古いもののなかに無関係なもの、新しさや整頓性を認知することで、認知の切断が発生する。つまり、ノスタルジアの認知とは、過去に対する肯定的要素と否定的要素が、混在している状態を表しているとも言える。本論文では以上のような認知を再現する物語映像を生成するプログラムを作成し、実験による検証を行なった。

ノスタルジアが認知される物語は、歴史を有する観光地においてノスタルジアを認知させるための取り組みに応用が可能である。現在と、観光地として形成された当時の様子との比較を行うことによって、当時は良かったという感情のみならず、本当に良かったのだろうか、といった疑問も生じうる。

また、送り手側においても、より多くの人に、また行きたいと思わせるような観光地づくりを行うための工夫として、多様なノスタルジアが認知される物語を応用することができる。これには、何か疑問をもたせるような要素を作ればよい。例えば、観光地の入り口にゲートを作ることで、現在と過去を再比較させる余裕をもたせることができ、はたしてどのような場所で活気に満ちた時代を過ごしていたかという内省的ノスタルジアを生じさせるような疑問や期待をもたせることが可能となる。また、徹底的に観光地化して整備することで現在と過去の境界を明確にすることで、古さの中に整備することによる新しさを含ませて違和感を生じさせ、疑問や否定の念といった解釈されたノスタルジアを生じさせることもできる。

多くのノスタルジアが認知される物語は、様々な場所に応用できると共に、その生成は、ノスタルジアに留まらず、物語生成一般への応用にもつながる。

文献

Davis, F., (1979). *Yearning for Yesterday: A Sociology of Nostalgia*, New York: Free Press. (=1990, 間場寿一・細辻恵子・荻野美穂訳『ノスタルジアの社会学』世界思想社.)

Holbrook, M.B., (1993). Nostalgia and Consumption Preferences: Some Emerging Patterns of Consumer Tastes, *The Journal of Consumer Research*, **20(2)**: 245-256.

堀内圭子 (2007). 「消費者とノスタルジア——研究の動向と今後の課題」『成城文藝』 **201**: 179-198.

金井明人・小方孝・篠原健太郎 (2003). ショット間の共通性と差異に基づく映像修辞生成. 『人工知能学会誌』, **18(2)**-G, 114-121.

Lévi-Strauss, C., (1996). *Saudades de São Paulo*, São Paulo: Companhia das letras. (=2008, 今福龍太訳 『サンパウロへのサウダージ』みすず書房.)

小方孝・金井明人 (2010). 『物語論の情報学序説——物語生成の思想と技術を巡って』学文社.

内藤優哉・金井明人 (2011). 映像作品におけるノスタルジア認知. 『日本認知科学会第28回大会発表論文集』, **256**-261.

内藤優哉・金井明人 (2012). 映像とノスタルジア, その生成にむけて. 『人工知能学会全国大会(第26回)論文集』, **1N1-OS-1a-2**.

Naito, Y. and Kanai, A., (2012). The Narrative Structure of Nostalgia Cognition and Film. *Proceedings of CogSci 2012*

Stern, B.B., (1992a). Nostalgia in Advertising Text: Romancing the Past, *Advances in Consumer research*, **19**: 388-389.

Stern, B.B., (1992b). Historical and Personal Nostalgia in Advertising Text: The Fin de siècle Effect, *Journal of Advertising*, **21(4)**: 11-22.

Thorndyke, P.W., (1977). Cognitive Structures in Comprehension and Memory of Narrative Discourse. *Cognitive Psychology*, **9**, 77-110.

拡張された行為主体とその心

Extended Agents and Their Minds

中山 康雄
Yasuo Nakayama

大阪大学人間科学研究科
Graduate School of Human Sciences, Osaka University
nakayama@hus.osaka-u.ac.jp

Abstract

Recently, Clark and Chalmers proposed the *extended mind thesis* (EMT). This thesis claims that the mind is not reducible to activities in the brain but extends beyond the boundary of the individual organism. In this paper, we examine this claim and clarify its main idea based on a four-dimensional mereology. We also propose a *modified EMT* (MEMT) which states that the extended mind is, in fact, the mind of an extended agent. Through these discussions, we clarify the relationship between the brain-centered view and the view of EMT.

Keywords — **extended mind, extended agent, science of extended cognition, four-dimensional mereology**

1. はじめに

Andy Clark と David Chalmers は、近年、〈拡張された心のテーゼ (extended mind thesis, EMT)〉を主張した ([4])。その後この立場をめぐる、分析哲学では現在も議論が続いている ([1], [2], [3], [7], [14], [17])。EMT は、能動的外在主義 (active externalism) の主張であり、「世界の中に存在する対象はある条件のもとでは心の一部として機能しうる」というテーゼである。本発表の目的は、この議論を批判的に検討するとともに、これを私が提案しているような拡張された行為主体の問題と関連させ、四次元主義の立場からその存在論的基盤を明らかにすることにある ([10], [11], [12], [13])。またこの観点から、〈拡張された心のテーゼ 修正版 (*modified EMT*, MEMT)〉を提案する。

2. 拡張された心のテーゼ：例 1

Clark らがたてた問いは、「人間の認知は脳内に局在しているのか？」というものである。EMT のアプローチは、コンピューター・メタファーを基

盤にした記号処理をモデルとする伝統的な認知科学研究に対する挑戦でもある。それはまた、身体認知 (embodied cognition) や認知における外的資源の活用という認知科学の研究領域と関係している。そして身体認知は、J. J. Gibson の生態心理学や R. Millikan の オシツオサレツ 表象 (pushmi-pullyu representation) などとも深く関わる問題である ([5], [6], [8], [14], [17])。

EMT を正当化するために Clark らが使用する例には、一定の幅がある。これが、EMT を曖昧にしている原因のひとつでもある。本発表では主に、二つの例を検討する。ひとつは、[4]で議論された「軽度のアルツハイマー患者の Otto の例」である。もうひとつは、ある理論物理学者のノートを用いた計算・思考の例である。ここではまず、Otto の例からはじめることにしよう。

軽度のアルツハイマー患者 Otto は、やるべきことを思い出すために、常にノートを持ち歩いている。Otto は、現代美術館の位置をこのノートに書き留めており、これを用いて実際に目的の美術館に行くことができた。一方、健常者 Inga も現代美術館に行きたいと思っていた。彼女は、美術館への道を知っていたので、すぐに目的地へと向かっていった。

この例について EMT は、次のように主張する：

このノートを見ていないときにも、「Otto は美術館の場所を知っていた」と言うことができ、このときこのノートは Otto の心の一部になっている。というのも、Otto は常にこのノートを持ち歩き、このノートを利用してさまざまな認知的問題に、健常者 Inga と同じよう

に対処しているからだ。

EMT の議論では、基本的に、機能主義が前提にされている。つまり、Otto の認知活動におけるノートの役割と同様の活動をするときの Inga の脳の一部の役割が機能的に同一だとみなされるので、Otto の認知活動はノートを巻き込んでいると結論されるのである。

3. 拡張された心のテーゼ：例 2

ここでとりあげたいもうひとつの例は、物理学者 Richard Feynman の例である ([3]: xxv)。それは、Feynman のノートを見た歴史学者が「これはあなたの日々の仕事の記録だ」と言ったのに答えて、Feynman は、「それは記録ではなく、仕事そのものだ。われわれは紙の上で仕事をしなければならない」と言ったという実話に基づいている。つまり、ノートを用いてアイデアを書きとめ、スケッチを書き、計算をするということは、理論物理学者の仕事の本質的部分をなしており、このノートなしには物理学の仕事をするには Feynman にとって不可能だったのである。

第一の例では、Otto がノートを単に持ち歩いており、このノートが Otto に対しても認知的役割が通常の人における脳内の記憶能力と比較されて議論されていた。これに対し第二の例は、人間の思考の成果の一部が外的資源を使用することではじめて可能になることを示すものとなっている。第一の例が脳内の認知的処理の一部を外的資源で代替する例であるのに対し、第二の例はある種の認知活動が根源的に外的資源を巻き込んで成り立つ事例となっており、この意味で、より根源的だと言えよう。

またこの例では、認知活動の身体を超えた拡張は、Feynman が物理学の計算をしているときにだけ成り立っていることに注意してほしい。彼が、夕食を食べていたり、眠ってたりしているときには、この種の〈拡張された心という現象〉は起こっていないのである。ここに、〈拡張された心という現象〉が時間的に限定されて起こりうることは、はっきりと表れている。

4. なぜ四次元主義が必要なのか

四次元主義は、分析形而上学 (Analytic Metaphysics) における存在論的立場のひとつで、「物体は、本来、時空的広がりを持っている」と主張する立場である。これに対立する立場が、三次元主義であり、この立場によれば、物体は三次元空間にあますところなく現れている。四次元主義に特徴的なのは、物体の時間的部分 (temporal part) を認めることにある。つまり、物体の時間的部分について語ることができるのは、四次元主義だけなのである (四次元主義については、[10] や [15] を参照のこと)。また私は [10] において、部分関係を徹底させた四次元メレオロジーという立場を提案しており、この形式体系が本稿後半部の理論的前提ともなっている。

Clark は、EMT の議論において、存在論の問題に触れていず、当然、時間的部分という概念も使用していない。しかし、EMT を精確に記述するためには、実は、時間的部分の概念が必要なのである。このことを私たちは、次節で見ることになる。

5. 拡張された行為主体の心

この節では、私が提案している〈拡張された行為主体 (Extended Agent)〉の考えを紹介し ([10], [11])、〈拡張された心〉を〈拡張された行為主体の心的状態〉として明確化することを提案する ([12], [13])。EMT の議論で実際に問題とされているのは、「人工物を一部として含むような (一時的に) 拡張された行為主体に対して、私たちは心的態度を帰属するだろうか」という問題である。そして、この問題は単独の認識主体に限定されず、認知課題の協同的解決などにも関わる問題である。言い換えると、EMT の不明確さは、心だけを拡張の対象とすることに一つの原因がある。(一時的に) 拡張されているのは、行為主体であり、心はその拡張された行為主体に帰属される心的状態として拡張されるのである。このとき〈拡張された心〉は、〈拡張された行為主体〉にスーパーヴィーンしている。

それでは, [12] および [13] の議論に基づいて, 〈拡張された行為主体〉の概念を再帰的に定義することにする. なおこの定義は, [11]でなされた定義の修正版となっている.

(1a) [原子的行為主体 (Atomic Agent)] 原子的行為主体は行為主体である. 原子的行為主体のどんな空間的部分も行為主体ではない.

ここで私たちは, 原子的行為主体が存在することを単に前提することにする. 原子的行為主体は, 拡張された行為主体の核を形成する.

(1b) [行為主体と道具] $temporal-part(X, t)$ が時間帯 t における対象 X の時間的部分を指すとしよう. A は, ある行為を遂行するために時間帯 t において道具 B を使用する行為主体としよう. このとき, (四次元的) メレオロジー的和 $temporal-part(A, t) + temporal-part(B, t)$ は行為主体である. また, 四次元メレオロジーにおいて $temporal-part(A+B, t) = temporal-part(A, t) + temporal-part(B, t)$ が成り立つことは, 容易に証明することができる.

(1c) [集団的行為主体 (Collective Agent)] 行為主体 A_1, \dots, A_n が共同行為を遂行しているときには, $A_1 + \dots + A_n$ は行為主体である. なお, 共同行為の概念については, [16]や[9]を参照のこと.

(1d) (1a), (1b), (1c) の規定を充たすもののみが, 行為主体である.

(1e) [拡張された行為主体 (Extended Agent)] 原子的行為主体でない行為主体のことを, 「拡張された行為主体」と呼ぶことにする.

この定義に関して, 重要なポイントをふたつ述べておく. ひとつは道具と主体の関わりに関する問題であり, もうひとつは集団的行為主体に関わる問題である.

この視点に立つと, 道具を使用する行為主体は, 〈道具を使用する元来の行為主体〉と, 〈道具と一体となって仕事をする拡張された行為主体〉に二重化されることになる. つまりここでは, 行為主体概念に関して二重の解釈が可能になり, どちら

の解釈が適切かは, 議論の文脈に依存して定まることになる. さらに, 複数の道具を一人の人が使う場合や, 数人の人が異なる道具を用いて共同行為を行う場合には, 行為主体が多重化することが容易に見て取れよう.

先の行為主体の定義では, 集団的行為主体が考慮されている. Clark & Chalmers では, 共同行為における認知的協働の問題は扱われていない ([4], [3]). しかし, 複数の研究者が関わる共同研究の場面などを考えると, 認知活動のループが個人の頭脳の中に隔離されたものでなく, 複数の認知主体を巻き込んでいることは明らかであろう.

拡張された行為主体の心について語るためには, 私たちは次のさらなるテーゼを必要とする.

(2) A が拡張された行為主体とするとき, 私たちは A に心的性質を帰属させることがある.

この規定により, 「 $temporal-part(Otto + ノート, t)$ は現代美術館の場所を知っている」などと言うことが許されることになる.

6. 知覚する行為主体

Clark & Chalmers は, 情報へのアクセスの問題について論じている ([4]: 16). そこで彼らは, 次のような主張を検討している: Inga は美術館の位置情報について内省 (introspection) によって直接的にアクセスできるのに対し, Otto はノート内に書かれた記しの知覚 (perception) を通してこの情報を得ている.

Clark らによれば, 持続する信念を形成するためには, この情報アクセスの仕方の違いは重要ではない. また, Otto の内的プロセスとノートはひとつの認知システムを形成し, そのため, Otto がノート内の文字を知覚しているとは言えない, というように反論している.

しかしこの反論は, 説得的でないように思われる. というのも, 第5節での私たちの議論から明らかかなように, 行為主体としての Otto は, Otto 自身と 〈Otto + ノート〉に二重化しているからである. だから, Otto がノートを見ているときの時間

帯を t で表すとき、〈原子的行為主体としての Otto〉と〈拡張された行為主体としての Otto〉について次のことが成り立つ。

(3a) *temporal-part* (Otto, t) は、美術館の場所の情報をノートから読みとっている。

(3b) *temporal-part* (Otto + ノート, t) は、美術館の場所を知っている。

このように、MEMT の立場をとると、EMT の主張と EMT 反論者の主張の両方が、修正を加えた形で受け入れられることになる。つまり、両主張とも基本的に正しいという結論が得られる。そして両者の見解の違いは、対象の個別化に関する原則の違い、および、それともなう現象分析の視点の違いから帰結していることになる。

7. 結論

このように分析すると、EMT は端的に正しいわけでも端的に誤っているわけでもなく、私たちが日常で使用している行為主体概念の適用例の一部だけをとり出して、それに基づいて心を規定したものと考えられる。だから、EMT を基盤にした認知科学は伝統的認知科学と両立可能であり、後者をより広い観点で捉えなおし、その成果を批判的に取り入れていく立場を考えるべきである。

謝辞

本研究は、グローバルCOEプログラム「認知脳理解に基づく未来工学創成」、および、科学研究費補助金基盤研究(C)「多元的言語論に基づいた科学哲学の構築」(研究代表者: 中山 康雄)からの支援を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Adams, F., and Aizawa, K.. (2008). *The Bounds of Cognition*, Wiley-Blackwell.
- [2] Clark, A. (1997) *Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again*, MIT Press.
- [3] Clark, A. (2008) *Supersizing the Mind*, Oxford

University Press.

- [4] Clark, A. and Chalmers, D. J. (1998) “The Extended Mind”, *Analysis* 58, pp. 10-23.
- [5] Gibson, E. J. (1969) *Principles of Perceptual Learning and Development*, Prentice-Hall.
- [6] Gibson, E. J. (1979) *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton Mifflin.
- [7] Menary, R., ed. (2008). *The Extended Mind*, Ashgate.
- [8] Millikan, R. G. (2004) *Varieties of Meaning*, The MIT Press.
- [9] 中山康雄 (2004) 『共同性の現代哲学 — 心から社会へ』勁草書房.
- [10] 中山康雄 (2009)『現代唯名論の構築 — 歴史の哲学への応用』春秋社.
- [11] 中山康雄 (2011)「形而上学から科学技術論へ」戸田山和久・出口康夫(編)(2011)『応用哲学を学ぶ人のために』世界思想社, pp. 60-70.
- [12] Nakayama, Y. (forthcoming a) “The Ontological Basis for the Extended Mind Thesis”, in: *Papers of the 36nd international Wittgenstein symposium*. The Austrian Ludwig Wittgenstein Society.
- [13] Nakayama, Y. (forthcoming b) “The Extended Mind and the Extended Agent”, in *Procedia Social and Behavioral Sciences*.
- [14] Shapiro, L. (2011) *Embodied Cognition*, Routledge.
- [15] Sider, T. (2001) *Four Dimensionalism : An Ontology of Persistence and Time*, Oxford University Press. (中山康雄(監訳) 小山・齋藤・鈴木(訳) (2007)『四次元主義の哲学 — 持続と時間の存在論』春秋社)
- [16] Tuomela, R.(2002) *The Philosophy of Social Practices*, Cambridge University Press; 2002.
- [17] Wilson, RA. and Foglia, L. (2011) “Embodied Cognition”, *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

報酬に基づく終助詞の意味と名詞の意味の同時獲得 Concurrent Acquisition of the Meaning of Sentence-Final Particles and Nouns Based on Rewards

呉 霞, 大上 涼麻, 深田 智, 尾関 基行, 岡 夏樹
Xia Wu, Ryoma Ogami, Chie Fukada, Motoyuki Ozeki, Natsuki Oka

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology
xu@ii.is.kit.ac.jp

Abstract

Sentence-final particles serve an important role in spoken Japanese, because they express the speaker's mental attitudes toward a proposition and/or an interlocutor. They are acquired at early ages and occur very frequently in everyday conversation. However, there has been little proposal for a computational model of the acquisition of sentence-final particles. In this paper, we report on a study in which a robot learns how to react to utterances that have a sentence-final particle and gives appropriate responses based on rewards given by an interlocutor, and at the same time, learns the meaning of nouns. Preliminary experimental result shows that the robot learns to react correctly in response to *yo*, which expresses the speaker's intention to communicate new information, and to *ne*, which denotes the speaker's desire to confirm that some information is shared, and also learns the correct referents of nouns.

Keywords — language acquisition, function words, human-robot interaction

1. はじめに

終助詞は日常会話で頻繁に用いられ、話者の心的態度を表すという重要な働きを持つ。また、子どもによる獲得時期も早いことが知られている。しかし、その意味獲得の計算モデルはほとんど研究されていない。ロボットに言語を獲得させようとする研究は近年盛んであるが、終助詞の獲得は、著者の知る範囲では我々の研究グループ[1,2]以外では試みられていない。

本研究では終助詞のうち「よ」「ね」をとりあげる。「よ」「ね」にはそれぞれ複数の用法があるが、手始めに以下の2つの用法を学習対象とする：

- 「よ」の教示用法（聞き手が知らないと思われる情報を聞き手に告げ知らせる用法）[3]
- 「ね」の同意要求用法（話し手・聞き手とも

に共有していると目される情報について、聞き手に同意を求める用法）[3]

本研究の目的は、終助詞によって表現された話者の心的態度に応じた適切な反応を、ロボットに学習させることである。ロボットは、人とのインタラクションを通して適切な反応を強化学習により獲得していく。ロボットの反応は、次の3種類を含む：

1. 体の動き（例：発話対象物の方を見る、うなづく）
2. 発話
3. 内部情報処理（例：教えてもらった新情報を記憶する）

このうち、1.と2.は外部から観測できるが、3.は外部から直接は観測できないため、獲得が難しいと考えられる。

我々は1.を獲得させることから研究を始めた。[1]では表面的な体の動きを獲得させたが、名前を覚えるなどの内部処理は獲得していなかった。これに対して本論文では内部処理と体の動きの両方を並行して獲得することを目指す。2.の獲得は本論文では扱わないが、観測可能であるという点で共通するため、2.は1.と同様の方法で獲得可能だろう。

本論文では、2節で体の動きの獲得についての我々のこれまでの研究成果を手短かに報告し、3節において、体の動きと内部情報処理を同時に獲得させる試みを紹介する。

2. 発話に対する適切な行動の獲得

2.1. 計算モデル

我々は、終助詞「よ」の教示用法と終助詞「ね」の同意要求用法に注目し、それらを含む発話に対してロボットが適切に行動できるようになることを目指した[1]。

適切な行動は、行動1つだけであるとは限らず、行動列である可能性があり、その場合は一般的には行動の適否はそれ以前の行動にも依存し、マルコフ性を満たさない。本研究では非マルコフ過程を扱うことは避け、行動列を一つの単位行動と見なし、各状態における適切な単位行動を獲得するという、単純な強化学習問題として定式化した。

強化学習における状態は、相手の発話、発話の対象物、相手の発話時にロボットが見ているもの等で記述される。簡単のため、報酬（ロボットの行動が適切であったかどうかの評価）はロボットが行動するたび、対話相手から必ず与えられるものとした。このように仮定すると、即時報酬だけを扱えばよいため、行動価値の更新式は次の通り単純なものとなる：

$$Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha(r - Q(s, a)),$$

ここに、 $Q(s, a)$ は行動価値関数、すなわち、状態 s において行動 a をとることの価値を示す。 α は学習率、 r は報酬である。

2.2. 学習データ収集

本研究では、まず、ランダムに行動するロボットを用いて学習データを収集し、その後、収集したデータを用いて学習を試みた。図1にデータ収集のための実験環境を示す。

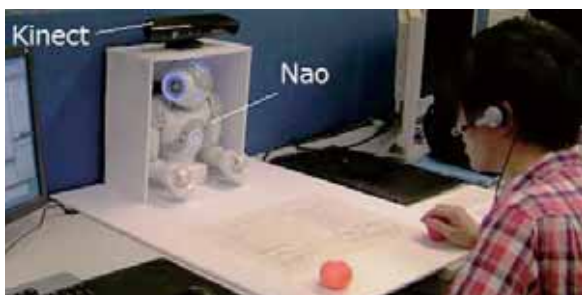


図1 学習データ収集実験の様子

データ収集実験の手続きは次の通りである。

1. ロボットが前方に置かれたリンゴかミカンを見ている状態で、ロボットの正面に座った

実験参加者が「りんごだよ」「みかんだね」などと話しかける。実験参加者は、発話対象物がどれであるかを、手で発話対象物に触れる（か、または、指さす）ことにより示す。ロボットは Kinect で手の位置を検出することにより発話対象物がどれであるかを知る。

2. 話しかけられたロボットは、発話者の顔を見る／発話対象物を見る／それ以外の物を見る／うなづく、の4種類の行動をいくつか（最大で3つ）ランダムに組み合わせて動作する。
3. 実験参加者は、ロボットの行動の適否に応じて +1 か -1 の報酬をマウス操作により与える。
4. 1. に戻る

次の3種類のデータ収集実験を行った：

実験1 (名前の教示) : ロボットは物体の名前を知らないという設定で実験を行う。ロボットが見ている方の物体に手を添え「××だよ」と名前を教える。

実験2 (同意の要求) : ロボットは物体の名前を知っているという設定で実験を行う。ロボットが見ている方の物体に手を添え「××だね」と同意を要求する。

実験3 (存在の教示) : ロボットは物体の名前を知っているという設定で実験を行う。ロボットが見ていない方の物体に手を添え「××だよ」とそこに××があることを知らせる。

図2にはそれぞれの実験で想定している場面における発話例を示した。



(a) 実験1 (b) 実験2 (c) 実験3

図2 各実験での想定場面における発話例

図2 (a)では、ミカンを見ているロボットに対して、「みかんだよ」と名前を教えている。(b)では、リンゴを見ているロボットに対し、「りんごだね」

と同意を要求している。(c)では、リンゴを見ているロボットに対し、「みかんだよ」とミカンがあることを教えている。

2.3. 学習結果と考察

8名の実験参加者が各実験において10回ずつ発話をし、ロボットの反応に対して報酬を与えた。こうして得られた各実験 80 個ずつのデータに基づいてQ学習を行った。学習率 α は0.1とした。

表1に学習結果の一部を示す。表1では、各実験において行動価値が最も高くなった行動パターン5個を行動価値の高い順に、また、行動価値が最も低くなった行動パターン5個を行動価値の低い順に、それぞれ示した。「顔」は発話者の顔を見る行動を、「対象物」は発話対象物を見る行動を、「その他」は発話対象物以外の物体を見る行動を、それぞれ示す。行動パターンは最大3つの行動(1番目、2番目、3番目)からなる。これ以外の結果については[1]を参照されたい。

表1 行動価値の学習結果 (一部)

実験1(名前の教示)					
高評価の行動パターン			低評価の行動パターン		
1番目	2番目	3番目	1番目	2番目	3番目
うなずく	対象物	対象物	その他	顔	顔
対象物	うなずく	対象物	顔	顔	顔
うなずく	その他	対象物	対象物	対象物	その他
その他	うなずく	対象物	うなずく	対象物	その他
うなずく	その他	その他	その他	顔	-

実験2(同意の要求)					
高評価の行動パターン			低評価の行動パターン		
1番目	2番目	3番目	1番目	2番目	3番目
うなずく	顔	-	対象物	その他	その他
うなずく	その他	対象物	対象物	顔	顔
うなずく	うなずく	うなずく	その他	対象物	その他
顔	顔	うなずく	その他	対象物	対象物
顔	うなずく	うなずく	その他	対象物	-

実験3(存在の教示)					
高評価の行動パターン			低評価の行動パターン		
1番目	2番目	3番目	1番目	2番目	3番目
顔	うなずく	対象物	うなずく	うなずく	その他
対象物	うなずく	その他	その他	顔	顔
その他	対象物	うなずく	うなずく	うなずく	うなずく
顔	その他	-	うなずく	うなずく	対象物
顔	その他	うなずく	うなずく	顔	顔

表1から分かるように、いずれの実験条件においてもロボットは概ね適切な行動をとれるようになった。著者らが想定した評価とは逆の評価が得られた行動パターン(表中の色つきのセル)もあったが、それらは特定の実験参加者に偏ってみられる傾向があることが分かった。このことは、本実験のような条件下のロボットの行動に対する評価には個人差があることを示しており、学習機能を持たせてユーザごとに個人適応する価値があると考えられる。

3. 内部処理と行動の同時獲得の計算モデル

前節のロボットは、「りんごだよ」と名前を教える発話に対して、リンゴの方を見てうなずくといった適切な行動がとれるようになるが、表面的な行動を獲得しただけで、実際に名前を覚えるという内部処理は獲得できていない。

そこで、本節では、行動とともに内部情報処理も獲得させることを目指し、そのための計算モデルを提案し、それを実装したロボットと人とのインタラクションについての予備実験の結果を記す。内部処理を報酬から獲得することは、次の理由により、行動獲得よりも難しい。内部処理は対話相手から直接は観測できないため、適切な報酬が与えられるとは限らない。たとえば、うなずいたので報酬を与えたが、後になって実際は名前を覚えていなかったことが判明することも考えられる。

3.1. 計算モデル

上記の問題に対応するため、本研究では、(1)[1]で用いたモデルを、遅れのある報酬を扱えるように(すなわち、少し前の行動を遡って評価できるように)拡張するとともに、(2)図3に示すように、学習すべき状態と行動の種類をできるだけ減らして単純な課題設定にする—という方針をとる。(2)の方針を採用した理由は、人とのインタラクションを通して学習するという設定では、多くの学習データが利用できることは期待できないため、複雑な設定の学習は困難であると予想されるから

である。これは、強化学習では、手本無しで探索的に学習を進めなければならないため、必要とされる学習データが一般的に膨大になるからである。まずは、簡単な課題設定から始めるという方針をとったが、将来は、より複雑な設定での学習可能性を検討していく予定である。

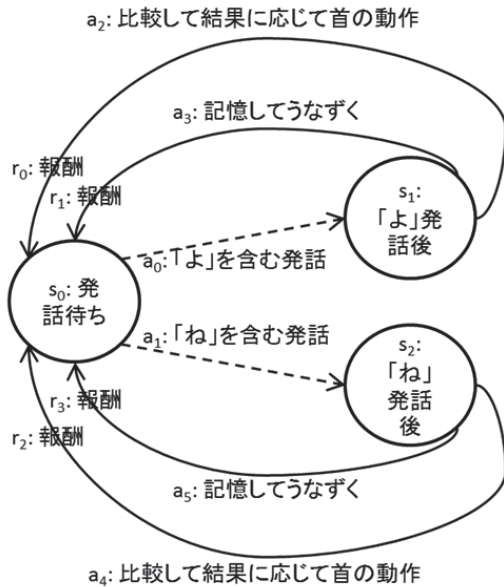


図3 学習対象とする状態と行動

通常の強化学習と同様に、各状態（図3中の丸が状態に対応）における適切な行動（将来の報酬も含めて最大の報酬がもらえる行動）を学習するが、人とロボットが交互に行動（ここでは発話や内部処理も含めて行動と呼ぶ）することを想定しているため、それぞれの行動によって状態遷移が起こる。図3では、人の行動（発話）を破線で示し、ロボットの行動（内部処理も含む）を実線で示した。

なお、ロボットの行動の1つとして図中に記した「記憶してうなずく」は、人の発話に含まれる「りんご」などの単語と目の前のリンゴの画像をペアにして長期記憶に格納し、うなずくことである。また、「比較して結果に応じて首の動作」と図中に記した行動は、マイクでとらえた音声から切り出した単語と、カメラでとらえた画像から切り出した物体の画像を、ロボットの長期記憶中の単語-画像ペアと比較し、一致したらうなずき、一

致なら首を振り、それ以外の場合（該当する記憶がない場合や、判断に迷う場合）首は動かさないことである。

ロボットは学習結果である行動価値（ある状態におけるある行動の結果将来期待できる報酬の合計値）に応じて行動するが、人はここで学習される行動価値とは独立に行動を決定するとする。したがって、ここで学習される「人の行動の行動価値」は、人の行動の決定には使われないが、ロボットの行動の行動価値の学習には用いられる。

行動価値の学習には、Sarsa(λ) [4] を改変したアルゴリズム（図4）を用いる。改変は次の2点に対応するものである。(1) 人とロボットが交互に行動して状態が遷移する。(2) eligibility traceの代わりに replacing trace [4] を使う。

```

Initialize  $Q(s, a) = 0$ ;  $e(s, a) = 0$ , for all  $s, a$ 
Initialize  $s = s_0$ 
Repeat
  Human's turn:
    The human takes action  $a$ 
    Observe  $r, s'$ ;  $r = 0$  for human actions
    Choose  $a'$  from  $s'$  using policy derived from  $Q$  ( $\epsilon$  greedy)
     $\delta \leftarrow r + \gamma Q(s', a') - Q(s, a)$ 
     $e(s, a) \leftarrow 1$ 
    For all  $s, a$ :
       $Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha \delta e(s, a)$ 
       $e(s, a) \leftarrow \gamma \lambda e(s, a)$ 
     $s \leftarrow s'$ ;  $a \leftarrow a'$ 
  Robot's turn:
    Take action  $a$ 
    Observe  $r, s'$ 
    The human chooses  $a'$  from  $s'$ 
     $\delta \leftarrow r + \gamma Q(s', a') - Q(s, a)$ 
     $e(s, a) \leftarrow 1$ 
    For all  $s, a$ :
       $Q(s, a) \leftarrow Q(s, a) + \alpha \delta e(s, a)$ 
       $e(s, a) \leftarrow \gamma \lambda e(s, a)$ 
     $s \leftarrow s'$ ;  $a \leftarrow a'$ 
until the end of episode
    
```

図4 学習アルゴリズム

3.2. 予備実験

5名の被験者により予備実験を実施した。実験設定は、2.2節に記したデータ収集実験とほぼ同様であるが、テーブルの上には、2個でなく1個の物体が置かれた。『ロボットは最初は3つの物体の名前を知らず、終助詞「よ」「ね」の意味も知らない』と実験協力者に伝えた。実験協力者のタスクは、3つの物体の名前と2つの終助詞の意味をロボットに教えることであった。実験手順の概要は次の通りである：

1. 実験協力者は、ロボットの目の前の所定の位置に、果物（りんご、みかん、バナナ）を1つ選んで置く。
2. ロボットは「Talk to me.」と発話する。
3. 実験協力者は、1.で選んだ果物に右手を触れながら（または、右手で指さしながら）、ロボットに次のいずれかの言葉で話しかける。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{りんご} \\ \text{みかん} \\ \text{バナナ} \end{array} \right\} \text{だ} \left\{ \begin{array}{l} \text{よ} \\ \text{ね} \end{array} \right\}$$

4. ロボットは受け付けた言葉に対応する内部処理を実行し、さらに、うなづく／首を振る／動かないの中から一つ選んで実行する。
5. ロボットは「How's my action?」と発話する。
6. 被験者はロボットによる4.の反応をマウス操作により評価する。
7. ロボットが3種類の果物の名前と2種類の終助詞をすべて学習したと実験協力者が感じたら実験終了。さもなければ、1.に戻る。

学習率 α は 0.1 とした。ランダムに行動を選択する確率 ε は 0.1 であった。最初の試みとして、実験結果の分析を容易にするため、割引率 γ は 0 に設定された。すなわち、ロボットは即時報酬だけで学習した。学習の典型的な進行の様子の一例を表2に示す。この例では、ロボットは2つの終助詞の意味の学習（表2中の行動価値の列の数値の変化として読み取れる）と、3つの物体名の学習（表2中の共起度数表の列の共起度数の変化として読み取れる）を並行して進めることができた

ことが分かる。

表2中の A,O,B は、それぞれ、りんご、みかん、バナナの略号である。表2の最初のデータ行は、次の内容を表している：実験参加者はロボットの前にりんごを置いて「りんごだよ」と発話し、ロボットはりんごの名前を 3×3 の共起度数表に記憶し、うなずいた。これに対して、実験参加者は報酬 1.0 をロボットに与え、ロボットはそれを受けて行動価値を更新した。

ただし、すべての実験協力者がこのようにうまくロボットに教えられたわけではない。ロボットが終助詞「よ」を含む発話に対してうなずいたら、一貫して必ず罰（負の報酬）を与えた被験者もいた。この場合には、ロボットは「よ」の意味を学習することができなかった。このような報酬の与え方にも対応できるようにするためには、現時点では固定されているロボットの内部情報処理と外部行動の対応づけを可変にする必要があると考えている。

4. おわりに

本論文では、「りんごだよ」「みかんだね」などと話しかけられたロボットが、終助詞「よ／ね」により表現された発話意図（新情報を知らせる／共有情報について同意を求める）に対応する適切な行動（例：発話対象物の方を見る、うなづく）を、報酬に基づいて獲得できることを実験的に示した。つづいて、目に見える行動だけでなく、必要な内部情報処理（例：教えてもらった新情報を記憶する）も同時に獲得することを目指し、そのための計算モデルと学習アルゴリズムを提案し、予備実験の結果を示した。

今後、この提案したアルゴリズムについて、いくつかの実験設定や学習機能に関する設定を変えながら評価実験を行い、どのような場合に、どの程度の量のインタラクションにより、終助詞の意味と名詞の意味を同時に獲得することができるかを調べる計画である。

さらに、将来は、人とロボットの継続的なコミュニケーションを通じた、ロボットの本格的な学

習へと研究を進めたいと我々は考えている。人とロボットの継続的なコミュニケーションの実現への道筋は未だ見えないが、そのためには、いろいろな足場を築いて、地道に少しずつ近づいていくしかないと予想している。その中で、我々の研究が関与する次の諸点も足場の一部になりうると我々は考えている。

- 人が教え／ロボットが教えられる関係を築くことができれば、ロボットの知識が増え、両者の関係が日々変化することになり、継続的なコミュニケーションの一助となるだろう。
- 終助詞のような、心的態度を表す言葉を、人がロボットに対して使うことができれば、機械的な言葉でのインタラクションと比べて、継続的なコミュニケーションを促す方向に進むだろう。そのためには、本論文での終助詞の2用法だけでは不十分であり、会話の継続意図[5] や共感・共有感を誘発させようという意図[6,7,8] も取り扱えるようにしたい。
- 我々は、対乳児発話でロボットに話しかけることが、中長期的なコミュニケーションの維持に有効に働く可能性があるという仮説を持っており、これを検証する実験を進めつつある[9]。

謝辞

2名の査読者からの的確なコメントに謝意を表したい。本研究は、科研費(21500137, 25330260)の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 大上涼麻, 松岡啓, 荒木修, 柴田諒子, 高岡勇紀, 土坂恭斗, 呉霞, 深田智, 尾関基行, 岡夏樹, (2012) “人とロボットのインタラクションを通じた機能語の意味獲得: 「終助詞の意味」を「発話に対する適切な行動」であると捉える立場から”, HAI シンポジウム 2012, 2D-7.

- [2] Oka, N., Ogami, R., Wu, X., Fukada, C., and Ozeki, M., (2013) “Acquiring the meaning of sentence-final particles *yo* and *ne* through human-robot interaction,” The First International Conference on Human-Agent Interaction, Oral Session I-1.
- [3] 金水敏, (1993) “<言語学の最新情報>—日本語学: 終助詞ヨ・ネ”, 月刊言語, Vol. 22, No. 4, pp. 118-121.
- [4] Sutton, R. S. and Barto, A. G., (1998) “Reinforcement Learning: An Introduction,” MIT Press, Cambridge, MA.
- [5] 山森良枝, (1997) “終助詞の局所的情報処理機能”, 谷泰 (編), “コミュニケーションの自然誌”, pp. 130-172, 東京: 新曜社.
- [6] 伊豆原英子, (1993) “「ね」と「よ」再考-「ね」と「よ」のコミュニケーション機能の考察から-”, 日本語教育, Vol. 80, pp. 103-114.
- [7] 岸本千秋, (2005) “ネット日記における読み手を意識した表現”, 三宅和子, 岡本能里子, 佐藤彰 (編), “メディアとことば 2 特集: 組み込まれるオーディエンス”, pp. 204-231, 東京: ひつじ書房.
- [8] 伊東昌子, 永田良太, (2007), “談話場における相互行為の構築に関わる文末詞の修辞機能”, 認知科学, Vol. 14, pp. 282-291.
- [9] 柴田諒子, 小島隆次, 尾関基行, 岡夏樹, (2013), “継続的な対乳児発話でのロボットへ語り掛けが話者に及ぼす影響”, 日本認知科学会第30回大会.

表2 予備実験の結果 (一例)

物体	名詞	終助詞	内部処理	動作	報酬	行動価値				共起度数表				
						よ		ね						
						記憶	比較	記憶	比較					
A	A	よ	記憶	うなづく	+1	0.10					物名	A	O	B
											A	1	0	0
											O	0	0	0
											B	0	0	0
A	O	ね	記憶	うなづく	-1			-0.10		物名	A	O	B	
										A	1	0	0	
										O	1	0	0	
										B	0	0	0	
A	A	よ	記憶	うなづく	+1	0.19				物名	A	O	B	
										A	2	0	0	
										O	1	0	0	
										B	0	0	0	
A	O	ね	比較	首を振る	+1				0.10					
B	B	ね	記憶	うなづく	-1			-0.19		物名	A	O	B	
										A	2	0	0	
										O	1	0	0	
										B	0	0	1	

側方の壁による視覚情報が認知や立位姿勢制御に及ぼす影響

Effect of visual information by lateral wall on the postural control and cognition during standing

古田国大^{1,3}, 松井孝雄²
Kunihiro Furuta, Takao Matsui

1 中部大学大学院国際人間学研究科, 2 中部大学人文学部, 3 あさひ病院リハビリテーション科

1 Graduate School of Global Humanics, Chubu University

2 College of Humanities, Chubu University 3 Department of Rehabilitation, Asahi Hospital

roy92keane@yahoo.co.jp

Abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between body sway, center of pressure (COP) and the cognition of lateral wall during standing. The subjects were 20 healthy elderly (normal group) and 14 elderly with one side lower limb fracture (patient group). We used questionnaire to evaluate the cognition of the lateral wall. Body sway and COP were evaluated by stabilometer. Three conditions, no wall by the side of subjects and wall by right or left side of subjects were performed. With either side of the wall conditions, COP was significantly displaced forward. Body sway parameters and cognitive questionnaire score were not different among three conditions. It is suggested that the static visual stimuli such as lateral wall is influenced of COP, but not influenced of the impression of the wall.

Key words—static visual stimuli, center of pressure, perception

1. 背景と目的

我々は日々生活する上で、多様に変化する外部環境に適応する必要がある。そこには、感覚と運動、また感覚や運動から生じ

る認知を含めた「感覚－認知－運動」の3要素が複雑かつ相互に作用している。例えば理学療法での歩行練習場面では、床反力や支持物から受ける感覚、壁や支持物から受ける安心感などの認知、そして歩行という運動といった3要素がそれぞれに相互作用して成立していると感じさせることを経験する。本研究では、感覚を側方の壁という外部環境から受ける静的な視覚刺激、認知をその壁から受ける主観的印象、運動を立位姿勢制御として「感覚－認知－運動」の相互作用関係について検証する。

先行研究では、林、濱本、杉原(2004)は、脳卒中片麻痺患者に対して壁や平行棒が患者の付近にあるかないかで左右への重心移動を行ったところ、壁や平行棒が付近にあった方が重心移動距離は有意に増加すると報告している)。また、塩田、高梨、野北(2009)は、姿勢制御に奥行き知覚は重要な要素であり、高齢者では日常的に近い距離での奥行きのみしか把握できない可能性があり、そのことが日常生活の転倒につながると述べている。不安と重心動揺の関係では、石田、和田、永井(2008)は、若年健常成人における高不安者では直立姿勢を維持する際に視覚の手がかりへの依存度が小さくなると述べている。その他にも視覚

と重心動揺に関する研究は多く存在し、視覚的外乱刺激や重心移動範囲の変化などといった動的場面での研究が多い。しかし、静的場面での研究は少なく、さらに健常高齢者や整形疾患患者に対する同様の研究は散見する程度である。ただし、数少ない研究からは奥行き知覚が姿勢制御に有用な役割を果たすという知見が得られており、奥行きを知覚しやすい環境とそうでない環境との重心動揺や足圧中心に違いがあることが予測できる。

これまで古田（2011）は、側方に壁がある環境では、側方に壁がない環境と比較して足圧の中心変位が前方へ移動すること、すなわち視覚と姿勢制御の関係性について報告している。しかし、壁から受ける圧迫感などの認知が、姿勢制御に影響するかについては言及していない。そこで本研究の目的は、健常高齢者及び整形外科疾患患者を対象として、側方の壁に対する認知と足圧中心変位や重心動揺との関係を明らかにすることとした。

2. 方法

対象者は、60歳以上の健常高齢者（以下健常群）20名、60歳以上の一側下肢骨折後の患者（以下患者群）14名とし、両群共に明らかな認知症状や変形性関節症を認めるものは除外した。各群の基本情報は、健常群にて平均年齢 74.0±8.3 歳、平均身長 151.8±7.8 cm、平均体重 50.0±7.3 kg、男：女=2：3、患者群にて平均年齢 74.1±7.8 歳、平均身長 154.6±9.4 cm、平均体重 48.6±8.6 kg、男：女=5：9 であった（表 1）。患者群は、股及び膝関節の骨折後 1～3 ヶ月経過している入院患者（股関節 12 名、膝関節 2 名）を対象とし、骨折に対する治療は、保存例 2 名、手術例 12 名（人工骨頭置換術 4 名、骨接合術 8 名）であった。歩行機能は、健常群は独歩自立、患者群は院内 T 字杖歩行または独歩自立（杖歩行自立 8 名、独歩自立 6 名）であった。

測定には重心動揺計（アニマ社製グラビコーダ GS-31）を用いた。測定条件は、被験者の右側に壁がある条件（以下右壁）、左側に壁がある条件（以下左壁）、側方に壁がない条件（以下壁なし）の 3

条件を無作為に行い、それを 6 回施行し中央値を代表値とした（図 1、2）。また、患者群はデータ解析時に患側を統一する為に患側が左側の被験者データを反転し、右側を患側とした。壁と被験者との距離は、壁側の上半肢が壁から約 10 cm 離れる距離に設定した。測定値は、総軌跡長、矩形面積、X 及び Y 方向の中心変位を選択した。静的姿勢保持の重心動揺パターンは、理学療法研究分野において総軌跡長や矩形面積の評価によって代表させることが多い。X 及び Y 方向の中心変位は、それぞれ X 中心変位は左右方向の足圧中心（右方変位するほど高値）、Y 中心変位は前後方向の足圧中心（前方変位するほど高値）を示す。測定肢位は、閉脚立位で開眼 30 秒とし、被験者の目線の高さに合わせたマーカーを重心動揺計の後端から 4m 前方に設置して注視させた。また、測定後に質問紙を用いて 3 条件それぞれの主観的印象を数値化してもらい、認知データを採取した。主観的印象は、狭隘感、疲労感、不快感、不安感、圧迫感の 5 項目とし、各感情のない状態を 0、強く感じる状態を 5 とする 6 段階で評価を行った。



図 1 測定肢位（左壁）



図 2 測定肢位（壁なし）

3. 結果

結果の解析は、健常群と患者群それぞれにおいて壁の有無により分類した 3 条件で重心動揺測定値及び主観的印象評価の比較を行った。重心動揺測定値の検定には反復測定一元配置分散分析法を用い、有意差がみられた場合は Bonferroni 法による多重比較を行い有意水準は 0.05 未満とした。主観的印象評価の検定にはフリードマン検定を用いた。また、重心動揺パターン及び足圧中心点にお

いて健常群と患者群との比較を行う為に、壁なし条件下での両群の測定値を比較検討した。この検定には対応のないt検定を用い、有意水準は0.05未満とした。

各群の重心動揺測定値及び主観的印象評価の結果を図3、4に示す。

健常群では、右壁条件でY中心変位が有意に高く、右壁条件で足圧中心の前方移動がみられたことになる。X中心変位は右壁及び左壁条件でそれぞれ高値及び低値となりやすく、20名中16名の足圧中心が壁側に変位したが、有意な差はなかった。また、主観的印象評価は壁の存在により狭隘感と圧迫感、不快感の3項目が壁なしと比較して高値を示したがいずれも有意でなかった。

一方患者群では健側壁条件でY中心変位が有意に高く、健側壁条件で足圧中心の前方移動がみられたことになる。X中心変位はグラフから壁なし条件で患側に寄る傾向があり、患側壁及び健側壁条件では健側に寄る傾向がみられたが有意な差はなかった。また、主観的印象評価はグラフから壁の存在により狭隘感と圧迫感が高値となり、特に狭隘感は健側壁で高値を示した。逆に、不安感は低値となり、健側壁でより低値となった。しかし、いずれの評価も有意でなかった。

健常群と患者群との群間比較は、各動揺パラメーター及び足圧中心に有意な差がなかった。

4. 考察

4-1. 重心動揺パターンの変化

総軌跡長は測定時間内に移動した距離の値であり、いわゆる安定性をあらわしている。矩形面積は左右及び前後方向の最大変位を掛け合わせた値のことであり、いわゆる動揺の範囲をあらわしている。今回これらの数値が側方の壁の影響を受けなかったことから、重心動揺の安定性や大きさに壁

の有無による変化はないと推察できる。また、健常群と患者群との比較においても各動揺パラメーターに有意な差はみられなかった。患者群は発症から1~3ヵ月経過しており、全例歩行自立レベルで後遺症が少ない状態であったため、健常群と比較して静止立位の安定性に著明な差がなかったのだと思われる。また、時田(1995)は、総軌跡長は55歳を超えると測定値及び標準偏差共に増加すると報告している。総軌跡長の平均値は群間において12cmの差が認められたが、標準偏差が大きかったことも今回のような結果になったと一要因として考えられる。

以上のことから、側方の壁の有無は重心動揺パターンには大きく関与しないといえる。これは健常群のみならず患者群にもいえることであり、臨床での立位訓練や荷重訓練場面などで側方に壁があっても、身体動揺が大きくなるなどの悪影響はないといえる。

4-2. 足圧中心の変化

健常群では右壁で、患者群では左壁つまり健側壁で有意に前方へ変位した。

両群共に側方の壁の存在により足圧中心が前方に変位したことは、高齢者の転倒リスク軽減に生かせる可能性がある。先行研究では、動的な視覚刺激を利用して重心動揺パターン重心移動可能範囲を計測しているものが多い。本研究はそれらの研究と異なり、壁という日常にありふれた静的な視覚刺激を利用して足圧中心を測定した。静止立位の足圧中心を計測する意義は、立位姿勢の重心の位置を知ることである。高齢者の重心は、円背の影響などから一般に後方へ変位すると言われている。また、関屋(2001)は、高齢者では歩き出しに必要な足圧中心を後方へ移動させる逆応答現象の移動距離が少なくなり、歩行スピードや歩幅が減少すると述べており、高齢者の理学療法場面において、側方の壁の存在による重心の前方変位の姿勢学習を行えば逆

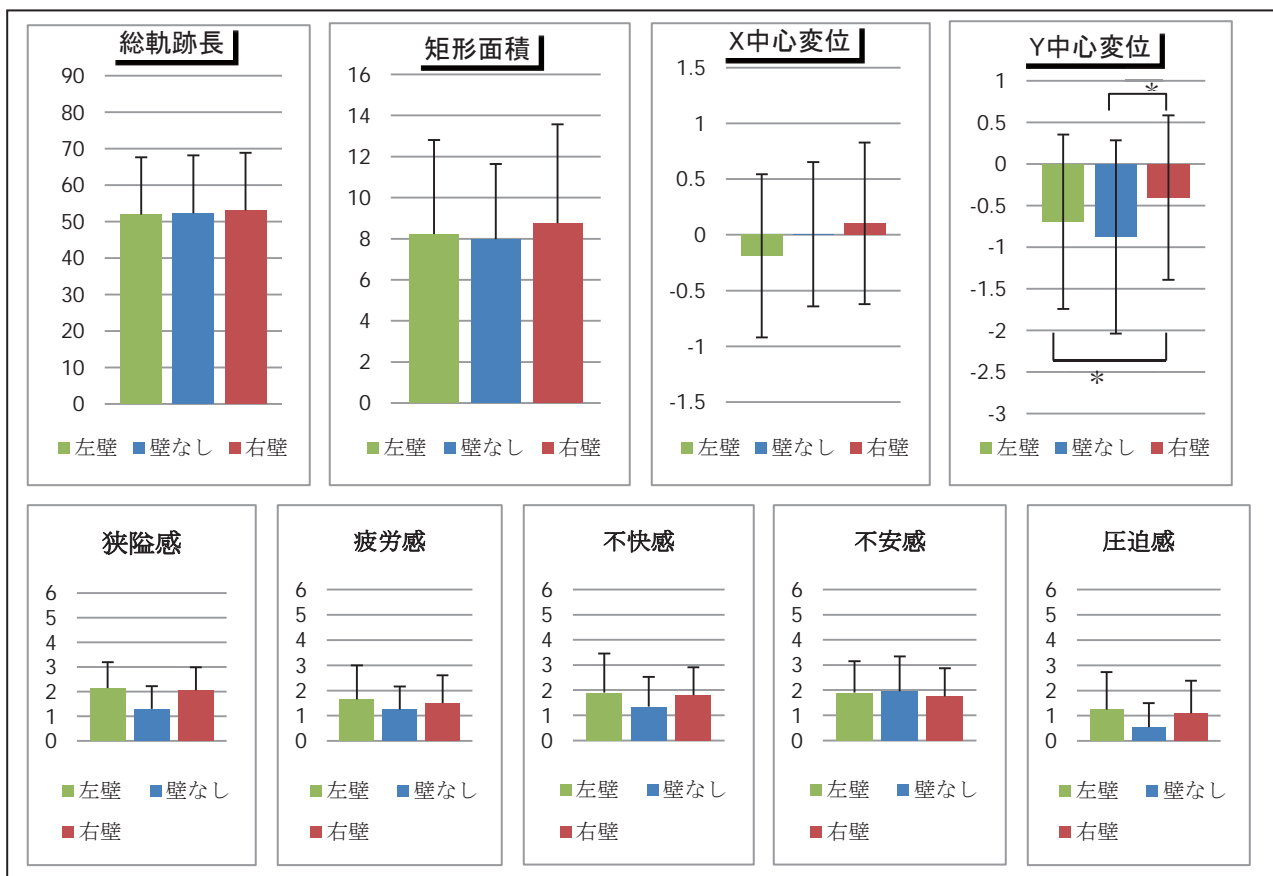


図3 健常群の結果のグラフ（重心動揺測定値の単位は矩形面積のみcm²、その他はcm）

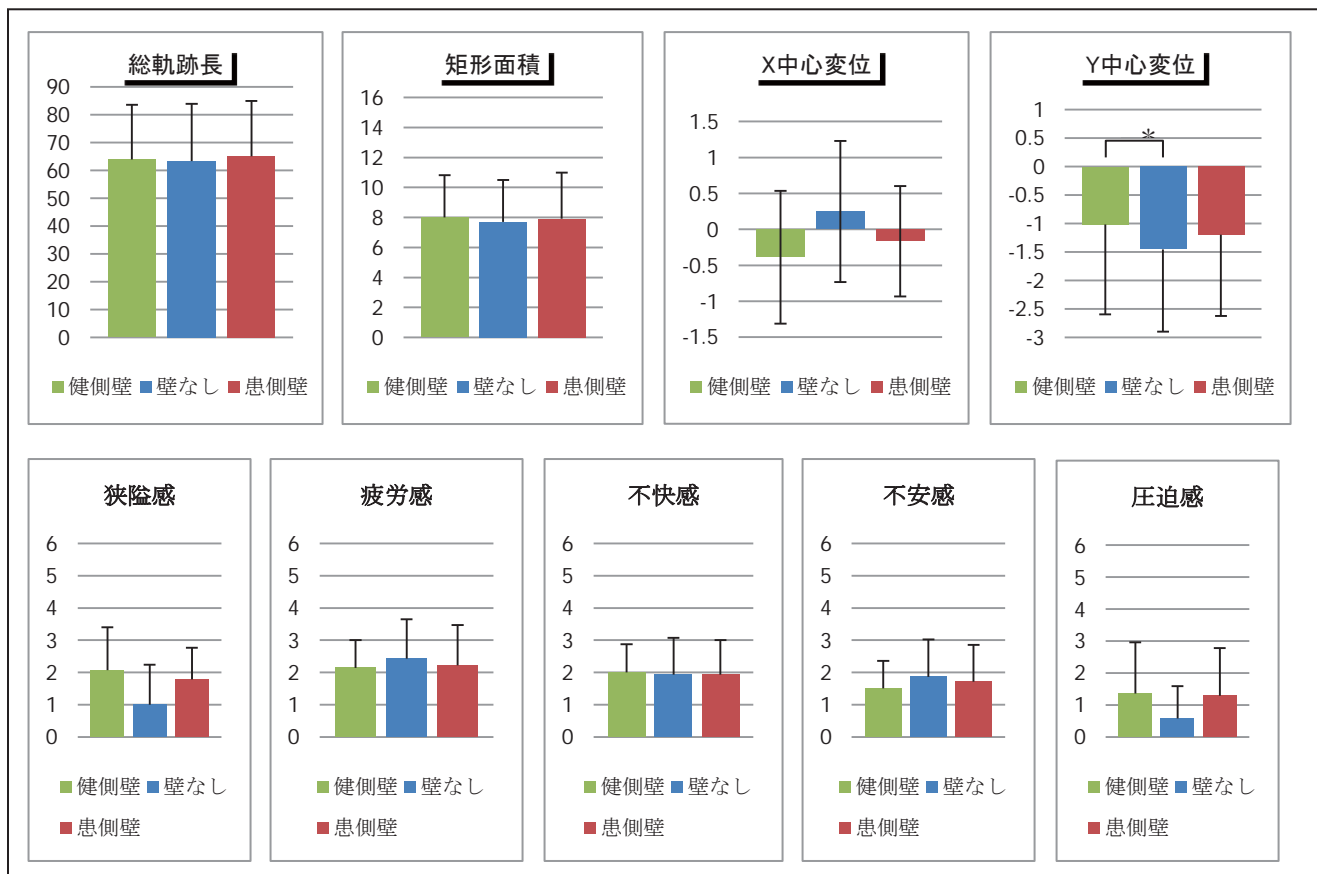


図4 患者群の結果のグラフ（重心動揺測定値の単位は矩形面積のみcm²、その他はcm）

応答現象の移動距離の増大につながり、転倒予防への理学療法アプローチとして効果を発揮できるかもしれない。

健常群と患者群の群間で反応に左右差がみられたことについては、視空間の異方性が関与している可能性がある。三次元空間に広がる視空間の知覚的性質は、上下・左右・前後の視空間方向によって一様ではなく、一般に左右方向は右側を過大視するという（松田，1995）。しかし、奥行き知覚の異方性は個人差が大きいことが知られている。これらのことから、健常群ではより一般的な知覚でもって右壁の影響を強く受け、患者群では右側が患側であるという特性が知覚に影響を及ぼし健常群と異なる反応を示したことが推察できる。

4-3. 主観的印象評価

両群に共通していることは、側方の壁の存在により狭隘感と圧迫感が増加したが有意差がでるような明らかな主観的印象を生起しなかった点である。両群の違いは、健常群では壁の存在により不快感が増し、患者群では健側壁で狭隘感の増大及び不安感の減少がみられたが、この結果もいずれも有意な差はみられなかった。以上のことから、側方の壁の存在は、特定の感情の生起には関与しないか、関与したとしても弱い感情しか生起できないと考えられる。

4-4. 側方の壁による足圧中心の変化と主観的印象評価との関係

中心変位と主観的印象の結果との関係について、両群に共通していることは、側方の壁の存在により中心変位が前方へ移動したが主観的印象評価は壁の有無で有意な差がないことである。これは、側方の壁という静的な視覚刺激は、特定の感情を生起させるような強い刺激ではないが、無意識下で足圧中心を前方へ移動させるような感覚

一運動相互作用レベルでの働きがある可能性を示唆している。この感覚一運動をつなぐ重要な役割として知覚の要素が考えられる。Gibson は片眼視情報の奥行き知覚の一つとして勾配説を説いている。これは、視空間を構成する肌理を持つ面は、一定の光学的法則に基づいて網膜上に結像される為、網膜像は三次元性についての情報を担っていると考えたものである（松田，1995）。側方に壁が存在すると、壁が作り出す肌理の勾配の情報をより多く視野の中に取り入れることになる。これが奥行知覚の手がかりを増加させており、そのことが足圧中心の前方移動と関係していると考えられる。

5. 結語

本研究では、健常群と患者群共に壁による主観的印象に影響を受けることなく、側方の壁の有無で足圧中心の変化に有意な差が認められた。つまり、認知への影響が弱い外部環境変化による静的な視覚刺激が足圧中心に変化を与えられた。日常生活において、人の振る舞いは無意識下で行われることがたいへん多いといわれている。そのような行為が無意識的に行われている点において、本研究の結果は無意識下で足圧中心を変化させていたといえる。このことは、歩くことや立つことを過剰に意識してしまう患者に対する理学療法の臨床応用につながる結果となった。しかし、このような結果をもたらした過程はまだ明らかとはいえない。

引用文献

- 古田国大 (2011). 側方の壁が静止立位時の足圧中心に及ぼす影響について, 第 27 回東海北陸理学療法学会大会抄録集, 0-063.
- 春木豊 (2002). 身体心理学 川島書店.
- 林真範・濱本龍哉・杉原時習 (2004). 脳卒中片麻痺患者の重心移動距離と環境要因との関連性, 理学療法学, 31, S568.
- 石田光男・和田万紀・永井正則 (2008). 視覚刺

激時の重心動揺に及ぼす不安の影響,自律神経,451,196-199.

松田隆夫 (1995). 視知覚 培風館.

関屋昇 (2001). 歩行開始の制御 理学療法科学,16,139-143.

塩田琴美・高梨晃・野北好春 (2009). 視線行動と姿勢制御の関連性についての検討—高齢者と若年者の比較— 理学療法科学,24,821-825.

時田喬 (1995). 高齢者の重心動揺 重心動揺検査,47-55.

運動準備中の脳波と近赤外分光法の同時計測

Simultaneous recording of EEG and near-infrared spectroscopy during motor preparation

座間 拓郎[†], 嶋田 総太郎[‡]
Takuro Zama, Shimada Sotaro

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学理工学部
[†] Graduate School of Science and Technology, Meiji University,
[‡] School of Science and Technology, Meiji University
ce31044@meiji.ac.jp

Abstract

Previous studies have shown that the motor preparation causes the negative slow potential called readiness potential (RP) and hemodynamic response in the primary motor cortex and the supplementary motor area (SMA). It is demanded to detect robustly RP for sensitive brain machine interface (BMI) because RP represent motor intention. However, EEG has low S/N ratio, so we attempted to complement EEG with NIRS. We recorded EEG and NIRS simultaneously to elucidate the relationship between electrical signal and hemodynamic signal in pre-motor cortex and SMA during voluntary motor preparation. Trial of pressing a button with right index finger at subjects' own pace was repeated 35 times with approximately 17 s inter-trial intervals. RP oscillation and change of oxyhemoglobin (oxyHb) concentration in contralateral pre-motor cortex and SMA were significant. Then, correlation analysis between EEG and NIRS signals showed a significant negative correlation. We suggest the possibility to reduce the false detection rate of motor intention by utilizing two different (electrophysiological and hemodynamic) signals.

Keywords— EEG, NIRS, Simultaneous recording, motor preparation, RP, pre-motor cortex, supplementary motor area

1. 導入

ブレイン・マシン・インターフェース (brain machine interface: BMI) は脳と外部デバイスを直接つなぐ通信回路である。BMI はコミュニケーションや電動車いす, 人工補綴四肢の制御による運動支援などを目的とする。今日の非侵襲性 BMI は機能的核磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging: fMRI) と近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) によって得られる脳血流動態信号や, 脳磁図 (magnetoencephalogram: MEG) や脳波

(electroencephalogram: EEG) から得られる脳の生理電気信号を主に用いている。

近年の研究において BMI の識別性能向上は多々報告されているが, 識別速度に重きを置いた研究は少ない。運動意図の早期検出は直観的な BMI 制御のためには重要である。運動前に生じる特徴量として運動準備電位 (readiness potential: RP) が報告されている [1]。RP は運動の約 2 秒前から拡張 10-20 法 Cz を中心に起こる振幅 2.0~3.5 μ V 程度の陰性緩電位であり, 運動意図早期検出には RP は重要な特徴量となる。

しかし EEG の低い S/N 比のために非常に小さな RP の検出は難しく誤検出の危険性がある。EEG の低い S/N 比を克服するために近年では NIRS との同時計測により信号を補足する研究が注目を集めている。先行研究では EEG と NIRS を同時計測することで運動の実行と想起の識別性能を 5% 向上したと報告された [2]。また, 運動準備中に補足運動野 (supplementary motor area: SMA) における酸化ヘモグロビン (oxyHb) の増加が報告されている [3]。本研究の目的はより堅牢な運動意図早期検出のために, EEG-NIRS 同時計測により運動準備中の脳活動を計測することで RP と血流動態の関係を明らかにすることである。生理電気信号と血流動態の関連性を明らかにすることは BMI だけでなくヒト脳機能マッピングのためにも重要である。

2. 方法

2.1. 被験者

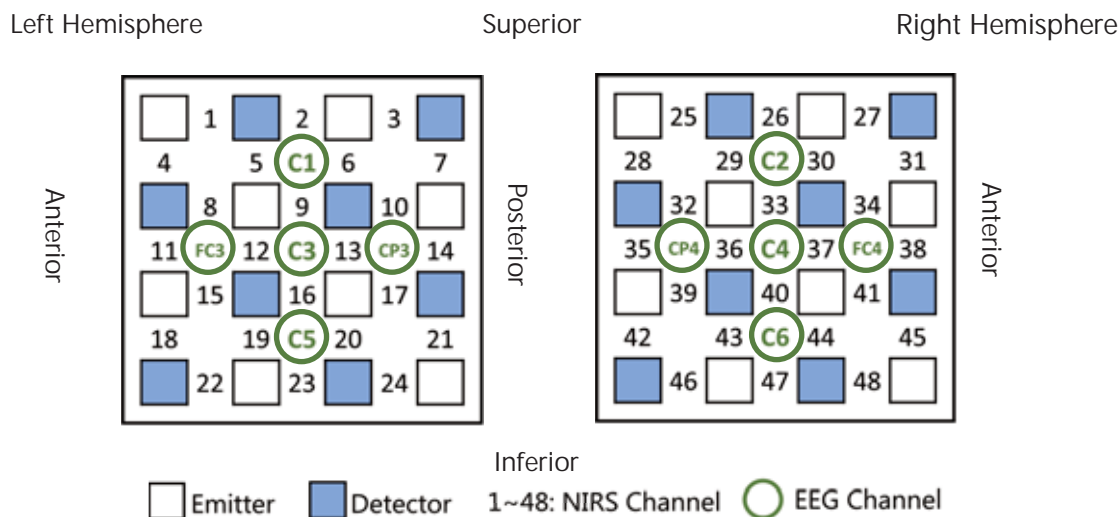


図1 NIRSプローブおよびEEG電極の配置

健康な成人男性 15 名，成人女性 1 名（ 21.7 ± 1.2 歳，平均 \pm 標準偏差，右利き 13 名，左利き 2 名）が実験に参加した。

2.2. 手順

被験者は 23 インチ液晶ディスプレイの前の椅子に腰掛け，ディスプレイとの距離は約 85cm であった。被験者は右腕を机の上のアームレストに置き，人差し指をボタンの上に設置した状態を基本姿勢とし，実験中は力を抜き、画面を見ているように教示した。

実験は運動実験と対照実験の 2 セッションで構成された。運動実験は間隔を約 17 秒とする単純な随意ボタン押し課題 35 試行から成る。被験者は目の前に設置されたディスプレイ上に固視点が表示された後，各自のタイミングで右手人差し指でボタンを押すよう教示された。このとき，固視点が表示されてからボタンを押すまでの間隔がなるべく一定にならないように注意させた。固視点は被験者がボタンを押すと消え，約 17 秒のレスト期間となる。対照実験は 10 秒おきに固視点を 2 秒表示する試行 40 回から成る。タスクは固視点を見るだけである。x印が 8 回に 1 回の割合でランダムに表示されるよう設定し，被験者にはセッションを通してx印が何回表示されたか数えるよう教示した。セッションの順序は被験者間でカウンターバランスをとった。

2.3. 脳機能計測

課題遂行時の脳機能を計測するために EEG-NIRS 同時計を行った。EEG 電極と NIRS のプローブはカスタマイズされた EEG-NIRS キャップ（図 1）にそれぞれ 3cm 間隔で設置しており，電極は両側運動野周辺に設置した。全ての被験者について NIRS の測定チャンネル位置の 3 次元測定（FASTRAK, Polhemus 社）を行った。

2.3.1. 脳波計測

EEG (g.USBamp, g.tec 社) は拡張 10-20 法における 10 チャンネル (C1, FC3, C3, CP3, C5, C2, FC4, C4, CP4, C6) を 0.1-30 Hz のバンドパスフィルタ (BPF) を用いて計測した。また，同時に眼電 (BPF: 0.1-30 Hz) と筋電 (BPF: 2-100 Hz) を測定した。サンプリング周波数は 256Hz に設定した。

2.3.2. 脳血流動態計測

両半球の運動野での oxyHb と脱酸化ヘモグロビン (deoxyHb) の濃度変化量を NIRS (各 24 チャンネル: OMM-3000, 島津製作所) により計測した。サンプリング周波数は 10 Hz に設定した。oxyHb の変化が局所脳血流量と最もよく相関することが検証されている [4]。

2.4. 解析方法

2.4.1. 脳波解析

筋電から運動時間を決定した。モーションアーティファクトを含む試行を解析から除外した。RP を以下の式で定義した。

$$RPs = AVE_{MPP} - AVE_b \quad (1)$$

ただし運動準備期間 (motor preparation period: MPP) と基線 (baseline) における振幅の平均値をそれぞれ AVE_{MPP} , AVE_b とした。

2.4.2. 脳血流動態解析

被験者がボタンを押した時間に NIRS へ出力したトリガから運動時間を決定した。モーションアーティファクトを含む試行は解析から除外した。運動準備による oxyHb の濃度変化が生じる時間を調査するため、運動準備中に立てたイベントとガウス関数を畳み込み積分した関数と、oxyHb の波形とのマッチングをみる Generalized linear model (GLM) 解析を行った。また、運動準備中の oxyHb の指標として以下の式から定義される効果量 (effect size) を用いた。

$$\text{effect size} = \frac{AVE_{MPP} - AVE_b}{STD_b} \quad (2)$$

ただし STD_b は基線の振幅の標準偏差である。

3. 結果

3名の被験者はデータにノイズが多く解析からは除外した。手の運動では C1, C2 において RP が最大振幅を示すと報告されていることから [1], C1, C2 及び隣接する NIRS のチャンネルを関心領域と定めた。血流動態の GLM 解析において運動開始 1 s 前から 3 s 前までイベントを 0.5 s ずつシフトしたとき、左半球運動前野及び補足運動野 (ch5) におけるそれぞれの t 値を図 2 に示す。エラーバーは標準誤差を表している。運動の 2 s 前から有意な oxyHb の濃度上昇がみられた。EEG と NIRS の基線を運動の 3.5 s から 3 s 前の区間に設け、窓幅 0.5 s の MPP を 0.5 s ずつシフトしたときの C1

の RPs の値を図 3 に示す。エラーバーは標準誤差を表している。最大値を示した MPP を 1.5 s から 1 s 前とする RPs は有意であり ($t(12)=-2.36$, $p=0.018$, 図 3), このとき ch5 の effect size と C1 の RPs の間に負の相関がみられた (スピアマンの順位相関 $r=-0.5824$, $p=0.037$, 図 4)。図 4 には回帰直線を示す。EEG (C1) と NIRS (ch5) の信号を加算平均し、運動開始時を 0 s とした波形を図 5 に示す。信号間に負の相関があった運動の約

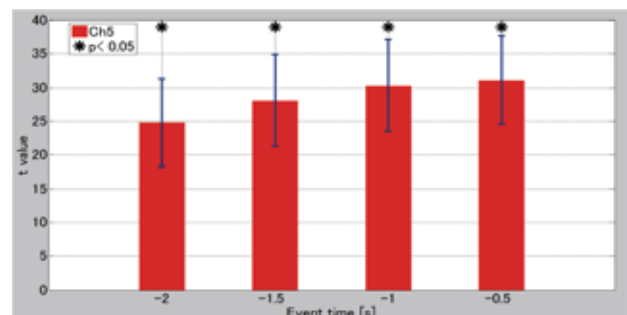


図 2 運動準備中における oxyHb の濃度変化

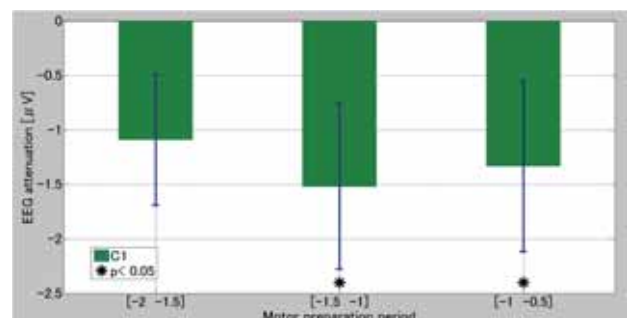


図 3 運動準備中の RPs の変化

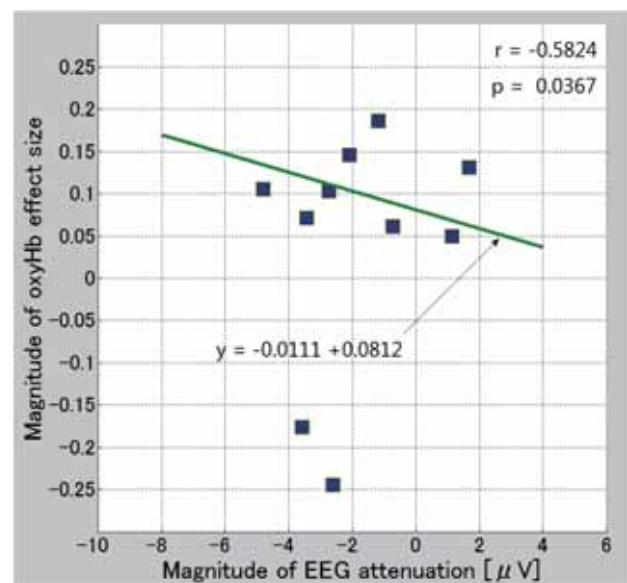


図 4 RPs と oxyHb 効果量の関係

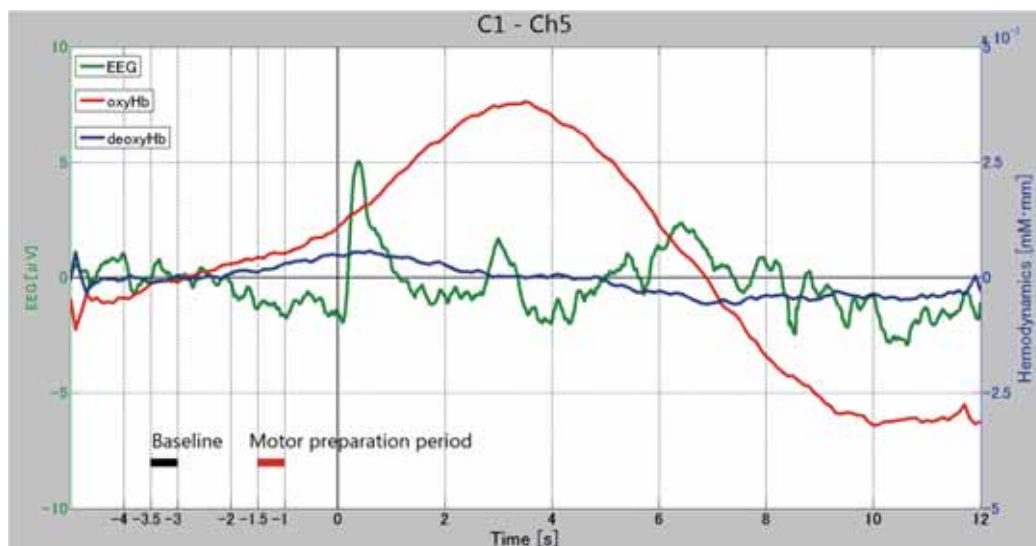


図5 運動前野及び補足運動野における EEG と NIRS の加算平均波形

1 s 前にて oxyHb の上昇及び RP である電位降下が見られる。

4. 考察

本研究の目的はより堅牢な運動意図早期検出のために、EEG-NIRS 同時計測により運動準備中の脳活動を計測することで RP と血流動態の関係を明らかにすることである。自発的な単一ボタン押し運動の準備段階の脳機能を EEG-NIRS 同時計測を行った結果、運動前野及び補足運動野において運動開始約 1 秒前に EEG の電位降下と NIRS の oxyHb 濃度上昇が見られ、このとき EEG 振幅と oxyHb の effect size の間に有意な負の相関があった。この結果は手の運動において C1 で運動準備電位が顕著に生じ、SMA で oxyHb 濃度が運動前に上昇する先行研究と一致した [1, 3]。今日までの運動準備中の研究では脳波と血流動態反応は別々に報告されてきたが、同時計測により運動前野と補足運動野にて運動の約 1000 ms 前に、生理電気信号である RP と神経血管カップリング信号である oxyHb の濃度変化の間に有意な負の相関を見つけることができた。この異なる 2 つの信号間の関係は EEG の低い S/N 比を補足し、誤検出を減らし早期運動意図をより堅牢に検出する可能性を示した。

参考文献

- [1] Shibasaki H, Hallett M, (2006) "What is the Bereitschaftspotential?", ClinNeurophysiol, Vol. 117, pp. 2341-2356.
- [2] Fazli F, Mehnert J, Steinbrink J, Curio G, Villringer A, Müller KR, Blankertz B, (2011) "Enhanced performance by hybrid NIRS-EEG brain computer interface", NeuroImage, Vol. 59, pp. 519-529.
- [3] Cunnington R, Windischberger C, Deecke L, Moser E, (2003) "The preparation and readiness for voluntary movement: a high-field event-related fMRI study of the Bereitschafts-BOLD response", Available NeuroImage, Vol. 20, pp. 404-412.
- [4] Hoshi Y, Kobayashi N, Tamura M, (2013) "Interpretation of near-infrared spectroscopy signals : a study with a newly developed perfused rat brain model Interpretation of near-infrared spectroscopy signals : a study with a newly developed perfused rat brain model", Journal of Applied Physiology, Vol. 90, pp. 1657-1662.

Artificial agent as a tool for psychological experiments

李翰柱^{1,2}, 開一夫^{1,2}
Hanju Lee, Hiraki Kazuo

¹東京大学, ²独立行政法人科学技術振興機構, CREST
The University of Tokyo, Graduate School of Arts and Science
hanju@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This paper explains how artificial agents can be used to overcome the limits of previous experimental methods involving human experimenter. We developed PAGI (Pedagogical Agent with Gaze Interaction), to carry out an experiment to test the effect of temporal contingency on learning outcomes. This paper focuses on how PAGI works, and its benefits over human experimenter.

Keywords — Pedagogical Agent, Embodied Conversational Agent

1. Introduction

Human experimenters have been the sole choice regarding psychological experiments, especially for those focused on human to human interaction. While artificial agents have gained popularity over the years and are often viewed as a next step in human to computer interaction, they have not been shed as much of interest from field of psychological science. Only few studies have adopted artificial agent for psychology experiments. Bailenson et al [1] confirmed that chameleon effect can be extended to virtual avatars, by using artificial agents that mimicked head movements. Slater et al [2] used artificial agents to reprise Stanley Milgram experiments, suggesting that artificial agents could substitute humans where ethical problem resides.

We believe artificial agent have more potential as an experimental tool. For example, one of the topics that can benefit forthwith by using artificial agents is video deficit. Currently, the common practice when examining video

deficit is to use human experimenter as a counterpart to video stimuli (i.e. clips from children's television shows, recordings of human experimenter) [3, 4]. There are two limitations for the experimental design. Firstly, strict conditioning cannot be retained. For human experimenters, exact repetition of variables such as gaze, gesture, facial expression is difficult. Secondly, granularity of the experiment is bounded by the precision of human perception. For example, latency of mutual gaze cannot be controlled in milliseconds. These two limits can be avoided by using artificial agents. We believe artificial agent opens up new possibilities to assess human behavior.

2. PAGI: Gaze interactive word tutor

PAGI is an animated pedagogical agent designed to teach Korean vocabulary to Japanese students. The agent resembles a 3D male cartoon character voiced by a male Korean-Japanese bilingual speaker. PAGI was semi-automatically lip-synced to the voice, using predefined visemes (the visual correlates of phonemes). The lip-sync process was carried out using Poser2012 (SmithMicro, US). A subtle rocking motion of the neck and body was added to make the agent more lifelike. PAGI can interact in real-time with the participants, or replay recorded sequences from the previous runs by experimental group participants

An eye tracker (Tobii, Sweden) was used to ensure that PAGI could engage in gaze interaction. Areas of interest (AOIs) were set around three objects: PAGI's eyes and the two pictures (eye-AOIs: oval shape and target picture; one-back-task-AOI: rectangular shape, see Figure 1a). For experimental group, each gaze interaction condition was triggered if participant's gaze landed inside the corresponding AOI for longer than 300 ms. Mutual gaze was triggered when participant's gazes fixated inside the eye-AOI, and joint attention was triggered when participants' gazes fixated inside the target picture-AOI. (see Figure 1)

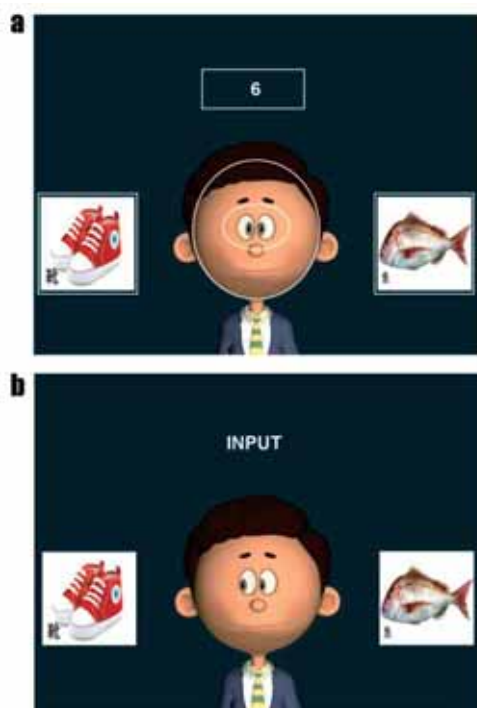


Figure 1 Selected shots from experiments using PAGI

3. Discussion

PAGI enabled us to have strict control over the experimental variable, temporal contingency, which would have been difficult for a human experimenter. As discussed in the Introduction, utilizing artificial agents

will be greatly beneficial for research of human behaviors.

Acknowledgement

This research was funded by "Pedagogical Machine: Developmental cognitive science approach to create teaching/teachable machines" the Core Research for Evolutional Science and Technology (CREST), Japan Science and Technology Agency.

Reference

- [1] J. N. Bailenson, and N. Yee, "Digital chameleons - Automatic assimilation of nonverbal gestures in immersive virtual environments," *Psychological Science*, vol. 16, no. 10, pp. 814-819, Oct, 2005.
- [2] M. Slater *et al.*, "A Virtual Reprise of the Stanley Milgram Obedience Experiments," *Plos One*, vol. 1, no. 1, pp. 10, Dec, 2006.
- [3] M. Krmar, B. Grela, and K. Lin, "Can toddlers learn vocabulary from television? An experimental approach," *Media Psychology*, vol. 10, no. 1, pp. 41-63, 2007.
- [4] M. Krmar, "Can Social Meaningfulness and Repeat Exposure Help Infants and Toddlers Overcome the Video Deficit?," *Media Psychology*, vol. 13, no. 1, 2010, 2010.

認知科学的知見に基づく東日本大震災被災地復興支援活動 哲人-おとなりさんの哲学-プロジェクト An Activity for Supporting Reconstruction of a Local Community in Kesenuma, Miyagi

忽滑谷春佳¹, 坂井田瑠衣¹, 栗本美可子², 諏訪正樹³
Haruka Nukariya, Rui Sakaida, Mikako Kurimoto, Masaki Suwa

¹慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科, ²慶應義塾大学SFC研究所, ³慶應義塾大学環境情報学部

¹Graduate School of Media and Governance, Keio University

² Keio Research Institute at SFC

³Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

nukariya@sfc.keio.ac.jp

Abstract

What can cognitive science do for reconstruction from the great east Japan earthquake? As the answer the question, we tried to support a reconstruction of a local community in Kesenuma, Miyagi. By interviewing for some of the people in Kesenuma about their philosophy of life and making the postcards documented them, we have designed the environment of embodied meta-cognition among the people in Kesenuma to make them be awake of their tacit thoughts and hopes of the reconstruction for a year and a half. This paper shows our activity and results concretely.

Keywords — the reconstruction from the great east Japan earthquake, embodied meta-cognition, Kesenuma, Miyagi prefecture, interview, philosophy of life, postcard.

1. はじめに

東日本大震災からの復興に対して、認知科学はどう貢献できるか。有志大学生らによる、地域コミュニティの再形成支援を目的とした被災地復興支援活動「哲人-おとなりさんの哲学-プロジェクト（以下、哲人プロジェクト）」は、その問いから生まれた。本稿では、哲人プロジェクトの運営者が筆者となり、認知科学的知見に基づく哲人プロジェクトの活動理念、1年半に及ぶ活動内容、社会的効果について述べる。

2. 活動理念：「内」からの復興の支援

東日本大震災から2年、震災直後から復旧、復興活動に多くの人々が携わった。彼らの多くは、

自分は被災していないか、または被災地ではない地域からやってきたという「外」からの復興支援が主流であった。実際、震災から約半年間の岩手・宮城・福島3県各地の震災ボランティアセンターの登録・活動者数は延べ76万7千人超であった（復興庁調べ：平成23年9月25日現在）。だが、被災地が真に復興を果たすためには、今後十数年という長い時間が必要だと言われる。これからの復興活動には、従来のような外からの一時的な支援だけではなく、被災地で暮らす人々が地域やコミュニティの復興に向けて、自らの気持ちを整理し決意を新たにす、そして行動する、すなわち地域住民が主体となり復興を牽引する「内」からの復興が重要である。さらに、将来を担う現地の中高生らの存在は「内」からの復興体制づくりに非常に重要である。我々は、単に、ニーズに応じて技術や知見を提供する活動ではなく、「内」からの復興を主眼に置いた復興支援活動を目指す。

3. からだメタ認知

「内」からの復興に向け、我々は、地域住民がからだメタ認知[1]をすることは有効な手段だと考える。からだメタ認知とは、従来心理学で言われているメタ認知とは異なり、からだ相対する世界(モノやモノの関係性)に焦点をあてて、からだと環境の関係性をことば化する行為を指す。それは学びの方法論である。考現学的な思想[2]に基づ

き、自分のからだが相対する物理的な要素やその関係性(モノ)と、主観的な解釈(コト)の両面を意識して、自らの体験(例えばスポーツや芸術活動といった身体活動や、まち歩きや居心地の探究の空間認識等)をことば化するのである。からだメタ認知が進むことで、体験の捉え方が変わり、自らの振舞いが変わり、そして体験自体が進化する。人は、ことば化をする際に、自分が相対するモノの世界を捨象し、解釈(コト)のみをことば化しがちである。そこで敢えて意識的にモノとコトの両面をことばにすることを旨とする。自らの体験をより敏感に感じ、豊かにことばを紡ぐことができる[1]。

被災地に暮らす方々が、土地や仕事について抽象的な思い(コト)を言葉にするだけでなく、彼ら一人一人が、日々の仕事の内容や幼少期に遊んだ場所、これまで関わってきた人など、自分の人生を構成してきたモノを具体的に言葉にする機会を得ることで、彼らの暗黙的な実践知に対するからだメタ認知が促進され、地域住民ひとりひとりが復興に対する具体的な復興像を描き、主体的に復興活動を牽引することができる。

しかし、被災したといえども毎日ノンストップで続く日常生活のなかで、多くの地域住民がからだメタ認知を行うことは容易ではない。そこで我々は、被災地で暮らす方々が、負担に感じることなく、からだメタ認知をするための機会づくりについて検討、実践した。

4. 哲人-おとなりさんの哲学-プロジェクト

我々は、「内」からの復興に向け、地域住民を対象に、彼らの仕事や土地に対する人生哲学(生きること、働くことに関する実践知)をことば化していただき、地域内での共有する仕組みの構築を試みた。さらに、彼らの実践知の顕在化と共有にあたり、地元高校生を巻き込んで活動を推進した。協働活動を通じて、高校生が地域住民の実践知に直に触れ、復興支援活動に携わる体験を持つことで、将来の復興活動に対する彼らの問題意識や知見の醸成が期待できる。それは次世代の復興の担

い手の育成支援となる。

我々は、2012年2月から毎月2、3日の頻度で宮城県気仙沼市を訪問し、地域住民の暗黙的な実践知の顕在化と地域への共有活動、及び同年9月からは地元高校生を対象としたワークショップを毎月1回、2013年7月現在も継続的に実施している。

4.1. 活動フィールド

宮城県気仙沼市は、東日本大震災により甚大な津波被害を受け、住民の8割が被災された(気仙沼市調べ:2012年4月現在)。特に、商業店舗や住宅が密集する沿岸部は壊滅的な被害を受け、震災から2年が経過した現在も、沿岸部では被災した建造物の解体・撤去作業が行われており、更地が広がっている。沿岸部は震災により地盤沈下がおこり、新たな建造物の建設や土地利用が難しく、沿岸部に店舗や住宅を構えていた市民は、震災後に内陸部への住居や店舗の移転を余儀なくされた。2013年4月末日現在、68,766名の方が気仙沼市で生活をしている(気仙沼市ホームページより)。

4.2. プロジェクト名の由来

気仙沼市で暮らす地域住民の中には、震災以前の地域コミュニティを離れ、新たな土地で再起を図ることを余儀なくされている方々も少なくはない。被災された商店主や事業主の多くは、市内の仮設商店街や内陸寄りの土地に店舗に移転し事業を再開した。彼らにとって、移転先での近隣の住民との関係性を再構築することは容易でなく、「物理的には距離に近いものの精神的には距離が遠い状態」が生じかねない。一方で、地域住民の方々にお話を伺うと、ご自身や地域の被災状況/経済状況/地域のニーズを鑑みながら、既存の枠組みにとらわれず、柔軟な視野を持ち、仕事や復興活動を行っている方も数多く存在する。

被災・復興状況をふまえた構成的な考えや活動は非常に実践的かつ暗黙的であり、それらを記述することは難しい。しかし、気仙沼で生活する地



図1 ポストカード記事面（製菓店）



図2 ポストカード写真面（製菓店）

域住民一人一人の実践知をからだメタ認知によって顕在化させ、共有することで、住民らが自らの仕事や気仙沼への思いを再考し、共有するきっかけが生まれるのではないかと。地域コミュニティの再形成を促し、復興を牽引する主体的な地域コミュニティ意識の醸成につながる。

そこで、我々は、気仙沼で暮らす人々が持つ暗黙的な実践知を「人生哲学」、そして哲学を有する地域住民の方々を「哲人」と呼び、彼らの哲学を現地高校生と協働してことば化していただき、ポストカード（図1、2）を介して地域内で共有することで、地域全体のからだメタ認知とコミュニティ意識の再形成支援を目指した。

プロジェクト名のサブタイトル「おとなりさんの哲学」には、「普段は何気なく接していたり、そもそもコミュニケーションが希薄な関係にある隣近所の方も、実は豊かな人生哲学を持った哲人である。（だから、是非、互いの人生哲学を共有してみませんか）」というメッセージを込めた。



図3 ポストカード設置例（ラーメン店）

4.3. からだメタ認知を促す仕掛け：ポストカード

地域住民のからだメタ認知促進にあたり、我々はポストカードをメディアとして採用した（図1、2）。実践知の顕在化に向け、一部の地域住民の方を訪ね、時間をかけて、一人一人の実践知をことば化していただくことは重要である。しかし、すべての地域住民に対して同様のアプローチをとることは時間的制約からして難しい。そこで、実際に、我々が訪ねて、ことば化をしていただいた方々（哲人）の実践知をテキストに書き起こし、彼らの写真とともにポストカード（図1、2）を制作し、地域内（主に哲人の仕事場）に設置することで（図3）、我々が何うことのできなかった地域住民の方々にも自他の実践知を意識してもらう機会を設けた。

ポストカードというメディアは、郵便物であると同時に、まちなかの喫茶店やカフェ等では、イベントの告知や新しい店の広告をするメディアとしても多く見受けられる。ポストカードのサイズは店内に設置する際にも場所をあまりとらず、また手に取った人も折り畳むことなく、鞆や手帳に入れて持ち帰ることができる優れた情報伝達メディアである。さらに、情報伝達メディアとしての機能のみならず、洗練されたデザインのポストカードであれば、持ち帰った後もすぐに破棄されることなく、保管したり、店舗や部屋に飾るインテリアとして機能する。シリーズ展開されたポストカー

ドであれば、収集をする人々さえもいる。我々は、ことば化された複数人の実践知を、洗練されたデザインのもとポストカードに編集することで地域住民がポストカードを気軽に手に取り他者の実践知を知ることができる機会を設けた。さらに、それらを地域内の様々な場所に設置することで、人々の収集欲求を刺激し、より多くのポストカードを集め、自然と様々な実践知を知る機会を設けた。他者の実践知を知ること、ポストカードを読んだ地域住民の方々も、自身の実践知についての再考するきっかけが生まれ、地域全体でからだメタ認知が促される。

また、ポストカードの地域内設置は、ことば化を体験していない地域住民だけでなく、哲人本人にもからだメタ認知を促す。ことば化の際に発散的に語った内容が編纂され、文字情報としてフィ

表 1 実践知ことば化支援に関する基本事項

項目	詳細
人数	<ul style="list-style-type: none"> ● 哲人 1 名（共同経営の場合は複数名可） ● 聞き手 2～3 名（プロジェクトメンバーおよび高校生メンバー） ● カメラマン 1 名（プロジェクトメンバー）
所要時間	約 1 時間 （活動紹介 5 分、ことば化 4 5 分、撮影 1 0 分 但し、ことば化支援の間も撮影を行う）
場所	哲人の職場またはそれに準ずる場所
内容	自身の仕事や気仙沼という土地に対する思い
ことば化の手法	アクティヴ・インタビュー （話し手と能動的な聞き手が協働して情報を構築する手法）
哲人の選定	紹介制度（インタビューに協力していただいた方が次の哲人を紹介する）
記録媒体	IC レコーダ 2 台、カメラ 1 台

ードバックされることで、哲人は自身の（もしかすると無意識的であった）発言を再認識し、土地や仕事に対する実践知をさらにからだメタ認知することができる。

5. からだメタ認知に基づく実際の活動

本章では、からだメタ認知という認知科学的知見に基づく実際の活動について手順を追って述べる。活動は大きく分けて、「地域におけるからだメタ認知環境のデザイン」としての実践知のことば化支援とポストカード設置活動、及び「高校生がからだで学ぶ環境のデザイン」としての高校生ワークショップの 2 つである。

5.1. 地域住民のからだメタ認知をデザインする

我々は、気仙沼市内で事業（商業、観光業、造船業など）に携わっている地域住民の方々（哲人）の暗黙的な実践知に着目した。長年、気仙沼で仕事を続けてきた方々は、仕事や気仙沼という土地、そして海に対する個別具体的な実践知、すなわち人生哲学を有すると仮定した。ことば化の支援を通じて、哲人らの実践知を顕在化し、地域内で共有することで、地域住民および他の哲人にも、気仙沼や仕事に対する自身の暗黙的な実践知に意識を向けてもらう。気仙沼市内で生きる人々に対して、気仙沼という土地や自身の仕事に関するからだメタ認知の促進をデザインすることで、被災地の精神的な復興支援の一端を担うことを目指した。

5.1.1. 実践知のことば化支援

地域住民を対象にした実践知のことば化支援は、毎月 2～3 名の頻度で行う。毎回の活動概要を表にまとめる（表 1）。毎回のことば化は、「自身の仕事や気仙沼という土地に対する思い」をテーマに、哲人（哲人）1 名に対して、聞き手 2～3 名（プロジェクトメンバーおよび高校生メンバー）、カメラマン（プロジェクトメンバー）1 名で行う。聞き手は 2 名で担当し、一人の聞き手（メイン）が、哲人の実践知ことば化にむけて積極的に哲人

と会話をする。もう一方の聞き手は、話を俯瞰し、聞き手（メイン）がことばに詰まったり、哲人のことば化をより促すことのできるキーワードを聞き手（メイン）が気付いていない場合に、適宜、会話に参加し、より豊かなことば化を促す。

ことば化の手法はアクティヴ・インタビュー[3][4]の方法論に基づき、インタラクティブな非構造型インタビューを採用した。ことば化支援の所要時間は、哲人に大きな負担をかけず、かつ暗黙的な実践知の顕在化を行うべく、1人あたり約1時間を目安とする。哲人の選定は、既に協力していただいた哲人から、哲学を有すると思う知人を紹介していただく紹介制度を採用し、我々の恣意的な選定を回避するとともに、地域住民の（時に意外な）関係性の可視化を目指した。哲人がことば化した内容は、ICレコーダによる音声記録、およびカメラによる静止画記録を行う。記録をとる際には、哲人への配慮として、必ず哲人の了承を得てから機材の準備を行う。

5.1.2. 書き起こし・ポストカードの作成

哲人のことば化支援活動後、プロジェクトメンバーは音声記録を書き起こし、人生哲学が顕れている発言を中心にポストカード3枚分（約1,400字）に編集する（図1）。作成した記事は必ず哲人の校正を受け、彼らが強く伝えたい部分と我々が実践知だと受け取った部分のバランスが偏らないように努める。記事の校正後、哲人のことば化支援を行った際に撮影した写真から記事の内容と対応する3枚を選定し、ポストカードに編集する（図2）。最終的に1名の哲人の実践知はポストカード3枚に集約される。ことば化と記事の校正を通じて、哲人が暗黙的に抱いていた震災や復興に対する個人固有の思い、仕事や土地に対する人生哲学を顕在化させ、哲人の方々に日々の生活を省みたり、気持ちの整理をしていただく等、からだメタ認知の機会を提供する。

5.1.3. ポストカードの設置

完成したポストカードは、3枚1セットに梱包

し、哲人らの暗黙的な人生哲学を地域住民と共有すべく、哲人の所属する店舗や事業所に設置する。設置の際は、ご本人（仮にB氏とする）のポストカード200部と併せて、哲人B氏を紹介した哲人A氏、及び哲人B氏を紹介した哲人C氏のポストカードも100部ずつ並べてB氏の店舗等に設置させていただく（図3）。

ご本人だけでなく、紹介の前後の哲人を合わせて設置することで、哲人の知人や同僚、地域住民の方々に、同じ土地で生きる気仙沼市民の個別具体的な思い（実践知）を知る機会を提供するとともに、哲人間のつながりを可視化する。ポストカードの設置を通じて地域内での人生哲学を共有することで、哲人以外の住民の方々にも、日々の生活を省みたり、気持ちの整理をしていただくなど、からだメタ認知の機会を提供する。さらにポストカードを紹介して、住民間の新たなコミュニケーションの活性化を目指す。

5.2. 地元高校生の“からだで学ぶ”をデザインする

前節の活動に加えて、2012年9月より気仙沼市内の高校に通う高校生を対象に、毎月の実践知ことば化支援活動に共同参加する形式でワークショップを開催している。これまでに計8回のワークショップを行った。参加者の募集は、気仙沼市内の高校に広報活動を行い、計2名の高校生（いずれも高校2年生女子）がワークショップに継続的に参加している。ワークショップの運営は、認知科学や学習科学の考えに基づき、高校生の役割や活動内容のデザインに留意して行った。気仙沼市内の高校に通う高校生が大学生と共に、プロジェクトの運営や、気仙沼で仕事に従事する人びとの哲学に直に触れる体験の場を設けることで、高校生が被災地復興に対する様々な問題を、自らのからだで実感・理解し、理解したことをからだで実践できる、すなわち“からだで学ぶ”[1]環境のデザインを行う。

5.2.1. 事前ミーティング

ワークショップは、哲人への訪問を予定する日に半日かけて行う。高校生メンバーとプロジェクトメンバーは訪問先（哲人の仕事場）へ向かう2時間前に集合し、約1時間の事前ミーティングを行う（図4）。ミーティングは我々の宿泊施設のロビーや市内の喫茶店などに集合し、以下3項目（哲人の基本的な情報の共有、役割と課題の確認、ことば化の際の留意点の確認）について話し合う。



図4 事前ミーティングの風景

1. 哲人の基本的な情報の共有

訪問先の哲人のプロフィールや職種、ホームページや新聞社などの取材記事（被災地に関連する取材を受けている方は少なくない）等を読み合わせる。これらの資料は事前にプロジェクトメンバーで用意し、ミーティング時に高校生メンバーに資料を配布する。

2. 役割と課題の確認

役割は、聞き手（メイン）／聞き手（サブ）／カメラマンの3つがあり、高校生メンバーには聞き手のどちらかを担ってもらう。分担は我々プロジェクトメンバーで行い、高校生メンバー2名の成長と経験に応じて役割と課題を与えた。例えば、初回のワークショップでは、高校生メンバーは初めて出会った大学生と共に行動し、知らない大人（哲人）のことば化を支援しなくてはならない。彼女らの緊張は計り知れない。そこで、正統的周辺参加[5]として彼女らには聞き手（サブ）の役割を与え、課題として「何でも良いので1つ質問をする」を与えた。役割と課題の意図は、「まず場に慣れてもらう」ことであり、聞き手（サブ）という役割こそ与えたが、プロジェクトメンバーが担う聞き手（メイン）への臨機応変なサポートは決して求めず、哲人の実践知をことば化する場に居続け、哲人の話を聞くことだけを求めた。その後、複数



図5 事後ミーティングの風景

回のことば化を経験する過程で、課題や役割を徐々に難易度の高いものに変更し、彼女達の成長を促した。

3. ことば化支援の際の留意点の確認

前回の活動での反省点や他のメンバーの良い振舞いを思い出し、今回の活動で各自が意識すべき点（実践知をより豊かにことば化するためのキーワードを探しながら話をする、話を聞きつつ3つの質問を用意する等）を共有する。

以上の項目をふまえて実践知のことば化に臨む。

5.2.2. 実践知のことば化支援

哲人のもとを訪ね、哲人の実践知をことば化する場では、事前ミーティングで割り振った役割や課題、そして各自の意識すべき振舞いをふまえ、聞き手（メイン）と聞き手（サブ）は、哲人の暗黙的な人生哲学を顕在化すべく、アクティブ・インタビューの思想に乗っ取り、能動的に質問や意見をする。ワークショップを始めた当初、高校生

メンバーは萎縮し、発言すらおぼつかない状態であったが、入念な事前／事後ミーティングと実践を繰り返すなかで、徐々に発言のタイミングや質問の仕方を修得していった。ワークショップ開始から半年が経過した2013年3月の活動では、聞き手（メイン）を担い、プロジェクト概要の説明を含め、1時間の実践知のことば化支援を主体的にまわし、多くの鋭い質問を投げるまでに成長した。

5.2.3. 事後ミーティング

毎回の活動後には、1時間程度の事後ミーティングを必ず行う。ミーティング内容は大きく分けて3項目である。

1. ことば化の俯瞰

その日に行った、哲人のことば化について、話の流れ全体を思い出し、哲人はどのような言葉を発していたか、人生哲学が顕れていると感じた言葉はあったか、そしてなぜ哲学が顕れていると判断したかについて、ポストイットを用いて発散的に議論を行う（図5）。活動の最中は、我々プロジェクトメンバーですら、つい目の前の対話に夢中になり、ことば化の話の流れを俯瞰し損ねる。しかし哲人の人生哲学をより豊かに顕在化させるために俯瞰は重要である。そこで、事後ミーティングを使って、ことば化の活動全体を俯瞰するフェーズを設けることで、高校生メンバーに哲人のことば化を促す際にも全体を俯瞰する習慣を身につけてもらう。事後ミーティングでは、予めプロジェクトメンバーには高校生メンバーの発言を補完する内容を喋るように意識共有を図る。そうすることで、活動を俯瞰するという高校生メンバーにとっては比較的難しい作業も、プロジェクトメンバーのサポート（足場掛け）によって可能にする。

2. 互いの振舞いへの評価

ことば化の俯瞰に加えて、各聞き手がどのような質問（タイミング、言葉遣い等）をしていたかについても互いに評価を行う。ここでも、高校生メンバーの評価を補完する形でプロジェクトメンバーは発言するように心がけ、高校生メンバーのことば化を促すための振舞いの向上に努める。

3. 次回の目標

今回の活動における自らの振舞いをふまえて、次回の活動で意識すべき点を各自が発表する。

ことば化の俯瞰、及び、互いの振舞いへの評価、次回の目標発表という3つの作業を通じて、高校生メンバーは活動におけるからだメタ認知が促進される。

6. 活動成果

約1年のことば化支援／ポストカード設置、および半年間におよぶ高校生との協同活動から、当初掲げていた実践知を地域内で共有することによる社会的効果や、高校生への教育的効果が得られ始めた。

6.1. ポストカード設置活動の成果

ことば化支援やポストカード設置に対して、ポストカードに対する来店した地域住民や同じ職場で働く仕事仲間の反応に関して、観察や哲人（哲人）へのヒアリングを行った。実際に得られた反響を以下に挙げる。

- 自分の考えを周りの人に伝えることが出来た（カフェ店主）。
- いままで話したことない方（哲人）と、ポストカードをきっかけに初めて会話をした（茶舗店主）。
- 同じ職場で働く同僚や部下の方から、「震災時にこういったことを考えていたとは知

らなかったです」というコメントを受けた（ホテル女将）。

- 来店者や同僚のみならず、哲人同士でも互いの実践知が掲載されたポストカードを通じて互いの仕事に対する思いに共感や尊敬を表すといったコミュニケーションが見られた（ラーメン店店主と学習塾室長 ※震災後の移転で互いに隣の物件に入居）。

以上のことから、ことば化支援並びにポストカードの設置を通じて、哲人自身の暗黙的な実践知が共有され、気仙沼市民の方々が、それぞれの立場から震災復興や自らの仕事に対する考えをより深く内省する機会を提供できたと言える。

また、ポストカードの設置に関しても以下のような観察結果を得た。

- 飲食店や菓子店など、様々な方が立ち寄られる店舗では、1ヶ月以内に、初回設置分の200部（ポストカード3枚で1セット）がすべてはけた。一方で、学習塾や地域コミュニティに根ざした飲食店では、前者に比べて残部が多く見られた。

2ヶ月間で気仙沼を複数回訪れることで、店頭に設置させていただくポストカードが地域住民に対してどのように機能するかについて観察し、実践知の共有方法に関する知見を得た。

6.2. 高校生ワークショップ活動の成果

本活動が主催するワークショップに参加した高校生は、回数を重ねるごとに、活動での振舞いに大きな変化・成長が見られた。以下に初回および半年後の活動に関する感想文（同一人物：高校2年生女子）を掲載する。

初回の感想文

哲人プロジェクトと掲げていたので堅苦しいイメージとは裏腹にお菓子があつたり～中略～色々なお話がきけて腹筋が痛くなるくらい楽しかったです。取材も独特ある緊張感でAちゃん（もう一人

の高校生メンバー）のように考えてこなかったのが質問を絞るのが大変でした。しかしそれより足の痺れが半端じゃなくて落ち着けませんでした。

第6回（初回から半年後）の感想文

今回は、初のメインとしてやらせてもらいましたがやっぱり、話の切り替えどころが難しかったです。何度も脳内が真っ白になってちゃんと『哲学』が聞けたか心配しているところですが。その度にサポートしてくれてありがとうございました。いつも時間は短く感じるものでしたが、今回ばかりはものすごく長かったです。

初回時には緊張して、用意してきた質問を1つ尋ねることで精一杯であったが、感想文からも分かるように、ワークショップを継続する過程で、ことば化支援への臨み方、話の聞き方、質問の仕方（話を広げるような質問、相手の核心（哲学）を突くような質問）について意識を巡らせ、実際のことば化支援の場で模索し、高校生メンバーは、哲人に実践知を語らせるスキルを身につけた。

我々は、ワークショップ開催当初から、高校生のことば化支援のスキル育成を念頭に活動を行って来たが、現在では、彼女達は、私たちでは出来ない質問、聞き手自身も哲人と同じ気仙沼市民、震災を体験した立場であるからこそできる質問とは何かをきちんと見定め、実際に哲人に問いかけるまでに成長した。この成長こそが、我々が目指す「内からの復興」の第一歩だと言える。半年の活動を通じて、高校生は、ワークショップを通じて被災地復興に対する問題意識を具現化し、その考えを言葉に表すことができた。彼女達の著しい成長を肌で感じながら、我々は、今後もこのワークショップを続ける必要性和責任を感じた。地元の高校生が、気仙沼市の復興に取り組む地元の大人達の思想や活動に触れる機会を定期的、継続的に設けることで、次世代の気仙沼を担う中高生が、より具体的に問題意識を掘り起こし、議論をし、彼女らの将来の糧になるよう我々はサポートをしていきたい。

7. 創造活動としての復興活動

認知科学では、創造性や創造活動に関する研究が古くから行われてきた。特に、制約緩和パラダイムは広く用いられている（例えば Finke, Ward&Smith[6]や、開, 鈴木[7]など）。一般的に、創造活動とは、創作者が自らのメッセージを作品として表現する活動を指す。一方で芸術作品の鑑賞活動は、鑑賞者が創作者のメッセージを受信し、解読する、といった、発信-受信的な一方向のプロセスとして捉えられることが多かった[8]。だが、田中, 松本ら[9]は、芸術作品の創作のみならず、芸術作品の鑑賞という行為自体が、鑑賞する者が作品に対して新たな意味や経験を自ら発見していく創造的な活動であるとし、創作過程同様、鑑賞過程における創造的な過程も制約緩和パラダイムから捉えることが出来ると提唱する。

震災からの復興も、被災したまちの復興像を思い描き、そこに向かって様々な活動をするのであれば、それはある種の創造活動といえるのではないだろうか。特に、ローカルな単位で具体的な復興像を描き、活動する過程は、その地域で暮らす住民らを主体とした協働的創造活動といえる。

復興活動を広義的な創造活動と捉えた場合、我々の活動、特にポストカードというメディアは、他者の人生哲学を知ることによって本人の制約を緩和させる効果があったと考えられる。また、そもそもからだメタ認知という手法自体が、日々の生活のなかでややもすると制約として凝り固まってしまう考え方を緩和し、語りを引き出すことに貢献している。既往研究の制約緩和理論自体は制約を緩和する方法を与えるものではなかったが、からだメタ認知という認知科学的手法は、その方法論を提供している。日々の生活を通じて醸成された実践知は、土地やコミュニティに対する、ある一つの暗黙的な解釈の仕方であり、それは同時に土地に対する認知的制約と言える。震災からの復興に向け、自他の暗黙的な解釈を知り、共有することはこれまでの認知的制約からの緩和であり、住民一人一人がローカルな復興像を描くうえで、新たな意味や経験を自ら発見していく創造的な活動と

なりうる。

如何に認知科学的知見が実社会に役立つかという問いに対して、その問いに答えることのできる実践研究はいまだ多くない。今後、より多くの実践研究やそれに関する議論が興ることを願う。

謝辞

本活動に協力して下さった気仙沼市の皆様に心より感謝いたします。

参考文献

- [1] 諏訪正樹, (2012) “からだで学ぶ”ことの意味 —学び・教育における身体性—, SFC Journal“学びのための環境デザイン”特集号, Vol.12, No.2, pp.9-18.
 - [2] 今和次郎, (1989) 日本の民家, 岩波文庫.
 - [3] Jaber F.G., James A. H. (2003) “Postmodern Interviewing”, Thousand Oaks, California: Sage.
 - [4] 藤田結子, 北村文, (2013) 現代エスノグラフィー, 新曜社.
 - [5] Jean Lave, Etienne Wenger, (1991) Situated learning: legitimate peripheral participation, Cambridge University Press. (佐伯胖 (訳), 状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加, 産業図書.)
 - [6] Finke, R.A., Ward, T.B. & Smith, S.M. (1992) “Creative Cognition”, MIT Press. (小橋康章 (訳) 創造的認知, 森北出版.)
 - [7] 開一夫, 鈴木宏昭, (1998) “表象変化の動的緩和理論”, 認知科学, Vol.5, No.2, pp.69-79.
 - [8] 近藤譲, (2004) 「音楽」という謎1, 春秋社.
 - [9] 田中吉史, 松本彩季 (2013). “絵画鑑賞における認知的制約とその緩和”, 認知科学, Vol.20, No.1, pp.130-151
- 復興庁ホームページ：
<http://www.reconstruction.go.jp/>
 気仙沼市ホームページ
<http://www.city.kesenuma.lg.jp/www/toppage/000000000000/APM03000.html>

自己運動観察時のミラーシステムの活動計測

Activity measurement of the mirror system at the time of the self-action observation

長谷川 博一[†], 嶋田 総太郎[‡]
Hirokazu Hasegawa, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院 [‡] 明治大学
Meiji University
ce21062@meiji.ac.jp

Abstract

Mirror neuron system (MNS), which is active when one observes another's action as well as when one performs the action, exists in the human brain. We measured the MNS activity during the participants' actions with observing their own actions through a camera monitoring system. The MNS activity was significantly lower than that during their actions without observing the actions by themselves. This decrease in MNS activity was suppressed when the monitored images of their own actions were presented with 500-ms delay. These results suggest that the activation in the MNS is suppressed by visual feedback images of self-movements.

Keywords — mirror neuron system(ミラーニューロンシステム)

1. はじめに

人の脳において、他者の運動を観察しているときにミラーシステムと呼ばれる大脳皮質運動野を中心とした領域が活動することが知られている[1]。ミラーシステムは、自分が運動するときに活動するとともに、他者がそれと同じ運動をしているのを見ているときにも活動するという性質がある。模倣、共感、間主観性などヒトの持つ、社会的インタラクションの能力はこのミラーシステムを基盤として成立していると考えられる。

先行研究より、ミラーシステムは自分の運動レパートリーに含まれる運動を観察しているときのほうが、より活発に活動することが報告されている[2]。しかしながら、他者の運動よりも自己の運動を観察するときのほうが、MNSがより活性化するかどうかについては、まだ詳細な検討がなされていない。そこで本研究では、自己と他者の指タッピング運動を観察しているときのMNSの活

動の様子を、近赤外分光装置(NIRS)を用いて計測する。これによってMNSが自己と他者の運動に対して異なる活性化を示すかどうかを検討する。

2. 実験方法

2.1 被験者および実験装置

健康な男性被験者(年齢20±2歳)12人が実験に参加した。実験は先行研究[3]と同様の、自分の手と他者の手を同じような視点で提示できる装置を用いて行った。被験者には自分の右手を直接見えないように鏡の裏側に置いてもらい、この反射像を、CCDカメラ(HDR-HC7 SONY)を用いて撮影した。このモニター出力を鏡の反対面に投影させることにより、被験者は自分の右手の位置で、右手を観察することができる。モニター出力を切り替えることで、PCで編集した他者の右手の動画および自己の遅延映像を観察できるようになっている。このとき映像を遅延させる装置(EDS 3305)を用いてビデオカメラからの映像に遅延(500ms)を与えた。

2.2 実験課題

実験条件として、他者運動(ビデオ)観察条件、運動実行実験、他者運動模倣条件、自己運動観察条件、遅延自己運動観察条件の5つを用意した。運動はすべて右手の指タッピングとした。実験試行前に、被験者にはビデオカメラの映像を見ながら腕の位置を調整してもらい、画面を覗き込んだ際に自分の腕と同じ位置に映像が映るようにして

もらった。各試行は全て前レスト 5 秒、タスク 8 秒、後レスト 12 秒とし、計 6 試行を課した。被験者にはレストのタイミングでは掌を開いた状態で動かないように指示をした。他者運動観察条件と運動条件でともに活動するチャンネルを MNS として同定し、これらのチャンネルが各条件においてどのように活動するかを検討する。条件の詳細内容は以下のとおりである。

(1)他者運動観察条件

事前に撮影した他者の指タッピング映像を被験者に見てもらった。運動を観察している最中に腕を動かさないよう、掌を開いた状態を維持してもらった。

(2)運動実行条件

被験者にはタスク中に他者運動観察条件で見ってもらった運動をしてもらった。モニターにはタスクのタイミングに移ったことを知らせる色つきの十字を表示し、被験者に自身の運動は観察できないようにした。なお条件のなかで、被験者が手を動かすものにおいては、タスクの時間 (8s) を過ぎた時点で運動を中止してもらい、掌を開いた状態で停止してもらうように指示した。

(3)他者運動模倣条件

他者運動観察条件に用いたのと同じ動画を見もらい、その動きを模倣してもらった。その際、被験者には運動を予測するのではなく、動画が動いてから模倣してもらうよう教示を行った。

(4)自己運動観察条件

被験者自身の手を、ビデオカメラを介して見ながら運動してもらった。鏡には自分の手の位置に映像が映るよう調整してあるため、被験者は自分の手を直接見ているのと同じ感覚になる。実験後に違和感がなかったかという質問に対し、全員が無いと答えている。

(5)遅延自己運動観察条件

被験者自身の手を、ビデオカメラを介して見ながら運動してもらった。このときビデオカメラとモニターの間に映像遅延装置を挟み、500ms の遅延を挿入した。実験後、被験者に違和感を覚えたか質問した結果、全員が違和感を覚えたと答えた。

これらの実験のうち、他者運動模倣条件、自己運動観察条件、遅延自己運動観察条件の 3 つは、他者運動観察条件、運動実行条件後にランダムな順番で行ってもらった。

実験中の被験者の脳活動は近赤外分光法 (OMM-3000, 島津製作所) (NIRS) を用いて計測した。実験中は左右半球の運動野 (10/20 システムの C3 および C4 を中心とする $9 \times 9 \text{ cm}^2$ の横長領域) を計測した。NIRS は脳血液中のヘモグロビン変化量を非侵襲に測定する装置で、酸化ヘモグロビン (oxy-Hb), 脱酸化ヘモグロビン (deoxy-Hb) および総ヘモグロビン (total-Hb) の変化量を計測することができる。この中で oxy-Hb が脳活動を最も反映していると考えられており (Hoshi et al., 2001), 本研究でも oxy-Hb を主な観測データとして扱う。

またその後、起動焦点を局所化するために、3D デジタイザ (FASTRAK, ポヒマス, VT, USA) を用いて、国際 10-20 法の標準的な位置 (Fz, Cz, C3, C4, Pz と参照点) と NIRS のプローブの位置を測った。

計測された位置データは確率空間記録法で出した [4]。このデータより各被験者の各チャンネルの位置を映像として出力し、さらに MNI 座標を出力した。各被験者の MNI 座標を平均し各チャンネルの脳座標を計測した。

3. 実験結果

GLM 解析を用いて各条件における NIRS データの活性度を t 値として算出し、1 要因分散分析を行った。その結果、左脳の運動前野を中心とした領域で条件による主効果が見られた (表 1)。こ

表 1. 各チャンネルの脳部位

ch2	運動前野 BA6	-33, 6, 65
ch5	運動前野 BA6	-42, 12, 57,
ch9	運動前野 BA6	-50, -6, 55
ch11	前頭前野背外側部 BA9	-55, 23, 27
ch12	運動前野 BA6	-58, -1, 43
ch15	運動前野 BA6	-63, 5, 27
ch19	中心後回 BA3	-67, -10, 23

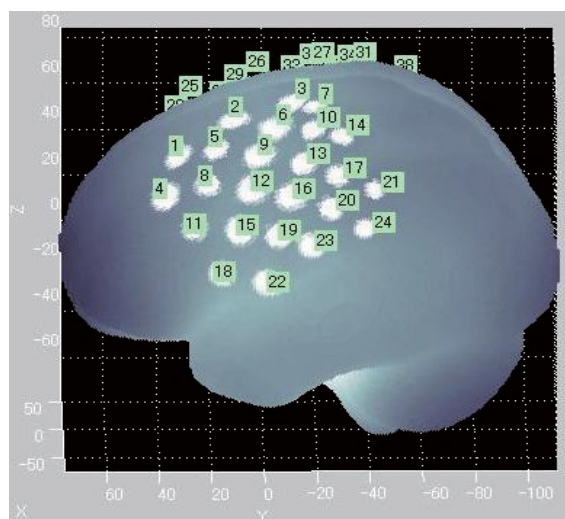


図. 2 左脳におけるチャンネルの配置

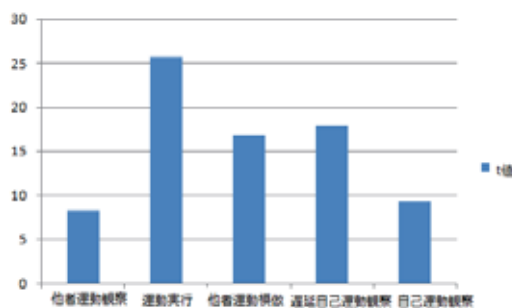


図. 3 ch12のt値

の表の右列の数字は、各チャンネルの MNI 座標である。脳座標計測によるとこれらのチャンネルは全て運動前野付近に存在することが分かった。ある被験者のチャンネルの配置を図2にあらわす。

下位検定の結果、ch12において他者運動観察条件と運動実行条件間、自己運動観察条件と運動実行条件間で有意差がみられた ($p < 0.05$)。自己運動観察条件と遅延自己運動観察条件間において t 検定を行ったところ有意差が見られた ($t = 2.2, p < 0.05$)。しかし遅延自己運動観察条件と他者運動模倣条件間には有意差は見られなかった。そのほかの6つのチャンネルにおいても ch12 とほぼ同様の結果だった。ch12のt値を図3に示す。

4. 考察

今回報告した領野は運動実行条件と他者運動観察条件の両条件で優位な活動が見られたためこれらの領域は MNS に相当すると考えられる。

ch12でのt値では運動実行条件が最も高い数値を示している。下位検定の結果を照らし合わせると、視覚情報なしで運動したときに比べ、自分の手の映像を見ながら運動したときには MNS の活動が弱まっている。他者運動模倣条件や遅延自己運動観察条件と比べても t 値は下がっている。すなわち運動野での活動は視覚情報なしで運動していたときに最も活発化し、視覚情報があると活動は下がった。

遅延自己運動の t 値は自己運動観察条件よりも高い。これは 500ms の遅延を自身のビデオカメラの映像に加えたこの遅延が、被験者の自己認識を下げるため[3]自身の腕の運動という感覚が被験者に少ないために出た差だと思われる。つまりこの遅延自己運動観察条件での視覚情報は、被験者の脳で他人の動きと認識されたのではないかと考えられる。自己運動観察条件と遅延自己運動観察条件間では t 検定において有意差が見られたことから、視覚フィードバックにおける自己認識への影響が MNS の活動に影響を与えると推察できる。

運動実行条件では自身の動きがまったく見えておらず動かすタイミングを十字で示されているという条件ながら、全条件の中で最も運動野が活性化している。これは自身の運動の遠心性コピーが反映されていると考えられる。分散分析では運動条件と自己運動観察条件間に有意差が見られるが、これは遠心性コピーが運動野に与える影響が、自己運動観察条件に対して有意に働いたと考えられる。

Farrer らは自己運動に対する視覚フィードバックの空間的ずれを大きくすると右下頭頂葉の活動が大きくなる[5]ことを示した。この結果は視覚フィードバックの有無や違和感によって被験者の運動主体感が下がった場合、右下頭頂葉がより活発化することを示唆している。今回の実験結果は左運動前野においても Ferrer らの実験結果と同

じ現象が起きているとことが示唆される。

5. まとめ

本実験において他者運動観察時と自己運動観察時の差については有意差が見られなかったものの、視覚フィードバックが MNS に及ぼす影響が見られた。特に視覚情報無しでの運動と、他者運動観察時、自己運動観察時に有意差が見られた。なぜ視覚フィードバックが他の条件に対して MNS の活動を下げることなのか、ということを探明していくことが課題に挙げられる。

参考文献

- [1]Rizzolatti G., Craighero L., *The mirror-neuron system*, Annual Review of Neuroscience. 2004;27:169-92
- [2]Calvo-Merino,B.,Glaser,D.E.,Grezes,J.,Passingham,R.E.,&Haggard,P.(2005).Action observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. Cerebral Cortex,15,1243-1249
- [3] 光真坊悟・嶋田総太郎 (2011). 自己認識における身体映像の回転と遅延の与える影響,『認知科学』,18, 41-49.
- [4] A. K. Singh, M. Okamoto, H. Dan, V. Jurcak, and I. Dan, "Spatial registration of multichannel multi-subject fNIRS data onto MNI space without MRI," NeuroImage, vol.27, pp.842-851, 2005.
- [5]Farrer, C., Franck, N. et al. (2003). Modulating the experience of agency: a positron emission tomography study. Neuroimage,18,324-333

ミュラー・リヤー錯視の時間的条件と眼球運動について

—知覚と運動の相互作用から錯視を考える—

Temporal condition and eye movement in recognition of Muller-Lyer illusion

小堀 聡[†], 小野 泰[‡]

Satoshi Kobori, Yasushi Ono

[†]龍谷大学工学部電子情報学科, [‡]龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻

[†]Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University,

[‡]Division of Electronics and Informatics, Ryukoku University

[†]kobori@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract

We have measured magnitudes of illusion and eye tracking data in 3 angle conditions and 7 exposure time conditions for Muller-Lyer illusion, and investigated the relation between temporal condition and eye movement. The results suggest that the differences of illusion magnitudes would be interactively related to the characteristics of eye movement.

Keywords — visual illusion, magnitude of illusion, temporal condition, eye movement

1. はじめに

われわれの見る物の形や大きさは、外界の実際の物の形や大きさと必ずしも一致しないことがあり、そうした現象のことを錯視と呼ぶ。錯視には様々な種類があるが、本研究では幾何学的錯視を取り扱う。幾何学的錯視というのは、平面図形における大きさ、長さ、方向、角度、曲率、形などの幾何学的性質が、刺激の客観的關係より組織的にかつ相当量異なって知覚される現象である[1]。

しかしながら、錯視は何ら特別な現象でも異常な現象でもなく、知覚の歪みは通常の視知覚において一般的に生じていることであり、錯視図形でそのような歪みが特に顕著に現れるにすぎない[2]。ただ、錯視においては比較的簡単な刺激布置の割に顕著な歪みが生じることから、2次元知覚の機制を解く手がかりとしての役割が期待されているのである[1]。

錯視についての研究においては、錯視図形の幾何学的条件や提示条件によって錯視量がどのように変化するかが調べられるとともに、錯視の生じる理由が検討され、いくつもの学説が提案された。

現在、錯視が起こる原因については非常に多くの理論が示されている。しかし、いまだにすべての錯視現象を説明できる統一的な説明理論はなく、これが錯視の複雑さの現れともいえる。

ミュラー・リヤー錯視は、多くの錯視の中でも極めて有名であり、研究例も多く、この錯視が起こる要因として、注視点索引説、眼球運動説、遠近法説など数多くの学説が提出されている[3]。

幾何学的錯視図形の認識に影響を与える要因は様々あると考えられるが、時間的要因についての研究[4]は、空間的要因に関するものと比べて圧倒的に少なく、特に相対的に短い提示時間(10数秒以下)については研究例が少ない。そうした範囲ではあるが、ミュラー・リヤー錯視などにおいては提示時間の変化によって錯視量の差異が認められないという報告例がいくつかある[5]。

しかしながら、われわれの予備的な研究では、ミュラー・リヤー図形やエビングハウス図形において、提示時間が短くなると錯視量が大きくなるという結果を得ており、この現象についてさらに検討していく必要があるといえる。

本研究では、そのような提示時間と錯視量の関係を改めて検討することを目的とするとともに、眼球運動が錯視図形の認識に影響を与えると考え、知覚と運動の相互作用という観点から錯視現象を考察するというを試みる。

本報告では、錯視図形の認識実験をコンピュータ画面上で行えるように作成した実験システムを用い、錯視図形について予備知識のない者を対象とした実験を行い、実験データを解析する。

具体的には、ミューラー・リヤー図形を対象として、図形の提示時間と矢羽の角度を変化させた場合の実験を行い、錯視量への影響を検討するとともに、試行において眼球運動を測定することにより、眼球運動と錯視がどのように関係しているかについて検討する。

2. 実験方法

2.1 実験システム

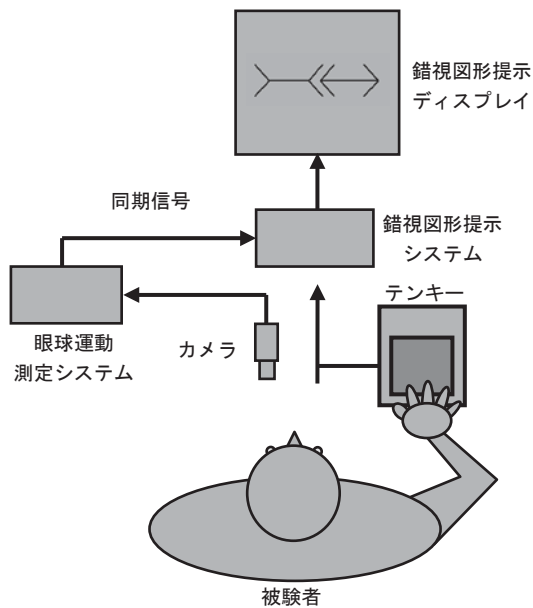


図1 実験システムの構成

実験システムは、図1に示したように錯視図形提示システムと眼球運動測定システムから構成されている。錯視図形提示システムから送信される信号により、眼球運動測定システムでの測定との同期が取られる。

2.1.1 錯視図形提示システム

錯視図形提示システムは、市販のパーソナル・コンピュータと周辺機器を中心に以下のもので構成されている。

コンピュータ：Optiplex 980 (デル), Core i5-670 3.46GHz, 4GB, 300GB, Windows XP Professional

ディスプレイ：15型 TFT 液晶ディスプレイ LCV-15MAT (エプソン), 1024×768 画素

デジタル入出力ボード：PIO-16/16T (PCI) (コンテック)

テンキーパッド：NT-9USV (サンワサプライ)

2.1.2 眼球運動測定システム

眼球運動測定システムは、ナックイメーজテクノロジーの眼球運動測定装置 EMR-8BNL を中心に以下のもので構成されている。特に記載のないものは同社の製品である。

コンピュータ：Dimension 8400 (デル), Pentium4 2.8GHz, 1GB, 160GB, Windows XP Home

ディスプレイ：15型 TFT 液晶ディスプレイ 1503FP (デル), 1024×768 画素

データプロセスボード

画像入力表示ボード：MSGII05HR (日立超 LSI システムズ)

コントローラ

LED 電源ボックス

ビデオモニタ：LL-M17W1 (シャープ)

DVD レコーダー：SR-DVM700T (ビクター)

信号変換ボックス

眼球撮影カメラ

あご台

眼球データ解析ソフトウェア

キャリブレーションソフトウェア

これらのうち、眼球データ解析ソフトウェアには、眼球データを実時間でコンピュータに取り込む機能が含まれており、視線データとして錯視図形提示用ディスプレイの座標値 (x 軸方向および y 軸方向, 単位は画素数) がサンプリング周波数 60Hz で得られる。視距離は 66cm である。

2.2 実験課題

実験では、以下のように課題や条件によって異なる図形を用いる。

対照課題

H型図形：主線と斜線の角度 90°

30° 条件

内向図形：主線と斜線の角度 30°

外向図形：主線と斜線の角度 150°

45° 条件

内向図形：主線と斜線の角度 45°

外向図形：主線と斜線の角度 135°

60° 条件

内向図形：主線と斜線の角度 60°

外向図形：主線と斜線の角度 120°

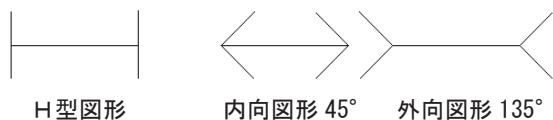


図2 実験に用いる図形

判定実験における被験者の課題は、左右に表示される標準刺激と比較刺激の図形を見比べて、主線の長さの長短を答えることである。錯視課題においては3段階の角度条件(30°, 45°, 60°)で実験を行う。

(a) 対照課題

目印の提示：画面の中心点に一辺 20 画素の十字を 1 sec 表示，その後 200msec は無表示

SOA：200msec

図形の提示時間：500msec

標準刺激：H型図形（主線の長さ 100 画素，斜線の長さ 35 画素）

比較刺激：H型図形（主線の長さ 88~112 画素，斜線の長さ 35 画素）

刺激間の間隔：20 画素

マスキング時間：200msec

マスキングパターン：横 300×縦 99 画素の範囲に 3×3 画素の白または黒のドットをランダムに表示

(b) 錯視課題

図形の提示時間：50m, 100m, 200m, 500m, 1, 2, 5 sec の 7 段階

標準刺激：内向図形（主線の長さ 100 画素，斜線の長さ 35 画素）

比較刺激：外向図形（主線の長さは可変，斜線の長さ 35 画素）

主線の長さの変化の範囲は、以下のように角度

条件によって異なる。

30° 条件：45~77 画素

45° 条件：51~83 画素

60° 条件：57~89 画素

目印の提示，マスキングについては対照課題と同じである。

比較刺激の表示位置（左または右）と主線の長さ（対照課題では 3 画素刻み，錯視課題では 4 画素刻み）はランダムに設定される。各図形に対する長短の判定と判定時間，および視線データが記録される。

2.3 被験者

18 歳から 22 歳までの健常な大学生 42 名（男性 32 名，女性 10 名）を被験者とした。すべての被験者について，錯視図形について予備知識のないこと，また，裸眼もしくは眼鏡・コンタクトレンズの使用により，本実験を行うのに十分な視力（両眼で 0.7 以上）を有していること確認した。

2.4 実験条件

42 名の被験者を 14 名ずつの 3 つの角度条件群に分ける。また，7 段階の図形の提示時間の順序を被験者によって変えることで順序効果を相殺する。

2.5 実験手順

実験に先立ち，被験者には，文書により実験の概要と手順を理解させたうえで，実験への参加の同意書と視力や利き手などに関する調査票に記入させる。

測定に入る前に，まず，実験課題を確認し，実験機器などに慣れさせるため，どちらの実験においても，練習試行を行い，次に，眼球運動測定装置の個人別較正を行う。以上の準備ができれば，実験条件に従って実験を行う。

錯視課題の前に対照課題を実施する。

3. 解析方法

3.1 主観的等価点の算出

被験者の各図形に対する長短の判定を-1, 0, 1のいずれかとする評価値とし、その評価値について以下の式に示した距離の重み付き総和の絶対値を算出し、比較図形の主線の長さの関数として表す。

$$s(n) = \left| \sum_{m=-k}^k x(n-m) |m| \right|$$

そして、この関数の最小値を与える長さを錯視の主観的等価点（以下、等価点）とする。

具体的には、以下のような手順で等価点を算出する。

- (1) 図形ごとの評価値を計算する（標準図形より比較図形が短いという判断は-1, 長いという判断は1, 同じという判断は0とする）。
- (2) 比較図形の長さごとに評価値の和を算出する。
- (3) 比較図形の長さを1画素刻みにして、その間の評価値をうめるために線形補間を施す。
- (4) 評価値について、前後の一定個数（ここではk=3とする）のデータに距離の絶対値を重みとしてかけた総和を算出し、さらにその絶対値を求める。
- (5) この評価値の総和の関数の最小値を求める。
- (6) 最小値に対応する図形の長さを錯視の等価点とする。最小値を与える長さが複数ある場合はそれらの平均値を等価点とする。

3.2 錯視量の算出

等価点をもとに絶対錯視量および錯視率を以下のように定義し、算出する。

$$\text{絶対錯視量} = | \text{等価点} - \text{標準図形の長さ} |$$

（単位は画素数）

$$\text{錯視率} = (\text{絶対錯視量} / \text{標準図形の長さ}) \times 100$$

（単位は%）

角度条件別に、各提示時間についての被験者ごとの錯視量を算出するとともに、すべての被験者の評価値を合計することによっても錯視量を求め

る。そして、提示時間と錯視量についての関係をグラフで表す。

3.3 分散分析

被験者ごとに算出した絶対錯視量について、角度条件別に、試行順序（1～7）を被験者内の要因とした1元配置の分散分析を行う。また、角度（30°, 45°, 60°）を被験者間要因、提示時間（50m, 100m, 200m, 500m, 1, 2, 5 sec）を被験者内要因とした3×7の分散分析を行う。

3.4 視線データの解析

先行研究により、提示時間が500msec以上において眼球運動（サッケード）が観測されることが明らかになっているので、解析対象は提示時間が500msec, 1 sec, 2 sec, 5 secの4条件とした。

まず、実験で得られた視線データに対する停留点[6]を以下の手順により算出する。

- (1) 実験で得られた視線データ（生データ）をテキストデータに変換する。
- (2) (1)で得られたデータをもとに、解析に必要なデータを抽出する。
- (3) (2)で得られたデータをもとに、異常なデータが含まれる区間を取り除き、線形補間により補正する。
- (4) (3)で得られたデータをもとに、停留範囲の直径（画素）、停留時間（msec）の条件から停留点を算出する。

次に、算出した停留点について、ある停留点から次の停留点への移動をサッケードとし、1回での試行での回数を計数し、1 secあたりの回数に換算して正規化し、これをサッケード頻度とする。また、ある停留点から次の停留点への移動の距離を停留点間距離とする。

4. 結果

4.1 錯視率

被験者ごとの錯視率を角度条件別に平均した値は、角度30°, 45°, 60°の順に、提示時間が50msecでは、45.7%, 39.0%, 29.9%, 5 secで

は 34.0%, 28.2%, 23.6% であった。提示時間による錯視率の変化は図 3 に示した通りである。

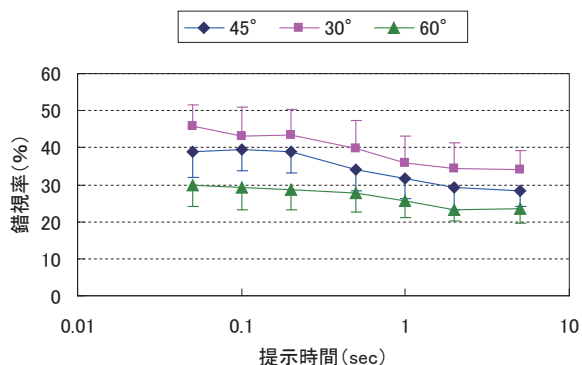


図 3 提示時間と錯視率の関係

角度条件別に分散分析を行った結果、試行順序についての主効果はなく、順序効果は認められない (30° : $F(6, 78) = 0.602$, $p = 0.728$, 45° : $F(6, 78) = 0.372$, $p = 0.894$, 60° : $F(6, 78) = 0.360$, $p = 0.902$).

一方、角度と提示時間を要因とした 3×7 の分散分析を行った結果、角度と提示時間のそれぞれについての有意な主効果が認められた (角度 : $F(2, 39) = 27.125$, $p < 0.001$, 提示時間 : $F(6, 234) = 39.183$, $p < 0.001$) が、角度と提示時間の交互作用も見られた ($F(12, 234) = 2.035$, $p < 0.05$).

そこで、角度条件別に分散分析を行ったところ、どの角度においても提示時間についての有意な主効果が認められた (30° : $F(6, 78) = 14.591$, $p < 0.001$, 45° : $F(6, 78) = 16.054$, $p < 0.001$, 60° : $F(6, 78) = 10.405$, $p < 0.001$).

また、2つの角度条件の組み合わせにおいて、角度と提示時間を要因とした分散分析を行った。その結果、まず、 30° と 45° の2つの条件においては、角度と提示時間についての主効果については主効果があり、角度と提示時間の交互作用が見られなかった (角度 : $F(1, 26) = 6.707$, $p < 0.05$, 提示時間 : $F(6, 156) = 29.362$, $p < 0.001$, 角度 \times 提示時間 : $F(6, 156) = 1.366$, $p = 0.232$)。次に、 45° と 60° の2つの条件においては、角度と提示時間についてのそれぞれの主効果と角度と提

示時間の交互作用が見られた (角度 : $F(1, 26) = 27.903$, $p < 0.001$, 提示時間 : $F(6, 156) = 25.839$, $p < 0.001$, 角度 \times 提示時間 : $F(6, 156) = 2.783$, $p < 0.05$)。さらに、 30° と 60° の2つの条件においては角度と提示時間についてのそれぞれの主効果と角度と提示時間の交互作用が見られた (角度 : $F(1, 26) = 46.507$, $p < 0.001$, 提示時間 : $F(6, 156) = 24.217$, $p < 0.001$, 角度 \times 提示時間 : $F(6, 156) = 2.173$, $p < 0.05$)。

4.2 眼球運動の特性

500msec の眼球運動を見ると、全 18 回の試行すべてではないが、42 名すべてにサッケードの発生が見られた。ただし、発生の頻度には個人差があり、18 回中 2~3 回の者もいればそれ以上の者もいた。1 sec においては 42 名のほぼすべての試行においてサッケードの発生が確認でき、2 sec, 5 sec においては常にサッケードが発生していた。

そこで、錯視量とサッケード頻度の関係を調べるため、散布図を描いたところ、角度や提示時間の条件に関係なく、負の相関が見られたので、解析対象とした全データに対して、回帰分析により線形近似を行い、相関係数も求めた (図 4)。その結果、弱い負の相関 ($r = -0.311$) があること、すなわち、サッケード頻度が高くなると錯視量が減少することが分かった。

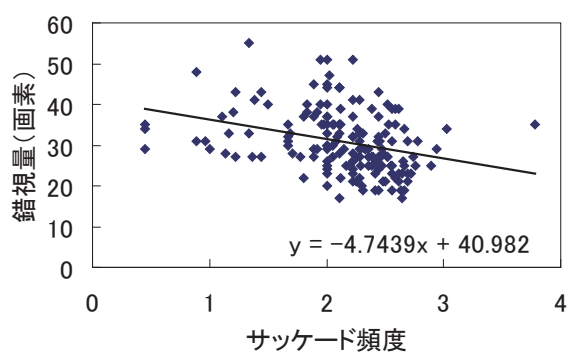


図 4 サッケード頻度と錯視量の関係

同様に、錯視量と標準図形に対する停留点間距離の関係を調べるため、散布図を描いたところ、

角度や提示時間の条件に関係なく、負の相関が見られたので、解析対象とした全データに対して、回帰分析により線形近似を行い、相関係数も求めた(図5)。その結果、弱い負の相関($r = -0.381$)があること、すなわち、停留点間距離が長くなると錯視量が減少することが分かった。

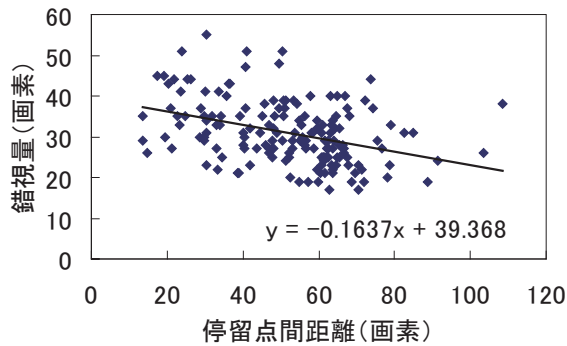


図5 停留点間距離と錯視量の関係

5. 考察

5.1 提示時間と角度の影響

実験の結果からは、どの角度においても、提示時間が短くなれば有意に錯視量が大きくなることが示された。一方、角度条件による錯視量の違いとしては、角度についての主効果が認められ、有意な差異が示された。

しかしながら、 30° と 45° には角度と提示時間の交互作用がないのに対して、 30° と 60° 、および 45° と 60° では、それぞれ交互作用が見られるが、これは 30° と 45° の提示時間に対する特性は相似しているが、 60° については異なる特性を有していることを示している。

つまり、 30° と 45° では、提示時間が短くなると錯視量が大きくなる傾向が 5 sec から 200msec まで見られ、そのあとは増加しなくなるが、それより角度の大きい 60° の場合は、500msec 以降においてほぼ平坦になる。すなわち、提示時間が短くなると錯視量が大きくなるが、提示時間に対する特性は角度によって異なることが示された。

5.2 錯視量と眼球運動との関係

錯視量とサッケード頻度との関係には、弱い負の相関があること、すなわち、サッケード頻度が高くなると錯視量が減少することが分かった。このことは、眼球運動を頻繁に行うことで、図形の物理的な情報をより正確に獲得し、より実際の物理量に近い認識に修正されるということを意味していると推察される。

一方、錯視量と停留点間距離の関係には、弱い負の相関があること、すなわち、停留点間距離が長くなると錯視量が減少することが分かった。このことは、錯視という現象において、図形を実際に認識した量に応じて視線を動かしていることを意味していると推察される。

以上のことから、錯視と眼球運動は相互に関係していることが示唆される。

6. まとめ

本研究では、錯視図形提示の時間的条件の影響を検討する実験を行い、提示時間が短くなれば有意に錯視量が大きくなることを明らかにしたが、そうした錯視量の違いは眼球運動の特性と相互作用的に関連している可能性が示された。

特に、十分な提示時間(500msec以上)が与えられた場合は、サッケードとの関係が示唆されたが、もしサッケードにより錯視量が減少するのであれば、視線を固定させた条件では錯視量が大きくなるはずであり、今後はその点を検証する実験を行いたいと考えている。

さらに、エビングハウス錯視などの他の錯視図形に対してもこうした関連性が認められるかを確認していきたい。

参考文献

- [1] 田中 平八：幾何学的錯視と残効，大山 正，今井 省吾，和気 典二（編）：新編 感覚・知覚心理学ハンドブック，誠信書房，681-736 (1994).
- [2] 大山 正：視覚心理学への招待，サイエンス社，117-146 (2000).

- [3] 後藤 倬男, 田中 平八 : 錯視の科学ハンドブック, 東京大学出版会, 14-135 (2005).
- [4] Oyama, T. and Moriyama, K.: Temporal Development of Optical Illusions, McGaugh, J. L. (Ed): Contemporary Psychology: Biological Processes and Theoretical Issues, 385-393 (1985).
- [5] 後藤 倬男, 田中 平八 : 錯視の科学ハンドブック, 東京大学出版会, 195-219 (2005).
- [6] 淀川 英司, 東倉 洋一, 中根 一成 : 視聴覚の認知科学, 電子情報通信学会, 45-50 (1998).

解を導くアイデア産出のための場のデザイン

Situation Design to Idea Production for Problem Solving

石川 悟
Satoru Ishikawa

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
ishi_s@hokusei.ac.jp

Abstract

It is important to produce novel ideas for problem solving. There are many effective and learnable skills for idea production, however, we don't have enough chance to learn these. In this study, we would design a situation to learn these skills and evaluate the situation in usefulness for problem solving. In the learning situation, we introduced three important points for idea production to the learner; 1) paying attention to the difficulties for idea production, 2) acquiring experiences of successful idea production, 3) presenting models for idea production. Three subjects participated the experiment, and they product many ideas than before. This result suggested that presentation of models was useful for increasing produced idea, but the other points was not enough to reduce functional fixedness and expanding others ideas.

Keywords — Idea Production, Situation Design, Problem Solving

1. はじめに

高橋 [1] は問題解決過程を、問題設定、問題把握、課題設定、課題解決、総合評価、解決行動としたが、このうち課題解決過程では、新奇なアイデアの産出の有無が特に重要となろう。協同問題解決場面では、自身だけではなく他者の意見を得ることにより新奇なアイデアが産出されることが知られている [2][3][4]。また、アイデア産出のために必要なスキルを示す文献も多く出版されている。一方で、他者と問題解決に取り組んだからといって必ずしも解が導かれるわけではなく、問題解決に必要なスキルも即座に身につくわけではない。したがって、問題解決に取り組みより良いアイデアを導出使用とする参加者は、良い解を導くスキルを身につける必要がある、そのためにはスキルを身につけるための場を用意する必要がある。本研究では、アイデア産出に必要なスキルがどの

程度身につけているか評価するとともに、どのような場を訓練場面として用意するとスキルの獲得が促されるか検討した。

2. アイデア産出過程の分析

解を導くアイデア産出において、各個人においてアイデア産出の障害となっているものが何か明確にするため、協同問題解決場面を用意した。「世の中を幸せにすること」という解決像をあらかじめ設けた『化粧品会社の新商品を企画する』状況を協同問題解決場面とし、問題解決に不慣れな3人の被験者にブレインストーミングにより問題解決に取り組ませた。この際、ブレインストーミングの基本ルールである、アイデアの量にこだわる、批判をしない、突拍子もないアイデアを歓迎する、アイデアを融合・改良する、という4点 [5] に留意させた。産出されたアイデアは付箋紙に記入させ、ボイスレコーダーと観察メモにより被験者の行動や協同問題解決過程を記録した。記録された内容を分析した結果、アイデアに自信がない、否定的である、現実性を優先させる、問題の難易度、アイデアを発想する視点の固着、の5点がアイデア産出において障害となっている可能性が示唆された。

3. アイデア産出のための訓練の場

アイデア産出過程の分析結果に基づいて、アイデア産出のスキル獲得を促す訓練をおこなう場の設計を試みた。その際、アイデア産出において難しい点を意識させること、成功体験を持たせること、モデルとなる他者を提示すること、の3点に留意して以下のように訓練の場を設計

した。

訓練者・参与者：アイデア産出のスキル獲得を目指す訓練者1名と、モデルとなる協力者2名を訓練過程の参与者とした。訓練に参加した訓練者は計3名（大学生，女性）であり，訓練に協力する参与者として計3名（大学生，女性）が訓練に参加した。

訓練目標：5回の訓練場面を用意し，「頭に浮かんだことを口にする」「自己・他者のアイデアを否定しない」「アイデアの現実性やメリット・デメリットは後回しにする」「視点を変える，広げる」「他者のアイデアを発展させて新しいアイデアを産出する」のそれぞれの目標を，それぞれの訓練場面で設定した。

課題：5回の訓練場面それぞれで，解決すべき問題を個別に用意した。各訓練場面では，訓練目標を意識してアイデアの産出に取り組むよう参与者に教示した。各回の訓練課題は，「Le Sancerre というお店を自由に作ってみよう！」「朝の準備時間を短縮するために，あったらいいなと思うものは？」「学科の入学者をあと20名増やしたい！何をやる？」「一日の時間が足りない！解決のアイデアを考えよう！」「北海道新幹線の名称を考えよう！」のそれぞれだった。

訓練者には，課題の目的が、『アイデアをより多く，幅広く産出させるようになるトレーニング』であることを教示し，積極的に参加させた。毎回の課題では訓練目標を提示・説明し，アイデア産出の訓練中に意識するよう教示した。参与者は，訓練者が発言しやすい雰囲気を作るとともに，訓練者に先んじてアイデアを産出するとともに，ブレインストーミングの4つの基本ルールを率先して実践し，アイデア産出において訓練者のモデルとなるよう心がけた。

評価方法：訓練場面の発言を記録したテキストの内容，産出されたアイデアの数および性質，訓練者への訓練後アンケートから，訓練者に対する効果を検討した。

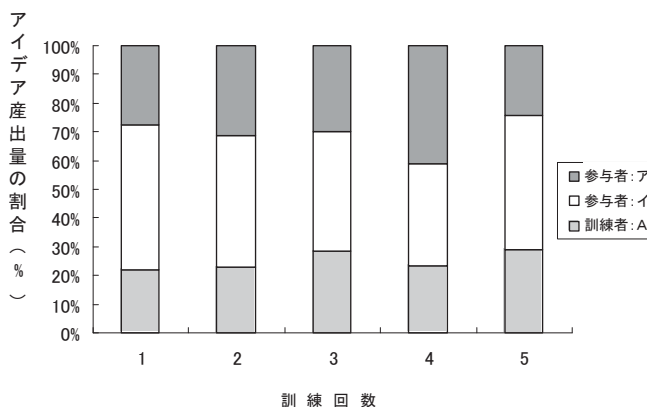


図1. 訓練者Aのアイデア産出量の割合

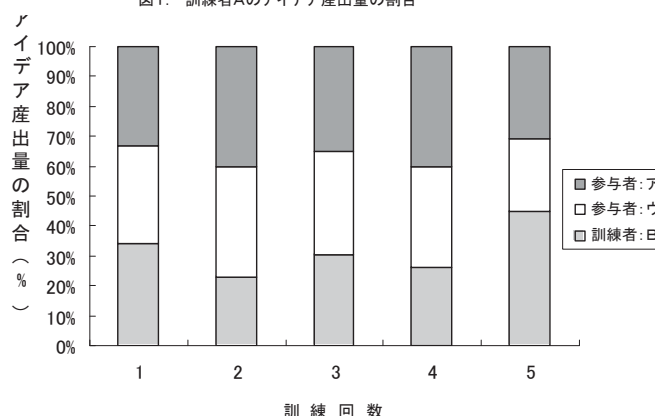


図2. 訓練者Bのアイデア産出量の割合

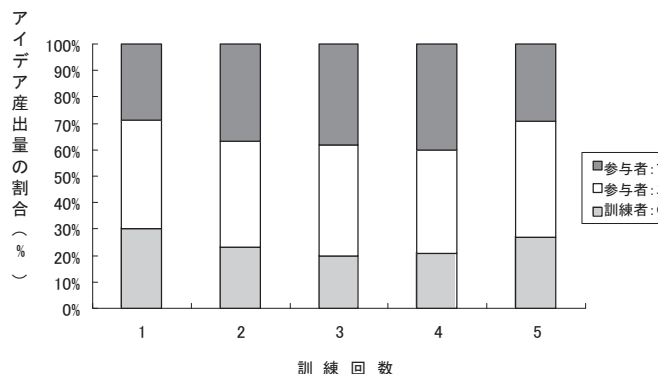


図3. 訓練者Cのアイデア産出量の割合

表1. 訓練者が産出したアイデア数

	訓練者A	訓練者B	訓練者C
1	16	35	36
2	14	13	17
3	17	20	16
4	13	20	13
5	30	42	34

結果：訓練過程を分析した結果，訓練者は設定された5つの目標を達成し，2名の訓練者は相対的なアイデアの産出量を増やした（表1，図

1～3).

一方、アイデアの多様性は訓練の前後で大きな変化は見られなかった。訓練者の態度では、アイデア産出に対す積極的な姿勢が生まれたのに対し、視点を変える・広げる、他者のアイデアから発展させる力は、産出したアイデアに十分に反映されなかった。

4. まとめ

アイデア産出過程の分析から示唆されたアイデア産出の障害となっている事象を踏まえ、アイデア産出のスキルを訓練する場を設計した。訓練により産出されるアイデア数は増加した一方で、固着した視点の変更や他者のアイデアを発展させるスキルには明確な訓練の効果が見られず、異なる訓練の場の設計が必要となった。

参考文献

- [1] 高橋誠, (2002) “新編 創造力事典” 東京: 株式会社日科技連出版社.
- [2] 林勇吾・三輪和久・森田純哉, (2007) “異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討” 認知科学, Vol.14, No.4, pp. 604-619.
- [3] 清河幸子・伊澤太郎・植田一博, (2007) “洞察問題解決に試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討” 教育心理学研究, Vol.55, No.2, pp.255-265.
- [4] 清河幸子・鷺田祐一・植田一博・Eileen Peng, (2010) “情報の多様性がアイデア生成に及ぼす影響の検討” 認知科学, Vol.17, No.3, pp. 635-649.
- [5] 堀公俊・加藤彰, (2008) “ワークショップ・デザイン: 知をつむぐ対話の場づくり” 東京: 日本経済新聞社.

語用論的意味の理解過程—知覚情報処理を伴う活性伝播モデル—

How do we understand ad hoc meanings?: Perception-unified Activation-spreading Model

齋藤 幹樹
Motoki Saito

京都大学大学院 人間環境学研究科
Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University
motokisaito.8623@gmail.com

Abstract

The purpose of this article is to propose the model to facilitate understanding of how human's mind processes and combines sensory information and language expressions to manage to understand situations including utterances, based on some ideas in Cognitive Grammar.

Keywords — Cognitive Linguistics, Cognitive Grammar, Pragmatics, Relevancy Theory, PDP model, Process of Inference, Activation-Spreading, Natural Language Processing

1. はじめに

1.1 モデル化について

モデル化またはモデリングとは、科学的手法を用いる学問分野において幅広く採用されている、一つの研究手法である。モデルは現実の忠実な模倣に過ぎないが、それでいてなお、科学的検証の為のツールとして非常に有用である(Box and Draper 1987)。したがって、提案されるモデルは、複雑でそのままでは理解・議論が難しいような対象を、視覚化及び単純化し、そして当該モデルについて議論することで対象となる現象の性質をより正確に把握しやすくし、そしてより精緻な理論の形成に貢献することの出来るものでなくてはならない。

1.2 言語学の研究対象と本モデル

一般に言語学とは、言語に関する認知科学であるという点ではある程度のコンセンサスが取れているように感じられるが、それ以上の詳細な定義については各研究者間で微妙な差異が存在するのが現状のようである。

例えば山梨(1995)では、言語学、特に認知言語

学と認知科学について、次のように述べられている。

- (1) 認知言語学は、ひろい意味での認知科学の観点に立脚する言語学のアプローチをとっている。認知科学は、人間の知のメカニズムの解明をめざす科学である。ここで、知のメカニズムという場合の「知」は、せまい意味での知性の領域を意味するのではなく、人間の認識のメカニズム、心のメカニズム一般にかかわる領域を意味する。

ここで問題にする「知」のなかには、広い意味での「知・情・意」、すなわち「知性」・「感情」(「情緒」)・「意図」などにかかわる心の領域が含まれる。「知・情・意」における「知」は、せまい意味での知性の領域に相当する。この領域には、推論・思考・判断などのプロセスも含まれる。(山梨 1995:2-3)

この定義に従えば、少なくとも認知言語学は認知科学であり、人間の「心」の解明、すなわち、人間の認知メカニズムの解明がその主たる目的であると考えられる。

その上で、特に言語に関連して解明されるべきは、大別して「言語に関する知識」と「言語を運用する能力」の2種類がある。この点について、伊藤(2008)は次のように述べている。

- (2) 言語研究者にとって、脳はブラックボックスである。頭の中のどのような知識体系が言語使用を可能にしているのか、そ

して実際にことばを用いているときに私たちの頭の中でどのような処理が行われているのか。その答を知りたくて、いわばブラックボックスの出力である言語現象(実際にどのような文が容認され、どのような文が容認されないか)を調べる。

(伊藤 2008:155)

伊藤(2008)の言う「知識体系」が言語に関する知識の問題であり、「(実際にことばを用いているときの私たちの頭の中での)処理」が言語の運用に関する能力の問題である。本論では便宜上、前者を「言語知識」、後者を「言語運用能力」と呼ぶ(生成言語学パラダイムにおける linguistic knowledge と linguistic competence とは無関係)。

したがって、言語学の研究対象としては、どのようにして現在のこの言語知識が成り立ったのか、そしてその言語知識がどのような構造を持っているか、という言語知識(の成り立ち・構造)に関する問いと、実際にどのように我々が言語を運用しているのか、という言語運用能力に関する問いの2つが考えられ、これらは明確に区別される必要がある。

本論の提案するモデルは、この内、言語運用能力に関するものである。

1.3 補足

本論の目的は、認知文法(cf. Langacker 1987, 2000)を基に、これを部分的に修正・拡充する形で、語用論的意味解釈の理解過程モデルを提案することである。

モデル化は科学的手法において非常に有用であり、言語知識に関するモデルは多数存在するが、言語運用能力に関するモデルはそれほど数が多くない。そこで本論は、言語運用能力、特に「推論」のプロセスについて、時系列順に何が心内で生じているかを視覚化・単純化し、推論のプロセスそのものについて、議論の土台を提供することを目指すものである。

また、補足として、本モデルはその構造上、視覚言語も扱うことが出来る可能性が高く、また、

認知文法を基盤にしていることから、いわゆる構文(construction)単位で処理ができる、すなわち語以外のレベルであっても処理は可能であると推察されるが、本稿においては、音声言語のみを対象とし、言語表現は語レベルのものを扱う。また、本モデルは究極的には「推論」そのもののモデルであることから、個別言語には依存しないが、便宜上本稿では日本語を用いて記述を行う。

2. 先行研究

先述のように、言語運用能力についてのモデルは、言語知識に対するそれに比べてそれほど数が多いわけではない。本論が基盤としているのは言語知識に関する理論である認知文法であるが、本論はこれに言語運用能力に関する修正を加えることで、言語知識についての理論である認知文法を、言語運用能力に関しても説明力のあるものにするを目指す。

対して、言語運用能力についての理論・モデルは、自然言語処理に代表されるように、概して工学的な観点に吸収されることが多い。その例として本項では Sidner(1983)の焦点情報を利用した照応関係理解過程モデルについて触れる。

しかし近年では時に誤解されうるが、工学的観点から実装可能かどうか、すなわち、パソコンを用いたプログラミングによって再現可能であるかどうかは、人間の認知のモデルとは無関係である。換言すれば、現代のパソコンで実装が不可能であったとしても、それが人間の認知モデルとして妥当である可能性は十分に考えられる。それは、単純に現代のプログラミング技術が、脳内での処理過程を再現するのに十分な機能を有していないからかもしれないし、パソコンのような直列処理的システムでは(並列処理的プログラミングを組んだとしてもそれを走らせるのがパソコンである以上)限界があるのかもしれない。それに、パソコンと人間の心は当然にして異なるものであるのだから、人間の心のモデル(認知モデル)がコンピュータへ応用されることはあっても、プログラミングが可能だから人間の心も同様であるに違いないと

いう形で、コンピュータから人間へ応用することは原理的に非現実的である。

しかし人間の心内での処理過程を、工学的観点とは別に、かなり説得力のある形で理論化しているものもある。その中でも広く知られているのは、関連性理論(Sperber and Wilson 1995)であろう。当該理論はそれ自体ではかなり妥当性の高い分析を含んでいるが、同じ言語運用能力を対象にしたものではあれ、本モデルとはその分析対象のレベルが異なる。

また、本モデルとその見た目の構成が似ていることから、PDP モデル(ニューラルネットワークモデル)との関連性が問題となるが、この点については、本モデルが言語運用能力を中心に設計されているモデルであるのに対し、PDP モデル(ニューラルネットワークモデル)は教育・学習のモデルであるため、両者は大きく異なる。ただし、対象を異にするのにも関わらず、その両者が互いに似た構造を持っているという点は、将来的な統合可能性を考えても非常に興味深いものである。

2.1 認知文法 (cf. Langacker 1987, 2000)

本稿で提案するモデルは言語運用能力についてのモデルであるが、その基盤としては、用法基盤モデル(Usage-based Model)を含む、認知文法の諸知見を用いている。当該枠組みの著名度と本紙面上の都合から、当該枠組みについての詳述及びその議論について深く触れることはこれを避けるが、本稿が提案するモデルに関して重要であるのは以下の通りである。

- (3) a) 従来の語や句といった言語単位でなく、構文(construction)単位に着目する。
- b) 構文(construction)は段階的(gradual)な特定性(specificity)を有する。特定性が低いということは同時によりスキーマ的(schematic)であり、より変項を多く含む。
- c) いわゆる形態と統語の関係は連続的(continuum)である。
- d) 複数の具体性の高い事例(=スキーマ性の

低い事例)から共通点や再起的な要素を抽出することで高次のスキーマが形成される(スキーマ化、schematization)。

- e) スキーマ性の低い事例から高い事例とそのカテゴリー関係から成るネットワークの中に、いわゆる文法(grammar)は現れる。
- f) 言語表現は、繰り返し経験することで、慣習化(conventionalized)及び定着化(entrenchment)する。
- g) 言語表現において、意味と形式は1対1に対応している。
- h) 個々の言語表現は、音韻極と意味極とのその間を結ぶ記号的リンクから成る。

本モデルは上記 a)~h)をほぼそのまま援用し、純粋な言語知識構造及び新しい言語表現の取り込みについて述べることを主眼としていた同理論に、発話理解・発話処理という言語運用能力的側面を追加した。ただし、当然に、認知文法の主張は a)~h)に留まるものではなく、プロファイル、トラジェクター、ランドマーク、アクティブゾーン、など、重要な提案が多くなされている。これらは本モデルにおいても考慮されているが、本稿の範囲では直接的に関わってこないため、本稿においては、a)~h)以外の認知文法の主張に関する言及を避ける。

認知文法の諸知見を援用する上で、若干の修正を加えたのが、リンクであり、認知文法ではカテゴリー化関係あるいはスキーマ化・事例化関係を表すためにリンクという結合関係が仮定されているが、本モデルではこのリンクをさらに積極的に採用し、太さという尺度を与えることで、活性の伝播量に影響を与えられる形を取った。活性については心的際立ちと同義であり、この心的際立ち(活性)が、認知文法の言う構文ネットワーク内を伝播することで、各スキーマあるいは語彙項目が心的に際立ちを得ると、本モデルは仮定している。

2.2 Sidner (1983)の焦点情報を利用した照応関係理解過程モデル

当該モデルは、その中心的機構として、現時点

で最も焦点の当たっている語が格納される Current Focus(CF)、いずれ焦点の当たる可能性のある語が格納される Alternate Focus List(ALFL)、焦点として利用済みの語が格納される Focus Stack(FS)の3つを有している。当該モデルは名詞句のみを扱っており、一文ごとに読み込みが行われ、読み込まれた文内の名詞句がALFLに格納される。この時、統語的に最も焦点の当たる位置に存在する名詞句はCFに格納される。そして次の文を読み込む。そこに照応詞があれば、まずその先行詞としてCF内要素を参照する。照応詞の持つ制約に違反していれば、そのCF内要素はFSに移動させられ、次の段階としてALFL内要素が参照される。ALFL内に制約違反を生じさせない要素が存在すれば、それをCFに移動させる。これを繰り返す。以上がSidner(1983)で述べられているモデルである。

しかし、以上の手順から明らかなように、当該モデルは、1つ1つの格納場所を順々に処理していく形となっており、コンピュータの直列処理を想起させる。また、作業手順が1つずつ順序付けられていたり、プロセッシングにアルゴリズムが仮定されていたりと、当該モデルは人間の心をモデル化したというより、むしろ心内で起きている処理を、コンピュータへの実装を視野に、そしてプログラミング的観点を参考にしてモデル化しようしているという意味で、かなり工学的であるように思われる。

また、実際に当該モデルには理論的な問題点も多く存在する。その内から1つ挙げれば、本モデルは言語表現以外の知覚情報を全く用いることができず、したがって直示的な指示詞の用法について対応することが出来ない。

本項ではSidner(1983)の焦点情報を利用した照応関係理解過程モデルを、工学的観点から動機付けられた人間の言語運用能力モデルの一例として取り上げた。本モデルはこのような工学的モデルに対して、コンピュータへの実装よりもむしろ人間の心(推論プロセス)の忠実なモデル化を試みる。

2.1 関連性理論 (Sperber and Wilson 1995)

本モデルとの関連で述べれば、関連性理論は、人間の言語運用能力をモデル化し、そのオンラインプロセスを示したものとして非常に多くの示唆を含んでいる。

当該理論の著名性を考慮し、本稿における理論内容の詳述は避けるが、関連性理論の提示における重要な主張は、発話とその理解が、認知的に関連性を最大にする傾向にあり、聞き手は話し手の発話を、自らが労力をかけて推論を行うに足りるだけの文脈的含意が得られるはずであると期待する傾向にある、という点である。

しかし本モデルとの関連から関連性理論を捉えた場合、関連性理論の取り扱う想定(assumption)の単位は、厳密・詳細なオンライン理解過程を考える際にはまだ大きすぎるように感じられる。すなわち、この関連性理論が扱うような、いわゆる論理的思考(推論)のような心内プロセスも存在するであろうし、それに関するモデル化が提唱されるのは非常に望ましいことではあるが、そういった想定(assumption)単位、命題単位での心内処理過程は、単純な「語の意味の同定」といったような、極めて単純な心内言語処理過程の上に成り立つものである。したがって、本論の提案するモデルは関連性理論を批判・修正するというよりむしろ、関連性理論の前提となるような、極めて単純な言語表現処理過程をモデル化によって示そうとするものである。

3. モデル概要

本モデルは、言語表現知覚を含む、五感からの知覚情報を一時的に保持する「スペース」と、いわゆる記憶倉庫にあたる、あらゆる知覚の記憶と概念の記憶とを保存している「概念ネットワーク」の2つから成り立っている。

本モデルは、Fauconnier (1994)が言語表現を一種のトリガーと見ているのと同様の発想から、言語表現を単なる音の波(聴覚情報の一種)として捉

え、したがって言語表現自体が意味を有しているのではなく、存在しているのは話し手の心(知覚情報処理機構)と聞き手の心とその間の音の波としての言語表現のみであると考え。そしていわゆる「意味」は概念と同義であり、概念は各個人の心の中にのみ存在する。言語が意味を伝達する時、それは言語表現という音の波が一種のトリガーとして、聞き手の心にある特定の概念(意味)を想起したのである。したがって、本モデルのスペースは話し手の心と聞き手の心の間にある言語表現という音の波を捉え、保持し、該当する概念を刺激して心的際立ちを高める役目を持ち、概念ネットワークはそもそものそれら概念を保持している場所であると言い換えることも可能である。

また、本稿で述べる本モデルの構造・機能に関する説明は「4.考察」において必要な限りに留めている。これは頁数の都合上の問題である。モデルの詳細な構成については Saito (2013)を参照されたい。

3.1 スペース

スペースは五感からの知覚情報を一時的に保持し、同じ記号形式(知覚情報形式)を有する知覚情報記憶(知覚ノード)に活性を与えることで、結果的に物理的な刺激(知覚情報)を最終的に概念の想起につなげる為に貢献する。

先行研究の関連から問題となるのは、聴覚情報の一種として言語表現を知覚する際に、どのような言語単位に基づいて情報の取得(インプット)がなされるか、という問題である。この点、Sidner(1983)は語単位であり、関連性理論(Sperber and Wilson 1995)では想定(assumption)単位であった。また、認知文法(cf. Langacker 1987, 2000)においてはオンライン処理については中心的テーマでないので、処理単位については問題となっていないが、あえて述べるのであれば構文(construction)単位である。

これらに対し、本モデルは改めて、知覚の最小単位とは何かという問題を考える。この問いに対して示唆を与えるのは、断続的な音の連鎖の知覚

に関する我々人間の経験的直感である。すなわち、ピッピッという断続的な音を聞いている時、そしてその音同士の感覚が少し狭められている時、ある時点から我々人間はその断続的な音を断続的とは捉えられなくなり、すなわち連続的な音であるように知覚してしまう。また、数学的な知見から得られる示唆として、数学における「線」とは「点」の連続である。実際、この数学的知見の応用としてコンピュータでは映像や音声は非常に細かいパケットに分割されて処理されている。そして実際に我々はその断続的なはずの(パソコンからの)アウトプットを見聞きして、「連続的である」と感じる。したがってこれらの事実から、人間の知覚も、認知的に最小の単位(パケット)に基づいて知覚されている可能性が考えられる。したがって、本モデルが知覚段階で採用する言語単位は、従来のいわゆる言語単位の分類(音素、形態素、語、句、節、など)に依存するものではなく、むしろ、人間が言語以前に持っている、認知能力的限界そのものである。

では、その認知的最小単位でインプットが行われた知覚情報(言語表現)は後にどのような処理を受けるか。結論から述べると、個々の情報パケットは即座に統合操作によって1つのまとまりを形成していく。なぜなら、個々のパケットをそのまま別個に保持するとスペース内で保持しなければならないパケットの数が増えすぎて心内処理労力が必要以上に膨大してしまうのと、もう1つは、統合によって別々のパケットがまとめられることで、いわゆる音素や形態素、語、句、節のような知覚情報の塊を形成され、記憶(概念ネットワーク)との照合が可能になるからである。また、この知覚情報の統合に関し、五感からの知覚情報は全て同じ処理を受ける。言語表現のみが例外ではない。これは言語表現を聴覚情報の一種と見ることの現れである。

統合によって、細分化されて知覚された知覚情報は再び1つのまとまりとなる。言語表現の知覚に関して述べれば、最初音素以下の単なる音であった聴覚情報が、ある時点で音素に対応する大き

さにまで統合される。[b]や[p]は丸いイメージ、[k]などは鋭いイメージといわれるように、おそらくこの時点で、概念ネットワーク内に同形の知覚ノード(詳細は後述。いわゆる知覚情報の記憶で、このノードをインターフェースにしてスペース内要素は間接的に概念を想起させる。)は存在すると考えられる。すなわち、音素の時点で特定の概念を持っている可能性は十分に存在する。しかし、重要であり、本稿において中心的に取り上げるのは、知覚情報が語単位になった段階からである。句以上の単位についても、認知文法の構文(construction)を参考に、対応する概念が存在している可能性は十分に存在していると考えられるが、本稿では語レベルの概念想起を考える。Saito(2013)において、不十分ながらイディオム(句単位)も語単位と同様の処理が行われている可能性が示唆されているため、句単位以上の議論の可能性については Saito(2013)を参照されたい。

統合された知覚情報(言語表現知覚情報を含む)は、同形の知覚ノードが概念ネットワーク内に存在していれば、その知覚ノードに活性を付与する。これが概念ネットワーク内で伝播する。例えば、概念ネットワークという平面に水という活性を流し込むようなものである。流し込まれた水(活性)は、最初に流し込まれた点から同心円状に広がってゆく。そして後述するように、あらゆるスペース内知覚情報が同形の知覚ノードに活性を渡し、すなわち、あらゆる場所から水(活性)が流し込まれる。そしてそれらは互いに混ざり合い、それぞれのノードに蓄積されていく。そして最終的に最も水(活性)が溜まっている概念ノードがどの概念ノードになるかが最重要となる。紙面の都合上、前後してしまっているが、次に項を変えて、知覚ノード、概念ノード、活性、ノード間リンクについて述べる。

3.2 概念ネットワーク

概念ネットワークは、知覚ノード及び概念ノードと、それらの間をつなぐリンク、そしてリンクを通じてノード間を伝播する活性から成り立って

いる。

概念ノードはいわゆる「概念(の記憶情報)」である。認知文法の概念図式がこれにあたる。対する知覚ノードは「知覚に関する記憶情報」である。我々人間は一般に、対応する概念を持たない単純な知覚情報であっても、前に同様の経験をしたか否かの判断は出来るであろうし、また、概念を想起するというより単純に知覚同士に関連づけが起こる、いわゆる共感覚という現象が存在することは広く知られている通りである。したがって本モデルでは、知覚情報がそのまま直接的に概念を想起するというよりむしろ、知覚ノードというインターフェースを通じて間接的に概念を想起するという形を提案している。

リンクは各ノード間をつなぐものであり、それは知覚ノード・概念ノードの区別なく存在する。本モデルにおけるリンクに Collins and Loftus (1975)で仮定されているような「リンクの種類」は存在しない。単純にノード間を結合しているのみであり、このリンクを通じて活性が流れる。本モデルのリンクについての唯一の特徴は、それが各々異なる太さを持っているという点である。すなわち、太いリンクであればあるほど、そこを通過する活性の量は増幅され、細ければ細いほど、そこを通過する活性の量は抑制される。計算の上では、このリンクの太さは 0 から 1 の間である。これは、1 よりも大きい値を設定すると、伝わった先で活性が当初の総量より増幅することになってしまうからである。

活性は、認知言語学分野で用いられる「心的際立ち」という概念を本モデルに適する形に定義し直したものであり、機能的にはほぼ同義である。したがって、高い活性を有するということはすなわち、高い心的際立ちを示していることに他ならない。また、本モデルにおける活性は、PDP モデルで用いられるような閾値による発火という概念を持たない。活性は蓄積され、各ノードの持つ活性の総量の差異が心的際立ちの差異を表す。また、心的際立ちの差異が問題となるのは、概念同士で比べた場合であるから、知覚ノードも活性を持つ

が、言語表現の意味知覚に関して考える際に重要であるのは、概念ノードが持つ活性(心的際立ちの総量)である。そして通常、ただ1つの概念の想起率(活性度)を見ることに意味はなく、他の概念の持つ心内想起率と比較されることではじめて、活性度は相対的に意味を持つことになる。すなわち、概念間の活性の差異が大きければ大きいほど、「他の概念に比べて」ある特定の概念が心内で際立ちを持っているということを示すことが出来る。

活性の伝播量は $\frac{\ell}{n}\alpha$ で暫定的に表すことが出来る。この式が表すのは、流れる活性のスタート地点としてのノードが、ゴール地点としてのノードに与える活性の量である。 ℓ は通過するリンクの平均値を表し、 n はゴールノードがスタートノードから何番目のノードかを表し、 α は最初にスタートノードが有する活性量を表す。 ℓ が分子にあるのは、通過するリンクの太さが太ければ太いほど、ゴールノードに届く活性の量が増えるからであり、 n が分母にあるのは、ゴールノードがスタートノードから遠くなればなるほど、届く活性の量は少なくなるからである。 α は基本的に定数であるから括弧の外に配置され、スタートノードが有する初期活性が多ければ多いほど、ゴールノードに与える活性量が多いことを表す。ただし、これらが本当に比例・反比例関係に沿っているかは検討が必要である。

以上までの活性伝播を具体的に(メタファー的に)換言すると、ノードは貯水槽であり、リンクはその間をつなぐ水道管である。どこかの貯水槽に水(活性/心的際立ち)を流し込めば、その貯水槽に水が溜まるだけではなく、水道管を通過して隣へ隣へと流れていく。そして遠ければ遠いほど流れてくる水の量は少なく、水道管が細ければ細いほど水は流れにくくなるというわけである。

言語表現について述べると、音韻極は知覚ノードであり、意味極(概念極)は概念ノードである。言語表現は知覚ノードに構文(construction)単位で存在し、認知文法で述べられているように、スキーマという形式でも存在する。そしてその各々

に対応する概念(ノード)が存在する。これは、発話の理解において、目に見える(=音声的に表れている)言語表現のみでなく、語順やこういった構文を用いるかといった、目に見えない(=音声的に表れていない)「骨組み/設計図」自体も意味を有しており、目に見える言語表現と、目に見えない骨組みの両方の持つ概念の統合が、発話理解であるという前提に基づいている。したがって、本モデルにおける発話の理解は、知覚した言語表現が知覚ノードを介して対応する概念ノードを活性化し、活性化している概念ノードが統合されることで1つの概念(文全体の意味)の把握に達する、という形で説明される。

また、概念ネットワークが記憶の貯蔵庫であり、記憶が変化するものである以上、概念ネットワークも常に変化するものである。これは概念ネットワークが記憶(語彙やスキーマを含む)の、構造を持った総体であることを考えれば至極当然の帰結である。すなわち、本モデルにおける概念ネットワークはいわゆる言語知識に部分的に相当し、言語知識の構造は本モデルにおいては、概念ネットの構造(ノードやリンクの分布状態)として部分的に還元して議論することが出来ると考えられる。また、言語習得も、この概念ネット構造(ノードやリンクの分布状態)の変化として議論出来る。これらの点からしても、本モデルは、言語知識に関する言語学的考察も、言語運用能力に関する言語学的考察も、両方とも扱える可能性を有しており、したがって言語知識研究・言語運用能力研究の双方に共通した議論の土台を提供しているという点で有用であると思われる。

4. 考察

本稿では、本モデルがアドホックな語用論的意味解釈の理解過程に応用可能であることを示すと同時に、実際の事例を扱うことで本モデルのモデルとしての妥当性を示す。対象とする事例は次の通りである。

- (4) A: 代わりにノート取っというあげたよ!
B: ありがとう。

字面だけを見る限りでは、A の親切な行動に対して B が感謝を述べたようにしか見えない。すなわちこれは我々読み手が今、文字情報以外の知覚情報を得ることが出来ない(広義のコンテキストが与えられていない)ことから、「ありがとう」の意味解釈がいわゆるプロトタイプの意味に限定されることで生じていることの現れである。この時もし、B が暗い抑揚の無い(あるいは苛立った声)で、しかめ面と共に(4)B の発話をしたならば、それを知覚した A はこの同じ「ありがとう」という言語表現をどのように理解するだろうか。もちろんさらに広い意味でのコンテキスト(A と B の関係性など)も関係するであろうが、少なくとも、普通に笑顔で「ありがとう」と発話した場合よりも、しかめ面且つ抑揚の無い声で「ありがとう」と発話した方が、プロトタイプの意味(感謝)的解釈が弱まり、逆に有標な何かしら別の概念の想起が生じるのではなかろうか。その証拠に、次の(5)に見られるように A が発話しても、それは一向に不自然ではない。

- (5) A: 代わりにノート取っというあげたよ!
 B: ありがとう。
 A: なんでそんな言い方するの? せっかく取っあげたのに!

では、(5)B の発話を知覚した A の心内では、何がどのように処理されて、「ありがとう」が感謝以外の意味(概念)と結びついたのであろうか。この問いを考える上で、従来このような場面は、「言語表現以外の知覚情報を基に“推論する”」といわれるのみで片付けられることが多かったのに対し、本モデルがこの「推論する」という至極当然で一見単純な説明を明確にモデル化し、したがって「推論そのもののプロセス」を表すことを目指している点に留意されたい。

まずはじめに「ありがとう」という音形が空気を伝わり、聞き手の鼓膜を振動し、神経信号として大脳に到達することで、「ありがとう」という聴覚情報の知覚が(物理的に)成功する。これは本モデルではスペース内に「ありがとう」という音形

が、先述の認知的最小パッケージからの統合を通じて、再構築されることにあたる。そしてスペース内要素「ありがとう」は、記憶である概念ネットワーク内にある、同形の知覚ノード(音韻極)を活性化する。これが隣のノードへ伝播し、さらに隣のノードへも、リンクを通じて伝わっていく。「暗く抑揚の無い声」や「しかめ面」などの、言語表現以外の知覚情報も同じく、過去の知覚情報に関する記憶(知覚ノード)がスペース内要素からリンク付けられ、活性化される。そもそも、知覚の段階での注意の払い方によって初期活性に差が出ると考えられるが、本稿ではニュートラルに、全て同じ注意の払い方で知覚情報が登録されると考える。

その上で特に関係する概念ネット構造を図示したものが図 1 である。当然、人間は同時に図 1 で描かれているよりはるかに膨大な知覚情報を得ている。しかし、本稿では議論の単純化の為に、他のノードや活性伝播は捨象している。

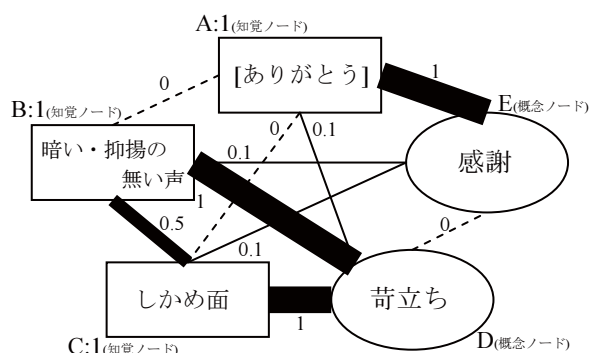


図 1

前述のように、概念ネット構造は常に変化するものであり、特にリンクの太さは、ある記号列と対応する概念の結びつきの強さを表しているのであるから、慣習化の度合いによって常にその太さを修正され続けている。すなわち、いわゆる慣習化は本モデルではリンクの太さとして表されているのである。では、図 1 に示されているリンクの太さはどのようにして決定されているか。これは結論から述べると、あらゆる個人の概念ネット構造(リンクの太さを含む)の最大公約数的構成を仮定している。通常、言語学的研究(特に言語知識の

構造に関する研究)においては、各個人間の違いは捨象されることが多い。しかし、言語知識は空中にふわふわと浮いているのでは無く、各個人の心の中(ニューロンの発火パターンの中)にあるのであるから、各個人間で言語知識構造に差異が出るのは至極当然の帰結であろう。例えば **bank** という英単語は銀行と土手という相異なる意味を持つが、都市部に住んでいる人であれば、**bank** のニュートラルな解釈は銀行になるであろうし、銀行の無い川の近くの村に住んでいる人からすれば、**bank** のニュートラルな解釈は土手になるであろう。この違いを無視して言語運用の諸相を明らかにすることは出来ない。しかし各個人概念ネット構造を正確に図におこすことは事実上不可能であるし、100人の人がいたら100の異なる概念ネット構造が存在するのであるから、その全てを検証することは出来ない。したがって本稿では最大公約数的な概念ネット構造を仮定している。重要なのは、先の例を挙げれば、都市部に住んでいる人の概念ネット構造を再現した時に、その人の判断通りのアウトプットを本モデルが出力できることであり、川の近くの村に住んでいる人の概念ネット構造を再現した場合には、その人の判断に合うアウトプットを性格に出力できることである。

図1において重要であるのは、発話の知覚と活性の伝播が終了した時点で、各概念ノードが有する活性の値とその差異である。計算式は $\frac{l}{n^{\alpha}}$ に従い、活性伝播を計算する。計算手法は上記の通りである。全ての計算式を載せるには紙面の都合上無理があるため、本紙においては割愛するが、基本的に、A、B、Cの各々からD、Eの各々へ到達する活性を全てのルートにおいて算出し、それらをDとEのそれぞれにおいて合算するのみである。結論として、活性伝播終了時にDが有する活性度は約7.3、Eが有する活性度は約6.7になる。したがって、暗い声で且つしかめ面で「ありがとう」という発話を聞いた場合には、感謝に比べていら立ちという概念が心内に想起されることがわかる。これに、さらに視覚情報から、話し手が誰かとい

う情報など、その他の知覚情報が加わり、それによってその話し手についての概念(記憶・認識)も心内に想起し、結果的に、発話者がいら立ちを有していることが理解される。

重要であるのは、本モデルが解釈を1つに限定しない点である。(5)のような状況での知覚では、結果的に苛立ちの方が強い際立ちを示したが、しかし同時にプロトタイプの意味としての感謝も心内に想起している。これは聞き手が、「発話の様態からいって、発話者はいらだっているようであるが、感謝もしてはいるのだろうか」といったような、聞き手の解釈の迷いを表している。したがって、概念間の活性の差異(本例ではDとEの活性度の差異)が大きくなればなるほど、迷いが小さいことを表し、差異が小さくなればなるほど、迷いが大きいことを表すことが出来る。これは我々人間の日常的な経験的事実と一致する。

5. 結論

本稿は、認知文法の基本的な考え方を基盤に、これに実際の言語運用の観点を加えることにより、発話場面に依存した語用論的意味解釈が実際にどのように処理され、特定の概念を想起することに成功しているかについての説明モデルを提案してきた。本モデルは依然として精緻化の求められる点も残されているが、従来「他の知覚情報から推論する」といった形で、ある種当然のように考えられていた、心内での言語処理プロセスをモデル化し、言語表現の想起するプロトタイプの意味と競合する意味・概念を想起する知覚情報が、言語表現と同時に知覚された場合には、発話の様態といった、言語以外の知覚情報が優先されて解釈されやすいという言語話者の直感を視覚的に示すことが出来ているという点で、人間の心内の言語処理に関わるプロセスモデルとして妥当性を有しているのではないかと思われる。

今回はモデルの提案段階ということもあり、言語知識に関する従来の研究を基に、それを言語運用能力用にモデル化する形となったが、今後の展望としては、本モデルのような動的な言語運用

能力モデルから言語知識の側の理論に影響を与えることも不可能ではないと思われる。例えば、本モデルが妥当であるとすれば、独立した統語機構の必要性が果たして必要であるかが疑問になるであろうし、認知文法の理論的妥当性を強化することにもつながるであろう。さらに、本モデルは人間の心(というプロセス機構)のモデルでありながら、ある程度数理的な性質を有するように考案した。例えば言語表現の線形入力を細分化したパケット単位にしたり、活性の伝播を暫定的ながら定式化した。これにより、もし本モデルがある程度の妥当性を有するのであれば、今後の工学的な自然言語処理の分野への応用可能性も考えられる。

また、本モデルの内容に関しての理論的展望を最後に記す。まず、現在では関連するノードの数を増やすと計算が煩雑になるため、この計算部分だけはプログラミングするなどして、計算労力を軽減し、関連するノード数が増えても同様の計算が出来るように努めたい。さらに、現在では語レベルでの分析が中心であるため、本当に他の、語レベル以外の、変項を有したスキーマ等であっても、他の語彙と同様の処理を行って良いかどうか、今後更なる検討を重ねる必要がある。

参考文献

- [1] Box, George E. P. and Norman R. Draper. (1987) *Empirical Model-building and Response Surfaces*. New York: Wiley.
- [2] Collins, Allan M. and Elizabeth F. Loftus. (1975) "A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing" *Psychological Review* 82(6): 407-428.
- [3] Fauconnier, Gilles. (1994) *Mental Spaces: Aspects of Meaning Construction in Natural Language*. Cambridge: Cambridge University Press. (坂原茂・田窪行則・水光雅則・三藤博(共訳)『メンタル・スペース —自然言語理解の認知インターフェース—』東京: 白水社, 1996)
- [4] 伊藤たかね. (2008) 「ことばの脳内処理 日本語使役構文の事例から」, 長谷川寿一・C. ラマール・伊藤たかね(編著)『こころと言葉 進化と認知科学のアプローチ』155-173. 東京: 東京大学出版会.
- [5] Langacker, Ronald W. (1987) *Foundations of Cognitive Grammar*. Vol.1, Stanford: Stanford University Press.
- [6] Langacker, Ronald W. (2000) *Grammar and Conceptualization*. Berlin/New York: Mouton de Gruyter.
- [7] Saito, Motoki. (2013) *Unified Cognitive Activation Model*. A thesis in partial fulfillment of the requirements for the Minor Degree of Language and Speech Science, Open Education Center, Waseda University.
- [8] Sidner, Candace L. (1983) "Focusing in the Comprehension of Definite Anaphora." In M. Brady and R. C. Berwick (eds.) *Computational Models of Discourse*, 267-330. Cambridge, MA: The MIT Press.
- [9] Sperber, Dan and Deirdre Wilson. (1987) "Précis of Relevance: Communication and Cognition." *Behavioral and Brain Sciences* 10: 697-754.
- [10] Sperber, Dan and Deirdre Wilson. (1995) *Relevance: Communication and Cognition* (2nd ed.). Oxford: Blackwell. (内田聖二・中達俊明・宋南先・田中圭子(共訳)『関連性理論 —伝達と認知— (第2版)』東京: 研究社, 1999)
- [11] Wilson, Deirdre and Dan Sperber. (2002) "Relevance Theory: A Tutorial" In Y. Otsu (ed.) *Proceedings of the Third Tokyo Conference on Psycholinguistics*, 45-70. Tokyo: Hitsuji Shobo.
- [12] 山梨正明. (1995) 『認知文法論』東京: ひつじ書房.

視線の先を表す手がかりが視線による操作感に与える影響

The effects of cue on gaze control

鹿子木 康弘^{†‡}, 松田 剛^{†‡}, 開 一夫^{†‡}
Yasuhiro Kanakogi, Goh Matsuda, Kazuo Hiraki

[†]東京大学, [‡]独立行政法人科学技術振興機構,CREST
The University of Tokyo, CREST
yakanakogi@gmail.com

Abstract

Recent developmental studies have examined the gaze with control in early infancy, suggesting that the gaze may be substitute for behavioral index by motor ability. Thus, in advance for infant study, we investigated the effects of cue on gaze control in our paradigm for adults. Results indicated that the existence of cue facilitated the awareness of gaze control. Based on this finding, we are now conducting infant study to elucidate the development of sociality in early infancy.

Keywords — Gaze control, Eye tracking

1. 序論

近年, 前言語期の乳児において, 視線による操作感を検証した研究が増えつつある[1-2]。これらの研究の利点は, 四肢が発達していない前言語期の乳児において, 様々な行動の代わりに操作感を伴う視線によって, 乳児の社会性や認知機能の発達を検証できる点にある。しかしながら, 現在に至るまで, この視線による操作感を利用して, 前言語期乳児の社会性や認知機能の発達を検証した研究はない。

そこで, 我々は, 今後の乳児研究(視線による操作感を利用し, 乳児の社会性を検証する研究)に向けて, まずその前段階として, 我々の実験パラダイムにおいて, 視線による操作感が担保されるかどうかを, 成人を対象に検証した。具体的には, 我々が設定したボタンをある一定期間注視するとバーが動くような映像を見ている際に, 高橋・宮崎(2013)[1]で示されている視線の先を表す手がかりが, 成人の操作感に与える影響を検証した。

2. 方法

被験者 成人 16 人(男性 10 人, 女性 6 人, 平均年齢: 20.3 歳, レンジ: 19-22)が実験に参加した。10 人が視線の先を表す手がかり(黒色の丸に十字がある記号)がある条件に振り分けられ, 残りの 6 人が手がかりのない条件に振り分けられた。
装置 視線を計測するために Tobii TX300 を用いた。刺激映像は, TX300 の付属モニター(23 インチ)に提示された。映像は E-prime によって提示された。

刺激映像 図 1 に提示した映像の概要を示した。映像は 2 つの段階に分かれていた。段階 1 (図 1a) は, 2 つの赤いボタンが上下に配置された銀色のバーが地面に埋まっている状態から始まり, 上に配置されたボタンを連続で 700ms 注視すると, 地面の上にバーが動くというスクリプトと, バーが地面の上にある状態では, 下に配置されたボタンを連続で 700ms 注視すると, 地面の下にバーが動くというスクリプトで構成されていた。どちらの場面でも, 正解のボタンを注視している間はボタンがへこみ, 音が鳴るように設定されており, 合計で 12 回バーを動かすと, 段階 2 に移行した。段階 2 では, バーを動かす注視条件が 1000ms に増加すること, バーを動かした後に, 幾何学図形のキャラクターがバーにぶつかって引き返したり, バーの上を通過すること以外は第 1 段階と同じであった。合計 6 回バーを動かすと, 段階 2 は終了した。

質問紙 段階 2 が終了した後, ボタンの変化(ボタンのへこみ)に気づいたかどうか, その変化をするための条件は何か(つまり注視が原因であるということ), バーを動かすための条件は何か(つまりボタンをある一定期間注視してへこみますとバ

ーが動くということ) という問に自由記述で回答を求めた。

手続き 乳児と手続きを同等にするために、単にモニターに映し出される映像を見るように教示を行った。キャリブレーションは 9 点で行われた。映像を提示したあとに、質問紙に回答を記入するように求めた。

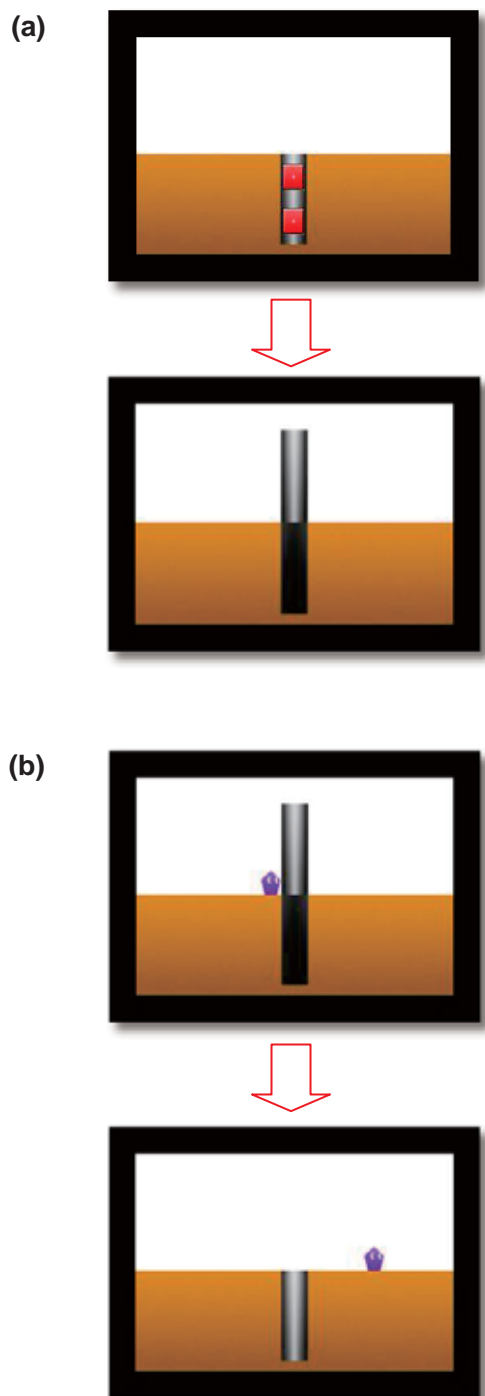


図1 段階1(a)と段階2(b)の提示映像

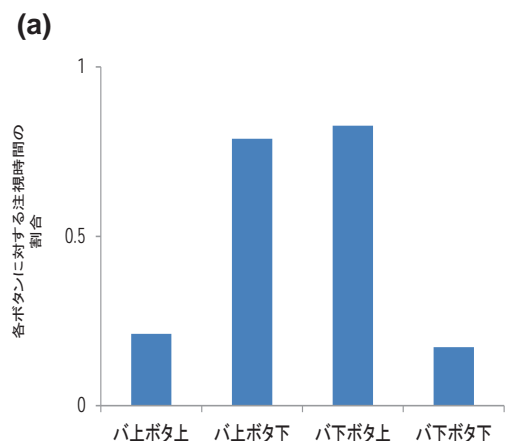
分析 質問紙から、視線によってボタンを押し、それによってバーを動かしているということに気づいた被験者と気づいていない被験者に振り分けた。これに伴い、探索的な分析として、段階2での各ボタンに対する注視時間の割合を算出し、視線による操作に気づくか否かで、映像提示中の正解ボタンに対する注視時間に差異がみられるかどうかも分析した。

3. 結果

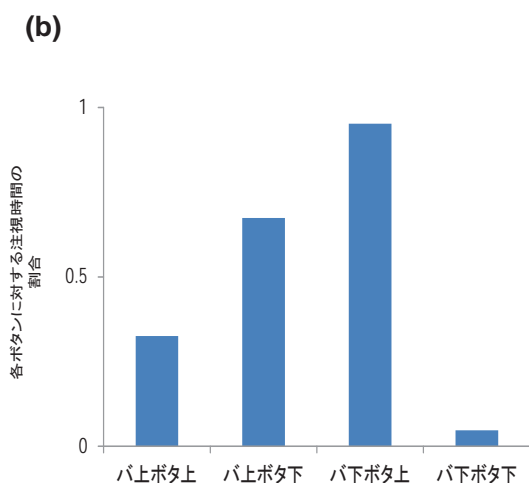
手がかりあり条件では、視線によってボタンを押し、それによってバーを動かしているということに気づいた被験者は 10 人中 8 人であった。それらのすべての被験者は、段階1において視線による操作感に気づいていた。残りの 2 人のうち 1 人は、視線によってボタンを押すことに気づいたにもかかわらず、それによってバーを操作することには気づかなかった。他の 1 人は、最後まで視線による操作感に気づかなかった。

それに対して、手がかりなし条件では、視線によってボタンを押し、それによってバーを動かしているということに気づいた被験者は 6 人中 1 人であった。この被験者は段階2において操作感に気がついたと報告している。残りの 5 人は、最後まで視線による操作感に気づかなかった。これらの条件間で、視線による操作感に気づいた人数の偏りに有意な差がみられた (フィッシャーの正確確率, 両側, $p < 0.05$)。

視線による操作に気づくか否かで、段階2での各ボタンに対する注視時間の割合を図2に示した。ここでは、学習が進んでいると想定される段階2のみ分析の対象とした。段階2において、正解ボタン (バ上ボタ下とバ下ボタ上) に対する選択的な注視時間の割合を従属変数として、視線による操作に対する気づきの有無を被験者間要因、バーの状態 (上下) を被験者内要因として分散分析を行ったところ、有意な条件の主効果や交互作用はみられなかった (all $F(1,13) < 3.594$, all $p > 0.08$)。



操作感に気付いた群



操作感に気付いていない群

図2 段階2における各ボタンに対する注視時間の割合 (a)は操作感に気付いた群, (b)は操作感に気付いていない群 注) バ上はバーが上の状態, ボタ上は上に配置されたボタンを指す。正解ボタンへの注視割合は, 図の真ん中の二つのグラフ(バ上ボタ下, バ下ボタ上)である。

4. 考察

本研究の結果は, 我々が設定した実験映像においても, 視線の先を表す手がかりがあると視線による操作感が促進されることを示唆している。これは高橋・宮崎(2013)[1]の研究結果と一致するものである。しかしながら, 選択的にボタンを

見ているかどうかの指標では, 操作感に気づいているか否かで, 違いはみられなかった。これは, 各群のサンプル数の少なさによるものかもしれないし, 正解であるボタンが画面の中心付近にあるために, 気づきがなくとも注視してしまった結果であるかもしれない。特に後者の解釈の証拠として, バーが下に下がっている際の上ボタンへの注視が極端に長いことが挙げられる。今後サンプル数を増やすことによって, どちらの可能性が高いのかを検証しなければならない。

現在, この知見をもとに, 前言語期の乳児を対象に, その社会性や認知機能の発達を解明する実験を行っている。

参考文献

- [1] 高橋英之・宮崎美智子. (2013). “乳児の主体性の萌芽を視線随伴課題で探る”, ベビーサイエンス, Vol. 12, pp. 24-38.
- [2] Wang Q, Bolhuis J, Rothkopf CA, Kolling T, Knopf M, et al. (2012). “Infants in Control: Rapid Anticipation of Action Outcomes in a Gaze-Contingent Paradigm”, PLoS ONE, Vol. 7(2): e30884. doi:10.1371/journal.pone.0030884

謝辞

本研究は JST,CREST, JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けた。

初期理解の一般的な主張が建設的相互作用に与える影響

Constructive Interaction through the Development of Abstract Assertions in Initial Understanding

遠山 紗矢香
Sayaka Tohyama

静岡大学
Shizuoka University

Abstract

This article examines the effect of the scaffolding which supports learners to make “initial understandings” to be discussed in collaborative learning. The mechanism of “Constructive Interaction” deepens the learners’ understanding through collaborative interactions, but this kind of interaction is difficult to achieve. Our research argued that the difficulty is caused by the requirement for the learners to externalize initial understandings, which are constructed with abstract assertions based on concrete evidence. The “Question-Answer tool” (QA tool) supports the learners to have both abstract and concrete structural elements into their initial understandings. To analyze the effect of the QA tool, we compared the quality of the learners’ discussions between the 2003 class (without QA tool) and the 2004 class (with QA tool). Both classes were designed with a collaborative learning curriculum called “Dynamic Jigsaw”. The result was that the learners in 2004 succeeded to explain abstract assertions but the learners in 2003 could not explain abstract assertions. In addition, the learners who could explain abstract assertions deepened their understandings. The construction of the learners’ “initial understanding” is one of the factors to achieve constructive interaction. — **Constructive Interaction, QA Tool, Initial Understanding, Abstract Assertion, Dynamic Jigsaw**

1. 目的

本研究は、初学者同士の議論において建設的相互作用[11]を実現するために、一般的な理論とそれを裏付ける具体的な証拠が初学者の発話に含まれることが重要であることを検証する。他者の視点からの質問に回答しようとする中で自らの理解が深化するという協調過程のメカニズムである建設的相互作用は、小学生から大学生まで幅広い学習者で見られることが知られている[13] [15]。しかし、協調学習の形式を採り入れることだけが

学びの質を向上させるわけではないことも認識されている。Barron[5]やDamsaら[9]は、協調学習による到達度の違いは、学習者個人が持ち合わせているメタ学習方略の質によることを指摘した。またSchwartzら[17]は、学習者が問題に対する解法を協調的に検討する探索活動よりも、協調的な探索活動と理論的知識を教える講義を組み合わせる方が学習者の理解深化を促すことを見出した。これらを踏まえて本研究は、様々なメタ学習方略を持つ多様な学習者が、理論的知識を自力で獲得するための活動の支援に焦点を当てた。具体的な方法として、学習者の協調学習前の段階を「質問回答ツール」[19]によって支援し、協調的な議論場面で学習者の理解がより深化するかを検証した。

2. 背景

物理などの科学についての学びでは、理解が深化する際、学習者の概念の変化が観察される[8]。したがって、理解深化が起こる際には何らかの形で知識が変容していると考えられる。知識変容の例として、作文を行う場面で熟達者は、自らが持っている知識を整合性の取れた説明としてまとめようとする過程で「知識変容」を実現するが、初学者は自らの知識を連想的に書き綴ってゆく「知識伝達」を行いがちであることが知られている[16]。この熟達者と初学者の違いは、熟達者は自らの文章を振り返って自力で矛盾に気付くが、初学者は自らの文章を客観的に検証することが困難であることに起因する。知識変容を議論の場面に置き換えて考えれば、初学者が発話によって知識変容を達成するには、聞き手が話者に対して批判

的かつ建設的に関わることができる「探究型の発話」[4]の実現が必要だと考えられる。問題は、どのようにすれば協調的な議論において探究型の発話を出現させることができるかである。

協調学習を行うためには、学習者が初期的な理解を相手に対して表明することが前提となる[18]。この点において三宅[12]は、初学者が自らの初期的な考えを「ある程度精密」に説明することで、協調活動においてそれまで気づかなかった新しい見方や新しい疑問が生まれる可能性があることを指摘した。学習者が深い理解に到達するためには、経験等から得られる具体的な知識と一般的な原理原則の間を結びつけるための学びを繰り返すことが重要である[6][13]。この点から、初期的な考えの説明に最低限必要なのは、一般的な理論を具体的な証拠で裏付けるための準備だと考えることができる。つまり、協調的な議論において建設的相互作用を実現するには、初学者の発話に具体的な証拠と一般的な理論の両方が関連付け可能な形で含まれることだと言える。こうした発話が学習者に実現されれば、協調学習を通じて学習者の理解深化が引き起こされやすくなると期待できる。

3. 研究方法

「質問回答ツール」が、学習者が協調的な議論を開始するのに十分な初期的な理解を構築する上で効果を持つことは遠山[19]によって示されている。そこで本研究では、協調学習実践 Dynamic Jigsaw[15](以下 DJ)について、質問回答ツールによる支援を導入する前と導入後の実践における学習者の議論の質を比較することで、学習者の理解深化が促されたかを検証する。

Dynamic Jigsaw

DJ の受講生は、私立大学情報科学部認知科学

科の2年生(1学年あたりおよそ70名)である。DJは後期の必修授業として実施され、1コマ90分×13コマ程度(実施年度によって多少異なる)という後期ほぼ全ての期間をかけて実施された。

DJはジグソー法[3]を援用して開発された、協調学習を繰り返す中で学習者なりの理解を深化させるためのカリキュラムである。学習者は認知科学に関する基礎的な論文を要約した、30種類程度の「資料」に基づいて、学習者なりの認知科学モデルを作り上げることが期待される。資料はDJの担当教員によって編集されたもので、論文の一般的な構成[1]に従って、具体的な証拠を考察することで一般的な主張を導く構成となっている(図1)。分量はA4表裏合わせて3,000字程度である。

DJで学習者はまず、自らが担当したい資料を1つ選択する。1資料あたり数名ずつのグループに分かれて相談しながら、担当資料を読んで、その資料内容を知らない相手に説明するための準備を行う(エキスパート活動)。その後、別の資料の担当者とペアになって、互いの担当資料の内容を説明し合い、わからなかった点などについて議論する(ジグソー活動)。その後はさらに、相手から説明を受けた資料を翌回で自分が説明するというジグソー活動を繰り返すことで、学習者は全種類の資料を網羅するまで4~5回程度、担当資料の説明を繰り返す。

質問回答ツール

質問回答ツールは、認知科学など社会科学についての初学者である大学学部2年生が、担当資料を把握するためのヒントとなる質問項目を掲載し、学習者は各質問に対して回答を記入できるシステムである。質問回答ツールはwikiシステムの上に実装され、学習者個人が回答内容を保存することができる。質問回答ツールの質問群を表1に示す。

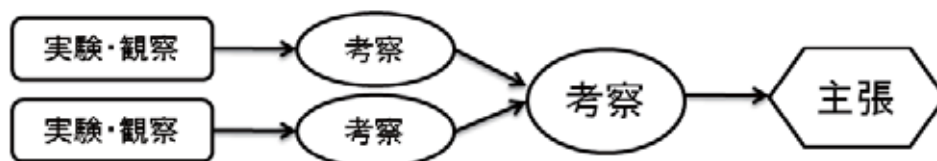


図1 資料の構成

主張，テーマ，という抽象的な構成要素をまず尋ね，具体的な実験・観察の手順と結果について尋ねた後で，もう一度抽象的な構成要素である考察について尋ねるといふ抽象度高い構成要素で具体的な話を挟むことで，事実を一般的な視点から捉える構成を学習者に意識させる狙いがある。なお，DJの教材には，実験を行ってその結果を考察する実験系と，文化人類学的に現場を観察した結果を考察する観察分析系の2種類があったため，それぞれの教材の特徴に基づいて質問群を別々に設けた。

また，質問回答ツールを，以前からDJのジグソー活動において学習者が担当資料の説明を行うための支援として活用されてきた概念地図作成支援システム「ReCoNote」[10]と連動させることで，学習者が質問回答ツールに記入した回答を概念地図の部品として即座にインポートするようにした。

表1 質問回答ツールの質問項目

質問項目
この資料がいいこと（主張）をまとめると？
実験で明らかにしたい具体的なテーマは何か？
参加者の年齢，人数は？いくつかグループがあるか？なぜその人たちが選ばれたか？
参加者はどんな課題をやったか？教示，回数，時間，やり方などは群ごとにどうなっていたか？
結果は？（全体の傾向・具体的な数値・統計的処理の結果など）
結果から言えること，考察，研究者の主張
この実験への自分の考えや疑問
観察から明らかにしたい具体的なテーマは何か？
観察対象者の年齢，人数は？いくつかグループがあるか？なぜその人たちが選ばれたか？
どんな状況からどのようなデータが取られたか？
具体例があれば書いておこう
データの分析方法はどのようなものだったか？
結果から言えること，考察，研究者の主張
この観察・分析への自分の考えや疑問

4. 仮説

以上を踏まえて本研究では，具体的な構成要素と抽象的な構成要素の両方を含んだ説明がなされることで，建設的相互作用が実現されやすくなり，学習者の理解が深化することを検証する。

5. 分析対象

2004年度のDJのエキスパート活動の最初に，質問回答ツールを初めて導入したため，2003年度のDJを2004年度のDJと比較する。構築された初期的な理解の違いが，学習者のジグソー活動に与えた影響を検討するため，エキスパート活動直後の，ジグソー活動の1回目の発話を分析対象のデータとした。

学習者の発話はICレコーダによって録音して書き起こしを行った。書き起こした結果は，各「構成要素」を最小単位として区切った（構成要素については6.分析方法で述べる）。なお，DJでは30種類程度の資料が用意されているが，異なる資料を担当した学習者間の比較が困難なため，本研究では1資料のみに焦点を当てた。分析対象者を年度間でできる限り客観的に比較するため，分析対象の資料として各年度で最も担当者が多かった「郵便局員問題と4枚カード問題」の資料を選んだ。当該資料を担当した学習者2003年度5名，2004年度4名のうち，DJの全日程において欠席や遅刻，活動からのドロップアウトがなかった2003年度の2名と2004年度の3名を分析対象者とした。以下，2003年度の2名をNT1，NT2，2004年度の学習者3名をT1，T2，T3と呼ぶ。

6. 分析方法

6-1. 構成要素

学習者のジグソー活動での説明の抽象度を分析するために，郵便局員問題と4枚カード問題の資料の内容を，質問回答ツールの質問項目の抽象度に沿って「構成要素」に分類した。表2に示す通り，資料には4つの構成要素の種類があり，それぞれ3個から11個の要素から成っていた。各構成要素はアイディアユニット[7]の同定方法と同様の手順で，筆者とDJの担当教員1名の2名が独立して，意味的なまとまりを1つの構成要素として同定し，それらを相談の上で決定した。総合的な主張が最も抽象度が高く，個々の実験手順と結果が最も具体的な構成要素である。合計26個の構成要素について，学習者がジグソー活動で説

明を行った場合に、構成要素についての言及があったものと数えた。

6-2. 資料理解度

郵便局員問題と4枚カード問題の資料の内容理解度を分析するためのコーディング基準を作成した。コーディング基準は、筆者が資料の原典である「問題解決の心理学」[2]の郵便局員問題と郵便局員問題の前後の文章も含めて検討して作成し、DJの担当教員1名と相談して確認を行った。作成したコーディング基準を表3に示す。本研究では、学習者が正しく説明した理解カテゴリの数が多ほど、資料に対する理解度が深いと考える。

表2 説明の抽象度に対するコーディング基準

構成要素の種類	要素数	資料の内容
総合的な主張	5	資料全体をまとめた著者の主張
複数証拠をまとめた考察	3	郵便局員問題と4枚カード問題をまとめた考察
個々の証拠に対する考察	7	郵便局員問題の考察 4枚カード問題の考察
個々の証拠	11	郵便局員問題の手順と結果 4枚カード問題の手順と結果

表3 資料の理解度に対するコーディング基準

カテゴリ名	資料の内容
認知過程と問題の分離	2つの具体例を元に2つの思考方法の働き方の特徴を紹介している
同一の論理構造	2つの問題は論理構造が同じなので対比可能
両方の思考を使用	問題解決場面ではイメージ思考と論理思考の両方を使う
イメージの重要性	経験に由来するイメージ思考を利用することで論理構造を導きやすくなる
論理思考の重要性	熱いイメージ思考だけでは間違ふことがあるため、冷たい論理思考で考える必要がある

7. 結果

以下に示す結果のうち、結果1については認知科学を専門とする教員1名と独立評定を行った。コーディングの一致率は70%であり、不一致箇所は話し合いの上解消した。結果2の学習者が回答

した構成要素の数、および結果3については、DJの担当教員1名との相談によって同定した。

7-1. 説明した構成要素とその抽象度

学習者が説明した構成要素の種類と言及回数について、表4に示す。2003年度の学習者と2004年度の学習者を比較すると、2003年度の説明は個々の証拠および考察で説明のほぼ全てが網羅されているが、2004年度では個々の証拠から総合的な主張まで、全ての抽象度の構成要素に言及した説明が構成されていた。例えば、2003年度のNT1は2004年度の学習者と同等程度の数の構成要素に言及していたものの、総合的な主張には一切言及されていなかった。2004年度の学習者は、支援によって抽象度の高い構成要素も説明に取り込んでいたことがわかる。

7-2. 質問件数と質問に対する回答

学習者が説明に対して受けた質問の数と説明の所要時間を表5に示す。単位時間あたりの質問件数を求めると、2003年度と2004年度の間には大きな差が認められなかったことから、どちらの年度の学習者にも建設的相互作用に従事するチャンスがあったと言える。

また、質問に対して学習者が返答した回答の抽象度を分析した結果を表6に示す。2003年度は、質問を受けても抽象度の高い構成要素について学習者が説明しなかったが、2004年度は質問に対して構成要素の抽象度にとらわれることなく返答していた様子が見える。

どちらの年度も、同数程度の質問が寄せられた中で、2004年度は聞き手からの質問を契機に、具体的な構成要素だけでなく抽象度の高い構成要素についても言及しながら説明を行った可能性が示唆される。2003年度は質問に対して回答をしていたものの、資料全体の総合的な主張を説明することがなかったことから、抽象度の高い構成要素を説明に取り込むことが困難だったと考えられる。

表4 学習者が説明した全構成要素数

構成要素の種類	NT1	NT2	T1	T2	T3
総合的な主張	0	0	3	4	3
複数証拠をまとめた考察	1	0	1	1	2
個々の証拠に対する考察	5	2	6	4	3
個々の証拠	8	5	5	7	3
合計	14	7	15	15	12

表5 資料の説明所要時間と質問件数

年度	学習者	説明時間 [分]	聞き手の質問 [件]	質問頻度 [件/分]
2003	NT1	20:00	31	1.55
	NT2	15:00	14	0.93
2004	T1	9:20	10	1.07
	T2	13:30	14	1.04
	T3	9:20	7	0.75

表6 学習者が質問に対して回答した構成要素数

構成要素の種類	NT1	NT2	T1	T2	T3
総合的な主張	0	0	2	4	2
複数証拠をまとめた考察	1	0	1	0	0
個々の証拠に対する考察	4	2	4	1	3
個々の証拠	6	2	1	4	0
合計	11	4	8	9	5

7-3. 学習者の説明の抽象度の変化

学習者が質問に回答する際、異なる抽象度の間を関連付けて回答を行った割合を調べた結果を表7に示す。手順として、各学習者の、質問の前後で異なる抽象度の構成要素間を関連付けて回答した回数が、各学習者の質問に対する回答総数に占める割合を求めた。その結果、2003年度では異なる抽象度の構成要素間を関連付けた回答が T1 で16%、T2では0%と平均して1割程度に留まっていたが、2004年度はT1とT3の回答のうち約40%が、異なる抽象度の構成要素間を関連付けて作ら

れた回答だった。なお、学習者 T2 については、質問への回答の際に異なる抽象度の構成要素間を関連付ける説明が見られなかったものの、学習者 NT2 と比べて自発的に異なる抽象度の構成要素間を関連づけながら説明を行っていた。学習者 NT2 の説明の様子を図2に、学習者 T2 の説明の様子を図3に示す。なお、図中の破線は聞き手からの質問のタイミングを示し、丸囲みの数字は質問の通し番号を示す。また、異なる抽象度の構成要素間を関連付けた回答は常に、自発的には説明されていない新規の説明方法だったこともわかった。聞き手の質問は説明の抽象度に依存することなく、説明者に異なる抽象度の構成要素間を関連付ける新しいやり方を見つけさせるよう促した可能性が示唆される。

以上をまとめると、2004年度では2003年度よりも、聞き手の質問を新たな説明を作り出すための契機として活かすことができた可能性が高いと言える。また、2004年度は学習者によって、自発的に異なる抽象度の構成要素間を関連付けた説明を行っていた可能性も示唆される。

表7 異なる抽象度の構成要素間を関連付けた回答の割合(全回答中)

	NT1	NT2	T1	T2	T3
回答の割合	16%	0%	40%	0%	43%

7-4. 学習者の資料理解度

学習者が最終的に説明した理解カテゴリの全てを表8に示す。表8では、学習者が自力あるいは聞き手からの質問に応じて正しく理解カテゴリを説明した場合に○を、理解カテゴリに言及したものの説明が間違っていた場合に×を、学習者が理解カテゴリに一切言及しなかった場合を-で示す。なお、学習者によっては一連の説明で正しい説明と間違った説明の両方を行った場合があったため、○と×の両方が1つのセルに入る場合がある。

この結果を見ると、2003年度は各理解カテゴリへの言及が2004年度と比較して少なく、言及の正誤でも誤った言及が目立った。一方、2004年度

は抽象度の高い理解カテゴリも含めて全般的に言

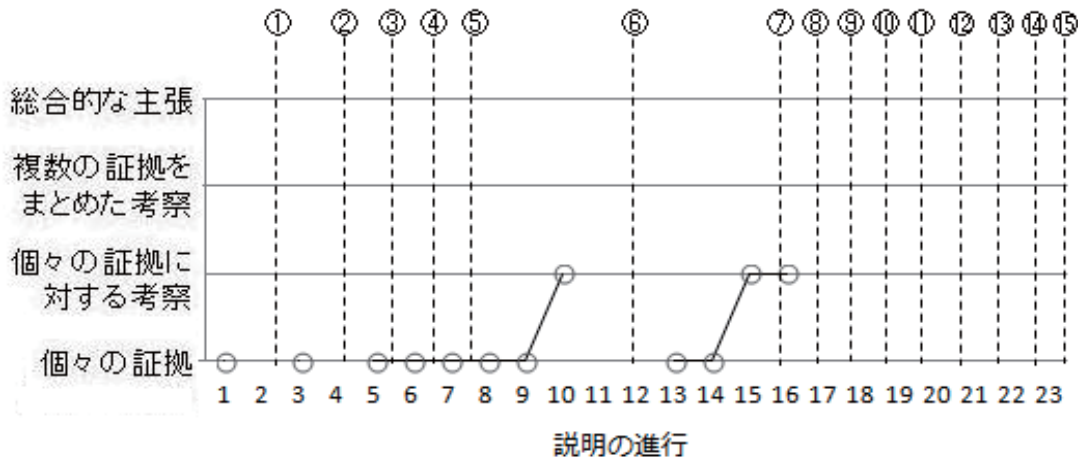


図2 学習者 NT2 の説明の様子

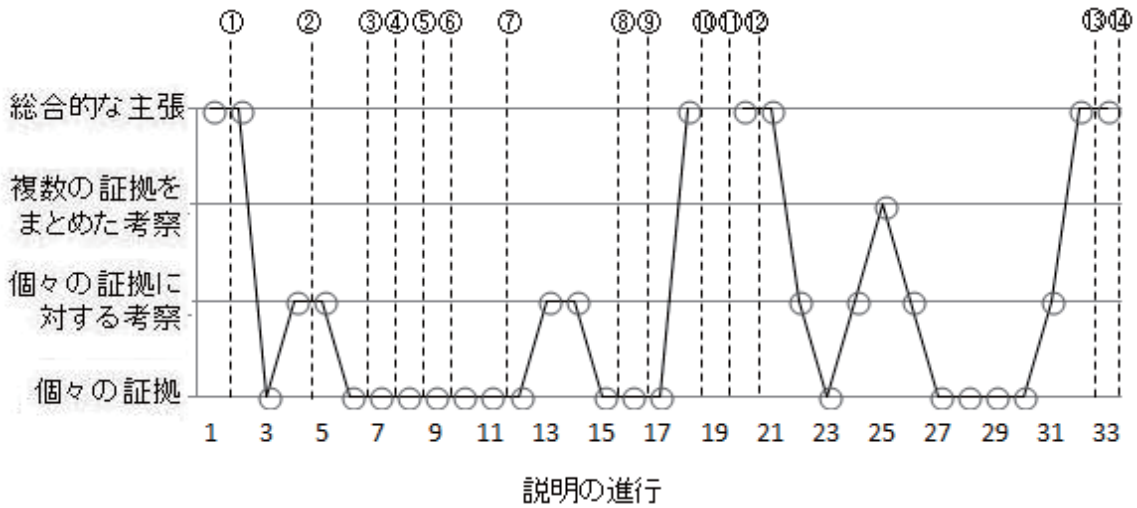


図3 学習者 T2 の説明の様子

及が見られ、誤った言及の数も 2003 年度と比較して少なかった. この結果より, 2004 年度の学習者は, 2003 年度の学習者よりも資料に対する理解をより深めることができたと解釈することができる. 以上より, 仮説は支持されたと言える.

論理思考の重要性	—	—	○	○	○
----------	---	---	---	---	---

8. 考察

建設的相互作用をより確実に引き起こすために, 学習者が聞き手に対して説明する内容が一般的な理論的主張を具体的な証拠で裏付けた構成となっていることの重要性を検証した. そのために, 質問回答ツールによって, 学習者が協調学習に先駆けて, 議論場面で説明すべき初期的な理解を作るための支援を行った. ツールによって具体的な証拠と一般的な主張の両方を学習者の初期的な理解に含むよう支援した結果, 支援を受けた学習者は, 具体的な証拠だけでなく抽象的な主張についても自発的に説明できるようになったことがわかった.

表8 学習者が到達した理解

カテゴリ名	NT1	NT2	T1	T2	T3
認知過程と問題の分離	×	○,×	×	○	○
同一の論理構造	○	—	—	○	○
両方の思考を使用	○,×	×	○,×	○,×	○
イメージの重要性	—	—	○	○	○

この説明は、聞き手からの質問への回答として抽象度の高い説明を行うことで実現された部分が大きかった。そこで、学習者がいかに具体的な証拠と抽象的な主張とを関連付けて説明を構築していたかを調べた結果、支援を受けた学習者ほど、聞き手の質問を契機に異なる抽象度の情報の間を関連付けながら説明を作り上げていたことが示唆された。こうした活動の結果として、支援を受けた学習者は、資料に対する理解を支援がなかった学習者と比較して深めることができていたことがわかった。

これらの結果より、初学者が建設的相互作用を実現するためには、協調学習に先駆けて学習者が説明すべきこと、すなわち初期的な理解を事前に準備するための支援が有効であることが示唆された。初期的な理解には、一般的な理論だけでなく、その裏付けとしての具体的な証拠も含まれることが重要だと言える。これは、説明が聞き手にとって検証可能であることの重要性を示唆しているとも考えられる。一般的な理論的主張を証拠に戻って検証し直すことができると、個々の学習者それぞれの解釈が可能になり、主張の妥当性を多方面から検証可能になる。このことが、建設的相互作用を成立させる上で必要となる、「他者の異なる理解」を生成するため、学習者同士で互いの考えを吟味するための土壌を作ると考えられる。支援がない場合、初学者にとって理解が難しい一般的な理論は協調的な議論で検証されにくかったが、これは、主張として資料に書かれた具体的な実験を自分自身が被験者となって追試した結果得られた感想を述べていたために引き起こされた可能性がある。実際に遠山[19]では、説明者自身による追試から得られた主観報告と、資料の主張とを分離することが極めて困難な状態であり、聞き手との議論を経たりティーチングアシスタントからの指摘を受けたりしても、説明者の考えは主観に偏ったままであった。

教授者は、学習者が協調学習場面で必要以上の困難にさらされないようにとの教育的配慮の下、発話者の理解の範疇で無理なく説明ができるよう

な支援をしがちである。しかし、協調学習を理解深化のための機会と考えれば、こうした発表型の発話を学習者に用意させることがかえって学習者の理解深化を阻害する可能性もある。協調的かつ自律的な問題解決を行う必要性が高まると予想されるこれからの社会において、個々の学習者自身による理解深化を達成するための方法を整理することは大きな意味を持つと考えられる。

9. 展望

本研究では、建設的相互作用を確実に引き起こすための一手法として、議論において学習者が一般的な理論を具体的な証拠で裏付けながら説明する重要性に着目し、支援を行った。本研究では、2つの実践それぞれ2名と3名の学習者について分析を行ったが、分析対象の数が少ないことは本研究の課題である。そこで今後は、本研究で行った質問回答ツールによる支援が、認知科学のような社会科学の領域や、大学生のような対象を超えて、どのような領域や学習者に対して有効なのかを検証することで妥当性を検証していく必要があるだろう。また、質問回答ツールとしてシステムで実現した活動が、学習者の認知過程のどの部分を具体的に支援したかについても、詳細な分析が必要である。したがって、本研究と異なる専攻の異なる学年の大学生に対して、社会科学の文献について具体的な証拠と一般的な理論とを抽出させるための支援を行い、協調的な議論を行わせる試みも行いたい。こうした実践によって、本研究で見られた理解深化が、異なる条件においても機能することを検証していきたい。

謝辞

本研究は、三宅なほみ氏を代表者とする科学技術振興機構(CREST)、文部科学省 HRC 事業費、科研費補助金 (15200020, 21118007)、白水始氏代表の科研費補助金 (23530874) の助成を受けた。

参考文献

[1] American Psychological Association (2001).

- Publication Manual of the American Psychological Association 5th edition.* Washington, D.C: the American Psychological Association.
- [2] 安西祐一郎 (1985). 『問題解決の心理学』. 東京: 中央公論社.
- [3] Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom (2nd edition.)*. New York: Longman.
- [4] Barnes, D. (1976). *From communication to curriculum*. England: Penguin.
- [5] Barron, B. (2003). When smart groups fail. *The Journal of the Learning Sciences*, **12**(3), 307-359.
- [6] Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.) (1999). *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C: National Academy Press.
- [7] Bransford, J. D., & Johnson, M. K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **11**(6), 717-726.
- [8] Clement, J. (2008). The role of explanatory models in teaching for conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.
- [9] Damsa, C., Kirschner P., Andriessen, J., Erkens, G. & Sins, P. (2010). Shared Epistemic Agency: An Empirical Study of an Emergent Construct. *The Journal of the Learning Sciences*, **19**(2), 143- 186.
- [10] 益川弘如 (2013). 協調学習支援ノートシステム ReCoNote の展開. 『日本教育工学会第29回大会講演論文集』, 印刷中.
- [11] Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, **10**, 151-177.
- [12] 三宅なほみ (2006). 学習科学: 協調的な実践科学と理論構築との互惠関係を目指して. 『人工知能学会誌』, **21**(1), 77-84.
- [13] Miyake, N. (2009). Conceptual change through collaboration. Paper presented at AERA 2009, SanDiego.
- [14] 三宅なほみ (2011). 概念変化のための協調過程 -教室で学習者同士が話し合うことの意味-. 『心理学評論』, **54**(3), 328-341.
- [15] Miyake, N. & Shirouzu, H. (2006). A collaborative approach to teaching cognitive science to undergraduates: The learning sciences as a means to study and enhance college student learning. *Psychologia*, **49**(2), 101-113.
- [16] Scardamalia, M, & Bereiter, C. (1987). Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg (Ed.), *Advances in applied psycholinguistics: Vol. 2. Reading, writing, and language learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] Schwartz, D. L., & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for future learning: The hidden efficiency of encouraging original student production in statistics instruction. *Cognition and Instruction*, **22**(2), 129-184.
- [18] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection, *Cognitive Science*, **26**, 469-501.
- [19] 遠山紗矢香(2013). 初期理解の構築支援による建設的相互作用の促進—認知科学の協調学習を例として—. *認知科学*, **20**(2), 177-203.

人間はコンピュータからの皮肉を感じるか？ Do People Understand Irony from Computers?

内海 彰，渡邊 優，若山 裕介

Akira Utsumi, Yu Watanabe, and Yusuke Wakayama

電気通信大学 情報理工学 研究科 総合情報学 専攻

Department of Informatics, The University of Electro-Communications

utsumi@inf.uec.ac.jp

Abstract

In this paper, we empirically investigate whether people understand irony from computers in order to test the recent argument for an egocentric tendency in irony comprehension. In the experiment, participants took a timed math test comprising 10 questions of 3-digit by 2-digit multiplication. After that, they received a feedback comment on their performance (including potentially ironic sentences) from either an intelligent evaluation system with an AI engine (AI condition), a non-intelligent automatic evaluation system (Auto condition), or a human judge connected via the network (Human condition). The result was that the participants in the AI and Auto conditions understood the comment as ironic as those in the Human condition, and the participants in the AI condition perceived more sarcasm than other participants. Because people know that computers cannot think just as humans do, these results can be regarded as evidence for the egocentric tendency in irony comprehension, indicating that participants understood irony egocentrically from their own perspective without taking into account the mental state of the ironic speaker. These findings are also consistent with the “media equation” theory, from which we can suggest implications for the media equation, anthropomorphism, and computer-mediated communication of irony.

Keywords — Irony; Egocentric interpretation; Theory of mind; Media equation; Computer-mediated communication; Anthropomorphism

1. はじめに

アイロニー・皮肉¹は、メタファーなどの他の非字義的な表現と異なり、当該文の意味を理解するだけでは、その表現がアイロニーであるかどうかはわからない。必然的に、ある表現がアイロニーであるかどうかを聞き手が判断・理解するためには、話し手の状況認識や信念を知ることが不可欠となる。例えば、「この料理、おいしいね」という発話がアイロニーであるかどうかを聞き手が判断す

¹厳密には、アイロニーと皮肉は完全に一致しない概念であるが、本稿ではアイロニーと皮肉を特に区別せずに扱う。

るためには、話し手がその料理をどのように（おいしいかまずいか）思っているのか、それに対してどのような態度を持っているか（称賛、なぐさめ、非難）などを推測しなければならない。つまり、アイロニーの理解には、このような他者中心的な（allocentric）理解方略、言い換えると、「心の理論」もしくは読心能力が必要となる[7, 18]。実際に、心の理論を獲得していない幼児や心の理論が十分に機能しない自閉症者らは、アイロニーの理解が困難であることが多くの実験で示されている[3, 7, 20]。さらに、最近のニューロイメージング研究においても、アイロニー表現の理解中に心の理論に関わる脳部位が賦活することが明らかになっている[14, 17]。

しかし、一方では、必ずしも他者の信念を推測せずに自己中心的な（egocentric）方略で（つまり、話し手の信念や意図を推測せずに、聞き手の信念や知識のみからの判断で）アイロニー理解が行われるという実験結果も得られている[1, 8]。例えば、秋元ら[1]は、最初は自動的に聞き手自身の信念を話し手に帰属させることによってアイロニー理解が行われ、その後心の理論に基づく他者中心的な視点からその解釈の妥当性を判断することを実験的に明らかにしている。このような理解方略は、アイロニー理論である暗黙的提示理論[19]からも示唆される。

そこで本研究では、アイロニーの理解が自己中心的な理解方略で行われているかどうかを、従来の実験とは異なる方法を用いて検討する。その方法とは、コンピュータの発話を人間はアイロニー・皮肉と理解するかを調べるという方法である。我々人間は、ふつう、コンピュータが人間と同じように考えたり、意図的に皮肉を言ったりするとは考えない。したがって、人間はコンピュータからの発話を解釈する際に、コンピュータの心的状態や意図を推測することは行わないと思われる。よって、もし皮肉の理解に心の理論が必要であれば、人間はコンピュータが発話した言語表現を皮肉とは感じないであろう。一方、皮肉理解が自己中心

的に行われるのであれば、コンピュータからの発話も皮肉と感じる可能性がある。要するに、もしコンピュータが発話した言語表現を皮肉と感じるならば、それは他者（コンピュータ）の信念を意識的に考慮せずに自己中心的に皮肉の理解が行われていることの証左になる。

本研究では、アイロニー・皮肉理解は自己中心的な方略で行われるという仮説を支持する立場から、コンピュータからの発話を人間の発話と同様に皮肉と解釈すると予想する。この予想は、HCI研究における「メディアの等式（media equation）」理論[15]からも支持される。メディアの等式理論では、様々なコミュニケーションにおいて、人間は無意識的にコンピュータ（や他のメディア）を実際の人間のように扱うと主張する。例えば、さまざまな実験結果から、人間はコンピュータに対して丁寧に振舞ったり、コンピュータに人間の性格を想定したりすることがわかっている。本研究に最も関連する研究としては、Fogg & Nass [4]は、コンピュータからのお世辞が人間からのお世辞と同様の効果をもたらすことを示している。したがって、メディアの等式理論からも、人間はコンピュータからの発話を人間からの発話と同様に皮肉と理解することが予想される。

2. 実験方法

本研究の実験では、コンピュータが出題した計算問題を被験者に解かせ、その結果に関する評価コメントをモニタ上に表示した。そしてこのコメントを皮肉と感じたかどうかをアンケートにより調査した。以下に、具体的な実験手順や条件設定を示す。

参加者 53名の大学生・大学院生が無償で実験に参加した（以下で説明するように、3種類の実験条件のそれぞれに15名分の妥当なデータが得られるまで実験を実施した結果、53名の参加者が必要であった。）

実験デザイン 本実験では、皮肉と解釈される可能性のある発話（コメント）の話し手として、AIシステム（AI条件）、自動システム（Auto条件）、人間（Human条件）の3種類の条件を、被験者間要因として設定した。AI条件とAuto条件は、話し手がコンピュータであるという実験条件に該当する。なお、以下に述べるように、これらの実験条件の違いは、参加者への教示によってのみ区別し、実際に実験に使用したシステムや他の実験設定はすべて同一である。

手続き 以下に示す手順で実験を行った。

1. 参加者は、コンピュータシステム（PC、液晶モニタ、Webカメラ2台）の前に座り、実験者から本研究の（仮の）目的（数学に関する学習・自動評価システムの評価実験）と、システムに関する教示を受けた。システムに関する教示については、以下の3パターンのいずれかが参加者に与えられた。この教示の違いを実験条件として設定した。

- AI（人工知能）を備えたコンピュータシステムが、正答率、解答時間や参加者の筆算中の行動・振る舞いを捉えたカメラ映像の情報から総合的に判断して評価を行う（AI条件）
- コンピュータシステムが正答率や解答時間を機械的に分類して評価を行う（Auto条件）
- 実験室と別の場所にいる人間の判定者が、ネットワークを介して参加者の筆算中の行動・振る舞いを観察して、正答率や解答時間の情報とともに評価を行う（Human条件）

なお実際には、すべての条件においてコンピュータシステムは同一であり、評価は一切行っていない。どのような成績でも下記の評価コメントを表示するだけである。

2. 参加者は、コンピュータシステムから出題される3桁×2桁の掛け算10問を筆算で解くという課題を行った。この際に、計算間違いをしてもらうように（つまりシステムからのコメントが皮肉と理解されやすい状況になるように）、できるだけ早く計算するように教示し、問題提示から30秒を経過すると画面上で警告を出した。問題は一問ずつモニタ画面に提示され、参加者にはその問題を筆算で求めて、その答えをタイプしてもらった。答えが入力し終わった後に、システムは正解をモニタに出力した。
3. すべての計算問題を解いた後に、モニタ上に課題成績に関する客観的な結果（正答率、平均解答時間、解答時間が30秒以上となった問題数）とともに、以下のコメントを表示した。

「完璧な計算能力です。ミスしないように慎重に計算していましたね。計算を解くのも素晴らしく速いですね。」

4. 参加者は、本実験やこのコメントに関するアンケートに回答した。その後で、実験者から本実験の真の目的を知らされた。アンケート

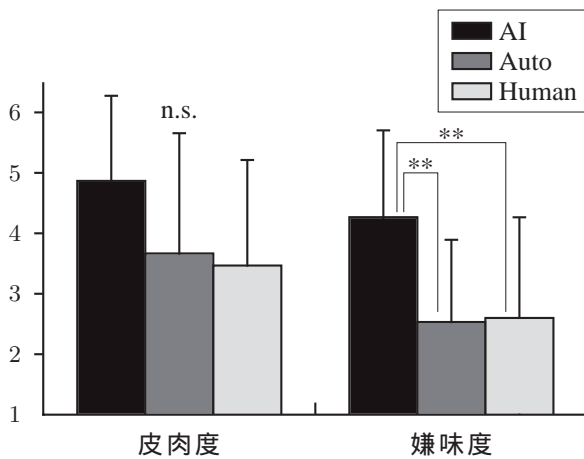


図1：皮肉度と嫌味度の評価結果

項目には、そのコメントから皮肉を感じたか（皮肉度）、コメントに嫌味を感じたか（嫌味度）、コメントは意図的か（意図性）の7段階評価（1～7）が含まれていた。

すべての計算問題を30秒以内に正しく解いた参加者を除いたときに、各条件とも15名分、計45名分のデータが得られるまで実験を実施した。

3. 結果と考察

初めに、表示されたコメントが皮肉と理解される可能性が条件間で差がないことを確かめるために、条件間の不正解数と解答時間を比較した。不正解の総数は、AI条件、Auto条件、Human条件がそれぞれ31, 20, 17個であり、これらの差に有意傾向が認められた ($\chi^2(2, N=450)=5.65, p=.059$)。一方、平均解答時間は、AI条件、Auto条件、Human条件でそれぞれ26.8, 26.1, 26.8秒であり、これらの間には有意差は認められなかった ($F(2, 42)=0.17$)。以上の結果から、以下の分析においては、不正解数を共変量とした共分散分析を行った。

3条件における皮肉度と嫌味度の評価結果（平均評価値）を図1に示す。皮肉度の平均評価値は4.87 (SD=1.46; AI条件), 3.67 (SD=2.06; Auto条件), 3.47 (SD=1.81; Human条件)であり、分散分析の結果、それらの間の差に有意傾向が認められた ($F(2, 42)=2.08, p=.08$)。しかし、不正解数を共変量とする共分散分析を行ったところ、3条件間に皮肉度の有意差は見られなかった ($F(2, 41)=1.55, p=.22$)。この結果は、教示条件に関係なく、つまり、人間からの発話 (Human条件) と同程度にコンピュータからの発話 (AI条件, Auto条件) も皮肉と理解されることを示している。したがって、皮肉の理解には必ずしも他者の信念・意図理解が必要ではなく、自己中心的に理解され得るという仮説が支持されたことになる。

一方、嫌味度の平均評価値は4.27 (SD=1.49; AI条件), 2.53 (SD=1.41; Auto条件), 2.60 (SD=1.72; Human条件)となり、分散分析の結果、条件間に有意差が認められた ($F(2, 42)=6.06, p<.01$)。不正解数を共変量とする共分散分析でも同様に有意差が得られた ($F(2, 41)=4.91, p<.05$)。多重比較の結果、AI条件が他の2条件よりも有意 ($p<.05$) に嫌味度が高い結果となった。この結果は予想外であるが、少なくとも人間からの発話と同程度以上にコンピュータからの発話にも嫌味を感じるようになった。

最後に、発話の意図性の評価結果について分析する。意図性の平均評価値は4.00 (SD=1.73; AI条件), 3.93 (SD=1.75; Auto条件), 3.47 (SD=1.96; Human条件)であり、分散分析、共分散分析ともに有意差は認められなかった (ANOVA: $F(2, 42)=0.49$, ANCOVA: $F(2, 41)=0.58$)。特に、どの条件においても発話の意図性の評価値は低くなっており、このことは発話者が人間かコンピュータかに関わらず、実験中に提示されたコメントに参加者が意図性をあまり感じなかった、もしくは、発話者の意図を推測しなかったために意図性の評価が低くなったことを示唆している。さらに、皮肉度と意図性評価の相関係数を各条件ごとに求めたところ、.11 (AI条件), -.05 (Auto条件), .08 (Human条件)となり、すべての条件で有意な相関は得られなかった。この結果も、皮肉の理解に心の理論に基づく他者中心的な方略が必ずしも必要ではなく、自己中心的な理解が行われていることを間接的に示唆していると考えられる。

4. 議論

4.1 擬人観と自己中心的理解

本研究で得られた実験結果の解釈には、「人間はコンピュータが心を持たないことを自覚しており、コンピュータからの発話を理解する際にコンピュータの心的状態や意図を推測しない」ことを前提としている。一方で、人間は、人間以外の動物や人工物 (コンピュータ, ロボット等) を、人間の特性、信念、意図、感情などになぞらえて考えるという傾向 (擬人観・擬人化, anthropomorphism) が指摘されており、多くの実験結果もこの現象を支持している [2]。擬人観によれば、本実験結果は人間のようにコンピュータを擬人化することによって人間の発話と同様な理解過程で理解することを示すだけであり、自己中心的なアイロニー理解をしていることを含意しないことになる。本稿では、この批判に対して、擬人観には「心ある擬人観 (mindful anthropomorphism)」と「心なき擬人観

(mindless anthropomorphism)」の2種類があり[10]、本研究の実験設定からは「心ある擬人観」が生じる可能性は極めて小さいこと、および「心なき擬人観」ではコンピュータの心的過程を考慮しないために自己中心的な処理になることを示して、本研究の前提が合理的であることを論じる。

心ある擬人観(心を考慮した擬人観)とは、人間の心的過程・処理に照らしあわせて動物や人工物の行動や振る舞いを理解する傾向のことであり、必然的に他者中心的な視点から動物や人工物の「心」を推測することになる。例えば、ペットの飼い主がペットの感情や心を人間になぞらえて考えるのは心ある擬人観の一例である。心ある擬人観における心の知覚の生じやすさは、対象のエージェント性や主観的経験能力に依存することが示唆されており[5]、実際に、エージェント性の高い(人間らしい)ロボットとのインタラクションでは心の理論に関与する脳部位が賦活するが、エージェント性が低くなると賦活が生じなくなるという実験結果も示されている[11]。本実験で使用したコンピュータシステムは人間の類似した外観を持たない普通のPCやモニタであり、モニタ上にもソフトウェアエージェントのような人間を模したキャラクタを表示しなかった。したがって、本実験システムのエージェント性は極めて低く、本実験の参加者が心ある擬人観に基づいてシステムからの発話を理解した可能性は低いとすることができる。

一方、心なき擬人観は、人間の心的過程に照らしあわせて相手の心的状態を推測することなく、自動的/無意識的に人間の心的特性を対象に当てはめる傾向である。この擬人観は本質的に自己中心的であり、他者の視点に立って相手の心的状態を推測するものではない[2]。したがって、本実験の参加者が心なき擬人観からシステムの発話を理解していたとしても、そのことは他者中心的な理解を行っていたとは言えない。このことから、コンピュータからの発話を理解する際にコンピュータの心的状態や意図を人間は推測しないという前提は成立することになり、結果として、本研究の実験結果は自己中心的な処理でアイロニーを理解したことを示唆すると言える。

なお、Reeves & Nassのメディアの等式理論は、心なき擬人観によって説明することができる。彼らは、対象(人工物)が実際に人間の心的状態や特性を持つと考えたかという質問に対して様々な実験の参加者は一貫して否定的な回答をすることから、メディアの等式の擬人観による説明を否定して、心を考慮することなく(mindlessly)対象を人間のように扱う傾向がメディアの等式の原因であ

ると主張している[12]。彼らの主張を2種類の擬人観から考えると、彼らが否定するのは心ある擬人観であり、メディアの等式は心なき擬人観から生じると解釈し直すことができる。言い換えると、メディアの等式は人間の自己中心的な理解過程から生じると考えられ、人間どうしのコミュニケーションにおける自己中心的傾向[9]と合わせて考えると、相手が人間/非人間に関わらず自己中心的な処理がコミュニケーションにおける主要な方略であるということも可能である。

4.2 アイロニーの自己中心的処理と他者中心的処理

本研究ではアイロニー理解における自己中心的な処理の可能性を示唆したが、一方では1章で述べたように、アイロニーが心の理論に基づいて理解されることを示す多くの実験結果が蓄積されている。これらの2つの考え方を整合的に説明することは可能であろうか？

整合性のある説明の一つの可能性として、認知発達の視点からアイロニー理解を捉えることが有効である。それは、発達の初期においてアイロニーという概念(アイロニーはどのような言語現象であるかの知識)を獲得するためには心の理論が不可欠であるが、いったんアイロニーという概念を獲得してしまった後には、自己中心的な視点からアイロニーの理解が行われるという考え方である。アイロニーは話し手の心的態度や意図を暗黙的に伝達するという基本的な性質から、アイロニー概念を獲得するためには、子供は話し手の信念や意図を推測する必要がある。実際に、5歳未満の子供では、話し手の信念や意図を聞き手のものと分離して言語を理解することが困難である[13]。しかし、5歳くらいから徐々に話し手の意図を推測できるようになり、アイロニーという概念を理解できるようになっていく。実際に、この頃の子供の心の理論能力とアイロニー理解能力は相関することが明らかになっている。一度、アイロニーという概念を獲得してしまうと、多くの場合には聞き手自身の信念と話し手の信念には大きな違いがないことから、認知的な負荷を減らすために自己中心的な視点からアイロニーを理解するようになる。自己中心的な視点からの言語理解はアイロニー以外でも観察される現象である[9]。

4.3 CMCにおけるアイロニー理解

Hancock[6]は、コンピュータを介したコミュニケーション(computer-mediated communication; CMC)

と対面によるコミュニケーション (face-to-face communication; FFC) の間に、アイロニー理解に関して大きな違いはなく、アイロニーを誤って解釈する割合にも違いが見られないことを実験的に明らかにした。この知見は、本研究の実験結果がCMCに特有の結果ではないことを示唆している。

一方で、Hancock [6]の実験では、CMCにおける話し手のほうが、FFCにおける話し手に比べて、より多くのアイロニーを用いたという結果も得られている。このことは、Twitterなどのマイクロブログにおける発言にはアイロニー・皮肉が多く含まれているという事実とも整合する[16]。このようなCMCの性質は、Twitterなどのメディアによるコミュニケーションの機会の多い人(本実験の参加者もこのような人たちと考えることができる)はCMCにおける発話をアイロニーと理解しやすい傾向があることを示唆するかもしれない。このことが、AI条件における嫌味度が他の条件よりも有意に高かったという実験結果の理由の一つと考えることもできる。つまり、人間がTwitterを介して発話するという状況に最も近いのがAI条件であり(Auto条件では発話の背後に人間性を想定しにくく、一方、Human条件では実験中の参加者の振る舞いをずっと観察しているという設定がTwitterなどのコミュニケーションよりも人間性を感じやすい)、そのためにAI条件における発話が最も嫌味を含んでいると解釈されたという説明である。さらに、嫌味度に違いが見られて皮肉度には違いが見られなかった点については、嫌味が皮肉に比べて直接性が高い(つまり、話し手の信念・意図を考慮することなく理解できる)ことが影響していると考えられる。しかし、あくまでもこれらの考察は単なる憶測に過ぎず、今後のさらなる実験・研究が必要であることは言うまでもない。

5. おわりに

本研究では、人間からの発話と同様に、コンピュータからの発話もアイロニー・皮肉と解釈されることを実験的に示した。本研究のアプローチはアイロニー研究における新たな可能性を示唆するものであり、得られた実験結果はアイロニー理解が自己中心的な視点から行われている一つの証拠を与えていると解釈することができる。ただし、本研究で得られた実験結果の解釈には不十分な点も少なくないので、さらなる実験を通じてアイロニー理解の自己中心性について明確な証拠を示していくことが今後の課題として必要である。

参考文献

- [1] Y. Akimoto, S. Miyazawa, and T. Muramoto. Comprehension process of verbal irony: The effects of salience, egocentric context, and allocentric theory of mind. *Metaphor and Symbol*, 27:217–242, 2012.
- [2] N. Epley, A. Waytz, and J.T. Cacioppo. On seeing human: A three-factor theory of anthropomorphism. *Psychological Review*, 114(4):864–886, 2007.
- [3] E. Filippova and J.W. Astington. Further development in social reasoning revealed in discourse irony understanding. *Child Development*, 79(1):126–138, 2008.
- [4] B.J. Fogg and C. Nass. Silicon sycophants: The effects of computers that flatter. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46:551–561, 1997.
- [5] Heather M. Gray, Kurt Gray, and Daniel M. Wegner. Dimensions of mind perception. *Science*, 315:619, 2007.
- [6] J.T. Hancock. Verbal irony use in face-to-face and computer-mediated communications. *Journal of Language and Social Psychology*, 23(4):447–463, 2004.
- [7] F. Happé. Communicative competence and theory of mind in autism: A test of relevance theory. *Cognition*, 48:101–119, 1993.
- [8] B. Keysar. The illusory transparency of intention: Linguistic perspective taking in text. *Cognitive Psychology*, 26:165–208, 1994.
- [9] B. Keysar. Communication and miscommunication: The role of egocentric processes. *Intercultural Pragmatics*, 4:71–84, 2007.
- [10] Y. Kim and S.S. Sundar. Anthropomorphism of computers: Is it mindful or mindless? *Computers in Human Behavior*, 28:241–250, 2012.
- [11] S. Krach, F. Hegel, B. Wrede, G. Sagerer, F. Binkofski, and T. Kircher. Can machines think? Interaction and perspective taking with robots investigated via fMRI. *PLoS ONE*, 3(7):e2597, 2008.
- [12] C. Nass and Y. Moon. Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues*, 56(1):81–103, 2000.
- [13] P.M. Pexman. It's fascinating research: The cognition of verbal irony. *Current Directions in Psychological Science*, 17(4):286–290, 2008.
- [14] A.M. Rapp, D.E. Mutschler, and M. Erb. Where in the brain is nonliteral language? a coordinate-based meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *NeuroImage*, 63:600–610, 2012.
- [15] B. Reeves and C. Nass. *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Cambridge University Press, 1996.
- [16] A. Reyes, P. Rosso, and T. Veale. A multidimensional approach for detecting irony in Twitter. *Language Resources and Evaluation*, 47(1):239–268, 2013.
- [17] M. Shibata, A. Toyomura, H. Itoh, and J. Abe. Neural substrates of irony comprehension: A functional MRI study. *Brain Research*, 1308:114–123, 2010.
- [18] D. Sperber and D. Wilson. Pragmatics, modularity and mindreading. *Mind & Language*, 17(1/2):3–23, 2002.
- [19] A. Utsumi. Verbal irony as implicit display of ironic environment: Distinguishing ironic utterances from nonirony. *Journal of Pragmatics*, 32(12):1777–1806, 2000.
- [20] A.T. Wang, S.S. Lee, M. Sigman, and M. Dapretto. Neural basis of irony comprehension in children with autism: The role of prosody and context. *Brain*, 129:932–943, 2006.

仮想空間における調整方向によるパーソナルスペースの異方性 Moving-direction anisotropy of personal space in a virtual space

小島 隆次¹, 岩元 彩絵², 杉本 匡史^{3,4}
Takatsugu Kojima, Ayae Iwamoto, Masashi Sugimoto

¹滋賀医科大学医学部, ²京都大学教育学部, ³京都大学大学院教育学研究科, ⁴日本学術振興会

¹Faculty of Medicine, Shiga University of Medical Science, ²Faculty of Education, Kyoto University,

³Graduate School of Education, Kyoto University, ⁴Japan Society for the Promotion of Science

tkojima@belle.shiga-med.ac.jp

Abstract

We examined the anisotropy of personal space in a three-dimensional computer graphics (3DCG) room. A participant took the first-person point of view, and an unfamiliar avatar was placed in the 3DCG room. The stop-distance technique was used to measure the personal space between the participant and avatar. The participant was required to approach the avatar until he or she felt uncomfortable (approaching condition) or to retreat from it until he or she felt comfortable (retreating condition). The results clearly showed that the personal space was larger under the approaching condition than under the retreating condition.

Keywords — **Personal Space, Virtual Space, Anisotropy**

1. はじめに

パーソナルスペースとは、自己を取り囲む不可視の私的領域であり、他者が侵入してくると不快な気持ちになる領域であると定義され[1]、持ち運び可能な縄張りという表現でその特徴を示されることもある[2]。パーソナルスペースの具体的な大きさや形状は、時宜に応じて可変的であるとされており、多くの要因がパーソナルスペースの形状に影響するとされている[3]。また、パーソナルスペースはコミュニケーションにおける非言語的情報の一つとされ、人間関係や対人コミュニケーション場面との関係で検討されることも多い。

そして、近年では、メタバースなどのコンピュータ上の3次元コンピュータグラフィクス(3DCG)仮想空間を利用したコミュニケーションシステムにおいて、アバタを介したユーザ間コミュニケーション研究の中で、パーソナルスペースが扱われるようになってきている[4][5]。しかし、3DCG仮想空間でのアバタを用いたコミュニケー

ションシステムでのパーソナルスペース研究は、過去の実空間におけるパーソナルスペース研究の知見との比較を行うものが多く、3DCG仮想空間特有の現象との関係で扱うものは少ない。

3DCG仮想空間でのアバタによるコミュニケーションにおいては、実空間の場合と異なり、突然複数のアバタが同じ空間位置を占めるということも可能である。このような場合、適切なパーソナルスペースを取ろうとすれば、相手から離れる方向での移動調整をすることになる。このように、突然他者と同じ空間位置を占めることになり、相手から離れる方向でパーソナルスペースを確保する必要が生じた際に、ユーザは相手との距離をどの程度取るのだろうか。従来の多くのパーソナルスペース研究で用いられたような、相手に近づくという方向での対人距離調整による方法と比較して、パーソナルスペースの取り方に何か違いが見られるのだろうか。

そこで本研究では、3DCG仮想空間でのアバタコミュニケーション状況において、コミュニケーション相手との距離の調整方向の違いがもたらすパーソナルスペースの異方性の有無を、stop-distance法によって検討することにした。

2. 実験

2.1. 目的

3DCG仮想空間でのアバタコミュニケーション状況において、コミュニケーション相手との距離の調整方向の違いがもたらすパーソナルスペースの異方性の有無を検討するために、stop-distance法による距離調整実験を行った。

2.2. 方法

2.2.1. 実験参加者

実験には大学生・大学院生の男女各 8 名ずつ、計 16 名が参加した ($M = 21.56, SD = 1.46$)。

2.2.2. 装置・刺激

実験で使用した機材は、デスクトップ PC と刺激呈示のための 24 インチ LCD、そして反応入力のための USB 接続のテンキーパッドであった。

実験刺激は、OpenGL で作成された 3DCG による仮想空間であった。実験で呈示された刺激の種類は、仮想空間内に設定された部屋の床面積について 2 種類 (狭い・広い) と天井の高さについて 2 種類 (低い・高い) を用意した。また、部屋の中に設置されたアバタの向きは正面向き (実験参加者と対面している状態) とした。図 1 が実験での呈示刺激の例である。

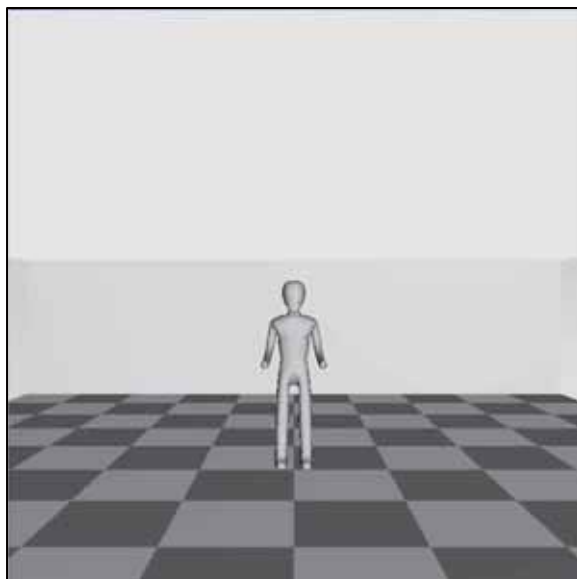


図 1. 実験刺激例

2.2.3. 手続き

実験用仮想空間では、部屋の中にアバタが一体設置されており、このアバタが実験参加者のコミュニケーション相手のアバタ (相手アバタ) であるという想定になっていた。実験参加者に対しては、実験参加者本人もアバタに扮して仮想空間の中にいることとし、コンピュータ画面にはその実験参加者のアバタから見た主観映像が映し出されていると考えるように教示した。

相手アバタとの距離の調整は、接近条件と離脱条件の 2 種類を用意した。接近条件では、相手アバタに対して「なんとなくこれ以上は近づきたくない」と思う位置まで、テンキーの 8 (↑) を押して近づくことが実験参加者には求められた。対して、離脱条件では、相手アバタに対して「なんとなくこれくらいは離れたい」と思う位置まで、テンキーの 2 (↓) を押して離れていくことが実験参加者には求められた。接近条件と離脱条件のいずれにおいても、実験参加者は一方向にしか調整できなかった。また、実験参加者には試行ごとに自分が思ったままに調整するようにし、従前の試行での調整行動について考えたり、思い出したりする必要はないという旨の教示も行った。

呈示される刺激については、床面積 2 種類 (狭い・広い) × 天井の高さ 2 種類 (低い・高い) の計 4 種類を用意した。相手アバタとの距離調整方向が 2 種類 (接近・離脱)、そして、各刺激に対して 5 回の反復測定としたため、本試行は $4 \times 2 \times 5$ の 40 試行であった。

実験参加者は練習試行 2 回 (接近と離脱を 1 回ずつ) を行った後、本試行を行った。但し、練習試行では部屋の床面積と天井高は本試行と異なるものを使用した。本試行では、全実験参加者が接近条件から始めて、接近条件と離脱条件を交互に繰り返したが、刺激の呈示順序はランダムとした。

3. 結果

図 2 は本試行における相手アバタと実験参加者との間の平均調整距離である。相手アバタに対する調整距離を従属変数として、床面積、天井の高さ、調整方向を被験者内要因とした 3 要因分散分析を行った。その結果、床面積と調整方向の主効果が 5%水準で有意となった (床面積 $F(1, 15) = 15.18, p = .0014, \eta^2 = .0061$; 調整方向 $F(1, 15) = 6.15, p = .0255, \eta^2 = .0425$)。また、相手アバタまでの距離の平均値から、床面積が狭い場合と調整方向が離脱方向である場合について、パーソナルスペースが狭くなることがわかった。

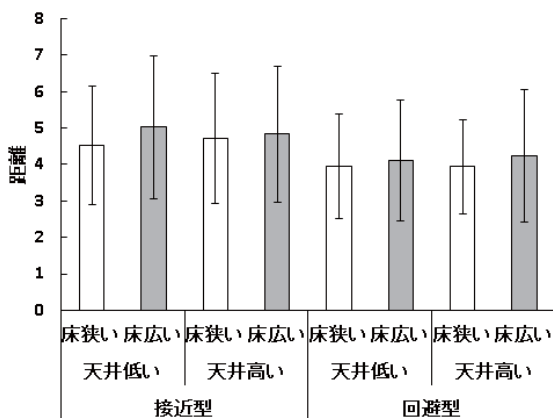


図 2. アバタと実験参加者間の平均距離

以上の結果から、3DCG 仮想空間内でのアバタコミュニケーション状況におけるユーザのパーソナルスペースの範囲に関しては、相手アバタなどのコミュニケーション対象と距離を取る際の移動方向による異方性が存在することが示唆された。

実空間においては、実験的な特殊状況を除いて、コミュニケーション相手と突然同じような空間位置を占める状況になつたりはしないため、パーソナルスペースの調整方向を考慮する必要はほとんどないかもしれないが、3DCG 仮想空間でのアバタコミュニケーションの場合には、そのような状況がさほど特殊でもないため、パーソナルスペースの調整方向を考慮する必要があるだろう。

4. 今後の展開

パーソナルスペースの取り方や決まり方が対人関係や当人の内的特性にも影響すること [4][6][7] を考えれば、3DCG 仮想空間でのアバタコミュニケーションにおいてパーソナルスペースを考慮する際には、対人距離の調整方向がもたらすパーソナルスペースへの影響を想定する必要性は十分にあるだろう。例えば、本研究での実験結果を基にすれば、離れる方向でのパーソナルスペース調整の方がパーソナルスペースを狭く取る傾向があるのだから、自律型のアバタを 3DCG 仮想空間内に登場させる際の登場位置などを検討する際には、ユーザのアバタがその自律型アバタに遠くから近づく必要があるような登場位置を採用するよりは、いきなりユーザのアバタと同じ位置に登場させた

方が、ユーザはそのアバタとのパーソナルスペースを狭く取ると予想される。その結果、その自律型アバタの初期の印象が良くなったり、親近感が高くなったりするかもしれない。

今後は、本研究で扱ったパーソナルスペースの調整方向による異方性のように、仮想空間を用いたコミュニケーションシステム特有の様々な事情や現象を考慮した上で、3DCG 仮想空間でのアバタコミュニケーションにおけるパーソナルスペースの役割について検討していきたい。

参考文献

- [1] Hayduk, L. A., (1978) "Personal space: An evaluative and orienting overview", *Psychological Bulletin*, 85, pp. 117-134.
- [2] Roger, D. E., & Schalekamp, E. E., (1976) "Body-buffer zone and violence: A cross-cultural study", *The Journal of Social Psychology*, 98, pp. 153-158.
- [3] Hayduk, L. A., (1983). "Personal space: Where we now stand", *Psychological Bulletin*, 94, pp. 293-335.
- [4] 村田誠弥・森原海里・神田智子, (2011) "個人の性格によって変化するパーソナルスペースの形状比較", HAI シンポジウム 2011 I-2A-4, 2 pages.
- [5] 西村貴章・明石直也・半田守・神田智子, (2012) "メタバースアバタとの個体距離の適応行動の検証", 第 26 回人工知能学会全国大会発表論文集, 3O1-OS-3a-2, pp. 1-2.
- [6] 田中政子, (1973) "Personal Space の異方的構造について", *教育心理学研究*, pp. 223-232.
- [7] 渋谷昌三, (1990) 人と人との最適距離, 日本放送出版協会

問題解決における状態空間の抽象化プロセス 発話プロトコルに基づく分析

Abstraction Process of State Space in Problem Solving: An Analysis Based on Verbal Protocol

寺井 仁^{†,‡}, 三輪 和久[†]
Hitoshi TERAI, Kazuhisa MIWA

[†]名古屋大学大学院情報科学研究科, [‡]JST CREST
[†]Graduate School of Information Science, Nagoya University, [‡]CREST, JST
{terai, miwa}@nagoya-u.ac.jp

Abstract

This study investigated rule discovery from massive state space in terms of state space abstraction. In our experiment, we used 2 x 2 x 2 Rubik's Cube (Pocket Cube) as an experimental task. Two graduate students participated in our experiments. The state space consists of a huge amount of states over 3 million; distance among each state cannot be perceived directly. Therefore, they could not find the rule to solve the cube as long as they search of the state space directly. They needed to comprehend their current state within an abstracted state space. The results showed that same tendency was confirmed between the participants: (1) They searched within state space for the goal state using weak methods (hill climb and means-ends analysis) and then failed to solve it repeatedly. (2) They also began to grasp failed states as abstracted states. (3) Then, they found their own abstracted sub-goal. (4) Finally, they found their own rules to solve the cube based on both elaborating the abstracted sub-goal and finding additional abstracted sub-goals.

Keywords — abstraction, problem solving, Rubik's cube, rule discovery

1. はじめに

本研究では、全体像を直接把握することが現実的に不可能な大規模な状態空間の中から、人がどのようにして規則性(ルール)の発見を導くのかについて、実験的な検討を試みる。

ルール発見のプロセスは、様々な現象の中に潜む原理を探求する科学的な活動において中心的な役割を果たすことから、問題解決研究において多くの実験研究が行われてきた。例えば、Simon & Lea (1974)は、問題解決プロセスを、実際に観察され物理的に操作可能な事象からなる「状態空間(事例空間)」に加え、背後に潜む法則性を検討する際に構成される心的な「ルール空間」と呼ばれる2つ

の空間の探索およびその相互作用によって達成されるとした。Klahr & Dunbar(1988)はこれを発展させ、科学的発見のプロセスを説明する *Scientific Discovery as Dual Search (SDDS)* モデルを提案した。仮説の探索と実験の遂行の相互作用として科学的発見を捉える SDDS のフレームワークは、数分で解決可能なハノイの塔のような古典的問題解決課題だけでなく、解決に1時間前後を要する、より複雑なルール空間を構成する課題 (BigTrak, MilkTruck 等) にも拡張されてきた (Klahr, 2000)。

一方、課題の複雑性は、ルール空間の複雑性だけでなく、状態空間の複雑性の観点からも議論が可能である。しかしながら、状態空間を把握することが困難な複雑な状態空間を伴う問題はあまり扱われてこなかった。例えば、問題解決研究において用いられるハノイの塔は、使用されるディスクの数を増加させることによって、状態空間のサイズを増大させることが可能である。しかしながら、状態間の類似性や差異については、状態空間のサイズにはよらず知覚的に直接把握することが容易である(ディスクの操作前後の状態が近いことは知覚的に容易に判断される)。これに対して、(1) 状態空間に含まれる状態数が膨大で、かつ、(2) 状態間の関係が知覚的に把握困難な場合を考えることができる。そのような対象においては、全状態空間を直接把握することは困難であり、状態を一旦抽象化した上で、限られた状態間の関係として現象の理解を進めることが必要になると考えられる。このような状態および状態空間を抽象化して捉えることは、本研究で扱う実験室的な課題に限らず、現象の構造的な理解が求められる数学や化学、物理学、生物学など科学的活動を支える問題解決プロセスの理解においても重要な観点であると考えられる (Ohlsson & Lehtinen, 1997)。

2. 目的

本研究では、複雑な状態空間での問題解決における状態空間の抽象化のプロセスの捉えるため、

状態空間の構造を把握することが困難な課題として、 $2 \times 2 \times 2$ のルービックキューブ（以下、キューブ）に着目した。キューブは8つのピースから構成される正6面体の置換パズルである。任意の状態から6つの面の色を揃えるために要するステップ数は、最大でも14ステップである（ 90° の回転を1回の操作とした場合）。しかしながら、キューブにおけるピースの組み合わせは3,674,160通り存在し、膨大な状態空間を構成する（例えば、5枚ディスクのハノイの塔は243通りの状態を有する）。図1にキューブの全状態の内、5,000状態の状態遷移図を例示する。図1からも確認されるように、各状態間の関係を把握することは困難であることが分かる。また、1回の操作は4つのピースの置換を伴うため、知覚的にも状態間の距離を把握することは困難であり、加えて、3次元パズルという性質から、視点によって状態の見えが大きく変化する。このことから、キューブの問題解決においては、状態の一つ一つを区別し状態間の関係を理解することは困難であり、状態を一旦抽象化して捉え、抽象化された状態空間の中で意味のある関係性を見いだすことが鍵となることが予想される。

そこで、本論文では予備的検討として、キューブに関する知識を持たない実験参加者を対象に、状態の抽象的な理解がルール獲得において主要な役割を果たしている事実を実験的に示すことを目的とした。

3. 方法

3.1 課題

キューブがランダムに崩された任意の状態（初期状態）から各面の色が揃った状態（目標状態）を達成するためのルールを獲得することを課題として設定した。

3.2 参加者

大学院生2名（参加者Aおよび参加者Bと呼ぶ）が個別に実験に参加した。なお、各参加者はキューブおよびそれに類する課題（ $3 \times 3 \times 3$ のRubik's Cubeなど）についての解法を知らず、また、過去にルールを獲得することを目的に取り組んだ経験がないことが確認された。

3.3 手続き

実験に先立ち、覆面算課題を用いて発話練習を10分前後行った。

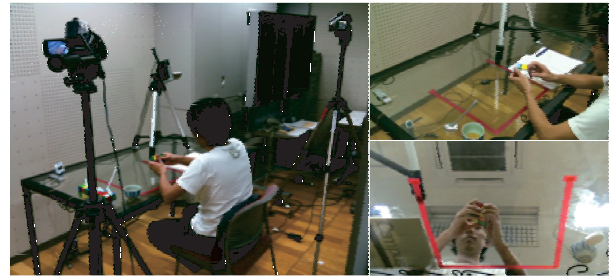


図3 実験の様子

実験では、キューブを参加者に与え、キューブを完成させるためのルールを発見するプロセスについて観察を行った。参加者には、キューブに加えノートとボールペンが与えられ、自由な使用が許された。1試行は30分とし、試行後のインタビューと10分間の休憩時間を挟み、ルールを発見するまで繰り返し行った。なお、参加者が休憩を挟まず実験を続行したいと申し出た場合には、1試行の実験時間を延長した。実験では、10分毎に現時点での主観的達成度について、完全なルールの獲得を100として0~100の間で回答を求めた。

試行の終了毎に行われたインタビューでは（1）問題解決時の観点（2）その過程で発見された方略（3）問題解決において困難に感じている点についての回答を求めた。

実験の終了条件は（1）任意の状態からキューブを完成する方法が明確に説明できることに加え（2）連続して5回、意図通りにキューブを完成できることとした。目標状態に達し、ルールが獲得できていない場合には、再度ランダムに崩された状態のキューブが参加者に与えられ、課題を続行した。実験中、参加者には発話を求め、参加者の取り組みは複数のビデオカメラによって撮影された（図3）。

なお、実験は数日間に渡って行われたため、実験参加中は（1）キューブを実験時間外では扱わない（2）キューブに関連する情報収集を行わないことを実験参加の条件とした。

4. 結果

2名の参加者がルールの発見までに要した時間はそれぞれ参加者Aが約19時間、参加者Bが約37時間であった。

以下では、参加者Aのルール発見プロセスに焦点を当て、その概要を示す。具体的には、状態空間の探索を通してどのように状態の抽象的な理解が進められたのかを明らかにするため、キューブの状態に対する抽象的な表現に着目し、発話データを基に分析を進めた。

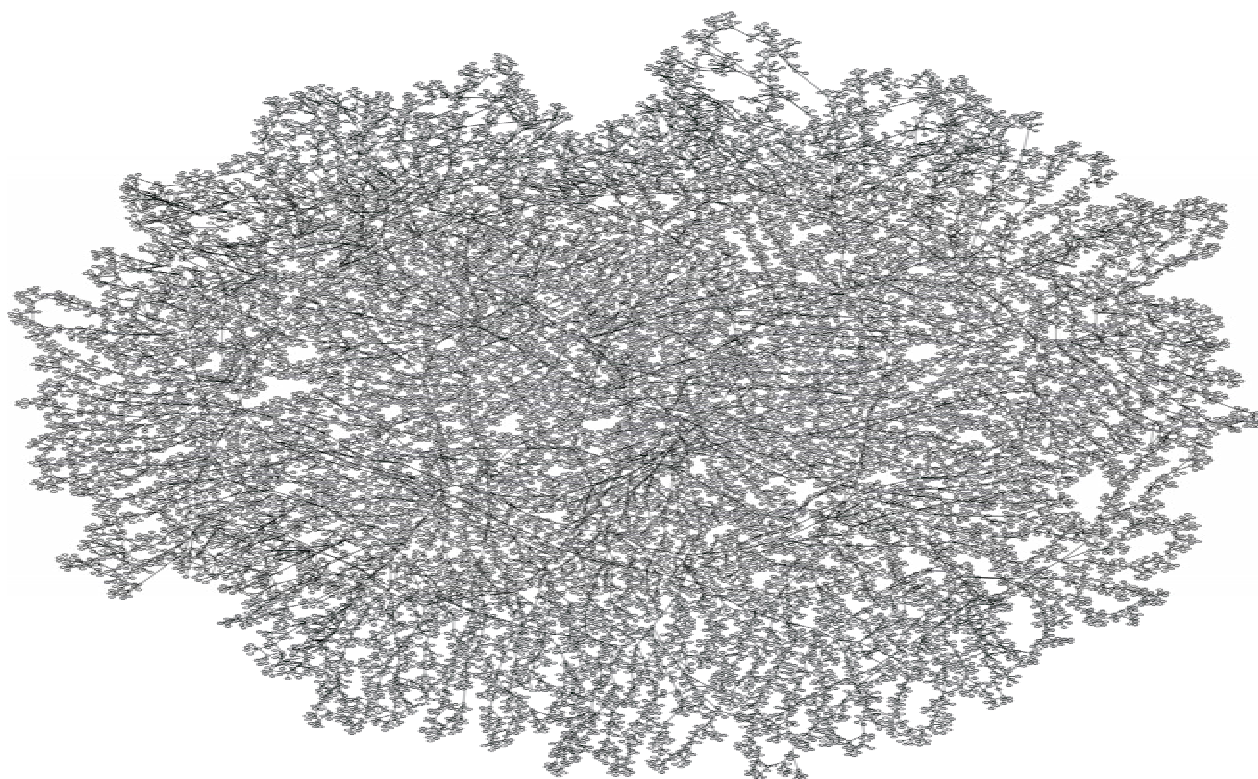


図1 キューブの状態空間(5,000状態)

図は目標状態を基点として、各状態に対する計12操作を行った際に生成される新たな状態の関係について、全3,674,160状態中、5,000状態までを描画した結果である(90°の回転を1回の操作としており、空間に対する回転を考慮していないため、12の操作のうち半数はもう半数と等価になるため各ノードが持つエッジ数は6となっている)。

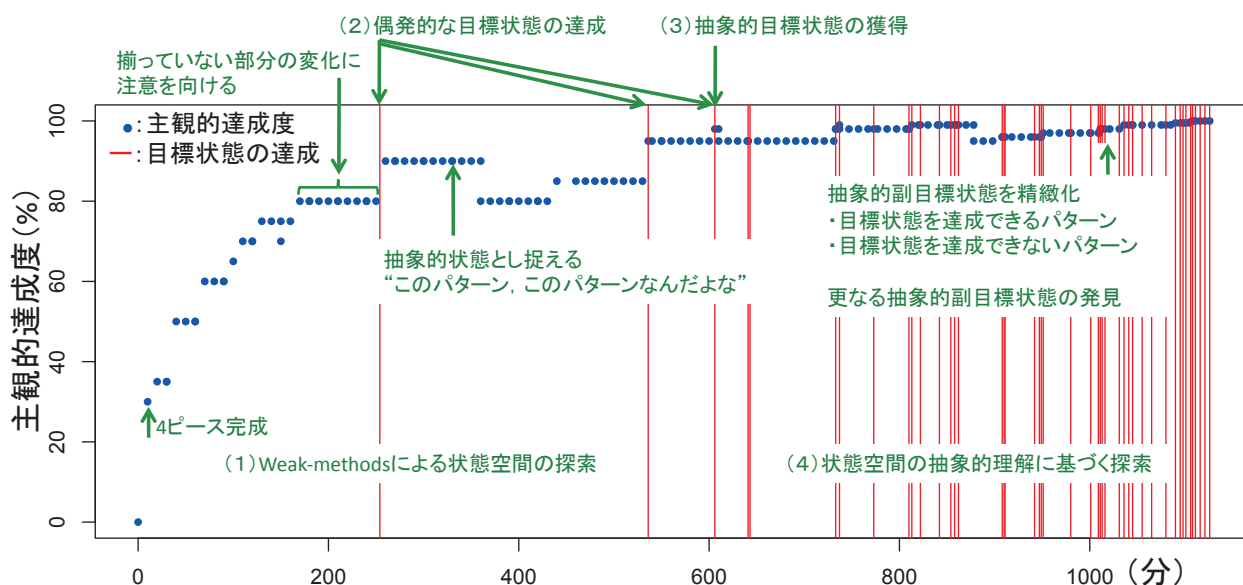


図2 参加者Aのルール発見に至までのプロセスの概要

図2に参加者Aの課題開始時からルールの発見に至までの主観的達成度の変化を示す。図2にはこれに加えて、キューブを完成させたタイミングと発話内容から明らかにされた問題解決の概要を記した。これらの結果から、以下の(1)から(4)の段階を経てルールが発見されたことが明らかとなった。

(1) 問題解決初期には、キューブの完成(目標状態)に向かって山登り方略や手段-目標分析方略などの *weak methods* により、キューブの半面に相当する4ピースを揃えた状態を達成していることが確認された。しかしながら、4ピースが揃えられたある特定の状態から目標状態を達成する方法を発見できたとしても、その方法を4ピースが揃えられた他の状態に適用することはできず、また、4ピースが揃えられた状態は実質的には無数に存在するため(目標状態を含めず3813状態)、すべての方法を網羅することも不可能である。

そして(2) 4ピースが揃えられた状態から残りのピースを揃えようと試行錯誤を数時間繰り返した後、初めて、偶発的に目標状態が達成された。なお、その直前では、揃っていない4ピースが様々な操作を通してどのように変化しているのかに気を配りながら試行錯誤が行われていた。そして、この試行錯誤の中で、期待通りでない結果に対して、“これは、また、このパターンか”といったように個別の状態ではなく、ある共通点をもった特定のパターンに着目した発言が頻繁に見られるようになった。

その後(3) 偶発的に目標状態を達成できた際に特徴的なパターンが現れていたことに着目し、一定の制約を満たした状態(抽象的副目標状態)を経由することにより目標状態が到達される可能性があるとする仮説が導出された。この抽象的副目標状態は、ある特定の状態を指し示すものではなく、4ピースが揃っておりなおかつ残り4ピースの一部のみに着目し、それらの配置が特定のパターンを示す状態の集合として捉えられていた。

参加者Aがキューブの状態を具体的な個々の状態としてではなく、抽象的な状態の集合として理解が進められていたことを確認するため、“うーん、同じパターンだなあ、このパターンが抜け出せんのだな”といったキューブの状態を「パターン」として表現していた発話の頻度に着目した。図4に参加者Aの各試行における1分当たりの「パターン」への言及の頻度を示す。この結果から、試行が進むにつれて、キューブの状態を抽象的なまとまりとして捉える発話が増加していることが確認される。

状態が抽象的に捉えられるようになった結果、

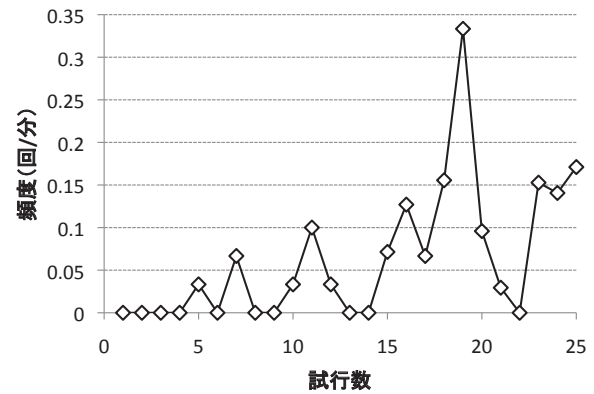


図4 抽象的表現に関する発話頻度の推移

(4) 抽象的副目標状態の精緻化と更なる抽象的副目標状態の発見が繰り返され、完全なルールの獲得が達成された。具体的には、初期に発見した抽象的副目標状態は抽象度が高すぎたため、目標状態に到達できる場合とできない場合があることに気づき、抽象的副目標状態の抽象度が下げられ、目標状態に到達できる抽象的副目標状態とそれ以外の状態への場合分けが行われた。また、様々な初期状態から抽象的副目標状態に到達することが困難であることから、それらを繋ぐさらなる抽象的副目標状態の探索と発見が進められた。

なお、参加者Bが発見したルールは参加者Aとは異なるものである一方、発見にいたる状態および状態空間の抽象的理解のプロセスには同様の特徴が認められた。

5. 考察とまとめ

本研究では、膨大な状態空間の中からルールを発見するプロセスの一例として、キューブのルール発見を題材に、状態および状態空間の抽象化が果たす役割を明らかにすることを目的に実験的な検討を進めてきた。問題解決のプロセスと発話分析の結果から、以下の4つの段階を通して、任意の初期状態から目標状態を達成するための一般的なルールの発見が行われたことが確認された。

- (1) *weak methods*を用いた状態空間の探索
- (2) 試行錯誤により失敗した状態の抽象的な理解
- (3) 偶発的な問題解決を通じた抽象的副目標状態の発見
- (4) 抽象的副目標状態の精緻化と更なる抽象的副目標状態の発見

これらの結果から、キューブを解決するためのルールの獲得において、状態の抽象的な理解が大きな役割を果たしていることが確認された。今後は(1) 状態空間の抽象化について量的な分析を進めると共に(2) 規範的な探索モデルとの比較

を通して，状態空間の抽象化が果たす役割について検討を進める予定である．

参考文献

- [1] Klahr, D. (2000) “Exploring science: The cognition and development of discovery processes” MA: MIT Press.
- [2] Klahr, D., & Dunbar, K. (1988) “Dual Space Search During Scientific Reasoning” *Cognitive Science*, **12**, 1–48.
- [3] Ohlsson, S. , & Lehtinen, E. (1997) “Abstraction and the acquisition of complex ideas” *Educational Research*, **27**(1), 36–48.
- [4] Simon, H. A. & Lea, G. (1974) “Problem solving and rule induction: A unified view” In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and Cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

言語統計解析に基づく文生成の計算モデルの実験による検討 Experimental Examination of Computational Models of Sentence Generation based on a Statistical Language Analysis

寺井 あすか, 堀田 崇史, 中川 正宣
Asuka Terai, Takafumi Hotta, Masanori Nakagawa

東京工業大学社会理工学研究科
Tokyo Institute of Technology
asuka@nm.hum.titech.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to verify computational models which generate sentences, in the form of "subject (S) verb (V) object (O)" in Japanese. In this research, when a subject (S) and a verb (V) are input to the model, the model outputs the adequate nouns for the object (O) in the sentence. We have constructed two types of models based on language statistical analysis. One is a Bayes model and the other is a network model. We conducted psychological experiment to elucidate which model better represents human sentence generation. Comparing the results of psychological experiment and model simulation, the results shows that the Bayes model is better. Furthermore, it is shown that the logarithmic Bayes model which transforms the outputs of the Bayes model logarithmically estimates the experimental results.

Keywords — Sentence Generation, Statistical Language Analysis

1. はじめに

本研究では、「主語(S)が目的語(O)を動詞(V)」という形式の文生成を対象とし、主語(S)、動詞(V)を入力することで目的語としてふさわしいと考えられる候補を出力する計算モデルを構築し、その妥当性を実験により検証することである。上記のような文章は、主語、目的語、動詞にそれぞれ単語を当てはめることで「台風が町を襲う」といった、文を生成することが可能である。しかし、「台風が喜びを襲う」のように、文法的には正しいが意味的に解釈が不可能なものが存在する。これは「台風は一般的に場所や建物を襲うことはあるが、感情は襲わない」という、知識に基づいた判断が行われているためであり、このような動詞が主語と目的語の組み合わせに要求するルールを、動詞の選択制限と呼ぶ。中本・黒田(2005)は、動詞の選択制限の成立過程を、意味フレームを用いて表現し、「SがOを襲う」という文における主語(S)

と目的語(O)の選択制限における意味フレームの存在を心理実験により明らかにした。さらに、言語統計解析を用いて意味フレームを「SがOを襲う」という文における意味フレームの推定が可能であることが示された(永山 2007)。さらに、「襲う」以外の様々な動詞に対応可能な文生成モデルも構築されている(堀田他 2012)。しかし、言語統計解析結果に基づく文生成モデルとして、ネットワークモデルとベイズモデルの2種類が構築されているが、「襲う」以外の様々な動詞を用いたモデルの、心理実験による妥当性検証は行われていない。そこで、本研究では、「襲う」以外の動詞を用いた心理実験を実施することで、ネットワークモデル、ベイズモデルのどちらがより妥当であるかを検証する。

2. ネットワークモデルとベイズモデル

はじめに特定の動詞 v に対し、「主語(S)が目的語(O)を動詞 v 」文における主語(S)と目的語(O)の共起関係を抽出する。すなわち、動詞「守る」の場合、「SがOを守る」という文における主語(S)と目的語(O)の共起頻度データを、日本語作文支援システム「なつめ」(Bor et al. 2011)で用いられている抽出ルールに従い、毎日新聞18年分(1991年-2008年)、小学校国語教科書、プログデータ、青空文庫、辞書・辞典データ等から抽出した。次に、抽出された係り受け頻度データに対しNaive Bayes Clustering (NBC, Kameya & Sato 2005)を用いて、動詞 v における主語(S)と目的語(O)に関する潜在クラスの推定を行う。この手法ではある特定の動詞 v に対する主語 s_i 、目的語 o_j の共起確率を潜在クラス c_k^v を用いて以下の式(1)によって決定されると仮定し、 $P(c_k^v), P(s_i|c_k^v), P(o_j|c_k^v)$ を推定する。

$$P(s_i, o_j) = \sum_k P(c_k^v) P(s_i|c_k^v) P(o_j|c_k^v) \quad (1)$$

本研究では、潜在クラスの数 $k = 2$ に固定し、 $P(c_k^v), P(s_i|c_k^v), P(o_j|c_k^v)$ の推定を行った。さらに、そ

これらの確率値を用いて、 $P(c_k^v|s_i), P(c_k^v|o_j)$ を推定した。

これらの確率値を用いて3層構造のネットワークモデル、ベイズモデル(図1)を構築した。入力層の各ノードは主語となる名詞、中間層のノードは言語統計解析により推定される潜在クラス(意味フレーム)、出力層の各ノードは目的語となる名詞を表す。モデルは主語(s_{IN})を入力することで、各名詞の目的語(O)としてのふさわしさを出力する。すなわち、動詞「飲む」に関するモデルは、「【入力された s_{IN} 】がOを飲む」という文におけるOとしての名詞 o_j のふさわしさを出力する。入力層から中間層への結合過重値は $P(c_k^v|s_i)$ により推定される。また、中間層から出力層への結合過重値としてネットワークモデルでは $P(c_k^v|o_j)$ を、ベイズモデルでは $P(o_j|c_k^v)$ を用いることで2種類のモデルを構築した。両モデル共に、入力された主語 s_{IN} を表すノードに1をそれ以外を表す入力層のノードに0を入力する事で、出力層の各ノードはそれぞれが表す名詞 o_j の目的語としてのふさわしさを出力する。ネットワークモデルの出力値 $x_c(o_j)$ は式(2)、ベイズモデルの出力値 $x_b(o_j)$ は式(3)で推定される。

$$x_c(o_j) = \sum_k P(c_k^v|s_{IN})P(c_k^v|o_j) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} x_b(o_j) &= \sum_k P(c_k^v|s_{IN})P(o_j|c_k^v) \\ &= P(o_j|s_{IN}) \end{aligned} \quad (3)$$

ベイズモデルの出力は以下のように変形することが可能である。

$$x_b(o_j) = \sum_k P(c_k^v|s_{IN})P(c_k^v|o_j) \frac{p(o_j)}{p(c_k)} \quad (4)$$

式(4)をネットワークモデルを表す式(2)と比較すると、ベイズモデルはネットワークモデルに対し名詞 o_j の目的語としての出現確率をより考慮したモデルであるといえる。そのため、ベイズモデルでは主語として入力された名詞 s_{IN} と同じ潜在クラスに分類されているか否かだけでなく、名詞 o_j が目的語として用いられる頻度を考慮したモデルとなっている。一方、ネットワークモデルは、各名詞(s_{IN}, o_j)の潜在クラスへの帰属確率($P(c_k|s_{IN}), P(c_k|o_j)$)にのみ基づくモデルであることから、潜在クラス(確率的知識構造)をより反映したモデルといえる。

ネットワークモデル、ベイズモデルの出力結果として、出力値の上位5単語と下位3単語を表1・2に示す。結果から、ネットワークモデル、ベイズモデルともに目的語としてふさわしいと推定される単語に違いはあまり見られないが、ふさわしくないと推定される単語に違いがある。

表1 ネットワークモデルのシミュレーション結果。

子供が【 】を飲む	会社員が【 】を飲む		
目的語	出力値	目的語	出力値
水	0.9973	酒	0.09971
お茶	0.9971	ビール	0.9970
薬	0.9970	コーヒー	0.9969
ミルク	0.9969	焼酎	0.9963
スープ	0.9967	ワイン	0.9959
:	:	:	:
コーヒー	0.0028	薬	0.0033
ビール	0.0027	お茶	0.0032
酒	0.0026	水	0.0030

表2 ベイズモデルのシミュレーション結果。

子供が【 】を飲む	会社員が【 】を飲む		
目的語	出力値	目的語	出力値
水	0.1651	酒	0.09971
お茶	0.1372	コーヒー	0.9970
薬	0.0986	ビール	0.9969
ミルク	0.0451	ワイン	0.9963
ジュース	0.0364	茶	0.9959
:	:	:	:
カリ	2.528e-05	タリウム	2.1094e-05
ペプシ	2.527e-05	イリコロン	2.1092e-05
お茶割り	2.527e-05	なんば薬	2.1092e-05

3. 心理実験

ネットワークモデルとベイズモデルのどちらがより人間の文生成を表現しているかを、心理実験により検証した。

3.1 方法

日本語能力試験4級または3級に含まれる他動詞8種類(「飲む」「上げる」等8種類)・各動詞に対して2種類の主語となる名詞・各動詞に対して20種類の目的語となる名詞を用いて、評定実験を実施した。主語となる2種類の名詞は、各動詞に関し推定された2種類の潜在クラスの各クラスに強く関連する名詞を1つずつ選択した。また、目的語となる20種類の名詞は推定された2種類の潜在クラスの一方との関連強度が強いものから中程度、弱いものと分散するよう選択した。実験参加者は大学生110名。方法は、実験参加者に「名詞が【 】を動詞」(例:「子供が【 】を飲む」)という文の目的語として提示された単語(例:水、ビール等)がどの程度ふさわしいかを7件法で評定してもらった。

計算モデルによる出力値と評定平均値の順位相関係数を表3に示す。順位相関係数の比較を行ったところ、16文中15文においてベイズモデルにおいてより高い相関が見られた。この結果から、潜在クラス(確率的知識構造)をより反映したネットワークモデルと比較し、名詞 o_j の目的語としての出現確率をより考慮したモデルであるベイズモデルがより人間の行う文生成を表現していると考え

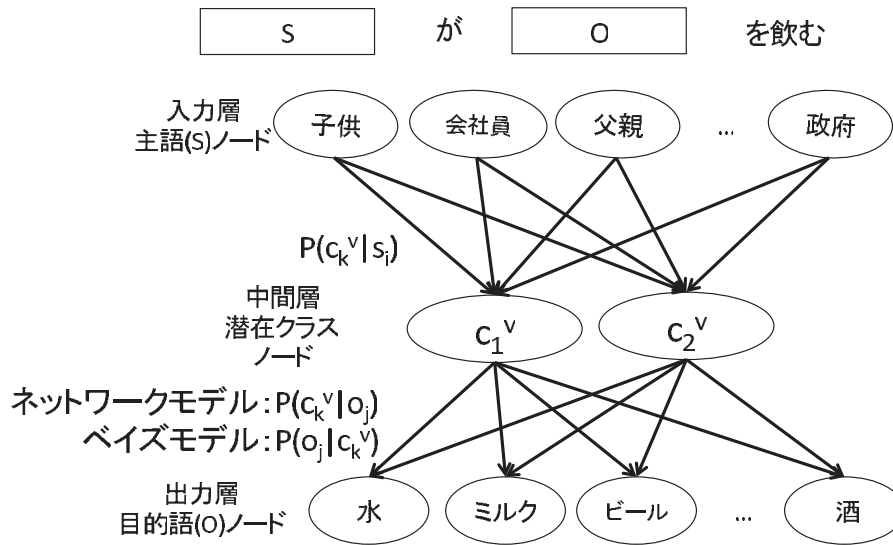


図 1 1つの動詞に関する文生成モデルのアーキテクチャ(動詞: 飲む)

表 3 モデル出力と心理実験による評定平均値の順位相関係数(N=20).

提示文	ネットワークモデル	バイズモデル
子供が【 】を飲む	0.670	0.771
会社員が【 】を飲む	0.508	0.760
体が【 】を上げる	0.410	0.637
候補が【 】を上げる	0.477	0.883
会社が【 】を売る	0.510	0.490
男性が【 】を売る	0.598	0.691
首相が【 】を置く	0.353	0.600
店員が【 】を置く	0.452	0.772
男性が【 】を切る	0.573	0.734
チームが【 】を切る	0.564	0.859
先生が【 】を言う	0.673	0.709
経験が【 】を言う	0.551	0.783
選手が【 】を浴びる	0.626	0.695
対応が【 】を浴びる	0.454	0.747
男が【 】を開ける	0.679	0.844
時代が【 】を開ける	0.348	0.861

られる。従って、共起頻度によって推定された潜在クラス(確率的言語知識)だけではなく、目的語として使用される頻度が文生成に関与していることが示唆された。

次に、両モデルと心理評定値との積率相関係数を全評定値と出力値について計算を行った。その結果、ネットワークモデルは0.4553, バイズモデルは0.3565とネットワークモデルがより高い値を示しているが、両モデルともあまり強い相関は見られなかった。特に、バイズモデルは出力値が確率値であるという制約を持つため評定値を推定できていない可能性が示唆された。そのため、確率値であるバイズモデルの出力値を、評定値に近づけるべく対数変換を行った対数バイズモデル(式

表 4 対数バイズモデルのシミュレーション結果.

子供が【 】を飲む	会社員が【 】を飲む		
目的語	出力値	目的語	出力値
水	0.9199	酒	1.0135
お茶	0.9014	コーヒー	0.8686
薬	0.8684	ビール	0.8574
ミルク	0.7900	ワイン	0.7631
ジュース	0.7687	茶	0.7265
:	:	:	:
カリ	0.0415	タリウム	0.0233
ペプシ	0.0415	イリコロン	0.0233
お茶割り	0.0415	なんぼ薬	0.0233

5) を構築した。

$$x_{ib}(o_j) = \frac{\ln(x_b(o_j) + 11)}{10} \quad (5)$$

対数バイズモデルの出力結果を表4に示す。対数バイズモデルと評定値の相関係数は0.6005と高い値を得る事ができた¹。

3.2 考察

本研究では、「主語(S)が目的語(O)を動詞(V)」という形式の文生成を対象とし、主語(S)、動詞(V)を入力することで目的語としてふさわしいと考えられる候補を出力する計算モデルとして、ネットワークモデルとバイズモデルの2種類のモデルを構築し、人が行う文生成メカニズムをどちらのモデルがよりよく反映しているかを、心理実験を行うことで検証した。その結果、ふさわしいと考え

¹同様の式を用いて構築した、対数ネットワークモデルと評定値との相関係数は0.4544であり、ネットワークモデルとあまり変わりのない結果を示している

られる候補の順位は目的語としての出現頻度をより考慮したベイズモデルがより表現していることがわかった。しかし、評定値の推定においては、ベイズモデルの出力値である確率値を線形変換する必要があることが示された。本研究では、動詞を限定した形式での文生成モデルの妥当性を、心理実験により検証した。しかし、堀田他(2012)では、上記モデルを発展させ、主語、動詞、目的語を含めた形での意味フレームを言語統計解析により推定し、複数の動詞を対象とした文生成の計算モデルが構築されている。この発展モデルである複数の動詞を対象とした文生成の計算モデルに関しても、ネットワークモデル、ベイズモデル等複数のモデルが提案されており、妥当性の検討は行われていない。今後は、複数の動詞を対象とした文生成の計算モデルの心理実験による妥当性検証を実施したいと考えている。

謝辞

本研究はJSPS科研費若手研究(B)(23700160)の援助を受けて行われた。

参考文献

- [1] 中本敬子、黒田航(2005). 意味フレームに基づく選択制限の表現: 動詞“襲う”を例にした心理実験による検討. 言語科学会第7回大会ハンドブック.
- [2] Kameya, Y., Sato, T. (2005) Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora. Proc. of Symposium on Large-scale Knowledge Resources: LKR2005. 65-68.
- [3] 永山遼(2007) 言語統計解析に基づく文生成メカニズムの計算モデル. 東京工業大学社会理工学研究科人間行動システム専攻修士論文.
- [4] 堀田崇史、木村玲奈、寺井あすか、中川正宣(2012) 言語統計解析に基づく文生成の計算モデル構築. 日本認知科学会第29回大会.
- [5] Bor Hodoscek, 阿辺川武, Andrej Bekes, 仁科喜久子(2011) レポート作成のための共起表現算出支援: 作文支援ツール「なつめ」の使用効果. 専門日本語教育研究. 13. 33-40.

協調的な方略の振り返りが内発的動機付けに及ぼす効果 ～数学ゲーム「マススピード」を例に～

Collaborative Reflection on Gaming Strategies Promotes Intrinsic Motivation: A Case of “Math-Speed”

白水 始[†], 村川 弘城[‡], 鈴木 航平^{*}

Hajime Shirouzu, Hiroki Murakawa, Kohei Suzuki

[†] 国立教育政策研究所, [‡] 関西大学総合情報学研究科, ^{*} 愛知県春日井市立中部中学校
NIER, Kansai University, Kasugai City Municipal Chubu Junior High School

shirouzu@nier.go.jp

Abstract

This paper reports relations between motivation and learning of gaming. We used a card game “Math-speed” in order to examine if collaborative reflection on gaming strategies promotes intrinsic motivation. We assigned 102 seventh graders into three conditions: “Study condition” which emphasizes the benefit of the game for math ability, “Play condition” which let students enjoy the game just as a game, and “Strategy discovery condition” which forces them to report their finding about strategies. As a result, the last condition outperformed the other two conditions in motivation and the quality of strategies.

Keywords — Motivation, Game, Strategy, Collaborative Reflection, Social Motivation

1. はじめに

最近, シリアスゲームやゲーミフィケーションなど, 教育にゲームを活用する試みが増えつつある[1][2]. ゲームには, 自分独自の考えややり方を試して豊富なフィードバックを得ながら, 自分のペースで解決を進めていくことができる利点がある. さらに日常生活でよく観察されるように, 仲間同士で協調的に行うことで, 子どもの動機付けや学習を促すことが期待される.

MUVEのように, バーチャル環境の中で共通の問題を集団で解決するなど, 社会的な動機付けを有効に活用した教育ゲームも多い. しかし, ゲームにおける学習と動機付けの関係について, 詳しくはわかっていない. 例えば, プレイ後の戦略の振り返りは, 社会人向けの企業教育では採り入れられ易いが, 子ども向けのゲームには含まれることが少ない[3]. そこには, 振り返る活動の難しさに加え, 振り返りがゲームの没入感を妨げる懸念

があると考えられる. しかし, ゲームの戦略・方略を協調的に振り返る活動が, 「ゲームをやりたい」という内発的な動機付けを損なうかは, 実証すべき課題の一つだろう. そこで, 本研究では, 電子的ではないが実物のカードゲームを用いて, プレイごとに方略を振り返る活動が学習と動機付けを促進するかを検討した.

動機付け研究の分野では, 内発的動機付けが外的報酬によって損なわれることが[4]以来, 繰り返し確認されてきた. しかし, 教育が子どもに対して外から働きかける営みであるとする, 動機付けを引き起こす働き掛けを見出す必要がある. [5]による有機的統合理論は, 自律性の観点から動機付けを次の4段階に分類することで, これに応えようとした. 1つ目の外的動機付けは, 「先生に怒られるから」といった他者からの罰や「お小遣いがもらえるから」といった賞のために行動するもの, 2つ目の取り入れ的動機付けは, 「不安だから, やらないといけないから, 恥ずかしいから」といった義務的な感覚から行動するもの, 3つ目の同一化的動機付けは, 価値を認識し, 「今の自分や将来の自分にとって役に立つから」行動するもの, 4つ目の統合的動機付けは, 「学ぶことが自分の価値観と一致し, 新しいやり方を考えるのが楽しいから」といった学習内容に依拠した感情から行動するものである. このように, 本理論は動機付けを単に内発的と外発的に二分するのではなく, 外発的動機付けと呼ばれてきたものの中に, 自発的に行うものがあることを示して, 教育的働きかけが動機付け向上に繋がる可能性を示唆する.

一例として、数学ゲームに本理論を適用すると、計算力向上など勉強に及ぼす価値を強調する教示によって将来の役に立つことを子どもたちに意識させ、同一化的動機付けを促進する方法が考えられる。これに対し、ゲームの方略を振り返る活動によってゲームの中にある数学的な面白さを見出し、価値観と一致した統合的な動機付けを促すことが考えられる。これらの条件が、ゲームを単に遊びとして提示する条件に比べて肯定的な効果をもたらせば、ゲームにおける教育的働きかけの可能性が見えてくると考える。特に、協調的に方略を振り返らせるという外的な働きかけが、ゲームの内在的な面白さを子ども自身が見出し、その後も遊び続け学び続ける基盤となることが示唆されれば、学習への動機付けを喚起する教育の一端が明らかになる可能性がある。

2. 学習教材「マススピード」

本研究では、[6]が開発した「マススピード」を利用する。マススピードは、数字の書かれたカードを使って行うゲーム型の学習教材であり、手元にある2枚以上の数と四則演算を駆使して場に置かれた数を作るものである。

マススピードは、1から9までの数字が書かれたカード2枚ずつ計18枚を用意し、次の手順でプレイする。

- ① 互いに数字の書かれたカードをよく切り、裏返しにして机の上の左側に置く(以後、台札)。台札から5枚引き、表にして並べる(以後、手札)。(図1)。
- ② 台札からカードを1枚引き、手札の右斜め前に出す(以後、場札)。場札は自分のチームと相手のチームとでそれぞれ1枚ずつ出すため、全部で2枚置かれることになる。図2では、自分のチームが出した場札は「5」、相手のチームは「4」を出している。
- ③ 手札の数字2枚以上と四則演算を使い、場札のいずれかの数字を作り、使った手札を場札の上に置く。例えば図2では、自分の

チームは、手札の「2」と「3」を足して場札の「5」を作ることができる。また、「6」から「2」を割り「3」を足して、相手のチームが出した「4」の場札に出すこともできる。

- ④ 使った枚数分のカードを台札から引いてくる。
- ⑤ ③と④の操作を繰り返し、台札と手札のカードを先に無くした方が勝ちとなる。ただし、手札が出せない場合は、台札(無ければ手札)から1枚場札に出す。



図1 マススピード初期状態

図2 ゲーム開始

なお、経験的に2, 3人のチーム対抗形式で行った方が子どもたちもやりやすく、また計算負荷が高いことがわかっているため、4または5人を1組(2または3人対2人)とし、対戦形式で行った。

3. 実験方法

公立中学校1年生、A組34名、B組35名、C組34名の合計3クラス102名を対象とし、3コマの授業の中でマススピードを行わせた。3クラス102名の子どもをそれぞれ次の3つの条件に分けた。ただし、学級風土による結果の偏りを減らすため、各組を2条件にランダムに割り振った。また、1, 2学期末数学テストにおいて、各クラスで数学の成績に有意差はない。

- ① 勉強条件 35名(A組18名—6ペアと2つの3人組—、C組17名—7ペアと1つの3人組—): マススピードを渡す際、「これをやると計算力が身につきますよ」と教示する。

- ② 遊び条件 35名(B組18名—6ペアと2つの3人組—, C組17名—7ペアと1つの3人組—): マスピードを渡す際, 「こんな楽しいゲームを見つけたので, やってみようか」と教示する.
- ③ 方略発見条件 33名(A組16名—8ペア—, B組17名—7ペアと1つの3人組—): マスピードを渡す際, 「こんな楽しいゲームを見つけたので, やってみようか」と教示する. 一戦終わるたびに攻略法に関するメモを書かせる.

本研究では, ゲーム型学習教材利用時において, 子どもたちに方略を振り返らせるという教育的働きかけの有効性を示すことを目的としている. そのため, 教育的働きかけを行わない遊び条件と, 勉強に役に立つことを意識させる勉強条件, そして, 方略を振り返らせる方略発見条件という3条件を設定した.

手順は, どの条件も, 数式から答えを出す四則演算と, 答えから式を自由にするプレテストを行わせてから, マスピードを20分間行わせた. その後, プレテストと同じ四則演算のポストテスト, および動機付けに関するアンケート, マスピード攻略法の順で記入を行わせた.

動機付けに関するアンケートは, 次の3つの設問で構成した. 1つ目の設問は, 「マスピードは楽しかったですか?」に, 「楽しい」「どちらかという『楽しい』」「どちらでもない」「どちらかという『つまらない』」「つまらない」の5段階で評価してもらった. 2つ目の設問は, 「マスピードで計算速度は上がると思いますか?」に, 3つ目の設問は, 「この後もマスピードで遊びたいですか?」に, 「はい」「どちらかという『はい』」「どちらでもない」「どちらかという『いいえ』」「いいえ」の5段階で評価してもらった. 1つ目の設問は内発的動機付け, 2つ目の設問は同一化的動機付け, 3つ目の設問は内発的動機付けに基づいた学習の継続性を評価するものである.

マスピード攻略法の記述は自由記述で行った.

このとき, 方略発見条件が記述時間の違いによって他の2条件との差が生まれないように, 記述のための時間を十分確保した. また, その記述については, 「一人ひとり自分の考えを書くこと, 仲間と違ってよいこと」を強調した.

4. 結果と考察

動機付けに関するアンケート結果を図3～図5に示した (Mean±SE). 3つの設問すべてにおいて, どれも方略発見条件, 勉強条件, 遊び条件の順で高い評価となった. 特に方略発見条件は, 勉強条件, 遊び条件に比べて標準誤差を考慮しても差があったと言える.

以上の結果の中で, 方略発見条件が内発的動機付けにおいて遊び条件を上回り, 同一化的動機付けにおいて勉強条件を上回ったことは特筆すべき点である. 本来, 「楽しいゲームを見つけたので, やってみようか」と教示し, 自由にさせていた遊び条件のほうが, 外的報酬に妨げられず, 内発的動機付けが高くなることが想定される. また, 「計算力が身につきますよ」と教示し, マスピードが勉強に役立つことを教師が強調した勉強条件のほ

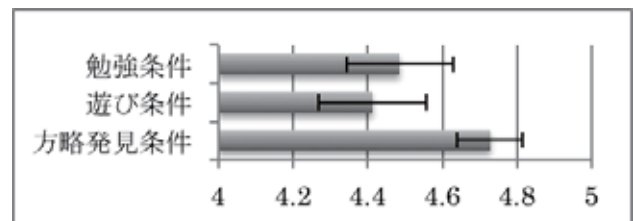


図3 内発的動機付けによる評価

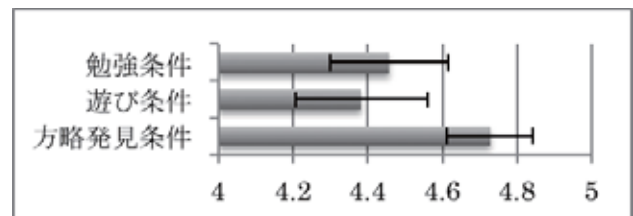


図4 同一化的動機付けによる評価

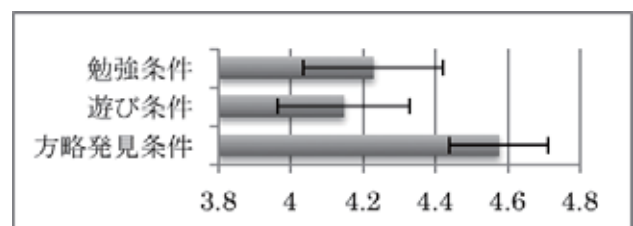


図5 継続性の評価

うが、価値を認識する同一化的動機付けが高くなることが想定される。しかし両者とも、ゲームの方略を振り返る活動を子どもたちに行わせた方略発見条件の方が高くなっていた。

次に、方略発見条件における「学び」が動機付けに繋がった可能性を検討するため、生徒が書き留めた攻略法を分析した。攻略法を「数学的方略：数や四則演算の性質を利用した方略 (e.g. 1を作る, 奇数を最後に残さない)」、「その他方略：数や四則演算の性質には関係がない方略 (e.g. 両方の場札に張っておく, 少しでも多くの数を出す)」に分け、頻度に関してカイ二乗検定を行った。結果、5%水準で有意差があった ($\chi^2(2) = 6.40, p = 0.041$)ため、残差分析を行った(表1)。

方略発見条件は、数学的方略の数がその他方略よりも有意に多かった($p < 0.05$)。ゲームの方略を振り返る活動の中で、学習教材そのものが持っている数学的な側面を考えたことが、統合的動機付けを引き起こし、引いては内発的動機付けや学習の継続性を高めたと推察される。一方、遊び条件は、数学的方略の数がその他方略よりも有意に少なかった($p < 0.05$)。単なる勝敗を競うゲームとしてのみマスピードを楽しんだため、数学的な学習の継続に繋がるまでの内発的動機付けが喚起されなかったと推測される。

最後に、条件間の違いをより詳細に検討するために、学級風土との相互作用を調べる。学年主任に担任教諭と学級風土の特徴についてのインタビューを行ったところ、A組は理科教諭が担任で探

究的な過程を重視する傾向、B組は家庭科教諭が担任で協動的で自由な傾向、C組は数学教諭が担任で正誤に拘る指示的な傾向にあることがわかった。この結果を、クラスごとに分けたアンケート結果と合わせて、図6で示した。その結果、勉強条件は、探究的なA組では低評価だが、C組で高評価、遊び条件は、B組では高評価だが、指示的なC組では低評価という特徴が読み取れる。学級風土と条件操作の一致度が評価を左右したと言える。方略発見条件は、クラスの違いに関わらず高評価であり、担任や学級風土に依らない、操作の頑健さがうかがえる。

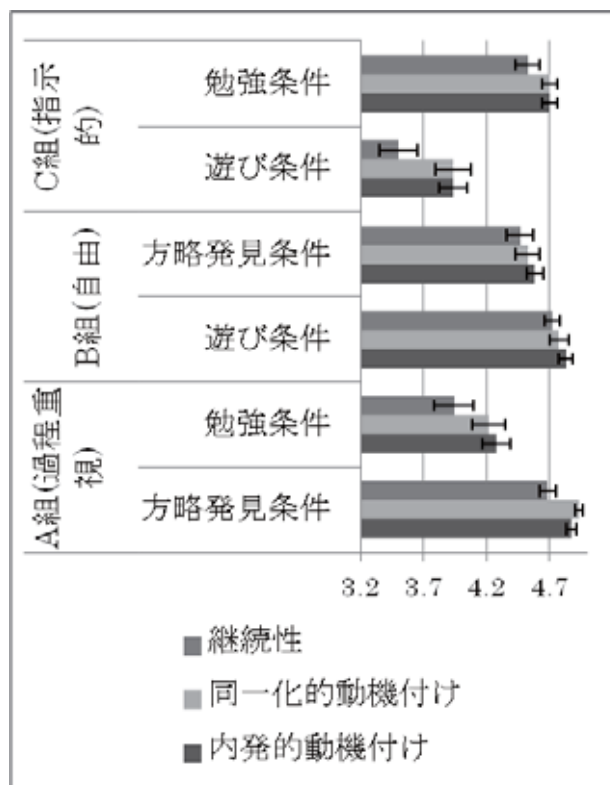


図6 学級風土との相互作用

表1 攻略法の条件間結果

		数学的	その他	合計
勉強	度数	4	22	26
	調整済み残差	-0.32	0.32	
遊び	度数	3	39	42
	調整済み残差	-2.19*	2.19*	
方略発見	度数	14	38	52
	調整済み残差	2.38*	-2.38*	
		21	99	120

*: $p < 0.05$

5. おわりに

本研究では、ゲーム型学習教材マスピードにおけるゲーム方略を振り返らせることで、子どもたちの動機付けや継続的な学習意欲が高まることを示した。攻略法の分析から、プレイごとの簡単な振り返り活動が数学的方略の発見を促し、それがマスピードの面白さを一層引き出すことに繋がったと推察できた。

方略発見条件の授業観察からは、ゲームの協調的な振り返りの有効性が示唆された。プレテストの四則演算問題では手が動かなかった生徒が、マスピードの対戦に入ると、積極的に解法や方略を発言する姿が認められた。マスピードは、四則演算課題でしかないが、5枚のカードから数字を作る方法は4万通り近くあり、極めて複雑である。この複雑さを縮約するために、一人がプレイする姿をもう一人がモニタリングしながら、「いったん1を作る」などの方略が生まれてくると推察された。方略の発見は、次の対戦に生かされることで有能感を高め、未来の学びに繋がると考えられる。

今回は、アンケート結果に天井効果が見られ、検定による有意差を出すことができなかった。継続的な利用でも方略発見条件が上回るかを検証する必要がある。また、外的な働きかけがどれほど内的な動機づけや課題把握に影響したかを精緻に解明していく必要もある。学級風土もより精緻に生徒との相互作用を分析し、指示的なクラスで方略発見条件を行ったときの結果も含めるなど、より頑健な結果を出していく必要がある。

参考文献

- 129-137
- [5] Deci, E.L. and Ryan, R.M. (1985) The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19: 109-134
- [6] 村川弘城, 黒上晴夫 (2012) 小学校算数「数と計算」自己学習のためのカードゲーム型教材「マスピード」の開発と効果. 日本教育工学会研究会, 12(3): 199-204
- [1] Gee, J.P.(2003) *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan, NY
- [2] Kafai, Y.B., Peppler, K. and Chapman, R. (Eds.) (2009) *The Computer Clubhouse: Constructionism and Creativity in Youth Communities*. Teachers College Press, NY
- [3] Collins, A. and Halverson, R. (2009) *Rethinking education in the age of technology: The Digital Revolution and Schooling in America*. Teachers College Press, NY
- [4] Lepper, M.R., Greene, D. and Nisbett, R.E. (1973) Undermining children's intrinsic interest with extrinsic rewards: A test of the "overjustification" hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28:

書店 POP 広告のフォントと“見出し”が 書籍への注意と評価に与える影響 An Influence of POP in book shop on Attention and Estimation for books

後藤 靖宏
Yasuhiro Goto

北星学園大学文学部
Hokusei Gakuen University
goto@hokusei.ac.jp

Abstract

Keywords — POP, Attention, Estimation

1. はじめに

本研究の目的は、書店に設置された POP(Point of Purchase, 以下単に POP と記す)広告の手書きフォントと“見出し”が、書籍に対する選択的注意にどのような影響を与えているのかを明らかにすることである。本研究では、他の POP 広告と書店における POP 広告を区別するため、書店で書籍につけられている POP 広告を便宜上“書店 POP 広告”と称する。

POP 広告とは、店頭や店内に設置されるポスターやパネル、ちらし、プレイスカード、あるいは販売を促進するような陳列といった、購買時点における広告の総称である(山本, 2003)。書店 POP 広告はその代表的なものであり、「POP 広告を設置していないときと比較して1ヶ月の売上げが約 100 倍になった」[1]や、「会心のコピーで 300 冊超を売りに上げることに繋がった」[2]といったように、さまざまな雑誌や書籍で、手書き POP 広告の効果が喧伝されている。しかし、このような効果は、経験的にはよく知られているものの、科学的にはほとんど議論されていない[3]。

POP 広告の効果には、人間の認知機能が密接に関わっていると考えられる。POP 広告は、消費者に対して、商品の販売場所を知らせるだけでなく、その商品に対して消費者の視線を向けさせる役割も担っているという[4]。これを消費者の購買行動の心理過程である“アイドマ(AIDMA: Attention, Interest, Desire, Memory, Action)”の原則に当てはめると、POP 広告は主に注意(Attention)と興味(Interest)に深く関与しており、消費者の視

線を商品に向けさせるとき、そこには視覚の選択的注意(selective attention)が働くと考えられる。選択的注意とは、人がそのときの行動に必要な情報のみを選択的に取り込むメカニズムのことである[5]。特に視覚における選択的注意の特徴として、以下の2点が挙げられる。第1に、視覚的注意を向けられた対象物は、容量に制限のある一種の短期記憶機構に保持されることである[6]。第2に、対象物に対して人の注意が向けられていないとき、人はその対象物を知覚経験として報告することができないことである[5]。さらに、視覚の選択的注意においては、色、形や大きさなど顕著な特徴を持った刺激に対しては優先的に注意が向けられる[5]。これらの知見を踏まえると、POP 広告は対象商品に消費者の視線を向けさせる役割を担っており、そこに書かれた文言以外にも、POP 広告を構成するフォント、色、あるいは形といった様々な要素が効果的に消費者の選択的注意を向けさせる上で重要なものであると考えられる。

これらの要素のうち、石井ら(2008)[3]は POP 広告におけるフォントの影響を調べている。具体的には、活字体フォントと手書きフォントを用いて、B5 サイズの用紙に納豆の POP 広告を作成した。その際、対象商品の好ましい側面を強調した“Promotion focus 型”の文章(例:「納豆の鰹タレの風味が引き立ちます!」)と、好ましくない状況を回避することができるということを強調した“Prevention focus 型”の文章(例:「納豆の気になるにおいを抑えました!」)の2種類をそれぞれ組み合わせた。こうして作成した POP 広告を、チェーン展開するスーパー15 店舗に実際に設置して、POP 広告の販売促進効果と消費者の印象を調べた。その結果、Promotion focus 型の文章が書かれた POP 広告は、活字体表記よりも手書き風フォント

表記の方が印象が良く、販売促進効果についてはPOP 広告の違いはなかった。この結果は、文章の内容のみならずフォントの違いにも注意が払われ、商品の印象評価に影響を与えることを示している。

石井ら(2008)[3]をはじめとして、これまでのPOP 広告の研究はその多くが食品を対象商品としており(例えば, [3],[7],[8]など), またその内容もリスク回避や商品の効能などを扱っていた。書籍を対象商品とした研究はあるものの, あくまでも対象はリサイクルショップの中古本であり[9], 安売りされている書籍の価格がPOP 広告に表示されていた。しかし, こうしたリスク回避や効能, 価格といった内容は, 一般的な書店のPOP 広告として使用されることはほとんどない。このように考えると, 過去のPOP 広告の研究で得られた知見を即書店POP 広告に当てはめて議論することは困難といえる。そこで本研究では, 書店POP 広告を構成する要素が, 対象商品である書籍に対する視覚的注意に与える影響について検討する。

前述したように, POP 広告は, フォントの種類や大きさ, 色, 台紙の大きさや形, あるいは訴求内容といった様々な要素の組み合わせによって構成されている。本研究では, これらの中で, もっとも基本的な要素であると考えられるフォントの形態と“見出し”の有無に注目して実験を行った。前者については特に, “手書き”フォントに特化してその影響を調べた。この理由は, 石井ら(2008)[3]の結果に加え, 一般的な書店POP 広告はほとんどが手書き, もしくは手書き風のものであるからである。ワープロなどを使用すれば容易に印刷物が作成できる昨今において, あえて手書きのフォントが多用されているのは, そこに何らかの効果が期待されているからだと考えられる。顕著な特徴を持った刺激には優先的に注意が向けられる[5]という視覚的選択的注意の観点からも, 活字体とは異なる手書きフォントに選択的注意が向けられやすいと考えられる。

このことはまた, 後者の“見出し”に対しても同じことがいえるであろう。この場合の“見出し”とは, POP 広告の中でフォントサイズの大きな文字や, アンダーライン, あるいは太字などで強調された部分のことを指す。実際の書店では, 書籍の内容を端的にあらわしたキャッチコピーを“見出し”として表記する場合も多く見られる。この要素についても, 強調された“見出し”は選択的注意を向けさせるうえで有効であることが考えら

れる。

さて, 本研究ではさらに, 実験にあたって実際の書店を模した空間を設営した。これは, 実験の生態学的妥当性(ecological validity)を高め, 書店POP 広告の要素が選択的注意に与える影響を, 可能な限り現実の書店における人間の振る舞いに即して調べるためであった。実験では, 被験者に再生課題を課すと同時に, 被験者がその室内でPOP 広告や書籍を見ている際の行動を観察した。こうした手法を用いることによって, 書店のPOP 広告において, フォントと“見出し”という基本的な要素が主に人間の注意に影響を与えているのか, それともこれら以外の要素とも関係しながら影響を及ぼしているのかを明らかにすることができると思われる。もし, それらの要素が注意を向けさせるために最も重要であれば, 再生成績は高くなり, 観察時間も長くなることが予想される。逆に, そのような結果が得られないのであれば, フォントの形態と“見出し”だけではなく, それ以外の要素との相互作用が注意を向けさせるために重要になっているといえるであろう。

なお, 本研究では, POP 広告の文章内容については, 感情的要素による訴求効果は個人差が大きいことが予想されるために, あくまでも書籍の客観的な内容に限定することとした。

2. 方法

被験者 北星学園大学の学生 42 名(男性 9 名, 女性 33 名, 平均年齢 20.1 歳)であった。

実験計画 2 要因の実験計画を用いた。第 1 要因はフォント要因であり, 手書き条件と PC フォント条件の 2 水準であった。第 2 要因は“見出し”要因であり, “見出し”あり条件と“見出し”なし条件の 2 水準であった。これらはすべて被験者内要因とした。

材料 書籍と POP 広告を使用した。

まず, 書籍は 1980 年以降の芥川賞と直木賞受賞作から選出した。その際, 被験者となる大学生に知られていないものであることと, タイトル, 表紙, および著者といった情報によって読みたいと感じるかどうかを左右されないものであることを基準とした。これらの基準を満たす書籍を選ぶために, 本実験に参加しない大学生 4 名に書籍のタイトル, 表紙, および著者名を見せて, その書籍を知っているかどうかを回答させた。同時に, どの程度読みたいと感じたかを「全く読んでみたく

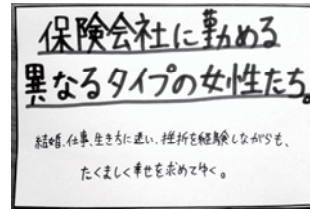
ない」を1, 「非常に読んでみたい」を7とした7件法で回答させた。この結果に基づいて、実際に入手可能である20冊を使用した。使用した書籍を表1に示す。書籍は全て、いわゆる「単行本」であり、「文庫」ではなかった。

次に、使用したPOP広告は、1冊の書籍につき、手書きフォントで表記されており見出しがあるもの、手書きフォントで表記されており見出しがないもの、PCフォントで表記されており見出しがあるもの、およびPCフォントで表記されており見出しがないものの4種類を作成して使用した(図1)。文字の色はすべて黒に統一した。また、用紙は白色のコピー用紙を使用し、実際の書店で設置されている一般的なPOP広告の大きさを参考に、縦9cm、横13.5cmで統一した。さらに、「見出し」のあるPOP広告は「見出し」部分に赤のアンダーラインを引いた。

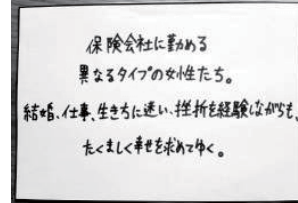
手書きのPOP広告は実験者が手書きしたものを使用した。また、PCフォントのPOP広告はMSゴシックのフォントを使用し、見出しありの場合は見出しのフォントサイズを40ptから43ptとし、見出し以外のフォントサイズを14ptとした。さらに見出しなしの場合にはフォントサイズを16ptから18ptで統一した。POP広告の文章内容は、Amazon(<http://www.amazon.co.jp/>)[10]内にある当該書籍の「商品の説明」を参考にしながら、極力実験者の主観を排して作成した。作成したPOP広告は、書籍を立てていたブックスタンドまたは机上の書籍正面に張り付けて設置した。

表1. 使用した書籍一覧

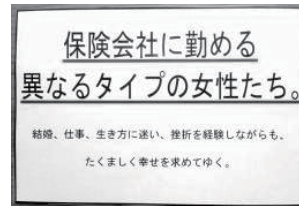
	タイトル	著者	刊行年
1	小さな貴婦人	吉行理恵	1981
2	空二の世界	笠原淳	1984
3	演歌の虫	山口洋子	1985
4	魚河岸ものがたり	森田誠吾	1985
5	それぞれの終楽章	阿部牧郎	1987
6	鍋の中	村田喜代子	1987
7	長男の出家	三浦清宏	1988
8	尋ね人の時間	新井満	1988
9	由熙	李良枝	1989
10	表層生活	大岡玲	1990
11	漂泊者のアリア	古川薫	1990
12	おどるでく	室井光広	1994
13	豚の報い	又吉栄喜	1996
14	女たちのジハード	篠田節子	1997
15	花腐し	松浦寿輝	2000
16	聖水	青来有一	2001
17	熊の敷石	堀江敏幸	2001
18	土の中の子供	中村文則	2005
19	沖で待つ	絲山秋子	2006
20	吉原手引草	松井今朝子	2009



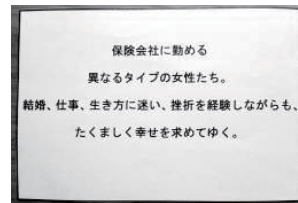
手書きフォント, 見出しあり.



手書きフォント, 見出しなし.



PCフォント, 見出しあり.



PCフォント, 見出しなし.

図1. 使用したPOP広告の一例

実験室 書店を模した空間を設営した。実験室の様子を図2に示す。実験室に設置されている20冊の書籍のうち、4冊にPOP広告を設置した。設置する場所は、実験室の入り口から見て正面の机前列に1枚、後列に1枚、左側の机の前列に1枚、後列に1枚とした。書籍の位置と、どの書籍にPOP広告を設置するかは被験者ごとにランダムであった。

実験室には、書籍とPOP広告の他に、実験内容と直接関わりのない内容のポスターを5枚掲示した。これは、実験室内の状態を実際の書店により近づけるためであった。また、書籍につけるPOP広告の他に、3枚のフィラーPOP広告を作成して設置した。これは書籍のPOP広告のみが目立つことによって被験者に実験の意図を察知されないようにし、実験室内を実際の書店に近い状態にするためであった。フィラーPOP広告の種類は、PCフォントで「読書の秋!ブックフェア開催中!」と表記したもの、「各種検定申込受付中!」と表記したもの、および手書きで「アルバイト募集中!」と

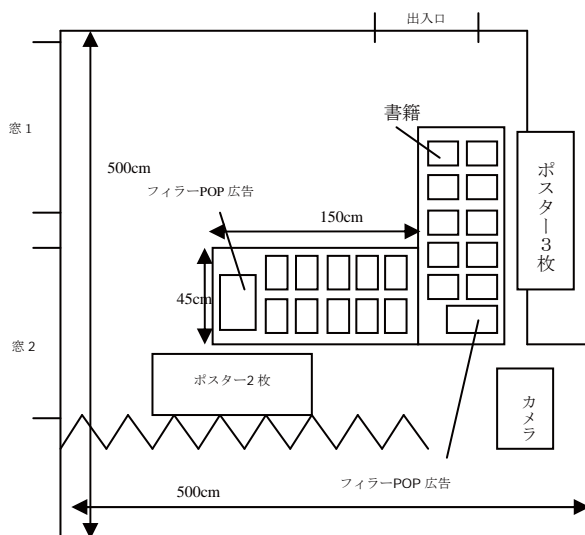


図2. 使用した実験室の様子

表記したものの3種類であった。

装置 被験者の実験室内での行動を記録するために、ビデオカメラ(SONY 製 Digital Video Cassette DCR-HC40)を用いた。ビデオカメラは実験室内にある書籍を置いているテーブルを俯瞰できる位置に設置した。

手続き 実験は個別に行った。被験者に実験室内で書店にいることを想定させたいうで行動させるため、書籍を手取る、本文を読むといったような、書店で見られると考えられる行動はすべて行って良いこととした。最初に、実験室の外で被験者に対し、実験室は書店を模した空間となっていること、実験室内では書店に行ったつもりで、本を手を取ったり中を読んだりするなど自由に行動して良いことという2点を教示した。その際、室内の様子をビデオカメラで撮影することの了承を得た。

教示の後、被験者を実験室に入室させた。被験者が実験室内にいる時間は7分間であった。これは事前の調査で、被験者が実験室で過ごすために必要な時間であると判断された最長の時間であった。7分が経過した後、被験者を退室させ、実験室の外に設置した回答場所へ誘導し、質問紙に回答させた。

回答は再生課題から行った。再生課題は、実験室内に並べられていた書籍にどのようなものがあったかを、思い出した順に書き出させる課題であった。再生課題の回答用紙には回答例と20個の回答欄を設けた。回答例の上部に、タイトル、著者、および表紙の特徴などを思い出した順に回答欄に自由に記入すること、回答はひとつの枠につき1

冊の本について答えるようにすること、および書く欄が足りなくなった場合には順次次のページの回答欄を使用して良いことを記載した。被験者には、実験室にあった書籍を書き出す作業を行うことを説明した。そのうえで、タイトルや著者、表紙、あるいは設置されていた場所など、想起したことはすべて回答欄に自由に記入することと、回答はひとつの枠につき1冊の書籍について行うことを改めて教示した。回答時間は3分とした。この時間は、書籍に対し注意を向け記憶した情報を再生する際に、断片的な情報を含めて思い出すための時間として適切であると判断した時間であった。ただし、3分が経過した後も被験者が解答を続けることを希望した場合は、終了するまで任意の時間で回答を続けさせた。

再生課題の回答終了後、質問項目に回答させた。質問項目は、月に何度書店に行くか(設問1)、書店で主に何を購入するか(設問2)、書店で書籍を購入する際にどのような情報をもとに書籍を選ぶか(設問3)、および1ヵ月で平均何冊の書籍を読むか(設問4)の計4問で構成されていた。実験全体に要した時間はおよそ15分であった。

3. 結果

被験者42名のうち撮影された実験室内の映像に不備があった1名のデータを除外した。

まず、正確に再生されたタイトルは、全820冊(41人×20冊)中40冊であり、これは全体の5%弱に過ぎなかった。そこでタイトルが正確に再生されなかった場合でも、その書籍に固有の情報が記入されており、書籍を特定できた場合は再生されたと見なすことにした。このために、実験者と本実験に参加していない大学生1名の計2名で、タイトル、著者、および表紙の特徴といった書籍の特徴が書かれているかどうかを基準として、どの書籍が再生されたかを判断した。2名の意見が分かれた場合は、話し合いによって再生されたかを判断した。

こうして得られた再生率について、POP広告の有無によって再生率に違いがあるかを調べるために、 $2(\text{POP 広告の有無}) \times 2(\text{再生されたかどうか})$ の χ^2 検定を行った。その結果、POP広告の有無によって再生率の割合が異なっていた($\chi^2[1] = 31.35, p < .001$)。POP広告の有無ごとの再生されたかどうかの分布を表2に示す。さらに、フォント要因と

見出し要因が再生率にどのように影響を与えているかを、マクニマーの検定と逆正弦変換法を用いて検討した¹。その結果、フォント要因の主効果($z = 0.53, n.s.$)と“見出し”要因の主効果($z = 0.81, n.s.$)は見られなかった。また、フォント要因と“見出し”要因の交互作用も見られなかった($\chi^2[1] = 0.09, n.s.$)。POP 広告ごとの再生率を図 3 に示す。

続いて、撮影されたビデオカメラの映像をもとに、被験者の行動を数値化した。具体的には、入室して最初に注目した書籍と POP 広告との関係、書籍に注目していた時間と POP 広告との関係、および、実際に手に取った書籍と POP 広告との関係の 3 点について、それぞれ映像から数値化した。

まず、POP 広告の種類によって、被験者が実験室に入って最初に注意を向けた POP 広告に違いがあるかを調べるために、2(フォントの形態) \times 2(見出しの有無)の χ^2 検定を行った。その結果、フォントの形態と見出しの有無は独立の要因であった($\chi^2[1] = 1.29, n.s.$)。POP 広告の種類ごとに、被験者が最初に注意を向けた POP 広告の分布を表 3 に示す。

次に、ビデオカメラの映像をもとに、被験者が POP 広告に注目していることが明確に確認できる時間を、POP 広告ごとに秒数単位で記録した。そのうえで、被験者が実験室内にいる間に POP 広告に注目していた時間の長さは、POP 広告の種類ごとに差があるのかを確かめるために、繰り返しの

表3. 最初に注意を向けたPOP広告の分布

フォント	見出し		合計
	あり	なし	
手書き	7	12	19
PC	12	10	22
合計	19	22	41

ある分散分析を行った。その結果、フォント要因の主効果($F[1,40] = 0.01, n.s.$)と“見出し”要因の主効果($F[1,40] = 0.05, n.s.$)は見られなかった。また、フォント要因と“見出し”要因の交互作用は見られなかった($F[1,40] = 0.60, n.s.$)。被験者が POP 広告に注目していた時間の長さの平均を POP 広告の種類ごとに図 4 に示す。

続いて、POP 広告の有無によって、被験者が実験室内にいる間に手に取った書籍に違いが生じるかを確かめるために、2(POP 広告の有無) \times 2(手に取ったかどうか)の χ^2 検定を行った。その結果、POP 広告の有無によって手に取ったかどうかの割合が異なっていた($\chi^2[1] = 18.44, p < .001$)。POP 広告の有無ごとに被験者が手に取った書籍の分布を表 4 に示す。さらに、フォント要因と見出し要因が手に取ったかどうかにどのように影響を与えているかを、マクニマーの検定と逆正弦変換法を用いて検討した。その結果、フォント要因の主効果($z = 0.55, n.s.$)と“見出し”要因の主効果($z = 0.16,$

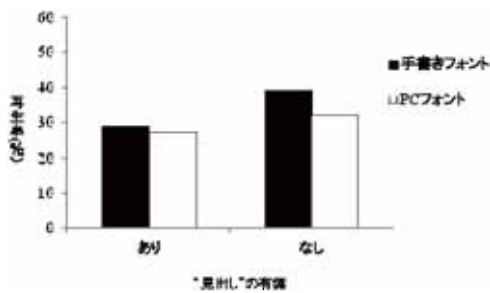


図 3. POP 広告ごとの再生率

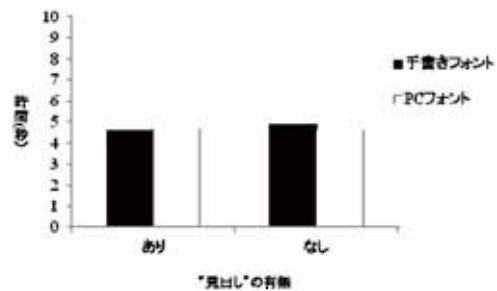


図 4. POP 広告に注目していた時間

表2. 再生されたかどうかの分布

POP 広告	再生		合計
	された	されなかった	
あり	54	110	164
なし	93	563	656
合計	147	673	820

表4. 被験者が手に取った書籍の分布

POP 広告	手に取ったかどうか		合計
	取った	取らなかった	
あり	63	101	164
なし	145	511	656
合計	208	612	820

1: 今回の実験は 2 要因でいずれも被験者内要因であり、厳密にはいずれも最適な方法ではないかもしれない。しかしながら、これらの分析によって得られる結果は極めて有用であると考え、本研究ではマクニマーの検定と逆正弦変換法による検定を用いて分析を行うこととした。

n.s.)は見られなかった。また、フォント要因と“見出し”要因の交互作用も見られなかった($\chi^2[1] = 0.21, n.s.$)。POP 広告ごとに被験者が手に取った書籍の割合を図 5 に示す。

最後に、被験者が手に取った書籍にはどの POP 広告がついていたかについても分析を行った。実験室に入ってから最初に POP がついていた書籍を手に取った被験者が 41 人中 31 人であり、POP 広告の種類によって最初に手に取った書籍に違いがあるかを確かめるために、2(フォントの形態) \times 2(見出しの有無)の χ^2 検定を行った。その結果、フォントの形態と見出しの有無は独立の要因であった($\chi^2[1] = 0.11, n.s.$)。POP 広告の種類ごとに、被験者が最初に手に取った書籍の分布を表 5 に示す。

また、手に取った書籍については、実際に手に持っている時間についても分析した。この時間は、ビデオカメラの映像をもとに、被験者が書籍に触れてから手を離すまでの時間を秒数で記録したものであった。その際、偶然手が触れたなど被験者の関心と関係なく書籍に触れてしまう場合を除いた。そのうえで、被験者が手に取った書籍には種類に関わらず POP 広告がついていたかについては、被験者が実験室内で書籍を手に取っている時間の長さとして POP 広告の有無について対応のある t 検定を行った。その結果、POP 広告がついている書籍($M = 59.94$)と POP 広告がついていない書籍

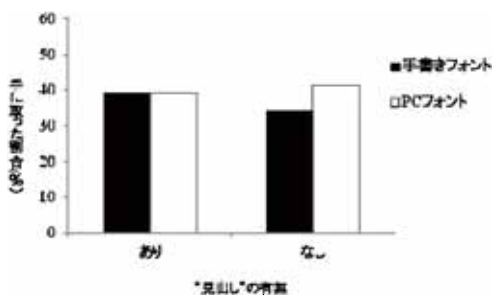


図 5. 被験者が手に取った書籍の割合

表 5. 最初に手に取った書籍の分布

フォント	見出し		合計
	あり	なし	
手書き	8	5	13
PC	10	8	18
合計	18	13	31

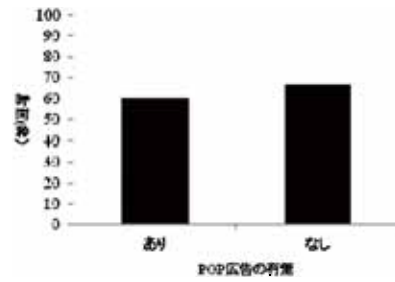


図 6. 書籍を手に取っていた時間

($M = 66.30$)では、手に取っている時間の長さについて有意な差が見られなかった($t[40] = -0.35, n.s.$)。書籍を手に取っている時間の長さの平均を POP 広告の有無ごとに図 6 に示す。

3. 考察

本研究の目的は、書店 POP 広告の手書きフォントと“見出し”が書籍に対する選択的注意にどのような影響を与えているのかを明らかにすることであった。

本研究では、フォントの形態と“見出し”以外の要因をすべて統制して作成した POP 広告を用いて実験を行った。実験の結果、POP 広告の有無によって注意の向けられ方に差が見られた。序論で述べたいわゆるアイドマの原則に即して考えると、この結果は、POP 広告によって、まず最初の処理段階である注意が当該商品に対して的確に向けられたということを示している。これは過去の POP 広告に関する研究(例えば、[3], [9], [7], [8]など)とも一致する。視覚的选择的注意の理論を実際の書店に当てはめてみると、書棚に書籍が並んだり平台に書籍が置かれている書店の風景において、書籍ではないものである POP 広告は色や形、大きさなどの点において書籍とは明らかに異質な存在である。このことから、POP 広告はその対象商品の種類に関わらず消費者の注意をひき、商品へ関心を向けさせるために有効なものであると考えられる。

アイドマの原則によれば、POP 広告によって視覚的注意を当該商品に向けた消費者は、その後、興味(Interest)の段階に進むことになる。本研究の結果から、POP 広告のついている書籍の方が POP 広告のついていない書籍よりも多く手に取られていた。また、ビデオカメラの映像を観察したところ、POP 広告の内容を読んだ後に書籍を手に取った被験者もいた。さらに、本研究の結果から書籍

の再生率は POP 広告がある方が POP 広告のないものよりも高かった。以上をまとめると、POP 広告は、消費者の当該商品に対する注意(Attention)と興味(Interest)に深く関与し、さらに当該商品への注意(Attention)と興味(Interest)のみならず記憶(Memory)まで何らかの影響を与えているといえる。

本研究では「欲求(Desire)」については、特に明示的には測定しなかった。しかしながら、上述したように、注意(Attention)や興味(Interest)、あるいは記憶(Memory)といった点において、POP 広告はおおよそアイドマの原則の通りの消費者の心理過程を促進させる効果があるといえる。なお、書籍を手にとっている時間の長さは POP 広告の有無によって違いが生じなかった。このことは、POP 広告単体では、消費者の行動(Action)にまでは影響を与えないということを示しているのかもしれない。この点については、今後の検討が必要であろう。

続いて、POP 広告の種類について考察する。実験の結果、POP 広告の種類の違いによっては視覚的注意に差は見られなかった。つまり、フォントの形態と“見出し”は、人間の視覚的注意に対して、直接的な影響を与えてはいなかった。この結果からは以下のことが考えられる。まず、視覚的注意を向けさせる POP 広告を作成するためには、フォントの形態と“見出し”の2つの要因だけではなく、他の要素も念頭に入れる必要があるということである。一般的に、書店 POP 広告は手書きのフォントによるものが多く、書籍の紹介において“見出し”が使われているものも少なくない。しかし、書店 POP 広告では、フォントの形態と“見出し”のみではなく、色や形など様々な要素が混在して使用されている。

まずフォントの形態に関して、今回は実験者の手書きによる手書きフォントとゴシック体を使用した。前述したように、書店 POP 広告では手書きで書かれたものが多い。実際の書店で用いられている POP 広告は、今回の実験で用いた1種類の手書きフォントが使用されているものだけではなく、形状や色、あるいは大きさなどが異なる数種類の手書きフォントが併用され、より印象に残るよう工夫された POP 広告に仕上げられている。このように、数種類の手書きフォントを1枚の POP 広告の中で併用することによって、注意がより向けられやすくなることが考えられる。このことを踏ま

えると、形状や色、あるいは大きさの違う数種類の手書き“フォント”を組み合わせて作成した POP 広告を用い、今回のような実験を行うことによって、より注意をひく POP 広告のフォントの要素を明らかにすることができるであろう。

また、“見出し”に関して、本研究では Amazon の「商品の説明」に掲載されていた文章の一部を、太字およびアンダーラインを用いて“見出し”としていた。アンダーラインは赤に統一しており、一定の太さであった。しかし、アンダーラインの色や太さを強調することで、より注意を向けさせることができる可能性がある。あるいは、“見出し”にその書籍のタイトルや著者名を用いることで、耳目を集め、興味を持たせることができるかもしれない。以上のように、フォントの形態と“見出し”の2つの要素は、他の要素との組み合わせによって効果的に注意をひく要素となりえると考えられる。

さらに、POP 広告の台紙についても、注意に影響を与えている可能性が考えられる。本研究では白色のコピー用紙を使用して実験を行った。しかし実際に書店に設置されている POP 広告は、様々な台紙の色や紙質が使用されている。このような要素と、フォントの形態や“見出し”との組み合わせが注意に影響を与えているか調べることで、より効果的に消費者の注意をひく POP 広告を作成することが可能となるであろう。

こうした物理的な要素とは別に、POP 広告で表現される内容そのものも無視できない。今回、“見出し”に使う文章の参考として用いた Amazon の「商品の説明」は、いわゆるレビューであった。これは、基本的には読む手の主観は交えず、淡々と“あらすじ”を追って書かれているものである。書籍を購入する際にどのような情報をもとに書籍を選ぶかという質問項目では、レビューを参考にするという回答がもっとも多かったことを考えると、書店 POP 広告の内容として適切であったと考えることができる。しかし、実際に書店に設置されている POP 広告は、こうした書籍のあらすじに加え、書店員の感想の記載や表現の工夫といったような趣向が凝らされている。特に、「泣いた!」や「笑える!」といったような、感情に直接的に訴える用語を使って作られた POP 広告が目につく。こうした要素を含む POP 広告は、視覚的注意という低次の処理に加えて、感情の喚起というより高次の認知処理までも行わせる効果があるのかもしれない。

れない。

本研究では書店を模した空間を用いて書店 POP 広告におけるフォントの形態と“見出し”が視覚の選択的注意にどのような影響を与えているのかを検討した。その結果、POP 広告は消費者の注意、興味、および記憶に影響を及ぼしているものの、その種類によって注意が向けられたかどうかには見られなかった。本研究では書店を模した空間を、実験の生態学的妥当性(ecological validity)を高め、書店 POP 広告の要素が選択的注意に与える影響を、現実の書店における人間の振る舞いに即して調べるために用いた。そのため、今回得られたデータを、厳密に統制された実験室的実験のそれと詳細に比較することで、書店における POP 広告の効果を明らかにすることができるであろう。さらに、そうした作業と平行して、本研究で行ったような行動観察を実際の書店においても行い、消費者の振る舞いを分析することも、意義のあることだと考えられる。

4. 参考文献

- [1] 清水麻耶 (2010). 本当にオモシロイ文庫本は書店スタッフに聞こう!! *an・an*, **41**(9), pp.42-43.
- [2] 梅原潤一 (2010). *書店 POP 術—グッドセラ—死闘篇—* 東京: 試論社.
- [3] 石井裕明・石田大典・恩藏直人 (2008). 手書き風 POP 広告と訴求内容. *第 37 回消費者行動研究コンファレンス報告要旨集*, pp. 17-20.
- [4] 山本久義 (2003). *マーケティング論 100 の常識* 東京: 白桃書房.
- [5] 小川洋和・八木昭宏 (2002). 文脈手がかりによる視覚的注意の誘導. *心理学評論*, **45**(2), pp. 213-224.
- [6] 葭田貴子・苧阪直行 (2000). 視覚的注意と視覚的短期記憶—ポップアウト・プライミングを巡って—. *心理学評論*, **44**(1), pp.95-108.
- [7] 小林裕美・小松朋実・鈴木真奈美・田邊彩・本橋茉莉子 (2011). 購買行動に影響を与える効果的な POP 広告の検討. *日経広告研究所報*, **45**(2), pp. 73-78.
- [8] 牧野圭子・高木修 (1996). POP 広告効果測定—高額商品(フグ)を訴求対象として—. *広告科学*, (32), pp. 1-18.
- [9] 木村達也・石原進一 (2009). POP 広告と店頭プロモーション施策の効果についての考察. *早稲田国際経営研究*, **40**, pp. 53-66.
- [10] Amazon (2011). 商品の説明. Amazon ホームページ. <<http://www.amazon.co.jp/>> (2011 年 12 月 9 日).

「新パラダイム推論心理学」と双条件付事象 “New Paradigm Psychology of Reasoning” and Biconditional Event

澤 宏司[†], 横川 純貴[‡], 高橋 達二[‡]
Koji Sawa, Junki Yokokawa, Tatsuji Takahashi

[†]日本女子大学附属高等学校, [‡]東京電機大学
Senior High School, Japan Women's University, Tokyo Denki University
kojisawa@mbj.ocn.ne.jp

Abstract

For almost a half century, it has been known that participants consider the truth value of “if p then q ” as true when p and q are both true, false when p is true but q is false, but uncertain whenever p is false. Recently, this truth table is given a new status as conditional event, which is different from material implication in bivalent propositional logic. Here we present experimental results that indicate the psychological priority of conditional event to material implication as the model of our conditionals. Moreover, in a similar way, we study biconditionals that are of the form “ p if and only if q ” or “if p then q , and if q then p .” As the model of biconditionals, we introduce biconditional event that consists of two reciprocal conditional events combined with conjunction. We also show that biconditional event describes biconditionals better than material equivalence composed of two reciprocal material implications. This study gives new results to and reinforces the project “New paradigm psychology of reasoning (NPPR).”

Keywords — Truth table task, Reasoning, Conditional event, Biconditional event, New paradigm psychology of reasoning

1. はじめに

本報告では、Over らが提唱した「新パラダイム推論心理学 (New paradigm psychology of reasoning : NPPR) (Over, 2009; Oaksford & Chater, 2007) における条件付事象 (conditional event) の再検証, および双条件付事象 (biconditional event) の位置付けの検証, NPPR への双条件付事象の一結合子としての導入を試みる。

20 世紀中頃からの長い間 (Wason, 1966; Quine, 1959), 「 p ならば q 」に関する人間の判断が, 論理学で一般的な「ならば」の形式化である実質含意 (material implication) と符合しないことに関して議論があった。その原因を指して曰く「人間は

「ならば」に関して論理的に誤った判断をしがちな傾向にある」という主張がある一方, その原因に関しては定まらず, 多くの議論がなされた。このような状況に対して, 近年, Over ら (例えば Evans et al., 2003) は NPPR の名のもと, 「人間は誤った判断をしているのではなく, 逆にこのような人間の推論の傾向をもとに心理学を再構成する必要がある」と主張した。具体的な Over らの NPPR の主張は以下のように始まる。

NPPR では「ならば」の形式化として条件付事象 (de Finetti, 1937) を採用する。「ならば」のもっとも一般的な形式化である実質含意は前件が偽 (F) のとき, 後件に関わらずその真理値を真 (T) とする。一方, 条件付事象は, 前件が偽のとき, 真理値を「不明 (irrelevant または uncertain, 以下 U)」とする。実験でも Over らの主張を裏付けるような実験結果が得られている (例えば Douven & Verbrugge, 2010; Evans et al., 2007; Evans et al., 2003; Fugard et al., 2011; Oberauer & Wilhelm, 2003; Politzer et al., 2010)。

本報告において我々は, この NPPR の更なる補強を目論み, 実質含意よりも条件付事象のほうが「ならば」の形式化としてふさわしいことの再検証を行う。と同時に, 双方向の「ならば」の結合についての認知実験, 論理的検証を行う。結合された双方向の「ならば」は事象の同値性を主張する言明である。同値性を主張する論理結合子は, 一般的な論理学において基本的な論理結合子のひとつである。具体的には, 実質含意の双方向化である「論理的等値 (material equivalence)」と, 条件付事象の双方向化である「双条件付事象 (biconditional event)」を比較する。「(p ならば q)

かつ (q ならば p)」に相当するタスクを与えられた実験参加者がその自らの解釈を真理値表で提示させ、その傾向をみる。

2. 実験

認知実験にて NPPR における条件文(「ならば」), および双条件文(双方向の「ならば」の結合)を確認する。タスクの流れとしては、「 p ならば q 」と「(p ならば q) かつ (q ならば p)」という命題を提示し、実験参加者は自らの解釈でそれぞれの命題に対する真理値表の構成、あるいは確率の計算を行う。参加者が構築した真理値表や確率から、実質含意と条件付事象、論理的等値と双条件付事象のそれぞれがどのように実験データにサポートされるかを観察する。これら4つの論理結合子の2x2の真理値表は表1~4の通りである。

表1 実質含意

		後件	
		q	$\neg q$
前件	p	T	F
	$\neg p$	T	T

表2 条件付事象

		後件	
		q	$\neg q$
前件	p	T	F
	$\neg p$	U	U

表3 論理的等値

		後件	
		q	$\neg q$
前件	p	T	F
	$\neg p$	F	T

表4 双条件付事象

		後件	
		q	$\neg q$
前件	p	T	F
	$\neg p$	F	U

3. 実験設定

実験参加者は東京電機大学の学生(18~23歳)であった。以下の4つのタスクによって参加者数は異なる。

全タスク共通の設定として、ある文と、その文に関連するあるチップの写真がコンピュータスクリーン上に表示される。

文としては二種類があり、それぞれ、「A ならば B である」という形式の条件文と、「A ならば B であり、かつ、B ならば A である」という形式の双条件文である。前者は実質含意あるいは条件付事象、後者は論理的等置あるいは双条件付事象としてモデル化できることが期待される。

チップは形と色の二つの属性を持ち、合計で4種類のチップが存在する。タスク1とタスク4においてはそれら4種類のチップの写真が示され、これが2x2の真理値表上のそれぞれのセルに対応する。タスク2と3においては、チップが4種類しかないのに対して、写真は9枚呈示される。これは、形が不明な場合と色が不明な場合を含めて全3x3通りのものが存在するからである。

参加者は各々コンピュータを操作し、各タスクにおいてある文が与えられたとき、呈示されたチップがその文の真偽値(タスク1,2,3)あるいは確率(タスク4)をどのように定めるかを回答する。真偽値としては「真」、「真でも偽でもない」、「偽」の3種類のいずれかを選択し、確率としては「 x 枚中の y 枚」の x と y を回答する。以下にそれぞれのタスクの参加者数、文の内容、チップの種類を示す。

タスク1の参加者は計51名であり、ランダムに2グループ(24人, 27人)に分けられた。それぞれのグループに、以下の条件文(T1-A)あるいは双条件文(T1-B)が与えられた。チップは図1のように、丸あるいは星形の形と、黒または白の色を持つ。この4種類のそれぞれを写した4枚の写真がランダムな順序で与えられた。これらの写真が与えられた際に、与えられた文の真偽を前述の三択で回答する。この4つの回答が2x2の真理値表を構成する。

T1-A : 『もしチップに写った図形が星ならば、それは黒い』

T1-B : 『もしチップに写った図形が星ならばそれは白く、かつ、もしその図形が白ならば、それは星である』

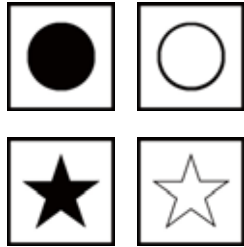


図1. タスク1で呈示される4種類のチップの写真

タスク2の参加者数は14名である。チップの形は「先端が尖った棒状」または「先端が丸まった棒状」、色は青または赤のそれぞれ二種類である。そういった4種類のチップを写した写真が呈示される。ただし、図2に示すように、写真の上下が破損しているため先端の形が確認できず、尖っているか丸まっているか不明な場合があり。また、写真がモノクロのため青か赤か不明（灰色に見える）の場合もある。すなわち、9通りの写真があり、これらがランダム順で呈示された。これらの写真が与えられた際に、与えられた文の真偽を前述の三択で回答する。この9つの回答が3x3の真理値表を構成する。タスク2で与えられた文は以下の条件文 (T2-A) である：

T2-A : 『もしチップに写った図形が丸まっているならば、それは青い』

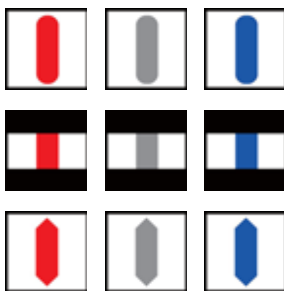


図2. タスク2で呈示される9枚の写真
(注：チップ自体は4種類しかない)

タスク3の参加者数は44名である。チップの形は「上向き矢印」あるいは「縦長の長方形」であり、色は紫または黄の、それぞれ二種類である。そういった4種類のチップを写した写真が呈示されるが、タスク2同様、図3に示すように、写真の上側が破損しているため先端の形が確認できず、矢印か長方形かが不明な場合がある。また、写真がモノクロのため紫か黄か不明（灰色に見える）の場合もある。すなわち、9通りの写真があり、これらがランダム順で呈示された。これらの写真が与えられた際に、与えられた文の真偽を前述の三択で回答する。この9つの回答が3x3の真理値表を構成する。タスク2で与えられた文は以下の条件文 (T3-B) である：

T3-B : 『もしチップに写った図形が長方形ならばそれは黄色く、かつ、もしその図形が黄色ならば、それは長方形である』

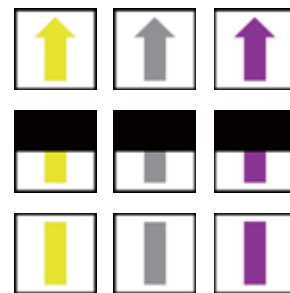


図3. タスク3で呈示される9枚の写真
(注：チップ自体は4種類しかない)

タスク4の参加者は計118人であり、ランダムに59人ずつの2グループに分けられた。それぞれのグループに、以下に示す条件文 (T4-A) または双条件文 (T4-B) がそれぞれ与えられた。チップの形は正方形あるいは正三角形であり、色はオレンジまたはピンクの、それぞれ二種類である。図4のような4種類のチップを写した4枚の写真が何枚か呈示される。

T4-A のグループには（オレンジの三角、ピンクの三角、オレンジの四角、ピンクの四角）がそれぞれ (1, 3, 2, 4) 枚、T4-B のグループには（オレンジの四角、ピンクの四角、オレンジの三角、

ピンクの三角) がそれぞれ (3, 2, 1, 1) 枚呈示された。参加者はこれに対して、条件文あるいは双条件文が正しくなる確率を、「y 枚中の x 枚」(x/y) という分数の形で回答した。この際、真理値として T であれば、分子と分母の両方にカウントされ、F であれば分母にのみカウントされる。U であれば分子にも分母にもカウントされない。たとえば『もしチップが三角ならそれはオレンジである』(T4-A) が正しい確率は 1/4 であるという回答は、条件付事象として分類される。実質含意であれば、7/10 という回答が対応する。

T4-A : 『もしチップが三角ならそれはオレンジである』

T4-B : 『もしチップが四角ならそれはオレンジであり、かつ、もしチップがオレンジならそれは四角である』

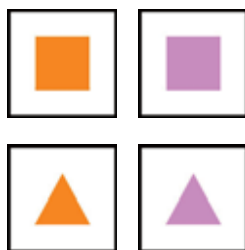


図 4. タスク 4 で呈示される 4 種類のチップ

4. 結果

参加者が構築した真理値表を表すために、以下の表 1 を用いる。T1-A を例にすると、前件 p は「図形は星である」になり、後件 q は「図形は黒である」になる。また「図形は丸である」は「図形は星ではない」と解釈をし、従ってこれを $\neg p$ と表す。参加者が構築した真理値はそれぞれ真理値表上の {a, b, c, d} に代入される。以後、参加者が構築した真理値は TFFU のように記し、これは a=T, b=F, c=F, d=U を意味する。T2 や T3 の真理値表は表 2 のように表される。ここで前件や後件の真理値としての U は「不明」を表す。3x3 の分割表と 2x2 の分割表を比較するために、3x3 の分割表上の四隅、{a, c, g, i} の真理値を用いた。タスク 1, 2 と 3, 4 の結果をそれぞれ図 5, 6, 7 に示す。

表 5 2x2 分割表

		後件	
		q	$\neg q$
前件	p	a	b
	$\neg p$	c	d

表 6 3x3 分割表

		後件		
		q	U	$\neg q$
前件	p	a	b	c
	U	d	e	f
	$\neg p$	g	h	i

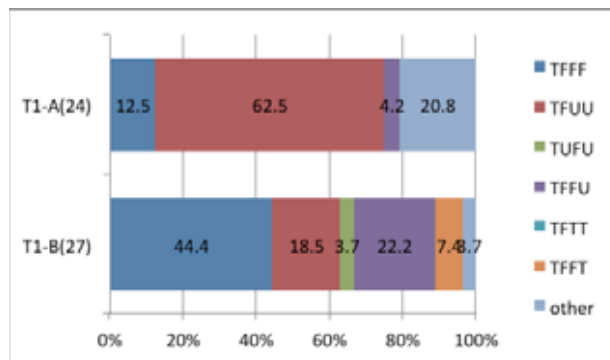


図 5 タスク 1 の結果

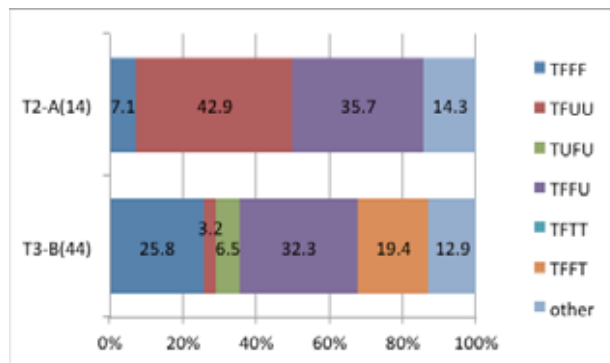


図 6 タスク 2, タスク 3 の結果

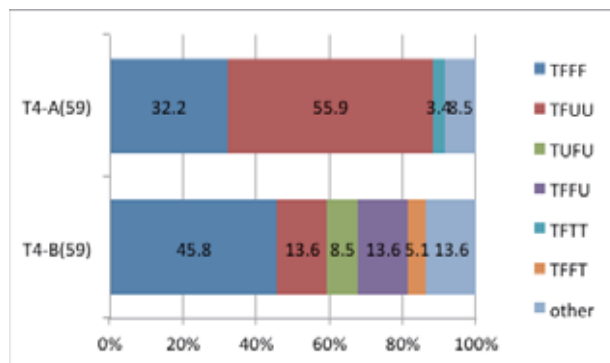


図 7 タスク 4 の結果

すべてのタスクにおいて、条件文 (T1-A, T2-A, T4-A) に対しては TFUU の回答が最頻値である。この結果から、人間は条件文の真理値・確率として de Finetti の条件付事象に従う傾向があることがわかる。

双条件文 (T1-B, T3-B, T4-B) では、双条件付事象である TFFU は 1 番目もしくは 2 番目に多いカテゴリであることがわかる。また、すべての結果において、論理的等値である TFFT よりも多い傾向がみられた。双条件文に対する回答として多くを占める TFFF は連言 $p \& q$ の真理値をもつが、他の研究の実験でも多く見られる。この回答は参加者の疲労や混乱でも出現しやすいことが知られている (Evans et al., 2007; Fugard et al., 2011)。そのため、今後、双条件文の提示の仕方などに改善が可能であると考えられる。

5. 議論

実験結果は、双条件付事象が実質含意よりも優位なことを示した。この実験結果は、人間が論理的等値ではなく双条件付事象をもって事象の等値性を解していることを示す。双条件付事象は条件付事象と同じくその真理値表において真理値 U を持つ。また、一般的な三値論理を考え、それを真理関数とみる場合、入力値として U を持つ。通常、この 2 つの U は同じ「不明」として当然のように同一視されている。しかしながら、一方は真理関数の入力値としての U であり、他方は出力値としての U である。入力値としての U は対象の認知レベルの「不明」であり、出力値としての U は対象間の関係の認知レベルの「不明」であるので、これらは論理的階層が異なる。ゆえにこれら U の同一視は本来的には自明ではなく、それは階層を縦断する操作である。例えば de Finetti の条件付事象において「 p ならば q 」は後件 q が真であっても前件が偽であれば、その真理値は U となり、その入力値、出力値の真・偽・U には関連がない。双条件付事象は、条件付事象という結合子を別の結合子、連言 (conjunction) で結んだものである。すなわちこれは、結合子の再帰的な使用であり、条

件付事象が事象として再対象化されたと言える。集合の写像の言葉を使えば、値域に属する要素を再び定義域の要素として用いるということであり、これはまさに再帰的な手続きである。そのような背景を持つ双条件付事象が、認知的に論理的等値より優位にあるというのは、条件付事象の対象化、ひいては階層を縦断する操作を人間が自然に行っていることのひとつの証左という意味合いも持つ。

双条件付事象を二値論理で表現する場合、前件、後件の両者が偽 (以下 FF) の場合、その真理値は U となるが、これは真理値表の上、すなわち真理関数の出力の U の中でも特別な意味合いを持つ。例えば Hattori & Oaksford (2007) は稀少性仮定 (rarity assumption) の名のもとで FF の場合について議論する。というのはある対象が偽であるケースは、真であるケースよりはるかに多いからである。これはヘンペルのパラドックス (Mckenzie & Mikkelsen, 2000; Franceschi, 1999) とも符合する。ヘンペルのパラドックスの一文「カラスは黒い」で言えば、「カラス」よりも「カラスでないもの」のほうが、「黒い」ものよりも「黒くない」ものほうがはるかに多いことに由来する。稀少性仮定とは、この FF のケースが夥多であることの裏返しである。双条件付事象が事象の等値性の表現として妥当であることは、稀少性仮定、ヘンペルのパラドックスの問題系とも理論的に関連を持つ。また Hattori & Oaksford (2007) が論じたように、夥多な FF の世界を排除しつつも、時折、それ以外 (二値論理で言えば TT, TF, FT) の世界へ有意義な情報として出現することがフレーム問題 (McCarthy & Hayes, 1969) を生む。つまり、雑多で無意味な世界である FF からの有意義な世界への情報の侵入こそがフレーム問題であるといった具合にである。これは双条件付事象を持って世界の事象の判断をすることの、1) 人間の、有限な世界における判断、2) と同時に局限された世界だけでは閉じることのできない、実世界への意味づけ (すなわちフレーム問題そのもの)、といった 2 つの相反するかのよう有意性を同時に担保することになる。この意味においても双条件付事象を考える

こと, NPPR に組み込むことは非常に有益である。

謝辞

本研究は、東京電機大学総合研究所研究 Q13K-03 と Q11K-02 として行ったものである。なお、実施と執筆において東北大学電気通信研究所共同プロジェクト (H22/B08)、日本学術振興会科学研究費補助金 25730150 の資金援助を受けた。

参考文献

- [1] de Finetti, B. (1937/1964). Foresight: its logical laws, its subjective sources (translation of 1937 original). In H. E. Kyburg & H. E. Smokler (Eds.), *Studies in subjective probability* (pp. 55-118). New York: Wiley.
- [2] Douven, I., & Verbrugge, S., (2010) The Adams family, *Cognition*, 117(3), 302–18.
- [3] Evans, J. B. T., Handley, S., Neilens, H., & Over, D., (2007) Thinking about conditionals: A study of individual differences, *Memory & Cognition*, 35(7), 1772–1784.
- [4] Evans, J. S. B. T., Handley, S. J., & Over, D. E., (2003) Conditionals and conditional probability, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 321–335.
- [5] Franceschi, P., (1999) Comment l'Urne de Carter et Leslie se Déverse dans celle de Hempel, *The Canadian Journal of Philosophy*, 29, 139-156.
- [6] Fugard, A. J. B., Pfeifer, N., Mayerhofer, B., & Kleiter, G. D., (2011) How people interpret conditionals: Shifts towards the conditional event, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(3), 634–648.
- [7] Hattori, M., & Oaksford, M., (2007) Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis, *Cognitive Science*, 31(5), 765–814.
- [8] McCarthy, J., & Hayes, P. J., (1969) Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence, In D. Michie (Ed.), *Machine intelligence*, Vol. 4, pp. 463–502, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [9] McKenzie, C. R. M., & Mikkelsen, L. A., (2000) The psychological side of Hempel's paradox of confirmation, *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(2), 360–366.
- [10] Oaksford, M. & Chater, N., (2007) *Bayesian Rationality: The Probabilistic Approach to Human Reasoning*, Oxford University Press.
- [11] Oberauer, K., & Wilhelm, O., (2003) The meaning(s) of conditionals: Conditional probabilities, mental models, and personal utilities, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(4), 680–693.
- [12] Over, D. E., (2009) New paradigm psychology of reasoning, *Thinking & Reasoning*, 15(4), 431–438.
- [13] Politzer, G., Over, D. E., & Baratgin, J., (2010) Betting on conditionals, *Thinking & Reasoning*, 16(3), 172–197.
- [14] Quine, W. V. O., (1959) *Methods of logic*, New York: Holt.
- [15] Wason, P. C., (1966) Reasoning, In B. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*. Harmondsworth: Penguin Books, 135-151.

ビッグデータの時間次元の条件をそろえるスケジューリング原理とその実用化：縦断研究の大規模化と高度化の実現

寺澤 孝文¹, 吉田 哲也², 矢地 晴彦³, 上田 紋佳⁴, 西山 めぐみ⁵

Takafumi Terasawa, Tetsuya Yoshida, Haruhiko Yachi, Ayaka Ueda, Megumi Nishiyama

¹岡山大学, ²常葉大学, ³岡山市立津島小学校, ⁴西南学院大学, ⁵名古屋大学

Okayama University, Tokoha University, Tsushima Elementary School, Seinan Gakuin University, Nagoya University
terasawa@cc.okayama-u.ac.jp

Abstract

We could now get extensive longitudinal behavioral data ("longitudinal big data"). However, a condition known as "when" in the historical information is a data attribute that the social sciences have not explored thus far. If such data are used for predicting human behavior, new problems may crop up that would need to be resolved, as otherwise, the timing of various activities in our daily life will have an endless number of predictions. However, a sequential prediction of daily activities, for example the timing of an activity and the intervals with which it is repeated, can have a major influence on an individual's actions and behavior. Moreover, as the timing of the activities vary, depending on the individual, the longitudinal data for a large number of people need to be aggregated for making behavioral predictions. This prediction method, however, produced large errors, making it difficult to detect the minute inherent effects of individual events. The problem intrinsic to longitudinal research is that irrespective of the amount of data gathered, obtaining meaningful findings can be difficult. To overcome the problem, we developed a new measuring technique (micro-step measuring) for our study. This technique loosely predicts, in advance, the time of occurrence of an infinite number of events ("scheduling"), before gathering reaction data. When this technique, coupled with a new experimental planning technique involving temporal dimension factors, was applied to the field of education, it was possible to predict the results achieved by individual study of memorizing English words on a daily basis that would otherwise not be apparent.

Keywords — longitudinal data, implicit memory, scheduling, timing, interval,

1. はじめに

近年, ICT の進歩により, 膨大な行動データが比較的容易に収集できる状況が生まれている。人間の行動予測, および認知メカニズムの推定の手がかりとなる詳細な行動データを収集するうえで, この状況は非常に望ましい状況といえる。特に注目すべき点は, 個人にヒモづけできる縦断的行動データ (縦断的ビッグデータと呼ぶ) を大規模に収集することが可能になってきている点である。例えば, TSUTAYA の T カード

ドや Ponta カードなどは, ある個人の購買行動などを縦断的に把握することを原理的に可能にしており, 一見するとそれらのデータから個人の購買行動を予測することも視野に入っているように見える。しかし, 膨大な縦断データから有意義な情報を取り出すためには, 原理的に難しい問題を解決する必要がある。つまり, いくら縦断データを集めても, それを個人の行動予測に活用することは原理的に難しい理由がある。

2. 従来の研究法の制約

人間の行動を予測する上で, 現在でも社会科学の領域の研究法として主流である横断的調査は, 行動予測において重要な, 原因と結果という本来時間軸上の異なる時点で生起・収集される情報を収集されるデータに含んでいないため, 因果関係を推定することが原理的に難しい限界を有している。

また, あるイベント (実験操作) の影響を一定のインターバル後に測定する実験研究で得られるデータは, 因果関係は論じられるが, 設定できるインターバルはほとんどの場合, 単一であり, インターバルが変わることにより, 得られる結果のパターンが変化する可能性を排除できない問題を有している。例えば, A, B 2つの条件で英単語の学習をし, 1 週間後にテストをした場合には A 条件の方が成績が高くて, 3 週間後に同じような結果になる保証はない。現在心理学の領域で行われている実験研究のほとんどすべては, このように単一のインターバルを設定した, 単発的な実験で実験操作の影響が評価されている。

さらにいえば, 時間経過に伴うイベントの影響の変化パターンが, 単調に減衰していくとは限らないことも示されている (寺澤, 1998, 2001; 寺澤・原, 2000)。そこでは学習などの経験エピソードから月単位のインターバルを挿入した場合, 短期間のインターバルではイベントの効果が検出されないが, 数か月単位のインターバルをあけた場合に検出されるといった, レミニッセンス的な現象が報告されている。つまり, 単発的な実験手続きでは, イベントの影響の推定

精度は限られたものにならざるを得ない。

横断的データと実験データに比して、縦断的データはその有用性は誰もが認めるところである。ところが、縦断的データを扱う研究は、例えば、大規模な母集団を対象に調査を実施し、半年や1年単位で指標の変動をみる研究や、特定の個人の行動履歴を詳細に記述する研究に限定されてきた。一般的に、縦断研究は大きなコストを要し、それがこの方法を用いた研究が広がらない理由とされてきた感がある。しかし、近年のICTの進歩により、上述したように比較的容易に縦断的ビッグデータが収集できるようになった今、縦断的データから本当に有意義な知見が導き出されるか否かに関心が向けられ始めている。しかし、実際のところ、縦断的データから有意義な知見を導き出すためには、これまで指摘されてこなかった、解決の難しい問題を解決する必要がある。縦断的データは集めれば集めるほど有意義な知見が埋もれてしまう問題を有している。この縦断的ビッグデータの本質的問題について説明を加える前に、縦断的ビッグデータから得られる有益な情報とは何であるのかを次節では吟味する。

3. ビッグデータの個別化

ビッグデータの研究では、膨大なデータを解析することで有意義な知見が導き出されるという期待が語られることが多いが、そもそも、人間の行動データから有意義な知見を見出すといった場合の、「有意義な知見」とはどのようなものであろうか。

その一つは、全体の傾向である。つまり、個人等には全体は見えないため、大規模なデータを収集することで全体の傾向を把握し、それをビジネスなどに活用することなどがある。コンビニなどで売筋商品を把握し、品揃えすることなどには有効な情報活用になる。しかし、「夏になるとビールの消費量が増える」、「子どものいる家庭は牛乳の消費量が多い」など、比較的大きな効果を持つ属性や条件に起因する一般的傾向は、私たちの生活の中で比較的容易に気づくことができるため、逆に、有意義な情報にはならない。確実に大きな影響を与える要因は、人間の経験知になっていることが往々にして多い。したがって、ビッグデータの活用では、大きな影響を与える要因を見出すことよりも、より詳細な属性や条件の組み合わせに対応する予測の精緻化に期待が向けられる可能性が高い。ところが、集団の細分化は分析対象となる母数を小さくすることになり、予測精度の低下を引き起こす。膨大なデータが収集されるとしても、有意義な知見を得るためには、結局のところ予測精度をいかに高めるのかという課題の克服が

必要になってくる。集められるビッグデータの大きさからすれば、標本の大きさなどは気にすることではないと考えることも一理あるが、筆者は、後述する時間次元の要因の存在により、ビッグデータから有意義な情報を見出すことは、想像以上に困難なことと考える。

また、「全体的な傾向」という有意義な知見は、集団の傾向を把握することでメリットを享受できる企業などにとっては有益な情報となるが、一般の個人にとってはそれほど有意義な情報にはならない。これまで企業などは、全体的な傾向を把握し、大多数の人が必要とするサービスを提供することで、少ないコストでメリットを最大化してきた。少子高齢化により実質的な「パイ」が小さくなっていく社会では、「マス」を対象にしてメリットを得る従来の方法から、「個」を対象にメリットを得られる方法への変換が必要になってきている。本研究では、ビッグデータ研究において「個人」にメリットを提供することを重視する立場を、「ビッグデータの個別化」と呼ぶことにする。

全体的傾向は、あくまで集団の傾向であり、それらを基に個人の行動を予測することは難しい。例えば、全体的傾向として人気の高い商品であっても、それを特定の個人が購入するとは限らず、また、模擬試験の偏差値のように、全体の中で自らの位置づけを知る場合も、テストで使われた試験問題の難易度や、その集団の属性や能力によってその値は変動し、実際の個人の絶対的な成績は手に入らない。つまるところ、全体的傾向は個人にとっては参考情報の域を出ず、個人にとって真に有益な情報とはいえない。

さらにまた、集団の平均的傾向から個人の行動予測を目指すことも、実際のところ原理的に難しい問題がある。個人の縦断的データを集団に関して集約する時点で、本来存在する微細な傾向が埋もれてしまう問題である。この問題は次節で説明を加えるが、時間次元の要因が集団の微細な行動傾向を覆い隠す誤差となってしまい、個人にとって有益な行動傾向を見出すことが難しくなる問題がある。

本研究は、集団の全体的傾向でなく、あくまで「一個人」の行動傾向の把握と予測を目的とし、ビッグデータの細分化を極限まで突き詰めることを目指す。そのために、行動予測の精度を極限まで高める方法を新たに提案する。すなわち、「どのような属性の個人はこんな行動をとる」といった予測のレベルではなく、「Aさんはこんな行動をとる」という予測を可能にするために「スケジューリング」という新しい手法を提案する。

4. 感覚記憶の永続性

ところで、人間の行動傾向については、古くから心理学の領域で膨大な研究がなされ、多種多様な行動パターンが描き出されてきた。心理学で報告される論文の数だけ、人間の行動の一般的な傾向があるといってもよいほどである。これだけ多くの一般的な行動傾向が明らかにされているにもかかわらず、そして、その行動パターンは全てが個人の行動に適用できるはずであるにもかかわらず、未だに個人の行動予測ができない理由は何であろうか。

上述したように、これまでの社会科学の研究では、ある時点の状態を測定する横断的研究と、単発的な実験研究により人間の行動傾向が客観的に描き出されてきた。これらの研究法に共通するのは、調査や実験がどれも単発的に行われている点にある。個人の長い経験の中の、ある時点を切り取って人間の行動傾向を議論せざるを得なかったといえる。ところが、人間の行動は、長い経験の中で変容するものであり、その長い経験の中で個人は、人それぞれのタイミングで多様なエピソードを経験してきている。そして、様々なタイミングでなされる様々な無数のイベントが個人の行動に影響としてあらわれてくるわけである。

個人の行動予測を目指す上で無視できない重要な知見が、記憶研究の領域で近年明確にされ始めている。すなわち、驚くほど微細なイベントの影響が、長い期間を経ても消えずに行動や判断に影響する事実が潜在記憶に関する研究で最近注目されている。例えば、到底覚えられないと思う無意味な音列（メロディ）を聴き流すだけで、その聴覚情報を人間が何か月も保持できる事実（上田・寺澤, 2008, 2010）や、顔の線画を見流す程度の偶発学習の影響が月単位で保持されている事実（西山・寺澤, 2013）が近年潜在記憶の研究領域で報告され始めている。これは、これまで記憶されることはないと考えられてきた感覚情報を、人間が遭遇した時点で体内に固定し、さらに何か月も後に瞬時に再構成できることを明示している（感覚記憶の永続性）。また同様に、日本語2字熟語やイラストなどの偶発学習の効果が、数か月単位で保持されることも多数の実験で検証されている（寺澤 [1997, 2001] 参照）。

これら記憶の永続性に関する事実は、人間の経験の影響を過小評価してはいけないこと、および人間の行動を把握・理解するためには、経験の影響を、従来想定されてこなかったほど長いスパンで捉えなければならないことを意味している。逆に、個人が経験するマイクロで微細なイベントの影響を、長い期間にわたり把握することができれば、かなりの高い精度で個人の行

動予測は可能になる可能性が指摘できる。

5. 縦断的研究法の限界：無数のイベントの操作

従来の観察法をベースとした縦断的研究のように、個人の経験を長期にわたり詳細に記述すれば、個人の行動を予測することができるのかといえば、そうとはいえない。人間の行動は、上で紹介したように意識できないほど微細なイベントの影響を受けており、そのイベントの数は桁外れの数である。経験を研究者が言語的に記述する従来の方法では、人間の行動を把握することは難しいといわざるを得ない。

人間の行動を形作るものは、経験であるが、その「経験」はこれまで比較的大きなイベントの集合と見なされ研究されてきた感がある。それに対して、前述した感覚記憶の永続性の事実は、人間の行動が日々の無数のマイクロなイベントの影響の積み重ねによって形作られていることを示唆している。到底人間の判断に影響するとは思えない、感覚的な情報との遭遇経験が、正確にその個人の行動に影響するわけである。例えば、今朝起きてから見た人の顔やその回数、注意を向けた程度で聴き流した音のような感覚情報の影響が、少なくとも数か月単位で人間の認知判断に影響しているわけである。想像以上に微細で、桁外れの数のイベントの経験により人間の行動が形作られている可能性は高く、その影響は想像を超えるほど正確に人間の行動に現れてきているといえる。従来のように、経験をマクロに把握するアプローチでは、個人の行動予測は難しいといわざるを得ない。しかし逆に、無数のイベントの内容や生起タイミング等を全て把握することができれば、つまり、無数の経験を「マイクロ」にとらえることができれば、個人の行動を予測することは実質的に可能になるともいえる。

6. 縦断的研究法の限界：時間次元の要因の制御

日常生活の中では、様々なイベントが、個人によってまちまちのタイミングで、長い期間の中で何度も反復して生起している。このタイミングの多様性が、人間の行動予測を決定的に難しくする。それが**時間次元の要因**である。

従来の行動予測の方法に則れば、特定の個人の行動履歴のみからその個人の行動を予測することは難しいため、いわゆる一般則を多数の個人の行動データから導き出し、それを個人に適用することで予測精度を高めることが必要となる。すなわち、個人の行動を予測する上で、集団の行動データを集約したデータベースは必須

な情報源となる。しかし、多数の個人の縦断的行動データを集約する場合には、これまでの社会科学が考慮してこなかった新しい要因の影響に対処する必要が出てくる。

すなわち、長期にわたる個人の経験を対象とする場合、様々なイベント（購買行動、学習など）の生起タイミングは人それぞれのタイミングで生起する。そして、そのタイミング、およびそれらのイベントの効果を測定するテストイベントまでのインターバルなど、時間次元に想定される要因がその後の個人の行動データに大きな影響力を持つことが大きな問題となる。特に問題となるのは、イベントが「いつ」生起するのかというタイミング条件自体が、その後の行動に大きな影響力を持つ点である。例えば、学習心理学の領域では、単語を同じ回数学習しても、まとめて学習するか分散させて学習するのかによって学習の効果が違ってくことはよく知られている（北尾[2002]参照）。タイミング条件は、これまでの横断的研究や単発的な実験研究では考慮する必要のなかった要因であるが、それは確実に人間の行動に影響する。

さらに問題であるのは、タイミング条件は、単一のイベント（ある商品の購買、ある単語の学習）であっても無数想定でき、そのバリエーションは考慮する期間が長くなるほど爆発的に増えてくることにある。日常の生活では、長い期間の中で様々なイベントが生起するが、そのタイミングは無数想定され、個人ごとにそのタイミングがそれぞれ違ってしまうと、多くの人の縦断的データを集約した場合、時間次元に想定される要因の影響が大きな誤差となり、本来は存在する個々のイベントの微細な効果の検出が困難になるわけである。これは縦断的研究が包含している本質的な問題である。

時間次元の要因のうち、タイミング条件のばらつきが大きな誤差となることを、図1に示した。Aさん、Bさんの2名が、それぞれ日常の中で、A、Bという2種類のイベントを図のようなタイミングで経験している（例えば、A、Bという商品を購入した/A、Bという単語を学習した）。各個人の中では、Aのイベントの経験によって赤色の折れ線に示されるような行動（商品を買いたいという欲求/語彙力）に変化が起き、Bのイベントの経験によって青色の折れ線に示されるような行動変容が起きていと考えられる。仮に、それぞれの行動変容のパターンは、イベントの経験に対して一定の法則に則り正確に変化するとしても、それらの反応データを全て回収しそのデータをまとめると、各イベントの生起タイミングが全て個人によって異なるため、本来は存在し検出可能な行動変容が全て埋もれてしまうことになる。さらに、イ

ベントの生起タイミングは無数想定でき、かつ期間が長くなるほどそのタイミング条件は爆発的に増加するため、同じタイミングで同じイベントを経験する個人は大幅に減少することになり、一般的傾向でさえ明確に描き出すことが難しくなる。

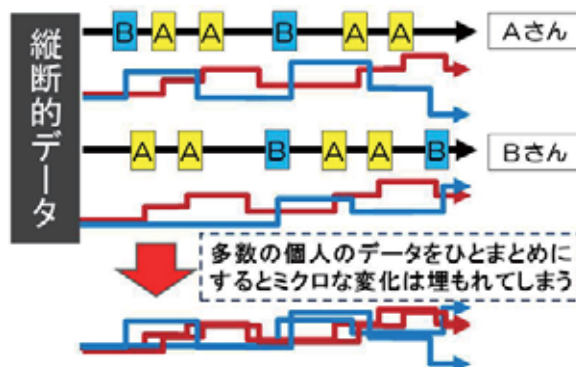


図1 タイミング要因がミクロな変化を埋没させる

さらに、何らかのイベントの経験からその影響を測定するテストイベントまでのインターバルも、無数想定でき、かつ行動に大きな影響を与える。たとえどんなに好きな食べ物でも、繰り返し毎日食べたいとは思わない。このインターバルも時間次元の要因の一つである。

時間次元の要因は、これまで科学研究でほとんど扱われてこなかった要因である。これまでの社会科学の研究では、この要因が問題になるほど縦断的データが収集されることがなかったゆえに、取り上げられることがなかったともいえる。しかし、近年のICTの進歩により、データ収集のコスト自体は大きな制約とならなくなり、膨大な縦断的データが比較的容易に収集できるようになってきた。それゆえ、ここで説明した時間次元の要因は人間の行動予測の精度を上げる上で、今後大きな問題となってこよう。それを考慮せずに縦断データを集約しても、個人の行動を予測するうえで有益な情報は得られない可能性が高いわけである。時間次元の要因の制御は縦断的ビッグデータを行動予測に活用する場合に生まれてくる本質的な問題である。

7. マイクロステップ計測法

筆者らは、上記時間次元の要因の問題を解決し、膨大な縦断的データから微細で有益な一般傾向を抽出する方法として、スケジューリングという新たな方法論を確立した。すなわち、日常的に生起する個人の学習やテストといった膨大なイベントに対する反応を単純に収集せず、各イベントの生起タイミングとインターバルをあらかじめ年単位で緩やかに統制し、生起させ、収集される反応データを、解析時にスケジュー

ルに対応させて集約する新たなデータ収集法（マイクロステップ計測法）を確立した（寺澤・吉田・太田,2007）。言い換えれば、「実験法」を年単位の、連続する、無数のイベントで構成される「日常」に展開する新たな方法である（寺澤・吉田・太田,2008）。

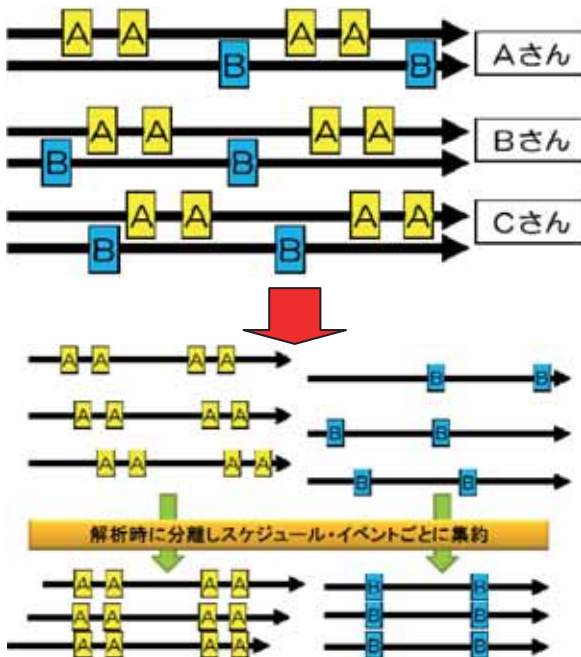


図2 スケジューリング法の概要

図2にスケジューリングの概要を図示した。例えば一般的な従来の記憶実験のように、学習フェーズとテストフェーズというようにイベントの種類を分け、そのそれぞれで生起する学習・テスト項目（e.g.英単語）を生起させるというフレームでは、各イベントで生起させる項目のグループが異なればイベントの質が異なってしまう。多様なコンテンツを対象にする日常の学習場面で、多数のイベントの生起を制御して、意味のある知見を得るためには、イベントごとに対象(コンテンツ)が異なる従来のイベントの捉え方でスケジュールを定義することは難しい（詳細は、寺澤・吉田・太田[2007]参照）。それに対して、マイクロステップ法は、まずスケジュールの定義を、特定のコンテンツ（内容）といつ、どのように遭遇するのかと定義し、そのスケジュールが独立したコンテンツの数だけ並立して生起していくものとして経験をとらえる。すなわち、次のようにスケジュールや経験を定義する。

- ・スケジュール=対象（コンテンツ）×いつ（タイミング条件）×どのように（提示条件）
- ・経験=無数の対象（コンテンツ）のそれぞれについて、多様なスケジュールで生起する時系列的に連続したイベントの集合が、多数

並列的に生起したもの

英単語の学習であれば、学習効果は単語一つ一つについて比較的独立した形で記憶されている可能性が高い。したがって、様々なイベントが生起するスケジュールを個々のコンテンツごとに詳細に定式化し、それに対応させてイベントを生起させ、各種反応データを収集するわけである。

ただし、それを多数のコンテンツについてまとめてイベントの生起を制御するためには、いくつかパズルを解く必要がある。例えば、1000個の英単語をそれぞれ5回学習し、その学習から、どの単語も一律1ヶ月のインターバルをあけてテストを実施し学習の効果を測定する方法を考えてみる。この例では、のべ5千回（1000個×5）の単語学習を行い、さらにその1ヶ月後に各単語についてテストを実施する必要がある。従来の学習実験でなされているように、学習を一度に実施し、テストを1ヶ月後に実施することは、不可能である。当然、学習を何日かにばらさなければならないが、その場合は、各学習からテストまでのインターバルを統制できなくなる。

多数の学習内容について学習イベントを生起させるためには、何日かに学習イベントを分散させる必要があるが、分散させた場合、テストまでのインターバルの統制が難しくなる問題を解決する方法として、筆者らは、種まき方とインターバル相殺法という、時間軸上に想定される各種条件を統制する2つの実験計画法を考案した。これらは実験心理学の方法論を時間次元の要因に適用したものである（寺澤・吉田・太田 2007）。

そもそも日常の学習では、1つの単語について何度も学習とテストを行う。そのイベントの数は膨大な数に上り、それらのスケジュールを詳細に規定することが必要となる。そのために筆者は、上記実験計画法を実際に実現できる無数のスケジュールを自動生成できる、スケジュールの定式化と、コンピュータシステムの開発を経て、時間次元の要因を制御できるスケジュールを自由に生成できる方法論を確立した（寺澤・吉田・太田,2007; 寺澤, 2006a, 2006b, 2009）。

前述した時間次元の要因を制御し、精度の高い行動予測を行うためには、上記スケジュールの定義の中で、「いつ」という条件を制御することが必須になる。上記定義式の中で、コンテンツと提示条件は多いといっても有限である。それに対して、「いつ」というタイミング条件は無数想定される。なおかつタイミング条件自体がその後の行動に影響を及ぼす効果を持つため、

無数の条件を考慮せずにイベントを生起させ反応データを集約すれば、前述したように、大きな誤差が生まれ、意味のある知見は埋もれてしまう。そのため、マイクロステップ法は、事前に全てのコンテンツの一つ一つの提示タイミングを一定数のタイミング条件に割り当て、比較的多くの数のコンテンツが、同じタイミング条件で生起するようにスケジューリングを施す。もちろん、予測精度を高めるために、それぞれのタイミング条件に割り振るコンテンツの難易度や提示条件なども同等になるように制御することもできる。

日々の学習は学習者一人ひとり、好きな時間帯に行ったとしても、多くの人に共通のスケジュールを個別に割り振り、学習リスト等を個人ごとに生成して、個別にそのデータを記録すれば、時間次元の要因が集団としても統制された膨大がデータを収集することが可能になる。さらに言えば、個人の中でも、英単語学習のように多数のコンテンツを対象にデータを収集できる場合は、同じスケジュールに割り振られた単語に対する反応をまとめて集約すれば、日常の自由度の高い状況でなされる学習データから、個人内であっても有益な情報を手に入れることが可能である。

実際の学習場面にこの方法を導入した研究として、例えば寺澤・吉田・太田(2008)では、約1000個の英単語の一つ一つについて、いつどのようなタイミングで学習がなされ、それからどのくらいのインターバルを挟んでテストがなされるのかというスケジュールを、一人一人の学習者ごとに年単位で生成し、それに従い学習とテストイベントを生起させ、各イベントに対応する様々な反応や反応時間を全て収集し、その後同一のタイミング条件に割り振られた英単語に対する反応データを、スケジュールに対応させてまとめることで、学習者ごとに学習の積み重ねを描き出すことを可能にした。さらに、それを平均化することで、わずかな自覚できない学習段階の存在を明らかにした。この実験では、一人当たり半年で十万を超える反応データが収集されている。一般的に英単語の学習で使われている、単語カード的な学習法を採用し、その学習回数(1~8回)の効果も、全ての英単語について1か月のインターバルをあけ連続して測定し、その積み重ねを描き出すことに成功した。図3は、実験前の学習成績をベースラインとして、1か月ごとに1~8回ずつ学習を継続していくことで、その成績の変化量が学習期間と学習回数に対してどのように変わっていくのかを示している。

図3には、半年以上にわたる日常的な英単語の学習で、一日当たり1回~8回の学習回数に

対応してその効果が積み上がっていく様子が描き出されている。一般に「勉強すれば成績が上がる」といわれるが、実のところ、その事実を、日常的な学習状況下で、厳密にまた詳細に描き出すことはこれまでになかったことである。例えば、図3をみると、学習期間に対応して自己評定の成績は着実に上昇しているが、一日当たりの学習回数の効果は、学習が8か月の時点で5回条件より多い繰り返し条件では、さほど効果に違いが見受けられない。これからすると、一日当たりの学習回数は、4,5回程度におさえ、学習する英単語の種類を増やすような学習法が効果的である可能性が示唆される。このような知見は、これまでの測定法では見出すことはできないことである。

マイクロステップ計測法は、これまで一口に「経験」といわれてきたものの影響を、詳細にまた、客観的に評価するためのスケジューリング原理とそれを実現する技術、すなわち「経験」を科学するための基盤技術である。

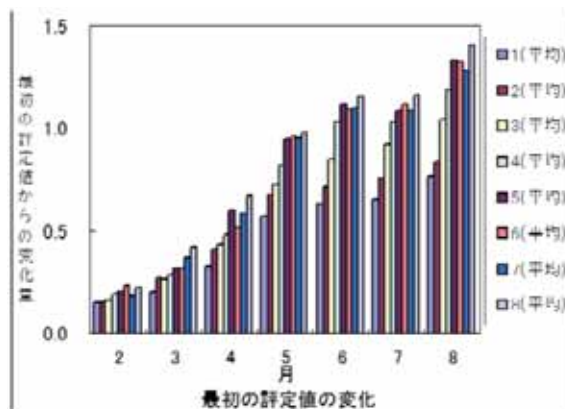


図3 英単語学習の自己評定成績にみられる1日あたりの学習回数と学習量の関係

前述したように、個人レベルで有益な情報を手に入れるためには、非常に微細で多数のイベントの生起タイミングやインターバルなどのスケジュールを個別に制御する必要があり、それには当然コンピュータの力を借りる必要がある。スケジュールといえはなじみのある概念であるが、従来のスケジュールの表現法は冗長で、コンピュータの処理には全く馴染まなかった。スケジュールという概念は科学の対象にならなかったといえる。そのため、スケジュールの定義からはじまり、何万というイベントの生起スケジュールの生成原理や表現法など基本的なところから方法論を構築し、さらにそれを実際に機能するコンピュータシステムに実装してきた。本論文では、スケジューリングの原理や処理の流れについては詳細を説明できないが、原理的な部分については寺澤・吉田・太田(2007)を、その原理をコンピュータシステムで実現す

る処理の流れについては、寺澤（2006a, 2006b, 2009）を参照願いたい。

8. 時系列条件がそろった縦断的ビッグデータ

中学校や高校の授業で一般的に行われている英単語の語彙テストの得点を個別に集約し、それを平均化しても、図3のような学習の積み重ねは得られない。また、語彙テストといっても、前日に学習してテストに臨む子どもも多く、一夜漬け的な学習の効果（記憶研究でいうところの頭在記憶）の影響がテストの成績には色濃くあらわれており、純粋に実力レベルの成績（潜在記憶）の変化を描き出すことは難しい。上述した寺澤・吉田・太田（2008）の実験で、学習からテストまでのインターバルが1か月に設定されているのは、学習エピソードを想起できない状況で現れてくる学習の効果、すなわち潜在記憶の積み重ねを描き出すためである。潜在記憶の成績は学習対象となる刺激（英単語）ごとによって変わってくるものであり、またインターバルが短い場合は頭在記憶の影響が混入するため、純粋にその影響を検出することは難しい。実力レベルの語彙力や資格試験の成績の変化を厳密に捉えるためには、個人はもちろん、学習内容ごとに、学習から比較的長いインターバルを挿入してテストが生起する状況を作り出す必要がある。その条件を整えることが難しいことが、図3のようなデータがこれまで報告されてこなかった理由である。逆に、マイクロステップ計測法によるスケジューリングを適用し、時間次元の要因を制御することで、これまでとは比較にならないほど精度の高い縦断的データが手に入ることが明らかになっている。すなわち、個人レベルでマイクロな学習効果が積み重なっていく様子が可視化されることが明らかになった。

図4は、寺澤・吉田・太田（2008）で報告した平均データの基となっている、個人のデータを4名分取り出したものである。学習すれば成績が上がっていくと一般に言われるが、現在の社会科学の領域でも、個人の学習成績のシステムティックな縦断的变化を詳細に描き出している研究は皆無である。これは、これまで述べてきたように、多数の学習コンテンツについて学習とテストイベントの生起タイミングや、インターバルといった、時間次元に想定される各種条件の影響を厳密に制御したことにより、測定誤差が小さくなり、測定精度が飛躍的に向上したことが原因といえよう。

また、図3のように、個人の成績の変化データを、同じスケジュールについて分析対象となった参加者についてまとめた一般的傾向が描き

出されるのも同様の理由である。図3の8か月目のグラフから1日当たり英単語を4,5回を超えて学習しても、その効果はあまり期待できないと述べたが、漢字の読みのドリルでは、1日当たり1,2回が最適な学習回数であることが示唆できるデータも得られているなど、学習内容によって効果的な学習回数が違ってくとも明らかになってきている。

時間次元に想定される要因を制御することで、これまで描き出せなかった学習の積み重ねの一般傾向を明らかにすることが可能になったといえる。

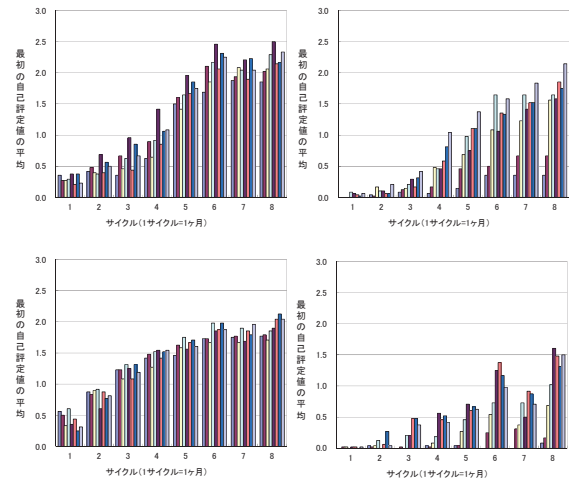


図4 4名の高校生の到達度の変化(個別データ)

9. 縦断的マイクロビッグデータの収集

人間の行動データを中心としたビッグデータの研究において最も重要なポイントは、多数の個人の同意を得て、個人の属性や膨大な個人の反応データを回収できるフィールドが確保できるか否かである。TSUTAYAのTカードなどは、商品の割引や各種サービスという形でユーザーにメリットを提供し、個人情報と購買行動の紐づけを可能にしているが、教育や学術研究でそのようなことはできない。相応のメリットを個人に提供できなければ、この種の縦断的データを得ることはできない。

それに対して筆者らは、図4に示したような個人の学習到達度データが、学習者等にとって非常に貴重で、必要とされるデータであることに着目し、個人に有益な学習情報を提供することで、縦断的ビッグデータが収集できるフィールドを構築してきた。すなわち、実質的に学習者にメリットを提供できる状況を確保しつつ、マイクロステップ計測法を教育分野に適用する長期学習実験をさらに大規模に展開してきた。

当初は、ノートパソコンとフロッピーを使い学習とデータ回収を行っていたが、その後メールによりデータを回収するシステムを経て、インターネットを利用したe-learning(PDA, PC,

携帯電話), 任天堂 DS 用の英単語学習ソフト (図5: 寺澤・太田, 2007) などにマイクロステップ計測法を展開してきた (e.g., 山本・寺澤, 2011).



図5 マイクロステップ技術が実装された NINTENDO DS 用ソフト



図6 NINTENDO DS 用英単語学習ソフトを用いた実験で得られた3名の麻布高校生の成績変化

図6にマイクロステップ技術を実装した NINTENDO DS 用の英単語学習ソフトを用い、麻布高校(東京)の高校生を対象に実施した長期学習実験で得られた、3名の生徒の成績の変化を示した。一夜漬けの学習効果を排除した実力レベルの成績の変化は、個人ごとに直線的に上昇していくことが明確になった他、全ての英単語を習得するために要す期間を非常に高い精度で予測できる可能性が示された。

さらに、子ども一人一人についてフィードバックされる実力レベルの到達度の変化情報は、学校の教師の学習指導に有益な情報となる。従来のテスト技術では、相対的に成績の低い子どもは、よほど勉強をしない限り成績は低い状態のままで成績は推移し、その子をほめる機会はなかなか持てない。ところが、スケジューリングされ、微細な学習イベントの影響を可視化できるマイクロステップ計測法によれば、わずかな学習により日々成績に変化が生じてくる事実を子ども一人一人について可視化できる。

図7は、小学6年生を対象に実施した漢字の読みドリルの e-learning (PDA を利用: ベネッセコーポレーションとの共同研究) で得られた3名の児童の成績の変化である (図8は PDA を活用した実験の様子)。学習ペースは子どもそれぞれに任されたため、学習量が多い子どもほど成績のグラフは多く描かれているが、このデータは実質3週間という短期間で得られたデータである。短期間でも、日々の学習により子どもの成績が積み重なっていく様子が描き出されている。特に、児童Aは、学習の開始時点では成績が悪いが、着実に成績が向上している。従来

のテスト技術では、児童Aがこれだけ学習を行った時点であっても、テストを受ければ、児童Aが児童Cより高い成績をとることはできず、教師はテストの成績から児童Aをほめることはできなかった。現在のテスト技術では、偏差値のように全体の得点分布の中における相対的な位置で個人の到達度を推定する以外の客観的な方法がない。したがって、成績の上がり方が低い子どもは、短期間で成績が上がる子どもに比べ、常に相対的な成績は低いことになる。そのような子どもにとって偏差値のような成績は、自分ができないという情報になってしまう。近年、学校の得点分布に二つ山になるという事例がよく見受けられる。相対的な成績で子どもの成績を把握せざるを得ない状況で、フィードバックされる成績は、できる子には励みとなる情報となるが、できない子には否定的な情報にしかならない。二つ山の分布が生まれる理由は、現在のテスト技術が客観的に提供できる情報が、平均的な情報に限定されていることに起因している可能性は高い。

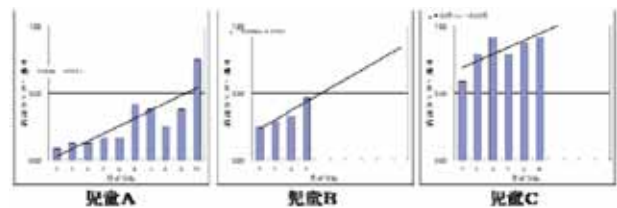


図7 3名の小学生の客観テストの成績の変化(個別データ)



図8 PDAを使った漢字ドリルの様子 (ベネッセコーポレーションとの共同研究)

一方、マイクロステップ計測法により、子ども一人一人の日々の学習効果の積み重ねが科学的に可視化できるようになったことで、図7のように、一人ひとりの学習状況はもちろん、成績の上昇を教師が把握することができるようになった。特に、当初成績が低い子どもであっても、学習量に対応して成績は着実に上がっていくため、それをフィードバックすることの意義は大きいといえよう。

事実、マイクロステップ計測法を実装したドリル学習支援に対しては、多数の小中学校から導入依頼が直接届き、平成20年度には1000人規模で個別の学習支援とフィードバックを学校を通じて実現した。つまり、マイクロステップ法により得られるマイクロ・ビッグデータは確実に有益な情報となり得ること、およびその情報を提供することで、学校等とギブアンドテイクの関係を構築でき、継続して縦断的ビッグデータを収集していくことが可能なフィールドが構築できることが明白となっている。

10. マイクロ・ビッグデータから生まれる本質的教育問題の解決の道筋

個人レベルで成績の詳細な変化を描き出し、それを個別にフィードバックすることが可能になった事実は、単に子どもの学力の向上を保証するのみならず、様々な応用の可能性を持っている。そのデータが、教育の領域で解決が難しかった様々な問題を根本的に解決していく切り札になることを明確に示す知見が多数得られ始めている。

例えば、個別の成績データは、子どもが必要とする貴重な情報となる。不登校生徒に提供したマイクロステップ法に基づくe-learningでは、解析される個別情報を直接不登校生徒にフィードバックせず、地元の支援者へ提供し、それを支援者が自宅へ届けるスキームを構築した。それにより、子どもは支援者を自宅に歓迎し迎え入れ、自宅に社会との接点を定期的に設けることが可能になった他、支援者のモチベーションが大きく向上した(岩本,2008)。

さらに、日々のドリルの最後に、子どもの抑うつ傾向や意欲、自己効力感など、様々な心理尺度をスケジューリングし、子どもの様々な意識状態を縦断的に定点観測することが実現されている。例えば、抑うつ傾向を3ヵ月ほど縦断的に定点観測した研究では、ほとんどの子ども高値安定/低値安定で安定していることが明らかになり、3%未満の子どものみ、抑うつ傾向の変動がみられるという新事実も明らかになった。これはすなわち、危機的状況にいる子どもを、ピックアップし、手をさしのばすことが可能になったことを意味する。従来のように単発的なアンケート調査では、抑うつ傾向が高い子どもに注意が集中しがちであるが、縦断的データが比較的頻繁に得られる状況では抑

うつ傾向に変動がある子どもに注意を向けることができる。通常安定している子どもに変動が生まれる状況は、その子の周りに何らかの危機的状況が生まれているという推測が成り立つ。その変動の激しい子どもの情報をスクールカウンセラーなどに提供し、学校と協同し、危機的状況下の子どもに水面下で直接アクセスし、安定した状況を作ったのち、子どもと相談しつつ問題を解決していくことが可能になるといえる。危機的状況にある子どもをピックアップすることができることの意義は大きいといえよう。

また、子どもの意欲の低下や、基礎学力の低下など、これまで根本的な解決が難しかった問題も、前述したように根本的な解決に向かう道筋が本研究で明らかになってきたと考える。

これまで一切手に入らなかったマイクロ・ビッグデータが大規模に収集され、それを基に個人の日々の変化情報が手に入る状況は、教育分野の難しい問題を本質的に解決する様々な道筋を示すことになると考えられる。

11. 学校現場でビッグデータを収集する新たな方法：クラウドを超えてデータを送出する原理の実装

本論文の最後に、現在学校現場で実現されている学習データの収集法を紹介する。学校でドリル支援を行うためには、教師や子どもの負担は最小に、効率的にデータを収集する必要がある。また、特に小学校では、漢字学習のように書いて確認するドリルも必須であり、自宅でインターネット接続できない子どもにも同様の学習を提供できる状況を用意する必要がある。もちろん経費がかかっては元も子もない。そのため、我々は紙のドリルにマイクロステップ法を実装し、個別にドリル用紙を印字し提供する方

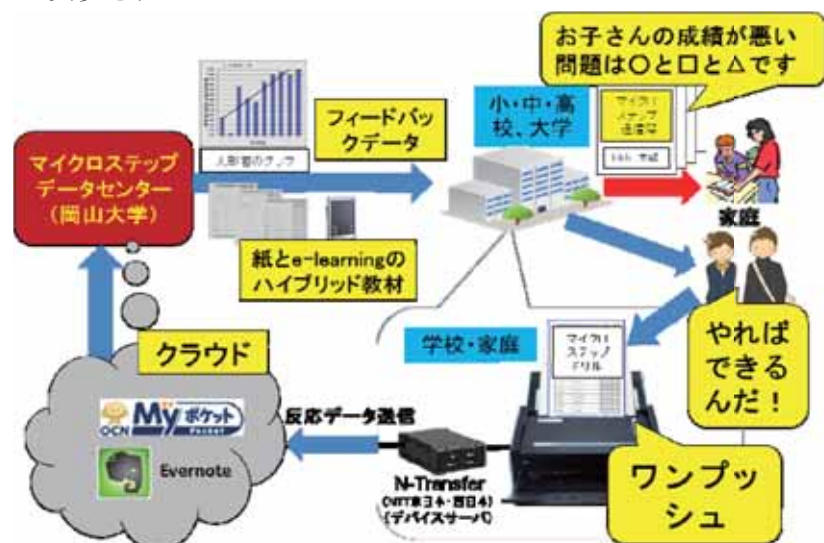


図9 新たな通信原理を実装した遠隔学習支援システム

法を確立してきた。

これまでのデータ回収法は、子どものドリル用紙を宅急便などで回収し、大学でスキャナにかけ OCR 処理をかけていたが、スキャナ後に子どもに自身のドリル用紙を返却することはできなかった。学習が終わったドリル用紙が増えること自体、子どもの意欲を高めることになる。そこでクラウドを利用することで、学習データを効率的に回収する仕組みを構築した。すなわち、安価なスキャナを学校の各教室に設置し、それにデバイスドライバー (NTT 東日本・NTT 西日本) を接続し、それを通じてクラウドのデータストレージにスキャンデータをアップする方法を構築した。ただし、単にアップするのみならず、OCR 処理の結果をそのページに該当する個人のデータ領域に記録し、さらにその解析結果を学校に印刷、もしくはそのデータを WEB に書き出し、その URL を個別にメール配信する仕組みを構築した。

現在、デジカメ画像や文書をクラウドのストレージにアップすることはよくみられるが、教室に設置するスキャナはワンタッチでスキャンする機能しか持たず、デバイスサーバもデータを一か所のストレージにアップする機能しか持たない。その状態で、アップされたデータを完全に個別に処理し、任意の通信手段を使って送出することが原理的にできている。ここには、従来にない新しい通信原理が導入されているが、その詳細は別の機会に紹介する。図 9 に現在実施しているデータ回収とフィードバックの一連の流れの概要を図示した。

12. まとめ

個人の膨大な縦断的履歴データを収集すること、さらに多様なイベントが生起するタイミングや測定までのインターバルなど、時系列条件を年単位に統制する新しいスケジューリング原理と技術を導入することで、個人の微細な行動変容を描き出せる精度の縦断的ビッグデータを収集できるようになった。さらに、個人の縦断的データから抽出される個人の行動傾向のデータ (成績の上昇や抑うつ傾向などの意識の変容) は、個人にとって非常に貴重で、必要とされるデータであり、そのデータを提供することで、一般の学校現場でビッグデータを収集しつつ、有益な個人のデータを提供し、ギブアンドテイクの関係を構築できるようになった。

これまで知られていなかった、個人の微細な行動変容を描き出すことができる縦断的ビッグデータを、本論文では、マイクロ・ビッグデータと呼ぶが、そこから導き出される個人のミクロな変化情報は、人の行動を変え、さらに組織や社会の人の動きを変えていく可能性を持っている。特に、これまで難しかった、子どもが学習を継続しよう

という意識を高めることが実質的に可能になった事実は大きな意味を持つと考える。

謝辞

実験の実施にあたって多くの関係者の皆様にご協力を得ましたことに心から感謝の意を表します。また、本研究は、文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究(A); 課題番号: 14209010, 17653088; 代表者はともに寺澤孝文) の助成を受けた。

引用文献

- 岩本真弓(2008) 不登校児童・生徒の主体的学習を支える環境づくりー子どもの求めが活性化させる地域の教育力ー, 岡山大学教育学研究科平成 19 年度修士論文.
- 北尾倫彦(2002) 記憶の分散効果に関する研究の展望 心理学評論, 45, 164-179.
- 西山めぐみ・寺澤孝文(2013) 偶発学習事態における未知顔の潜在記憶, 心理学研究, 83, 526-535.
- 寺澤孝文(1997). 再認メカニズムと記憶の永続性 風間書房.
- 寺澤孝文(1998a). プライミング効果とインターバルの関係 --インターバルが長いほど顕著になる現象: レミニッセンス?-- 日本心理学会第 62 回大会発表論文集, 806.
- 寺澤孝文(1998b). 学習効果のマイクロステップ計測の基礎ー自覚できない学習段階の計測と学習内容の体系化にむけてー, 筑波大学心理学研究, 20, 91-98.
- 寺澤孝文(2001) 記憶と意識ーどんな経験も影響はざつと残るー 森敏昭 (編著) 認知心理学を語る①: おもしろ記憶のラボラトリー 北大路書房, pp.101-124.
- 寺澤孝文: スケジュールの作成方法及びそのプログラム並びにスケジュールの作成方法のプログラムを記憶した記憶媒体, 特許 3764456 号(2006a).
- 寺澤孝文: イベント効果評価方法, 特許 4291790 号(2006b).
- 寺澤孝文: スケジュールの作成方法及びスケジュール作成装置, 特許 4391474 号(2009).
- 寺澤孝文・原奈津子(2000) プライミング効果がレミニッセンスの特徴を持つ可能性, 日本心理学会第 64 回大会発表論文集, 766.
- 寺澤孝文・太田信夫 (監修) (2007) THE マイクロステップ技術で覚える英単語 D3Publisher (任天堂 DS 用英単語学習ソフト)
- 寺澤孝文・吉田哲也・太田信夫 (編) (2007) マイクロステップ計測法による英単語学習の個人差の測定, 風間書房.
- 寺澤孝文・吉田哲也・太田信夫(2008) 英単語学習における自覚できない学習段階の検出--長期に連続する日常の場へ実験法を展開する, 教育心理学研究, 56, 510-522.
- 上田紋佳・寺澤孝文(2008) 聴覚刺激の偶発学習が長期インターバル後の再認実験の成績に及ぼす影響, 認知心理学研究, 6, 35-45.
- 上田紋佳・寺澤孝文(2010) 間接再認手続きによる言語的符号化困難な音列の潜在記憶の検出 心理学研究, 81, 413-419.
- 山本浩司・寺澤孝文(2011) Nintendo DS を用いた長期的な英単語学習の効果の検討 日本テスト学会第 9 回大会発表論文抄録集, 164-165.

マインドリーディングにおける2つの推測方略 ：反応時間を用いた方略使い分け仮説の検討

Two Strategies in Mindreading :
Examination of the Similarity Contingency Model with Reaction Time

石井 辰典[†], 竹澤 正哲[‡]
Tatsunori Ishii, Masanori Takezawa

[†]東京成徳大学, [‡]北海道大学
Tokyo Seitoku University, Hokkaido University
t-ishii@tsu.ac.jp

Abstract

Capacities of mindreading are essential for human social life. It has been argued that people selectively use two types of mindreading strategies (e.g., Ames, 2004; Mitchell et al., 2006); when a target person is perceived to be similar to oneself, people project one's own mental states to the person (projection); when the target is perceived to be dissimilar, category-based stereotype is used (stereotyping). In this study, we tested this hypothesis with the reaction time paradigm (Ishii & Takezawa, 2012; Tamir & Mitchell, 2012). Given that the both projection and stereotyping are computationally modeled as anchoring and adjustment processes, the reaction time paradigm can be used to detect the strategies. We found the stereotyping was unanimously employed independent of the similarity to the target person and projection was employed only when the perceived similarity was high. Our results are congruent with Tamir & Mitchell (2012) and confirmed the utility of the reaction time paradigm as a tool for investigating mindreading strategies.

Keywords: Mindreading, Projection, Stereotyping, Reaction Time

1. 問題と目的

ヒトの心的活動におけるユニークな点は、ヒトが他者の心的状態を推測し、理解する能力を持つということ、すなわちマインドリーディング能力にあると言える。そして、この能力の存在と重要性は多くの研究者に理解されてきた (e.g., Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985; Byrne & Whiten, 1988; Tomasello, 1999)。しかしながら、人々が一体どの様にして他者の心的状態を推測しているのかという点については、未だにオープンクエスションのままである。

この点に関して近年、人々は状況によって2つの推測方略を使い分けしているとする仮説が提案さ

れ、心理学的・神経科学的研究から支持を得ている (e.g., Ames, 2004; Mitchell, Macrae, & Banaji, 2006)。この仮説によると、他者の心的状態を推測する際、その他者が自分と類似している場合には、人々は自分の心的状態を推測の手がかりとして用いるとされる。この方略は投影 (projection) と呼ばれている (i.e. simulation-theory)。一方類似していない場合には、他者の所属する集団/カテゴリーに関する一般的知識 (ステレオタイプ知識, 以下 ST 知識) を手がかりとして用いて推測するとされる。これはステレオタイプ化 (stereotyping) と呼ばれている (i.e. theory-theory)。

本研究の目的は、この“類似性による方略の使い分け仮説”を、反応時間を用いた新たな研究パラダイムによって検討することである。以下ではこの研究パラダイムについて詳述する。

まず、他者の心的状態を推測する際の認知プロセスは、係留と調整プロセスとして理解できる (e.g., Epley, Keysar, Van Boven, & Gilovich, 2004; Tamir & Mitchell, 2010)。すなわち、推測の際、まず手がかりとなる情報 (自分の心的状態/ST 知識) を推測の基準 (係留点) とし、そこから他者の心的状態としてもっともらしいと思われる地点まで推測値をずらしてゆき (調整)、最終的な判断を行うと考えられる。そして、こうした係留と調整プロセスは反応時間を用いて検出することが出来ると考えられる (石井・竹澤, 2011; Tamir & Mitchell, 2012)。なぜなら、調整とは様々な情報を考慮して思案する過程であるため、調整を行うのには時間がかかるはずである。したがって、何

かの判断を下すときには係留点からの調整量が多いほど、その判断にはより長い時間がかかるだろう。つまり、最終的な判断が、係留点となる情報から離れるほど（調整量が多いほど）、その判断に要する時間は長くなると考えられる。

以上より、もし人々が他者の心的状態の推測時に投影を用いるなら、他者は自分と同じ心的状態にあると判断する場合（調整量が少ない場合）に比べて、自分とは異なる状態にあると判断する場合（調整量が多い場合）の方が、その判断に要する時間は長くなるだろう。また、もし人々がステレオタイプ化を用いるならば、他者は典型的な集団成員が持つのと同じ心的状態にあると判断する場合に比べて、それとは異なる状態にあると判断する場合の方が、その判断に要する時間は長くなるだろう。

この仮説と“類似性による方略の使い分け仮説”とを合わせて考えると、以下の結果が得られると予測できる。まず、類似他者の心的状態を判断する場合、最終的判断が自分の心的状態から離れるほど判断に要する反応時間は長くなるが、最終的判断とST知識の間の距離は反応時間と関連しないだろう。一方で、非類似他者の判断をする場合、最終的判断がST知識から離れるほど判断に要する反応時間は長くなるが、最終的判断と自分の心的状態の間の距離は反応時間と関連しないだろう。

2. 方法

参加者 都内の大学生 41 名（男性 5 名、女性 36 名）、平均年齢は 19.95 歳 ($SD = 1.01$) であった。

手続き まず参加者に標的人物「34 歳男性の弁護士 A さん」についての紹介文を読んでもらい、A さんに対して自分との類似性を感じるかを 7 件法で尋ねた。その後、A さんの好みや意見を判断する選好判断課題を実施した。この課題は、質問と 2 つの選択肢を参加者に呈示し（「どちらのビールを飲む?」、「ドイツビール or ベルギービール」など 40 問）、A さんならどちらを選ぶと思うかを判断してもらうものであった。この課題に要する反応時間を測定し、従属変数とした。その後、

この課題と全く同じ 40 個の質問を使って、自分の選好判断課題（自分ならどちらの選択肢を選ぶか）、典型的弁護士の選好判断課題（典型的弁護士ならどちらの選択肢を選ぶか:ST 知識を用いる課題）を実施した。

3. 結果

データ処理 まず、標的人物 A さんに対する類似性の評定値が 3 以下の者を類似性低群 ($n = 12$)、3 以上の者を高群 ($n = 28$) とした。評定値が 4 であった 1 名は分析から除外した。

次に、従属変数を次のように作成した。まず参加者ごとに、A さんと自分の選好判断課題の結果を照合し、40 問を両者で判断が一致した質問（一致質問 match）と一致しなかった質問（不一致質問 mismatch）とに分割した。一致質問とは、A さんの選好判断結果と係留点（手がかり：自己の心的状態）とが近かった質問であり、不一致質問とはそれが遠かった質問であると捉えられる。そして A さんの選好判断における一致/不一致質問の反応時間の中央値を算出した。また、A さんと典型的弁護士の選好判断の結果についても同様に照合し（手がかり：ST 知識）、中央値を算出した。この作業を全参加者について行い、最終的に 2（類似性：低、高）× 2（手がかり情報：自己、ST 知識）× 2（質問種類：一致、不一致）の 8 条件で平均反応時間を算出した（Figure 1）。

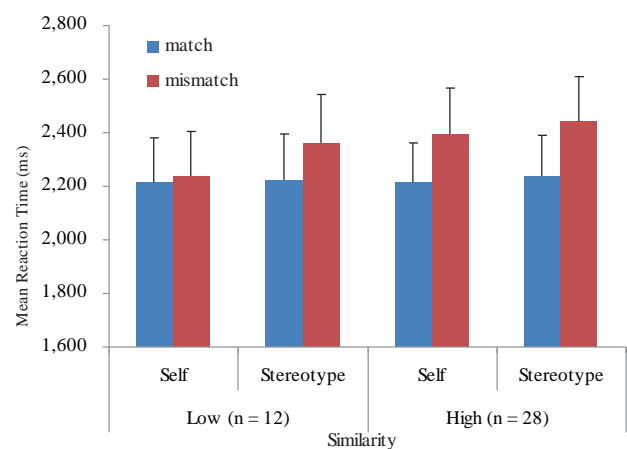


Figure 1. Mean reaction time & SEs as a function of similarity (low vs high), clue (self vs stereotype), and question (match vs mismatch).

分析 一致質問の反応時間よりも不一致質問の反応時間が長い時、手がかり情報を係留点とした係留と調整プロセスが働いたと見なすことができる。本研究の仮説に基づくと、この一致質問と不一致質問の間の反応時間差は、類似性が高い場合には、手がかり情報自己条件で見られるが、ST知識条件では見られない。一方、類似性が低い場合には、手がかり情報 ST 知識条件でこの反応時間差が見られるが、自己条件では見られないと予測できる。つまり、類似性×手がかり情報×質問種類の分散分析を行うと、3 要因の交互作用が認められると考えられる。

そこで、類似性×手がかり情報×質問種類の分散分析を実施したところ、この交互作用は認められなかった ($F(1,38) = .174, n.s.$)。統計的検定が有意ではなかったため、類似性 2 × 手がかり情報 2 の 4 条件で一致質問と不一致質問の間の反応時間差の指標 (効果量 Hedge's g) を算出し、結果を比較した。その結果、類似性低条件では、自己条件 ($g = 0.05$) よりも ST 知識条件 ($g = 0.22$) で反応時間差が大きいことが示唆された。一方、類似性高条件では、自己条件 ($g = 0.22$) と ST 知識条件 ($g = 0.25$) で、同程度の反応時間差があることが示唆された。

4. 考察

本研究の目的は、“類似性による使い分け仮説”を、反応時間パラダイムを用いて検討することであった。統計的有意差は認められず効果量の比較に依拠した解釈ではあるが、本研究の結果から以下の 2 点が示されたと言える。(1) 類似性が低い他者に対しては、自分の心的状態よりも ST 知識が係留点として強く用いられることと、(2) 類似性が高い他者に対しては、自分の心的状態と ST 知識の両方が係留点として用いられることの 2 点である。言い換えれば、非類似他者の心的状態の推測時にはステレオタイプ化のみが用いられるが、類似他者の推測時には投影とステレオタイプ化の両方が用いられる可能性が示された。

マインドリーディング時に自分と他者に関する

異なる 2 つの情報が同時に用いられる可能性は、最近の *Neuron* 誌での報告 (Suzuki, Harasawa, Ueno, Gardner, Ichinohe, Haruno, Cheng, & Nakahara, 2012) を除けば、これまで理論的に検討されたことはない。このことは、“使い分け仮説”の妥当性について、更に精緻な検討が必要であることが示唆している。

謝辞 本研究の実施にあたり館野隼和さん (上智大学総合人間科学部心理学科) にご協力頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Ames, D. R. (2004). Inside the mind reader's tool kit: Projection and stereotyping in mental state inference. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 340–353.
- [2] Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition*, 21, 37–46.
- [3] Byrne & Whiten, A. (1988). *Machiavellian intelligence*. Oxford: Oxford University Press.
- [4] Epley, N., Keysar, B., Van Boven, L., & Gilovich, T. (2004). Perspective-taking as egocentric anchoring and adjustment. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 327–339.
- [5] 石井辰典・竹澤正哲 (2011). 係留と調整方略による他者の心的状態の推測: 反応時間データを用いた方略使用検出の試み 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, p672.
- [6] Mitchell, J. P., Macrae, C. N., & Banaji, M. R. (2006). Dissociable medial prefrontal contributions to judgments of similar and dissimilar others. *Neuron*, 50, 655–663.
- [7] Suzuki, S., Harasawa, N., Ueno, K., Gardner, J. L., Ichinohe, N., Haruno, M., Cheng, K., & Nakahara, H. (2012). Learning to simulate other's decisions. *Neuron*, 74, 1125–1137.
- [8] Tamir, D. I., & Mitchell, J. P. (2010). Neural correlates of anchoring-and-adjustment during

mentalizing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**, 10827-10823.

- [9] Tamir, D. I., & Mitchell, J. P. (2012, April 16) . Anchoring and adjustment during social inferences. *Journal of Experimental Psychology: General*. Advance online publication. doi:10.1037/a0028232
- [11] Tomasello, M. (1999). *The cultural origins of human cognition*. London: Harvard University Press.

マイクロスリップに対する方略選択の効果 Strategy Choice Effects in Microslips

廣瀬 直哉[†]
Naoya Hirose

[†]京都ノートルダム女子大学
Kyoto Notre Dame University
nhirose@notredame.ac.jp

Abstract

This study investigated the influence of strategy choice on small action disfluencies called microslips. As the task in this study was to prepare the same two lunch plates, participants could use two possible strategies: the item strategy and the plate strategy. Whereas the item strategists put a food item on one plate and then put the same item on the other in series, the plate strategists complete one plate and then go on to the other. Twenty-two participants were asked to prepare two lunch plates twice, and their microslips were coded into three segmentations: reparandum, disfluency, and repair. Most participants used the item strategy ($n = 13$) or the plate strategy ($n = 7$) on both trials, whereas two participants changed their strategies between trials. Distributions of reparandum and repair types between strategies were significant, but distribution of disfluency was approaching significance. The item strategists made more quality-resumption slips (e.g., fail to grasp, then re-grasp), whereas the plate strategists committed more target-substitution slips (e.g., change the target item on the way). These results indicate that different strategies produce different microslips.

Keywords — Microslips, Strategy

1. 問題と目的

本研究は、行為者の方略選択がマイクロスリップに与える影響について検討した。マイクロスリップは、日常的な課題において頻繁に観察される行為の非流畅現象である[1]。マイクロスリップの生起に与える要因については、これまで2つの観点から研究が行われてきた。一つは、環境側の要因、つまり課題の条件あるいは課題そのものを変更することにより、マイクロスリップの生起数や種類に違いが見られるかどうかを検討したものである[2-5]。もう一つは、行為者側の要因に基づくもので、認知症や脳損傷の患者に対して行った研究や発達・学習過程の変化を検討した研究がある

[6-10]。本研究は後者の行為者側の要因に焦点を合わせたものであるが、これまでの研究では取り上げられてこなかった個人の認知的特性に注目した。本研究では、個人の特性として方略選択を取り上げ、行為者の方略選択によってマイクロスリップの生起が異なるかどうかを検討した。

次に、本研究における方略選択について説明する。本研究で用いる課題は、2皿の同じランチプレートを作成する課題である。このような課題を達成するための手順は無数にあり得るが、課題環境の特性を考慮すると、プレート方略とアイテム方略の2つの方略が主として用いられると考えられる。プレート方略とは、まず一方の皿にすべてのアイテムを盛って完成させて、その後、他方の皿を完成させるというやり方である。これに対して、アイテム方略とは、同じ種類のアイテムを両方の皿に交互に盛っていき、アイテムごとに完成させていくやり方である。本研究では、この2つの方略の違いにより、マイクロスリップの生起に差が見られるのかどうかを検討することを目的とした。

2. 方法

22名の女子大学生がランチプレートを作成する実験に参加した。課題に使った食材はプラスチック製の食品サンプルであったため、実験参加者は素手で食品サンプルをつかんで、目的のランチプレートに盛りつけた。食材は唐揚げ、焼き魚(鯖・鮭)、ハンバーグ、エビフライ、おにぎり、レタス、ポテトサラダ、リンゴ、オレンジの10種類が4個ずつ皿に載せられていた。ランチプレートに載せるべき食材は、エビフライ1個、ポテ

トサラダ1個, おにぎり2個, リンゴ1個であった。実験参加者には, 完成したランチプレートの写真が渡され, 写真と同様のランチプレートを2皿分作成するように教示が行われた。実験参加者は, この2皿分作成する課題を2回連続で行った。課題の遂行の様子は, 実験参加者の正面に置かれたビデオカメラで記録された。録画されたビデオからマイクロスリップを抽出して分類を行った。

マイクロスリップのコード化は, 発話修復のモデルである Repair Interval Model [11]にしたがって区間に分け, それぞれの区間において分類を行った。Repair Interval Model では, 修復の過程を修復対象(reparandum), 非流暢(disfluency), 修復(repair)の3つの連続した区間に分割する。それぞれの区間には, これまでの研究から定形のパタンが見出されており [6], [12], その分類パタンにしたがってコード化を行った。例えば, 「唐揚げに向かった手が一時停止し, 向きを変えてエビフライをつかんだ」というマイクロスリップの場合, 修復対象「唐揚げに向かう」, 非流暢「一時停止」, 修復「エビフライをつかむ」の3つに分けられ, それぞれの分類は, 修復対象はターゲット(target), 非流暢は躊躇(hesitation), 修復は置換(substitution)となる。

3. 結果と考察

実験参加者が用いた方略は, 1例を除いて, アイテム方略かプレート方略のいずれかであった。2回の試行で方略を変更したものは2名(プレート→アイテム, その他→アイテムへの変更)のみであり, 13名はアイテム方略, 7名はプレート方略を2回の試行でともに用いた。1回目と2回目の試行を比較した結果, 所要時間には有意な差が見られたが(1回目33.6秒, 2回目28.4秒; $t=5.61$, $df=21$, $p<.001$), スリップ数には差がなかった($t=1.67$, $df=21$, $p>.1$)。そのため, 以降では, 1回目と2回目のスリップを区別せずに分析を行った。

所要時間, スリップ数を用いた方略ごとに比較した所, いずれにおいても有意な差は見られなかった(それぞれ, $t=1.67$, $df=18$, $p>.1$; $t=0.905$, $df=18$, $p>.3$)。そこで, より詳細に方略間の違いを検討するため, 修復対象, 非流暢, 修復において分類したスリップ数(Table 1-3)を比較した。

正確確率検定を用いて方略間の違いを調べたところ, 非流暢ではわずかに有意ではなかったが($p=.074$), 修復対象と修復においては方略間のタイプの分布の違いが有意であった(それぞれ, $p=.015$, $p=.027$)。この違いは, Table1とTable3から推察できる。アイテム方略では, 行為の質に

Table 1. Frequencies of slips classified by reparandum type between two strategies.

	Manner	Target	Quality	Commission	Omission	Adjustment
Item	3	7	20	2	0	1
Plate	0	14	13	2	0	6

Table 2. Frequencies of slips classified by disfluency type between two strategies.

	Hesitation	Trajectory	Handshape	Mixed	Others
Item	7	6	3	5	12
Plate	11	14	2	4	4

Table 3. Frequencies of slips classified by repair type between two strategies.

	Resumption	Convert	Return	Substitution	Shift	Others
Item	21	1	1	7	0	3
Plate	13	0	3	14	5	0

関わるスリップ (quality) と行為を続行する修復 (resumption) が多かった。これは、アイテムをつかみ損ねた後、もう一度つかみ直すというようなマイクロスリップのパターンが多かったからである。また、プレート方略では、行為のターゲットに関わるスリップ (target) と行為対象を変更する修復(substitution)が多かった。これは、行為途中でつかむ対象を変えたり、つかんだ対象を置く場所を変えたりするパターンが多かったことを意味する。

これらの結果から、実験参加者の方略の選択は、マイクロスリップの生起数には影響していないが、生じたマイクロスリップのタイプには影響していることが示された。このような方略によるマイクロスリップの違いが生じた理由は、ターゲットの食材の選択が連続して行われるかどうかに関連していると思われる。アイテム方略では同じ食材を2回連続してつかむのに対して、プレート方略ではつかむ食材を毎回変えなければならない。したがって、プレート方略では、食材の変更がアイテム方略よりも多くなり、その分、食材を選択する際に迷いが生じやすくなるのではないだろうか。その結果、プレート方略ではターゲット変更のスリップが多く生じたと考えられる。

反対に、アイテム方略では、同じ食材を連続してつかむため、把持運動が雑になる可能性がある。そのため、アイテム方略では質的スリップが多く生じたことが考えられる。しかしながら、把持運動の粗雑さは、方略選択の結果として生じたものではなく、本来持っている個人の運動特性であった可能性もある。本研究では、方略の選択は実験参加者に委ねられており、実験者側で操作を行ったものではなかった。したがって、方略の選択が、マイクロスリップの生起に影響する他の個人特性 (例えば運動の粗雑さ) と交絡している可能性がある。今後の研究においては、実験参加者に特定の方略を強いるなど、個人特性と方略選択を分離した上で実験を行い、方略選択による効果を確かめる必要があると思われる。

参考文献

- [1] E. S. Reed, C. F. Palmer, and D. Schoenherr, (2009) "On the nature and significance of microsliPs in everyday activities," 生態心理学研究, vol.4, no. 1, pp.51-66.
- [2] M. M. Botvinick and L. M. Bylsma, (2005) "Distraction and action slips in an everyday task: Evidence for a dynamic representation of task context," Psychonomic Bulletin & Review, vol.12, no. 6, pp.1011-1017.
- [3] 松田哲也, 谷星子, 鈴木牧彦, (2009) "視覚制限下の行為における知覚情報の探索-マイクロスリップの出現と姿勢の変化," 生態心理学研究, vol.4, no. 1, pp.31-38.
- [4] 鈴木健太郎, 三嶋博之, 佐々木正人, (1997) "アフォーダンスと行為の多様性: マイクロスリップをめぐる," 日本ファジィ学会誌, vol.9, no. 6, pp.826-837.
- [5] N. Hirose, (2005) "Effects of task and individual characteristics on microsliPs of action," in Studies in perception and action VIII: Thirteenth International Conference on Perception and Action, H. Heft and K. L. Marsh, eds. Lawrence Erlbaum Associates, pp.199-202.
- [6] N. Hirose, (2009) "Observation of action slips in a young child," in Studies in perception and action X: Fourteenth International Conference on Perception and Action, J. B. Wagman and C. C. Pagano, eds. Psychology Press, pp.15-18.
- [7] 佐々木正人, 鈴木健太郎, 三嶋博之, 篠原香織, 半谷実香, (1998) "行為の淀みと発達: アフォーダンスの制約," BME, vol.12, no. 7, pp.57-68.
- [8] 南誠一, (2001) "脳卒中後遺症者の環境適応-行為を繋ぐマイクロスリップの視点から," 発達, vol.87, pp.44-50.
- [9] T. Giovannetti, L. J. Buxbaum, I. Biran, and A. Chatterjee, (2005) "Reduced endogenous

control in alien hand syndrome: Evidence from naturalistic action,” *Neuropsychologia*, vol.43, no. 1, pp.75–88.

- [10] B. M. Bettcher, T. Giovennrtti, L. MacMullen, and D. J. Libon, (2008) “Error detection and correction patterns in dementia: A breakdown of error monitoring processes and their neuropsychological correlates,” *Journal of the International Neuropsychological Society*, vol.14, no. 2, pp.199–208.
- [11] C. Nakatani and J. Hirschberg, (1993) “A speech-first model for repair detection and correction,” *Proceedings of the 31st annual meeting on Association for Computational Linguistics*, pp.46–53.
- [12] N. Hirose, (2001) “Action disfluencies while having lunch.” Poster presented at 16th International Conference on Perception and Action.

因果構造の学習における共変動と事前知識の役割

The Role of Covariation and Prior Knowledge in Causal Structure Learning

齋藤元幸[†], 嶋崎恒雄[‡]
Motoyuki Saito, Tsuneo Shimazaki

[†] 関西学院大学大学院文学研究科, [‡] 関西学院大学文学部

[†] Graduate School of Humanities, Kwansei Gakuin University, [‡] School of Humanities, Kwansei Gakuin University
m-saito@kwansei.ac.jp

Abstract

Saito and Shimazaki (2013) demonstrated that people interpreted covariation according to necessity of causation, whereas Mayrhofer and Waldmann (2011) showed the opposite results that people interpreted covariation on the basis of sufficiency of causation. The authors propose the interpretation that these conflicting findings results from prior knowledge about causal relations in the experimental task, since interpretation of covariation depends on different aspects of causality. Experiment 1 replicated the previous finding that people judged causal structure according to sufficiency of causation. Experiment 2 investigated the relationship between interpretations of covariation (i.e., necessity vs. sufficiency) and the prior knowledge of causal relations. The results revealed that participants who received information about low base rate of the effect interpreted covariation according to necessity. These results demonstrate that prior knowledge modulates interpretation of covariation and suggest that domain-general covariation information and domain-specific prior knowledge of causal relations interact in causal structure learning.

Keywords — Causal Learning, Covariation, Prior Knowledge, Sufficiency, Necessity

1. 序論

因果関係を推測する際の手がかりの一つとして共変動 (covariation) が挙げられる。2 値2 事象の場合、共変動情報は 2×2 の分割表における各セルの頻度に対応し、事象X が生起した時に事象Y が生起する確率 $P(Y|X)$ と事象X が生起していない時に事象Y が生起する確率 $P(Y|\neg X)$ という2つの条件付き確率を用いて表現される (Figure 1)。共変動の背後にどのような因果関係が存在するかについては多様な解釈が成立し、共変動情報のみから因果関係を同

定することはできない。

例えば、事象Xと事象Yが頻繁に共生起しており、時々事象Xのみが単独で生起していたとする。原因の生起は必ず結果の生起を伴うとする因果の十分性という観点からは事象Yが事象Xを発生させるという因果関係 (i.e., $X \leftarrow Y$) が示唆される。一方、原因事象が生起していない時に結果事象は生起しないとする因果の必要性の観点では事象Xが事象Yを発生させるという因果関係 (i.e., $X \rightarrow Y$) として解釈できる。また、隠れた原因であるZが事象Xと事象Yに影響していて、擬似相関が生じている可能性も考えられる (i.e., $X \leftarrow Z \rightarrow Y$)。

事象間の因果の方向性を判断する課題において共変動情報がどのように解釈されるかに関しては相反する知見が得られている。Mayrhofer and Waldmann (2011) は、宇宙人のコミュニケーションを観察して思考伝播の方向性を判断するという実験事態で、共変動情報が因果の十分性の観点から解釈されることを報告している。一方、Saito and Shimazaki (2013) は、微生物の発生を観察してそ

	Y	$\neg Y$	
X	a	b	$P(Y X) = \frac{a}{a+b}$ $P(Y \neg X) = \frac{c}{c+d}$ $\Delta P = P(Y X) - P(Y \neg X)$
$\neg X$	c	d	

Figure 1. Contingency table and equations for two binary events. The letters a, b, c, d in cells indicate frequencies of cooccurrence of events.

これらの因果関係を推測するという実験事態で、共変動情報が因果の必要性の観点から解釈されることを示している。両者の差異の一つとして、実験で使用するカバーストーリーの違いが挙げられる。共変動情報の解釈は、どのような因果関係を想定するかによって変化するため、これらの相反する知見はカバーストーリー内の因果関係に関する事前知識の差異に起因すると考えられる。

本研究の目的は、因果構造の学習における共変動と事前知識の役割を検討することであった。実験1では、Mayrhofer and Waldmann (2011) と同様のカバーストーリーを用いて共変動情報が因果の充分性の観点から解釈されるか否か検討した。続く実験2では、カバーストーリーの説明の際に因果関係について異なる情報を与え、因果関係に関する事前知識が共変動情報の解釈にどのような影響を及ぼすか調べた。

2. 実験1

2.1 方法

実験参加者および実験計画 大学生28名が実験に

参加した。共変動情報を体系的に操作し、15条件を設定した (see Table 1)。具体的には、事象Xが生起している時に事象Yが生起している確率 $P(Y|X) = .00, .25, .50, .75, 1]$ と事象Xが生起していない時に事象Yが生起している確率 $P(Y|\neg X) = .00, .25, .50, .75, 1]$ を $\Delta P \geq 0$ となるように組み合わせさせた。実験は実験参加者内計画で行われ、実験参加者は共変動情報の異なる複数の課題を遂行することが求められた。

実験課題 教示では、宇宙人の中には他者の思考を読み取る能力によって他の宇宙人と同じことを考えることが可能な宇宙人が存在しており、科学者になったつもりで新たに発見された2種類の宇宙人 (X, Y) の因果関係を判断するように伝えた。本課題における因果関係とは一方の宇宙人の思考が他方の宇宙人に伝染する関係であると説明した。

学習フェイズは、2種類の宇宙人が考えている内容を観察するのを1試行として全16試行で構成されていた。画面上に表示された「NEXT」というボタンをクリックした後、2種類の宇宙人の思考内容が同時に表示された。思考内容はアルファベットの母

Table 1
Design, Results, and Predictions in Experiment 1

Conditions			Causal models (% of participants)				Predictions		
$P(Y X)$	$P(Y \neg X)$	ΔP	X→Y	X←Y	X→Y & X←Y	X Y	PN	PS	PNS
1.00	.00	1.00	3.57	3.57	82.14	10.71			
1.00	.25	.75	57.14	14.29	14.29	14.29	X←Y	X→Y	X←Y
.75	.00	.75	25.00	57.14	7.14	10.71	X→Y	X←Y	X←Y
1.00	.50	.50	60.71	25.00	0.00	14.29	X←Y	X→Y	X←Y
.75	.25	.50	25.00	14.29	10.71	50.00			
.50	.00	.50	21.43	46.43	0.00	32.14	X→Y	X←Y	X←Y
1.00	.75	.25	57.14	21.43	7.14	14.29	X←Y	X→Y	X←Y
.75	.50	.25	32.14	17.86	7.14	42.86			
.50	.25	.25	7.14	28.57	3.57	60.71			
.25	.00	.25	14.29	64.29	3.57	17.86	X→Y	X←Y	X←Y
1.00	1.00	.00	60.71	21.43	3.57	14.29			
.75	.75	.00	39.29	7.14	7.14	46.43			
.50	.50	.00	7.14	14.29	10.71	67.86			
.25	.25	.00	10.71	21.43	3.57	64.29			
.00	.00	.00	7.14	28.57	0.00	64.29			

音と子音で構成された無意味綴りであり、宇宙人が何も考えていない場合は何も表示されなかった。

テストフェイズでは、宇宙人Xの思考が宇宙人Yに伝染しているか否かについて2件法（はい・いいえ）で回答させた。宇宙人Yの思考が宇宙人Xに伝染しているか否かについても同様に尋ねた。それぞれの条件は無関係であることを教示した上で次の条件に移行し、同様の手続きで因果構造の判断を求めた。

2.2 結果および考察

テストフェイズにおける二つの質問への回答を組み合わせることにより、(1)XがYに影響している、(2)YがXに影響している、(3)相互の因果関係が存在する、(4)無関係であるという4つのカテゴリーに実験参加者の回答を分類した。Table 1に各条件における回答の割合と3種類の指標に基づく予測を示す。これらの予測は必要性の確率 (*PN*, probability of necessity)、十分性の確率 (*PS*, probability of sufficiency)、必要十分性の確率 (*PNS*, probability of necessity and sufficiency) という因果関係の異なる側面を評価する指標に基づいて導出した (cf. Pearl, 2000)。これらの指標は、共変動情報に原因が生起して結果が生起していない事例 (i.e., セルb) と原因が生起してなくて結果が生起している事例 (i.e., セルc) が同時に含まれていない場合には容易に計算することができる。また、二つの事象に隠れた共通原因がないことも仮定として必要である。これらの条件下において、必要性の確率 *PN* は次の式によって求められる。

$$PN = \frac{P(Y|X) - P(Y|-X)}{P(Y|X)} \quad (1)$$

事象Xが事象Yを発生させる事態 (i.e., $\Delta P > 0$) において、*PN*の値は事象Xが無い時に事象Yが生起する確率 $P(Y|-X)$ が減少するにつれて大きくなる。このことは、原因が無い時に結果が発生することはないという因果の必要性の側面を反映している。一方、因果の十分性は、原因の生起が結果の生起を必ず伴うことを想定しており、十分性の確率 *PS* は以下の式

によって算出される。

$$PS = \frac{P(Y|X) - P(Y|-X)}{1 - P(Y|-X)} \quad (2)$$

必要十分性の確率 *PNS* は、因果関係における必要性の側面と十分性の側面の両方を考慮に入れた指標であり、 ΔP と一致することが知られている。

$$PNS = P(Y|X) - P(Y|-X) \quad (3)$$

これらの指標は事象Xから事象Yという方向性に基づいて算出されており、 2×2 の分割表の行と列を入れ替えることによって事象Yから事象Xという方向性に基づいた指標を算出することもできる。事象Xから事象Yという方向性に基づいて算出した指標と事象Yから事象Xという方向性に基づいて算出した指標を比較し、その概念とより一致するように、つまり指標の値が高くなるように因果の方向性を決定した (see Table 1)。

実験の結果、いずれの条件においても因果関係を特定することはできないにも関わらず、条件間で回答パターンは大きく異なっていることが明らかとなった ($\chi^2(42) = 315.35, p < .001$)。実験参加者の回答は因果の十分性に基づく予測と概ね対応しており、必要性や必要十分性に基づく予測とは異なっていた。また、これらの指標が定義されない条件では、事象Xと事象Yが無関係であるという判断が多く見られた。

実験参加者がどのような観点から共変動情報を解釈していたか検討するために、各指標が定義可能な6つの条件における予測と回答の対応に基づいて、実験参加者を(1)必要性、(2)十分性、(3)必要十分性、(4)ランダム、(5)分類不可のいずれかのグループに分類した。予測と一致した回答に1、そうでない回答に0と得点を付け、実験参加者を最もスコアの高くなるグループに割り当てた。(4)ランダムにはチャンスレベルと同程度の一致を示した実験参加者が、(5)分類不可には複数のグループに同程度の一致を示した実験参加者が含まれた。その結果、過半数の実験参加者 (60.71%) が十分性グループに分類され、少

数の参加者 (17.86%) が必要性グループに分類され、他のグループにはほとんど分類されていないことが示された (各グループ7.14%)。これらの結果は、Mayrhofer & Waldmann (2011) と一致しており、共変動情報が因果の十分性に基づいて解釈されていることを示唆している。

3. 実験2

実験2では、因果関係に関する事前知識が共変動情報の解釈にどのような影響を及ぼすか検討した。

3.1 方法

実験参加者および実験計画 大学生24名が実験に参加した。実験参加者は必要性教示群と統制群のいずれかに無作為に割り当てられた。

実験課題 実験1とほぼ同様の課題が用いられたが、二つの変更点を加えられた。第一に、必要性教示群では教示の際に「原因が無いときに結果が発生することはない」といった因果の必要性の側面を強調するような説明を加えられた。なお、統制群に対しては実験1と同様の教示を与えた。第二に、共変動情報の操作を3種類の指標が定義可能な範囲に限定した。具体的には、実験1で用いられた6条件に事象の提示位置のカウンターバランスを加えて12条件を設定した。

3.2 結果および考察

実験1と同様に、実験参加者の回答を4つのカテゴリに分類し、それぞれの指標に基づく予測との対応に基づいて、実験参加者を5つのグループに分類した。統制群では、実験1と同様に十分性に基づく解釈が多く見られ(75.00%)、必要性に基づく解釈はほとんど行われていなかった (8.33%)。一方、因果の必要性の側面を強調された必要性教示群では、必要性に基づく解釈が最も多く (58.33%)、十分性に基づく解釈 (41.67%) を上回った。

Fisherの正確確率検定を行ったところ、これらの比率の差は有意であった ($p < .05$)。つまり、因果の必要性の側面が強調された場合には、共変動

情報の解釈が十分性に基づくものから必要性に基づくものへと変化したというわけである。これらの結果は、因果関係についての事前知識が因果構造の判断に強く影響していることを示唆している。

4. 総合論議

本研究では共変動情報の解釈について報告されている二つの異なる知見に対して発展的解決を試みた。Mayrhofer and Waldmann (2011) は共変動情報が十分性の観点から解釈されることを、一方、Saito and Shimazaki (submitted) では必要性の観点から解釈されることをそれぞれ報告している。これらの差異は実験で使用するカバーストーリー内の因果関係に関する事前知識の違いに起因していると考えられ、因果構造の学習における共変動と事前知識の役割を検討した。実験1では、Mayrhofer and Waldmann (2011) と同様のカバーストーリーを用いて共変動情報が因果の十分性の観点から解釈されることを示した。続く実験2では、カバーストーリーの説明の際に因果関係について異なる情報を与えて事前知識を操作したところ、因果の必要性を強調された群では必要性に基づく解釈が行われており、そのような情報が与えられなかった群では実験1と同様に十分性に基づく解釈が見られた。これらの結果は、相反する二つの知見と一致するものであり、事前知識が共変動の解釈を調節していることを示している。

宇宙人のコミュニケーションに関するカバーストーリーで十分性に基づく解釈が見られ、微生物の発生に関するカバーストーリーで必要性に基づく解釈が見られたことは、領域一般的な共変動情報と領域固有的な知識の相互作用として考えることができる。微生物のカバーストーリーにおける事前知識を操作し、共変動情報の解釈が変更するか調べることによって、これらの相互作用の更なる検討が可能になるだろう。

参考文献

- Mayrhofer, R., & Waldmann, M. R. (2011). Heuristics in covariation-based induction of causal models: Sufficiency and necessity priors. In L. Carlson, C. Hoelscher, & T. F. Shipley (Eds.), *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 3110-3115). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Pearl, J. (2000). *Causality: Models, reasoning and inference*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Saito, M., & Shimazaki, T. (2013). Interpreting covariation in causal structure learning. In M. Knauff, M. Pauen, N. Sebanz, & I. Wachsmuth (Eds.), *Proceedings of the 35th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society.

第一言語獲得における認知バイアスに基づいた言語知識修正 Knowledge Revision based on Efficacy of Cognitive Biases in First Language Acquisition

須藤 洸基¹, 的場 隆一¹, 萩原 信吾¹, 中村 誠², 東条 敏³
Hiroki Sudo, Ryuichi Matoba, Shingo Hagiwara, Satoshi Tojo

¹ 富山高等専門学校, ² 名古屋大学 ³ 北陸先端科学技術大学院大学
Toyama National College of Technology, Nagoya University, Japan Advanced Institute of Science and
Technology
sstudyhiroki@gmail.com

Abstract

Cognitive biases much accelerate the process of vocabulary learning, especially in first language acquisition, and they work for infants to limit the possible word meanings, so infants achieve to connect objects with their names. The limitation of the possible word meanings sometimes invokes contradiction in infant's knowledge. Avoiding such contradiction by knowledge revision is one of the efficacies of cognitive biases. In this study, we employ Kirby's model (Iterated Learning Model; ILM) in which the parental speakers utter sentences with their semantic representations. Children guess how those utterances are generated from their meanings and organize grammar rules in their minds, and in turn, generate sentences in the following generation. We alter this model to include cognitive biases, and mechanism of knowledge revision, and run a simulation of language acquisition.

Keywords — Cognitive bias, Language acquisition, Iterated learning model

1. はじめに

第一言語獲得期における語彙獲得では、認知バイアスが効果的に作用すると言われている[2][7]. 認知バイアスとは、人間の認知に存在する非論理的な偏りのことである。この認知バイアスが無数に認識できる概念を制限することで、発話とその意味のマッピングを容易にしている。図1は子供が机を見ている状況を示している。この机に対し親が何か発話した場合に、発話が意味するところは机全体や、引き出しや脚等の部分的なもの、色や材質、もしくは全く無関係のものなど無数の可能性が存在する。認知バイアスは、子供の語彙獲得に対しこれらの可能性を制限するように働くといわれている[6]. 報告されているバイアスの例として、対称性バイアスは、オブジェクトとラベルのマッピングに対称性を持たせることで関連を強めるように作用し、相互排他性バイアスは、ひと

つのオブジェクトにひとつのラベルしかつかないという制限をすることで、対象となるオブジェクトの認識を強めるといった働きがある。図??は対称性バイアスという認知バイアスが働く場面を示している。対称性バイアスにより、「リンゴ」という物体に対して「リンゴ」と書かれている札を選ばせる訓練をすると、「リンゴ」と書かれた札を出されたときに「リンゴ」という物体を選ぶことができる。一方で、物体リンゴからリンゴという札を選べるならば、人間はリンゴと書かれた札から物体バナナと物体リンゴが置かれていても物体リンゴを教示なしに選択できるといわれている。これは人間が対称性バイアスを有しているからである。これはなんら特別な事のように思われなくてもいいが、人間に近い存在であるチンパンジーやオランウータンでさえなしえないことである。しかし、このバイアスによる推論は正しいものではない。例えば、“外が雨”ならば“傘を差している人がいる”からバイアスにより得られる推論は、“傘を差している人がいる”ならば“外は雨”である、となる。これは明らかに誤った推論である。すなわち、傘を差したからといって外が雨になる訳はないからである。これより、対称性バイアスは言語を獲得するにあたって有効なものである一方で、誤った推論により誤認するかもしれないという欠点を内在している。この認知バイアスによる認知は非論理的なため、まったく違う意味で言葉を理解してしまうこともあることから、認知バイアスが効果的であることを示す実験が広く行われている[3][4][7][8][9][10].

我々は、これらの認知バイアスが構文に関する文法獲得にまで影響を及ぼすのではないかと考え、モデル化を行ってきた。これにより、語彙獲得と同様に、文法獲得が効率的に行われると考えられる。これまでに我々は、認知バイアスを導入したモデルを提案し、構文獲得の実験においてモデルの有効性を示している[11]. また、認知バイアスの影響を測定するため、言語間類似度を提案

し、これをモデルに組み込むことで世代間の言語のずれを調査した[12]. その結果、認知バイアスを組み込んだ学習モデルは、文法獲得は効率的に行われるものの、世代間の言語のずれが大きいことが判明した. その原因は、認知バイアスを安易に適用することによって、言語知識が偏るためであると考えられる. ここで我々は、現実の言語獲得において、学習者が機会あるごとに言語知識、すなわち文法を修正しているという仮説を立てる. したがって、本研究の目的は、言語獲得において、認知バイアスを持った学習者が間違った文法を獲得した場合において、その知識を修正する過程をモデル化し、その有効性を示すことである.

本研究では、Simon Kirby[5]の考え方で子が言語を獲得しているという立場をとり、子が親から認知バイアスを利用して言語を獲得する様子をコンピュータシミュレーションで観察する. 認知バイアスによる子の言語獲得とは、読み取れる意味の制限を行うこと、さらに、その意味の制限で発生した矛盾を言語知識修正により回避することである. そして、認知バイアスの効果を構文獲得と語彙獲得で総合的に検証するために親と子の言語間類似度で評価する.

本章に続いて、第2節では本研究の実験モデルのベースとして Kirby による繰り返し学習モデルについて詳述する. 第3節では認知バイアスの影響を測定するために導入した言語感距離について述べる. 第4節では認知バイアスの効果を調査するために提案した意味選択型繰り返し学習モデルの定義を行う. 第5節では意味選択型繰り返し学習モデルにおける認知バイアスの組み込みについて詳述する. 第6節では提案モデルにおいて子供が言語を学習する際に行う言語知識修正について述べ、第7節では実験と結果を示し、第8節に結論を置く.



図1 机から認識できる概念

図2 対称性バイアスの効果

2. 言語知識獲得モデルと認知バイアスの有効性

本章では実験モデルのベースとして Kirby による繰り返し学習モデル(Kirby's Iterated Learning Model; Kirby's ILM)と、これに認知バイアスを組み込んだ既存研究について詳述する.

Kirby's ILMは子の言語獲得と世代交代の繰り返しを単純化したモデル(図3)である. 親は子に一定回数発話を行う. 子は親から発話とその意味のペアを学習する. さらに、学習した内容から汎化学習を行う(図4-6). 子はchunk, merge, replaceという3つの汎化学習機構を持つ[1]. 親から子に発話を行い、子は汎化学習により言語を獲得する. 子は親となり次世代の子に発話を行う. Kirby's ILMはこれを繰り返すモデルである.

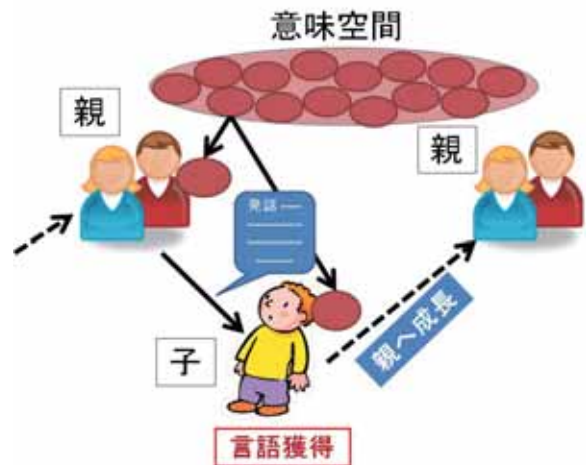


図3 Kirby's ILMの図示

$$\begin{cases} S/\text{detest}(\text{mary}, \text{john}) \rightarrow \text{marydetestsjohn} \\ S/\text{love}(\text{mary}, \text{john}) \rightarrow \text{marylovesjohn} \end{cases} \downarrow \text{chunk}$$

$$\begin{cases} S/p(\text{mary}, \text{john}) \rightarrow \text{mary } N_0/p \text{ sjohn} \\ N_0/\text{detest} \rightarrow \text{detest} \\ N_0/\text{love} \rightarrow \text{love} \end{cases}$$

図4 汎化学習: chunk

的場らによって、Kirby's ILMに認知バイアスを組み込むことで構文獲得が促進されることが確認されている[11]. 的場らは、Kirby's ILMで子が親の発話の意味をしばしば特定できないことを仮定して、特定できない意味は認知バイアスによって

$$\begin{cases} N_1/gain \rightarrow gain \\ N_2/gain \rightarrow gain \end{cases} \\ \downarrow \text{merge} \\ \{ N_2/gain \rightarrow gain$$

図5 汎化学習 : merge

$$\begin{cases} S/admire(john, pete) \rightarrow johnadmirespete \\ N_3/admire \rightarrow admire \end{cases} \\ \downarrow \text{replace} \\ \begin{cases} S/p(john, pete) \rightarrow john N_3/p spete \\ N_3/admire \rightarrow admire \end{cases}$$

図6 汎化学習 : replace

補う実験を行った。この実験では、子は特定できない意味を親からの発話を基に補完する場合とすべての意味からランダムで補完する場合を比較した。比較する基準は、子が持つ文法規則の数と子が表現できる意味の数である。すべての意味からランダムで保管する場合より、制限された意味の中から補完する方が表現度の増加が大きくなると報告されている。

本研究では、認知バイアスの組み込み方を的場らの方法を踏襲する。しかしながら、バイアスの有効性を発揮させる状況を新たに提案する。モデルの詳細は第4章で述べる。

3. 言語間距離

的場ら[11]は、子が親からの発話に対し特定できない意味を補う方法として認知バイアスを組み込んでいる。言語獲得における認知バイアスの有効性は、親の意図した意味を子が獲得できるか否かである。表現可能な意味の数と言語知識を構成するルール数という評価法では、親と子の間にどれだけの認識の差があるのか評価できない。われわれは認知バイアスの影響を確認するために親と子の言語間類似度を知る必要がある。

本研究では親と子の言語間類似度を定量的に評価する方法を導入している[12]。以下に距離の測定手法を述べる。

1. 親子それぞれの文法で生成可能な発話と意味のセットをすべて生成する。
2. 子から生成したセットを1つ選ぶ。
3. 子が選択したセットの意味と最も近い意味を持つセットを親の文法で生成したセットから選ぶ。意味の近さはハミング距離で測る。
4. 同セット間の発話の距離をレーベンシュタイン

距離で測る。レーベンシュタイン距離は発話の長さで最大値が変わるので、0から1に正規化する。

5. 2から4を子から生成したセットすべてで行い、4の距離の平均を求める。
6. 言語知識間の距離は5で求めた距離の平均となる。

言語間距離は子の知識が親の知識をどの程度反映しているかを数値化している(図7)。

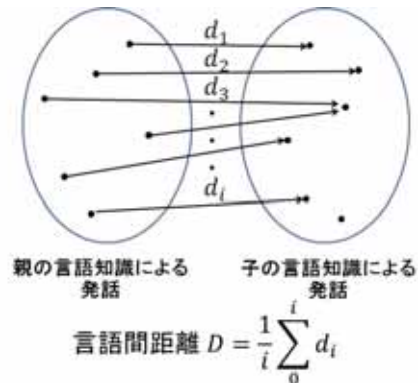


図7 言語間距離のイメージ

4. MSILM

既存研究[11]では、Kirby's ILMにおいて意味が特定できない場合を設けることで認知バイアスが働く環境を用意した。このモデルを現実に置き換えて考えてみる。親と子は共通の状況を認識して、親はその状況から意味を読み取り発話を行う。子は多くの場合、状況から親と同じ意味を認識するが、一定の確率で親と同じ意味を獲得できないこともある。子が親と同じ意味を獲得できない場合は、すべての意味の中から発話という刺激をもとに認知バイアスで意味を特定する。現実世界では、ある状況から読み取れる意味はすべての世界に存在する意味であることはない。つまり、認知バイアスが働かなくともある程度意味を絞ることができる。これは、認知バイアスの言語獲得における効果を調べるには重要な要素であると考えられる。

われわれは1つの状況から任意の数の意味が読み取れる環境をKirby's ILMをベースに意味選択型繰り返し学習モデル(Meaning Selection ILM; MSILM)として提案した[13]。Kirby's ILMでは、親に意味を渡して、子は親から発話と意味のペアを学習する。一方、MSILMでは親に複数の意味を読み取れる状況(図8)を渡す。親は状況から意味の一つを読み取り、発話を生成する。子は親の発話と状況を受け取る。子は状況から意味の一つを読み取り、受け取った発話と読み取った意味のペアで学習する。こ

れにより、親と子が同じ状況を共有しながら親が発話している、いわゆる共同注視の環境を組み込んだ。

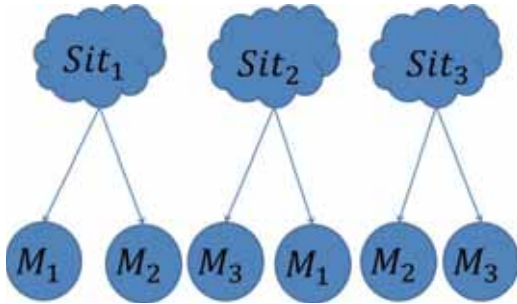


図 8 状況と意味の関係 (Sit:状況, M:意味)

5. 認知バイアスとMSILMでの認知バイアスの動作

認知バイアスは非論理的な認知の偏りであり、さまざまな認知バイアスが多種提案されている。本研究では、認知バイアスの中でも対称性バイアスと相互排他性バイアスに注目する。

対称性バイアスとは、 $A \rightarrow B$ ならば $B \rightarrow A$ と認識することを差す。つまり、命題の逆を真であると認知する。発話とその意味の対応付けを学習する際には、発話 U という刺激に対してある意味 M を対応付けしているなら、同じ発話 U という刺激を受け取ったときに意味 M を想起する認知バイアスである。本研究では、発話意図があり発話を行うというプロセスに対し、発話から発話意図を推論するプロセスを対称性バイアスの効果と位置付ける。

相互排他性バイアスとは、 $A \rightarrow B$ ならば $\bar{A} \rightarrow \bar{B}$ と認識することを差す。対称性バイアスが命題の逆を真と誤謬するのに対して、相互排他性バイアスは命題の裏を真であると誤謬する。発話とその意味の対応付けを学習する際には、発話 U_1 に意味 M を対応付けしているなら、発話 U_2 に対して意味 M を対応付けしない認知バイアスである。本研究では、子が親の発話意図が読めない場合に意味を推論する。子のもつ既存の文法には入力発話に対応する意味がない場合、子のもつ文法規則以外の文法規則を相互排他性により生成する。

また、これらのバイアスは1つの発話に対して1つの意味のみ(対称性バイアス)、1つの意味に対して1つの発話のみ(相互排他性バイアス)と認知するように作用するため、意味と発話を一対一で結びつける効果がある。

MSILMでは、これらの認知バイアスは子が状況と親の発話を受け取った際に、状況から認識でき

る意味の候補からどの意味を選択するかに影響を及ぼす。認知バイアスが働かない場合、子は、親が状況のどの意味を意図して発話したのかについて何も情報がないため、状況を与える意味の候補からランダムで選択する。一方、認知バイアスが働く場合、子は親の発話から親が意図したであろう意味を推測し、それに基づいて意味を選択する(図9,10)。

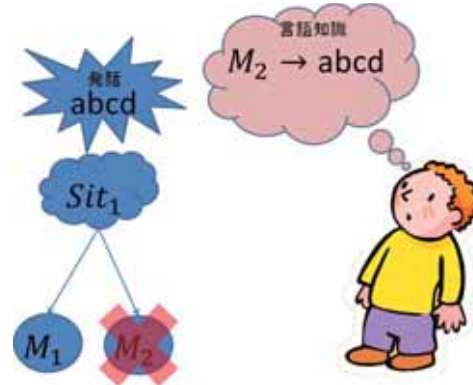


図 9 対称性バイアスによる意味の制限

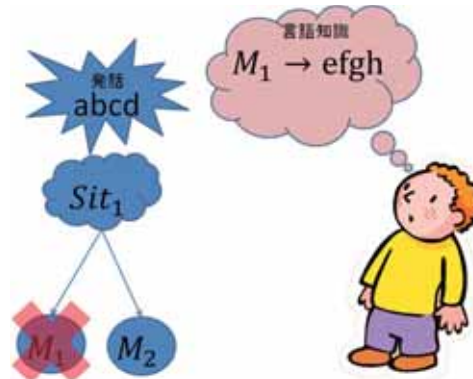


図 10 相互排他性バイアスによる意味の制限

6. 言語知識の修正

子が認知バイアスに基づいて状況の意味を選択する場合、認知バイアスによって得られた推測が状況から読み取れる意味のどれにも当てはまらないことがある。この状況は、対称性バイアスで状況から読み取れる意味ではない意味が発話から推測できた場合や相互排他性バイアスで状況から読み取れる意味がすべて他の発話と対応付けられていた場合に起こる。このとき、親は間違いなく状況から読み取れる意味のどれかを意図して発話したため、子の学習した言語知識が間違っていると考える。本研究では、以下の場合に矛盾が生じたと定義する。

- 対称性バイアスで選ばれた意味が状況の候補にない
- 相互排他性バイアスにより選択する意味がなくなる

間違った知識をそれぞれの認知バイアスを踏まえた訂正を行う。本研究では状況から読み取る意味をランダムに決定して、対称性バイアスや相互排他性バイアスによってその意味を選択させないようにしていたルールを削除する。子の言語知識の修正は、矛盾が生じた場合に学習する発話の意味をランダムに決定して、発話と意味のセットが認知バイアスの捉え方において矛盾しないように修正している。

7. 実験と結果

認知バイアスの有効性を検証するシミュレーションを行った。親の発話の意味が完全な状態で伝わる Kirby's ILM, 意味に選択性がある MSILM, 子の意味選択時に認知バイアスによる制限をする MSILM with bias for selection, 認知バイアスによる意味の制限と知識修正をする MSILM with bias for selection and knowledge revision で比較を行った。

実験設定は, Kirby's ILMの実験と同様に, 発話回数は1世代50発話とした。そして, 実験結果を考察する基準として最大100世代まで実験を行った。これは100世代で本研究で評価する値である子の言語知識の規則数, 子が表現できる意味の割合(表現度), 親と子の類似度(言語間距離)が収束していたためである。親子のエージェントが共有する意味空間の大きさは100であり, そこから作られる状況は4950種類である。1つの状況が与える意味数は2個とした。状況の数は意味数100個の中から2つ意味を選ぶ全通りの組み合わせの数である。表現度, ルール数, 言語間距離の3つの評価でエージェントの知識を評価した。実験は100試行を行い, それぞれの平均で比較を行った。

7.1 実験1 -表現度-

図11は実験結果を表現度で比較したグラフである。縦軸は表現度(%), 横軸は世代数である。表現度は Kirby's ILM が一番大きく100世代目では99%まで上昇した。これは, 子に親の発話とその意味が完全に伝わっているモデルである。学習によりエージェントのもつ文法の合成度が増すため表現度が高くなったと考えられる。100世代目の値をみると, MSILMは83%, MSILM with bias for selectionは70%, MSILM with bias for selection and knowledge revisionは35%であった。これは学習に用いるデータ量に依存したためと考えられる。

親の意図が完全な状態で伝わる Kirby's ILM と意味に選択性があるその他のシミュレーションは言語獲得の成果に差がでることは明白である。しかし, MSILMにおいて認知バイアスを入れた各シミュレーションは期待通りに言語を獲得しなかった。これは認知バイアスが組み込まれていないモデルよりも認知バイアスを組み込んだモデルの方が学習に使われる情報量が減ったためと考える。認知バイアスにより1つの発話には1つの意味のみ割り振られるようになる。従って, 子が最終的に学習に用いるデータがバイアスを組み込まないモデルと比較すると少なくなっている。ゆえに, 学習に十分な情報量が得られないためうまく言語獲得できなかったと考える。この傾向は, 矛盾する知識を削除するモデルである知識修正ありのシミュレーションに強く表れており, 表現度が低くなるという形で顕著に表れていることから推察できる。

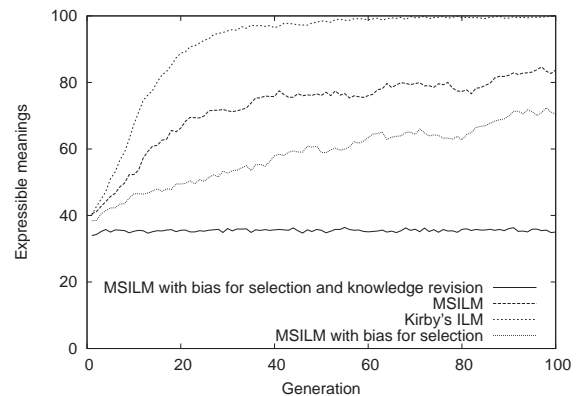


図 11 各シミュレーションの表現度の比較

7.2 実験2 -ルール数-

図12はルール数で比較した図である。縦軸はルール数, 横軸は世代数である。少ないルール数で高い表現度を得ることができればより合成的な文法であるといえる。合成的なルールとは, 単語ルールを組み合わせることで複数の文ルールを構成できる汎用性の高いルールのことである。例えば, 「Xな花がY」という合成的な文ルールがあり, 単語規則として「X:赤い, 黄色い, 美味しい」, 「Y:好き, 嫌い」があった場合, 1つの文ルールで6種類の意味を構成することが可能である。

結果より, Kirby's ILM 一番ルール数が少ないことがわかる。Kirby's ILMは図11と比較してみると, 表現度が高くなる一方でルール数は減少し, 収束期では表現度は高い値を保ちつつもルール数

は20以下を保っている．これは、文法が合成的になり汎用性の高い文法になったことを示している．

一方で、MSILM, MSILM with bias for selection, MSILM with bias for selection and knowledge revision はいずれも100世代目でのルール数は40程度である．これは、図11と比較してみると、MSILMおよびMSILM with bias for selectionについてはルール数は初期世代よりもわずかに減少している一方で表現度が増加していることより、文法が合成的になっているといえる．知識修正を加えたモデルでは、表現度、ルール数がともに初期状態から大きな変化はない．即ち、学習がほとんど行われていないことを意味している．これは7.1節と同様に、知識修正のため学習に使用するデータを過度に削除したため、学習に十分な情報量が得られなかったためと推察できる．

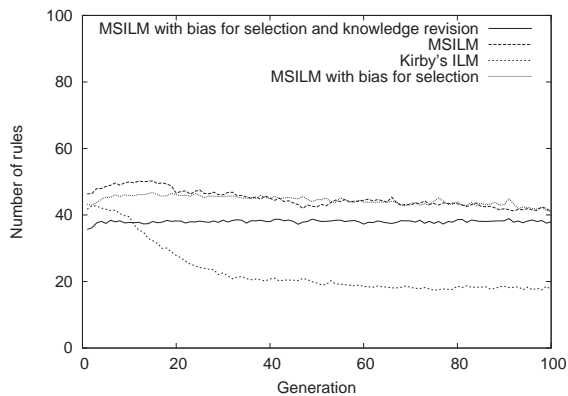


図12 各シミュレーションのルール数の比較

7.3 実験3 -言語間距離-

図13は言語間距離で比較した図である．縦軸は言語間距離、横軸は世代数である．言語間距離とは、親子間の言語の類似度で、子の言語が親の言語をどの程度反映しているかを測る基準である．つまり、言語間距離が小さいほど子の言語は親の言語を反映している．

意味が完全な状態で伝わるKirby's ILMは言語間距離が一番小さい値となった．収束期では0.05程度まで小さくなり、他のシミュレーション結果より明らかに小さな値となった．

一方で、MSILM, MSILM with bias for selection, MSILM for selection and knowledge revisionは意味に選択性のある環境でシミュレーションしているため、Kirby's ILMより大きな値になっている．収束期においてMSILMは0.25程度、MSILM with bias for selectionは0.35程度、MSILM with bias for selection

and knowledge revisionは0.65程度となった．認知バイアスを組み込んだ知識修正ありのモデルの距離が特に大きな値であった．これは、表現度が低い理由と同じである．つまり、認知バイアスにより学習のための情報量が減るため、他のシミュレーションよりも親の言語の影響量が少ないことが理由である．

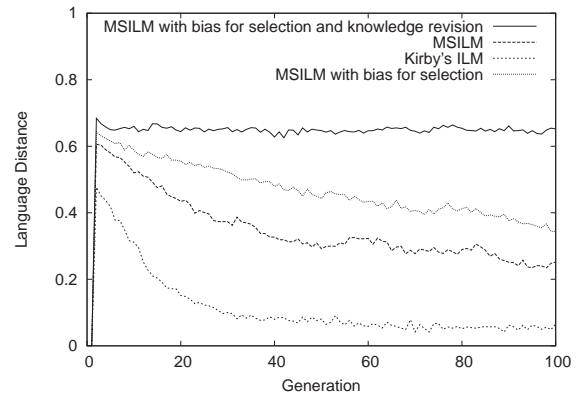


図13 各シミュレーションの言語間距離の比較

8. まとめ

本研究では、これまでに主に語彙獲得に関して有効性が検討されてきた認知バイアスがさらに構文獲得においても有効であることを検証しようと試みた．本研究で組み込んだ認知バイアスは対称性バイアスおよび相互排他性バイアスである．また、バイアスにより得た知識をもとに子は自らの文法知識を修正する機構を導入した．このため、Kirbyのモデル[5]を改良しMSILMを構築した．MSILMでは複数の意味を読み取れる状況をつくり、親と子が同じ状況を共有しながら親の発話から子が学習するという、いわゆる共同注視の環境を組み込んだモデルである．このMSILMに認知バイアスおよび知識修正の枠組みを導入し言語獲得実験を行った．

結果として、親の意図する意味を選択するように制限を強くかけたバイアスモデル、および知識修正モデルではバイアスを組み込まないモデルよりも表現が低く、言語間距離も大きな値となった．これは、バイアスや知識修正により子が最終的に学習に用いるデータが少なくなり、学習に十分な情報量がえられないためと推察できる．

今後の課題として、i)各モデルにおける学習データの数の比較、ii)バイアスや知識修正のプロセスにより得た子への入力学習に際しノイズとなっていないかの検証、および、iii)バイアスの組み込み方法の推敲が挙げられる．

参考文献

- [1] 橋本敬, 中塚雅也, (2007) “文法化の構成的モデル化 - 進化言語学からの考察-”, 認知言語学会論文集, 7, 33-43.
- [2] 今井むつみ・針生悦子, (2003) “レキシコンの獲得における制約の役割とその性質”, 人工知能学会誌, 18(1), 45-75.
- [3] Imai, M. & Gentner, D. (1994) “Children’s theory of word meanings: The role of shape similarity in early acquisition”, *Cognitive Development*, 9(1), 45-75.
- [4] Imai, M. & Gentner, D. (1997). A crosslinguistic study of early word meaning: Universal ontology and linguistic influence”, *Cognition*, 62(2), 169-200.
- [5] Kirby, S. (2002) “Learning, bottlenecks and the evolution of recursive syntax”, *Linguistic Evolution through Language Acquisition*, Cambridge University Press.
- [6] 小林春美, 佐々木正人 (1998) “子どもたちの言語獲得”(3版), 大修館書店
- [7] Landau, B., Smith, L., & Jones, S.S. (1988) “The importance of shape in early lexical learning”, *Cognitive Development*, 3(3), 299-321.
- [8] Landau, B., Smith, L. B., & Jones, S. S. (1992) “Syntactic context and the shape bias in children’s and adult’s lexical learning” *Journal of Memory and Language*, 31(6), 807-825.
- [9] Markman, E. M. (1990) “Constraints children place on word meanings”, *Cognitive Science*, 14(1), 57-77.
- [10] Markman, E. M., Wasow, J. L., & Hansen, M. B. (2003) “Use of the mutual exclusivity assumption by young word learners”, *Cognitive Psychology*, 47(3), 241-275.
- [11] 的場隆一, 中村誠, 東条敏, (2008) “構文獲得における対称性バイアスの有効性”, 認知科学, Vol 15, No. 3, pp. 457-469.
- [12] Matoba, R., Sudo, H., Tojo, S., Hagiwara, S. (2013) “Evaluation of the Symmetry Bias in Grammar Acquisition”, *AROB*, 18th.
- [13] 須藤洗基, 的場隆一, (2013) “意味の多重性を考慮した文法獲得モデルの構築”, 人工知能学会, 2013
- [14] 東条敏, (2013) “進化言語学における認知バイアスの有効性”, 人工知能学会, 2013.

意識的処理が洞察問題解決に及ぼす影響

安達 啓晃[†], 清河 幸子[‡], 松香 敏彦[§]
Hiroaki adachi, Sachiko Kiyokawa, Toshihiko Mastuka

[†] 東京大学, [‡] 名古屋大学, [§] 千葉大学
The University of Tokyo, Nagoya University, Chiba University
0993164339@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

In the present paper, we conducted two experiments investigating the influences of explicit cognitive processes on implicit cognitive processes in insight problem solving tasks. In Experiment 1, using a geometric puzzle problem we examined whether explicit processes could effectively monitor implicit processes by asking participants to judge how close they were to the solution of the problem (i.e., warmth rating). The results showed that explicit processes could not accurately monitor implicit processes, as there were considerable delays in warmth ratings. In Experiment 2, using the same puzzle problem, we examined whether explicit processes could control implicit processes by requesting participants to think and rethink about sub-goals that could lead them to solve the problem. The results showed that explicit processes could not appropriately control implicit processes. The results of the two experiments indicate that explicit and implicit processes are remotely related and it is difficult to make explicit intervene in implicit processes.

Keywords — Insight Problem Solving, Explicit/Implicit Process

1. はじめに

洞察問題解決過程に関して、意識的にモニタリングできない無意識的な認知プロセスが関与していることが指摘されてきている[1]。さらにMetcalf(1986)では、洞察問題解決直前のWarmth評定の値が急激に上昇することが示されている。その一方で、解決成績は意識的な振り返りによって変化することが知られている[2]。このように先行研究では主として、洞察問題解決における無意識的なプロセスと意識的なプロセスを異なった実験で独立に検討しており、両者の関係について明らかになっているとは言い難い。寺井・三輪・古賀(2005)では規則発見課題という同一の実験で両者の関係を検討し、解決の進行に遅れて正解が意識化されることを示している。しかし意識的なプロセスの指標として言語化されたルールに関する仮説、無意識的なプロセスの指標が眼球運動であるため、両者の関係を厳密に検討できていない。

本研究では、洞察問題解決過程における意識的処理の働きについて検討することを通じて、無意識的処理と意識的処理の関係について明らかにすることを目的とする。意識的なモニタリングについては「自分がどれくらい解に近いか」という0-100の評定(Warmth評定; Metcalfe, 1986)、実際の洞察問題解決過程の分析には制約の緩和(制約の動的緩和理論; 開・鈴木, 1998)をそれぞれ使用する。動的緩和理論では3つのレベル(対象・関係・ゴール)の制約が仮定されている。対象レベルの制約は「問題表象の捉え方」に関する、関係レベルの制約は「問題表象間の関係」に関する自然な傾向として表れる。ゴールの制約はゴールに対するイメージや、そのイメージを基に設定されるサブゴールとして表れる。洞察問題解決の過程は、

- 1) 現状とゴールのイメージまたはサブゴールとマッチングを行い、失敗を認識する
- 2) 失敗が認識されることで各制約の強度が更新され、緩和される
- 3) 制約が緩和される事で、制約から逸脱した行為の割合が増加し、ひらめきに至る

とされている。

これらの指標を用いて、意識的なモニタリングと実際の洞察問題解決過程のそれぞれについて、時間進行によってどのように変化するか、また両者の関係を検討する。

2. 実験1

洞察問題解決過程が実際に意識的にモニタリングできないのか、また無意識化の解決を洞察により意識化することで解決しているか同一の課題により検討する。

2.1 方法

実験参加者: 大学生(18-23歳)21名(うち男性8名)が参加した。

手続き: 実験参加者は制限時間20分以内に、Tパズルを解決することが求められた。また1分ごとに「自分がどれだけ解決していると思うか」について、値が大きいほど解決している

として0-100の値で報告することが求められた (Warmth評定)。

2.2 分析

各参加者の試行を課題遂行時間に基づいて4分割し、開始から近い順にT1、T2、T3、T4とラベリングし分析に使用した。実際の洞察問題解決の進展度の指標はピースの置き方を手がかりに各制約の緩和度を用いた。Tパズルにおいて、対象レベルの制約は特に五角形の最も長い辺を垂直・水平に配置する傾向として現れ、関係レベルの制約は五角形のくぼみ(ノッチ)を別のピースで埋める傾向として現れる。これらの制約が緩和されると、五角形を斜めに置く試行や五角形のノッチを埋めないような試行の割合が増加する。先行研究(開・鈴木, 1998)にならひ、ピースの接続から分離までを一試行とし、各時間帯において各制約からの逸脱が見られた試行の割合を求め、各制約の緩和度とした。また、課題達成(解決/未解決)と時間進行度(T1からT4)を独立変数、制約の緩和度を従属変数とした二要因混合計画の分散分析を実施した。なお、課題達成が参加者間要因、時間進行度が参加者内要因であった。

参加者による自身の解決過程の意識的なモニタリングの指標としては、warmth評定を用いた。課題達成(解決/未解決)と時間進行度(T1からT4)を独立変数、warmth評定を従属変数とした二要因混合計画の分散分析を実施した。なお、課題達成が参加者間要因、時間進行度が参加者内要因であった。また実際の解決過程と参加者による意識的なモニタリングの相関関係も併せて検討した。

2.3 結果

解決率は43%であった(9/21)。1名は評定を一度も行うことなく解決したため、以後分析から除外した。

解決過程: 対象レベルの制約に対する分析の結果、交互作用が有意であった($F(3, 54) = 6.23, p < 0.01$)。これについて単純主効果の検定を行ったところ、T4における課題達成の単純主効果が有意であり、解決群の緩和の割合が大きいたことが示された($F(1, 72) = 22.02, p < 0.01$)。また、解決群における時間進行度の単純主効果が有意であったため($F(3, 54) = 9.24, p = 0.01$)。これについてBonferroni法により有意水準を調整したpolynomial contrastを用いた多重t検定を行ったところ、1次曲線の変化が有意

であった($t(21) = 2.77, p = 0.01$)。このことから解決した参加者においては時間進行によって制約が緩和したことが示された。

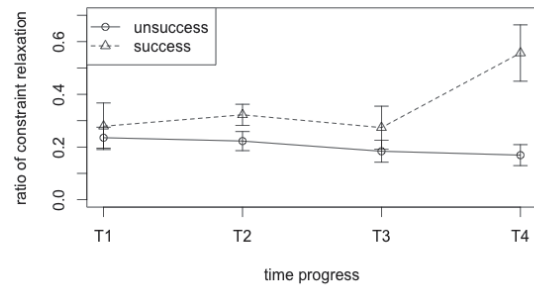


図1 対象レベルの制約を逸脱した試行の割合

関係レベルの制約に対する分析の結果、交互作用が有意であった($F(3, 54) = 4.69, p = 0.01$)。これについて単純主効果の検定を行ったところ、T4における課題達成の単純主効果が有意であり、解決群の緩和の割合が大きいたことが示された($F(1, 72) = 115.00, p < 0.01$)。また解決群における時間進行度の単純主効果が有意であったことから($F(3, 54) = 9.35, p < 0.01$)、Bonferroni法により有意水準を調整したpolynomial contrastを用いた多重t検定を行ったところ、1次曲線の変化と2次曲線の変化が有意であった(1次: $t(21) = 3.59, p < 0.01$; 2次: $t(21) = -2.61, p = 0.02$)。課題達成の単純主効果が有意なのはT4だけであり、二次曲線の変化も有意であることから、解決群においては徐々に制約が緩和しているが、課題終盤により大きく緩和することが示された。

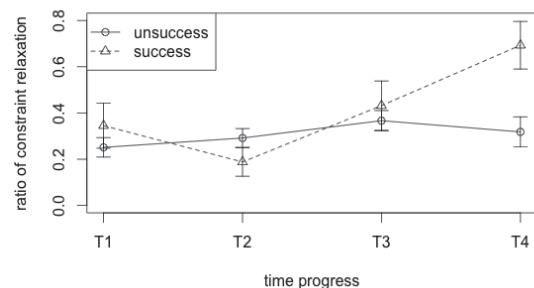


図2 関係レベルの制約を逸脱した試行の割合

意識的なモニタリング: 次に、意識的なモニタリングに対する分析の結果、交互作用は有意ではなかった($F(3, 45) = 0.65, p = 0.59$)。また各要因の主効果はいずれも有意ではなかった

(課題達成: $F(1, 15) = 0.35, p = 0.56$; 時間進行度: $F(3, 45) = 0.91, p = 0.44$)。

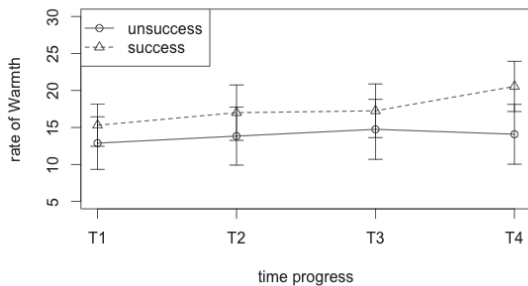


図3 参加者が報告した Warmth 評定の値について

また解決/終了直前の3評定を用いて、全時間帯の評定と同様の分析を行った。その結果、交互作用が有意であったため($F(2, 32) = 11.99, p < 0.01$)、単純主効果の検定を行ったところ、解決/終了直前の評定における成績の単純主効果が有意であり、解決群が高い評定をしていることが示された($F(1, 48) = 4.89, p = 0.03$)。また解決群における時間進行度の単純主効果が有意であり($F(4, 60) = 20.30, p < 0.01$)、TukeyのHSD法($\alpha = 0.05$)による多重比較を行った結果、解決/終了直前において、それ以外のすべての時期よりも有意に値が高くなることが示された。このことから、解決群においては解決直前に評定が高くなることが示された。

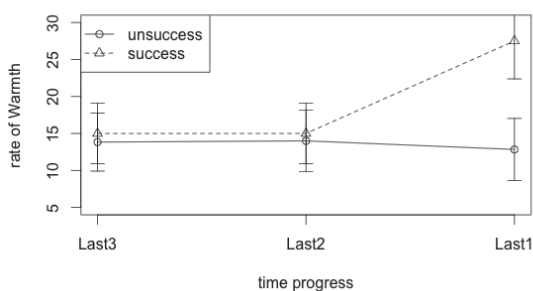


図4 解決/終了直前3試行に被験者が報告した Warmth 評定の値について

相関: 制約緩和と Warmth 評定について相関を求めたところ、解決した参加者ではT3において関係レベルの制約と Warmth 評定の間に正の相関が($r = 0.94, p = 0.02$)、未解決の参加者ではT4において関係レベルの制約と Warmth 評定の間に負の相関がみられた($r = -0.68, p = 0.02$)。

2.4 考察

意識的なモニタリングを行ったところ、全体的に低い評定が報告され、解決終盤になってようやく評定の上昇が見られた。しかし解決過程の分析からは、解決した参加者において時間進行に伴って制約の緩和が進んでいることが示された。よって、無意識的な認知プロセスによる洞察問題の解決過程を意識的なプロセスが正しくモニタリングできていないことが示された。

また相関係数の分析から、解決した参加者は解決した参加者は自分の試行が解決に向かっていていることを評価できているが、どの程度解に近いかは正しく評価できないことが示され、未解決の参加者は自分の試行が正しく評価できていないことが示された。

3. 実験2

実験2ではTパズルにおいて意識的な認知プロセスが無意識的な認知プロセスに影響を与えることができるかを検討する。具体的にはゴールの制約に注目し、サブゴールを意識的に捉え直すことを促すことの影響を検討した。サブゴールの熟考を行うことで、サブゴールが優先的に現状とのマッチングに使用されるようになると考えられる。サブゴールは全ピース接続試行だけでなく、少数のピースが接続した試行ともマッチングが可能であるため、少ないピースの接続からも失敗が認識されその試行は打ち切られる。したがって全ピース接続試行率は減少すると予測した。

3.1 方法

実験参加者: 大学生37名が参加した。これらの参加者をランダムに実験群(17名)と統制群(20名)に割り当てた。

手続き: 実験参加者は2つの群(実験群/統制群)に分けられ、どちらの群も warmth 評定を行わないことを除いて、実験1と同様にTパズルを解決することが求められた。実験群では「この状態に手を加えればパズルが解決するだろう」という状態を考え、その状態を目指すように教示した。ただし目標とする状態は課題の途中、どのタイミングで変更しても構わないことも併せて教示した。また5分ごとに、「その時点で目指していた状態」を尋ね、参加者がどのような状態を報告しても再考を促した。その際、目標とする状態を変更するようであれば、どのように変更するか報告を求めた。統制群では5分ごとに小休止を挟んだ。解決しなかった参加者は5分ごとの2回と解決後の

1回の合わせて7回報告した。解決した参加者は解決時間に応じて、最低1回、最高7回報告した。

3.2 分析と結果

条件(統制群/実験群)と時間進行度(T1からT4)を独立変数、制約緩和した試行の割合や全ピースを接続した試行(全ピース接続試行、後述)の割合を従属変数とした二要因混合計画の分散分析を実施した。

類似パズルの経験者および撮影上のミスにより分析が困難な参加者12名(実験群6名、統制群6名)を以後の分析から除外した。その結果、実験群における解決率は18%(2/11)、統制群における解決率は21%(3/14)であった。これについてFisherの直接確率検定を行った結果、有意な差はなかった($p = 0.99$)。

解決過程: 対象レベルの制約に対する分析を行った結果、交互作用は有意ではなかった($F(3, 51) = 0.83, p = 0.49$)。また各要因の主効果についても有意ではなかった(条件: $F(1, 17) = 2.11, p = 0.17$, 時期: $F(3, 51) = 0.83, p = 0.49$)。次に関係レベルの制約に対する分析を行った

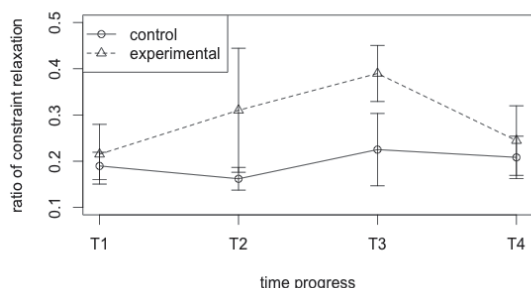


図5 対象レベルの制約を逸脱した試行の割合

結果、交互作用が有意であったため($F(3, 51) = 2.91, p = 0.04$)、単純主効果の検定を実施したところ、実験群において時間進行度の単純主効果が有意であった($F(3, 51) = 4.52, p < 0.01$)。TukeyのHSD法($\alpha = 0.05$)による多重比較を行った結果、T1からT2間、T2からT4間が有意であり、実験群においては、課題前半に対象レベルの制約が緩和されたのち、課題後半に向かってその制約の緩和が生じにくくなることが示された。また条件の単純主効果は時期T1、T2において有意であり(T1: $F(1, 68) = 4.90, p = 0.03$; T2: $F(1, 68) = 19.27, p < 0.01$)、T3において有意傾向であった($F(1,$

表1 設定されたサブゴール

サブゴールの内容	報告された回数
Tの縦棒と横棒をつくる	2回
綺麗な図形をつくる	5回
Tの接合点に着目する	2回
Tの枠をつくる	3回
サブゴールの模索	7回

68) = 3.74, $p = 0.06$)。課題前半には実験群の関係レベルの制約がよく緩和しているが、課題終盤にかけて統制群とその差が縮まっていることが示された。また各要因の主効果について、条件・時期ともに有意差が認められ(条件: $F(1, 17) = 14.19, p < 0.01$; 時期: $F(3, 51) = 3.01, p = 0.04$)、時期についてTukeyのHSD法($\alpha = 0.05$)による多重比較を行った結果、T1からT2間が有意であった。このことから、実験群において課題遂行初期から関係レベルの制約をよく緩和していたことが示唆された。

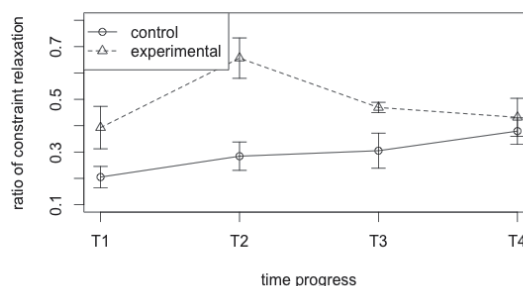


図6 関係レベルの制約を逸脱した試行の割合

サブゴールの熟考: 実験群が参加者が報告したサブゴールを表1に示す。「サブゴールを模索している」と報告していた参加者が多く見られた。またサブゴールの熟考の効果を検討するために、「4つのピースを全て接続した試行(全ピース接続試行)」について分析を行った。

分析の結果、交互作用は有意でなかった($F(3, 51) = 1.09, p = 0.36$)。また時期の主効果は有意でなかった($F(3, 51) = 1.38, p = 0.26$)。しかし条件の主効果は有意であり($F(1, 51) = 4.93, p = 0.04$)、実験群がより多く全ピース接続試行を行っていた。このことから、実験群が課題を通してより高い割合で全ピースを接続したことが示唆された。またこの割合については課題遂行により変化しないことも示唆された。

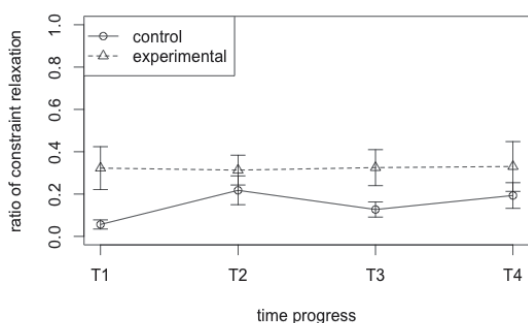


図7 全てのピースを接続した試行の割合

3.3 考察

本研究では、サブゴールの熟考という意識的な認知プロセスが最終的な解決成績に影響することを示唆する結果は得られなかった。しかし解決過程の分析から、解決過程に影響していることが示された。サブゴールの熟考を促しても正しいサブゴールが設定される訳ではなく、参加者の多くがサブゴールを模索していたことから教示によってサブゴールを設定する事が非常に困難であることが示された。さらに、解決につながるようなサブゴールはほとんど報告されておらず、むしろ解決を阻害するようなサブゴールが多く設定されていた。誤って設定されたサブゴールが制約としてはたらく、それから逸脱する試行を行ったため関係レベルの制約がT2で大幅に緩和した可能性がある。

4. 総合考察

本研究では、洞察問題解決過程における意識的な認知プロセスと無意識的な認知プロセスの関係について検討した。

実験1からは洞察問題は解決に結びつく重要な情報を意識的に気づくことによって解決するのではなく、無意識的な認知プロセスが漸進的に進行していくことが示された。つまり「洞察問題は解決する人も解決しない人も無意識下では同じように解に向かっていて、意識的の気づき(=洞察)の有無が両者を分けている」のではなく、「洞察問題を解決する人は無意識下で解に向かっていてため自分自身の試行と解決状態との距離が正しく理解されず、それが解決に際して正しく理解されることが洞察である」ことが示唆された。実験2からは意識的なプロセスが無意識的な認知プロセスに影響することが示された。しかし問題解決成績への影響は認められず、またサブゴールの熟考というプロセスが実験者の意図に反して解決を

阻害するようにはたらいっていた可能性がある。今後はより適切な教示を行うことで解決に結びつくような意識的なプロセスを操作したい。

参考文献

- [1] Metcalfe, J. (1986). Premonitions of insight predict impending error.. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 623-634.
- [2] Schooler, J., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight.. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 166-183.
- [3] 寺井仁・三輪和久・古賀一男 (2005). 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程. 『認知科学』, 12, 74-88.
- [4] 開一夫・鈴木宏昭 (1998). 表象変化の動的緩和理論: 洞察メカニズムの解明に向けて. 『認知科学』, 5, 69-79.

子どものテレビゲーム遊び経験と情動表情認知の関係 -事象関連電位を指標として-

Video game exposure and recognition of facial expressions: event-related potential data

玉宮 義之^{†‡}, 開 一夫^{†‡}
Yoshiyuki Tamamiya, Kazuo Hiraki

[†] 東京大学, [‡] 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
The University of Tokyo, CREST
tamamiya@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Playing video games is very popular among children. Past studies have shown that playing video games, especially violent ones, affects recognition of facial expressions in adults. However, There is no study to examine the effect in children. In the current study, 12 children (6-10 years old) participated. Pictures of 5 facial expressions (angry, fear, happy, sad and neutral) and the target were presented during event-related potentials (ERPs) recording. Participants were asked to respond with a button press as soon as they recognized the target. Then they answered a questionnaire about the amount of exposure to video games and the names of favorite ones. The results showed significant correlation between exposure to video games and some components of ERPs.

Keywords — Video game, facial expressions

1. はじめに

本研究は、テレビゲーム遊び経験と情動表情認知の関係について、認知発達神経科学的検討を行うものである。これまでに、成人を対象とした実験において、テレビゲームで遊ぶことによって情動表情認知が変化することが報告されている。例えば、暴力的なメディアへの接触が多い人や[1]、暴力的なゲームを遊んだ人は[2]、表情同定課題において怒り顔に対する閾値が低下することが報告されている。

一方で、児童を対象にテレビゲーム遊びと情動表情認知の関係について検討した研究はまだない。情動表情認知は重要な社会的認知の1つであり、個人差が存在することが報告されている[3]。発達過程にある児童において、テレビゲーム遊びと情動表情認知の関連について実証的に検討することは非常に重要である。そこで本研究では、児童に

おいてもゲーム経験と情動表情認知の関連が見られるのか検討した。

2. 方法

参加者：12名(女児2名・男児10名、平均年齢7.4歳、SD1.2歳)の小学生

テレビゲームに関する質問紙

- 何歳から遊んでいるか
- ゲーム機・ソフトの所有数
- 最近二ヶ月間のプレイ頻度・時間
- 好きなゲームソフトのタイトル

脳波計測課題

- 刺激：4人のモデル(女性2名・男性2名)の怒り・恐怖・喜び・悲しみ・中性の5表情
- 刺激呈示：それぞれの刺激は、参加者から80cm離れたところに置かれた17インチのCRT上に一画像ずつ提示された。刺激と刺激の間には注視点が画面の中心に提示された。各刺激は500ms、注視点は1100ms呈示された(図1)。5種類の表情が1ブロックにそれぞれ30回ずつランダムに呈示され、実験は4ブロックから構成された。
- 記録・解析：EEGデータは国際10-20法に基づきCzを基準とした。データ補正後、画像呈示前100msから後500msまでを加算平均した。刺激提示後200ms前後の陰性成分をN170、300ms前後の陽性成分をP2として分析した(図2)。
- 手続き：参加者は画面中央の注視点に視点を固定しながら、ターゲットが呈示された場合

のみ、できるだけ素早く正確にボタンを押すように求められた。

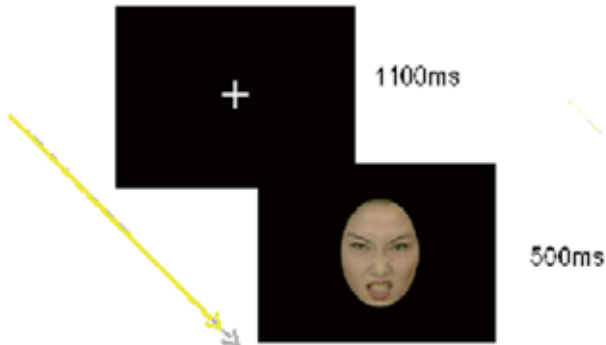


図 1. 課題の流れ

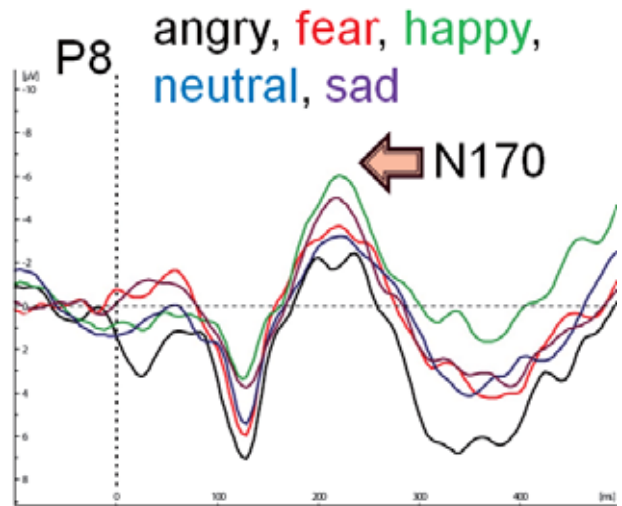


図 2. 各表情に対する ERP 波形

3. 結果

各表情に対する ERP 成分とゲーム経験の関係を検討するため、年齢を共変量とする偏相関分析を行った。

ゲームを始めた年齢

- 中性顔に対する N170 頂点振幅と正の相関 ($r = .95$)
- 喜び顔に対する P2 頂点潜時と負の相関 ($r = -.96$)

所有ゲーム機数

- 中性顔に対する N170 頂点振幅と負の相関 ($r = -.97$)

所有ゲームソフト数

- 怒り顔に対する N170 頂点振幅と負の相関 ($r = -.99$)

ゲームプレイ頻度

- 恐怖顔に対する N170 頂点振幅と負の相関 ($r = -.99$)
- 恐怖顔に対する P2 頂点振幅と負の相関 ($r = -.96$)

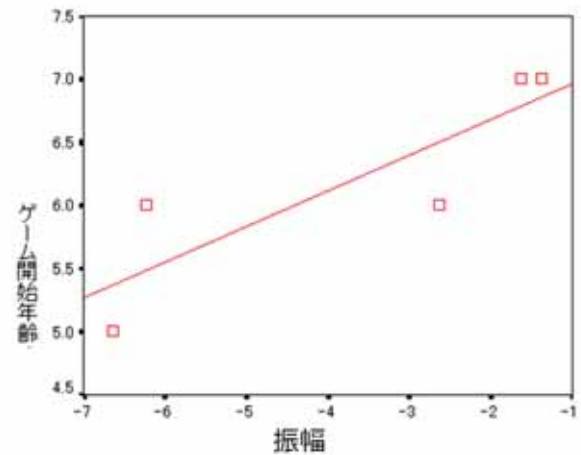


図 3. ゲーム開始年齢と中性顔に対する N170 頂点振幅

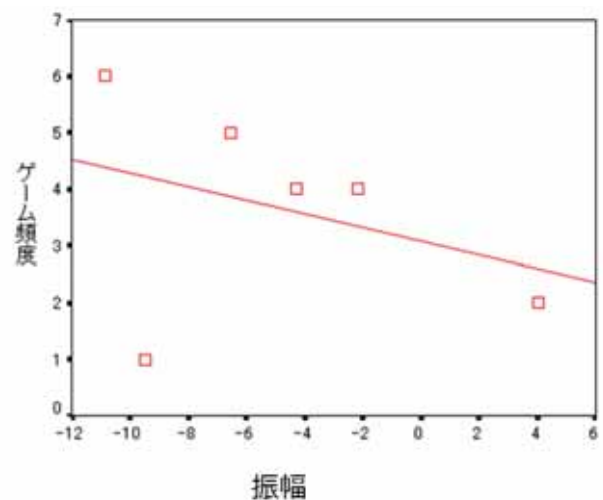


図 4. ゲームプレイ頻度と恐怖顔に対する N170 頂点振幅

4. 考察

ゲーム経験が多い児童が示す全体的な傾向として、N170の頂点振幅が大きく、P2の頂点潜時が長いことが明かとなった。しかし、各表情とゲーム経験に一貫した方向性がないなど不明な点も多く残されている。今後は、参加者をさらに増やし、各変数間の関係をより深く検討することが求められる。

参考文献

- [1] Kirsh, S. J., Mounts, J. R. W., & Olczak, P. V. (2006). Violent media consumption and the recognition of dynamic facial expressions. *Journal of interpersonal violence*, 21(5), 571–84.
- [2] Kirsh, S., & Mounts, J. (2007). Violent video game play impacts facial emotion recognition. *Aggressive behavior*, 33, 353–358.
- [3] Tamamiya, Y., & Hiraki, K. (2013). Individual differences in the recognition of facial expressions: an event-related potentials study. *PloS one*, 8(2), e57325.

謝辞

本研究は JST,CREST, JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けたものです。

人は感受性の異なる他者にどこまで共感できるのか？ —生理指標を用いた実証的検討

Can We Empathize with a Dissimilar Other? : Using Peripheral Physiological Signals as Indicators of Sympathetic Responding

村田 藍子^{†‡}, 亀田 達也[†], 樋口さとみ^{*}, 佐々木 超悦[†]
Aiko Murata, Tatsuya Kameda, Satomi Higuchi, Choetsu Sasaki

[†]北海道大学, [‡]日本学術振興会特別研究員DC1, ^{*}岩手医科大学
Hokkaido University, J S P S Research Fellow, Iwate Medical University
amurata@lynx.let.hokudai.ac.jp

Abstract

Can we empathize effectively with someone who has a different sensitivity to physical events from ours? Or, are we susceptible to an egocentric bias in overprojection, which may lead us to under- or overreact in such cases? In this study, participants observed a video clip in which similar person (who has normal sense) or dissimilar person (blind person / a patient who has rare skin disease) was exposed to stressful stimuli, while their physiological arousals were recorded. Generally, participants displayed a differential arousal pattern to the aversive stimuli, according to the target's sensitivity. Our results indicate that we have the ability to control the egocentric self-projection bias when empathizing with dissimilar other. The authors' findings have important implications for helping disabled people while respecting their inherent dignity and individual autonomy.

Keywords — empathy, self-other distinction, executive function, physiological arousal.

1. はじめに

近年の社会神経科学領域における「自他の間に“共通の痛みの回路(shared pain circuits)”が存在する」という知見(Singer et al., 2004)を発端として、痛みの共感研究が活発に行われるようになった。その中で、他者との関係性に応じて、他者の痛みに対する反応が異なることが示されている。例えば、Singer et al. (2006)は、痛みを与えられる相手が、事前に行った経済ゲームにおいて協力的な振る舞いをした人物である場合と、非協力的な振る舞いをした人物である場合とで、観察者の痛みの共有に差があることを示した¹。また、内集団の成員に対しては、外集団の成員に対してよりも相手の痛み

に共感しやすいという報告もある(Xu et al., 2009)。これらの知見は「痛みの共感」が単純な相手の痛み表出のみに応じた反応ではなく、状況や相手に応じて調整される反応であることを示唆するものである。

こうした神経科学の知見は、社会心理学において指摘されてきた共感の多元性を仮定したモデルと整合するものである。Hoffman (1984) は、原初的な情動共有である「苦痛共感」があり、このボトムアッププロセスと、状況を認知し、それに応じて反応するようなトップダウンプロセスが相互作用して、あわれみや思いやりといった高次の共感が生じるというモデルを提唱している。また、Batson (2009) は苦痛を伴う状況にある他者に自己投影をすることは、他者に対して効果的な援助を施すことの妨げになる場面があると指摘し、思いやりや配慮のような他者志向的な動機は、自己投影により生じる情動を制御することで生まれるという議論を展開している。例えば、医師が過度に患者に自分を重ねることによって、適切な治療ができなくなってしまうことや (Cheng et al., 2007)、親が、自分が抱える問題を子どもに投影することで、子どもが本当に必要とするケアを与えられなくなってしまうことなどが挙げられる。

こうした議論を受けて、Lamm et al. (2007) は痛み共感におけるトップダウンプロセスと高次の共感との関わりを検討した。彼らはfMRIを用いた実験により、他者の苦痛を観察する際に、「写真の人物がどのように感じているかイメージしてください」と他者の視点をとるように教示したときには、「同じ状況であなたならどのように感じるかをイメージしてください」という自己投影を促すような教示をしたときに比べて、思いやりや配慮のような感情が

¹ 男性のみで、非協力の相手に対する共感反応が減衰したという結果が得られている。

より強く現れることを示し、教示によって賦活する脳部位も異なることを示した。

しかしながら、こうした実験によって、相手の視点に立つように促されると、あわれみや思いやりのような他者志向的な感情が高まることが示唆されたものの、自己投影により生じる情動の制御が重要であるとする仮説は直接検証されていない。そこで本研究では、自己投影による自己志向的な共感反応と他者志向的な共感反応の弁別を可能にする実験パラダイムを採用し、直接的に情動反応を測る指標として、自律神経系の生理指標を用いることで、上記の仮説を検討する。

実験パラダイム

これまでの多くの研究では、観察者と感受性が似た相手、なしは感受性が異なることが明示されていない相手に対する共感反応を扱ってきたため、観察者の側に生じた情動反応が自己投影による自己志向的な共感反応であるのか、それとも、他者志向的な共感反応であるのかを弁別することが困難であった。そこで、本研究では、以下のように感受性の異なる他者を設定することで、他者志向的な共感反応が見られるかどうかを検討した。具体的には、【実験1】では、「自分が有する感受性を持たない他者」である全盲者の映像を用い、【実験2】では、「自分が持たない感受性を有する他者」である「光に対して熱さを感じる人物」の映像を用いた。

また、本研究では、自律神経系の情動反応の指標として、交感神経系の活性化による末梢血管の収縮を反映する指尖容積脈波(Blood Volume Pulse:BVP)を用いた。

共感性尺度 (IRI: Interpersonal Reactivity Index)

課題遂行中に生じる情動反応と他者志向的な共感性との関連を検討するために IRI(Davis, 1983)を用いた。

この尺度は Davis によって、共感性が多面的で、複数の次元が相互に作用しあっているという議論に基づき、作成されたものである。具体的には、Hoffman (1984) の議論における「苦痛共感」にあたるような原初的情動共有である個人的苦悩の傾向や、認知的な役割取得、思いやりやあわれみといった他者志向的な共感的配慮の傾向を測定する下位尺度によって構成される。詳細は方法で述べる。

概要

【実験1】では、全盲者に強い光を当てる場面を観た際の参加者の情動反応を測定し、【実験2】では、「皮膚に対し局所的に光線を当てられると、火に触れたような苦痛を感じる」という疾患を持つ患者の手にレーザー光を当てられる場面を観た際の参加者の情動反応を測定した。人々が他者志向的な共感反応を示せるのであれば、全盲者に対しては情動喚起を示さず、皮膚疾患の患者に対しては情動反応を示すと予測される。逆に、自己投影による自己志向的な共感反応を示すのであれば、全盲者の映像では情動喚起を示し、皮膚疾患の患者の映像では情動喚起を示されないと予測される。

加えて、もし Baston(2009)が主張するように、自己投影により生じる情動反応の制御が他者志向的な共感動機に必要であるならば、その制御能力が高い人ほど

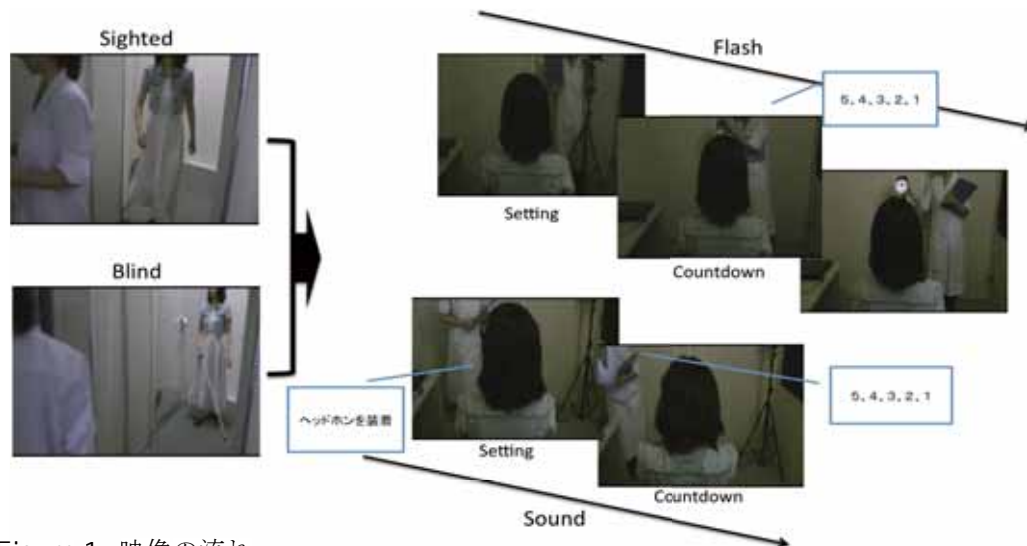


Figure 1. 映像の流れ

IRIにおける他者志向的な共感性配慮の傾向が高いと予測される。

2-1. 実験1：方法

実験参加者 北海道大学の1, 2年生女性 51名²

条件 全盲者(感受性が異なる人物)の映像を観察する Blind 条件(N=25)と、晴眼者(感受性が同一な人物)の映像を観察する Sighted 条件(N=26)を参加者間要因配置で設定した。

課題

対象人物(全盲者 or 晴眼者)が物理刺激を受ける場面の映像を見せ、その間の参加者の生理反応(指尖容積脈波: BVP)を測定した。映像は、ストロボの光を当てられる場面(全盲者は何も感じない状況)と高周波音を聞かされる場面(全盲者も晴眼者も同様にストレスを感じる状況)の2種類を呈示した。

また、共感的な情動反応と共感性尺度得点との関連を検討する際に、参加者自身のストレス刺激に対する感受性の影響を統制するために、映像を見せる前に、参加者に対して映像に出てくる物理刺激(ストロボの光/高周波の音)を与え、その間の生理反応を測定した(直接反応時の生理反応の測定)。

映像の構成

映像は、Figure 1. に示すように、女性の実験者が、女性の実験参加者を実験室に案内する場面から始まる(参加者役の女性はblind条件の映像では全盲者らしく振舞い、Sighted条件の映像では通常と同じように振舞っている)。

この場面で、blind条件の映像の参加者は、白杖で周囲の状況を確認するため、映像を観ている参加者に「目が不自由」な様子が伝わると考えられる。映像の中の実験者及び実験参加者の姿を首から下か背面を映すことで、あまり正面から顔が見えないように撮影し、顔や表情などに余計な注意が向かないよう工夫した。

²観察者が男性である場合、苦痛を受ける相手が男性か女性かで相手の印象に応じて異なる反応を示すという報告がある(Singer et al., 2006)。

一方、女性に関しては全体的に共感しやすいとされるもの(see Baron-Cohen, 2004)、他者の性別の効果は確認されていない。そのため、本研究では、こうした被観察者および観察者の性別の効果を統制するため、映像の人物、参加者ともに女性のみとした。

映像は次のような構成になっている。実験者が実験参加者を部屋に案内し、椅子に座らせる。その後、実験者が正面からストロボの光を当てる/ヘッドホンから音を聞かせることを椅子に座っている実験参加者に伝え、ストロボの位置を調整した後/ヘッドホンを装着させた後、「5つ数えたらストロボを焚きます/音を流します」と言って、口頭でカウントダウンをした直後に物理刺激を与える。また、物理刺激を与えた直後に映像は消えるため、映像の中の人物の刺激に対する反応は映らない。従って、課題中に生じた情動反応が単純に他者の痛みの表出に対して生じたものであるという可能性は排除される。

指尖容積脈波(BVP)

Biopac社製MP150システムをアンプとして用い、Biopac社製の脈拍測定トランスデューサを左手中指の第一関節部分に装着し、測定した。BVPのローデータは2000Hzのサンプリングレートで0.05HzのHigh Passフィルタをかけて抽出された。また、Biopac社のソフトウェアであるacqknowledgeを使って記録されたデータは、同ソフトを用いて波動の振幅を125Hzのサンプリングレートで算出され、分析に用いた。

共感性尺度(IRI)

各7項目ある4つの下位尺度で構成される(全28項目)

- 視点取得(Perspective taking: PT): 日常生活で自発的に他人の心理的立場をとろうとする傾向
- 個人的苦悩(Personal Distress: PD): 他者の苦痛に反応して、自分が苦痛や不快を経験する傾向
- 共感的配慮(Empathic Concern: EC): 不幸な他者に対して同情やあわれみの感情を経験する傾向
- 想像性(Fantasy: FS): 想像上で自分を架空の状況の中に移し込む傾向

2-2. 実験1：結果

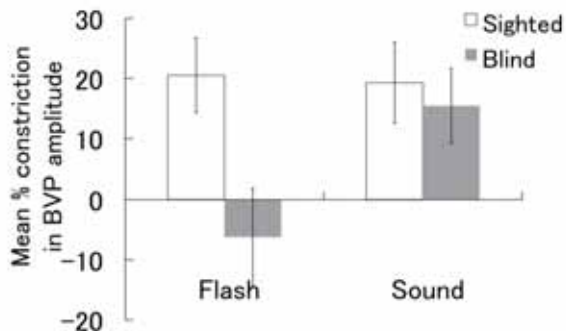


Figure 2. BVP 収縮率 (Mean % constriction in BVP amplitude): 自律神経系のストレス反応の指標であり, 収縮率が高いほど生理的喚起水準が高い。以下の式で算出。{1-反応時 BVP (10 秒間の平均値) / ベースライン時 (安静時) BVP (10 秒間の平均値)} × 100。

分散分析の結果、条件 × 呈示刺激の交互作用効果が有意であり ($F(1, 49) = 5.35, p < .05$)、Sighted 条件では、刺激の種類によらず同様に観察者の生理的喚起水準が高まったのに対し、Blind 条件では、音刺激を受ける場面では生理的喚起が生じたが、光刺激を受ける場面では生理的喚起は殆ど生じなかった (Figure 2.)。この結果から、全体的に見て、人々は相手の感受性に基づいて自己投影を制御できることが示唆された。一方、共感性 (IRI; Davis, 1983) との関連を調べたところ、「共感的配慮 (Empathic Concern)」得点が高い人ほど、全盲者が光を当てられる場面で低い情動的喚起水準を示した (Table 1.)。この結果から、自己投影の制御には個人差があり、共感的配慮が高い人は相対的に、自己志向的な情動反応を制御できていたことが示唆された。

Table 1. Blind 条件において光刺激を受ける対象人物 (全盲者) を観察した際の BVP 収縮率と共感性尺度得点とのスピアマンの偏相関係数 (直接反応時の BVP 収縮率を共変量とする)。

	BVP	PT	EC	PD	FS
Physiological arousal (BVP)	-				
Perspective taking (PT)	.03	-			
Empathic Concern (EC)	-.43*	.17	-		
Personal Distress (PD)	.19	-.08	.11	-	
Fantasy (FS)	-.40*	.00	.41*	.06	-

N = 25. $p^{\dagger} < .10$. $p^* < .05$

3-1. 実験2：方法

実験参加者 北海道大学学部 2, 3 年生女性 50 名

条件 「皮膚に対し局所的に光線を当てられると、火に触れたような苦痛を感じる」という疾患をもつ患者の映像を観察する Abnormal 条件 (N=25) と、感受性の違いを教示しない Normal 条件 (N=25) を参加者間要因配置で設定した。

課題

実験1と同様、対象人物 (Normal or Abnormal) が物理刺激を受ける映像を観察している際の被験者の BVP を測定した。映像は、手の甲にレーザーポインタの光を当てられる場面 (Abnormal だと熱さを感じるが、Normal だと何も感じない状況) と熱いガラス棒を当てられる場面 (Normal でも Abnormal でも熱さを感じる状況) の 2 種類を呈示した。映像の流れは実験1と同様で、映像の中の実験者がカウントダウンした後に、映像の中の対象人物に刺激を与えるという流れであった。また、その際の対象人物の情動反応は映像には映らないよう工夫されていた。

心理尺度

実験1と同様に、参加者には IRI に回答してもらった。加えて、探索的に「社会的状況において、状況に合った適切な自己呈示を行う能力」を測定する尺度であるときれるセルフモニタリング尺度 (Lennox & Wolfe, 1984) を追加した。

3-2. 実験2：結果

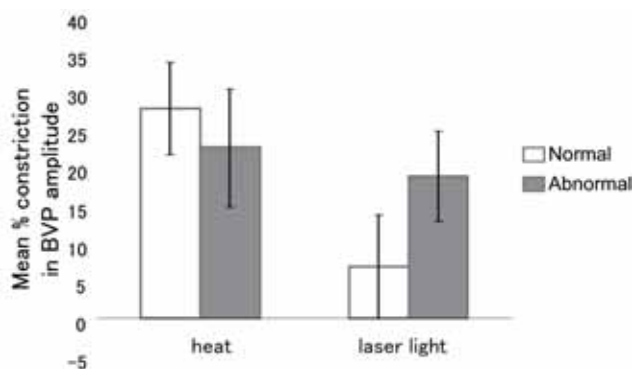


Figure 3. BVP 収縮率 (Mean % constriction in BVP amplitude): 実験1と同様に算出。

分析の結果、条件×呈示刺激の交互作用効果が有意傾向であり($F(1, 48) = 3.40, p = .07$)、Normal 条件では、対象人物が手にレーザー光を当てられる場面では生理的喚起水準が低かったが、Abnormal 条件では、どちらの場面でも同程度に生理的喚起が生じていた (Figure 3.)。このことから、「自分が持たない感受性を有する他者」に対しても、相手の感受性に合わせた情動の喚起が生じることが示唆された。

一方、実験1と同様に、「自分と感受性の異なる他者への共感反応」、つまり、Abnormal 条件におけるレーザー光に対する情動反応と心理尺度得点との偏相関係数を調べたところ、実験1で確認された共感的配慮項目との相関はなく (partial. $r = .03, p = n.s.$)、他の IRI の下位尺度との間にも相関はなかった(全て $p = n.s.$)。セルフモニタリング尺度との偏相関が有意傾向であり (partial. $r = .39^*$)、セルフモニタリング傾向が高い人ほど相手に合わせた情動喚起ができることが示唆された。

4. 考察

全体的な結果としては、【実験1】においても、【実験2】においても、参加者は映像の中の対象人物の感受性に基いて、他者志向的な情動反応を示した。このことから、我々は、自分とは異なる感受性を持つ他者に対してもある程度適切な共感反応を示す能力をもつことが示唆された。また、【実験1】では、「自分が有する感受性を持たない他者」である全盲者が強い光を受ける場面で、情動反応を生じさせなかった参加者、つまり自己投影による情動を抑制した参加者ほど IRI において他者志向的な共感的配慮の傾向が高いことが示された。この結果は、Hoffman (1984) や Batson (2009) による、原初的な情動共有のコントロールが思いやりやあわれみといった高次の共感に必要であるとする主張を支持する結果である。

なお、Singer(2004)では、島(insula)や帯状皮質(cingulate cortex)などの情動的回路(pain matrix)の賦活の程度と IRI の共感的配慮との相関が報告され、「苦痛の共有」が共感的配慮に関連することを示唆する結果が得られており、実験1における、相手の感受性に基いて「苦痛の共有」を抑制することが、共感的配慮に関連することを示す結果と一見矛盾す

るように見える。しかしながら、これは相反する結果ではなく、むしろ Hoffman (1984)の多元的共感説、つまり、「苦痛の共有」とそれを状況に応じてコントロールするトップダウン処理の両方が共感的配慮を引き起こすのに重要であるとする説をどちらの見も支持している。しかし、この説を検証するためには、神経科学の手法と行動実験を組み合わせることで、これらの相互作用のプロセスをより詳しく検証していくことが求められるだろう。

一方、【実験2】においては、感受性が異なる他者の苦痛を観た際の他者志向的な情動喚起は、IRI の共感性傾向とは相関しなかった。このことから、【実験2】において観察された、「自分が感じない刺激に対して共感する」という促進方向の制御は、【実験1】において観察された抑制方向の制御と異なる機序によって達成されているという可能性が考えられる。また、探索的に加えたセルフモニタリング尺度と弱い関連が見られたことから、「痛み」共感における促進方向の制御は、あわれみや思いやりの反映というよりも、社会的に望ましい情動反応を、状況に合わせてうまく生起できるという「社会性」のような能力の反映であるのかも知れない。

本研究では、常に自分の感受性に合わせた自己投影をするのではなく、ある程度相手に合わせた共感反応が、末梢系の生理反応のレベルで可能であることを示すことができた。これは、「痛み」共感が思いやりのような高次の共感に至るメカニズムの一端を明らかにする上で重要な知見を提供するだろう。また、感覚を共有できない他者に対しても、情動的なレベルで共感する能力を持つことを示唆する本研究は、格差や多様な価値観が存在する中で他者の不遇をどのように共有できるかという社会科学の中核となる「社会的公正」の問題にも大きな含意をもつだろう。

引用文献

- [1] Baron-Cohen, S. (2004) *The Essential Difference: Men, Women and the Extreme Male Brain*. Penguin Books.
- [2] Batson, C. D. (2009) "These Things Called Empathy: Eight Related but Distinct

- Phenomena." In Decety, J. & Ickes, W. (Eds.), *The Social Neuroscience of Empathy* (pp3-15). Cambridge, MA: MIT Press. **29(26)**, 8525-8529.
- [3] Cheng, Y., Lin, C. P., Liu, H. L., Hsu, Y. Y., Lim, K. E., Hung, D., & Decety, J. (2007). "Expertise Modulates the Perception of Pain in Others." *Current Biology*, **17**, 1708-1713.
- [4] Davis, M. H. (1983). "Measuring Individual Differences in Empathy: Evidence for a Multidimensional Approach." *Journal of Personality and Social Psychology*, **44**, 113-126.
- [5] Hoffman, M. L. (1984). "Interaction of Affect and Cognition in Empathy." In C. E. Izard, J. Kagan, & R. B. Zajonc (Eds.), *Emotions, cognition, and behavior*, pp. 103-131. Cambridge: Cambridge University Press.
- [6] Lamm, C., Batson, C. D. & Decety, J. (2007). "The Neural Substrate of Human Empathy: Effect of Perspective-taking and Cognitive Appraisal." *Journal of Cognitive Neuroscience*, **19-1**, 42-58.
- [7] Lennox, R. D., & Wolfe, R. N. (1984). "Revision of the Self-Monitoring Scale." *Journal of Personality and Social Psychology*, **46**, 1349-1364.
- [8] Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). "Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain." *Science*. **303**, 1157-62.
- [9] Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Stephan, K. E., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2006). "Empathic Neural Responses are Modulated by the Perceived Fairness of Others." *Nature*. **439**, 466-469.
- [10] Xu, X., Zuo, X., Wang, X., & Han, S. (2009). "Do You Feel My Pain? Racial Group Membership Modulates Empathic Neural Responses." *The Journal of Neuroscience*.

星新一のようなショートショートをコンピュータに創作させる試み

An attempt at automatic composition of “Shin-ichi Hoshi”- like short short stories

松原 仁*, 中島 秀之*, 佐藤 理史**, 赤石 美奈***, 角 薫*, 迎山 和司*,
村井 源****, 大塚 裕子*, 平田 圭二*, 瀬名 秀明*****

Hitoshi Matsubara, Hideyuki Nakashima, Satoshi Sato, Mina Akaishi, Kaoru Sumi,
Kazushi Mukaiyama, Hajime Murai, Yuko Otsuka, Keiji Hirata and Hideaki Sena

*公立はこだて未来大学, **名古屋大学, ***法政大学, ****東京工業大学, *****作家
Future University Hakodate, Nagoya University, Hosei University, Tokyo Institute of Technology, Writer
matsubar@fun.ac.jp

Abstract

This paper describes our project on automatic composition of “Shin-ichi Hoshi”-like short short stories. The project is called “Kimagure Artificial Intelligence Project – I am a writer”.

Keywords —narrative, entertainment, emotion

1. はじめに

われわれはコンピュータに星新一のようなショートショートを創作させるプロジェクトを開始した。このプロジェクトの名称は「きまぐれ人工知能プロジェクト 作家ですよ」である。このプロジェクトの目標はいわば工学的に小説をコンピュータに自動生成させることであるが、その開発の過程で作家の創作過程に関する知見が得られることを期待している。本稿ではこのプロジェクトの認知科学的な側面について述べる。

2. 星新一のようなショートショート

ここではショートショート（厳密な定義はないが、おおむね8000字以内の小説）をコンピュータに創作させることを目標とする。参考にすべき作家として星新一を選び、彼のような作品を作ることを目指す。星新一を選んだ理由は、

- (1) 1000作以上の高水準のショートショートを書いていてデータが多いこと。
- (2) いわゆる落ちがある作品で物語の構造が明確であること。
- (3) 星新一自身が自分の創作方法について多くのコメントをしていること（たとえば[1]）。

(4) 著作権継承者から作品の電子ファイルの提供を含めて協力が得られること。

(5) 星新一の作品の物語構造に関する研究（たとえば[2]）が存在してその結果が利用できること。

(6) 多くのファンや評論家が存在して作品の特徴に関する知見が得られると期待されること。

などの理由による。星新一は過去の作品を検討していままでにないパターンを検索することに創作のヒントがあると書いている[1]。そうであればコンピュータはランダム探索が得意なので、新しいパターンを見つける可能性があるのではないかと考える（人間はランダム探索が苦手な傾向が出やすい）。長編の小説の創作は今のコンピュータにとっては不可能と思われるが、ショートショートは新しいアイデアを思いつくことにポイントがあり、それであればコンピュータにも挑戦できると考える。

プロジェクトは開始したばかりであるが、最終的な目標は、人間に一定の評価をしてもらえ星新一のようなショートショートをコンピュータに創作させることである。一定の評価とはブラインド（コンピュータが創作したことを伏せてペンネームで人間が創作したように装う）で文学賞に応募して入選など高い評価を受ける、などを想定している。

本研究には以下のような意義があると考えている。

- (1) 従来コンピュータにとってむずかしいとされている感性を、限定的にでもコンピ

ュータが扱えることを示す。人工知能研究の可能性を広げる。

- (2) 将来的に人間を楽しませるエンタテインメントコンテンツ（本研究の場合はショートショート）をコンピュータが創作して（人間の作家に代わって）提供できる可能性を示す。
- (3) 人間の作家（今回の場合は星新一）がどのようにして作品を創作しているのかについて知見を得ることができる。

ここでは特に（3）に注目する。

3. ショートショートの創作

星新一の弟子である江坂遊が書いた本に星新一の創作方法がかなり具体的に記述されている[3, 4]。この本によれば、星新一を含む作家は以下のようにショートショートを創作する場合があるとのことである。

(1) 過去のショートショートに出てくる単語を装飾語と単語（たとえば「呼びかける」と「こだま」）のようにペアにして並べる。

(2) その表を適当にずらすなどの操作をして新しい組み合わせを求めてその組み合わせが面白い/newしいかをチェックする。

(3) 面白く新しい組み合わせが見つかったらそのペアを元にショートショートを書く。

これはまだコンピュータに実装するには抽象度が高すぎるが、ショートショートの自動生成のヒントになると考えている。

コンピュータに芸術作品を創作させることは認知科学にとって興味深いテーマである。「コンピュータは命令されたことしかできないので創造性は持てない」という言明がある。「コンピュータは命令されたことしかできない」のは事実であるが、だからといって「創造性を持てない」とは言えない。かつて「コンピュータは直感を持たないので人間のようにチェスが強くない」という言明があった。原理的に持てないかどうかはともかくいまだに「コンピュータは直感を持たない」が、チェスは人間よりも強くなった。創造性も何らか

のアルゴリズムによって実現されているはずというのがわれわれの仮説である。すなわち、決められたことしかできないコンピュータにもショートショートの新作を創造できると考えている。

これまで音楽、絵画、俳句、和歌、パズルなどいくつかの芸術においてはコンピュータに作品を創作させる研究が進められている（パズルもいい作品は芸術性を有すると思われる）。しかし散文をコンピュータに創作させる研究は芸術の中でもむずかしく最近始まったばかりである。

小説の書き方やストーリーの作り方についてさまざまな議論がなされている（たとえば[5, 6]）が、作家がどのような過程で作品を創作しているかについて具体的なモデルは存在しない。この研究は星新一の創作モデルの提案につながると期待している。このような実験を通じて小説の創作に関する新たな知見が得られる可能性がある。

4. おわりに

作家を目指す人間がそうであるようにコンピュータも星新一の真似から出発して最終的にはオリジナルの作品を創作することが望まれるが、まずは星新一を真似したショートショートの創作を目指す。

協力 星ライブラリ／新潮社

参考文献

- [1] 星新一：できそこない博物館，新潮文庫，1985.
- [2] 佐藤千恵他：星新一ショートショート文学の物語パターン抽出，情報知識学会，vol. 20，no. 2，pp. 123-128，2010.
- [3] 江坂遊：小さな物語のつくり方 ショートショート創作技術塾・星派道場，樹立社，2011.
- [4] 江坂遊：小さな物語のつくり方 2，樹立社，2013.
- [5] ディーン・クーンツ著，大出健訳：ベストセラー小説の書き方，朝日文庫，1996.
- [6] 大塚英志：ストーリーメーカー，アスキー新書，2008.

表情が視線手がかりによる視覚的注意に与える影響

The Effect of Fearful Expressions on Attention Overt Orienting with the Gaze-cueing Paradigm

松中玲子^{1,2}, 開一夫^{1,2}
Reiko Matsunaka, Kazuo Hiraki

1. 東京大学, 2. 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
The University of Tokyo, CREST
matsunaka@arbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Fast attentional orienting toward threat-related stimuli is adaptive response. In the present study, we investigated the effect of fearful expressions on overt orienting with the gaze-cueing paradigm among adult participants. Emotional expression (Neutral and Fearful) and Stimulus Onset Asynchrony (SOA: 300 ms and 1000 ms) were manipulated. At only SOA 300 ms condition, we found the effects of gaze congruency (i.e., faster orienting when the target was gazed at) and fearful expressions (i.e., faster orienting when the expression was fearful). The results suggest that the information of gaze direction and fearful expression independently influence on overt orienting response, and the influence is short lived.

Keywords – Fearful Expressions, Overt Orienting, Gaze-cueing Paradigm, Attention Orienting

1. はじめに

他者の表情や視線の向きは、その背後にある他者の心的状態を読み取り、円滑なコミュニケーションを行うための重要な情報源である。視線の先を追うことで、他者が関心を向けている対象を知ることができ、また表情を観察することで、その対象へどのような感情を抱いているかについても推測することができる。

ヒトが他者の視線の方向へ注意を定位しやすいことは、視線手がかり法 (gaze-cueing paradigm) を用

いた多くの研究により示されており、成人においても [1]、乳児においても [2]、視線が向けられていた方向へ出現したターゲットを、視線が向けられていた方向の逆側へ出現したターゲットより、早く検出できるとの結果が得られている。さらに、成人においては、視線手がかり法における表情の影響についても検討が行われている。結果の傾向は一致したものではなく、表情による影響が見られなかったことを報告している研究や [3]、恐怖表情による視線手がかり効果の促進が見られたことを報告している研究が存在する [4]。しかしながら、それらの研究は、ボタン押しによる反応時間を指標としたものがほとんどである。そのため、視線手がかり法における表情の影響を発達的に検討する際、主にサッケード反応を指標とする乳幼児らを対象とした研究のデータと、直接比較を行うことが困難であるという問題点がある。

そこで本研究は、成人を対象に、視線計測器を使い、視線手がかり法における表情の影響について、サッケード反応を指標として検討することを目的とする。

2. 方法

参加者 成人 13 名 (平均年齢 = 24.2 歳, SD = 5.6 歳; 男性 8 名, 女性 5 名) が実験に参加した。

装置 非接触型視線計測装置 (TX300, Tobii Technology) を用いて視線を計測した。サンプリン

グレートは300Hzであり、刺激は備え付けの23インチ液晶モニタ（解像度：1920×1080ピクセル）に呈示された。参加者は約65cm離れた位置よりモニタを見た。

刺激 刺激はすべてグレースケールで呈示された。

顔刺激：視線が正面を向いている女性2名の中立顔（Neutral）および恐怖顔（Fearful）（DB99, ATR-Promotions）、および、それらの顔について、視線を右または左へ向けたものを Adobe Photoshop により作成した。視野角は、5.1°（W）×7.5°（H）であった。

ターゲット刺激：市松模様の長方形を用いた。視野角は、1.7°（W）×2.9°（H）であり、中心から8.8°離れた位置に呈示された。

手続き 5点のキャリブレーションを取り、実験を開始した。1試行の流れは、図1に示されている。注視点が中央に1000ms呈示され、その後、cueとなる顔刺激が300msまたは1000ms間呈示された。その後、顔刺激が呈示されたまま、ターゲットが800ms間左右いずれかに呈示され、200ms間の空白の後、次の試行が開始された。参加者はターゲットが現れたら、そちらを出来る限り正確に見るように教示された。

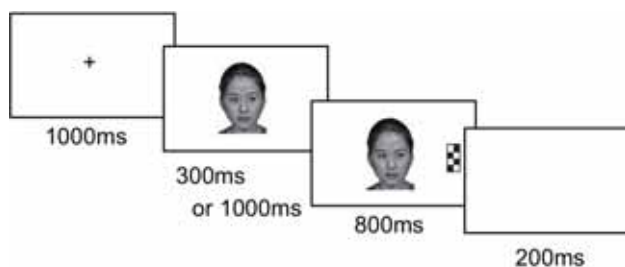


図1. 1試行の流れ

実験デザインとして、(a) 顔が呈示されてからターゲットが現れるまでの時間（Stimulus Onset Asynchrony: SOA; 300ms, 1000ms）、(b) 表情（Neutral, Fearful）、(c) 視線方向とターゲット出現位置の一致性（congruent, incongruent, straight-gaze）の3要因を設定した。1ブロックは48試行とし、各SOAについて6ブロックずつ、合計12ブロック行った。表情、視線方向、ターゲットの出現位置は、完全にランダ

ムであった。

またデータの精度を維持するため、3ブロック毎にキャリブレーションを行った。

指標 視線計測器より得られた座標値からサッケードの開始を判定し、サッケード反応時間（Saccadic Reaction Time; SRT）を指標として用いた。SRTは、サッケードを開始した時刻からターゲットが呈示された時刻を引くことで求めた。

3. 結果

3要因 [SOA (300ms, 1000ms) × 表情 (Neutral, Fearful) × 一致性 (congruent, incongruent, straight-gaze)] の被験者内分散分析を行った。その結果、一致性の主効果が有意であった、 $F(2,24) = 5.78, p < 0.01$ 。下位検定の結果、congruent条件（172.4ms）は、incongruent条件（178.2ms）およびstraight-gaze条件（178.5ms）より有意にSRTが短かった。また、SOAの主効果も有意であり、 $F(1,12) = 8.28, p < 0.05$ 、SOA1000ms条件（169.9ms）の方がSOA300ms条件（182.8ms）より、SRTが短かった。さらに、3要因の交互作用が有意であった、 $F(2,24) = 4.32, p < 0.05$ 。

そこで、より詳細に検討するため、各SOA条件について、2要因 [表情 (Neutral, Fearful) × 一致性 (congruent, incongruent, straight-gaze)] の被験者内分散分析を行った。

SOA300ms条件 検定の結果、一致性の主効果が有意であった、 $F(2,24) = 4.54, p < 0.05$ 。下位検定の結果、congruent条件（178.0ms）は、incongruent条件（185.7ms）およびstraight-gaze条件（184.9ms）より有意にSRTが短かった。さらに、交互作用が有意であった、 $F(2,24) = 5.87, p < 0.01$ 。下位検定の結果、congruent条件およびincongruent条件において、Fearful表情条件の方がNeutral表情条件より、SRTが有意に短かった。またFearful表情条件においてのみ、congruent条件の方がstraight-gaze条件よりSRTが有意に短かった（図2）。

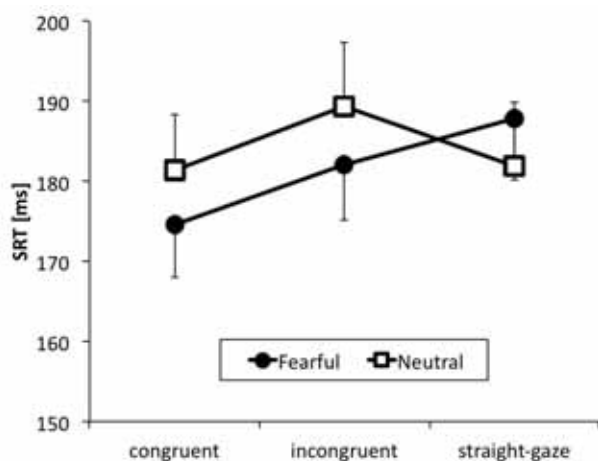


図 2. SOA300ms 条件における平均 SRT (bar = SE)

SOA1000ms 条件 検定の結果、主効果および交互作用のいずれも有意ではなかった、 $p > 0.10$ (図 3)。

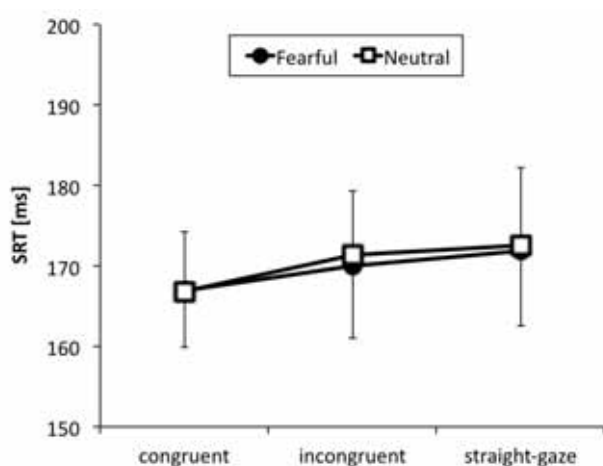


図 3. SOA1000ms 条件における平均 SRT (bar = SE)

4. まとめと考察

本研究は、成人を対象に、SRT を指標として、視線手がかり法における恐怖表情の影響について検討を行い、主に、以下の 2 つの結果を得た。

- (1) SOA300ms 条件においてのみ、視線の手がかりとしての効果が見られた (congruent < incongruent)。
- (2) SOA300ms 条件において、視線が右または左へ逸れていた場合に限り、視線とターゲット出現位置の一致・不一致に関わらず、表情の影響が見られた (Fearful < Neutral)。

先行研究において、視線による手がかり効果は長い SOA (e.g. 1000ms 以上) においても見られることが

報告されているが[1]、本研究では、SOA300ms 条件においてのみ、視線の手がかりとしての効果が見られた。この結果は、SRT を指標とした、注意を移動させる際に眼球運動を伴う「顕在的注意」(Overt Attention) による定位反応と、ボタン押しにおける RT を指標とするような、必ずしも注意の移動に眼球運動を伴う必要のない「潜在的注意」(Covert Attention) による定位反応では、視線の手がかりとしての効果が持続する時間的特性に違いがある可能性を示唆している。

また、Fearful 表情が呈示された際に SRT が短くなるという表情の影響が見られたが、この影響も SOA300ms 条件に限られたものであった。Fearful 表情が呈示された場合、Neutral 表情呈示時と比べ、早くターゲットが検出されるという傾向は、先行研究と一致しているが[4]、SOA1000ms 条件では表情の影響が見られなかったことから、顕在的注意定位反応において、表情の影響は長く持続しない可能性が考えられる。このことは、恐怖顔に対する定位反応において、顕在的注意への影響は呈示時間が短い場合 (e.g. 20 ms) でのみ見られ、潜在的注意への影響は呈示時間が長い場合 (e.g. 100 ms) に見られたとの先行研究の知見と似た傾向を示している[5]。これらの時間的特性の違いについては、サッケードの開始に関わる上丘や恐怖表情の処理と関わりがあるとされる扁桃体などを含む、皮質下の経路による処理との関連が考えられる。

本研究において、サッケード反応とボタン押し反応による RT の直接比較は行っていないが、それぞれの反応において、視線手がかり法における表情の影響は、異なる時間的特性を示す可能性が示唆された。今後はこの知見を元に、乳幼児におけるデータとの比較を行うことで、視線手がかり法における表情の影響について、発達の観点より検討を行いたい。

謝辞

本研究は JST,CREST, JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Driver et al. (1999) "Gaze Perception Triggers Reflexive Visuospatial Orienting." *Visual Cognition*, Vol. 6, pp. 509-540.
- [2] Hood et al. (1998) "Adult's Eyes Trigger Shifts of Visual Attention in Human Infants." *Psychological Science*, Vol. 9, pp. 131-134.
- [3] Hietanen & Leppänen (2003) "Does Facial Expression Affect Attention Orienting by Gaze Direction Cues?" *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 29, pp. 1228-1243.
- [4] Graham et al. (2010) "Modulation of reflexive orienting to gaze direction by facial expressions." *Visual Cognition*, Vol. 18, pp. 331-368.
- [5] Bannerman et al. (2010) "Attentional bias to brief threat-related faces revealed by saccadic eye movements." *Emotion*, Vol. 10, pp. 733-738

何が記述してあればテキストの示している対象物がわかるのか What sort of information is effective for object identification?

保田 祥[†], 浅原 正幸[†], 前川 喜久雄[†]
Sachi Yasuda, Masayuki Asahara, Kikuo Maekawa

[†]国立国語研究所

National Institute for Japanese Language and Linguistics
yasuda-s@ninjal.ac.jp

Abstract

To determine what sort of information helps to identify an object, we extracted the word glosses of 200 animals from 10 different Japanese dictionaries and classified the gloss texts according to 5 description types: *Category*, *Appearance*, *Behaviour*, *Relation to people*, and *Others*. Then, we performed an experiment in which the task was to identify 20 animals' names using only word gloss texts and evaluated which description type was effective for the identification. The results showed that the participant could identify only half the animal species using the published dictionaries. An analysis of the results on the basis of the 5 description types showed that *Relation to people* and *Others* (frame knowledge) were effective for object identification to evoke personal experiences. We also found that the description of the differences was important for all description types.

Keywords —Encyclopedic knowledge, Dictionary, Reference, Semantic feature, Cognitive Linguistics

1. はじめに

テキストから対象物を同定するためには、何が記述されていることが必要なのか。我々はテキストの記述のあり方を検討するために、事典や辞書といった対象物の説明を目的とする語釈文を用いて様々な研究を過去におこなってきた。

まず、対象物名を伏せて動物事典の形態情報についての精緻な説明文を被験者に提示し、動物の描画再現させる実験を行い事典の語釈の記述内容の妥当性を検証した。結果、図1のように対象物が正しく描かれる例は少なかった (Yasuda, et.al., 2012a)。図1の下段図のように説明文を忠実に再現したと考えられる例は稀であり、事典の形態情報についての精緻な記述内容が対象物を描画するためには適さないことが示唆された。

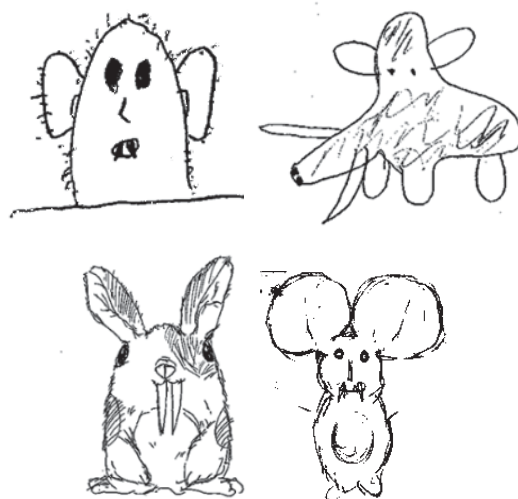


図1 動物事典に記載された兎の「形態」情報からの再現描画例 (Yasuda, et. al., 2012a¹)

次に、動物事典の形態情報についての精緻な記述の代わりに、国語辞書の形態情報についてより簡潔な記述を提示し同様の実験をおこなった。図2のように正しく対象物が描かれる例が依然として少ないことがわかった²。



図2 国語辞書10種に記載のあった熊の「形態」情報からの再現描画例

¹ 実験協力者は大学生41名であった。

² 本稿「4. 実験」の材料と実験協力者で実施した実験結果の一部である。国語辞書10種に記載されていた「形態」情報全てを提示し、描画再現を依頼した。

描画からは概念知識が得られると言われ (e.g., Forbus, et al., 2011)、何かが描画された際、対象物の概念知識に関する特徴が得られることが期待される。しかし、描画するにあたっては、そもそも何を描画しようとしているのかを解している必要があろう。

上記二つの実験では、形態情報の記述の精緻・簡潔の差異が対象物の正しい描画に結びつかないことがわかった。この結果から、形態情報の記述のみからは、テキストで説明された動物が何であるのか、対象物が同定できないことによる可能性があると考えられる。

一方、事典・辞書の記述には形態情報以外の要素も含まれている。動物の語積には、分類、生態、人間との関係をはじめ、フレーム知識なども含まれている。

本研究では、対象物の説明が適度に簡潔に記述されている国語辞書の語積から、対象物がどの程度同定できるのか、また、語積のどのような記述がテキストの示す対象物の同定に寄与するのかを被験者実験により調査する。実験結果を考察することで表題のリサーチクエスチョンに対し一定の解を与えるとともに、副次的に国語辞書の記述の妥当性についても議論する。

2. 関連研究と本研究

本節では対象物の同定に必要なテキストの記述内容のあり方についての過去の研究について紹介し、本研究との関連について述べる。

これまで、Fillmore & Atkins (1994) が、複数の辞書の記述で解釈できない用例がコーパスに見つかることを示すなど、語積の記述内容はコーパスと辞書との差や複数辞書の対照によって示されてきた。しかし、COBUILD (1987~, Sinclair, 1991, 1992) のように辞書の語積がコーパス中の用例頻度に基づくとして、はたして現実に即した適切なものとなるかという問題は残存する。たとえば、コーパスに現れる身体部位表現の頻度が、現実的な身体部位と均衡しているのではないからである (Yasuda, et.al., 2012b)。コーパス世界と現実世界

との間には乖離があり、大規模テキストコーパスをもってしても、テキストに記述されない何かがあることが考えられる。

それでは、一般的に意味特徴として考えられている要素があれば、対象物を得ることができるのであろうか。McRae ら (2005) の、541 の具体名詞について、意味特徴をそれぞれ 30 名の実験協力者から得たデータがある。しかし、ある種目の鳥の意味特徴として得られた要素が、「鳥・飛ぶ・鳴く・嘴を持つ・羽がある・翼がある (ナイチンゲールの例)」であるように、上位カテゴリーの「鳥」としてごく一般的な要素のみということもある。一般的に意味特徴とされる要素のみが、対象物の説明として用いるに適切とも言えまい。

また、國廣 (1997) や Wierzbicka (1985) などの意味記述の試みがあるが、対象物の説明に必要な要素や項目が明らかであるのか、記述された情報が適切かという客観的な評価はされていない。

これらの既存の研究において、個別の辞書や特定の語の意味記述の対照はおこなわれているが、対象物を説明するという点において、語積に何が適切で、既存の記述に過不足があるとすればそれが何であるのかは不明確である。

本研究は、まず、既存の国語辞書 10 種類の語積を用い、一般的な辞書語積における記述内容の調査をおこなうため、対象物の語積を分類し、語積の記述量と単語親密度 (天野・近藤, 1999) の関係を調査した (3. 調査)。

次に、既存の国語辞書の語積が対象物の説明として妥当かを調べるため、既存の国語辞書の語積を用い、語積から対象物への同定実験をおこなった (4. 実験)。

語積の統計調査と被験者実験によって、テキストから対象物を同定する (読み取る) ために必要な記述とはどのようなものであるか、客観的な指標を用いて明らかにする。

3. 調査

本節では、国語辞書の語積の記述量と記述内容の評価をおこなう。以下、調査方法と結果について

て示す。

3.1. 調査方法と材料

10 種類の国語辞書から 200 種の動物を抽出し、語釈の分類と記述内容の調査をおこなった。

調査対象とする名詞の選定にあたっては、後続の実験を考慮し、具体・抽象等の各種名詞を用いたパイロット調査をおこなった。結果、静物の大部分は道具であり、ほぼ用途（人間との関係）のみが語釈となるため、記述されている要素が少なく、また、植物・現象は専門的な語が多いため、語釈においても専門知識が要求される。抽象名詞についても同様である。そのため、用途のほか、外観特徴や動作などの各種の要素が記述されやすいのは動物であることから、本研究では動物のみを対象とした。なお、調査対象の動物についての知識が、専門的であるのか一般的であるのかを確かめるためには、単語親密度を用いる。単語親密度は、語を複数の被験者に見せたり聞かせたりして得たなじみの程度についての回答 (min:1・max:7) を平均した指標である（前掲）。

したがって、単語親密度が付与された動物名（新明解国語辞典の見出し語）200 種につき、10 種類の辞書の語釈記述を抽出した。使用した辞書は、現代語の国語辞典（6 万～9 万語）を主とし、中型（大辞林）と小型（デイリー）を各 1 種類含めた。内訳は表 1 の通りである。

表 1 本研究で使用した国語辞書 10 種

三省堂国語辞典	新明解国語辞典	岩波国語辞典	明鏡国語辞典	新選国語辞典
三省堂	三省堂	岩波書店	大修館書店	小学館
5 版	6 版	5 版	初版	7 版
76,000 語	75,000 語	62,000 語	70,000 語	83,000 語
集英社国語辞典	角川国語辞典	新潮現代国語	大辞林	デイリー国語辞典
集英社	角川書店	新潮社	三省堂	三省堂
2 版	新版	2 版	Web 更新版	3 版
92,000 語	75,000 語	79,000 語	260,000 語	70,000 語

200 種類の動物の抽出にあたっては、以下の基準によった。

- ・ 下位種など、辞書により掲載有無に差異が大きな語は抽出しない。

例) セントバーナード・ダックスフントなど

- ・ 音声と文字で単語親密度の差が 1 以下の動物（鳥類・昆虫を含む）に限定して抽出する。音声と文字、あるいは表記差が大きいと予想される語は、テキストを用いた実験調査での影響可能性が考えられるためである。

例) 蝦蛄：文字は 1.469・音声は 5.625

栗鼠：文字は 2.094・音声は 5.844 など

- ・ 辞書語釈が訳語や別称などのみの記述の語については、単語親密度が得られる語であっても用いない。

例) タイガー：語釈は「トラ。」のみ

せいご：語釈は「スズキの幼魚。」のみ

- ・ 派生関係の不明な語は用いない。

例) なまけもの：一義は「いつも怠ける人。」

但し、派生関係が動物から派生した多義であると明確な記述のある場合（犬が転じて「スパイ」など）や、別義と明らかな場合（ナイチンゲールは鳥と固有名詞で別項目となっている辞書もある）は除外しない。

また、辞書の編集方針や語数などにより、辞書ごとの語釈の記述量が異なる。動物によっては、小型辞書（e.g., デイリーコンサイズ）では種目などの記述に限定されるが、中型辞書（e.g., 大辞林）は百科事典的であり記述が多いなどの差もある。同辞書内であっても、語によって著者が異なるなどの理由もあり、記述量が異なってくる。よって、対象とする動物の語釈（国語辞書 10 種類）のうち、5 種類以上の国語辞書に記述のあった内容を、本研究における語釈として扱うこととした。記述量の算定は、200 種類の動物について、それぞれ 10 種類分の辞書の語釈を形態素解析³した結果から、使用されていた自立語数を得た。なお、5 種類以上に記述されていた内容の選出については、各語釈内で同内容として用いられている語を手で分

³ MeCab 0.993+UniDic2.1.0 を用いた。

類・加算した結果、語数が5以上となった語とした。

語釈の記述内容は、Wierzbicka (1985) の"CATS AND DOGS"⁴に準じて分類し、「分類」・「形態(外観)」・「生態(分布情報を含む)」・「人間との関係」・「その他(フレーム知識・例示・呼称などを含む)」の5種類に分類した。

3.2. 結果

国語辞書10冊の動物の語釈のうち、5種類以上に記述のあった内容について、記述量と記述内容は以下の通りであった。

3.2.1. 国語辞書語釈の記述量

国語辞書における語釈の記述量を定量的に評価するため、単語親密度との関係で確かめた。

単語親密度が高い場合には辞書の使用者がある程度の知識を有しているという前提で記述量が減少し、低い場合には知識がないだろうという前提により、記述量が増加する可能性が考えられるためである。しかし、単語親密度に対する各々の動物の語釈記述における国語辞書10種類の文字数合計(相関係数は0.37)と分類毎に5種類以上に記述のあった要素数(相関係数は0.08)ともに、強い相関は見られなかった。

McRaeら(2005)が30名の実験協力者から名詞の意味特徴を得るにあたって、各語についての「Familiarity (Min:1・Max:9)」を確認している。単語親密度に類していると考えられるが、動物(139⁵/541)の特徴数とFamiliarityに相関があるとはいえない(相関係数は0.2)。対象物の知識と記述量が関係しているのではなからう。

なお、図3では、分類毎の記述されていた要素の量(割合)の平均と、記述があった場合の記述

量(割合)の平均を示した。記述量では、「形態」情報が多くわかる。

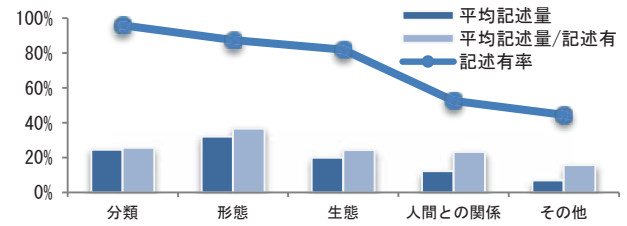


図3 動物200種類の辞書語釈記述

3.2.2. 国語辞書語釈の記述内容

動物毎に、どのような記述要素がどの程度記述されていたかを確かめた(図3の折れ線参照)。

「アトリ科」「イヌ科」のような種目などの「分類」はほぼ必ず記述されており(96%)、記述されないのは、例外的に個別の動物名の総称である旨や、別称である旨が記述されている場合のみである。また、同じ動物であっても、「スズメ目」「カエデチョウ科」「キンバラ属」のように、分類カテゴリーが10種類で統一されていないため、5種類以上とならなかった場合がある。

以下、順に、外観的な特徴説明である「形態」が88%、「托卵する」といった性質や「池に住む(「アジアに分布」のような分布情報を含む)」「跳ねる」のような動作に関する「生態」が82%、「食用」「毛織物の原料」のような用途や、「食害」「家畜を害する」のような被害などの「人間との関係」が53%、「天然記念物」「日本では絶滅した」のようなフレーム知識などの「その他」が45%、という割合で記述された要素があった。

しかし、語釈で記述されている要素と単語親密度との関連性も一概にはいえない。

「形態」については、「うさぎ」(親密度6.5)のように全種類の辞書で「長い耳」が記述されている例もあるが、「犬」(同6.5)のように、どの辞書でも一切外観の記述がない例もある。同様に、単語親密度の低い動物では、「いすか」(同1.3)のように、慣用句(「いすかの嘴」)のために形態情報(慣用句に関する当該部位の説明など)が詳細に記述されている例もあり、「鳩」(同1.5)のように外観の記述が「人間との関係」に関わる「羽を浸

⁴ Wierzbicka (1985) の分類における KIND OF ANIMAL = 「分類」、APPEARANCE・SIZE = 「形態」、HABITAT・BEHAVIOR = 「生態」、RELATION TO PEOPLE = 「人間との関係」としたほか、それ以外の情報を「その他」とまとめ、5種類とした。

⁵ superordinate として「animal」「bird」「fish」「insect」が得られている名詞のほか、shrimp・snail・wormを動物と判じた。

して毒とする」において「羽」を有することが記述されているのみという例もある。

静物であればほぼ全てで記述のある「人間との関係」でも、動物では記述し得る「人間との関係」がない場合も考えられる。「ライオン (同 6.5)」や「コアラ (同 6.4)」などは単語親密度の高い動物であるが、「人間との関係」は記述されにくい。単純に要素の記述の有無で比較することはできない。以下の図 4 では、「人間との関係」(右軸)と単語親密度(左軸)を同グラフ内に示した。「人間との関係」の記述量が、単語親密度に関わらず分布していることがわかる。

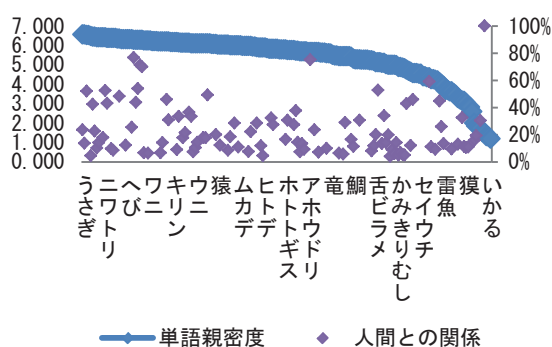


図 4 「人間との関係」要素と単語親密度

動物に関する辞書の語積は、その記述に一貫性があるというのではない。よって、説明されているはずの対象物が同定できるという点において、すべての動物が適当であるとは言い難い。

3.3. 考察

ほとんどの動物について、ほぼすべての辞書語積で記述されていた「分類」「形態」の二種類について確認しておく。

3.3.1. 「分類」について

「分類」は、ほぼすべての国語辞書で記述されている情報であるが、たとえば「いすか」では、「スズメ目」「アトリ科」「イスカ属」のように辞書毎で異なっている。このような分類については、辞書内で統一されていないこともある。また、生物分類のどの説を採用しているかという違いや、あるいは版の発行年によっては、有力な分類が変

わったことで (e.g., コウノトリ目)、辞書によって分類が異なってしまった例もある。

限られた文字数で最大限の情報記述が試みられているにしても、たとえば、「イスカ属」であれば、「目」「科」「属」のどのカテゴリーを表す語かという情報を得ることはできるが、そもそも生物分類知識を要求する。「さんま」のように、「ダツ目」「サンマ科」「サンマ属」となり、「科」と「属」が同じく「サンマ」である場合もある。

「スズメ目」であれば、「スズメに似た鳥」との情報を得ることができようが、スズメ目の鳥が 6,000 種類以上存在することから、特定はしにくいともいえる。また、語積に「アトリ科」とあっても、見出しに「アトリ」のない辞書がほとんどである(単語親密度も、『新明解国語辞典』掲載語彙についての調査であるため、取得できない)。

「分類」の記述をするのであれば、百科事典のように「目」「科」「属」の全てを記述して生物分類上のカテゴリーを示すか、情報量の多い分類項目を記述することになる。必要な情報量については、後述の実験結果とあわせて再考する。

3.3.2. 「形態」について

「形態」についても、概ねどの辞書のどの動物でも記述される。単語親密度に対する語積の記述量は、平均的に「形態」の記述に関してのみ逆相関の関係にあることがわかった⁶。単語の親密度の低い動物ほど、外観的な特徴を記述する傾向のあることが予測される。これは、国語辞書というものが、使用者として想定している一般的な日本人の有する知識を前提として、語積を記述するためであろう。「形態」情報については、身近な動物であれば当然経験が得やすいと考えられるため、単語親密度が高い、すなわち日本人が一般的に既に知識を有しているはずと期待される語に関しては、語積が精緻でない可能性が推測される。

使用者の想定により、辞書の記述情報は変わる

⁶ 単語親密度 6 以上、5 以上、4 以上、3 以上、3 未満で分類し、それぞれの群と分類群の記述量の平均の相関を調べると、「形態」の記述量は単語親密度と逆相関(-0.85)の関係にあった。

といえ、使用者を明確にすることで必要な記述がなされることになる。

なお、「犬 (6.5)」は外観的な情報が精緻でないどころか「形態」が 10 種類の辞書でまったく記述されていなかったが、「犬」の下位カテゴリーにはプードルやシェパードのように「形態」の異なる種類が様々あるためとも考えられる。しかし、「犬」の描画を依頼すれば、誰もが概ね犬らしく見える絵を描くことができるものである (図 5 参照⁷⁾)。プードルやブルドッグ、ダックスフント、ビーグル、セントバーナードのような個別に特徴のある犬種は描かれにくい。

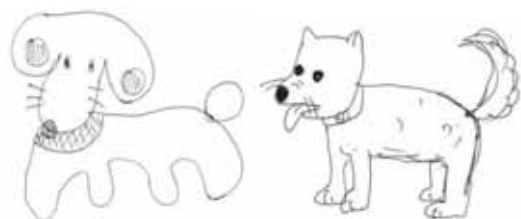


図 5 「犬」の描画依頼による結果例

誰もが描ける「犬」の「形態」がある以上、一般的に想定される犬の「形態」らしきものはあり得ると考えられる⁸。そのため、「狼」の語積における「形態」説明が「犬に似ている」という記述になるのだとも言える。しかし、一般的な「犬」の「形態」を記述することで、的確に一般的に想定される「犬」が描写可能であろうかという問題が残る。それでは、何が記述されることで、テキストの示す対象物としての「犬」がわかるのか。

4. 実験

辞書語積記述の調査に用いた動物の語積記述の

⁷本稿 4 節の実験協力者に、「犬」の描画を依頼した実験結果の一部である。

⁸犬については、Langacker (1987) が「形状を認識できるに十分なスキーマ的な形状を知覚することは可能である」とするが、Taylor (1989) は、カテゴリーのすべての成員に適合するスキーマを引き出すことの不可能性を言う。すべての犬種から一つの<犬>の形状を作成することは困難であるが、たとえば日本人一般の考える(日本人の考える犬カテゴリーのプロトタイプ的な)犬の形状であれば、認識可能な表現ができるものと考え、本稿で言う語積としての<犬>の形状はこれにあたる。

一部を使用し、語積から対象物の同定がどの程度可能であるのか、また、可能であれば何が記述してあれば対象物がわかるのか、被験者実験をおこなった。以下に詳細を述べる。

4.1. 材料と方法

材料と実験協力者、実験方法は以下である。実験方法については、実験順に 3 種類を A・B・C とし、それぞれ説明する。

4.1.1. 材料

対象物の同定実験には、単語親密度の高い (5 以上) 動物 20 種類を用いた。実験協力者に対象物の知識がない動物では、同定することができないためである。また、20 種類はランダムに選定し、その内訳は、哺乳類 11 種類・爬虫類 2 種類・鳥 2 種類・魚介 3 種類・昆虫 2 種類であった。

4.1.2. 実験協力者

実験協力者は、日本に在住する日本語話者で、30 代から 50 代の男女 20 名 (男性 1 名・女性 19 名) である。

4.1.3. 実験方法 A: 辞書語積からの対象物の同定

各動物の名前は伏せ、動物毎に「分類」「形態」「生態」「人間との関係」「その他」の順に辞書語積の記述内容を提示した。提示は、「ウシ科の哺乳類。」「二本の角を持つ。」「口が大きい。」のように文の形とした。実験協力者は提示された情報を読み、何のことが書いてあるかわかったら、解答を記述する。次に提示された情報で解答が変わった場合は、新しい解答を記述してもらい、誤答と判断した場合も修正は行わない。最終的に正答が得られた記述内容を、判定に利用した情報と判じた。これらの結果から、動物ごとの「正答率」を算出した。

4.1.4. 実験方法 B: 対象物に関する知識の確認

解答となる動物名を提示し、知識の有無について「○」「△」「×」を回答してもらった。よく知っ

ていれば「○」を、知っているが詳細がわからない場合は「△」、名前も聞いたことがない（まったく知らない）場合は「×」をつけてください、と依頼した。各々の動物について、得られた「○」を1、「△」を0.5、「×」を0として知識の有無を算出した。この値を以下「知識率」と呼ぶ。また、知識がある（「○」）と回答した実験協力者のみの正答率を算出した。この値を「正答率/知識有」と示す。

4.1.5. 実験方法 C：対象物同定に必要な知識確認

実験協力者に知識はあったにも関わらず、提示された情報で同定できなかった動物については、どんな情報があれば解答ができたかを自由記述の形式で記述してもらった。記述された要素の分類は、辞書の語積と同様におこなった。

4.2. 結果

以下、対象物に関する知識（実験方法 B）、語積からの対象物の同定（実験方法 A）、対象物の同定を可能とする情報（実験方法 A）、対象物の同定に不足していた情報（実験方法 C）の結果を示す。

4.2.1. 対象物に関する知識（実験方法 B）

図 6 は、知識率と、正答率/知識有の正答率を棒グラフで示したものである。単語親密度を右軸で表示した。

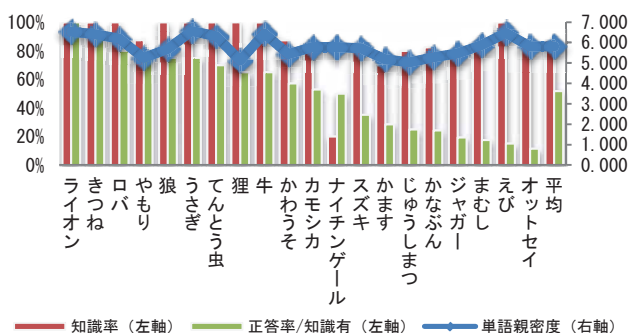


図 6 知識の有無と知識を有する際の正答率

単語親密度 5 以上（親密度が高いと考えられる）動物のみを実験対象としたのではあるが、対象物に関する知識は平均 87%であった。単語親密度と知識があることの相関係数は 0.7（外れ値「ナイチ

ンゲール」（知識率 20%）を除く⁹⁾である。但し、知識率は「かます」「ジャガー」などで 70%台であり、「ナイチンゲール」は 20%に留まっていたことから、単語親密度と対象物の知識が一致しているとも言い難い。

4.2.2. 語積からの対象物の同定（実験方法 A）

正答率は、対象物に関する知識を有していると回答した解答のみから算出した。平均正答率は、52%である。

個別には「ライオン」のみ正答率が 100%であったが、その他は知識を有していても、辞書記述から対象物が同定できるのではないという結果になった。「えび」は知識が 100%であるが、正答率は 15%であり、「オットセイ」も知識は 88%と高いが、正答率は 11%であった。

単語親密度が高い場合に正答が得られるのでもなく（単語親密度と正答率の相関係数は 0.45）、知識が高い場合に正答が得られるのでもない（知識と正答率の相関係数は 0.35）。

4.2.3. 対象物の同定を可能とする情報（実験方法 A）

実験対象とした 20 種類の動物についての辞書記述の分類別記述有率と、語積に記述があった場合に判断の根拠とされていた率を表 2 に示す。

表 2 辞書記述有率と判断根拠率（20 種）

	分類	形態	生態	人間との関係	その他
記述有率	100%	95%	70%	55%	30%
判断根拠率/記述有	14%	39%	23%	27%	57%

対象物の同定に利用されていた判断の根拠率をみると、最後に提示された情報であることとの関連もあろうが、「その他」の情報が記述されている場合に 57%と最も利用率が高いといえる。また、ほぼ記述されている外観情報「形態」は 39%で利用されているが、科目などの「分類」は 14%と利用されにくい。なお、「分類」については、「スズ

⁹⁾外れ値「ナイチンゲール」を加えた相関係数は 0.4。

キ」と「かます」の魚類では、「分類」情報によって「スズキ科」「カマス科」という名称の明示があるため、魚類の知識がある場合には、「分類」情報で解答が可能であったために利用されたと考えられる。

個別の動物を見ると、100%の正答を得た「ライオン」では、「たてがみがある」という「形態」情報と「百獣の王」という「その他」情報がそれぞれ40%ずつ同定の根拠とされていた。90%の正答を得た「きつね」でも、「稲荷神の使い」という「その他」情報が60%で同定の根拠とされている。「狸」の正答は65%であるが、正答が得られた場合の90%が、「化かすと考えられた」という「その他」情報による。正答は50%台となるが、「かわうそ」「カモシカ」も同様に、「天然記念物」という「その他」情報によって正答が得られていたといえる。しかし、「その他」情報はどの動物の語釈でも常に提示されているのではない（200種のうち45%）。「その他」情報がなくとも80%の正答を得た「ロバ」は「形態」情報が56%、「人間との関係」が38%である。同様に「ヤモリ」は「生態」情報が50%、「形態」情報が43%である。分類のみでは、同定に利用されやすい情報が何であるかは特定しにくい。

4.2.4. 対象物の同定に不足していた情報
(実験手順C)

対象動物の知識があっても正答が得られなかった場合に、他に何の記述があれば答えられたかという自由記述を得た。但し、「かます」「かなぶん」については、記述が得られた率が20%と低かった¹⁰。記述が不足していたのではないが、同定することができなかったものと考えられる。

記述のあった内容を辞書語釈と同様に分類した。「分類」「形態」「生態」「人間との関係」「その他」の分類別件数（左軸）と、「正答率/知識有」「知識率」（右軸）を図7に示す。

正答率が低い、実験協力者に知識が100%あった「えび」では、「人間との関係」として「フライ」「天ぷら」などの料理名が複数挙げられていた。「スズキ」や「まむし」「牛」についても、食用である場合、それぞれ「寿司」「強壮剤・ドリンク剤」「焼肉」のように、具体的な料理名を求める傾向が見られる。食用でない「オットセイ」は「水族館で見る・芸をさせる」などの情報があれば回答が可能であったとされた。なお、個人的な知識であるため、「かわうそ」を「ペットとして飼う」のように誤った記述が見られることもある。

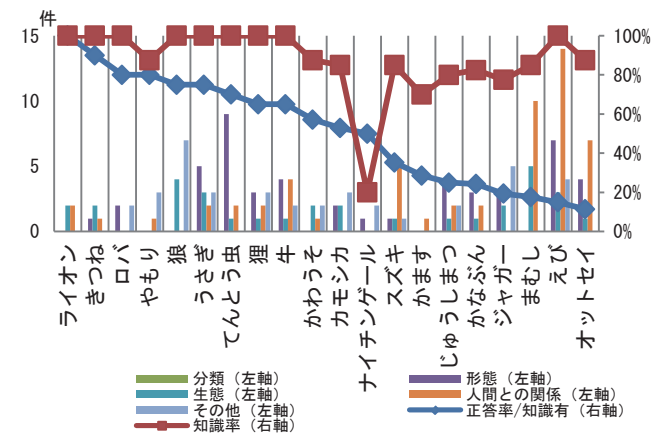


図7 対象物を同定するために不足していたとされた記述

知識率が80%以下となる「ジャガー」や「ナイチンゲール」は、車名や人名（国語辞書に項目を立てることの少ない固有名詞）に同じ名があることを求める「その他」にあたる記述が多かった。「その他」については、「カモシカ」で「カモシカのような脚」の慣用句や「狼」に「赤ずきん」のような童話名など、フレーム知識が目立つ。

「形態」情報については、「てんとう虫」で、フタホシあるいはナナホシなどの下位種類に関する詳細な外観情報の記述が多いという結果が現れている。

その他、「生態」情報として求められたのは「日本(国内)にいるかないか」という点であった。

「分類」には追加情報が求められなかったが、反対に「不要」「なければ答えられた」という記述は散見された。たとえば、「カマス科」と提示され

¹⁰ 「ナイチンゲール」に関して、記述率は15%と低い値であった。これは、知識率が20%であることによると考える。

ることで、「カマス科」の魚が「かます」であるという分類知識のある場合には有用とされるが、反対に、たとえば「イヌ科」と提示されたことで「狸」が「イヌ科」に含まれる知識がない場合に、実験協力者の解答選択肢から「狸」が除外されたためであろう。

5. 考察

実験結果から、テキストから対象物を同定する（読み取る）ためには、主に「経験を得ることができる身近な情報源」と「他との差異」の二つの記述が求められることが考えられる。以下、それぞれについて考察する。

5.1. 経験を得ることのできる身近な情報源

たとえば、「人間との関係」といっても、実験方法 C の結果では、「かなぶん」で「洗濯ものについていることがある」のように、ごく個人的な経験による記述も見られたほか、「食用となる」レベルではならず、「えび」の「フライ」「天ぷら」「中華料理」のように様々な料理名をはじめ、個人の経験として具体的な情報が求められている傾向がある。

「赤ずきん」や「きつねとセット」、「車の名前になっている」のようなフレーム知識にしても、当該動物に関する経験を何から得たかに関係がある。同様に、「生態」情報として求められたのが「日本（国内）にいるかないか」であり、身近さの度合いを判断基準とする可能性が考えられる。「生態」情報とはいえないが、「水族館」「動物園」のように接することのある場所情報のように、より具体的な場所が求められるようである。

一般的に、何をもって対象物の経験を得ることができるか、最も身近となり得る情報源の記述が必要とされるものと考えられる。

5.2. 他との差異

たとえば、「うさぎ（正答率 75%）」の誤解答は「カンガルー」が大半であった。「うさぎ」の語釈は、「哺乳類」という分類情報のほか、「長い耳」

「長い後肢」のような「形態」情報や、「よく跳ねる」という「生態」情報、「毛皮の利用」「肉は食用」という「人間との関係」情報がある。これらの情報から実験方法 A で「カンガルー」と誤答した実験協力者は、実験方法 C において、うさぎとカンガルーの差異として「小さい・小形」のような「大きさ」の記述を求めている。

うさぎの長い耳は特徴的と考えられるが、カンガルーとの差異にはならないと判断された。すなわち、テキストを読む際に想定された対象物（ad-hoc なカテゴリー）が、たとえば「小形の獣」であった場合、ネズミやリスなどとの差別化において特徴的であるのだといえよう。

同様に、「えび（正答率 0%）」を「カニ」と誤答した実験協力者は、直接的に「カニのライバル」とカニではないことの明示記述を求めるほか、「背が丸まっている」というカニとの差異に関する「形態」情報を求める例が見られた。

よって、「分類」情報が設定したカテゴリーにおいて、他の成員との差異となる情報が、「形態」「生態」情報として記述される必要があるものと考えられる。うさぎであれば、「分類」情報が「哺乳類」であった場合、「形態」情報として「小形」とカテゴリーを狭め、さらに「小形」の「哺乳類」というカテゴリーにおいて、他と比べて「長い耳」であるとの記述が求められることになる。

但し、「狸」が「イヌ科」であるというような「分類」情報が、その知識のない場合には「狸」を「イヌ科」カテゴリーの成員から除外することもあり、「アトリ科」のように辞書項目にも見つからない「分類」情報が全く有用とはされないこともある。「分類」情報によるカテゴリー設定には、テキストを読む対象者の想定が必要であろう。

6. まとめ

本研究は、何が記述してあればテキストの示している対象物かわかるのか、必要な要素の調査を試みたものである。そのため、本研究は、まず国語辞書 10 種類に掲載された動物 200 種の語釈の記述を分類し、動物（対象物）がどのように記述さ

れているのかを確かめた。そして、そのうち単語親密度の高い動物 20 種類について、語彙から対象物が同定可能であるのか実験をおこなった。結果、国語辞書における特徴要素の記述量や分類毎の記述内容について、単語親密度との相関は見られないことがわかった。また、既存の国語辞書の語彙記述から、知識がある動物に関しても、対象物は半数程度しか同定できないという結果が得られた。同定が可能であった場合には、「形態」情報のほかフレーム知識が利用されやすい傾向があり、同定に必要な情報として、個人的な経験に結びつく「人間との関係」やフレーム知識の記述が求められるともわかった。

よって、テキストの記述内容から対象物を同定するためには、特徴要素として、経験を得ることのできる身近な情報や、類似と考えられるもの(読み手の ad-hoc なカテゴリーに属する成員)との差異を明確にする情報が求められる。なお、これらの二つの要素は、既存の国語辞書では記述されにくく、辞書の語彙から対象物を同定することが困難になっていたといえる。

参考文献

- [1] Forbus, K., Usher, J., Lovett, A., Lockwood, K., & Wetzel, J. (2011) "CogSketch: Sketch Understanding for Cognitive Science Research and For Education". *Topics in Cognitive Science*, pp.1-19.
- [2] 天野成昭・近藤公久編 (1999) 日本語の語彙特性 第1巻 (単語親密度) 三省堂
- [3] 天野成昭・近藤公久・笠原要編 (2008) 日本語の語彙特性 第9巻 (単語親密度増補) 三省堂
- [4] Fillmore, C. J. and B. T. S. Atkins (1994) "Starting where the dictionaries stop: The challenge for computational lexicography." In B. T. S. Atkins and A. Zampolli, eds., *Computational Approaches to the Lexicon*, pp.349-393. Oxford: Oxford University Press.
- [5] 國廣哲弥(1997) 理想の国語辞典 大修館書店
- [6] Langacker, R. W. (1987) *Foundations of cognitive grammar: Theoretical Prerequisites*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- [7] Levinson, S. C. (1990) *Presumptive Meanings: The Theory of Generalized Conversational Implicature*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [8] McRae, K., Cree, G. S., Seidenberg, M. S., and McNorgan, C. (2005) "Semantic Feature Production Norms for a Large Set of Living and Nonliving Things." *Behaviour Research Methods, Instruments & Computers*, No.37(4), pp.547-559.
- [9] Sinclair, J. (1991) *Corpus, concordance, collocation*. Oxford: Oxford University Press.
- [10] Sinclair, J. (1992) "Trust the text." In Davies, M. and L. Ravelli, eds., *Advances in Systemic Linguistics: Recent theory and practice*, pp. 5-19. London: Pinter.
- [11] Taylor, John. R. (1995) *Linguistic categorization: Prototypes in linguistic theory*. 2nd edition. Oxford: Clarendon Press.
- [12] Wierzbicka, A. (1985) *Lexicography and Conceptual Analysis*. Ann Arbor, MI: Karoma Publishers, Inc.
- [13] Yasuda, S., Okamoto, M., & Aramaki, A. (2012a) "Ad hoc creature: Lost and added in translation from description to depiction", *CogSci 2012*.
- [14] Yasuda, S., Okamoto, M., & Aramaki, A. (2012b) "'Mind the Gap' between Text and Real World: A Corpus-based Study on the Prototype Effects of Animal Body Parts." 4th UK Cognitive Linguistics Conference.

身体的なインタラクションを通じた 未知の存在に対する認知姿勢の形成過程

Interaction to Unknown Entity in Virtual Embodied Interaction

坂本 孝丈[†], 竹内 勇剛[†]
Takafumi Sakamoto, Yugo Takeuchi

[†] 静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
gs12018@s.inf.shizuoka.ac.jp, takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

In order to encourage communication relationships between people and artifacts, the artifact's behavioral design must be considered. We examined how people act towards an unknown entity that has no physical appearance and, thus, is without predisposed prejudice. In our experimental environment, the unknown entity is expressed as a shadow circle and the participants interacted with these shadow circles based on physical position. The participants began the experimental task by standing at a position marked by an x and we analyzed the participants' movement as they walked from one x mark to the next. When the shadows carried out an intricate movement based on the participant's position, the participants more frequently avoided or pursued the shadows. Therefore, human primary action toward a social entity responds to the movement of the target entity.

Keywords — Interaction, Agency, Unknown Entity

1. はじめに

人とある対象がインタラクションを行う場合、人はその対象の振る舞いを予測しながら自分の行動を変化させている。例えば相手が人である場合、相手の振る舞いは相手自身の意図に基づいていることを前提としインタラクションが行われる。また、対象が機械であれば、設計された通りに動作することを想定したうえでインタラクションが行われる。人が対象とどのようなインタラクションを行うかは、外見から得られる情報や対象の振る舞いを観察することで得た情報に基づき決定されていると考えられる。しかし、複雑な内部状態を持ち自律的に動作するような人工物に対し、その人工物と初めて対面した人が振る舞いを予測しながらインタラクションを行うことは困難である。このような人工物は初めて対面する人にとって「未知の存在」であるといえる。

この「未知の存在」に対して、人がどのように振る舞いながら印象を形成するかは明らかになっていない。そこで本研究では「未知の存在」に対し人がどのようなインタラクションを行うかを観察する。このとき、外観から得られ情報は最小限に留める。対象の外観のデザインを人や動物に近づけることで、人工物に対する人の行動を誘発することは可能である。しかし、外観による先入観と実際の振る舞いとギャップによりインタラクションが阻害される可能性がある[1]。そこで、本研究では対象の振る舞いのみから人の行動を誘発し、「未知の存在」に対する印象を形成する過程を明らかにすることを目的とする。

2. 未知の存在とのインタラクション

未知の存在の表現として、外観から得られる情報を最小限にする必要がある。そこで、ミニマムデザインの手法に基づき、見た目の要素を最低限まで取り除くことを考える。身体的なインタラクションを行うためには、少なくとも相手がどこにいるかわかる必要がある。そこで本研究では位置情報を表す円で未知の存在を表現し、位置情報のみに基づいたインタラクションの観察を行う。

人は円のような幾何学図形に対しアニメーションや意図を知覚することができる[2]。また、対象と実際にインタラクションを行う場合とそうでない場合を比較し、対象に抱く印象に違いが生じることが示されている[3]。このことから、対象の振る舞いのみからでも人は対象への関わり方を変化させると考えられる。しかし、これらの実験では課題が与えられているものが多く、対象への行動が予め動機づけられている。そのため、見た目の情報が排除されていても先入観に基づき対象とのインタラクションが行われていると考えられる。

そこで本研究では、見た目から得られる情報を最小限にし、さらに対象とのかかわり方に関する課題を与えない状態でのインタラクションを観察する。これにより、未知の存在に対し人がどのよ

うに行動を変化させ、どのような印象を抱くのかを明らかにする。

また、歩行などの足を使った行為は無意識的にされることに着目した研究[4]が行われている。本研究においても対象の動きに対する無意識的な反応が生じやすいように、足元に対象を提示した環境におけるインタラクションの観察を行う。

3. 実験

本実験では床面に円形の影を投影することで位置情報のみの対象(以下,ボール)を表現し,ボールとのインタラクションにおける人の行動を観察する。人とボールのやり取りは距離のやり取りに限定される。そこで,ボールの振る舞いを位置に応じて引力と斥力が働くモデルを用いて設計する(図1)。このモデルに基づくボールは,対象との距離に応じて対象に接近したり離れたりする。また,このモデルでは力が働く対象が複数になることで動きが複雑なものになる。そこで,円で表現したボールを2つ表示させ,働く力関係に基づいて動きのパターンを複数作成し実験条件とする。このボールとのインタラクションを通して人はどのような印象を形成し,行動するのかを観察する。

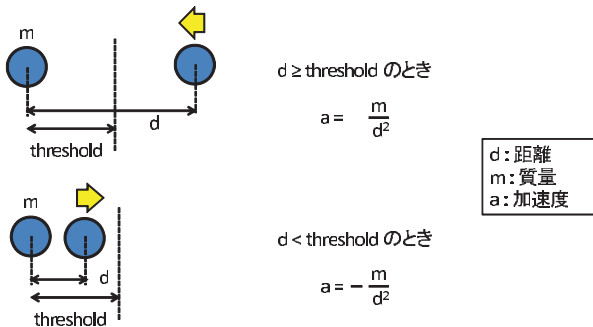


図1 引力・斥力モデル

3.1 実験方法

3.1.1 実験環境

床にプロジェクタの光を投射し,ボールを2つ投影する。Kinectセンサーにより被験者の位置を取得し,ボールの位置は条件に基づき計算する(図2)。

3.1.2 実験条件

ボールの動きを要因とし実験を行う。ボールの動きが被験者の位置に関係するか否かと,他方のボールの位置に関係するか否かの組み合わせに基

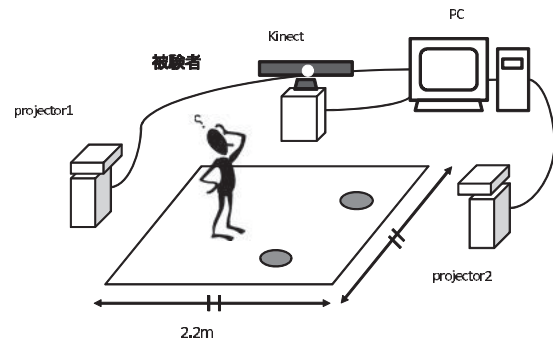


図2 実験環境

づき4種類の動きを用いる(図3)。それぞれのボールの動きを水準とし,1要因4水準被験者間計画で実験を行う。なお,被験者は各条件5名ずつ,計20名の大学・大学院生である。

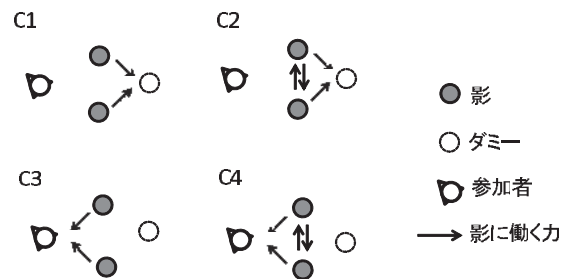


図3 実験条件

3.1.3 課題内容

被験者を実験室に入れ,実験中は床に投影されたプロジェクタの範囲から出ないように教示する。また赤色のバツ印が表示されている間はその上に立ち,表示されていない間は自由に行動するよう被験者に教示する。それ以外の行動に関する教示,ボールに関する説明は行わない。被験者を部屋に一人にし,30秒後ボールの表示を開始する(図4)。そこからバツ印を表示しない状態を30秒,バツ印の表示を15秒,別の位置へのバツ印の表示を15秒間行う(図5)。これにより被験者はバツ印の位置から次のバツ印の位置まで移動することになる。このバツ印の非表示とバツ印間の移動を1試行とし,1回の実験につき5試行繰り返す。その後ボールの表示を終了し,アンケートの回答を行わせる。

3.1.4 観察項目

- 以下の項目を観察し,分析を行う。
 - 被験者の位置座標のログデータ(100ms毎)



図 4 実験風景

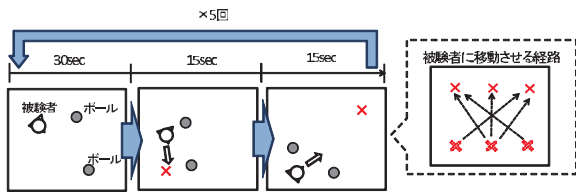


図 5 実験課題

- ボールの位置座標のログデータ (100ms 毎)
- ビデオカメラにより撮影した被験者の行動
- 実験後のアンケート

－ ボールに対する印象 (生物性, 意図性)

被験者の位置座標から, バツ印表示時のバツ印間の移動において, ボールが被験者に及ぼした影響を調査する. また, ビデオカメラにより撮影した映像から, 被験者のボールに対する行動を解析する. 実験後のアンケートからは課題を通してボールに対して抱いた印象を調査する.

ボールに対して, 生物性および意図性を認知したかを調査するために, 先行研究 [3][5] で用いられているものを基に作成した質問を実験後のアンケートに含める (表 1). 生物性尺度 3 項目と意図性尺度 3 項目について, 被験者に 7 段階で評定させ, それぞれの尺度の平均値をその尺度の得点とする.

表 1 生物性と意図性に関する質問項目

生物性	対象物は周りが見えているように感じましたか?
	課題中, 対象物が事前に決められた通りに動いていると感じましたか?
	対象物が生き物であるかのように感じましたか?
意図性	対象物は目的を持って動いているかのように感じましたか?
	対象物は自分自身で動く方向を決めているように感じましたか?
	対象物は感情を持っているかのように感じましたか?

3.2 実験結果

3.2.1 バツ印からバツ印への移動

バツ印の表示位置が切り替わった際に, 次のバツ印までの移動において, 被験者が足元のボールを避けたり, 追いかけるといった行動が観察された. また, 移動開始後やバツ印へ到達した後にボールを蹴る, 避けるといった行動が観察された. そこで, バツ印の位置が切り替わった直後からバツ印の表示を終了するまでの 15 秒間の被験者の行動を, タスクを実行するための期間とそれ以外の期間に分類し, 分析を行った (図 6).

バツ印まで移動する際にボールを避けたり, 追いかけたりすることにより, 被験者の移動量は大きくなる. 特に, 移動量のバツ印方向に対する垂直成分はタスク実行に関係のない動きである. そこで, タスク実行期間における被験者の移動量からバツ印方向に対する垂直成分を求めた比較したものを図 7 に示す. 条件 C4 は他の条件に比べ, 移動量が大きくなった.

また, バツ印が表示位置が切り替わってから被験者が移動するまでの時間と, 被験者がバツ印の位置に到達した後の被験者の移動量を比較したものを図 8 に示す. 条件 C1, C2 に比べ, C3, C4 の移動量が大きくなった.

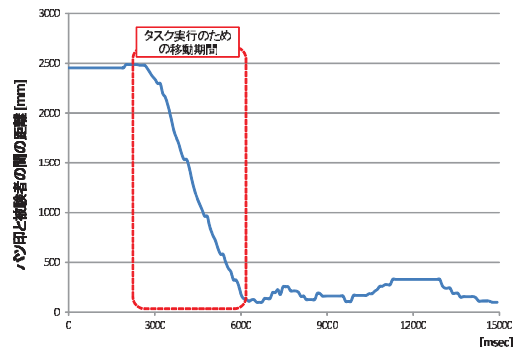


図 6 タスク実行期間の例

3.2.2 ボールの印象評価

実験後に行ったボールの印象に関するアンケートの結果を図 9 に示す. 生物性尺度は条件 C4, C3, C2, C1 の順で値がわずかに大きくなっている. 意図性尺度についても同様の結果が得られている.

3.3 考察

本実験では, 引力・斥力モデルに基づき動くボールを用い, 対象の振る舞いが被験者の行動に及ぼ

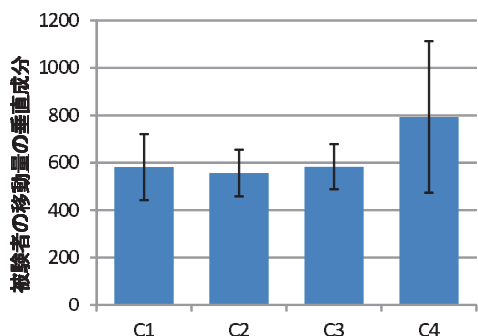


図7 タスク実行期間における被験者の移動量（垂直成分）の比較

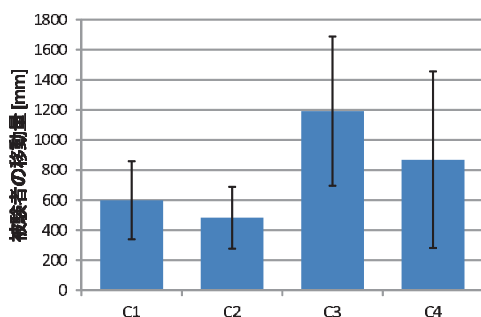


図8 タスク実行期間を除いたバツ印表示時における移動量の平均の比較

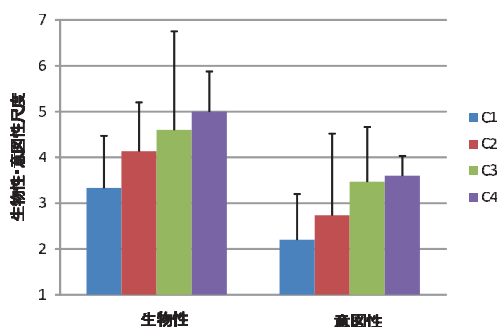


図9 生物性および意図性尺度の条件間での比較

す影響を調査することを目的としている．そこでボールに関する教示は行わない状態で，ある場所から別の場所へ移動する課題を被験者に行わせた．結果として，ボールを避けようとする行動やボールを蹴ろうとする行動が観察された．特にC4のボールが被験者の位置と他方のボールの位置に応じて動く条件において，バツ印へ移動するタスクを実行中の移動量が増加した．また，移動するタスクを実行していない間においても，ボールが被験者の位置に応じて動く条件（C3,C4）において，そうでない条件（C1,C2）に比べ移動量が大きくなっている．このことから，対象の動きが自分の位置に応じて動く場合に，対象を避けようとする行動や対象と関わろうとする行動が促されたといえる．また，実験後のアンケートによる印象評価において，ボールが被験者の位置に応じて動く場合と動きが複雑な場合に生物性尺度と意図性尺度が大きくなっている．このことから，対象の振る舞いのみから対象への関わり方と印象に差が生じることが示唆された．

今回の実験では被験者の行動が制限されている状況での行動の分析を中心に行っている．バツ印が非表示の間は被験者が自由に行動するため，ボールに対する行動やボールに関係のない行動は個人の特性に依存するところが大きい．そのため，ボールに対する行動の時間的な変化や印象の形成過程については，今後被験者数を増やし定量的な分析を行う必要がある．

4. まとめと展望

自律的に動作する人工物は，初めて対面する人にとって未知の存在になり得る．このとき，人がどのような過程を経て認知姿勢を決定するかは不明である．そこで，位置情報を幾何学図形で表現したボールとのインタラクションを観察することで，未知の存在に対する人の振る舞いを明らかにすることを目的とし実験を行った．ボールの存在を明らかにせずに被験者が環境内を移動する課題を設け，被験者の行動にボールの動きが及ぼす影響を観察した．その結果，足跡が被験者の位置に接近・回避する場合に，被験者の移動の軌道のずれや足跡を蹴るといった行動が促進されることが確認された．

今回の実験では，未知の存在を仮想的な環境内のボールで表現し，人とボールとのインタラクションの観察を行った．今後，仮想的な環境ではなく実環境において抽象的な身体を有するロボットを未知の存在とし，人と未知の存在のインタラクションの観察を行う．また，対象の振る舞いによる影響だけでなく，タスクと対象の振る舞いと

の関係が人の行動および対象への印象形成に及ぼす影響を調査する。これにより、人が対象の振る舞いを理解し協調的な関係を形成する過程を明らかにすることで、人-人工物のコミュニケーション関係の形成に寄与できると考えられる。

参考文献

- [1] 山田誠二, 角所考, 小松孝 (2006) : “人間とエージェントの相互適応と適応ギャップ”, 人工知能学会誌, Vol. 21, No.6, pp. 648-653.
- [2] Heider, F. and Simmel, M. (1944) “an experimental study of apparent behavior”, American Journal of Psychology, Vol.57, pp67-70.
- [3] Fukuda, H. and Ueda, K. (2010) “Interaction with a Moving Object Affects One’s Perception of Its Animacy”, International Journal of Social Robotics, vol. 2, pp. 187-193.
- [4] Kannape, O. A. BlankeHeider, O. (2012) “Agency, gait and self-consciousness”, International Journal of Psychophysiology, Vol. 83, pp. 191-199.
- [5] Opfer, J. E. (2002) “identifying living and sentient kinds from dynamic information”, Cognition, Vol. 86, pp. 97-122.

関係構築における心的距離を感知させる顔文字¹⁾

Sentence-final face marks tell the message-sender's politeness

伊東昌子
Masako Itoh

常磐大学
Tokiwa University
masakoit@tokiwa.ac.jp

Abstract

This study examined message-receiver's politeness perception when they received a message in which face marks were used. Independent variables were number of face marks and same/opposite sex between sender and receiver. The participants were undergraduate students and the message was sent by a person whom the receiver newly met with his or her friend. The message was composed of four sentences. When the message has no face marks, the perceived impression was polite and sincere. In case of two face marks, the impression was intimate and charming. In case of face marks at every sentence final, it was annoying and childish. The results imply that use of face marks influence politeness perception because it indicates quantity of self-disclosure.

Keywords — politeness perception, face marks, relation building

1. はじめに

気軽な関係性、例えば学生同士である友人に彼あるいは彼女の友人を紹介されたとき、その新たな知り合いを昼食に誘って関係の維持・発展を図ることは珍しくないであろう。そのような誘いの手段として、近年ではメールが使用されることが少なくない。電話と違い、メールは相手を邪魔することなく誘いの連絡を送ることができるからである。本研究では、上記のように新たに関係構築を始めようとするときのメッセージ文の文末表現、特に顔文字使用の影響に着目した。

顔文字は(^o^)が喜びを表すように、書き手の感情を伝える働きがある。内的感情を直接表す表現は一種の自己開示であるため、その使用はポライトネス理論[1]におけるモダリティ機能を持つと考えられる。例えば、送り手が抱く受け手との距離感を指標するのではないかと推察される。この点に関連する研究としては、Altman and Taylor (1973) [2]が社会的浸透理論において、関係が密

になるにつれてメッセージ内容が表面的な事柄から内密な事柄へ進むことを示した。内容の変化に限らず、日本語では内容に関する話し手の心情や受け手との対人的距離感を終助詞といった文末表現で表すように、自己開示の心情を表す顔文字も、同様の働きを発揮すると考えられる。

自己開示性と対人的距離感に関しては、Derlega, Metts, Petronio, and Margulis(1993)が指摘するように、対人的関係性と自己開示性は言語的相互行為により互いに修正されたり確認されたりすると考えられる[3]。顔文字に関する研究としては、荒川(2004)が顔文字は親疎の待遇表現であり、また相手との関係を調整する役割を果たすことを示した[4]。例えば、相手をより自分の近くに引き寄せるときは顔文字が使用され、逆に親しく振舞いすぎる相手には、顔文字を使わず距離を広げようとする報告されている。

顔文字に関する先行研究では、メッセージの送り手が顔文字をいつ、どう使うかが明らかにされたが、顔文字使用の有無や使用頻度がメッセージの受け手のポライトネス知覚にどのような影響を与えるかは不明である。そこで、本研究では、大学生を対象として、友人に紹介された大学生の知人から届いたメッセージ文に対する印象を、顔文字使用の有無と頻度、さらに相手が同性か異性かを変化させて調べた。

印象については、ポライトネス理論におけるフェイス概念とパーソナルスペース (Hall, 1966) [5]の観点から、相手からの接近に対して抱く距離感の印象と、自分が近づく場合の近づきやすさとリスクを考慮した。パーソナルスペースは待遇表現とは異なる次元の概念であるが、近すぎる場合にマイナスの情動を引き起こすという意味で、考慮

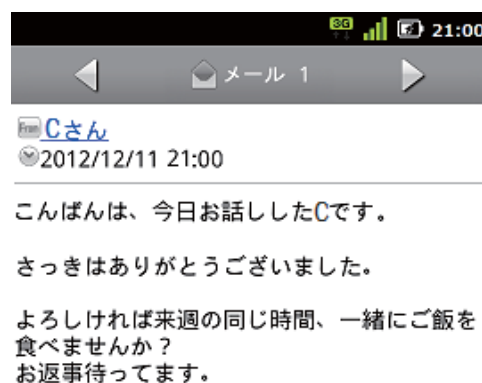
の対象とした。リスクに関しては関係の維持・構築に関して特別な配慮や注意を要する特性，例えば短気，子供っぽい，暗いといった特性である。顔文字は自己開示の一種であることから，関係構築の初期に多用すると受け手のフェイスを侵害し，親しみよりも不快感を生じさせると予測される。

2. 方法

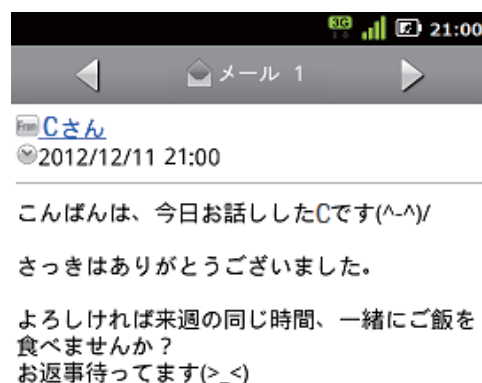
参加者 電子メール経験のある大学生 66 名(男子 23 名，女子 43 名)であった。

刺激材料 参加者はメッセージ文の受け手という想定である。状況設定としては“お昼に友人を通して知り合い，少し会話をした相手から夜に携帯電話上でメールが届いた”という設定である。メッセージ文の原型は、「こんばんは。今日お話しした〇〇です。さっきはありがとうございました。よろしければ来週の同じ時間，一緒にご飯を食べませんか？お返事待っています。」という挨拶に続く 4 つの文から成る。顔文字の種類としては，戸梶 (1996) [6]を参考にして，第 1 文には宣言や主張をする(^_^)/，第 2 文にはうれしさを表す(^o^)，第 3 文には食事に誘うことに少し恐縮する意味として(^_^;)，第 4 文には返事をもらえるかどうかの不安を示す(>_<)を使用した。顔文字使用に関する条件としては，使用しない顔文字無条件(図 1 a)，最初と最後につける顔文字少数条件(図 1 b)，そして文毎に使用する顔文字多用条件(図 1 c)であった。

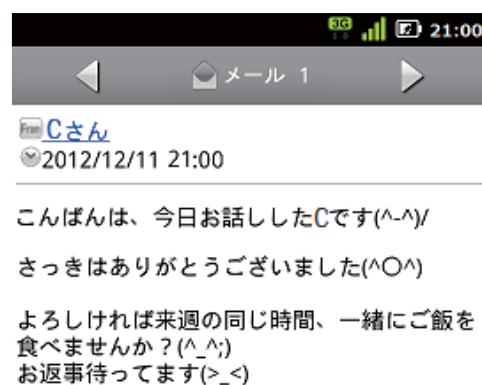
評定項目 メッセージ文とその送り手の印象に関し，同じ距離感であってもそれがプラスの印象として受け取られる場合とマイナスの印象の場合がある。また，それらプラス印象とマイナス印象は同時並行的に知覚されるものと想定し，フェイス欲求やパーソナルスペース的な距離感を考慮して，以下の 10 個の評定項目を用いた。プラス側面として 7 個「親しみやすい」「近づきやすい」「愛嬌のある」「面白い」「礼儀正しい」「信頼できる」「真面目」，マイナス側面として 7 個「ずうずうしい」「うっとうしい」「さわがしい」「子供っぽい」「堅苦しい」「暗い」「不快に感じる」を使用した。



a 顔文字無条件



b 顔文字少数条件



c 顔文字多用条件

図 1 顔文字使用に関する刺激条件と刺激

手続き 集団実験であった。参加者には質問紙が配布された。質問紙は，表紙 1 枚，設問用紙 6 枚であった。顔文字使用条件については 1 条件につき，メール文と設問（各設問に対し「全くそう

思わない：6」「そう思わない：5」「あまりそう思わない：4」「少しそう思う：3」「そう思う：2」「非常にそう思う：1」までの6段階）が1枚の用紙に記載された。ただし、同性から送られる場合と異性から送られる場合があるため、設問は6ページとなった。

記述された状況設定は以下のとおりである。「あなたは友人Aさんを通じ、同い年・同性のBさん（異性の場合は、ここが異性のCさんとなる。前頁の刺激は異性の場合である）と初めて知り合いました。B（C）さんとはお互いに軽い自己紹介をし、Aさんも交えて15分ほど会話をしたのち、メールアドレスの交換を行いました。その日の夜、B（C）さんからさっそく食事のお誘いのメールが送られてきました。メール内容は、以下の画像のとおりです。3通りありますが、それぞれのメール文を見て、下の印象項目のそれぞれについて近いものに○をつけてください。」なお、それぞれの条件刺激が記載されたページには特に気になる印象がある場合にそれを自由記述するための空欄が設けられた。

3. 結果

回答に不備のあった8名を除き、58名（男子19名、女子39名）のデータで分析を行った。

図2に相手が同性の場合、図3に相手が異性の場合の各項目の印象評定を示した。なお、わかりやすいように評定点を逆転させたため、4以上は肯定評価、3以下は否定評価である。参加者の性別による印象の差は認められなかったため、区別なく分析を行った。

相手が同性の場合も異性の場合も同様に、顔文字がない場合は礼儀正しく真面目な印象を与え、しかし暗いイメージはない。顔文字が少量の場合は親しみやすく愛嬌がある印象になり、しかしずうずうしいといったマイナスイメージは喚起されない。一方、顔文字を多用すると、うっとり、さわがしい、子供っぽいといったマイナスイメージが喚起され、特に異性からのメッセージの場合はその印象が強くなっている。さらに使用しない場合や少量使用する場合は不快感が否定されているにもかかわらず、顔文字を多用すると不快感を肯定し始めている。

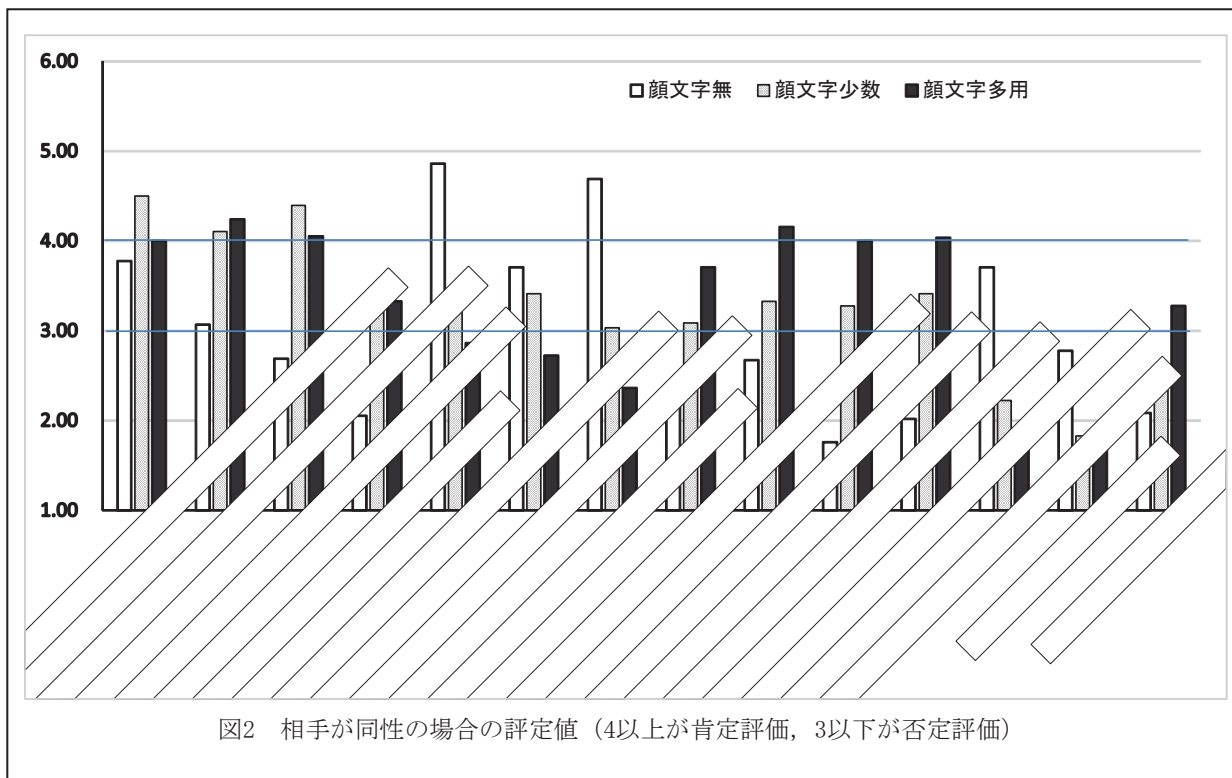


図2 相手が同性の場合の評定値（4以上が肯定評価、3以下が否定評価）

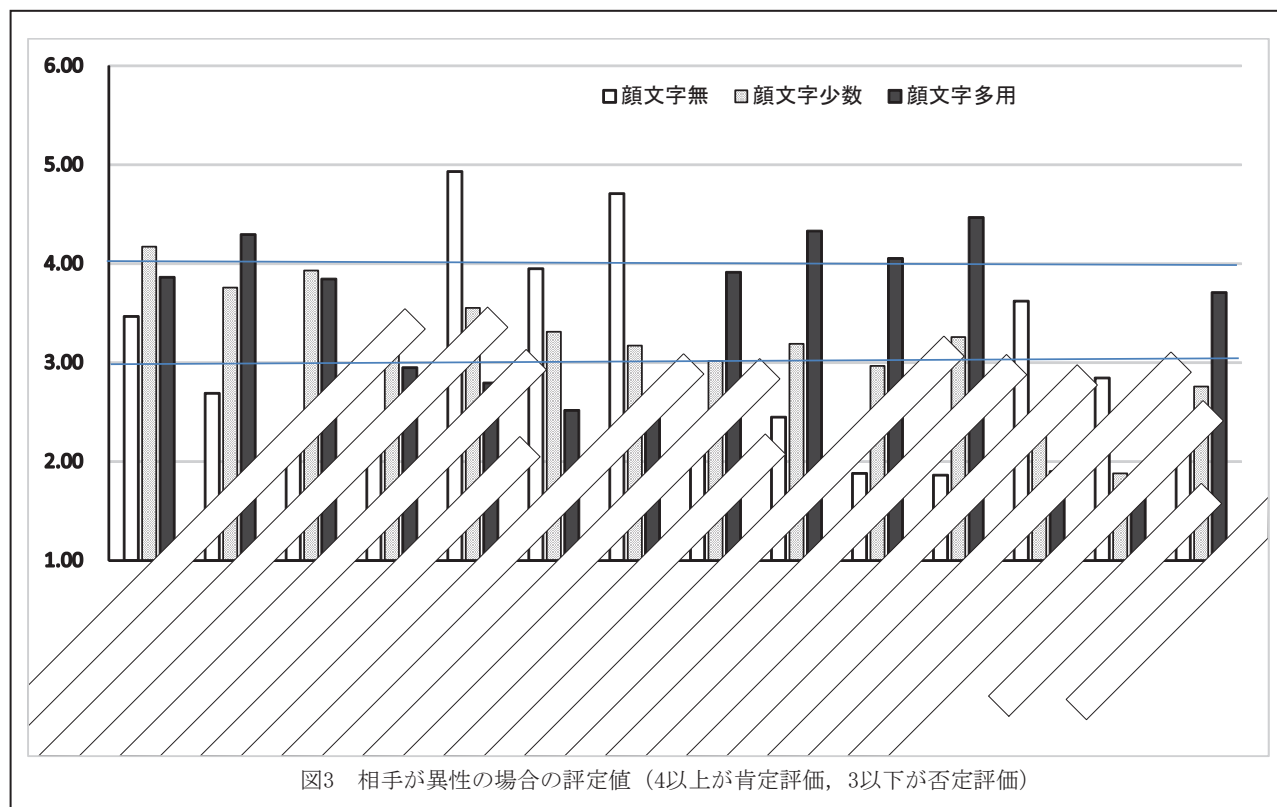


図3 相手が異性の場合の評定値 (4以上が肯定評価, 3以下が否定評価)

4. 考察

本研究では、顔文字の使用を儀礼的な印象の観点から、大学生を対象に、これから関係構築を始めようとする相手からのメッセージ文に使用された顔文字の有無や頻度が距離感の印象に与える影響を調べた。その結果、少量の使用は親しみやすく好印象を与えるが、多用するとうっとうしくなり、送り手の印象も子供っぽく、不快感を生じさせることがわかった。これらの印象について、送り手や受け手の性別による違いは認められなかった。この点は、高橋・深田・秋光(2005) [6]が明らかにした顔文字に対する感受性に性差があるとする結果とは異なる。

顔文字は、文内容の伝達を補強する側面における主観表現として、その機能が明らかにされてきたが、通常の関係構築における距離感を調整する働きもある。この点に関しては、古谷・坂田・高口(2005)が指摘したように、対面での関係性に応じた使用の調整[5]や、顔文字使用が社会的関係性を調節する修辞機能を発揮する認識論的かつ社会的メカニズムを今後明らかにしていく必要がある。

注

†1 本研究は浅野幾恵氏の2012年度卒業論文を整理し直したものである。記して感謝します。

参考文献

- [1] Brown, P. & Levinson, S. C. (1978, 1987). *Politeness: Some universals in language usage*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- [2] Altman, I and Taylor, D. A. (1973). *Social Penetration*. New York: Holt, Rinehart & Wilston.
- [3] Derlega, V. J., Metts, S., Petronio, S., and Margulis, S. (1993). *Self-disclosure*. Newbury Park, CA. : Sage.
- [4] 荒川歩(2004). 顔文字をいつ使用するかについての語りとその質的分析 同志社心理, No. 51, 17-26
- [5] 古谷嘉一・板田桐子・高口央(2005). 友人関係における親密度と対面・携帯メールの自己開示との関連 対人社会心理学研究, 第5号, 21-29
- [6] 高橋佳子・深田博己・秋光恵子(2005). 携帯メールにおける送り手の顔文字付与が受け手の不安に及ぼす影響 広島大学心理学研究, 5, 93-107.

精油の学習効果への影響について

上條美和子（玉川大学、相模女子大学）

大森隆司（玉川大学脳科学研究所）

竹市博臣（理化学研究所）

Abstract

The aromas of plant essential oils towards work performance could be very influential. This research has focused on the possible influence of blended aroma essential oil of rosemary cineole 1,8 and lemon (Sagami One) during an elective English class at a private University in Japan. As a result, the class which practiced under the aroma environment of 'Sagami One', completed the class with a higher average test result compared to that of without, though the difference was not significant. The study followed with an ERP (event related potential) evaluation by use of an odd ball task in order to measure the degree of attention and decision making. As a result, a possible P3a amplitude during the blended aroma essential oil environment was found to be smaller than that of without. The amplitude is considered to be related to the degree of attention as well as being related to evaluation and decision making. Therefore a greater P3a amplitude without aroma may be indicating a higher degree attention necessity to do the odd ball task. By this, it could be rephrased that the students may have needed less effort to complete the class work with aroma environment.

Keywords: aroma, language learning, essential oil, rosemary, lemon

1. はじめに

精油は植物から蒸留の過程を経て得られる揮発性の分子量の小さい油である。精油には殺菌力や防腐力があり、古来より香料として人の生活に取り込まれてきた。人に対するリラックス効果からアロマセラピーなどに使用され、睡眠促進、集中力保持、頭痛軽減など多くの機能を持つとされている。しかしその効果の多くは生理的なものであり、人の認知機能に対する精油の効果はいまだ明らかではない。その解明は、我々の生活の欠かせない部分となっている香り・匂いに関わる認知過程の理解と応用につながるであろう。

本研究では、種々の精油の中でも集中力や記憶力と関連するとされる成分に着目し、学習という典型的な認知過程に対する効果

を行動および脳過程の両面から試験的に検証した。使用した精油（名称 Sagami One）はローズマリー・シネオール（抽出部位＝葉・枝）およびレモン（抽出部位＝果皮）のブレンド精油である。その効果を評価するフィールド調査として、大学の全学共通選択科目の英語のクラスで実験を行った。精油芳香環境で授業したターゲット群と使わなかったコントロール群において定期試験の成績を比較したところ、試験成績で有意差はみられなかったが、精油の効用の評価の可能性は示された。さらに精油の効果のメカニズムの解明にむけてオドボール課題による事象関連電位（event related potential: ERP）を測定した。その結果、精油芳香時の P3a 成分の振幅は未芳香時より小さい事が判明した。P3a は刺激に対する

る評価・判断プロセスの注意レベルを表すとされ、精油芳香環境では課題に対する注意の負担が少ないと考えられる。

2. フィールド調査

S女子大学の全学共通選択外国語科目を受講する女性74名(大学1~4年生)を対象とした。本研究の実施にあたり、研究趣旨や方法等について口頭で説明し、同意を得た上で学生は科目を履修した。そのうちの51名には精油芳香のある教室で、残る23名には通常の教室で授業を実施した。教員と講義の内容はどちらも同じであったが、実施時間帯は全クラス異なった。

実験プロトコール

香油資料はローズマリー・シネオール 1.8 (学名: *Rosmarinus officinalis* 1.8 cineole 原産地: Morocco 栽培方法: Organic 抽出方法: 水蒸気蒸留法) およびレモン (学名: *Citrus limonum* 原産地: Italy 栽培方法: Organic 抽出方法: 压榨法) の各精油を *Jasmin AROMATIQUE organics Co., Ltd.* のもとで調合され 'Sagami One' と名付けたブレンド精油である。実験対象の講義は2012年度秋学期の英語II G, 英語II H, 英語C, 英語Dの4講義(全15回90分)、使用された教科書は *Food and Culture of Britain* (松柏社) でシラバスは全て同一である。精油芳香のある講義に参加した学生は全期間中(試験含) ムエット芳香環境下で学習した結果、学期末試験平均が 71.1 ± 24.3 であった。それに対して無芳香学習クラスの平均は 66.4 ± 24.8 であり、有意差はなかった。振り返ると、クラス編成の時点で成績が統制されておらず、成績分布が幅広く、学生の精油や香水に対する日常的な

接触度等のコントロールが不足しており、再度の調査が必要である。

3. ERPによる精油方法の効果の検証

フィールド調査では有意差は見られなかったが、精油に何らかの効果があると想定してそのメカニズムを探る脳波実験を検討した。学習には課題への集中や情報処理が必要であることから、刺激に対する評価・判断プロセスの注意レベルを示すとされる成分 P300 を聴覚系のオドボール課題によって観測した。対象は成人11名(年齢 21.9 ± 1.5 歳、女性5名男性6名)で、事前に研究目的や方法を書面と口頭で説明し、同意を得た。脳波記録はすべての被験者に精油芳香環境、と無芳香環境の両方をランダム順に実施した。

実験プロトコール

香油資料はフィールド調査と同様の 'Sagami One' である。被験者は背もたれつきの椅子に座って頭皮上9か所 (Fz, Pz, Cz, F3, C3, P3, F4, P4, C4) に活性生体電極を装着し、基準電極は鼻とした。被験者は主観的に心地よいと感じる濃度の精油付ムエットを5分間嗅いだ後に聴覚オドボール課題を行った。標準刺激として 1000Hz (呈示確率 80%)、ターゲット刺激として 2000Hz (呈示確率 20%) のトーンパルスを 1.5Hz 間隔でランダムに呈示した。課題中はターゲット刺激時のボタン押しを教示した。芳香記録後に無芳香記録を実施する際は、換気を十分に行い、被験者および他の二名が芳香を確認出来なくなってから、次の脳波記録を実施した。

解析

刺激提示 100ms 前から刺激提示後

800ms までの区間の脳波を加算平均したところ、Cz 電極にて精油芳香時には 195ms で $4.13\mu\text{v}$ 、無芳香時には 199ms で $5.2\mu\text{v}$ のピーク電圧が確認された (図 1)。P300 とは Sutton(1965,1967)が発見した成分で、およそ 300ms 潜時で陽性方向に出現することから p300 とよばれている。本研究では 196ms で出現した成分を p300 と判断した。その理由として①オドボール課題によって生起する後期陽性 ERP (オドボール課題であれば、芳香の有無に関わらず、p300 は必ず出現する) が他にないこと、および②P300 は音の周波数および強度における予測できない変化によって潜時が P3a(240ms)から P3b(350ms)まで差が生じる(Squires 1975)とされることから、通常よりは発生が早い P3a と判断した。図 1 では 350ms 付近に芳香時のみ強いピークが出ているが、無芳香時には出ていないため P300 と考えるのは難しい。P300 は刺激に対する評価・判断プロセスの注意レベルを表すとされている。P300 の精油芳香時のピークが低いことから、精油芳香時には注意のレベルが低いと解釈できる。被験者からは芳香条件の方が課題が楽であるという広報報告もあり、精油芳香は課題達成処理を実施するのに負担が軽減されているとも考えられる。

4. まとめ

本研究では、集中力や記憶力と関連するとされる精油成分に着目し、学習という典型的な認知過程に対する効果を調査した。その結果、英語の授業における学期末試験の平均点については有意差が見られなかったが、脳波では精油芳香の有無によって

P300 成分の現れ方が異なることが確認された。本研究は予備的な検討段階であり、これまでのフィールド調査およびそれに対応する実験室実験はいずれも厳密性という点で不足がある。今後の授業においてあらたにフィールド調査を行って現象を確認し、それに対応した脳活動の特徴を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) Andreassi, J., L. (1980). *Psychophysiology*. Oxford University Press
- 2) Donchin, E., Teuting, P., Ritter, W., Kutas, M., Heffley, E. (1975). On the independence of the CNV and the P300 components of the human averaged evoked potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 449-461.
- 3) Moss, M., Oliver, L. (2012) Plasma 1,8-cineple correlates with cognitive performance following exposure to rosemary essential oil aroma. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, SAGEDOI: 10.1177/2045125312436573
- 4) Squires, K.C., Squires, N., K., Hillyard, S.A. (1975). Decision related cortical potentials during and auditory signal detection task with cues observation intervals. *Journal of Experimental Psychology: Human perception & Performance*. 104, 268-279.
- 5) Wallace, G., (2001) *Food and Culture of Britain*, 松柏社

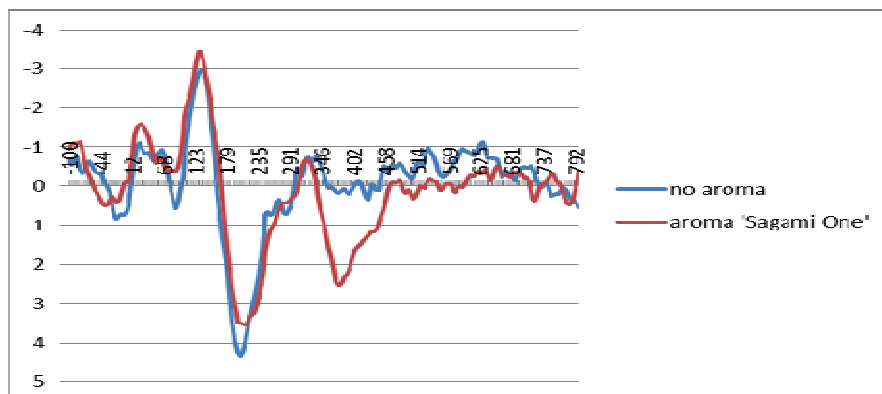


図1 無芳香時および精油芳香時のオドボール課題による Cz 電極の ERP (加算平均)

プロジェクト活動から個人研究への発展を促進する 授業デザインの検討：intercontextuality に着目して

A Case Study of the Program Design to Promote Transfer from the Project Activity to the Individual Work: Focus on Intercontextuality

長田 尚子[†]

Naoko Osada

[†] 清泉女学院短期大学
Seisen Jogakuin College
osada@seisen-jc.ac.jp

Abstract

This report discusses about the design principles for promoting transfer from the project activity to the individual work in the lesson program at the junior college. To investigate the nature of transfer, intercontextuality was exploited to promote linking between the past experience and the future work. Results indicated that students could use their past experience and knowledge to define their research theme under the framing participation.

Keywords — Transfer, Content, Context, Project, Junior college

1. はじめに

近年の学習科学研究では、認知科学の伝統的な転移研究を捉え直し、学習場面における転移をよりマクロ的な立場で検討する研究が増えてきている。Engle(2006)は、学習する文脈と転意の文脈の相互の関係性を intercontextuality として構造化し、それを学習者に対して教員が提示することにより、転移が促進されることを提案した。白水・三宅(2009)は、転移という過程を「一人一人の学習者が社会的な過程の支援を受けながら、多くのベースとなる問題を解いて『徐々にわかってきたこと』を協調の場に持ち出し、新たに学ぶこととも組み合わせる自分なりに理解を深めてゆく過程」と再定義し、学習者による能動的な転移を起こすためには、継続的かつ社会的な支援が重要であることを示唆している。

一方職場での学習に関する研究では、その職種で重視される文脈において継続的な経験学習が行われ、その結果としてキャリア形成につながっていくことが示されている(松尾,2006)。このような

学習においては、職場が社会的な過程として機能し、その中で学習者自身が intercontextuality を構成し、能動的な転移につなげていっているのではないかと考えられる。

このような背景に基づき本研究では、高校生向けの大学広報紙を制作するという短大生によるプロジェクト活動の中で intercontextuality を構成し、その後に実施する個人研究につなげる過程を支援するための、授業デザインを検討する。短大は修業年限が短いという制約があるが、社会的な過程に効果的に参加し、能動的な転移を起こし、継続的な学びを獲得していく素地を培っておくことができれば大きな意義がある。

2. 学習の転移の状況的な説明

Engle(2006)は、小学校 5 年生の絶滅危惧種に関する協調的な学習活動を題材として(Engle & Conant, 2002)、学習の転移を内容(content)と文脈(context)の両方から分析し、状況的に説明することを試みた。内容からの分析は、転移すべき内容の構築段階に、学習者がどのように参加したかということである。文脈からの分析は、学習の文脈と転移の文脈の間に intercontextuality (ex. Floriani, 1994)が構成されるように、それぞれの文脈がどう組み立てられたかということである。

分析は、クジラを担当した 5 名の生徒と関連教員が対象となり、ビデオ、アセスメント、インタビュー等がデータとして用いられた。クジラの学習を挟んで、プレテストとしてハヤブサ、ポストテストとしてトビハゼを用い、生息環境が破壊さ

れつつある中、それぞれの種が今後どうなるのかを専門家として説明する課題が出された。

内容に関する分析では、プレテスト時よりポストテスト時において、より多くの生徒が具体的な説明を行い、原因を複数示し、クジラとの関係にも触れながら説明することができたことが示された。このことは、クジラに関する活動をグループで行う中で、具体的で複数の原因に基づく説明をする機会に触れていたこと、またその中で、相互教授やジグソー法を用いて転移を意識した学習がなされたいことによると解釈された。

一方文脈に関する分析については、クジラを担当するグループの談話が、intercontextualityを構成するためにどのように組み立てられた(framing)のかという観点から評価された。時間的(time)な観点からは、担当教員による発話の中で、現在の学習が過去の学習あるいはこれからの学習に関係することが語られている様子が確認された。また、参画的(participation)な観点からは、担当教員の多くの発話の中で、生徒たちが中心的な立場(author)として位置付けられていることが確認された。また、生徒たちが今回学んだことをより大きなコミュニティの中で発信していくべきであることも語られていたことが確認された。

Engle(2006)では、学習の文脈を組み立てるものとして時間的、参画的な観点以外にも多くの観点があることが提起され、Engel et al., (2011)において実験的な環境での検証がなされた。学習内容としては、基本の学習事項が呼吸器系の仕組み、プレテスト、ポストテストの確認用の事項としては心臓血管系の仕組みが用いられた。その中で、Intercontextualityの構成を促進する文脈的な要素として、状況(時間、場所、参加者)、話題、役割が盛り込まれ、文脈を拓げる条件(expansive framing)と限定する条件(bounded framing)に分けて学習活動が行われた。結果として、文脈を拓げる条件の方で転移が促進されること、上級クラスよりも平均的なレベルのクラスの方がその効果が高いことが示された。

以上に示した研究は学習環境における転移を状

況的に捉えることを試みたものであるといえる。ただし、Engle(2006)の場合は、絶滅危惧種について考えるという文脈、Engel et al., (2011)の場合は、体の仕組みを考えるという文脈の中で、転移を確認するためのポストテストの設問が具体的に与えられた状況における検証であった。実際の場面において学習者が学習内容を応用する場合、転移の文脈の中で学習の文脈を参照しつつ自ら問題を構成し、それに対して学習内容を応用していくという展開も多いはずである。Engle(2006)を例にとれば、クジラについて学んだグループの生徒に、トビハゼを示して具体的に質問をするのではなく、学習者の能動性や行動力を活かし(Greeno, 2006)、学習者が行動する中で他の絶滅危惧種を見つけ、それに対してクジラを題材に学んだことを応用し、不足する部分は新しく学習する、という流れがより自然ではないだろうか。

そこで本報告では、短大生によるプロジェクト活動とそれに続く個人研究の発展において、intercontextualityを意識した活動の文脈を組み立て、プロジェクト活動での学習が個人の学習として発展していく過程を分析する。

3. 授業の概要

対象とする授業は短大2年次の1年間のゼミである。ゼミの総合テーマは「分かりやすい情報発信とは」で、学生は地域メディア、マーケティング、情報デザイン関係の専門科目を履修済みあるいは並行して履修している。このような専門科目の内容を活かすプロジェクト活動として、2009年度より、企業での広報活動を想定した広報紙の制作を行っている。授業は講義、演習、広報制作、個人研究の4つの形式を組み合わせながら進める。講義では、認知科学を基本とした情報デザインに関する基本文献を用い、情報デザインの実践例、広報活動の基本について講義を行う。演習では、学生のスキルを揃えるために、Desk Top Publishing(以下、DTP)等のスキルの補強と、取材や記事執筆に関する課題を行う。広報制作では、学科の新入生や入学を希望する高校生を読者

に想定した広報紙を制作する。編集部と称するグループを構成して役割を決め、記事の企画から配布までを自律的に進める。個人研究では、春学期にテーマ設定と中間論文の提出、秋学期に最終論文の提出という予定で、「分かりやすい情報発信」について各自の気づきから発展した問題をテーマにするよう求めている。

4. 文脈の構成と各年度の活動概要

本章では、対象とするゼミの学習活動の中に文脈がどのように構成されているのかを示す。

テキストや講義で扱う事例は、「情報の送り手が、情報の受け手のプロフィールを正しく想定し、それにあった形で情報を分かりやすくデザインし発信できているか」という観点で問題提起がなされ、情報発信をより分かりやすくするための改善案が示されている。これに対応して、広報紙制作においても、読者を正しく想定した記事の企画や紙面デザインができていないのかを常に意識しながら活動を進めるように促している。また、個人研究については広報紙制作を通じた気づきや日頃の問題意識の中で、分かりづらい情報発信の事例を探し、その問題点を検討したい上で、改善案を提示するという枠組みで進めていく。以上示したテキスト、広報紙制作、個人研究の3つは「分かりやすい情報発信とは」をテーマとした同じ文脈となっている。この中で、広報紙制作に携わりながら、学生各自が自分の研究テーマを探し、講義で学んだことや広報紙制作での経験を活かして、研究を進めていくことができるのかがポイントとなる。

ゼミは2009年度から継続的に運営されている。以下に2012年度までの4年間の経過を示す。

(1) 2009年度：ゼミの全体活動として、学科の新入生向けの広報紙を制作する活動を行った後、個人研究を行った。新入生向けの学科内の広報紙は既発行分がなかったが、新入生を読者としてしっかり想定するよう促した。個人研究に向けては文献で取り上げられていた事例と同じような事例を見つけ、それを研究テーマとすることを基本とした。個人の興味関心に沿った他のテーマを選定

することも可能とした。結果、履修者12名中4名が「分かりやすい情報発信」に沿ったテーマ設定を行い、春学期及び秋学期通じて同一テーマで研究を進め論文を完成した。その他2名が、途中でテーマを変更したが、「分かりやすい情報発信」に沿った検討を行った。

(2) 2010年度：ゼミの全体活動としての制作を、高校生向けの入試広報紙とした。大学の入試広報室の職員が制作していたものを題材とし、読者である高校生にとって本当に分かりやすいのかということを検討し、問題点を洗い出した上で、改善案として広報紙を制作するという流れにした。年間5号を担当した。この変更により、「分かりやすい情報発信」において留意すべき点として、対象とするメディア、情報の受け手、情報発信を通じて達成すべき目的、既存の制作物、現在のメディアの制作者が意識でき、それぞれが抱える問題が明確になった。個人研究のテーマ設定に関しては、履修者14名中10名が「分かりやすい情報発信」に関するテーマを設定し、研究を行った。個人研究の最終目標として、改善案を提案するところまで達成できた学生は半数にとどまった。

(3) 2011年度：ゼミの全体活動として、高校生向けの入試広報紙の制作を行った。この年度は他のゼミと半分ずつ制作を分担し、前半の3号を制作した。分担することでお互いのメンバーに制作意図等を説明する機会を持つことになった。また、中間論文の中で、「分かりやすい情報発信」としての留意点について、高校生向けの広報紙制作活動の文脈と対応させて自分の研究テーマの文脈を記述するよう求めた。結果、履修者8名中7名が、総合テーマに沿ったテーマ設定のもと個人研究を行うことができ、かつ、具体的な改善提案の提示まで行えるようになった。

(4) 2012年度：ゼミの全体活動として、高校生向けの入試広報紙の制作を行い、他のゼミとの分担も継続した。年間5号を交互に分担し、その中の3号を担当した。前年度と同様のテーマ設定と個人研究を行い履修者6名中6名がテーマ設定から改善案の提示を行った。その中の3名は改善案

に基づいて実際の制作にも取り組むことができた。例年より少人数で全体のプロジェクト活動を行ったこと、プロジェクト活動の中にピアレビューを行ったことの2点において、前年度の改善結果をさらに深める結果につながったと解釈された。

以上各年度の主な変更点を示してきたが、すべての年度に共通した取り組みとして、振り返りシートを記述する作業を導入している。この詳細は長田・村田(2011)に示しているが、サービス・ラーニングの実践研究の知見をもとに取り入れたものである。長田・村田(2011)では、2009年度と2010年度の実践を比較する中で、振り返りシートに記述されたコメントの内容の深化を確認している。4年間の実践と構成された文脈を Engle et al.(2011)を参考にまとめた。

表1 各年度の実践と文脈

文脈	09	10	11	12
振り返り: 発行ごとに振り返りの会	○	○	○	○
広報紙の制作: 学科内広報紙 高校生向け広報紙	○	○	○	○
文献の利用: 基本文献を参考に個人研究テーマの検討を指示	○	○	○	○
他のゼミとの分担: 発行号ごとに制作を分担し、必要に応じて編集会議を実施			○	○
論文の執筆: 広報紙制作と自らの研究テーマを関係づけた記述を促す			○	○
ピアレビュー: 同様の制作を行っている学生との懇談を実施				○
履修者数	12	14	8	6
「分かりやすい情報発信とは」というテーマで個人研究のテーマを見つけ、論文執筆	4	10	7	6

5. 分析のためのデータ収集

(1) **振り返りシート**: 本実践はデザイン研究の枠組みで継続しているため、前年度の結果に基づき表1に示したような改善を重ねている。形成的評価のための主なデータとしては、表1に示した振り返りシートを年間数回用いている。振り返りシートを用いた分析方法の詳細については、長田・村田(2011)に示している。

(2) **中間論文と最終論文**: ゼミの活動は春学期と秋学期に分かれているため、春学期末に中間論文、秋学期末に最終論文を提出する。学生によっては、一度の提出につき複数回提出し、教員のコメントを受けて再考を重ねてものを最終提出する場合がある。そのため、分析の対象とするものは各学期に初回提出されたもの、つまり、その内容について教員のコメントを通じた変更がなされていない版を対象とする。

(3) **インタビュー**: 2012年度から、春学期の後半と、秋学期の後半にこのゼミの活動が学生本人にとってどのようなものであるのかを問うための半構造化インタビューを行った。インタビュー内容は河井(2012)に従っている。また、卒業生に対しては、了解を得られた学生から順次、職場でどのような工夫をしているのかという設問を中心とした半構造化インタビューを行っている。インタビュー項目については武田・長田・村田(2011)に従っている。

6. 学生Rの事例

本報告では学生Rの事例を用いて、プロジェクト活動と個人研究がどう結びついてきたかを考察する。学生Rは、2011年度のゼミに参加し、個人研究のテーマとしては、ウェブサイトやちらしに用いられている商品写真の撮り方に注目し、どのような写真の撮り方をすれば売れ行きがよくなるのかについて考察した。秋学期には短大生が好みそうなバッグやくつの写真を様々な角度から撮影し、「どの写真の商品であれば購入したいか」というアンケートを実施することで、売上向上につながる商品写真の撮影方法についてまとめた。

図1に示したものは、学生Rの中間論文と最終論文の冒頭部分の内容をトピックごとにまとめたものである。図の左側が中間論文、右側部分が最終論文で追加された部分である。図中灰色の四角で示したトピックは、テキストとして用いた文献で示されていた内容と広報紙制作、文献の内容と事例（商品写真と売れ行き）、広報紙制作と事例が統合的に考察されている部分を示している。これらは、「分かりやすい情報発信とは」という大きなテーマの中で、「テキストで紹介されていた事例」、「広報紙制作活動」、「個人研究で取り上げた事例」が相互に関係づけられていることを示している。学生Rは論文の冒頭部分で、このような考察を行いながら、自らが見つけたテーマの設定を具体化し、以降の章へとつなげていた。

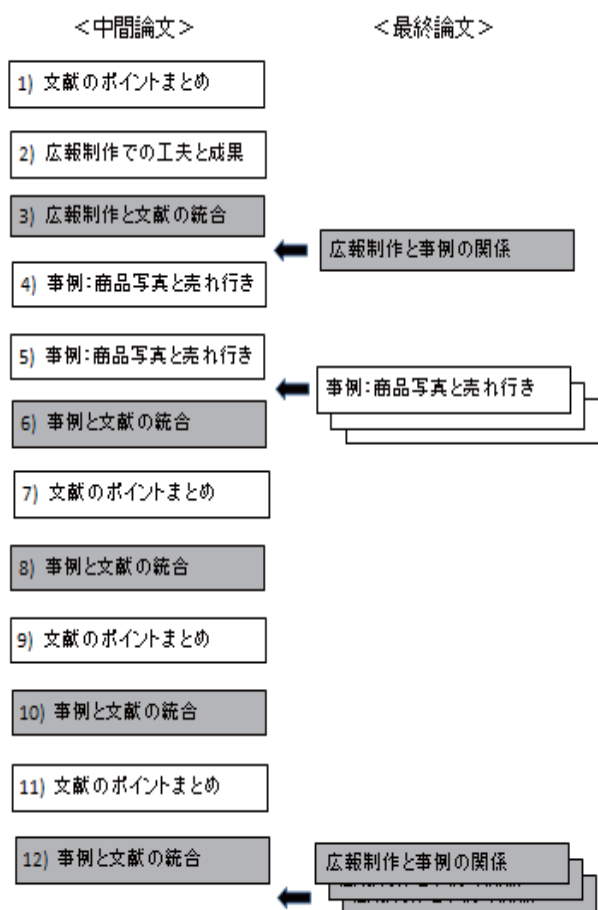


図1. 学生Rの論文の冒頭部分

学生Rについては、卒業後約1年経過時にインタビューを行っている。インタビューの主な設問は職場でどのような工夫をしているのかという点である。その中で、

(インタビュー抜粋1)

分かりやすい情報発信を考えていたので、それを役立てていると思います。特にいまは経理をまかされているので、経理関係のマニュアルのわかりづらい部分を分かりやすくしたりしています。

という発言があった。また、教員が意識していなかった点として、

(インタビュー抜粋2)

SJC ニュース（広報紙のことを指し）を作るときも、写真の撮り方や文章などをいろいろ工夫しましたが、そのあと個人研究でも分かりやすさを考えたことで、より深まったと思います。うちのゼミのみんなのスライドはとても分かりやすかったと思いますよ。(中略) 清泉フェスティバルのスライド作りでも分かりやすさをしっかり考えたのはとても良かったです。

という指摘があった。これは、短大秋学期最後に行われる個人研究発表に向けてのスライド作りの活動の中でも「分かりやすい情報発信」を学生Rが意識していたこと、それも今の職場での活動につながっていたことを示している。

7. 考察

本報告では、4年間にわたるデザイン実験を通じて収集したデータの一部を用いて、プロジェクト活動から個人研究へと学習が発展していく過程を検討した。

プロジェクト活動からそれ以降の学習へと展開していく過程で、テキストやプロジェクト活動と同じ大きなテーマの中で個人研究のテーマを自ら発見し、具体化していくことは短大生にとっては難易度が高い活動となる。表1に示し

たように、2009年度は12名中4名しか自律的な発展をすることができなかった。2010年度からは、高校生向けの入試広報紙に題材を変え、その既存発行分の実物を見ながら、改善案としてあたらしい広報紙の制作ができたことにより、「分かりやすい情報発信」について具体的な事例を基に活動が展開できるようになった。このことも一因となり、2010年度からは大きなテーマの中で個人研究テーマを見つけるという設定に対して、14名中10人が自らテーマを見つけることができるようになった。また、2011年度からは制作数を5から3に減らしたが、分担して作業を行う他のゼミに対して、制作意図を明確に示し、説明する必要性が生じた。これは、Greeno(2006)が指摘している *authority* や *accountability* に関連し、学習者に対してより深い文脈が提供できるようになったと考えられる。

今後は論文の分析方法をさらに精緻化し、インタビュー内容も踏まえて、考察を深めていきたいと考えている。

謝辞

本実践に参加して下さった皆様に深く感謝する。本研究の一部は、平成24-26年度科学研究費補助金・基盤研究(C) (課題番号：24530981)の助成を受けた。

参考文献

- [1] Engle, R. A., (2006) "Framing interactions to foster generative learning: A situative explanation of transfer in a community of learners classroom", *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 15, No. 4, pp. 451-498.
- [2] Engle, R. A. & Conant, F. C., (2002) "Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom", *Cognition and Instruction*, Vol. 20, No. 4, pp. 399-483.
- [3] Engle, R., Nguyen, P., & Mendelson, A.,

(2011) "The influence of framing on transfer: Initial evidence from a tutoring experiment", *Instructional Science*, Vol. 39, No. 5, pp. 603-628.

- [4] Floriani, A., (1994) "Negotiating what counts: Roles and relationships, texts and contexts, content and meaning", *Linguistics and Education*, Vol. 5, pp. 241-274.
- [5] Greeno, J. G., (2006) "Authoritative, Accountable Positioning and Connected, General Knowing: Progressive Themes in Understanding Transfer", *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 15, No. 4, pp. 537-547.
- [6] 河井亨 (2012) "授業と授業外をつなぐ学生の学習ダイナミクスの研究—WAVOC プロジェクト参加学生へのインタビュー調査の分析から—", *教育方法学研究*, Vol.37, pp.1-12.
- [7] 松尾 睦, (2006) 『経験からの学習：プロフェッショナルへの成長プロセス』 同文館出版.
- [8] 長田 尚子・村田 信行, (2011) "サービス・ラーニングを手がかりとした職業実践的プロジェクトの展開：学生によるリフレクションの深化に注目した活動のデザインと評価", *京都大学高等教育研究*, Vol. 17, pp. 39-51.
- [9] Osada, N., (2012) Transfer of learning from project activities to individual learning. CogSci2012 Poster Session.
- [10] 白水 始・三宅 なほみ, (2009) "認知科学的視点に基づく認知科学教育カリキュラム：「スキーマ」の学習を例に", *認知科学*, Vol. 16, No. 3, pp. 348-376.
- [11] 武田 るい子・長田 尚子・村田 信行, (2011) "卒業生の「キャリア形成と短大評価調査」に基づくFD研究の方向性：教育成果の読み取り方と授業改善のあり方", *清泉女学院短期大学紀要*, Vol.30, pp.33-47.

日常場面におけるソーシャルカスタマイゼーション：貼り紙を題材として

Social customization of everyday things: From the categorization of stickers based on their information

新垣 紀子
Noriko Shingaki

成城大学社会イノベーション学部
Seijo University
shingaki@Qomo.org

Abstract

We have been studying various kinds of stickers (HARIGAMI) that are pasted on equipment and walls. We collected any new stickers pasted in and around the new building from scratch once a year. Based on more than four thousand instances of such stickers, we analyzed what kind of difficulties of usage that this equipment and environment have and the changes of stickers. By analyzing the process of modification of stickers, we can understand why, how and by whom social customization is conducted to the place where we live.

Keywords — Harigami, Social Customization, Everyday Things

1. はじめに

私たちの日常場面において、他者によって作り出されている情報は、私たちの行動をどのように支援しているのだろうか。この営みを検討する対象として貼り紙を取り上げ、これまで分析を進めてきた[1]。貼り紙には多様なものがあるが、日常場面で人がとまどう状況や混乱を起こす場面において、人を援助するために作られた情報伝達の役割を果たす貼り紙がある。たとえば、大学の構内には、「このボタンを押す(トイレ)」、「夜間専用出口はこちら」などの行動を指示するための貼り紙が存在する。このような貼り紙がその場にいる人に対して与える情報は、マニュアルに書かれている情報のような一般的なものとは異なることが多い。人工物や環境と人のインタラクション場面に人々が介在して、貼り紙を貼付するなどの手法でシステムや環境をそれぞれの人に合うように改変することをここでは「ソーシャルカスタマイゼーション」と

呼ぶ。

著者の所属する大学に2007年9月に建てられた校舎を経時的に調査することにより、新しい環境が出来上がったときから、どこにどのような貼り紙が貼られていくか、どのような情報が必要となるのかの経時変化を調査してきた[2]。

本研究では収集した貼紙とそれらを受け止めるユーザの認知プロセスの分析結果に基づき、貼紙にどのようなソーシャルカスタマイゼーションの機能があるかを分析した。

2. 方法

新校舎を経時的に調査することにより、新しい環境が出来上がったときから、どのような貼り紙がどこに貼られていくのかの経時変化を調査した。校舎は地上8階地下1階の9フロアから構成されている。貼り紙の収集は、初期は、週1回のペースで、データ収集を進め、その後は、年1回のペースで収集した。さらに、これらの貼り紙が校舎を利用する学生にどれだけ認知されているかを調査するために、2008年に108名、2010年に54名、それぞれ3年次の学生にアンケート調査を行った。

3. 結果

2007年から2011年までに収集された貼り紙は、延べ4405枚であった。2011年の地下1階フロアの貼り紙の分布の事例を図1に示す。貼り紙はたとえば消火器などに、個別のIDなどを示すものもあったが、多くの人が行きかう場

所に、場所の案内をする貼り紙が多く見られた
[3]。

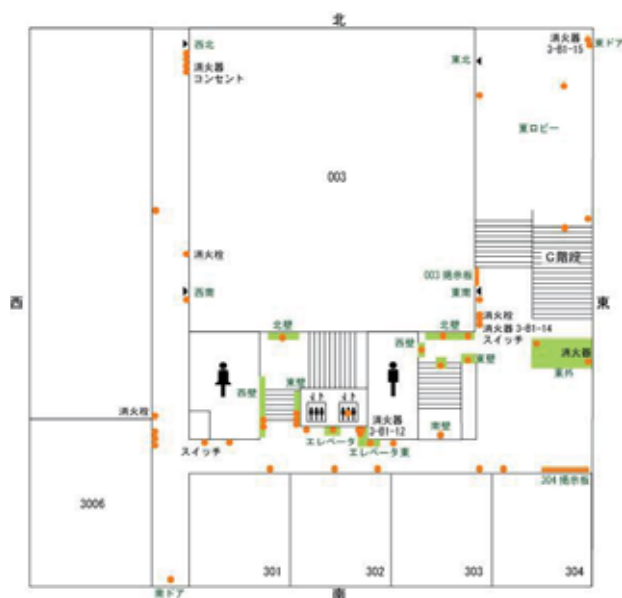


図1 フロアの貼り紙の分布例 (2011年)

収集された貼り紙は、場所ごとに分類し、貼り紙の機能の検討および、貼り紙が時間の経過とともにどのように変化したのかを検討した。そこから貼り紙によるソーシャルカスタマイゼーションには次のような機能が存在すると考えられた。

3-1. ソーシャルカスタマイゼーションの機能の分類

A) 時間軸

部屋番号だけの個人研究室の案内板に個人名のラベルをつけたり、共同の炊事場に、ごみ箱の分類を区別するための貼り紙などは継続的な利用をしているが、夜間のみ使用される出入口の案内は、夜間のみ掲示されたり、試験期間中に一時的に使用禁止になっているものの掲示など、継続的に利用される貼り紙と、一時的な貼り紙があった。このように時間軸をコントロールするための機能があった。

B) 空間軸

貼り紙が多く利用に対して、確実に機能するためには、必要なときに目に入り、分かりやすいものである必要がある。貼り紙を経時変

化を観察すると、位置が調整され、利用者の目に入るようにする機能が観察された。

C) 利用者の軸

貼り紙には、物品管理や、自分自身の記憶の補助に利用されるものが多く見られたが、学生の利用を制御するために、学生と教員という貼り紙により、対象者を区別して、人の流れをよくするための工夫がなされている例が見られた。このように管理者自身に対するもの、特定の利用者に対するもの、不特定の利用者に対するものなど、利用者を区別する事例が見られた。

D) 情報提示の強度

提示された情報は、侵入禁止など、行動を禁止するものと、モノのラベルのように情報をわかりやすくするためのメモの機能、さらに、ボタンの存在など気づかないものを利用者に気づかせるアドバイスというように、提示された情報の内容には、行動を制御する強度の違いがみられた。

E) 情報量

貼り紙による情報提示の多くは、モノのラベルや使用方法など情報を付加するものが多く見られたが、情報を消去することにより、利用される機能を強調するカスタマイゼーションも観察された。このように情報量をコントロールする機能もあった。

また貼り紙のメッセージの内容も、より目を引きやすく、読みやすく、分かりやすい形に進化し、情報量がコントロールされていることが分かった。

3-2. ソーシャルカスタマイゼーションによる貼り紙の効果

観察された貼り紙の中で、空間軸や情報提示の強度、および情報の強度を調整した貼り紙があった。これらの調整によって、貼り紙の認知率がどのように変化するかを調査した。校舎を利用する学生に、貼紙の存在に気づいているかの調査を行った結果を示す(表1参照)。貼り紙の位置と情報量が変化した後では、貼紙の認知

率が上昇した。

表1：貼り紙の精緻化による認知率の変化

	エレベータ前	ドア
2008年	10.1%	21.2%
2010年	31.8%	40.9%

貼り紙を貼った学部事務室のスタッフにインタビューを行ったところ、貼り紙の情報量と空間軸を変化させることにより、学生を誘導する効果があったことが報告された。しかしながら、あやまった行動をとる学生がまだいることから、学生の眼に入りやすいように貼り紙の掲示位置の調整を行っていることが報告された[3]。

4. 考察

貼り紙は、日常場面に存在する道具を利用する場面における問題が何か、問題に対してどのような対処をしたら良いのかを可視化した情報のひとつであると考えられる。建物の案内版を作成するときは、建物がどのように利用されるかをあらかじめすべて想定することはできない。建物を運営する人が案内版を貼り紙という形で修正を加えてカスタマイゼーションすることで、案内版はそこでの人々の活動に適し、より必要な利用者の目に留まる形に変更されていると考えることができる。

6. 今後の課題

今回の調査は、統制された調査とはいえませんが、今後は、貼り紙の貼り手の意図と、それを見るべき利用者がどのように受け止めているかについて詳しく分析する予定である。収集した貼紙とそれらを受け止めるユーザの認知プロセスの分析結果に基づき、ソーシャルカスタマイゼーションの各機能が、ユーザビリティの向上やシステム改善のためにどのように役立つか[4]を検討していきたい。

5. 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 23611040 の助成を受けました。

参考文献

- [1]新垣紀子，野島久雄. (2004) 問題解決場面におけるソーシャルナビゲーション：貼り紙の分析, 認知科学, Vol.11, No.3, 239-251.
- [2]新垣紀子，野島久雄. (2008) 建物はどのように変容するのか? 『日本認知科学会第25回大会発表論文集』, 264-265.
- [3]新垣紀子. (2013) 貼り紙コミュニケーション, (To appear).
- [4]新垣紀子.(2013) 公共空間の多機能化におけるユーザインタフェース, 日本地理学会大会発表論文集(to appear).

ネガティブ刺激および中性刺激がワーキングメモリに与える影響 —NIRSによる認知神経科学的検討—

Effects of prestimulation of negative and neutral pictures on working memory: a near-infrared spectroscopy (NIRS) study

小澤幸世^{†‡}, 松田 剛^{†‡}, 開 一夫^{†‡}
Sachiyo Ozawa, Goh Matsuda, Kazuo Hiraki

[†] 東京大学, [‡] 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
The University of Tokyo, JST, CREST
ozawa@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The realization of importance of how to manage or regulate emotion in a socially appropriate manner is increased and a considerable numbers of emotion regulation studies have been implemented in past decades. Our study also investigated the processing of emotion regulation or the emotional effect on working memory with using near-infrared spectroscopy (NIRS). More concretely, we studied how emotion inducing pictures (negative/neutral pictures) affect working memory task performance (1-back/3-back task) and its prefrontal activity (oxyHb change). As the result, though the oxyHb change between negative and neutral picture presentation was not significantly different, the oxyHb change during n-back after negative picture presentation was significantly larger than that of n-back after neutral picture presentation around mPFC and left DLPFC. This indicated that induced negative emotion would be needed to be suppressed in order to implement cognitive task smoothly.

Keywords — emotion regulation, working memory

1. 目的

怒り、喜び、驚きなどの感情は人の生活を豊かにするが、適切に制御できなければ、様々な問題が生じる。感情の制御は前頭前野の実行機能によってなされていることが指摘されている[1]。本研究では、各種の実行機能のうち、会話、文章の理解、暗算など、日常生活の多くの場で必要となるワーキングメモリを取り上げて、一定期間、不快情動が惹起されている状態から、ワーキングメモリ課題に切り替える制御を脳神経学的に検討する。

この制御を検討するため、実験デザインにおいては情動刺激とワーキングメモリ課題を分離し、情動刺激後に、ワーキングメモリ課題を実施する。

先行研究によれば、情動刺激と認知課題が分離されている場合は、情動刺激はディストラクタ（妨害刺激）として作用するとされる[2]。しかし情動刺激を認知課題中ではなく、認知課題の前に行った検討は少ない[3]。4秒間の情動刺激写真呈示後に、4秒間の暗算を行う検討を行った研究も見られるが[3]、情動刺激や認知課題により長い時間枠を設定した研究は見当たらない。本研究では、情動が惹起された状態における認知課題への切り替え処理を検討するため、課題により長い時間幅を設定し、情動刺激写真を10秒間呈示した後に、ワーキングメモリ課題を26秒間実施する検討を行う。またこの切り替え処理における脳活動変化を検討する。

情動に関わる脳血流変化は、fMRIやPETなどによって中心に検討され、大脳辺縁系などが情動に関わる処理に密接な関係があるとされてきた。一方で、近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）は、脳の表層部分の血流変化を捉えるため、深部の扁桃体の活動を捉えることができないが、近年、情動に関わる活動をNIRSで捉えようとする試みがなされている[4]。本研究でも装着の簡便性や、軽微な動作によるノイズへの耐性などの点で利用性が高いNIRSを用いて情動に関わる脳活動を捉えることを試みる。情動—認知の相互作用モデル[5]により、情動と認知は相反する関係にあることが指摘されているため、情動刺激と認知課題を分離したデザインを用いることで、NIRSでも情動に関わる活動を捉えやすくなると思われる。

先行研究では、情動抑制時に前頭前野に局部的

な活性が見られることも報告されている[6]. よって本研究でも不快情動刺激後のワーキングメモリ課題で、ディストラクタを制御するための血流増加が生じることが予想された. ただしディストラクタとして作用するためには、課題がワーキングメモリの容量を十分に使用している必要があると考えられたため、高難易度と低難易度のワーキングメモリ課題を設定し、高難易度の課題でのみ、不快情動刺激後に血流増加が生じると予想された. また不快情動刺激後の課題成績は、ディストラクタにより低下すると予想された.

さらに先行研究によれば、不安傾向の高い者は、背外側前頭前野 (DLPFC) の賦活が高まりやすいことも知られている[7]. 本研究でも不安傾向の個人差を考慮し、同様の傾向が見られるか否かを検討する.

2. 方法

大学生 20 名 (右利きの男性, 平均年齢 19.38 ± .79 歳) を対象に実験を行った. 情動刺激には、International Affective Picture System (IAPS; [8]) の中から中性および不快の写真を用いた. 実験参加者に、状態-特性不安尺度 (STAI) を回答させた後、NIRS (スペクトラテック社製、OEG-16) を装着し、以下の手順で測定を行った (図 1). 固視点を 9.8 秒呈示後、同じ感情価の IAPS を 2 枚続けて呈示した (各 5.2 秒). その後 n-back 課題のインストラクション (1-back または 3-back) を 1.3 秒呈示し、26 秒の n-back 課題を実施後、再び固視点を 5.2 秒呈示した. これを一試行とし、感情価 (不快, 中性) と認知負荷 (1-back, 3-back) の組合せを変えて計 32 試行実施した.



図1. 一試行の流れ

3. 結果

課題成績: 情動が n-back 課題の成績 (RT と正答率) に与える影響を検討するため、2 (感情価) × 2 (課題負荷) の ANOVA を実施した. RT は 3-back より 1-back の方が有意に早く (平均 RT 1-back 246.32ms, 3-back 363.77ms, $P < .001$), 感情価の主効果と交互作用はなかった. 正答率に関しては何の効果も見られなかった.

oxyHb 変化量: 脳活動の指標としては oxyHb 変化量を用いてチャンネル別に分析した. 分析では、写真呈示前のレストの最後の 4.59 秒の平均が 0, 標準偏差が 1 となるように各チャンネルのデータを z 変換した[9]. 感情価による前頭前野の活動の違いを検討するため、IAPS 呈示時における oxyHb 変化量について不快刺激と中性刺激を t 検定で比較した結果、有意差は見られなかった. また IAPS によって誘発された情動が後続する n-back 課題時の脳活動に与える影響を検討するため、2 (感情価) × 2 (課題負荷) の ANOVA を実施した. その結果、チャンネル 6 ($F(1, 19) = 6.31; p = .021$), 9 ($F(1, 19) = 5.84; p = .026$), 12 ($F(1, 19) = 6.35; p = .021$), 15 ($F(1, 19) = 12.05; p = .003$) で感情価の主効果が見られ、いずれのチャンネルも中性刺激後よりも不快刺激後の方が有意に賦活していた (図 2, 3). 課題負荷の主効果や交互作用はなかった.

不安傾向との関連: 不安傾向 (STAI) と課題成績 (RT と正答率) については、有意な相関はなかった. 不安傾向と oxyHb 変化量については、状態不安と不快刺激後の n-back 課題の oxyHb 変化量に有意な相関が見られた (Ch4, $r = .46, p = .04$, Ch5, $r = .46, p = .04$, Ch8, $r = .57, p = .01$). 特性不安は、全チャンネルで有意な相関はなかった.



図2. NIRSのチャンネルの配置

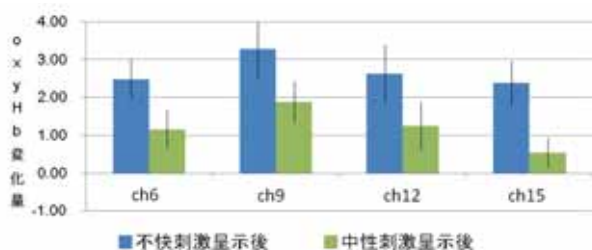


図3. 感情価の主効果が見られた4チャンネルのn-back課題中の脳血流変化

4. 考察

IAPS 呈示時の oxyHb 変化量は不快および中性刺激に有意差がなかったが、n-back 課題時の oxyHb 変化量では不快および中性刺激に有意差が見られた。認知課題時にのみ有意差が見られたことから、この活動は情動反応自体を反映しているのではなく、情動抑制などの情動に対する認知的活動を反映していることが示唆される。課題を円滑に遂行するためには誘発された不快な情動を抑える必要がある。そのため情動抑制に関わることが報告されている DLPFC の賦活が大きくなったのではないだろうか[6]。

また、不快刺激後の認知課題の oxyHb 変化量と状態不安、すなわち実験時の不安が有意な正の相関を示していたが、不安傾向と行動指標との有意な相関はなかった。不安傾向の高い者は低い者に比べて、同程度のパフォーマンスを維持するために前頭前野をより賦活させる必要があることが明らかとなっており (processing-efficiency hypothesis, [7]), 本研究の結果もこれを支持している。本研究の限界点としては、1-back と 3-back で oxyHb 変化量の有意な違いが見られなかったことがあるが、正答率に有意な違いがなかったため、今後は難易度の設定を検討していく必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Lewis, M. D., I. Granic, C. Lamm, P. D. Zelazo, J.

Stieben, R. M. Todd, I. Moadab and D. Pepler (2008). Changes in the neural bases of emotion regulation associated with clinical improvement in children with behavior problems. *Development and Psychopathology* 20, 913-939.

[2] Cromheeke, S. and S. C. Mueller (2013). Probing emotional influences on cognitive control: an ALE meta-analysis of cognition emotion interactions. *Brain Struct Funct.*

[3] Van Dillen, L. F., D. J. Heslenfeld and S. L. Koole (2009). Tuning down the emotional brain: An fMRI study of the effects of cognitive load on the processing of affective images. *Neuroimage* 45, 1212-1219.

[4] Hoshi, Y., J. H. Huang, S. Kohri, Y. Iguchi, M. Naya, T. Okamoto and S. Ono (2011). Recognition of Human Emotions from Cerebral Blood Flow Changes in the Frontal Region: A Study with Event-Related Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of Neuroimaging* 21, e94-e101.

[5] Dolcos, F. and G. McCarthy (2006). Brain systems mediating cognitive interference by emotional distraction. *Journal of Neuroscience* 26, 2072-2079.

[6] Dieler, A. C., M. M. Plichta, T. Dresler and A. J. Fallgatter (2010). Suppression of emotional words in the Think/No-Think paradigm investigated with functional near-infrared spectroscopy. *International Journal of Psychophysiology* 78, 129-135.

[7] Eysenck, M. W., N. Derakshan, R. Santos and M. G. Calvo (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion* 7, 336-353.

[8] Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1998). *International affective pictures system (IAPS): Digitized photographs, instruction manual and affective ratings* (Tech. Rep. A-6). Gainesville: University of Florida, NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.

- [9] Matsuda, G. and K. Hiraki (2006). Sustained decrease in oxygenated hemoglobin during video games in the dorsal prefrontal cortex: a NIRS study of children. *Neuroimage* 29, 706-711.

青筋漫符が怒り感情知覚に及ぼす影響

The Effect of Blue Vein Manpu on Perception of Anger

林 聖将[†], 玉宮 義之^{†‡}, 松田 剛^{†‡}, 開 一夫^{†‡}
 Hiromasa Hayashi, Yoshiyuki Tamamiya, Goh Matsuda, Kazuo Hiraki

[†] 東京大学大学院総合文化研究科, [‡] 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
 The University of Tokyo Graduate School of Arts and Science, JST, CREST
 h_hayashi@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

“Manpu” is symbol describes emotion and feeling. We use this in manga, e-mail, chat, etc. on a daily basis. We investigated the effect of blue vein manpu that be commonly called anger sign on perception of anger. We showed each participant three types of faces: added blue vein manpu, added a dummy picture of the same size as blue vein manpu, not added blue vein manpu. As result, face added blue vein manpu is judged angry by more participants than the others. This indicates blue vein manpu enhances perception of anger by its shape.

Keywords — Manpu, Perception of Emotion

1. 背景と目的

漫符(まんぷ)とは、「感情や感覚を視覚化した、まんがならではの符号(記号)」の総称である[1]。漫符の一例を図1に示す。図1で描かれた顔の右端には、汗のしずくを模した「汗マーク」が描かれており、これによって焦りや困惑といった感情を表現することができる。また顔の周縁部に描いたギザギザの図形は「驚きマーク」と呼ばれる漫符で、驚きという感情を表現することができる。他にも、多種多様な漫符が古くからマンガで、近年では電子メールやチャットの顔文字などで使われており、視覚によるコミュニケーションツールのひとつとして普及している。



図1 漫符の一例(汗マークと驚きマーク)

「青筋」もまた代表的な漫符のひとつであり、これは頭から浮き出た血管を十字型あるいはY字型でデフォルメして描かれる。青筋を顔または顔のそばに併置すると怒り感情を表現することができ、一般的には「怒りマーク」として定着している。一方、人は顔の表情だけでも怒りの感情を知覚することができる。そこで本研究では、怒り顔に青筋を併置することで、顔を見た人の怒り感情知覚にどのような影響が生じるのかを実験的に検討した。

2. 方法

実験参加者：日本に在住する成人 11 名（男性 6 名，女性 5 名．平均年齢 26.6 歳）が参加した。

刺激画像：Örman らの表情知覚研究[2]で用いられた“Neutral”および“Threatening”と、これらを基にして作成した計 9 種類の顔画像を用いた。このうち“Threatening”は、Lundqvist らによってもっとも怒りの感情価が高いと評価された眉毛・目・口の組み合わせからなる顔画像である[3]。本実験では Örman ら[2]の“Neutral”を face_0, “Threatening”を face_8 と命名し、face_0 から face_8 に向けて眉毛・目・口の形を徐々に変形させた face_1 から face_7 を作成した。このとき、face_0 から face_8 へ、数字が大きくなるにつれて、怒っている顔であると判断される割合が増えていくと想定した。

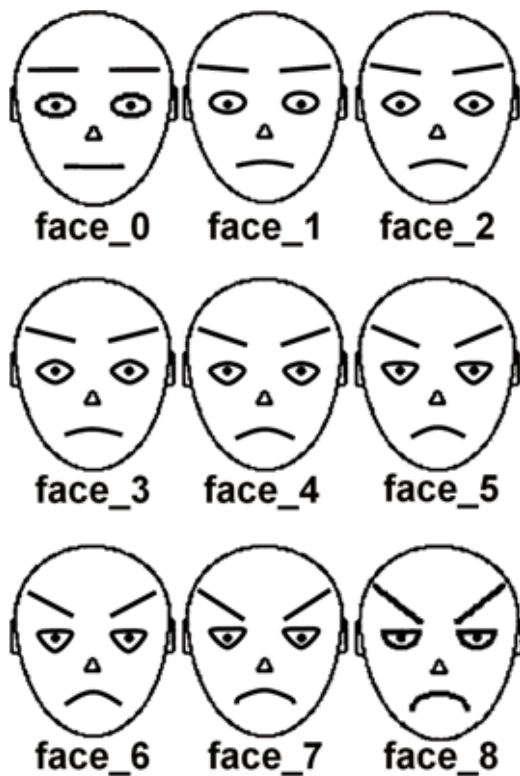


図2 本実験で用いた顔画像.

顔画像と併せて提示した青筋には、4本の曲線からなる点対称の図形(図3a)を採用した。さらに、この青筋と刺激の物理量は同一だが曲線の曲がる向きを図形の中心に対して反転させた図形(図3b)を作成した。もし、青筋が顔からの怒り感情知覚を促進させるのであれば、青筋を顔と併置することで、青筋を顔と併置しない場合よりも早い(face_0に近い)段階で怒っている顔であると判断されると考えられる。

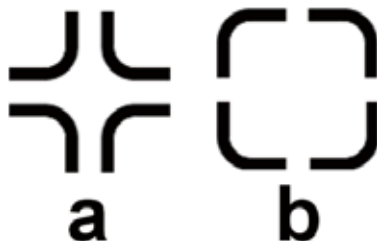


図3 本実験で顔画像と併せて提示した青筋(a)と、それを図形の中心に対して反転させた図形(b).

手続き: 実験参加者には顔の表情を判別する実験と称し、CRTモニターに提示される顔画像が「怒っている」か否かを判断させた。顔画像が「怒っ

ている」と判断した場合は、実験参加者の手元にあるキーボックスの左端のキーを、それ以外の表情だと判断した場合は右端のキーを、できるだけ素早く押すように求めた。ただし、11名の実験参加者のうち約半数の5名には、「怒っている」場合は右端のキー、それ以外の場合は左端のキーを押すよう教示した。キーが押されたら顔画像が消失し、2000msのインターバルを挟んで試行を繰り返した。

1試行で提示される顔画像は図2で挙げた9種類のうちいずれか1種であるが、それぞれの顔画像に対し、図4に示すように、併置画像に関する3つの条件を設けた。この3条件とは、顔画像の左上または右上に青筋(図3a)を併せて提示するmanpu条件、青筋を図形の中心に対して反転させた図形(図3b)を併せて提示するdummy条件、顔画像だけを提示するnothing条件である。

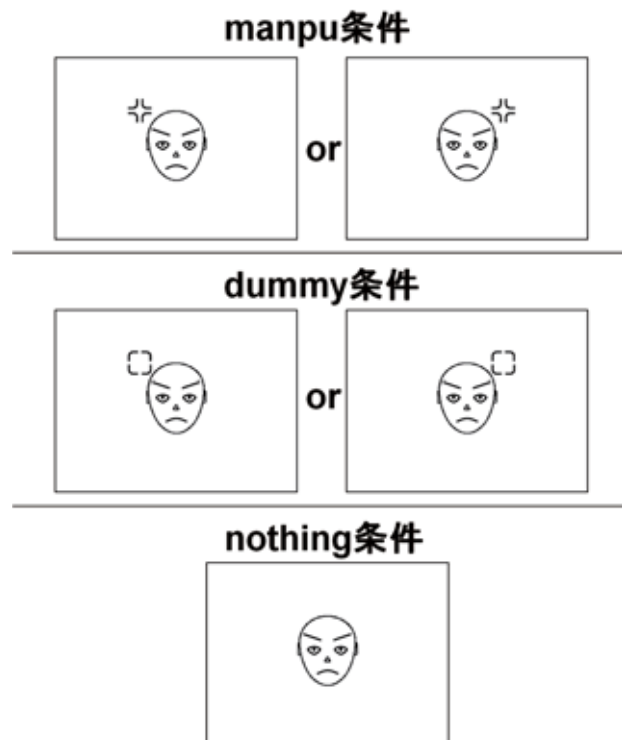


図4 本実験で設定した、併置画像に関する3つの条件.

実験参加者には1種類の顔画像につき15試行(manpu条件を左右3試行ずつ、dummy条件を左右3試行ずつ、nothing条件を3試行)、計120試行を連続して行うことを求めた。顔画像および

併置画像に関する条件の提示の順序はランダムとした。

3. 解析

それぞれの顔画像および併置画像に関する条件ごとに、「怒っている」と判断された割合を算出した。その後、顔画像の種類および併置画像に関する条件で、2 要因分散分析および Bonfferoni 法による多重比較を行った(図 5)。また、併置画像に関する条件ごとに、どの段階の顔画像から「怒っている」と判断されたかを検討するため、それぞれの顔画像が「怒っている」と判断された割合が 0.5 よりも高いかどうかを、T 検定 (片側) によって検定した。

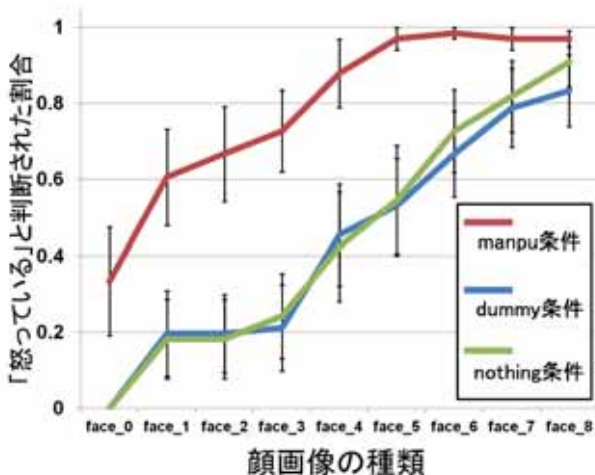


図 5 顔画像の種類および併置画像に関する条件と、「怒っている」と判断された割合の関係。エラーバーは標準誤差を示す。

4. 結果と考察

刺激画像を作成した時点での想定通り、顔画像の種類ごとで比較すると、face_0 から face_8 に向かうにつれて、「怒っている」と判断された割合が次第に上昇する傾向が見られた。「怒っている」と判断された割合について、顔画像の種類および併置画像に関する条件での 2 要因分散分析の結果、顔画像の種類および併置画像に関する条件のそれぞれで主効果が有意であった($p < .01$)。加えて、Bonfferoni 法による多重比較の結果、manpu 条件は dummy 条件と nothing 条件に比べて「怒っ

ている」と判断された割合が有意に高かった($p < .01$)。この結果は、顔画像に青筋を併置することでより明瞭に怒り感情知覚がなされたことを示唆している。これに対して dummy 条件と nothing 条件では「怒っている」と判断された割合に有意な差はなかった($p > .05$)ことから、青筋を図形の中心に対して反転させた図形は怒り感情を惹起するものではないと考えられる。

また T 検定 (片側) の結果、manpu 条件では face_3 の時点で「怒っている」と判断された割合が 0.5 を有意に超えた($p < .05$)。一方、nothing 条件では face_6、dummy 条件では face_7 の段階ではじめて、「怒っている」と判断された割合が 0.5 を有意に超えた($p < .05$)。つまり、nothing 条件や dummy 条件では face_3、face_4、face_5 は「怒っている」と判断されなかったが、manpu 条件では「怒っている」と判断されたことになる。このことは、青筋を顔に併置することで顔からの怒り感情知覚を促進させることを示唆している。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 相原コージ, 竹熊健太郎 (1990), サルでも書けるマンガ教室(1), 小学館。
- [2] Arne Öhman, Daniel Lundqvist, and Francisco Esteves, (2001) "The Face in the Crowd Revisited: A Threat Advantage With Schematic Stimuli.", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 80, No.3, pp. 381-396.
- [3] Daniel Lundqvist, Francisco Esteves, and Arne Öhman, (1999) "The Face of Wrath: Critical Features for Conveying Facial Threat.", *Cognitive and Emotion*, Vol. 13, No.6, pp. 691-711.

ステージ構築からみるコスプレ実践の学び

Learning as Performing and the Activity of Becoming: An Ethnographic Study of Cosplay Culture

松浦 李恵[†], 岡部 大介[‡]
Rie Matsuura, Daisuke Okabe

[†]東京都市大学大学院, [‡]東京都市大学
Tokyo City University, Tokyo City University
g1383117@tcu.ac.jp, okabe@tcu.ac.jp

Abstract

Japan is home to numerous amateur cosplay events. Costume play is a female-dominated niche grounded in a DIY and anti-commercial ethic of costume making and performance. Cosplay events and dedicated SNSs for cosplayers are a valuable venue for exchanging information and learning from each other about costume making, as well as for evaluating each other's work. In this paper, we discuss various cultural practices characterizing the cosplay community based on our interviews with female cosplayers and fieldwork. We first share an overview of the history of cosplay in Japan, and then discuss in detail the following aspects: performance and learning based on Holtzman (2009)'s "learning to perform and performing to learn", and (2) networked learning based on their own cultural capitals. Building stages for their own performances and practices of peer-based niche knowledge exchange make the cosplay community distinct and a meaningful object of study. Compared to learning environments in most schools, the cosplay community has always been based on peer-based, reciprocal learning, with members creating their own rules and codes of conduct. We might look to them as models for designing interest-driven communities and collaborative learning environments.

Keywords — Cosplay, Learning, Performance

1. はじめに

本研究では、「コスプレ(コスチュームプレイ)文化」のフィールドワークを通して、コスプレに関するイベント当日までの協働的な製作や、仲間の招集といったマネジメントのプロセスを通じた水平的な発達や学習について活動理論の観点から分析していく。

コスプレをはじめとするサブカルチャーにおける学びに関して、例えばOkabe(2012)はイベント当日のコスプレイヤー(コスプレをする人々)どうしのコ

ミュニケーションの分析から、互恵的学習やピアレビューという特有の実践について記述している。またIto(2012)は、米国におけるアニメをクリッピングして映像作品をつくるAMV(Anime Music Video)と呼ばれる趣味的活動から、特有の評価システムについて言及している。これらの研究は、学校外の学習に焦点をあてたものとして興味深い。これらを参照しながら、本研究では、Holzman(2008)のパフォーマンスと学習に関する理論を援用しコスプレ文化をエスノグラフィックに描く。

Vygotskyが示したように、人間の発達のプロセスは発達段階の通過というよりも、むしろ「発達のためのステージを作り出すこと」である。ここで述べるステージとは「道具や人との関係構築を含んだ場」のことを指す。Holzmanは、ステージ構築の重要性を指摘することで、Vygotskyの「発達の再近接領域(ZPD: Zone of Proximal Development)」の概念をパフォーマンスのための空間構築と再定義する。

コスプレ実践では、容易に参加できるコスプレイベントが毎週開催されている。コスプレイヤーたちはイベント参加の日程を定め、そのイベントに合わせて衣装製作や専属カメラマンの手配などといった準備を行う(カメラマンもまた、大半はアマチュアである)。Holzmanの知見を援用すると、「非日常(ハレ)のコスプレイベント」だけではなく、日常(ケ)においてステージに向けて準備することもまた発達のためのパフォーマンスであるとみなすことができる。

これらをふまえて本稿では、コスプレ文化におけるステージ構築のありようを詳述する。加えて、学びとしてのステージ構築において鍵となる「文化資

本」について分析する。このことは学校外における水平的学習を捉える知見の蓄積に寄与すると考える。

2. 方法

2.1 フィールドワークの概要と参与観察の方法

2011年から2013年にかけて、東京都内で開催されたコスプレイベントを合計6回観察した(イベントとは、参加者が参加費や更衣室使用料を支払い、コスプレを楽しんだり、写真を撮り合ったりすることである)。衣装を纏うか、またはカメラマンとして参加していることが自然であるので、調査協力者であるコスプレイヤーに同行しつつ撮影、インタビューを行うシャドウイングの手法がとられた。

イベントは、公共のイベントスペースを借りて告知される。イベントには予めコスプレする作品や設定などを決めて複数人で参加する場合が多い(「合わせ」と呼ばれる)。なお近年では、個人でレンタルスタジオを借りて、専属のカメラマンとともにゆったりと「個人撮影」を行うコスプレイヤーも少なくない。

イベント会場では、写真を撮り合いながら「交流を楽しむ」人びとが大多数である。ただし中には「コスプレ写真集」やCD-ROMなどを製作、販売している「異端な」コスプレイヤーも存在する。一般的に、このようなコスプレイヤーは「レベルが高い」とみなされ、アマチュアながらファンがついている場合もある。即売会などでは、例えば写真集は1冊1000円~2000円で販売される。写真撮影や写真加工はもちろん、パッケージ作成やイベント当日の場のしつらえまで、すべて自分たちで行うことも特徴のひとつである。

また田中(2009)が示すように、ウェブの活用はコスプレイヤーにとって非常に重要である。多くのコスプレイヤーが、専用のSNSや個人ブログなどに写真を投稿し、そのIDやURLをコスプレ用の名刺に印字している。

2.2 インタビューの方法

関東在住で、コスプレイヤーとしてイベントに参加したり、コスプレ写真集やCD-ROMを製作販売している学生8名、社会人女性1名、社会人のカメラマン男性1名を対象に、シャドウイングとイン・デプス・インタビューを行った(表1)。コスプレイヤーは女性が大半を占めるため、本稿では調査協力者のほとんどを女性とした。なおインタビューでは、彼女らの活動に関わる写真や衣装、カメラやメイク道具など、コスプレの際に使用するモノを介して質問していった。

調査協力者は、1と4を始点としてスノーボールサンプリングにより選定された。コスプレ文化は閉鎖的なネットワークであるため、知り合い伝手にサンプリングするしかない。このようなサンプリング方法を選択することそれ自体が、この文化の特徴を示していると言えるだろう。なお、コスプレ活動歴が長く実施頻度が高い対象者(たとえば調査協力者7は、6年間で166回コスプレイベントに参加している)、また、コスプレの写真集やCD-ROMを自作し販売している者(調査協力者4や5)から、活動1年未満の初心者までを対象としている。調査協力者10はカメラマンとしてコスプレイヤーの写真撮影を行っている男性である。

2.3 分析手続き

得られたインタビューデータから、トランスクリプトを作成した。このデータを、大谷(2008)のSCAT(Steps for Coding and Theorization)を用いて分析した。SCATは、比較的容易に着手し得る質的データ分析のための手法としてその有用性が確認されている。その手続きは、大谷(2008)に従えば、セグメント化された言語データそれぞれに(1)データの中の着目すべき語句、(2)それを言いかえるためのデータ外の語句、(3)それを説明するための語句、(4)そこから浮き上がるテーマ・構成概念の順にコードを考案して付していく4ステップのコーディングからなる。その上で、テーマや構成概念を紡いでストーリー・ラインと理論を記述する手続きがとられる。ストーリー・ラインと

は、「データに記述されている出来事に潜在する意味や意義を書き表したもの」(大谷, 2008)と定義される。

表1 調査協力者の属性

ID	年齢	性別	所属	コスプレを始めた年齢
1	22	女	大学生	19
2	22	女	大学生	19
3	不明	女	大学生	不明
4	25	女	社会人	19
5	21	女	専門学校 学生	19
6	22	女	大学生	14
7	22	女	大学生	17
8	20	女	大学生	20
9	23	女	大学生	15
10	不明	男	社会人	

3. 結果と考察

10名の調査協力者のうち、主に写真集を協働的に自主製作し販売するコスプレイヤーのデータをもとに考察していく。このような活動をするコスプレイヤーの数はまだ少なく、異端視されることもある。コスプレ写真集の販売活動になると、衣装の制作や撮影のスケジューリングはもちろんのこと、宣伝活動やファンや仲間との関係維持、写真加工、DTPというプロセスをこなすことが求められるようになる。また、twitterやコスプレイヤー専用のSNSを利用し、本番までのプロセスを積極的に可視化することを重視している様子もうかがえる。

[事例1] 20代社会人, 女性

(太字は筆者の発話を示す)

1ヶ月どれくらいやるんですか?

1ヶ月に毎週土曜日で4回が理想だと思ってる。でも実際は4回+2回で6回ぐらい、行っちゃうかな。

[事例 1]では、イベントへの参加を単発ではなく、繰り返し継続して行っている様子もうかがえる。毎

週イベントが行われているコスプレ文化であるからこそ、高頻度で能動的な発達のためのステージ構築が可能となる。このような実践こそが、Holzmanの言う「発達のためのステージ構築」とみなすことができる。本番と準備を繰り返すコスプレイヤーのステージの連続性もまた、パフォーマンスな学びや発達を見ていく上で重要であると考えられる。

[事例2] 20代社会人, 女性

私、結構人の才能に惚れ込む人なので、...Sは服飾勉強していて衣装も教えて欲しいくらいすごい綺麗だと思ってます。

[事例 2]では、飛び抜けた裁縫技術やマネジメント力をもった先人とのつながりの重要性に言及する。さらに、一緒に活動を行う人々の『『才』に特に着目する』とも述べる。高い「才」を持つ人と実践することによって、自身のコスプレ活動の「行為可能性」が拡張し、実践の様式や現実の見え方の変化を経験する。また、アマチュアのコスプレ写真集を制作し販売するという目的に向かうことこそが重要であり、それによって友人関係も強化されていく。

このように、お互いが「才」を抛出することで目的の達成に向かう。そのようにお互いの異なる文化資本を縫製し合うことにより、コスプレコミュニティにおいても「異端」なステージを構築することにつながる。

4. 結語

本稿では、写真集を自主制作するようなコスプレイヤーの活動をみながら、「道具や人との関係構築を含んだ場」であるステージ構築過程を学びとして再定義してきた。同時に、行為可能性を拡張する文化資本を編み上げる水平的な学習の重要性を確認した。

学びは、個人内の変化だけではない。自己を取り巻く様々な人や物の影響を受け、同時にその人や物にも影響を与え変化させる。コスプレイヤーのステージ構築は、その変化を有機的につなげ、その中で個人も変化している。調査協力者のステージ構築活動は、それまでの自己から「何者かに

なること(なり続けること)」を実現する。これこそが本稿で学びとして定義することがらである。そして、他者とともにステージ構築するために自らの文化資本を蓄積していくことこそが、ファンカルチャーにおける学びの上で重要であると考えらる。

参考文献

- [1] Holzman Lois. (2008). Vygotsky at Play and Work. United Kingdom : Routledge.
- [2] Ito Mizuko et al (2013). Connected Learning. California : Digital Media and Learning Research Hub.
- [3] Okabe Daisuke (2012) . Cosplay, Learning, and Cultural Practice. In Ito Mizuko and Daisuke Okabe, and Izumi Tsuji eds, (2012) Fandom Unbound: Otaku Culture in the Connected World,: Yale University Press.
- [4] 大谷 尚 (2011). SCAT: Steps for Coding and Theorization 明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法. 『感性工学会誌』, 10(3), 155-160.
- [5] 田中 東子(2009). コスプレという文化. 成美弘至(編). 『コスプレする社会—サブカルチャーの身体文化』, 24-55. 東京 : せりか書房.

イノベーションに対する態度（イノベーション・マインド）と 創造性課題におけるパフォーマンスとの関連性の検討

The relationship of attitudes toward innovation to task achievement requiring creativity among Japanese college students

都築 幸恵, 新垣 紀子
Yukie Tsuzuki, Noriko Shingaki

成城大学
Seijo University

tsuzuki@seijo.ac.jp

Abstract

In today's rapidly changing and competitive environments, business organizations have come to consider innovation as critical for long-term survival and success. As creativity is a necessary condition for innovation, fostering creativity is among the most important goals in higher education. In this study, a scale measuring attitudes toward innovation was developed. It is a 12-item scale consisting of four subscales, namely, "willingness to take risks for a positive change," "perseverance in intellectual pursuits," "valuing and expressing one's own views," and "tolerance for ambiguity." Guilford's (1967) alternative uses test was administered. Based on the results of the test, participants were divided into two groups, i.e., the group of participants who listed more than average number of uses of bricks and the group of participants who listed fewer than average number of alternative uses. The former group scored higher in the subscale of "valuing and expressing one's own views." Finally, participants were administered with Finke's (19) tasks, which asked them to pick three parts out of 15 different shapes to create something interesting and useful around home. There was a positive and significant correlation between creativity scores on Finke's test and the score of the "perseverance in intellectual pursuits" subscale. Implications that these findings have for college education are discussed.

Keywords — innovation, creativity, attitudes, college education

1. はじめに

複雑化する現代社会のビジネス環境においては、変化する課題や状況に柔軟に対応する創造的な問題解決能力や、会社の針路を見定めて新しいビジョンを提示できるような「創造的知能」を備え

た人材こそが求められている (Sternberg & Lubart, 1996)。

創造性とイノベーションの定義については過去数年にわたり論争が行われてきた。最近の研究者の間では、創造性は、主にアイデアを生成する段階において使われることが多い概念であり、イノベーションとは、アイデアを生成する段階から、それを応用場面で実行するまでの全体的プロセスを扱う、という合意が生まれつつある (Anderson & Costa, 2010)。

また、創造性を発揮したりイノベティブな行動を起こすためには、それらに対するポジティブな態度が必要である (e.g., Choi, 2004)。例えば Basadur & Finkbeiner (1985) は、「思索することを好む態度」および「アイデアを評価する際に、早急に批判しない態度」などが拡散的思考態度を構成するとした。また、繁樹・横山・スターン・駒崎 (1993) は、創造的態度に関する質問紙を実施し、「柔軟性」、「分析性」、「進取性」、「持続性」、「想像性」、「協調性」の6つの因子を見出した。

本研究では、革新的なサービスや製品を開発するなど創造的な問題解決能力の前提となる、イノベーションに対する態度を数量化し、創造性課題におけるパフォーマンスとの関連について、検討を行う。

2. 方法

2-1 参加者

東京の私立大学に在籍する 130 名の大学生。

2-2 材料

2-2-1 「イノベーションに対する態度」に関する項目

Basadur & Hausdorf (1996)、繁樹・横山・スターン・駒崎(1993)など関連する先行研究を参考に16項目を選定し、「1:あてはまらない～5:あてはまる」の5件法で回答を求めた。

2-2-2 レンガ課題

Guilford(1967)に基づき、5分間でレンガの用途を可能な限り列挙させた。回答されたレンガの用途数を拡散的思考の指標とした。

2-2-3 道具のデザイン課題

Finke, Ward, & Smith (1996)に基づき、球、立方体、円錐、十字、車輪一対などの15種類の基本的な部品をから3つを選択し家で使う道具をデザインさせた。制限時間は10分であった。2人の独立した評定者により、1～5の5段階で独創性と実用性についてそれぞれ評価され、その平均値がそれぞれの道具の独創性と実用性の得点とされた。

3. 結果と考察

3-1 イノベーションに対する態度(イノベーション・マインド)尺度の作成

先行研究に基づき選定した16項目を主因子法によって因子分析を行った。因子数は、固有値の減衰状況および解釈可能性により、4因子とした。さらに、全因子に対して共通性の低い項目および各因子に対する負荷量が.40以下の項目を除外した。そしてその結果残った12項目についてプロマックス回転を行った。第一因子は、「人に反対の意見があるときには率直に言うほうだ」、「リスクをとるほうだ」、「物事を変えていくことに興味があるほうだ」の3項目から構成され、その項目内容から「リスクを恐れず積極的に物事を変革しようとする態度」(リスクテイキング態度)と解釈した。第二因子は、「何らかの課題に取り組むときには集中することができる」「いろいろな物事についてより深く知りたいと思う」「注意深く物事を調べることができる」の3項目であり、その項目内容から「持続的に深く探究していこうとする態度」(持続的探究態度)と解釈した。第三因子は、「生徒は教室で自分の考えを表現する機

会をたくさん与えられたほうが良いと思う」「生徒に自分自身で答えを見つけるように促す先生は良い先生である」「生徒が自分の考えを模索したり、討論したり表現するたくさんの方が良い」の3項目であり、「独自の思考を行い、それを表現しようとする態度」(独自思考・表現態度)と解釈した。第四因子は、「仕事には一つの決まったやり方で臨むのが好きだ(逆転項目)」「昔から良いとされているやりかたに従うほうだ(逆転項目)」「いつも同じ方法で一貫して仕事をしている人が好きだ(逆転項目)」の3項目であり、「一つの決まったやり方にこだわらず多様な方法を試してみようとする態度」(曖昧さ耐性態度)と解釈した。これらの12項目からなる尺度をイノベーションに対する態度尺度とした。

以上のように、イノベーションに対する態度尺度は「リスクを恐れず積極的に物事を変革しようとする態度」「深く持続的に探究していこうとする態度」「独自の思考を行い、それを表現しようとする態度」「一つの決まったやり方にこだわらず多様な方法を試してみようとする態度」の4つの下位尺度から構成された。

3-2 創造性課題におけるパフォーマンスとイノベーションに対する態度との関連の検討

レンガ課題(Guilford, 1967)におけるレンガの用途数において、用途数の回答が平均以上のグループとそれ以下のグループとで、イノベーションに対する態度尺度およびその下位尺度について比較を行った。その結果、「独自の思考を行い、それを表現しようとする態度」においてのみ有意な差が見出された。レンガの用途数の回答が平均以上であったグループは、平均以下のグループよりも「独自の思考を行い、それを表現しようとする態度」の下位尺度において、有意に高い得点を得ていた。このように、レンガのいろいろな用途を列挙する拡散的思考課題においては、独自の思考を行い、考えた結果を表現したいという志向性が高い参加者は多くの用途を列挙することができた。

道具のデザイン課題においては、実用性評定の

平均値をカットオフスコアとして、それより高いスコアを得た参加者のみを分析の対象とした。これは、Finke, Ward, & Smith(1996)に倣ったものである。Finke, Ward, & Smith では、実用的発明とそうでないものをまず分類し、実用的発明と評価されたものについてのみ、独創性のスコアを算出し、その数値により「創造的発明」として分類を行っており、本研究もその考え方に従った。本研究においては、実用性評点において平均以上であった85名のデータについてのみ、以後のデータ分析の対象とした。この85名について独創性評点と、イノベーションに対する態度尺度及び各下位尺度との相関を調べたところ、「深く持続的に探究していこうとする態度」と独創性評点のみに有意な正の相関が見出された($r=.18, p<.05$)。この課題においては実用性と創造性の両条件を満たした何らかの道具をデザインし、それを解説しなければならず、その意味で認知的負荷の高い課題であり、「深く持続的に探究していこうとする態度」(持続的探究態度)が特に求められたのではないだろうか。

以上のように、本研究では、課題の種類により特に必要とされるイノベーションに対する態度の側面は異なるのではないかということが示唆された。

参考文献

- [1] Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in Creativity. *American Psychologist*, Vol. 51, pp. 677-688.
- [2] Anderson, N., & Costa, A. C. (2010). Editor's introduction. In Anderson, N. & Costa, A. C. (Eds.). *Innovation and knowledge management*, Vol. 1, pp. xxiii-xli. London: Sage.
- [3] Choi, J. N. (2004). Individual and contextual predictors of creative performance: The mediating role of psychological processes. *Creativity Research Journal*, Vol. 16, pp.187-199.
- [4] Basadur, M. S., & Finkbeiner C. T. (1985). Measuring Preference for Ideation in Creative Problem-Solving Training, *Journal of Applied Behavioral Science*, Vol. 21, pp.37-49.
- [5] 繁榊算男・横山明子・サム・スターン・駒崎久明 (1993) . 日米学生の創造的態度の因子分析による比較研究. 『心理学研究』, Vol. 64, pp.181-190.
- [6] Basadur, M. S., & Hausdorf, P. A. (1996). Measuring divergent thinking attitudes related to creative problem solving and innovation management. *Creativity Research Journal*, Vol. 9, pp. 21-32.
- [7] Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- [8] Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1996). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*. Cambridge: MIT Press.

乳児との相互作用経験に基づいた対乳児動作の変化の検討

Modifications of infant-directed action based on interactions with an infant.

山本 絵里子[†], 開 一夫^{†‡}
Eriko Yamamoto, Kazuo Hiraki

[†] 東京大学, [‡] CREST
The University of Tokyo, CREST
eyamamoto@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Caregivers modify their infant-directed actions in a number of characteristic ways, including exaggeration and close proximity, in order to maintain infants' attention and interest. However, it remains unknown how these characteristics of infant-directed actions are modified. We examined whether students (18-19 years old) modify their infant-directed actions based on interactions with infants (12-15 months of age). We recorded students demonstrate how to use toys and perform action rhymes with infants (infant-directed actions) and their mothers (adult-directed actions) in four sessions (each session consisted of three trials) over one month. Then, raters watched video of students' actions during the demonstrations and were asked to discriminate whether each was directed toward an infant or a mother. Raters were able to reliably discriminate between infant-directed action and adult-directed action from the video in the third trial of the first session and the following sessions. These results suggest a possibility that students modified their actions based on experience interacting with infants.

Keywords — infant-directed action, motionese, adult-infant interaction

1. はじめに

動作は、母子相互作用場面において、重要な視覚的手がかりとして機能する。例えば、母親は、動作を用いて、子どもに様々な物事を伝え、子どもはその動作から道具の使用方法や運動技能を学習する。先行研究において、母親は、乳幼児との相互作用場面で、対乳児動作（モーショニーズ）を示すことが報告されている[1]。対乳児動作とは、対成人動作と比較して、ゆっくりとした、誇張された、そして、簡潔化された動作である。先行研究は、対乳児動作の特徴を明らかにしてきたが、対乳児動作がどのように獲得されるのかは明らか

されていない。母親の対乳児音声は、乳児の反応によって変化する[2]。ことから、対乳児動作の獲得に関わる要因として乳児との相互作用経験が挙げられる。そこで本実験では、乳児との相互作用経験に基づいて、大学生の動作が、対乳児動作の特徴をもつ動作へと変化するかどうか検討した。

2. 方法

参加者：大学生4名（内男性2名、18-19歳）、及び、乳児4名（内男児1名、12-15ヶ月）とその母親が参加した。実験参加期間は1ヶ月であり、参加者は3から10日間に1回、計4回の実験セッション（実験セッション1から4）に参加した。

手続き：実験セッション1から3において、各大学生は、同じ乳児（対乳児動作）とその母親（対成人動作）に向けて、3つのおもちゃと3つの手遊び歌を3試行ずつ実演した。続く、実験セッション4では、各大学生は、実験セッション1から3のときとは異なる乳児とその母親に向けて、実演を行った。大学生の動作はビデオカメラで記録された。

大学生の動作の評価方法：本実験において、5名の評価者は、ビデオ映像内の大学生の動作が対乳児動作と対成人動作のどちらであるか判断することを求められた。動作の初期の変化を明らかにするため、実験セッション1（全試行）、実験セッション3（2試行目）、そして、実験セッション4（2試行目）の動作を評価対象とした。

3. 結果と考察

評価者は、実験セッション1の3試行目 ($t=5.50$, $df=4$, $p<.05$), 実験セッション3 ($t=3.06$, $df=4$, $p<.05$), そして、実験セッション4 ($t=5.79$, $df=4$, $p<.05$) における大学生の動作を、対乳児動作と対成人動作に正しく弁別した (図1)。しかし、実験セッション1の1試行目と2試行目における大学生の動作では、その傾向が見られなかった (図1)。これらの結果から、大学生が、乳児との相互作用経験に基づいて、彼らの動作を対乳児動作の特徴をもつ動作へと変化させている可能性が示された。

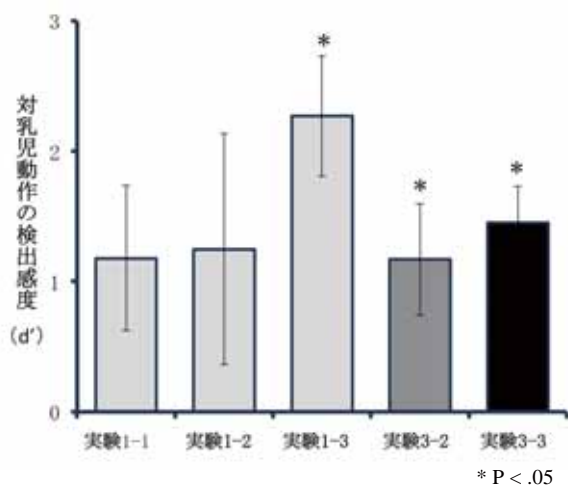


図1 対乳児動作に対する検出感度の変化

実験は実験セッションを表し、最初の数値と続く数値はセッション数と試行数を表す (例えば、実験1-1は実験セッション1の1試行目を示す)。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22240026 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Brand, R. J., Baldwin, D. A., & Ashburn, L. A. (2002) "Evidence for 'motionese': modifications in mothers' infant-directed action", *Developmental Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 72-83.
- [2] Smith, N. A. & Trainor, L. J. (2008) "Infant-Directed Speech Is Modulated by Infant Feedback", *Infancy*, Vol. 13, No. 4, pp. 410-420.

確率に基づく条件文理解に必要な可能世界の近接性判断 A Study of an Adequate Algorithm for Updating Cognitive Environments

松井 理直[†]
Michinao F. MATSUI

[†] 大阪保健医療大学
Osaka Health Science University
michinao.matsui@ohsu.ac.jp

Abstract

When we acquire the right cognitive environment, we cannot search for every relevant piece of information because our cognitive ability is not limitless. Cognitive agents, however, must have proper cognitive environments from partial information structure. In order to achieve this purpose, we need to continue updating cognitive environments through our experience in real world. This paper proposes a valid algorithm for updating the environments on the basis of the estimated degree of belief, and discusses the qualitative feature of our innate cognitive ability.

Keywords — conditionals, relevance, cognitive environment, possible worlds, updating

1. はじめに

私たちは様々な情報があふれている環境の中で生きている。情報の真偽は真理として決まっているが、認知主体は全ての情報を知ることではできないし、正しい情報を獲得できるとも限らない。また、流動的な情報であれば、獲得した想定を更新を迫られることもある。このような不完全で不安定な環境において、認知主体は部分情報を適切に利用し、可能な限り情報に一貫性を持たせ、体制化された想定を持たなければならない。

こうした柔軟性を持った情報処理を行うためには、ある情報を認知環境内に想定として取り込む際、その想定の実偽を明確に決定するのではなく、「どの程度正しそうか」という想定確信度を連続量で持ち、外界情報と常に相互作用を起こしつつ確信度を更新するシステムであることが望ましい。本稿は、こうした認知環境の更新アルゴリズムと想定確信度の計算方法、およびこうしたアルゴリズム上で動作する認知能力の特性について論じたものである。

2. 想定確信度更新のためのアルゴリズム

2.1 外在主義と知識獲得過程

プラトンの『テアイテトス』や『メノン』から現在に至る認識論の歴史において、「認識主体Sが

命題Aを知っている」ということは、「Aが真であるということSが確信しており、Aが実際に真であり、Aが真ということSが確信する当然の理由がある」ことが基本的条件であると考えられてきた (Ayer, 1981)。簡単に言うと、「知識とは正当化された真なる想定」ということである。誤っていると分かっていることを信じ続けるのは知識ではないし、自分では正しいと思いこんでいても、それが真でなければやはり知識ではない。また、たまたま真なる情報を信じていたとしても、その正しさが「まぐれ当たり」であるなら、それは知識とはいえない。

問題となるのは、どのような条件を満たせば「正当化された知識」といえるのかという点にある。古くから、正当化の条件とは、十分な証拠に基づいていることだと考えられていた。しかし、強い証拠主義に立つと、ほぼ全ての想定が知識とは言えなくなる。帰納推論は不確実性を持ち、多くの証拠を集めても次の瞬間に反例が見つかるかもしれない。演繹推論でも、命題に十分な証拠を求め続けると、ある命題の証拠となる別の命題を次々と求めなければならず、直接感覚所与以外の情報について無限後退に陥る。直接感覚さえも、ゲティア問題 (Gettier, 1963) のように、常に正当化されるとは限らない。この証拠主義の問題点を克服する1つの方法が、信頼性主義や整合主義 (Armstrong, 1973) といった認識論の外在主義である。例えば、信頼性主義では「Sの想定が信頼できるプロセスにより形成された」場合に、その情報を知識と見なす。整合主義では、「Sの想定が他の想定と矛盾を起こさない」ことが正当化の条件となる。この場合、ある想定が他の基本想定と矛盾しないのであれば、自分自身でその想定の実偽を説明できない場合でも、整合主義により正当化された想定と見なし得る。

しかし、外在主義であっても、例外事象や偶発的な情報といったノイズが存在する現実世界にあって、そのノイズに耐えうる信頼性を持った判断を行わなければならない。「想定確信度」はこうした柔軟な判断を行うために有利な概念の一つであ

る。想定は知識の基になるものであっても知識そのものではないため、想定確信度は真か偽かという二値に限定されず、連続量であってよい。信号とノイズを切り分ける計算が可能になる。さらに、各時間ごと個別の情報を獲得し、その度ごとに想定確信度を更新できる演算過程であることが望ましい。次節以降で、こうした想定確信度の計算方法を考察してみよう。

2.2 過去の履歴を伴う想定確信度の更新過程

我々認知主体は、過去・現在・未来という歴史の流れの中に存在している。過去の情報は無知であっても未知ではない。少なくとも過去の各情報は真か偽かのいずれかであることは確信できるので、過去の世界に対して適当な信念確信度を割り振ることができる。また、今現在経験している情報については、それを完全に真なるものとして受理できると考え、懐疑論の立場は採用しない。その代わりに、この瞬間の情報を直接受け入れても、将来的に想定確信度を変更可能な計算過程によって、信頼性判断に破綻を来さないシステムを仮定する。これに対し、未来の情報は既定のものとは未知なるものがあり、後者については過去・現在から予測されるものである。

こうした過去・現在・未来という移りゆく時間の中で認知主体に求められる能力は、様々な情報経験を通じて、情報Xに関する想定確信度を更新してゆき、なるべく真理に近い想定確信度を獲得するシステムである。例えば、次のような認知機構が考えられる。

- (1) a. 今現在の情報Xに関する想定確信度は、現在実際にその情報が真なるものとして存在している（あるいは否定情報 $\neg X$ が真として存在する）として受け入れる。
- b. 過去の情報に関しては、暫定的に一つの世界像を構築する。
- c. 未来の情報に関しては、現在の情報から暫定的な予測を行う。
- d. 現在という時が物理的現象（物理的時間）の変遷と共に変化していくのに従って、暫定的な処理の結果も含んだ想定確信度を刻々と更新していく。

こうした更新過程は次のようにモデル化できる。今、認知主体がある情報Xを現在初めて直接に体験し、この情報の真偽を決定しようとしている場面を考えてみよう。まず、認知主体は情報Xを認知環境に受理する前に、 $P_0(x)$ という確信度で情報Xが真であるという想定を立て、かつ $P_0(\bar{x})$ という

確信度で否定情報 $\neg X$ が真であるという想定を立てる。 $P_0(x), P_0(\bar{x})$ は $0 \leq P_0(x) \leq 1, 0 \leq P_0(\bar{x}) \leq 1, P_0(x) + P_0(\bar{x}) = 1$ を満たす任意の妥当な値であり、図??の過去世界における情報Xの暫定的な想定確信度に相当する。本稿で議論するアルゴリズムでは、この $P_0(x), P_0(\bar{x})$ という初期値は適当に決めてもよく、情報Xに関する事象を繰り返し経験することによって、妥当な確信度に収束する(3.1節参照)。ただし、一般的に過去情報の真偽が無知であるという意味を考慮するなら、 $P_0(x), P_0(\bar{x})$ 共に0.5と設定するのが妥当であろう。

これに対し、現在世界の情報に関しては、認知主体はその情報を直接経験できるため、現在世界における情報Xの想定確信度を1として設定すればよい(本稿では懐疑論を採らず、直接経験に関しては完全な想定確信度を持つとする)。したがって、「過去世界」と「現在世界」を合わせた想定確信度は、肯定情報Xと否定情報 $\neg X$ の想定確信度の比率が $P_0(x) + 1 : P_0(\bar{x})$ を満たす値となる。さらに、この比率に未来世界における想定確信度を追加すると、最も適切な想定確信度が決定できる。

しかし、認知主体にとって未来の事象は未知であるので、その想定確信度も推測するしかない。この推測を行うにあたって最も妥当な方法の一つは、今この瞬間における「過去・現在・未来」の関係が、過去においても成立しており、また未来においても同様な関係が生じるという再帰的性質を仮定することであろう。この世界は基本的には極端に変化することはないという仮定であるといってもよい。この仮定に従うなら、未来世界において情報Xが真となる想定確信度は、図??における“path (a)–(b)”および“path (a)–(c)”の可能性を計算すればよく、これは $P_0(x)^2$ と表せる。単純にいうなら、この数値はいずれ現在となる近接未来において情報Xが成立する期待値に相当する。同様に情報Xが偽となる想定確信度は、図??の“path (a)–(d)”, “path (e)–(f)”, “path (e)–(g)”の経路を計算すればよく、これは $P_0(\bar{x})^2 + 2P_0(x)P_0(\bar{x})$ あるいは $1 - P_0(x)^2$ となる。この値は近接未来において否定情報 $\neg X$ が成立する期待値に該当する。

以上のことから、新たに更新すべき情報Xの想定確信度 $P_1(x)$ は、否定情報との比率 $P_1(x) : P_1(\bar{x})$ の比率が $P_0(x) + 1 + P_0(x)^2 : P_0(\bar{x}) + (1 - P_0(x)^2)$ を満たせばよい。ここで、 $1 - P_0(x)^2$ は $P_0(\bar{x})^2 + 2P_0(x)P_0(\bar{x})$ と等しいため、 $P_0(\bar{x}) + (1 - P_0(x)^2)$ は $P_0(\bar{x}) \cdot (2 + P_0(\bar{x}))$ と変形でき、さらに $P_0(x) + 1 + P_0(x)^2$ と $P_0(\bar{x}) + (1 - P_0(x)^2)$ の総計は3になることから、情報Xと否定情報 $\neg X$ に対する更新された想定確信度は各々 $P_1(x) = \frac{1 + P_0(x) \cdot (1 + P_0(x))}{3}$,

$$P_1(\bar{x}) = \frac{P_0(\bar{x}) \cdot (2 + P_0(\bar{x}))}{3} \text{ として計算できる。}$$

さらに、過去・現在・未来がどのような物理的時間においても基本的に類似した性質を持つという仮定から、上述の性質を一般化することができる。まず、現実世界において、情報 X に関する n 回目の証拠が得られたとき、過去・現在・未来に関する想定確信度は (2) のようになる。

- (2) a. 現実世界における n 回目の証拠が情報 X であった場合の情報 X に関する確信度：
1. 過去 (n-1 回目まで) の累積情報の確信度： $P_{n-1}(x)$
 2. 現在の確信度：1
 3. 近接未来に対する確信度： $P_{n-1}(x)^2$
- b. 同様の場合、情報 $\neg X$ に関する確信度：
1. 過去の累積情報に対する確信度： $P_{n-1}(\bar{x}) = 1 - P_{n-1}(x)$
 2. 現在の確信度：0
 3. 近接未来に対する確信度： $1 - P_{n-1}(x)^2$
- c. 現実世界における n 回目の証拠が情報 $\neg X$ であった場合の情報 X に関する確信度：
1. 過去の累積情報に対する確信度： $P_{n-1}(x)$
 2. 現在の確信度：0
 3. 近接未来に対する確信度： $1 - P_{n-1}(\bar{x})^2$
- d. 同様の場合、情報 $\neg X$ に関する確信度：
1. 過去の累積情報に対する確信度： $P_{n-1}(\bar{x}) = 1 - P_{n-1}(x)$
 2. 現在の確信度：1
 3. 近接未来に対する確信度： $P_{n-1}(\bar{x})^2$

このことから、現在時点において情報 X に関する n 回目の証拠を得た時の想定確信度は、式 (3) として表現できる。同様に、否定情報 $\neg X$ に関する n 回目の証拠を発見した場合には、否定情報の想定確信度を式 (4) によって計算できる。

- (3) n 回目の証拠が情報 X の成立であった場合：
- a. 情報 X の想定確信度：
$$P_n(x) = \frac{1 + P_{n-1}(x) \cdot (1 + P_{n-1}(x))}{3}$$
 - b. 否定情報 $\neg X$ の想定確信度：
$$P_n(\bar{x}) = \frac{P_{n-1}(\bar{x}) \cdot (2 + P_{n-1}(\bar{x}))}{3}$$
 - c. $P_0(x), P_0(\bar{x})$ は任意の数値
- (4) n 回目の証拠が否定情報 $\neg X$ であった場合：
- a. 情報 X の想定確信度：
$$P_n(x) = \frac{P_{n-1}(x) \cdot (2 + P_{n-1}(x))}{3}$$

b. 否定情報 $\neg X$ の想定確信度：
$$P_n(\bar{x}) = \frac{1 + P_{n-1}(\bar{x}) \cdot (1 + P_{n-1}(\bar{x}))}{3}$$

c. $P_0(x), P_0(\bar{x})$ は任意の数値

2.3 過去世界を考慮しない想定確信度の更新様式

前節では、過去・現在・未来という時の流れの中で、想定確信度を再帰的に更新していく過程を見た。しかし、現実の認知処理においては、過去に一旦受理した情報を取り消さなければならないことがある。推論思考における前提情報を保持できなくなる場合や、反事実条件文のように現実に反する想定を故意に立てて推論を行う場合、あるいは過去の出来事に対する後悔などがこれに当たる。こうした認知処理は、過去情報の累積効果に直接影響されないという点で、過去世界を現在世界に取り込み、同時に処理を行う認知過程と見なすことができる。したがって、このような認知処理では、前節の議論で見た $P_1(x) : P_1(\bar{x})$ の最終的な比率である $P_0(x) + 1 + P_0(x)^2 : P_0(\bar{x}) + (1 - P_0(x)^2)$ という関係式のうち、最初に足しまわっている $P_0(x), P_0(\bar{x})$ の数値を含めてはならない。したがって、心理的同時性を満たす場合の想定確信度の更新比率は、 $P_1(x) : P_1(\bar{x})$ について $1 + P_0(x)^2 : 1 - P_0(x)^2$ であればよい。この結果、過去世界を考慮しない想定確信度は、以下の計算式に従って更新すればよいことになる。

(5) 過去を考慮せず、n 個目の証拠が情報 X：

a. 情報 X の想定確信度：
$$P_n(x) = \frac{1 + P_{n-1}(x)^2}{2}$$

b. 否定情報 $\neg X$ の想定確信度：

$$P_n(\bar{x}) = \frac{1 - P_{n-1}(x)^2}{2}$$

c. $P_0(x), P_0(\bar{x})$ は任意の数値

(6) 過去を考慮せず、n 個目の証拠が否定情報 $\neg X$ ：

a. 情報 X の想定確信度：
$$P_n(x) = \frac{1 - P_{n-1}(\bar{x})^2}{2}$$

b. 否定情報 $\neg X$ の想定確信度：

$$P_n(\bar{x}) = \frac{1 + P_{n-1}(\bar{x})^2}{2}$$

c. $P_0(x), P_0(\bar{x})$ は任意の数値

過去世界を考慮する確信度更新の式 (3), (4) と本節で見た過去世界を考慮しない確信度更新の式 (5), (6) は、いくつかの点で異なった性質を持つ。次節では、これらの定義式に基づく想定確信度の特徴について議論を行う。

3. 想定確信度の更新様式に関する性質

3.1 真なる想定・知識の獲得

まず初めに、過去の履歴を考慮する信念確信度の更新式 (3), (4) の特徴から見てみよう。今、情報 X が完全に真であり、世界に否定情報 $\neg X$ が存在しないとする。ただし、認知主体は最初は情報 X が完全に真であることを知らないため、初期想定を $P_0(x) = 0.5, P_0(\bar{x}) = 0.5$ と設定している。ここから、認知主体は現実世界の中で情報 X の存在を何度も経験し、情報 X に関する想定確信度を図 1 のように更新していく。

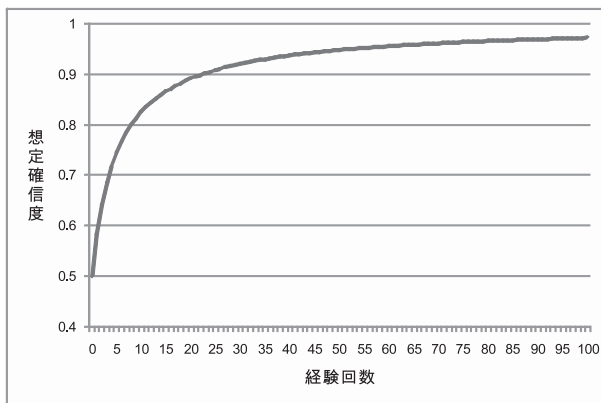


図 1 初期確信度が0.5の時の更新過程

グラフから分かる通り、情報 X に関する想定確信度は経験回数と共に上昇し、情報 X の存在を 9 回経験した時点で確信度は 0.8 を超え、23 回経験した時点で 0.9 を上回る値となる。また、経験回数が 52 回に達した時、想定確信度は 0.95 を超える。

ここで、事前想定の影響について見てみよう。もし事前に情報 X について真である可能性が高い状況であれば、初期想定確信度 $P_0(x)$ を高く設定できる。例えば、認知主体が $P_0(x) = 0.8, P_0(\bar{x}) = 0.2$ という初期確信度を持っていた場合、その想定更新は図 2 となり、経験回数 17 回目で確信度が 0.9 を、44 回目で確信度が 0.95 を上回る特性を持つ。

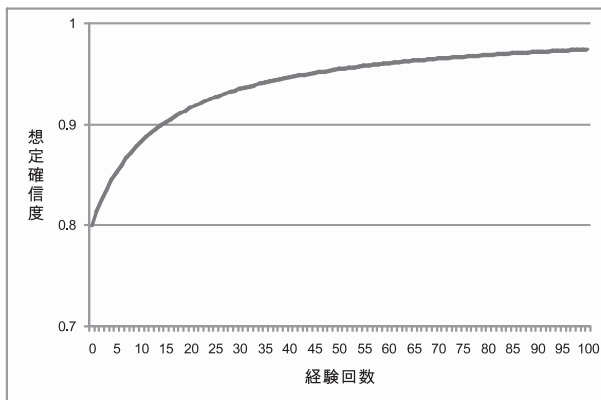


図 2 初期確信度が0.8の時の更新過程

逆に事前に情報 X が偽である可能性が高いと予想される状況であるなら、例えば $P_0(x) = 0.2$ のように $P_0(x)$ が低く設定される。しかし、実際には情報 X が真であり、それ故に情報 X しか経験しない場合、図 3 のように想定確信度が更新されていく。初期値が低くても、確信度の変更が急速に行われ、情報 X を 10 回経験した時点で想定確信度は 0.8 を超え、経験回数 25 回目で 0.9 を上回る。

ここで初期想定確信度が 0.5 であっても 0.2 であっても、想定確信度の更新スピードに大きな違いがない点に注意されたい。この性質は、式 (3), (4) に基づくアルゴリズムにおいて、初期想定は信念獲得にほとんど影響しないことを示している。すなわち、知識獲得において先入観の影響を強く受けにくく、安定した知識獲得が可能である。

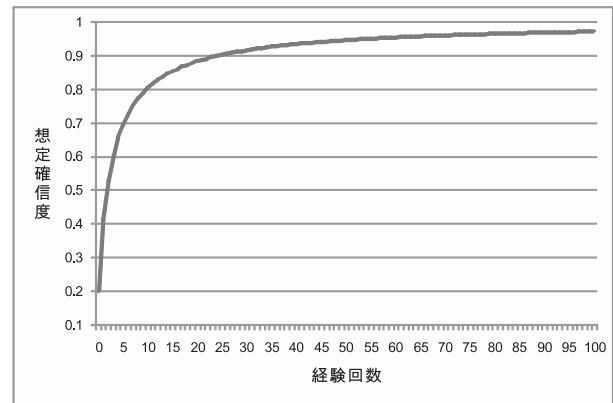


図 3 初期確信度を0.2である場合の更新過程

3.2 反例が実在する場合の特徴

次に、現実世界に反例が存在した場合の更新過程を見てみよう。今、情報 X の初期想定確信度を $P_0(x) = 0.5$ とし、10 回目のみに例外的な否定情報 $\neg X$ を経験し、その後はまた情報 X のみを経験したとする。この時の想定更新過程を図 4 に示す。

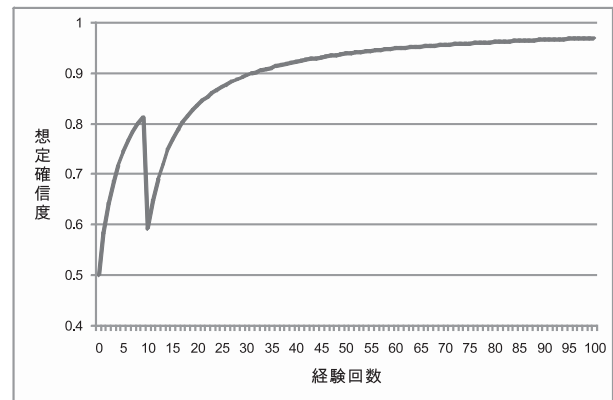


図 4 10回目に例外事象を経験した場合

この時の獲得過程は、9 回目までに 0.79 まで上昇していた想定確信度が、例外を経験した時点で

急速に0.58まで下がり、その後また確信度が上昇する変化を示す。すなわち、想定確信度が高まっても、反例に出会うと、一旦真か偽か分からないという状態に認知環境を戻すのである。

同様に、10回目・11回目に連続して例外事象を経験し、12回目以降は正常事象を経験した更新過程を図5に示す。たった2回の反例にも関わらず、想定確信度が初期想定と同じレベル(約0.47)にまで戻っていることが分かる。すなわち、反例となる否定的情報は、仮説を支持する肯定的情報の連続よりも強い効果を持つ。

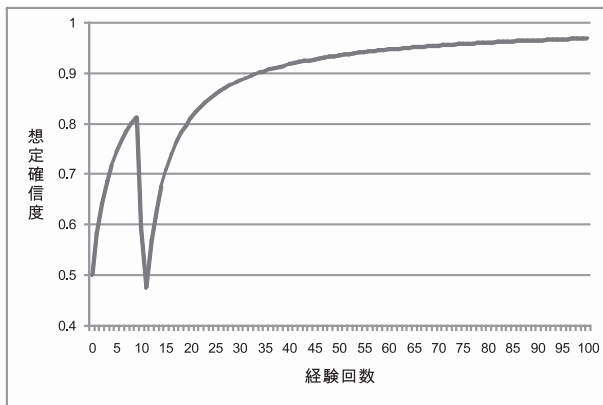


図5 例外事象を10・11回目に経験した場合

反例に出会うタイミングが遅い場合であっても、この性質は大きくは変わらない。図6に60回目で初めて反例を経験した場合を、図5に60回目・61回目に連続して反例を経験した場合を示す。いずれも例外を経験した時点で、想定確信度が情報Xの真偽が決定できないという中立状態に戻る。この傾向は初期確信度が0.5でなくても保たれており、初期確信度とは無関係に成り立つ。

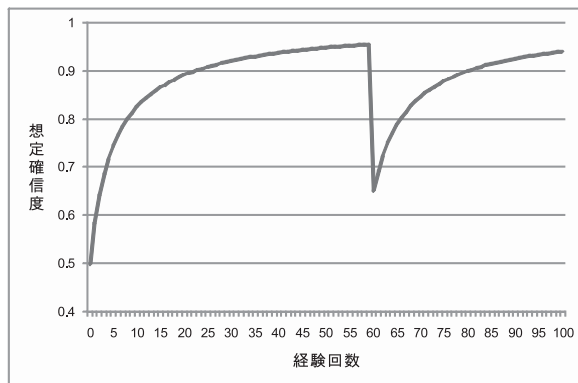


図6 例外事象を60回目に経験した場合

以上の特徴は、本稿で提案した式(3),(4)に基づくアルゴリズムが、初期確信度のみならず、反例や例外を経験するタイミングにも影響されないことを示している。すなわち、本稿で提案する想

定確信度の更新様式は、反例に鋭敏な獲得様式を持っており、常に仮説検証を志向する性質を備えているということである。

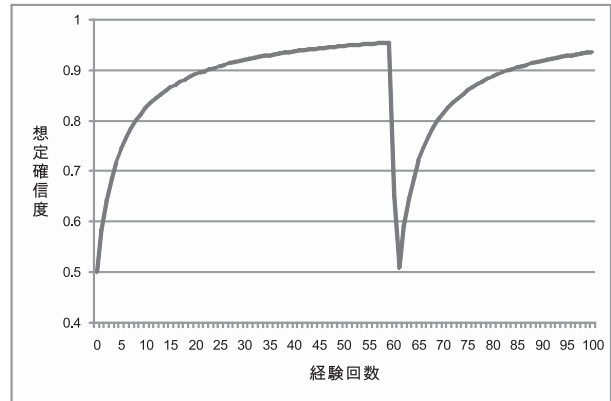


図7 例外事象を60・61回目に経験した場合

3.3 過去世界を考慮しない想定更新過程

前節で述べた過去・現在・未来の状態を推測しつつ想定を更新を行う過程に対し、過去の情報を考慮しない確信度の更新式(5),(6)は、参照する情報が少なくなる分、確信度の獲得が迅速でありかつ違反例に対しより敏感であるという特徴を持つ。図8に、初期想定確信度を $P_0(x) = 0.5, P_0(\bar{x}) = 0.5$ と設定した場合の確信度更新過程を示す。

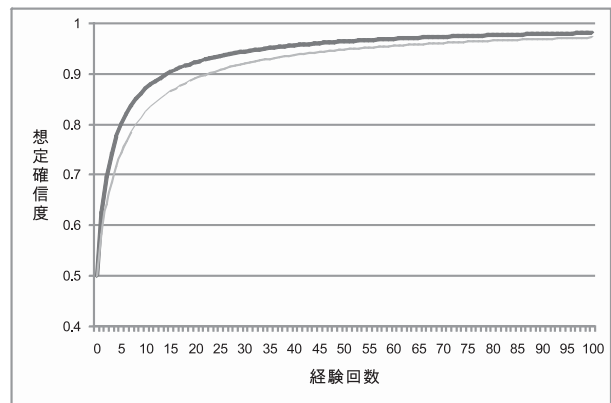


図8 初期想定が0.5の場合の確信度更新過程

太線：過去世界を考慮しない場合
細線：過去世界を考慮する場合(図a1-05tと同一)

一方、反例や例外事例に遭遇した時は、たった1つの否定情報を見つけた時点で、即座に真偽を定めない中立的な確信度に戻る。10回目に例外事例を発見した場合には想定確信度は0.49になり、60回目に初めて例外事例と遭遇した場合でも、その時点で想定確信度は0.5にまで落ち込む。すなわち、過去情報を取り込むアルゴリズムに比べ、違反事例や例外事例に対してより鋭敏な性質を持つ。

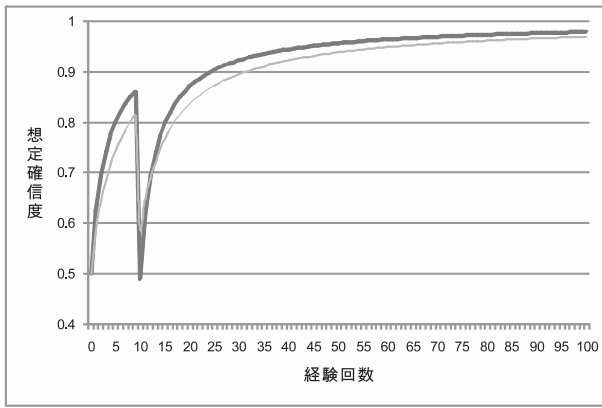


図9 例外事例が10回目に発見された場合：

太線：過去世界を考慮しない場合
 細線：過去世界を考慮する場合(図5と同一)

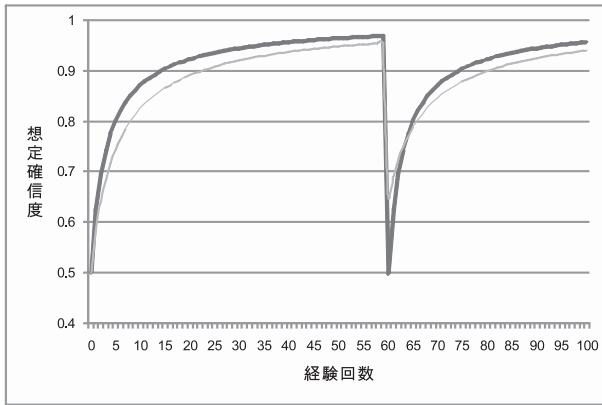


図10 例外事例が60回目に発見された場合：

太線：過去世界を考慮しない場合
 細線：過去世界を考慮する場合(図7と同一)

3.4 近接未来に対する期待度

次に、本稿のアルゴリズムを用いた場合の近接未来の予測について見てみよう。例えばコインの表が4回連続で出ていた時、5回目も表になる主観的確率は、数学的な性質である0.5とは異なった値を持つだろう。本稿のアルゴリズムに基づけば、こうした認知主体が抱く想定 の性質は、(2) で見たように、今現在において情報 X の存在を確認できた時、 $P_{n-1}(x)^2$ という確信度で、近未来においても情報 X が存在するという確信度となる。図 11 に、情報 X の真偽について中立的な初期想定(すなわち $P_0(x) = 0.5$) を持っている時に、情報 X を発見する経験回数と共に近未来に対する期待度がどのように変化しているのかを示す。太線は否定情報 $\neg X$ に対する期待度の変化を、細線は肯定情報 X に対する期待度の変化を、点線はその時点での想定確信度の更新過程(図 1 と同一)を表す。初期状態は 0.5 としている。

ここで、図 11 において、初期数回分の間にかかる否定情報に対する期待値に注目して欲しい。こ

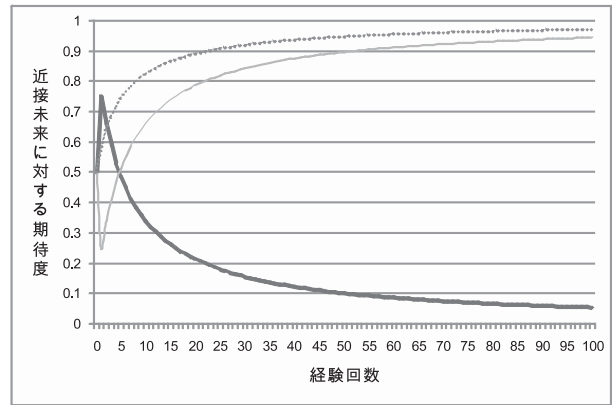


図 11 情報 X の近未来に対する期待度

のグラフでは肯定情報 X は完全に真であり、現実場面でも情報 X しか経験しないため、情報 X に対する想定確信度は徐々に高くなっていくが、それにも関わらず、最初の数回分の間は、否定情報 $\neg X$ に対する期待度も高くなっていく。これは、初期状態が情報の真偽について最も中立的な $P_0(x) = 0.5$, $P_0(\bar{x}) = 0.5$ となっていることが原因である。最初期の状態では、認知主体は情報 X の真偽が分かっていないため、現実世界で得たデータが情報 X を支持するものであった時、情報 X に対する想定確信度を上昇させると共に、しかし次は否定情報 $\neg X$ が見つかるだろうという期待も大きくなることを意味している。ただし、この高い期待度は 5 回連続で肯定証拠を得る時くらいまでしか続かず、その後は初期状態の期待値 $P_0(\bar{x})$ を急速に下回っていく。この性質は、現実世界に否定的な想定を確認する情報が無いために、認知主体が情報 X を真理であると理解し始めた行動として解釈できる。

初期状態において否定情報 $\neg X$ に対する想定確信度を高く持っている場合も同様で、現実世界に否定情報 $\neg X$ が見つからないなら、その期待度は一瞬高くなった後に低下し続け、3 回目の情報を経験した時点で初期想定 の確信度 $P_0(\bar{x}) = 0.8$ を下回ってしまう。

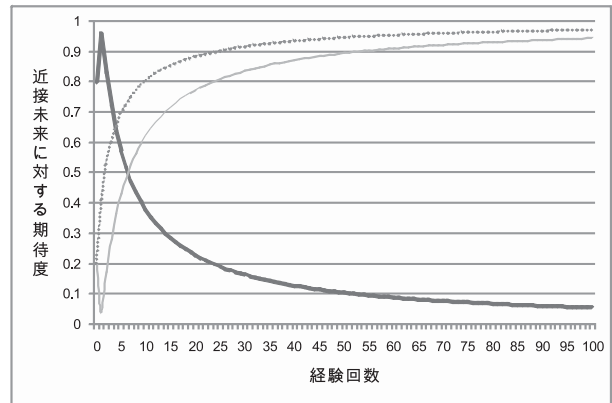


図 12 初期状態 0.2 における近接未来の期待度

では、途中で反例事象あるいは例外事象を見つけた場合はどうなるのだろうか。図13に10回目に初めて反証事例 $\neg X$ を発見した場合、図14に60回目に初めて反証事例を発見した場合における想定確信度の変化を示す(太線: 否定情報、細線: 肯定情報 X 、点線: 想定確信度の更新過程)。

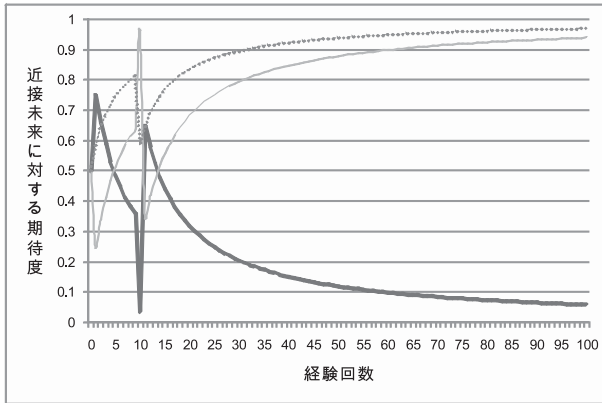


図13 10回目に初めて否定情報を経験した場合

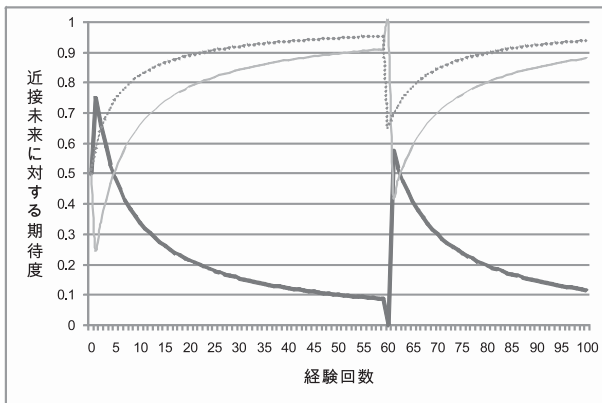


図14 60回目に否定情報を経験する場合

初めて反証事例を経験するのが早い段階であるか遅い段階であるかに関わらず、いずれの場合も、反証事例を発見した瞬間に、近接未来における否定情報 $\neg X$ の期待値が極端に低くなり、次に肯定情報を見いだしたときに、再び否定情報に対する期待値が高くなっていることが見て取れる。これは現実と未来に対する我々の期待の持ち方のパターンに近い性質といってよいだろう。

3.5 初期状態に拘束される想定の影響

認知主体が持つ想定の中には、生得的な知識や、後天的な固定観念といった初期想定の変更を受けにくいものも存在する。この初期状態に拘束される想定とは、現実にもどのような証拠を発見しようと、最初期に持った想定確信度が常に参照されるような情報と見なしてよい。最初期の確信度を参照するプロセスは複数の方法でモデル化が可能で

あるが、最も単純なモデルは、図??におけるpath (a)やpath (e)において、経験によって更新された想定値を用いず、あくまで初期設定の想定値を使うことによって表現できる。この設定の元でシミュレーションを行ったものが、図15である。最初の数回のうち、実環境で得られるデータの影響を少し受けるが、その後は想定確信度が全く変化していないことが分かる。

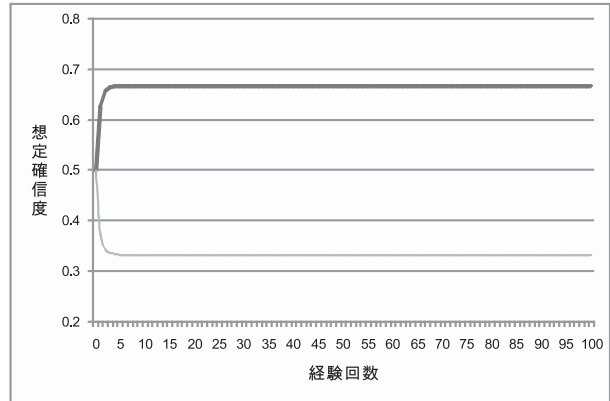


図15 初期状態に束縛される想定一例

途中で反例事象を見つけた場合も、想定値の変動がある範囲内で収束しており、初期状態の想定確信度から大きく変化することがない。ある情報が外界にあった場合でも、その情報の想定確信度にほとんど変化が生じない(すなわち認知環境がほとんど変化しない)ということは、その情報が認知環境にとって関連性のないデータであることを意味する(Sperber & Wilson, 1986)。このことが、初期状態に縛られる想定を持った時に新規の情報を無視してしまう傾向が生じるさせる。

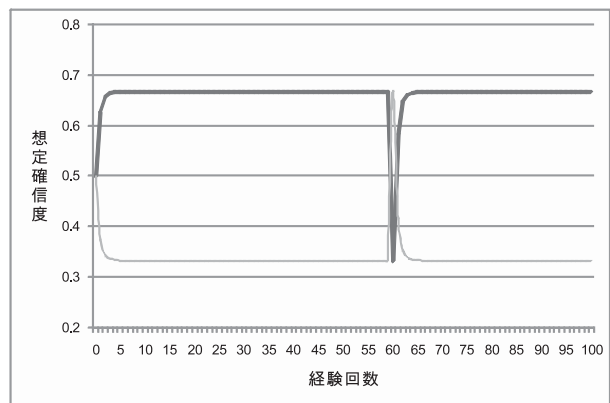


図16 初期想定の高確信度固定観念

以上、本稿のアルゴリズムによって、認知主体はどのような想定状態からスタートしても情報の真理値や情報価とほぼ等価な想定確信度を獲得することができることを見た。しかし、この「ほぼ等価な」という点に問題が残る。図2~図16まで

のいずれのグラフにおいても、認知主体が持つ想定確信度は1に到達していない。このことを単純に見ると、本アルゴリズムに従う認知主体は、真理に近づけるだけで、真なる情報である「知識」の獲得には至らないように思われる。次節では、外界のノイズや我々の認識能力の限界といった攪乱要因を加味しながら、真理値と想定確信度の間に成立する数理的な関係について考察を行う。

4. 真理判断の指標

4.1 認識過程における真理値と攪乱要因の作用

今、情報 X の真偽を変数 T とする。情報 X が二値の命題である時には、 $T = 1$ の時が真、 $T = -1$ の時が偽となる。三値の真理値を採る命題であるなら、 $T = 0$ の時が未知 (*unknown*) である。情報 X が多値の真理値 (情報価) を取る場合は、 T が $-1 \leq T \leq 1$ の範囲で真理値に対応する。

これに対し、真理値の認識を混乱させる外界のノイズや我々の認識能力の限界といった攪乱要因の存在を変数 N で表す。 $N = 1$ は攪乱要因が影響を与えていることを、 $N = 0$ なら攪乱要因が関わらないことを表す。実際には、この N は外的攪乱要因 N_o および認知主体の持つ内的攪乱要因 N_i から成るが、本稿では議論を単純にするために、これら要因を纏めて扱う。

次に、認知主体が情報 X を受理する認知能力を定義する。今、認知主体が真理値を認識する能力の鋭敏さを定数 a 、攪乱要因が認知主体に与える影響の大きさを定数 b で表す。 a, b は共に $0 \leq a, 0 \leq b$ を満たす実数である。以下では、定数 a を認識度指数、定数 b を攪乱度指数と呼ぶ。この時、認知主体の認識量は aT で、認知主体を混乱させる攪乱量は bT で表せる。

この認識度指数 a は、真理値に対する認識能力の敏感さを表す。日本語や英語をはじめとする多くの言語表現を観察する限り、モダリティのない「 X である」、認識的必然性を伴う「 X に違いない」、認識的可能性を伴う「 X かもしれない」という3段階の区別が少なくとも存在するため、認識度指数 a は一般的に $a \approx 3$ を満たし、認識度が悪い場合は $a < 3$ 、認識度が鋭敏な場合には $a > 3$ を満たすと考えてよいだろう。一方、攪乱量 bN は実際には外的攪乱量と内的攪乱量の総和 $bN = b_o N_o + b_i N_i$ であり、さらに外的攪乱要因・内的攪乱要因とも複数の要素が考えられるが、本稿ではこれらの要因を区別せず、攪乱要因の総和である bN だけを扱う。

ここで、認知主体が情報 X の真偽を判断できる可能性の程度を示す指標 V を考える。真理と攪乱

要因は独立しているため、単純な線形的関係を仮定できる。したがって、判断の指標 V は

$$(7) \quad V = aT - bN$$

として表現できる。言うまでもなく、認識度指数 a が小さい時や攪乱要因 $-bN$ が大きければ、認知主体の真理を捉える能力は低下し、認識度指数 a が大きく、かつ攪乱要因 $-bN$ が小さければ、認知主体が真理を認識できる可能性が高くなる。

4.2 真理値と想定確信度の関係

この真理値判断の指標 V は、言うまでもなく想定確信度に影響を与える。この関係は、指標 V と想定確信度のエントロピーによって定義することができる。まず、情報 X に関する判断の容易さは、情報 X と否定情報 $\neg X$ がどの程度大きく違っているかに対応する。この肯定情報と否定情報との区別の明確さは、両者の相対的な比率 (オッズ比) の情報量 (ロジット) によって表すことができるので、このことから真理判断指標 V は、

$$(8) \quad V = \log_2 \frac{P_n(x)}{P_n(\bar{x})}$$

と表現できる。ここで、 V に関する2つの関係式(7), (8)より、

$$(9) \quad \log_2 \frac{P_n(x)}{P_n(\bar{x})} = aT - bN \quad \text{すなわち}$$

$$(10) \quad \frac{P_n(x)}{P_n(\bar{x})} = \exp(aT - bN)$$

が成立する。この式(10)は、情報 X の確信度と否定情報 $\neg X$ の確信度とのオッズ比 $\frac{P_n(x)}{P_n(\bar{x})}$ が、真理値 T およびノイズ N と指数関数的な関係を持つことを示す。さらに式(10)に $P_n(\bar{x}) = 1 - P_n(x)$ を代入すると、式(11), すなわち式(12)が得られる。

$$(11) \quad P_n(x) = \frac{\exp(aT - bN)}{1 + (\exp(aT - bN))}$$

$$(12) \quad P_n(x) = \frac{1}{1 + (\exp(-aT + bN))}$$

この式(12)が、情報の真理値が想定確信度に与える影響を表す関係式となる。すなわち、真理値と想定確信度は (攪乱要因を含んだ) ロジスティックな関係を持つ。この式(12)を用いて、次節で「真理」が想定確信度に与える影響について考察を行う。

4.3 真理値の想定確信度からの帰納

今、真理値の認識を攪乱させるノイズが一切ない世界、すなわち $N = 0$ を満たす世界を考える。

これにより、真理が想定確信度に与える純粋な影響を見ることが出来る。N = 0より、真理値と想定確信度との間には、

$$(13) \quad P_n(x) = \frac{1}{1 + (\exp(-aT))}$$

という関係が成立する。ここで、認識度指数 a を標準的な値と考えられる a = 3 とすると、真理値と想定確信度は図 17 に示すような関係を持ち、真理値である「真 (T = 1)」、「未知 (T = 0)」、「偽 (T = -1)」は各々 (14) のような想定確信度に対応する。

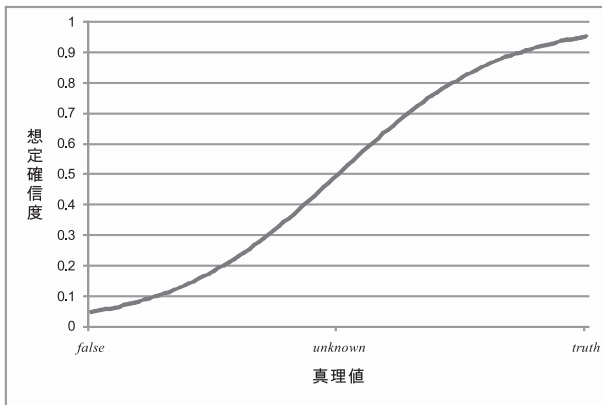


図 17 真理値と想定確信度との対応関係

$$(14) \quad \text{a. 真} : \frac{1}{1 + (\exp(-3))} = 0.953$$

$$\text{b. 未知} : \frac{1}{1 + (\exp(0))} = 0.5$$

$$\text{c. 偽} : \frac{1}{1 + (\exp(3))} = 0.047$$

真理値と想定確信度が一対一対応をするとは限らないため、想定確信度から真理値への推定は帰納推論にならざるを得ないが、(14)より、想定確信度が約 0.953 以上なら「真」、想定確信度が約 0.047 以下なら「偽」と見なしてよいだろう。この性質により、不完全な認知主体であっても「知識」を獲得できることになる。例えば図 1 でいうなら、情報 X が 53 回連続して出現した時に、想定確信度は 0.953 を超え、この情報 X を「知識」として獲得してよい。

4.4 認識度指数の影響

前節では標準的な認識度指数である a = 3 の場合を考えたが、認知主体の内的な状態や対象となる事象の難易度によって、この認識度指数は変化し得る。図 18 は、攪乱要因がない状況において、認識度指数が a = 1, a = 2, a = 3, a = 5 の場合に、真理値が各々どのような想定確信度に対応するか

を示したものである。認識度指数が高くなるにつれて、真なる情報の確信度はより 1 に近づき、偽なる情報の確信度はより 0 に近づいていることが分かる。

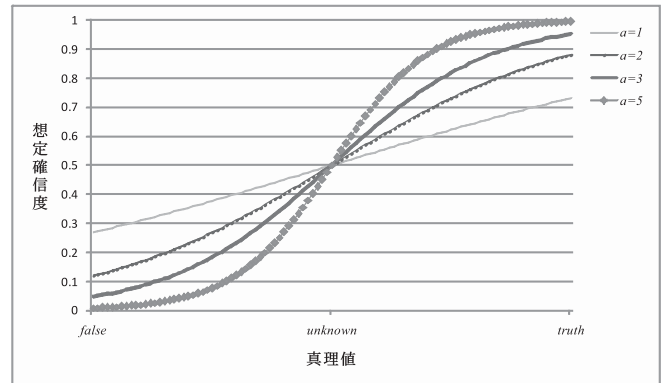


図 18 認識度指数が想定確信度に与える影響

認識度指数が a = 1 の場合は、真理値(あるいは情報価)と想定確信度が線形的に対応する。また、情報が真である時でも想定確信度は約 0.73、偽なる情報に対する想定確信度は約 0.27 となっており、想定確信度の変動範囲が狭い。このことは、どのような情報であっても想定確信度は比較的近似した値となり、情報の真偽判断が明確にできなくなることを意味している。なお言うまでもないが、認識度指数が a = 0 の場合は、いかなる情報に対しても想定確信度は 0.5 となり、真偽の弁別は完全に不可能となる。

一方、a = 5 の場合は、真なる命題に対しては想定確信度が約 0.993 で、偽なる命題に対する想定確信度は約 0.007 となっており、真偽に関してほぼ完全な確信度が得られている。また、真理値が unknown (あるいは情報価が 0) に近い情報であるほど、ほんの少しの情報変化が想定確信度を大きく変動させ、真に近い情報あるいは偽に近い情報になるほど、情報変化が想定確信度に与える影響力が減少していることも特徴の一つである。この性質は、認識度指数が上昇するにしたがって、世界をなるべく安定した形で理解する能力も上昇することを示している。認識度指数が極めて大きくなると、T が 0 以下なら想定確信度は 0 となり、T が 0 以上なら想定確信度は 1 となる。すなわち、世界をほぼ完全に真か偽かに二分できるような認知環境が構築される。

4.5 攪乱要因の影響

現実の世界では、真理の認識を阻害する攪乱要因が何らかの形で存在すると考えられる。この場合は、以下に述べるように、前節で述べた想定確信度よりも低い値であっても、当該情報を真理と

見なせるようになる。

今、攪乱要因が存在する状況 $T = 1$ を設定する。また、この攪乱要因は認識能力と比較して弱い妨害力しか持っていない状況であると、攪乱度指数 b を認識度指数 $a = 3$ の半分の比重となる $b = 1.5$ としておこう。この時、式 (12) は $P_n(x) = \frac{1}{1 + (\exp(1.5 - 3T))}$ という形になり、真理値と想定確信度は図 19 に示すような対応関係を持つ。

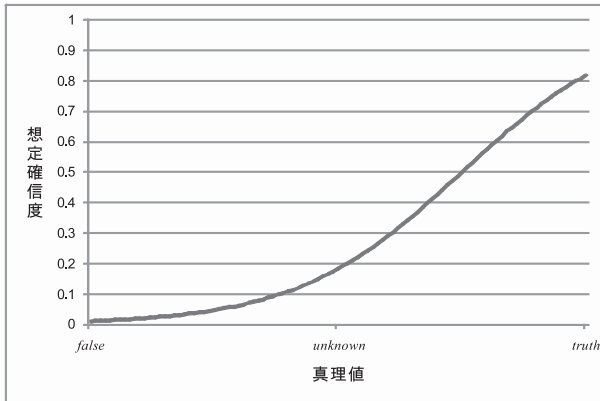


図 19 攪乱要因が存在する時の真理値と確信度

図 17 と比較して明らかなように、攪乱要因が存在すると、真の命題に対しても認識主体はその情報を完全な形で受理することができないため、攪乱要因が無い場合に比べ想定確信度が低くなる。例えば攪乱度指数が 1.5 という状況下では、真なる命題であっても、その想定確信度は約 0.73 程度の値にしかならない。逆に、認知主体の側から見ると、攪乱要因の存在が自明な環境下であれば、想定確信度が多少低くても、帰納的に当該命題を真と判断し得る可能性を持つ。なお、図 20 に攪乱度指数が想定確信度に与える影響を示す。

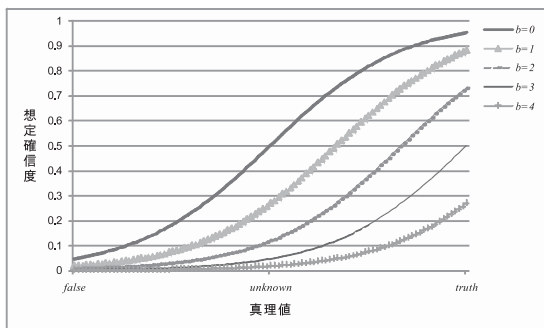


図 20 攪乱度指数が想定確信度に与える影響

5. 総合論議

Sperber and Wilson (1986) の提案している関連性理論は、認知能力の基本機能を関連性のある情報

を見つけ出すことにありと見なしている。これは認知環境の改善を伴う情報のことであり、関連性のある情報が収集できれば、その情報間の推論演算から、ほぼ妥当な帰結を導きだすことができると考えられている。本論文で提案した想定確信度を更新式 (3), (4), (5), (6) は、こうした認知環境を改善していく上で必要となるアルゴリズムであり、次のような特徴を持つ。

- (15) a. 初期想定 の 確 信 度 の 強 さ や デ ー タ 数 に は 大 き く 影 響 さ れ ず 、 現 実 世 界 に 存 在 す る 情 報 の 性 質 に よ っ て 、 想 定 確 信 度 は そ の 時 々 で 更 新 さ れ て い く。
- b. 反例事象に比較的鋭敏に反応する。
- c. 過去情報に依存する学習と、過去情報を考慮しなくてよい学習をほぼ同一のアルゴリズムで扱える(後者は前者の簡略化)。
- d. 想定確信度と真理値の間に、ロジスティック回帰の関係を仮定することができ、「知識」の獲得が可能となる。

なお、本研究は科学研究費・基盤研究(C)「認知的関連性のモデル化と文理解実験に基づく実証的研究」(平成 22~25 年度、課題番号: 22520415) の援助を受けて行われた。

参考文献

- Armstrong, David M. (1973). *Belief, Truth and Knowledge*. Cambridge University Press, Chicago.
- Ayer, A.J. (1981). 『知識の哲学』. 白水社.
- Chomsky, Noam (1986). *Barriers*. The MIT Press, Cambridge.
- Gettier, Edmund L. (1963). Is Justified True Belief Knowledge?. *Analysis*, **23**, 121-123.
- 松井理直 (2005). 「計算論的関連性理論における日本語条件文の解釈」. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **8**, 95-122.
- 松井理直 (2007). 「計算論的関連性理論に基づく日常的推論の分析」. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **10**, 45-76.
- 松井理直 (2009). 「認知的関連性の単純かつ妥当な計算方法」. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **12**, 21-36.
- Sperber, Dan & Wilson, Deirdre (1986). *Relevance: Communication and Cognition*. Blackwell. 内田聖二ほか訳 (1993). 『関連性理論—伝達と認知—』. 研究社出版.

配置換え行為の発生過程分析—繰り返される行為の分析(2)

Developmental analysis of layout rearranging action - Analysis of repetitive activity (2)

青山慶[†], 佐藤由紀[‡], 西尾千尋[†]
Kei Aoyama, Yuki Sato, Chihiro Nishio

[†]東京大学, [‡]玉川大学
The University of Tokyo, Tamagawa University
qq56202@iii.u-tokyo.ac.jp

Abstract

In this study, we describe the formation processes of repetitive activity using "detached objects" based on J. J. Gibson's (1979/1986) view. Four kinds of mode of the repetitive activity were observed: (a) put together-scatter (b) set in-out, (c) line up-break, (d) pile up-break. And low-level action construct the repetitive activity was extracted.

Keywords — repetitive activity, nesting of actions, detached objects, infants' niches

1. 目的と背景

ヒトの日常生活は、繰り返される行動（まったく同じ動きの反復を意味しない）に満ちている。たとえば数時間から数十時間おきに繰り返されることとして寝床での休息、外出時と部屋着の着替え、風呂場での入浴、家と最寄り駅の間への往復、食卓での食事などがあり、こうした行為のそれぞれの中に、食具で口に食物を運ぶことなどのような小さな繰り返しが発見できる。数週間や数か月に一度訪れるような場所があり、毎年の季節の移り変わりに合わせて衣替えを行うというように、大小さまざまなスケールで無数に発見することができる。

こうした繰り返される行動は、それぞれが異なる発達過程をもっている。睡眠や食事などのように、生まれたときから（あるいは生まれる前から）繰り返され続けているできごとがある。調理することや、ごみ捨を捨てること、道具を出して使用してまた片づけること、家から特定のルートを通って目的地へと出かけて再び家に戻ってくるなどのように、成長とともに現れてくるような繰り返しもある。

また、多くのヒトは一つの住居に長期間住み、そこを拠点として日常生活を送る。多くの住居には、休息、睡眠、調理、食事などのための特別な場所が埋め込まれており、日常的な行動を可能にするよう構造化されている。すなわち、ヒトは、環境内の場所を改変し、睡眠、調理、食事、ごみ捨などさまざまな仕事のための専用の場所を内包した家に住んでいる (Reed, 1996)。初期のヒトの子どもの行動発達には、こうした家において起きる出来事である。

本研究は、繰り返される行動が、家という場所において変化し発達していく過程に、ジェームズ・ギブソンの生態学的方法を用いてアプローチする。ギブソン(1979)は、「生態学的事象の絶え間ない流れ」を捉えるためには、物理学的に仮定されるような時間(time)と空間(space)が不適切であり、それに代えて事象(event)と場所(room)という概念を用いることを提案する。時間の流れは等質かつ直線的であると仮定されるが、事象には部分部分で異なる構造が内包されている。同様に、空間は均等で空虚な広がりとして仮定されているが、場所とは比較的安定的な面と、面に囲まれ媒質に満たされており、そこで運動や移動が生じるようなところである。

本研究では、上記のようなイベントと場所という観点から、複数の遊離物において繰り返し生じる「配置」に注目し、特定の配置の成立と崩壊の反復可能性から、行動の発達を明らかにすることを目指す。

2. 方法

2001年冬に男児が誕生した二家族の日常生活を、生後1か月から3歳までの期間、1か月あたり約1時間程度ビデオ撮影するという方法で得られたデータを用いた。以下男児はそれぞれKとDとする。複数の遊離物を扱う場面の中から、同じ配置が複数回生じる場面を抽出し分析を行った。

3. 結果と考察

・分析1

用いた観察データから、遊離物間の配置関係の反復から、以下の4種類の繰り返しイベントのモードを分類した。それぞれ複数回観察されたうちから代表的な場面を記述する。

(a) 集める—散らす

事例1：K 0歳11か月9日目（図1）

おしゃぶり、サインペン、整髪料容器、ビデオカメラレンズのキャップ、を順次把握しながら移動することで、一時的に複数の遊離物が一か所に集まることが生じた。

この繰り返しイベントは、物を掴む行為と移動が複合することによって生じた。この場合、新たな遊離物への関心の移り変わりが移動を制御し、結果として生じる遊離物の集合場所を制御していた。



図1 集める—散らす

(b) 入れる—出す

事例2 D 1歳3か月0日目（図2）

身体の向きを変えながらブロックを容器に入れる行為を複数回繰り返したあと、拾う体勢とったが、その方向にはブロックがなかったために入れる行為が終了する。つづいて、ブロックの容器の

端をつかみひっくり返すことで、容器からブロックを出した。

ブロックを容器に入れるという行為は、それぞれの遊離物が異なる形状をもち、遊離物間の関係的性質によって可能となっている。



図2

(c) 揃える—崩す

事例3：D 1歳9か月28日目（図3）

絨毯の縁を用いて、5個の遊離物を直線に並べる。この繰り返しでは、遊離物を取り囲む環境の性質をガイドとして用いることで、複数の遊離物が為す特別な配置を生じさせている。この直線的な配置は、絨毯の縁というガイドを用いなくても成立させることは可能である。



図3

事例4：K 1歳5か月30日（図4）

長方形の遊離物の短辺の縁を利用することで、3つを直線的に並べる。母親との相互行為によって何度も同様の配置換えが繰り返された。この繰り返しでは、事例3とは異なり遊離物の直線的な辺という形状を隣接的に利用することで成立している。



図 4

(d) 積み一崩す

異例 5 : K 1歳6か月15日目 (図5)

容器内から遊離物を複数個掴み出し、同じ場所に繰り返し置くことで、遊離物が山型のかたちに積み上げられた。この場面ではあさりの形状とその表面特有の摩擦によって山型の積みが可能となった。



図 5

以上、分類された4種類の繰り返しイベントは、同じく繰り返される行為であるが、それぞれが遊離物やその周囲の環境の異なる性質を用いて成立していることが示唆された。

その一方で、この4種類の繰り返しのモードを横断して観察される、次のような下位の行為を抽出することができた。①既にある集団を為している遊離物の配置を崩すこと、②ある遊離物に固有の性質を利用すること、③ある遊離物が他の遊離物との関係によって顕わにする性質を利用すること、④家の中のある場所に特別な性質を利用すること。以下、これらの行為をより詳しく観察する。

・分析2

分析1より抽出された下位行為は、繰り返される配置換えとは独立に、それ自体一つのイベントとして成立している場面を観察することができる。

① ある遊離物に固有の性質を利用すること

遊離物は、その形状や材質によってさまざまな行為の可能性がある。怪我や誤飲などの危険を避けるために、養育者によって出会う順序は制御されているが、子どもが遊離物それ自体の行為の可能性を探る。一度に一つの遊離物に数十分の時間をかけて探索することも珍しくはない。

事例 6 : D 0歳6か月16日目 (図6)

図 6

② 既にある集団を為している遊離物の配置を崩すこと

このような場面は、ザルにまとめてあるみかん、財布の中の小銭、ラックに並べられたCD、食器の中の食物など、養育者などによって配置された遊離物を介して数多く観察される。こうした行為は許容される場合もあれば、元に戻される場合もある。元に戻される場合でも、禁止による場合と、一種の遊びとして再び同じように配置を崩すことを期待されている場合もある。

事例 7 : K 0歳10か月24日目 (図7)

引き出しの中に多くの物が詰め込まれている。一つずつ外に出していく。中にある物を持ち上げては眺め、背後に置くという行為を繰り返す。

結果として、引き出しの中に納まっていたときとは異なる、遊離物の集合が引き出しのそばに出来上がっていた。



図 7

- ③ ある遊離物が他の遊離物との関係によって顕わにする性質を利用すること

前述の長方形の辺を利用して複数の遊離物を並べるといように複数の遊離物の性質を対称的に用いる場合もあれば、ある物を容器もう一方を内容物として扱ったり、穴状のものに細長い遊離物を差し込んだりするような非対称の関係性の場合もある。

事例 8 : D 1 歳 0 か月 6 日目 (図 8)

携帯電話のおもちゃを、筒状のおもちゃに差し込もうとする。



図 8

- ④ 家の中のある場所に特別な性質を利用すること

事例 3 で観察された遊離物の直線的な並びは、絨毯の縁は特別な意味を利用して為されていた。磁石、マジックテープ、シールなどは、遊離物と家の表面が生じさせる接着と離脱の可能性を利用してイベントを生じさせる。使用済みのおむつは蓋が閉まり密閉できる容器に入れられ(K 1 歳 4 ヶ月 10 日目)、ほうきは部屋の隅に立てかけられ(K 1 歳 5 ヶ月 11 日目)、使用済みのおもちゃは他の部屋の片隅にあるおもちゃ箱にしまわれた(事例 9)。

家の中では、面がトポロジカルに子どもと遊離

物を取り囲んでいる。そして、どの場所も、そこ場所を取り囲む面の形状、素材、隣接性によってユニークな意味を持っている。

事例 9 : K 2 歳 0 ヶ月 7 日目 (図 9)

寝室のベッドの上でおもちゃ遊びを「おしまい」と発声して終わると、再度「おしまい」と発声しながら寝室から 2 つ隣の部屋の片隅までおもちゃを持って移動した。三度目の「おしまい」と発声しながら、おもちゃをひとつひとつおもちゃ箱の中へと入れた。母親は「ありがとう」と声をかけた。



図 9

4. 議論

以上、本研究では、2001 年冬に男児が誕生した二家族の日常生活のビデオデータから、複数の遊離物を用いて為される繰り返される行動を観察・分析した。その結果、(a)集める—散らす、(b)入れる—出す、(c)揃える—崩す、(d)積む—崩す、の 4 種類の繰り返しのモードが抽出された。また、これらの繰り返しイベントは、①既にある集団を為している遊離物の配置を崩すこと、②ある遊離物に固有の性質の探索と利用、③ある遊離物が他の遊離物との関係によって顕わにする性質の探索と利用、④家の中のある場所に特別な意味の利用、という 4 種の下位の行為を抽出した。

本研究の記述と分析によって示唆されたことを列挙する。

- ・子どもが会う環境は、特別に構造化されており、その構造における配置を崩すような行為がある。

- ・まとまりの中に、より小さな要素を発見する過程は、他者によって構造化された遊離物の集合を崩すことから始まる可能性がある。これは

Reed(1993)が促進行為場と自由行為場の概念によって議論したヒトの養育環境である。

・下位の行為には、それぞれに発達の履歴があり、繰り返しイベントは、こうした下位の行為が入れ子を形成することによって成立する可能性がある。

参考文献

- [1] Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin. (古崎 敬・古崎 愛子・辻 敬一郎・村瀬 旻 訳. (1985). 『生態学的視覚論』, 東京:サイエンス社.) Reed, E. S. (1996). *Encountering the world: Toward ecological psychology*. Oxford University press.
- [2] Valsiner, J. (1997). *Culture and the development of children's action: A theory of human development*. John Wiley & Sons, Inc.
- [3] 青山 慶, 丸山 慎, 佐々木正人, 鈴木健太郎(2012)「生後 6-8 カ月乳児の言語獲得を取り囲むイベント—言語発生過程分析 7—」, 発達心理学会第 23 回大会論文集, p.546.
- [4] Reed, E. S. (1996) *Encountering the world: Toward an Ecological Psychology*. Oxford University Press.
- [5] Extracts from: Reed, E.S. (1993). *The intention to use a specific affordance: A conceptual framework for psychology* (pp. 45-76). In R. Wozniak & K. Fischer (Eds.). *Development in Context: Activity and Thinking in Specific Environments*. Hillsdale, NJ: LEA.

継続的な対乳児発話でのロボットへの語り掛けが話者に及ぼす影響

Influence of Continuous Infant-Directed Speech on the Speaker in Human-Robot Interaction

柴田 諒子[†], 小島 隆次[‡], 尾関 基行[†], 岡 夏樹[†]
 Ryoko Shibata, Takatsugu Kojima, Motoyuki Ozeki, Natsuki Oka

[†]京都工芸繊維大学, [‡]滋賀医科大学
 Kyoto Institute of Technology, Shiga University of Medical Science
 shibata@ii.is.kit.ac.jp

Abstract

It is known that the prosodic feature of infant-directed speech (IDS) is different from that of adult-directed speech (ADS). Although it is known that IDS has an influence on infants' cognition, it is not clear whether it has a cognitive effect on adults as well. We ask two participants who live together to interact with a robot in their home for one week with IDS, and with another robot for another week with ADS, and we investigate the difference in the impression of the robot and participants' speech between the two conditions.

Keywords — Human-robot interaction, Human-agent interaction, Infant-directed speech

1. はじめに

ロボットは社会・家庭環境に徐々に浸透しつつある。しかしながら、ユーザごとにロボットとの接し方は様々であるため、飽きなどの理由により長期的なインタラクションを持つことは、現在は難しいと考えられる。ユーザがロボットに対して愛着を持てば、ロボットとの長期的なインタラクションを持つことが期待され、また、長期的なインタラクションを通じてユーザに適応するための学習データもより多く得ることが可能になると考えられる。

ユーザにロボットに対して愛着をもってもらうために、ユーザの発話に注目した。特に人の発話の中でも、我々は Infant-directed speech (IDS) に注目した。IDS とは、人が赤ちゃんやペットなどに対して話しかけるときに自然と出ると言われている、韻律が特徴的に変化する発話である。声の基本周波数が高くなる、基本周波数の変化(抑揚)が大きくなる、ゆっくりとした話し方となる、などといった点が大人同士の会話 Adult-directed

speech (ADS) と異なる。このような話し方は、個人差や文化差は見られるものの実際に子供がいる人や子供と接する機会がある人以外にもみられるといわれている。IDS は赤ちゃんにとっては、(a) 赤ちゃんの注意をひきつける、(b) 大人の感情が赤ちゃんに伝わりやすい、(c) 言語獲得に役立つ、などと言った良い影響があることが知られているが、語り掛ける側である大人への影響はあまり知られていない。しかしながら、産後うつ母親が、あまり IDS が出ない傾向にあることが知られており、またそういった母親はしばしば子供に虐待をしてしまう、などといった報告があること。このことから、IDS で対象に語り掛けることと、話者の対象への愛着に何らかの相関があるのではないかと考えた。

著者らはこれまでに、IDS の中でも声が高くなるという特徴に注目し、高い声によく反応するロボット (IDS ロボット) と、そうでないロボット (ADS ロボット) を用意し、双方に対して話しかけさせるという 3-5 分程度の実験を 30 名程度の実験参加者で、実験室内で行った。この際の問題として、実験参加者にはどちらのロボットが高い声に反応したと感じたかを尋ねたが、正確に回答できた者がいなかった。そのため、次に別の実験参加者には、IDS ロボットには高い声で話しかけるように指示したところ、高い声を出すのは不自然であると感じ、ロボットに対する印象そのものも悪くなってしまった。そこで、実験参加者への支持の出し方を工夫し、ロボットの名前を高い声と普通の声で呼んでもらい、そのあとでどちらに対してよりよく反応したと感じたかを尋ねた。回答

の正誤にかかわらず、どちらの声に対してどちらのロボットがよりよく反応するか正解を伝えた。ただし、高い声/普通の声を強制せずに、話しかけやすい声で話しかけるように教示したところ、ほとんどの実験参加者が IDS ロボットに対しては高い声で、ADS ロボットに対しては低めの声で話しかけていた。さらに IDS ロボットの方が印象も有意に良い結果となった。

この際に残った問題点として、IDS ロボットに対してよい印象を抱いたから声が高くなったのか、高い声で話しかけたためにロボットへの印象が良くなったかの切り分けが不明瞭であった。

本研究では、条件間のロボットを統一することを試みた。さらに、継続的に話しかけさせることで、その時のロボットへの印象の変化や、ロボットへの語り掛け方の変化などを調べた。

2. 実験

1. 目的

ロボットに継続的に語り掛けることで、ロボットに対して、赤ちゃんらしい印象は増すか、また、話者の語り掛けることそのものに対する印象が変化するか、などについて、一般家庭に1週間ロボットを設置してもらうことで調べる。

2. 実験方法

実験参加者 一般家庭に同居する男性1名(参加者 A, 42歳)と女性(参加者 B, 48歳)であった。

装置と刺激 実験に用いたロボットを Figure. 1 に示す。このロボットは IP Robot Phone (IWAYA)の外見のくまのぬいぐるみ部分を外したものである。このロボットは音声に対して動きで反応する。動きは、いくつかの単純な動きがあらかじめ定められており、その中からランダムで決定された。自身の動作音が 50Hz 程度であり、それに対して反応しないようにローパスフィルタをかけたが、基本的には音に対して反応する。

IDS で話しかけてもらう条件(IDS 条件)のロボットをひなちゃん、ADS で話しかけてもらう条件(ADS 条件)のロボットをかなちゃんと呼称した。2 ロボットの性能差で印象などに影響が出ないよ



Figure. 1 A robot used in this study.

うに、どちらも動作特性や見た目に差はなく、名前以外は同じものであった。

手続き 実験参加者には、口頭及び紙面でこのロボットが話しかけたら動く旨を伝えた。話しかける内容は、強制はしないが、主にその日あったことなどを話しかけさせた。話しかける時間帯は特に指定せず、話しかける時間長は5分程度を目安に、特に話しかける内容が無い場合は短く切り上げ、また、上限を設けずに思いつく限り長く話しかけることも許可していた。

ひなちゃんについては「赤ちゃんに話しかけるように話しかけてください」、かなちゃんについては「ご家族や友人同士で会話するときのように話しかけてください」と教示した。それぞれのロボットについて1週間継続的に話しかけさせ、また、間に1週間実験を行わない期間を設けた。

実験初日のタスク終了時と各条件の実験最終日のタスク終了時にロボットの印象についてのアンケートに回答させた。さらに、それぞれの評価項目について、実験後に、実験前に比べより当てはまるようになったか、あるいは当てはまらないようになったかを回答させた。

2. 結果と考察

IDS 条件の初日に、ロボットが動かない、という不具合があった。また、IDS 条件の実験最終日に参加者 B は実験に参加することができなかった。

実験参加者 A, B の各ロボットに対する一発話の平均時間長, 総発話時間長, 発話の基本周波数, 発話の基本周波数の標準偏差を Table. 1 に示す.

参加者 A について, 一発話時間長は, IDS 条件は $M=1.86[\text{sec}]$, $SD=0.80[\text{sec}]$, ADS 条件は $M=7.93[\text{sec}]$, $SD=5.82[\text{sec}]$ であり, t 検定を行ったところ, 有意水準 5% で ADS 条件の一発話長の方が有意に長かった. ($t(6.22) = 2.73, p = .03$).

総発話時間長は, IDS 条件は $M = 356.00[\text{sec}]$, $SD = 51.04[\text{sec}]$, ADS 条件は $M = 350.29[\text{sec}]$, $SD = 39.42[\text{sec}]$ であり, t 検定より条件間で総発話長に有意な差はなかった ($t(11.28) = 0.23, p = .82$). 発話の基本周波数は, IDS 条件は $M = 123.28[\text{Hz}]$, $SD = 10.38[\text{Hz}]$, ADS 条件は $M = 122.05[\text{Hz}]$, $SD = 7.76[\text{Hz}]$ であり, t 検定より, 条件間で基本周波数に有意な差はなかった. ($t(11.11) = 0.25, p = .81$).

また, 発話の基本周波数について等分散性の検定を行ったところ, $F(65268, 81963) = 1.74, p < .001$ であり, IDS 条件の分散が 0.1% 水準で有意に大きいことが分かった. 基本周波数の分散は声の抑揚に相当するため, この場合, IDS 条件の方が抑揚のある発話であったと考えられる.

参加者 B について, 一発話時間長は, IDS 条件は $M = 2.40[\text{sec}]$, $SD = 0.64[\text{sec}]$, ADS 条件は $M = 6.19[\text{sec}]$, $SD = 4.71[\text{sec}]$ であり, t 検定より ADS 条件の方が有意に長い傾向があることが分かった ($t(6.26) = 2.10, p = .08$).

総発話時間長は, IDS 条件は $M = 376.00[\text{sec}]$, $SD = 52.93[\text{sec}]$, ADS 条件は $M = 435.86[\text{sec}]$,

$SD = 164.4[\text{sec}]$ で, t 検定より条件間で総発話長に有意な差はなかった ($t(7.41) = 0.91, p = 0.39$).

発話の基本周波数は, IDS 条件は $M = 176.71[\text{Hz}]$, $SD = 9.41[\text{Hz}]$, ADS 条件は $M = 130.14[\text{Hz}]$, $SD = 3.23[\text{Hz}]$ で, t 検定より IDS 条件の方が, 有意に基本周波数が高いことが分かった ($t(6.01) = 11.56, p < .001$).

また, 発話の基本周波数について等分散性の検定を行ったところ, $F(52214, 87869) = 4.41, p < .001$ であり, IDS 条件の分散が有意に大きいことが分かった. 基本周波数の分散は声の抑揚に相当するため, この場合, IDS 条件の方が抑揚のある発話であったと考えられる.

どちらの参加者ともに, IDS 条件の方が一発話時間が短く, 抑揚のある発話になっていることから, 教示の通り IDS 条件では IDS で, ADS 条件では ADS でロボットに対して語り掛けていたことが分かる. また, 参加者 B は IDS 条件の方が, 声が高くなっているが, 参加者 A は IDS 条件でも声が高くなっているとは言えない. この点については, IDS には個人差があり, 全特徴が出るわけではないためであると考えられる.

このときの各ロボットへの印象を Figure. 2 に示す.

各ロボットへの印象は, どちらの実験参加者も ADS 条件の方が高い項目が多い. このロボットは現在, 即応性が高いとは言えず, 話しかけてから動作までに少し時間を感じることもあるが, ADS ロボットの頃はロボットへの語り掛け方に慣れていた, というインタビューで述べたことから, 実

Table 1. Speech of each participant to each

Participant	Condition		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	Average
A	Hina (IDS-condition)	Length of one utterance[s]	1.39	1.14	1.02	2.24	1.68	2.27	3.28	1.86
		Length of all utterances[s]	299.00	310.00	359.00	360.00	319.00	419.00	426.00	356.00
		Mean fundamental frequency [Hz]	130.62	111.04	119.97	118.48	115.56	125.42	141.85	123.28
		SD of fundamental frequency[Hz]	50.12	34.80	41.47	37.79	30.27	38.32	42.20	39.28
	Kana (ADS-condition)	Length of one utterance[s]	8.71	15.16	3.89	16.83	3.43	3.84	3.63	7.93
		Length of all utterances[s]	299.00	308.00	355.00	359.00	419.00	353.00	359.00	350.29
		Mean fundamental frequency [Hz]	125.21	125.46	116.49	136.73	119.53	115.93	115.02	122.05
		SD of fundamental frequency[Hz]	27.84	32.68	23.37	41.72	22.83	20.46	22.84	27.39
B	Hina (IDS-condition)	Length of one utterance[s]	1.76	1.79	3.47	2.73	2.18	2.49		2.40
		Length of all utterances[s]	357.00	325.00	359.00	391.00	349.00	475.00		376.00
		Mean fundamental frequency [Hz]	189.52	184.00	169.90	180.70	165.48	170.65		176.71
		SD of fundamental frequency[Hz]	64.47	68.68	51.40	58.72	50.82	64.19		59.71
	Kana (ADS-condition)	Length of one utterance[s]	5.98	6.23	4.93	16.45	3.24	3.05	3.43	6.19
		Length of all utterances[s]	419.00	299.00	419.00	299.00	479.00	777.00	359.00	435.86
		Mean fundamental frequency [Hz]	126.58	131.33	133.91	130.99	127.32	126.83	133.99	130.14
		SD of fundamental frequency[Hz]	22.62	22.05	36.21	33.38	21.43	24.14	37.32	28.16

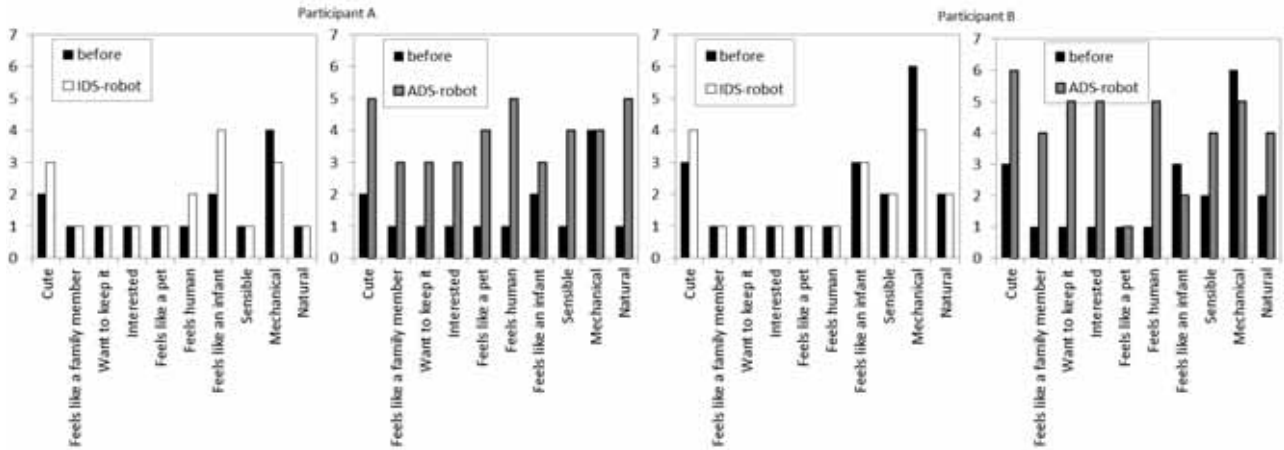


Figure 2. Participant impressions of each

験の順序の効果がでていた可能性が考えられる。

また、各ロボットへの印象が実験の前後で変化したと「感じた」かについて、「より当てはまるようになった」「変わらない」「より当てはまらなくなった」の3択で、印象評価項目について解凍させた結果を Table. 2 に示す。薄い網掛けで上向き矢印が「より当てはまるようになった」、黒い塗りつぶしに下向き矢印が「より当てはまらなくなった」項目である。

どちらの条件も、実験の前後でロボットに対する「可愛い」印象は強まっている。また、IDS 条件では「赤ちゃんらしい」印象が強まり、ADS 条件では弱まっている。各実験参加者への発話のし方の教示以外は、ロボットの外見や動作特性などは統一してあったため、IDS で語り掛けることが対象に対する赤ちゃんらしい印象を強める可能性があると考えられる。

さらに、ADS 条件について、「賢い」「人間らしい」印象が強まっている。ADS 条件では後程に述べるインタビューの際に、どちらの参加者も、家族や友人と同様に、内容をちゃんと聞かれているように感じた、と述べた。さらに、同一の家庭内

での実験だったためどちらの実験参加者も IDS 条件を先に行い、次に ADS 条件を行ったため、IDS に比べると賢いという印象が強まったと考えられる。

3. まとめ

1. 参加者の発話と教示の影響

著者らは、これまでの研究で IDS の位置特徴である「声の高さ」に注目して実験を行ってきた。このとき、一部の実験参加者は IDS のような特徴のある発話をしていた。しかし一方で、指示通りに「高い声」を出そうとして裏声のようにしていた者や、「高い声は不自然である」と述べたものがいた。また、人によって表出されやすい IDS の特徴は様々であり、今回の実験参加者 A のように必ずしもすべての比との声が高くなるとは限らない。

そこで、本実験では、IDS 条件では「赤ちゃんに話しかけるように」、ADS 条件では「ご家族やご友人同士で会話するときのように」話しかけるよう教示することで、自然な IDS/ADS でロボットに話しかけさせることを期待した。インタビューでも発話方法自体に不自然さや苦痛を感じていないようであった。

しかしながら、教示が直接的すぎるため「このロボットは赤ちゃんです。」と伝えているようにもとらえられる。今後より自然な教示方法や実験設定を考慮したいが、継続的に行ったことで教示そのものの効果が薄まっている可能性も考えられる

Table 2. Change in the impression of each

		Items	IDS	ADS			Items	IDS	ADS
Participant A		Cute	↑	↑	Participant B		Cute	↑	↑
		Feels like a family member	→	→			Feels like a family member	→	→
		Want to keep it	→	→			Want to keep it	→	→
		Interested	→	→			Interested	→	→
		Feels like a pet	→	→			Feels like a pet	→	→
		Feels like a human	↓	↓			Feels like a human	→	→
		Feels like an infant	↑	↓			Feels like an infant	↑	↓
		Sensible	→	↑			Sensible	→	↑
		Mechanical	→	→			Mechanical	→	→
		Natural	→	↑			Natural	↓	↑

ため、語り掛け方の効果が出ているのではないかと考えている。

2. 参加者の発話と参加者への影響

インタビューより、参加者 A, B ともに自身の話しかけ方でロボットに対する印象は変わったと述べている。

しかしながら各参加者のロボットとの対話に対する印象は異なる。

参加者 A は、IDS 条件については、「内容があることを話さなくてよいので気楽, 単純に可愛い」と述べ、ADS 条件では、「しっかりした内容のことを話さないといけない気になるから、だんだん話すネタがなくなって疲れる」と述べた。一方、参加者 B は、IDS 条件について赤ちゃんの相手をしているようなので「心配しないといけない。気を使ってあげないといけない、仕事の感じ」であり、ADS 条件については「友達や家族のように話すから、ちゃんと聞いてくれて、普段起こったこと等をそのまま話せた」と述べた。また、参加者 B も、「赤ちゃんらしい印象は、赤ちゃんに話しかけるように話しかけることで増す」と述べた。

つまり、IDS で語り掛けることは、対象への可愛らしさにつながる可能性は大いにあるが、語り掛けやすさには必ずしも直結しないことが分かった。理由の一つとして強制はしていないとはいえ、今回はその日あったことを話させたため、話す内容と赤ちゃんと接しているという状況の齟齬があったためと考えられる。また、ロボットの動作特性などは変えていないにもかかわらず、逆に ADS で語り掛けると、対象が話している内容をちゃんと聞いているように感じたことと回答したことから、人の語り掛け方が、対象との接し方や、対象に対する印象など、話しかける側である人そのものに影響を及ぼす可能性があると考えられる。

3. まとめ

一般家庭でロボットに対して継続的に語り掛けさせ、その際の語り掛け方と、語り掛け方が参加者自身に及ぼす影響について調べた。ロボットに対して IDS で語り掛けることでロボットに対する赤ちゃんらしい印象が向上することが分かった。

ただし、赤ちゃんらしい印象はロボットへの話しかけやすさや愛着とは直接的な関係があるわけではなく個人差によるところが多いということが分かった。

4. 今後の展望

今回は 2 名のみ参加者であったが、今後は参加者を増やし、今回わかったことが一般的かどうかを確かめたい。

また、より自然にロボットに対して IDS で語り掛けさせるような方法がないかについて調査したい。

4. 謝辞

本研究は科研費(21500137)の助成を受けた。

参考文献

- [1] Brooks, R.A., Breazeal (Ferrell), C., Irie, R., Kemp, C. C., Marjanovic, M., Scasselati, B. and Williamson, M. M.: "Alternative essences of intelligence." In Proceedings of American Association of Artificial Intelligence, pp.961-968, 1998
- [2] Turkle, S., Taggart, W., Kidd, C.D. and Daste, O., "Relational artifacts with children and elders: The complexities of cyber companionships," Connection Science, vol.18, no.4, pp. 347-361, Dec. 2006.
- [3] Kitamura, C. and Burnham, B., "The infant's response to maternal vocal affect," Advances in Infancy Research, vol. 12, pp. 221-236, 1998
- [4] Kuhl, P.K., Andruski, J.E., Chistovich, I.A., Chistovich, L.A., Kozhevnikova, E.V., Rysinka, V.L., Stolyarova, E.I., Sundberg, U. and Lacerda, F., "Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants," Science, vol. 277, pp. 684-686, 1997.
- [5] Fernald, A., "Approval and disapproval: Infant responsiveness to vocal affect in familiar and unfamiliar languages," Child Development, vol. 64, pp. 657-674, 1993.
- [6] Thiessen, E.D., Hill, E., and Saffran, J.R., "Infant-directed speech facilitates word segmentation," Infancy, vol. 7, pp. 53-71, 2005.
- [7] Herrera, E., Reissland, N., and Shepherd, J., "Maternal touch and maternal child-directed speech: effects of depressed mood in the postnatal period," J Affect Disord, 81, pp. 29-39, 2004.
- [8] Murray, L. and Cooper, P.J., "Effects of postnatal depression on infant development," Arch Dis Child, 77, pp. 99-101, 1997.
- [9] Shibata, R., Kojima, T., Fukada, C., Sato, K., Hashikura, Y., Ozeki, M. and Oka, N., "Does Talking to a Robot in a High-Pitched Voice Create a Good Impression of the Robot?", In Proceedings 13th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing(SNPD 2012), Kyoto, Japan, 2012
- [10] Shibata, R., Kojima, T., Fukada, C., Sato, K., Hashikura, Y., Ozeki, M. and Oka, N., "Does Talking to a Robot in a High-Pitched Voice Strengthen an Attachment?". In Proceedings of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society, 657. Presented at the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Sapporo, Japan, 2012

人工的エージェントに対する心の知覚 — インタラクションによる experience の知覚と agency の知覚 — Mind perception of artificial agents

海野 真史¹, 伊藤 友一^{1,2}, 川口 潤¹
Masafumi Unno, Yuichi Ito, Jun Kawaguchi

¹名古屋大学, ²日本学術振興会
Nagoya University, Japan Society for the Promotion of Science
unno.masafumi@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The previous study has shown that mind perception has two dimensions. One is to perceive experience (the capacity to feel and to sense), and the other is to perceive agency (the capacity to do, plan, and exert self-control). We investigated mind perceptions of artificial agents in a natural interaction setting with the focus on the perceptions of experience and agency. In the experiment, participants played the janken game (rock-paper-scissors) with computer agents which made comments implying experience or agency in every trial. After 18 trials, participants completed ratings. We found that agents with experience comments were perceived as having higher experience than agency, while the opposite was true for those with agency comments. We conclude that humans perceive the two dimensions of mind from artificial agents in a natural interaction setting.

Keywords — mind perception, experience, agency

1. はじめに

我々は、日々の生活の中で、様々な対象から心 (mind) を知覚する。そして、心を知覚した対象には、注意を向けたり、道徳的な対応を心掛けたりする (Waytz, Gray, Epley & Wegner, 2010; Gray, Young & Waytz, 2012)。つまり、心を知覚することは、円滑なコミュニケーションに不可欠であり、社会生活を営む上で重要な能力だと言える。そのような心の知覚は、対象の人間的特徴を認識することで自動的に生じると考えられている (Waytz et al., 2010)。そのため、他者や動物だけでなく、時として人工物からも心を知覚することがある。例えば、ロボット・セラピーの研究において、多くの高齢者が、コミュニケーション用犬型ロボットの挙動に対して、あたかも心が存在するかのような意味づけを行っている (加

藤・渥美・矢守, 2004)。また、人工物は生物の外見を模していなくてもよく、例えば、自走式掃除ロボットに心の存在を感じ、名前を付けたり労いの言葉をかけたりする人々がいることが報告されている (<http://www.wired.com/science/discoveries/news/2003/06/59249>)。このような心を知覚される人工物は、今後ますます増加していくと考えられる。では、心を知覚される人工物が我々の生活に入り込むことは、本当に我々にとって有益なのだろうか。この問いに答えるため、我々が人工物とのインタラクションの中で、どのようにして心を知覚し、そして、心を知覚することが我々の思考や行動にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることが求められている。しかし、心を知覚する背景メカニズムの詳細はあまり明らかになっていない (Gray & Wegner, 2012)。

心の知覚を捉える有力な考え方として、Gray, Gray & Wegner (2007) による、心の知覚を experience の知覚と agency の知覚という 2 次元で捉える主張がある。彼らは 2399 人を対象とした調査によって、何かを感じたり何かに気づいたりする能力である experience と、計画、実行、自己制御の能力である agency の 2 次元が存在することを見いだした。さらに、Gray & Wegner (2012) は、対象が experience や agency を持つという情報 (i.e., コンピュータが experience を持つ条件であれば、「このコンピュータは、空腹や恐怖などの様々な感覚を感じ取ることができます」、agency を持つ条件であれば、「このコンピュータは、計画して実行する能力によって独立して行動できます」) を明示的に参加者に与えることで参加

者が対象から知覚する experience と agency の程度を操作し、予期される experience の程度と実際に知覚した experience の程度の不一致が対象の不気味さを増加させることを明らかにした。彼らの研究は、これまで実験を設定しにくかった不気味の谷現象（人間以外のものを人間に似せていくと、ある水準を超えた時点で急に不気味に感じるような現象; Mori, 1970）の要因を巧みに説明しており、心の知覚を2次元で捉えることの有用性を示している。そこで、人工物に対する心の知覚に関する研究を行う場合にも、心の知覚を1次元的に取り扱うのではなく、experience と agency の2次元を用いて解釈を行ったほうが同時に扱う現象（e.g., 心が知覚される人工物の動作に関するモラル判断、心が知覚される人工物から与えられた情報に関する信頼性評価）に対する理解が深まるだろう。しかしながら、experience と agency の知覚の程度が独立して変化するのは明らかでない。また、Gray らが行った実験のように、第三者から心の有無に関する情報が明示的に与えられる状況は、現実場面を十分に反映するものではない。実際には、インタラクションの中で自然と心が知覚されているはずである。そこで、本研究では、人工的なエージェントと参加者がコンピュータ上でインタラクションする状況を設定し、その中で参加者がエージェントから experience や agency を自然と知覚するのか、また、experience や agency の知覚は、実験者の操作に従って、それぞれ独立に変化させられるのか検討した。

2. 方法

2.1 参加者

大学生 36 名（男性 16 名、女性 20 名、平均年齢 21.33 歳、標準偏差 3.53）であった。

2.2 実験計画

フィードバックコメントについて、experience, agency, 統制の 3 水準を設定した、1 要因参加者内計画であった。

2.3 実験材料

対戦相手の人工的なエージェントとして、experience と agency のどちらにもバイアスを与えない中立刺激であるフラクタル風画像（<http://www.graphicandfractalworld.com/index.html>）が使用された。

エージェントが有する experience や agency に関する特徴を、フィードバックコメントによって暗示的に表現するために、18 種類の experience に該当する文（i.e., 喜びであれば、「勝てるとウキウキします」など）と 18 種類の agency に該当する文（i.e., 道徳観であれば、「イカサマは使用していません」など）が使用された。これらの文は、Gray et al. (2007) の研究によって確認された、experience の下位概念を表す 11 単語（e.g., 喜び, 恐怖, 苦痛）と agency の下位概念を表す 9 単語（e.g., 道徳観, 自主性, 記憶）に基づいて考案され、2 つの予備調査によって実験の目的に適したものが選定された。

experience の知覚と agency の知覚を尋ねる質問項目として、Gray et al. (2007) のインターネット調査（<http://mind.wjh.harvard.edu/>）で使用されている質問項目を和訳して用いた。その中には、experience の知覚について尋ねる質問項目（e.g., 恐怖を感じそうか）と agency の知覚について尋ねる質問項目（e.g., 自主的に行動しそうか）が 7 種類ずつ設けられた。これらの質問項目は、7 件法（0: 全く当てはまらない ~ 3: どちらかという当てはまる ~ 6: 非常に当てはまる）で回答するように設定された。

2.4 手続き

参加者は、「ゲームの勝敗数と対戦相手に対する印象の時系列変化の関係性を調べる」というカバーストーリーの下で実験に参加し、ジャンケンゲームに取り組んだ。ジャンケンゲーム 1 試行は、1 条件のエージェントを相手に連続で 18 回のジャンケンを行う対戦フェーズと、そのエージェントについて 14 項目の質問に回答する評定フェーズから構成されていた。18 回のジャンケンは、勝ち 6 回、負け 6 回、あいこ 6 回になるように設定さ

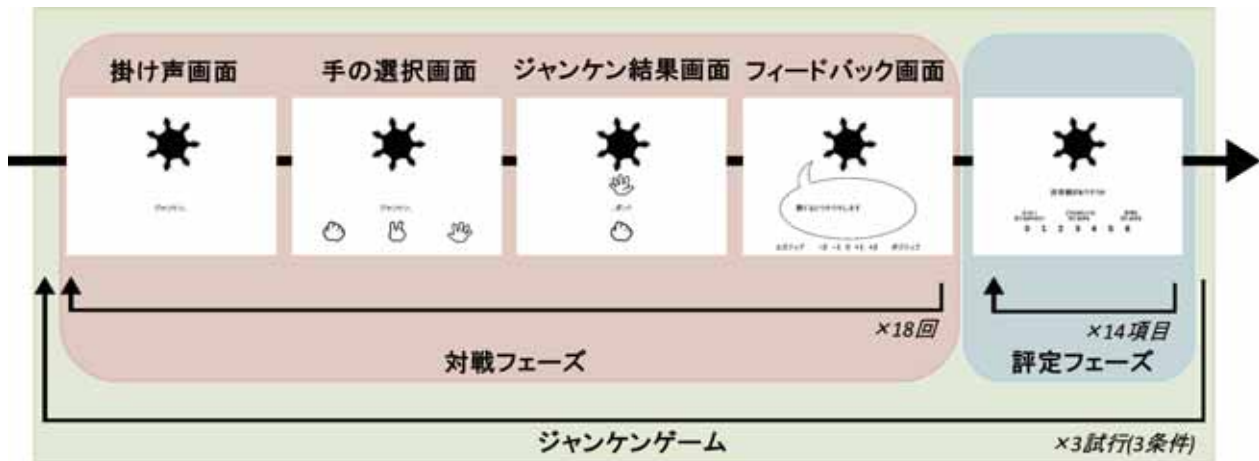


図 1. ジャンケンゲームの流れ

れていた。すべての参加者は、ジャンケンゲームの本課題を行う前に、練習課題としてジャンケンに2回取り組んだ。練習課題の対戦相手として呈示されたエージェントは、本課題では使用されないフラクタル風画像であった。

対戦フェーズでは、まず掛け声画面が1秒間呈示された。続いて、手の選択画面が呈示された。参加者は、この画面が呈示されたら、ジャンケンで出したい手をグー、チョキ、パーの中から反応ボックスのボタン押しで選択するように教示されていた。参加者が手を選択すると、自動的にジャンケンが行われ、ジャンケン結果画面が4秒間呈示された。その後、フィードバックコメント画面が呈示された。この画面において、experience条件のフィードバックコメントである experience を暗示する文や、agency条件のフィードバックコメントである agency を暗示する文が、ジャンケンの結果を示す文（私の勝ちです、あなたの勝ちです、あいこです）の後に呈示された。統制条件では、ジャンケンの結果を示す文だけがフィードバックコメントとして呈示された。experience を暗示する文や agency を暗示する文は、それまでに呈示されていない文の中から、毎回ランダムに決定された。また、参加者がフィードバックコメントを読み飛ばすことを予防するため、フィードバックコメントによって対戦相手に対する印象がどのように変化したかを5件法（+2：ポジティブに変化した ～ -2：ネガティブに変化した）で回

答するよう参加者に求めた。参加者が反応ボックスに割り当てられたボタンを押して印象変化の評価を行い、ジャンケン1回が終了した。

評価フェーズでは、experience の知覚と agency の知覚に関する 計 14 項目の質問に7件法で回答することが求められた。回答は、右手の人差し指によるテンキー押しで行われた。

各参加者は、experience 条件のフィードバックコメントをするエージェント、agency 条件のフィードバックコメントをするエージェント、統制条件のフィードバックコメントをするエージェントと1試行ずつ、ランダムに決められた順番でジャンケンゲームを行った。従って、各参加者は合計3試行のジャンケンゲームに取り組んだ。なお、フィードバックコメントの条件とエージェントの組み合わせについては、カウンターバランスがとられた。

3. 結果

エージェントとインタラクションを行うことで、参加者が experience や agency を自然と知覚していたかどうか、また、experience 知覚の程度と agency 知覚の程度が独立に変化していたかどうかを確認するために以下の分析を行った。experience 知覚に関する7つの質問項目の回答の平均値を experience 知覚の評定値、agency 知覚に関する7つの質問項目への回答の平均値を agency 知覚の評定値とした。いずれの評定値も、

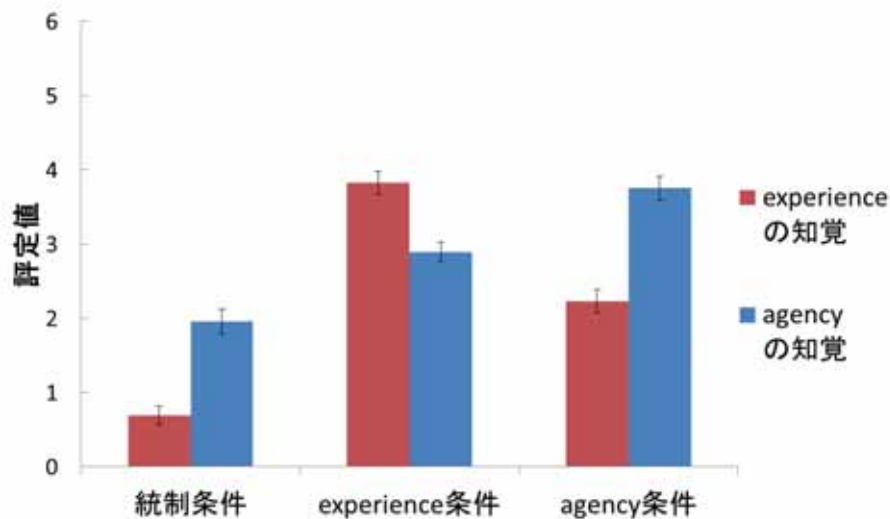


図2 各条件における experience 知覚と agency 知覚の平均評定値

experience, agency, 統制の条件ごとに算出した (図 2)。平均評定値について, 3 (フィードバックコメントの条件: 統制, experience, agency) \times 2 (知覚: experience, agency) の 2 要因参加者内分散分析を実施した。その結果, 条件の主効果 ($F(2, 70) > 85.578, p < .001$), 知覚の主効果 ($F(1, 35) > 46.505, p < .001$), 条件と知覚の交互作用 ($F(2, 70) > 85.640, p < .001$) が有意であった。条件と知覚の交互作用が有意であったため, 単純主効果の検定を行った。その結果, すべての条件において, 知覚の単純主効果が有意であった。統制条件においては, experience 知覚の評定値よりも agency 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 71.168, p < .001$)。また, experience 条件においては, agency 知覚の評定値よりも experience 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 38.564, p < .001$)。また, agency 条件においては, experience 知覚の評定値よりも agency 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 103.917, p < .001$)。さらに, experience 知覚において, 条件の単純主効果が有意であった ($F(2, 140) > 128.701, p < .001$)。また, agency 知覚において, 条件の単純主効果が有意であった ($F(2, 140) > 42.490, p < .001$)。experience 知覚について多重比較を行った結果, 統制条件の評定値よりも agency 条件の評定値の

方が有意に大きかった ($t(140) > 7.868, p < .05$)。また, 統制条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きく ($t(140) > 16.043, p < .05$), agency 条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 8.174, p < .05$)。agency 知覚について多重比較を行った結果, 統制条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 4.822, p < .05$)。また, 統制条件の評定値よりも agency 条件の評定値の方が有意に大きく ($t(140) > 9.215, p < .05$), experience 条件の評定値よりも agency 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 4.393, p < .05$, 図 2)。

さらに, 質問項目のうち, フィードバックコメントで表現されていなかった概念に関する項目 (experience: 幸せを感じそうか, 空腹を感じそうか, 意識がありそうか; agency: 自主的に行動しそうか, 節度のある言動をとりそうか, 計画を立てそうか) への回答のみについて同様の分析を行った (図 3)。その結果, 条件の主効果 ($F(2, 70) > 67.363, p < .001$), 知覚の主効果 ($F(1, 35) > 40.416, p < .001$), 条件と知覚の交互作用 ($F(2, 70) > 44.861, p < .001$) が有意であった。条件と知覚の交互作用が有意であったため, 単純主効果の検定を行った。その結果, すべての条件において, 知覚の単純主効果が有意であった。統制条件

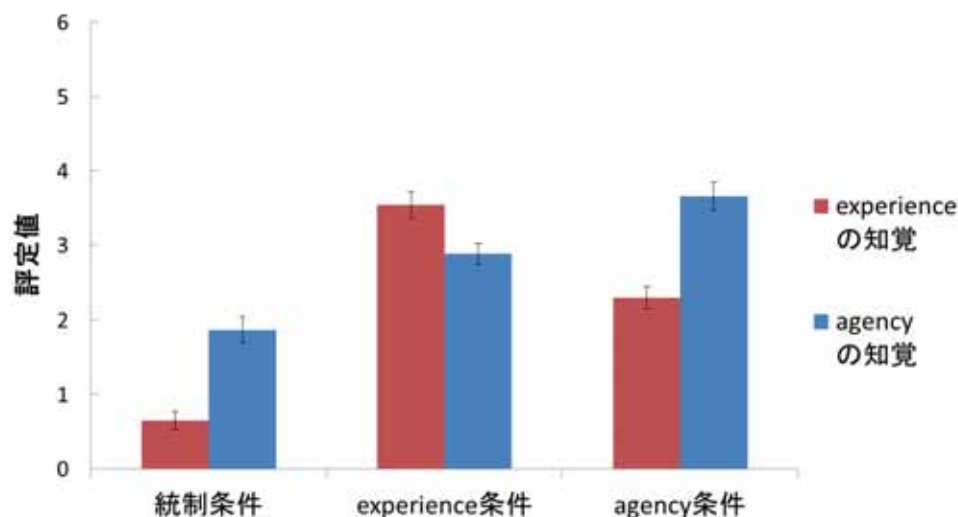


図 3. フィードバックコメントで表現されなかった概念に関する質問項目だけから算出された各条件における experience 知覚と agency 知覚の平均評定値

においては、experience 知覚の評定値よりも agency 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 51.706, p < .001$)。また、experience 条件においては、agency 知覚の評定値よりも experience 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 14.959, p < .001$)。また、agency 条件においては、experience 知覚の評定値よりも agency 知覚の評定値の方が有意に大きかった ($F(1, 105) > 63.256, p < .001$)。さらに、experience 知覚と agency 知覚において、条件の単純主効果が有意であった ($F_s(2, 140) > 33.575, p_s < .001$)。experience 知覚について多重比較を行った結果、統制条件の評定値よりも agency 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 7.579, p < .05$)。また、統制条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きく ($t(140) > 13.210, p < .05$)、agency 条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 5.631, p < .05$)。agency 知覚について多重比較を行った結果、統制条件の評定値よりも experience 条件の評定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 4.615, p < .05$)。また、統制条件の評定値よりも agency 条件の評定値の方が有意に大きく ($t(140) > 8.172, p < .05$)、experience 条件の評定値よりも agency 条件の評

定値の方が有意に大きかった ($t(140) > 3.557, p < .05$, 図 3)。すなわち、フィードバックコメントで表現されていなかった概念に関する項目への回答に対する分析の結果は、すべての項目への回答に対する分析の結果と同様であることが確認された。

4. 考察

本研究の目的は、experience と agency が、インタラクションの中で自然に知覚されるかどうかを検討することと、フィードバックコメントにおいて表現する experience と agency を実験者が操作し、参加者がエージェントに対して知覚する experience や agency を独立に変化させられるかどうか検討することであった。

experience 知覚と agency 知覚の評定に関する分析の結果、対象とインタラクションをする中で、言動が experience を暗示するエージェントからは特に experience が知覚され、言動が agency を暗示するエージェントからは特に agency が知覚されていたことが確認された。この結果は、インタラクションの中で、experience や agency が自然に知覚されるという仮説を支持する。さらに、フィードバックコメントで表現されなかった概念に関する質問項目だけから算出した評定値を分析

しても、同様の結果が示された。したがって、experience 条件で experience が強く知覚されたことや、agency 条件で agency が強く知覚されたことは、参加者が記憶していたフィードバックコメントを手がかりに評定を行った結果ではないと言える。

また、分析の結果から、experience 知覚の評定が統制条件よりも agency 条件において高く、agency 知覚の評定が統制条件よりも experience 条件において高かったことが確認された。このことは、experience の知覚と agency の知覚の変化が完全には独立していないことを示唆している。しかしながら、対象から人間的特徴を知覚すると、対象が持つ別の人間的特徴を予想すること (Waytz, Cacioppo & Epley, 2010) が知られており、一方の特徴を知覚した参加者が、実際には知覚していなくとも、もう一方の特徴も知覚されるだろうと予想していた可能性が考えられる。いずれにしても、experience と agency を完全に独立して変化させるのは困難であるが、experience もしくは agency のどちらか一方を特に強く知覚させることは可能であるため、実験者が操作することによって、参加者がエージェントに対して知覚する experience や agency を独立に変化させられるという仮説は、おおむね支持されたと言える。

5. まとめ

本研究では、心の知覚を説明する2つの次元である experience と agency が、インタラクションの状況下で自然に知覚されることが示された。また、インタラクションを介する場合でも、experience の知覚と agency の知覚を、実験者が任意に変化させられることが示された。本研究の知見に基づけば、心が知覚される人工物とインタラクションする状況下で、experience が強く知覚される人工物や agency が強く知覚される人工物が、人間の思考や行動にどのような影響を及ぼすかについて検証することが出来るだろう。つまり、今後の研究では、experience が強く知覚される人工物と agency が強く知覚される人工物を作

り出し、人間がそれらとインタラクションするときの特徴について詳しく検討していくことが望まれる。

参考文献

- [1] Gray, H. M., Gray, K., & Wegner, D. M. (2007). Dimensions of mind perception. *Science*, **315**, 619.
- [2] Gray, K., & Wegner, D.M. (2012). Feeling robots and human zombies: Mind perception and the uncanny valley. *Cognition*, **125**, 125–130.
- [3] Gray, K., Young, L., & Waytz, A. (2012). Mind perception is the essence of morality. *Psychological Inquiry*, **23**, 101–124.
- [4] 加藤 謙介, 渥美 公秀, 矢守 克也 (2004). ロボット介在活動における物語生成—有料老人ホームにおけるペット型ロボットを用いた活動の事例—. *実験社会心理学研究*, **43**, 155-173.
- [5] Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, **7**, 33-35.
- [6] Waytz, A., Gray, K., Epley, N., & Wegner, D. M. (2010). Causes and consequences of mind perception. *Trends in Cognitive Science*, **14**, 383–388.
- [7] Waytz, A., Cacioppo, J. T., & Epley, N. (2010). Who sees human? The importance and stability of individual difference in anthropomorphism. *Perspectives on Psychological Science*, **5**, 219–232.

呼吸統制が演奏開始の一致度に及ぼす影響

Effects of breathing controls on the synchronization with timing of musical entry

高瀬 弘樹, 窪田 梓織, 今井 章
Hiroki Takase, Shiori Kubota, Akira Imai

信州大学人文学部
Shinshu University
takaseh@shinshu-u.ac.jp

Abstract

This study examined whether control of breathing can affect the synchronization with timing of the musical entries. Participants with violin playing experience were asked to hold their breathing for several seconds (breath-holding condition) or to breathe freely (breath-free condition), and then, to press a computer key when a violinist started to play on a computer display without sound. As a result, we found more accurate synchronization with timing of the musical entries for the breath-free condition as compared to the breath-holding condition, and the synchronization of participant's breathing with the body movements of the violin player. These results suggest that the synchronization of breathing with body movements of violin player facilitate the synchronization of music performance.

Keywords — Control of breathing, Timing, Synchronization

1. はじめに

音楽演奏においては、音楽的なアイディアの伝達や調整を可能にする、非言語的スキルがあると言われる [1]。この非言語的スキルには、呼吸や体の動き、アイコンタクト等があり、これらは演奏者間で確立・共有され、タイミングの合った演奏を可能にする。例えば、ピアノアンサンブルにおいては、互いの呼吸が一致しているほど演奏のタイミングの一致度は高くなる [2]。このように互いに呼吸を同期させることで、演奏のタイミングの一致度が高くなると考えられる。これまでに演奏開始の一致度について呼吸情報の有無が及ぼす影響を検証した研究はあるが [3]、実際に呼吸を統制することによって演奏開始の一致度がどのような影響を受けるか検討した研究は見当たらない。

本研究では、バイオリン演奏経験のある実験参加者が、動画中のバイオリン奏者の演奏開始音との同期課題を行う際に、呼吸の統制を行う場合（数秒間息を止める）と統制を行わない場合（通常の呼吸）といった「参加者自身の呼吸運動の有無」が、演奏音の開始との同期の一致度に如何に影響するかについて、検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 実験参加者

大学の音楽系サークルに所属するバイオリン奏者 15 名（男性 4 名、女性 11 名、演奏経験年数 4 年以上の者、呼吸器に疾患の無い者）。

2.2 装置および材料

実験参加者の課題遂行中の呼吸はレスピトレース (A.M.Inc) によって測定され、手首の動きをゴニオメーター (Penny & Giles 社) によって測定された。レスピトレースとゴニオメーターのアナログ出力データと、参加者がキーを押したタイミングのデータは A/D 変換ボードによってサンプリング・レート 1 kHz で A/D 変換され、PC に取り込まれた。

2.3 課題

バイオリン専攻の音楽大学卒業生（バイオリン演奏経験 27 年、女性、30 歳）がバイオリン演奏をする様子を動画撮影し、演奏開始前後をクリップした動画を刺激動画として用いた。演奏内容は、f（フォルテ、強い音）または p（ピアノ、弱い音）

で開始するもの、ボウイングが down または up で始まるものがあり、合計 8 種類であった。実験参加者は、「バイオリン奏者が演奏を開始する」8 種類の各刺激動画を見て、奏者が音を出し始めると思った瞬間のタイミングでパソコンのキーを押す、という同期課題を行った。8 種類の動画 (8 試行) を 1 セットとして、計 3 セット行った。刺激動画を実験参加者に提示する際には、演奏音や奏者の呼吸音などの聴覚情報は除いた。

2.4 手続き

実験参加者には、呼吸を止めた状態で映像とのタイミング同期課題を行う呼吸統制有り条件と、自由に映像とのタイミング同期課題を行う呼吸統制無し条件の 2 条件それぞれを行ってもらった。条件の順番はカウンターバランスをとった。

呼吸統制有り条件は、動画開始からボタンを押すまでの間は息を止めるように教示した。その時間は 4 秒以下であった。また、呼吸統制無し条件においては、呼吸を統制すること無く通常の呼吸状態で同期課題を行うように教示した。

2.5 データ分析

「参加者のキーを押したタイミング」と「実際の演奏音の始まったタイミング」を検出し、「参加者のキーを押すタイミングと実際の演奏音の始まるタイミングのずれ時間」を算出した。

また、課題遂行中の参加者の呼吸データおよび手首運動データから、呼吸統制無し条件において「呼吸によってタイミング同期を図っている」(動画中のバイオリン奏者が音を出す直前に吸気し、音出しと同時に呼気する) 割合と、呼吸統制有無の両条件において「手首運動によってタイミング同期を図っている」(動画中のバイオリン奏者が音を出す直前に手首を伸展し、音出しと同時に手首を屈曲する) 割合をそれぞれ算出した。割合は、各条件 (8 条件) における 3 試行で、呼吸または手首運動によって「タイミング同期を図っている」試行数を除いて算出した。

3. 結果

3.1 参加者のキーを押すタイミングと実際の演奏音が始まるタイミングのずれ

「参加者のキーを押すタイミングと実際の演奏音の始まるタイミングのずれ時間」について、呼吸統制 (有無)、音量 (f と p)、ボウイング (down と up) を要因とする 3 要因 2 水準 ($2 \times 2 \times 2$) の分散分析を行った。その結果、呼吸統制要因に主効果が認められ ($F(1,14)=7.33, p<.05$)、呼吸統制無し条件は呼吸統制有り条件よりもずれ時間が短いことが示された (図 1)。また、音量の要因に主効果が認められ ($F(1,14)=28.58, p<.01$)、f (強音) は p (弱音) よりもずれ時間が短いことが示された。

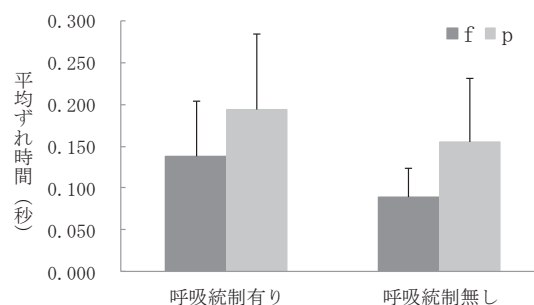


図 1 呼吸統制条件における平均ずれ時間

3.2 奏者の動きと参加者の呼吸および手首運動の関係

呼吸統制無し条件において「呼吸によってタイミング同期を図っている」割合は 70% と高い割合であった。また、「手首運動によってタイミング同期を図っている」割合は、両条件とも 10% 以下であった。

4. 考察

参加者のキー押しタイミングと演奏音開始のタイミングのずれ時間は、呼吸統制無し条件の方が呼吸統制有り条件よりも短く、呼吸統制無し条件の方が呼吸統制有り条件よりもタイミングの同期が正確であったことが示された。また、呼吸統制

無し条件において、実験参加者がキーを押す直前に70%という高い割合で、バイオリン奏者の動きと自身の呼吸を同期させてタイミングの同期を図っていた。これは、演奏の開始時には、一般的に相手の動きに自身の呼吸を同期させることによって演奏を一致させようとするためであると考えられる。そのため、呼吸を統制されていると、奏者の動きと呼吸を同期させることができず、タイミングのずれ時間が大きくなったのではないかと考えられる。また、f（強音）条件の方がp（弱音）よりもずれ時間が短かったことから、強音で演奏を開始する方が弱音で開始するときよりもタイミングの同期が正確であったことが示された。これは、f条件の方がp条件よりも大きい音量であるため、奏者の身体の動きも大きくなっており、より大きな動きはタイミングを図りやすく、同期が正確であったと考えられる。また、ボウイングのdownとupの違いはタイミングの同期に影響を及ぼさないことが示された。演奏はdownボウイングで始まることが多いが、どちらのボウイングでも音楽の入りを示す動き自体にはあまり違いが無いため、タイミングの同期に有意な差は生じなかったのではないかと考えられる。

以上のことから、演奏時におけるタイミングの同期は、相手の動きと自身の呼吸を合わせることでタイミングを正確に図ることが可能となり、より一致度の高い演奏が可能になると推測される。本研究では、バイオリン奏者の呼吸音を除いた状態で実験を行った。しかし、実際の演奏場面では、相手の視覚情報だけでなく呼吸音といった聴覚情報もタイミング同期を図る上で重要な情報となっている。今後は、相手の視覚情報と聴覚情報が関連しながらタイミング同期に対して影響を及ぼすのか、または両情報はタイミング同期に独立して影響を及ぼすのかについて検討する必要がある。

参考文献

[1] 谷口 智子・中村 敏枝・河瀬 諭・片平 建史・安田 晶子・小幡 哲史 (2007). “ピアノアンサンブルにおける演奏者間の非言語コミュニケ

ーション—演奏音の音響特性の測定—”, 日本心理学会第71回大会発表論文集, p. 715.

[2] 谷口 智子・中村 敏枝・河瀬 諭・片平 建史・安田 晶子 (2007). “ピアノアンサンブルにおける演奏者間の非言語コミュニケーション—演奏者の呼吸の測定—”, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2007 対話発表, pp. 749-752.

[3] 高瀬 弘樹・上野 彩華・今井 章 (2011). “呼吸情報が管楽器アンサンブルにおける演奏の同期に及ぼす影響”, 日本認知科学会第28回大会発表論文集, pp. 624-628.

共同注意状況に着目した指さしと視線の統合的利用

Use of Multiple Cues of Adults' Eye Gaze and Pointing in Joint Attention Situation

安田 哲也[†], 小林 春美[‡]
Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi

[†] 埼玉県立大学, [‡] 東京電機大学
Saitama Prefectural University, Tokyo Denki University
yasuda-tetsuya@spu.ac.jp

Abstract

Learning part names is difficult because young children tend to assume a given word refers to a whole object. In this study, we examined the effect of two kinds of gaze type in teaching, object and pointing motion conditions. 1) Object condition in which the experimenter teaches utters a part name of an object looking at the object. 2) Pointing-Motion condition in which the experimenter reaches to the object looking at the object, then the experimenter utters a part name looking at the child's face. We examined whether such pointing with gaze pattern promoted young children's learning part names. The participants were 2 and 4-year-olds. The result showed that for 2-year-olds, looking at the child's face was more effective than looking at the object when the experimenter uttered a part name. However, for 4-year-olds, looking at the object was more effective than looking at the child's face when the experimenter uttered a part name. 2-year-olds may interpret mutual gaze important in learning part names.

Keywords — Eye Gaze, Pointing, Multiple Cues

1. はじめに

子どもは、様々な情報から語と環境中の指示対象をつなげ、他者の指示意図を正しく推測することによって、語と環境中の指示対象を一致させていると考えられている(小林, 2008)。指さしは、他者の指示意図を特定するために重要な非言語的手がかりである。

Markman and Wachtel (1988), Saylor and Sabbagh (2004)等では、Markman が提案した制約である相互排他性と事物全体仮説による語意学習バイアスが部分名称を獲得する際に重要であるとしている。しかしながら、この制約では、名称を提示する際に、名称と事物を対にする必要があるために、実際の場面では事物の情報を環境中から取り出す必要がある。ジェスチャーなどの非言

語的手がかりは、その事物の情報を切り出すために重要な要因である(Zukow, 1990)。

Kobayashi (1998, 2007)は、指示動作等の非言語的手がかりについて幼児を対象に部分名称の獲得を調べた。Kobayashi (2007)では、接触指さしと非接触指さしの指示動作を用い、2歳児、4歳児、成人を対象として部分名称の獲得を調べた。非接触指さしとは、部分に対して7cmの距離を置き指さしすることである。接触指さしとは、部分に直接触れで指さしすることである。実験の結果、2歳児では接触指さしで部分名称を教示した際、部分名称を解釈することが困難であった一方、4歳児では部分名称を受け入れた。Yasuda and Kobayashi (2010)は、部分名称教示場面における視線方向とタッピング指さしの影響について報告した。実験は、Kobayashi (2007)の手順とほぼ同様であり、教示時の実験者の視線方向を操作したものであった。実験者が教示中、終始事物を見ている場合では、幼児と大人は指示された事物の部分を部分名称として受け入れた。一方、実験者が終始参加者の顔を見ながら教示する場合は、幼児と大人は指示された事物の部分を部分名称として受け入れなかった。またこの条件は、教示中に事物を見ることはまったくなかった。この結果は、実験者の注意方向の影響により、名称の解釈が変化することを示唆している。しかしながら、終始参加者の顔を見ている場合は、実験者は事物に視線を送ることは一切なかったため、実験者の指示意図を部分名称ではないと解釈した可能性がある。以上のことから、下記の仮説が導き出される。

仮説：部分名称を教示する際に一度でも事物を

見ることは、部分名称解釈を促す。

この仮説を検証するために、指さし時の視線方向を操作した。視線方向の操作は、指さし行動中は事物の部分を見ており、指が事物に接触する瞬間に参加者の顔を見ることとした。なお、この視線タイミングと比較するために教示中終始事物の部分を見ているデータとして、Kobayashi (2007)の接触指さしデータを用いた。

方法

参加者 2 歳児 5 名 (Mean Month = 25.60, SD = 1.949, Range = 24 ~ 29), 4 歳児 10 名 (Mean Month = 53.30, SD = 3.057, Range = 48 ~ 59)であった。事物は、Kobayashi and Yasuda (2012)の実験で使用された子どもにとって見慣れない事物(ナット、プレートハンガー等)4 セットであった (Table 1)。

実験の条件は、年齢条件 (2-year-olds・4-year-olds) と視線方向条件 (Pointing-Motion・Object)であり、被験者間要因とした。Pointing-Motion 条件のトレーニング場面では、まず参加者と視線を合わせ、その後事物を見な

がら、ナット (部分)がついているU字ボルト(全体)のナット(部分)に対し指さしを行う動作を行う (Figure 1)。事物に指が接触した瞬間、参加者の顔を見ながら「これはナットです」と部分に対して指さしを行った。トレーニングをした後、2 回のテスト質問を行った。

Table 1. 実験で使用した事物

トレーニング 事物	部分理解テスト	
	部分独立	部分移行
ナット+ U字ボルト ¹	ナット	ナット+ I字ボルト
スプリング+ プレートハンガー ¹	スプリング	スプリング+ V字ワイヤー
ポンプ+ ケース ¹	ポンプ	ポンプ+ 大ケース
クリップ+ レタースケール ¹	クリップ	クリップ+ I字ハンガー

注1) 部分 (ナット) を含まない全体事物は、部分理解度テスト時に比較する事物として提示した。



Figure 1. Pointing-Motion 条件 (注: 点線は視線方向を示す。指さし行動中は事物の部分を見ており、指が事物に接触する瞬間に参加者の顔を見る)



Figure 2. Object 条件 (注: 点線は視線方向を示す。指さし行動及び教示時に事物の部分を見る。Kobayashi (2007)の接触指さし時のデータを用いた)

1 回目のテストは部分が離れた事物 [部分独立試行]で行った。机の上に二枚皿を並べ、一枚の皿にはナット (部分)を置き、もう一方にU字ボルト (全体)を置いた。「どちらのお皿にナットがあるかな」と聞いた。2 回目のテストでは、形が異なる新奇な事物に同じ部分が付属した事物[部分移行試行]で行った。一つの皿にはU字ボルト (全体)を置き、もう一方にナット (部分) がついているI字ボルトを置いた。テストでは「どちらのお皿にナットがあるかな」と聞いた。

他の事物セットでも同様に手続きを用い計 4 試行、実験を行った。Object 条件は、指さし動作から教示終了時までに見る条件であり、Kobayashi (2007)のデータを用いた (Figure 2)。参加者の人数は、2 歳児 7 人 (Mean Month = 30.86, SD = 5.521, Range = 25 ~ 39), 4 歳児 7 人 (Mean Month = 52.57, SD = 3.309, Range = 49 ~ 57)であった。

結果

被験者間要因である年齢条件及び視線方向条件と被験者内要因である部分名称理解度テスト (事物独立試行・部分移行試行)とした 3 要因分

散分析を行った。Figure3 に部分名称受け入れの平均頻度と Kobayashi (2007) の指さし動作から教示終了時までに見る条件時の平均頻度を示す。なお、部分名称受け入れの平均頻度は部分名称理解度テストの主効果が見られなかったため($p > .05$)、Figure 3 には 2 つの部分理解度テストをまとめ、平均値を表示した。分散分析の結果、年齢条件と視線方向条件の交互作用が有意であった($F(1, 25)=13.533, p<.001$)。そこで、年齢条件における単純主効果を求めたところ、視線方向条件において、Pointing-Motion ($F(1, 25) = 7.576, p < .05, \eta^2_p = .233$)と Object($F(1, 25) = 6.002, p < .05, \eta^2_p = .194$)に有意な差があった。視線方向条件における単純主効果を求めたところ、2-year-olds ($F(1, 25) = 4.743, p < .05, \eta^2_p = .159$)と 4-year-olds ($F(1, 25) = 9.149, p < .01, \eta^2_p = .268$) に有意な差があった。また、他の条件に有意な差はなかった ($p > .05$)。

2 歳児は指さし中に事物のみを見ている場合 ($M = 2.400, SD = 1.265$)が、名称教示中に終始事物を見ている場合 ($M = 0.857, SD = 1.027$)よりも部分名称として受け入れた。一方、4 歳児は名称教示中に終始事物を見ている場合 ($M =$

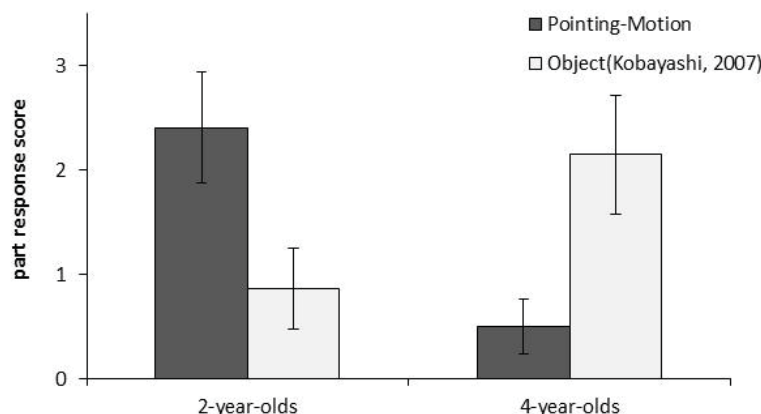


Figure 3:部分名称受け入れの平均頻度 (注 Pointing-motion は、指さし行動中は事物の部分を見ており、指が事物に接触する瞬間に参加者の顔を見て教示を行う条件である。Object は Kobayashi(2007)のデータであり、終始事物を見て教示を行う条件である。エラーバーは標準誤差を示す)

2.143, SD = 1.406)が、指さし中に事物のみを見ている場合(M = 0.500, SD = 0.827)よりも部分名称として受け入れた。

考察

部分名称を教示する際に一度でも事物を見ることは、部分名称解釈を促す、という仮説は、2歳児では仮説を支持したが4歳児では仮説を支持しなかった。

2歳児は指さし行動中に事物へ視線を送る方が部分名称として解釈していたことから、2歳児は他者と相互視の状況では部分名称を獲得することができるということが示唆された。実験者が事物を見ずに部分名称を教示した場合は、2歳児は全体名称として実験者の発話を解釈したが(Yasuda & Kobayashi, 2010)、終始事物を見ながら教示していた場合は、全体名称であると解釈していた。このことから、2歳児は相互視には部分を特定しやすくするような特別な意味があり、その解釈にしたがって部分を選択していた可能性がある。

4歳児は部分名称を学習する際、指示が曖昧であれば部分名称として推測することはなかった。これは Yasuda and Kobayashi で報告されている知見とほぼ同一の結果であり、4歳児は2歳児の解釈方略と異なり、実験者の視線方向が確実に部分に向いている場合のみ部分名称として解釈していた。4歳児は、実験者である教示者の視線方向から指示意図を明確にくみ取っている場合のみ、部分名称解釈につなげていたことが考えられる。

しかしながら、教示時の2歳・4歳児の視線を分析していないため、教示中に相互視をしていたかは定かではない。今後、子どもの視線を検討することで、視線方向と指さしの統合的使用につながる知見が得られると考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費基盤研究(C)(24530793)の補助を受けたものである。

主要参考文献

1. Kobayashi, H. 1998. How two-year-old children learn novel part names of unfamiliar objects. *Cognition*, 68, B41-B51.
2. Kobayashi, H. 2007. The effect of touching object parts on learning novel object part names among young children and adults. *Studies in Language Sciences*, 6.
3. Kobayashi, H. & Yasuda, T. (2012). Meanings of Touching Object Parts in Pointing. In: T. C. Scott-Phillips, M. Tamariz, E. A. Cartmill, & J. R. Hurford (Eds.). *The Evolution of Language: Proceedings of the 9th International Conference on the Evolution of Language*, Singapore: World Scientific.
4. Markman, E. M. & Wachtel, G. F. 1988. Children's use of mutual exclusivity to constrain the meanings of words. *Cognitive Psychology*, 20, 121-157.
5. Saylor, M. M., & Sabbagh, M. A. (2004). Different kinds of information affect word learning in the preschool years: The case of part-term learning. *Child Development*, 75, 395-408.
6. Yasuda & Kobayashi. (June 2010). The role of adults' eye gaze direction in children's learning part names, *Handbook of the Japanese Society for Language Sciences' 12th Annual International Conference (JSLS 2010)*, pp53-36, Tokyo Japan.
7. Zukow, P.G. (1990). Socio-perceptual bases for the emergence of language: an alternative to innatist approaches. *Developmental Psychobiology*, 23, 705-726.

研究手法のモデル化によって提案する ITS と情報社会論の融合 Uniting of ITS and Socio Informatics Proposes by Research Model

森田 均[†]
Hitoshi Morita

[†]長崎県立大学
University of Nagasaki
morita@sun.ac.jp

Abstract

This article proposes a new research method of the information society theory by using modeling.

Keywords — Information service, Light Rail Transit, Navigation system

1. はじめに

本研究は、研究手法のモデル化によってパッシブからアクティブへの転換を基本コンセプトとした情報社会論を拡張する方法を模索するためのフュージビリティスタディである。具体的には情報社会論という研究分野、情報或いはメディア関連の学部・学科という教育研究組織、そして研究者による社会貢献という新たな側面を対象として、自動車と道路の双方を情報通信によって制御することで移動や運搬の手段を安全性経済性と環境に配慮した網(ネットワーク)へと変貌させた高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport System)の研究・教育・実践手法の導入を検討する。ITS 研究への参与により導入のプロセスを検討し、実社会における実践を行い、これらを評価して、研究手法、教育理念、社会参加の3点から情報社会論に新たな展開を得ることを目的とする。

2. 研究の背景

本研究は、計算文学理論を基盤としてコンテンツ研究の手法を検証した「[ハイパーストーリー]による情報メディア論の新たな研究手法獲得を目指す研究」(科研課題番号:15653034)、地上波テレビ放送を録画・内容分析し、原爆に関するメディア・ランドスケープを明らかにした「戦争と原

爆の記憶に関するテレビ・メディア環境の多面的内容分析研究」(同: 19653046)、テキストとしてのフィクションと社会との関係性を検討した「フィクションから言説と事項を抽出して構築するモデルに基づく情報社会論の試み」(同: 21653042)に続き、情報社会論研究に新たな展望を得ることを目指す。コンテンツと社会とのかかわりを手掛かりに行ったこれらの研究に対して、本研究は異分野の手法や知見を援用すること、情報通信技術によって変容する地域社会と能動的にかかわることが特徴である。国内外の研究動向としては、異分野の研究者が共同で科学の民族誌を試みた事例[1]や科学実践のみならずエスノメソドロジー全般を網羅した論考[2]があり、また社会学分野における交通との関わりにも参照すべき先行研究[3]がある。以上を背景として本研究では、研究代表者が参与者と対象分野の研究者の役割を1人で果たし、参与者の社会性が投影される範囲を実験室から実社会にまで広げることを試み、土木・制御・情報の工学分野を横断したITSが実運用段階を迎えた現時点で社会学分野からモビリティ研究を行う。

3. 研究の手法

本研究は、ITS という異分野の手法と知見を情報社会論に接合させることを目指しているが、具体的な事例と継続的な実践を行うことによって、研究では技術分野と人文社会科学の接合した手法を提案し、参与では自らも対象分野で研究発表を行うというアプローチをモデル化し、実践では実社会のデータを再利用可能な形で蓄

積する事例を確立させ、さらにこれらの成果を相互関連させて、研究室レベルから実社会へ貢献するロードマップを示す。本研究は、参与と実践という能動的な方法を用いて、技術決定論、社会決定論の双方とも異なる新たな情報社会論の構築を目指すものである。具体的には、参与と実践の記録から事項を分析して、技術・社会・制度・思想の観点から ITS の手法導入による情報社会論の拡張、新たな教育方法と組織の提案、地域活性化策を示す。段階的に成果を集約し提案と検討を重ねることにより挑戦を継続し展望を得ることが本研究における最大の意義である。情報社会論の研究は、道路や鉄道をネットワークのメタファーとして用いながらもあくまで情報化以前の存在として位置付けていた。ところが、自動車工学は CAN (Controller Area Network)によって自動車そのものを制御工学は ITS(Intelligent Transport System)によって道路や鉄道を智能化し、人・物の流れと情報の流れを一体化させている。情報社会論がインターネットと社会との共生や融合を目指すならば、こうした高度に智能化した交通網を再度参照する必要がある。ITS は、GIS(Geographic Information System), GPS(Global Positioning System)等の地理情報、測位システムという要素技術を取り入れ、産学官で議論を重ね、その成果を実装して社会へ提供している。本研究は、このように物流・交通を情報化・知能化した ITS の手法を導入して情報社会論が研究分野として社会に貢献することが可能か検討することを最終的な目的としている。異分野に学び、道路や鉄道が高機能化されるコミュニティへの参与と実践によって参与観察、実践という情報社会論にとっても馴染みの手法を活性化させる。活用するデータや実績は本研究の代表者が主体的な役割を果たした長崎県や長崎市が関与する既存のプロジェクトから得られたものである。筆者がそのプロジェクトの主体でもあり参与者でもあること、一方でフィールドが本務校・居住地に近いので追加調査や検証が容易であること、

加えてこうした入り組んだ状況の中から客観的な理論と主体的な社会貢献と相反する成果を同時に得ようとする点にチャレンジ性がある。

4. 構想モデル

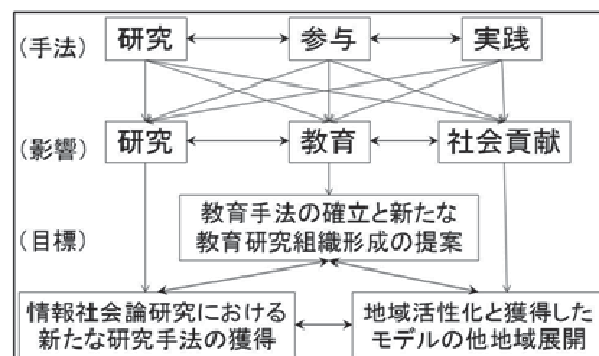


図1 本研究の構想モデル

図1に示したのが、本研究の構想モデルである。手法として文献及び調査による「研究」、ITS研究への参与観察とともに筆者自身もITS分野で論文発表を行う「参与」は、ITS研究における実践と同じく道路や特定地点の緯度経度及び歩行に関するバリアあるいはバリフリー情報を測量、記録して場所情報コードあるいは歩行空間ネットワークデータとして国土地理院へ登録する「実践」を相互に参照しながら実施する。観察者も同じフィールドで研究者となる状況で参与観察を行うこと、社会的貢献となる実践を研究によって実施しようとするのは、これまでの研究であまり試みられたことが無いアプローチである。これらの手法は、教育研究機関としての大学に求められる「研究」「教育」「社会貢献」機能に有機的に影響を与えることができる。そして、研究分野では情報社会論に新たな手法をもたらす、教育面では新たな学科や学部を構築する構想に寄与し、社会貢献として地域活性化への寄与と他地域展開を可能とする。このように、研究分野の拡張を目指す第一段階、研究を教育面から組織化する第二段階、成果を社会へと確実に還元する第三段階とステップアップしながら内容と規模を拡大させることも本研究の方法論として斬新な点である。また、冒頭に記し

たパッシブからアクティブへの転換というコンセプトは、およそ社会学分野において技術をテーマとした研究では不可能と思われるが、ITSの「実践」という側面を手掛かりとして手法の獲得に挑戦したい。

5. まとめと展望

このように対象を段階的に拡大すること、チャレンジ性が大であること、異分野との横断を模索することから、本研究が成功した場合、研究分野の拡大のみならず実社会と密接に連携した、研究室からフィールドへ飛び出す大規模研究プロジェクトへと発展させることが可能と考えられる。なお、参与に関しては筆者が既存プロジェクト内で相応の地位を得て活動している[4]こと、ITS分野で複数の論文を発表している[5][6][7]ことから、また実践に関しては図2及び図3に示すように長崎電気軌道路線内と長崎市「まちなか軸」の測量とデータ登録をした実績がある[6][7]ことから本研究の展開は十分に可能であると考えられる。



図2 まちなか軸測量データを用いたスマートフォン用アプリの画面

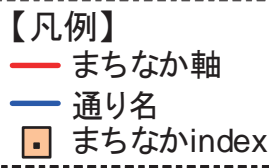


図3 アプリ画面の拡大

参考文献

- [1] 池田光穂・佐藤宏道：実験室における社会実践の民族誌学的研究，平成18年度-19年度科学研究費補助金(萌芽研究)研究成果報告，2008.
- [2] M.リンチ(水川喜文・中村和生 監訳)：エスノメソドロジーと科学実践の社会学，勁草書房，2012.
- [3] M.フェザーストン・N.スリフト・J.アーリ編著(近森高明訳)：自動車と移動の社会学 オートモビリティーズ，法政大学出版局，2010.
- [4] 渡部康祐・鈴木高宏・松本修一・森田均：長崎EV&ITSにおける未来型ドライブ観光の実現に向けた地域発観光 ITS コンテンツ・サービス提供システムの開始，土木計画学研究・講演集45，土木学会，CD-ROM，2012.
- [5] 森田均：「3G回線を活用した路面電車・利用者双方向位置情報配信システムによる歩行者移動支援サービス」のご紹介，総合交通メールマガジン第40号，国土交通省，2011. (URL=<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/soukou-magazine/1110idousienn.pdf>)

- [6] 森田均・松坂勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：路面電車の位置情報配信から街のナビゲータを目指して, 第11回 ITS シンポジウム 2012, ITS ジャパン, CD-ROM, 2012.
- [7] 森田均・松坂勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：路面電車による地域 ITS の展開 長崎電気軌道の「ドコネ」, 土木計画学研究・講演集 47, 土木学会, CD-ROM, 2013.

替え歌記憶法は有効か？ Can Songs enhance memory?

杉野 かよ子[†], 清河 幸子[†]
Kayoko Sugino, Sachiko Kiyokawa

[†]名古屋大学
Nagoya University
kiyokawa.sachiko@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

The present study investigated whether or not songs can enhance memory. The participants in the song condition were asked to remember twelve nonsense syllables presented both visually and auditorily with a familiar melody. The participants in the control condition were presented the syllables only visually and were required to learn them. Immediately after the learning session and the ten-minutes filler session, the participants in the both conditions were asked to write down the remembered items in a free order. The results showed that the participants in the song condition recalled more syllables than those in the control condition. The results demonstrate that songs can enhance memory.

Keywords — Memory, Songs, Mnemonics

1. 問題と目的

人名や用語などを憶える際に、なじみのある曲に合わせて替え歌を作成し、繰り返し歌うという方略をとった経験はないだろうか。本研究では、この替え歌記憶法の有効性を検討する。なお、この替え歌記憶法を用いる際には、いくつかのプロセスが関与していると考えられる。具体的には、①音楽に合わせて学習内容が呈示されるという点、②音楽に合わせて、実際に自分で声に出して繰り返すという点の2点が考えられる。本研究では、このうちの前者に焦点をあて、音楽に合わせて学習内容を呈示することが記憶成績を高める働きもつかどうかを検討する。

また、この音楽に合わせて学習内容を呈示することが促進的な効果をもつとしたら、それはどの時点での処理が促進されたことによる結果なのかを明らかにする必要がある。具体的には、符号化が流暢になることによる効果と、定着しやすさによる効果が考えられる。この点について検討する

ため、本研究では、直後再生と遅延再生の2時点でのテストを用いることとする。

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 30 名が実験に参加し、音楽あり条件と音楽なし条件の2条件に15名ずつランダムに割り当てられた。

2.2 実験計画

学習時に刺激を呈示する方法（以下、学習条件）として、音楽に合わせて刺激を呈示する音楽あり条件と、音楽なしで音楽に合わせた場合と同じペースで呈示する音楽なし条件の2条件を設定した。この学習条件は参加者間要因であった。また、学習直後に自由再生を行う直後テストと、別の課題を10分間行った後に実施する遅延テストの2回のテストを実施した。このテストは参加者内要因であった。以上より、本実験は、学習条件（音楽あり・音楽なし）×テスト時期（直後・遅延）の2要因混合計画で実施した。

2.3 刺激

練習試行で使用する刺激として、3文字の単語を6つ（くるま・くるみ・さくら・とまと・めだ

表1 本試行で使用した刺激と呈示時間

呈示時間	刺激
1000 ms	ぞわぶ, むわば, にむぬ, だゆぼ, びめね, ばぜぬ, ぽぺよ, どばね
1750 ms	でぬも, わゆぼ
2250 ms	べぬぶ, ふぜね

か・りんご) と 4 文字の単語を 2 つ (ぺんぎん・にんじん) 用意した。また、本試行で使用する刺激として、川上 (2009) から 3 文字の非単語のうち、類似語数が 0 のものを 12 個選定した (選定された刺激を表 1 に示す)。

2.4 音楽

音楽あり条件で使用する音楽として、大学生にとって親近性が高いと考えられる童謡を使用することとした。具体的には、斎藤ほか (2009) に基づき、親密度が高く、4 拍子の曲として、練習試行用に「チューリップ (井上武士作曲)」を、本試行用に「春が来た (岡野貞一作曲)」を選定した。なお、歌い出しは、複縦線上から A メロディがスタートする Just パターン (藤井, 2004) のものを使用し、8 小節 32 拍の歌い切りの曲を使用した。また、3 文字の単語が入るように編集を行った。

2.5 手続き

本実験は、練習試行と本試行から構成されていた。練習試行では、ひらがなで書かれた 8 つの単語を記憶するよう求めた。1 試行は、各単語を 1 つずつ、1 回ずつ呈示することで構成されていた。なお、音楽あり条件では、ヘッドフォンを通じて、「チューリップ」のメロディに合わせて第一著者が単語を歌ったものを呈示するとともに、それに合わせて画面に 1 つずつ単語が示された。音楽なし条件では音楽あり条件と同じ呈示時間および呈示間隔で視覚呈示のみが行われた。いずれの条件においても、呈示順を固定されていた。その後、憶えた単語をできるだけ多く、自由な順序で書き出すよう求めた。この自由再生課題の制限時間は 1 分であった。

本試行は、以下の 5 点を変更した以外は練習試行と同じ手続きを用いた。1 点目として、刺激を有意な単語から表 1 に示した 12 個の無意味つづりに変更した。2 点目として、音楽あり条件で使用する曲を「春が来た」に変更した。3 点目として、試行数を 25 回に変更した。4 点目として、直後テストとして実施される自由再生の時間を 2 分に変更した。5 点目として、直後テストの後の 10 分間、ヘッドフォンを通じて、「組曲《惑星》

作品 32 大オーケストラのための第 4 曲：木星－喜びをもたらす者 (Gustav Holst 作曲，ロサンゼルス・フィルハーモニー管弦楽団演奏)」を聞きながら、妨害課題として、3×3 のマスの中に 1～9 までの数字を 1 つずつ入れる課題に取り組むよう求めた。6 点目として、妨害課題後に、遅延テストとして、再度自由再生課題を 2 分間実施した。

3. 結果

本試行における正再生数の学習条件別平均と標準誤差を求め、図 1 に示した。正再生数を従属変数として、学習条件 (音楽あり、音楽なし) × テスト (直後、遅延) の 2 要因混合計画の分散分析を行った。その結果、学習条件の主効果が有意となり、音楽あり条件において音楽なし条件よりも再生数が多かった ($F(1, 28) = 6.05, p < .05$)。また、テストの主効果も有意となり、直後テストの方が遅延テストよりも再生数が多かった ($F(1, 28) = 13.58, p < .01$)。交互作用は有意ではなかった ($F(1, 28) = 0.06$)。

4. 考察

本研究では、視覚呈示に加えて、音楽に合わせて刺激を聴覚呈示することが記憶に対して促進的

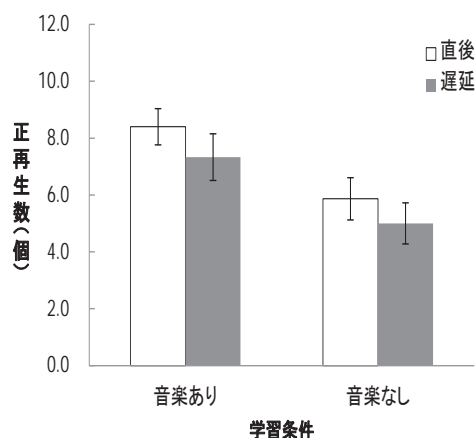


図 1 学習条件およびテスト別正再生数の平均および SE

に働くことが示された。このことから、自分自身で歌うというプロセスに関わらない場合でも、替え歌を学習時に用いることが有効であることが確認できた。しかし、替え歌が情報の符号化時に促進的な働きをするのか、あるいは、定着を促すのかといった点については、明確な結果が得られなかった。その点に関する詳細な検討は今後の課題である。

また、本研究で得られた結果は、あくまで、音楽あり条件と音楽なし条件では、前者において再生成績が高かったということを示しているにすぎない。したがって、替え歌記憶法のどのような点がなぜ有効であるかについては、いくつかの解釈が可能である。1つ目の解釈可能性としては、modality effect からの解釈が指摘できる。Penny (1989) によると、この modality effect とは、同じ刺激系列を視覚呈示するよりも聴覚呈示した場合に、新近部の再生成績がよくなることを指す。これを踏まえると、音楽あり条件で音楽なし条件に比較して再生成績が高かったことは、刺激が聴覚呈示されることによると考えられる。しかし、この解釈が妥当であるならば、聴覚呈示に加えて視覚呈示を行う必要はなくなる。また、聴覚呈示も、曲に合わせて行う必要はなく、単に刺激を読み上げさえすればよいことになる。

別の可能性としては、使用される modality の数という観点からの解釈も可能である。本研究の音楽あり条件では、聴覚呈示が単独でなされていたわけではなく、同時に視覚呈示も行われていた。そのため、視覚と聴覚という複数の modality から入力があったことが視覚呈示のみの場合に比較して、記憶痕跡を強めた可能性がある。もし、この解釈が妥当であるならば、聴覚呈示単独では促進効果が得られないという点は異なるものの、上述の modality effect による解釈同様、曲に合わせて刺激を呈示する必要はなくなり、読み上げによる聴覚呈示でも促進効果が得られることになる。

3つ目の解釈としては、メロディに乗せて刺激を呈示することの影響が考えられる。すなわち、聴覚呈示は聴覚呈示でも、単なる読み上げではな

く、メロディを用いることが刺激の符号化を促進したという解釈である。この解釈が妥当であるならば、用いる modality が聴覚という点では共通でも、メロディに合わせて呈示した場合とそうでない場合では差が生じると考えられる。

これら3つの解釈のうちのいずれが妥当であるのかについては、本研究の結果だけからは結論を下すことが出来ない。今後は、比較条件を追加することによって、各解釈の妥当性を検討していくことが必要である。

加えて、冒頭で述べたように、本研究では、替え歌記憶法に関与する2つのプロセスのうち、①音楽に合わせて学習内容が呈示されるという点に焦点を当てていたことから、もう1つの②音楽に合わせて、実際に自分で声に出して繰り返すという点、すなわち、構音運動の影響については扱うことができなかった。しかし、文理解時の音読の役割について検討した高橋・田中 (2011) によると、音読の際に生じる構音運動と音声情報はそれぞれ異なる働きをしていることが示されていることから、今後は構音運動の果たす役割についても検討する必要がある。

文献

- [1] 藤井正博 (2004). 歌メロディのスタート・ポイントと長期記憶 (1) 神戸山手短期大学紀要, **47**, 133-139.
- [2] 川上正浩 (2009). 非単語記憶課題における正再認と虚再認に対する類似語数の効果 大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要, **8**, 53-60.
- [3] Penny, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory & Cognition*, **17**, 398-422.
- [4] 斎藤洋子・佐久間尚子・石井賢二・水澤英洋 (2009). 歌の認知における詞とメロディの役割—歌の認知はなぜ速いのか?— 心理学研究, **80**, 405-413.
- [5] 高橋麻衣子・田中章浩 (2011). 音読での文理解における構音運動と音声情報の役割 教育心理学研究, **59**, 179-192.

身体的な感情制御が脳の報酬処理に及ぼす影響： 事象関連電位による検討

Embodied emotion regulation modulates neural activities for reward processing.

福島 宏器[†]

Hirokata Fukushima

[†] 関西大学

Kansai University

fukush@kansai-u.ac.jp

Abstract

The present study investigated the psychophysiological mechanisms under the “facial feedback” phenomenon, which refers that facial musculature alters emotional experiences. We measured neural activities (via event-related potential; ERP) who performed a kind of gambling task. In one experiment, participants unintentionally manipulated their facial muscles during the task. ERP results as well as behavioral data suggest that facial manipulation affect earlier and automatic process.

Keywords — Facial feedback, Emotion regulation, Embodiment, Event-related potential.

1. はじめに

心と身体に関連についての議論は古く、感情が表情や動作となって外部に表出されるだけでなく、逆に、表情や動作の身体的な操作が感情を形成することが、古くから提唱されてきた[1,2]。この「顔面（身体）フィードバック仮説」は、これまでの様々な実験によって実証されている。たとえば口にペンを咥えることによって口角をあげ、笑みの形にしたり[3]、眉間の皮膚をスティックで寄せ、眉をひそめる形にしたりすることにより[4]、本人には表情の操作を意識されずに、刺激や状況に対する被操作者の印象がポジティブないしネガティブに変動する。しかし、この現象の生起メカニズムはほとんど明らかになっていない。

本研究は、表情筋の操作が個人の認知（意思決定）および報酬の処理に及ぼす影響を検討することを目的とした。先行研究において、表情筋の操作によって、反応課題エラー時の脳活動（脳波上の事象関連電位）が変動することが報告されてい

る[5]。本研究は、表情筋の操作が認知や行動に対して与える影響をより詳細に検討するために、単純ギャンブル課題を利用した。被験者の表情筋の状態を操作しながらギャンブル課題を行なってもらい、正負の報酬を認知した際の事象関連電位や、課題中の意思決定（リスク選択傾向）の変化を検討した。

2. 方法

実験参加者

9名の大学生が実験内容の説明を受け、同意書にサインをした上で実験に参加した。実験参加者には、実験目的を「脳波計測における頭部の筋電図の影響を評価する予備実験」と説明し、感情に関わる表情筋の操作実験であることは伏せて実験を行った。実験後のデブリーフィングで、実験目的を説明し、この目的に気がついた参加者はいなかったことが確認された。

脳波測定

多様と生体アンプ (Polymate II AP216, TEAC 社製) を用い、アクティブ電極によって頭皮上の 8 部位 (Fz, FCz, Cz, Pz, F3, F4, A1, A2) および左目下 (眼電記録用) から鼻尖基準で記録した。記録は 0.05–100 Hz バンドパスフィルタをかけ、サンプリング周波数 1000Hz で行った。

課題と手続き

表情筋の操作として、実験参加者は PC モニタ

上の教示に従って、二本のコットンロールをくわえる（あるいはくわえない）ことが指示された（図1）。「横に啣えてください」という教示が示された場合は、二本のコットンを横方向に並べ、歯でくわえ、コットンが唇に触れないように維持することが求められた（Smile 条件）。「縦に啣えてください」という教示が示された場合は、2本のコットン縦方向並べ、唇だけが触れるようにくわえることが求められた（No-smile 条件）。この他に「何も啣えないでください」という教示が示される場合があった（統制条件）。



図1 表情筋の操作

実験参加者は、この3条件の状態を教示によって切り替えながら、単純ギャンブル課題[6,7]を行った（図2）。この課題では、画面に現れる二つのカード（それぞれ大・小の掛け金が示してある）のうち一つを選択すると、その後選択したカードの色が変わり、「あたり」か「はずれ」かが示された。その結果によって、参加者はカードに書かれた金額を得た（あるいは失った）。参加者はこの試行を繰り返し、報酬の累積を目指した。40試行を1ブロックとして、各条件5ブロックずつが行われた。各ブロックの開始時に、表情筋の操作に関する上記の3種類のいずれかの教示が示された。

脳波分析

オフライン解析では両マスノイド基準で再基準化し、30Hzのローパスフィルターをかけた。フィードバック刺激提示時を基準として、刺激提示前200msから提示後600ミリ秒までのセグメントについて、刺激前の200ミリ秒間でベースライン補正を行い、いずれかの電極で±100μVを超

えた試行については、その後の分析から除外した。表情筋操作の条件ごとに、獲得時と損失時のそれぞれの加算平均波形を算出し、損失時に生じる陰性波(MFN)、および獲得時・損失時に生じるP300両成分の振幅を算出した。

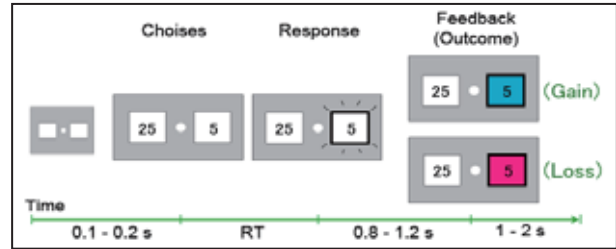


図2 ギャンブル課題一試行の流れ

3. 結果

行動指標

ギャンブル課題において、額が大きい方の掛け金を選択する選択行動を「リスク選択」と定義し、表情筋操作の条件ごとに、リスク選択が行われる割合を算出した。リスク選択率は、一試行前の結果によって変化することが知られている[5]ため、先行試行の結果ごとに算出した（図3）。その結果、先行試行において損失を被った場合に限り、条件の主効果が有意傾向で見出され（ $F = 3,375, p = 0.057$ ）、Smile 条件でリスク選択率が高くなっていた。

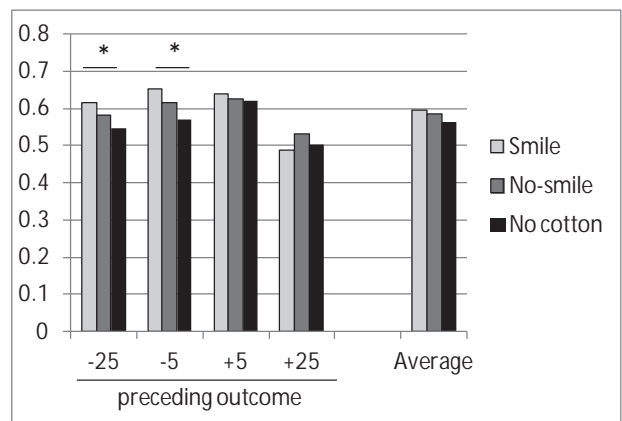


図3 各条件におけるリスク選択率 先行試行の結果ごとの表示（左4グループ）および平均の表示（右）

生理指標（事象関連電位）

表情筋操作の3条件毎に算出した被験者全員の獲得時・損失時の加算平均波形を図4に図示した。MFN および P300 成分の振幅を対象に、分散分析によって表情筋条件の主効果を検討した。MFN 振幅が最大値を示した FCz における MFN 振幅について、条件の主効果が有意であった ($F(2, 16) = 4.41, p = .030$)。多重比較の結果、No-smile 条件が他の条件と有意に異なることが示された (Smile 条件との差異 $p = 0.034$; 統制条件との差異 $p = 0.021$)。Cz における P300 振幅についても同様に条件の主効果が見られた ($F(2,16) = 3.84; p = 0.043$)。多重比較によって、No-smile 条件と統制条件との間に有意差が見られた ($p = 0.018$)。

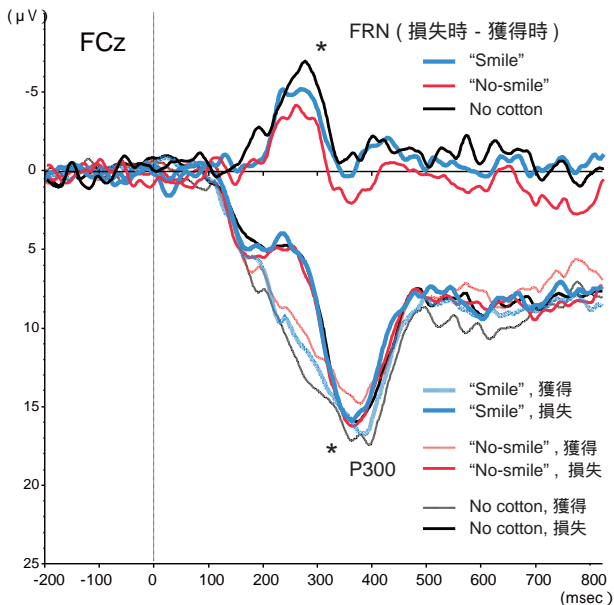


図4 各条件における獲得・損失時の事象関連電位およびMFN波形(損失時と獲得時の差分波形)(FCz上)

4. 考察

本研究の目的は、表情筋の操作による感情状態の操作が、意思決定や報酬の脳内処理に及ぼす影響を検討することであった。

意思決定に及ぼす影響としては、Smile 条件、すなわちコットンを横方向に加えて口角を上げる操作(笑いの表情を形成する)が、損失を受けた直後のリスク選択傾向を高めていた。笑いの表情

は、損失のネガティブな印象を緩和し、引き続きリスク選択を低減させることが予想されたが、結果は逆となった。

獲得・喪失の結果知覚時の事象関連電位においては、P300成分のみならず、それに先行する潜在時200-300ミリ秒のMFN成分から条件の主効果が見られた。MFN成分は、結果のインパクトの主観的な大きさの影響を受けづらい、比較的自動的な結果認識を反映することが先行研究によって示されている([8]など)。今回の結果は、表情筋の操作は、潜在的な水準で、報酬に対する構えに影響を及ぼすことを示唆する。Smile条件において、損失というネガティブな結果にたいする電位が減衰すると考えられたが、Smile条件と統制条件の違いは有意ではなかった。一方で、No-smile条件において、獲得時の電位が減少するという結果になった。この結果は、ポジティブ表情に関わる表情筋の可動性の制限によって、獲得時のポジティブな反応が、低減したと解釈できるかもしれない。

本研究は、潜在的な表情筋の操作が意思決定や、報酬にたいする潜在的な反応に影響をおよぼすことを示唆している。今後はデータ数を増やし結果の信頼性を増すとともに、行動指標と生理指標を統合的に解釈する負荷的な検討が求められる。

参考文献

- [1] James, W. (1890). *The principles of psychology*, New York: Holt.
- [2] Laird, J. D. (1974). Self-attribution of emotion: The effects of expressive behavior on the quality of emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 29, 475-486.
- [3] Strack, F., Martin, L.L., Stepper, S., (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 768-777.

- [4] Larsen, R. J., Kasimatis, M., & Frey, K. (1992). Facilitating the furrowed brow: An unobtrusive test of the facial feedback hypothesis applied to unpleasant affect. *Cognition and Emotion*, 6, 321–338.
- [5] Wiswede, D., Münte, T.F., Krämer, U.M., Rüsseler, J. (2009). Embodied Emotion Modulates Neural Signature of Performance Monitoring. *PLoS ONE* 4(6), e5754.
- [6] Gehring, W. J., & Willoughby, A. R. (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science*, 295, 2279–2282.
- [7] Fukushima, H., & Hiraki, K. (2006). Perceiving an opponent's loss: Gender-related differences in the medial-frontal negativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(2), 149–157.
- [8] Yeung, N., & Sanfey, A.G. (2004). Independent coding of reward magnitude and valence in the human brain. *Journal of Neuroscience*, 24, 6258–6264.

アトラクタニューラルネットワークの特性と 神経心理学への応用可能性

Characteristics of Attractor Neural Networks and Its Applicability to Neuropsychology

浅川 伸一
Shin-ichi Asakawa

東京女子大学
Tokyo Woman's Christian University
asakawa@ieee.org

Abstract

Among models in cognitive science, attractor neural network (ANN) model [1, 2] can be regarded as practical. However, the reason why this model was adopted was not clear. To investigate reasons that ANN was employed is worth proving. Mathematical consideration revealed that there was the necessary and sufficient condition for ANN to reach stable equilibrium. However, even in case of unstable equilibrium, ANN can reach solution without attractors. Because behavior of ANN can be described as differential equations, it is important for ANN to have negative real part of maximum eigenvalue of coefficient matrix. In order to confirm this, computer simulations were conducted. The results revealed that existence of stable equilibrium depends on data set. Further implications of this analysis to cognitive neuropsychology was also discussed. According to the method discussed in this study, brain damage can be formulated mathematically. This kind of approach might give new insight to this area.

Keywords — Attractor Neural Network, Differential Equations, Stable Equilibrium

1. はじめに

アトラクタニューラルネットワーク(以降 ANN と略記)は、一般的には Hopfield [3], Hopfield and Tank [4] によって提案された一般的なクラスのニューラルネットワークモデルを指す場合が多い。また, Hinton and Shallice [5], Plaut and Shallice [6] によって提案された階層型のネットワークを指すこともある。前者の Hopfield モデルは数理的な解析が進んでいる[例えば 7]一方で、本稿で言及する ANN に未だ数理的な解析は行われているとは言い難い。本稿では、後者のタイプの ANN を取り上げた。このタイプのネットワークは、出力層とクリーンアップ層との間に相互に結合があり、さらに層内の各素子に対しても相互に結合がある。図1では、層内の結合は書かれていない。数学的な理由から、この種のネットワークもホップフィールドタイプ

のネットワークも ANN と同じ用語で語られている。ANN は、神経心理学的データを記述するために開発された[5, 8]。それゆえ、ANN は、神経心理学と認知モデルとの橋渡しをする役割を担っているとも言える。神経心理学的研究は、心理学的モデルの構築に重要な示唆を与えてくれる。そこには、言語、記憶、思考、認知、など多くの分野が含まれている。脳画像研究と並んで、神経心理学的証拠は脳と認知とのモデルを構築する際に、制約を課すことになり、今日これらのデータを無視して心理学的モデルを提案することは、得策ではないだろう。

2. アトラクタニューラルネットワークモデル

ニューロンに模した素子で構成される多次元空間において、ANN は適切なメモリ項目を検索可能である。換言すれば、ANN に適当な初期値が与えられた時、各処理素子の活性値は、状態空間を遷移し、アトラクタと呼ばれる状態に吸引されることがある。各メモリ項目ごとに対応するアトラクタが形成されると考えられてきた。与えられる初期値が異なれば、ANN は、異なるポイントアトラクタに吸引されることになる。すなわち、この場合、アトラクタの域が異なると考えられている(図1)。しかし、ここで素朴な疑問が生じる。ANN はなぜ、他の種類のアトラクタが形成されないのだろうか。リミットサイクル、トーラス、ストレンジアトラクタ、カオスなどに収束しない理由は存在するのであるだろうか。ANN の収束可能性は保証されているのであるだろうか。本稿の目的の一つは、ANN の性質を調べ、この疑問に答えることである。

一般にニューラルネットワークモデルにおいては、各素子は相互に結合されている。各素子間の活性値の相互作用によってシステムの状態が定まり、ANN においてはそれがアトラクタへの吸引可能性となる。例えば、単音節単語の発音は、各単語ごとに対応する流域を持っているとされる[9, 10,

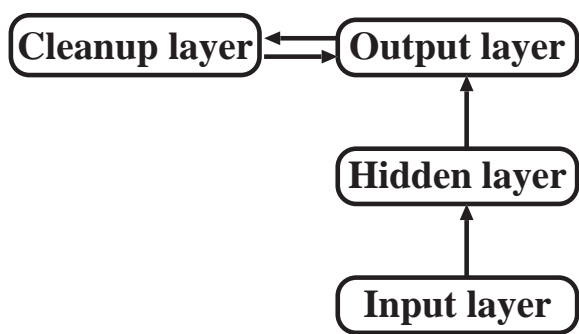


図1 The ANN, Hinton and Shallice [5], Plaut and Shallice [6] employed . Input, hidden, output, and cleanup layers were introduced .

11, 12, 13, 13, 14, 15, 16] .

2.1 ANN の失読症への適用

Plaut et al. [17] と Plaut [18] は, ANN を導入し, 失読症患者の単語読字時の意味性の誤りや, 視覚性の誤り, 両者の混交した誤りについて検討を加えた . ANN に小さな雑音や摂動が加わった場合でも, システムの状態が流域内に留まっているのであれば, ANN はノイズや摂動に対して耐性を示す . さらに, ANN が損傷を受けると, アトラクタと流域の位置, 形態, 大きさなどが変容し, 誤ったアトラクタに吸引されるようになることが起こりうる . あるいは, 正しくはあっても, そのアトラクタに吸引されるまでに時間がかかってしまうようになりたりする(図2) . これが, ニューラルネットワーク

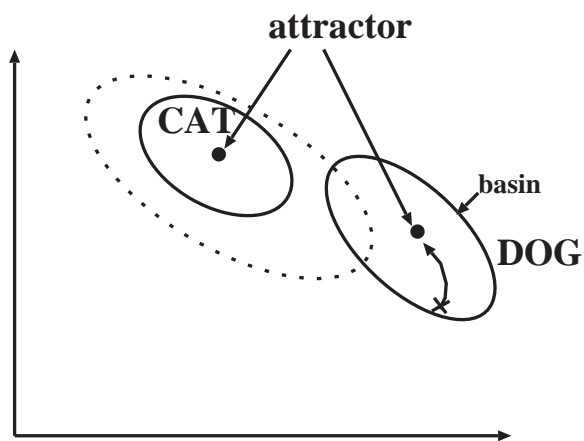


図2 Transformation of the basin of an attractor network by damage

的な脳損傷の説明である .

Plaut et al. [17] と Plaut [18] は, ANN を用いて神経心理学的症状の説明を試みた . また, Hinton and

Shallice [5] のシミュレーション結果によれば, ANN を用いれば深層失読の説明が可能であるという . 図1には, 損傷によりアトラクタの流域が変容し, その結果として, 犬と猫との区別が難しくなるような事例が説明できるとしている . また, 具体語と抽象語の二重乖離の説明も可能であるという [17, 19] . 彼らは具体語と抽象語の意味記憶を微小特徴(バイナリーベクタ)で構成した . もし, 脳損傷が中程度であれば, 具体語は軽度な障害を生じ, 損傷の程度が重篤であれば, 具体語は抽象語に比べて重篤に障害されたとのことである . このように, ANN は認知科学, 認知心理学のの意味記憶, 概念, 言語などの一モデルとして考えることができるだけでなく, ANN に損傷を加えることによって, 神経心理学的な症状の説明モデルとしても採用されてきたものである . このような経緯から, ANN の特性を検討し, このモデルの持つ意味を明確にすることは意義があることだと考える . さらに, 損傷によって何が変化するのかを数学的に明らかにする仕事が残されていることも事実である . 本稿では, この点に鑑み考察を加えることとした .

2.2 数学的記述

出力層の素子数が1であり, クリーンアップ層の素子数も1の場合を考えよう . このシステムの挙動は, 2次元の相図として表現することができる . 各素子の出力関数は, シグモイド関数であることが多い . この関数は以下のとおりである .

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha x)}, \quad (1)$$

ここで, α はシグモイド関数の傾きを決めるパラメータである $\alpha > 0$. しかし, このパラメータ α の影響を調べた研究は少ないようである . 本節で後

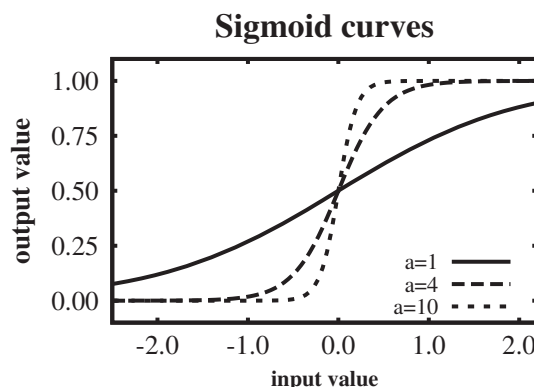


図3 Sigmoid curves under 3 values of α

に述べるように, ANNの挙動は線形微分方程式系として定式化できる. ANNの解の軌跡が原点付近にあれば, シグモイド関数は線形関数として近似可能である(図3). ここで, パラメータ α に関する疑問が生じる.

パラメータ α が大きければ, それだけシグモイド関数の傾きは険しくなる. $\alpha \rightarrow \infty$ の極限では,

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } 0 < x \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}. \quad (2)$$

となる. このとき, シグモイド関数は, ステップ関数となる. この関数の値域は(式1) $\{x | 0 \leq f(x) \leq 1\}$ である. x はこの素子への全入力を意味する. x は以下のように表現される $x = \sum_i w_i y_i \theta$, ここで w_i は結合係数である. w_i は結合の強さを表し, θ はしきい値である $\{\theta | -\infty \leq \theta \leq \infty\}$. y_i は, x に信号を送っている i 番目の素子であり, 総和 Σ はすべての y について計算される. 特定の y_i と x との間に結合がなければ, w_i は0となる. 行列 W を結合係数で構成されるものとしよう.

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdots & w_{nn} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

ここで, w_{ij} は素子 j から i の結合係数を表す. w_{ii} は, 自己フィードバック結合である. 添字 i と j とは, 出力層, クリーンアップ層の素子間の結合である(相互結合や層内結合も含む). この行列を用いて, ANNの振る舞いは, 微分方程式系として次のように記述できる:

$$\frac{dx(\tau)}{d\tau} = -x(\tau) + \phi(Wy(\tau) - I), \quad (4)$$

ここで τ は, 出力層とクリーンアップ層との間の繰り返し回数を表す. ϕ は, 行列 W の各要素に対してシグモイド関数を適用する演算子としよう.

さらに, 各層に常に1を出力する仮想素子を用意することにすれば, その素子からの結合係数を用いてしきい値の存在も結合係数行列に含めることができる. すなわち I に対する結合係数を含めた1行1列だけ大きな行列,

$$W = \begin{pmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,n+1} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,n+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n,1} & w_{n,2} & \cdots & w_{n,n} \\ w_{n+1,1} & w_{n+1,2} & \cdots & w_{n+1,n+1} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

式(5)を改めて W と置くことによって, 一般性を失うことなく, 式(4)を拡張することができる. 新

しい W の張る空間は, 以前の W の張る空間とは異なるので, 原点が移動し, 後述する図4や図5に描かれているような旧 W の原点が必ずしも新しい行列 W で原点とは限らなくなることに注意が必要である. というのは, 本稿での議論は非線形関数であるシグモイド関数は原点近傍では線形近似できるという事実に基づくものだからである. このとき,

$$\frac{dx(\tau)}{d\tau} = -x(\tau) + \phi(Wy(\tau)), \quad (6)$$

となる. 先述のとおり, シグモイド関数は原点近傍において, 線形関数で近似できるので, 以下のような線形微分方程式系を得る.

$$\frac{dx(\tau)}{d\tau} = -x(\tau) + Wy(\tau), \quad (7)$$

この式(7)は, 解析的に解くことができ,

$$x(\tau) = x_0 e^{W(\tau - \tau_0)}. \quad (8)$$

がその解となる. このネットワークの斉示方程式は以下のように書くことができる. 式(6)の解は,

$$x(\tau) = x_0 e^{W(\tau - \tau_0)}. \quad (9)$$

$\zeta(Wy)$ をベクトルの各要素に対してシグモイド関数を適用する変換関数だと仮定する. 定数変化法を使ってこの微分方程式の解を求めることができる(6.付録).

ここで, 空間 Y を 2^n 個の小空間に分割する場合を考える.

$$\begin{aligned} &Y(111 \cdots 11) \\ &Y(111 \cdots 10) \\ &\vdots \\ &Y(p_1 p_2 p_3 \cdots p_{n-1} p_n) \\ &\vdots \\ &Y(000 \cdots 00) \end{aligned} \quad (10)$$

$Y(111 \cdots 11)$ は, すべての領域 y_1, y_2, \dots, y_n が正である空間である. $Y(111 \cdots 10)$ は, y_1, y_2, \dots, y_{n-1} の領域が正であり, y_n だけが負である領域である. $Y(000 \cdots 00)$ はすべての領域が負となる領域である. p_1, p_2, \dots, p_n は, 1あるいは0のいずれかの値をとる. この分割された領域内においては, 状態方程式は, 線形関数となりリプシッツの条件(Lipschitz's condition (11)式)が成り立つ.

$$|f(y_1) - f(y_2)| \leq N w_{\max} |y_1 - y_2|, \quad (11)$$

ここで, w_{\max} は, 行列 W の要素 w_{ij} の中の最大値を表す. ここで, 微分方程式系の平衡点を $y^*(p_1 p_2 \cdots p_n)$, とすると,

$$Wy^*(p_1 p_2 \cdots p_n) = x. \quad (12)$$

が得られる． $|W| \neq 0$ ならば以下の式を得る．

$$y^*(p_1 p_2 \cdots p_n) = W^{-1}x \quad (13)$$

ここで，

$$W^{-1} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

とすれば，

$$y^*(p_1 p_2 \cdots p_n) = \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j. \quad (15)$$

である．この場合，この系が安定な平衡点を持つための必要十分条件は，固有方程式(16)式の最大固有値が負の実部を持つことである．

$$|W - \lambda I| = 0 \quad (16)$$

すなわち，本稿の目的の一つは，任意のANNにおいて結合係数行列 W の最大固有値が必ず正でない実部を持つかどうかを調べることである．以後，結合係数行列 W の最大固有値の実部を Real Part of Maximum Eigen Value の頭文字をとって RPMEV と略記する．もし RPMEV が負でなければ，厳密には ANN はアトラクタに収束するとは言えないことになる．この仮説が正しいか否かを検証するためには，学習済みの ANN の結合係数行列の RPMEV を調べてみれば良い．

2.3 収束問題

ターゲット信号が排他的論理和問題のようなバイナリ (0,1) の場合，アトラクタは，図4の影をつけた領域内に存在することになるのかも知れない．そうでなければ，システムが解にたどり着くためには，図5のように，収束ではなく，発散が必要となるかも知れない．この場合，システムが安定な平衡点を持つ必要はない．この場合には，RPMEV は正であり，不安定な平衡点はリペラ(repeller)と呼ばれる．

以上から，ANN が排他的論理和を解く場合には，3つの場合が考えらる．

1. 各入力値と出力値に対応するアトラクタが存在する場合
2. 一方がアトラクタであり，他方はリペラである場合
3. すべての解がリペラである場合

このように，ANN の挙動を分析することが可能である．次節以降では，このような考察が妥当かどうかを検討することとしたい．

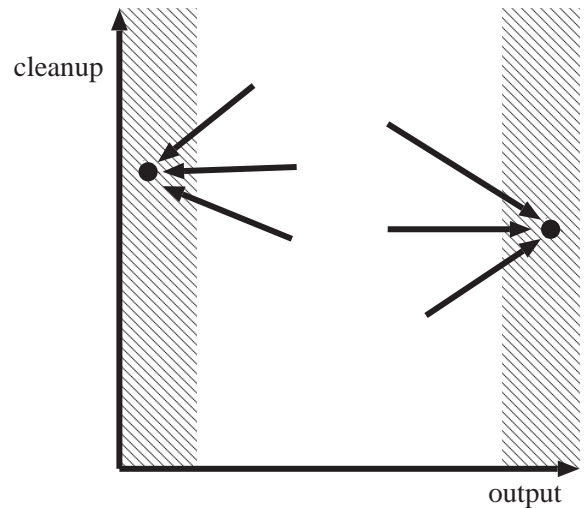


図4 location of attractors in case of binary teacher signals

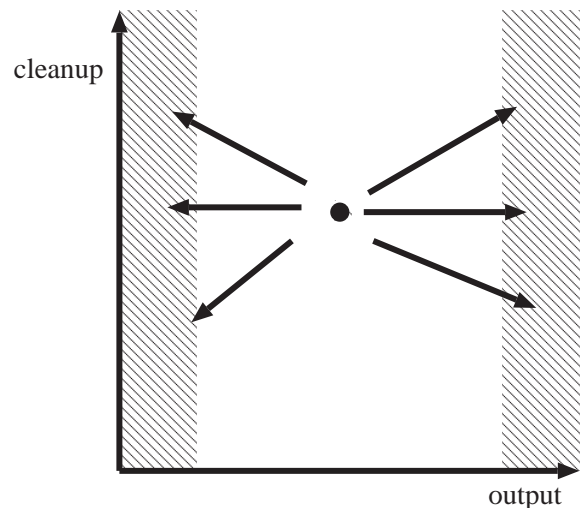


図5 The case of no attractors, no convergence zones but get solution

2.4 初期値問題

本稿で行われたシミュレーションでは，出力層とクリーンアップ層との素子の初期値は，固定されなかった．もし，初期値を固定してしまうと，出力層素子への入力に対してしきい値と同じ役割を果たすことになるからである．このとき，多数のクリーンアップ層の素子を導入する意味合いが薄れる．繰り返し計算の初期値として，値を固定するのではなく， $0 \leq x \leq 1$ なる一様乱数を初期値として導入した．しかし，Seidenberg and McClelland [13], Plaut et al. [10] などのような先行研究では初期値は固定されていたようである．出力層素子とクリーンアップ層素子の初期値として乱数を導入することによって，多数回の学習を繰り返すことで，近似的に全状態空間での収束を保証することになる

と考えられる。

ANNに限らず一般にニューラルネットワークモデルにおいては、構築されたシステムは、いわゆる次元の呪い(curse of dimensionality)問題に直面しなければならない。探索すべき空間の次元が上がれば上がるほど、探索すべき領域は指数関数的に広がる。次元の呪いを避けるための一方策として、各事例の訓練時に、出力層とクリーンアップ層の素子の初期値として乱数を導入することは有益であると考えられる。この乱数を初期値として与えるということの意味は、訓練時に結合係数の初期値として乱数を付与するという、一般に用いられているニューラルネットワークの構築方法の一つとは意味が異なることに注意されたい。結合係数の初期値を乱数で初期化することは、そのシステムが探索空間において、初期状態がどの方向に向かうのかを定めるため、乱数によって任意の方向を向かせ、偏向した事前知識から探索を始めることを避けるための意味合いである。この意味での乱数による初期化と、ANNにおいて出力層とクリーンアップ層の初期値を乱数で初期化し、状態空間のすべてにおいて収束を保証するようにすることは、意味が異なる。

3. 数値実験

3.1 方法

全シミュレーションを通して学習係数は0.01に固定された。モーメント法や重み崩壊法などのテクニックは用いられなかった。各素子間の結合係数は、 $-0.1 \leq x \leq +0.1$ なる乱数で初期化した。出力層素子とクリーンアップ層素子との間の繰り返し回数の上限は10回とした。ANNが、学習収束基準(自乗誤差が0.05以下)に達したことをもって学習成立とみなした。各学習エポックにおいて、繰り返し上限回数に達する前に収束した場合には、繰り返し計算を終了し、次の項目の学習に移った。各学習項目の学習順序は、エポック毎にランダム化された。ANNの学習には一般化デルタルール[8]が用いられた。上述のとおり、出力層素子とクリーンアップ層素子の初期値は、 $0.0 \leq x \leq 1.0$ なる一様乱数でその都度初期化された。

3.2 安定性の問題

すでに述べたとおり、特性方程式(16)式は、ANNの大域的な挙動を定める。もしRPMEVが負であるならば、ANNは安定な平衡点を持つ。ANNが特定の問題において解を得、その結果得られた結合係数行列の固有値が計算できる。各条件毎に、乱数の

種を変えて100回繰り返した時の負のRPMEVの出現回数を描いたものが、図6に描かれている。負の

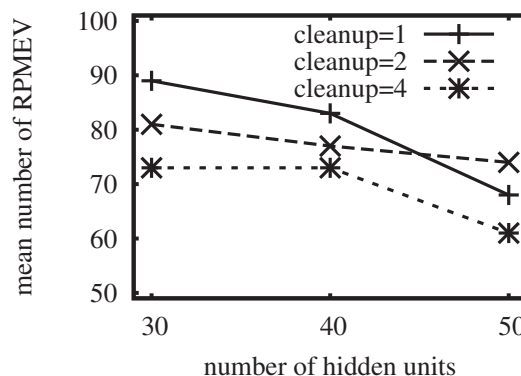


図6 Numbers of negative RPMEV for each condition. Data from Plaut and Shallice [6], mapping from grapheme to phoneme. (n=100)

RPMEVの出現回数は、隠れ層素子の数が増加するに従ってわずかに減少しているように見えるが、統計的には有意ではなかった($\chi^2 = 6.94, d.f. = 4, p = 0.9993$)。ここで、ANNは必ずしも安定な平衡点を持つわけではないことが示唆されたことは意味がある。安定な平衡点を持たない場合、ANNは正解にたどり着くために不安定な平衡点を利用していったと考えられる。

さらに、クリーンアップ層の素子数の関数としての、負のRPMEVの出現回数を、データ毎に、条件毎に変化した(図7)。図7でも、図6と同じように

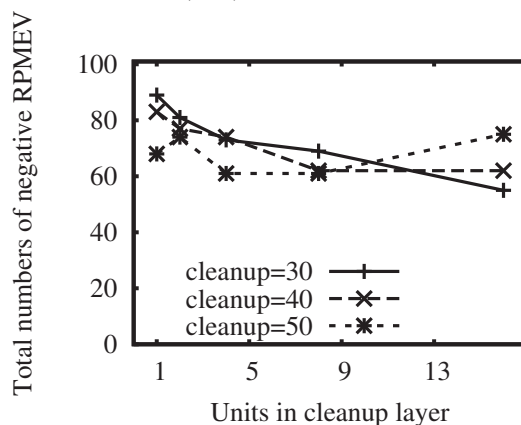


図7 Number of negative RPMEV among 100 trials in Plaut and Shallice [6]'s data

素子数の増加に伴って負のRPMEVの出現傾向は減少するように見える。これとは対照的に、Hinton and Shallice [5]のデータは、調べた全条件で、ほとんどの場合、負のRPMEVを持っていたようである(表1)。もちろん、決定論的な結論を導き出すのは難しいが、データ集合の差異がシステムの安定

表 1 Summary of simulation of Hinton and Shallice(1991)
(n=50)

cleanup	hidden		
	30	40	50
1	100	100	100
2	100	100	100
4	100	100	100
8	100	100	100
16	100	100	100

性に関して、重要な相違をもたらすように思われる。しかしながら、これはシミュレーション研究の限界でもある。全パラメータを調べるのは不可能である。中間層、クリーンアップ層の素子数、学習係数、シグモイド関数の傾き、初期値として採用する乱数の範囲、出力層とクリーンアップ層との間の繰り返し数の上限値など、すべてを調べることはできない。実験心理学において、すべての実験条件を調べることができないのと事情は同じである。全パラメータ空間を調べるわけにはいかないで、結論を導き出すためには注意が必要だが、少なくともHinton and Shallice [5]のデータ集合は、安定な平衡点を持つ傾向にあったとも言えるかも知れない。

ここで、重要なのは、あらかじめデータ集合を調べただけでは、このような予測が不可能なことである。あくまで計算させてみるしか、方法はない。次に、図8は、別の結果を示している。図8の結

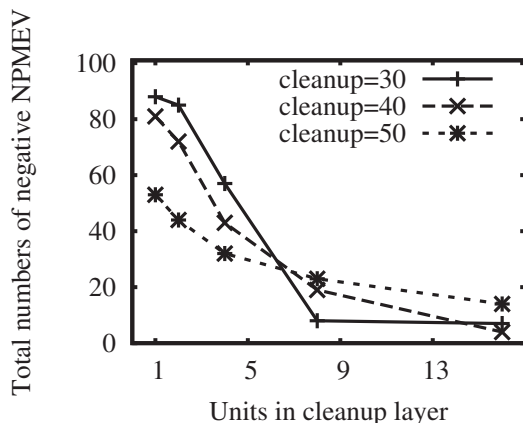


図 8 Number of negative RPMEV among 100 trials in Tyler et al. [20]'s data

果は、統計学的には有意である ($\chi^2 = 36.123$ d.f.=8, $p=0.0001$)。従って、負の RPMEV は、データ集合間で顕著な違いを生じたと言うことができる。我々は ANN を使ってシミュレーション研究を行うことができるが、そこには細心の注意が必要となろう。

4. 考察

もし、ANN が負の RPMEV を持ったのなら、学習すべき全項目にアトラクタが存在した可能性が指摘できる。もしそうでなければ、リペラであるか、初期状態ですぐに、繰り返し計算を必要とせず答えを出すものと解釈できる。リペラであった場合(図5)、摂動などの影響を受けた場合、システムがどの方向に向かうのかを予測することは困難である。同様に、初期状態が斜線の領域に入る場合に関しても、ANN が解いた解は、初期値と障害耐性との問題があるものと考えられる。ANN に関する数学的考察は、このような洞察を与えてくれる。このことは、認知神経心理学において、ある学習済の概念なり単語なりカテゴリーなりの脳損傷耐性について、含意を与えることになるかもしれない。もし、システム、あるいは脳がある概念なり項目に対してリペラしか持たないのであれば、脳の障害によって、その概念なり項目は簡単に影響を受け、混乱や概念の消失を招くことになるであろう。

繰り返しになるが、ANN は必ずしもアトラクタを持つとは限らない。それは、学習すべきデータ集合と条件との依存する。データ集合によっては、安定な平衡点を持つ傾向があるものと、そうでないものがある。このことは、実証的研究、理論的研究の両者に対して同様の重要な意味を持つことになるかもしれない。実証的研究においては、用いる課題間の比較をする際に、RPMEV は重要な役割を果たし、現象をより良く理解する一助となる可能性が指摘できる。

人間やコンピュータの行動の性質を解き明かそうとするシミュレーション研究においては、シミュレーション研究の限界を理解することが重要だと考える。上で述べたシミュレーション実験では、安定な平衡点を持つ場合もあれば、そうでない場合もあった。それ故、ANN が常に安定な解を与えるのか否かを定めることはできない。それは、データ集合、用いる素子数、などに依存する。この点において、システムの限界を解明するためには、数学的な考察が重要な役割を果たすことになる。ANN の解析はまさに、この場合に相当すると考えられる。

今日まで、なぜ多くの研究者が ANN のこの点に関して注意を払って来なかったのかは、大きな疑問である。ここに示した考察に従えば、ANN は微分方程式系として定式化できるので、その大域的な挙動は、解析的に予測できる。

Hinton and Shallice [5], Plaut and Shallice [6], Plaut et al. [17], そして Plaut [18] は、神経心理学的症状を記述するためのモデルとして ANN を用いた。

一般に, ANNにおけるアトラクタとは, 記憶中の各項目, 単語, 概念などに該当すると考えらえる。しかしながら, 先行研究の結果は, 厳密には“アトラクタ”によるものではないのかも知れない。この意味では, 「アトラクタニューラルネットワークモデルは必ずしもアトラクタニューラルネットワークではない。」表1において, すべての試行で負のRPMEVが観察されたが, 正のRPMEVを持つ可能性が排除されたとは限らない。そして, 正のRPMEVを持つ場合であって, ANNは課題を解くことが可能である。その場合には, ANNが安定な平衡点を持っていないことについて注意が必要となるであろう。

不安定な平衡点を持つシステムは, 損傷を受けると容易に困難を示すようになるであろう。脳損傷の意味をこのような視点から解釈することが可能となるかもしれない。そして, 損傷の程度を結合係数行列 W と RPMEV の変化として表現可能となるかも知れない。神経心理学の症例の中には, このような考察が可能なが見出される可能性が指摘できよう。脳損傷患者の行動は, 結合係数行列の縮退や劣化であり, RPMEV が変化して安定な平衡点が消失したと解釈するなどである。もちろん, 現時点ではこのような解釈は単なるスペキュレーションでしかない。しかし, 知る限りにおいて, ANN を数学的に解析し, 脳損傷の解釈に適用しようとする試みは初めてのものである。このことの意味は強調されるべきだと考えらえる。繰り返しになるが, ANN は, 必ずしも安定な平衡点を持つとは限らない。

5. 結論

ANN は, 心理学, 認知科学を始め多くの関連領域に適用可能である。その中には, 言語, 思考, 記憶, 認知, カテゴリー化などが含まれる。しかし, ANN を適用する際には注意が必要である。少なくとも, すべての学習項目を学習した後に得られた, 結合係数行列から RPMEV を計算すべきである。なぜなら, その解にアトラクタではなく, リペラが含まれている場合があるからである。換言すれば, システムは安定な平衡点を持つのではなく, 不安定な平衡点を持つ可能性が指摘できる。

どのようなニューラルネットワークモデルであれ, すべての素子から成る結合係数は行列として表現できる。そこに, 連続的であれ離散的であれ, 時間を考慮に入れた場合には, 時間に関しての微分方程式系が定義できる。もし, 素子の出力関数が微分可能であれば, 本稿で示したような線形近似の技法が適用可能な場合が存在する。このような定式化はニューラルネットワークモデルの挙動

を理解する助けとなる。本稿ではこのような流れに沿った一例を示した。モデルの適用可能性と示唆とがこのような考察から得られた。ANN は有効な道具である。しかし, その数学的な性質が明らかになった時に, さらに心理学, 認知科学, 認知神経心理学を始めとする各分野に対して, さらに実用性を増すものと考えられる。Hinton and Shallice [5] が採用した ANN はほとんど必ず安定な平衡点を持っていた。一方, Tyler et al. [20] のものはそうではなかった。この差異は, 以降考慮する必要がある。高次脳機能をニューラルネットワークモデルを用いて解明しようとする研究者は, RPMEV を考慮すべきだと考える。少なくとも, 我々は解の安定性に関してはデータ集合によって, かなり異なることがあることを知るべきである。

6. 付録

y_0 の部分を t の関数 $z(t)$ と考えて

$$y(t) = z(t)e^{W(t-t_0)} \quad (17)$$

とおけば

$$\tau \frac{dy(t)}{dt} = \frac{dz(t)}{dt} e^{W(t-t_0)} + z(t) W e^{W(t-t_0)} \quad (18)$$

$$= e^{W(t-t_0)} \frac{dz(t)}{dt} + W y(t) \quad (19)$$

これに非斉次方程式に代入して

$$x(t) = e^{W(t-t_0)} \frac{dz(t)}{dt} \quad (20)$$

をえる。この式を $z(t)$ について解くと

$$\frac{dz(t)}{dt} = e^{-W(t-t_0)} x(t) \quad (21)$$

$$z(t) = \int_{t_0}^t e^{-W(u-t_0)} x(u) du + a \quad (22)$$

非斉次方程式の初期値を

$$y(t_0) = y_0 \quad (23)$$

とすると斉次方程式の解を用いた定数変化法の定義式から

$$y(t) = z(t)e^{W(t-t_0)} \quad (24)$$

$$y_0 = y(t_0) \quad (25)$$

$$= z(t_0)e^{W(t_0-t_0)} \quad (26)$$

$$= z(t_0), \quad (27)$$

すなわち

$$z(t_0) = a. \quad (28)$$

それゆえ,

$$z(t) = \int_{t_0}^t e^{-W(u-t_0)} x(u) du + y_0 \quad (29)$$

ゆえに

$$\begin{aligned} y(t) &= y_0 e^{-W(t-t_0)} + \int_{t_0}^t e^{W(t-t_0)} e^{-W(u-t_0)} x(u) du \\ &= y_0 e^{-W(t-t_0)} + \int_{t_0}^t e^{W(t-u)} x(u) du \quad (30) \end{aligned}$$

この式(30)がどのように振る舞うか検討してみると $t = t + \Delta t$ のとき

$$\begin{aligned} y(t + \Delta t) &= y_0 e^{-W(t+\Delta t-t_0)} + \int_{t_0}^{t+\Delta t} e^{W(t+\Delta t-u)} x(u) du \\ &= y_0 e^{-W\Delta t} + \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} e^{W(t_0+\Delta t-u)} x(u) du \\ &= y_0 e^{-W\Delta t} + e^{W(t_0+\Delta t)} \int_{t_0}^{t_0+\Delta t} e^{-Wu} x(u) du \end{aligned}$$

となる。

引用文献

- [1] T. T. Rogers, M. A. Lambon Ralph, P. Garrard, S. Bozeat, J. L. McClelland, J. R. Hodges, and K. Patterson. (2004). Structure and deterioration of semantic memory: A neuropsychological and computational investigation. *Psychological Review*, pages 205–235.
- [2] C. Perry. (1999). Testing a computational account of category-specific deficits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, pages 312–320.
- [3] J. J. Hopfield. (1982). Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79:2554–2558.
- [4] J. J. Hopfield and D. W. Tank. (1985). Neural computation of decisions in optimization problems. *Biological Cybernetics*, 52:141–152.
- [5] G. E. Hinton and T. Shallice. (1991). Lesioning an attractor network: Investigations of acquired dyslexia. *Psychological Review*, 98(1):74–95.
- [6] D. Plaut and T. Shallice. (1993). Deep dyslexia: A case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 10(5):377–500.
- [7] T. Kindo and H. Kakeya. (1998). A geometrical analysis of associative memory. *Neural Networks*, 11(1):39–51.
- [8] D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, and T. P. R. Group, editors. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructures of Cognition*. MIT Press, Cambridge, MA, (1986).
- [9] M. W. Harm and M. S. Seidenberg. (1999). Phonology, reading acquisition, and dyslexia: Insights from connectionist model. *Psychological Review*, 106(3): 491–528.
- [10] D. Plaut, J. L. McClelland, M. S. Seidenberg, and K. Patterson. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103: 56–115.
- [11] J. Devlin, L. Gonnerman, E. Andersen, and M. Seidenberg. (1998). Category-specific semantic deficits in focal and widespread brain damage: A computational account. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10 (1):77–94.
- [12] M. S. Seidenberg, P. Alan, D. Plaut, and M. C. MacDonald. (1996). Pseudohomophone effects and models of word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(1):48–62.
- [13] M. S. Seidenberg and J. L. McClelland. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4):523–568.
- [14] K. E. Patterson, M. S. Seidenberg, and J. L. McClelland. (1990). Connections and disconnections: Acquired dyslexia in a computational model of reading processes. In R. G. M. Morris, editor, *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neuroscience*, pages 131–181. Oxford University Press, (1990).
- [15] M. S. Seidenberg, D. Plaut, A. S. Petersen, J. L. McClelland, and K. McRae. (1994). Nonword pronunciation and models of word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(6):1177–1196.
- [16] M. S. Seidenberg. (1997). Language acquisition and use: Learning and applying probabilistic constraints. *Science*, pages 1599–1603.
- [17] D. Plaut, J. L. McClelland, and M. S. Seidenberg. (1995). Reading exception words and pseudowords: Are two routes really necessary? In J. P. Levy, D. Bairaktaris, J. A. Bullinaria, and P. Cairns, editors, *Connectionist Models of Memory and Language*, pages 145–159. University College London Press, London, (1995).

- [18] D. Plaut. (1996). Relearning after damage in connectionist networks: Toward a theory of rehabilitation. *Brain and Language*, 52:25–82.
- [19] D. Plaut. (2001). A connectionist approach to word reading and acquired dyslexia: Extension to sequential processing. In M. H. Christiansen and N. Charter, editors, *Connectionist Psycholinguistics*, chapter 8, pages 244–278. Ablex Publishing, Westport, CT, (2001).
- [20] L. Tyler, H. E. Moss, M. R. Durrant-Peatfield, and J. P. Levy. (2000). Conceptual structure and the structure of concepts: A distributed account of category-specific deficits. *Brain and Language*, 75: 195–231.

想像課題から顔の再認課題への処理の持ち越し効果の検討

The carry-over effect from imagination task into face recognition

日根 恭子, 伊東 裕司
Kyoko Hine, Yuji Itoh

慶應義塾大学
Keio University
hine@psy.flet.keio.ac.jp

Abstract

This study investigated the effect of psychological distance on face recognition. According to “Construal Level Theory” imagination of proximal distance event induced featural information to be activated[1]. If so, the activation may evoke featural processing that would be carried over to the face recognition task. The featural processing is also said to decrease accuracy of face recognition. Because previous work found that proximal temporal distance impaired face recognition [2], we predicted that proximal spatial distance or proximal social distance also impaired face recognition. In Experiment 1, proximal spatial distance impaired face recognition. However, in Experiment 2, proximal social distance did not impair face recognition. The results of the current studies raise the questions as to what is carried over from the imagination task to face recognition.

Keywords — Face Recognition, Construal level theory, Carry-Over Effect

1. はじめに

本研究の目的は、顔の再認において、再認課題前に実施していた課題で主に用いられていた処理が持ち越されるか検討する事であった。

顔の認知において、目や鼻といったパーツに対する処理(部分的処理)と、パーツ間の位置に関する情報についての処理(全体的処理)が行われていると考えられている。そして顔の再認においては、部分的処理よりも、全体的処理が優勢であると考えられている[3]。しかし、顔の再認課題前に部分的処理が求められる課題を実施し、部分的処理が優勢な状態が顔の再認課題に持ち越されると、顔の再認においても部分的処理が優勢となるため、再認成績の低下が予測される。そこで本研究では、顔の再認課題前に部分的処理が求められる課題を実施すると、再認成績が低下するか検討することとした。

Liberman & Trope (1998) は、解釈レベル理論 (Construal Level Theory) において、心理的に近い対象に対する処理は心理的に遠い対象に対する処理よりも部分的情報が用いられやすいと提案している[1]。そして、具体的な心的距離として、時間、空間、社会的距離と確率を挙げている。例えば、空間の関する心理的距離においては、近い場所での活動を想像する時は、その場所を良く知っていて、細かい部分まで想像する事が出来るので、部分的情報が活性化されやすくなると考えられる。一方、遠い場所における活動を想像する時は、良く知らない場所に関して想像しなければならないので、細かい部分まで想像する事が出来ず、結果として全体的情報が活性化されやすくなると考えられる。従って、近い場所での活動の想像では部分的処理が促進され、その後の顔再認課題に処理が持ち越されれば、再認成績の低下が予想される。

同様に、社会的距離に関する心理的距離においては、社会的距離の近い人に関する想像は、細かい部分まで想像する事ができるので、部分的処理が促進されると考えられる。一方、社会的距離の遠い人に関する想像は、その人に関する具体的な情報が無いため細かい部分まで想像する事が出来ず、結果的に全体的情報が活性化されやすくなると考えられている。従って、社会的距離の近い人に関する想像後の顔の再認成績は、社会的距離の遠い人に関する想像後の顔の再認成績よりも低いと予測される。

報告者はこれまでに、時間に関する心的距離を操作して、近い未来の想像後の顔の再認生起は遠い未来の再認成績よりも悪くなることを報告している[4]。本研究では、空間(実験1)と社会(実

験 2) における心的距離を操作して、その後の顔の再認成績に違いが生じるか検討した。

2. 実験 1

2.1 方法

実験参加者：19～20 歳の 64 名であった。実験参加者はランダムに近距離群(22 名)、遠距離群(21 名)およびコントロール群(21 名)に振り分けられた。

材料：スリの場面のビデオが用意された。ビデオでは、一人の男性がスリをする場面が描かれていた。ビデオの長さは 31 秒であった。また実験冊子として、2 種の回答用紙が用意された。一つは、方向づけ課題回答用紙であり、近距離群用、遠距離群用、コントロール群用の 3 種類が用意された。もう一種の回答用紙は再認課題回答用紙で、再認課題回答欄と、再認課題についての質問・回答欄で構成されていた。

手続き：実験は、大学の授業内で実施された。まずスリの場面のビデオが流された。実験参加者は、後で記憶テストがあることは告げられなかった。その後、方向づけ課題として、近距離群の実験参加者は、大宮で何をしているか、想像して回答用紙に書くことが求められた。遠距離群の実験参加者は、ロンドンで何をしているか、想像して回答用紙に書くことが求められた。コントロール群の実験参加者は、回答用紙に印刷されている都道府県と県庁所在地の組み合わせを完成させることが求められた。実験参加者は、方向づけ課題に 5 分間従事した。その後直ちに、再認課題回答用紙が配布され、顔の再認課題が実施された。実験参加者には、スリの犯人の顔写真を含む 6 枚の男性の顔写真が提示された。そして、その中からスリの犯人の顔写真であると思うものを一つ選ぶよう告げられた。また、その回答の確信度を 7 段階で評価することが求められた。

2.2 結果

再認課題正答数：再認課題で正しくターゲットを選択できた人数の割合を求めた。近距離群でター

ゲットを選んだ人数の割合は 63.6%あった。遠距離群でターゲットを選んだ人数の割合は 81.0%あった。コントロール群でターゲットを選んだ人数の割合は 100.0%あった。ターゲットを選択した人数とターゲット以外を選択した人数について、カイ二乗検定を行った。この結果、再認課題でターゲットを選択する人数の比率に方向づけ課題の違いによる差が見られた ($\chi^2(2, N=64)=9.33, p<.01$)。

再認得点：確信度と再認課題の正誤を結合した値を再認得点とし、算出した。正しくターゲットを選択した実験参加者については確信度を、ターゲット以外の顔刺激を選択した場合は、確信度に負の符号を付加したものを再認得点として再コード化した。近距離群の再認得点は 1.05 ($SD=4.96$)、遠距離群の再認得点は 3.91 ($SD=3.93$)、コントロール群の再認得点は 5.81 ($SD=1.18$)であった。再認得点について 1 要因の分散分析を行った。方向づけ課題の主効果が、有意であった ($F(2, 61)=2.37, MSE=123.93, p<.01$)。有意水準を 5%とした Ryan 法による多重比較の結果、近距離群とコントロール群の再認得点に有意な差が見られた ($p<.05$)。また近距離群と遠距離群の再認得点に有意な差が見られた ($p<.05$)。コントロール群と遠距離群の再認得点には、有意な差は見られなかった。

3. 実験 2

3.1 方法

実験参加者：19～20 歳の 65 名であった。実験参加者はランダムに近距離群(22 名)、遠距離群(19 名)およびコントロール群(24 名)に振り分けられた。

材料：実験 1 と同一のものが用意された。

手続き：実験 1 と同一の手続きで実施された。ただし、方向づけ課題において、近距離群の実験参加者は、友達と何をしているか、想像して回答用紙に書くことが求められた。遠距離群の実験参加者は、見知らぬ人と何をしているか、想像して回答用紙に書くことが求められた。

3.2 結果

再認課題正答数：再認課題で正しくターゲットを選択できた人数の割合を求めた。近距離群でターゲットを選んだ人数の割合は 81.8%あった。遠距離群でターゲットを選んだ人数の割合は 63.2%あった。コントロール群でターゲットを選んだ人数の割合は 62.5%あった。ターゲットを選択した人数とターゲット以外を選択した人数について、カイ二乗検定を行った。この結果、再認課題でターゲットを選択する人数の比率に方向づけ課題の違いによる差は見られなかった ($\chi^2(2, N=65)=2.44, ns$)。

再認得点：実験 1 と同様に、再認得点を算出した。近距離群の再認得点は 3.36 ($SD=4.17$)、遠距離群の再認得点は 1.63 ($SD=4.82$)、コントロール群の再認得点は 1.75 ($SD=4.77$)であった。再認得点について 1 要因の分散分析を行った。方向づけ課題の主効果は有意ではなかった ($F(2, 59)=0.89, MSE=19.72, ns$)。

4. 考察

本研究の目的は、顔の再認課題前に部分的処理が求められる課題を実施すると、再認成績が低下するか検討することであった。近い場所での想像後の顔の再認課題の成績は、遠い場所での想像後の再認課題の成績よりも低かった。解釈レベル理論に基づくと、近い場所での想像は部分的処理が用いられやすくなることが予測される。従って、近い場所での想像で用いられた部分的処理が顔の再認課題に持ち越され、その結果記憶成績が低下した事が示唆された。

一方、社会的距離の近い人に関する想像後の顔の再認課題の成績は、社会的距離の遠い人に関する事象の想像後の再認成績よりも低くはなかった。解釈レベル理論に基づくと、社会的距離の短い人に関する想像は部分的処理が用いられやすくなる。従って、その後の再認成績は社書いて距離の遠い人に関する想像後の再認成績よりも低くなる事が予測されるが、本実験では支持されなかった。

本研究より、表面上は全く関係のない想像課題が顔の記憶成績に影響を与えることが示唆された。しかしながら、本研究で実施された 2 つの実験では、共に解釈レベル理論に基づいて実験操作されたにもかかわらず、社会的距離に関する心的距離は、顔の記憶成績に影響を及ぼさなかった。想像課題から顔の再認への持ち越しのメカニズムを解明することと共に、解釈レベル理論の妥当性について、さらなる検討が必要である。

参考文献

- [1] Liverman, N., & Yaacov, T. (1998) : "The role of feasibility and desirability considerations in near and distant future decisions: A test of temporal construal theory", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 75, No. 1, pp.5-18.
- [2] Wyer, N. A., Perfect, T. J., & Pahl, S. (2010) "Temporal distance and person memory: Thinking about the future changes memory for the past", *Personality and Social Psychological Bulletin*, 36, 805-816.
- [3] Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993) "Parts and wholes in face recognition", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 46A, pp.225-245.
- [4] 日根恭子・野内類・伊東裕司 (2010). "未来についての想像が顔の再認課題へ及ぼす影響", *慶應義塾大学社会学研究科紀要*, Vol.69, pp.145-156.

漢字表記語のメモリスパンへの形態情報と音韻情報の影響

The Effect of Visual and Phonological Information
on the Memory Span of Kanji words水野りか, 松井孝雄
Rika Mizuno, Takao Matsui中部大学
Chubu University
mizunor@isc.chubu.ac.jp**Abstract**

Memory spans for English words with a large orthographic neighborhood or a large phonological neighborhood have been demonstrated to be larger than those for words with small neighborhood sizes for native English speakers. In contrast, native Japanese speakers' memory spans for kanji words might not be influenced by phonological neighborhood size because Japanese speakers have been found to rely only scarcely on phonological information in lexical decision (Mizuno & Matsui, 2012). The definition of the neighborhood size of kanji words, however, was ambiguous and difficult to count. The experiment in this study, therefore, compared the effects of orthographic neighborhood size on memory span between kanji words with ordinary sounds and those with anomalous sounds. The results showed that kanji words with both types of sounds having a large neighborhood size were recalled equally well and better than words with a small neighborhood size, indicating that the visual information of words has a large effect, while phonological information has a scarce effect on native Japanese speakers' memory span for kanji words. Finally, the process of how orthographic neighborhood size influences Japanese speakers' memory span for kanji words was discussed.

Keywords — memory span, Kanji words, native Japanese speakers, orthographic neighborhood, phonological neighborhood

1. 問題と目的

Baddeley, Thomson, & Buchanan (1975)は、音韻数の異なる単語のメモリスパンを比較し、音韻数が多く読みに時間がかかる長い単語ほどメモリスパンが小さくなることを見出し、これを語長効果と読んだ。しかし、Jalbert, Neath, & Bireta (2011)は、用いた単語刺激セットによって語長効果が得られる場合と得られない場合があることなどから (e.g., Neath, Bireta, & Surprenant, 2003), 単語の長さ

以外の属性が影響している可能性を考えた。そして彼らは、記憶すべき単語に類似した単語のうちの形態的隣接語の数に着目した。形態的隣接語とは、1文字を他の文字に置き換えてできる形態的に類似した単語を指し (Coltheart, Davelaar, Jonasson, & Besener, 1977), 一般に、長い単語ほど自由度が低いいため形態的隣接語数が少ない。また、次に詳述する音韻的隣接語数についてはあるが、音韻的隣接語の数が多いほど再生されやすいという知見も得られていた (Roodenrys, Hulme, Lethbridge, Hinton, & Nimmon, 2002)。そこで Jalbert et al. (2011)は、語長効果を確認した実験で使用された長い単語と短い単語の形態的隣接語数を数え、長い単語の形態的隣接語数が短い単語より少ないことを確認した。そして形態的隣接語数を統制しない実験では語長効果が生じるが、形態的隣接語数を統制した実験では語長効果が生じなくなることを確認し、語長効果は語長ではなく、形態的隣接語数の影響で生じたものだと指摘した。

隣接語にはもう1種、音韻的隣接語がある。音韻的隣接語とは、文字ではなく、1つの音素を他の音素に置き換えてできる単語である。音韻的隣接語と形態的隣接語は重複も多いが、若干の違いがある。例えば、“sent”の音韻的隣接語は“bent”であるが、これは同時に形態的隣接語である。しかし、“void”の音韻的隣接語は“voice”, “vied”で、これらは2つとも形態的隣接語ではない。Allen & Hulme (2006)や Roodenrys et al. (2002)は、こうした音韻的隣接語の数のメモリスパンへの影響を調べ、音韻的隣接語が多いほどメモリスパ

ンが大きくなることを確認した。

以上の研究は、英語母語者の英単語のメモリスパンには英単語の形態情報と音韻情報の双方が影響することを示している。しかし我々は、日本語の漢字表記語のメモリスパンへの形態情報と音韻情報の影響は、英語母語者の場合とは異なるのではないかと考えた。なぜなら、Mizuno & Matsui (2012)は、日本語母語者の漢字表記語の語彙判断時間への形態的に類似した漢字表記の倒置非単語と音韻的に類似した漢字表記の同音疑似語の非単語の影響を調べ、形態的に類似した倒置非単語の影響が圧倒的に強いことを見出し、日本語母語者の漢字表記語において音韻情報よりも形態情報の方がはるかに影響が大きいことを明らかにしたからである。漢字表記語のメモリスパンに焦点を当てたのは、日本語の優勢文字は漢字で、内容語のほとんどは漢字表記されるため、日本語母語者の単語のメモリスパンを検討する場合は漢字表記語のそれを扱うべきだからである。

Mizuno & Matsui (2012)の知見から予想されることは、日本語母語者の漢字表記語のメモリスパンへの形態情報の影響が音韻情報の影響よりはるかに大きいことである。この予想を検証するためには、日本語の単語の形態的隣接語と音韻的隣接語を利用する必要がある。そこで、日本語の単語の形態的隣接語と音韻的隣接語とは何か、どのような影響が見出されているのかを調べた。カタカナ表記語に関しては、川上 (2002a)が、メモリスパンではなく語彙判断時間を指標にして、各隣接語の影響を調べた。彼は、音素が異なる音韻的隣接語数を統制した形態的隣接語数の多い場合と少ない場合、形態的隣接語数を統制した音韻的隣接語数の多い場合と少ない場合の語彙判断時間への影響を検討し、形態的隣接語数の影響は認められるが音韻的隣接語数の影響はないことを見出し、日本語母語者の場合は形態の影響が多であると結論した。しかしその後、日野・中山・宮村・楠瀬 (2011)は、川上 (2002a)の音韻的隣接語数の計算方法を改良し、カタカナ表記語以外も隣接語に含め、音素単位だけでなく日本語母語者が認識する可能

性のあるモーラ単位の音韻的隣接語数も計算して両者の相関が高いことを見出すとともに、形態的隣接語の多少×音韻的隣接語の多少の4条件で語彙判断時間を測定し、双方の影響を確認した。

では、日本語の漢字表記語の場合ではどうか。カタカナのような表音文字で音韻情報の影響があっても、表意文字の漢字表記語でその影響があるとは限らず、形態情報の影響が大きい可能性は高いと考えた。これを確認するためには、漢字表記語の形態的隣接語と音韻的隣接語の影響を比較すればよい。しかし、漢字表記語の形態的隣接語は1文字置き換えた単語と明確に定義されカウントも容易だが (川上, 1997), 音韻的隣接語については定義が曖昧だけでなく、カタカナ表記語の場合とは異なり音素単位の置き換えとモーラ単位の置き換えで大きな違いが生じること以外にも、以下のような様々な問題が生じるためか、漢字表記語の音韻的隣接語数をカウントした研究はない。音素単位の置き換えの場合は漢字表記するともとの漢字と全く異なる単語がほとんどで (e.g., “大砲” - 母音置き換えなら “追放”, “当方”, 等, 子音置き換えなら “解放”, “開放”, “介抱” ..., “裁縫”, “再訪”, “西方” ..., “対抗”, “対向”, “退校”, “太閤” ...等), 形態的隣接語となる場合はほとんどないが、同音異義語が多い場合にそれをカウントすると音韻的には1つの隣接語であるにもかかわらず音韻ではなく形態的な違いから数が増大してしまい、音韻的隣接語の数が不当に増える場合がある。一方、モーラ単位の置き換えの場合は、音素単位の置き換えとは異なり形態的隣接語となる場合と (e.g., “年賀” - “年忌”, “年季”, “年紀”, “年期” ..., “年貢”, “年始”, “年度” 等), ならない場合があり (e.g., “年賀” - “安臥”, “因果”, “運河”, “山河”, “蚕蛾” ...等), また、上と同じ音韻的隣接語の同音異義語の問題も生じる。このように、漢字表記語の音韻的隣接語を考えた場合、漢字表記語内・間で単語と音韻的隣接語の形態的類似性に大きなばらつきが生じるだけでなく、音韻的隣接語自体に同音異義語が多い場合はどうカウントするのか等数多くの問題が生じ、適切な音

Table 1 4条件の漢字表記語の形態的隣接語数、頻度、モーラ数、画数の平均

読み	形態的隣接語数	形態的隣接語数	頻度	モーラ数	画数
標準	少	94.1	786.2	2.7	17.4
	多	278.9	773.4	2.7	16.8
熟字訓	少	84.9	772.1	2.7	17.9
	多	260.5	776.1	2.7	16.5

韻的隣接語数を特定するのは困難だと考えた。

そこで本研究では、形態的隣接語と音韻的に類似していない熟字訓の漢字表記語の形態的隣接語数のメモリスパンへの影響を、形態的隣接語と音韻的に類似した標準的な読みの漢字表記語の形態的隣接語数のメモリスパンへの影響と比較するものとした。例えば、“田舎”という熟字訓の漢字表記語の形態的隣接語は“田園”，“田畑”，“牛舎”等であるが、これらは完全に“田舎”と音韻的に異なるからである。もし標準的な読みの漢字表記語のメモリスパンに形態的隣接語数が影響し、かつ、熟字訓の漢字表記語の場合とその影響の程度に差がなければ、音韻情報の影響がほとんどなく、形態情報の影響が多大であるといえる。

2. 方法

2.1 参加者

日本語を母語とする大学生 24 名（女性 10 名）。

2.2 実験配置

読み（標準・熟字訓）×形態的隣接語数（少・多）の 2 要因参加者内配置とした。

2.3 刺激

上の 4 条件に当てはまる文字数が 2 文字、モーラ数が 2 ないしは 3 で、出現頻度（天野・近藤, 2003）と画数の平均がほぼ等しい漢字表記語各 10 語を選定した（Table 1）。熟字訓の漢字表記語については事前に 40 個を正しく読めるか否かを調査し、ほぼ全員が読めるものの中から選定した。形態的隣接語数は川上（1997）の表を参照しカウントした。

その上で Baddeley et al. (1975) に準じ、各条件で、10 語の単語がランダム順で 5 回ずつ出現するがリスト内では重複しない 5 語から成る 10 のリストを、

計 40 リスト作成した。また、再生の正誤・再生順をチェックするために、あらかじめ 40 リストの順序をランダムにしたリストを 12 種類用意した。

2.4 装置と手続き

パーソナルコンピュータ（Fujitsu, FMV Esprimo D5350）、17 インチモニター（NANA0, FlexScan S1731）による個別実験で、制御には SuperLab 2.04（Cedrus Co.）を用いた。モニター中央から目までの距離が 45 cm のところにあご台（竹井機器, T.K.K. 123i・123j）を固定し、目の高さモニター中央の刺激の呈示位置が水平になるよう、参加者毎に調整した。

すべての単語刺激を正しく読めることを確認するために、全 40 単語をランダムに並べたリストを事前に読み上げさせ、正しく読めることを確認した上で、メモリスパンを測定した。測定では、3 リストの練習試行の後、40 リストの本番試行を行った。先述したように、リストの出現順序はランダムにしたものを 12 種類用意し順番に利用した。各試行では、2000 ms の空白の後、ピという音ともに白い背景の画面中央に黒いアスタリスクが 2000 ms 呈示され、その後、各文字が 48 ポイントの MS ゴシックで書かれた各リストの 5 語の単語が 1 語ずつ、視角約 1.5° x 3.0° の大きさで 2000 ms おきに呈示された。参加者はその後呈示された 5 語の単語を呈示された順に声に出して報告した。実験者は、チェックリストに各単語が再生された順番を記入していった。参加者が 12 秒以内に報告できない場合は自動的に次の試行に進んだが、12 秒以内に報告できた場合は参加者自身がスペースキーを押し次の試行に進んだ。尚、回答は録音し、実験終了後に各参加者の回答の正誤を改めてチェックした。

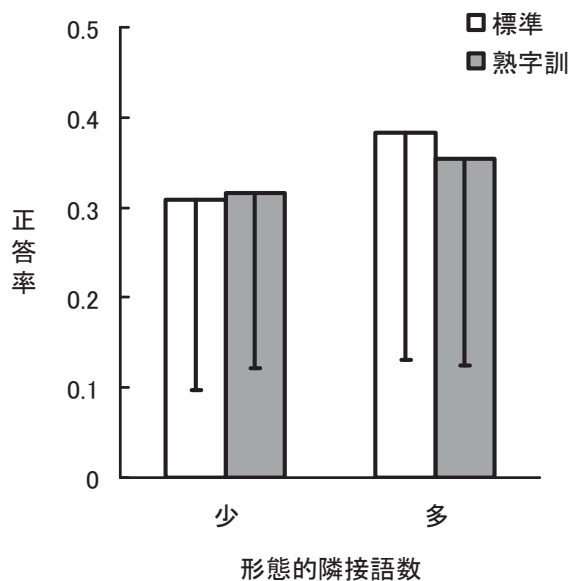


Figure 1. 4条件の平均正答率

3. 結果

Baddeley et al. (1975), Jalbert et al. (2011)に準じ、正しい順序で5語を再生した場合を正答とみなし、正答率を算出した。4条件の平均正答率をFigure 1に示す。参加者内2要因分散分析の結果、読みの主効果は有意ではなく ($F(1, 23) = 0.16, ns$)、形態的隣接語数の主効果は有意で多い方が正答率が高く ($F(1, 23) = 4.46, p < .05$)、交互作用は有意ではなかった ($F(1, 23) = 0.89, ns$)。

4. 考察

読みが標準の漢字表記語の場合も熟字訓の漢字表記語の場合も、そのメモリスパンに形態的隣接語数の影響が同じように認められ、形態的隣接語数が多い場合の方がメモリスパンが大きかった。読みが標準の漢字表記語の形態的隣接語は記憶すべき漢字表記語と音韻的にも類似しているが、熟字訓の漢字表記語の形態的隣接語は記憶すべき漢字表記語と音韻的に全く類似していない。それにもかかわらず形態的隣接語数の影響に違いがなかったことは、日本語母語者の漢字表記語のメモリスパンには音韻情報の影響がほとんどなく、形態情報の影響が多であることを端的に示している。

メモリスパンには音韻情報の減衰を妨げる音韻

ループでのリハーサルが規定因となるという考え方が一般的であった。しかし、英語母語者のメモリスパンへの形態的隣接語数と音韻的隣接語数の影響を確認した Jalbert et al. (2011)の研究や日本語母語者のメモリスパンへの形態的隣接語数の影響を確認した本研究は、メモリスパンの大きさを音韻的リハーサルだけで説明することの限界を示したとも言える。

では、なぜ隣接語が多いとメモリスパンが増大するのか。メモリスパンではないが、漢字表記語の語彙判断時間への形態的隣接語の影響を調べた研究結果がこの考察に役に立つ。川上 (2002b)は、2文字の漢字表記語の隣接語数と各漢字の出現頻度の語彙判断時間への影響を調べ、隣接語数が出現頻度とは独立の影響を有し、隣接語が多いほど語彙判断時間が短縮することを示した。そして、同様の結果を見出した Andrews (1989)の解釈、すなわち、呈示された文字によって活性化される単語、すなわち、隣接語の表象が多いほど呈示された語の認知が促進されるという解釈が、McClelland & Rumelhart (1981)らの相互活性化モデルとも整合性があり、妥当だろうと述べている。

この知見をもとに、我々は、記憶すべき単語が呈示されるとその隣接語が活性化されるため、隣接語数が多ければ検索経路が多くなり検索しやすくなるのではないかと考えた。この考え方はいわゆる符号化多様性説 (Madigan, 1969)、すなわち、記銘時に多様な符号化が行われた刺激ほど検索しやすく再生されやすいという理論とも通ずる。このように考えれば、英語母語者の単語のメモリスパンの実験結果も日本語母語者の漢字表記語のメモリスパンの実験結果も以下のように同じ枠組みで合理的に説明することができる。英語母語者の英単語の場合は、形態的隣接語とも音韻的隣接語にもリンクが存在し活性化されるため、いずれの数が多くても検索しやすくなり再生率が高まる。一方、日本語母語者の漢字表記語の場合は、今回の結果から考えて、音韻的隣接語との間のリンクはほとんどないと考えられる。実際、“結婚”と“血痕”が同じ音韻でもそれに気づかないように、漢

字表記語の場合、表記の異なる単語が音韻的類似性でリンクされているとは直感的にも考えにくい。しかし、漢字が一部重複した形態的隣接語とのリンクは読みが標準の漢字表記語でも熟字訓の漢字表記語でも形成されている。そのため、漢字表記語が呈示されるとリンクが形成されている形態的隣接語だけが活性化されるため、形態的隣接語が多いほど検索経路が多くなり再生されやすくなるが、音韻的隣接語数は影響しない。

今後は標準的な読みの漢字表記語に加えて熟字訓の漢字表記語の形態的隣接語の活性化の様子をプライミング実験等で直接検討するなどして、この考え方を検証していきたい。

付記

本研究は、平成24年度～平成26年度科学研究費補助金（研究代表者：水野りか、基盤研究（C）、課題番号：24530927）の補助を受けた。

引用文献

- Allen, R., & Hulme, C. (2006). Speech and language processing mechanisms in verbal serial recall. *Journal of Memory and Language*, **55**, 64-88.
- 天野成昭・近藤公久 (2003). NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性第2期 CD-ROM 版三省堂
- Andrew, S. (1989). Frequency and neighborhood effects on lexical access: Activation or search? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **15**, 802-814.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **14**, 575-589.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J. T., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance VI* (pp. 535-555). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 日野泰志・中山真里子・宮村しのぶ・楠瀬悠 (2011). 語彙判断課題におけるカタカナ語の形態・音韻隣接語数効果. *心理学研究*, **81**, 569-576.
- Jalbert, A., Neath, I., & Bireta, T. J. (2011). When does length cause the word length effect? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **37**, 338-353.
- 川上正浩 (1997). JIS 一種漢字 2965 字を用いて作成される漢字二字熟語数表—Macintosh 版岩波広辞苑第四版に基づく類似語数調査— 名古屋大学教育学部紀要教育心理学科, **44**, 243-299.
- 川上正浩 (2002a). 文字単位類似語数および音素単位類似語数がカタカナ語の語彙判断課題に及ぼす効果. *心理学研究*, **72**, 528-534.
- 川上正浩 (2002b). 漢字二字熟語の類似語数と構成文字の出現頻度が語彙判断課題に及ぼす効果. *心理学研究*, **73**, 346-351.
- Madigan, S. A. (1969). Intraserial repetition and coding processes in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **8**, 828-835.
- McClelland, J. L. & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, **88**, 375-407.
- Mizuno, R., & Matsui, T. (2012). The effect of visually and phonologically misleading nonwords on lexical decisions of native Japanese readers. In N. Miyake, D. Peebles, & R. P. Cooper (Eds.), *Proceedings of the 34th annual meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 2031-2036). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Neath, I., Bireta, T. J., & Surprenant, A. M. (2003). The time-based word length effect and stimulus set specificity. *Psychonomic Bulletin & Review*, **10**, 430-434.
- Roodenrys, S., Hulme, C., Lethbridge, A., Hinton, M., & Nimmo, L. M. (2002). Word-frequency and phonological-neighborhood effects on verbal short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **28**, 1019-1034.

人間のサステナブルな思考と行動のモデルを構成する

Constructing a Framework Model of Human Thinking and Acting for Sustainable Discovery, Creation and Action

福永征夫
Masao FUKUNAGA

アブダクション研究会
Abduction Research Institute
jrfd117@ybb.ne.jp

Abstract : To secure neutrality to the severe selective pressure by natural environment of the 21 century, we have to realize pluralistic and many-sided, at the same time, comprehensive thinking and acting behavior that will make us possible to maintain omni-directional degree of freedom, and to integrate omni-directional factors harmoniously.

Keywords : 1. complementary thinking and acting , 2. intelligent framework of process, 3. story , 4. plurality, many-sidedness and comprehensiveness

1. 序章：人間は環境の変化に適応するために、知識を貫く演繹の過程と知識を連ねる帰納の過程を相補的に循環させて、より高次の知識を創造する

人間は複雑に変化する自然の系を的確に理解することが出来ないで、部分に分節して、より簡易な系として捉えざるを得ない。そこで、部分の系を対象に既存の特定の領域的な知識Aを適用し、分析論的立場から、対象を論理的に掘り下げて捉える。これが演繹という知識を貫く過程である。しかし、系の他の部分を含めた系の全体を捉えるとなると、対象の性質が知識Aの限界を超えることになって、知識Aからは、対象を説明できる正しい帰結を導けないことが多い。知識Aの限界で生じた説明のつかない帰結Xを理解するには、視座を相補的に転換して、構成論的立場から、蓋然的に知識の幅を拡げ、帰結Xを説明出来そうな、新たな領域的な知識Bを探索

し、BとAを、より広域的な知識に組み換えなければならない。これが帰納という知識を連ねる過程である。このとき、 $B \Rightarrow A$ および $A \Rightarrow B$ の2方向の広域的な知識が形成されるが、両方が相互に還流され、方向の違いによって変らない、より普遍的な高次の領域的な知識Cが創造される蓋然性がある。これがアブダクション(abduction)という知識の融合の過程である。この知識Cによって、系の部分と系の全体を、矛盾なく融合させて捉えることが出来る。人間は、自然のより複雑な系を捉えるために、この高次の領域的な知識Cに基づいて、更に次の貫く過程と連ねる過程を循環させ、自然の変化する環境の中で生存するのに必要な、より高次の知識を創造し、整えて行かなければならないのである。

「人間のサステナブルな思考と行動のモデル」は、このような人間の脳の相補的な情報処理の動的な過程を表象するモデルである。

2. 「人間のサステナブルな思考と行動のモデルを構成する」の概要

人間は、過去を想起し未来を想像し予期して現在に対処するという思考と行動のプロセスを積み重ねて、サステナブルな生存を確保している。

広く生物が、環境の大変動を乗り越えて持続的に生存を続けるためには、思考と行動に守成の契機と創成の契機が互いに相俟って共存し高次化することが条件となる。

ここで守成とは、既存の方法の効率を守ることを言い、創成とは、新規の方法によって効果を創るこ

とを言う。

創成を欠く守成では、一時的な持続はあっても、せいぜい生存の領域が限局されたものとなろう。

守成を放擲した創成は生存の基盤を喪失するので、成り立たずに消滅する。

守成と創成が相矛盾し相食む状況は早晚破局と滅亡をもたらすだろう。

「人間のサステナブルな思考と行動のモデルを構成する」は、人間が環境との不均衡を解消するために、既存の方法の領域的な知識を土台にして、新規の方法の領域的な知識を構成し、それらを組み換えて、広域的な知識を発見し、高次の知識を創造して、知識を絶えず進化させて行くプロセスのモデルを表現する。

3. 「人間の思考と行動」の新たな定義を試みる

新たな定義を試みる「人間の思考と行動」とは、「人間が環境との不均衡を感受して、過去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処する」ことである。

研究が進む「意識」の脳科学では、①<自己>意識、②<<<自己>意識がモノやコトにかかわる>><コア>意識、③【<<<自己>意識がモノやコトにかかわる】<コア>意識が過去・現在・未来にかかわる】<拡張>意識、の三つの意識の概念が定義されている。

「人間の思考と行動」の新たな定義は、③の<拡張>意識における意識の概念の定義域と重なる。

4. 起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束 の“プロセスの知”の枠組みと、ストーリー

人間は、環境に存在し生起する事物や事象の動的なプロセスを有効に理解し、環境に対して有効に働きかけるために機能する、「起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束」という、“プロセスの知”の枠組みを有している。

ストーリー（物語）とは、「起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束」という“プロセスの知”の枠組みに基づいて捉えられた、意味のある、ひとまとまりの知識の表現である、と定義す

ることができる。

そして、ストーリーを見出して、実行に移し、環境との不均衡を解消することにこそ、人間の思考と行動の意義があるものと考えなければならない。人間の<拡張>意識を構成する情報は、マルチ・プロセスが紡ぎ出す、マルチ・ストーリーであろう。

5. 人間は、新たなストーリーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、知識を進化させる

人間は、変化する生存環境の中で、現在および未来のリスクの不安を減らし、チャンスの希望を増やすことを目指して、過去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処する思考と行動を達成するため、「起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束」という“プロセスの知”の枠組みに基づき、新たなストーリーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、実行に移して、検証し、知識を絶えず進化させて行く。

6. 環境の淘汰圧に中立な営みの実現が進化につながる

人間が自然や生存環境の変動に対処して、生存と進化を遂げて行くための基本的な条件の一つは、環境の淘汰圧に中立な営みを実現することにあるだろう。

進化経済学が説くところによれば、進化の歴史の中で、ある特定の時代の環境による自然淘汰に生き残った生物集団は、絶滅した集団よりも優れていたわけではなくて、ある時点での環境変化による淘汰圧に対して、中立的であったと言えるに過ぎない。

社会進化論の観点では、われわれが過去の経験から学ぶことができるのは、生き残ったものの長所ではなく、生き残れなかったものの原因であり、生き残れなかったものの失敗から、ある状況で（1）とってはいけない行動、（2）とらなければならない行動、を知ることができる、とされている。

7. 中立性を確保するために、とってはいけない行動とは？ とらなければならない行動とは？

それでは、ある時点での環境変化による淘汰圧に対して、中立性を確保するために、とってはいけな

い行動とは何なのか。また、とらなければならない行動とは何なのか。

結論を述べると、とってはいけない行動とは、既存の方法の効率を守るという守成を怠る行動を指し、とらなければならない行動とは、新規の方法によって効果を創るという創成の行動を指す。

そして、環境の大変動を乗り越えて持続的に生存を続けるためには、思考と行動に守成と創成の契機が互いに相俟って共存し高次化することが条件となる。

すなわち、人間が環境との不均衡を解消するために、既存の方法の領域的な知識を土台にして、新規の方法の領域的な知識を構成し、それらを組み換えて、広域的な知識を発見し、高次の新しい領域的な知識を創造して、知識を絶えず進化させて行くことが生き残るための条件となる。

8. 人間の脳を駆動させる、生き残りのための大きなメタ“プロセスの知”の枠組みを考える

人間は、変化する生存環境の中で、過去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処する思考と行動を達成するため、「起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束」という“プロセスの知”の枠組みに基づき、新たなストーリーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、知識を絶えず進化させて行くが、それは、脳の動的な情報処理における、演繹という必然的・分析的な推論の過程と帰納およびアブダクションという蓋然的・構成的な推論の過程の相補的な分析と統合の相互作用に依存している。

それでは、人間の脳のような働きを活性化して駆動させる、生き残りのための、操作の可能な、大きなメタ“プロセスの知”の枠組みを考えるとすれば、それは、どのようなものになるのだろうか。

9. メタ“プロセスの知”の枠組みとして「人間の多元的・多面的で包括的な思考と行動の循環モデル」を構成する

9. 1 地球規模の難題が様々な時間・空間のスケールで生起している

多様な姿をもつ自然の破壊や自律的な人間の精神

の荒廃を伴う地球規模の難題が様々な時間・空間のスケールで生起している。

それは、○地球環境問題 ○資源・エネルギーの枯渇 ○貧富の差の拡大 ○人口の爆発 ○難病の発生 ○災害や事故の巨大化 ○民族・宗教・文化・政治・経済をめぐる対立と紛争の激化 ○凶悪な犯罪やいじめ・虐待行為の多発など、であるが、これらの人間に対する環境の厳しい淘汰圧に、われわれが多面的・多面的で包括的に対処出来るか否かに人類の命運がかかっていると言っても決して過言ではない。

9. 2 多元的で多面的な全方位の自由度を自在に制御して統合する、多元的・多面的で包括的な思考と行動を実現する

地球規模の様々な難題が指し示す、多様で厳しい自然や生存環境の変動に対して、人間が永続的な進化と生存を続けるためには、多元的で多面的な全方位の自由度を自在に制御して統合することを可能にする、多元的・多面的で包括的な思考と行動を実現しながら、淘汰圧への中立性を確保しなければならない。

それは第一に、「一に多を見る」立場から、特定の課題や問題の解決に必要な多種で多様で多面的な知識を、多種で多様で多面的な視点から分析し、構成して、欠落のない多元性と多面性を確保できる、思考と行動でなければならない。

第二には、「多に一を見る」立場から、演繹の推論と帰納の推論を相補的に循環させながら、より広域的な知識を発見し、より高次の領域的な知識を創造する蓋然性を高めて、断絶と矛盾のない包括性を確保できる、思考と行動でなければならない。

9. 3 「人間の多元的・多面的で包括的な思考と行動の循環モデル」におけるメタ“プロセスの知”の枠組み

メタ“プロセスの知”の枠組みは、次の通りである。

9. 3. 1 起＝生成 : アクションを重ねて、テーマを発意し、テーマを方向づける

アクション（行動）を重ねて、前なる〔結＝収束〕

を顧慮し、次なる [承=継続] を展望して、テーマを
発意し、テーマを方向づける。

9. 3. 2 承=継続 : 経験と学習を 重ねて、知識を多元化・多面化する

経験と学習を重ねて、前なる [起=生成] を顧慮し、
次なる [転=変化] を展望して、知識を多元化・多面
化する。

9. 3. 3 転=変化 : 整合への擦り 合わせを重ねて、新しい知識を構成する

整合への擦り合わせを重ねて、前なる [承=継続]
を顧慮し、次なる [結=収束] を展望して、新しい知
識を構成する。

9. 3. 4 結=収束 : 能力開発と人 材育成を重ねて、知識を広域化し、高次化 する

能力開発と人材育成を重ねて、前なる [転=変化]
を顧慮し、次なる [起=生成] を展望して、知識を広
域化し、高次化する。

9. 4 メタ “プロセスの知” の枠組みの 各ステップには、下位の “プロセスの知” の相補的な情報処理フレームが、入れ子構 造で組み込まれる

メタ “プロセスの知” の枠組みの各ステップは、
それぞれが動的に機能し、情報が相互にネットワ
ーク化する。下位の三対の “プロセスの知” の相補
的な情報処理フレームを有する。(3<対>×4<
ステップ>=12<対>)

そして、この下位の “プロセスの知” の相補的な
情報処理フレームは、変化する生存環境の中で、過
去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処
する思考と行動を達成するため、「起=生成 →
承=継続 → 転=変化 → 結=収束」という
下位の “プロセスの知” に基づき、新たなストーリ
ーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、
実行に移して、検証し、知識を絶えず進化させて行
く。

それは、既存の方法の領域的な知識を土台にして、
新規の方法の領域的な知識を構成し、それらを組み
換えて、広域的な知識を発見し、高次の領域的な知
識を創造して、知識を絶えず進化させて行くところ

の、守成と創成が互いに相俟って共存し高次化する
プロセスである。

9. 5 各ステップに入れ子構造で組み込 まれた、下位の12対の情報処理フレーム に共通する “プロセスの知” の内容を記述 する

下位の12対の情報処理フレームに共通する “プ
ロセスの知” の内容は、次の通りである。

9. 5. 1 起=生成 : 「知識を貫くフ レーム」の視点に立脚して、既存の方法の 領域的な知識を課題や問題に適用し、論理 の筋道を分析論的に追求する

「知識を貫くフレーム」の視点に立脚して、既存
の方法の領域的な知識を、解決の必要な課題や問題
に適用し、演繹の推論によって、論理の筋道を分析
論的に、徹底的に追求して行く。課題や問題を、当
該の領域的な知識の適用限界に達するまで、深く掘
り下げる。

9. 5. 2 承=継続 : 課題や問題が 難しければ、既存の方法の領域的な知識の 適用限界を越えてしまうので、課題や問題 の解決が行き詰まる

課題や問題が過去に例が無いような新たなもので
あれば、終には、理解が困難な、異質な事物・事象
や異質な観念を見出し導出して、袋小路に陥ること
となる。これは、当該の領域的な知識を適用して行
う、その課題や問題の解決が行き詰まりに達したこ
とを示している。

9. 5. 3 転=変化 : 「知識を連ねる フレーム」の視点に視座を相補的に転換し、 既存の方法の領域的な知識との親和性や同 型性をも確保出来そうな、新規の方法の領 域的な知識の内容を、帰納の推論によって、 構成論的に追求し、探索して、蓄積する

行き詰まりの中で見出し導出した、理解が困難な、
異質な事物・事象や異質な観念と、何か関係の有り
そうな、別の事物・事象や観念との遭遇が引き金と
なって、今度は、「知識を連ねるフレーム」の視点
に視座を相補的に転換する。先の理解が困難な、<
異質な事物・事象や異質な観念>を説明することが

出来て、しかも、既存の方法の領域的な知識との親和性や同型性をも確保出来そうな、新規の方法の領域的な知識の内容を、帰納の推論によって、構成論的に追求し、探索して、蓄積するという、思考と行動の営みが、粘り強く繰り返され、追求されることになる。

9. 5. 4 結=収束 : 帰納の推論により、二つの方向の広域的な知識が発明されて、『アブダクション』(abduction)の推論により、それらが相互に還流を繰り返して、融合し、方向の違いによって変らない、より普遍的で、より高次の新たな領域的な知識が構成論的に創造される蓋然性がある。

新規の方法の領域的な知識の内容が探索され、蓄積されると、帰納の推論により、二つの方向の広域的な知識が構成論的に発明される蓋然性がある。すなわち、新規の方法の領域的な知識Bの場合から、既存の方法の領域的な知識Aを見つめて、 $B \Rightarrow A$ の方向の広域的な知識が発明されると共に、既存の方法の領域的な知識Aの場合から、新規の方法の領域的な知識Bを見つめて、 $A \Rightarrow B$ の方向の広域的な知識が発明される蓋然性がある。

更には、二つの方向の広域的な知識が発明されると、『アブダクション』(abduction)の推論により、それらが相互に還流を繰り返して、融合し、方向の違いによって変らない、より普遍的で、より高次の新たな領域的な知識Cが構成論的に創造される蓋然性がある。

9. 6 メタ“プロセスの知”の枠組みの各ステップに、入れ子構造で組み込まれた、下位の“プロセスの知”の相補的な情報処理フレームのアイテムを記述する

メタ“プロセスの知”の枠組みの各ステップは、それぞれが動的に機能し、情報が相互にネットワーク化する、下位の三対の“プロセスの知”の相補的な情報処理フレームを有する。(3<対>×4<ステップ>=12<対>)

各ステップに属する計12対の相補的な情報処理フレームは次の通りである。

9. 6. 1 起=生成 : アクションを重ねて、テーマを発意し、テーマを方向づける

「アクションを重ねて、テーマを発意し、テーマを方向づける」の情報処理フレームは、次の3項から成り立つ。

- [1]重負担からの脱却と生存の効率化を図る
- [2]トータルなコントロールを働きかけ受け入れる
- [3]理解と働きかけのコンセプトを構築し、実行・検証して更新する

9. 6. 1. 1 [重負担からの脱却と生存の効率化を図る] の情報処理フレーム

「重負担からの脱却と生存の効率化を図る」の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：生存のための資源・エネルギー・情報の利用効率の向上を図る
- ②「知識を連ねるフレーム」：資源・エネルギー・情報の活用効果を高めて生存を脅かしている重苦や重負担からの脱却を図る

9. 6. 1. 2 [トータルなコントロールを働きかけ受け入れる] の情報処理フレーム

「トータルなコントロールを働きかけ受け入れる」の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：他の機能・事業・知見からトータルなコントロールを受け入れる
- ②「知識を連ねるフレーム」：自らの機能・事業・知見からトータルなコントロールを働きかける、

9. 6. 1. 3 [理解と働きかけのコンセプトを構築し、実行・検証して更新する] の情報処理フレーム

「理解と働きかけのコンセプトを構築し、実行・検証して更新する」の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：現に生存する時間・空間領域での適応コンセプトを構築し、実行・検証して更新する
- ②「知識を連ねるフレーム」：より大きな時間・空間領域での適応コンセプトを構築し、実行・検証し

て更新する

9. 6. 2 承＝継続 : 経験と学習を重ねて、知識を多元化・多面化する

「経験と学習を重ねて、知識を多元化・多面化する」の情報処理フレームは、次の3項から成り立つ。

- [1] 事業分野の拡大と深化を図る
- [2] 機能分野の拡大と深化を図る
- [3] 知見分野の拡大と深化を図る

9. 6. 2. 1 [事業分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレーム

[事業分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：事業分野の深さを追求する
- ②「知識を連ねるフレーム」：事業分野の広がり追求する

9. 6. 2. 2 [機能分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレーム

[機能分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：機能分野の深さを追求する
- ②「知識を連ねるフレーム」：機能分野の広がり追求する

9. 6. 2. 3 [知見分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレーム

[知見分野の拡大と深化を図る] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：知見分野の深さを追求する
- ②「知識を連ねるフレーム」：知見分野の広がり追求する

9. 6. 3 転＝変化 : 整合への擦り合わせを重ねて、新しい知識を構成する

「整合への擦り合わせを重ねて、新しい知識を構成する」の情報処理フレームは、次の3項から成り立つ。

- [1] 人為を自然のルールに適合させる
- [2] 多能なイニシアティブ (initiative) と英明なコーディネーション (coordination) を確保する

[3] 時間・空間領域の部分と全体の間には矛盾のない最適化を実現する

9. 6. 3. 1 [人為を自然のルールに適合させる] の情報処理フレーム

[人為を自然のルールに適合させる] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：人為の自然のルールへの不適合度を下げる
- ②「知識を連ねるフレーム」：人為の自然のルールへの適合度を上げる

9. 6. 3. 2 [多能なイニシアティブ (initiative) と英明なコーディネーション (coordination) を確保する] の情報処理フレーム

[多能なイニシアティブ (initiative) と英明なコーディネーション (coordination) を確保する] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：注意の制約を前提に個人やリーダーの能力の限界を補完する
- ②「知識を連ねるフレーム」：多能化を目指して個人やリーダーが自己の能力の限界を打破する

9. 6. 3. 3 [時間・空間領域の部分と全体の間には矛盾のない最適化を実現する] の情報処理フレーム

[時間・空間領域の部分と全体の間には矛盾のない最適化を実現する] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：短期・小域と中期・中域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する
- ②「知識を連ねるフレーム」：中期・中域と長期・大域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する

9. 6. 4 結＝収束 : 能力開発と人材育成を重ねて、知識を広域化し、高次化する

「能力開発と人材育成を重ねて、知識を広域化し、高次化する」の情報処理フレームは、次の3項から成り立つ。

- [1] 組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する

[2] 研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る

[3] 職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る

9. 6. 4. 1 [組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する] の情報処理フレーム

[組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：組織の運営責任者としての能力を開発し人材を育成する
- ②「知識を連ねるフレーム」：独創のできる専門家としての能力を開発し人材を育成する

9. 6. 4. 2 [研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る] の情報処理フレーム

[研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：導入活用型の人材としての能力を開発し人の育成を図る
- ②「知識を連ねるフレーム」：研究開発型の人材としての能力を開発し人の育成を図る

9. 6. 4. 3 [職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る] の情報処理フレーム

[職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る] の情報処理フレームは、次の相補的な2項から成り立つ。

- ①「知識を貫くフレーム」：同職種での一貫経験を重視して能力を開発し人材を育成する
- ②「知識を連ねるフレーム」：異職種への職務転換を重視して能力を開発し人材を育成する

10. 「人間の持続可能な思考と行動」のために、第一義的な、省資源・省エネルギーのテーマを不退転の決意で実行しよう

21世紀の人間が直面している地球規模の難題群のうち、とりわけ不可逆的な拡大と進行の可能性が懸念されるのは、○地球環境問題、○資源・エネ

ルギーの枯渇、○人口の爆発、○災害や事故の巨大化、の四つの要因が複合化することによって生じる恐れのある、史上に例を見ないような生存環境への損傷の危機であるのかも知れない。

21世紀に生きるわれわれは、特に先進国が世界に率先して、省資源・省エネルギーに向けた、ライフスタイルを合理的に再構築出来るように、われわれの思考と行動に、高水準の守成と創成の叡智を尽くさなければならない。

人間が省資源・省エネルギーの実を挙げて、地球のシステムや生態系の変調を回復するためには、人間の生産・消費・廃棄の活動を、多様な領域的な知識による多様な省資源・省エネルギーの営みとして行わなければならない。

それと共に、多様な領域的な知識による多様な省資源・省エネルギーの営みの間に共通する広域的な知識を発見して、人間の生産・消費・廃棄の活動を互いに矛盾のない連続性のあるものとして実現しなければならない。

すなわち、省資源・省エネルギーの実を挙げるためには、全ての生産・消費・廃棄の営みが、次の10条件の全てに該当する省資源・省エネルギーの営みとして遂行されなければならない。

それと共に、そのような生産・消費・廃棄の営みを実現するためには、10条件の省資源・省エネルギーの営みの、いずれの2つをとっても矛盾なく両立するような広域的な知識を発見し、より高次の領域的な知識を築いて行かななければならない。

- ①常に新レベルの有意で高性能な財・サービス・知的システムを新たに開発して資源やエネルギーおよび情報の活用効果と利用効率を限りなく高める。
- ②部材の機能の傾斜複合化、財・サービス・知的システムの有意な複合化を図って資源やエネルギーおよび情報の活用効果と利用効率の向上を追求する。
- ③内外の要因に基づくシステムの変動に対し、自律的なモニタリングをすると共に、保全や修理の必要に対し、新たな自己組織化によって自律対応のできる、誤作動や故障のない安定品質・長寿命の

財・サービス・知的システムを生産し消費する。

- ④新レベルの高性能パーツとの交換で当初の性能を上回る若返り修理が可能な財・サービス・知的システムを生産し消費する。
- ⑤廃物を燃料としてではなく再利用の可能なパーツや素材として、また、残留熱量を再利用の可能なエネルギー源として、完全に回収し消尽的な循環利用ができるように財・サービス・知的システムを生産し消費する。
- ⑥特定の種類の資源やエネルギーおよび情報の大量使用を抑制し解消するため常に代替の資源やエネルギーおよび情報を開発し実用化する。
- ⑦高物質・高エネルギー社会の生産・消費・廃棄における摩擦、抵抗、接合や表面の劣化、資源・エネルギー・情報の未利用排出、排気ガス、騒音、振動、粉塵、過剰照明、によるムリ・ムラ・ムダの検出と排除の徹底を期して改善と是正を図る。
- ⑧環境に修復困難な影響を与えないように財・サービス・知的システムを生産・消費・廃棄し、損耗を生じた場合は直ちに修復し保全を図る。
- ⑨大気・土壌・海水・河川水・湖沼水・地下水の短期・小域かつ長期・大域の成分分析を通じて人の生産・消費・廃棄の営みと地球のシステムや生態系の変調との因果をサベイランスし原状回復のための暫定・恒久策の徹底を期する。
- ⑩人体構成成分の短期・小域かつ長期・大域の成分分析を通じて、地球のシステムや生態系の変調と人体のシステムの変調との因果、衣・食・住・その他の生産・消費・廃棄の営みと人体のシステムの変調との因果をサベイランスし原状回復のための暫定・恒久策の徹底を期する。

1 1. 終章：人間の情報処理の多元性・多面性と包括性を考える

1 1. 1 領域的な知識とは、事実<知>・価値<情>・目的<意>の三つの系の情報から成る、一つの総体としての知識と、各系の知識をいう

人間は、過去を想起し、未来を想像し予期して、現在に対処するという、循環的な営みを通じて、現在から未来に向け、新たな領域的な知識の記憶を形

成して、蓄積する。

領域的な知識とは、特定の領域の生生活動を達成するのに必要な、事実<知>・価値<情>・目的<意>の三つの系の情報から成る、一つの総体としての知識と、各系の知識、および各系の要素知識をいう。

1 1. 2 事実<知>の系の情報とは

事実<知>の系の情報は、主体・他者の誰か、事物・事象の何かが、いつ、どこで、何をした、どうなった、どう存在した、という事実の情報を表象する。

1 1. 3 価値<情>の系の情報とは

価値<情>の系の情報は、事実の系の個別情報および目的の系の個別情報に対する、よい・わるい、心地がよい・心地がわるい、きれい・きたない、等の感情や評価の情報、意味・意義・価値の情報、を表象する。

また、情報を担う2つのノードのリンクがANDであるのか、ORであるのか、を評価するのは、価値<情>の系の情報である。

1 1. 4 目的<意>の系の情報とは

目的<意>の系の情報は、何をどうするのか、の意図、その要求水準、目的と手段、主体自らの思考、主体自らの行動、という目的の情報を表象する。

「人間のサステナブルな思考と行動のモデル」は、思考と行動という、目的<意>の系の情報が主導するところの、事実<知>・価値<情>・目的<意>の三つの系の情報から成る、一つの総体としての新たな広域的な知識を発明し、高次の領域的な知識を創造するための意識というマルチ・プロセスのモデルである。

1 1. 5 = 3軸認知場=という認知と行動の情報の場を仮定する

人間の脳において、新たな領域的な知識の記憶が形成され、蓄積される過程は、[1] <事物・事象>という事実<知>の系の情報、[2] <自己の思考・自己の行動>という目的<意>の系の情報、[3] <事物・事象>と<自己の思考・自己の行動>に対する評価（感情）という価値<情>の系の情報を、[時間の軸=Y]・[事実・目的の空間の軸=X]・

[評価(感情)の空間の軸=Z] の3軸から成る、認知と行動の情報の場に配置し、生存に役立つように秩序化する過程である。

11.6 情報の起・承・転・結の繋がりのパターンに新たなストーリーを見出す

各々の系で、情報の時間的な配位のパターンと、空間的な配位のパターンが接合して生じる、情報の起・承・転・結の繋がりのパターンに、生存に意味のある、リスクとチャンス新たなストーリーが見出され、三つの系が一つの均衡に達した総体として、新たな領域的な知識の記憶が形成され、蓄積される。

11.7 時間的な情報と空間的な情報が結びつく

時間的な情報とは、空間の軸の同じ位置で時間的に継起して存在・生起した記憶の組み合わせを言い、空間的な情報とは、時間の軸の同じ位置で空間的に隣接して存在・生起した記憶の組み合わせを言う。

11.8 情報の起・承・転・結の繋がりが形成される

認知と行動の情報の場において、時間的な情報と空間的な情報は、互いに相補性の関係にある。起→承という時間的な情報または空間的な情報の繋がりと、転→結という時間的な情報または空間的な情報の繋がりを結び付けるのは、時間と空間の相補性による視座の転換である。承⇄転という空間的な情報または時間的な情報の繋がりによって、視座が転換され、情報の起・承・転・結の繋がりが形成されて、新たなストーリーが見出される。

11.9 人間は新たなストーリーを見出して、知識を絶えず進化させて行く。

人間は、変化する生存環境の中で、現在と未来のリスクの不安を減らし、チャンスの希望を増やすことを目指して、過去を想起し、未来を想像し予期して、現在に対処する営みを達成するため、新たな起・承・転・結のストーリーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、知識を絶えず進化させて行く。

11.10 <自己の思考・自己の行動>が外部環境と内部環境の間に生じる不均衡を仲介する

事実<知>の系は、<世界>という外部環境の状

態の情報を担う。

価値<情>の系は、生命体としての<自己>という内部環境の状態の情報を担う。

目的<意>の系は、外部環境と内部環境の間に生じる不均衡の仲介者として、<自己の思考・自己の行動>という<自我と意思>の情報を担う。

11.11 三つの系が担う情報の機能を人間の脳の部位に対応させる

人間の脳の部位との対応で言うと、事実<知>の系が担う情報の機能は、大脳皮質の前頭前野よりも後の部分が主担する機能に当たる。

価値<情>の系が担う情報の機能は、大脳の辺縁系が主担する機能に当たる。

目的<意>の系が担う情報の機能は、大脳の前頭前野が主担する機能に当たる。

11.12 三つの系の情報が、総体として、一つの均衡に達したときに、新たな領域的な知識が紡ぎ出される

11.12.1 現在における内・外部の環境を認知して、生じそうな、未来の不均衡を、想像し予期する

人間は、意識というマルチ・プロセスの機能を通じ、目的<意>の系の情報が主導して、現在における内・外部の環境を認知し、過去を想起して、過去の経験や学習との類似と差異に照らして、未来を想像し予期し、外部の環境としての<世界>と、内部の環境としての<自己>との間に、あるいは、外部や内部の環境と、<自我と意思>が有する要求水準との間に生じそうな、未来の不均衡を、想像し予期する。

11.12.2 <自己の思考・自己の行動>のあるべき方略を、分析し、構成する

予期される不均衡を解消して、均衡を回復するために、過去の経験や学習との類似と差異に照らして、仲介者としての<自己の思考・自己の行動>のあるべき方略を、分析し、構成する。

11.12.3 意識というマルチ・プロセスの機能を通じ、三つの系の情報が、一つの均衡に達して、新たな領域的な知識が成立する

かくして、意識というマルチ・プロセスの機能を通じ、目的<意>の系の情報が主導して、三つの系の情報が、総体として、一つの均衡に達した、新たな領域的知識のアイデアが、新たな領域的な知識にまとめ上げられ、試行と実行を経て、新たな領域的な知識の記憶として、脳という認知と行動の情報の場に定着して行くことになる。

11. 12. 4 意識のマルチ・プロセスで、マルチ・ストーリーが見出される

人間の営みに関する、事実<知>・価値<情>・目的<意>の三つの情報系の記憶は、脳という認知と行動の情報の場で、一対一に対応して布置される。

それらは、目的<意>の系の情報が主導する、意識というマルチ・プロセスにおいて、連動し、相互に規定し合って、整合と均衡に向けた擦り合わせを行い、マルチ・プロセスの場に、起・承・転・結のマルチ・ストーリーを見出し、総体として、一つの均衡に達し、新たな領域的な知識を成立させて行く。

マルチ・ストーリーは、①起＝外部環境の情報 ②承＝内部環境の情報 ③転＝<自己の思考・自己の行動>の情報 ④結＝<自己の思考・自己の行動>後の内部環境の情報 という様式で構成される。

12. 13 人間の脳の情報処理は「ラティスの構造モデル」が示す、複雑系の論理の機序が働く、臨界的で相補的な情報処理の過程である

人間は、変化する生存環境の中で、現在および未来のリスクの不安を減らし、チャンスの希望を増やすことを目指して、過去を想起し、未来を想像し予期して、今ここに対処する思考と行動を達成するために、「起＝生成 → 承＝継続 → 転＝変化 → 結＝収束」という“プロセスの知”の枠組みに基づき、新たなストーリーを見出して、新たな領域的な知識をまとめ上げ、実行に移して、検証し、知識を絶えず進化させて行く。

人間が、こうして知識を進化させるプロセスは、環境の変化に適応するために、知識を貫く演繹の過程と知識を連ねる帰納の過程を相補的に循環させて、より高次の知識の創造を志向する、エンドレスな過程である。

この終わりのない過程は、次節に示す[1]と[2]の過程の循環と累積によって表わすことが出来るものであるが、それは、人間の脳の動的な情報処理の基礎的な過程から生じるところの、論理性と蓋然性の融合を志向する生命の循環的な情報処理の過程である。

そして、その本質は、「ラティスの構造モデル」“Model of Lattice Structure” (MLS) が示す、複雑系の論理の機序が働く、臨界的で相補的な人間の情報処理の過程がもたらす、新たな知識の発見と創造という、人間の進化の過程なのである。

12. 14 「ラティスの構造モデル」を脳の情報処理に適用する「脳の情報処理の動態モデル」の概要を示す

「ラティスの構造モデル」は、脳を含む自然の非平衡開放系が、臨界点におけるエネルギーの均衡から逸脱し、均衡へ回帰する<恒常的な循環>の動態を、数理的な四本のシンプルな式で表現している。

これを、脳の情報処理に適用する「脳の情報処理の動態モデル」は、情報の自己組織化がダイナミックに達成される、脳のネットワークの臨界的な相補性の機序を構成的に示すものである。

人間の知識の形成と活用は、この臨界的な相補性の動態と共に実現され、

[1] 新しい経験と学習が既存の領域的な知識の場にフィード・バックされ、新しい知識のネットワークが形成されて、その中に広域的な知識のパターンを作り出す、

[2] そのパターンを、未来の情報処理の場にフィード・フォワードし、新しい領域的な知識をまとめ上げる、という [1] および [2] の二つのプロセスが循環的に繰り返される。

[2] のプロセスは、広域的な知識のパターンを貫いて、新しい領域的な知識を導出する演繹の過程であり、[1] のプロセスは、新たな経験と学習から得た知識と既存の領域的な知識を連ねて、新しい広域的な知識を創出する帰納の過程である。

【アブダクション研究会 Abduction Research Institute】

<http://www.syncreate.jp/abduction/index.htm>

説明的文章の理解における提示モダリティの効果

The Effect of Presentation Modality on Text Comprehension

高橋 麻衣子^{†‡}, 田中 章浩[‡]
Maiko Takahashi, Akihiro Tanaka

[†] 日本学術振興会, [‡] 東京女子大学

Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo Woman's Christian University

maiko_tk@lab.twcu.ac.jp

Abstract

The purpose of this study is to examine the difference between visually, auditorily, and audio-visually presented language comprehension process. In Experiment 1, participants were asked to read and/or hear the expository passages in three conditions; visually presented, auditorily presented, and audio-visually presented condition. Comprehension performance among the conditions were not different. In Experiment 2, passages were presented audio-visually in three conditions; visually precedent, auditorily precedent, and simultaneous conditions. The results showed that comprehension performance was higher in the visually precedent condition. Based on the results, optimal timing of auditorily presentation during passage comprehension was discussed.

Keywords — reading comprehension, listening comprehension, audio-visual integration, multimedia learning

1. 問題と目的

1.1 文章理解におけるモダリティ効果

単語や数字などのリストの記憶課題において、項目が視覚提示されるよりも聴覚提示される場合にその再生成績が向上するという現象は、モダリティ効果として古くから検討されてきた[1]~[4]。一方、文章の記憶や理解においては、モダリティ効果が生起しないことが多数報告されており[5]~[9], Kintshは一連の研究から、文章が視覚提示された場合と聴覚提示された場合の認知的処理は共通であると考察している。しかし、言語刺激を文にした場合、提示直後にモダリティ効果が生起することが報告されており[10], 聴覚提示された言語情報と視覚提示された言語情報の認知処理過程が同一であると結論づけるのは尚早であろう。それでは、視覚提示された言語情報と聴覚提示さ

れた言語情報の処理過程はどのような点において共有されており、どのような点で違いがあるのだろうか。

1.2 視聴覚提示された文章の理解過程

視覚と聴覚の単一モダリティでの提示の比較だけでなく、文章を視覚的にも聴覚的にも提示することが、単一モダリティのみでの提示よりも理解や記憶を促進するかを検討した研究も存在する。これらの研究には、言語を視聴覚提示した場合の理解成績が単一モダリティのみの提示よりも向上したと報告するものがある[11][12]。これは、複数のモダリティから入力された情報が相互に補い合った結果、どちらか一方のみからの場合よりも情報の入力が高確率に行なわれたと考えることができるだろう。一方で、言語を視聴覚提示した場合に単一モダリティのみの提示よりも理解成績が低下したと報告するものも存在する[3][13]。この原因として、複数のチャンネルからの入力によって情報がオーバーフローし、認知的負荷が増加したとの説明がなされている。

このように、文章を視聴覚提示した場合の理解成績についてはまだ統一的な見解は得られていない。しかし近年、電子書籍をはじめとする視聴覚メディアの発展と普及などにより文章を「読む」と同時に「聞く」ことも容易に可能となってきた。これら視聴覚メディアの最適な使用方法を提案するために、視聴覚提示された言語の理解過程を明らかにすることは必要であるだろう。

本研究では視聴覚提示された言語をよりよく理解する一つ的手段として、視覚提示された言語と聴覚提示された言語の提示のタイミングをずらす

方法を提案する。言語が視聴覚提示された場合に単一モダリティの提示よりも理解成績が低下する一つの原因として、両チャンネルからの同時の情報入力が認知的負荷を増すという説明がなされている。この問題は、視覚と聴覚からの入力のタイミングをずらしてどちらか一方を補助的に利用するように位置づければ解決するのではないだろうか。人間の読みの形態の一つである音読においては、言語が視聴覚的にも提示されるが、その視点は発声が行なわれている箇所よりも2, 3文字先行することが報告されている[14]。この点からも、視覚と聴覚の提示のタイミングをずらすことが最適な理解成績を生み出す一助になることが考えられる。

1.3 本研究の目的

本研究では、文章を視覚・聴覚・視聴覚提示した場合の理解過程を検討すること、そして言語を視聴覚提示する場合の最適なタイミングを提案することを目的とする。

実験1では、説明的文章を視覚、聴覚、視聴覚提示した際の理解成績を比較する。特に、視覚のみ、もしくは聴覚のみの単一モダリティ提示条件での成績と、視聴覚提示条件での成績を比較し、説明的文章を視聴覚提示した場合に単一モダリティのみの提示よりも理解が促進されるか干渉されるかを検討する。

実験2では、言語を視聴覚提示する際のタイミングを操作し、理解に及ぼす影響を検討する。具体的には、視覚提示が聴覚提示に先行する条件(視覚先行条件)、聴覚提示が視覚提示に先行する条件(聴覚先行条件)、視覚提示と聴覚提示を同時に行なう条件(視聴覚同時条件)を設定し、条件間での理解成績の比較を行なう。提示のタイミングをずらすことで両チャンネルからの情報入力の認知的負荷を低減させることができるのであれば、視聴覚同時条件よりも視覚先行、もしくは聴覚先行条件の理解成績が向上することが予測できる。提示のタイミングも、視覚と聴覚を継時的に提示するか、それともタイミングをずらしながらも提示を重ねて行なうかで影響が異なることが考えられ

る。実験2Aにおいては、視覚提示と聴覚提示を継時的に行ない、実験2Bにおいてはタイミングをずらしながらも提示を重ねて行なう。

各実験の概要を図1に示す。

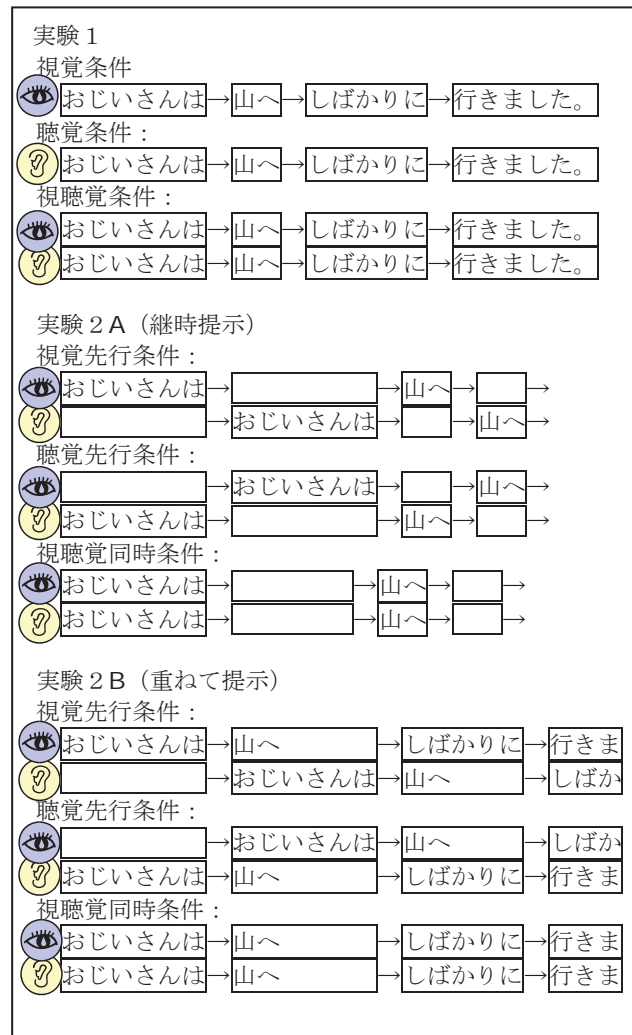


図1 実験1, 2A, 2Bの概要

2. 実験1

2.1 目的

実験1では、説明的文章を視覚、聴覚、視聴覚提示した際の理解成績の比較を行なう。そして、視覚のみ、もしくは聴覚のみといった単一モダリティの提示と、視聴覚提示する場合の理解過程がどのように異なるのかを検討する。

2.2 方法

実験参加者 日本語を母語とする大学生 27 名が実験に参加した。

刺激 200 字程度の説明的文章を 18 文章用意した。それぞれの文章に対して、逐語的な記憶を問

う課題と文章内容の理解を問う課題をそれぞれ 4 問作成した。本実験に先立って、28名の大学生に予備実験を行ない、質問課題の難易度を調整した。この文章刺激を、6 文章で 1 つの刺激ブロックとし、3 つの刺激ブロックを用意した。文章刺激の一部と逐語記憶課題、内容理解課題の例を表 1 に示す。

各文章刺激を、朗読に熟達した女性に自然なスピードで読み上げてもらい、その音声を収録した。その音声を Sound Forge によって、文節ごとに切り取り、各文節での音圧が同程度になるように調整して、文節ごとに 1 つのファイルを作成した。音声を切り取る際には、ポーズを差し込まないようにし、書記言語で「、」のある場所には 100ms の、「。」がある場所には 200ms のポーズを挿入した。

視覚条件と視聴覚条件における文章の提示は文節ごとに行ない、文節の提示時間はそれぞれの音声ファイルの時間にあわせた。聴覚提示条件においては、上記のように作成した文節ごとの音声ファイルをつなげたものを作成して提示した。

表 1 文章刺激と逐語記憶課題、内容理解課題例

<p>【課題文章】 ネコの目は、暗闇でもモノがよく見えます。ヒトの目と比べても 7 分の 1 の光量で十分にモノを認識することができます。その理由の一つは暗闇で光る目。暗闇では、光がネコの目に反射されたようにキラリと光ります。それは、ネコの目にはタペタムという反射板が付いているからです。網膜から入ってきた光が反射され、網膜に返されることで、わずかな光が 2 倍にされ、暗いところでも鮮明に見えるようになっています。もう一つの理由は目の大きさ。ネコは体のサイズからみて大きな目を持っています。目が大きい分瞳孔も大きく、より多くの光が取り込まれるのです。</p>
<p>【逐語記憶課題】 ネコの目は、暗闇でもモノがよく見える。(正) ネコの目にはタペットという反射板が付いている。(誤)</p>
<p>【内容理解課題】 ネコの目は、反射板によって網膜へ入る光量が 2 倍にされ、鮮明に見える。(正) ネコの目の瞳孔はあまり大きくないが、たくさんの光を吸収する。(誤)</p>

実験計画 提示モダリティ (視覚・聴覚・視聴覚) を参加者内要因として配置した。従属変数は逐語記憶課題と内容理解課題それぞれの正答率とした。**手続き** 実験は個別に行なった。刺激の提示と反応の記録には、Super Lab 4.5 を使用した。参加者には課題文章を 1 文節ずつ提示した。視覚条件では文章を視覚的にのみ提示し、これを声に出さずに読んで理解するように教示した。聴覚条件では文章を音声のみで提示し、参加者にはヘッドフォンを着用してこの音声を聞いて理解するように教示した。視聴覚条件では、文章を視覚的にも聴覚的にも提示し、参加者にはヘッドフォンからの音声を聞きながら画面に出ている文字を読み、話を理解するように教示した。文章の提示終了後、逐語記憶課題、内容理解課題を各 4 問提示した。これらの課題はすべて視覚的にのみ提示し、それぞれについてキー押しで反応するように求めた。

各条件への刺激ブロックの割り当てと、条件の実施順序は参加者間でカウンターバランスした。1 人の参加者が実験を終えるのに 30~40 分程度の時間を要した。

2.3 結果と考察

各条件での逐語記憶課題と内容理解課題の正答率の平均値を図 2 に示す。

これらの値について、提示モダリティ (視覚・聴覚・視聴覚) を要因とする分散分析を実施した。その結果、逐語記憶課題においても内容理解課題においても提示モダリティの主効果は有意水準に達しなかった (逐語記憶課題 $F(2, 52) = 1.22, n.s.$; 内容理解課題 $F(2, 52) = .12, n.s.$)。

以上から、説明的文章を視覚のみ、もしくは聴覚のみといった単一モダリティで提示しても、視聴覚提示してもその理解成績には差がないことが示された。視覚提示と聴覚提示の文章理解成績に差がないとの結果は、先行研究[5]-[9]と矛盾しない。これら単一モダリティ提示の理解成績と、視聴覚提示といった複数のチャンネルからの情報入力が可能であった場合の理解成績に差が生じなかったことの原因として、複数のチャンネルからの情報入力の促進効果と、両チャンネルからの情報

のオーバーフローという干渉効果の両方が生じたことが考えられる。

そこで実験2では、視覚と聴覚からの情報の入力が相補的に働くように、視聴覚提示する言語の提示のタイミングを操作し、理解成績の検討を行なう。

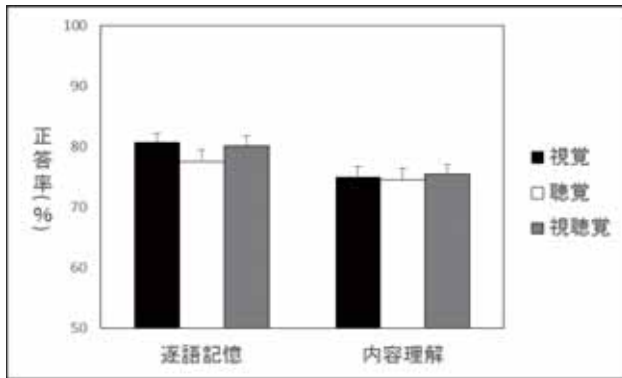


図2 実験1 逐語記憶・内容理解課題正答率

3. 実験2

3.1 目的

実験2では、説明的文章を視聴覚提示する際のタイミングを操作し、タイミングの違いが理解に及ぼす影響を検討する。提示のタイミングをずらすことで視覚と聴覚からの情報がオーバーフローせずに相補的に機能するのであれば、同時に提示されるよりも認知的負荷が低減されることが考えられる。

提示のタイミングとして、視覚提示が聴覚提示に先行する条件（視覚先行条件）、聴覚提示が視覚提示に先行する条件（聴覚先行条件）、視覚提示と聴覚提示を同時に行なう条件（視聴覚同時条件）を設定する。実験2Aにおいては視覚と聴覚を継時的に提示することでタイミングを操作し、実験2Bにおいては視覚と聴覚の提示を同時に行ないながらも、提示する内容のタイミングを操作する。

3.2 実験2A方法

実験参加者 日本語を母語とする大学生24名が実験に参加した。

刺激 文章刺激と逐語記憶課題、内容理解課題は実験1と同一である。

実験計画 提示順序（視覚先行・聴覚先行・視聴

覚同時）を参加者内要因として配置した。従属変数は逐語記憶課題と内容理解課題それぞれの正答率とした。

手続き 実験1とほぼ同一である。ただし、視覚先行条件においては、1文節を視覚提示した後に同じ1文節を聴覚提示し、次の1文節を視覚提示する、というように文節ごとに視覚提示を先行させて交互に提示した。聴覚先行条件においては、視覚先行条件とは逆に、文節ごとに聴覚提示を先行させその後に視覚提示するというように交互に提示した。視聴覚同時条件においては、同じ文節を視覚と聴覚で同時に提示した後、その文節の提示と同じ時間の間隔を置いて、次の文節を提示した。これは、すべての条件において提示時間を等しくそろえるためである。

3.3 実験2A結果と考察

各条件での逐語記憶課題と内容理解課題の正答率の平均値を図3に示す。

これらの値について、提示順序（視覚先行・聴覚先行・視聴覚同時）を要因とする分散分析を実施した。その結果、逐語記憶課題においても内容理解課題においても提示モダリティの主効果は有意水準に達しなかった（逐語記憶課題 $F(2, 46) = .27, n.s.$; 内容理解課題 $F(2, 46) = 1.97, n.s.$ ）。

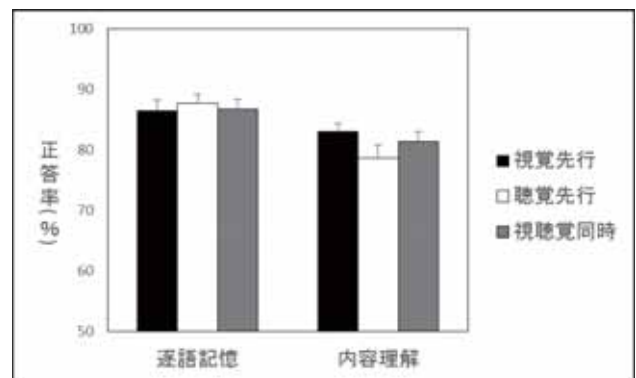


図3 実験2A 逐語記憶・内容理解課題正答率

以上から、視覚と聴覚の提示を継時的に行なっても、その理解成績は同時提示条件と差がないことが示された。この原因の一つとして、継時的な提示方法では提示時間が長すぎて、どの条件でも十分に理解が可能であり差が生じにくかったこと

が考えられる。実験2Aでは、視覚と聴覚で交互に文節提示を行なったため、実験1の提示方法の2倍の時間がかかった。特に、視聴覚提示条件では文節提示の後に空白の時間があり、ここで直前に入力された情報を整理できた可能性がある。

そこで実験2Bでは、このような空白の時間をなくし、視覚と聴覚の提示を同時に行ないながらも、提示する文節をずらすという操作を行なう。

3.4 実験2B方法

実験参加者 日本語を母語とする大学生24名が実験に参加した。

刺激 実験2Aと同一である。

実験計画・手続き 実験2Aとほぼ同一である。ただし、視覚先行条件においては、ある文節を視覚提示し、同時にその直前の文節を聴覚提示するという方法で、提示のタイミングを操作した。聴覚先行条件においてはその逆で、ある文節を聴覚提示し、同時にその直前の文節を視覚提示した。どちらの条件においても、提示時間はその文節の音声ファイルの提示時間が長いほうにあわせた。視聴覚提示条件では、同じ文節を同時に視聴覚提示したが、その提示時間は、視覚先行条件、聴覚先行条件のものとあわせた。

3.5 実験2B結果と考察

各条件での逐語記憶課題と内容理解課題の正答率の平均値を図4に示す。

これらの値について、提示順序（視覚先行・聴覚先行・視聴覚同時）を要因とする分散分析を実施した。その結果、逐語記憶課題においては要因の主効果は有意水準に達しなかった ($F(2, 46) = 2.26, n.s.$)。一方、内容理解課題においては提示モダリティの主効果が有意傾向となり ($F(2, 46) = 2.67, p < .08$)、Ryan法による多重比較の結果、視覚先行条件の正答率が聴覚先行条件の正答率よりも高いことが示された ($t(46) = 2.29, p < .05$)。視聴覚同時条件と他の2条件との間の差は有意水準に達しなかった（視覚先行条件との比較 $t(46) = .87, n.s.$ ；聴覚先行条件との比較 $t(46) = 1.42, n.s.$ ）。

以上から、主に文章内容の逐語的な記憶よりも

理解にかかわる成績が、視覚提示を先行させると聴覚提示を先行させるよりも高くなる傾向にあることが示された。視覚先行条件は、聴覚よりも視覚提示された文節が1文節分先行して提示されるものであり、これは発声点より視点が2, 3文字先行するという音読[14]の状態に類似する。一般的に、聴覚提示されたものよりも視覚提示されたものの処理の速度が速いことから、視覚情報が先行した場合に、それを素早く処理し、後から提示された聴覚情報で不足分を補ったという可能性が指摘できる。一方で聴覚が先行する場合は、聴覚情報の処理が次の視覚情報の提示が生起するまでに完了せず、情報がオーバーフローしてしまったのではないだろうか。

ただし、本実験においては視覚先行条件が視聴覚同時条件の成績を上回るという結果は得られなかった。そのため、提示のタイミングをずらただけで、視聴覚同時提示の情報のオーバーフローによる成績の低下を抑えることができたということは難しい。今後、提示のタイミングや参加者の注意の方向づけを操作することでより精緻に検討していく必要があるだろう。

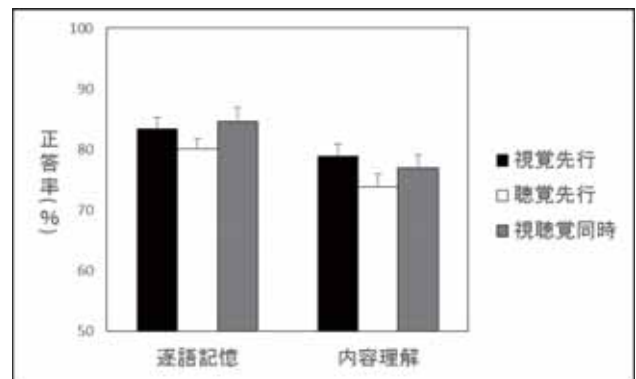


図4 実験2B 逐語記憶・内容理解課題正答率

4. 総合考察

本研究では、説明的文章を視覚提示、聴覚提示、視聴覚提示した場合の理解過程の違いから、文章を視聴覚提示する際の適切なタイミングについて検討することを目的とした。

実験1においては、文章を視覚提示、聴覚提示、視聴覚提示した際の理解成績を比較した。その結

果、どの提示方法でも成績に差がないことが示された。視聴覚提示した場合に、単一モダリティの提示より成績が向上も低下もしなかった原因として、視覚と聴覚の両チャンネルからの情報入力の理解への促進効果と干渉効果が拮抗した可能性があった。

そこで、両チャンネルからの情報のオーバーフローを防ぐために、実験2では視覚と聴覚の提示のタイミングを操作し、この提示方法が理解に与える影響を検討した。その結果、視覚情報を聴覚情報に先行して提示すると、聴覚情報が先行されるよりも理解成績が促進されることが示された。これは、成人が読解に熟達しており、聴解よりも読解の速度が速いといった視覚処理と聴覚処理の速度の違いに起因することが考えられる。

一方で、視覚情報を先行させて提示しても、視聴覚情報を同時に提示する場合よりも理解成績が向上するという結果は得られなかった。視覚と聴覚の提示のタイミングをずらすことで、両チャンネルからの情報のオーバーフローを防ぎ、より理解につながると予測していたが、この結果はこの予測を支持するものではなかった。この原因として、タイミングはずれていても提示された視覚情報と聴覚情報のどちらにも注意を向けていたため、視聴覚同時提示と同様に認知的な負荷がかかっていた可能性がある。どちらか一方をメインの情報として、他方を補助的に機能させ、より効率的に視聴覚提示するためには、視覚もしくは聴覚情報のどちらか一方のみに注意を向けるという教示を明示的に行なう必要があったのかもしれない。この可能性について、今後、参加者の注意の方向付けを操作して再検討する必要があるだろう。

そして、本研究のような視聴覚情報処理についての基礎的知見をふまえたうえで、視聴覚メディアを効率的な使用方法を提案することも今後の課題であろう。

参考文献

- [1] Conrad, R., & Hull, A.J. (1968) "Input modality and the serial position curve in short-term memory" *Psychonomic Science*, 10, pp.135-136.
- [2] Craik, F.I.M. (1969). Modality effects in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, pp.658-664.
- [3] Penny, C.G. (1989) "Modality effects and the structure of short-term verbal memory" *Memory & Cognition*, 17, pp.398-422.
- [4] 齊藤 智 (1990) "“モダリティ効果”の消失と連続妨害による回復" *心理学研究*, 61, pp.336-340.
- [5] Kintsch, W., Kozminsky, E., Sterby, W.J., Mcckoon, G., & Keenan, J.M. (1975) "Comprehension and recall of text as a function of content variables" *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, pp.196-214.
- [6] Kintsch, W., & Kozminsky, E. (1977) "Summarizing stories after reading and listening" *Journal of Educational Psychology*, 69, pp.491-499.
- [7] 高井かづみ (1989) "物語の記憶・理解における呈示モダリティおよびテキストの効果" *教育心理学研究*, 37, pp.386-391.
- [8] Sannomiya, M. (1982) "The effect of presentation modality on text memory as a function of difficulty level" *Japanese Journal of Psychonomic Science*, 1, pp. 85-90.
- [9] Sannomiya, M. (1984) "Modality effect on text processing as a function of ability to comprehend" *Perceptual and Motor Skills*, 58, pp. 379-382.
- [10] Rummer, R., & Engelkamp, J. (2003). "Phonological information in immediate and delayed sentence recall" *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56A, pp.83-95.
- [11] Moreno, R., & Mayer, R.E. (2002) "Verbal redundancy in multimedia learning: When

reading helps listening" *Journal of Educational Psychology*, 94, pp. 156-163.

- [12] Jamet, E., & Le Bohec, O. (2007) "The effect of redundant text in multimedia instruction" *Contemporary Educational Psychology*, 32, pp. 588-598.
- [13] Diao, Y., & Sweller, J. (2007) "Redundancy in foreign language reading comprehension instruction: Concurrent written and spoken presentation" *Learning & Instruction*, 17, pp. 78-88.
- [14] Kondo, K., & Mazuka, R. (1996) "Prosodic planning while reading aloud: On-line examination of Japanese sentences" *Journal of Psycholinguistic Research*, 25, pp.357-381.

動機づけ向上のためのシナリオ作成（9） — 職場内での評価・承認の効果に関する内容分析 —

A Study of Making Scenarios for enhancing Work Motivation (9): Content Analyses concerning various Aspects of Estimation in Workplace that influenced People's Work Motivation

戸梶 亜紀彦
Akihiko Tokaji

東洋大学
Toyo University
tokaji@toyo.jp

Abstract

This article presents a research of making scenarios for enhancing work motivation. Especially, this study is dealt with various aspects of estimation in workplace that influenced people's motivation in workplace. The way to make younger generation's experiences in workplace more effective to enhance work motivation will be discussed.

Keywords — Work Motivation, Workplace, Younger Generation

1. はじめに

平成 23 年版子ども・若者白書（内閣府, 2011）によれば、若年層社会人の離職傾向にみられる七五三現象は、未だに継続していることがうかがえる。この中には、キャリア・アップするような転職者も含まれていると考えられるが、フリーターやニートなどの人数の高止まり状態での推移を考え合わせると、必ずしも楽観視できない状況だと考えられる。こうした問題の主な原因を厚生労働省はもっぱら職場での不適応と捉えた対策を講じている（厚生労働省, 2002）。しかしながら、この問題が長期化している事実を踏まえると、それ以外の原因を疑わざるを得ない。そこで、その原因の 1 つを仕事に対する動機づけが向上しないことと考え、職務動機づけを向上させる効果的な職場体験についてこれまでインタビュー調査による質的研究、およびインターネット調査による量的研究によって検討を行ってきた（戸梶, 2009a, b, c, 2010a, b, c, d, e, f, 2011a, b, c, d, 2012a, b, c, d, 2013）。

本研究では、これらの調査から得られた結果に基づいて質問項目を作成し、職場体験での効果的な動機づけ向上のためのシナリオ作成を行うため、特に、職場内での評価・承認に関する要因についてインターネット調査による検討を行った。

2. 方法

調査対象者：某インターネット調査会社に登録している 47 都道府県に住む 18～34 歳の正社員、派遣社員・契約社員、アルバイト・パート社員（学生や主婦を除く）について入社して 3 年未満の者および 3 年以上の者を各 100 名、計 600 名と、比較対象とするため 35～55 歳の正社員 100 名、計 700 名のデータ収集を依頼した。なお、対象者の年齢範囲のうち、若者に関しては若年層の就労状況に関する各省庁の白書類の統計に合わせたものである。

調査項目：対象者を絞り込むための年齢や就業状況、勤務年数等の属性項目、これまでの調査から得られた職場における評価・承認の要因についての動機づけ向上に関連する体験を項目とし、その体験内容にバリエーションを設け、どういった対象からのどのような働きかけや行為が動機づけの向上に効果的であるのかについて尋ねた。それぞれの効果の程度については、6 件法（まったく効果が無い：1～非常に効果がある：6）で回答を求めた。

手続き：はじめに、調査会社に調査の趣旨と質問項目を事前に渡し、ネット上での画面デザインに

ついて打ち合わせを行った。調査画面について決定した後に、調査対象者の属性および人数についての要望を伝え、依頼した調査会社の登録者に一斉送信で調査が実施された。

3. 結果

・誰からの評価・承認が効果的か 動機づけを高める体験の1つである評価・承認に関して、誰から行われた場合に動機づけ向上効果が認められるかについて検討を行った。職場で接する一般的な存在を項目として尋ねたところ、全体平均の多い順に示すと、上司からの場合(4.35)、先輩からの場合(4.20)、同僚からの場合(3.93)、同期からの場合(3.91)、ライバルからの場合(3.87)、後輩からの場合(3.76)、部下からの場合(3.72)、アルバイト・パートからの場合(3.43)となった。このことから、上司や先輩といった自分よりも目上の者からの評価・承認が一般的に動機づけを高める効果を持っていることが示された。

次に、上位2つまでについて、就業状況、勤務年数、性別などによる違いについて検討するために、各属性を考慮したクロス集計を行った。その結果を表1、表2に示す。若年層の正社員では、

表1 上司からの評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N		
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N
正社員(1~3年目)	4.43	1.28	100	男性 4.28	1.19	57	女性 4.63	1.38	43
				男性 4.25	1.36	53	女性 4.98	1.15	47
正社員(4年目以上)	4.59	1.31	100	男性 4.40	1.54	35	女性 4.48	1.29	65
				男性 4.32	1.39	22	女性 4.38	1.26	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.45	1.37	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.37	1.28	100	男性 4.53	1.21	47	女性 4.11	1.28	53
				男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.12	1.55	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.20	1.25	100	男性 4.53	1.21	47	女性 4.11	1.28	53
				男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370
正社員(35~55歳)	4.31	1.26	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
全体	4.35	1.34	700	男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370

表2 先輩からの評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N		
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N
正社員(1~3年目)	4.35	1.31	100	男性 4.16	1.26	57	女性 4.60	1.35	43
				男性 4.25	1.11	53	女性 4.51	1.27	47
正社員(4年目以上)	4.37	1.19	100	男性 4.20	1.37	35	女性 4.34	1.29	65
				男性 4.23	1.23	22	女性 4.32	1.29	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.29	1.31	100	男性 4.00	1.43	58	女性 4.07	1.55	42
				男性 3.98	1.22	58	女性 4.10	0.98	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.30	1.28	100	男性 4.11	1.18	47	女性 3.92	1.16	53
				男性 4.12	1.25	330	女性 4.27	1.29	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.03	1.47	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.03	1.12	100	男性 4.53	1.21	47	女性 4.11	1.28	53
				男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370
正社員(35~55歳)	4.01	1.17	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
全体	4.20	1.27	700	男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370

女性の方が動機づけを高める傾向にあり、それに対して、派遣・契約社員やアルバイト・パート社員では性差はほとんど認められなかった。

・どういう上司・先輩からの評価・承認が効果的か どういった上司・先輩からの承認・評価が動機づけを高めるのかについて、一般的に存在しそうな特徴を項目として尋ねたところ、全体平均の多い順では、尊敬する上司・先輩(4.51)、信頼する上司・先輩(4.45)、面倒見の良い上司・先輩(4.08)、厳しい上司・先輩(4.04)、気心の知れた上司・先輩(4.01)、親しい上司・先輩(4.01)、優しい上司・先輩(3.94)、怖い上司・先輩(3.72)、気難しい上司・先輩(3.67)、あまり会話する機会のない上司・先輩(3.54)となった。尊敬もしくは信頼する上司・先輩から認められることが最も効果的であり、それより少し効果が落ちるのが、面倒見の良い、厳しい、気心の知れた、親しい、優しい上司・先輩であった。また、怖い、気難しい、あまり会話する機会のない上司・先輩からの承認・評価はそれほど効果的でないことが示された。

次に、上位2つについて、就業状況、勤務年数、性別などによる違いについて検討するために、各属性を考慮したクロス集計を行った。その結果を表3、表4に示す。いずれの場合も、就業状況や

表3 尊敬する上司・先輩からの評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N		
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N
正社員(1~3年目)	4.50	1.3	100	男性 4.23	1.36	57	女性 4.86	1.13	43
				男性 4.60	1.13	53	女性 4.81	1.19	47
正社員(4年目以上)	4.70	1.16	100	男性 4.29	1.54	35	女性 4.72	1.23	65
				男性 4.50	1.26	22	女性 4.64	1.27	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.57	1.36	100	男性 4.36	1.42	58	女性 4.60	1.56	42
				男性 4.17	1.27	58	女性 4.55	1.19	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.61	1.26	100	男性 4.43	1.14	47	女性 4.43	1.20	53
				男性 4.35	1.30	330	女性 4.66	1.25	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.46	1.48	100	男性 4.36	1.42	58	女性 4.60	1.56	42
				男性 4.17	1.27	58	女性 4.55	1.19	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.33	1.25	100	男性 4.43	1.14	47	女性 4.43	1.20	53
				男性 4.35	1.30	330	女性 4.66	1.25	370
正社員(35~55歳)	4.43	1.17	100	男性 4.16	1.51	58	女性 4.07	1.63	42
				男性 4.10	1.36	58	女性 4.33	1.07	42
全体	4.51	1.29	700	男性 4.27	1.36	330	女性 4.42	1.32	370

勤務年数にかかわらず、全体的に動機づけ効果の高いことがうかがえる。また、35~55歳の正社員を除いて、やはり女性の方が動機づけ向上効果が高めであることが示された。

表4 信頼する上司・先輩からの評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N				
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N		
正社員(1~3年目)	4.53	1.26	100	男性	4.32	1.23	57	女性	4.81	1.26	43
				男性	4.42	1.15	53	女性	4.83	1.24	47
正社員(4年目以上)	4.61	1.21	100	男性	4.34	1.49	35	女性	4.55	1.19	65
				男性	4.55	1.30	22	女性	4.54	1.21	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.48	1.3	100	男性	4.21	1.36	58	女性	4.57	1.48	42
				男性	4.05	1.22	58	女性	4.62	1.03	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.54	1.23	100	男性	4.34	1.13	47	女性	4.38	1.06	53
				男性	4.29	1.26	330	女性	4.60	1.21	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.36	1.42	100	男性	4.05	1.22	58	女性	4.62	1.03	42
				男性	4.05	1.22	58	女性	4.62	1.03	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.29	1.17	100	男性	4.34	1.13	47	女性	4.38	1.06	53
				男性	4.29	1.26	330	女性	4.60	1.21	370
正社員(35~55歳)	4.36	1.09	100	男性	4.34	1.13	47	女性	4.38	1.06	53
				男性	4.29	1.26	330	女性	4.60	1.21	370
全体	4.45	1.24	700	男性	4.29	1.26	330	女性	4.60	1.21	370

・ どういった側面に対する評価・承認が効果的か
 評価・承認されること自体は、働く者としてはポジティブに受け止めることができるが、動機づけを効果的に高めるのは、仕事におけるどのような側面であるかについて検討を行った。先行研究で職場において一般的に評価・承認されて動機づけを高めるとされた項目について尋ねたところ、全体的な平均値の高い順に示すと、成果(4.45)、日頃の努力(4.45)、働きぶり(4.40)、姿勢(4.38)、正確さ(4.38)、真面目さ(4.22)、速さ(4.19)、要領の良さ(4.15)であった。全体的に4以上の平均値を示し、動機づけ向上効果の高いことが示された。これらのうち、上位2つについて、就業状況、勤務年数、性別などによる違いについて検討するために、各属性を考慮したクロス集計を行った。その結果を表5、表6に示す。いずれの場合も、

表5 仕事に対する成果への評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N				
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N		
正社員(1~3年目)	4.48	1.23	100	男性	4.28	1.33	57	女性	4.74	1.05	43
				男性	4.53	1.17	53	女性	4.83	1.20	47
正社員(4年目以上)	4.67	1.19	100	男性	4.31	1.39	35	女性	4.66	1.03	65
				男性	4.32	1.32	22	女性	4.55	1.14	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.54	1.18	100	男性	4.14	1.32	58	女性	4.31	1.41	42
				男性	4.22	1.34	58	女性	4.33	1.05	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.50	1.18	100	男性	4.43	1.26	47	女性	4.51	1.05	53
				男性	4.31	1.30	330	女性	4.57	1.13	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.21	1.35	100	男性	4.14	1.32	58	女性	4.31	1.41	42
				男性	4.22	1.34	58	女性	4.33	1.05	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.27	1.22	100	男性	4.43	1.26	47	女性	4.51	1.05	53
				男性	4.31	1.30	330	女性	4.57	1.13	370
正社員(35~55歳)	4.47	1.15	100	男性	4.43	1.26	47	女性	4.51	1.05	53
				男性	4.31	1.30	330	女性	4.57	1.13	370
全体	4.45	1.22	700	男性	4.31	1.30	330	女性	4.57	1.13	370

就業状況や勤務年数にかかわらず、全体的に動機づけ効果の高いことがうかがえる。また、35~55歳の正社員を除いて、やはり女性の方が動機づけ向上効果が高めであることが示された。

表6 仕事に対する日頃の努力への評価・承認による動機づけ向上効果

	平均値			SD			N				
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N		
正社員(1~3年目)	4.42	1.24	100	男性	4.12	1.25	57	女性	4.81	1.12	43
				男性	4.28	1.28	53	女性	4.87	1.24	47
正社員(4年目以上)	4.56	1.29	100	男性	4.57	1.20	35	女性	4.71	1.07	65
				男性	4.23	1.31	22	女性	4.54	1.04	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.66	1.11	100	男性	4.24	1.37	58	女性	4.40	1.50	42
				男性	4.16	1.24	58	女性	4.57	1.06	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.47	1.11	100	男性	4.36	1.21	47	女性	4.42	0.99	53
				男性	4.26	1.26	330	女性	4.61	1.14	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.31	1.42	100	男性	4.16	1.24	58	女性	4.57	1.06	42
				男性	4.16	1.24	58	女性	4.57	1.06	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.33	1.18	100	男性	4.36	1.21	47	女性	4.42	0.99	53
				男性	4.26	1.26	330	女性	4.61	1.14	370
正社員(35~55歳)	4.39	1.09	100	男性	4.36	1.21	47	女性	4.42	0.99	53
				男性	4.26	1.26	330	女性	4.61	1.14	370
全体	4.45	1.21	700	男性	4.26	1.26	330	女性	4.61	1.14	370

・ どのように評価・承認されると効果的か 評価・承認の内容について、どのような評価をなされることが動機づけを高めるのかについて、先行研究で示された内容を項目として検討を行った。その結果、効果の高かった順に、戦力と見なされる(4.47)、信頼される(4.46)、頼りにされる(4.37)、仕事を任される(4.34)、褒められる(4.31)、期待される(4.21)、意見を求められる(4.14)となった。

さらに、上位2つについて、就業状況、勤務年数、性別などによる違いについて検討するために、各属性を考慮したクロス集計を行った。その結果を表5、表6に示す。いずれの場合も、就業状況

表7 仕事で戦力とみなされたことによる動機づけ向上効果

	平均値			SD			N				
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N		
正社員(1~3年目)	4.54	1.15	100	男性	4.28	1.11	57	女性	4.88	1.12	43
				男性	4.40	1.17	53	女性	4.89	1.13	47
正社員(4年目以上)	4.63	1.17	100	男性	4.43	1.33	35	女性	4.65	1.01	65
				男性	4.27	1.32	22	女性	4.59	1.14	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.57	1.13	100	男性	4.22	1.34	58	女性	4.38	1.48	42
				男性	4.24	1.17	58	女性	4.48	1.04	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.52	1.18	100	男性	4.38	1.03	47	女性	4.40	1.17	53
				男性	4.31	1.19	330	女性	4.61	1.16	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.29	1.39	100	男性	4.24	1.17	58	女性	4.38	1.48	42
				男性	4.24	1.17	58	女性	4.38	1.48	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.34	1.12	100	男性	4.38	1.03	47	女性	4.40	1.17	53
				男性	4.31	1.19	330	女性	4.61	1.16	370
正社員(35~55歳)	4.39	1.10	100	男性	4.38	1.03	47	女性	4.40	1.17	53
				男性	4.31	1.19	330	女性	4.61	1.16	370
全体	4.47	1.18	700	男性	4.31	1.19	330	女性	4.61	1.16	370

表8 仕事で信頼されたことによる動機づけ向上効果

	平均値			SD			N				
	平均値	SD	N	平均値	SD	N	平均値	SD	N		
正社員(1~3年目)	4.35	1.22	100	男性	4.09	1.14	57	女性	4.70	1.24	43
				男性	4.53	1.26	53	女性	4.96	1.14	47
正社員(4年目以上)	4.73	1.22	100	男性	4.37	1.33	35	女性	4.69	1.04	65
				男性	4.27	1.32	22	女性	4.56	1.08	78
派遣・契約社員(1~3年目)	4.58	1.16	100	男性	4.17	1.42	58	女性	4.33	1.44	42
				男性	4.24	1.14	58	女性	4.62	1.01	42
派遣・契約社員(4年目以上)	4.50	1.13	100	男性	4.34	1.11	47	女性	4.43	1.20	53
				男性	4.28	1.24	330	女性	4.61	1.16	370
アルバイト・パート(1~3年目)	4.24	1.42	100	男性	4.17	1.42	58	女性	4.33	1.44	42
				男性	4.24	1.14	58	女性	4.62	1.01	42
アルバイト・パート(4年目以上)	4.40	1.10	100	男性	4.34	1.11	47	女性	4.43	1.20	53
				男性	4.28	1.24	330	女性	4.61	1.16	370
正社員(35~55歳)	4.39	1.15	100	男性	4.34	1.11	47	女性	4.43	1.20	53
				男性	4.28	1.24	330	女性	4.61	1.16	370
全体	4.46	1.21	700	男性	4.28	1.24	330	女性	4.61	1.16	370

や勤務年数にかかわらず、全体的に動機づけ効果の高いことがうかがえる。また、35～55歳の正社員を除いて、やはり女性の方が動機づけ向上効果が高めであることが示された。

4. 考察

・誰からの評価・承認が効果的か 誰から評価・承認されることが動機づけ向上に効果的であるかについては、就業形態にかかわらず、上司や先輩であった。これは、職場内において自分よりも上に位置する者であり、経験や能力において上位にあると認識される者たちである。こうした位置づけの人々からの評価・承認は、自尊感情を高めるため、動機づけを効果的に向上させることができると考えられる。一方、若年者の正社員においてのみ、女性の方が男性よりも効果が高いという性差が認められた。これは、正社員という立場から基本的にはこの先も長く上司一部下関係、または先輩－後輩関係が継続していく可能性が高いことから、特定の仲間内での評判を気にする傾向が女性にはあるため、上位の者の発言内容が他の就業形態の者たちよりも動機づけに強く影響を及ぼしたのではないかと推察される。

・どういう上司・先輩からの評価・承認が効果的か どういった上司・先輩からの評価・承認が動機づけに強く影響を及ぼすのかについては、尊敬する、もしくは信頼する上司・先輩から認められることが最も効果的であり、面倒見の良い、厳しい、気心の知れた、親しい、および優しい上司・先輩はそれらよりも動機づけ向上効果は劣り、さらに、怖い、気難しい、あまり会話する機会のない上司・先輩からの評価・承認はそれほど動機づけを高めないことが示された。これらのことから、上司一部下関係および先輩－後輩関係は、単に仲が良いとか親しいという対等な関係性における評価ではなく、上下関係が維持されつつ情緒的な結びつきのある関係性における評価であることが動機づけ向上に効果を発揮するということが考えられる。職場という文脈で給料をもらうという場

での評価は、遊びや仲良しという人間関係だけではないため、こうした違いが現れたと推断される。また、怖い、気難しい、あまり会話する機会のない上司・先輩からの評価というのは、関係性自体が希薄であると考えられるため、動機づけへの影響力が弱いのではないかと考えられる。

ところで、全般的に動機づけ向上効果は女性の方が高めであった。これは、女性では周囲の人間関係の中における肯定的な社会的評価、すなわち承認されることによって肯定的な行動変容がなされる傾向がある（戸梶・津田，2001）ためではないかと考えられる。

・どういった側面に対する評価・承認が効果的か
 どういった側面に対して評価・承認されると効果的であるかについて尋ねた項目は、全体的に動機づけ向上効果が 4.10 以上と高く評価されていた。これらは、基本的に職場において評価されれば自尊感情が高まる事柄であり、就業形態や経験年数にかかわらず、同様の効果を持っているのではないかと考えられる。また、動機づけ向上効果の高い内容は、結果とプロセスの両者が挙げられていた。近年では、日本でも成果主義が導入されている企業もあるが、それが日本に馴染まないことも指摘されており、一旦導入した成果主義を撤廃している企業もある。こうしたことから、これら両者を重んじる傾向が日本人にはあるのかもしれない。

・どのように評価・承認されると効果的か どのように評価・承認されると効果的であるかについて尋ねた項目においても、全体的に動機づけ向上効果は 4.20 以上と高く評価されていた。こちらの項目も、上記と同様に基本的に職場において評価されれば自尊感情が高まる事柄であり、就業形態や経験年数にかかわらず、同様の効果を持っていると考えられる。また、上位の項目は、戦力と見なされる、信頼される、頼りにされる、仕事を任される、といったもので、これらに共通するのは「仕事における信頼性」ということになると考え

られる。先に述べた上下関係における信頼や尊敬と同様に、こうした関係性の形成が、動機づけ向上に効果的であることが推察される。仕事への責任や組織での役割の自覚について検討を行った戸梶(2013)においても、上司一部下関係において信頼関係が形成されていることの重要性が指摘されている。このように、職場での信頼関係が、動機づけ向上には有効であることが示唆される。

5. まとめ

本研究では、職場内における評価・承認に関して、効果的に動機づけを高める一般的なパターンについて検討を行った。具体的には、誰からの評価・承認なのか、どういった上司・先輩からの評価・承認なのか、仕事に対するどういった側面への評価・承認なのか、どのような形での評価・承認なのか、といったことについて議論を行った。内容分析の結果、職場内での上下関係（上司一部下、先輩－後輩）における信頼関係が重要であることが指摘され、その上で種々のパフォーマンスに対して評価・承認を行うことが効果的な動機づけ向上につながると考えられた。特に、女性においては、評価・承認の効果が強いことから、女性社員の動機づけ向上において有用であると考えられる。

本研究で得られた知見を活用した職場体験をさせるようなシナリオ作成を行い、それを実践していくことで、偶発的な体験としてではなく、意図的に若年社員の動機づけ向上につなげていくことができると思われる。

6. 今後の課題

本研究は、職場において動機づけを効果的に向上させるための評価・承認のあり方について考察を行った。その結果、職場内における上下関係の中での信頼関係の形成が重要であることが示唆された。しかしながら、職場内で動機づけを左右する要因は、先行研究においても見出されているように、ソーシャル・サポート、顧客の存在、責任感や役割の自覚など、さまざまである。今後は、

これらについても、さらに検討を加えていく必要がある。

引用文献

- [1] 厚生労働省, (2002) “キャリア形成を支援する労働市場政策研究会報告書”
- [2] 内閣府, (2011) “平成 23 年版子ども・若者白書”, 佐伯出版
- [3] 戸梶亜紀彦, (2009a) “職務動機づけを高めた体験に関する検討(1)”, 日本発達心理学会第 20 回大会発表論文集, p. 207.
- [4] 戸梶亜紀彦, (2009b) “職務動機づけを高めた体験にみられる内容の分析”, 日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 17 回定例研究会予稿集, 17G-04: pp. 1-3.
- [5] 戸梶亜紀彦, (2009c) “職務動機づけ向上に関する発達のプロセスの検討”, 日本感情心理学会第 17 回大会発表論文集, p. 32.
- [6] 戸梶亜紀彦, (2010a) “職務動機づけを向上させた体験の内容分析 — ネット調査による自由記述の分析 —”, 日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 20 回定例研究会予稿集, 20W-13: pp. 1-4.
- [7] 戸梶亜紀彦, (2010b) “職務動機づけ向上に関する発達のプロセスの検討”, 感情心理学研究, 17(3), p. 231.
- [8] 戸梶亜紀彦, (2010c) “職務動機づけを高めた体験に関する検討(2) — 各体験における属性および経験の有無による動機づけへの影響の違いについて —”, 日本発達心理学会第 21 回大会発表論文集, p. 182.
- [9] 戸梶亜紀彦, (2010d) “職務動機づけを高めた体験に関する検討(3) — 具体的な体験内容について —”, 日本感情心理学会第 18 回大会発表論文集, p. 24.
- [10] 戸梶亜紀彦, (2010e) “職務動機づけを高めた体験に関する検討(4) — 属性による評価および経験の違いについて —”, 日本心理学会第 74 回大会発表論文集, p. 952.
- [11] 戸梶亜紀彦, (2010f) “職務動機づけを高めた

- 体験に関する検討(5) —上司・先輩に関する具体的な内容について—”, 日本社会心理学会第51 大会発表論文集, pp. 396-397.
- [12] 戸梶亜紀彦, (2011a) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (2) —職務上の達成事象に関する内容からの分析—”, 日本認知科学会「文学と認知・コンピュータ」研究分科会Ⅱ第 24 回定例研究会発表論文集, 24G-04: pp. 1-5.
- [13] 戸梶亜紀彦, (2011b) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (3) —励まし・援助に関する内容分析—”, 日本感情心理学会第 19 回大会・日本パーソナリティ心理学会第 20 回大会合同大会論文集, P2-23.
- [14] 戸梶亜紀彦, (2011c) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (4) —仕事への責任を自覚した体験に関する内容分析—”, 日本認知科学会第 28 回大会発表論文集(CD-ROM), pp. 523-525.
- [15] 戸梶亜紀彦, (2011d) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (5) —組織での役割自覚に関する内容分析—”, 日本社会心理学会第 52 回大会発表論文集, pp. 155.
- [16] 戸梶亜紀彦, (2012a) “職務動機づけを高めた出来事に関する検討 —達成と評価の体験について—”, 現代社会研究, 9, pp. 33-42.
- [17] 戸梶亜紀彦, (2012b) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (6) —就業状況・勤務形態による労働価値観の相違について—”, 日本心理学会第 76 回大会発表論文集(CD-ROM), 2EVA46.
- [18] 戸梶亜紀彦, (2012c) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (7) —勤務形態による動機づけ効果の違いについて—”, 日本社会心理学会第 53 回大会発表論文集, p. 227.
- [19] 戸梶亜紀彦, (2012d) “動機づけ向上のためのシナリオ作成 (8) —就業状況による動機づけ効果の違いについて—”, 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集(CD-ROM), pp. 555-558.
- [20] 戸梶亜紀彦, (2013) “職務動機づけを高めた出来事に関する検討 —仕事への責任・組織での役割を自覚した体験について—”, 東洋大学社会学部紀要, (掲載決定) .
- [21] 戸梶亜紀彦・津田亜矢子, (2001) “性格形成と過去経験 (2) —ポジティブ事象の場合—”, 日本性格心理学会第 10 回大会発表論文集, pp. 90-91.

付記：本研究は文部科学省科学研究補助金（基盤研究(C)課題番号 22530672）の助成を受けて行われた。

日本人英語学習者の言語産出における動詞の下位範疇化情報の使用：統語的プライミング実験データの質的再分析
Use of Subcategorization Information Regarding English Verbs in Language Production by Japanese EFL Learners: Qualitative Re-analysis of a Syntactic Priming Experiment

森下 美和[†], 原田 康也[‡]
 Miwa Morishita, Yasunari Harada

[†]神戸学院大学, [‡]早稲田大学
 Kobe Gakuin University, Waseda University
 morisita@ba.kobegakuin.ac.jp, harada@waseda.jp

Abstract

This article discusses qualitative re-analysis of potential priming effects found among Japanese EFL learners as reported in Morishita (2013), focusing on their knowledge and mastery of subcategorization information regarding English verbs (e.g., distinction between intransitive, transitive and ditransitive verbs).

Keywords — Language Production, Syntactic Priming, EFL (English as a Foreign Language), Japanese EFL learners

1. はじめに

1990年代以降より、文部省・文科省の学習指導要領などにおいて、コミュニケーションを重視した教育を実施するという方向性が明確に示されているが、日本人英語学習者一般の運用能力向上に関するデータは示されていない。コミュニケーション能力の涵養に、模擬コミュニケーション的の活動が有効か、音韻学習が有効か、語彙学習が有効か、日本の学校教育における英語学習の現実に即した本質的な再検討が求められている。

本発表では、Morishita (2013) で報告した統語的プライミング実験のデータの質的再分析を行うことを通じて、日本人英語学習者の動詞の下位範疇化情報処理について検討する。現在、より多様な到達度・動機付けの学習者からデータ収集を行うなど、継続的な調査を実施しているが、統語的プライミングの英語運用能力向上に対する寄与を明らかにし、日本人英語学習者にとってより効果的な英語学習活動についての示唆を得ることを目的として、研究を進めている。

2. 統語的プライミング

プライミングとは、人間の脳内言語処理プロセスにおいて、直前に受容・産出した語彙・統語構造・音韻情報を再利用する傾向を指す。言語処理研究の分野では、メンタルレキシコン内の統語表象の調査を目的に、統語的プライミングを使用した心理言語学的実験がさかんに行われており、幼児の言語習得過程・さまざまな言語の運用・二言語間でも統語的プライミングが観察されているが、特に外国語学習者を対象とした先行研究では、統語的プライミングを言語学習に応用できる可能性が示唆されており (McDonough, 2006; Morishita, 2012; Morishita & Chang, Accepted ほか), 日本人英語学習者のリアルタイムでの言語処理能力の向上に寄与することが期待される。

3. 実験

Morishita (2013) では、インタラクティブな状況における統語的プライミングの傾向を見ることを目的に、スクリプト付きインタラクシオントスクを用いた統語的プライミング実験を行った。Pearson Knowledge Technologies が運用する英語リスニング・スピーキング自動試験 Versant English Test のスコアを使用して、英語の習熟度別に 3 群に分けた日本人英語学習者 54 名、および英語母語話者 17 名を対象とした。

教材作成支援ウェブサイト (国際交流基金日本語国際センター) の教材用素材集から、与格/二重目的語 (PO/DO) 構文、能動/受動態構文の産

出をターゲットとした絵，およびフィラーの絵を各 32 枚，計 96 枚選定し，パワーポイントで 4 種類のテストを作成した．実験協力者 (Participant) は，実験者 (Experimenter) と向かい合い，PC 画面に 1 枚ずつ現れる絵を，その下に呈示される動詞を用いて交互に描写した (図 1)．

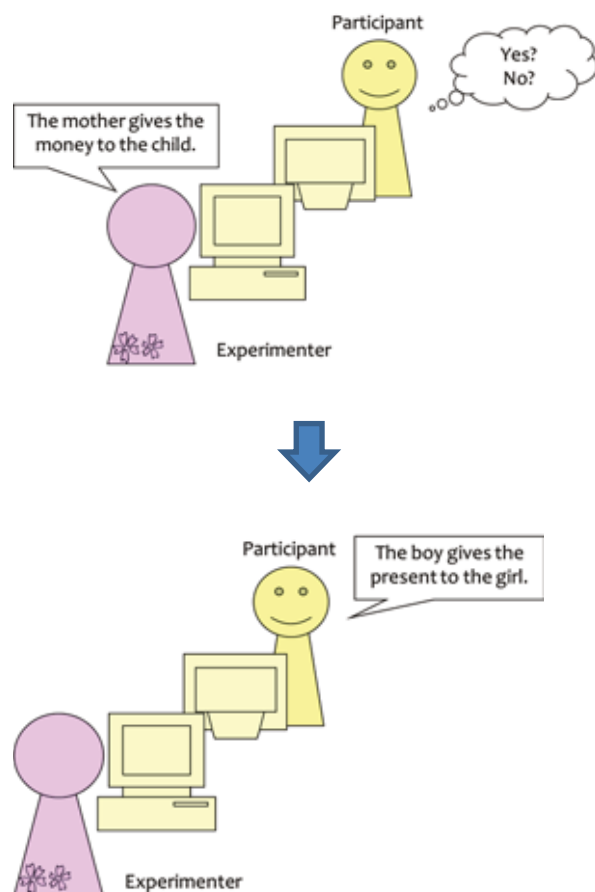


図 1 実験イメージ図

実験協力者に対しては，picture matching task における正誤判断をどのぐらい速く正確に行うことができるかを調査することが実験の目的であると説明したが，実際には両者間で絵はすべて同じであり，実験者は常にプライム文 (スクリプト) を読み上げていた．実験協力者の発話は，IC レコーダーで録音後，書き起こし，すべての回答を，「プライミング効果あり (プライム文と同一構文を産出した場合)」，「プライミング効果なし (もう一方の構文を産出した場合)」，「その他 (どちらにも当てはまらない場合)」に分類し，3 元配置分散分析による統計分析および多重比較を行った．

上位群と中位群では，PO 構文 (The boy gives the present to the girl. など) のプライミング率が DO 構文 (The boy gives the girl the present. など) よりも有意に高く，文完成課題 (モノログ) を用いた先行研究における日本人英語学習者の統語的プライミング傾向と合致する結果となった (Morishita, 2011 ほか)．EFL 環境に置かれている日本人英語学習者は，日常的に英語に触れる機会が少なく，教科書などで使用される構文も限られているため，DO 構文に対する接触が不足していることが，その一因と考えられる．また，日本語では一つの動詞に対して複数の「を格」目的語が前接することがない (中本, 2006 ほか) ため，DO 構文よりも PO 構文になじみやすいなど，母語の影響を反映している可能性も検討すべきである．さらに，本実験では，tell や give の場合に他の動詞との比較で DO 構文を使用する傾向が大きいなど，動詞によって統語的プライミングの傾向が異なっていることも明らかになった．このことは，日本人英語学習者が大学入学までに接する機会が多いと思われる検定教科書を中心とするさまざまな英語教材における動詞の出現頻度や，これによる統語的親密度の影響を検討すべきであるという示唆を与える．

英語母語話者の場合は，プライム文の動詞とターゲットの絵で指定された動詞が同じときの方が異なるときよりもプライミング率が有意に高かったが，習熟度に関わらず，日本人英語学習者にはこの傾向は見られなかった．このことは，英語母語話者の場合，インタラクションにおいて，対話者同士が同じ語彙や表現を使用することによって相互理解を深める傾向 (Alignment theory; Pickering & Garrod, 2004) があることを裏付ける結果となった．一方，日本人英語学習者の場合は，カバータスクとしての picture matching task において，意味処理よりも統語処理が優先され，プライムとターゲットの動詞の異同に注意を向けることができないなど，自動化が不十分なための並行処理上の制約 (阪井ほか, 2010; 原田ほか, 2010; Takano, 2012) が大きく働いた可能性も考

えられる。

4. 考察とまとめ

これらの実験結果が、日本人英語学習者の英語習得状況について何を示唆するか、いくつかの重要な検討課題がある。特に、多くの学習者が動詞の下位範疇化情報を十分に獲得していないことが予想される。今回の実験で示されたような PO/DO 構文などのプライミング率における習熟度の差に限らず、自動詞と他動詞をはじめとする下位範疇化情報の学習が不十分であるため、自発的発話・作文などの産出に置いて、“discuss about” などの誤用が見られることは、古くから広く報告されている。こうした動詞の下位範疇化情報学習の不徹底の原因には、いくつかの要素が考えられる。

- 中学校・高等学校における英語の学習時間が不十分であり、動詞ごとの個別的な（語彙依存の）下位範疇化情報を学ぶ余裕がない。
- 上記との関連で、教科書が薄く、多様な動詞についてそれぞれ下位範疇化情報を獲得するのに十分な例文に触れる機会がない。
- 特定の下位範疇化（動詞形）パターンの動詞に触れる数が少なく、般化せぬまま個別的な動詞についての知識にとどまっている可能性が考えられる。
- 語彙の学習において、英単語一語と訳語一語の対応で済ませようとするため、下位範疇化パターンまで意識されることがない。
- 例文または用例（文までの長さはなくとも、複数の語で下位範疇化パターンなどが把握できるような語列）を学ぶ習慣が薄い。
- 『コミュニケーション重視』の教育方法・学習方法が重視され、文法・語法を学ぶ機会が十分に確保されていない。

こうした様々な可能性のいずれが、どの程度寄与しているかを明らかにすることは、必ずしも容易ではなく、また、英語学習改善への実践的方略としては、個別の原因を特定することができずとも、包括的な対応策を取ることで現状からの脱却を図ることができると思われるが、一方で心理言

語学的な実験による調査も、引き続き必要である。

参考文献

- [1] McDonough, K. (2006). Interaction and syntactic priming: English L2 speakers' production of dative constructions. *Studies in Second Language Acquisition*, 28, 179-207.
- [2] Morishita, M. (2011). How the difference in modality affects language production: A syntactic experiment using spoken and written sentence completion tasks. *JACET Journal*, 53, 75-91.
- [3] Morishita, M. (2012). How training with syntactic structures affects syntactic priming during the language production of novice Japanese EFL learners. *Journal of the Japan Society for Speech Sciences*, 13, 41-63.
- [4] Morishita, M. (2013). The effects of interaction on syntactic priming: A psycholinguistic study using scripted interaction tasks. *Annual Review of English Language Education in Japan*, 24, 141-156.
- [5] Morishita, M., & Chang, F. (Accepted). *Using structural priming to promote implicit learning of elementary-level Japanese EFL learners*. Paper session presented at the Cross-linguistic Priming in Bilinguals: Perspectives and Constraints, Nijmegen, the Netherlands.
- [6] Pickering, M. J., & Garrod, S. (2004). Toward a mechanistic psychology of dialogue. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 169-226.
- [7] Takano, Y. (2012, October) *Foreign language side effect: Temporary decline of thinking ability*. Paper session presented at ICPEAL 2012: The 14th International

Conference on the Processing of East Asian Languages, Nagoya University, Japan.

- [8] 阪井和男・栗山健「複合課題遂行時の知的能力の限界効用について」第53回次世代大学教育研究会，次世代大学教育研究会・早稲田大学 MNC 教育の情報化：連携と支援研究部会共催，早稲田大学 14 号館 603 教室，2010 年 12 月 18 日.
- [9] 中本 敬子・李 在鎬・黒田 航 (2006). 日本語の語順選好は動詞の意味に還元できない文レベルの意味と相関する：心理実験に基づく日本語の構文研究への提案 [PDF]. In 認知科学（特集:言語理解），Vol.13, No.3, pp. 334-352.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcss/13/3/13_3_334/_pdf
- [10] 原田康也・前坊香菜子・坪田康・壇辻正剛「外国語の口頭運用時における数的処理について」第53回次世代大学教育研究会，次世代大学教育研究会・早稲田大学 MNC 教育の情報化：連携と支援研究部会共催，早稲田大学 14 号館 603 教室，2010 年 12 月 18 日.

日本語拍の音象徴における視覚・「聴覚」・身体感覚の関係性

The Relationship between Visual, Sound Image, and Somatic Sensation in Sound Symbolism of Japanese Morae

吉見 紫彩[†]
Shisa Yoshimi

[†]神戸大学大学院人間発達環境学研究科
Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University
y.shisa@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to examine relationship between visual, sound image, and somatic sensation in sound symbolism of Japanese morae. Therefore, a survey was carried out to ask sound symbolism from somatic sensation on pronouncing Japanese morae, and compared with pre-study (Yoshimi, 2012). I elucidate significant difference of sound symbolism between visual, sound image, and somatic sensation in some Japanese morae. I report some interesting findings on Japanese sound symbolism characteristics, such as the high correlation with visual, sound image, and somatic sensation on "inorganic - organic". On the other hand, "tranquillo - rough" has the high correlation only with somatic sensation.

Keywords — Sound Symbolism, Japanese Morae, Cross-Modality, Visual, Sound, Somatic Sensation

1. はじめに

音象徴 (sound symbolism) とは、ガ行の音は力強い、パ行の音は元気良いといったように、「音声がかたまらそれを含む特定の語の固有の意味とは別の象徴的な意味、すなわち一般に想定されている語と意味の慣習的な関係を超える意味を示唆する」[1]という現象である。例えば、「怪獣の名前には濁音が多い」「お菓子の名前は半濁音が売れる」といったような話を耳にしたことはないだろうか。

音象徴はその普遍性と応用性、生産性により、ネーミングシステムの開発や、企業や商品といったイメージ戦略のためのマーケティングに活用されている。今後は文字表記フォントのユニバーサルデザインや現行のネーミングシステムの進展、更に、乳幼児や外国人、失読症者の言語学習への応用から芸術表現や文学作品への理解、応用まで

様々な分野への新知見となることが期待される。

音象徴研究は言語学[2]や音声学[3]、心理学[4]から人類学[5]や発達・脳科学[6]、工学[7]、医学[8]にいたるまで、様々な分野において研究がなされている。

先行研究において、音象徴のメカニズムは図1に示すよう、文字としての視覚情報、音声としての聴覚情報、発声に伴う構音器官の運動といった身体感覚の情報と常に共起していると考えられている[4]。

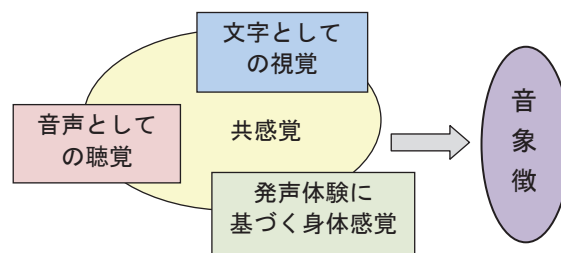


図1 音象徴のメカニズム

しかし、今日の音象徴研究は「どのような音がどのような印象を喚起するか」という点が中心であり、音象徴のメカニズムについて実証的に検証した研究は筆者の管見の限り未だ少ない。音象徴が視覚、聴覚、身体感覚からなる共感覚的なものであるなら、音象徴は音声としての聴覚だけでなく、字形（フォント）といった視覚や、発声・発音の際の身体感覚からの影響も受けられていると考えられる。音象徴への視覚からの影響が存在すれば、従来の研究の実験において、字形による印象への影響が考慮されていなかった点に問題が提起される。また、視覚、聴覚、身体感覚の音象徴に差異が存在すれば、字形や音声、発声・発音の印象の

差異による認知や記憶のしやすさへの影響が考えられる。これらが明らかとなれば、商品名やタイトルといった名前のおぼえやすさに活用できるだろう。さらに、「音声はどのように印象を喚起するのか」といった問題の解決への手掛かりとなるだろう。

そこで、著者[9]はまず日本語拍の音象徴における視覚と「聴覚」¹の印象に差異があるか、またどのような関係性をもつかを明らかにした。

日本人を対象とした、視覚と「聴覚」、身体感覚といった諸感覚が統合された状態の日本語拍の音象徴を評定し、主成分分析により日本語拍の音象徴が「無機質感 - 有機質感」「快適感 - 不快感」「静謐感 - 粗暴感」²の3つの音象徴特性をもつことを明らかにした。

また、日本語拍の視覚と「聴覚」の一致度が低いと考えられる外国人留学生を対象とした、視覚（字形を提示）と「聴覚」（国際音声記号を提示）が分離した日本語拍の音象徴を評定し、日本語拍の音象徴には視覚と「聴覚」で印象に差異があることが明らかとなった。その後、視覚と「聴覚」、身体感覚といった諸感覚が統合された状態の日本語拍の音象徴と、視覚と「聴覚」を分離した日本語拍の音象徴との相関性を分析し、3つ音象徴特性について、視覚と「聴覚」は程度の異なる関係性をもつことを明らかにした。

今回は日本語拍の音象徴における身体感覚の影響について検証を行ったのでその結果を報告する。

2. 調査

2.1 目的

日本語拍を発音する際の身体感覚から受ける印象を評価させ、その結果を著者[9]で得た諸感覚が

¹ 従来の音象徴研究では、調査において音声刺激を用いた場合、声の条件によって音象徴の効果が左右されることから、文字による音の提示で音声を想起させ、その音象徴を評定させることが多い。したがって本論文においても“聴覚とは、内的音声想起によって得られた感覚”と定義し、「聴覚」と表記するものとする。

² 「無機質感」は鉱物感や金属感、気体・液体に対する固有感を感じさせる印象、「快適感」は評価や心地よさに関する印象、「静謐感」はおとなしさや儚さに関する印象であり、「有機質感」「不快感」「粗暴感」はそれぞれの対となる印象である。

統合された印象、および視覚と「聴覚」が分離された印象と比較することで、音象徴が受ける身体感覚からの影響を探る。

2.2 手法

被験者は17歳から35歳の日本人24名（男性8名、女性16名、SD=3.14）。著者[9]で明らかとなった顕著な音象徴を有する日本語拍28拍のそれぞれについて、「無機質感 - 有機質感」「快適感 - 不快感」「静謐感 - 粗暴感」の3項目対に対して、実際に発音した際に身体感覚から受ける印象を7段階で評価させた。図2は調査票の例である。

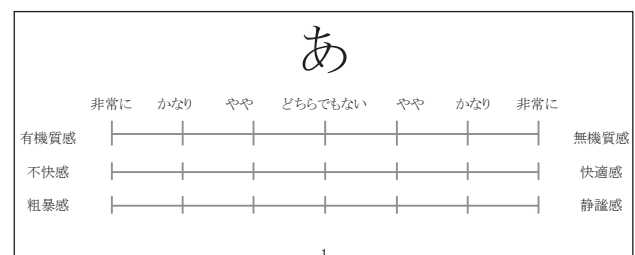


図2 調査票の例

2.3 結果と考察

評定結果を図2における右端を7点、左端を1点に得点化して分析を行った。

1) 3項目対において、刺激形式の違いが日本語拍の音象徴の評定に影響を与えているか、また、各刺激形式の評定に有意な差があるかを調べる。

著者[9]で得られた視覚および「聴覚」の評定値と、今回得られた身体感覚の評定値について、刺激形式を要因とした一元配置の分散分析を施した。その結果、「快適感 - 不快感」($F(2, 81) = 7.73, p < .01$)、「静謐感 - 粗暴感」($F(2, 81) = 5.27, p < .01$)の2項目対において主効果が得られた。多重比較 (Scheffe 法) では、「快適感 - 不快感」において、視覚と身体感覚 ($p < .01$)、「聴覚」と身体感覚 ($p < .05$) の間に有意差が得られた。「静謐感 - 粗暴感」においては、視覚と身体感覚 ($p < .05$) の間に有意差が得られた (図3)。

また、28拍それぞれについても同様に多重比較 (Scheffe 法) を行った (図4)。図中の丸で囲まれた拍は、有意差が得られた拍である。

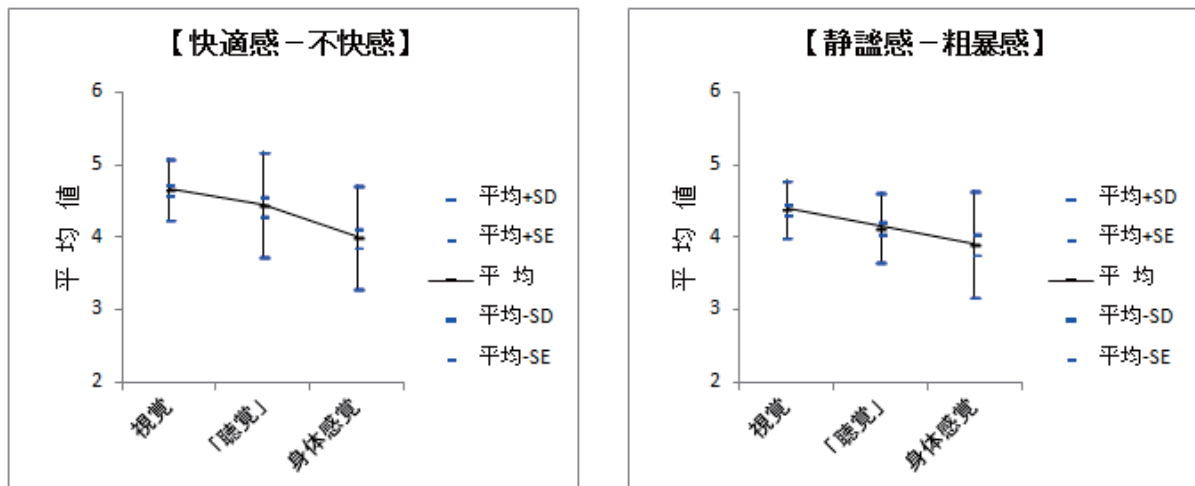


図3 「快適感-不快感」および「静謐感-粗暴感」における各刺激形式の平均値

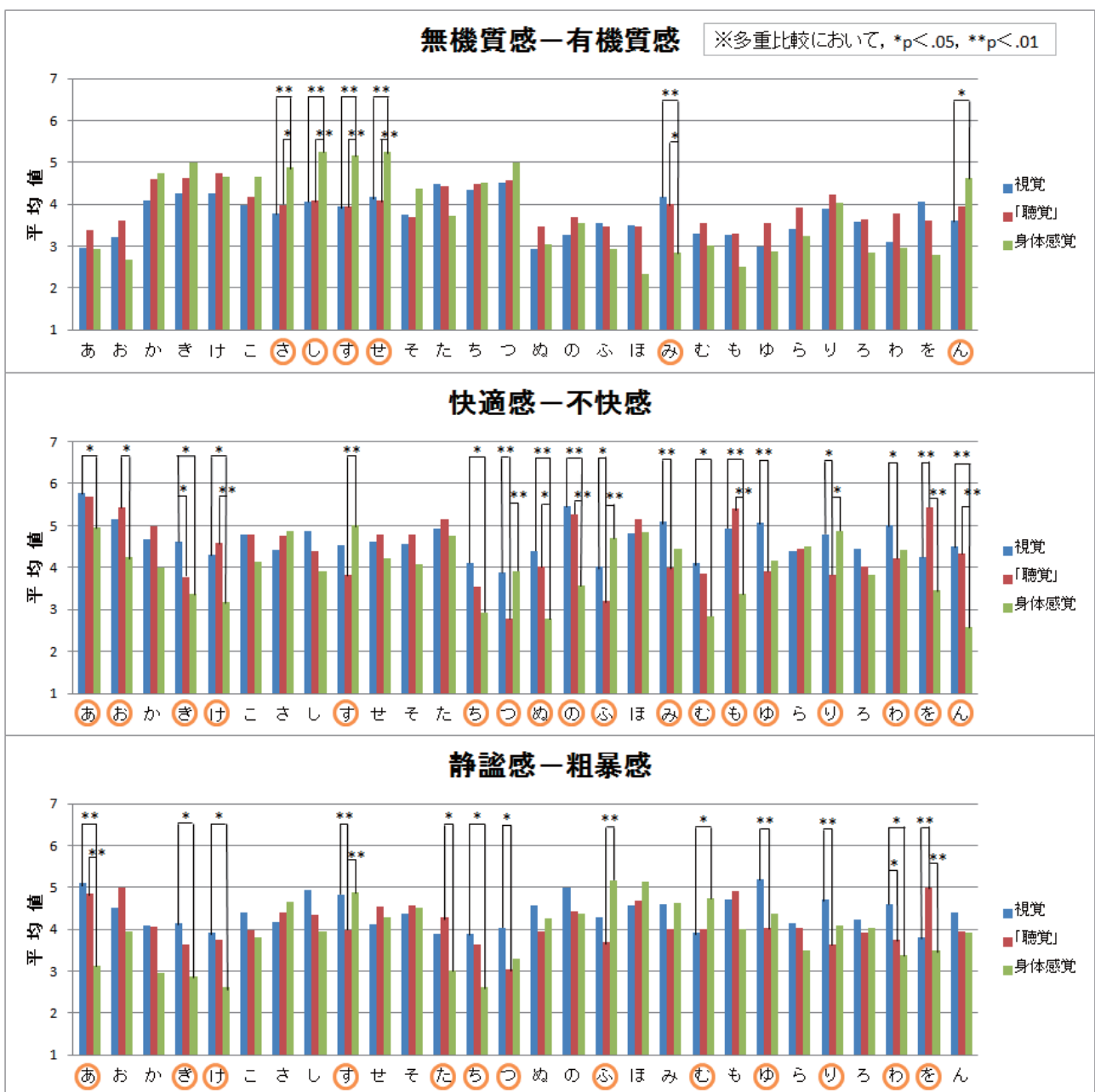


図4 3項目対における28拍の平均値と、刺激形式の間に有意差が得られた拍

分散分析の結果は、「快適感－不快感」「静謐感－粗暴感」において、刺激形式が日本語拍の印象評定に影響を与えることを示す。中でも身体感覚が視覚と「聴覚」よりも「不快感」を、視覚よりも「粗暴感」を強く感じることを示す。一方、「無機質感－有機質感」においては主効果が得られなかったことから、刺激形式が変化しても日本語拍の印象評定に影響は少ないと考えられる。

また、28拍の中で刺激形式によって有意差が得られた拍は、「無機質感－有機質感」では6拍、「快適感－不快感」では18拍、「静謐感－粗暴感」では13拍であった。この結果からも、「無機質感－有機質感」は刺激形式による印象差は少ないといえる。

視覚－身体感覚の間に有意差の得られた拍は21拍、聴覚－身体感覚の間に有意差の得られた拍は21拍、視覚－聴覚の間に有意差の得られた拍は14拍であった。身体感覚と他感覚との間に印象差がでやすいと考えられる。「無機質感－有機質感」においては、どの拍についても視覚－聴覚の間に有意差の得られず、視覚－聴覚の印象が合致しやすいと考えられる。

2) 次に、視覚、「聴覚」、身体感覚といった諸感覚が統合された状態の日本語拍の音象徴に、視覚、「聴覚」、身体感覚を分離した状態の日本語拍の音象徴がどの程度関係をもつかを調べる。著者[9]で得られた28拍それぞれの3項目対に関する主成分得点と、今回得られた身体感覚の評定値との相関係数を求めた。相関係数およびt-検定の結果を、視覚と「聴覚」の結果とあわせて表1に示す。

表1 3項目対における各刺激形式の相関係数およびt-検定の結果

相関係数	視覚	「聴覚」	身体感覚
無機質感－有機質感	0.75**	0.84**	0.77**
快適感－不快感	0.59**	0.20**	0.79**
静謐感－粗暴感	0.19**	-0.03**	0.62**

*p<.05, **p<.01

「無機質感－有機質感」の音象徴は、視覚と「聴

覚」、身体感覚のいずれともかなり強い関係をもっているといえる。

「快適感－不快感」の音象徴は、身体感覚とは関係が強く、視覚とも関係しているが、「聴覚」との関係は弱いといえる。

「静謐感－粗暴感」の音象徴は、身体感覚と関わっているが、視覚と「聴覚」はほとんど関係がないといえる。

より詳しく見るため、著者[9]で得た3項目対における特徴的な拍との相関をみる。特徴的な拍とは、主成分分析において主成分得点の高かった拍である。「無機質感－有機質感」では「か」「き」「け」「さ」「す」「せ」「た」「つ」「ぬ」「の」「ふ」「ほ」「む」「も」「ゆ」「り」「を」の17拍、「快適感－不快感」では「あ」「こ」「ち」「の」「ふ」「ほ」「み」「む」「ろ」「わ」「を」「ん」の12拍、「静謐感－粗暴感」では「あ」「か」「し」「す」「そ」「ら」「わ」の7拍であった。

この3項目対における特徴的な拍の主成分得点と、今回得られた身体感覚の評定値との相関係数を求めた。相関係数およびt-検定の結果を、視覚と「聴覚」の結果とあわせて表2に示す。

表2 特徴的な拍について、3項目対における各刺激形式の相関係数およびt-検定の結果

相関係数	視覚	「聴覚」	身体感覚
無機質感－有機質感 (17拍)	0.84**	0.91**	0.90**
快適感－不快感 (12拍)	0.66**	0.29**	0.87*
静謐感－粗暴感 (7拍)	0.34*	0.12*	0.89*

*p<.05, **p<.01

全ての結果において、特徴的な拍についての相関係数は全体の拍についてのものより高かった。

特徴的な拍に注目すると、「無機質感」には前舌母音、無声子音の拍が多く、「有機質感」には後舌母音、有声子音の拍が多いことがわかる。また、「不快感」においても後舌母音、有声子音の拍が多い。「静謐感」ではサ行の拍の主成分得点が高く、「粗暴感」では母音が「あ」の拍の主成分得点が高かった。

先行研究において、子音の有声性、母音の前舌・後舌性、母音の開口度等の口内の動きが大きさの印象を形成する要因となることが示されている[10].

今回全ての項目対において身体感覚の相関が高いのは、「無機質感-有機質感」についても、子音の有声・無声に伴う口内の唾液の多少、「静謐感-粗暴感」についても、開口度に伴う呼吸量や舌の動きの大小といった点で影響を受けているのかもしれない。また、著者[9]において発音のしやすい拍ほど快適感を感じるということが示唆されている。「快適感-不快感」において身体感覚の相関が高かったことは、先の研究結果を後押しするだろう。

4. 全体考察

本調査では、音象徴の先行研究[4]における「文字としての視覚形態情報、音声としての聴覚的情報、発声に伴う構音器官の運動といった身体感覚的情報と常に共起している」という仮説をもとに、視覚、「聴覚」、身体感覚からうける日本語拍の音象徴を比較し、その関係を明らかにした。

1) 分散分析および多重比較の結果、「快適感-不快感」においては視覚-身体感覚、「聴覚」-身体感覚の間に、「静謐感-粗暴感」においては、視覚-身体感覚の間に印象の差異があることが明らかとなった。一方、「無機質感-有機質感」の印象は、視覚、「聴覚」、身体感覚から得られる印象が合致しており、諸感覚が密接に結びついて印象を共起しているといえる。この項目対において視覚、「聴覚」、身体感覚といった諸感覚を分離することは難しいだろう。また、28拍の中で印象に差異のある拍が明らかとなった。この結果はフォントのデザインの改善等に応用できるだろう。

2) 相関性の分析の結果、日本語拍の音象徴において、視覚、「聴覚」、身体感覚は3つの音象徴特性によって、それぞれ程度の異なる関係性をもつことが明らかとなった。図5のように「無機質感-有機質感」においては「聴覚」>身体感覚>視覚、「快適感-不快感」においては身体感覚>視覚、「静謐感-粗暴感」においては特に身体感覚が、

その印象の形成に強い影響を及ぼしていると考えられる。

以上の結果から「文字としての視覚形態情報、音声としての聴覚的情報、発声に伴う構音器官の運動といった身体感覚的情報と常に共起している」[4]という仮説を検証すると、「無機質感-有機質感」においては適当だと考えられるが、「快適感-不快感」および「静謐感-粗暴感」においては、「文字としての視覚形態情報、音声としての聴覚的情報」が常に共起しているとはいえない。この結果は今後「音象徴がどのように喚起されるのか」という問題への示唆となるだろう。

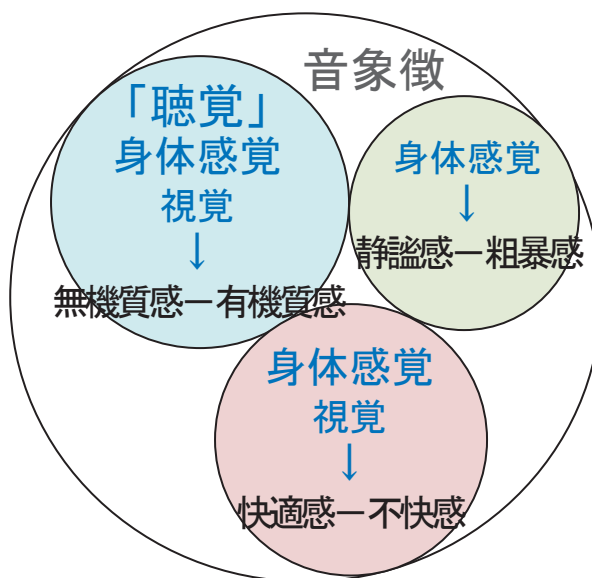


図5 日本語拍の音象徴の形成イメージ

また、日本語拍の発音の際に身体感覚から受ける印象を自由記述させる調査において、方向性(上下や前奥等)に関わる回答が多く見られた。本調査ではそれについての考察は加えていないが、音象徴が「方向性」をもつという先行研究はこれまでなされておらず、有意義な知見を得られる可能性があるため、現在実験を準備中である。

今回の研究では、視覚、「聴覚」、身体感覚の印象がなるべく分離するよう実験をデザインし考察したが、完全にこれらを分離するのは簡単ではない。今後、視覚、聴覚、身体感覚の印象差をより詳細に議論するには、これらを完全に分離する、より精密な調査方法の開発が必要である。

参考文献

- [1] 田守育啓・ローレンス・スコウラップ, (1999), “オノマトペ —形態と意味—”, くろしお出版.
- [2] 芳賀純, (1976), “意味微分法による清音と濁音の比較 (II): 「ハ」「パ」「バ」について”, 文藝言語研究言語篇 (筑波大学), Vol. 1, pp. 65-82.
- [3] 大石弥幸・松本鉄兵・浅井淳・三品善昭, 純音のピッチと擬音語表現の関係, (2003), 電子情報通信学会技術研究報告. TL, 思考と言語, Vol. 103, No. 307, pp. 1-4.
- [4] 平田佐智子・浮田潤, (2008), “音韻象徴・音象徴と身体性—言語認知過程研究をベースとした実験的アプローチの提案—”, 人文論究(関西学院大学), Vol. 58, No. 2, pp. 49-63.
- [5] バーリン・ブレント, 篠原和子, 川原繁人訳, (2005, 2006), “動物名称にみられる共感覚的音象徴”, (<http://www.rci.rutgers.edu/kawahara/pdf/BerlinTrans.pdf>), (2013. 7. 1 現在閲覧可).
- [6] 坂本真樹・小野正理・清水祐一郎, (2012), “痛みを表すオノマトペを用いた問診支援システム”, (<https://kaigi.org/jsai/webprogram/2012/pdf/622.pdf>), 2013. 7. 1 現在閲覧可).
- [7] 小松孝徳・秋山 広美, (2009), “ユーザの直感的表現を支援するオノマトペ表現システム”, 電子情報通信学会論文誌. A. 基礎・境界, Vol. J92-A, No. 11, pp. 752-763.
- [8] 村井紀彦・高橋由佳・井口福一郎・谷口善知, (2011), “めまい・平衡障害症状の表現における音象徴語”, *Equilibrium research*, Vol. 70, No. 4, pp. 223-229.
- [9] 吉見紫彩, (2012), “外国人留学生の日本語拍の音象徴における視覚と聴覚イメージの関係性”, 日本感性工学会論文誌, Vol. 12, No. 1, pp. 157-166
- [10] Shinohara, K. & Kawahara, S., (2010), “A crosslinguistic study of sound symbolism:

The images of size.”, *Proceedings of the 36th Annual Meeting of Berkeley Linguistics Society*.

推論課題における「心の理論」の志向意識水準の操作に伴う 意思決定の変化

Change of Decision-making accompanying operation of “Theory of mind” in reasoning subject

時田 真美乃[†], 平石 界[‡]
Mamino Tokita, Kai Hiraishi

[†]信州大学, [‡]安田女子大学
Shinshu University, Yasuda Women's University
m_tokita@shinshu-u.ac.jp

Abstract

The “Monty Hall problem” is a well known probability puzzle in which a player tries to guess which of three doors conceals a desirable prize. After an initial choice is made, one of the remaining doors is opened, revealing no prize. The player is then given the option of staying with their initial guess or switching to the other unopened door. Most people opt to stay with their initial guess, despite the fact that switching doubles the probability of winning. We had hypothesized that when the problem is presented as an interpersonal problem solving, people would employ “theory of mind” to solve the problem. In order to test the hypothesis, we constructed an “inter-personal” MHP, in which the host of the prize game sometimes intentionally did not offer the door-changing option after showing one of the remaining doors was empty. It was shown that participants predominantly employed the ToM but the statistical-reasoning on the inter-personal MHP. Current study extended the preceding studies and examined to what extent the predominance of ToM could go. Specifically, We looked at the changes of the responses when mind reading was made very difficult; Participants needed to use 5th intention consciousness level, compared to 4th intention consciousness required in the preceding study, to solve the problem as an mind-reading-problem. Our findings were twofolds.. First, we the rates of ToM responses were lower on the problem that required 5th intention consciousness level. Second, higher rates of responses that used simple probability judgment were observed on such problem. These results revealed that people do not give unconditional priority to reasoning by the theory of mind on inter-personal MHP. Rather, people employ relatively “Fast” reasoning depending on the structure of the problem, though that does not necessarily leads to correct/rational responses. Future works are need to clarify what has happened when the switching of reasoning strategies occur.

Keywords — theory of mind, decision-making, reasoning, probability judgement,

1. はじめに

複数の推論の使用が可能な場面において、人がある推論を優先される仕組みはどのようになっているだろうか。

本稿で題材にする元の課題である Monty Hall Problem(以後 MHP とする)は、反直観的な解をもつことで知られたベイズ型推論課題の1つである。MHPは、出題者が3枚のドアのうち1枚に当たりがあることを知った上で、回答者にドアを1枚選択させ、その後、残りの2枚のドアのうちハズレのドアを提示し、さらに回答者へ残されたドアへの選択変更の提案をし、最終回答を得るというものである。回答者に当たりが選択される確率論による最適解は、「ドアを変更する」というものであり、選択変更した場合の当たる確率は2/3であるのに対し、選択変更をしないで最初のドアの選択を維持する場合の当たる確率は1/3となる。このMHPについて、なぜ多くの人合理的な解答をしないかについて、最初の選択を変えたくないという反事実思考や、基準率の無視などについて、言及されてきた[1]。

また、Kahneman&Frederickによる二重過程理論[2]では、人間の推論をシステム1とシステム2に分けたモデルを提唱した上で、基準率無視は、

直感的で速い思考であるシステムⅠ（ファスト）が、思慮深いシステムⅡ（スロー）より優位になるからだという説明を展開している。

筆者らは、これらの研究について、もし人が進化的に「機能特化」した推論をもっているとするならば、それは、二重過程理論とどのような関係性があるのか、それは単純に“ファスト”な思考であると結論づけてよいのか、また、多くの人が合理的でない回答をするような課題は、人がその課題を別の適応課題を解く課題として認識していて、その適応課題に機能特化した「推論」を発動させている可能性もあるのではないかと考え、使用される推論の“優先度”を確認する研究を実施してきた。

先行研究[3]による実験では、出題者の選択変更の提案である「変えてもいいですかどうしますか」という台詞を言ったり言わなかったりするという前提の変形を行い、出題者の心理を読む推論を可能性判断の情報に加え調査し、確率判断の情報と心の理論の情報の2種類の情報の入った課題において、人は心の理論を優先させて回答するという結果を得た。そして、同じ論理的構造でも、コンピュータが出題者である場合は、心の理論の推論は優位に活性化されない結果を得た。

また、先行研究[4]による実験では、簡易確率版の課題との比較も行い、明らかに2/3であるドア2枚と交換する条件においても、出題者の「言ったりいわなかったりする」行動を引き金とした相手の心理を読む推論を、優位に活性化することを示した。

2. 本研究の目的

本研究は、先に述べた一連の研究の大きな目的の中で、心の理論が優位に活性化される条件について整理し、「機能特化」した推論がもしあるとするならば、二重過程理論のモデルとどのように対応するのかについて、まず「心の理論」の難易度をあげた課題を用いて基礎的な調査をすることを目的とした。

したがって、本研究の確認事項は次に述べる2点となる。

確認事項1) 心の理論の推論が高負荷な場合の回答率の変化を確認する。

確認事項2) 心の理論の推論が高負荷な場合、メタ認知が関与するのかについて確認する

3. 本研究の目的の検証内容

3. 1. 課題の準備

先行研究[3]では、標準課題、2次信念入り課題、4次信念入り課題の3課題続けて回答を求めた。本研究では、先行研究の標準課題、2次信念入り課題の後に、5次信念入り課題を実施した。先行本研究の5次信念入り課題の解答を比較した。課題の詳細について以下に説明する。

文脈の解答者がはじめにドア1枚(A)を選択した後で、出題者が「残されたドア(B,C)のうち、ハズレは1つあるのでそれを教えます。Bはハズレです」と空のBのドアを開け、「ドアを変えてもいいですがどうしますか」と選択をし、回答者が「変える」選択をする。2次信念入り課題では、出題者がこの台詞を言うときと言わないときがあると、5次信念課題では回答者が変わり、新しい回答者は前回のゲームの回答者から「この出題者は台詞を言ったり言わなかったりしている」という情報を入手するが、この情報を入手するときの会話が実は出題者に聞こえている条件となる。さらに会話がマコトさんに聞こえていたことをこの新しい回答者は知っていることを記載する。

5次信念入り課題についての以上の説明を図解で表現したものが、図1および図2となる。

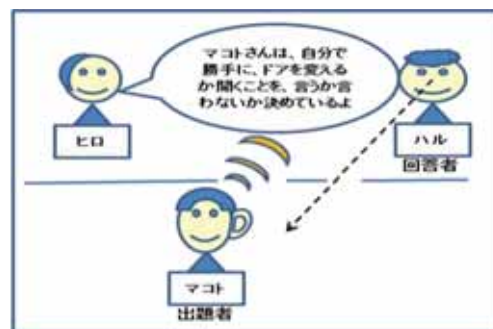


図1 5次信念入り課題(前提条件)の図解

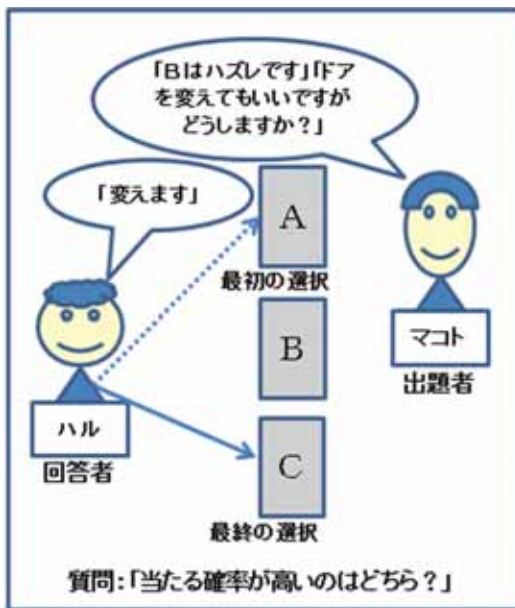


図2 5次信念入り課題(本文) の図解

2次信念入り課題については、もし、この課題で相手の意図を読む推論が使用されるならば、出題者(マコトさん)は、「最初に回答者(ヒロさん)が当たりのドアを選んだら台詞をいい、最初に当たりのドアを選ばなかったら台詞を言わない」と考えるはずである。この推論は、他者(出題者)の信念の理解を必要とし、その信念の理解は、心の理論の2次の志向意識水準の構造を持つ。心の理論の2次の志向意識水準とは、「私は、『あなたはこう思っている』と思う」という相手の信念を2段階の入れ子構造で理解するものであり、この2次信念入り課題では、「私(被験者)は、『マコトさん(出題者)は、ユウさん(回答者)が最初当たりのときだけ「変えますか?と聞こうと思っている』と思う。」という推論を使用することに、対応する。

同様に、5次信念入り課題も同様に説明する。もし、この課題で相手の意図を読む推論が使用されるならば、出題者(マコトさん)は、「回答者(ハルさん)はが最初の選択で「当たり」のときだけ「変えますか?」と聞いていたと思われるが、その手の内がバレたために、「変えますか?」と言うと逆に変えなくなるだろうと思った可能性があり、そう考えると、回答者(ハルさん)が最初に選択したドアはおそらくハズレで、選択を変えた回答

者(ハルさん)の方が当たる可能性が高くなる、と考えるはずである。この推論は、他者(出題者)の信念の理解を必要とし、その信念の理解は、心の理論の5次の志向意識水準の構造を持つ。心の理論の5次の志向意識水準とは、「私は、『あなたは、『私は、『あなたは、『私が、こう思っている』と思っている』と思っている』と思っている』という相手の信念を5段階の入れ子構造で理解するものであり、この5次信念入り課題では、「私(被験者)は、『ハルさん(回答者)は、『マコトさん(出題者)は、『ハルさん(回答者)は、『マコトさん(出題者)は、ハルさん(回答者)が最初当たりのときだけ「変えますか?」と聞こうと思っている』と思っている』と思っている』と思っている』という推論を使用することに、対応する。

被験者に、当たる可能性が高いのは、回答者、出題者、同じのいずれだと思ふかの選択をしてもらい、その理由を記載する自由回答欄を用意した。

また、3課題実施後に3課題それぞれ振り返って、各自が記載した自由理由に対応する思うものを選択して○を付ける用紙を用意した。選択回答は、A,Cそれぞれのドアの当たる確率が1/2だとする確率判断が記載されたもの、A,Cそれぞれのドアの当たる確率が1/3,2/3だとする確率判断としての正解の判断が記載されたもの、志向意識水準の構造に沿った心の理論としての正解の判断が記載されたもの、最初の選択を変えたから反事実思考を記載したもの、その他、の合計5つ用意した。

そして、次に3課題目の自身の思考についてのメタ認知を問う設問を3種類用意した。設問1は、最後の問題を解くにあたり、特に意識したものに○をつけるというもので、選択肢は次の5つとした。問いに対する正解は何か、質問紙に登場する人物の心の状態、確率計算、自身の思考プロセス、その他、である。設問2は、最後の問題を解く際、特に思考で使用したと思われる機能を選択するもので、選択肢は次の10個とした。言語、イメージ、映像、感情、想像力、数字、計算、記憶、直

感, その他, である. 設問 3 は, 自身の思考の過程をふりかえって思ったことの自由記述欄を用意した.

3. 2. 確認事項 1 の検証項目

確認事項 1 を検証するために, 下記の 2 点を確認することとする. 1 点目は心の理論の回答率の変化であり, 2 点目は確率判断の回答率の変化についてである. 5 次信念課題におけるその回答率を, 4 次信念課題と比較して確認する.

3. 2. 確認事項 2 の検証項目

確認事項 2 では, 確認事項 1 で回答率が多い内容についてメタ認知の解答に, どのような回答を選択したものが多いかを確認する. またメタ認知については, 自由回答において, そのメタ認知的な記述があるかを確認する. メタ認知の定義や概念は研究者間で様々であるが, Brown(1984)[5]の定義による, 認知についての知識であるメタ認知的知識と, 自己の認知をモニターしたりコントロールしたりするメタ認知的活動から構成されているという見解に基づき, 自由回答を調査して傾向を掴む.

4. 検証結果と考察

4. 1. 確認事項 1 の検証結果と考察

質問紙には学生 138 名が回答した. 回答時間は全て 5 分とした. 結果は, 表 1 に示す. また, 同様の条件で 3 つ目の課題が 4 次信念入り課題とした別の群の 109 名に実施した先行研究の結果は表 2 に示す.

表 1 5 次信念入り課題を含めた回答率

	標準課題	2次信念入り	5次信念入り
回答者	12.3	9.4	42.0
出題者	20.2	60.1	8.7
同じ	67.4	30.4	49.2

表 2 4 次信念入り課題を含めた回答率 ([3])

	標準課題	2次信念入り	4次信念入り
回答者	10.0	4.6	11.0
出題者	33.0	67.9	60.6
同じ	56.9	27.5	28.4

まず, 表 1 の通り, 5 次信念入り課題についての結果は, 各回答率は「回答者」, 「出題者」, 「同じ」の順で 42. 0%, 8. 7%, 49. 2% となった. 回答内で統計的に有意差があることをカイ二乗検定で確認した. ($\chi^2 = 54. 2398$ $p < 0. 000$)

また, 標準課題と 2 次信念入り題については, 先行研究 (表 2) との群間比較を行い, 有意差がないことをカイ二乗検定にて確認した. (標準課題 $\chi^2 = 4. 172$, $df = 2$, $p = 0. 124$, 2 次信念入り課題 $\chi^2 = 1. 692$, $df = 2$ $p = 0. 4291$) そして, 先行研究と同様に, 標準課題と 2 次信念入り課題について, 被験者内要因であるので 2 課題のクロス集計をとり, McNemar 検定を行ったところ, 有意差が示された. (McNemar's $\chi^2 = 53. 7394$, $df = 3$, $p < 0. 001$)

課題の検証結果について確認すると, 5 次信念入り課題において, 標準課題, 2 次信念入り課題と比較して, 「回答者」と回答をする比率が, 42. 0% にまで増えた. 理由の記載を確認すると, その回答はベイズ的推論に基づくものではなく, 心の理論を使用して回答していた. (McNemar's $\chi^2 = 66. 0889$, $df = 3$, $p < 0. 001$) また, 4 次信念入り課題と比較した回答率についても統計的な有意差が確認された. ($\chi^2 = 77. 480$, $df = 2$, $p < 0. 001$)

心の理論としての正解を選択した回答は, 4 次信念入り課題では, 60. 6% であったのに対し, 5 次信念入り課題では, 42. 0% に減少した. また, 自由回答を基にした選択回答から, 本当に心の理論の志向意識水準を使用していたものを確認したものを, 図 3 に示す.

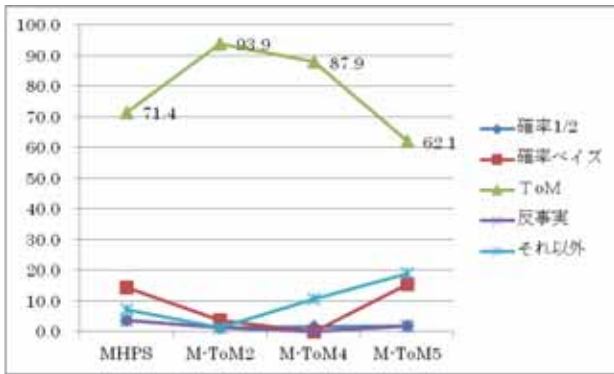


図3 ToMを使用した回答率の比較 (%)

図3において、横軸は課題に入る志向意識水準の難易度とした。それぞれ、標準課題はMHPS、2次信念入り課題はM-ToM2、4次信念入り課題はM-ToM4、5次信念入り課題はM-ToM5を表し、縦軸はそれらの回答率を示した。この結果から、心の理論解は87.9%から62.1%に減ったことを示された。

次に、確率判断について確認する。「同じ」を選択した回答率については、4次信念と比較して、5次信念入り課題の方が低く、また5次信念入り課題では、「同じ」と回答するものが4次信念入り課題の28.4%と比較し、49.2%に増えていた。

また、自由回答を基にした選択回答から、本当に確率判断を1/2と考えて選択したものを確認した結果を、図4に示す。横軸、縦軸については、図3と同様となる。

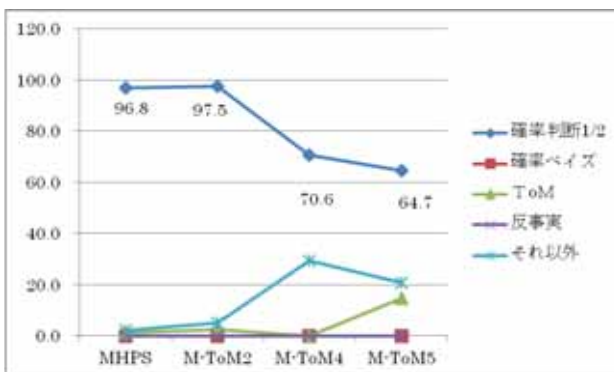


図4 確率判断(1/2)を使用した回答率の比較 (%)

この結果は、確率判断1/2の解は、70.6%から64.7%に変化しており、4次信念と同様に、「同

じ」と回答しながらも、心の理論を使用した上で、「同じ」と判断したものが上昇していることがみえる。

4.2. 項目2の検証結果と考察

次に、メタ認知的な回答についての設問1の解答を確認する。その結果と5次信念入り課題の回答との関係を表3に示す。

表3 5次信念入り課題におけるメタ認知設問1の回答率 (%)

	問いの正解	人物心理	確率計算	自身の思考	その他
	12.2	43.0	27.0	12.0	0.5
解答者	4.4	21.1	8.9	4.4	1.1
出題者	1.1	2.2	0.0	2.2	1.1
同じ	6.7	20.0	17.8	4.4	3.3

この結果から、5次信念入り課題を実施した場合に登場人物の心理について最も注意していたと答えたものが43.0%と最も多く、回答率に有意差が示された。(χ²=55.897, df=4, p<0.001)

また、次に設問2の解答結果と5次信念入り課題との関係を表4に示す。

表4 5次信念入り課題におけるメタ認知設問2の回答率 (%)

	言語	映像	想像力	計算	直感	イメージ	感情	数字	記憶	その他
	12.2	2.2	28.9	14.4	13.3	7.8	14.4	5.6	0	1.2
回答者	2.2	1.1	15.6	7.8	2.2	3.3	5.6	1.1	0.0	1.1
出題者	1.1	0.0	2.2	0.0	1.1	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0
同じ	7.8	1.1	11.1	6.7	10.0	3.3	7.8	4.4	0.0	0.0

この結果は、「想像力」の機能を使用して回答したと意識していたものが28.9%と最も多く、有意差が示された。(χ²=67.768, df=9, p<0.001) 自由回答の内容も含めて考察すると、「同じ」という回答にしたものは、単純な確率計算1/2に基づくものでなく、想像力という機能とおそらく密接である心の理論に基づく推論も作動していた可能性が示唆される。また、どの回答でもこの選択が多かった。

最後に、設問3の中で、回答が多かった「同じ」を選択した人の自由回答を確認すると、「人の感情を考えてしまうとキリがない」といった、メタ認

知的知識のうちの“人間の認知特性についての知識”が記載されたもの、また、「意識的に前の2問と同じだと考えた」、「一見して条件が違うようだが、根本は同じ問題ではないか」といった、メタ認知的知識の中の“課題についての知識”が記載されたもの、そして、「意識的に自分を操作して確率論でもっていきようにした」「意識的に前提に書かれていることを考えないようにした」といった、メタ認知的知識のうちの“方略についての知識”や“メタ認知的コントロール”をしていたことがわかる記載が見られた。

メタ認知については、使用していても自由回答でうまく表現できない場合もあるため、今回は基礎的な確認にとどまり、定量的な評価は次回の課題となるが、推論そのものの意識とは少し次元の異なる“判断”の記述が垣間見られたことは、調査をして有益な結果であった。確率だから1/2である、と割り切った回答もあるが、それだけでなく、複雑な推論を使用して回答することも可能であることを意識した上で(5次信念まで理解されているかは別として)、敢えてそれを避ける理由を明記したものが確認された。

6. まとめ

確認事項1の検証結果から、5次信念課題において心の理論および確率判断の回答率について、負荷の高い心の理論の推論を優先する回答率が減り、1/2とする確率判断の回答率が上がったことがわかった。この結果から、心の理論が優位に発動しやすい条件下にあっても、その推論が脳に高負荷な場合には(スローな推論に移った場合)には、優先されなくなる可能性が示唆された。

また確認事項2の検証結果から、5次信念課題において、1/2とする確率判断が増えたものの、課題に登場する人物の心理を想像力を使用して意識していた回答が見られた。これらの結果から、心の理論が使いやすい場面では心の理論は優先されやすいが、心の理論を用いることができても、その実行が困難な場合には安易な確率判断が行わ

れやすいこと、そして推論プロセスの切り替えにメタ認知的な判断が影響している可能性について、今後さらなる調査をする意義が見られた。

これらの結果から、使用可能な異なる推論が存在する際に、人間にとって古くから重要とする適応課題に関する推論が優先される可能性があるが、その機能特化した推論が高負荷なスローな推論に移行し始めると、別のファストな思考が優位になる可能性が示唆された。今後“心の理論”に代表されるような機能特化した推論の存在と、“ファスト”および“スロー”にカテゴライズされる推論に、どのような関係性があるのかについて、脳に負荷をかけないような存在としてのメタ認知の存在の可能性も探りながら、研究を進展させる。

参考文献

- [1] Tversky,A,& Kahneman,D. (1980) Causal schemes in judgments under uncertainty. In M. Fishbein (Ed), Progress in social psychology,Vol. 1(pp. 49-72)
- [2]Kahneman,D.,&Frederick,(2002)Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment. Heuristics and biases”The psychology of intuitive judgment” ,Cambridge University Press(pp.49-81)
- [3] 時田真美乃, (2006) “確率判断課題における「心の理論を優先性」: Monty Hall Problemの変形問題を用いて”, 認知科学,Vol. 13, No. 1, pp. 125-128
- [4] 時田真美乃, 平石界,小田亮, (2004) “2枚のドアを選ぶより, 1枚上手に心理を読みます”, 日本認知科学会第23会論文集,Vol. 13, No. 1, pp. 125-128
- [5]Brown,A.(1978). “Knowing when,where,and how o remember: A problem of meacognition. “Advansed in Instructional Psychology, Vol.1,Lawrence Erlbaum Associate

カテゴリーの潜在学習 – 連合の方向性に関する検討 –

Associative directions in implicit learning

森本 雅美, 牧岡 省吾
Masami Morimoto, Shogo Makioka

大阪府立大学人間社会学研究科
Graduate School of Humanities and Social Sciences, Osaka Prefecture University
sr502082@edu.osakafu-u.ac.jp

Abstract

We investigated whether bi-directional association between two items could be formed by implicit learning. Unlike the results of Custers and Aarts (2011), we found no evidence of bi-directional implicit learning between a category label and exemplars of a different category. We also could not find evidence of bi-directional implicit learning between exemplars.

Keywords — Implicit Learning, Category Learning, Associative Directions

2つの連続する事象同士の関係は、関係性への気付きなしに学習されうる(潜在学習)。Custers, R. と Aarts, H. (2011)は、事象間の関係に注意を向けた場合には生起順に特異的な一方向性の連合が形成されるが、注意を向けなければ2つの事象間の双方向性の連合が形成されると主張した。彼らは、2種類のカテゴリーをペアにして、片方のカテゴリーラベルをプライムとして閾下呈示した後、もう片方のカテゴリーの事例をターゲット刺激として呈示し、カテゴリー弁別課題を行わせた(学習フェーズ)。続くテストフェーズでは、学習フェーズにおけるターゲット刺激を包含するカテゴリーラベルをプライムとして呈示した後、学習フェーズでプライム刺激としたカテゴリーラベルに含まれる事例を呈示して語彙性判断課題を行わせた。学習フェーズにおいてプライムとターゲットの関係に注意が向けられなかった場合には、テストフェーズにおける語彙性判断の反応時間は短縮されたが、プライムとターゲットの関係に注意を向けるような誘導が行われた場合には、反応時間の短縮は見られなかった。これは、事象の生起順序に注意を向けさせた場合には一方向性の連合のみが形成されることを示唆する。

本研究では、潜在的な連合学習における方向性について検討するため、Custers & Aarts (2011)の追試を行った。連続する2カテゴリー間の関係に注意を向けない場合、その連合学習は双方向性の連想を引き起こすのかどうかを検討した結果、Custersらの先行研究とは異なり、学習された2カテゴリーに対する反応時間には差がないという結果が得られた。

実験 1

目的

連続する2つの刺激間の潜在学習によって双方向性の連合が形成されるかどうかについて、カテゴリーラベルとそのカテゴリーに含まれる単語を刺激として、Custer & Aarts, H (2011)の追試を行った。

方法

実験参加者 大阪府立大学の学生 28名(男性7名、女性21名、平均年齢20.4歳)

刺激 4つのカテゴリー“動物”“鳥”“花”“果物”を漢字表記(グレー色)のカテゴリーラベルをプライム刺激、各カテゴリーの事例(“イヌ”“リンゴ”など)各12単語(黒色)をターゲット刺激とした。ターゲットはカタカナ表記で、文字数は2~7文字であった。語彙性判断課題のためのフィラー非単語は同様にカタカナ表記で作成した。

学習するプライムとターゲットは、カテゴリーラベル“動物”と“バラ”など花の事例、またカテゴリーラベル“鳥”と“リンゴ”など果物の事例を組み合わせた。組み合わせは被験者ごとにカウンターバランスをとった。

手続き 実験は学習フェーズとテストフェーズで構成された。学習フェーズでは、画面中央に50msec 呈示されるカテゴリーラベル（“動物”または“鳥”）に続き、ターゲット単語（花の事例、または果物の事例）が呈示された。カテゴリーラベル呈示の前後にはブレマスクおよびポストマスクを呈示し、カテゴリーラベルのコントラストを低下させることにより閾下呈示とした。実験参加者は、ターゲット単語が花のカテゴリーに属するのか果物のカテゴリーに属するのかを、教示されたキーボードのキーを押して答えた。ターゲットは実験参加者が反応するまで呈示された。2つのカテゴリーラベルに対して各12個のターゲット単語をそれぞれ2回ずつ呈示した（計48試行）。これを1ブロックとして3ブロックの学習試行を行った。例えば、プライムのカテゴリーラベルが“動物”の時は必ずターゲットは“花の名前”が呈示されたが、プライムが閾下呈示であるため、実験参加者には文字が見えたとは意識できず、またプライムとターゲットの間に関係があることは教示されなかった。（図1）

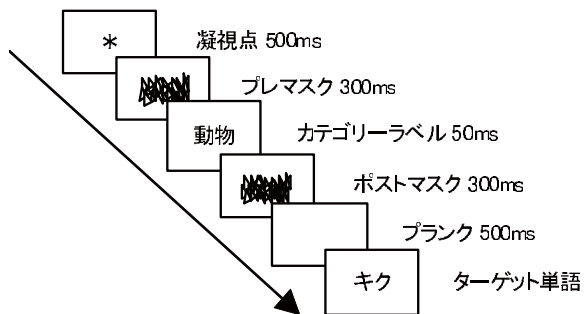


図1 学習フェーズの手続き

例) プライムが“動物”の時、ターゲットはいつも花の名前がカタカナで呈示される。

テストフェーズでは、語彙性判断課題を行った。学習フェーズでプライムであったカテゴリーに属する単語がターゲット刺激となり、逆にターゲットであったカテゴリーのラベルがプライムとして呈示された。テストフェーズではプライムを閾上呈示した。従ってカテゴリーラベルの“花”“果物”がプライムとなり、動物および鳥のカテゴリーか

ら各12単語がターゲット刺激となった。2つのプライム毎にターゲット12単語×2カテゴリー+24個のフィラー非単語で、計96試行を行った。プライムは500msec呈示され、ターゲットは実験参加者が反応するまで呈示された。（図2）

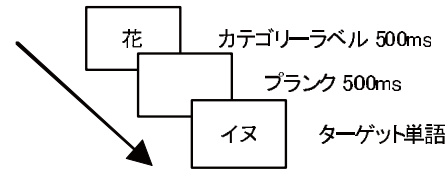


図2 テストフェーズの手続き

例) 学習フェーズで“動物”→“花の名前”であった場合、テストフェーズの related condition では“花”→“動物の名前”が、unrelated condition では“花”→“鳥の名前”が、また non-word condition では“花”→“非単語”が、それぞれ呈示された。

実験終了後、実験参加者には、学習フェーズ中にプライム刺激が見えたかどうかを口頭で質問し、口頭で答えてもらった。全員が見えなかったと答えた。

測定と判断の指標 例えば、学習フェーズで“動物”と“花”、“鳥”と“果物”をペアとして呈示した場合、テストフェーズでは、学習フェーズのペアを逆順で呈示したとき (related condition) の反応時間と、ペアの組み合わせを変えて“動物”と“果物”、“鳥”と“花”として呈示したとき (unrelated condition) の反応時間を比較した。

結果と考察

テストフェーズにおける平均正答率は、related condition で91.4%、unrelated condition で91.1%であった。各参加者の平均反応時間±3SDを超える試行のデータは分析から除外した。テストフェーズの平均反応時間は、related condition で543msec、unrelated condition で539msecであった。t検定の結果は、 $t(27)=0.883, p=0.385$ であった。

related condition と unrelated condition では反応時間にほとんど差がみられず、学習の効果は確認さ

れなかった。

実験 2

目的

実験 1 ではプライムにカテゴリーラベルを使用したため、テストフェーズにおいて同一のプライム単語が繰り返し呈示された。そのため、プライムがターゲットを予測する手がかりとして利用されなかったのかもしれない。従って、実験 2 では、プライムも事例単語とし、学習の効果について検討した。

方法

実験参加者 大阪府立大学の学生 24 名（男性 6 名、女性 18 名、平均年齢 20.3 歳）

刺激と手続き 実験 1 と同じ刺激セットを用い、プライム刺激を各カテゴリーの事例単語のカタカナ表記とした。従って、プライムとターゲットは、“イヌ”などの動物の事例と“バラ”など花の事例、また“スズメ”などの鳥の事例と“リンゴ”など果物の事例を組み合わせた。テストフェーズではプライムとターゲットの区別を強調するため、プライムのカタカナは紫色で呈示し、ターゲットのカタカナは黒色で呈示した。被験者には、黒色で呈示された刺激について語彙判断を行うように教示した。それ以外は実験 1 と同じであった。カテゴリーの組み合わせは被験者ごとにカウンターバランスをとった。

結果と考察

テストフェーズにおける平均正答率は、related condition で 90.8%、unrelated condition で 89.1%であった。各参加者の平均反応時間±3SD を超える試行のデータは分析から除外した。テストフェーズの平均反応時間は、related condition で 562msec、unrelated condition で 569msec であった。t 検定の結果は、 $t(23)=-1.100, p=0.283$ であった。

実験 1 と同様に実験 2 でも related condition と unrelated condition では反応時間に差がみられなかった。

実験 1 と 2 ではプライムの効果が確認できなかった。これらの結果は、学習フェーズで閾下呈示を用いたために、プライムの処理が十分に行われなかった可能性がある。実験 3 と 4 ではこの点について検討する。

実験 3

目的

閾下呈示された刺激の意味的活性は短期間しか持続しないことが知られているため、SOA (stimulus-onset-asynchrony) を短縮し、実験 1 と同様な手続きで実験を行った。また、プライム自体が処理されたかどうかを検証するため、プライムとターゲットのカテゴリーが同じであるペアとカテゴリーが異なるペアとを比較する試行（プライム確認フェーズ）を追加し、検証した。

方法

実験参加者 大阪府立大学の学生 14 名（男性 4 名、女性 10 名、平均年齢 19.5 歳）

刺激 学習フェーズ及びテストフェーズは実験 1 と同じであった。プライム自体が処理されたかどうかを検証するためのプライム確認フェーズの試行には、4 つのカテゴリーラベル“動物”“鳥”“花”“果物”（漢字表記）のプライム刺激に対して、各カテゴリーの事例各 6 単語をターゲット刺激とした。語彙性判断課題のためのフィルター非単語を同様にカタカナ表記で作成した。事例の単語は学習フェーズ及びテストフェーズの単語を使用した。

手続き 実験 3 は学習フェーズとテストフェーズ、及びプライム確認フェーズで構成された。学習フェーズとテストフェーズの手続きは、学習フェーズにおいてカテゴリーラベル呈示後のポストマスクとブランクを除き、プライム呈示（50msec）後すぐにターゲットを呈示した点以外は、実験 1 と同一とした。プライム確認フェーズは学習フェーズと同様、プレマスク、プライムに続きターゲットを呈示し、実験参加者はターゲットを見て語彙判断を行った。4 つのプライム毎にターゲット 6 単語×2 カテゴリー+12 個のフィルター非単語、計

96 試行を行った。例えば“動物”のプライムに対して、ターゲットに“イヌ”などの同カテゴリーの事例単語を6個 (related condition) と“キク”などの“花”カテゴリーの事例単語6個 (unrelated condition)、及び非単語12個 (non-word condition) を組み合わせた。カテゴリーの組み合わせは被験者ごとにカウンターバランスをとった。

結果と考察

テストフェーズにおける平均正答率は、related condition で90.5%、unrelated condition で89.0%であった。各参加者の平均反応時間±3SDを超える試行のデータは分析から除外した。テストフェーズの平均反応時間は、related condition で504msec、unrelated condition で505msecであった。t検定の結果は、 $t(13)=-0.064, p=0.950$ であった。また、プライム確認フェーズにおける平均正答率は、related condition で94.1%、unrelated condition で94.8%であった。プライム確認フェーズの平均反応時間は、related condition で510msec、unrelated condition で517msecであった。t検定の結果は、 $t(13)=-0.493, p=0.630$ であった。

実験3において、実験1・2同様、テストフェーズにおける related condition と unrelated condition では反応時間に差がみられなかった。また、プライム確認フェーズにおいて、プライムとターゲットのカテゴリーが同じ場合と異なる場合での反応時間の差が無かったということは、そもそもプライム自体の処理が行われていない可能性を示している。

実験4

目的

実験3同様、SOA (stimulus-onset-asynchrony)を短くして実験2とプライム確認フェーズを行った。

方法

実験参加者 大阪府立大学の学生16名(男性6名、女性10名、平均年齢20.4歳)

刺激 学習フェーズ及びテストフェーズの刺激は

実験2と同じであった。プライム確認フェーズのターゲットは実験3と同じだが、プライムはターゲットと同一カテゴリーに属する事例単語のカタカナ表記とした。

手続き 実験3と同様であった。

結果と考察

テストフェーズにおける平均正答率は、related condition で93.8%、unrelated condition で93.0%であった。各参加者の平均反応時間±3SDを超える試行のデータは分析から除外した。テストフェーズの平均反応時間は、related condition で522msec、unrelated condition で524msecであった。t検定の結果は、 $t(15)=-0.386, p=0.707$ であった。また、プライム確認フェーズにおける平均正答率は、related condition で99.0%、unrelated condition で87.5%であった。プライム確認フェーズの平均反応時間は、related condition で537msec、unrelated condition で631msecであった。t検定の結果は、 $t(15)=-10.192, p<.01$ であった。

実験4においても、実験1~3と同様に、テストフェーズにおける related condition と unrelated condition では反応時間に差がみられなかった。しかし、プライム確認フェーズの結果からは、プライムとターゲットのカテゴリーが同じ場合の反応時間が、カテゴリーが異なる場合の反応時間よりも有意に短かったことから、プライムとターゲットが同一カテゴリーの事例であった場合には意味プライミングの効果が確認され、プライムの処理が行われたと言えるだろう。

総合考察

本研究においては、Custers & Aarts (2011)の、「事象間の関係性に注意を向けなかった場合には、2つの連続する事象間の関係性について双方向性の連合が形成される」という主張とは異なる結果が得られた。

プライムが処理されているかどうかの確認実験結果から、プライムがカテゴリーラベルであった場合(実験3)では、プライミング効果がみられ

なかった。これは、同じプライム単語が繰り返し呈示されたために、ターゲット単語を予測する手がかりとしての効果が弱まったためと考えられる。対して、プライムもターゲット同様にカテゴリーの事例単語であった場合（実験 4）では、有意な意味プライミングがみられた。つまり、学習フェーズにおいてプライム刺激の処理は行われた可能性が高いが、双方向性の連合の証拠は得られなかった。

今後は、プライムとターゲットの呈示順通りの一方向性の連合について検討する必要があるだろう。

参考文献

- Alonso D, Fuentes L. J. & Hommel B. (2006) “Unconscious symmetrical inferences: A role of consciousness in event integration”, *Consciousness and Cognition*, **15**, 386-396
- Custers, R. & Aarts, H. (2011) “Learning of predictive relations between events depends on attention, not on awareness”, *Consciousness and Cognition*, **20**, 368-378
- Haider, H., Eichler, A. and Lange, T. (2011) “An old problem: How can we distinguish between conscious and unconscious knowledge acquired in an implicit learning task?”, *Consciousness and Cognition*, **20**, 658-672
- Janacek, K. and Nemeth, D. (2012) “Predicting the future: From implicit learning to consolidation”, *International Journal of Psychophysiology*, **83**, 213-221
- Opstal, F. V., Gevers, W., Osman M. and Verguts, T. (2010) “Unconscious task application”, *Consciousness and Cognition*, **19**, 999-1006
- Tomiczek, C. and Burke, D. (2008) “Is implicit learning perceptually inflexible? New evidence using a simple cued reaction-time task”, *Learning and Motivation*, **39**, 95-113

距離推定時における身体的負荷の影響 -負荷の支持方法による比較-

Effect of Physical Load in Cognitive Process of Estimation : Comparison of Methods for Carrying Physical Load

阿部慶賀
Keiga Abe

岐阜聖徳学園大学
Gifu Shotoku Gakuen University
keiga.abe@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to examine the effects of physical load in the estimation of distance. In previous studies, participants estimated the length of a stairway while carrying some physical load, such as a backpack or baggage. The present experiment, compares the effects of physical load on participants' arms with those of physical load on their backs. Results revealed that participants bearing the physical load on their backs estimated the stairway more to be longer than did participants carrying the physical load in their hands.

Keywords — 身体性, 触圧覚

1. 研究の背景

本研究では、身体的負荷や刺激が距離の推定に及ぼす影響について検討を行った。近年では、身体的負荷がさまざまな行動に影響を与えていることが報告されている。例えば、Narukawa et. al.(2010)は、身体的負荷が強い場合には甘味の知覚が鋭敏になることを報告している。また、触覚プライミングの研究では、クリップボード上に掲示された履歴書の人物評価をした場合には、重いクリップボードに掲示された場合の方が、軽いクリップボードに掲示された場合よりも、重要性を高く評価されやすいことが報告されている(Ackerman, Nocera & Bargh, 2010)。また、身体的負荷が距離の見積りに与える影響を検討したBhalla & Profitt(1999)の知見では、重い荷物を背負った場合の方が、負荷の無い場合よりも距離を長く見積もりやすいことを報告している。

身体的負荷が心的処理に及ぼす影響については、先に述べたとおり、多様な形でその影響が報告されているが、その処理過程について検討した知見はまだ多くはない。阿部(2012)では、身体的負荷が距離の見積りに及ぼす影響について、負荷の主観量と物理量のどちらが見積もりを左右しているのかを、「大きさ-重さ錯覚」を利用して検討した。

その結果として、重さの物理量が判断を左右していることが報告されている。この先行研究ではいずれも重りを手で持った時の負荷をコントロールしていたが、Bhalla & Profitt(1999)などでは重りを手で把持するのではなく、バックパックとして背負うという操作が行われている。阿部(2012)の結果もBhalla & Profitt(1999)の結果も、相互に整合的なものではあるものの、手で重さを把持することと、背中で重さを支えることでは処理が異なる可能性も考えられる。その理由として、背中と手指での触圧覚の感度の違いが挙げられる。触圧覚の2点弁別閾は手指では小さく、背中では大きいことが知られている(Weinstein, 1968)。脳皮質の中での体性感覚に関わる部分では、手の感覚については脳皮質の大きい面積を占めるが、背中はそのに比して小さい。このことから、同じ物理的負荷量でも、入力感度の違いが影響するか否かを検討する必要がある。もし、負荷を受ける箇所の違いが見積りに影響を与えたならば、見積もりが感覚入力の鋭敏性の影響を受けることを示唆すると考えられる。逆に、影響がないのであれば、触圧覚に依存しない他のなんらかの情報を利用している可能性が示唆される。

本研究では、重りを手で把持する場合と、腕に重りを装着する場合との比較も合わせて行った。Brodies & Ross(1984)では、遠心性の能動的な運動情報を伴う拳錘の方が重さの弁別がより敏感に行われることを報告している。また、阿部(2012)のように重りを手で把持する場合、被験者は重さを能動的に支えることになり、それによって重りの重量が強く意識され、それが見積りに影響を与える可能性もある。この点も合わせて検討する。

2. 実験

2.1 方法

被験者 大学生52人を対象とした。



図1 提示刺激（愛宕神社階段）

題材 阿部(2012)で用いた愛宕神社の階段の画像について、距離の見積もりを行う課題を課した。ただし、被験者のうち17人を手で重りを把持する手持ち群、18人を重りを背中に背負う背負い群、17人はリストウエイトによって腕に負荷をかけたリスト群とした。重りはいずれも5kgである。手持ち群は5kg, 5L大のポリタンクを両手で取っ手をもってぶら下げるように把持するよう教示した。背負い群は全体で5kgになるよう調整されたバックパックを背負わせ、リスト群は左右の腕に2.5kgずつのリストウエイトを装着させた。

手続き 被験者は重りを装着または把持し次第、すぐにその状態で34インチ液晶ディスプレイ上に表示された階段の画像を視聴した。液晶ディスプレイは被験者の前方1mに配置し、画像は5秒間のみ提示した。被験者は5秒間の映像視聴後に画像内の階段の奥にある鳥居までの距離を解答した。映像視聴時は、各群ともに直立で、腕を挙げたり屈むなどの姿勢を変える動作をしないよう教示した。

2.2 結果

距離の見積もりの結果を表1に示す。手持ち群では平均38.82m(SD 19), 背負い群では平均72.78m(SD 36.14), リスト群では69.12m(SD 44.06)となった。分散分析の結果は5%水準で有意であった($F(2, 49) = 4.964, p < 0.05, \eta^2 = 0.17$)。Bonferroni法による多重比較の結果では、手持ち群が他の二群のいずれに対しても有意に距離の見積もりが小さい($p < 0.05$)という結果になった。

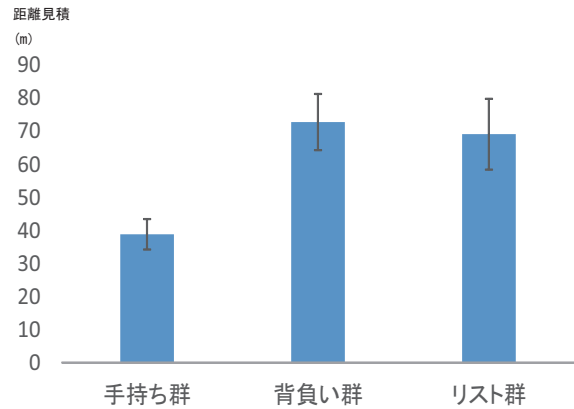


図2 各群の距離の見積もり結果（ヒゲは標準誤差）

3. 考察

今回の結果では、同じ重量の負荷であっても、手持ち群よりも背負い群、リスト群の方が距離を長く見積もっていた。このことから、身体的負荷が距離の見積もりに与える影響には把持か装着しているかの違いが見られた。特に、手首や手に重量の負荷をかけた場合でも、重りを両手で把持する場合とリストウエイトを装着した場合とでは、後者の方が距離を長く見積もることが示された。このことから、距離を長く見積もったのは手持ち群ではなくリスト群であったことから、被験者の意思で重りが外せないという意味で重りと身体が一体化しているかどうかという点や、能動的に重りを支えているのか受動的に重りがかかっているのかということが影響している可能性もある。先行研究でも能動的に重さを支えることによる遠心性の処理が重さの知覚を左右することが指摘されており、本研究とはその点では整合的である。

また、背中と腕では重さを支えるための筋肉が異なり、その筋力の違いが見積もりに影響を与える可能性も考えられるが、それならば筋力の強い背筋で支える背負い群の方が距離の見積もりが小さくなるはずである。しかしながら、同じく重りが身体に装着され、受動的に重りを支える背負い群とリスト群で有意差が見られないことから、少なくとも遠心性の処理が生じにくい、重りの装着された状況下では、使う筋肉や筋力の違いは見積もりを左右していないと考えられる。重りを装着するのではなく、能動的な支持や把持を行った場合には、負荷のかかる身体部位や筋力の影響が現れる可能性もあり、さらなる検討が必要であろう。加えて、今回は身体にかかる重みの圧面積についても厳密な統制はしていない。重さの刺激に対して能動的挙重を行うか、受動的な支持を行うかによらず、この点の統制も必要となる。

また、先行研究や今回の知見だけでは、重さがどのレベルの処理に影響を与えたのかという点に疑問が残る。例えば、今回の結果からは、負荷によって提示刺激の見え方が変わったのか、見え方ではなく見積もり方や見積もり時の表象に変化が起きたのかという点には答えられない。しかし、先行研究も今回の結果もともに実際に階段を歩いたり、その現場にたつて見積もったわけではないため、見積もり時の表象レベルでの変化が生じた可能性は高い。今回の実験では、重りを把持しているときには姿勢を変えるなどの動作は許可していないが、負荷の位置を動かせることを被験者がイメージすることによって見積もりに影響を与える可能性も考えられる。身体的負荷によって表象が変化するにしても、距離そのものに対する表象が変わるのか、その距離を歩く自分の姿を心的にシミュレートした際に影響が現れるのか、この点についてより詳細な検討を行いたい。

参考文献

- [1] 阿部慶賀(2012). 推論課題における身体負荷の影響. 日本認知科学会第29回大会論文集, 66-69.
- [2] Ackerman, J. M., Nocera, C.C., & Bargh, J.A. (2010). *Science* **25** 1712-1715. DOI:10.1126/science.1189993
- [3] Bhalla, M., & Proffitt, D. R. (1999). Visual-Motor recalibration in geographical slant perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*. 25(4), 1076-1096.
- [4] Brodies, E. E., & Ross, H. E. (1984). Sensorimotor mechanisms in weight discrimination. *Perception & Psychophysics*, **36**, 477-481.
- [5] Narukawa, M., Ue, H., Uemura, M., Morita, K., Kuga, S., Isaka, T., and Hayashi, Y. (2010). Influence of Prolonged Exercise on Sweet Taste Perception. *Food Science and Technology Research*, **16**(5), 513-516.
- [6] Weinstein, S.(1986). Intensive and Extensive Aspects of Tactile Sensitivity as a Function of Body Part, Sex, and Laterality. In D.R. Kenshalo (Ed.), *The Skin Senses*, 195-222. Springfield

多人数対話におけるロボットの視線行動に基づく 発話権と対話場の制御

Coordinating Turn-Taking and Talking in Multi-Party Conversations by Controlling a Robot's Eye-Gaze

佐藤 良[†], 竹内 勇剛[†]
Ryo Sato, Yugo Takeuchi

[†] 静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Shizuoka University
gs12019@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

This study realizes smooth turn-taking and discussion in multi-party conversations by designing the physical behavior of a robot. In this paper, humans estimated a robot's utterances by looking at the direction of its eye-gazes. In addition, we investigated how the robot's behavior as a listener who expressed his eye-gazes influenced the next speaker's comments and context. Humans adjusted their utterances by looking at the eye-gaze of the robot as a listener. We believe our study will effectively produce desirable discussions in multi-party conversations.

Keywords — Human-Robot Interaction, Eye-Gaze, Multi-Party Conversation, Turn-Taking, Addressing

1. はじめに

ロボットと人、ロボットを介した人同士のコミュニケーションを現実的なものにするには、ロボットが人の対面対話状況に構造的・社会的に適応できることが必要になる。なぜならば、対面対話は人にとって最も自然かつ表現上の制約が少ないコミュニケーション形態であるからである。その中でも音声対話においては、人と人、ロボットと人の円滑な話者交替(turn-taking)の実現が問題となる[1]。

これまで話者交替に着目した対話ロボットの研究が数多く行われてきている。小林らが開発したROBITA[1]は多人数対話場面において、人の視線を基に発話のアドレス先を処理したり、人の発話内容を理解したりすることができる。それにより、ロボット自体が会話に加わるのに適した発話開始のタイミングを予測し、適切なタイミングで発話権を獲得することを実現している。また、船越らはロボットに設置した明滅光源を利用することでロボットの内部状態を表出させ、ロボットと人の発話の衝突を抑制することにより話者交替の円滑化を図った[2]。それから、擬人化エージェントに

関する研究ではあるが、湯浅らは多人数対話の映像分析から話者交替の構造を捉え、特に非言語行動に伴って表出される「発話志向態度」に着目した。そして、対話コミュニケーションには発話志向態度の表出・理解が重要であると主張しており[3]、それらを擬人化エージェントに組み込むことで話者交替へのモデルの妥当性を評価している[4]。

これらの研究では、多人数対話における周囲の対話環境を受動的に推定することで円滑な話者交替の実現を図ったが、積極的に対話環境を制御することは想定されていない。しかし、多人数対話では話者の候補者が複数存在するにも関わらず話し手が局所的になったり、発話内容に偏りが生じることで、健全な対話の場が維持されず、議論の質の低下を招く恐れがある。通常は司会者に相当する人が発話権の委譲と委譲を受けた者の発話内容を調整する権限と、権限を適切に行使できる能力を有することで、これらの状況が收拾され対話の場が維持される。このことは、司会者の存在と能力が多人数対話を円滑にするために重要な役割を担うことを意味するが、このような能力を有したロボットは研究されていない。

そこで本研究では、多人数対話における参加者の発話権を円滑に交替させ、更に発話権を得た者の発話の文脈を調整するためのロボットの視線行動に基づくインタラクションモデルを検討する。視線行動に着目する理由は、それが行動主体の発話のアドレス判断に用いられ[5]、更にその行動主体が視線に向けた意図を伝えることができる[6]からである。そのため、ロボットの視線行動を適切に制御することにより、話者交替を円滑にし、交わされる発話の文脈を調整できる可能性があると考えられる。これが明らかになれば、多人数対話における対話が効率的に望ましい方向への話題の誘導を自然な形で達成する認知的作用を提供することが期待される。



図1 参与構造

2. 多人数対話の参与構造と話者交替

一般的に対話の参与者は大きく分けて話し手が話し手の発言を聞いている人のいずれかになる。一対一の対話の場合には話し手の決定に伴って自動的にもう一方の人が聞き手となるため、次話者になる人が明確である。しかし、多人数対話の場合には、1人の話し手に対して、その受け手の候補になり得る者が複数人存在するため、次話者になる人が誰であるかは明白でない。GoffmanやClarkによると、会話の参与者は承認された参与者 (ratified participant) と立ち聞き者 (overhearer) とに大きく分類され、更に前者は話し手 (speaker)、受け手 (addressee)、傍参与者 (side-participant) に分類される [7][8] (図1)。なお、この分類における承認された参与者とは、会話に参加していることが他の参与者によって知られている者を指す。ここで本研究では、対話の場を「対話の当事者として相互に言語情報や非言語情報をやり取りし、相手との関係や情報の意図を理解している範囲」として定義する。すなわち、本研究における対話の場とは、先述した参与構造における承認された参与者によって対話がなされる場を指す。

現在の話し手から次の話し手である聞き手に話し手が移ることは話者交替 (turn-taking) と呼ばれており、我々は、話者交替を繰り返すことによって対話を行っている。話者交替には話し手と聞き手の発話 / 非発話の組合せによって「継続」「重複」「沈黙」「交替」の4種類の現象がある [9] (表1)。そして、一般的にはあらかじめ発話の順序を決めなくても重複や沈黙といった現象は発生しない [10]。

参与役割の交替は話者交替のタイミングで生じ、参与役割を決定づける要因には視線等の非言語的な情報の影響が大きく、それによって話者交替が調整されることが示唆されている [11][12]。その中でも視線は、その行動主体の発話のアドレス判断に用いられ [5]、更にその行動主体が視線を向けた意図を伝えることができる [6]。第3章では、視線と話者交替との関連について考察する。

表1 話し手と聞き手の発話 / 非発話による現象

		話し手	
		発話	非発話
聞き手	発話	重複	交替
	非発話	継続	沈黙

3. 視線行動と話者交替

人同士の直接対面対話では、同じ空間や時間軸を共有しており、それによって言語情報以外にも視覚、聴覚、触覚等から様々な非言語情報を得ることができる。そして、立ち位置や発話のタイミング、視線、身振り手振り等の非言語情報を用いることで発話の意図や心理、発言のアドレス等を伝えることが可能である。そのため、非言語情報の伝達は対話コミュニケーションを円滑に進めるために重要な役割を担う。それに対してメディアを介した対話コミュニケーションでは、非言語情報の伝達不足が懸念されており [13]、対面対話に比べて使用可能なチャネルが限定される。それに伴い、相互作用が断片的になり易いことが示唆されている [14]。人同士のコミュニケーションにおける非言語情報の効果は人とロボットのインタラクションに関する研究への応用が期待されており、ロボットが表出する非言語情報による対話の円滑化に向けた試みがなされている [15]。

3.1 視線アドレッシングと共同注意

他者とのコミュニケーションでは、視線はその行動主体の注意先を推定する重要な手掛かりである。人は興味や関心のある対象に視線を送り注意を向けることでその対象の情報を視覚的に得ようとする。そのため、他者の注意先に自身の注意を向けることによって、相手の興味・関心を推定することができるようになる。このように他者の注意先に自身の注意を向け、互いの視覚的行動と内部状態を結び付ける行為は共同注意 (joint attention) と呼ばれている [16]。我々は他者と共同注意を実現することにより、互いの環境に対応した情報のやり取りによる直感的な認知に基づく会話や共感性の高いインタラクションを実現している。そのため、インタラクティブロボットを開発する上で、人との共同注意行動を実装することは重要な課題であると言える。これまで、ロボットに視線行動を実装することによって両者の共同注意を実現しようとする試みがなされている [17]。

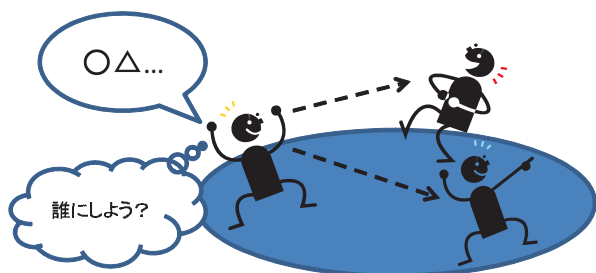


図2 発話に先行する視線行動のイメージ

3.2 視線による発話のアドレッシング

視線は行動主体の興味や関心を伝達するだけではなく、他者への発話のアドレッシングにも用いられる。Kendonによると、話し手が次話者を注視することで話者交替を合図し、次話者が相互注視によってそれを受け入れることで話者交替が成立する[12]。また、榎本らは非言語行動が複数対話における次話者選択手段として機能し得るかどうかを検討するために、3人の参与者による会話の分析を行った。その結果、現話者は次話者を視線を送っていることが多く、他の参与者全員が現話者を見つめている時に現話者が視線を送った方向に位置する参与者が次話者になることが示唆された[18]。

また、Kendonによると視線には対話開始の手掛かりとしての機能以外に以下の3つの機能があるという。

- モニタリング機能 (monitoring) : 発話の継続・終了を聞き手の凝視の有無に基づき確かめる機能
- 調整機能 (regulation) : 聞き手の会話に対する好感度を聞き手の視線行動を基に察知し、発話内容を調整する機能
- 表出機能 (expressive) : 会話をもたらす効果の良し悪しを話し手に伝える機能

更に我々はモニタリング機能や調整機能に加え、参与者に向けてある発話をする際、発話に先行する段階で参与者に視線を向けることで、自身の発話に対する参与者の興味や関心を伺い、後の発話先となる参与者を選定することがある(図2)。この時、話者は自身にとって発話のアドレス先として望ましいと思われる順番に参与者に視線を向けることがしばしばある。そのため、参与者は話者の視線行動を基に発話のアドレス先を予測することが可能である。また、それにより、後続する話者の発話に対するアドレス先の判断に影響を及ぼす可能性もある。

他者の視線による発話のアドレッシングは人同

士のコミュニケーションに限ったことではない。人とロボットのインタラクションにおいても、人はロボットの視線行動から、視線が疑似的に作られたものであるにも関わらず、アドレス先の判断に用いられる[5]。これらのことから、ロボットの視線行動の制御によって、複数対話における参与者の発話権の委譲を調整できると考えられる。更に、参与者に暗黙的に発話のチャンスを与え、対話の場への参与者の偏りをなくすことによる議論の活性化の実現が期待される。

これまで本稿では、複数対話における話者交替を円滑にする要因となり得るロボットの身体的な振舞いとして視線行動に着目し考察した。第4章では、これらの仮説を検証するために行なった実験について述べる。

4. ロボットの視線行動に対するアドレス判断を検証する実験

4.1 実験目的

人とロボットの複数対話場面において、ロボットの視線行動を見た人の発話アドレス判断に及ぼす影響を検証する。

4.2 実験環境

実験協力者は情報学を専攻する大学・大学院生15名である。実験協力者は実験者と共にロボットに直面する形で位置しており、両者の間には互いの様子が見えないよう仕切りにより区切られている(図3)。両者の目の前には2桁の数字がそれぞれ異なる色で5つ書かれたプリント(問題用紙)が置かれている。ロボットは、ドームカメラにウシのパペットを被せることで実装しておりドームカメラのパン・チルトを行うことでパペットの頭部が回転し、視線行動が表現される。

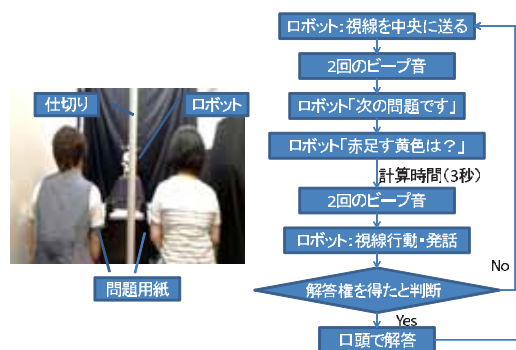


図3 実験環境と実験手続き

4.3 実験課題

実験課題はロボットが出題する問題を解き、4.4節に示すロボットの振舞いを見て回答して良いと感じたら回答するよう教示を受けている。出題される問題は問題用紙に記載された数字を被演算子とする足し算であり、数字の色の名前を用いて出題される(例:赤足す黄色は?)。本実験の手続きを図3に示す。

4.4 実験条件

「先行視線要因」と「発話時視線要因」の2要因であり、どちらも被験者内要因とする2要因被験者内計画である(表2)。

表2 実験条件

		先行視線要因				
		自分のみ	自分-相手	相手-自分	相手のみ	中央
発話時 視線 要因	自分	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5
	相手	条件6	条件7	条件8	条件9	条件10
	中央	条件11	条件12	条件13	条件14	条件15

先行視線要因は、ロボットが発話する前に表出する視線行動であり、「自分のみ」「相手 自分」「自分 相手」「相手のみ」「中央」の5水準で構成される。発話時視線要因は、ロボットが発話する時に表出する視線行動であり、「自分」「相手」「中央」の3水準で構成される。各条件1試行ずつ合計で15試行行う。

4.5 観察項目

問題への回答の有無と回答した際の交替潜時を観察する。

4.6 仮説と予測

ロボットの発話に先行する視線行動の違いにより、後の発話のアドレス判断に違いが生じる。特に視線を向けられた順番が早い者に発話のアドレスが向けられたと判断する(仮説1)。それにより、先行視線要因において、以下式に示す順番で実験協力者が問題に回答する傾向が強くなる(予測1)。

- 自分のみ > 自分 相手 > 相手 自分 > 中央 > 相手のみ

ロボットの発話と同じタイミングの視線行動の違いにより、発話のアドレス判断に違いが生じる。特にロボットが視線を向けた方向に位置する者に発話のアドレスが向けられたと判断する(仮説2)。それにより、発話時視線要因において、以下式に

示す順番で実験協力者が問題に回答する傾向が強くなる(予測2)。

- 自分 > 中央 > 相手

4.7 実験結果と考察

先行視線要因の各水準における回答回数について²検定を行った結果、有意な差は見られなかった($F_{(4)} = 1.353, n.s.$)。この結果から仮説1は支持されなかった。

続いて、発話時視線要因の各水準における回答回数について²検定を行った結果、1%水準で有意な差が得られた($F_{(2)} = 38.482, p < .01$)。多重比較の結果、自分水準、中央水準、相手水準の順に回答する人数が5%水準で有意に多いという結果が得られた(図4)。この結果から仮説2は支持された。

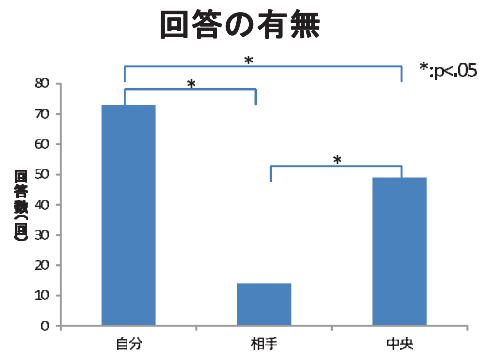


図4 発話時視線要因の各水準における回答数

回答した人数が有意に多かった、自分水準における交替潜時について、先行視線要因の影響を検証するために1要因分散分析を行った。なお、分析対象となる実験協力者は先行視線要因の全ての水準で回答した12名である。その結果、先行視線要因の主効果が得られた($F_{(4,44)} = 3.24, p < .05$)。多重比較の結果、相手のみ水準における交替潜時が他の水準に比べて5%水準で有意に大きいという結果が得られた(図5)。この結果は、ロボットの発話に先行する視線が他者に向けられたことで他者に発話に向けられると予測されたのにも関わらず、発話時に自身に視線を向けられたため、発話のアドレス判断が難しくなったためではないかと考えられる。

本実験から、ロボットの発話に伴う視線行動が発話のアドレス判断に重要な役割を担うことが示唆された。しかし、アドレスを受けた者の発話の文脈には焦点が当てられていない。第5章では、ロボットの視線行動が発話の文脈に及ぼす影響を検証した実験について述べる。

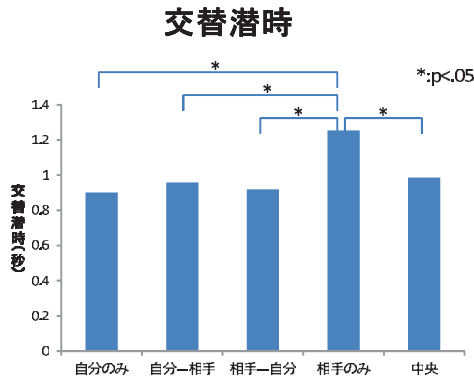


図5 発話時視線要因の自分水準における先行視線要因の各水準における交替潜時

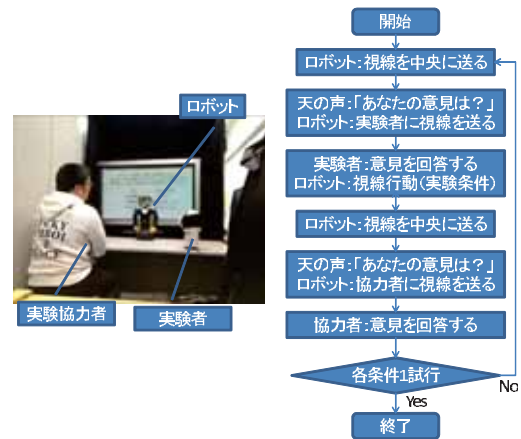


図6 実験環境と実験手続き

5. 視線行動による発話文脈への影響を検証する実験

5.1 実験目的

人とロボットの多人数対話場面において、現話者の発話に対するロボットの視線行動が次話者の発話の文脈に及ぼす影響を検証する。

5.2 実験環境

実験協力者は情報学を専攻する大学・大学院生15名である。実験協力者と実験者(ウシのパペットを用いたロボット, 第4.章と同様)はロボットの対面する形で位置している。ロボットは、小型ヒューマノイドロボットを用い、その背後には対話のお題が表示されるディスプレイが置かれている(図6)。

5.3 実験課題

実験課題は、与えられたお題に対する意見を決めかねているロボットに対するアドバイスをするよう教示を受けている。実験協力者の目的は、ロボットが実験協力者の意見を採用することによって得られる点数をできる限り多く獲得することである。お題は、「砂漠」「無人島」「雪山」の内いずれかのシチュエーションにおいて、与えられた8つの選択肢の中から4つの品物を選択するという課題である。

本実験の手続きを以下図6に示す。なお、実験者の回答内容は、それぞれのお題で与えられた8つの選択肢の内、4つの選択肢の名前を回答する。(例:「僕は、マッチ・時計・方位磁石・航空写真の地図だと思うよ」)

5.4 実験条件

「前半視線要因」と「後半視線要因」の2要因であり、どちらの要因も被験者内要因とする2要因被験者内計画である(表3)。「前半視線要因」は実験者の回答の前半部分におけるロボットの視線方向であり、「自分」「中央」「相手」の3水準で構成される。「後半視線要因」は実験者の回答の後半部分におけるロボットの視線方向であり、「自分」「中央」「相手」の3水準で構成される。各条件1試行ずつ合計で9試行行う。

表3 実験条件

		後半視線要因		
		自分	相手	中央
前半視線要因	自分	条件1	条件2	条件3
	相手	条件4	条件5	条件6
	中央	条件7	条件8	条件9

5.5 観察項目

実験者が回答した選択肢と実験協力者が回答した選択肢の一致数を観察する。

5.6 仮説と予測

現話者の発話に対するロボットの視線行動は、発話に対する興味・関心を自然な形で表現され、それによりその後の視線行動に対する意図の解釈に違いが生じる。特に現話者の発話をロボットが現話者に視線を向けて聞く場合、それを見た人はロボットが現話者の意見にポジティブな印象を抱いたと判断する(仮説1)。それに対し、ロボットが現話者に視線を向けて聞く場合、それを見た人はロボットが現話者の意見にネガティブな印象を

抱いたと判断する(仮説2)。それにより実験協力者は以下の式に示される順番に、実験者が回答した選択肢と同じ選択肢を回答する回数が増加する(予測)。

- 条件1 > 条件3, 7 > 条件2, 4, 6 > 条件6, 8 > 条件5

5.7 実験結果と考察

実験協力者と実験者が回答した選択肢の一致数について2要因分散分析を行なった結果、前半視線要因と後半視線要因の交互作用は有意ではなかった($F_{(4,56)} = 0.36, n.s.$)。しかし、前半視線要因の主効果が10%水準で有意傾向であり($F_{(2,28)} = 2.71, p < .10$)、後半視線要因の主効果が5%水準で有意であった($F_{(2,28)} = 5.88, p < .01$)。多重比較の結果、前半視線要因では、自分水準よりも相手水準の方が5%水準で有意に大きいという結果が得られた(図7)。また、後半視線要因でも同様に自分水準よりも相手水準の方が5%水準で有意に大きいという結果が得られた(図8)。このことから、ロボットが現話者(実験者)の発話に対し、視線を現話者(実験者)に向けた(/ 向けない)場合には次話者(実験協力者)は現話者の文脈を引き継ぐ(/ 引き継がない)会話をしたと考えられる。この結果は、仮説を支持するものである。

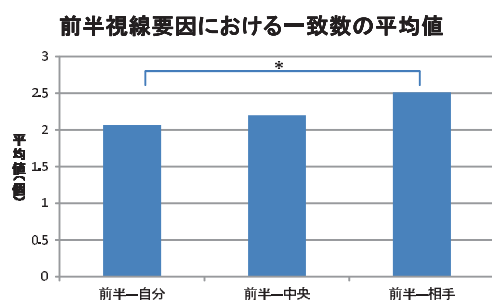


図7 前半視線要因の主効果

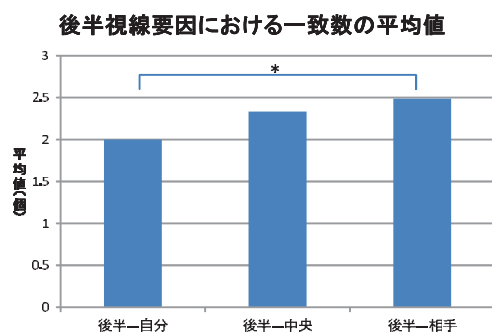


図8 後半視線要因の主効果

6. まとめと展望

本研究では、多人数対話に参加するロボットの視線行動が発話権の委譲と発話権を得た者の発話の文脈に及ぼす影響を2つの実験から検証した結果、以下のことが示唆された。

- ロボットの発話と同じタイミングにおける視線行動によって、人はその視線が向く先に発話のアドレスが向けられたと判断する。
- ロボットの発話に先行する視線行動は、人がロボットの後続する発話のアドレス先を判断する難易度を変化させる。
- ロボットが現話者(/ 次話者)に視線を向けた状態で現話者の発話を聞く場合、次話者は現話者の発話の文脈を引き継ぐ(/ 引き継がない)発話をしやすい。

本稿で得られた知見を応用することで、協調学習場面等の多人数対話を適切かつ効率的に望ましい議論への方向付けを誘導することに貢献することが期待される。

これまでは、実験室実験を基に行なわれているため、実際の多人数対話場面における議論の活性化を図る上で期待される効果が得られるかどうかは定かでない。その理由は、自然な多人数対話場面では、実験室実験では統制することが困難な言語 / 非言語情報など様々な情報が参加者間で相互に伝達されるからである。そこで、今後は実験室実験におけるモデルの構築に加え、フィールド実験を通して構築したモデルの実用化及びその検証を行うことが必要となると考えられる。

参考文献

- [1] 松坂要佐, 東條剛史, 小林哲則 (2001) “グループ会話に参加する対話ロボットの構築” 電子情報通信学会論文誌 . D-II, No. 6, pp. 898-908.
- [2] 船越孝太郎, 小林一樹, 中野幹生, 山田誠二, 北村泰彦, 辻野広司 (2009) “Artificial Subtle Expressionとしての明滅光源による音声対話の円滑化” 電子情報通信学会論文誌 . A, 基礎・境界, Vol. J92-A, No. 11, pp. 818-827.
- [3] 徳永弘子, 武川直樹, 寺井仁, 湯浅将英 (2010) “発話志向態度の表出・理解と発話調整に基づく話者交替分析: 3人会話における「話したい / 聞きたい」態度表出の効用” 電子情報通信学会技術研究報告 . HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol. 110, No. 185, pp. 49-54.
- [4] M. Yuasa, N. Mukawa, K. Kimura, H. Tokunaga, and H. Terai (2010) “An utterance attitude model in human-agent communication: from good turn-taking to better human-agent understanding” CHI Extended Abstracts 2010, pp.3919-3924.
- [5] 高柳侑華, 竹内勇剛 (2011) “多人数音声対話場面において対話をする人工物の発話に対するアドレス判断” 電子情報通信学会論文誌 . D, 情報・システム, Vol. J94-D, No. 1, pp. 37-47.
- [6] 武川直樹 (2002) “コミュニケーションにおける視線の役割 - 視線が伝える意図・気持ち -” 電子情報通信学会誌, Vol. 85, No. 10, pp. 756-760.

- [7] Goffman, E. (1976) "Replies and responses" *Language in Society*, Vol. 5, pp. 257-313.
- [8] Clark, H. H., Carlson, T. B. (1982) "Hearers and speech acts" *Language*, Vol. 58, pp. 332-373.
- [9] 小磯花絵, 伝康晴 (2000) "円滑な話者交替はいかにして成立するか: 会話コーパスの分析にもとづく考察" *認知科学*, Vol. 7, No. 1, pp. 93-106.
- [10] 小倉加奈代, 西本一志 (2004) "チャット対話における発言生成過程の分析" *人工知能学会全国大会論文集(CD-ROM)*, Vol. 18, pp. 2D1-07.
- [11] Duncan, Jr., S. (1972) "Some signals and rules for taking speaking turns in conversation" *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 23, pp. 283-292.
- [12] Kendon, A. (1976) "Some functions of gaze direction in social interaction" *Acta Psychologica*, Vol. 26, pp. 22-63.
- [13] 岡田美智男, 三輪博之, 佐々木正人 (2000) "身体性とコンピュータ" 共立出版, pp. 338-349.
- [14] 八重樫海人, 松田昌史, 大坊郁夫 (2010) "コミュニケーションツールの違いによる3者間会話に関する研究(2): 対人印象とメディア意識, 葛藤解決に用いる方略に注目して" *電子情報通信学会技術研究報告*. HCS, *ヒューマンコミュニケーション基礎*, Vol. 109, No. 457, pp. 85-90.
- [15] 小野哲雄, 今井倫太, 石黒浩, 中津良平 (2001) "身体表現を用いた人とロボットの共創対話" *情報処理学会論文誌*, Vol. 42, No.6, pp. 1348-1358.
- [16] M. Tomasello (1995) "Joint Attention as Social Cognition" C. Moore and P. J. Dunham(eds.), *Joint Attention, Its Origins and Role in Development*, pp. 103-130, LEA.
- [17] 早川俊介, 元方康二, 伊藤昭, 寺田和憲 (2003) "共同注意実現を目指した視線及び頭部動作を認識するロボットの開発" *電子情報通信学会技術研究報告*. HIP, *ヒューマン情報処理*, Vol. 103, No. 455, pp. 31-36.
- [18] 榎本美香, 伝康晴 (2003) "3人会話における参与役割の交替に関わる非言語行動の分析" *言語・音声理解と対話処理研究会*, Vol. 38, pp. 25-30.

芸術写真表現の触発を引き起こす授業実践の検討

How can an art course in photography inspire students' artistic creativity?

石黒 千晶[†], 岡田 猛[†]
Chiaki Ishiguro, Takeshi Okada

[†] 東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, The University of Tokyo
ishiguro@p.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study examines whether an art course with various kinds of inspiration derived from others and their artworks is useful in improving undergraduates' photographic creativity and their views of photo taking. In collaboration with a professional photographer, we organized an undergraduate course in artistic photography, which included lecture sessions in basic artistic skills and knowledge, imitation sessions of unfamiliar artistic photographs, photo taking sessions, and presentation of the students' own works in the class. 21 students participated in the course for a semester. We collected students' diaries of their photo taking, their photographs, and questionnaire survey data about their photo taking experiences. The results of data analyses show that the creativity of the students' photographs improved after lecture sessions and the effect was maintained throughout the course. The students reported that reflecting on their photography contributed to their acquisition of metacognitive knowledge of artistic creation.

Keywords —Art, Creativity, Expressive awareness, Imitation, Photography

1. はじめに

芸術教育においてどのような学習支援が可能であろうか。この問題を考えるにあたって、どのような活動が芸術創造に影響を与えるかを確認しよう。芸術においては、創作主体にとって新しい表現についての知識やルールを獲得する機会として、他者や他者の作品との出会いが重要である[3]。このような他者や他者作品との出会いによって創造主体は触発され、作品や創造活動についての考えが変化する。例えば、芸術家は他者や他者の作品から触発されることで、

作品やパフォーマンスが変化することが心理学的に示唆されている[1, 9, 11, 13, 14 など]。このような他者や他者作品による触発は、芸術家に限ったことではなく、初心者の創造活動でも起きることが示されている。石橋と岡田は絵画の専門教育を受けたことがない大学生を対象に被験者の既有知識に合致しない抽象画を模写する実験を行った。その結果、模写を行った被験者は新しい着眼点を獲得し、新しい表現スタイルで作品を創作するようになり、統制群の被験者よりも創造的な絵画を描くようになった。描画以外の写真創作やデザイン領域についての知見でも、プロダクトのコンセプト生成場面において、領域が異なる例や馴染みのない例が、被験者の問題解決や創造活動に正の影響を与えることが示されている[2][8]。しかし、これらの知見では、他者の作品による触発についてしか検討されておらず、講師や芸術家からのレクチャーや講評会など様々なプログラムを含む教育現場における触発が創造活動に与える影響についての実証研究は十分ではない。したがって、本研究では、教育場面で触発が創造活動にどの程度の影響を及ぼすか、また、学習者が教育場面における様々な活動を通して、創造活動についての考えをどのように変容させたかについて検討する。このような問いを検討することは、芸術教育のプログラム開発などに示唆を与えるであろう。

なお、本研究で扱う芸術創造領域としては、芸術創造領域の中でも技術的なハードルが比較的低く、初心者にとって馴染みやすい芸術写真

を扱う。一般的に、芸術創造活動に参入する際には、基本的な表現を行うための技術が必要とされる。例えば、絵画では熟達の初期段階にデッサンの訓練が望まれ、数年、あるいは、それ以上かけて図形や静物を正確に素描する能力を鍛える。一方、写真の場合は、デジタルカメラを用いれば、数種類の設定操作で様々な表現を行うことが出来る。特に、カメラが携帯電話にも付属している昨今では、写真表現は人々の日常生活に根付いている身近な表現領域であり、初心者が芸術創造に参入するために親しみやすい創造領域であると言えよう。

以上の議論を踏まえて、本研究では写真初学者を対象にして、他者や他者作品による触発を引き起こす写真表現の授業を行う。

教育実践活動のデザイン

具体的な授業内容としては、まず、写真家の講師を招き基礎的な技術についてのレクチャーを行う。これは、初心者は熟達者に比べて当該創造領域での基礎的な技術力が低いため、他者や他者作品による触発を受けてもその効果がプロダクトに現れ難いと考えられるためである。次に、既有知識に合致しない他者作品の模倣が創造活動を促進する[5][8]ことから、学習者の表現についての既有知識に合致しない他者作品の模倣を行う。その際に、他者作品について学習者同士で議論し、講師から説明を受けることによって他者作品の理解を深める。自分の表現についての既有知識に合致しない他者作品でも当該領域のエキスパートや他の初心者と議論することで作品の理解が深まると考えられる。最後に、創造領域のエキスパートの価値基準に触れる活動を行う。授業の中で、作品の発表会や講師による参加者の作品の講評会を行うことで、エキスパートの評価基準に触れ、触発されることがあるかもしれない。なお、授業期間中、受講生は毎授業後にそれぞれの授業で撮影した写真や創造活動について振り返る課題を行った。

これらの撮影技術のレクチャー、他者作品の模倣、発表会といった授業要素はそれぞれ写真

表現の専門教育で実践されている。しかし、これらのプログラムを組み合わせた体系的な授業実践や、各授業後に受講生に自分の作品や創作活動について内省させることは専門教育でも実践の例は少なく、本研究で、写真創作初学者のために新たに構成されたものである。

教育実践活動の評価の枠組み

本研究では授業実践によって受講生の創造活動が変化したかを検討する。まず、プロダクトの変化として、受講生が制作した写真作品の創造性に焦点を当てる。

また、受講生の創造活動についての考えの変化やそのプロセスについても検討する。そのために、受講生には自分の創造活動についての考えの変化とそのきっかけと思われるものを記述させた。具体的には、他者からの触発と自分の創造活動についての省察をきっかけに気付いたことや考えたことについて問う複数の質問項目から成る日記課題を、各授業後に受講生に提出させた。

2. 方法

東京大学の学部3,4年生を対象とした「芸術創作実践演習」という科目で、授業を行った。授業は2012年4月10日から7月17日まで、第一回目のガイダンスと最終授業の講師の作品紹介を含めて全14回(一回の授業時間は90分)かけて行われた(表1,2を参照)。全授業で受講生は専用の一眼レフカメラを貸し出され(ただし、5名の受講生は自分のカメラを持参した)、授業外で一眼レフカメラを使用したい場合は貸し出しを行った。

受講生

授業には21名(男性10名、女性11名、20名が文科系の学部(に所属)の学生が参加し、病欠の場合を除いて全員が全ての授業に参加し、課題を提出した。受講生の中には、写真やその他の芸術領域の創作について専門的な教育を受けた経験のある学生はいなかった。

授業内容

表 1 授業プログラム

	創作(5回)	レクチャー(4回)	模倣(2回)	発表会(1回)
13:00-13:15	質問紙記入 講師への質問	(講師への質問)	模倣対象の鑑賞	作品鑑賞
13:15-13:45		講師のレクチャー		発表会
13:45-14:20	撮影実習	撮影実習	撮影実習 (模倣)	(個人の発表+ 講師のコメント)
14:20-14:40		2、3名の作品鑑賞+講師のコメント		※感想シート記入
授業後から2日後			写真説明課題	
授業後3日後から 次の授業まで			日記課題	

注：以上は授業の計画であり，授業の進行によって実際の時間配分は調整された。

表 2 授業スケジュール

第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回
ガイダンス	レクチャー ①	創作①	レクチャー ②	レクチャー ③	レクチャー ④	創作②
第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回	第14回
模倣①	創作③	模倣②	創作④	発表会	創作⑤	講師の 作品紹介

授業は、「創作」「レクチャー」「模倣」「発表会」の活動それぞれを主要な授業内容として扱うプログラムから成っていた。「創作」以外の授業プログラムで講師が提案した創作に関する知識や実践方法は以下である。まず、4回の「レクチャー」では、カメラの使い方や露出・絞り・シャッタースピードなどの基礎的な操作方法が教えられた。その後はライティングや被写体との距離感のとり方などの表現技法について講義が行われた。2回の「模倣」では、受講生にとって馴染みがない写真だと考えられる2枚の写真の模倣を行った。一回目の「模倣」は、アウグスト・ザンダー(August Sander: 1874-1964)の写真集『People of the 20th Century』の『農家の娘』を模倣対象写真とした。この写真は、人物写真だが、20世紀前半の人々の自然な表情を撮ることを表現内容としたもので、画面を構成する人や背景を操作して撮影するという表現方法がとられている。二回目の「模倣」では、

ゲイリー・ウィノグラント(Garry Winogrand: 1928-1984)の1969年の作品『Los Angeles, California』を模倣対象写真とした。この写真は、1960年代後半から1970年代前半にかけてのニューヨークのスナップ写真であり、日常的な風景の中に潜む社会問題を表現内容としており、大量のスナップ写真を撮影し、その中から偶発的に現れた写真を選ぶという表現方法がとられている。受講生の中にはこれらの写真を知っているものはいなかった。最後の「発表会」では、受講生各々が授業で撮影した写真から5枚の写真を選んで作品として発表し、講師から講評¹を受けた。また、受講生は授業内で他の受講生の作品を鑑賞し、感想を書いた。その感想は発表会後集計され、それぞれの受講生に電子

¹ 授業における講師のコメントには、批判的なものは見られず、「目の写り込みきれいですよね」「ライティングにとっても意識的になったっていう感じですね」「フィルムの、光を感じる場所の近くにあるものほどたくさん動くので、近くにあるものに合わせて動かすとより、やっぱり背景は動きやすいと思います」など、写真の特徴的な部分や、受講生の撮影態度の変化、技術の再確認についての発言が見られた。

メールでフィードバックされた。

課題

受講生は、2つの課題を行うことが受講の条件になっていた。授業中の写真撮影時の内省を反映させるため、受講生は各授業で撮影した写真について説明を加える「写真説明課題」を授業後2日以内に提出しなければならなかった。一方、各授業や授業後の一週間の間で芸術表現について考えた事や気付いた事、そのきっかけとなった出来事を記述する「日記課題」は授業3日後から次の授業までに提出しなければならなかった。「日記課題」では、講師による触発、他者とのやりとりによる触発、授業外での活動による触発、自分の作品に関わる内省、あるいは、一週間の写真創作についての内省の項目を設け、受講生はそれぞれの項目について気付いたことや考えたことがあればそれについて記述した。写真説明課題や日記課題からは、授業を受けた結果生まれた受講生の創造活動についての省察内容や、授業内容の解釈を取り出すことが可能である。このような手法は、近年も身体運動などの経験を振り返るためにも利用されている[例えば11]。

分析の指針

各授業を行うことで写真の創造性が変化するかどうかを検討するため、全受講生が【創作①~⑤】で撮影した写真の創造性を評定した。

評定は本授業の講師によって行われた。それぞれの受講生の各【創作】での全写真を評価の単位とし、合計99の写真群(21名×4、もしくは、5セッション)に対して評定が行われた。評価にあたって、評定者はまず全ての写真約7500枚の5%に当たる393枚の写真を鑑賞し、どのような写真を評定するのか把握した。その後、各受講生の各【創作】セッションの写真群を鑑賞し、それぞれの写真群が創造性などの観点において、全ての受講生の写真の中でどのくらい高いか低いかを5件法で評定した。作品の創造性評価の観点としては、「創造性」「技術」「美的魅力」の他に、表現活動に重要な要素として「表

現の自覚性」[7]を扱い、それぞれの観点は評定者に定義させた。ただし、「表現の自覚性」に関しては「表現内容と表現方法をマッチングすること」という定義を与え、詳細な定義は評定者に任せた。評定者は研究の仮説についての情報は一切与えられなかった。また、写真群は受講生の名前や写真を撮影した時期についての情報は与えず、ランダムな順序で呈示された。

受講生の創造活動についての内省とそのきっかけの検討

授業を通して、受講生の創造活動についての考えがどのように変化したかを検討するために、授業を通して見られる内省はどのようなきっかけ(触発と省察)で生成されているかについて検討した。

この問いを検討するために、まず全ての受講生が全授業で行った「日記課題」で記述された内省の内容を把握するためにKJ法でカテゴリを生成した。KJ法を行う準備にあたって、「日記課題」の各項目に記述された内容を1つのセグメントと考え、受講生が記述内容を分けている場合や、明らかに異なる内容を話している場合のみセグメントを分割した。その結果全受講生の全授業の内省から得られた955のセグメントの25%の238のセグメントをランダムに抽出し、KJ法を行った結果、6の大カテゴリが生成された。一つ目の大カテゴリは(a)表現内容と表現方法のミスマッチの認識、(b)表現内容と表現方法のマッチングを考えた創作の重要性の意識、(c)表現方法によって表現内容(印象)が変化することへの気付き、(d)固定化した表現スタイルの転換の4つの下位カテゴリから成る(1)表現内容と表現方法のマッチングの追求(表現の自覚性[8])であった。二つ目の大カテゴリは、(a)自分の表現活動の指針を作ったり自分の表現の特徴の解釈を下位カテゴリとする(2)自分の表現活動における学習方法についての気付きであった。三つ目の大カテゴリは、(a)講師の表現スタンスや視点への注意、(b)他の受講生の表現への興味、(c)講師以外の写真家の表現への興味と

表 3 講師による創造性評価の平均値(SD)

	表現の自覚性	創造性	技術	美的魅力
創作①	1.53(0.64)	1.40(0.63)	1.47(0.74)	1.60(0.91)
創作②	3.27(1.10)	2.80(1.08)	2.60(.99)	2.53(0.92)
創作③	3.80(1.01)	3.33(1.29)	2.93(1.39)	3.27(1.49)
創作④	3.87(1.25)	3.60(1.49)	3.07(1.49)	2.87(1.30)
創作⑤	3.60(1.12)	3.33(1.35)	2.80(1.27)	3.00(1.31)

Note: 各観点の分散分析の結果は順番に, 「表現の自覚性」: $F(4, 56)=17.95, p<.01$, 「創造性」: $F(4, 56)=12.17, p<.01$, 「技術」: $F(4, 56)=12.17, p<.01$, 「美的魅力」: $F(4, 56)=5.48, p<.01$

表 4 全授業における全受講生の内省とそのきっかけの合計度数

	講師による触発	他者とのやりとりによる触発	授業外での活動による触発	個々の作品に関わる省察	一週間の(写真)創作についての省察	合計
表現内容と方法のマッチングの追求(表現の自覚性)	52	50	35	76	25	238
自分の表現活動における学習方法についての気付き	36	42	46	128	4	256
他者の表現への関心	37	63	20	15	3	138
写真表現の基準の獲得	21	27	15	12	13	88
写真やそれ以外の表現領域の特徴の認識	24	10	40	7	0	81
合計	170	192	156	238	45	801

各列の χ^2 乗検定の結果は以下; $\chi^2(4)=31.54, p<.01$, $\chi^2(4)=163.78.54, p<.01$, $\chi^2(4)=78.38, p<.01$, $\chi^2(4)=9.05, .05<p<.10$, $\chi^2(4)=62.52, p<.01$

いった下位カテゴリから成る(3)他者の表現への関心であった。四つ目の大カテゴリは、(a)写真表現技術の意識化、(b)写真やそれ以外の表現領域の特徴の認識から成る(4)写真表現の基準の獲得であった。五つ目の大カテゴリは、(a)各表現領域がもつ表現の時代背景や表現パターンの重要性の認識、(b)写真やそれ以外の表現領

域の特徴の認識から成る(5)写真やそれ以外の表現領域の特徴の認識、最後の大カテゴリは、(a)芸術表現の意義についての解釈の変化から成る(6)芸術表現観であった。

以上の各大カテゴリの内省を受講生が毎回の課題である「日記課題」の各質問項目で記述したかどうかを検討し、それらの内省がどのよう

なきっかけ（触発と省察）についての記述であったかを判断した。

3. 結果と考察

授業効果の結果：作品の創造性

受講生が撮影した写真の創造性が授業を通して変化したかどうかを検討した。受講生が【創作①～⑤】に撮影した写真の創造性評定の結果から欠損値のあるデータは除外し、時期を要因とする一要因分散分析を行った（表3参照）。

まず、本授業の講師による評定の結果、表現の自覚性、創造性、技術、及び、美的魅力の全ての観点で時期間に有意な評定値の増加が見られた。さらに、各観点における各時期の平均値差について多重比較(Bonferroni)を行った結果、「表現の自覚性」「創造性」「技術」のいずれの観点も、【創作①】と【創作②, ③, 及び, ⑤】の時期間に1%水準で有意差が見られた。「美的表現」については、【創作①】と【創作③, 及び, 創作⑤】の間で有意な差が見られ、【創作①】と【創作④】で有意傾向の差が見られた。

以上の結果から、本授業の講師の評定では、受講生の写真の「表現の自覚性」「創造性」「技術」評価は、「レクチャー」の後に変化したことが示唆された。「美的魅力」は「レクチャー」と「模倣」の後に変化したことが示された。

授業全体での内省とそのきっかけ（触発と省察）

受講生が全授業でどのような内省をし、それはどのようなきっかけ（触発と省察）によるものだったかを検討した。全ての受講生が「日記課題」での内省の大カテゴリにあてはまる記述をしているかどうかを判断し、その内省がどのようなきっかけ（触発と省察）によるものかを授業プログラムごとに分類した(表4参照)。ただし、(6)芸術表現観のカテゴリについては、度数が全授業の全受講生の内省を合計した場合でも10に満たなかったため、本研究の検討対象からは省いた。さらに、各大カテゴリの行について、 χ^2 乗検定を行い各セルの度数の偏りを検討した。その結果、全ての内省カテゴリの行

で、1%水準で有意な評定値の偏りが見られた。また、各内省カテゴリのきっかけとなった触発と省察は、(1)表現内容と表現方法のマッチングの追求（表現の自覚性）、及び、(2)自分の表現活動における学習方法についての気付きでは「個々の作品に関わる省察」の度数が他の触発と省察に比べて高く、(3)他者の表現への関心、及び、(4)写真表現の基準の獲得では「他者とのやりとりによる触発」の度数が他の触発と省察に比べて高く、(5)写真やそれ以外の表現領域の特徴の認識では「授業外での活動による触発」の度数が他の触発と省察に比べて高かった。

4. 考察

教育場面において他者や他者作品による触発によって作品の創造性へ正の影響が見られた。具体的には、レクチャーの後に受講生の作品の創造性は高くなり、その後も維持された。作品の創造性への効果が継続したことは、レクチャーだけではなく、その後に他者作品の模倣や作品の発表会を設けたことが影響していると考えられる。このように、講師によるレクチャーや他者作品の模倣、発表会といった触発は創造性促進への効果があることが示唆された。また、それらの効果は、少なくとも一週間程度保持されることが考えられる。

また、受講生の創造活動についてのメタ認知的な内省は、授業で受けた触発を自分の創造活動に反映し、その結果生まれた自分の作品を省察することがきっかけとなって生まれていることが示唆された。当該創造領域についての知識の獲得や関心は、授業を受けた上で、授業外で写真や写真以外の表現活動に触れることで生まれることが示唆された。さらに、授業後の受講生の創造活動についての考えの変化は、授業を受けたことだけでなく、授業外での省察や授業以外での活動も影響していることが示唆された。

以上の結果から、授業を受動的に受けるだけではなく、そこで学んだ知識や技術を実際に創作活動の中で実践し、そこで生み出した作品や

その作品の創造プロセスについて参加者が省察を行うことが重要だと考えられる。このような省察の役割は、Schönが指摘したエキスパートの実践活動における省察[10]や deliberate practice[4]が、初心者の創造活動においても重要であることを示唆している。また、他者や他者作品から触発を受けた後に、別の他者や他者作品に出会うことが触発による効果を高めると考えられるだろう。

これらの知見は、芸術教育における教育プログラム開発などに示唆を与えることができるだろう。

謝辞

長期間に渡り、研究に協力くださった研究協力者および評定者の皆様に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- [1] Bonnardel, N., & Marmèche, E. (2005). Towards supporting evocation processes in creative design: A cognitive approach. *International journal of human-computer studies*, 63(4), 422-435.
- [2] Chan, J., Fu, K., Schunn, C. D., Cagan, J., Wood, K., & Kotovsky, K. (2011). On the benefits and pitfalls of analogies for innovative design: Ideation performance based on analogical distance, commonness, and modality of examples. *Journal of Mechanical Design*, 133, 081004-1-11.
- [3] Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-335). New York: Cambridge University Press.
- [4] Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 3, 363-406.
- [5] Ishibashi, K. & Okada, T. (2004). How copying artwork affects students' artistic creativity. *Proceedings of the Twenty-sixth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Hillsdale, NJ.
- [6] Ishibashi, K. & Okada, T. (2006). Exploring the effect of copying incomprehensible exemplars on creative drawings. *Proceedings of the Twenty-eighth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1545-1550. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [7] 石橋健太郎・岡田猛 (2010). “他者作品の模写による描画創造の促進”. *認知科学*, Vol. 17, pp. 196-223.
- [8] 石黒千晶・岡田猛 (2013). 初心者の写真創作における表現の自覚性獲得過程の検討:他者作品の模倣による影響に着目して *認知科学*, 20(1), pp90-111.
- [9] Nakano, Y. & Okada, T. (2012)“Process of Improvisational Contemporary Dance” *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Sapporo, JAPAN, pp.2073-2078.
- [10] Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.
- [11] Shimizu, D. & Okada, T. (2012)“Creative Process of Improvised Street Dance”, *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Sapporo, JAPAN, pp.2321-2326.
- [12] 諏訪正樹 (2005). 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, *人工知能学会誌*, Vol. 20, No. 5, pp. 525-532.
- [13] 高木 紀久子・岡田 猛・横地 早和子 (2013) 「美術家の作品コンセプトの生成過程に関するケーススタディ:写真情報の利用と概念生成との関係に着目して」、*認知科学*, Vol.20, No.1, pp.59-78

- [14] Yokochi, S. & Okada, T. (2005). Creative cognitive process of art making:A field study of a traditional Chinese ink painter. *Creativity Research Journal*, 17, 241-255.

ラジオにおけるオープンコミュニケーションのマルチモーダル分析 A Multi-modal Analysis of Open Communication in Radio Programs

大島 優[†], 鈴木 紀子[‡], 阪田 真己子[†]
Yu Oshima, Noriko Suzuki, Mamiko Sakata

[†]同志社大学大学院, [‡](独)日本学術振興会/同志社大学
Graduate school of Doshisha University, Japan Society for the Promotion of Science/Doshisha University
din0007@mail4.doshisha.ac.jp

Abstract

“Open communication” is defined as a type of communication that transmits indirect messages to a third person when people are engaged in a conversation. This paper focuses on an open communication style of a “radio duo”, who engages in “talks on the radio” without giving any visual information to the audience. We analyzed both the verbal and non-verbal behaviors of the radio duo in both the open-communication and closed-communication styles. We found that there are significant differences in the non-verbal behavior of the radio duo between these two different styles of communication. The results of our study suggest that the radio duo, while talking with each other, also address the invisible audience by adjusting their conversation styles.

Keywords — radio show, open communication, nonverbal behavior, conversational style

1. はじめに

コミュニケーションの中でも、人と人が、音声や身体、事物などの手がかりを用いて、お互いに心理的に意味のあるメッセージを伝え合うことを対人コミュニケーションという。我々は、自らが対人コミュニケーションをおこなうだけでなく、観察者として他者の対人コミュニケーションを認知し、その情報をもとに周囲の人間関係を理解している(木村 2010)。つまり人間関係を理解する上で、対人コミュニケーションは重要な鍵となるといえる。

対人コミュニケーションの中には「コミュニケーションをしているところを見せるコミュニケーション」が存在する。岡本ら(2008)は、このような複数名の間で会話をすることで、第三者へ情報伝達をおこなうようなコミュニケーションの形式を「オープンコミュニケーション」と呼んでいる。例えば、漫才・料理番組での会話・ニュース番組

での司会とコメンテーターの会話などがある。岡本らは、オープンコミュニケーションの指向性を捉える上で、身体動作などの非言語的な情報を含んだマルチモーダルなチャネル間の相互関係が重要な役割を果たしていると述べている。

そこで、本研究は2名のパーソナリティによるラジオ番組を研究対象とする。なぜなら、ラジオ番組においてリスナーに提供されるのは、パーソナリティの音声情報のみだからである。本稿では、話の受け手である第三者に視覚情報が与えられないオープンコミュニケーションとしてラジオに着目し、話し手(ラジオパーソナリティ)にどのような言語・非言語的特徴が表出されるかを分析する。

2. ラジオにおけるオープンコミュニケーション

パーソナリティが1名しかいないラジオ番組の場合、パーソナリティはマイクの向こうのリスナーを想定して発話をしているといえる。つまり、リスナーに直接的に話の内容を指向する内部指向発話である。しかし、2名以上のパーソナリティ同士の会話によって番組が進行されるような場合、パーソナリティ間で閉じられているように聞こえる会話であっても、実際にはその内容はリスナーに対して向けられているはずである。つまり、一方のパーソナリティから共演者に対して向けられた内部指向発話が、非明示的にリスナーに対して外部指向されていると考えるならば、ラジオ番組においてもオープンコミュニケーションが成立していると考えられるべきである。

そこで本研究では、リスナーに対する外部指向性が含まれると考えられる「ラジオ本番」の会話

をオープンコミュニケーションと定義する。他方、リスナーに対する外部指向性が含まれないと考えられる「打ち合わせ」と「反省会」の対話をクロードコミュニケーションと定義し、両者における言語・非言語行動の違いについて比較検討をおこなう。それにより、話の受け手に対して視覚情報が与えられないオープンコミュニケーションの特徴を浮き彫りにすることを本研究の目的とする。

3. 関連研究

岡本ら(2008)は、古典的なしゃべくり漫才と新しい漫才スタイルの2組の芸人を対象とし、オープンコミュニケーションの指向性を顕著化する要因は、発話から得られる言語情報のみではなく、身体動作などの非言語的な情報を含んだマルチモーダルなチャネル間の相互作用であることを示した。このことから、オープンコミュニケーションにおける発話の指向性を示す要因は、話者の言語・非言語行動の相互作用から推測できる可能性があるとして述べている。しかし、ラジオのようにリスナーに視覚情報が与えられなくてもオープンコミュニケーションが成立するのであれば、どのようにしてリスナーに対する外部指向性が顕在化されるかという問題が浮かび上がる。

聞き手に対する視覚情報とジェスチャー産出の関係に関する研究として、藤井(2000)が挙げられる。この研究では、単語再生課題を用いて、話の受け手に対する視覚情報の有無が、話し手のジェスチャー産出に及ぼす影響について調べた。結果、聞き手に見られると想定される場面では、話者のジェスチャー産出に影響を与えるということが示された。この研究では、聞き手に見られる/見られないという収録条件の違いがジェスチャー産出に影響を及ぼす要因であることが示された。西尾(2000)は、非対面場面においての身振りが自己指向的な働きをするという従来までの解釈に対し、非対面場面においても、聞き手の存在を強く意識することで、疑似的なコミュニケーション事態を作り出していることを指摘している。つまり、非対面状況下の身振りが、必ずしも自己指向的な機

能を持つとは言えないということを示した。藤井(2000)では、映像+音声(視覚情報有り)と音声のみ(視覚情報無し)という収録条件において、目の前に聞き手が存在しない状態で説明課題をおこなっている。この存在していない「見えない聞き手」に対して話の内容を指向していたといえる。また西尾(2000)では、2者間に衝立を設け、互いに視覚情報がない状態で説明課題をおこなっている。こちらの研究の場合、目の前に存在はしているものの視覚的に「見えない聞き手」に向けて、話の内容を指向していることになる。ここからいずれの研究も、「見えない聞き手」が存在しており、その見えない聞き手に向けて発話を指向していることが推察される。

本研究で扱う複数名のパーソナリティ間の会話で構成されるラジオ番組では、姿の見える聞き手(他のパーソナリティ)と姿の見えない聞き手(ラジオ番組のリスナー)の双方が存在している。したがって話し手は、その双方に発話を指向している可能性が考えられる。眼前にも空間を共有する対話の相手が存在していることから、藤井(2000)・西尾(2000)の研究とは、異なる会話構造となっている可能性が高い。ラジオにおけるオープンコミュニケーションの構造を探ることは、姿が見える聞き手との間で内部指向的に交わされる対話が、いかにして姿の見えない聞き手に対して外部指向性を持ちうるかという問題を考える上で意義深いと考える。

4. 方法

4.1. 実験協力者

実験協力者として、大学内の同一の放送サークルに所属し、ラジオ放送のパーソナリティ経験が1年以上ある男女10組、計20名(平均年齢20.15歳±0.93)を対象とした。当該サークルでは、2人1組で大学内の昼放送を行なっている。

4.2. 実験手順

パーソナリティに10分間の打ち合わせ、15分間の生放送番組、10分間の反省会を実施させ、その様子を3台のビデオカメラで撮影をおこなった。

本番においては、パーソナリティにリスナーを意識させるため、「別室にいる大学生が放送をリアルタイムで聴いている」という教示をおこなった。本実験では特に話題を事前に設定しなかった。ただし、通常の大学内の昼放送では季節の話題を取り上げることが多い。そのため本実験でも実験協力者は季節の話題を取り上げており、本実験においても季節の話題がメインとなっていたことから、暗黙の統制ができていたといえる。またパーソナリティ間の距離を定量的に記録・分析するため、三次元動作計測装置を用いて身体動作の計測をおこなった。

4.3. 実験環境

実験協力者が普段おこなっている放送環境にできるだけ近い環境で実験をおこなった。実験配置図を図1に示す。

4.4. ビデオアノテーション

4.4.1. アノテーションの基準

パーソナリティの言語行動および非言語行動を抽出するために、アノテーションソフト ELAN を用いた。用いたタグセットは、「発話行動」と「ジェスチャーパターン」の2タイプである。アノテーション作業画面を図2に示す。

4.4.2. 発話行動の分類

発話行動について以下の4種類のタグ付けを行い、その時間と回数を集計した。なお、音声フィルターは発話時間から除外した。

- ・発話時間：パーソナリティの発話開始から終了までの区間で、かつパーソナリティが発話を行っている 200msec 以上の無声休止に挟まれた時間
- ・発話重複時間・発話重複頻度：パーソナリティ同士が同時に発話を行っている時間と回数
- ・無声休止の生起時間・生起頻度：パーソナリティ同士が発話を行っていない 200msec 以上の無声休止の時間と回数
- ・無声休止の持続時間：一回あたりの無声休止の持続時間

4.4.3. ジェスチャーの分類

喜多(2002)の分類方法を用いてタグ付けをおこなった。ELAN でアノテーションをおこなう際に

は、ジェスチャーが開始してから終了するまでをジェスチャー単位として、以下の3種類のタグ付けをおこなった。なお、ジェスチャー産出量は発話量に比例することが知られているため、ジェスチャーの時間、回数は単位発話時間(1分)あたりで標準化をおこなった。

- ・エンブレム：慣習に定められた手の動き
- ・拍子：手を小刻みに振りリズムをとる手の動き
- ・表象的ジェスチャー：発話の内容と関連し形態を示す動作

4.5. 動作計測

動作計測は光学式モーションキャプチャシステム(MAC3D システム/Motion Analysis 社)を用いておこなった。表1に示す6個のマーカを各パーソナリティの身体に貼付し、実験室の天井に設置された8台の高精細カメラにてマーカを記録した(1/60 fps)。マーカの貼付位置を図3に示す。

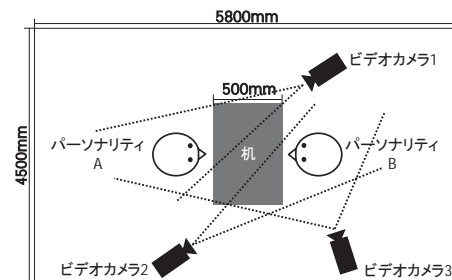


図1：実験配置図

表1：マーカセット

マーカ名	マーカ貼付位置	貼付位置詳細
1 M_L.Shoulder	Male's left shoulder	左鎖骨肩峰端
2 M_R.Shoulder	Male's right shoulder	右鎖骨肩峰端
3 M_Chair	Male's chair	椅子
4 F_L.Shoulder	Female's left shoulder	左鎖骨肩峰端
5 F_R.Shoulder	Female's right shoulder	右鎖骨肩峰端
6 F_Chair	Female's chair	椅子

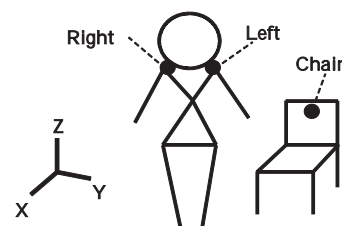


図3：マーカ貼付位置

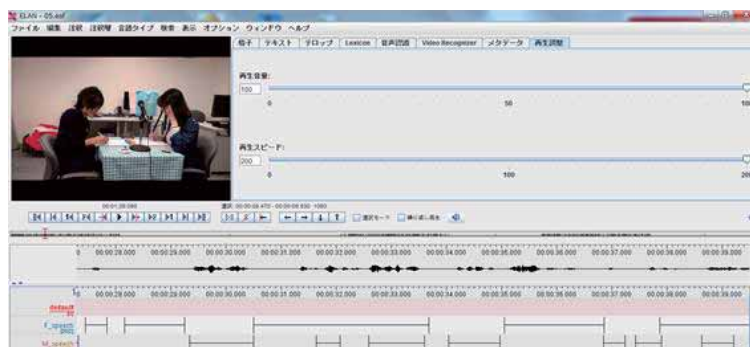


図2: アノテーション作業画面

5. 結果

5.1. 発話行動

「発話時間」を従属変数とし、性別(男/女)×セッション(打ち合わせ/本番/反省会)の混合計画による2要因分散分析の結果、セッションの主効果のみ認められた($F(2)=22.09$, $p<0.05$)。各セッションにおける発話時間の平均値を図4に示す。多重比較の結果、本番と反省会で発話が長くなることがわかった。

次に、「発話重複」「無声休止」および「無声休止」の持続時間がセッションごとにどのように変化するかを確かめるために一元配置分散分析を行った。その結果、「発話重複」は打ち合わせよりも反省会で長くなり(図5)、「無声休止」は本番で減少し(図6)、「無声休止の持続時間」については、打ち合わせよりも反省会が短くなることがわかった(図7)。

5.2. ジェスチャー

「エンブレム」の生起時間および回数を従属変数とし、性別(男/女)×セッション(打ち合わせ/本番/反省会)の混合計画による2要因分散分析の結果、生起時間および生起回数に有意差は認められなかった(図8)。これは、もともとエンブレムの生起量が少ないことが原因であると考えられる。

「拍子」の生起時間および回数を従属変数とし、性別(男/女)×セッション(打ち合わせ/本番/反省会)の混合計画による2要因分散分析の結果、時間・回数ともにセッションの主効果のみ認められた(時間: $F(1)=22.74$, $p<0.05$, 回数: $F(2)=18.28$,

$p<0.05$)。多重比較の結果、生起時間および回数ともに本番で増加することがわかった(図9)。

「表象的ジェスチャー」の生起時間および回数を従属変数とし、性別(男/女)×セッション(打ち合わせ/本番/反省会)の混合計画による2要因分散分析の結果、時間・回数ともにセッションの主効果のみ認められた(時間: $F(1)=20.10$, $p<0.05$, 回数: $F(2)=14.71$, $p<0.05$)。多重比較の結果、生起時間は本番と反省会で増加し、一方回数は、本番で増加し反省会で減少することがわかった(図10)。これは、直前のジェスチャーが終了し、次のジェスチャーが開始するまでの動きが一時停止している状態(hold)も含めて、1つのジェスチャー単位としていたためであると考えられる。反省会では、一回当たりのジェスチャー持続時間が長くなっていて示す結果となった。特に、表象的ジェスチャーは発話の内容と関連し形態を示す動作であるため、拍子のようにリズムをカウントする動作と比べ、顕著に表れたといえる。

5.3. 距離

パーソナリティ間の距離について、セッション(打ち合わせ/本番/反省会)ごとに一元配置分散分析をおこなった。結果、セッションごとのパーソナリティ間の距離に、5%水準で有意差があることが認められた。多重比較の結果からは、打ち合わせ、反省会よりも本番でパーソナリティ間の距離が短くなることがわかった(図11)。

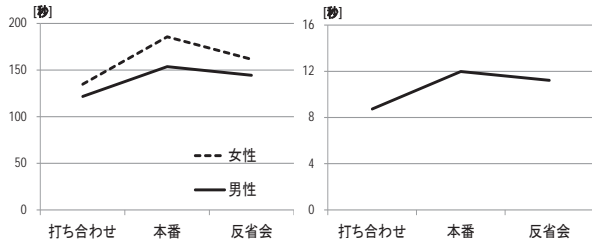


図 4：発話時間

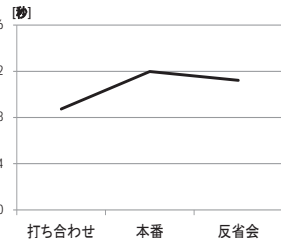


図 5：発話重複

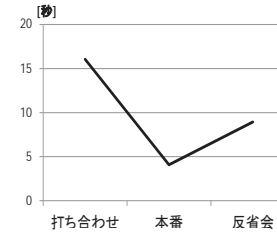


図 6：無声休止

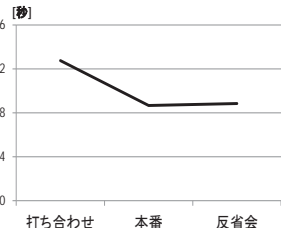


図 7：無声休止の持続時間

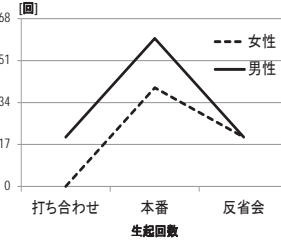
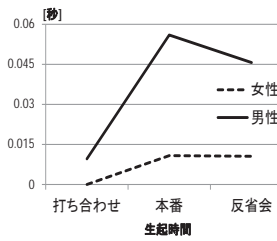


図 8：エンブレム

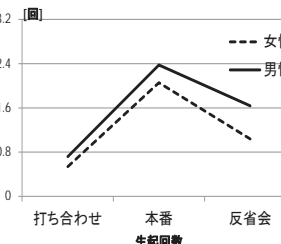
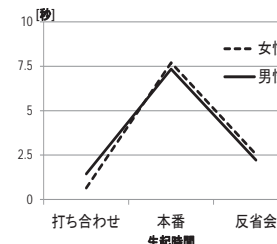


図 9：拍子

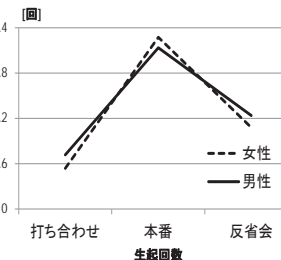
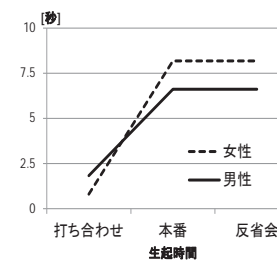


図 10：表象的ジェスチャー

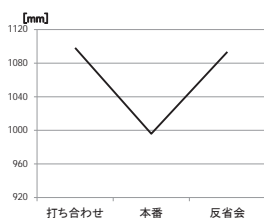


図 11：パーソナリティ間の距離

6. 考察

ラジオ番組を対象として、オープンコミュニケーションとクローズドコミュニケーションにおける近言語的特徴を比較した。その結果、発話時間・発話重複や無声休止などの特徴の変化が認められた。これは、個人の背景や状況による話し方の違いである「会話スタイル」の変化と深くかかわっていると考えられる。打ち合わせから本番に移行する際、パーソナリティは、意図的あるいは無意図的に会話スタイルを変化させているといえる。これはラジオにおいて、音声情報のみがリスナーに伝わることから、パーソナリティが意図的あるいは無意図的に会話スタイルを変化させることで、発話内容をリスナーに指向している可能性がある。

この会話スタイルには、近言語的特徴のみではなく、ジェスチャーも含まれているとされる(荒川 2006)。本研究でも、本番での会話スタイルの変化に伴って、拍子や表象的ジェスチャーも増加が認められた。なお本研究では、ジェスチャーを単位発話時間で標準化しているため、単に発話時間の増加に伴いジェスチャー生起量が増えたのではなく、発話量の増加率以上にジェスチャーの生起量が増加したことを示している。ジェスチャーは視覚情報であり、リスナーに対しては伝達されないにもかかわらず、なぜ本番では増加しているのだろうか。ここに、リスナーという「見えない聞き手」の存在が挙げられる。パーソナリティは、自身の発話が単に眼前の共演者に対して内部指向されているだけでなく、ラジオを聞いている「見えない聞き手」に対しても外部指向されていることを意識しているはずである。実際、実験後に行ったアンケートにおいて、すべてのパーソナリティが「リスナーを意識していた」と回答していた。これは西尾(2000)が指摘するように、聞き手を強く意識することで、疑似的なコミュニケーション事態を作り出していることに当てはまるといえる。特に本研究では、2人のパーソナリティの相互行為によって、見えない聞き手に対しても疑似的なコミュニケーション事態を作り出していると考えられる。つまり、本番においてみられたジェスチ

ャーの増加は、パーソナリティの「見えない聞き手を意識する」という認知的ストラテジーが身体表出されたものと考えられないだろうか。さらに、この会話スタイルの変化は、本番後の反省会にも持続されていた。反省会にも持続されていた理由としては、本番においてもたらされた生理的变化が、本番終了後の反省会においても継続していた可能性が考えられる。つまり、緊張状態が保持されたことで、会話スタイルが本番後の反省会にも持続していたと考えられる。

また、パーソナリティ間の距離は本番で短くなっている。これは、会話スタイルが言語・近言語的特徴、ジェスチャーに加えて、姿勢やパーソナルスペースをも含む可能性を示唆するものと考えられる。また、本実験において2人のパーソナリティの会話スタイルが同様の変化を見せたことは、オープンコミュニケーションにおける会話スタイルが、その会話に参加している複数の話者(本研究であれば2人のパーソナリティ)の相互作用によって構築されていることを示す結果と考えられる。

岡本(2008)は、オープンコミュニケーションにおける外部指向性や内部指向性を身体方向と視線のねじれから明らかにしている。本研究の結果から、発話の受け手に視覚情報が与えられないオープンコミュニケーションにおいても、発話の内部指向性と外部指向性の両方を可能とする相互行為が存在している可能性が示唆されたといえる。

7. おわりに

本研究は、話の受け手に聴覚情報のみが伝わるオープンコミュニケーションの構造を探るための基礎的な検討であった。ラジオ番組における複数の話者の相互作用によって構築されている会話スタイルにより、発話内容をリスナーに指向している可能性が示唆された。ラジオという極めて特殊なコミュニケーション形態を調べることで、発話の外部指向性と内部指向性にマルチモーダルな情報がどのように関与しているかを知る手がかりを得ることを期待している。

本研究からは、2人のパーソナリティ間のどの

ような相互行為が外部指向性を持ち、「見えない聞き手」に発話の内容を指向していたかは明らかになっていない。パーソナリティ同士の相互行為について詳細に探ることで、発話の受け手に視覚情報が与えられないオープンコミュニケーションを特徴付ける話者の振る舞いを明らかにしていきたい。

参考文献

- [1] 荒川歩, 藤田正美, (2006) “ジェスチャーは会話スタイルの一部か? 発話の近言語的特徴とジェスチャー頻度との関係およびその性差”, 対人社会心理学研究, Vol.6, pp.57-64.
- [2] 坊農真弓, 高梨克也(編), (2009) “多人数インタラクションの分析手法”, オーム社
- [3] 大坊郁夫, (1998) “社会的スキルとしての対人コミュニケーション”, 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol.98, No.100, pp.37-41.
- [4] 藤井美保子, (2000) “ジェスチャー産出に関わる社会的要因: 話者のジェスチャー生起量と視点の位置に影響を及ぼす聞き手の存在”, 認知科学, Vol.7, No.1, pp.65-70.
- [5] 木村昌紀, 大坊郁夫, 余語真夫, (2010) “社会的スキルとしての対人コミュニケーション認知メカニズムの検討”, 社会心理学研究, Vol.26, No.1, pp.13-24.
- [6] 喜多壮太郎, (2000) “ひとはなぜジェスチャーをするのか”, 認知科学, Vol.7, No.1, pp.9-21.
- [7] 喜多壮太郎(著), (2002) “ジェスチャー〜考えるからだ〜”, 金子書房
- [8] 岡本雅史, 大庭真人, 榎本美香, 飯田仁, (2008) “対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析”, 日本知能情報フレンジ学会誌, Vol.20, No.4, pp.526-539.
- [9] 小野哲雄, 今井 倫太, 神田 崇行, 石黒 浩, (2001) “身体表現を用いた人とロボットの共創対話”, 情報処理学会研究報告. ICS, [知能と複雑系], No. 97, pp.1-6.
- [10] 齋藤洋典, 喜多壮太郎(編), (2002) “ジェスチャー・行為・意味”, 共立出版
- [11] 新村出(編), (1998) “広辞苑 第5版”, 岩波書店
- [12] 西尾新, (2000) “発話に伴う身振りの発現頻度の個人差に関連する要因”, 認知科学, Vol.7, No.1, pp.52-64.
- [13] 武島一雄, (1955) “ラジオの文化性”, 金城学院大学論集, 社会科学特集, No.65, pp.38-71.
- [14] 大島優, 鈴木紀子, 阪田真己子, (2013) “ラジオにおけるオープンコミュニケーションの構造”, 信学技報, Vol. 113, No. 72, HCS2013-22, pp.173-178.
- [15] 丹野匡貴, 阪田真己子, 西本光志, (2011) “漫才におけるオープンコミュニケーション構造の定量化—観客の有無による非言語行動の比較—”, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, Vol.2011, pp.2544-2548.
- [16] 吉岡啓介, 堀毛一也, (2007) “説明場面におけるジェスチャー表出の個人差の規定因について”, 日本パーソナリティ心理学会大会発表論文集, No.16, pp.168-169.

共同模写作業におけるコミュニケーションの時系列変化 A Time Series Analysis of Non-verbal Behaviors during the Joint Reproduced Drawing Activities.

八尾 友揮¹, 鈴木 紀子², 阪田 真己子¹
Tomoki Yao, Noriko Suzuki, Mamiko Sakata

¹同志社大学大学院 文化情報学研究科, ²(独)日本学術振興会(JSPS)/同志社大学
Graduate School of Culture and Information Science, Doshisha University, JSPS/ Doshisha University
tomochi1220@gmail.com

Abstract

This paper discusses how people reproduce the art pieces in their memory in cooperation with others. We call this creative activity “Joint reproduced drawing”. We conducted an experiment, in which two people engaged in the reproducing drawing that repeated tree times. We observed that the gestures and the utterances decreased with the progression of work. The duration of gaze and drawing actions increased on the other hand. The results of our study suggest that the drawing action itself replaces the role of the gestures and the utterances after repetition of corporative drawing.

Keywords — Joint Activity, Joint Reproduced Drawing Activities, Communication, Non-verbal Behavior

1. はじめに

我々は単独で行動するだけではなく、他者と協力しながら行動することが多い。石崎らは、複数の主体が共同で従事する活動を共同活動と呼んでいる(2001)。例えば、重い荷物を複数の人間で持ち上げる場面や、会社内での共同プロジェクトの実施などがそれにあたる。このような複数の主体が関与する共同活動では、自分と他者との行動を調整する必要があり、その調整は主に言語を媒介とするコミュニケーションであるとされている(石崎他 2001)。

鈴木ら(2006, 2007)は、3人で協力して箱形構造物を組み立てる課題において発話・視線・指さしなどの非言語行動が、課題の成否に影響していることを明らかにした。また、松田ら(2007)は、集団課題において親密性の高い作業員間で取り交わされるジェスチャーなどの非言語行動が、課題達成の促進に寄与していることを示した。さらに、宮本ら(2010)は、共同創作作業の過程において出

現する発話・ジェスチャー・視線・作業員間の距離など、複数のモダリティがコミュニケーションを生成し、それらが創作作品の創造性や独創性に寄与していることを明らかにした。これらより、共同活動時においては言語だけでなく、視線配布・指さし・ジェスチャーなどの非言語行動も作業員間の調整に寄与していると考えられる。

さて、我々が他者と共同で活動を行う場合、ある単一の課題を達成した直後にメンバーが解散することは少ない。むしろ、同じメンバーでまた別の課題に取り組み、それが終了すればまた新たな課題に取り組み、といったように同じメンバーで反復して活動を行うことの方が多い。そのように考えると、同じメンバーに課題を反復させることにより、単一の課題内での変化だけではなく、共同活動全体における調整過程を俯瞰することができると考えられる。

そこで、本研究は、共同模写作業を反復して行わせることにより、二者間の調整作業がどのように変容するかを、言語・非言語の両面から明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

2.1 実験素材

本実験では、分析的キュビズムに分類される3枚の抽象絵画を実験素材とした(図 1.1~1.3 参照)。抽象絵画を素材とした理由は、描かれた対象が抽象的であるため、その捉え方が観る人によって異なると考えたからである。共同模写の際には、それらの異なるイメージが何らかの形で調整されることにより、一枚の模写絵画として具現化

されることになる。

2.2 実験手続き

実験では、初対面の男女1組のペアを構成し、計20組に実験協力を依頼した。いずれの実験協力者も大学生であり、平均年齢は20.5歳であった。

1組のペアに、まず最初の1分間で1種類の抽象絵画を記憶するよう指示した。次に、絵画を隠した状態で、二人で協力して先ほど記憶した抽象絵画の模写を行うよう教示した。制限時間は3分とした。描画手段としてクレヨン(16色)・黒ボールペン・鉛筆を自由使用するよう指示しA4サイズの画用紙に描画をさせた。

実験の様子を3台のデジタルビデオカメラを用いて撮影し、各実験協力者の上半身のアップと画用紙のアップの映像データを取得した。協力者間の距離は30cmとし、各協力者を撮影するカメラと協力者との距離は150cmに設定した。



図 1.1 絵画 1 枚目
「赤い円テーブル」(ブラック 1935)



図 1.2 絵画 2 枚目
「庭の椅子」(ブラック 1947~48)



図 1.3 絵画 3 枚目
「除草機」(ブラック 1962~63)

2.3 分析指標

本稿では、20組による3回の共同模写作業の映像をもとに、実験協力者間で表出された言語・非言語行動の分析を行った。分析指標としては、「発話」・「ジェスチャー」・「描画時間」・「視線」の計4種類を設定し、アノテーションソフトELANを使用してタグ付けを行った。各指標の詳細を以下に示す。

・発話

竹岡ら(2005)より実験協力者1名の100msec以上の無声休止に挟まれた発話区間とする。「うーん」や「んー」といったフィラーも本実験では発話区間に含めた。

・ジェスチャー

本稿では、物の形や大きさや配置などを身体を用いて表現する表象的ジェスチャーに限定して分析を行った。表象的ジェスチャーとは、指示対象を空間で表現するジェスチャーを意味する(喜多2002)。本分析では、表象的ジェスチャーのストロークのみを切り出し、ストロークの開始位置に動く動作、およびストロークから元の位置に戻る動作は除外した。

・描画

クレヨン等の描画道具が画用紙に触れ、かつ描画している時間を描画区間とした。したがって、描画道具が画用紙に触れていても、静止した状態であれば描画区間には含まれない。

・視線

被験者の視線方向を「顔への視線」「作業空間への視線」「その他への視線」に分類した。「顔への視線」は視線が共同作業者の顔に向けられている

ときを指し、顔だけが相手に向けられていて視線が相手を見ていない場合は対象にはならない。「作業空間への視線」は覚えた内容を表現する画用紙だけではなく、描画道具がある空間へ視線が向けられた場合も作業空間と分類した。それ以外を向いている場合は「その他」に分類した。

3. 分析結果

3.1 定量的分析

3.1.1 発話量

実験協力者の性別および共同模写の反復作業が発話に与える影響を調べるために、「発話量(秒)」を従属変数とし、混合計画による2要因(性別(2)/模写順序(3))の分散分析を行った。図2は各水準における総発話量の20組の平均値を図示している。

その結果、模写順序の主効果のみが認められ($F(2)=3.29, p=0.043$)、性別の主効果および交互作用は認められなかった。性別による差はないものの、共同模写の作業を繰り返す過程で、発話量が減っていることが示された。

3.1.2 ジェスチャー

実験協力者の性別および共同模写の反復作業が表象的ジェスチャーの算出量に与える影響を調べるために、「ジェスチャー(秒)」を従属変数とし、混合計画による2要因(性別(2)/模写順序(3))の分散分析を行った。図3は各水準における総ジェスチャー持続時間の20組の平均値を図示している。

その結果、模写順序の主効果のみが認められ($F(2)=7.65, p=0.001$)、性別の主効果および交互作用は認められなかった。性別による差はないものの、共同模写の作業を繰り返す過程でジェスチャーが減っていることが示された。

3.1.3 描画時間

実験協力者の性別および共同模写の反復作業が描画時間に与える影響を調べるために、「描画時間(秒)」を従属変数とし、混合計画による2要因(性別(2)/模写順序(3))の分散分析を行った。図4は各水準における総描画時間長の20組の平均値を図示している。

その結果、模写順序の主効果のみが認められ($F(2)=4.7, p=0.012$)、性別の主効果および交互作用は認められなかった。性別による差はないものの、共同模写の作業を繰り返す過程で、描画時間が増加していることが示された。

3.1.4 視線

実験作業中の作業者の視線配布を調べるために、共同作業者の顔に向けられた視線量と作業空間内に向けられた視線量について、その変化を分析した。まず、実験協力者の性別および共同模写の反復作業が顔への視線量に与える影響を調べるために、「顔への視線(秒)」を従属変数とし、混合計画による2要因(性別(2)/模写順序(3))の分散分析を行った。図5は各水準における顔への視線時間の20組の平均値を図示している。

その結果、模写順序の主効果のみが認められ($F(2)=10.98, p=0.001$)、性別の主効果および交互作用は認められなかった。性別による差はないものの、作業を進めるにつれて顔への視線が増加していることが示された。

次に、実験協力者の性別および共同模写の反復作業が作業空間への視線量に与える影響を調べるために、「作業空間への視線(秒)」を従属変数とし、混合計画による2要因(性別(2)/模写順序(3))の分散分析を行った。図6は各水準における作業空間に向ける視線時間の20組の平均値を図示している。

その結果、模写順序の主効果のみが認められ($F(2)=15.18, p=0.001$)、性別の主効果および交互作用は認められなかった。性別による差はないものの、作業を進めるにつれて、作業空間への視線が増加していることが示された。

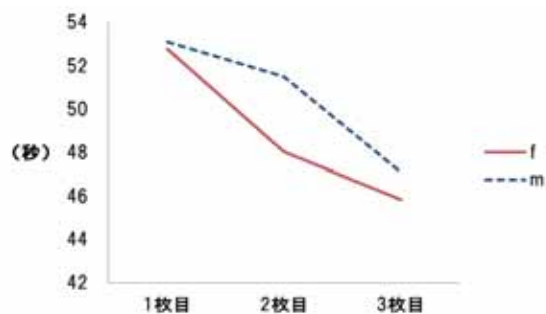


図2 発話量の時系列変化

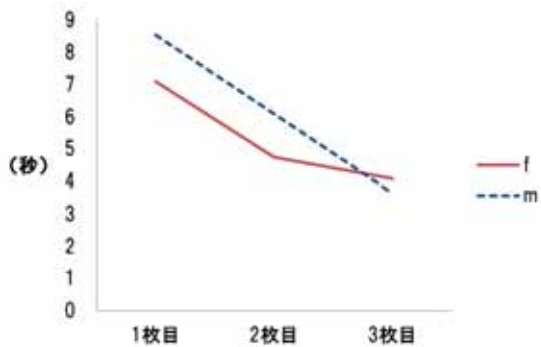


図3 表象的ジェスチャー量の時系列変化

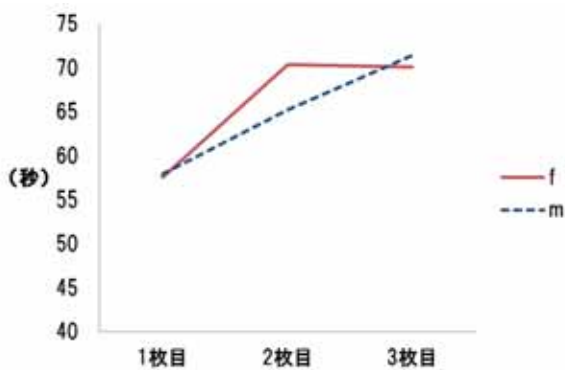


図4 描画時間長の時系列変化

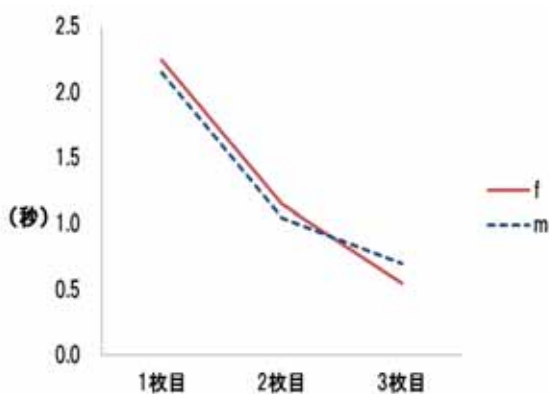


図5 顔への視線量の時系列変化

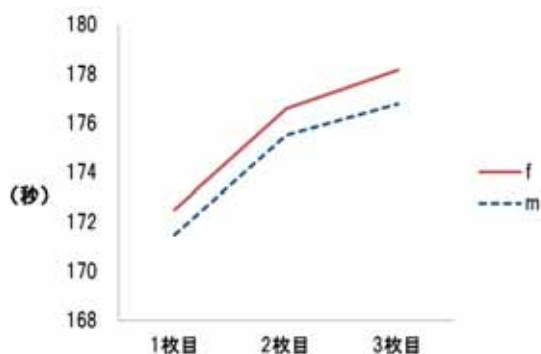


図6 作業空間への視線量の時系列変化

3.2 事例分析

定量的分析の結果、共同活動全体を通して言語・非言語行動が変化していくこと示された。つまり、課題が反復されることにより、二者間の調整作業が質的に変容したものと推察される。そこで本節では、あるペアの事例を取り上げ、作業冒頭 30 秒における 2 者間の調整作業が、課題の反復によってどのように変容していくかを具体的に見ていくことにする。図 7 に各模写作業の冒頭 30 秒における「発話」「視線」「ジェスチャー」「描画」の生起パターンを図示する。なお、女性作業者を P1、男性作業者を P2 とする。

【1 枚目】

- ① P1：絵心ありますか。(相手に視線を向けて)
- ② P2：全くない。(相手に視線を向けて)
- ③ P1：覚えているのから描いてもらって(相手に視線を向けて)
- ④ P1：テーブルになってて(ジェスチャーを伴う)
- ⑤ P2：テーブルがあって(描画しながら)

まず、実験開始冒頭、P1 から P2 に対して「絵心ありますか?」という質問が提示された。この質問に対して P2 は、「全くない」と返答する。続けて P1 が「覚えているのから描いてもらって」と問いかける。これらの P1 からの質問①③は、相手の能力や記憶など「作業相手に関わる情報」を引き出すための働きかけといえる。③の質問に対して P2 は「テーブルになってて」と画用紙上にジェスチャーで形・大きさを表現する。その発話を受ける形で、P1 が「テーブルがあって」と発話しながらここで初めて描画を始める。この時点で実験開始後約 30 秒が経過している。つまり、共同活動の開始時においては、描画を始める前に、相手を理解したり、互いのイメージを調整するための発話に時間が費やされると考えられる。

【2 枚目】

- ① P1：一応、覚えているところから(顔に視線を向けた後に描画開始)

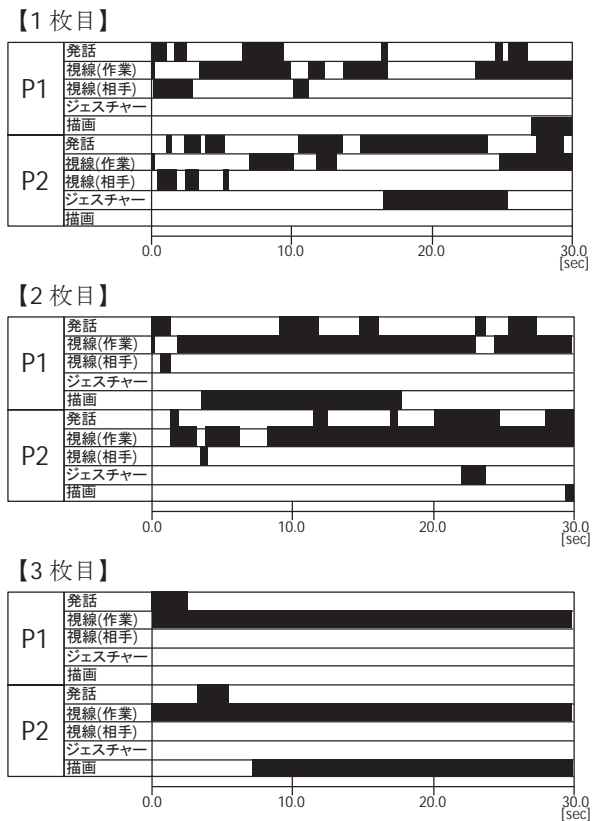


図7 共同模写中の言語・非言語行動パターン

- ② P2: はい (顔に視線を向けて)
- ③ P1: ちっちゃくなっちゃった (描画行為継続)
- ④ P2: はい、ここらへんがこうなってて (ジェスチャーを伴う)
- ⑤ P1: あ、どうぞ (描画の依頼)

2枚目の作業の冒頭を見てみると、前回のよう
に相手から情報を得るための調整はなく、P1の
「一応、覚えているところから」という発話と
ともにすぐに描画行為が始まる。1枚目の冒頭では
描画の前に相手の記憶を引き出し、口頭でイメ
ージの調整に時間を費やしていたのに対し、2枚目
ではP1が描画作業を進行しながらイメージの調
整がはかられていることがわかる。また、P1が描
画の途中で「ちっちゃくなっちゃった」と発言し
た後、P2が「はい、ここらへんがこうなってて」
とジェスチャーを伴いながら説明を加えている。
つまり、P1は「ちっちゃくなっちゃった」とあ
えて口に出すことで、「描画したものがイメージし
ていたものと違ってしまった」という事実を相手と
共有すると同時に、相手に対して助言もしくは補
足を要求していると考えられる。P2の「はい、こ

こらへんがこうなってて」という発話はP1の「ち
っちゃくなっちゃった」という発言に対する返答
であるとともに補助要求に対する回答を発話とジ
ェスチャーで行っているともいえる。また、P2の
説明途中に、P1が「はい、どうぞ」と描画を促す
発言をしたのは、P2が記憶しているものを口頭で
説明するのではなく、直接的に描画として具現化
することを要求しているものと考えられる。つま
り、イメージの調整作業が描画を伴いながら行わ
れていると考えられる。

【3 枚目】

- ① P1: 全体像お願いします (描画の依頼)
- ② P2: えっと、上が (描画開始)
- ③ P1: 下、描きます (描画開始)

3枚目の作業では、まずP1が「全体像お願
いします」という発話により、全体像を相手に任
せる要求を出している。P2は、その要求に対し
て、「えっと、上が」と発話し描画を開始する。こ
こで着目すべきは、P1の要求に対してP2が承認
を示す発話を行っていない点である。P2が描画
行為を開始することが、P1の要求に対する承認
を示しているためである。つまり、2枚目では
描画行為を進行しながら互いのイメージの調整
が行われていたが、3枚目では描画行為その
ものが調整の役割を担うようになったと考えら
れる。また、P2が画用紙上部の描画を始めた
後、P1が、「下、描きます」と発言し、画用紙
下部に描画を始める。口頭での調整作業は行
わず、イメージを直接的に描画として具現化し
ようとする方略は、2枚目と同様である。しか
し、2枚目は描画を交互に進行しながらイメ
ージの調整が行われていたが、3枚目では二
人の作業者が同時に描画を行うことで行為の
調整が行われている点である。

つまり、複数の共同模写を経験することで二
人の作業者に何らかの共通の枠組みが構築され
、それが作業プロセスに変容をもたらしたと考
えられる。次章、この作業プロセスの変容につ
いて考察を行う。

5. 考察

前章では、模写作業を進めるにつれて、二人の作業者間に何らかの共通の枠組みが構築され、それが続く作業プロセスに影響を与えた可能性を示唆した。では、二人に共有された「共通の枠組み」とは一体何であろうか。

Clark[1]は、コミュニケーションは単に情報を伝達するだけでなく、その結果として両者に何か共有されたときに成立するという視点に立ち、「基盤化」という概念を提唱した。Clarkによると、コミュニケーションにおいて互いの信念を確認する過程を基盤化過程と呼び、その結果形成されるものを共通基盤と呼んだ(竹岡ら 2005)。つまり、基盤化とは、複数の主体によって調整された結果として実現されるものであり、本研究において作業者が共同して模写を行うことができるのも両者の間に基盤化がなされていることによるといえる。では、共同模写の反復作業における基盤化過程において何が起きているのだろうか。

定量的分析の結果、模写作業を反復することで、発話量・相手への視線量・ジェスチャー持続時間が減少することがわかった。これらは、実験序盤において、相手を理解したり、互いのイメージを調整するために必要な行為であることは前述の通りである。作業を反復することにより、これらの行為が減少したということは、「互いを理解し合うこと」に関わる基盤化が1枚目の模写を経験することで完了したためと考えられる。

これらの行為が減少した理由は、もう一つある。それは、作業方略に関わる基盤化である。前章で述べたように、実験序盤では描画の前に相手の記憶を引き出し、ジェスチャーを伴う発話によるイメージ調整に時間が費やされていた。つまり共通基盤の形成にジェスチャーや発話が用いられたといえる。それが2枚目では描画を伴う発話が交互に行われるようになり、3枚目では、もはや二人が同時に描画を行うことで行為の調整が行われるようになった。つまり、共同模写を反復することによって、描画が、発話・ジェスチャーに変わる基盤化機能を有するようになったといえないだろ

うか。

このように、作業序盤で形成された共通基盤が、次に続く作業に影響し、そこでまた新たな共通基盤を形成する。それがまた、続く作業に影響して新たな共通基盤を形成する…、といったように、共同作業の反復とは、次々と共通基盤を塗り重ねていく作業であるといえる。本実験においても、両者の共通基盤が塗り重ねられることにより、共同作業者間のコミュニケーションが変容していく過程の一端をみることができた。

6. おわりに

本研究では、同一ペア間で共同模写作業を繰り返すことで、二者間の調整作業がどのように変容するかを、言語・非言語の両面から明らかにするものであった。複数の共同模写を経験することで二人の作業者間に基盤化が構築され、それが作業中のインタラクションに影響する様子が確かめられた。

しかし、本稿で得られた結果は基盤化理論の視点から捉えると予備的検討の段階である。よって今後は、共同模写作業の反復を通じて、二者間で何が基盤化され、それが続く作業にどのように影響するのかを明らかにしていきたい。

参考文献

- [1] Clark.H.H., (1996) "UsingLanguage", Cambridge University Press.
- [2] Clark.H.H.& Schaefer E. E. (1989) "Contributing to discourse", Cognitive science,13, pp.259-294.
- [3] 石崎雅一,伝康晴, (2001) "談話と対話",東京大学出版会.
- [4] 土肥美夫, (1984) "抽象絵画の誕生",白水社
- [5] 喜多壮太郎, (2002) "ジェスチャー 考えるからだ"金子書房
- [6] 松田昌史,松下光範,苗村健, (2007) "社会的分散認知環境における集団課題達成の促進要因: 集団成員間の親密さの影響", 電子情報通信学会論文誌 J90-D(4), pp1043-1054.

- [7] 宮本圭太, 阪田真己子, (2010) “共同創作活動におけるコミュニケーション生成過程の分析”, 情報処理学会研究報告, CH-86(5), pp1-8.
- [8] Richmond, MacCroskey, (2006) “非言語行動の心理学—対人関係とコミュニケーション理解のために—”, 北大路書房.
- [9] 瀬木慎一, (1972), “現代世界美術全集 15 ブラック/レジエ”, 集英社.
- [10] 佐藤浩一, 猿山 恵未, (2009) “三人集団による協同想起”, 群馬大学教育部紀要, 人文・社会科学編 第58巻, pp143-153.
- [11] 鈴木紀子, 馬田一郎, 神谷俊郎, 伊藤禎宣, 岩澤昭一郎, 井ノ上直己, 鳥山朋二, 小暮潔, (2007) “共同作業における発話・視線行動に関する分析”, 日本認知科学会第24回大会発表論文集, pp506-509.
- [12] Traum, D.R. (1994) “A Computational Theory of Grounding in Natural Language Conversation”. Ph.D. dissertation, University of Rochester
- [13] 竹岡篤永, (2005) “基盤化理論に基づく対話スタイルの研究—人と人、人とシステム間のインタラクションの分析”, 北陸先端科学技術大学院大学, 博士論文.

サウンドスケープを体験として記述する A Method to Sketch Soundscape as One's Experience

浦上 咲恵[†], 諏訪 正樹[‡]
Sakie Uragami, Masaki Suwa

[†]慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科, [‡]慶應義塾大学 環境情報学部
Graduate School of Media and Governance Keio University,
Faculty of Environment and Information Studies Keio University
urara@sfc.keio.ac.jp

Abstract

If soundscape can be considered as one type of “Experience”, a method to record soundscape has to include how sounds are made, what sound did it make, and how one felt from the sound. There are a lot of ways to record one’s soundscape, but they only record how sounds are heard. Then for, we suggest a method to record how sounds are made with sketching the materials of the object, the movement of the object, the location, the time, or anything else that matters with making our life sounds.

Keywords — **Soundscape, Sound, Sketch, Experience**

1. はじめに

サウンドスケープ[1]は、生活者を中心とした音風景を指す言葉であり、我々の生活体験がそこに現れると考えられている。シェーファーを先がけに、音という切り口から文化や時代ごとの暮らしが覗かれてきた。しかしながら、音を記録し観察することの重要性は唱えられつつも、その手法は音の特徴の記録に留まっている。本論文では、サウンドスケープは体験であるという考えを基に、その構造を明らかにする。未だ記述手法が研究されていない「発音の過程」の記述手法を提案し、その効果を示す。

2. サウンドスケープは体験である

サウンドスケープは、私たちが暮らす時空間における「体験」であると考え。聴覚情報のみではなく、その音を聴いた環境や同時に見ている風景など、多くの感覚をもとに認識しているためである。

サウンドスケープという体験を記述・記録する際には、その体験の構造を分解し記述することが

求められる。諏訪[2]は、まちあるきを始めたところから生活の体験の記述方法を提案しており、その記述は<モノ>と<コト>で構成されると主張する。<モノ>は、環境に存在するものや物理的空間的状况を指し、<コト>はそれを観て、体験して、何を感じ、何を思い、どう行動するとよいかを指す。たとえば、まちであれば<モノ>は道の形状や道幅、タイルの種類などであり、<コト>はそれらが匂わせるコミュニティの繋がりや雰囲気などを指す。中でも<モノ>を語ることは難しく、体験を紐解きながら、細かい観察力で記述することが求められる。

サウンドスケープという体験もこれら<モノ>と<コト>で構成されているため、記述の際は両者が満たされている必要がある。<モノ>は発音過程に関係する物理的な特徴、<コト>はそこから生まれた音及び得られた主観的な解釈となる。これらを記録するには、音だけを精密に記録する録音機材では叶わない。体験者自身の主観的な記録でしか為し得ないと考えられる。

2.1 音を出来事として捉える

サウンドスケープは見えない。前述したまちあるきにおける<モノ>は、道の形状や道幅など、視覚情報の物理的な特徴を主に指すが、聴覚情報を中心とした体験であるサウンドスケープの場合、<モノ>にあたる記述はどのようなになるのだろうか。

筆者は、サウンドスケープの構成要素である音を物理的に存在するオブジェクトとして扱うのではなく、「音が鳴る」という生活の1つの出来事として取り扱うべきであると考え。音が鳴ると

いうことは、発音に至るまでの過程が存在する。環境があり、発音体があり、そこに動きが伴い始めて音が生成されるのである。つまり、音は鳴った時点で、とある出来事の産物である。音が生成されるまでの物理的な要素を<モノ>、結果生まれた音を<コト>として捉えることで、「音が鳴る」という現象を出来事として認識するのである。この構造を理解せずしてサウンドスケープの記述は行えない。

2.2 サウンドスケープの体験構造

以上の通り、音をオブジェクトとして捉えるのではなく一つの出来事としてとらえる場合、サウンドスケープという体験は以下のような構造になることが分かる。

表1 サウンドスケープ体験の構造

<モノ>	<コト>	
発音の過程	音の特徴	解釈
空間的配置	音程	ex.懐かしい
時間的配置	音量	音だなぁ
発音体の特徴	音色	
発音体の動き		
音が鳴る		思いを抱く

音が鳴るという現象を分解すると、発音過程とその結果として生まれた音の特徴の両者が存在することが分かる。発音過程として関係のある情報は、音が鳴った空間的配置やタイミングなど時間的配置、素材や形を示す発音体の特徴、音が鳴るに至るまでの発音体ないし発音者の動きである。これらが掛け合わさり始めて音が生まれる。生まれた音は、音の高さを示す音程、音の大きさを示す音量、そして音色に分けられる。聴取者は、これら発音の過程及び音の特徴を認知することにより、解釈を得ることとなる。

たとえば、お風呂場で湯船の栓を抜く時のサウンドスケープはこのように構成されている。お風呂場という狭い空間の、窓側の低い位置で(空間的配置)、私がお風呂場に足を踏み入れたタイミング

で(時間的配置)ゴム製の栓とそれとお風呂を連ねる金属製のチェーンが(発音体の特徴)冷めたお湯の中をくぐって一気に上がってくる(発音体の動き)。その結果「コボァ」(音色)という音が鳴り響く。今は一緒に暮らしていない兄弟と、昔お風呂当番を設けていた懐かしいころを思い出し、その音の曇り方(音量)にせつなさを感じる(解釈)。

以上がサウンドスケープという体験の構造である。

3. 新しいサウンドスケープの記述方法の提案に向けて

3.1 「体験として」記述するために

2章で述べたとおり、とある体験の記述には、<モノ>と<コト>が求められる。空間の物理的条件が記録者に何を感じさせているのかの構造を紐解く過程で重要なのである。この理論に倣うと、サウンドスケープを体験として記述するには、2.2で紹介したサウンドスケープの体験構造の全てを満たす記述手法を確立しなければならない。発音の過程、そこから生まれた音の特徴、そしてそこから得た解釈の三者の内容を明確にし、さらにそれらの関係性が語られることが理想的である。

従来、音やサウンドスケープの記述手法は音の特徴の記述が多く提案されている。シェーファーは、聴取した音の特徴を物理的に記述する手法を提案している[1]。音の発音に値する「アタック」、発音後の音を示す「本体」、音の「減衰」の3段階における音の長さ(持続)、高さ(周波数、主要部)、変化の仕方(変動、きめ)、強さ(強度)を記述している。



図1 シェーファーの音の記述方法

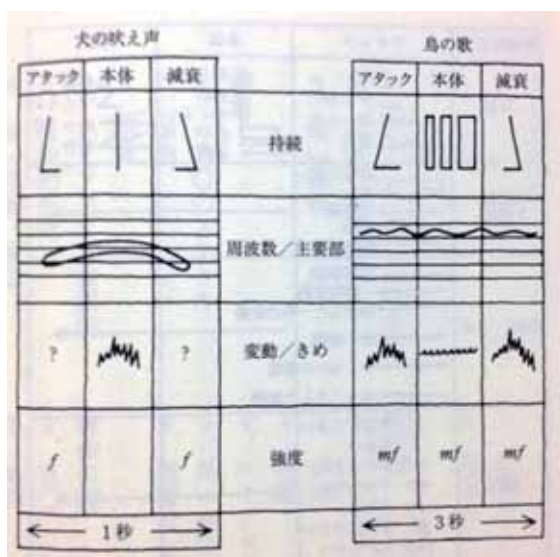


図2 シェーファーの音の記述方法の例

小松は、聞いた音を自由に描写する「サウンド・マップ」[3]を提唱している。音の地図とも呼ばれる。聴こえた音の情報を図や記号(言葉)を使って、視覚化する手法である。言葉では表現しきれない音の空間・位置情報を記すことを叶えると同時に、直感的・体感的な表現を残すことができる。シェーファーとは違い、音の音響的な特徴を精密に記録するのではなく、聴取者が聞きとった印象を最大限に自由に記述する手法である。

このように、従来音の特徴を記述する手法は様々なアイディアが凝らされ提案されてきた。しかし、発音の過程を記録する手法はまだ研究され

ていない。本研究は、従来提案されてきた音やサウンドスケープの記述手法にはない「発音の過程」の記述手法を提案するものである。発音の過程の記述手法の確立により、サウンドスケープを体験として記述することへアプローチする。

3.2 生活音に思いを抱くために

生活の中で鳴った音に対し、何かしらの解釈を得ることはそもそも容易なことではない。生活音は普段は聞き逃されがちな音であるがため、それらを聴いても感想を得ることは多くない。本研究は、生活音が鳴るまでの過程を分解し詳細に理解することが、何でもないような生活音が特別に思えるような訓練手法としても意味を為すと考えている。音を聴く耳を育てるサウンド・エデュケーション[4]の一つでもあるのである。

音楽であればその旋律に色気を感じたり、リズムに高揚感を覚えたりするなど、音楽に対して特別な思いを抱くことはおかしな話ではない。さらには、演奏者や歌手として音楽を表現する身である場合、聴いた音の印象からだけではなく、身体を動かし演奏をする過程そのものにも思いを抱くことがある。たとえば、第一著者はアマチュアヴィオラ奏者であるが、J-POPなどの音楽に弦楽器の旋律があると、その音が演奏される過程の細やかな動きを迫体験することができる。この身体的な迫体験により、音楽の印象は大きく変わる。高い音を細かいヴィブラートで出す時の身体の繊細な揺れ、その時に伝わってくる振動、弦を運ぶ手首のしなやかさが、その音楽に「無邪気な色気」といった印象をもつための重要な感覚となるのである。

このように、音の印象だけではなく、身体的な演奏の迫体験を基に音を解釈するというこの考え方は、生活音にも通じる。足音だけを聴いても、その音だけで何かを感じることは難しいが、足音を鳴らしている靴のヒールの高さ、歩いている場所のオシャレさ、歩いている速度などの情報をもとに身体的な迫体験をすると、ただの足音もカッコよく思えてくる。音楽とは違い、生活音は誰も

4.2 変数の分類

音のスケッチは、環境にある様々なモノの特徴や現象を抜き出した記録である。それらの内容を分析するために、記述内容を変数として分類した。

表3 音スケッチの変数の分類

分類名	説明	記述例
人	人の属性	ベストを着ている男性
物	物の属性	ガラスのコップ
動作	動作や行為の特徴	コップをゆっくり置く
時間	タイミングや順番	継続的に鳴る、順番番号の表記
空間・場所	位置や向き	向き、位置の関係の図示
音	鳴っている音	コト、ざわざわ

4.3 データの抽出方法

スケッチ内容を分析するために、2つのデータ抽出方法を行う。一つ目は、変数データの抽出方法である。3.3の変数分類に従い、それに当てはまるフレーズや絵を抜き出し行う(図1:音スケッチの変数データ抽出方法①)。時間や空間・場所は、言葉だけではなく、絵に図示されている情報も変数としてカウントする。時間であれば、起こった出来事の順番番号が表記されていること、空間・場所は、言及している人の向きや場所が表れていることが条件となる。なお、言及していない物や人の関係は含まない。

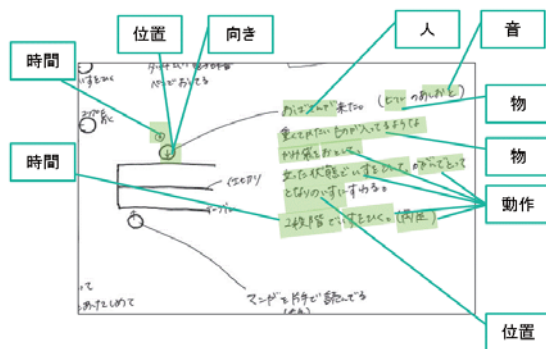


図4 音スケッチの変数データ抽出方法

2つ目の手法は、空間内の出来事ごとに抽出する手法である。一つの空間の中では一度に様々な現象が起きている。音が鳴る現象一つ一つを「イベント」と呼び、事例ごとに数える。図5に示す通り、オレンジの塊が1イベントである。この事例の場合は10つのイベントに着目していることが分かる。

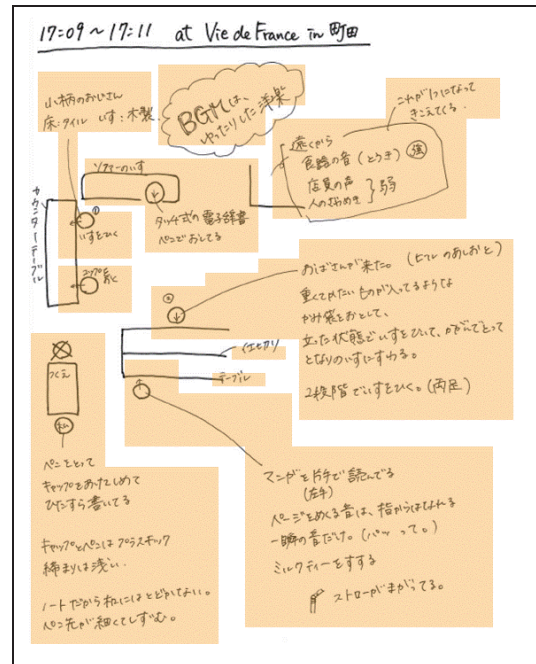


図5 音スケッチイベントデータ抽出方法

上記2つのデータ抽出方法を用いて、各々分析を行う。

4.4 分析結果

(1)変数の総記述量

図6では、各変数の記述量の総数を示しており、どの対象が観察しやすいかが反映されている。人や時間、音は観察されづらいが、物や動作、また空間・場所についての記述が多いことが分かる。観察の対象の変動がないものが多く記述されていることが窺える。人や時間や音は移動し、動き、状態が変化していくものであるため、細かい観察をするには高度な観察力が必要である。つまり、人や時間が具体的に記述できるようになることは、静止画としてのサウンドスケープではなく、より動的な動画としてのサウンドスケープの記録が行

えることになると考えられる。

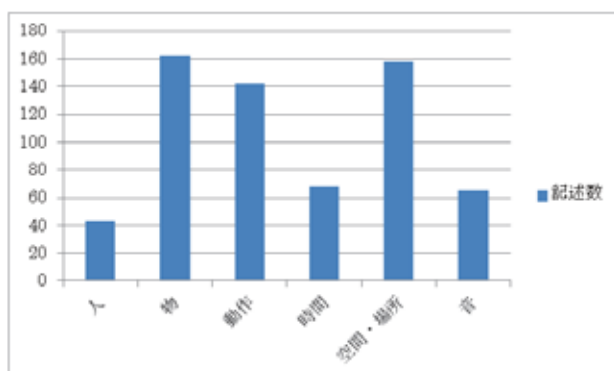


図6 各変数の記述量

(2)変数の記述量の推移

動的である人や時間の記述が増えることは、音のスケッチにおいて進化の指標とされる。「人」や「時間」の記述量の動向を見ると、事例9で跳ね上がり、事例10で減り、その後は緩やかに増加傾向にある。前述の通り、事例10は場の観察量が減っているため、それに伴い「人」や「時間」も減っているが、その後の増加は徐々に場の観察力を高められてきたことを示すと言えるのではない。空間で行われていた様々な現象に携わる人の属性やその順番を捉える事ができるようになってきたと言えよう。

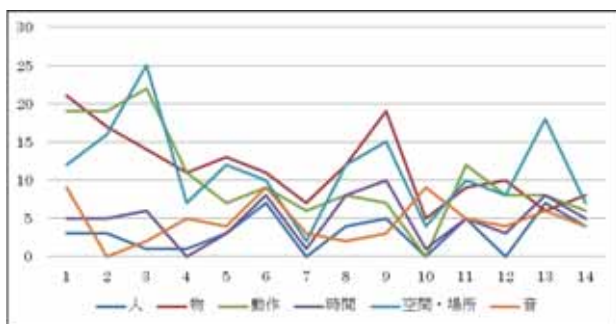


図7 各変数の記述量の推移

(3)イベント数と変数の記述量の推移

図7では、イベント数と変数の記述量の推移を現わしている。

イベント数と変数の変遷を見ると、変数の数は事例ごとに大きく変動している様子が窺える。事例7及び事例10を経て、徐々に事例ごとの偏りが増えると共にその数は減少している。事例11

以降は徐々に増加傾向にある。一方イベント数は事例7までの間に大きな変動はないが、事例9までに上昇し、それ以降は緩やかに減少している。事例7では、イベント数も変数数も減少している。事例10ではイベント数が多い一方で、変数数が少ない。多くのことに気を取られて細かく観察することができなかったのであろう。事例12では、イベント数が減少しており事例10よりも少ないにも関わらず、変数数は高い位置を維持している。この時期は、多くのイベントに対し、細かい視点で観察することができたのでであろう。事例7,10を経て、事例12付近で音のスケッチが進化したと考えられる。

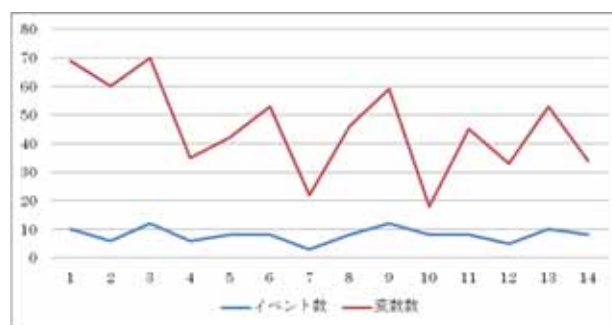


図8 イベント数と変数の記述量の推移

4.5 音スケッチの効果

音スケッチを行うことにより、発音過程に関する変数の記述量が増えた。また、発音過程の着眼点が増えたと同時に、身の回りの多くのイベントに着目することができた。発音過程をより広く、より細やかに捉えることを促す記述手法であると考察できる。音が鳴るという現象は時間の流れに沿って頻繁に行われるため、時間にまつわる記述が増えることが更なる進化のポイントであると考えられる。

5. おわりに

本研究では、サウンドスケープを体験として記述するための手法を開拓すべく、サウンドスケープ体験の構造を明らかにした。特に、従来注目されていた音の特徴の記述ではなく、発音過程の記述手法を提案した。「音が鳴る」という現象を詳細

に捉えるための訓練手法としても効果を為した。

今後の課題として、発音過程を記述することによる生活音への解釈の変化を示す取り組みが求められる。さらに、本研究を踏まえて2章で述べた「発音の過程」「音の特徴」「解釈」の3者を記述する手法を模索する。

参考文献

- [1] R.マリー・シェーファー,鳥越けい子,小川博司,庄野泰子,田中直子,若尾裕訳: 世界の調律-サウンドスケープとはなにか-, 平凡社,569p,2006.
- [2] 加藤文俊, 諏訪正樹. 「まち観帖」を活用した「学び」の実践.SFC Journal, “学びのための環境デザイン” 特集号, Vol.12, No.2, pp.35-46
- [3] 小松正史,(2013) “サウンドスケープのトビラ-音育・音学・音創のすすめ”,昭和堂.
- [4] R.マリー・シェーファー,鳥越けい子,若尾裕,今田国彦訳,(1992) “サウンド・エデュケーション”,春秋社.

ミラーニューロンシステムの活動と選択的注意の関連性 The relationship between the mirror neuron system activity and attention

横山 成紀[†], 嶋田 総太郎[‡]
Shigenori Yokoyama, Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院 理工学研究科, [‡]明治大学理工学部
Graduate School of Science and Technology, Meiji University
School of Science and Technology, Meiji University
ce31103@meiji.ac.jp

Abstract

Mirror neuron system (MNS) is the neural system that activated when the other performs an action as well as the individual performs the same action by themselves. Difference in brain activity between win and loss of people playing rock, paper & scissors (RPS) game has been confirmed in previous studies. The present study examined whether the differential activity in MNS is derived from attentional effect or not. In the present experiment, the subject watched a video clip of the other playing RPS. Meanwhile, the subject either counted the number of draw trials or cheered one of the two hands. The pupil diameter and brain activity were measured at the same time. As a result, interaction between the outcome of the trial and task was seen in both the pupil diameter and brain activity. There was a significant difference between task in the draw condition in the pupil diameter and brain activity. This result suggest that MNS activity is not affected by attention.

Keywords — Mirror Neuron System, Attention

1. 研究背景

人間の脳には、他者の運動を観察したときに、自己運動表現に変換する脳メカニズム「ミラーニューロンシステム(MNS)」が存在している。MNSは、自己と他者の共有身体表現を提供しており、他者行動の理解に大きく貢献していると考えられている。MNSは、運動前野や一次運動野、頭頂連合野の一部、側頭連合野の一部を含むことがわかっている。

先行研究[1]において、じゃんけんをしている2人の映像を呈示し、一方の手を応援しながら観察してもらったところ、応援している手が勝ったときには、負けたときに比べてMNSの活動が有意に高まることが報告されている。このことは、同

じ運動でも、その結果の好ましさによってMNSの活動に変化が見られることを示している。

しかしながら、先行研究[1]では、被験者の注意の影響を十分に考慮しておらず、MNSの活動変化が運動の結果の良し悪しによるものなのか、あるいは応援している他者が勝ったときに注意が強まったためなのか明らかではなかった。そこで本研究では統制条件を設け、被験者に他者を応援するのではなく、単にあいこの数を数えさせる条件を加えた。このときの脳活動を近赤外分光装置(NIRS)を用いて計測した。また注意の指標として、アイトラッカーを用いて瞳孔径を計測した。これによって、他者運動観察時の選択的注意がMNSの活動にどのような影響を与えるのかを検討する。

2. 使用機器

本実験では、脳活動の計測にNIRS(OMM-3000 島津製作所)を使用した。瞳孔径の測定にはアイトラッカー(EMR-AT VOXER ナックテクノロジー社)を使用した。また、刺激を提示するためのソフトウェア(E-Prime, Psychology Software Tools社)を用いた。測定した脳部位を確認するために3次元測定器(FASTRAK, POLHEMUS社)を用いた。

3. 実験の手順

正常な視力のある男性20名、女性4名の右利き24名が参加した。NIRSを用いてC3とC4付近の活動を測定した。実験では、一方の手を応援してもらった応援群12名とあいこの数を数

えてもらうあいこ群 12 名に分けて実験を行った。提示した刺激は、セッション 1 にて 5s の前レスト、タスクとして 7s のじゃんけんの映像、7s の後レストを 1 試行(図 1)として、18 試行を行った。休憩をとった後、セッション 2 では、セッション 1 で提示したじゃんけんの映像を、赤い固視点に置き換え、その間に右手でじゃんけんの動作を行ってもらった。5s の前レスト、7s の赤い固視点、7s の後レストを 1 試行として 6 試行を行った。

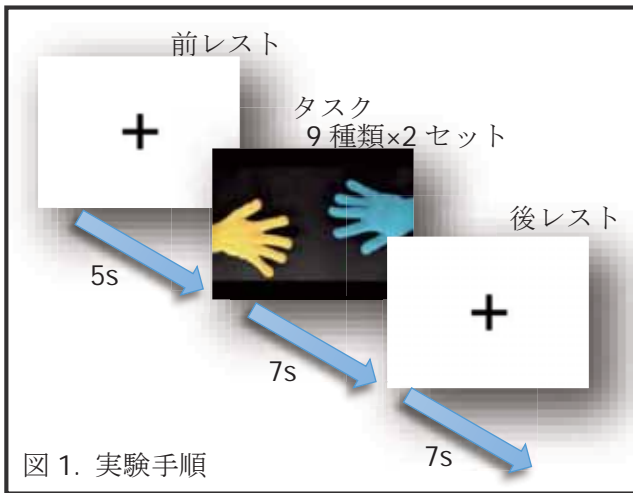


図 1. 実験手順

4. 実験結果

瞳孔径と脳活動の効果量について、条件群(応援群 vs. あいこ群) × 勝敗(勝ち, 負け, あいこ)の 2 要因分散分析を行った。

瞳孔径の効果量で条件群と勝敗間で交互作用が見られた($F(1, 2)=5.71, p<0.01$)(図 2)。また、勝敗の単純主効果が見られた($F = 12.31, p<0.01$)。下位検定を行ったところ、勝ちとあいこ、負けとあいこで有意差がみられた。

脳活動の効果量において条件群と勝敗間で交互作用および勝敗の単純主効果が見られた(縁上回 ($F(1, 2)=3.94, p<0.05$), ($F = 3.72, p<0.05$))(図 3)。下位検定を行った結果、あいこ群で、勝ちよりもあいこで活動が有意に大きかった。

MNS の活動を確認するため、運動条件において、脳活動が生じている部位と、観察時に活動している部位を比較したところ角回、一次運動野、運動前野で MNS の活動を確認した。さらに、応援群において勝敗の効果量を t 検定で比較した結果、

角回 ($t(11)=2.17, p<0.05$), 一次運動野 ($t(11)=1.99, p<0.05$), 運動前野 ($t(11)=2.15, p<0.05$)において負けより勝ちの方が有意に大きく活動した(図 4)。

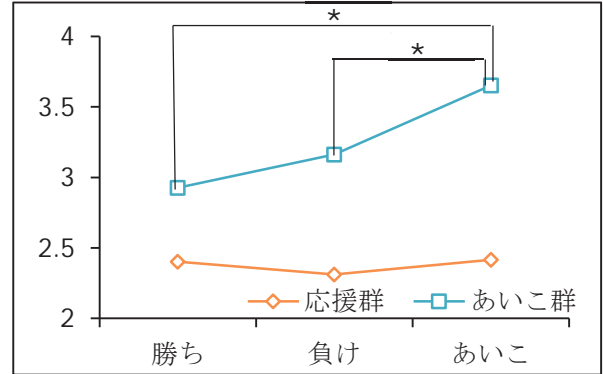


図 2. 瞳孔径における効果量の交互作用

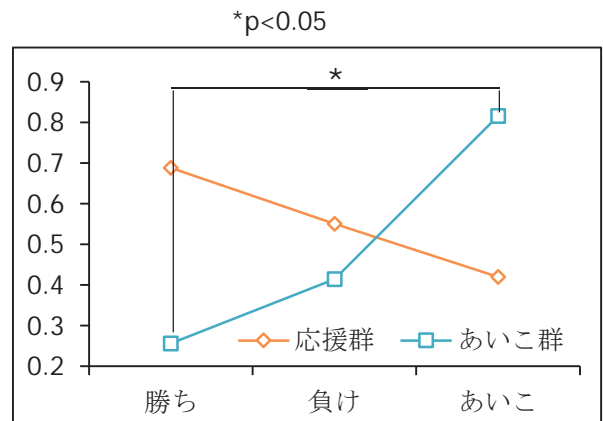


図 3. 右半球の縁上回における効果量の交互作用 * $p<0.05$

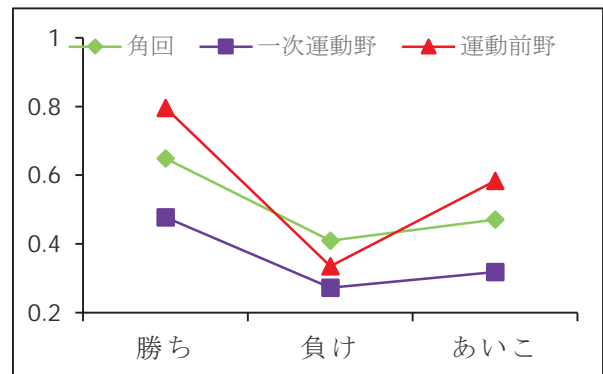


図 4. 応援群での勝敗による脳活動の効果量

5. 考察

実験結果より、縁上回の活動の効果量および瞳孔径の効果量において交互作用が確認された。脳活動の効果量では、あいこ群で交互作用が生じ、あいこと右手が勝ちとの間で差が見られた。瞳孔

径では、脳活動の効果量と同様に、あいこ群で相互作用が生じ、あいこ一方の手が勝つ組合せとの間で差がみられた。そのため、勝敗において、注意の影響が生じることが窺えた。縁上回の活動の効果量と瞳孔径の効果量は、同様の結果が得られた。このことから、縁上回では注意による影響を受けている可能性があるが、この領域は MNS としての活動は示さなかった。また、運動条件と応援条件あるいは、あいこ条件時の観察時ともに脳活動が窺え、MNS の活動がみられた左半球の角回と一次運動野では、応援群において、勝ちの際に負けより有意に大きく活動した。この結果は、先行研究[1]で報告されている部位とも類似している。また、あいこ群ではこのような勝敗間の有意差はみられなかった。

本研究において、注意の影響を受ける領域は、右半球の縁上回であり、MNS の活動は、応援による影響を受けるが、注意による影響はあまり受けないことが示唆された。

参考文献

- [1] Shimada, S. , Abe, R. , (2009) "Modulation of the motor area activity during observation of a competitive game", *NeuroReport*, 20, 979-983
- [2] de Araujo, M. , Hori, E. , Maior, R. , Tomaz, C. , Ono, T. , Nishijo, H. , (2012) "Neuronal activity of the anterior cingulate cortex during an observation-based decision making task in monkeys", *Behavioural Brain Research*, 230, 48-61
- [3] Molenberghs, P. , Brander, C. , Mattingly, J. , Cunnington, R. , (2010) "The Role of the Superior Temporal Sulcus and the Mirror Neuron System in Imitation", *Human Brain Mapping*, 31, 1316-1326
- [4] Chong, T. , Cunnington, R. , Williams, M. , Mattingly, B. , (2009) "The role of selective attention in matching observed and executed action", *Neuropsychologia*, 47, 786-795

スコープ選択に関する統語的要因と音韻的要因 Syntactic and Phonological Factors for Scope Selection

石井 創[†], 大羽 良[‡], 石川 潔[†]
So Ishii, Ryo Oba, Kiyoshi Ishikawa

[†]法政大学, [‡]中央大学
Hosei University, Chuo University

so.ishii.cn@stu.hosei.ac.jp, roba4944@gmail.com, kiyoshi@hosei.ac.jp

Abstract

Syntactic factors have been assumed to be responsible for scope interpretations for Japanese interrogative sentences involving two Q markers. However, an account in terms of phonological factors (prosodic patterns) have recently proposed. In this study, (i) perceptual cues for the prosodic patterns responsible for the scope interpretations in the case of so-called long-distance scrambling sentences on the one hand, and (ii) whether the effects of long-distance scrambling could solely be attributed to phonological factors on the other, have been investigated experimentally. The results suggest that (i) both pitch changes around *wh*-phrases and around the end of subordinate clauses affect scope interpretations in the case of long-distance scrambling sentences (just as has been observed in the previous literature for non-scrambling sentences), and (ii) phonological factors do not exhaust the effect of long-distance scrambling on scope interpretations; the (ii) result suggests that a syntactic constraint independent from phonological factors does exist on scope interpretations.

Keywords — Japanese interrogative sentence, scope interpretation, prosody, scrambling

1. はじめに

日本語において、Qマーカーが主節・従属節に1回ずつ、計2回あらわれる疑問文には、論理的には、主節スコープ解釈、従属節スコープ解釈の2通りのスコープ解釈の両方あり得る。伝統的には、どちらの解釈が選ばれるかは統語的要因によって説明されてきた。しかし、統語的要因ではなく音韻的要因こそがスコープ解釈の選択を左右すると主張する研究も存在する。

本研究では、Qマーカーが2回あらわれる疑問文の解釈に対する統語的要因と音韻的要因それぞれの効果を、音声呈示による意味解釈選択実験により検証した。

2. 先行研究

2.1 疑問文におけるスコープ選択とプロソディ

日本語において、疑問詞は節の最後に現れる「か」もしくは「の」のようなQマーカーと関連づけられてそのスコープが決定される。例えば、(1a)では、疑問詞は主節のQマーカーと結びついて文全体がスコープになり疑問文となるが（主節スコープ解釈）、(1b)では、疑問詞は従属節のQマーカーと結びついて、そのスコープは従属節内となるため、文全体は平叙文となる（従属節スコープ解釈）。

- (1) a. 健は[奈緒美が何を食べたか]おもいますか?
b. 健は[奈緒美が何を食べたか]知っています。

(2) のようにQマーカーが文の中に2個存在する場合、論理的には、疑問詞は2つのスコープをとることができ、文の解釈は曖昧になるはずである。¹ しかし、主節スコープ解釈を許容する日本語話者は少数に過ぎず、ほとんどの日本語話者は従属節スコープ解釈しか許容しない、という見解も存在する（文献 [1]）。つまり、(2) の疑問文を、ほとんどの日本語話者は yes-no 疑問文と解釈し (3b) と答えることはできるが、wh 疑問文と解釈し (3a) と答えられる日本語話者は少ない、ということである。

- (2) 健は[奈緒美が何を食べたか]知りたがっていますか?
(3) a. 主節スコープ (wh) 解釈:
リンゴです。
b. 従属節スコープ (yes-no) 解釈:
はい、知りたがっています。

しかし、疑問詞の位置によって解釈の可能性が変わるという見解もある（文献 [2]）。すなわち、長距離かきまぜの文である(4)は(3a)のような答え方だけが可能であり、(3b)の答えは不可能である、

ということである。ただし、文献 [3], [4], [5] や以下に述べる文献 [6], [7], [8] によれば、一部の日本語話者にとっては、(4) では主節スコープ解釈だけでなく従属節スコープ解釈も可能であるという。

(4) 何を健は[奈緒美が食べたか]知りたがっていますか？

文献 [1] や [2] などによれば、(2) や (4) のような文におけるスコープ解釈の可能性は何らかの**統語的要因**によって決定または左右されていることになる。²

それに対して、文献 [6], [7], [8] はスコープ解釈とプロソディとの対応関係（**音韻的要因**）に基づく説明を提案した。すなわち、日本語の疑問文は、Focus Intonation Pattern (FIP) (文献 [9], [10], [11], [12], etc.) に従い、焦点となる疑問詞に prosodic prominence が付与され、疑問詞と関連づけられる Q マーカーまでは f_0 のピッチが deaccent される。例えば (1b) は次のようなプロソディになる（ここでは、prosodic prominence のある箇所を四角で表し、deaccent された箇所を下線で示す）。

(5) 健は奈緒美が 何 を食べたか知っています。

(5) で示されるように、疑問詞のスコープは deaccent 領域と一致する、とされる。FIP によれば、(2) のような疑問詞のスコープが曖昧な文でも、プロソディ情報があればスコープは一意に決定するはずである。例えば、(2) が (6a-b) のようなプロソディを伴っている場合を考えよう。従属節直後の「知りたがって」の語彙的アクセントは、(6a) では f_0 に明確にあらわれるが、(6b) では deaccent されるはずである。そして、**プロソディ A** の場合は従属節スコープ解釈となり、**プロソディ B** の場合は主節スコープ解釈となる、ということである。

(6) a. **プロソディ A**

健は奈緒美が 何 を食べたか知りたがっていますか？

b. **プロソディ B**

健は奈緒美が 何 を食べたか知りたがっていますか？

文献 [8] によれば、(2) や (4) では原理的には主節スコープ解釈・従属節スコープ解釈の両方が可能だが、それぞれに対応するプロソディの選択に応じて解釈が決まってしまう、ということになる。例えば、文献 [1] の言うように多くの場合に (2) が従属節スコープ解釈しか許さないとすると、それは、**プロソディ A** のみが選ばれてしまいがちなせいで、ということになるし、逆に、文献 [5] (cf.

文献 [3], [4]) の言うように (4) が主節スコープ解釈になりがちだとすると、それは、**プロソディ B** のみが選ばれがちなせいで、ということになる。つまり、従来統語的要因により説明されてきたスコープ解釈の違いは、音韻的要因の効果によるものだ、ということになる。

2.2 プロソディ選択を左右する要因

「プロソディ」は、音韻的つまり心理学な存在物であり、何らかの物理的な手がかりに基づいて知覚されるはずである。しかし、文献 [1] や [2] などで主張されている容認度判断は、おそらく、黙読に基づく容認度判断である。黙読時には、物理的な知覚手がかりが存在しないのだから、音韻的要因単独では、文献 [1] や [2] などで主張されている容認度判断は説明がつかない。

そこで文献 [8] は、文献 [13] の The Implicit Prosody Hypothesis に基づき、読み手は黙読時にデフォルトのプロソディを頭の中で作り出してしまうのだ、と考えた。この説に従えば、(2) では、**プロソディ A** がデフォルト・プロソディとして頭の中で作り出されてしまいがちであるために、黙読時には従属節スコープ解釈になりがちである、ということになる。それに対して (4) では、**プロソディ B** が頭の中で作り出されがちであるために、黙読時に主節スコープ解釈になりがちである、ということになる。

他方で、文献 [8] によれば、従属節の直後の単語の語彙アクセントが明確にあらわれるかどうか、**プロソディ A** と **プロソディ B** との間の違いであることになる。これは、物理的には、従属節の直後においてピッチ上昇が見られるかどうか、ということである。しかし、文献 [14] は、**プロソディ A** が従属節スコープ解釈に対応し、**プロソディ B** が主節スコープ解釈に対応する、という前提のもとで、(2) のような語順の文を刺激として用いて、産出実験および理解実験を行い、両プロソディ間では、従属節の終了時点におけるピッチの上昇の度合のみならず、疑問詞の直後でのピッチの下降の度合にも違いがあることを、観察した。それによると、疑問詞のピッチ下降度が小さい場合（すなわち **プロソディ A**）は従属節スコープ解釈になりやすく、下降度が大きい場合（すなわち **プロソディ B**）は主節スコープ解釈になりやすい、ということになる。³

この結果は、少なくとも、(2) のような、疑問詞のかきまぜが行われていない文において、刺激音声内の疑問詞の物理的なピッチ変化がスコープ解釈の選好性に影響を与えることを示唆しており、

その限りにおいて、音韻的要因の効果を示唆するものである。しかし、「かきませ」という統語操作によってスコープ解釈の可能性が変わる」という、従来の統語的要因の効果として解釈されてきた観察が、音韻的要因の効果のみで説明しきれぬかどうかまでは、文献 [14] の結果からは不明である。

3. 本研究の目的

本研究の目的は、以下の2つである。

まず、文献 [14] は、非かきませ文の場合のみを考察したが、プロソディ A-B の違いについてのその観察が、(4) のようなかきませ文の場合にも成り立つのかは、不明である。よって、本研究の1つ目の目的は、

音声呈示の際のプロソディ A およびプロソディ B の perceptual cue として、かきませ文の場合でも、従属節の直後のピッチ上昇のみならず疑問詞の直後のピッチ下降も効果を持つのか

を明らかにすることである。

他方で、「非かきませ」と「かきませ」との間に存在するとされるスコープ解釈の違いが、音韻的要因のみで説明しきれぬかどうかは、文献 [8] においては確かめられていない。よって、非かきませ文の刺激とかきませ文の刺激の場合を比較して、

「かきませ」がスコープ解釈に与える影響が、刺激音声のピッチ変化の効果に還元できるか

を検討することが、本研究の2つ目の目的である。もしそのような還元が可能であるなら、それは、音韻的要因の効果を重ねて示唆すると同時に、統語的要因の効果がほとんどないことを示唆し、統語的制約を文法内に設けるべきではないことになる。逆に、そのような還元が不可能であるなら、音韻的要因とは別に統語的要因も効いていることが示唆され、プロソディとは独立の統語的制約も想定すべきであることになる。

4. 実験

本実験では、疑問詞の語順に関して、非かきませ・かきませの2セットの刺激を用意した(統語的要因)。さらに、非かきませ・かきませ、それぞれのセットの文に対して、疑問詞の f_0 ピーク値 (High・Low)、従属節の「か」の直後の要素の f_0 ピーク値 (High・Low) の2要因を操作した(音韻的要因)。以上の疑問文の音声刺激を呈示し、意味解釈を強制選択によって調べた。疑問詞のピーク値の High・Low および従属節の「か」の直後の

要素のピーク値の High・Low は、その前後の要素からのピッチの下降度および上昇度とみなせる。⁴

4.1 参加者

中央大学の学部生で、東京、神奈川、千葉、埼玉の4都県出身の日本語東京方言話者 54 名。

4.2 刺激

(7) のような、疑問詞のスコープ解釈が論理的には2通り(主節・従属節)可能なはずの疑問文で、疑問詞の語順が異なる(「非・かきませセット」・「かきませセット」)ペアを、8セット計16文、作成した(付録A参照)。すべての文において、疑問詞は「どの」、従属節の「か」の直後の要素は「今でも」であった。

(7) 非・かきませセット: あの研究所は人類がどの惑星を改造できるか今でも検討しているのですか?

かきませセット: どの惑星をあの研究所は人類が改造できるか今でも検討しているのですか?

これら16文について、それぞれ「どの」が高くなりかつ「今でも」が低くなるように発話した音声(「どの=High」+「今でも=Low」)、および、「どの」が低くなりかつ「今でも」が高くなるように発話した音声(「どの=Low」+「今でも=High」)、計32個を録音した。発話者は著者のうちの1人(男性、東京都出身の日本語東京方言話者)であり、録音は、法政大学文学部心理学科の防音室において、ソニー製ステレオICレコーダーICD-SX713を用いて、サンプリング周波数44.1kHz、量子化16bitで行った。

次に、録音したこれらの音声ファイルに対して、Praat 5.3.23(文献[15])を用いて、以下の作業を行った。まず、「どの=High」+「今でも=Low」の各音声における「どの」の f_0 ピーク値を、「どの=Low」+「今でも=High」の音声の「どの」の f_0 ピーク値との平均差がほぼ150Hzになるまで上げた上で、PSOLA再合成を行った。同様に、「どの=Low」+「今でも=High」の各音声における「今でも」の f_0 ピーク値を、「どの=High」+「今でも=Low」の音声の「今でも」の f_0 ピーク値との平均差がほぼ100Hzになるまで上げた上で、PSOLA再合成を行った。⁵ 以上の操作により、

- ① 「どの=High」+「今でも=Low」条件
- ② 「どの=Low」+「今でも=High」条件

表1 「どの」と「今でも」の f_0 ピーク値の平均 (Hz)

	元の音声				再合成後の音声刺激			
	非・かきませ		かきませ		非・かきませ		かきませ	
	どの	今でも	どの	今でも	どの	今でも	どの	今でも
「どの = High」 + 「今でも = Low」	209.30	104.48	226.71	86.23	272.52	104.18	314.60	90.95
「どの = Low」 + 「今でも = High」	123.64	153.50	165.71	150.94	121.95	203.60	165.28	185.01

の音声刺激 32 個を作成した。再合成前の元の音声と再合成後の音声刺激それぞれにおける、「どの」と「今でも」領域内の f_0 ピーク値の平均を、表1に示す。また、例として、(7)の①、②の音声刺激のピッチ曲線を図1-2に示す。

続いて、上記の①、②の音声刺激について、「どの」を含む前半部分と、「今でも」を含む後半部分を、クロスプライスすることで、

- ③「どの = High」 + 「今でも = High」条件
- ④「どの = Low」 + 「今でも = Low」条件

の音声刺激 32 個を作成した。⁶

以上、計 64 個の音声刺激を、オーディオテクニカ製ヘッドセット ATC-HA7USB を用いて両耳呈示した。

4.3 手続き

実験は、中央大学経済学部のコンピューター教室にてパソコンを用いて行った。また、刺激呈示、反応の記録には Perception Research Systems 製 Paradigm Player 1.0 を使用した。

64 個の音声刺激は、Paradigm Player によって参加者ごとに生成されたランダムな順序で呈示された。刺激の音声呈示と同時に、パソコンの画面上部には当該刺激を文字呈示し、また、パソコンの画面中央には、

答え 1：刺激の疑問文を従属節スコープで解釈した場合の答え

答え 2：刺激の疑問文を主節スコープで解釈した場合の答え

を左右に並べて視覚呈示した。そして、音声刺激の理解に基づく「答え 1～答え 2」の強制選択を参加者に対して求めた。例として、音声呈示された疑問文 (8) に対する「答え 1」および「答え 2」を、(9)に示す。

(8) あの研究所は人類がどの惑星を改造できるか今でも検討しているのですか？

(9) 従属節スコープ解釈：

はい、検討を続けています。

主節スコープ解釈：

火星です。

「答え 1」と「答え 2」の左右配置は、参加者ごとにカウンターバランスした。また、1つの試行を終えた後の、次の試行の開始のタイミングは、参加者に任せた。

4.4 結果と考察

54名の参加者のうち、Paradigm Player による回答の記録ミスが生じた1名を分析から除外した。残り 53名から得られた回答データ 3392 個から、音声刺激の再生終了前に選択された回答データ 1124 個を除いた、計 2268 個の回答データを、分析の対象とした。記録した回答は、従属節スコープ解釈の場合のものを 1、主節スコープ解釈の場合のものを 0 と換算した。非かきませ・かきませのセットごとの従属節スコープ解釈の平均選択率、および語順 2 セットそれぞれについての「どの」・「今でも」の f_0 ピーク値ごとの従属節スコープ解釈の平均選択率を、表2に示す。

表2 従属節スコープ解釈の平均選択率 (%、括弧内は標準偏差)

		非かきませ	かきませ
「どの」の f_0 ピーク値	High	76.89 (0.42)	70.80 (0.45)
	Low	95.88 (0.20)	84.25 (0.36)
「今でも」の f_0 ピーク値	High	90.11 (0.30)	80.28 (0.40)
	Low	83.42 (0.37)	75.35 (0.43)
計		86.73 (0.34)	77.82 (0.42)

まず、非・かきませ文に関して文献 [14] の結果が再現できているかどうかを検討するために、非・

② 「どの=Low」 + 「今でも=High」 条件

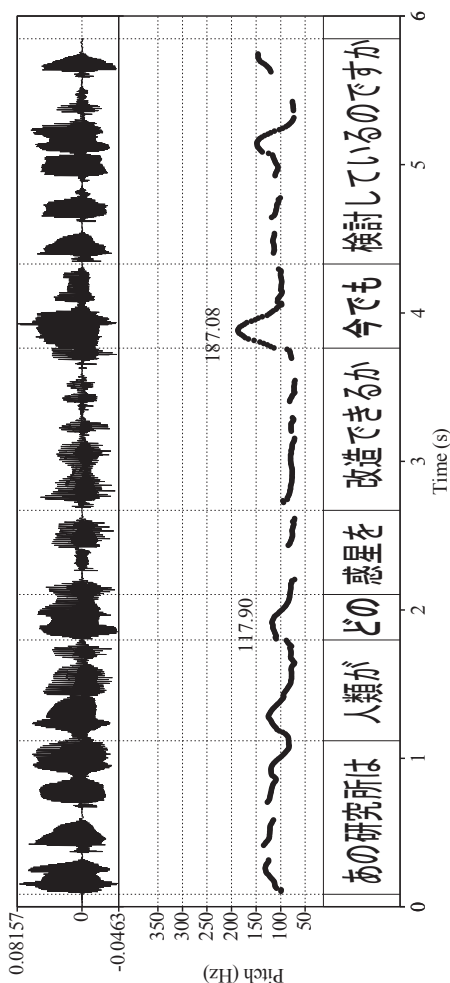


図 1 (7) の非・かきませセットのピッチ曲線

② 「どの=Low」 + 「今でも=High」 条件

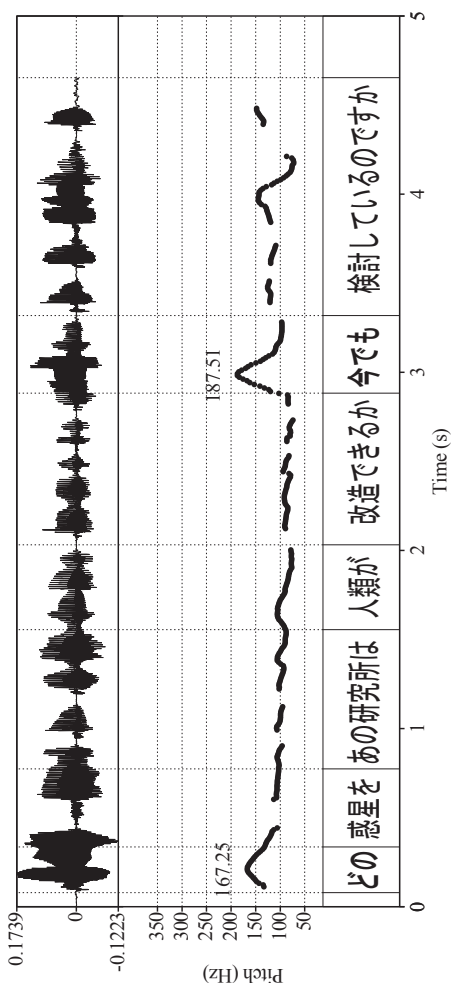
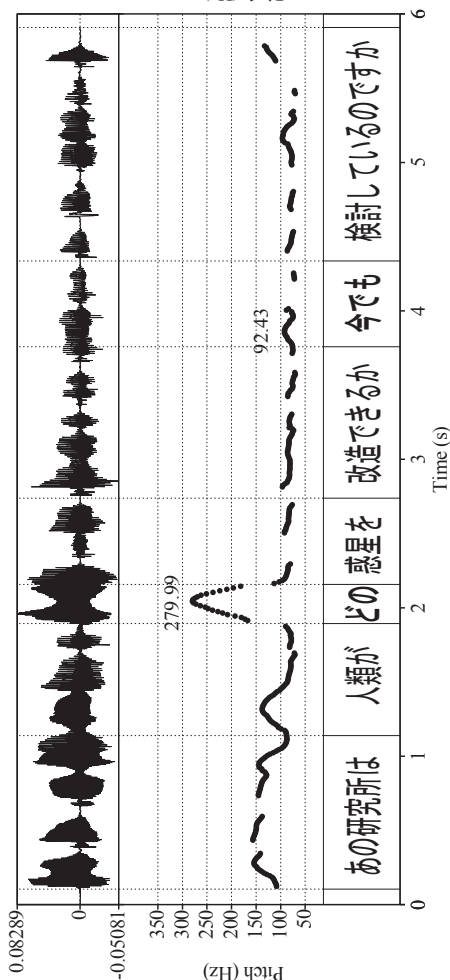
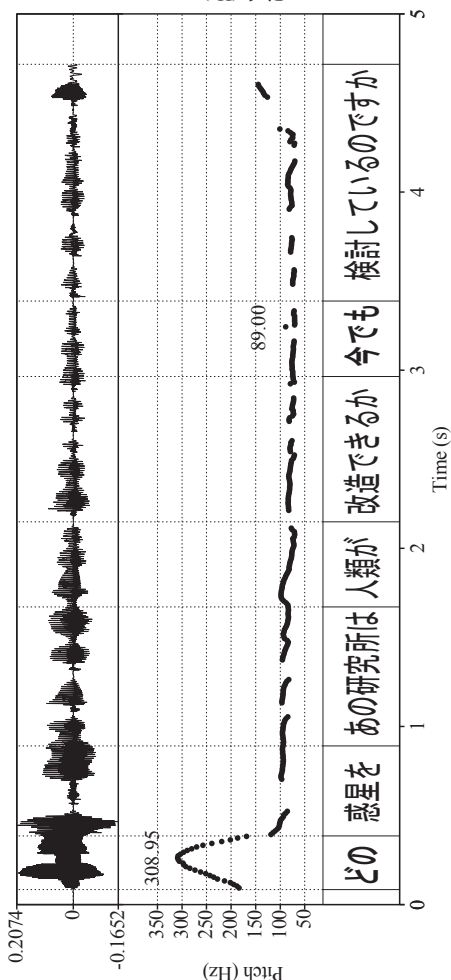


図 2 (7) のかきませセットのピッチ曲線

① 「どの=High」 + 「今でも=Low」 条件



① 「どの=High」 + 「今でも=Low」 条件



かきませットの刺激における「どの」のピーク値・「今でも」のピーク値の効果の有無を、以下の手順で調べた。まず、正規分布に近づけるために、換算した値に対し逆正弦 (arcsin-square-root) 変換をかけた値 (文献 [16]) に対して、「どの」のピーク値 (High・Low), 「今でも」のピーク値 (High・Low) を固定因子とし、参加者または刺激を変量因子とした 2 要因の分散分析を行った。

参加者・刺激のいずれを変量因子とした場合にも交互作用は有意でなかった。

「どの」のピーク値の主効果は有意であった [$F_1(1, 1067) = 109.58, p < .001$; $F_2(1, 1112) = 98.27, p < .001$]. このことは、「どの」からのピッチ下降度が大きい方が従属節スコープ解釈の選択率が低いことを示唆する。

また、「今でも」のピーク値の主効果も有意であった [$F_1(1, 1067) = 13.08, p < .001$; $F_2(1, 1112) = 11.75, p < .001$]. このことは、「今でも」へのピッチ上昇度が大きい方が従属節スコープ解釈の選択率が高いことを示唆する。

以上の結果は、文献 [14] の結果を再現している。

次に、かきませ文の場合にも同様のことが成り立つかを検討するために、かきませセットの刺激における「どの」のピーク値・「今でも」のピーク値の効果の有無を、同様の手順で調べた。すなわち、同様に逆正弦変換をかけた値に対して、同様の 2 要因の分散分析を行った。

参加者・刺激のいずれを変量因子とした場合にも交互作用は有意でなかった。

「どの」のピーク値の主効果は有意であった [$F_1(1, 1089) = 51.13, p < .001$; $F_2(1, 1134) = 30.44, p < .001$]. このことは、「どの」からのピッチ下降度が大きい方が従属節スコープ解釈の選択率が低いことを示唆する。

また、「今でも」のピーク値の主効果も有意であった [$F_1(1, 1089) = 8.22, p < .01$; $F_2(1, 1134) = 4.12, p < .05$]. このことは、「今でも」へのピッチ上昇度が大きい方が従属節スコープ解釈の選択率が高いことを示唆する。

以上の結果は、疑問詞の直後および従属節の直後のピッチ変化の両方がスコープ解釈の選択に効果をもつという文献 [14] の観察が、かきませ文についても成り立つことを、示唆している。

ついで、語順 2 セットの比較を行った。非・かきませセットの方がかきませセットよりも従属節スコープ解釈の平均選択率が高い (表 2 参照)。しかし、本実験に用いた音声刺激は、この非・かきませーかきませのセット間で、「どの」の f_0 ピーク値と「今でも」の f_0 ピーク値に差がある。すなわち、「どの」の f_0 ピーク値はかきませセットの方

が平均で 42.67 Hz 高く、「今でも」の f_0 ピーク値は非・かきませセットの方が平均で 16.43 Hz 高い (個々の条件ごとの値は表 1, 4 を参照)。すると、非・かきませーかきませのセット間での平均選択率の差は、純粋な「かきませによる語順または構造の違い」の効果と解釈することも出来るが、「どの」や「今でも」のピッチの違いの効果とも解釈できてしまう。

この 2 つの解釈の優劣を決定するため、非・かきませーかきませのセット間でのピッチ差の効果を除去した場合の疑問詞の語順の効果をも、以下の方法で調べた。まず、各音声刺激について、「どの」領域の f_0 ピーク値と直後の名詞領域の先頭の f_0 の値の差を semitone に換算し、これを、「どの」から直後の名詞にかけてのピッチ下降度とした。同様に、「今でも」領域の f_0 ピーク値と直前の「従属節動詞+か」領域の末尾の f_0 の差を semitone に換算し、これを、「従属節動詞+か」から「今でも」にかけてのピッチ上昇度とした。⁷ 非かきませ・かきませのセットごとの下降度・上昇度の平均は、表 3 に示す。

表 3 「どの」一名詞・「従属節動詞+か」-「今でも」の f_0 の差 (Hz) とその semitone 換算値の平均

		非・かきませ	かきませ
どの	f_0 の差	96.74	124.97
	semitone	10.67	11.86
今でも	f_0 の差	70.45	56.41
	semitone	9.71	8.10

このように semitone に換算された「どの」からのピッチ下降度と「今でも」へのピッチ上昇度の 2 つを共変量として、刺激を変量因子として用い、「どの」の語順を要因とする 1 要因 2 水準の共分散分析を上記の逆正弦変換をかけた値に対して行った。

その結果、従属節スコープ解釈の選択率は、「どの」のピッチ下降度と「今でも」のピッチ上昇度の効果を除去しても、非・かきませセットの方がかきませセットよりも有意に高かった [$F(1, 2257) = 16.13, p < .001$].⁸ この結果は、スコープ解釈に関する (純粋な) 統語的要因としての「どの」の語順の効果が音韻的要因 (ピッチの変化量) には還元できないことを示唆する。すなわち、音韻的要因の効果とは独立に統語的要因の効果が存在する、ということである。

5. 結論

本研究では、主節スコープ解釈と従属節スコープ解釈の 2 通りの解釈の両方があり得る日本語の

疑問文に関して、解釈の選択に対する統語的要因と音韻的要因の効果の有無を検討した。実験の結果、以下の2点が示唆された。

1. 非かきませ文の場合と同様に、かきませ文の場合にも、従属節直後のピッチ上昇と疑問詞直後のピッチ下降がスコープ解釈の選択に対して効果をもつ。すなわち、前者が大きければ従属節スコープ解釈になりやすく、後者が大きければ主節スコープ解釈になりやすい。
2. 疑問詞の語順がスコープ解釈の選択に対して効果をもつ。すなわち、疑問詞の文頭へのかきませが起こると主節スコープ解釈になりやすい。また、その効果は1の音韻的要因には還元できない。

従来 of 先行研究は、1のような音韻的要因と2のような統語的要因のどちらか一方のみによって疑問詞のスコープ解釈の振る舞いを説明することを試みてきた。しかし、本研究によって、スコープ解釈の説明に音韻・統語の両方の要因をそれぞれ独立に想定する必要性が示された。

注

¹本研究では、生成文法において「弱い島」の制約と呼ばれる、疑問詞のスコープの可能性が複数個ある中でどのスコープを取るのかという問題を取り扱う。文献 [17] で主に扱われた、日本語の埋め込み名詞句内の疑問詞のスコープの範囲（いわゆる強い島の制約）については扱わない。

²その統語的要因は、従属節の目的語の「何を」が主節の位置に置かれたためという「かきませ」要因とも考えられるし、または、「何を」が文頭に置かれたためという「文頭」要因とも考えられる。本研究では、(4)のような語順を「かきませ」語順と捉えるが、これは便宜上であり、「かきませ」と「語順」のどちらの解釈が正しいかについては、我々は中立的である。

³文献 [14] は、さらに、この2つの perceptual cue の効果に非対称性が観察される、と述べている。すなわち、文理解において聞き手は、主節スコープ解釈の cue としては疑問詞のピッチ下降度のみを用いるが、従属節スコープ解釈の cue としては両方を用いる（ただし疑問詞のピッチ下降度がより積極的に用いられる）という。このような cue ごとの効果の違いに、本研究は立ち入らない。

⁴疑問詞の直後の名詞および従属節動詞+「か」のピッチの High・Low 条件間での差は、疑問詞+「か」直後の要素のピーク値の High・Low 条件間での差に比べ、極めて小さい（平均で 8.41 Hz）。よって、疑問詞や「か」直後の要素のピーク値の高低は、ピッチ変化量の大小と対応する。

⁵ f_0 ピーク値の上昇操作は、「どの」と「今でも」それぞれの領域全体の f_0 を上げる形で行った。

⁶ 「前半部分」と「後半部分」とは、従属節の「か」の closure silence の部分を境目として分割した。また、今回の刺激作成では、クロスプライスによって、Praat によって表示されるピーク値に微小な違い（平均で 0.30 Hz）が生じた。本実験では、この差は無視し、各条件の f_0 ピーク値は等しいものとみなす。なお、③、④の「どの」と「今でも」領域内の f_0 ピーク値の平均は付録Bに、刺激のピッチ曲線の例は付録Cに、それぞれ示す。

⁷ 2つの周波数 f_1 , f_2 の違いを semitone に換算するために用いた計算式は以下の通り。但し、 y が換算後の値である。

$$y = 12 \log_2 \frac{f_1}{f_2}$$

⁸ 参加者を変量因子として用いた共分散分析の結果も、非・かきませセットの方が有意に高かった [$F(1,$

2212) = 16.83, $p < .001$].

付録A 実験で使用した刺激文

(a が非・かきまぜセット, b がかきまぜセットの刺激)

- (10) a. あの科学者はコレステロールがどの病気を引き起こすか今でも実験しているのですか?
b. どの病気をあの科学者はコレステロールが引き起こすか今でも実験しているのですか?
- (11) a. あの役所は放射能がどの都市を汚染しているか今でも分析しているのですか?
b. どの都市をあの役所は放射能が汚染しているか今でも分析しているのですか?
- (12) a. あの研究所は人類がどの惑星を改造できるか今でも検討しているのですか?
b. どの惑星をあの研究所は人類が改造できるか今でも検討しているのですか?
- (13) a. あのおばあさんは犯人がどの車に乗っていたか今でもおぼえていますか?
b. どの車にあのおばあさんは犯人が乗っていたか今でもおぼえていますか?
- (14) a. あの官房長官は首相がどの大臣を更迭するか今でも心配しているのですか?
b. どの大臣をあの官房長官は首相が更迭するか今でも心配しているのですか?
- (15) a. あの気象台は竜巻がどの区に発生したか今でも記録しているのですか?
b. どの区にあの気象台は竜巻が発生したか今でも記録しているのですか?
- (16) a. あの調査委員会は大地震がどの地域に起きるか今でも調べているのですか?
b. どの地域にあの調査委員会は大地震が起きるか今でも調べているのですか?
- (17) a. あの警視庁はルパンがどの国に潜伏しているか今でも捜査しているのですか?
b. どの国にあの警視庁はルパンが潜伏しているか今でも捜査しているのですか?

付録B ③, ④ の f_0 ピーク値の平均 (表4)

表4 「どの」と「今でも」の f_0 ピーク値の平均 (Hz)

	非・かきまぜ		かきまぜ	
	どの	今でも	どの	今でも
③	272.53	203.57	314.63	184.98
④	122.06	104.17	165.24	88.85

③ : 「どの = High」 + 「今でも = High」条件

④ : 「どの = Low」 + 「今でも = Low」条件

付録C ③, ④ のピッチ曲線の例 (図3-4)

④ 「どの = Low」 + 「今でも = Low」 条件

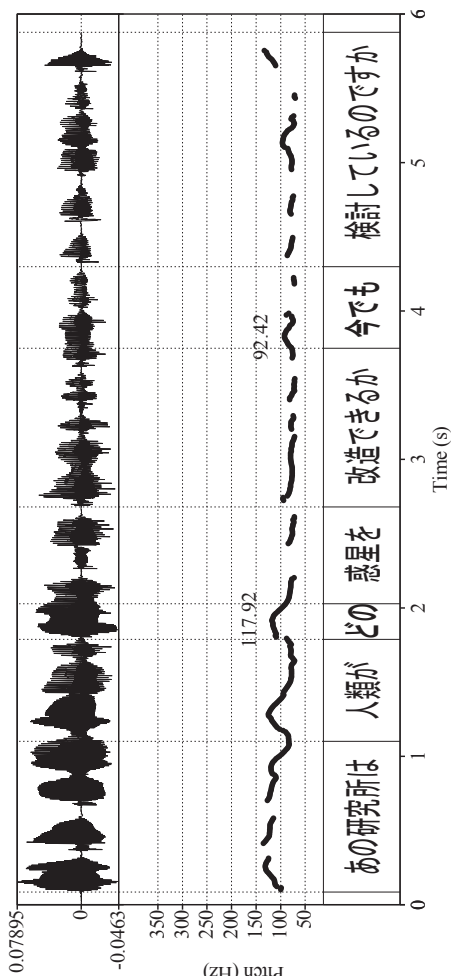


図 3 (7) の非・かきませセットのピッチ曲線

④ 「どの = Low」 + 「今でも = Low」 条件

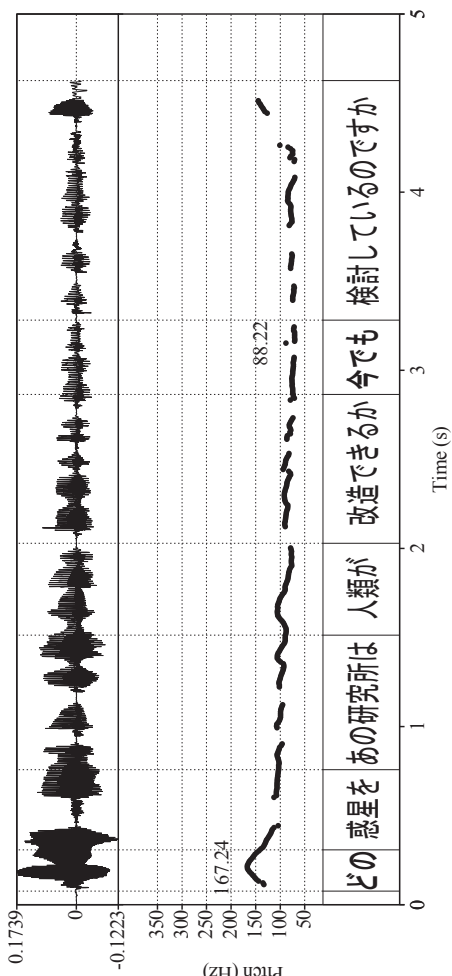
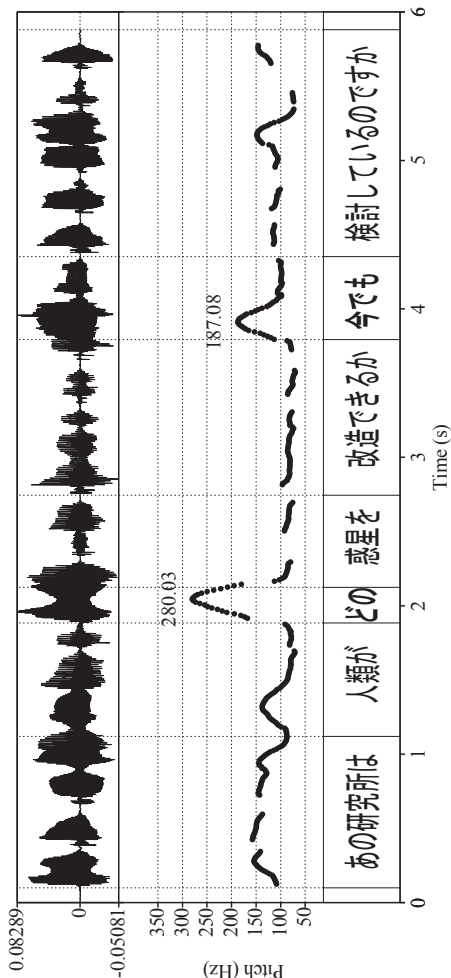
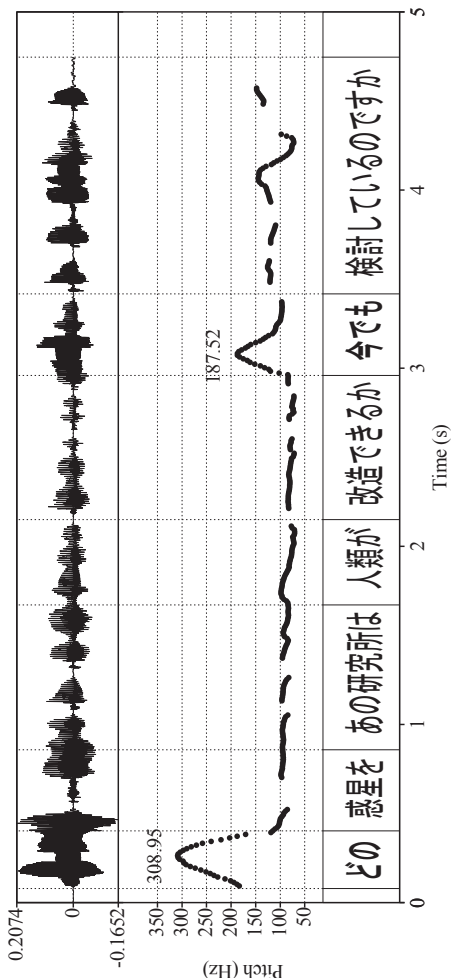


図 4 (7) のかきませセットのピッチ曲線

③ 「どの = High」 + 「今でも = High」 条件



③ 「どの = High」 + 「今でも = High」 条件



参考文献

- [1] Watanabe, A. (1992). Subjacency and S-structure movement of WH-in situ. *Journal of East Asian Linguistics*, 1, pp. 255–291.
- [2] Takahashi, D. (1993). Movement of wh-phrases in Japanese. *Natural Language and Linguistic Theory*, 11, pp. 655–678.
- [3] Maki, H., & Ochi, M. (1998). Scrambling of wh-phrases and the Move-F hypothesis. In Silva, D. (Ed.), *Japanese/Korean Linguistics*, 8, CSLI Publication, pp. 487–500.
- [4] Kuwabara, K. (1999). Overt wh-movement and scrambling of wh-phrases. In Muraki, M. & E. Iwamoto (Eds.), *Linguistics: In Search of the Human Mind*, Kaitakusha, pp. 430–451.
- [5] Aoshima, S., Phillips, C., & Weinberg, A. (2003). Processing of Japanese wh-scrambling constructions. In McClure, W. (Ed.), *Japanese/Korean Linguistics*, 12, CSLI Publication, pp. 179–191.
- [6] Deguchi, M., & Kitagawa, Y. (2002). Prosody and wh-questions. In Hirotani, M. (Ed.), *Proceedings of the Thirty-second Annual Meeting of the North-Eastern Linguistic Society*, GLSA, University of Massachusetts at Amherst, pp. 73–92.
- [7] Ishihara, S. (2002). Invisible but audible wh-scope marking: Wh-constructions and deaccenting in Japanese. *Proceedings of the Twenty-first West Coast Conference on Formal Linguistics*, Cascadilla Press, pp. 180–193.
- [8] Kitagawa, Y., & Fodor, J. D. (2003). Default prosody explains neglected syntactic analyses in Japanese. In McClure, W. (Ed.), *Japanese/Korean Linguistics*, 12, CSLI Publication, pp. 267–279.
- [9] Poser, W. J. (1984). *The phonetics and phonology of tone and intonation in Japanese*, Ph.D. dissertation, MIT.
- [10] Pierrehumbert, J., & Beckman, M. (1988). *Japanese tone structure*, MIT Press.
- [11] Selkirk, E., & Tateishi, K. (1991). Syntax and downstep in Japanese. In Georgopoulos, C. & R. Ishihara (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to Language: Essays in Honor of S. -Y. Kuroda*, Kluwer Academic Publishers, pp. 519–543.
- [12] Kubozono, H. (1993). *The Organization of Japanese Prosody*. Kurosio Publishers.
- [13] Fodor, J. D. (2002). Prosodic disambiguation in silent reading. In Hirotani, M. (Ed.), *Proceedings of the Thirty-second Annual Meeting of the North-Eastern Linguistic Society*, GLSA, University of Massachusetts at Amherst, pp. 113–132.
- [14] Kitagawa, Y., & Hirose, Y. (2012). Appeals to prosody in Japanese wh-interrogatives—Speakers’ versus listeners’ strategies. *Lingua*, 122, pp. 608–641.
- [15] Boersma, P., & Weenink, D. (2012). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.23, retrieved 7 August 2012 from <http://www.praat.org/>
- [16] McNicol, D. (1972). *A Primer to Signal Detection Theory*, Allen and Unwin.
- [17] Nishigauchi, T. (1990). *Quantification in the Theory of Grammar*, Kluwer Academic Publishers.

シチュエーションパズルにおける協調的問題解決プロセスの分析

Analysis of the cooperative problem-solving process in a situation puzzle

尾関 智恵[†]
Tomoe Ozeki

[†]東海学院大学
Tokaigakuin University
ozeki@tokaigakuin-u.ac.jp

Abstract

Problem solving performed cooperatively was carried out as activity under lecture using the game called the situation puzzle which simplified the actual scene. As a result, how to catch the participant's "characteristic of information" changed. The validity and process are under analysis now.

Keywords —Problem-solving process, Cooperative, Interaction, Puzzle, Communication game

1. はじめに

現実世界で人は、環境から情報を収集し、それらを元に問題設定をし、解法を考えだし、適切な方略を選択し適用させていく力が求められる。問題解決のために十分情報を得るには周囲のリソースへ働きかけ方も影響し、解くべき問題を理解したと思っけていても協調的な活動の中で他者視点が入ることによって再考を促され理解が変化したり、そもそも質問の仕方ひとつで状況ががらりと変わったりすることもある。社会に出ると若年時よりこういった難度の高い問題に直面することが多く、コミュニケーション能力や論理的思考などの言葉に代表されるスキルが重要とされている。

これまで有能な問題解決を行うためには様々な要因が考えられ、学習方法についても実践的な研究がなされている。すでに知っている事を使って発展させていくことを促進するような授業デザインや、活動や体験によって学習者自身の納得に基づいて知識習得を狙うプロジェクトが成果をあげ、広く実施されてきた。

これらを踏まえ、目標を就業後に必要なスキル

習得とし、教室で実践的な問題解決場面を持ちこんだ場合、想定したプロセスを経て成果を得られそうかについて、試行した結果を報告する。

2. 目的

本論文では、上述のような状況を単純化させたシチュエーションパズルと呼ばれるゲームを題材に、協調的に行われる状況の把握から問題解決までを講義中の活動として実施し、その過程について調査する。その際、参加者たちがどのような問題解決の方略を得たかを申告してもらい、そこで何らかの学習が行われたかについても考察する。

3. シチュエーションパズル

シチュエーションパズルは思考パズルの一種であるが、この状況を再現していると考え。複数人で遊ぶゲームで、1人が問題を出し、他の人は「はい」「いいえ」「関係ない」で答えられる質問を出す。質問者は出題者が知っているストーリーを推測していき、ストーリー上にある謎にすべて説明できた時にパズルが解けたことになる。このやり取りで出題者が認識している回答を推論するゲームである。ただし、先述の制限があるものの実際は出題者の顔の表情や声の出し方や振る舞いによって得られる情報もある。

4. 単独グループによる事前実施

講義への組み込む前に、短大生を対象とした出題者1名と参加者6名の1グループにシチュエーションパズルに取り組んでもらい、この活動の状況を動画及び発話データを記録した。ま

た活動の最後に「問題を解くためのコツは何か」という質問を行い、記述式で回答してもらった。

参加者へ提示された情報は以下の問題文章で、全員が見ることが出来る情報である。

問題 1

「ある女性が地元の図書館に毎週出かけていく。面白そうな本を見つけると、すぐさま 78 ページを見て、借りるかどうか決めている。どうしてか」

これに対し、回答を記した文書を回答者に提示しゲームは進められた。回答は次の文章である。

回答 1

「本を読むのは女性の夫で、体が不自由で外出できなかった。そして大変な読書家であった。夫はどの本でも 78 ページに読み終わった印を小さく書いており、女性はまだ読んでいない本であるか判断するためにそのページを確認していた。」

参加者は先の情報を元に出題者に質問をしていったが、30分経った時点で降参し、完全な回答まで至らなかった。参加者からの質問については後半とぎれることはあったものの常に何らかの確認質問が行われていた。しかし問題解決にあまり関係の無い 78 という数字の意味や登場人物の女性の素生について時間の大半を使っており、なぜ判断する際特定のページを見る必要があったのかという点について情報を集める質問が少なかった。これに加え出題者自身も全ての情報を提示されていても誤った理解をしていると考えられる場面もあり、参加者への返答に矛盾が出てくるなどの影響がでた。

最後に自由記述で「問題を解くためのコツ」について質問を行った。この結果「とにかく思いつくままに質問する」という回答を参加者のほぼ全員がしており、質問内容を検討する記述はなく、問題解決に至らなかった要因の一つと考えられる。

この事前実施の結果、問題解決への取り組み方として有効と思える内容は得られなかった。しかし、実施後の参加者の感想として「頭を使った」「ひたすら考えた」など思考活動を行った

実感と「面白かった」という活動に対するポジティブな意見が得られたことから、講義内で実施する活動として多少効果が見込めると考えた。

5. 講義での実践状況

4. での事前実施を元に、情報科学に関する講義内にて活動の試験実施を行った。実施したのは2011年～2013年前期までの講義内であり、看護系専門学校、短期大学、4年生大学にて実施した。詳細を表1に示す。

表 1 実施状況（括弧内は参加者数）

	2011年	2012年	2013年
看護系専門学校 2年生 40名程度	ゲーム実施 事前事後質問のみ(40)	ゲーム実施 事前事後＋ コツ(40)	
短期大学 1年生 40名程度	ゲーム実施 事前事後質問のみ(39)	ゲーム実施 事前事後＋ コツ(42)	
4年制大学 1年生 20名程度			ゲーム実施 事前＋コツ (22)

授業デザインとして、初期の講義導入時期に「情報とはどういう性質があるか」を体感して、これから学ぶ内容の必要性を感じてもらうような構成にした。具体的には「「情報」の性質と特性を理解し、活用法と危険性を知る。」という目標を提示し、なぜそれらを身につける必要があるかという話から実際に活動を通して考えて欲しいと要請した。

流れとしては、最初に自由記述の質問紙にて「情報とはどういうものか」という問いを行い、その後情報を扱う例としてシチュエーションパズルに取り組んでももらった。ゲームの後、再度同じ質問に自由記述にて答えてもらい、併せてゲームの攻略方法として「問題を解くためのコツはなんだったか」という質問に自由記述で回答してもらった。事前事後の質問は全てに対して行ったが、問題を解くコツについては2012年以降に質問を行った。

シチュエーションパズルの問題は、代表的な問題である「ウミガメのスープ」を実施した。参加者全員には以下の情報が提示され、ここからゲームをスタートしてもらった。

問題 2

「男がレストランに入って、ウミガメのスープを注文した。彼はそれを一口すすると、化粧室に行き自殺してしまった。なぜか。」

回答としては以下の文章となる。

回答 2

「以前、男の乗っていた船が難破して無人島に漂着した。しかし食料が無く、彼の婚約者は死んでしまう。周りの者はその肉を食べようと提案するが、男は『そんなことをするなら死んだほうがまだ!』と拒否する。しばらく後、仲間がウミガメのスープを作って持ってきたので、男はそれを飲んだ。その後無事に帰還した男は、かつて自分の命を救ってくれたウミガメのスープを食べようと思った。しかしその味の違いからかつて自分が食べたのは婚約者の肉だったことに気付き、男は自殺してしまう」

この結果、全32グループ中8グループが正解にたどり着いた。これについてまず、事前事後に行った質問への回答が変化した様子を示す。自由記述の全ての実施結果の分類を行った。分類内容については、表2のように整理している。

表 2 回答の分類

分類名	内容	文例
正確さ	情報の正確さを言及	いろんな情報が飛び交う時代、どれが正しくてどれが正しくないのかしっかりと考えていかなければならない
伝え方・発信	情報を発信方法や伝え方を言及	人から人に伝わっていくものだと思います
受け取り方・理解	情報の受け取り方、解釈や理解の仕方	組み合わせしだいで、いろいろな意味でとらえられる。
知るためのもの、知りたいこと	物事をさらに知る目的について言及	自分から引き出すもの。より詳しく知るためのもの。
知識・事実・データ	物事の説明や知識の記述、事実への言及	メディアなどを通じて知る天気予報やニュース

問題解決・意思決定	目的のために情報を使うことへ言及	真実を導き出すために必要なもの、不確かな事を確かなものにするために必要なもの
やり取り	他者とのやり取りで得られる変化に言及	自分の考えや他人の考えなどを交換しあいながら正しい答えを見つけ出すことができる。
想像・決定	得られた情報を想像力で膨らませたり仮説設定する事に言及	ただ単に納得するのではなくそこからまた新たに考え出す力。

自由記述の中で話題に触れていれば1と数え、同一文章でも話題が2種類ある場合はそれぞれに1を加算した。その結果、事前は図1で事後は図2のような割合となった。

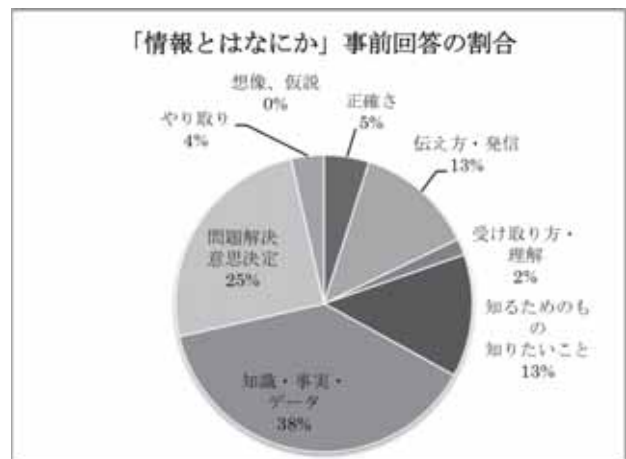


図 1 事前回答の割合



図 2 事後回答の割合

2つのグラフを比べて一番変化が合ったのは「知識・事実・データ」で、事前に全体の38%

を閉めていたものが事後に2%に減少した。記述が変化した例を示すと「テレビ、パソコン、ラジオ、新聞などを使って知るもの。得ようとするもの。」と事前に記載した学生は、事後に「情報がいくらか少なくともわかっていることが1つあるだけで、そこから、自分で考え、想像力をふくらまして1つずつ得ていけば情報が増えて答えとつながると思いました。」という他の分類の物へと変化して行った。当初、情報は静的である事象を説明しているだけの物、といった内容を記載している傾向が多く見られたが、事後になると情報は動的な性質があり、様々な要因で変化し、使用目的によって価値があるといったようなものが多くなった。分類としては、「正確さ」「問題解決・意思決定」「やりとり」「想像・仮説」へと変化した。

特に「想像・仮説」については知り得た情報をそのままではなく自分の持つ知識を元に多様な視点で分析すると言った内容や、複数の情報で仮説を組み上げられるといった言及があった。これは自身の既知情報も利用し問題解決の方略を検討する様子がみられ、ゲーム活動で狙った効果が得られた可能性もある。ただし、その回答を得た経緯が不透明なため、はっきりとは明言できない。

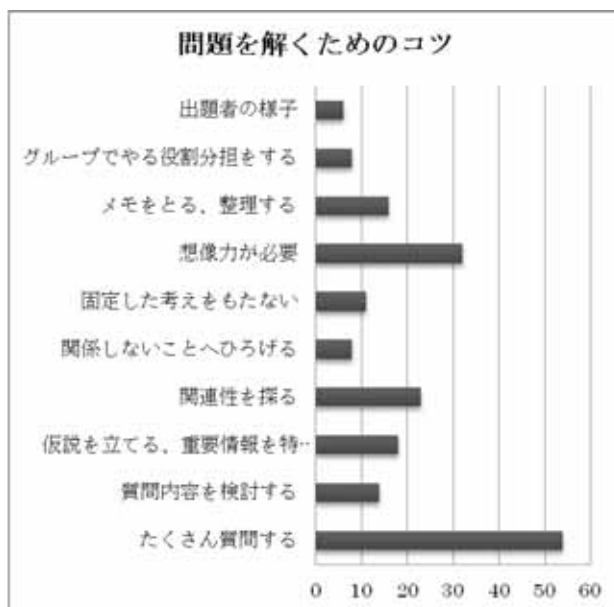


図3 問題を解くためのコツ

次に、事後に行った「この問題を解くためのコツは何か」についての回答結果を分類した物を図

3に示す。これは2012年以降のクラスのみの実施であり、事前・事後の分類と同様に話題に触れていれば1つと数え、複数の話題に触れていればそれぞれに加算した。

この結果、4.の時と同じ「とにかく質問をする」が1番多い答えとなった。手がかりが少ない状況である場合、質問の内容よりも量に頼る記述が多く、ある程度有効な方略だったようである。

次に「想像力が必要」という回答が「関連性を探る」より多く、与えられた情報からできるだけ可能性を広げて質問を創出することが指示されていた。これは回答を導く情報が問題文を単純に確認していったのでは得られない突飛な内容を含んでいるためと予想するが、この点については現在発話過程の分析を進めている。

この他、「仮説を立てる、重要情報を特定する」について「メモをとる・整理するといった」外化・共有・吟味のための方略について効果があった言及が見られた。

6. 結果とまとめ

講義におけるシチュエーションパズルを用いた実践活動はある程度効果が見込めそうである。ただし今回、詳細なゲーム中のやり取りを明らかにできなかったため、引き続き調査を進めていきたい。また、こういった実験授業を教員単独で行う際、データ収集を含めた講義実施や事後のデータ整理や分析に時間がかかってしまう。少人数での実施を可能にするようなシンプルな道具立てや実施方法についても考察していきたい。

参考文献

- [1] "The Jasper Project: Lessons in Curriculum, Instruction, Assessment, and Professional Development", Cognition and Technology Group at Vanderbilt(1997)
- [2] 三宅なほみ・白水始著, "学習科学とテクノロジー", 放送大学教育振興会(2003).
- [3] De Bono, Edward 著, 白井寛訳, "水平思考の世界", 講談社(1969).

モーションコントローラは操作対象との一体感を増すのか？ ：生理指標による検討

Does a motion controller enhance the sense of ownership to a virtual hand?

松田 剛^{†‡}, 開 一夫^{†‡}
Goh Matsuda, Kazuo Hiraki

[†] 東京大学, [‡] 独立行政法人科学技術振興機構, CREST
The University of Tokyo, JST, CREST
matsuda@arabeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

When we are playing a video game, we sometimes wiggle our body with a game character's action. This unconscious behavior may be based on the extension of the sense of ownership to the game character. In the present study, we investigated the effect of control devices, i.e. a motion controller and a traditional button controller, on the sense of ownership to a virtual hand. We measured skin conductance level (SCL) and heart rate (HR) as an index of the sense of ownership. If the sense of ownership is extended to the virtual hand, SCL or HR should increase when the virtual hand is injured. As a result, the motion controller elicited larger SCL than the button controller, indicating that the similarity of motion between an operator and an operational object enhances the sense of ownership to the operational object.

Keywords — sense of ownership, rubber hand illusion, skin conductance level, video game

1. はじめに

テレビゲームを楽しんでいるとき、つい操作しているキャラクターと一緒に体が動いてしまうことがある。無意識に体を動かしてしまう背景には、キャラクターに対して自らの身体感覚が転移されている可能性が考えられる。自分の体以外の物体に身体感覚が転移する現象としては、ラバーハンドイリュージョン (RHI) が有名である[1]。RHIとは、被験者の前にゴム製の腕を置き、被験者自身の腕を隠した状態でゴム製の腕と被験者の腕に同時に触覚刺激を与え続けると、被験者は次第にゴム製の腕をまるで自分自身の腕のように感じるという錯覚である。

RHIに関する研究のひとつに、CGで描かれた腕が動くところを自分の腕と違ってしばらく眺める

だけで、その腕がナイフで侵害される映像が提示されたときに、驚愕反応やストレス反応に対する生理指標のひとつである皮膚コンダクタンスレベルが大きく変化するという報告がある[2]。本研究ではこのパラダイムを利用し、CGの腕を操作する際のRHIについて、特に操作方法の違いによる影響に着目して検討した。

近年になってWiiリモコンやKinectなど、より操作対象の動きと使用者の動きが類似する操作デバイスが登場している。一般的にこれらはより操作対象への一体感を向上させると期待されているが、本研究によってその効果が客観的に測定できると考えられる。

2. 方法

2.1. 被験者

被験者は24名の学生(男性19名、女性5名、平均年齢23.8歳)であり、事前にモーション操作群(M群)、ボタン操作群(B群)、ビデオ視聴群(V群)の3群(各8名)に分けられた。

2.2. 装置

皮膚コンダクタンスレベル(SCL)および脈拍測定のためにポリメイト(ティアック株式会社)を使用した。テレビゲームの操作にはWiiリモコン(任天堂株式会社)を、映像の提示には17インチ液晶モニターを使用した。

2.3. 実験手続き

課題には本実験のために作成した虫叩きゲームを使用した(図1)。M群とB群は右手でWiiリモコンを握り、M群はそれを振り下ろすことで、



ゲーム画面



ナイフ刺激

図1 虫叩きゲームとナイフ刺激の例

B群はボタンを押すことで操作を行った。画面上部より不規則な軌道で移動する虫が画面中央の黒い印の上に来た瞬間、リモコンを振る、またはボタンを押すとCGの右腕が振り下ろされ、虫を叩いて退治することができた。V群は事前に録画されたゲームの映像を受動的に視聴した。各群とも左手には皮膚コンダクタンス測定用の電極と脈拍測定用のパルスオキシメータが装着された。

150秒間のゲーム使用（または視聴）と15秒間の安静を2回繰り返した後、CGの右腕の甲に突然ナイフが突き刺さり出血する映像（図1）を15秒間提示した。このシーケンスを続けて3回繰り返した後、被験者はRHIやゲーム中の心理状態に関する質問紙に5件法で回答した。

3. 結果

3.1. 皮膚コンダクタンスレベル

ナイフ刺激直前の15秒間をベースラインとし、ナイフ刺激提示時の最大振幅を用いて操作方法（群）とナイフ刺激の提示回数を要因とした二要

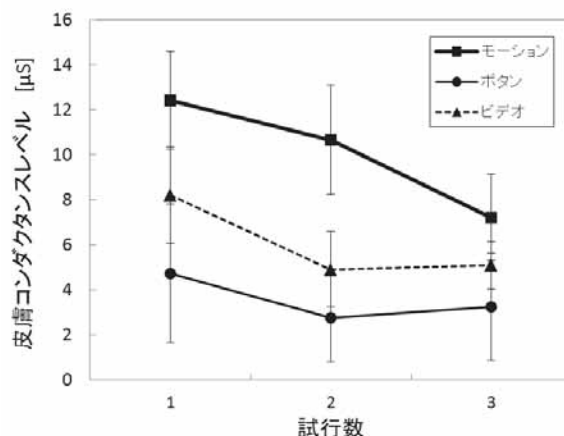


図2 ナイフ刺激提示時のSCL

因分散分析を行った結果、操作方法の主効果が有意であり ($p < 0.05$)、提示回数的主効果が有意傾向を示した ($p = 0.051$)。多重比較の結果、B群よりもM群の方がナイフ刺激後のSCL振幅が有意に大きく ($p < 0.05$)、V群とM群に有意差は見られなかった（図2）。またナイフ刺激の提示回数が増えるごとにSCLの振幅が小さくなる傾向が見られた。

3.2. 脈拍

ナイフ刺激直前の15秒間をベースラインとし、ナイフ刺激提示時の最大値を用いて操作方法（群）と試回数を要因とした二要因分散分析を行った結果、主効果や交互作用は見られなかった。

3.3. 質問紙

質問項目ごとに各群の多重比較を行った結果、群間で有意差があったのはゲームの面白さに関する項目のみであった。V群よりもB群の方が、B群よりもM群の方がゲームをより面白いと感じていた ($p < 0.05$)。

4. 議論

ナイフ刺激に対するSCLの変化はモーション操作群（M群）が最も大きく、ボタン操作群（B群）と比べて顕著な違いが見られた。この結果は操作対象の動作と使用者の動作が近いほど、RHIに類似した操作対象との一体感が生じている可能性を示唆している。ナイフ刺激の提示回数が増えるにつれてSCLの反応が小さくなったのは刺激への

慣れによる影響と考えられる。質問紙の結果と総合すると、操作対象の動作に近い操作デバイスはゲームをより楽しく、より没入しやすくすると言えるのかもしれない。本研究と同様に Wii リモコンを用いてモーション操作時とボタン操作時におけるゲームへの没入を比較した質問紙研究[3]においても、モーション操作時の方がゲームへの没入が強く、また使用者の敵意も上昇しやすいと報告されており、本研究で確認された身体感覚の転移がその背景に存在する可能性が高い。

一方で何も操作をしなかったビデオ視聴群 (V 群) の SCL が B 群とも M 群とも有意差がなく、両群の間と言え結果になった点は興味深い。もし操作対象と使用者の動作の類似性が一体感に単純に比例するのであれば、何もしなかった V 群よりも、少しでも手を動かしていた B 群の方が一体感が強くなってもおかしくはない。もしかすると映像と相反する動作を強いられた B 群の方が、視覚刺激と実際の動作の乖離によって余計な認知的負荷がかかり、映像に対する一体感がかえって阻害されていたのかもしれない。

本研究では生理指標を用いたが、fMRI を用いた研究によって RHI 生起時には運動前野腹側部や頭頂間溝の活動が増加することが明らかとなっており[4][5]、自己身体以外の物体や映像に対する一体感の指標として、脳活動計測も有用であると考えられる。今後は生理指標だけでなく脳活動計測も用いて本研究の結果をより詳細に検討していく予定である。

参考文献

- [1] Botvinick, M., & Cohen, J. (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see", *Nature*, Vol. 391, No. 6669, pp. 756-756.
- [2] Hagni, K., Eng, K., Hepp-Reymond, M. C., Holper, L., Keisker, B., Siekierka, E., et al. (2008) "Observing Virtual Arms that You Imagine Are Yours Increases the Galvanic Skin Response to an Unexpected Threat", *PLoS one*, Vol. 3, No. 8.

- [3] Williams, K. D. (2013) "The Effects of Video Game Controls on Hostility, Identification, and Presence", *Mass Communication and Society*, Vol. 16, No. 1, pp. 26-48.
- [4] Ehrsson, H. H., Spence, C., & Passingham, R. E. (2004) "That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb", *Science*, Vol. 305, No. 5685, pp. 875-877.
- [5] Ehrsson, H. H., Holmes, N. P., & Passingham, R. E. (2005) "Touching a rubber hand: Feeling of body ownership is associated with activity in multisensory brain areas", *Journal of Neuroscience*, Vol. 25, No. 45, pp. 10564-10573.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20220002, 22240026, MEXT 科研費 21118005 の助成を受けたものです。本研究の実施にあたっては平山正和氏の多大なるご協力をいただきました。また査読者の方々には大変有益なコメントをいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

触覚刺激に対する注意に筋緊張が与える効果について

The Relationship between Tactile Attention and Muscle Tone

漆原 正貴¹, 松田 剛^{1,2}, 玉宮 義之^{1,2}, 開 一夫^{1,2}
Masataka Urushihara, Goh Matsuda, Yoshiyuki Tamamiya, Kazuo Hiraki

¹東京大学総合文化研究科, ²独立行政法人科学技術振興機構,CREST

¹The University of Tokyo, ²JST, CREST

urushihara@ardBeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Previous research has shown the existence of relationship between tactile attention and conditions of body. Many parts of such researches focus on body posture. Comparably little has known about how muscle conditions, such as muscle tone or relaxation, affect tactile attention. In this paper, we conducted two experiments so as to explore the relationship between tactile attention and muscle tone.

In each experiment, participants relaxed their hand, held a hand-gripper, or held the same type of hand-gripper without applying strength and they detected tactile stimuli presented on the ipsilateral wrist. Results showed no any significant effects of muscle tone on tactile attention when participants focus on solely tactile sense. On the contrary, there was little significant effect of muscle conditions when participant's attentional focuses are divided into two different modalities, sense of touch and vision. This is the first report showing that the relationship between tactile sense and muscle condition.

Keywords — tactile, magic, muscle conditions, attentional resources

1. はじめに

触覚に関しては、まだアカデミズムの俎上にはのぼっていないものの興味深い経験的事実が数多く存在する。中でも今回注目したのは、認知科学とも馴染み深いエンターテイメントであるマジック（手品）である。マジックは以前から注意や錯覚といったテーマにおいて用いられることが多かった分野だが、その多くは主に視覚研究の材料として用いられており、触覚の方面においても興味深い事実が埋もれていることは余り知られていない。

マジックの現象観察から導かれる考察の一つが、今回取り上げる「筋緊張が触覚の感度にもたらす効果」である。マジックでは、観客に手を握らせ

る等して身体の一部に力を入れさせる（筋肉を緊張させる）ことで、その周辺部位に与えられた触覚刺激への注意を阻害するような例を多数見ることができ（ex. スリのデモンストレーションにおいて腕時計をすりとり際に同側の手を固く握らせる等）。ここでの注意とは、ボトムアップ的に作動する受動的注意である。

本研究ではこの経験的事実に着目し、2つの実験を行った。

実験1では、注意のフォーカスが触覚刺激にのみ固定されている条件下で、筋緊張が触覚の感度に及ぼす影響を見た。

実験2では、より実際のマジックの状況に近づけるため、実験1に注意の阻害要因を加えたモデルを作り、この下で筋緊張が触覚の受動的注意に及ぼす影響を確認した。

2. 実験1

実験1では、注意のフォーカスが単一の触覚刺激にのみ固定されている条件下で、筋緊張が触覚刺激の検出に及ぼす影響を見た。

2.1. 調査参加者

12名の大学生が実験に参加した（女性 = 2名, mean age = 20.3）。全員が右利きであった。

2.2. 方法

被験者は椅子に座り、腕をテーブルの上に乗せて、ディスプレイに真っ直ぐ向かった。触覚刺激を与えるために骨伝導バイブレータを用いた。バイブレータは右手首内側に2つ取り付けられた（図1）。

バイブレータは 100Hz の正弦波信号を 100ms 流した。振動音の聴覚による検出を避けるため、実験中はピンクノイズを背景に流し続けた。

実験は 3 つの異なるブロックがランダムな順番で計 18 回行われた。それぞれのブロックは各 6 回ずつ行われた。

Relaxation condition では、被験者は手をリラックスさせて自然に開いておくよう教示された。

Tone condition では、被験者はハンドグリップ (10kg) を block の最後まで握り続けるよう教示された。

Control condition では、被験者はテープで持ち手が巻かれたハンドグリップを力を入れることなく持ち続けるよう教示された (図 2)。

各ブロック内では、強 (-10dB)・中 (-20dB)・弱 (-30dB) の 3 種類の強さの触覚刺激がランダムにそれぞれ 15 試行ずつ、計 45 試行呈示された。

被験者は右手首内側に振動を感じたらできるだけ早く左手人差し指でキーボードを押すように教示された。実験では、この際の反応時間 (Reaction Time, RT) と検出率 (Correct Response Ratio, CR) を測定した (図 3)。

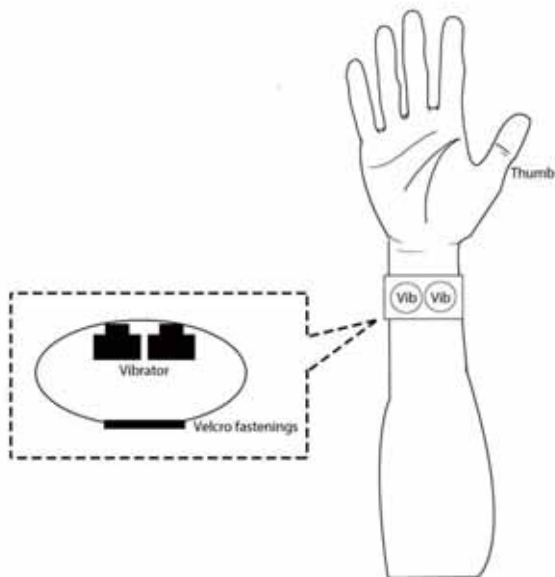


図 1 バイブレータの位置

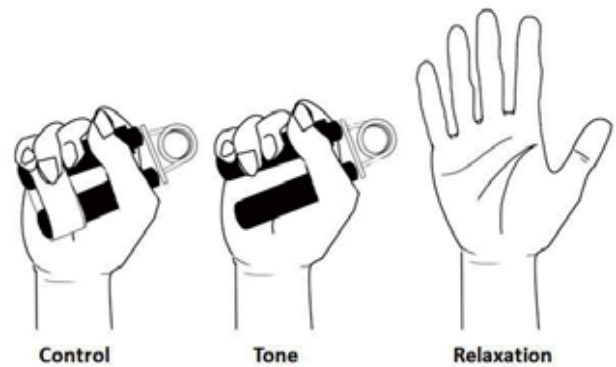


図 2 各ブロックの筋状態



図 3 実験装置

2.3. 結果

RT の平均値 (mean) を従属変数として、被験者内 2 要因の分散分析を行った (図 4-a)。独立変数は筋状態 (control, relaxation, tone) と触覚刺激の強さ (強, 中, 弱) の 2 つの条件を用いた。分析の結果、刺激の強さに関して主効果が見られた [$F(2, 22) = 9.99, p < .01$]。一方で筋状態に関しては主効果は一切見られなかった。ボンフェローニ法による多重比較の結果、強刺激と中刺激間 ($p < .01$)、強刺激と弱刺激間 ($p < .05$) で有意差が見られた。

続いて CR の平均値を従属変数とし、筋状態と触覚刺激の強さを被験者内 2 要因とする分散分析を行った (図 4-b)。結果、触覚刺激の強さに関して、有意な主効果が見られた [$F(2, 22) = 32.19, p < .01$]。一方筋状態に関しては、主効果は見られなかった。多重比較の結果、すべての触覚刺激間で有意差が見られ、刺激が強いほうがより CR の値が高かった ($ps < .01$)。

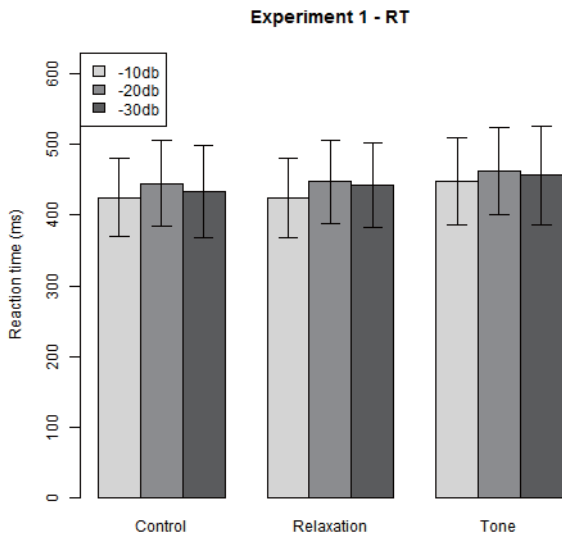


図 4-a 実験 1 結果 (RT)

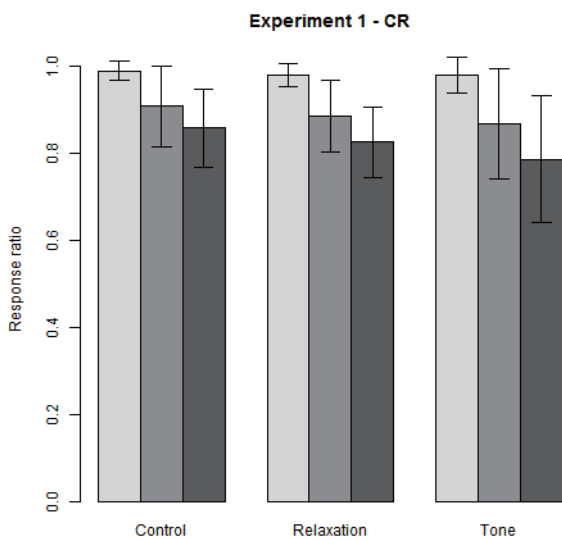


図 4-b 実験 1 結果 (CR)

3. 実験 2

実験 1 では、注意のフォーカスが単一の触覚刺激にのみ集中しているような状況を取り上げ、そうした状況下では筋緊張の状態が触覚の感度に何ら影響を与えないことが示唆された。

そこで実験 2 では、よりマジックに近いような状況を再現することを試みた。実際のマジックでは、触覚刺激への受動的注意を低下させようと試みる際に、視覚的注意を別の場所に誘導すること

が多い。こうしたミスディレクションと筋緊張が相互に作用し合って、触覚刺激への注意の障害が起こっているのではないかと考えられる。

そこで実験 2 では、触覚刺激の検出課題に加え、注意の障害要因としてメンタルカウント課題を主課題として行うように教示された。

3.1. 調査参加者

実験 2 には実験 1 とは異なった 8 名の大学生(女性 = 3 名, mean age = 20.8) が参加した。全員が右利きであった。

3.2. 方法

用いた道具等は実験 1 と共通である。実験 2 では、3 つの異なるブロック (Control, Relaxation, Tone) がランダムな順番で計 18 回行われた。それぞれのブロックは各 6 回ずつ行われた。各ブロック内では、強 (-10dB), 中 (-20dB), 弱 (-30dB) の三種類の強さの触覚刺激がランダムに各 15 試行ずつ、計 45 試行呈示された。被験者は実験 1 同様の触覚刺激検出課題を行い、その際の RT と CR を測定した。

また、被験者は触覚刺激検出課題と同時にメンタルカウント課題を主課題として行うように教示された。メンタルカウント課題において、被験者は予め指定された特定の一桁の数字が各ブロック中何回出現したかを正確に数えることが求められた。各ブロック内では、ディスプレイにはランダムな一桁の数字が 500ms 表示され、それにブランク画面が 250ms 続いた。このセットが 1 ブロックにつき計 90 試行行われた (図 5)。

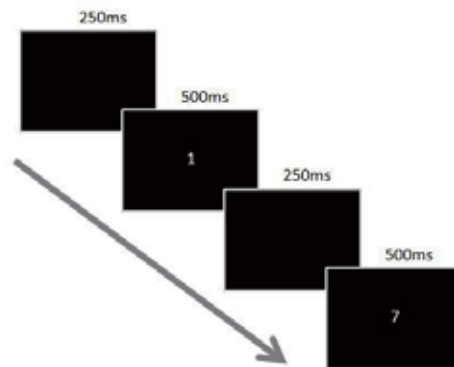


図 5 メンタルカウント課題のシーケンス

3.3. 結果

RT の平均値を従属変数として、被験者内 2 要因の分散分析を行った (図 6-a) . 独立変数は筋状態 (control, relaxation, tone) と触覚刺激の強さ (強, 中, 弱). を用いた. 分析の結果, 刺激の強さに関して主効果が見られた [$F(2, 14) = 36.87, p < .01$]. 一方で筋状態に関して主効果は見られなかった. 多重比較の結果, 全刺激間で有意差が見られ, 刺激が強いほど RT が短かった ($ps < .01$).

続いて CR の平均値を従属変数とし, 筋状態と触覚刺激の強さを被験者内 2 要因とする分散分析を行った (図 6-b). 結果, 刺激の強さに関して, 主効果が見られた [$F(2, 14) = 35.14, p < .01$]. また, 筋状態に関しても主効果があった [$F(2, 14) = 5.98, p < .05$]. 多重比較の結果, 全刺激間で有意差が見られ, 刺激が強いほど CR は高かった ($ps < .05$). 筋緊張に関しては, tone 状態と他の 2 つの状態の間に有意差が見られ, tone 状態における CR は他の 2 状態よりも有意に低かった ($ps < .05$).

続いて, メンタルカウント課題の成績と触覚刺激検出課題における RT, CR との相関を求めた. 各ブロックにおけるメンタルカウント課題の成績として, 被験者が報告した数 (回答数) と実際に提示された数 (正解数) との差分を用いた. この成績と RT, CR との相関係数をブロックごとに算出したが, いずれも強い相関は見られなかった.

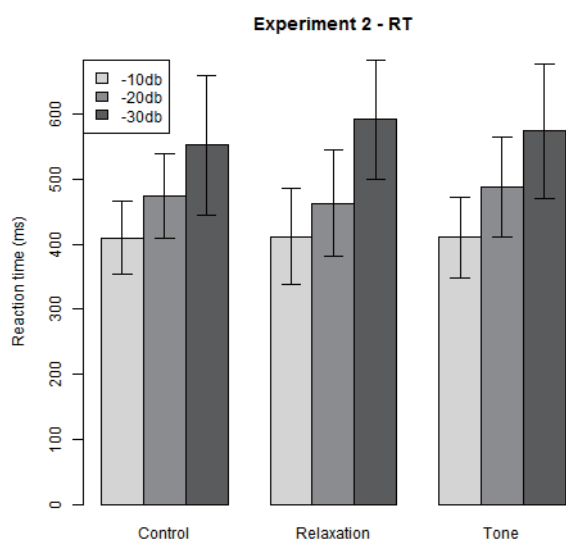


図 6-a 実験 1 結果 (RT)

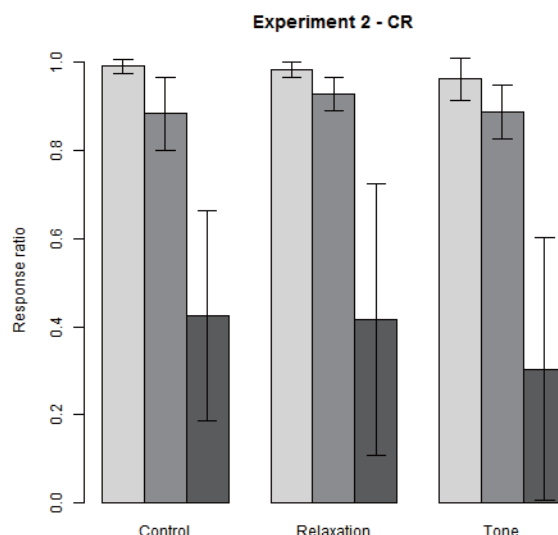


図 6-b 実験 1 結果 (CR)

4. 考察

2 つの実験より, 注意の阻害要因があるときに限り, 筋緊張 (tone 状態) は周辺部位へ呈示された触覚刺激の検出率を低下させる (閾値を上げる) ことが判明した. こうした現象が注意の阻害要因があるときにのみ起こったのは, モデルにしたマジックの例にも即している.

意識的な筋緊張は運動感覚をもたらす. 一方で, 振動は機械刺激を与えるものである. これら運動感覚, 機械刺激はともに, 後索・内側毛帯路により伝達され, 一次体性感覚野 (S1) に投射する. この情報処理の過程で conflict が生じ, 振動刺激の処理が低下した可能性が示唆される. 注意のフォーカスが一点に固定されているときにはこの効果が十分に出てこなかったことから, こうした情報処理のパフォーマンスの低下は, 注意資源が奪われているときにより顕著になるということが示唆される.

また, ハンドグリップを握り続ける際, 被験者は一定の力でグリップを握るために, ハンドグリップから手に与えられる圧力を感じ取って, その圧力が一定になるように加える力を常時調整している. すなわち, ハンドグリップを握る条件では, 固有感覚フィードバックが常に存在している. こ

うした感覚フィードバックを処理し続けなければ、一定の力で物を握った状態を保つことは困難である[1]。よって、ハンドグリップを握っているときは、リラックスしているときやテープで巻かれたハンドグリップを握っているときよりも、多くの情報を処理し続けていることになる。この余分な情報処理の効果は注意資源を十分に触覚刺激の検出のみに割ける場合（実験 1）には生じてこないが、注意資源が少ない場合（実験 2）では、触覚刺激の検出に割くことの出来る注意資源をより奪う結果となり、検出が遅れた可能性が示唆される。

これまで、身体の状態が触覚の知覚に影響を与えるという研究は数多く報告されてきたが、その多くは body posture に着目していた[2-4]。今回の研究から、筋緊張という身体状態も、状況によっては触覚の感度を低下させるという事実が明らかになった。

注意のフォーカスが触覚以外のモダリティに分割されているなど、注意資源が奪われている状況下で触覚への注意が問題になるようなケースは、マジックのみならず日常のシチュエーションでも複数見られる。近年携帯電話の普及により問題が浮上してきた Phantom Vibration Syndrome はその一例と言えらる[5]。また近年、力覚センサー等触覚に働きかけるようなインターフェースが注目されており、今後そうした研究を行っていくにあたって、今回の研究で得られた知見は重要になると考えられる。

参考文献

- [1] Rothwell, J. C., Traub, M. M., Day, B. L., Obeso, J. A., Thomas, P. K., & Marsden, C. D. (1982). "Manual motor performance in a deafferented man." *Brain: A journal of neurology*, 105 (Pt 3)(3), pp. 515–542.
- [2] Yamamoto, S., & Kitazawa, S. (2001). "Reversal of subjective temporal order due to arm crossing." *Nature neuroscience*, 4(7), pp. 759–65..

[3] Riemer, M., Trojan, J., Kleinböhl, D., & Hölzl, R. (2010). "Body posture affects tactile discrimination and identification of fingers and hands." *Experimental brain research*, 206, pp. 47–57.

[4] Gillmeister, H., & Forster, B. (2011). "Hands behind your back: effects of arm posture on tactile attention in the space behind the body." *Experimental brain research*, 216(4), pp. 489–97.

[5] Rothberg, M. B., Arora, a., Hermann, J., Kleppel, R., Marie, P. S., & Visintainer, P. (2010). "Phantom vibration syndrome among medical staff: a cross sectional survey." *Bmj*, 341, c6914

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22240026, MEXT 科研費 21118005, JST,CREST の助成を受けたものです。

乳児における「作る時間」の理解 Understanding of construction time in infancy

岡崎 善弘^{1,2}, 松田 剛^{1,3}, 小澤 幸世¹, 山本 絵里子¹, 開 一夫^{1,3}
Yoshihiro Okazaki, Goh Matsuda, Sachiyo Ozawa, Eriko Yamamoto, Kazuo Hiraki

¹東京大学, ²日本学術振興会特別研究員, ³独立行政法人科学技術振興機構, CREST

¹Tokyo University, ²JSPS, ³JST, CREST

y.s.okazaki@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

When do infants have the time concepts? One of the time concepts is duration for the construction. Typically, we understand that it takes a lot of work and time to make an object. The experiment was designed to determine whether infants respond differently to the duration for construction in two conditions. Six-month-olds were alternatively shown two videos that a hand piles up six wooden blocks. The sole difference in two conditions was the duration for the construction: the duration for the construction was shorter in the impossible condition, while the duration was valid in the possible condition. Although the result showed that six-month-olds looked longer at the impossible condition than the possible condition, there was no significant difference between possible and impossible conditions. This study was discussed in terms of experimental design.

Keywords — construction time, infant

1. 背景と目的

過去から未来へと時間が移り変わってゆくに伴い、私たちは物を創造したり作成したりすることを通して周りの環境を変化させ続けている。創造や作成を達成するためには、作るための時間が必要であり、短時間で作りだすことは不可能である。例えば、パズルを完成させるためには各ピースを繋ぎ合わせるための時間が必要であり、家屋やビルを建築するためには多くの時間が必要である。大人は、作るためには時間が必要であることを理解しているが、この理解はいつ頃から芽生えるのだろうか。時間概念の発達研究において、不可逆性の理解は生後4カ月頃に芽生えることが示唆されていることから [1] [2], 「作る時間」の理解においても、乳児期に発達している可能性は少なくない。そこで、本研究では乳児期初期を対象とした実験を行った。

「作る時間」の理解ができているか検討するために、複数のブロックに触れる時間を操作した2種類の映像を用いた。最初に、ばらばらに配置されたブロックを呈示した後、ブロックをスクリーンで覆った。次に、スクリーンの裏側に手が入り込み、ブロックに触れる。ただし、(a)ブロックに長い時間触れている映像と(b)一瞬だけ触れる映像のうち、どちらか1つの映像が呈示された。最後に、スクリーンを取り除き、複数のブロックが山型に積み上がっている映像を呈示した。「作る時間」の概念を理解しているのであれば、一瞬だけ触れた後にブロックが積み上がる映像における注視時間が、もう一方の映像よりも長くなると予想された。

2. 方法

参加者 生後6カ月の乳児10名が実験に参加した。

呈示映像 Possible条件とImpossible条件の2種類を作成した。どちらも呈示時間は22秒であるが、「手」がブロックに触れる時間が2条件間で異なっていた (Figure 1)。画面左側に6つのブロックが散らばった状態で置かれている映像を3秒呈示した後、画面の左側はスクリーンで隠された(1秒)。次に、画面右下から手が現れ、ブロックがある場所まで移動した(2秒)。Possible条件では、ブロックがある場所で手が10秒停留した。その後、手は垂直に上昇し、画面右側から消えた(3秒)。Impossible条件では、ブロックがある場所まで手が動いた後、すぐに上昇し、ブロックに触れることができない場所で10秒停留した。手が画面上から消えた後、ブロックを隠していたスクリーンが消え、山型に組み上げられたブロックが3秒

呈示された.山型に積み上げられたブロックが呈示された時の注視時間を計測した.Possible 条件と Impossible 条件を交互に 1 回ずつ呈示し, 合計 12 回呈示した (Possible 条件 6 回, Impossible

条件 6 回).5 名は Possible 条件から呈示し始め, 残りの 5 名は Impossible 条件から呈示を始めることでカウンターバランスをとった.

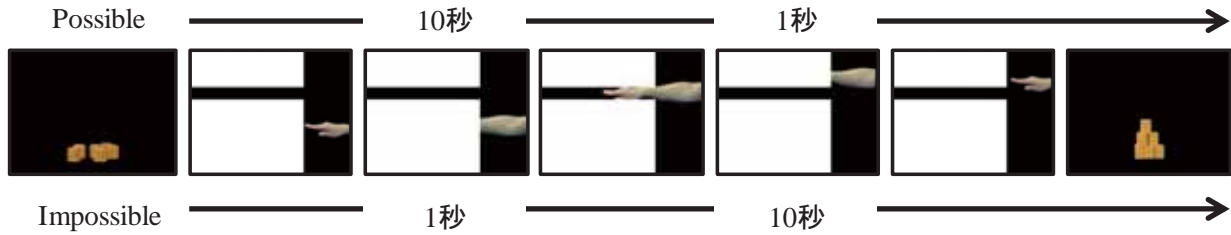


Figure1. Time lines in possible and impossible conditions.

3. 結果

各条件 6 回の注視時間を加算した後, 各条件における乳児全体の平均注視時間を算出した.各条件における平均注視時間を Figure 2 に示す.2 条件間の注視時間について t 検定を行った結果, 2 条件間の差は有意ではなかった ($t = 1.15, df = 9, p > .05$).

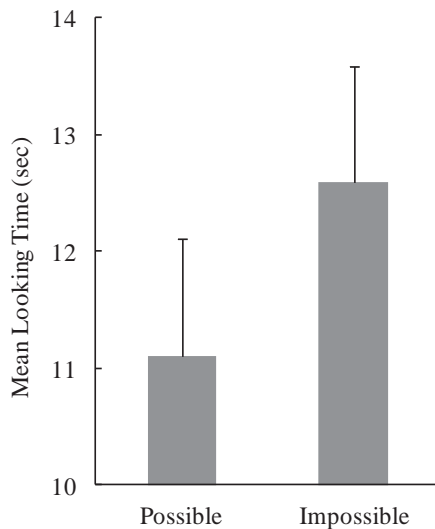


Figure2. Mean looking times in possible and impossible conditions.

4. 考察

本研究では, ブロックに触れる時間を操作した 2 種類の映像を用いて, 乳児が「作る時間」を理解しているか検討した.Impossible 条件の注視時間は Possible 条件よりも長かったが, 統計的に有

意な差ではなかった.生後 6 ヶ月頃において「作る時間」が理解されているのであれば, 課題をさらに改善することで有意な差が得られるかもしれない.本研究で用いた課題の問題点は, Familiarization を設けていなかったことである.映像に馴化させることなく Possible 条件と Impossible 条件を交互に提示しており, スクリーンの裏で手がブロックに触れているという前提の情報は示されていない.次回の実験では, スクリーンがない映像を追加し, その後に本研究で用いた映像でテストすれば, さらに正確に検討することができると思われる.

参考文献

- [1] Friedman, W. J. (2002). Arrows of time in infancy: The representation of temporal-casual invariances. *Cognitive Psychology*, 44, 252-296.
- [2] Friedman, W. J. (2003). Arrows of time in early children. *Child Development*, 74, 155-167.

謝辞

本研究は JSPS 科研費(12J05064), JSPS(22240026), MEXT 科研費(21118005), JST, CREST の助成を受けたものです.

第二言語聞き取り訓練前後の脳活動計測

Brain activity measurement before and after second language hearing training

田中 孝樹[†], 嶋田 総太郎[‡]
Koki Tanaka[†], Sotaro Shimada[‡]

[†] 明治大学大学院理工学研究科, [‡] 明治大学理工学部

[†] Graduate School of Science and Technology, Meiji University, [‡] School of Science and Technology, Meiji University
ce31060@meiji.ac.jp

Abstract

This study examined hearing sound of short sentence speech. Sixteen monolingual Japanese speaking subjects was scanned by functional near infrared spectroscopy (fNIRS) while performing Japanese hearing task in session 1. Then, their brain activity were measured during Italian-Spanish discrimination task before and after training of hearing only Italian sentences in session 2. Behavioral results showed effect of learning by training. Brain activity results suggest difference between first and second language hearing processing. Results of correlational analyses between behavior and brain activity obtained significant correlations in the left temporal lobe. These results suggest that improvement of language hearing ability was related to changes in brain activity.

Keywords — Second language, Auditory, Sound of speech, Temporal lobe, Near-Infrared Spectroscopy

1. はじめに

一般的に成人は、母語（第一言語）とは違う言語（第二言語）を第一言語と同じレベルで習得することは難しい。これは、言語習得に最適な時期である臨界期によるものとされている。しかし一方で、成人でも言語能力にかかわる神経が学習によって変化する、神経の可塑性の存在も議論されている [1][2].

言語の聞き取り能力に関する研究は、音素の聞き分け [3] や文章認識 [4] など様々な観点で今日まで続けられてきた。これらの研究は上側頭回、中側頭回などの側頭葉や下前頭回などの前頭葉で活動が言語処理能力に寄与していることを示唆している。しかし、音素のような細かい特徴や文章理解のような高次な処理でなく、その言語のイントネーションやリズムなどの特徴だけに注目した研究は少ない。そこで我々は、学習者にとって新しい言語の音声の聞

き取りに、そのような音素とは違う特徴が使われている可能性があることに注目した。

本研究では、未修得でなおかつ日本人に馴染みの少ない外国語（イタリア語およびスペイン語）の短文の音声を被験者に聴かせ、どちらだったか判断させる外国語弁別課題により、聞き取り能力を調べる。その後比較的短時間の訓練を施し、その学習効果を調べる。このときの脳活動を、近赤外分光法（functional near infrared spectroscopy, fNIRS）を用いて測定することで、聞き取り能力の向上と脳活動の変化の関係性を調べる。

2. 方法

2.1. 被験者

日本語を母語とする健康な成人の被験者 16 人（左利き 1 人、女性 2 人、年齢 22.6 ± 1.2 歳）が実験に参加した。すべての被験者はイタリア語およびスペイン語の学習経験がなかった。被験者は、特定周波数領域を調整した音声を訓練刺激として用いたフィルタ使用グループ（8 人）と変更を施していない音声を訓練刺激として用いたフィルタ不使用グループ（8 人）に分けられた。しかしながら、グループ間で行動データおよび脳活動データのいずれも差が見られなかったため、以降はすべての被験者をまとめて解析した結果を述べる。実験は以降に述べるセッション 1、セッション 2 の順に行った。

2.2. 刺激

セッション 1 では 2-3s の日本語で短文を読み上げる音声を 16 種類用意した。また、刺激呈示前の合図に 440Hz のトーン音を使用した。

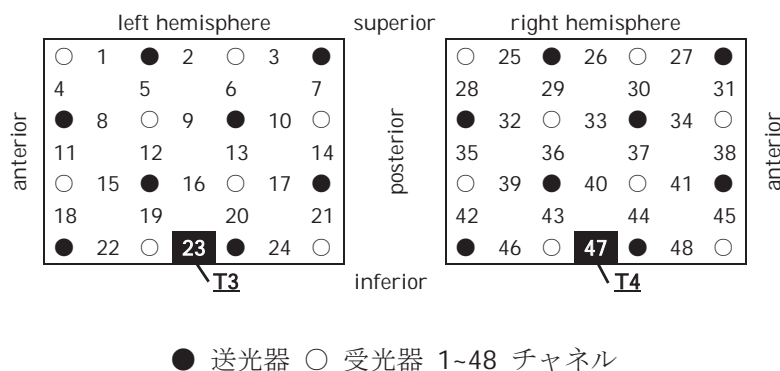


図1 測定位置

セッション2では、日本人にとって聞き慣れない言語としてイタリア語とスペイン語を使用した。イタリア語とスペイン語は同じラテン系の言語であり、地理的にも近いためよく似ている。そのため、聞きなれない人間にとって聞き分けは困難である。聞き分け課題に1-2sの外国語で短文を読み上げる音声をイタリア語とスペイン語それぞれ32種類ずつ用意した。半分は平常文で、もう半分は疑問文である。被験者に話者の声色で言語を特定されない様、それぞれ話者は4人ずつにした。また、文にはその言語を連想させるような固有名詞（地名、名産品など）が入っていないものを選んだ。刺激呈示前と回答の合図には440Hzのトーン音を使用した。聞き取り訓練には課題とは違う話者（2人）の3分45秒のイタリア語の会話音声を用意した。

2.3. 手続き

セッション1は日本語聞き取り課題である。1試行の流れは、4sの無音の後、合図のトーン音が0.2s鳴り、音声刺激が3s流れる。その後14.8sの無音となる。これをランダムで16試行繰り返した。

セッション2は訓練前テスト、聞き取り訓練、訓練後テストの順に行う。テストの1試行は4sの無音の後、合図のトーン音が0.2s鳴り、音声刺激が2s流れる。その後、再びトーン音が鳴り15.8sの間ボタン押しによる回答時間となる。イタリア語とスペイン語それぞれ16種、ランダムで32試行を1セットとして、訓練前後の2回に分けて実験を行った。聞き取り訓練は、テストで用いていない3分45秒のイタリア語の会話音声を4回、計15分間被験者に聴かせた。

刺激はイヤホンで被験者に提示し、実験は心理実験ソフト（E-prime2.0, Psychology Software Tools社）を用いて制御された。

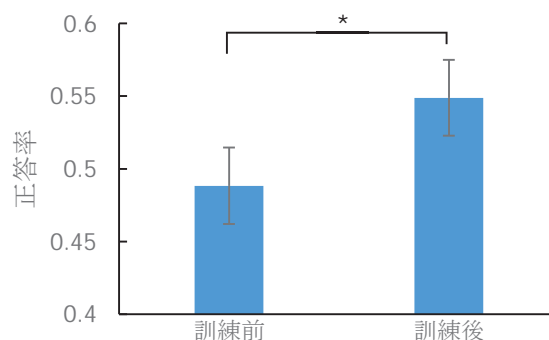
2.4. 脳活動測定

セッション1の聞き取り課題とセッション2の訓練前後のテストの間に近赤外分光イメージング装置（OMM-3000, 島津製作所）を用いて脳血流動態（Oxy-Hb変化量）を測定した。測定位置は両側側頭葉（10/20システムのT3, T4をそれぞれ下端の中心とする9×9cm²の二つの領域、チャンネル数24×2）とした（図1）。実験後、三次元測定器（FASTRAK, Polhemus社）を用いてプローブ位置を測定し、チャンネルの位置を計算した。

3. 結果

3.1. セッション1

左中側頭回（ch-23, $t(15) = 2.21, p < 0.05$ ）と右体性感覚野（ch-37, $t(15) = 2.36, p < 0.05$ ）で有意な脳活動が見られた。

図2 訓練前後の課題成績 (*: $p < 0.05$)

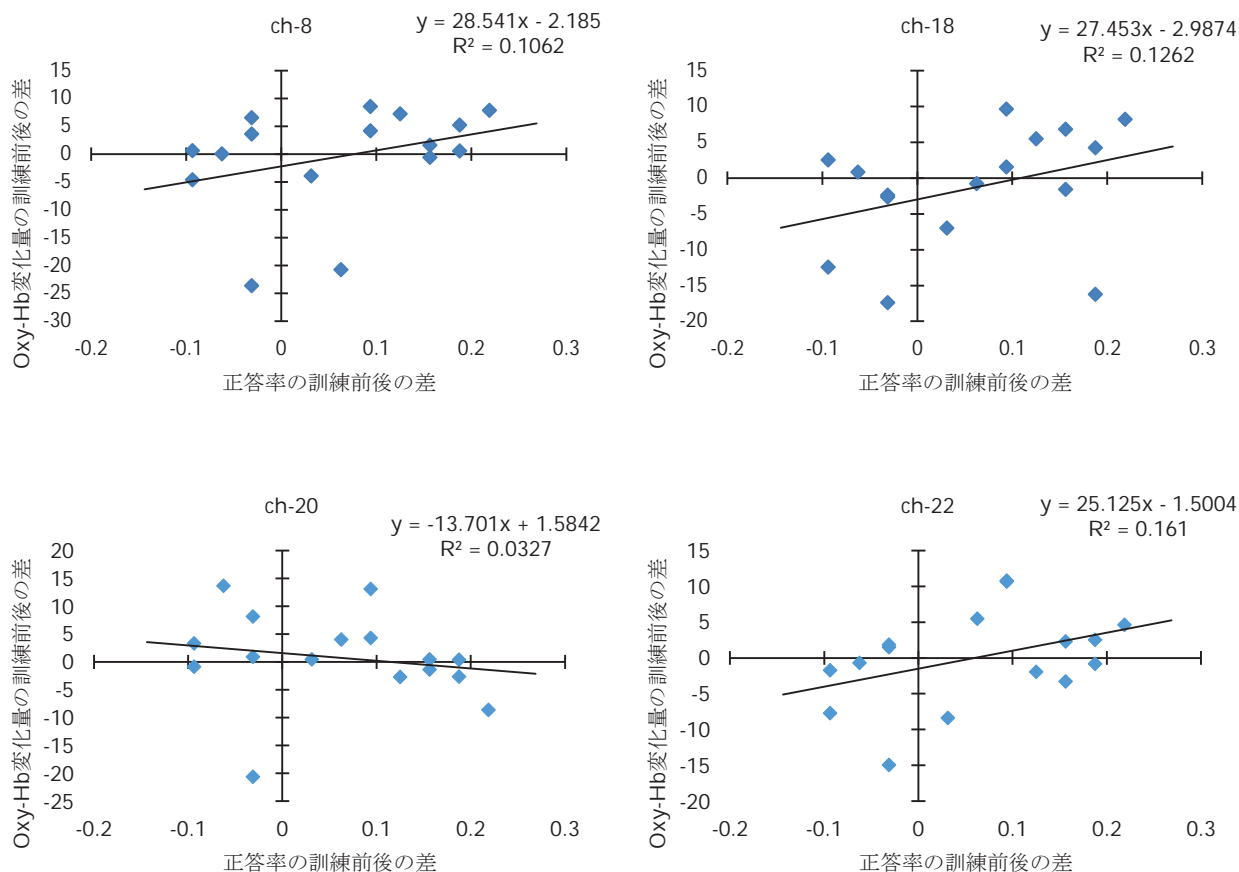


図3 課題の正答率向上と Oxy-Hb の訓練前後の変化の関係

3.2. セッション 2

行動データとして、課題の正答率を計算した。図2に示すように、訓練前は 0.488 ± 0.105 (平均 \pm SD), 訓練後は 0.549 ± 0.105 (平均 \pm SD) であった。t 検定を行ったところ、訓練前後で有意差が見られた ($t(15) = 2.27, p < 0.05$)。

訓練前後のいずれにおいてもセッション1で活動の見られた ch-23 を含めた多数のチャンネルで有意な活動が見られたが、訓練前後で有意差が見られたチャンネルはなかった。

課題の正答率向上と Oxy-Hb の訓練前後の変化の関係について、Spearman の順位相関係数を用いて調べたところ、左運動前野 (ch-8, $r = 0.425$), 左上側頭回 (ch-18, $r = 0.413$), 左中側頭回 (ch-22, $r = 0.379$) で正の相関が見られた。また左上側頭回 (ch-20, $r = -0.430$) で負の相関が見られた (図3)。

4. 考察

セッション2の課題の結果から、訓練前の正答率が予想される偶然による正答率 0.5 に近いので、被験者にとって刺激が聞き慣れないものであり適当であったことが確認できる。また、聞き取り訓練前後の成績の有意差から訓練の学習による効果が見られた。さらに、成績の向上と脳活動変化において、前頭葉で正の相関、側頭葉で正の相関と負の相関が見られた。つまり、前頭葉や側頭葉の活動の上昇が大きいほど第二言語を聞き分ける能力の向上が大きく、一方で側頭葉の違う部分では活動の減少が大きいほど、聞き分ける能力の向上が大きい。このことから、第二言語の聞き取り能力と側頭葉の活動の関係性が示された。これらの部位の活動は、音素の弁別[3]、文章理解[4]の研究でも見られている。音素の弁別の研究では成績と左中側頭回で負の相関が、文章理解の研究では成績と左上側頭回で正の相関が見られ、

位置に多少ずれがあるがほぼ一致している[4]。しかし、音素の研究では左角回で正の相関が、左前頭弁蓋で負の相関が見られ、本研究と差異の見える点もある[3]。

セッション1とセッション2の脳活動の結果から、母国語（第1言語）と未修得の第2言語を聴くときに活動する部位や範囲が異なる可能性が示唆された。こうした第一言語と第二言語の処理における部位の差異はいくつかの研究でも報告されている[5][6]。

訓練前後で有意差が出なかった原因には、被験者人数が少ないことで分散が大きかったこと、訓練期間が短かったことなどが考えられる。以上のことを踏まえ、更なる研究が必要であると考え。

参考文献

- [1] Yusa, N., Koizumi, M., Kim, J., Kimura, N., Uchida, S., Yokoyama, S., Miura, N., et al. (2011). Second-language instinct and instruction effects: nature and nurture in second-language acquisition. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(10), 2716–30.
- [2] Fisher, J. E., Cortes, C. R., Griego, J. A., & Tagamets, M. A. (2012). Repetition of letter strings leads to activation of and connectivity with word-related regions. *NeuroImage*, 59(3), 2839–49.
- [3] Golestani, N., & Zatorre, R. J. (2004). Learning new sounds of speech: reallocation of neural substrates. *NeuroImage*, 21(2), 494–506.
- [4] Yeatman, J. D., Ben-Shachar, M., Glover, G. H., & Feldman, H. M. (2010). Individual differences in auditory sentence comprehension in children: An exploratory event-related functional magnetic resonance imaging investigation. *Brain and language*, 114(2), 72–9.
- [5] Gandour, J., Tong, Y., Talavage, T., Wong, D., Dziedzic, M., Xu, Y., Li, X., et al. (2007). Neural basis of first and second language processing of sentence-level linguistic prosody.

Human brain mapping, 28(2), 94–108.

- [6] Kovelman, I., Baker, S. A., & Petitto, L.-A. (2008). Bilingual and monolingual brains compared: a functional magnetic resonance imaging investigation of syntactic processing and a possible “neural signature” of bilingualism. *Journal of cognitive neuroscience*, 20(1), 153–69.

文法から見た重複の自然さ
——現代日本語共通語の主題文の場合——

**Naturalness of redundancy from a grammatical perspective:
With special reference to Japanese topic-comment sentences**

程 莉[†], 定延 利之[‡]
Li Cheng, Toshiyuki Sadanobu

[†]神戸大学院生, [‡]神戸大学
Kobe University (Graduate Student), Kobe University
teiri2498@yahoo.co.jp, sadanobu@kobe-u.ac.jp

Abstract

In this presentation we shall claim that redundancy in a natural sentence does not necessarily make that sentence unnatural by examining various types of redundancy in modern common Japanese topic-comment sentences. According to our examination, the naturalness of redundancy varies in accordance with grammatical factors including semantic/pragmatic and syntactic/lexical ones. The details of the examination are as follows:

(i) Redundancy of single nouns in topic-comment sentences with no modifiers is due to tautology, and is natural because of its pragmatic implication. (The same tautology can be observed in (iii) and (v) below.)

(ii) Redundancy of a modifier (i.e. the redundancy of the same modifier occurring in both the topic phrase and comment phrase) is basically unnatural. When it looks natural, the redundancy is actually superficial due to lexical items that introduce a new point of view.

(iii) Redundancy of a head (i.e. modificand) differs depending on whether it appears in predicational sentences or in specificational sentences. Redundancy of a head in predicational sentences is generally natural when the sentence conveys some knowledge or tautology. When the sentence expresses experience instantaneously, however, it needs to co-occur with emotional words such as the sentence-final particles *na* and *ne*, and the adverb

mata.

(iv) Naturalness of redundancy of a head in specificational sentences changes in accordance with the two factors: (a) whether the topic is an intriguing question to be explored or not; and (b) whether the comment predicate is highly noun-like or not.

(v) Excluding tautological sentences, the naturalness of redundancy of “modifier + head” as a whole depends on the degree of unity between comments.

Keywords— redundancy, topic-comment sentence, Japanese, predicational sentence, specificational sentence, tautology

1. はじめに

同一表現内に同義ないし類義の言語表現が重複して現れるということは、それだけで直ちに不自然さをもたらすものでは必ずしもない（文献[1][2]）。次の例(1)(2)を見られたい。

- (1) a. ??five student
b. five students
(2) a. 五个学生
b. ??五个学生们

例(1)のように、英語では5人の学生を表すには“five student”ではなく、「数の一致」と呼ばれる義務的な重複原理に基づき“five students”と言わねばならないが、例(2)のように、中国語では“五个学

生”（5人の学生）という言い方が正用で，“五个学生們”（5人の学生たち）という複数性の重複した言い方は誤用である。

また、一言語内部でも、たとえば英語の形容詞“friendly”の副詞形は“friendlyly”ではなく“friendly”であるように、英語でも重複が嫌われることはある。

このように、重複が自然なものとして容認される（さらには義務的なものにまでなる）か、それとも不自然なものとして排斥されるかは、言語にもより、そしてまた当該の表現にもよる。つまり重複の自然さ～不自然さは、通言語的にも、一言語の内部においても、一貫していない。

では、そこには規則や傾向は何ら見出されないのだろうか？——この問題を本発表では、現代日本語共通語において〔主題部—題述部〕の構造を持つ主題文を題材に検討する。

検討の結果は、重複の自然さ～不自然さは、修飾要素の有無、そして修飾要素がある場合は、修飾要素の重複か、被修飾要素の重複かによって傾向が異なるというものである。以下、第2節では修飾要素が無い場合の名詞単独での重複について、第3節では修飾要素の重複について、第4節では被修飾要素の重複について、各々自然さ～不自然さを論じる。さらに第5節では、「修飾要素+被修飾要素」全体がセットになって重複する場合について自然さ～不自然さを論じ、第6節では全体をまとめる。

2. 修飾要素が無い場合の名詞重複

この節では、主題文に修飾要素が現れず、名詞が単独で重複する場合について論じる。この場合、文は内容上、トートロジーとなるが、「それ以上のもではない」「それ以下のもではない（それだけのものではある）」といった語用論的な含意と共に自然に発せられ得る。例を(3)に挙げる。（重複要素に下線を付す。以下の例も同様。）

- (3) a. 結局、おまけはおまけだ。（大したものではない。）

- b. 規則は規則だ。（守らねばならない。）

文(3a)は「それ以上のもではない」という含意の例であり、ここでは名詞「おまけ」が修飾要素を伴わずに主題部と題述部に現れている。また文(3b)は「それ以下のもではない」という含意の例であり、ここでは名詞「規則」が修飾要素を伴わずに主題部と題述部に現れている。これらの文は十分に自然であり、その自然さはトートロジーからかもし出される語用論的含意による。

3. 修飾要素の重複

この節では、主題文が修飾要素を伴う場合のうち、修飾要素の重複について論じる。ここで言う「修飾要素の重複」とは、主題文の〔主題部—題述部〕の構造の中での、主題部における修飾要素が、題述部において再び現れることを指す。たとえば次の文(4)には修飾要素の重複が生じている。

- (4) ??その背の高い生徒は、背が高い。

ここでは、主題部「その背の高い生徒は」において「生徒」を修飾する「背の高い」が、題述部「背が高い」において、当該の生徒のその時点での身長の高さを表す表現「背が高い」として再び現れている。修飾要素の重複とはこのようなものを指す。

文(4)は自然さが低い（文頭の二重疑問符「??」はこのことを表す。以下も同様）、文(5)は自然さが高いように、修飾要素の重複は必ずしも不自然ではない。

- (5) その背の高い生徒は、実は、その学校で一番背が高かった。

では、修飾要素の重複はどのような場合に自然になり、どのような場合に不自然になるのか？

本発表の答は、「修飾要素の重複は基本的に(4)のように不自然であり、自然に見える(5)のような場合、重複は疑似的なものでしかない」というも

のである。

重複が疑似的というのは、主題部の修飾要素と題述部のその要素が、表面的には重なっているが、実は違うことを述べているということである。たとえば(5)の題述部中の「背が高かった」を反対の「背が低かった」にしても、自然さは次の文(6)のように失われない。

- (6) その背の高い生徒は、実は、その学校で一番背が低かった。

その学校の生徒は皆、大変背が高く、その中で最も背の低い生徒でさえ話し手には背が高いと感じられたという意味で文(6)は自然さが高い。つまり文(5)(6)の場合、主題部で表現される情報と、題述部で表現される情報は、もともとレベルが違っており、厳密には重複しない。このレベルの違いは、「実は」「その学校で」のような、それまでとは異なる新しい視野を導入する表現によって生じている。題述部内に、新しい視野を導入する表現を挿入することにより、主題部との重複が疑似的になり、文を自然にすることができる。例として(7)(8)(9)を挙げる。

- (7) a.??その大きな犬は、大きかった。
b.??その大きな犬は、意外に小さかった。
- (8) a. その大きな犬は、横から見てもやはり大きかった。
b. その大きな犬は、横から見ると意外に小さかった。
- (9) a. その大きな犬は、写真で見てもやはり大きかった。
b. その大きな犬は、写真で見ると意外に小さかった。

まず、文(7a)は修飾要素の重複が生じており不自然である。文(7b)は主題部の「大きな」と題述部の「小さ」が矛盾しており不自然である。この矛盾が生じていないのが文(8b)(9b)で、これらの文は文(7b)と異なり、「横から見ると」「写真で見ると」

という新しい視野を導入する表現が題述部に挿入されているので「大きな」と「小さ」の間に矛盾は生じない。そして、「大きな」と「大き」の間にも重複は疑似的にしか生じないので(8a)(9a)は自然である。

新しい視野を導入する表現が題述部に挿入されていても矛盾が生じて文が不自然な場合が無いわけではないが(例(10))、これはその表現「世界」の語義的特異性による例外と判断できる。

- (10) その背の高い生徒は、実は、世界で一番背が低かった。

4. 被修飾要素の重複

ここで言う「被修飾要素の重複」とは、主題文の[主題部—題述部]の構造の中での、主題部における被修飾要素が、題述部において再び現れることを指す。たとえば次の文(11)には被修飾要素の重複が生じている。

- (11) この星は、5日周期で明るさを変える星だ。
[「現代日本語書き言葉均衡コーパス」オンライン公開データ]

ここでは、主題部「この星は」において「この」に修飾されている「星」が、題述部「5日周期で明るさを変える星だ」において、当該の天体を指す表現として再び現れている。被修飾要素の重複とはこのようなものを指す。

被修飾要素の重複の自然さ～不自然さは、修飾要素の重複の場合(第3節)とは別の傾向にしたがっている。この傾向は、「叙述の類型が措定か指定か」という文法的な観点に基づく。(「指定」は「叙述」でないという立場もあるが(文献[3])、本発表では文献[4]に沿って、「叙述」を、「措定」と「指定」を包括する用語としておく。以下では、措定叙述の文を「措定文」、指定叙述の文を「指定文」と呼ぶ。)

措定文について文献[5]では、「措定文「AはBだ」は、「Aで指示される指示対象について、Bで

表示する属性を帰す」のように規定されるコンピュータ文である」のように定義されており、本発表ではこれを踏襲する。また指定文についても、文献[5]のとおり、「項の位置にある値を問う Wh-疑問文とそれにたいする答えを単一文のなかで実現している」という文を指すものとする。

4. 1. 指定文における被修飾要素の重複

指定文における被修飾要素の重複の中には、修飾要素を伴わない名詞単独の重複（第2節）と実質的に重なる、トートロジカルな下位類が観察できる。例として(12)を挙げる。

- (12) a. 彼が書いた本は、本だ。
 b. 彼が書いた本も、本だ。
 c. 彼が書いた本だって、本だ。

これらの文が「それ以上のものではない（所詮、ただの本に過ぎず、いくら素晴らしいといっても無闇に有り難がり畏敬崇拝の対象とする必要などはない）」あるいは「それ以下のものではない（いくらつまらないといっても本ではあるから捨ててしまうにはしのびない）」といった語用論的な含意と共に発せられ得ることは、名詞「本」が修飾要素を伴わずに主題部と題述部に現れている文(13)と同様である。

- (13) いくら彼が書いたとはいえ、本は本だ。

但し、文(12a)よりは文(12b,c)の方がより一般的と感じられやすいように、これ以上の観察においては取り立て詞「は」「も」「だって」の違いに着目することが重要となる。本発表では、この下位類についての観察はここまでとし、以下ではこのようなトートロジカルなものは除くことにする。

先の文(11)は自然さが高いが、被修飾要素の重複は不自然な場合もあり、自然さ～不自然さは発話の現場性と関わっている。たとえば次の文(14a,b)を見られたい。

- (14) a. この料理は辛い。
 b. この料理は辛い料理だ。

被修飾要素の重複は、文(a)には見られないが、文(b)には見られる。そして、その料理について相手が何も知らないので教えてやるというような知識の表現の場合なら、文(a)だけでなく文(b)も自然だが、その料理を一口食べて、その場で感想を洩らすといった体験の即時的な吐露の場合なら、文(a)は自然だが文(b)は不自然である。

といっても、体験の即時的な吐露の場合には被修飾要素の重複が許されないというわけではない。次の文(15)が体験の即時的な吐露の場合の発話として自然であるように、

- (15) この料理はまた辛い料理だな。

終助詞「な」あるいは「ね」を付ければ（さらに副詞「また」を付ければ）、被修飾要素の重複は許される。このように体験の即時的な吐露の場合は、それ専用の文形式を整えることが必要である。

4. 2. 指定文における被修飾要素の重複

指定文における被修飾要素の重複の自然さ～不自然さは、主題部・題述部それぞれの要因によって変化する。以下、説明の便宜上、題述部の要因から述べる。

4. 2. 1. 題述部の要因：述語の名詞性

題述部の要因とは、述語の名詞性である。先述の文献[5]の定義によれば、指定文とは「項の位置にある値を問う Wh-疑問文とそれにたいする答えを単一文のなかで実現している」ものであり、指定文の題述部とは「値」を答える部分ということになる。このこととおそらく無縁ではないと考えられるのが、「指定文の述語には名詞述語が好まれる」という傾向である。この傾向に沿う重複は自然に感じられやすい。例として(16)を挙げる。

- (16) a. ?彼のいいところは、やさしいです。

- b. 彼のいいところは、やさしいところです。
- c. 彼のいいところは、やさしきです。

ここでは、重複が生じていない文(a)は若干不自然な文になっている。文(b)には主題部にも題述部にも「ところ」が有り、「ところ」の重複が生じているが、それにもかかわらず、文(b)は重複していない文(c)と同様に自然である。ここでは、「ところ」の重複は直ちに文の自然さ～不自然さに影響してはいない。

これらの文の自然さ～不自然さに影響しているのは、述語の品詞である。(文(a)の述語「やさしい」は形容詞、文(b)(c)の述語「やさしいところ」「やさしき」は名詞である。) 文献[3][6]は指定が述語の品詞性で決定されないことを論じているが、伝統的には指定は名詞述語文の意味研究の中で扱われてきたように(文献[7]の概観する研究史を参照), 指定叙述としての自然さ～不自然さには、述語の品詞が関わっており、名詞述語は自然になりやすく形容詞述語は不自然になりやすい。被修飾要素が重複しても、結果として述語が名詞性を備えるなら指定文は自然になる。

4. 2. 2. 主題部の要因: 「謎」らしさ

指定文における被修飾要素の重複の自然さ～不自然さには、主題部の要因も関わる。再び文献[5]の定義によれば、指定文の主題部とは「項の位置にある値を問う」部分であり、この部分でより好奇心をそそる、探求すべき「謎」が問われているか否かが、指定文における被修飾要素の重複の自然さ～不自然さに影響する。つまり、主題部の内容を、より好奇心をそそるものにし、「謎」らしくすると、叙述がより指定らしくなり、述語には名詞性が強く要求され、結果として被修飾要素の重複の自然さが高まる。

まず、主題部内容の「謎」らしさと、指定文らしさの結びつきを、重複が関わらない文を例にとって示しておく。次の文(17a,b,c)を見られたい。

- (17) a. この動物の性質はおとなしい。
 b.??この動物の最も特徴的な性質は、おとなしい。
 c. この動物の最も特徴的な性質は、おとなしいということです。

形容詞「おとなしい」を述語としているという点で文(a)と文(b)は共通するが、文(a)と違って文(b)は不自然である。それは、文(b)では、「最も(特徴的)」という語句によって主題部の内容がより探求すべき「謎」らしいものになり、それだけ文(b)の叙述がより指定らしくなるからである。述語を名詞に変えれば、文(c)のように自然になる。さらに類例として文(18a-d)を追加する。

- (18) a. 彼女の明日の仕事は東京ドームで歌を歌うことです。
 b. ?彼女の明日の仕事は東京ドームで歌を歌います。
 c. 彼女の将来の夢は東京ドームで歌を歌うことです。
 d.??彼女の将来の夢は東京ドームで歌を歌います。

これら4つの文のうち、(a)(b)は話題となっている女性の翌日の仕事を述べており、(c)(d)は話題となっている女性の将来の夢を述べている。これらのうち、(a)よりも(b)が不自然であり、(c)よりも(d)が不自然であることは、これら4つの文がいずれも指定文で、(a)(c)が名詞述語文、(b)(d)が動詞述語文であることから理解できる。では、その自然さの差が、(a)(b)間よりも(c)(d)間において大きいことはどう考えればよいだろうか?

これは主題部「明日の仕事」と「将来の夢」の違いから理解できる。つまり、語句「明日の仕事」を「将来の夢」に変更することによって、主題部の内容が、より好奇心をそそる探求すべき「謎」となったため、叙述の指定らしさが増し、述語の名詞性がより強く期待され、この期待に合わない文(d)の不自然さが大きくなったと考えられる。

以上で示したように、主題部内容の「謎」らしさは、指定文らしさと結びつき、それは述語の名詞性が要求される度合いにも影響して、指定文の自然さ～不自然さを変える。そして、ここで指摘したいのは、述語に名詞性が強く要求されるあまりに、結果として、重複の許容度が高まることである。例として文(19a-d)を挙げる。

- (19) a. この動物の最も特徴的な性質は、おとなしいということです。
 b. この動物の最も特徴的な性質は、おとなしいという性質です。
 c. 結局のところ他人から最も愛される性質は、おとなしいということです
 d. 結局のところ他人から最も愛される性質は、おとなしいという性質です。

ここでは、文(a)と文(b)の「最も (特徴的)」という語句や、文(c)と文(d)の「結局のところ」「最も」という語句によって、主題部の内容がより探求すべき「謎」らしいものになり、それだけ文の叙述が指定らしくなっている。文(a)と文(c)の「おとなしいということです」も、文(b)と文(d)の「おとなしいという性質です」も、名詞述語であるという点では共通している。違うのは、「おとなしいという性質です」という言い方によって、文(b)と文(d)では「性質」の重複が観察されるということだけである。

5. 「修飾要素＋被修飾要素」の重複

最後に、「修飾要素＋被修飾要素」全体がセットになって重複する場合について論じる。これはたとえば次の(20)のような場合である。

(20)??その赤い本は、私が書いた赤い本だった。

ここでは、修飾要素「赤い」と被修飾要素「本」がセットになって、主要部にも、題述部にも現れ、重複が生じている。「修飾要素＋被修飾要素」全体

がセットになって重複されるとは、このようなものを指す。

ここでまず指摘しておきたいのは、「修飾要素＋被修飾要素」全体がセットになって重複される場合にも、被修飾要素の重複の場合（第4節）と同様、修飾要素を伴わない名詞単独での反復（第2節）と実質的に重なるトートロジカルな下位類が観察されるということである。例として(21)を挙げる。

- (21) a. 結局、安売り店の商品は安売り店の商品だ。(大したものではない.)
 b. みんなで決めたことはみんなで決めたことだ。(守らねばならない.)

文(21a)は「それ以上のものではない」という含意の例であり、ここでは修飾要素「安売り店の」と被修飾要素「商品」がセットになって主題部と題述部に現れている。また、文(21b)は「それ以下のものではない(それだけのものではある)」という含意の例であり、修飾要素「みんなで決めた」と被修飾要素「こと」がセットになって主題部と題述部に現れている。本発表ではこれらについても存在の指摘にとどめておく。

このようなトートロジカルな下位類を除くと、「修飾要素＋被修飾要素」全体がセットになって重複される場合とは、題述部において、主題部にはない新たな修飾要素（上掲した(20)なら「私が書いた」）が現れている場合である。そしてこの場合、文の自然さ～不自然さは、元々の修飾要素（「赤い」）に新たな修飾要素（「私が書いた」）が加わったことにより、題述部のまとまりがどうなるかということに因ると考えられる。

というのはたとえば次の文(22)が題述部の「赤い」と「私が書いた」がまとまらず、不自然であるように、題述部がまとまりに欠ければ主題文が不自然になるということは、重複が生じていない主題文にも観察されることだからである。

(22)??その本は、赤くて、私が書いた。

主題文が自然であるための必要条件として、題述部のまとまりを認めれば、(22)の不自然さだけでなく、上掲(20)の不自然さも同時に説明できる。また逆に、題述部にまとまりを付ければ、主題文は重複があっても自然である。例として文(23)を挙げる。

- (23) その赤い本は、私が探していた赤い本だった。

文(23)では修飾要素「赤い」と被修飾要素「本」がセットになって、主題部にも題述部にも現れ重複が生じているが自然である。これは、本を探すときに「あの赤い本はどこに行ったか」などと言えるように、「本の赤い色を手がかりとして本を探す」ということがイメージしやすく、「探していた」と「赤い」が題述部においてまとまりをなすからと理解できる。これに対して、先の(20)が不自然なのは、「赤い本を書きたい」などと言うことが通常ないように、「書いた」と「赤い」が題述部においてまとまりをなさないからと理解できる。類例として文(24)を追加する。

- (24) そのボルドーのワインは、彼がさんざん語っていたボルドーのワインだった。

この文が自然なのは、たとえば、話題にのぼっている男性が「あのボルドーのワインは忘れられない」「香りといい味といい、さすがはボルドーのワインだと思った」「このワインはおいしいが、あのボルドーのワインには叶わない」などと「あのボルドーのワイン」の話を度々語っていたというような、題述部において「ボルドーのワイン」と「彼がさんざん語っていた」にまとまりを付ける想定がイメージしやすいからと理解できる。

6. まとめ

冒頭に述べたように、重複はそれだけで直ちに文に不自然さをもたらすものではない。本発表で

は現代日本語共通語の主題文における重複について、その自然さ～不自然さを検討した。検討の結果は以下の5点にまとめられる：

第1点、主題文に修飾要素が現れず、名詞が単独で重複する場合は、トートロジーからかもし出される語用論的含意によって自然である(第2節)。同様のトートロジーは被修飾要素の重複や(第4.1節)、「修飾要素+被修飾要素」全体の重複においても(第5節)、見られることがある。

第2点、修飾要素の重複は基本的に不自然であり、自然に見えるのは題述部内に新しい視野を導入する表現が挿入され、主題部との重複が疑似的になっている場合である(第3節)。

第3点、被修飾要素の重複は、措定文か指定文かで事情が異なる。措定文の場合はトートロジカルな文や知識を表現する文は一般的に自然である一方、体験を即時的に吐露する文は終助詞「な」「ね」や副詞「また」の共起という補助が必要である(第4.1節)。

第4点、指定文における被修飾要素の重複の自然さ～不自然さは、「主題部の内容が探求すべき「謎」らしいか否か」(第4.2.2節)、「題述部の述語の品詞の名詞性が高いか否か」(第4.2.1節)という2要因によって変化する。

第5点、「修飾要素+被修飾要素」全体がセットになって重複する場合は、トートロジカルな文を除くと、文の自然さは、題述部のまとまりがどうなるかということに因る(第5節)。

以上で述べた、重複の自然さ～不自然さを律する諸要因のうち、「トートロジーをサポートする含意」や「新しい視野が導入されるか否か」「探求すべき「謎」らしさ」「題述部のまとまり」などは意味論的～語用論的なものと言える。

他方、「修飾要素の有無」「修飾要素の重複か、被修飾要素の重複か」「述語の名詞性」さらに「終助詞や副詞のサポートの有無」は、統語論的～語彙論的なものと言える。

つまり本発表の観察が正しければ、重複は意味論的～語用論的な要因や統語論的～語彙的な要因

によって自然さを変える。したがって、重複の自然さ～不自然さの記述には、文法全体を視野におさめる汎モジュール的な観点が必要ということになる。

謝辞

本発表は、日本学術振興会の科学研究費補助金による基盤研究(A) (課題番号: 23242023, 研究代表者: 定延利之) の成果の一部である。

参考文献

- [1] Durie, Mark, (1995) “Towards an understanding of linguistic evolution and the notion “X has a function Y”, Werner Amraham, Talmy Givón, and Sandra A. Thompson (eds.), *Discourse Grammar and Typology: Papers in Honor of John W.M. Verhaar*, pp. 275-308, Amsterdam; Philadelphia: John Benjamins.
- [2] 定延利之, (2006) “文章作法と文法”, 國文學——解釈と教材の研究, Vol. 51, No. 12, pp. 79-85, 東京: 學燈社.
- [3] 大坂朋史, (2012) “叙述類型論における「指定叙述」の位置づけ”, 日本語学会 2012 年度春季大会予稿集, pp. 63-70.
- [4] 益岡隆志, (2000) “日本語文法の諸相”, 第 4 章, pp. 39-53, 東京: くろしお出版.
- [5] 西山佑司, (2003) “日本語名詞句の意味論と語用論——指示的名詞句と非指示的名詞句——”. 東京: ひつじ書房.
- [6] 新屋映子, (1994) “意味構造から見た平叙文分類の試み”, 日本語学科年報, Vol. 15, 東京外国語大学.
- [7] 今田水穂, (2009) “日本語名詞述語文の意味論的・機能論的分析”, 筑波大学博士(言語学)学位請求論文.

大学生の質問生成スキルを促進する授業実践の効果

小山 義徳[†]
Oyama Yoshinori

[†]千葉大学 教育学部
Chiba University
y_oyama@chiba-u.jp

Abstract

This study analyzed the effect of an intervention to promote undergraduate students' questioning skill. The class period was divided into three phases: pre, training and spontaneous phase. During the training, "the question matrix sheet" was handed to the students, and they generated questions according to the format of the sheet. The number of questions and the quality of the questions were compared between the phases. The result showed that "the question matrix sheet" promoted the generation of the questions in training phase, but had no effect on the spontaneous generation of the questions.

Keywords — questioning, university, pedagogy

1. はじめに

昨今、大学教育において、学生の「考える力」を伸ばす教育が求められている。では、「考える力」とは何か。本発表では、「考える力」とは学生が独りで「問いを立てることができる力」であると考えられる。「問い」を立てることができれば、その問いに対する興味がわき、調べてみようという気持ちになる。調べてみると、また新たな問いが浮かび、自己学習のサイクルが機能する(図1)。このように、学生の「問いを立てることができる力」を育成することができれば、自ら学ぶ学習者を育てることができる可能性がある。

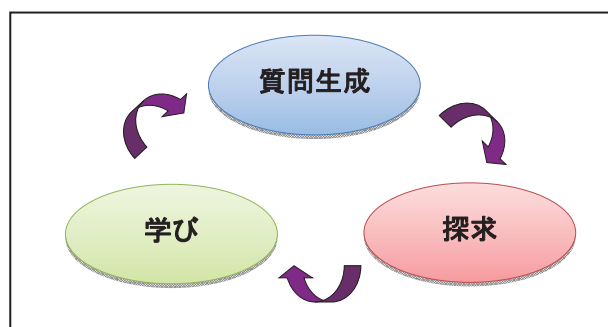


図1. 問いを媒介とした自己学習のサイクル

2. これまでの研究

それでは、これまでに学習者の問いの生成を促す実践としてどのような研究が行われてきたのであろうか。King(1989)は受講生を4つのグループに分けて6回の講義を行い、質問を作成する効果を検討した。4つのグループとは、(1)セルフクエスチョンを行い自分で勉強するグループ、(2)セルフクエスチョンを行った後に協調学習を行うグループ、(3)復習を行って個別学習を行うグループ、(4)復習を行って協調学習を行うグループである。セルフクエスチョンを行った2グループには、講義を聞いた後に「How is ... related to ... ?」「What is a new example of ... ?」などのクエスチョンのステム(語幹)を使って質問を作成させたが、復習を行った2グループにはこのような訓練は行わなかった。その結果、セルフクエスチョンを作成した2グループと復習を行った2グループの間に講義の理解度に関して、統計的に有意な差が見られた。

2.1 質問生成方略の比較

前述のKing(1989)の研究は、講義における質問生成の効果を検討したものであるが、質問生成を促す方法は様々である。それでは、どの方法が学習者の理解度を高めるのであろうか。Rosenshine et al, (1996)らは、学習者が使用する方略の違いによって、理解度が異なるのかメタ分析を行い検討した。Question Type とは、例えば、答えが文の中にある質問や、答えを出すには複数の文の内容を統合する必要がある質問、答えがテキストになく、背景知識や推測が必要な質問というように、三つのタイプの問いを作ることを学習者に要求する方略である。

Story Grammar categories とは、物語を読んだときに、背景は何なのか、主人公はどういう人なのか、主人公の目的は何か、主人公が目的を達成しようとしたときの障害は何だったかという問いを考えてもらってから読むという方略である。また、Main Idea とは、パラグラフを読んだときにその要点は何かと考えさせて、それを問いとして作ってもらうという方略である。Signal Word は、いわゆる 5W1H であり、何か文章を読んだときに、誰が何をしているのか、どこでしているのか、いつやったのかなどを考えさせて、それを自己質問させるものである。

Generic Question は、King(1989)が行ったように、「How are ... and ... like ?」のようなクエスチョンを、ブランクを設けて与えておいて、それを埋めるように指導して自己質問を生成させる介入方法である。Rosenshine et al, (1996)らはこれらの質問生成方略の中でどれが最も効果的だったかというメタ分析を行い、Signal Word と Generic Questions が、テキストもしくはレクチャーの理解度に効果があると報告している。

3. 本研究

3.1 問題・目的

先行研究では、質問生成方略の使用が学習者の理解度に及ぼす影響については綿密に検討が行われている。しかし、訓練期間が終了した後で、果たして学習者が自発的に質問を生成するようになったかについて検討を行っている研究は少ない。そこで、本研究は、先行研究で効果があると報告されている Generic Question を講義の中で使用し、学習者自発的に質問を生成するようになるのか検討を行った。

3.2 方法

3.2.1 参加者

大学で開講された講義を受講した 92 名の学生。

3.2.2 期間

ベース期、訓練期、自発期を約 1 か月ごとの期間に分け (図 2)、質問の数と質を比較した。



図 2. 授業における 3 つの期間

4 結果

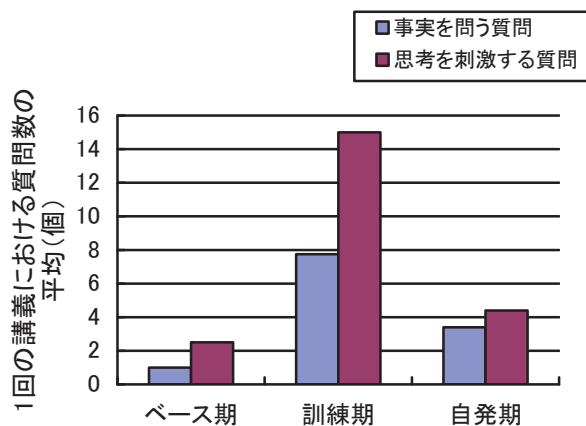


図 3. フェーズごとの質問数

生成された質問を内容に基づいて、語の定義や、概念の例を求める等の「単純に説明を求める質問」と、「～と～の違いは何か」等の「思考を刺激する質問」の 2 つのカテゴリーに分類した結果が図 3 である。

5. 考察

自発期に質問数が増加しなかった要因としては、学習者が質問の効力感をあまり感じていなかった可能性が考えられる。「質問が自分の理解を深める」と実感できる課題を設けることで、自発的に問いを生成する割合が増えるのではないだろうか。

6. 引用・参考文献

- [1] King, A.(1989). Effects of Self-Questioning Training on College-Students Comprehension of Lectures. *Contemporary Educational Psychology*, 14,(4) 366-81.
- [2] Rosenshine, B., C. Meister, and S. Chapman.(1996). Teaching Students to Generate Questions: A Review of the Intervention Studies. *Review of Educational Research*, 66(2), 181-221.

絵画鑑賞における解説文の効果(2) 解説文と絵画の種類との相互作用

Effect of reading commentary on artwork in art appreciation(2)

Interaction between types of commentary and genre of painting

田中 吉史[†], 松本彩希[†]
Yoshifumi Tanaka, Saki Matsumoto

[†] 金沢工業大学心理情報学科
Department of Psychological Informatics, Kanazawa Institute of Technology
tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

We examined the effects of reading commentary on artwork on art appreciation. In the first phase of the experiment, the participants were presented paintings, and made free descriptions on their thoughts on each painting. The participants were divided to three groups: the first group was presented a commentary on objects depicted in the painting during the task, the second was presented a commentary on formal and technical aspects of the painting, and the third was presented no commentary. In the second phase of the experiments, the participants were presented two paintings without commentary and freely described on their thoughts on the paintings. The free descriptions in the first and the second phase had common characteristics. The commentary on formal aspects had greater effects on the amount of free description and description on subjective impression. The more abstract the painting was, more often described the participants on formal elements of the painting. The free description on the abstract painting in the second phase contained the same words that the participant used in the first phase more often than on the concrete painting.

Keywords — art appreciation, commentary on artwork, abstractness of painting

1. 目的

我々が絵画を鑑賞する際、絵画中の断片的な情報から新たな情報を抽出していくボトムアップ的な過程と、美術や絵画その他様々な事物に関する知識に基づいて情報を解釈していくトップダウン的な過程とが相互作用しながら、鑑賞体験がなされていく[6]。鑑賞体験をより豊かなものにしていくための一つの方策に、鑑賞する絵画についての解説文を読むことが挙げられる。解説文は、その

絵画についての新たな視点や知識を与えることで、鑑賞をガイドする役割を果たしうる。

しかしながら、どのような解説文でも同じような効果を持つわけではない。一般に、美術鑑賞の初心者には、絵画に描かれた事物の同定にこだわる傾向がある(写実性制約)があることが指摘されている。田中・松本[7]は、この写実性制約が、どのような鑑賞文によって緩和されるのかを実験により検討した。彼らの実験では、実験参加者はまず「事前鑑賞フェーズ」として、絵画の解説文(絵画に描かれた対象物についての解説文 = 対象物解説文か、構図や表現手法についての解説文 = 構図解説文のどちらか)が絵画と同時に呈示されるか、または絵画のみ呈示されるか、のいずれかの条件で、3点の絵画を鑑賞し自由記述を行った。その後「本鑑賞フェーズ」として、新たな2点の絵画(具象画と抽象画1点ずつ)が一つずつ解説文を伴わずに呈示され、同様に自由記述を行った。本鑑賞フェーズでの自由記述の分析から、対象物解説文条件では、絵画に描かれた事物に注目する傾向に変化は見られなかったが、構図解説文条件では、色彩、構図、事物の配置など絵画の形式的な側面についての記述が増加したことがわかった。またこの傾向は特に具象画において顕著であった。さらに構図解説文条件では「思う」「感じる」「イメージ」など自分の主観的な印象についての記述が両方の絵画で増加した。このことから写実性制約とは一致しない解説文を読むことで、事物の同定にこだわらない鑑賞が促進される可能性が示唆された。

ところで、田中・松本[7]らは解説文を読まずに絵画を鑑賞した本鑑賞フェーズの自由記述のみを分析していた。一方、解説文が呈示された状態で自由記述をする事前鑑賞フェーズでは、解説文に助けられながら鑑賞することができるので、本鑑賞フェーズよりも、自由記述がより促進される可

能性がある。その一方、解説文に書かれた語や内容からの影響が強くなると考えられる。このような条件下では、本鑑賞フェーズで見られた自由記述の特徴が見られないか、異なる結果が得られる可能性もある。

そこで、本研究では、田中・松本[7]が分析していなかった「事前鑑賞フェーズ」での自由記述を探索的に分析を行い、絵画鑑賞における解説文の効果について、さらに検討を行うことを目的とする。具体的には、以下の点について検討を行う。

まず、自由記述の量について検討する。本鑑賞フェーズの自由記述の量は、解説文を読まなかった条件や事前鑑賞フェーズを行わなかった条件と比べて、解説文を呈示された2つの条件で、特に構図解説文ではより増加していた。解説文が呈示された状況では、自由記述をする際には、解説文の種類にかかわらず、同程度に解説文を利用することができるので、これらの解説文の種類による差はなくなるかもしれない。

第2に、主観的印象に関する自由記述の頻度について検討する。本鑑賞フェーズで見られた主観的印象の増加について、田中・松本[7]は美術鑑賞教育に関する研究の知見[2, 3]を元に、鑑賞活動がより深化したものと解釈している。しかし、本鑑賞フェーズのように目の前に解説文がない場合は、単に自分の記述内容に確信が持てず、その結果「思う」「感じる」といった表現が増加した可能性もある。そうであれば、解説文を読みながらの場合には主観的印象に関する記述は増加しないと考えられる。そこで、事前鑑賞フェーズの自由記述においても主観的印象の増加が見られるかどうかを検討する。

第3に、形式的要素に注目する傾向と絵画の具象性との関係について検討を行う。絵画の初心者には、抽象画を鑑賞する際には色などの形式的要素に対して注目することが指摘されている[5]。田中・松本[7]の本鑑賞フェーズでも、抽象画(カンディンスキー)に対する自由記述における形式的要素の頻度は比較的高く、また解説文条件による違いは見られなかった。しかし、この実験で使用されたカンディンスキーの作品は、実験全体の中で最も抽象性が高く、どのような事物が描かれているのかが殆ど読み取れないものであった。絵画の抽象度の違いによって、こうした形式的要素への注目の程度は変化するのかもしれない。そこで、事前鑑賞フェーズでの自由記述をもとに、この点に関して検討を行う。

第4に、解説文を見ながらの自由記述では、解説文からの直接的な影響が見られる(具体的には、解説文で用いられたのと同じ単語を使う傾向が

強い)と考えられるが、それは絵画の種類や解説文の種類によって違いが見られるかどうかを検討する。

第5に、自分自身の過去の(事前鑑賞フェーズ)自由記述からの影響が本鑑賞フェーズの自由記述に見られるかどうかを検討する。本鑑賞フェーズの自由記述は、それ以前に自分が呈示された解説文だけでなく、自分自身が産出した自由記述からも影響されると考えられる。そこで、各実験参加者が事前鑑賞フェーズで用いた単語が本鑑賞フェーズでも繰り返し用いられる傾向が見られるか、またその傾向は絵画の種類や解説文の種類によって変化するかを検討する。

2. 方法

実験参加者 特別な美術教育を受けたことがない一般大学生38人(後述する「解説文無し」条件、「対象物解説文」条件が各12人、「構図解説文」条件が14人)が実験に参加した。

刺激 鑑賞材料として、近現代の著名画家の作品で、美術について特に関心を持たない人には知られていないと思われる絵画を5点選び、カラープリンターで1点ずつA4サイズの紙に印刷したものを参加者に呈示した。事前鑑賞フェーズ(後述)で呈示した3点のうち、ルノワール「ムーラン・ムーラン・ド・ラ・ギャレット」は野外のダンス会場を描いた最も具象性が高い絵画であった。マティス「ピアノのレッスン」は作者の息子のピアノのレッスン風景を題材としており、人の頭部やメトロノームなどの再認可能な対象物が描かれているが全体として抽象絵画的な画面構成を持つ絵画であった。また、クレー「すべてが追いかけてくる!」は板の上に、黒の線で大きな感嘆符と人や樹木などを表す幾つかの単純な線画が描かれていた。本鑑賞フェーズ(後述)では、具象絵画としてゴッホ「夜のカフェテラス」、抽象絵画としてカンディンスキー「コンポジションVII」が呈示された。絵画と共に呈示する解説文として、美術史の図書、画集、作者の伝記を参考に、絵画に描かれた対象物についての解説文(対象物解説文)と絵画の構図や色彩についての解説文(構図解説文)を作成した。

手続き 実験は「事前鑑賞」と「本鑑賞」の2つのフェーズから成っていた。「事前鑑賞」フェーズでは、実験参加者は3点の絵画(ルノワール、マティス、クレー)と題名を順次呈示され、絵画を見て気付いたことや感じたことを自由記述し、SD法による絵画の印象評定を行った。その際、「解説文無し」条件では絵画のみが呈示された。「対象物

解説文」条件では絵画と共に上述の対象物解説文が、「構図解説文」条件では構図解説文が呈示された。「本鑑賞」フェーズでは全実験参加者に、「事前鑑賞」とは残りの絵画2点（ゴッホとカンディンスキー）解説文を伴わず順次呈示され、「事前鑑賞」フェーズと同様の自由記述と印象評定を行った。実験は1人から3人の小集団で、実験参加者ペースで行われた。実験に要した時間は1人20～40分であった。

3. 結果

3.1 自由記述の量

自由記述は「、」やスペース、改行によって複数の内容の記述が成されていたので、それらの箇所までを一区切りとして、1個の自由記述としてカウントした。その結果、ルノワールは合計200個、マティスでは合計131個、クレールでは合計146個の自由記述が得られた。また、産出された自由記述はTinyTextMiner (TTM) [4]を用いて形態素分析を行った。その際、漢字と仮名表記、送り仮名の違いや、同義語（例えば青とブルー）をまとめて1種類の形態素とした。その結果、ルノワールは合計775個、マティスでは合計597個、クレールでは合計647個の形態素が得られた。

各実験参加者の産出した自由記述の個数、実験参加者ごとの自由記述の長さ（一つの自由記述の文字数を実験参加者ごとに算出）（図1）と実験参加者ごとの形態素数（図2）の平均について、条件（実験参加者間要因、3水準）×絵画（実験参加者内要因、3水準）の2要因分散分析を行った¹。その結果、自由記述の個数については、絵画の種類や解説文条件による違いは見られなかった。自由記述の長さとは形態素数については、いずれも条件の主効果が有意であった（長さ $F(2, 35) = 3.87$; 形態素数 $F(2, 35) = 3.73$ ）。多重比較の結果、構図解説文条件の方が解説文無し条件よりも自由記述が長く（ $t(35) = 2.77$ ）、形態素数が多い（ $t(35) = 2.73$ ）ことが示された。絵画の種類の主効果はいずれも有意ではなかった。

解説文を見ながら自由記述をする事前鑑賞フェーズにおいても、自由記述の量は解説文条件の方が他の条件よりも多い傾向が見られた。このことから、構図解説文は対象物解説文よりも鑑賞時の言語的活動を促進する効果が大きいことが確認された。

¹以下の統計的検定で有意だった検定統計量の有意確率は、特記された箇所以外いずれも $p < .05$ である。また、多重比較はMSRB(Modified Sequentially Rejective Bonferroni)法を用いた

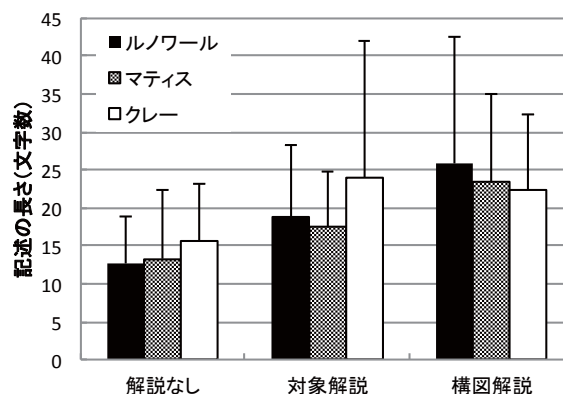


図1 自由記述の長さの平均と標準偏差

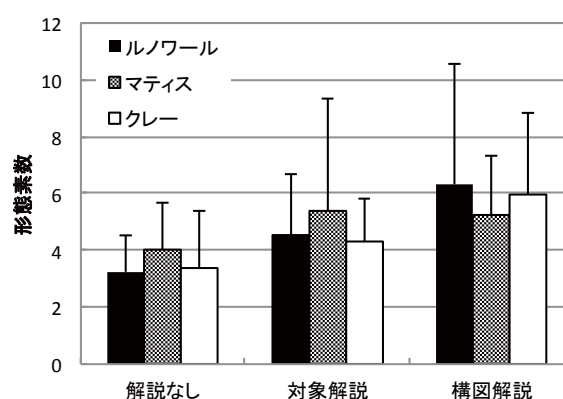


図2 自由記述に含まれる形態素数の平均と標準偏差

3.2 主観的印象に関する記述

絵画から感じた主観的印象や感想を述べる際に使われる形態素の頻度を調べた。ここでは、「感じ」「イメージ」「印象」「印象的」「様子」「連想」の6種の名詞、「見る」「思う」「見える」「感じる」「伝わる」「(イメージや印象を)受ける」「分かる」「考える」「驚く」「思い出す」「思い浮かべる」の11種の動詞を主観的印象・感想に関わる形態素とした。

主観的印象に関する形態素の実験参加者ごとの平均と標準偏差を表1に示す。条件×絵画の2要因分散分析の結果、絵画の主効果は有意ではなかったが、条件の主効果（ $F(2, 35) = 2.89, p = .07$ ）に有意傾向が見られた。多重比較の結果、構図解説文は解説文無し条件（ $t(35) = 2.39, p = .07$ ）よりも主観的印象が多い傾向が見られた。

本鑑賞フェーズと同様、事前鑑賞フェーズにおいても、構図解説文条件で主観的印象に関する記述が増えていることが分かった。このことから、本

鑑賞フェーズの構図解説文条件で主観的印象に関する記述が多かったのは、解説文がなかったために単に自信がなかった、ということではなく、構図解説文を読むことで、鑑賞体験の深化が生じたものと考えられる。

3.3 形式的要素への言及

絵画の形式的要素として色、画面上の位置、構図や技法に関連する語の3種類に該当する形態素をの頻度を求めた。

形式的要素に関する形態素の実験参加者ごとの平均と標準偏差を表2に示す。全体にマティスにおいて形式的要素が多く、また構図解説文で形式的要素が多い傾向が見られるが、構図解説文では標準偏差も大きかった。構図解説文では、極端に形式的要素の数が多い実験参加者が3人いたので、この実験参加者を外れ値と見なして除外した上で、条件×絵画の2要因分散分析を行った。その結果、絵画の主効果($F(2,70) = 8.63$)のみが有意であり、多重比較の結果、マティスはルノワール($t(35) = 3.70$)、クレー($t(35) = 3.32$)よりも形式的要素が多かった。

形式的要素に関する形態素の内訳(表3)を見ると、全体に色に対する言及が多く見られた。より詳細に見ると、もっとも具象的なルノワールでは、全体に色以外の形式的要素への言及は多いが、対象物解説文条件では色の言及が増えており、構図解説文条件では色以外の要素への言及が増加していることが分かる。マティスではどの条件でも色に関する形態素が50%前後を占めていた。クレーに関しても全体にはマティスと同様色に関する形態素が多いが、対象物解説文条件では形式的要素も少なく、特に色に対する言及が少なかった。

表1 主観的印象の平均頻度と標準偏差

絵画	解説文条件	平均	標準偏差
ルノワール	解説なし	1.33	1.67
	対象解説文	2.50	2.15
	構図解説文	3.79	4.84
マティス	解説なし	1.58	2.02
	対象解説文	2.75	2.63
	構図解説文	4.07	4.57
クレー	解説なし	1.50	1.51
	対象解説文	2.92	2.23
	構図解説文	5.07	4.89

表2 形式的要素の平均頻度と標準偏差

絵画	解説文条件	平均	標準偏差
ルノワール	解説なし	0.75	0.62
	対象解説文	1.33	2.06
	構図解説文	2.21	2.99
マティス	解説なし	1.83	2.08
	対象解説文	2.58	3.50
	構図解説文	5.43	5.80
クレー	解説なし	1.42	1.38
	対象解説文	1.00	1.41
	構図解説文	2.21	2.89

表3 形式的要素の内訳(色と色以外の頻度)

絵画	解説文条件	色	色以外
ルノワール	解説なし	2	7
	対象解説文	7	9
	構図解説文	6	25
マティス	解説なし	12	10
	対象解説文	16	15
	構図解説文	36	40
クレー	解説なし	9	8
	対象解説文	3	9
	構図解説文	17	14

3.4 解説文と共通する形態素

解説文からの影響の強さを検討するため、各実験参加者の自由記述について、それぞれの解説文と共通する形態素が占める比率を算出した。この時、実験参加者には呈示されていない解説文(解説文なし条件では両方の解説文、対象物解説文条件の実験参加者では構図解説文、構図解説文条件の実験参加者では対象物解説文)とも共通する形態素の比率を求めた。これは、それぞれの解説文に含まれる形態素の中には、解説文の種類を問わず一般的に用いられる形態素も含まれると考えられ、それらの比率と実際に実験参加者に呈示された解説文と共通する形態素の比率を比較するためである。

対象物解説文、構図解説文と共通する形態素の比率の平均と標準偏差を表4に示した。これらのデータについて、実験参加者群(解説文条件、実験参加者間要因)×解説文の種類(実験参加者内要因、2水準)×絵画の3要因分散分析を行った。その結果、実験参加者群の主効果($F(2,35) = 3.06, p = .06$)、解説文の種類の主効果($F(1,35) = 15.97$)、実験参加者群×解説文の種類の交互作用($F(2,35) =$

23.43)、絵画の主効果($F(2, 70) = 3.13, p = .05$)、解説文の種類 × 絵画の交互作用($F(2, 70) = 3.62$)が有意(または有意傾向)であった。

実験参加者群ごとに解説文の種類単純主効果を求めたところ、解説文なし条件の実験参加者では解説文の種類による差はなく、構図解説文条件の実験参加者では構図解説文と共通の形態素が多く($F(1, 13) = 9.20$)、対象物解説文条件の実験参加者では対象物解説文と共通の形態素が多かった($F(1, 11) = 34.31$)。つまり自分の読んだ解説文と共通の形態素をより多く含んでいた。

絵画ごとに解説文の種類単純主効果を求めたところ、ルノワールでは解説文の種類による差はなく、マティス($F(1, 35) = 3.32, p = .08$)、クレール($F(1, 35) = 24.10$)で共に対象物解説文と共通の形態素の方が多く含まれていた。また、解説文の種類ごとに絵画の単純主効果を求めたところ、対象物解説文では有意ではなく、構図解説文では有意であり($F(2, 70) = 6.04$)、多重比較の結果、ルノワールはマティス($t(35) = 2.04$)、クレール($t(35) = 3.77$)よりも構図解説文と共通する形態素が多かった。つまり、全体的には構図解説文よりも対象物解説文のほうが自由記述に対する影響がより強かったが、3点の中でもっとも具象的なルノワールについては、構図解説文と共通する形態素も多く使われていた。ルノワールの対象物解説文条件の実験参加者は、表3にも示されているとおり、対象物の色に対する言及が多く、その結果(構図解説文を読んでいるにもかかわらず)構図解説文と共通する形態素の比率が高くなったものと考えられる。

3.5 事前鑑賞フェーズと本鑑賞フェーズで共通する形態素

次に、各実験参加者の本鑑賞フェーズでの自由記述について、事前鑑賞フェーズでのその実験参加者の自由記述に含まれるのと共通した形態素が含まれる比率を調べ、条件と本鑑賞フェーズの絵画によって違いが見られるかを検討する。

本鑑賞フェーズの各絵画に対する自由記述の形態素において、事前鑑賞フェーズで各実験参加者が書いたのと同じ形態素が占める比率の平均と標準偏差を表5に示す。条件(実験参加者間要因) × 絵画(実験参加者内要因)の2要因分散分析の結果、絵画の主効果($F(2, 35) = 4.53$)のみが有意であり、ゴッホよりもカンディンスキーで、各実験参加者が事前鑑賞フェーズで用いたのと同じ形態素が含まれる比率が高いことが分かった。

表4 各解説文と共通する形態素の比率の平均と標準偏差

対象物解説文と共通する形態素			
絵画	解説文条件	平均	標準偏差
ルノワール	解説なし	0.1307	0.0914
	対象物解説文	0.2357	0.1012
	構図解説文	0.1737	0.0981
マティス	解説なし	0.1097	0.1267
	対象物解説文	0.2536	0.1865
	構図解説文	0.0949	0.0557
クレール	解説なし	0.1510	0.0925
	対象物解説文	0.2524	0.0860
	構図解説文	0.1271	0.0432
構図解説文と共通する形態素			
絵画	解説文条件	平均	標準偏差
ルノワール	解説なし	0.1279	0.0948
	対象物解説文	0.1222	0.0802
	構図解説文	0.2285	0.1220
マティス	解説なし	0.0848	0.1019
	対象物解説文	0.0877	0.0750
	構図解説文	0.1697	0.1192
クレール	解説なし	0.0886	0.0859
	対象物解説文	0.0675	0.0745
	構図解説文	0.1225	0.0532

表5 本鑑賞フェーズの各絵画に対する自由記述の形態素中に事前鑑賞で書かれた形態素が占める比率の平均と標準偏差

絵画	解説文条件	平均	標準偏差
ゴッホ	解説なし	0.2131	0.1625
	対象物解説文	0.2427	0.1797
	構図解説文	0.2993	0.1376
カンディンスキー	解説なし	0.3103	0.2216
	対象物解説文	0.2884	0.1479
	構図解説文	0.3600	0.2007

4. 考察

事前鑑賞フェーズでの自由記述の分析から、解説文が呈示された状態で行われた自由記述であっても、解説文を見ずに行った本鑑賞フェーズと同様の効果があることが示された。解説文を呈示された条件、特に構図解説文では、自由記述の量や主観的印象への言及が増加していた。また、事前鑑賞フェーズでは、全体的には、自分が見た解説文から影響を受けた自由記述を行っており(表4)、解説文は被験者の鑑賞を強く方向付けるものであることが確認された。これらのことから本鑑賞フェーズで見られた様々な効果は、解説文が呈示されていなかったことによる効果と言うよりは、解説文を読む体験によってもたらされた効果であり、本鑑賞フェーズでの結果は、事前鑑賞フェーズでの体験が新奇な(解説文のない)絵画に対して転移したものと考えられる。

また、解説文の種類によって、自由記述での利用されやすさに違いが見られた(表4)。全体に構図解説文よりも対象物解説文の方が、解説文と共通する形態素が多く自由記述で使われていた。このことは、対象物についての情報を与えられるとその対象物により注目する傾向がある、ということを示唆すると考えられる。一方、構図解説文と共通する形態素が比較的少なかったのは、絵画中の要素や要素間の関係を表す語彙は比較的多样であり、自由記述する際の形態素も特定のものに集中するということはないのかもしれない。

絵画の抽象度と自由記述の特徴について見ると、全体に抽象性の高いマチスでは形式的要素が多く言及されていた。抽象画を鑑賞する際に形式的要素への言及が増えることはSchmidtら[5]も指摘しており、かなり安定した現象であることが示唆される。また、形式的要素の多くは色に関する言及であり、これも先行研究[5]で報告されているのと共通する傾向であった。なお色は、具象絵画(ルノワール)でも対象物を指示する際に用いられやすい傾向も見られた(表3)。クレーム、ルノワールと比べると抽象的ではあるが、描かれた線画の表す事物(人や木など)は解釈しやすく、また色の種類がきわめて限定されていることから、形式的要素への言及は比較的少なかったものと考えられる。

また、事前鑑賞フェーズで用いた形態素を本鑑賞フェーズでも使う可能性についても、抽象画と具象画で違いが見られ、抽象画(カンディンスキー)の方が事前鑑賞フェーズで用いた比率を再び使う傾向が強かった(表5)。具象画であるゴッホの場合は、より多様で事前鑑賞フェーズで用いなかった形態素も用いることができる(実際に、本鑑賞フェー

ズでの各絵画に対する形態素数はゴッホの方が多いたことが示されている[7])が、カンディンスキーの場合は情報の読み取りが困難であるため、事前鑑賞フェーズで用いたのと同じ形態素を使ってしまふのかもしれない。このことは、鑑賞者が全く新規な絵画を鑑賞しようとする際にどのような方略をとるのか、という点について考える上で一つの手がかりとなると考えられる。

参考文献

- [1] 池原 悟・宮崎 正弘・白井 諭・横尾 昭男・中岩 浩巳・小倉 健太郎・大山 芳史・林 良彦, (1990) “日本語語彙大系 CD-ROM版”, 岩波書店
- [2] 石川 誠・森山 卓郎・江藤 愛美 (2012). 美術鑑賞の言語活動をめぐって. 京都教育大学紀要, 120, 91-108.
- [3] 石崎 和宏・王文 純 (1997). 美的感受性の発達に関する基礎的研究. 美術教育学, 18, 1-11.
- [4] 松村 真宏・三浦 麻子, (2009) “人文・社会科学のためのテキストマイニング”. 誠信書房.
- [5] Schmidt, J. A., McLaughlin, J. P., & Leighton, P. (1989). Novice strategies for understanding paintings. *Applied Cognitive Psychology*, 3 (1), 65-72.
- [6] Solso, R. (1996) *Cognition and Visual Art*, MIT Press. (鈴木 光太郎・小林 哲生訳) “脳は絵をどのように理解するか - 絵画の認知科学 - ” 新曜社)
- [7] 田中 吉史・松本 彩希, (2013) 絵画鑑賞における認知的制約とその緩和, 認知科学, 20, 130-151.

画像刺激の色の調和性が再認記憶と事象関連電位におよぼす効果 An event-related potential study for effects of object-color congruency on recognition memory

今井章, 滝沢こずえ, 高瀬弘樹
Akira Imai, Kozue Takizawa, Hiroki Takase
信州大学
Shinshu University
imaiakr@shishu-u.ac.jp

Abstract

We studied influences of object-color congruency on recognition memory with measuring event-related potentials (ERPs). At first ten participants judged the congruency of a series of object line drawing with color regarding to the naturality of its color, and then they were administered following two tests: a) they recognized a series of greyscale line drawing by indicating whether it was previously presented as colored drawing or not, and b) they judged another series of greyscale line drawing by showing its original object-color congruency when it was previously presented as colored object. Behavioral data showed better performance for congruent than incongruent color object. An ERP component evoked during 300-500 ms after stimulus onset indicated greater positivity for congruent and incongruent color objects than new one. A component emerged during 500-700msec showed greater amplitude for the congruent and incongruent color objects than new one. These results suggest that both familiarity-based and recollection-based processes influenced on the recognition for the colored line drawing.

Keywords — Recognition memory, Familiarity, Recollection, Color, Event-related potentials

1. 問題

再認記憶の成績は、熟知性(familiarity)と回想(recollection)という2つの異なる検索過程によって維持されるとする2重過程モデル(dual-process model)が近年、注目されている。熟知性に基づく

再認は学習時の質的情報を伴わないとされ、回想に基づく再認には学習時の項目に関する質的情報への意識的アクセスが必要とされる。したがって、回想に基づく再認では学習時のエピソードへのアクセスがあり、熟知性に基づく再認成績よりも質的に優れるといわれている。

想起と熟知性をわける測定方法として提唱されたのが、Jacoby[1]による過程分離手続きである。この過程分離手続きでは、再認テストを基本としており、記憶の自動的な利用 (automatic; *A*) と、意識的に統御された意図的な利用 (controlled; *C*) の、2つの過程が協働してパフォーマンスを増加させる条件 (包含条件) と、両者を対置 (opposition) させ、*A* はパフォーマンスを増加させ、*C* は減少させる条件 (除外条件) とを設け、その2つの条件のパフォーマンスから*A*と*C*とを別々に評価する、といった方法がなされている。

この2重過程モデルについて事象関連電位(event-related potential; ERP)を取得して検討した研究では、学習済みの旧項目に対して、熟知性による再認時には、正中前頭部優勢のFN400といわれる陰性成分の陽性方向への増大が出現する一方、回想による場合には、刺激呈示後600msでピークに達する頭頂部で最大の後期陽性成分(LPC)が誘発される[2][3]ということが示されている。

そこで、本研究では、熟知性と回想の過程をERPから区別できるかどうかを、不調和な画像刺激を用いて検討することを目的とした。不調和な刺激は、熟知性は低いと調和した刺激に比較して再認記憶がよい[4][5]ことから回想の影響が強いと予測され、高い熟知性を持つ調和した刺激との

比較から、再認の過程を詳しく検討できると思われる。したがって、不調和な画像（本研究では不自然色の物体）に対する ERP では、回想に基づく再認を示唆する LPC 成分の増大がみられるであろう。

2. 方法

2.1 実験参加者

視力、色覚とも健常な大学生 10 名（男性 1 名、女性 9 名、平均年齢 20.9 歳）であった。

2.2 刺激

Rossion & Pourtois [6] が Snodgrass & Vanderwart [7] を元に作成したカラー線画 252 枚と、さらにこれらをグレースケール色、および不自然色の線画として加工したものをを用いた。これらの線画を 42 枚ずつ 6 リストに分け、学習ブロックとテストブロックごとに、6 リストのうちの 1 つを使用した。42 枚中、26 枚が学習ブロックで、残りの 20 枚が新規項目としてテストブロックで使用された。

2.3 脳波の記録と解析

国際 10-20 法により正中線上の前頭部 (Fz)、中心部 (Cz)、および頭頂部 (Pz) より両耳朶連結基準によりポリグラフシステム(日本光電 RMP-6000)を用いて導出した。銀-塩化銀 (Ag-AgCl) 電極を、電極糊を介して頭皮上に配置し、さらに、垂直水平成分の眼球静電図を、右眼窩上下部位と左右外眼角に配置した電極により記録した。各電極間抵抗は 5 K Ω 以下とし、生体電気用アンプ (日本光電 AN-621G) により 0.08-100 Hz の帯域アナログフィルターと 60 Hz のハムフィルターを介して増幅した。刺激呈示前 200 ms から刺激呈示後 1200 ms までの間を、サンプリング周波数 500 Hz で収録・解析ソフト(キッセイコムテック EPLYZER II)により A/D 返還後、PC に記録し、オフライン処理した。脳波は

各ブロック別に各部位、各呈示項目（自然項目／不自然項目／新規項目）ごとに加算平均した。

2.4 手続

刺激は 1500 ms の注視時間の後、持続時間 500 ms で呈示した (図 1)。参加者はまず、学習ブロックで 26 枚のカラー線画を呈示され、その線画の色の「自然さ」を判断した。次に、アイテムテストブロック (以下 IT) を行い、参加者は呈示された 20 枚のグレースケール線画が学習ブロックで呈示されたかどうか(旧 vs 新規)をそれぞれ判断した。最後にソーステストブロック (以下 ST) を行い、自然色か不自然色かのどちらかをターゲット色として指定した。参加者は呈示された 20 枚のグレースケール線画が学習ブロックでターゲット色であったかそれ以外か (学習時エピソード vs 学習時非エピソード) という判断をそれぞれ行った。以上を 1 試行として全 6 試行が行われた。

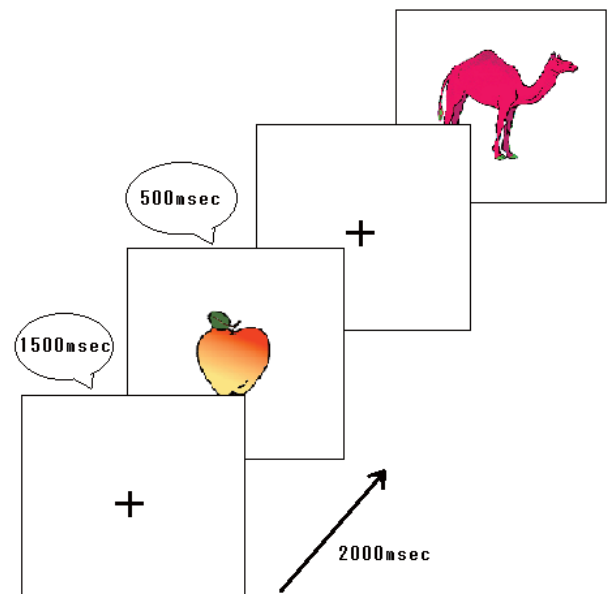


図 1 学習ブロックにおける刺激提示の例. 1 枚目は自然な色の画像 (リンゴ), 2 枚目は不自然な色の画像 (ラクダ).

3. 結果

3.1 行動データ

正答率と反応時間について、テスト (IT/ST) × 項目 (自然/不自然/新規) の 2 要因分散分析を行った

3.1.1 正答率

テストの主効果 ($p < .0001$)、項目の主効果 ($p < .001$)、さらに交互作用 ($p < .01$) が有意であった。交互作用についての下位検定を行ったところ、IT において自然項目が不自然項目と新規項目より有意に高く、不自然項目と新規項目の間に有意な差はなかった。ST においては、新規項目が自然項目、不自然項目より有意に高く、自然項目と不自然項目の間には有意な差はなかった。

3.1.2 反応時間

テストの主効果 ($p < .0001$)、項目の主効果 ($p < .001$)、さらに交互作用 ($p < .01$) が有意であった。交互作用についての下位検定を行ったところ、IT と ST ともに自然項目と新規項目が不自然項目より有意に速く、自然項目と新規項目の間に有意な差はなかった。

3.2 ERP

熟知性に関連する刺激呈示後 300 - 500 ms の区間と、回想に関連する 500-700 ms の区間別に平均振幅値を算出し、テスト (IT/ST) × 項目 (自然/不自然/新規) × 部位 (Fz/Cz/Pz) の 3 要因分散分析を行った。

3.2.1 300-500 ms—熟知性関連成分

項目の主効果 ($p < .001$) と項目 × 部位の交互作用 ($p < .05$) が有意であった。テストの主効果と部位の主効果は有意傾向 ($p < .10$) に止まった。交互作用についての下位検定では、全ての部位において自然、不自然項目の両方が新規項目より有意に陽性電位が増大していた (図 2)。

3.2.2 500-700 ms—回想関連成分

項目の主効果 ($p < .05$) と項目 × 部位の交互作用 ($p < .05$) が有意であった。交互作用についての下位検定では、Fz で自然項目の方が新規項目より有意に陽性電位が増大していた。また Cz では、自然項目と不自然項目の方が新規項目より有意に

大きな陽性電位が誘発されていた (図 3)。

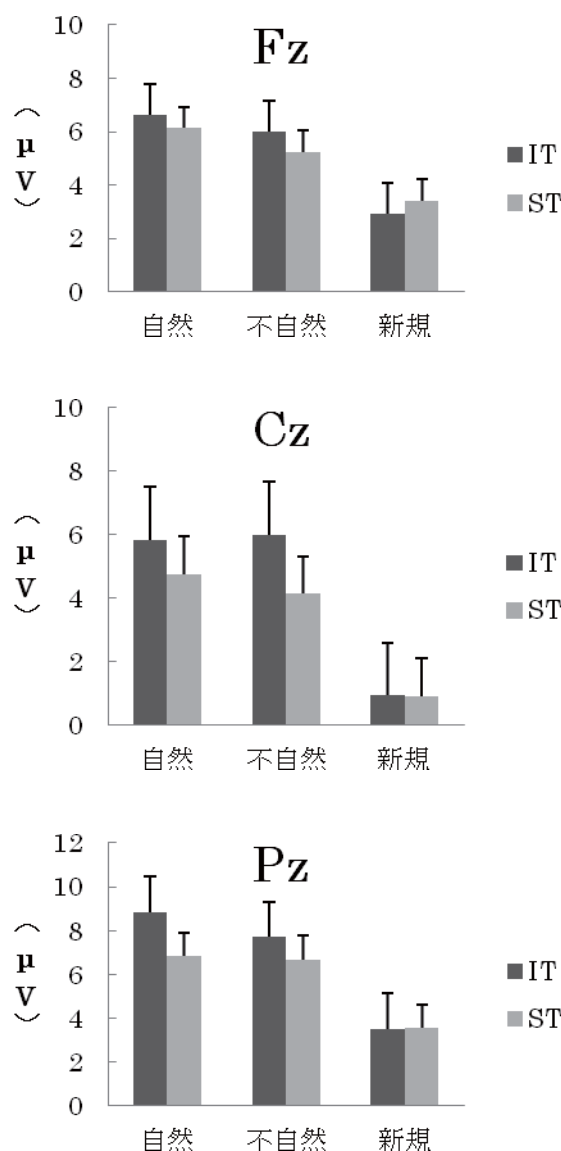


図 2 300-500 ms 区間における各部位の平均 ERP 振幅値 (標準偏差)。

4. 考察

本研究では、正答率と反応時間において、自然色の画像の再認成績が不自然色の画像の成績よりも優れていた。また、IT の再認成績が ST の再認成績より優れていたことは、これまでの研究[8]と一致する結果となった。ERP における、区間 300-500 ms での旧項目に対する増大した振幅は熟知性に基づく結果、区間 500-700 ms での旧項目に対する増大した振幅は回想に基づく結果と思

われる。したがって、本研究では課題遂行時に熟知性と回想との両検索過程が作用していたと考えられ、このことが不自然色の画像成績を向上させなかったのであろう。しかし、有意傾向ではあったものの、区間 300-500 ms の ERP 振幅には IT と ST による差異傾向がみられたことから、本研究では熟知性に基づく処理がより強かったことが示唆される。この点については、さらにデータを積み重ねた検討が必要である。

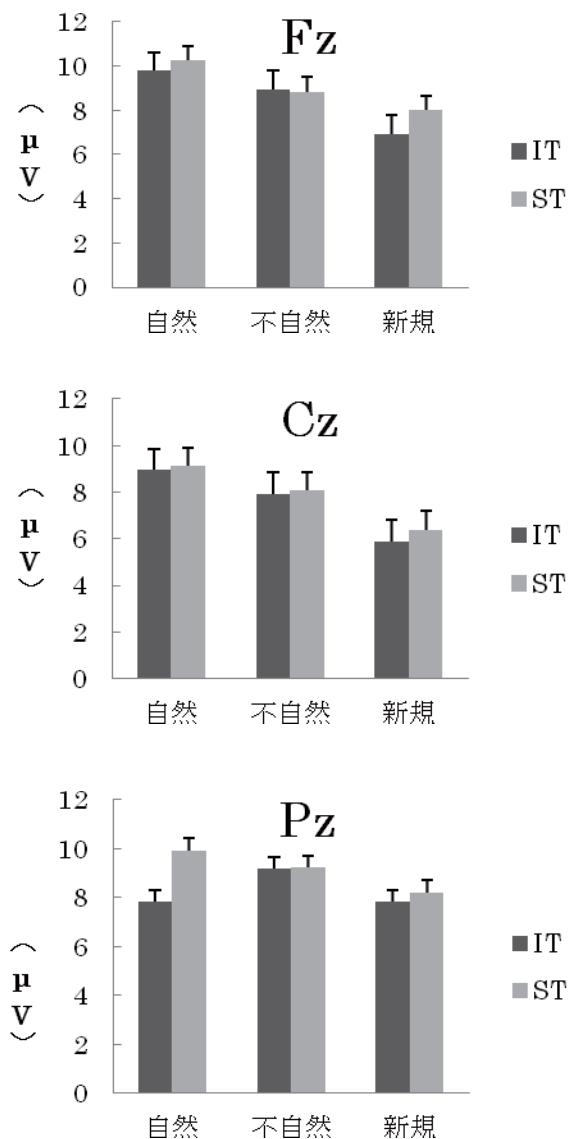


図3 500-700 ms 区間における各部位の平均 ERP 振幅値(標準偏差).

参考文献

- [1] Jacoby, L. L. (1991) "A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory", *Journal of Memory and Language*, Vol. **30**, pp. 513-541.
- [2] Gruber, M. J., & Otten, L. J. (2010) "Voluntary control over prestimulus activity related to encoding", *Journal of Neuroscience*, Vol. **30**, pp. 9793-9800.
- [3] Rugg, M. D., & Curran, T. (2007) "Event-related potentials and recognition memory", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. **11**, pp. 251-257.
- [4] Michelon, P., Snyder, A. Z., Buckner, R.L., McAvoy, M., & Zacks, J. M. (2003), "Neural correlates of incongruous visual information: An event-related fMRI study", *NeuroImage*, Vol. **19**, pp. 1612-1626.
- [5] Riefer, D. M., & LaMay, M. L. (1998) "Memory for common and bizarre stimuli: A storage-retrieval analysis", *Psychonomic Bulletin and Review*, Vol. **5**, pp. 312-317.
- [6] Rossion, B., & Pourtois, G. (2004) "Revisiting Snodgrass and Vanderwart's object pictorial set: The role of surface detail in basic-level object recognition", *Perception*, Vol. **33**, pp. 217-236.
- [7] Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. (1980) "A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity", *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, Vol. **6**, pp. 174-215.
- [8] Cycowicz YM, Friedman D, & Snodgrass JG. (2001) "Remembering the Color of Objects: An ERP Investigation of Source Memory", *Cerebral Cortex*, Vol. **11**, pp. 322-334.

情動喚起刺激の再生における体制化の影響の検討

The influence of organization on recall for emotional stimuli.

加藤 みずき[†]
Mizuki Kato

[†]法政大学大学院 人文科学研究科
Hosei University Graduate School of Humanities
mizuki.kato.3h@stu.hosei.ac.jp

Abstract

The primary aim of present study was to clarify which of the two factors more influenced the memory performance, valence (negative, positive) or arousal. Additionally, the influence of organization with the ARC(Adjust Ratio of Clustering) score in the recall on the memory performance was examined.

In this experiment, emotional arousal stimuli were presented, and participants were measured the memory performance. An interaction appeared between valence and arousal. Higher arousal, the memory performance was higher, when stimuli had negative valence, but no effect of arousal was found in positive stimuli.

In addition, although the ARC score suggested organization was generally found in the memory performance, it was not related to a certain valence or arousal condition.

Keywords — Valence, Arousal, Emotional stimuli, Organization, ARC

1. 問題と目的

情動を強く喚起された出来事は、そうでない出来事に比べ、よく記憶されることがわかっている。Bradley, Greenwald, Petry, & Lang[1]では、情動を喚起する刺激を呈示し、刺激の感情価(ポジティブかネガティブか)や覚醒度(喚起される情動の強さ、高さ)によって再生成績がどう変化するかという実験を行った。この結果、ポジティブ感情、ネガティブ感情に関わらず、覚醒度が高い刺激の再生成績がより高いことが示された。一方、野畑・越智[4]では、同様の実験を行い、ネガティブ感情を喚起する刺激については覚醒度が高いと再生成績が高くなり、ポジティブ感情を喚起する刺激は覚醒度が高いと再生成績が低くなるという結果が報告されている。また、加藤・越智[4]においては、ポジティブ条件において覚醒度による影響がみられないものの、同じく交互作用的な結果が示され

ている。これらの研究から、情動喚起刺激が記憶に影響を及ぼすことは確かであると考えられるが、感情価や覚醒度によってもたらされる結果についてはまだ一貫していない。

一貫した結果が出ない理由として、刺激の感情価や覚醒度以外の何らかの要因が影響している可能性がある。とりわけ、再生の場合、参加者が体制化などの方略をとることによって再生成績が高くなることが考えられる。そこで本研究では、情動喚起刺激の感情価・覚醒度の二つの要因のどちらがより強く再生成績に影響を与えるのかについての加藤・越智[4]の検討に加えて、再生成績における体制化の影響についても、体制化の程度を測定する ARC 得点を算出することにより検討を行う。

2. 方法

2-1. 目的 情動喚起刺激の感情価(ポジティブ/ネガティブ)と覚醒度(高-低)が再生成績に及ぼす影響の検討。

2-2. 予備調査 事前に実験に用いる情動喚起刺激を選定するため、予備調査を行った。人物、風景などが映し出された様々な種類の写真 160 枚を、感情価(ポジティブ/ネガティブ)と覚醒度(高/低)の二次元において幅広く分布するように用意した。

調査参加者には、これらの写真を呈示して、その印象として、感情価・覚醒度・言語化しやすさの 3 項目について 5 件法で評定させた。この評定では、感情価・覚醒度・言語化しやすさをイメージ化した尺度を用いた(Figure1 下段参照)。なお、感情価・覚醒度については、Bradley et al.[1]や野畑・越智[5]が用いた Self-Assessment Manikin(SAM)

を参考とした(Figure1 上段参照)。今回の調査においては、この SAM をもとに、新たに感情価と覚醒度を表す尺度を作成した。この尺度の感情価では、笑った顔から眼を伏せた顔の5つの表情が、覚醒度では、心臓が飛び出し驚きや興奮を表すものから平静、沈黙した様子の5つの人型の中から、写真の印象としてもっともあてはまるものを選択する形式であった。感情価においては、ポジティブ/ネガティブを表す表情に、幸せな/不幸な、喜び/不愉快な、満足な/不満な、希望がある/絶望的な、心地よい/不快な、という形容語をそれぞれ対応させた。また、覚醒度では、調査参加者にイメージしやすくするため、情動が喚起される事を「心が動いた状態」とし、「驚き・動揺・興奮・高揚・ドキッとする」という状態を表す、と定義した。逆に喚起されない場合は「心が動かない状態」とし、「リラックス・平静・停滞・ぼんやりとした」という状態を表す、という定義をし、その旨を参加者に教示した。

言語化しやすさ項目は、参加者に、「写真を他の人に言葉で説明しなければならないとしたらどの程度言語化しやすいか」を5段階で評価させるものであった。これは、後の記憶テストの際、言語表現による再生を求めることが予想されるため、言語表現の難易度によって及ぼされる記憶成績への影響を統制するために設けられた項目であった。

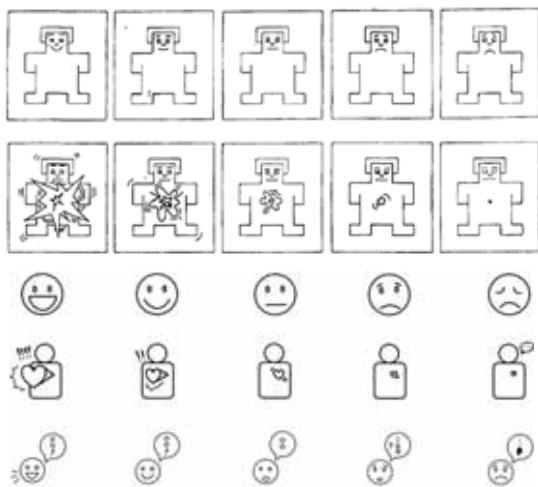


Figure1. 印象評定において参考にした尺度(上段:Self-Assessment Manikin;Bradley & Lang[2]より一部抜粋) および印象評定で用いた尺度(下段:上から感情価・覚醒度・言語化しやすさ項目を表す)

予備調査における刺激の呈示時間は一枚につき3秒間、評定時間は12秒間であった。ここから得た評定値により、感情価と覚醒度の2つの軸で、4条件(ポジティブ-高覚醒/ポジティブ-低覚醒/ネガティブ-高覚醒/ネガティブ-低覚醒)に分類し、その中から各条件12枚ずつ、計48枚の写真を情動喚起刺激として用いることとした(Figure2 参照)。



Figure2. 情動喚起刺激例

(上段左:ポジティブ-高覚醒, 上段右:ポジティブ-低覚醒, 下段左:ネガティブ-高覚醒, 下段右:ネガティブ-低覚醒)

2-3. 実験参加者 大学生・院生 42名

2-4. 実験計画 感情価 2(ポジティブ/ネガティブ)×覚醒度 2(高/低)の2要因参加者内計画。

2-5. 実験手続き 実験参加者には、写真の印象評定を行うという名目で、情動喚起刺激を呈示し、その印象について予備調査と同様に、感情価・覚醒度・言語化しやすさの3項目の評定を行わせた。写真は一枚につき3秒間呈示され、評定時間として10秒間が与えられた。情動喚起刺激48枚すべての写真についての呈示と評定が終わった後、予期しない自由再生による再生テストを実施し、呈示された写真についてできるだけ多く思い出して記入するよう教示した。回答時間は5分間とした。この再生テストの結果から、4条件それぞれの平均再生率を算出し、これを再生成績として分析を行った。

3. 結果

3-1. 再生成績 情動喚起刺激の各条件の平均再生率について、2要因の分散分析を行ったところ、覚醒度の主効果 $[F(1,41)=42.22, p<.001, \eta^2=0.14]$, および交互作用 $[F(1,41)=63.99, p<.001, \eta^2=0.18]$ が有

意であった(Figure3 参照). 単純主効果の検定から, 覚醒度の両条件における感情価の効果と, ネガティブ刺激における覚醒度の効果が有意であることがわかった($p < .001$). よって, ネガティブ刺激については覚醒度が高いほど想起されやすく, 一方でポジティブ刺激の場合には覚醒度による影響はみられないことが示された.

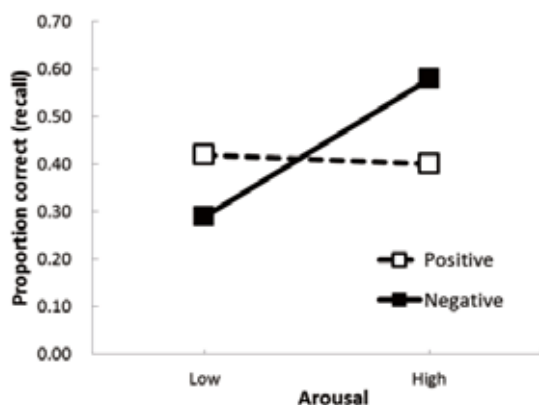


Figure3. 実験における各条件の平均再生率

3-2. 体制化得点

再生テストの結果から, ネガティブ-高覚醒条件刺激の再生成績が高く示されたため, 体制化の影響が特にネガティブ-高覚醒条件の刺激にみられるのではないかと予想された. そこで, 実験参加者の再生成績の出力順などから, 体制化の程度についてさらに検討することとした.

体制化の影響については, 体制化の程度を示す指標の一つである ARC 得点(Adjusted Ratio of Clustering; [6][3])を算出し検討を行った. ARC 得点は, 体制化がチャンスレベルであれば 0, 完全に体制化が生起していれば 1 を示す. まず, 刺激の 4 カテゴリーごとに反復数(同じ条件の刺激が続いて再生された数)などを求め実験参加者の ARC 得点を算出した. 値は Table1 に示した通りである. この値について t 検定を行い, チャンスレベルである 0 との差について検討した. 分析の結果, 有意であることが確かめられ [$t(40)=5.60, p < .001$], 算出された ARC 得点がチャンスレベルとは有意に離れた値であることが示された. さらに, ネガティブ-高覚醒条件の刺激に着目して体制化の程度を確認するため, 4 カテゴリーを, ネガティブ-高覚醒条件と, それ以外の 3 条件の 2 カテゴリーとみなし, 同じく ARC 得点を算出し, t 検定を行った. 結果 2 カテゴリーにおいても有意であることが確かめられた [$t(40)=4.72, p < .001$]. 以上のことから, 影響として大きいとは言い難いが, 体制化が少なからず生起し, 再生成績に影響を与えているということが示された. また, 4 カテゴリーと 2 カテゴリーにおける ARC 得点にほとんど違いがみられなかったことから, 体制化は特定の条件の刺激にのみ影響を及ぼしているわけではないということもうかがえる.

Table1. 実験参加者の ARC 得点

	ARC得点	
	4カテゴリー	2カテゴリー
M	0.20	0.21
SD	0.23	0.29

4. 考察

本研究では, 情動喚起刺激の再生成績における感情価・覚醒度の影響の検討に加え, 体制化による影響についても検討を行った. 再生成績において, 覚醒度の主効果及び交互作用がみられ, ARC 得点から, 再生の際に体制化が生起していることも示唆された. このことから, 感情価・覚醒度の要因以外にも体制化が影響を及ぼしているという可能性が示された. ここから, とりわけ再生成績の高かったネガティブ-高覚醒条件の刺激に着目してさらに分析を行ったが, 結果として他の条件と体制化の程度に差はなく, 体制化が特定の条件にのみ影響を及ぼしているわけではないということが示唆された.

しかしながら, こうした実験的検討において, 今回の再生成績のように, 測定する記憶成績によっては, 体制化のような感情価・覚醒度以外の要因が交絡してしまう可能性も考えられる. 今後の検討課題として, こうした要因を統制するために, 記憶の測定方法や情動喚起刺激の内容に十分考慮する必要があると考えられる.

5. 引用文献

- [1] Bradley, M. M., Greenwald, M. K., Petry, M. C., & Lang, P. J.(1992). "Remembering pictures:

Pleasure and arousal in memory.” *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol.18, pp. 379-390.

- [2] Bradley, M. M., & Lang, P. J.(1994). “Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the semantic differential.” *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychology*, Vol. 25, pp. 49-59.
- [3] 藤田哲也(1995). “被験者実演課題(SPTs)の再生における体制化と年齢の効果” *心理学研究*, Vol. 66, No.3, pp. 219-224.
- [4] 加藤みずき・越智啓太(2012). “情動喚起刺激の感情価と Arousal が再生成績に及ぼす影響” *日本認知心理学会第10回大会発表論文集*, pp. 109.
- [5] 野畑友恵・越智啓太(2005). “記憶に及ぼす覚醒度の効果は快・不快感情によって異なる：覚醒度説への反証” *認知心理学研究*, Vol. 3, pp. 23-32.
- [6] Roenker, D. L., Thompson, C. P., & Brown, S.C.(1971). “Comparison of measures for the estimation of clustering in free recall.” *Psychological Bulletin*, Vol. 76, No. 1, pp. 45-48.

情報検索におけるよりそいエージェントの効果 The Effects of the Supportive Agent on Information Searching

齋藤ひとみ[†]・鈴木真帆[†]・土口理紗子[†]
Hitomi Saito, Maho Suzuki, Risako Tsuchiguchi

[†] 愛知教育大学
Aichi University of Education
hsaito@auecc.aichi-edu.ac.jp

Abstract

In this study, we investigate the effect of human-agent interaction in web search system on users' evaluation and impression of the system and their search behaviors. We constructed a base system which is similar to normal search engines and an agent system which add the base system on an agent who provide suggestions and evaluations on user's searches. The experiment was conducted to compare users' impressions and evaluations of these systems and users' search behaviors. The results showed that (1) users' impression of the agent system is greater than that of the base system, (2) the users who used the agent system changed keywords more frequently than the users who used the base system.

Keywords — HAI, information search

1. はじめに

本研究では情報検索システムのインタラクションにおけるエージェントのあり方について、メディアイクエーションの視点から検討する。メディアイクエーションとは人間がメディアに対して人に対するのと同様に振る舞う傾向があることである(竹内, 2009)。齋藤・小川(2011)は、情報検索におけるメディアイクエーションの応用として、エージェントの見た目や口調がシステムの印象に影響を与えることを明らかにした。

齋藤・小川(2011)の研究では、エージェントはシステムの窓口で情報提供を行う役割であった。しかし情報検索におけるエージェントのあり方としては、システムを利用するユーザと同じ立場で設定することも考えられる。そこで本研究では検索システムを利用する立場にエージェントを置きユーザと共同情報検索を行うシステムを作成し、メディアイクエーションの効果が見られるのかを検討する。本研究の目的は、(1) エージェントがユーザと共同して検索を行うことで、システムの印象や評価にどのような影響を与えるか、(2) エージェントのふるまいが、ユーザの行動にどのような影



図 1: よりそいエージェントのイメージ

響を与えるのかを検討することである。

2. 方法

実験システム

エージェントとの共同情報検索がユーザのシステムに対する印象や行動に与える影響を検討するために、実験システムを開発した。実験では、参加者は実験システムを使って検索を行い、その後システムの評価を行う。エージェントの効果を検討するために、検索システムにエージェントが存在する「エージェントシステム」とエージェントの存在しない「ベースシステム」を実装し、比較を行った。

エージェントの関わり方

石井・三輪(2001)の研究より、協同問題解決場面では、提案や評価がよりよい効果を与えることが明らかになっている。そこで、エージェントの関わり方として、図1に示すようにユーザによりそい、提案や評価を行うよりそい型エージェントを作成した。

よりそい型エージェントは、エージェント自身は検索を行わず、検索するユーザに声かけをする。基本はユーザのアクションに対して反応を行う。ユーザのアクションが一定間隔ない(ページ閲覧をしている)場合、時間に応じて Web 検索、イメージ検索、他の検索結果の閲覧を勧める。反応の内容は、何を探してほしいか、探し方(提案)、結果に対するフィードバック(評価)である。検索意図、要求に関わるコメントは述べるが、Web ページの URL などは表示しない。

実験参加者

大学生23名(男19名,女4名)が実験に参加した。参加者はエージェントシステムとベースシステムのどちらかの1つに取り組んだ。

課題

参加者には、生活習慣病とその予防についてのポスターを作ることになったという場面を想定し、ポスターの参考になりそうな画像や写真を探し、URLの登録を行ってもらった。

アンケート

アンケートの内容は、課題の難易度・評価、問題における自分自身の出来具合、システム全体の印象・評価、キャラクタの印象・評価、キャラクタのコメントが気になったか、コメントをどの程度参考にしたか、実験の感想である。システム全体とキャラクタの印象の評価にはSD方を用い、「感じのよい」、「親しみやすい」、「暖かい」、「明るい」、「人間的な」、「良い」、「好きな」、「積極的な」、「静かな」、「親切的な」、「優れている」、「信頼できる」、「頼もしい」の13個の形容詞対について7段階の評価とした。他の質問についても7段階の評価とした。

3. 結果と考察

結果の概要を表1に示す。課題の難易度、検索結果の満足度、システムの評価については有意差は見られなかった。ベースシステムとエージェントシステムについて比較したところ、システム印象については、「感じのよい」、「親しみやすい」、「明るい」、「積極的な」、「親切的な」、「優れている」、「信頼できる」の7項目に関して有意な差が見られた。また、課題の取り組みについては、キャラクターシステムの方が「楽しかった」という印象を与えた($F(1,21)=9.24, p<.01$)。つまり、キャラクターが存在し、メッセージを発することが印象に影響を及ぼしており、インターネットでの共同情報検索においてメディアイクエーションが成立していると判断できる。また、エージェントがシステム側でなく、ユーザと同じ立場で「よりそい型」をとったことが「楽しい」印象を与えたのではないかと考えられる。ユーザの検索行動について、検索中のログを分析した結果、検索中のキーワードの変化した回数について有意差が見られ($F(1,17)=6.09, p<.05$)、エージェントの効果により、ユーザの検索行動に変化が起きたことが明らかになった。「よりそい」エージェントによる提案や評価が、一人きりで検索をするよりも、よりよい効果が生んだと考えられる。

次に、エージェントシステムについて分析をした結果、エージェントの印象に対して、「暖かい」、

表 1: 実験結果の概要

分析結果	結果
課題の難易度	ベース=エージェント
検索結果の満足度	ベース=エージェント
課題取り組みの楽しさ	ベース<エージェント
システムの評価	ベース=エージェント
キーワード変化回数	ベース<エージェント
【システム全体の印象】	
感じのよい	ベース<エージェント
明るい	ベース<エージェント
積極的な	ベース<エージェント
親切的な	ベース<エージェント
優れている	ベース<エージェント
頼もしい	ベース<エージェント
【エージェントの印象】	
暖かい	ベース<エージェント
積極的な	ベース<エージェント
静かな	ベース>エージェント
頼もしい	ベース<エージェント

「積極的な」、「うるさい」、「頼もしい」の4項目に関して有意な差が見られた。また、「エージェントの意見を参考にした」が75%、「エージェントは検索の役に立った」が67%という結果から、ユーザが検索中、迷ったり、悩んだときにエージェントの提案や評価がユーザの行動の選択に役立ち、キャラクターが情報検索において効果的であったことが考えられる。相関係数計算の結果より、「キャラクターのコメントを参考にした」と「検索結果の満足度」は強く影響している。これはエージェントの意見を参考にすることで、よりよい検索を行うことができ、ユーザの満足を得られたと考えられる。

4. おわりに

本研究では、検索システムを作成し、インターネットでの共同情報検索という状況におけるメディアイクエーションの効果について調べた。キャラクターがユーザに「よりそい」形をとり、ユーザが検索中に提案や評価のメッセージを発すると、システムとしての印象が良くなり、ユーザの検索行動に変化を起こすことを実験によって確認した。

参考文献

- 石井成郎・三輪和久(2001). 創造的問題における協調認知プロセス. 『認知科学』, 8(2), 151-168.
- 齋藤ひとみ・小川岳流(2011). 検索システムへのメディアイクエーションの応用に関する予備的検討. 『日本認知科学会第28回大会予稿集』, 320-323.
- 竹内勇剛(2009). HAIにおけるメディアイクエーション. 『人工知能学会誌』, 24(6), 824-832.

コミュニケーションシステムの発現における騙しの役割: 課題と 計算機モデルの設計

The Role of Deception in Forming Communication Systems: Design of a Task and a Computational Model

森田 純哉
Junya Morita

北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
j-morita@jaist.ac.jp

Abstract

This study focuses on the role of deception in forming communication systems. To examine this problem, I constructed a task situation by extending past studies conducted with collaborators. A prototype computational model was also implemented by adding deception rules into the author's past model. The result of preliminary simulation shows that deception changes qualities of forming communication systems while performances of coordination game were not changed.

Keywords — Communication, Deception, ACT-R

1. はじめに

近年、コミュニケーションの文化進化を対象とする認知科学的研究が盛んに行われている(レビューとして, Scott-Phillips & Kirby, 2010)。これらの研究は, 言語の起源と言語進化の謎を解明し, 現代社会におけるコミュニケーションの変化を見とあすことを動機としている。

著者と共同研究者は, この問題に対し, 図1に示される協調ゲームを用いた研究を行ってきた。このゲームは, 複数のラウンドによって構成され, 各ラウンドにおいて, 2人のプレイヤーは, それぞれ1回の移動で共通の場所では会うことを目指す。ラウンド開始時にプレイヤーの初期位置はランダムに割り当てられ, 互いにパートナーの位置を見ることはできない。移動に先立ち, プレイヤーは, 図形記号の組み合わせから構成されるメッセージを交換する。記号の意味は, ゲームの開始時に定められず, ラウンドの繰り返しを通して形成・共有されていく。記号の意味が形成・共有されることで, 2人のプレイヤーは, 自分の現在位置や移動先をパートナーに伝えることができるようになり, 継続的に課題に成功できるようになる。

Konno, Morita & Hashimoto (2012) による実験では, 実験に参加した2/3のペア(大学院生)が, 30

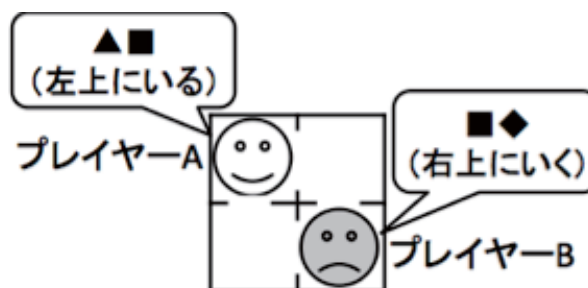


図1 協調ゲームの環境

分程度の時間で, この課題の継続的な成功に至った。これら成功したペアのコミュニケーションシステムの形成過程を再現することを目指し, Morita, Konno & Hashimoto (2012) は, 協調ゲームを遂行する計算機モデルを構築した。構築された計算機モデルは, 過去のラウンドの経験を事例的に蓄積し, 事例ベースの推論を行うことで, パートナーの意図推定を行うものであった。モデルを用いたシミュレーションによって, 継続的な課題の成功に至るまでのラウンド数, 所要時間, 構成されるメッセージの意味構造などの特徴が再現されることが確かめられている。

上記一連の研究は, 扱っているコミュニケーションの状況が, 協調関係に限定されているという限界がある。協調ゲームにおいては, 2人のプレイヤーが, 共通の目的を達成するために, コミュニケーションのシステムを形成していく。このような状況は, 原始的なコミュニケーションシステム(たとえばミツバチのダンス)の発現を検討する課題としては妥当性をもつかもれない。しかし, 現代の人類が保持する複雑なコミュニケーションシステム(言語)の発現を説明する課題としては十分でない。

現実の場面では, プレイヤーが異なる目的をもち, ときに裏切り合い, さらにはパートナーを欺き騙す状況が存在する。Byrne (1995) は, 騙しを含む社会的活動が, 他者の心を読む能力を発展

させ、言語能力などの高度な知性を導くというマキャベリ的知性仮説を提唱している。マキャベリ的知性仮説を踏まえれば、騙しの生起するコミュニケーションの状況は、複雑なコミュニケーションシステムの発現を促進すると考えられる。

本研究は、先行研究の限界をふまえ、コミュニケーションシステムの文化進化における騙しの発生と機能を、認知モデルを用いたシミュレーションを実施することで検討する。その際、これまでに著者が構築してきた協調ゲーム課題を、チートゲーム（メッセージ付きジレンマゲーム）の枠組みに従って改変する。本アブストラクトでは、改変された課題とモデルの設計を示す。さらに、現在開発を進めているモデルを用いた予備的なシミュレーションの結果を示す。

2. 課題の設計

コミュニケーションシステムの発現における騙しを検討するために、図2の課題環境を設定する。ゲームは複数ラウンドから構成され、各ラウンドでプレイヤーは食料の取得を目指す。ここで、食料の独占（先に食料を獲得したプレイヤーが利益を独占）と共有（同時に食料を取得することで利益を分け合う）が生じる設計とする。食料の取得が終わるか、ラウンド開始から一定の時間が経過した後、次のラウンドに移行する。ラウンドは複数のターンから構成され、ターンは以下3つの行為から構成される。

1. 環境情報の取得: 進行方向の情報（食料の有無、パートナーの存在）を取得する。図2でプレイヤーAはプレイヤーBを見ており、プレイヤーBは食料を見ている。つまり、プレイヤー間で取得できる情報に差異が生じる。
2. メッセージ交換: 記号によって構成されるメッセージをやり取りする。記号と意味の対応は、本課題に先立つ協調ゲームをとおしてプレイヤー自身が構築することにする。つまり、一定の協調関係（信頼関係）をベースに本課題がスタートする。プレイヤーは、自身らが構築したルールを用いて、パートナーに自分の現在位置や食料の位置を知らせる。あるいは、食料の場所を偽って報告するなど、パートナーを誘導する欺瞞的なメッセージを送信する。
3. 行動: プレイヤーは、それぞれのターンにおいて、「進行方向の変更」、「移動」、「待機」のいずれかの動作を選択する。図2におけるプレイヤーBは独占的に食料を得るために「移動」するか、プレイヤーAと協調するために「待機」するかを選択する。

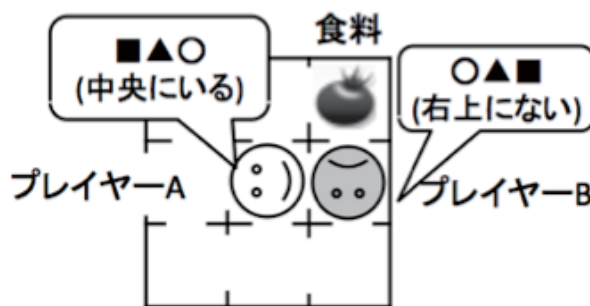


図2 騙しの発生しうる状況

この課題のパラメータを調整することで、協調と裏切り（独占）の選択にジレンマを生じさせることができる。協調を選択することで、環境の探索が分散化され、効率的な食料の獲得が可能になる。しかし、個々のプレイヤーの短期的な利益を考えれば、他のプレイヤーを出し抜き、先んじて食料を獲得する選択がなされる。さらに、そのような裏切りの意図を隠蔽できれば、パートナーからの情報提供を受けつつ、持続的に独占を選択することが可能になる。

3. モデルの設計

上記の環境における騙しの発生とそこでの認知プロセスを、先行研究で開発された協調ゲームのモデルを拡張することで検討する。先行研究のモデルは、認知アーキテクチャであるACT-R (Anderson, 2007) を用いて構築されており、事例ベースの推論によってメッセージから相手の意図（相手の状況、相手のゴール）を推測する。本研究の課題状況においても、同様のメカニズムにより、相手の意図を推定することが可能と考える。

本研究において追加が必要なモジュールは、欺瞞的なメッセージを構築するルールセット（自分の見えている情報を偽るルールセットなど）である。このような欺瞞的なメッセージの生成に関わるルールセットを、協調的なメッセージの生成を導くルールセットと競合する形で実装する。ACT-Rにおいて、競合の解消は、ノイズを含む効用値の比較によってなされ、効用値は各ラウンドにおいて付与される報酬によって更新される。この枠組みで考えれば、協調に関するルールセットの効用値は、パートナーへの信頼度を反映したものとなる。そして、騙しは、パートナーへの信頼が低下すること、あるいは独占的な利益に誘因されることで生起すると考えられる。

上記のように構築されるモデルを用いて、騙しの発生条件を探索的に検討することができると考えている。特に、ゲームの利得構造（ゼロ和ゲーム、非ゼロ和ゲーム）、環境の複雑さ（環境の広

さ、情報の取得範囲、食料の数、ラウンドの制限時間)、交換メッセージの曖昧性・多義性(メッセージ作成に利用可能な記号数、協調ゲームに従事する時間)などを操作する。利得構造によって協調と独占の誘因が変化し、環境の複雑さによって騙しの成功しやすさが変化する。また、メッセージの曖昧性・多義性に関わるパラメータは、パートナーへの信頼度に影響すると考えている。

4. 予備的シミュレーション

4.1 プロトタイプモデルの実装

先行研究のモデルを拡張することで、プロトタイプモデルを実装した。プロトタイプモデルは、図2に示した環境に比べ、単純な状況を扱っている。課題環境は4つの位置を有し、その環境に2体のエージェントと食料がランダムに配置される。図2とは異なり、エージェントは進行方向を持たず、隣接した位置に配置される食料を見ることが出来る。パートナーとなるエージェントの位置は互いに見ることはできない。2体のエージェントは、移動に先立ち、事前に意味の定められていない図形を2つ組み合わせたメッセージを1回交換する。メッセージの交換は非同期に行われ、ターンテイクを行うことができた。

Morita, Konno, & Hashimoto (2012) において構築されたモデルを、微修正することで、この環境において騙しが生起する状況を作ることができる。先行研究におけるモデルは、過去の成功事例を検索することで、現在のラウンドにおける行き先やパートナーへ送信するメッセージを決定する。事例の利用に基づくこのようなメッセージ生成ルールに対し、競合する騙しルールを追加する。具体的なルール表現の例を示す¹。

```
(p decide-from-instance
=goal>
  ISA coordinate
  self-location-pre =position1
  state retrieved
  step 1
=retrieval>
  ISA coordinate
  self-location-post =position1
  self-location-post =position2
  partner-location-post =position2
  self-left-symbol =figure1
  self-right-symbol =figure2
==>
```

¹ここに提示するルールは、説明のため、いくつかの条件とアクションを省略している。

```
=goal>
  self-location-post =position2
  self-left-symbol =figure1
  self-right-symbol =figure2
  state start
)
(p deception
=goal>
  ISA coordinate
  self-location-pre =position1
  food-location =position3
  state retrieved
  step 1
=retrieval>
  ISA coordinate
  self-location-pre =position1
  self-location-post =position2
  partner-location-post =position2
  self-left-symbol =figure1
  self-right-symbol =figure2
==>
=goal>
  self-location-post =position3
  self-left-symbol =figure1
  self-right-symbol =figure2
  state start
)
```

decide-from-instanceは、現在の自分の初期位置(self-location-pre)と同様の位置において、過去に成功した事例が存在したのならば、その事例と同様の移動先(self-location-pre)とメッセージ(self-left-symbol, self-right-symbol)の決定を行う。deceptionは、自分の初期位置の周辺に食料が存在し、かつ現在の自分の初期位置(self-location-pre)と同様の位置において、過去に成功した事例が存在したのならば、その事例に従ったメッセージを構成し、食料の位置に移動する。つまり、deceptionは、過去の成功事例に従ったメッセージを送信するのにも関わらず、独占的な食料の取得を狙うルールである。

Morita, Konno, & Hashimoto (2012) では、上記事例ベースの推論に加え、模倣ベースの推論も実装されているが、それについても競合する騙しルールを追加する。

ACT-Rにおいて、ルール間の競合解消は、ルールに付与される効用値の比較によって行われる。効用値の更新は、ラウンドの最後に与えられる報酬値によって変化する。プロトタイプモデルでは、共通の位置の移動に成功した場合に、5の報酬値、パートナーの位置に関わらず、食料の取得に成功

した場合に10の報酬値が与えられた。つまり、エージェントは、共通の位置への移動と食料の取得という2つの目的をもち、この2つの目的が時として競合することになる。食料の取得は、共通の位置への移動に比べ報酬値が高く、この報酬値の差により、騙しルールを選択する誘因が生じる。

4.2 シミュレーション結果

図3と図4にプロトタイプモデルを50回実行した結果を示す。図3は、各ラウンドにおいて、2体のエージェントの移動先が一致した率（成功率）を表しており、図4は2体のエージェントが送信するメッセージの類似度を表している。2つの図には、騙しのプロトタイプモデルの結果に加え、先行研究のモデルの結果を示している（模倣モデル）。各指標の詳細な定義については、森田・金野・橋本（2013）を参照されたい。

図3において、騙しを含むモデルと騙しを含まないモデルでは、各ラウンドにおける成功率にほとんど違いは見られない。この結果は、騙しが集団としてのパフォーマンスを低下させるという直感とは異なる。この結果について、本研究において環境中に配置された食料が一つのみであったことから解釈できる。食料が一つであり、互いに食料が見えている場合、各エージェントが利己的に食料を求める行動が、結果として共通の位置への移動となる。

図4からは、騙しを含むモデルと騙しを含まないモデルの間での、生成されるメッセージの違いをみることができる。騙しを含むモデルは騙しを含まないモデルに比べ、ペア内で交換されるメッセージの類似度が低くなった。この原因については、今後慎重に検討していく必要がある。ただし、一般的に、成員がそれぞれ異なる言語を使用したコミュニケーションに比べ、成員が共通の言語を使用するコミュニケーションは、より効率がよいものと考えられる。よって、この結果から、騙しがコミュニケーションの質を低下させた可能性を考察することができる。

5. まとめ

本アブストラクトでは、騙しを含むコミュニケーションを検討する必要性、課題とモデルの設計、プロトタイプモデルによる予備的シミュレーションの結果を示した。予備的シミュレーションの結果、騙しは協調ゲームのパフォーマンスを低下させず、コミュニケーションの性質のみを変化させた。

この結果は限定された状況のみで得られたものであり、今後、より多様で複雑な環境において検

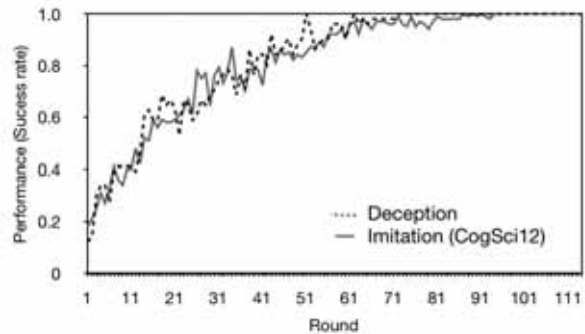


図3 各ラウンドにおける成功率（共通の位置に移動した割合）

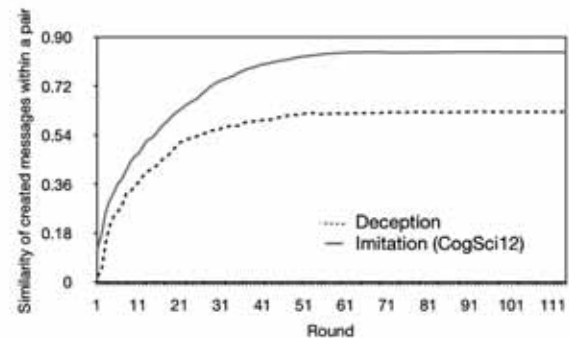


図4 交換するメッセージのペア内での類似度

討していく必要がある。さらに、騙しを含むコミュニケーションの中で生成されるコミュニケーションシステムの性質を検討し、騙しが言語進化に及ぼす影響を検討していく必要がある。

参考文献

- [1] Anderson, J. R. (2007). How can the human mind occur in the physical universe? New York: Oxford University Press.
- [2] Byrne, R. (1995). The Thinking Ape: The Evolutionary Origins of Intelligence. Oxford University Press.
- [3] Galantucci, B. (2005). An experimental study of the emergence of human communication systems. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 29(5), 737-767.
- [4] Konno, T., Morita, J., & Hashimoto, T. (2012) Symbol communication systems integrate implicit information in coordination tasks. In Y. Yamaguchi (Eds.), *Advances in Cognitive Neurodynamics(III)*, 7 pages, Springer.
- [5] Morita, J., Konno, T., & Hashimoto, T. (2012) The Role of Imitation in Generating a Shared Communication System, *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2012)*, pp.779-784.
- [6] 森田純哉, 金野武司, 橋本敬. (2013) 認知アーキテクチャを利用したコミュニケーションシステムの発生に関するシミュレーション. 第27回人工知能学会全国大会論文集.
- [7] Scott-Phillips, T., Kirby, S., & Ritchie, G. (2009). Signalling signalhood and the emergence of communication. *Cognition*, 113(2), 226-233.

ディスカッションロボットにおける 覗き込み動作の必要性の検討

Investigation of necessity of looking into action on discussion robot

米山 和俊, 金井 祐輔, 今井 倫太
Kazutoshi Yoneyama, Yusuke Kanai, Michita Imai

慶應義塾大学大学院
Graduate School of Science and Technology Keio University,
{kazutoshi,kana,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

Abstract

Recent researches in robotics have been developed various communication robots which can cooperate and communicate with human.

This paper has conducted an experiment to confirm the influence of introduction of communication robot with looking into action to the discussion.

The experiment results have indicated that communication robot with looking into action have the participant of discussion feel communication robot join in discussion like human.

Keywords — Human-Robot Interaction

1. 序論

近年, 日常生活などで人と直接やり取りを行うことを目的としたコミュニケーションロボットの研究が盛んに行われている. コミュニケーションロボットとは人間と協調的に関わりあうことを目的としたロボットである[1]. 例えば, コミュニケーションを取ることで高齢者を支援するロボット[2]やエンターテイメントを目的としたロボット[3]がある. また, 認知科学や学習科学の研究からは, 人が他人と協調的に活動することで, より創造的で知的な成果が生まれることが明らかになりつつある. ディスカッションなどの学習の場にロボットを交え, ロボットに人と協調的に関わる役割を行わせることにより協調学習支援が可能になることが期待されている.

コミュニケーションロボットを実用化するにあたって, 人とロボットのコミュニケーションにお

いて重要となる身体動作についての研究がされている[4] [5] [6]. また, より良いディスカッションを行うことを目指した研究が進んでいる[7]. 本研究では, ディスカッションの参加者が資料などを参照する際に行う「覗き込み」という動作について考える. 人が資料を参照するために「覗き込み」を行うのに同じディスカッションに参加しているロボットが「覗き込み」を行わないのは不自然であるからである. 「覗き込み」の動作をディスカッションの参加者に同調してロボットに行わせることで, ディスカッションの参加者にロボットに対してより好意的な印象を与えることができ, より円滑なディスカッションが可能になると考えられる.

本稿では, ロボットに「覗き込み」の機能を付け加えることがディスカッションに与える影響を検証する. 本研究では, 参加者の顔の向きを取得し, 「覗き込み」の動作を検知した場合に, ロボットにも「覗き込み」の動作を行わせるシステムを設計した. このシステムを使用し, ロボットと人間が対一の状況で実験を行うことにより, 「覗き込み」の動作がディスカッションに与える影響を検証した.

2. 関連研究

ジェスチャには単純に相手に伝えたいことを直接身体動作で表すというものが多いが, 相手と同じジェスチャを同調的に行うことによって, より好意的な印象を相手に対して持つということもわかっている[8].

また、ヒューマンロボットインタラクションの研究により、人間とロボットの情報共有やコミュニケーションにおいて、ロボットの発話や身体動作が重要であることが明らかになっている。

小野らはロボットに人の順路案内をさせる実験を行い、ロボットの身体動作が人とロボットのコミュニケーションにおいて重要であることを示している[6].

橋本らはロボット受付嬢 SAYA に自発的にならざるシステムを実装することで、ロボットがうなづくことによりロボットと人のコミュニケーションや情報伝達が円滑に進むことを示している[9].

白水らは人とロボットの共同解決問題におけるロボットのリボイスによる学習効果について検証した[7]. この結果としてリボイスが共同学習に有効であることが確認されている。リボイスとはディスカッション参加者の一人が重要な発言を行うと、それを他の参加者が繰り返す現象をいう。

ここまでで述べた従来研究では順路案内時のジェスチャやディスカッションにおけるリボイスの効果を調査したが、「覗き込み」の動作をロボットが行った場合については調査がされていない。例えば人間同士でディスカッションを行う際に、参加者は資料を読むために覗き込みの動作を行う。ロボットをディスカッションなどの学習の場に参加させる場合、「覗き込み」の動作を同調的に行うことにより、ディスカッションの円滑な進行を促し、学習支援を行うことが期待できる。そのため、ディスカッションロボットにも「覗き込み」の機能が必要であると考えられる。しかし、この機能を搭載することによる詳細な効果は分かっていない。

3. 実験

3.1 実験の目的と仮説

「覗き込み」の機能をもったロボットをディスカッションの場を導入することが参加者やディスカッションそのものに与える影響を検証する。もし、「覗き込み」の動作がディスカッションにおいて重要な要因でないのならロボットが「覗き込み」

を行う場合と行わない場合でロボットに対して被験者が感じる印象に差は出ないはずである。

仮説 「覗き込み」を行う場合の方が被験者のロボットに対する印象が好意的になりディスカッションの進行も円滑になると考えられる。

3.2 実験環境

実験で用いるロボットにはコミュニケーションロボット「robovie-mR2」を用いた。

robovie-mR2には被験者の覗き込みの動作に同調して「身体全体を使用した覗き込み」と「首だけの覗き込み」を行う機能を持たせた。また、「覗き込み」を行っていないときにもロボットの存在感を表出し、実験の比較対象を「覗き込み」のみに絞るために、robovie-mR2には4つの動作パターンをランダムに行う機能を持たせている。



図 1 実験風景

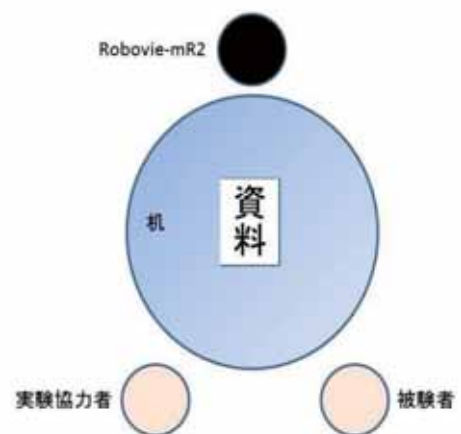


図 2 実験配置

実験の場所としては慶應義塾大学矢上キャンパス内の建物の6階を使用した。実験では図1のように robovie-mR2 と被験者1人と実験協力者1人の3人でディスカッションを行うことを前提とした。また、robovie-mR2 と被験者と実験協力者さらに資料の位置は図2のようになっており、指定の位置から動かないよう指示した。

3.3 実験条件

本研究では3つの実験条件を設定した。

- ・条件A: robovie-mR2 が身体全体を使用して資料の覗き込みを行う
- ・条件B: robovie-mR2 が首だけで資料の覗き込みを行う
- ・条件C: robovie-mR2 が資料の覗き込みを行わない

また、本実験では被験者にディスカッションをしてもらうために同難易度と考えられる3つの問題を用意した。

3.4 被験者

被験者は男女の大学生17名であり、男性16名、女性1名である。

3.5 実験手順

本実験は以下の流れにそって行う。

- step1. 被験者と実験協力者に図2のように座ってもらう。
- step2. 被験者に教示を行う。
- step3. 条件A,B,C と問題A,B,C からランダムで一つ選択し、図6.2の資料の位置に問題を置き、問題について3分間話し合ってもらう。
- step4. 被験者にアンケートに回答してもらう。
- step5. 行った条件と使用した問題を除き、手順3と4を3回繰り返し行う

3.6 実験アンケート

実験終了後に取りアンケートでは下記の各質問に対して7段階で評価してもらった。(1が最低評価,7が最高評価である)

Q1: ロボットと一緒に議論しているように感じたか?

Q2: ロボットと一緒に議論して楽しかったですか?

Q3: 問題に積極的に取り組みましたか?

Q4: 問題を解いていて楽しかったですか?

Q5: 議論に参加した相手と一緒に議論して楽しかったですか?

3.7 実験結果の予測

仮説に照らし合わせて本実験で得られる結果を予測する。覗き込みを行う場合の方が行わない場合より被験者に対してロボットと一緒に議論しているように感じさせると予測できる。また、身体全体を使用する覗き込みでより顕著にロボットと一緒に議論しているように感じるとも予測できる。

4. 結果

Q1~Q5の結果を図3~7に示す。

また、Q1からQ5の各項目について分散分析を行った結果、Q1とQ2において有意差が見られた。

さらに Bonferroni 法を行う。そのために、分散分析の結果で有意差が見られた Q1 と Q2 において、各条件の組み合わせでの有意確率を求めた。その結果、Q1 において条件 A と B の間で有意差が確認された ($p = 0.0429 < 0.05$)。また条件 A と C の間でも有意差が確認された ($p = 0.0135 < 0.05$)。Q2 においては条件 A と C の間で有意差が確認された ($p = 0.0234 < 0.05$)。さらに、条件 A と B の間で有意傾向が確認された ($p = 0.0600 < 0.1$)。また条件 B と C の間でも有意傾向が確認された ($p = 0.0948 < 0.1$)。

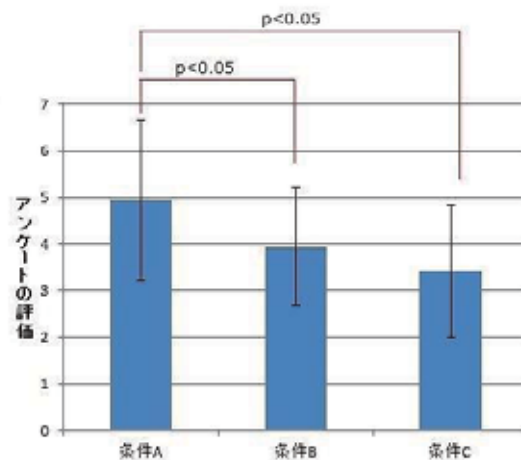


図3 Q1の平均と標準偏差

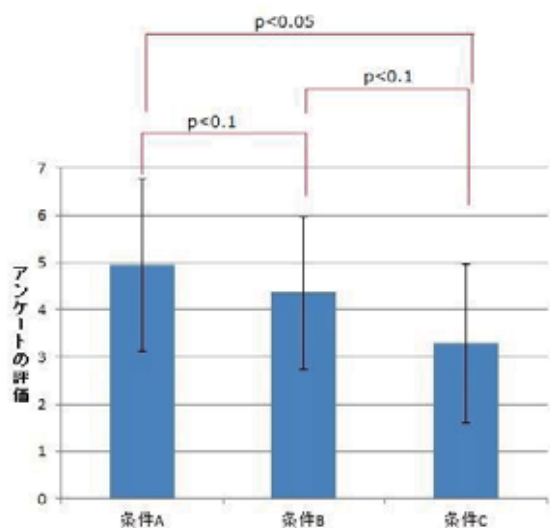


図 4 Q2 の平均と標準偏差

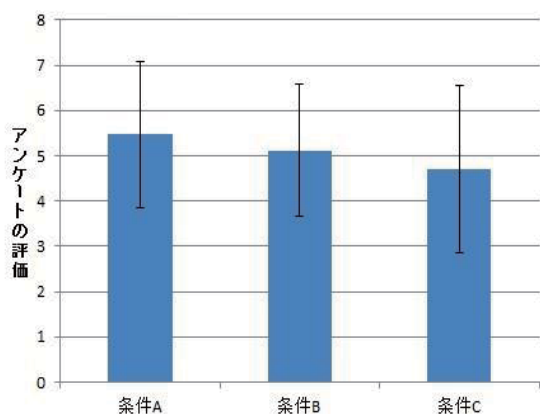


図 5 Q3 の平均と標準偏差

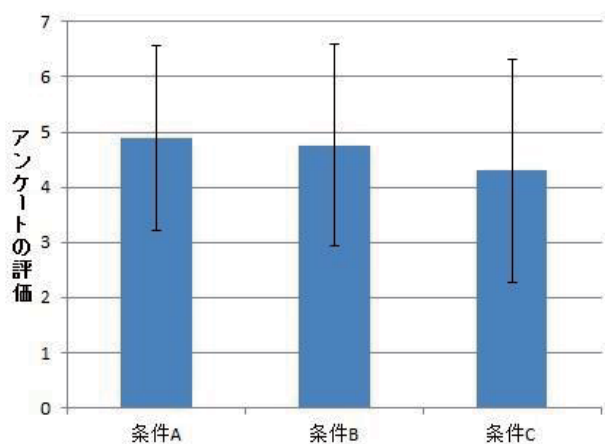


図 6 Q4 の平均と標準偏差

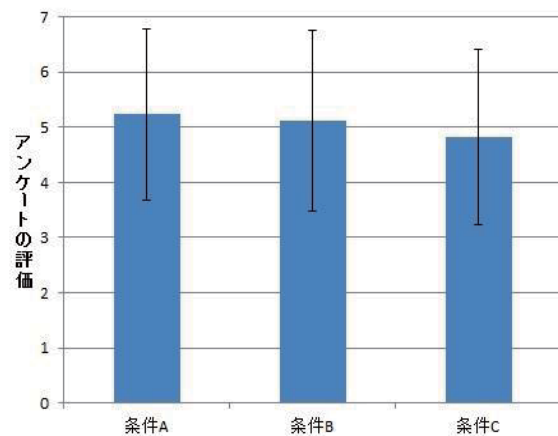


図 7 Q5 の平均と標準偏差

5. 考察

実験結果から「首だけの覗き込み」より「身体を使用した覗き込み」の方が、ロボットが議論に参加しているように参加者に感じさせる効果があることが言える。

Q2では条件AとBそして条件BとCにおいて有意傾向が見られた。また、条件AとCにおいても有意差が見られた。このことから、参加者にロボットとの議論を楽しく感じさせるためには「覗き込みなし」の場合より「身体を使用した覗き込み」の方が効果があることが言える。また、Q1の分析の結果から「首だけの覗き込み」より「身体を使用した覗き込み」の方がロボットとの議論を楽しく感じることに有意傾向が出ることは納得できる。参加者がロボットと議論を楽しむためには、ロボットがディスカッションに参加している印象を与えることが最低限必要であると考えられるためである。しかし、Q2では条件BとCにおいても有意傾向が見られた。条件BとCの間ではロボットと一緒に議論しているように感じるという点での差は無いのに、ロボットと一緒に議論を楽しく感じるという点で有意傾向が見られたのは被験者が無意識の内に自分の覗き込みの動作と同調して行われるロボットの「首だけの覗き込み」を好意的に感じており、結果に差が出たのではないかと考えられる。

Q3,Q4,Q5では分析の結果、平均の差が出ないことがわかるので、ロボットの「覗き込み」の動

作は影響を与えないと考えられる。

6. 今後の課題

動作のパターンを増加させることで、より人間らしくディスカッションに参加させることができると考えられる。本研究では動作を4パターンしか用意しておらず、自然な動きを実現できなかったが、今後パターンを増やすことで自然な動きを実現することを目指す。また、ディスカッションにおけるロボットの自然な動作について知見を深めるためには、人間のみによるディスカッションについてより観察する必要がある。

本研究の実験では、被験者と資料の位置を固定することにより「覗き込み」を検出している。しかし、今後より実践的な状況でディスカッションロボットを導入するためには、顔と資料の位置によらない「覗き込み」の検出が必要になる。そのためには、顔の位置と向き、さらに資料の位置を取得することが必要である。

本研究では、「覗き込み」を検出する対象は一人である。ディスカッションの参加者は複数人いることが一般的であるので、今後、複数人の「覗き込み」を検出することが可能であるシステムを構築する必要があると考えられる。

7. 結論

本稿では、ディスカッション参加者が資料を覗き込む動作を行ったときにロボットがその動きと同調して資料を覗き込むシステムを構築し、「覗き込み」の動作がディスカッションに与える影響を検証した。その結果、人間がロボットと一緒に議論しているように感じるには首だけでなく「身体全体を使用した覗き込み」が必要であること、人間はロボットが「身体全体を使用した覗き込み」を行うときに、ロボットと一緒に議論していて楽しく感じることに、人間はロボットが「首だけの覗き込み」を行う場合に、ロボットと一緒に議論していて楽しく感じる傾向があることが確認された。

参考文献

- [1] 石黒 浩, 宮下 敬宏, 神田 崇行,(2005)"コミュニケーションロボット",オーム社
- [2] 山本浩司,水本研治,(2000)"高齢者コミュニケーション支援システムの開発",日本ロボット学会誌,vol18,no.2pp.192-194,
- [3] M.Fujita,(2004), "On activating human communications with pet-type robot AIBO",Proc.IEEE,vol.92,no.11,pp.1804-1813
- [4] 横山 真男, 青山 一美, 菊池 英明, 帆足 啓一郎, 白井克彦, (1999) "人間型ロボットの対話インタフェースにおける発話交替時の非言語情報の制御", 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.487-496
- [5] 渡辺 富夫,大久保 雅史,小川 浩基,(2000),"発話音声に基づく身体的インタラクションロボットシステム", 日本機械学論文集(C編),66-648,pp.2721-2728
- [6] 小野 哲雄, 今井 倫太, 神田 崇行, 石黒 浩,(2003)"身体表現を用いた人とロボットの共創対話", 情報処理学会論文,vol.44,Np.11,pp.2699-2708
- [7] 白水始, 中原淳,(2011)"人の主体的な問題解決を促すロボットの役割", 日本ロボット学会誌,vol.29, no.10,pp.32-35.
- [8] 喜多壮太郎, (2001) "ひとはなぜジェスチャーをするのか",認知科学,Vol.42,No.6,pp.1348-1358
- [9] 橋本 卓弥, 平松 幸男, 辻 俊明, 小林 宏,(2007)"ロボット受付嬢 SAYA を用いたリアルなうなづきに関する研究",日本機械学論文集(C編),73-735,pp.3046-3054

授業名をノードとした学習履歴の概念地図化活動の分析

An effect of the Concept mapping with Class name nodes

土屋 衛治郎
Eijiro Tsuchiya

島根大学教育開発センター

Center for Educational Research and Development, Shimane University
etsuchiya@soc.shimane-u.ac.jp

Abstract

This article presents a discovering process of the learning significance through the concept mapping the learning history. The student rediscovered the learning significances of the already taken classes along with the gradual change of the viewpoint of the classes association.

Keywords — Learning History, Concept Map, Continual Learning

1. はじめに

今世紀の学習者は自主的に課題やゴールを創り続け学び続けることが求められ[1], また, オープンコースウェアや MOOC (Massive Open Online Courses) の発展など, 自主的に学び続けることが可能な環境が整いつつある. このような状況において, 学習者の自主的かつ継続的学習を支援する方法の開発が有益だろう.

少なくとも成人に近い学習者は, それまでの教育機関において既に多くの内容を学んでいる. 将来的な学習を支援する際に, まず, 自らの学びの基盤となる重要な既学習項目を発見しておくことが一つの有効点である. 例えば, 「新しい課題に出会い, 学習をする必要が発生した場合, 復習し, 振り返ることが出来る学習内容」を把握しておくことに当たる.

本研究では, 学習者が自らの学習履歴を振り返ることにより, 既に学んできた項目の価値や意義をどのようにして発見するか, そのメカニズムの検討を行う. さらに, この検討結果を基に, 将来的学習を支える環境構築の要点を見出すことを目的とする.

大学学部生 3 年生を対象に, 履修済みの授業科目の名前をノードとした概念地図の作成活動を行

わせ, 将来の学習を支えるような観点の発見につながるか, そしてどのような過程を経て発見につながるかを分析した. その結果, 個々の授業が学習上どのような意義を持つか捉え直しが段階的に発生し, またその捉え直しは授業間の関連付けの仕方の変化と対応して起こっていた.

2. 研究方法

2.1. 学習履歴の概念地図化

学習者に自らがどのようなつながりで何を学んできたかについて, 履修済みの授業を材料として概念地図化を行わせた (図 1).

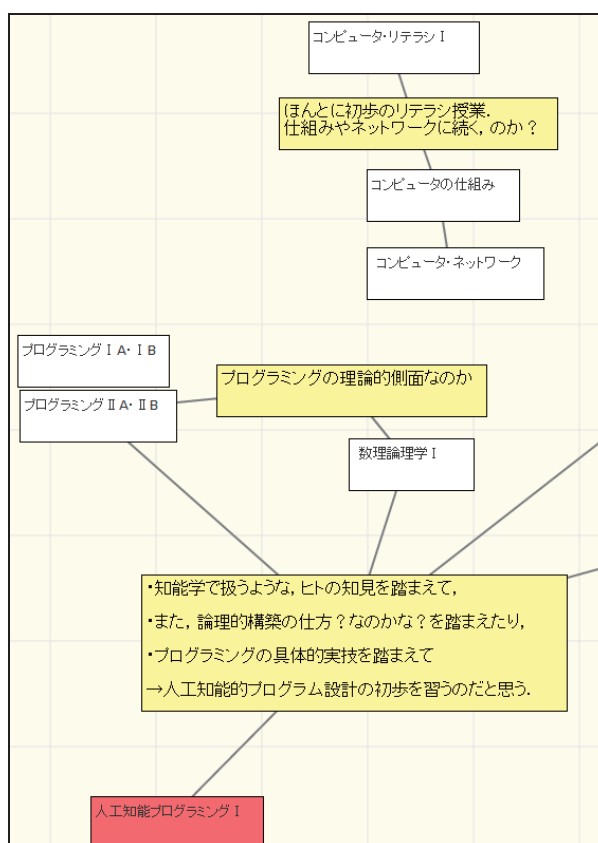


図 1 授業名をノードとした概念地図

概念地図化は、学部3年生後期始めのゼミ活動「自らの学びをデザイン」プロジェクトにおいて、合計3コマ、3週間に渡って実施された。学習者にはまず、「大学でどれくらいの数の授業を受けてきたか」や「大学でどのような内容を学んできたか、何に興味をもつようになったか」など、文章題の形式で自らの学習履歴について大まかに振り返らせた。その後、学習者の履修済み科目一覧を手がかりに、図1のような概念地図作製を行わせた。その後、学習者が今後履修していく授業が作製済みの概念地図にどう積み重なるかという将来予想も作成させた。最後に、他の学習者と概念地図を共有させた。

学習者は2011年度私立C大学情報理工学部情報知能学科・学部3年生15名であった。概念地図にノードとして配置する授業科目は、基本的に学習者が履修してきた学部固有科目のみとした。ただし、その他の全学共通科目などの配置も許可した。

学部固有科目は学部共通科目と学部個別科目から成っている。さらに学部共通科目は下位科目群として、「プロジェクト系」「基礎科学系」「数学系」「リテラシ系」「コンピュータ系」「プログラミング系」「基礎工学系」「就職・教職・留学系」から成っている。学部個別科目は「学科共通基礎」「人工知能系」「自然言語処理系」「オーディオ・ビジョン系」「ユーザビリティ系」「協調システム系」「総合系」から成っている。

卒業所要単位として、全学共通科目32単位＋学部固有科目88単位＋フロート12単位＝132単位となっている。

学部共通科目の多くの科目は1年次から2年次までに配当されている。より学科に専門特化した学部個別科目に関しては、下位科目群「学科共通基礎」は1年次から2年次までの配当であるが、その他の「人工知能系」など、ほとんどの科目は3年次から履修できる選択科目であった。

対象とした学部学科のカリキュラムには授業間を関連付け、これから学ぶ方向性について学習者自身に思考させることに1コマの全時間を費やす

授業はなかった。概念地図作製活動は授業によっては実施されることもあり、概念地図化自体はほぼ全ての学習者は経験があった。

2.2. 既学習内容の価値の捉え直し

学習履歴の概念地図化をすることで、現在の自らの学習達成状態に対して、どのような内容が貢献してきたか再解釈が起こると考える。個々の授業や授業のまとまりの意味・価値の見直しの発生である。これは、今後自らが新たに学んでいくポイントを発見するというのではないが、学習者にとって将来の学習活動を支える基盤的なポイントの発見・再確認をするものとして有用性が高いと考える。

本研究では、単一事例ではあるが、概念地図作製中に複数回、授業の意味付けの捉え直しを行った学習者グループ一班を対象として分析を行った。この学習者グループは3名（それぞれ学習者A、B、Cと呼ぶ）から構成された。

3. 分析

3.1. 作製された概念地図の特徴と発話

該当学習者グループが作製した概念地図が図2である。

当概念地図の特徴として、まず「情報知能学科」という学習者グループが所属する学科名を頂点とし、その下に「情報処理関連」、「知能系」、「理数系」という学習分野または授業の系統と呼べるものが連なっていた。さらにその分野や系統には関



図2 該当学習者グループの概念地図

連する個々の授業が結合されていた。「アルゴリズムとデータ構造」という授業は他のノードとは異なる色でハイライトされ「情報系の基礎になった」という記載もあることから、特に重要な授業であると解釈されたといえる。

学習者グループの学習者Cは図2の概念地図作成中において、下記のような授業または授業のまとまりの学習上の価値を捉え直す発話を行った。

1. 「パソコン、コンピュータ動かすためのアルゴリズムとか」
2. 「アルゴリズムとリテラシーとか何個か授業取れば、基本的情報ぐらい受かるぜぐらいになったら、熱いよね」
3. 「情報数学って、あれ、知能分野の、とくに数学が使えるかなって感じじゃない。」
4. 「離散数学って、もう何か理系としてやるべきことな感じだったよな。」
5. 「アルゴリズムでやったことっていうのが、プログラミングとかそういうところに、もろ関わってるから。結構情報理工学部の肝なんじゃねえかなって」
6. 「このアルゴリズムとデータ構造っていう授業、「情報処理といえば」みたいな授業、俺の中で。」

特に発話5, 6で見られる「アルゴリズムとデータ構造」という授業が所属学部または「情報処理」というテーマについて「肝」とあるという見方は、図2概念地図においてもハイライトされ強調されており、学習者Cは重要な項目であると認識したことが示唆される。

3.2. 授業間の関連付け方の推移

授業名をノードとした学習履歴の概念地図化の行方の中で、3.1節で述べた授業の価値・意義の再解釈がどのようにして発生したかを検証する。

表1(次々頁以降に記載)は該当学習者グループの概念地図作成中の音声発話から、学習者Cが授業間の関連付け方と授業の意味付けについて言及したものを、地図作製開始から順に抜粋したものである。

黄色で塗りつぶされたセルが授業の意義付けについての発話である。

授業間の関連付け方が変化していく中で、意義付けの仕方も変化していた。関連の付け方に関して、事象1においては個々の授業の単純な順番については発言であるが、事象2においては授業間の順番が持つ意味について言及するようになった。さらに事象3では複数の授業がまとまることについて、その学習目標上の意義について言及し、事象4ではそこからさらに複数の授業がまとまりをなすことの意味付けをしていた。以上のように段階的な変化が発生していた。授業間の関連付けの範囲と関連付けの観点の段階的变化に応じて、授業が持つ学習上の意味づけも変化していったことが分かる。

3.3. 関連付けの変化を引き起こす要因

前節で示した関連付け方、意義付けの仕方の変化はどのような要因から引き起こされたのだろうか。概念地図作成中の該当学習者グループ3名の議論を含んだ発話音声記録を分析した。表2は表1に示した学習者Cの発話の前後に他の学習者の発話や、それに応じた学習者Cの発話を含めた発話記録である。表1と同様に黄色で塗りつぶしたセルは学習者Cの授業の意義付けの発話であり、薄橙色で塗りつぶされたセルはその他の学習者AかBどちらかの発話である。

特に事象2, 4, 5, 6で学習者AかBの発話が学習者Cの関連付けの考え方に影響を与えていることが分かる。事象1では学習者Cはまだ授業間の単純な順番に関する言及のみであった。これに対して事象2では、学習者Bが「○○の授業は△△の授業の入門編ではないか」という発話をする中で、学習者Cは「ああそうか。」と考え始め、「△△のための○○」というように授業間の関連付けを変化させた。同様に事象4においては学習者Bの「そういう括りでまとめていけばいいのではないか」という発話から「分野ごとに授業がまとまる」という考えにつながったといえる。事象5では学習者AとBの「情報処理」や「コンピュ

一夕関連」など授業のまとめる分野名の発話から、学習者Cは「さまざまな分野ごとに多様な授業が連なっている」という考え方を示した。

以上のように、関連付け方の変化を引き起こす要因の一つとして、他者からの関連付けヒントが挙げられる。学習者Cがその時々で考える授業間の関連付けに対し、他者としての学習者AとBからヒントが与えられることで、学習者Cは関連付けの仕方を段階的に変化させていったといえる。

ただし、同じグループであっても学習者AとBには関連付け方や授業の意義付けを段階的に変化させていったという傾向は見られなかった。学習者Cがなぜこのような考え方の変化をさせたかについて検討する。表2に示した発話記録のさらに前、概念地図作製活動の開始直後、学習者Cは真っ先に「第二外国語ってほんとに何だったの、なんでやるの？」という授業の意味・意義付けを問う言及を行っていた。また、表2の事象1の「アルゴリズムをやってからプログラミングという方が良いと思った」という発話は、該当学習者グループにおいて、明確に授業の関連性に言及した初めての発話である。以上から、学習者Cは授業の意義付けを行うという活動に対してある程度準備が整っていたことと、授業の関連性について学習経験から実感として言及できる内容があったと考えられる。関連付けを段階的に変化させた要因の一つとして、学習者の準備状態が整っていたことが考えられる。学習者Cが概念地図作成の当初から言及していた「アルゴリズム」の授業は、表1、表2に見られるように、地図作成の最後まで、さらに地図の共用時においても言及され続けた。このことから、学習者Cが授業の関連付け、意義付けに利用できる素材を持っていたことの優位性が示唆される。

4. 考察

大学学部生3年生を対象に、履修済みの授業科目の名前をノードとした概念地図の作成活動を行わせ、将来的に学習を支えるような観点の発見につながるか、そしてどのような過程を経て発見に

つながるかを分析した。その結果、個々の授業が学習上どのような意義を持つか捉え直しが段階的に発生し、またその捉え直しは授業間の関連付けの仕方の変化と対応して起こっていた。関連付けと意義付けを変化させる要因として、他者の観点を共有したこと、学習者本人の意義付け・関連付けへの準備状態が示唆された。

参考文献

- [1] Bellanca, J. A., & Brandt, R. S., (2010), 21st Century Skills: Rethinking How Students Learn. Solution Tree Press.

表 1-1 授業間の関連付け方と意義付けの推移

事象 No.	発話内容	授業間の関連付けの観点	関連付けモデル図
1	「アルゴリズムやって、プログラミングっていうほうがいいと思った。」	授業間の順番 「～の順番が良い」	
2	「パソコン、コンピュータ動かすためのアルゴリズムとか」	BのためのA	
3	「アルゴリズムとリテラシーとか何個か授業取れば、基本的情報ぐらい受かるぜぐらい、になったら、熱いよね。」	いくつかの授業を履修すれば、XXにつながる	
4	「だから分野ごとにまとまってんだよね。」	「だから分野ごとにまとまっている」	
5	「情報処理なり、コンピュータ関連なりの单元ごとに、いろんな授業が、ポンポン取る感じだよね。」	テーマに基づいた单元ごとにいろいろな授業を取る	
6	「知能系にした。」「あの、数学系。」「もう数学系、じゃあ、その理数系全然取ってねえや。」	「～系」 さまざまな系統がある	
7	「情報数学って知能分野の、とくに数学が使いそうかなって感じじゃない。」 「離散数学って、もう何か理系としてやるべきことな感じだったよな。」		

表 1-2 授業間の関連付け方と意義付けの推移

8	「こんな感じ。これで情報知能学科や、みたいな。」	個々の授業や授業の系統が、学部・学科の特色を作っている	
	「イメージとしては、この情報処理関連と数学系みたいなところが、情報理工学部。」		
	「知能学とかそういうところが、その情報知能学科の特色みたいな。」		
9	「この3つの、最初に言った枝分かれていたのがあって、それが全部ベースになって情報知能学科とかにつながってるよっていうイメージ。」	すべての授業がベースになり関わり合い、学科のテーマにつながっている	
	「結局は全部ベースになりつつ、関わりあってるよねっていう感じが、これが一番言いたいことだね。」		
10	「アルゴリズムでやったことっていうのが、プログラミングとかそういうところに、もろ関わってるから。結構情報理工学部の肝なんじゃねえかなって思って。肝にはできる部分かなって思って、とりあえずとくにチェックしておいた、ということですね。」	アルゴリズムは情報理工学部の肝	
	「このアルゴリズムとデータ構造っていう授業なんで。●してるかなっていう。結局、「情報処理といえば」みたいな授業、俺の中で。」	情報処理といえばという授業	

表2 該当グループの概念地図作製中の発話

事象 No.	発話者	発話内容	授業間の関連付けの観点
1	C	「アルゴリズムやって、プログラミングっていうほうがさ、きついいと思った。」	授業間の順番 「～の順番が良い」
2	B	「コンピュータリテラシーはさ、コンピュータの仕組みの入門編じゃないの。」	AはBの入門編
	C	「ああ、そう思う。何というか、パソコン、コンピュータ動かすためのアルゴリズムとか」	BのためのA
中略			
3	C	「じゃ、ちょっと厳しいかもしれんけどさあ、アルゴリズムとリテラシーとか何個か授業取れば、基本的情報ぐらい受かるぜぐらい、になったら、熱いよね。」	いくつかの授業を履修すれば、XXIにつながる
4	B	「そういう括りでまとめていけばいいんじゃない」	
	C	「だから分野ごとにまとめたんだよね。」	「だから分野ごとにまとまっている」
	C	「それをさ、全部取ったら、資格ぐらい余裕でってぐらいのノリにしてくれたらさ、モチベーションとかも上がると思うし。」	
	B	「なるほどね。基本的情報っていう資格があるけど、これとこれと、これとこれを取ればいいよって。」	
		「これとこれとこれが、の単位が取れば、基本情報取れますっていうぐらいの授業があれば。」	
中略			
5	A	「ハード面だよな、ハード面。あ、でもね、アルゴリズムはハードじゃないんだ。」	
	C	「ソフトだね。」	
	A	「情報処理って書いてるから。」	
	B	「コンピュータ関連っていう括りじゃないの。」	
	C	「で、情報処理なり、コンピュータ関連なりの単元ごとに、そのいろんな授業が、ポンポン取る感じだよな。」	テーマに基づいた単元ごとにいろいろな授業を取る
中略			
6	A	「この、理数系科目。」	
	A	「知能系、理数系。」	
	C	「知能系にした。」	「～系」 さまざまな系統がある
	A	「何にした？」	
	C	「あの、数学系。」	
	A	「あの一、あれあれ、ゼミとかはさ、知能系にして。」	
	C	「ああ、そうか。」	
7	A	「何だ、あの幾何学とかが理数系。」	
	C	「もう数学系、じゃあ、その理数系全然取ってねえや。統計学とかしか取ってない。」	
	A	「統計取ってない。解析、情報数学は違うでしょう、ちょっと毛色が。」	
	C	「情報数学って、あれ、知能分野の、とくに数学が使えるようになって感じじゃない。」	
	C	「離散数学って、もう何か理系としてやるべきことな感じだったよな。」	
中略			
8	C	「こんな感じ。これで情報知能学科や、みたいな。」	
	C	「イメージとしては、この情報処理関連と数学系みたいなところが、情報理工学部。」	個々の授業や授業の系統が、学部・学科の特色を作っている
	C	「知能学とかそういうところが、その情報知能学科の特色みたいな。」	
	中略		
	A	「学部的」	
	C	「知能とか、こいつら合わせて、情報、理工学部情報知能学科やでって」	
以下、作製した概念地図の共有時発話			
9	C	「授業のつながりとしては、この3つの、最初に言った枝分かれっていうのがあって、ま、それが全部ベースになってっていう感じで。こいつらがベースになって、情報知能学科とかに、何かしらつながってるよっていうイメージ。」	すべての授業がベースになり関わり合い、学科のテーマにつながっている
	C	「結局は全部ベースになりつつ、関わりあってるよねっていう感じが、一番うちらが、これが一番言いたいことだね。結局何かベースでありつつ、いろんな方面に手が伸びてるなって。」	
10	C	「プログラムの基本的な構造っていうのを座学でやってさ。だからそこにアルゴリズムがあって、実装して、なんたらかんたらみたいな、そういうのを座学でやって。それが結局アルゴリズムに帰ってきたし。アルゴリズムでやったことっていうのが、プログラミングとかそういうとこに、もろ関わってるから。結構情報理工学部の肝なんじゃねえかなって思って。肝にはできる部分かなって思って、とりあえずとくにチェックしておいた、ということですね。」	アルゴリズムは情報理工学部の肝
	C	「このアルゴリズムとデータ構造っていう授業なんで。●してるかなっていう。結局、「情報処理といえば」みたいな授業、俺の中で。」	情報処理と言えどという授業

隠喩的表現における面白さの強度の検討

A study of humorous intensity in metaphorical expressions

中村 太戯留^{†1}, 松井 智子^{†2}, 内海 彰^{†3}
Tagiru Nakamura, Tomoko Matsui, Akira Utsumi

^{†1} 慶應義塾大学, ^{†2} 東京学芸大学, ^{†3} 電気通信大学
Keio University, Tokyo Gakugei University, The University of Electro-Communications
^{†1}tagiru@sfc.keio.ac.jp, ^{†2}matsui@u-gakugei.ac.jp, ^{†3}utsumi@inf.uec.ac.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate a scale for humorousness in metaphorical expressions. We predicted that the scale would roughly correspond to Mandler's classification model of emotion, which is based on both the intensity of the incongruity and the way it is resolved. Forty university students were participated in this experiment, and asked to judge whether the expressions were humorous and afterward to select the best reason for each judgment from a number of given possibilities. As a result of a principal component analysis for these reasons, two principal components were found and named "affective intensity" and "value" for each. So, it is suggested that the scale for humorousness in metaphorical expressions would be created with an integration of "affective intensity" and "value."

Keywords — metaphorical expression, humor, affective intensity

1. 目的

面白さは、人をひきつけ、また人に豊かな気持ちを感じさせる重要な要因と考えられている[4]。また、その面白さは、価値と情動強度の両方の関与が指摘されている[4]。一般に情動喚起の研究では、反応への傾向(e.g., 表現の内容を理解しようとする)が一時的に阻止されることによって緊張感や不安感が生じ、それが納得のいく好結果によって解消されることによって快の情動が生じると考えられている[3, 6]。すなわち、反応への傾向の阻止の度合いと情動強度が関連しており、またそれが解消された結果はポジティブかネガティブかという価値と関連していると考えられる[1]。

Mandlerの情動分類モデルでは、次のような階層的な分類によって感情の強度とその価値が決まると考えられている[1]:(階層0)期待と結果が適合しているか不適合であるかで、もし適合している場合は感情の強度はゼロで価値はポジティブ[0P],もし不適合であれば(階層1)軽微な不適合か厳しい不適合か、もし軽微な不適合であれば

感情の強度は1で価値はポジティブ[1P],もし厳しい不適合であれば(階層2)代替スキームで解決可能か調節による解決が必要か、もし代替スキームで解決可能であれば感情の強度は2で価値はポジティブ[2P],もし調節による解決が必要であれば感情の強度は3で(階層3)調節が成功した場合は価値はポジティブ[3P]またはネガティブ[3N],失敗した場合はネガティブ[3N]。中村は、隠喩的表現の面白いかどうかの理由を各4種類に分類しており、Mandlerの分類モデル(カッコ内に対応する感情強度と価値を記載)とおおまかに対応すると考えられている[4]:面白くないものは,(O)わからない[3N],(A)当たり前[0P],(B)異議あり[3N],(C)深刻すぎて笑えない[3N];面白いものは,(D)そうそうと共感する[2P],(E)なるほどと納得する[3P],(F)うまいとうなる[3P],(G)おいしい(もうひとひねり)[1P]。このことから、面白いという判断に関しては,(A)当たり前[0P]という理由の場合と,(E)納得する[3P]や(F)うまい[3P]という理由の場合とが対極になっていると考えられる。

そこで本研究では、隠喩的表現を対象として、その表現が有する(潜在的な)面白さの強度を尺度として構成することを試みた。すなわち、強いポジティブな情動をプラスの数値、強いネガティブな情動をマイナスの数値、そして特に情動が発生しない状態をゼロとして表現し、隠喩的表現の分類を行った。

2. 方法

実験参加者 40名(男女各20名,23.0才[SD: 4.36; 18~37才])が実験に参加した。

刺激 “Aと掛けて、Bと解く。その心は、X”という形式の表現を用いた。トピックは、中村[4]の論文とインターネット検索を利用して収集した。前者から16個、後者から18個の合計34個のトピックをもとに面白さが強いと期待される刺激を作成した。次に、面白さを弱めた刺激を作成するために各表現の“B”を変更したペア刺激を作成し、合計で68個の刺激を用いた。

手続き 注視点として“+”をコンピュータの

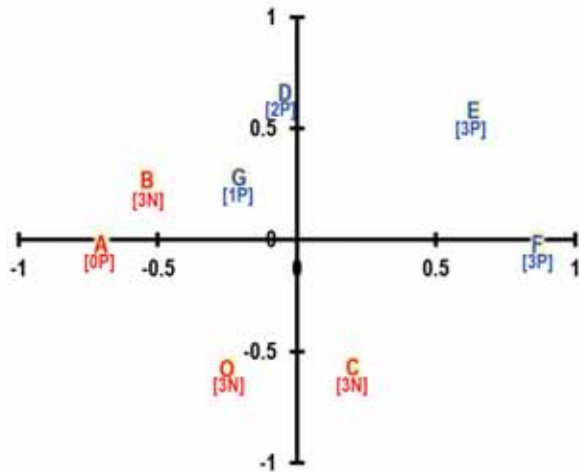


図1 主成分得点

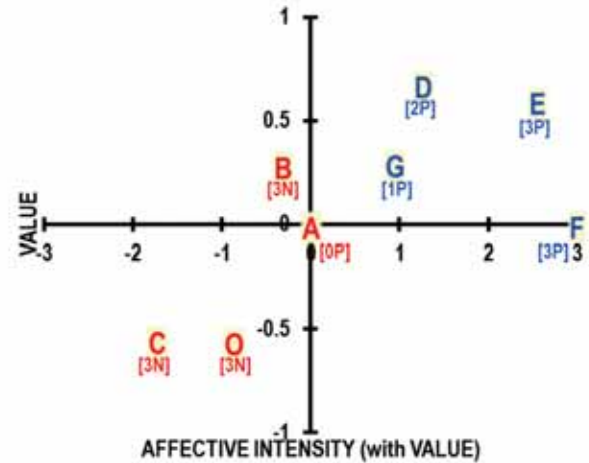


図2 感情強度と価値の調整得点

ディスプレイの中央に5秒表示し、その後、“Aと掛けて”を1.5秒、注視点を1.25秒、“Bと解く”を2秒、注視点を1.25秒、“その心は?”を0.75秒、注視点を1.75秒、“X”を3.5秒の順で表示した。そして、注視点を2秒表示したあと、“?”を1秒表示し、その際に“面白い”か“面白くない”かをコンピュータのボタンを押して回答してもらった。刺激の提示順序はランダムに、34試行ずつ前半と後半に分けて行った。また、カウンターバランスのため、実験参加者ごとに前半と後半を入れ替えた。面白い理由と面白くない理由の選択は、選択肢を予め与えてしまうと直観的な面白さの判断が阻害される可能性が考えられたため、すべての判断を終えた後に回顧調査として、中村[4]と同じ各4択の選択肢から選んでもらった。

解析 まず、表現ごとに各理由を選択した人数を集計し、68表現×8理由の度数行列を作成した。次に、各理由を対象として主成分分析を行い、抽出された主成分行列に対してVarimax回転を施したものを結果として表示した。

3. 結果

第1主成分は次の通りであった(固有値:2.126;分散の26.6%, 図1の横軸): (A) 0.703, (B) 0.538, (O) 0.251, (G) 0.209, (D) 0.043, (C) -0.202, (E) -0.632, (F) -0.864。また、第2主成分は次の通りであった(固有値:1.527;分散の19.1%, 図1の縦軸): (D) 0.659, (E) 0.580, (G) 0.278, (B) 0.269, (F) -0.018, (A) -0.019, (C) -0.569, (O) -0.575。

4. 考察

第1主成分(X_i)は、(A)当たり前[0P]と、(F)うまい[3P]が対極になっていることから、喚起された情動強度を表している可能性が考えられた。Mandlerは、情動強度(Y_i)をゼロから3の4段階で定義し

ているため[1]、(A)がゼロで(F)が3になるような換算($Y_i = 3(-X_i - A)/(F - A)$)を行うことで対応させることが可能と考えられた。

第2主成分は、(D)共感[2P]や(E)納得[3P]がプラス、(C)笑えない[3N]や(O)分からない[3N]がマイナス、そして(A)当たり前[0P]がゼロになっていることから、ポジティブかネガティブかという価値を表している可能性が考えられた。これらから、情動強度の値に対して、ポジティブなものはプラスの符合、ネガティブなものはマイナスの符合を付すことで、Mandlerの情動分類と対応させた“面白さ”の強度の尺度構成の可能性が示唆された(図2)。各理由の加重は次の通り: (C) -1.73, (O) -0.87, (B) -0.32, (A) 0.00, (G) 0.95, (D) 1.26, (E) 2.56, (F) 3.00。表現ごとに各理由の加重平均を求めることにより、その表現の面白さの強度を推測した。表現全体の平均値は0.81 (SD: .714)であった。

これらから、隠喩的表現における面白さの尺度は感情強度と価値の統合によって構成可能であることが示唆された。

参考文献

- [1] Mandler, G. (1984) “Mind and body: Psychology of emotion and stress”, New York: Norton.
- [2] Martin, R. A. (2007) “The psychology of humor: An Integrative Approach”, MA: Elsevier.
- [3] Meyer, L. B. (1956) “Emotion and meaning in music”, Chicago: The University of Chicago Press.
- [4] 中村太戯留. (2009) “隠喩的表現において“面白さ”を感じるメカニズム”, 心理学研究, Vol. 80, No. 1, pp. 1-8.
- [5] 野口素子, 佐藤弥, & 吉川左紀子. (2008) “情動強度尺度日本語版の作成”, 対人社会心理学研究, Vol. 8, pp. 103-110.
- [6] 戸梶亜紀彦. (2001) ““感動”喚起のメカニズムについて”, 認知科学, Vol. 8, pp. 360-368.

絵本中の空間認知に対するページめくり方向と 場面における距離変化の影響

Influence of physical distance and page turn direction in spatial perception of digitalized picture book

北爪 英明[†], 安田 哲也[‡], 勝又 洋子[§], 小林 春美[†]

Hideaki Kitazume, Tetsuya Yasuda, Yoko Katsumata, Harumi Kobayashi

[†]東京電機大学大学院, [‡]埼玉県立大学, [§]東京電機大学

Graduate School of Tokyo Denki University, Saitama Prefectural University, Tokyo Denki University

h-koba@mail.dendai.ac.jp

Abstract

This study examined participants' perception of physical distance that a main character of a digitalized picture book story moved when page turn direction of the picture book varied. It was presented as an animation on PC. There were two page turn directions, horizontal and vertical. We displayed 8 different movements of the character, such as walking, running, and jumping. University students watched 8 animations and responded estimated physical distance that the character moved in each scene in the page turn animation. The result showed that the estimated distance in horizontal page turning was longer than that in vertical page turning. It was suggested that whether page turn is horizontal or vertical affected people's perception of physical distance of a character's move in picture book.

Keywords page turn direction, physical distance, digitalized picture book

1. 目的

絵本とは、絵画と文章が記載された紙で構成される書籍であり、特に子どもの娯楽・知育としての役割を持って生まれた。絵が主体である書籍としては漫画があるが、漫画は一枚の紙に多くの絵や文章などの情報を提示している点において、絵本とは異なっていると考えられる。絵本と他書籍類との違いについて石川(2009)は、漫画、小説、学術書などの媒体は絵本と比較して情報量、その抽象化の程度が高度であるため、乳幼児期の子どもには理解できない反面、絵本は子どもの発達に合わせるかのように多様なつくりになっていると主張している。

絵本は絵を主体した書籍の一つであるが、ページを自発的にめくり、次のページへと進むという

点、前後の絵を関連付けることによって、空間のイメージを形成するという特徴がある。絵本の物理的な作りは書籍である以上いたって平面的であり、限定的である。1つのシーンを取っても、大量のカットを用意して表現する訳ではなく、断片的なカットのみで前後の流れを表現する。1枚1枚は独立した場面の絵であるにも関わらず、ページをめくり、前後の絵を関連付けることで、読者はそこからイメージを作り出し、物語という方向や流れを持つ空間を生み出していると考えられる。

子どもは絵本を読む(読んでもらう)ことにより、物語の場面空間を理解し、そしてその空間を自身の中で形成していく能力を発達させていくと考えられる。

子どもの絵本読みに関して秋田、無藤、藤岡、安見(1995)は、幼児は各文字知識を習得するまでは、絵情報にもっぱら依存するが、文字を一定以上習得すると、絵だけではなく文章から情報を得、理解しようと試み、次第に文字を文節というまとまりで読むことが出来るようになると、話の内容や展開に注意が配分できるようになるという発達過程を示唆した。酒井(2007)は、絵と文章はお互いに補い合い、それぞれが情報を与え合うことによって、読み手にその物語内容を伝えており、それは絵と文章が、読み手への情報提示と理解促進という二つの側面で相互補完関係があると主張した。このように絵と文章において、相互で情報を補い合い物語の理解=イメージを構成していくという物語理解能力の研究が行われているが、藤本(2007)は人間の視線運動から絵本を考察して

いる。ページでの目線の運び方に着目し、ページをめくることでその読み手の視線自体も導かれ、それは登場人物の動きや物語の進行方向の基準となる、としている。物語上の時間や空間の進行方向、そしてその大小といった要素は、絵本の特徴としたページをめくるという動作によって意味づけられ、決定される可能性が考えられる。ページめくり方向の影響が、子どもの距離・空間知覚に影響を与える可能性があるのならば、子どもの空間認知の発達をより促すことができると考えられる。

北爪，小林，勝又(2012 年度感性工学会大会論文集)では、絵本のページめくりによる想像空間の形成という観点からページ間の距離を調べた。実験では、絵本「うみべのハリー」を題材とし、ページめくりの動きを縦方向と横方向(従来の絵本のめくり方)とし、登場人物のハリーが、設定した4つの場面(歩行移動，走行移動，波による移動，ジャンプ移動)について参加者に自由に距離を回答するよう求めた。結果，ハリーが波を被り移動する場面について，縦方向と横方向のページめくりにおいて差が見られた。他の要因についてはあまり差が見られなかった。この結果は，登場人物が徒歩で移動している場面において，ページめくりの方向が移動距離，想像空間を拡張する要因になっているという可能性を示唆した。しかし，距離に関する回答が自由記述式であったことから，距離区分に対する回答のばらつきが多かった。

本研究では，北爪，小林，勝又(2012)と同じ題材を用い，距離に関する回答に幅を設けた。また，ページめくりの方向の変化によって，想像する距離の変化量がより明確に検出されるよう，参加者にはベースライン提示としてページめくりがない絵本を見てもらった。その後，ページめくりを行う絵本を見せ，登場人物はどれくらい移動したか，という距離を想像させる質問を課し，距離感覚を示しやすい回答装置を開発・使用して，ページめくりの方向に違いがあるのかを調べた。また本研究は，幼児を対象とした調査を行うための事前研究であり，意図の交換が容易に行える大学

生を参加対象として実施した。

2. 実験方法

参加者：14名の大学生(男性14名；平均年齢22.07)が実験に参加した。参加者は，実験条件に対してそれぞれランダムに割り当てを行った。

刺激：福音館書店出版の絵本「うみべのハリー」を用いて，スライド形式のデジタル絵本を作成した。絵本の選定理由は，登場人物が人間ではなく犬であるため参加者自身の体験による移動距離の類推が行いにくいこと，登場人物の進行方向が一定している(左から右へと進む)こと，絵のみでも物語の筋が理解できることの3点である。デジタル絵本にすることで，ページをめくる速度を一定にし，また，手の動き・位置による視線方向の誘導を防ぐことが可能である。刺激は，実験ブースの机の上に設置されたパソコンのモニターに表示され，自動的にページめくりが行われた。横向きと縦向きの間で，空間の広がり知覚への効果に対する差を検討するため，右から左へとめくられる“横”，下から上へとめくられる“縦”の2種類用意し，これを実験条件とした。

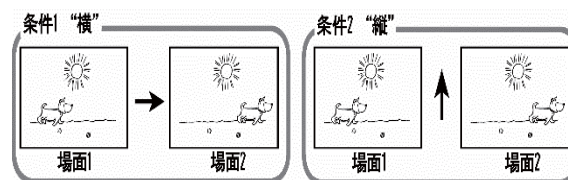


図1. 実験条件

空間を形成する要因の一つであると考えられる絵本の中の文字は，本実験では提示しなかった。北爪，小林，勝又(2012)の実験では朗読音声によって物語を最初に提示したが，本実験においては，距離に関する言葉の説明がイメージ形成に影響することを防ぐため提示しなかった。また，自動のページめくりにすることで，参加者による読むスピードに違いがなくなるよう統制した。

手続き：まず，参加者に対しスライド絵本を上映した。途中，登場人物“ハリー”がある地点からある地点に到達した際にスライドを一時停止し，

その場面におけるハリーの移動距離について、「ハリーは から まで、どれくらい移動したと思いますか」と参加者に質問し、回答を求めた(表1)。

表 1. 距離に関する質問

場面番号	内容
1	ハリーは、家族の parasol から砂のお城までで、どれくらい移動したと思いますか。
2	ハリーは、砂のお城から太ったおばさんのところまでで、どれくらい移動したと思いますか。
3	ハリーは、太ったおばさんのところから波にさらわれる地点までで、どれくらい移動したと思いますか。
4	ハリーは、波にさらわれてから沖まで、どれくらい移動したと思いますか。
5	ハリーは、沖から陸に戻るまで、どれくらい移動したと思いますか。
6	ハリーは、陸に戻ってから監視員のおじさん達に見つかるまでで、どれくらい移動したと思いますか。
7	ハリーは、監視員のおじさん達がハリーを捕まえようとくずかごを下ろした地点から、ホットドッグ屋までで、どれくらい移動したと思いますか。
8	ハリーは、ホットドッグ屋から家の子供たちと一緒に歩き始めるまで、どれくらい移動したと思いますか。

1 回の上映の中で、同じ手順を計 8 回繰り返した。提示順による効果への影響を無くすため、ベースライン(ページめくりなし)を設け提示後、参加者毎に“縦”と“横”のページめくりの提示順を横 縦、縦 横のいずれかとしてそれぞれランダムに割り当てた。ページめくりの違い以外の条件は、全て同様とした。

回答には回答装置を用意した。コルクボード上に A4 の方眼紙を裏側にして設置し、登場人物に見立てた画鋏ピンを方眼紙上に刺したもので、移

動距離についての質問を受けた参加者に、移動したと思う距離の分ピンを水平方向に移動し、刺し直すよう指示した。回答の記録、及び分析は、この回答装置の方眼紙に残る画鋏ピンの始点と終点の距離を計測し、その数値を用いて行った。装置の説明を行う際、始点から終点までの長さは参加者には提示しなかったが、「ハリーの体長は 50cm とします。この時 1 ハリー = 50cm (図 2) とし、終点の位置は 100 ハリーとします。」という教示を参加者に与えることで、装置の尺度上限距離を確認した。また、絵本の進行を止める形で質問を行うため、絵本の流れが必要以上に滞ったり、時間を掛けて考え込み想像空間が変化したりすることを防ぐため、1 問あたりの回答時間は最長 15 秒とし、直感的に回答させた。また、得られた距離データをデータの傾向を適切に伝えられるために標準化した。

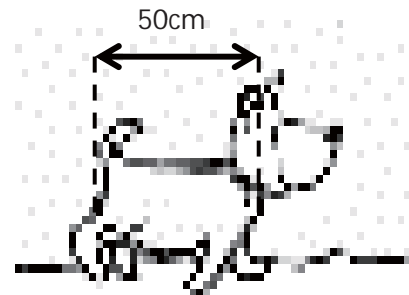


図 2 ハリーの体長 (1 ハリー = 50cm)

注) 体長は、胸骨端より坐骨端までの直線距離とした。

3. 結果

登場人物の平均移動推定距離について、実験条件として、ページのめくり方(横めくり、縦めくり)と、各場面での距離に関する質問(場面 1~8)を参加者内要因とした、標準化した値を従属変数とした分散分析を行った結果、ページのめくり方($F(1, 13) = 11.415, p = .0049, \eta^2_p = 0.468$)と各場面での距離に関する質問($F(7, 91) = 7.014, p < .0001, \eta^2_p = 0.072$)に主効果があった(図 3)。

各場面での距離に関する質問についてライアン法を用いた多重比較を行い、有意差が見られた場面を下記に示す。場面 4($M=0.429$)は場面

3($M=-0.75$)よりも平均値が大きかった。登場人物が沖から泳いで陸地に上がっている場面5($M=0.539$)は場面1($M=-0.357$)、場面2($M=-0.375$)、場面3($M=-0.75$)、場面8($M=-0.282$)よりも大きかった。登場人物が走って移動している場面7($M=0.796$)は場面1($M=-0.357$)、場面2($M=-0.375$)、場面3($M=-0.75$)、場面8($M=-0.282$)よりも大きかった($ps>.05$)。他の効果に有意差はなかった。

4. 考察

場面4は、場面3と有意差が見られた。場面4は登場人物のハリーが波によって移動しており、大きく移動距離を取っている印象を受けるが、対して場面3はハリーが座り込んでいるように描かれ、前シーンから大きく移動していると受け取りにくい印象があった。場面5はハリーが泳いで移動している場面であり、場面1、場面2、場面3、場面8と有意差が見られたが、これは場面5が唯一泳いで移動しているのに対し、差の見られた4つの場面は全て徒歩の移動が想起されるという共通点が見られたことから、場面5での泳ぐという

特徴的な移動方法が、距離のイメージに影響を与えた結果であると考えられる。場面7は徒歩移動と異なり、ハリーが走って移動しているように描かれた場面であった。多重比較の結果、場面5と同様に、徒歩移動を行っているように描かれた場面1、場面2、場面3、場面8との有意差が見られたことから、この場面においても、登場人物の徒歩という移動方法と、走っているという移動方法の違いから、移動距離のイメージを想起する際の違いをもたらしたと考えられる。

5. まとめ

縦めくりに比べ、横めくりのほうが、距離に関する変化量が大きかった。また、距離知覚に変化があった場面が存在した。ハリーが走ったり泳いだりといった、徒歩以外の方法により移動しているものと、徒歩移動しているものと、移動方式の違いがある場面は縦めくりと横めくりの影響があり、異なった距離知覚を行っていた。反対に移動方式に違いがない、共に徒歩で移動している場面においては縦めくりと横めくりの影響は見られなかった。このことは、本文中の文字

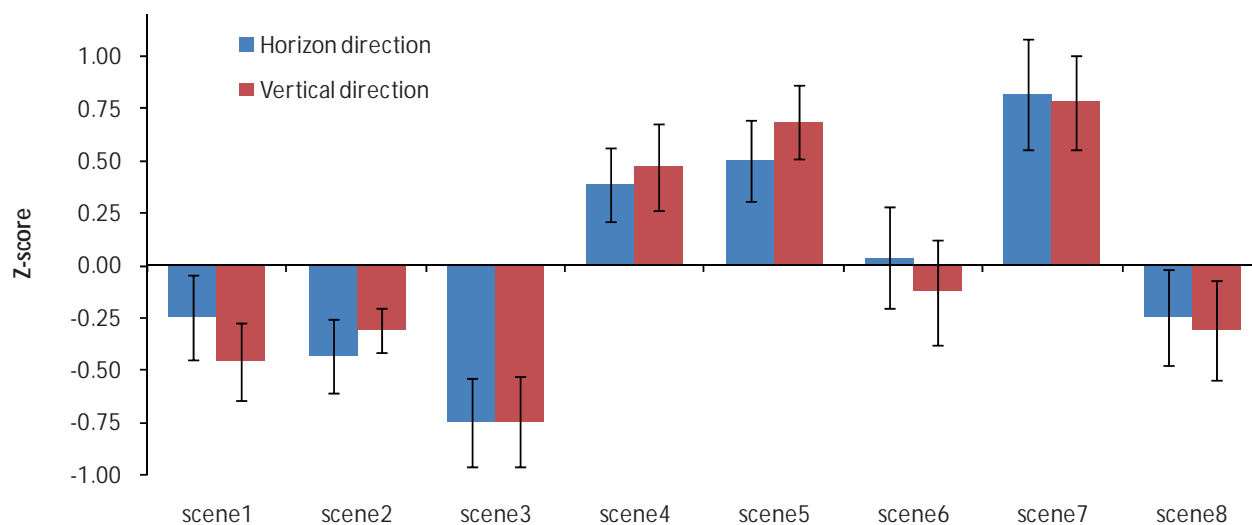


図2. 各場面(scene)における距離の変化量

注)z-scoreの0.00はベースラインの値を示す。マイナスの値が大きいほど、参加者が移動距離を短いと感じ、プラスの値が大きいほど、距離が長いと感じている。なお、エラーバーは標準誤差を表示している。

などによる誘導(「走る」,「歩く」など)がなくとも,描かれる登場人物の移動の仕方によって,距離の感覚に変化や影響をもたらすことが示唆された。

京都,pp.2-28.

本研究では,参加者に回答装置を手渡し,距離の設定を適切に行ったために,北爪,小林,勝又(2012)では達成されなかった問題が達成されたと言える。北爪,小林,勝又(2012)の泳ぎに関する距離とほぼ同様の結果だったために,この回答装置を用いた距離に関する影響がないと言える。今後,ページめくりの移動方式を一つの絵本としてまとめ,同一部分と異なる移動部分とで構成して作成することで,ページめくりが移動方向へのイメージ形成に直接影響を与えているのか,そして縦方向,横方向により強く(弱く)イメージを誘導する要因は何かを比較し分析することが可能になると考えられる。さらに,本実験ではページめくりの時間,タイミングを統制するためにPC上でページめくりを再現したが,実際の絵本読み場面でページをめくるものとはどのような差異が見られるのかを,実験により検証していくことが今後の課題である。

参考文献

- [1] 石川 由美子,(2009)“子どもの認知発達を促す際近接発達領域を生み出す「場」としての絵本についての一考察”,聖学院大学論叢,Vol.22,No.1,pp.165-179.
- [2] 秋田 喜代美・無藤 隆・藤岡 真貴子・安見 克夫,(1995)“幼児はいかに本を読むか? :かな文字の習得と読み方の関連性の縦断的検討”,発達心理学研究,Vol.6,No.1,pp.58-68.
- [3] 酒井 真千子,(2007)“読解における絵に関する考察 - 絵本理解の視点から - ”,岩手大学英语教育論集,Vol.9,pp.1-10.
- [4] 藤本 朝巳,(2007)“絵本の仕組みを考える”,日本エディタースクール出版部.
- [5] 北爪 英明・小林 春美・勝又 洋子,(2012)“絵本中の空間認知に対するページめくり方向の影響”,第14回日本感性工学会大会,千住東

幼児の自己身体部位の定位における言語ラベル呈示の影響 Facilitative Role of Word Label for Localization of Self-body Parts in Young Children

宮崎 美智子[†], 開 一夫[‡]
Michiko Miyazaki, Kazuo Hiraki

[†]大妻女子大学/玉川大学, [‡]東京大学
Otsuma Women's University/Tamagawa University, University of Tokyo
myzk@otsuma.ac.jp

Abstract

Self-body representation consists of multimodal information, such as visual, somatosensory, and verbal modalities. In this study, we examined how young children integrate various sensory information for constructing own self-body representation.

For the purpose, we focus on an interesting cognitive error in young children, named “front-back reversal error”. A colorful sticker was placed on foreheads of young children, and then their face was presented on mirrors, some of them initially attempted to remove the sticker on the back of their heads, although it was placed on their forehead. We assume this error is caused by a failure of integration of self-body representations among multiple modalities. In this study, we report that this front-back reversal error decreases when verbal label of the body part is presented to children in advance. From this result, we discuss how sensory, visual and verbal information of self-body representation are integrated in young children.

Keywords — Self-body Representation, Body Parts, Mark test, Development

1. はじめに

私たちは目の前にある手を視覚的に自分の手だと容易に認識できる。たとえ目を閉じても自分の手がどこに存在するか、どれくらいの長さなのか、体性感覚を通じて感じ取ることができる。このように、自己身体表象は主に体性感覚と視覚、さらに言語という三つのモダリティで表象されると言われる (Schwoebel et al, 2002)。たとえば、鏡の自己像を見て化粧をしたりするには、これらの異なる感覚を単一の身体表象に統合する必要がある。

我々は近年、身体表象の統合に関する興味深い現象を発見した。2歳児のおでこの上にこっそりとステッカーを貼り、鏡を見せる。すると、2歳児の4割近くが、最初のステッカー探索（ファー



図1. マークテストにおける後ろ探し

ストサーチ)において後頭部からシールを探し始めるという不思議なふるまい（後ろ探し現象）を示した。（図1; Miyazaki & Hiraki, 2009; in prep). 興味深いことに、鼻や頬にマークをつける場合ではこのような現象は生じない。

このような鏡のテストはマークテストと呼ばれ、幼児が鏡に映った自分の姿を自分であると認められるかを評価する自己認識のテストとして有名である。通常、1歳半を過ぎる頃に、子どもは鏡に映った自分の姿を自分であると認められるようになり、自分の身体からステッカーを取るようになる (Amsterdam, 1972)。我々のデータでも最初の探索で後頭部を探した幼児でも最終的にはステッカーを発見できる子がほとんどであった。

ではなぜ幼児は最初の探索においておでこに貼られたステッカーを後頭部から探す、という不思議なふるまいを示すのか。我々は、身体部位によって身体表象の精度に違いがあり、言語ラベルによって身体部位のカテゴリ化が促され、それが視覚-体性感覚にもとづく身体表象の統合に影響を及ぼす可能性を考えた。

具体的には、鼻や目といった比較的早い段階に言語ラベルを獲得する身体部位は、統合され精

緻化された身体表象を用いること比較的早い時期から可能となり、「後ろ探し」現象は生じない。しかし、おでこのように2歳の時点で言語ラベル未獲得の身体部位では、各身体表象の統合が難しく、視覚・体性感覚性の身体表象の精度に大きな違いが生じると考えた。

そこで本研究では、言語ラベルの獲得が未熟な「おでこ」という身体部位について、言語ラベルの学習を促す。その結果、身体表象の統合が容易になり、「後ろ探し」現象の頻度が低減するかどうかを検討した。

2. 方法

44名の2歳児に実験参加の協力を得た。身体部位のラベルが強調される語りかけをまず幼児に聞いてもらった。語りかけはエプロンシアターによる人形劇で、ストーリーの中で、身体部位に関する言葉（おでこ・鼻）を最低4回繰り返し聞かせるといった内容であった。半数の被験児には、当該の身体部位が強調される「おでこ」教示条件、残りの半数には直接探索に関係のない身体部位が強調される「鼻」教示条件に参加してもらった。

その後、幼児に気づかれないように、おでこの上に約4cm角のカラフルなステッカーをこっそり貼りつけ、ステッカーに気づいていないことを確認した後に鏡を見せ、ステッカーに対する反応をビデオ記録した。

また、実験前に、あらかじめ養育者（全員母親）に被験児の「おでこ」ならびに「鼻」に関する語彙獲得状況を質問紙で回答してもらった。

3. 結果

3.1 語彙獲得状況

被験児の「おでこ」「鼻」に対する語彙獲得状況は、条件に関係なく類似していた。おでこ教示群・鼻教示群ともに、おでこに対する理解ならびに産出ができる被験児は約6割であった（おでこ教示群：59%、鼻教示群：64%）。それに対し、鼻に対する理解ならびに産出ができる被験児は9割以上であった（おでこ教示群：95%、鼻教示群：95%）。

3.2 後ろ探しの比率

ビデオ記録からステッカーに対するファーストサーチの位置を分析した。そして、後ろ探しの比率を先行研究の Miyazaki & Hiraki (2009) のデータ（図2左端）と比較した。図2はマークテストにおけるファーストサーチの場所の出現比率を示している。

ファーストサーチで観察された「後ろ探し」は、教示なし群が36%、おでこ教示群が9%、鼻教示群が27%であった。3群の反応比率について、まず全体としての差が見られるかどうかをフィッシャーの正確確率検定を用いて検討したところ、有意差が示された（Fisher's exact test, $p = .006$ ）。さらに、どの条件間に「後ろ探し」の比率の差が見られるかを明らかにするために対比較を行った。すると、教示なし群とおでこ教示群の間に、後ろ探し出現比率の有意な差があることが分かった（Ryan法, $p < .05$ ）。その他の教示なし群と鼻教示群、おでこ教示群と鼻教示群の間にはいずれも有意な差は見られなかった。

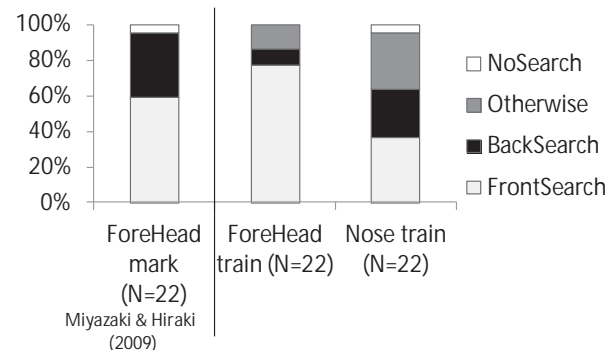


図2 各条件におけるファーストサーチの場所
注釈

Foreheadmark: 事前教示なし群

Forehead train: おでこ教示群

Nose train: 鼻教示群

凡例

FrontSearch: 前頭部分を探した、

BackSearch: 後頭部分を探した

Otherwise: 上記以外の頭部を探した

No Search: 探さなかった

これらの結果から、おでこという身体部位の言語ラベルの学習を促進させたことにより、教示を行っていない場合に比べて「後ろ探し」エラーが低減したことが示された。

4. 考察

本研究では、マークテストにおける「後ろ探し」現象の認知背景を「身体部位の言語ラベルが未獲得であることにより生じる視覚・体性感覚の身体表象の統合エラー」と説明できるかどうかを検討するため、言語ラベルの学習を促す語りかけの介入を行った。その結果、すでによく知っている鼻という言語ラベルの導入では「後ろ探し」エラーに対してほとんど介入効果がなく、おでこという言語ラベルを導入したときのみ、「後ろ探し」エラーが低減した。このことは言語ラベルの獲得が未熟である場合、各身体表象の統合が難しく、視覚・体性感覚性の身体表象の精度に大きな違いが生じたと考えられる。

参考文献

- [1] Schwoebel, J., Boronat, C.B. & H. Branch Coslett, H.B (2002). The man who executed “imagined” movements: Evidence for dissociable components of the body schema. *Brain and Cognition* 50, pp. 1–16.
- [2] Miyazaki, M., & Hiraki, K. (2009). Does the front-back localization error in self-recognition indicate early body representation in young children? *Proceedings of the XIVth European Conference on Developmental Psychology*

4. 謝辞

本研究は科研費（課題番号：23700322, 24000012, 25119510）ならびに文部科学省グローバルCOEプログラム（社会に生きる心の創成）による助成を受けた。

社会不安傾向に関する自律神経系の活動計測

The relationship between activity of the autonomic nervous system and social anxiety

都地 裕樹[†], 嶋田 総太郎[‡]
Yuki Tsuji, Sotaro Shimada

[†] 明治大学大学院理工学研科, [‡] 明治大学理工学部
[†] Graduate School of Science and Technology, Meiji University
[‡] School of Science and Technology, Meiji University
yuki.tsuji02@gmail.com

Abstract

We conducted a gaze detection experiment to examine the effects of social anxiety on autonomic nervous system activity. Avoidance or excessive fear is a defining feature of social anxiety disorder in a social situation associated with being evaluated or embarrassed by others. Especially, gaze of others is known to frequently induce social anxiety. The subject was required to detect the leftward or rightward averted gaze among opposite-directed averted and direct gazes. Participant's level of social anxiety was examined by means of the Japanese version of the Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS-J). We used the cardiac deceleration as an indicator of emotional stress. For medium and low socially anxious subjects (less than 50% of the LSAS-J score), we found a negative correlation between the LSAS-J score and cardiac deceleration (correlation coefficient $r=-0.60$, $p<0.01$). However, the correlation was attenuated when the subjects with high LSAS-J score was included ($r=-0.48$, $p<0.1$). This result suggests that this kind of gaze detection task can be used to examine the mechanism of social anxiety.

Keywords — social anxiety, autonomic nervous system, cardiac deceleration

1. 導入

人前で話す等の社会的状況においてある程度の不安を抱くことは正常であり、過度の緊張や恐怖を抱く人は元来持ち合わせた性格に起因すると考えられてきたが、そのような人々の中には精神的な疾患、社会不安障害が原因であることがわかってきた。

社会不安障害とは常に他者からの批判的な評価に対して強い不安や恐怖を覚え、精神的苦痛に伴い手足の震え、動悸、大量の発汗などの様々な身体的症状や生理反応が生じ、一般生活に支障をきたす精神疾患である。「よく知らない人たちの前で他人の注視を浴びるかもしれない社会的状況または行為をす

るという状況の1つまたはそれ以上に対する顕著で持続的な恐怖。」[1]と臨床的特徴があげられており、他者の視線は社会不安障害の人にとって批判的な評価につながる重要な要因であると考えられている。昨今の研究では人前でスピーチをさせる[2]、表情や視線を用いた画像を提示する[3]など、実験室において被験者を他者の視線に晒す環境を再現してきた。しかし複数の視線にさらされる環境において、視線の個数の変化による被験者への影響を言及する報告は数多くない。本研究では視線探索課題において自分に向けられた視線の数の変化による課題遂行の反応時間、心拍への影響および本実験課題と社会不安障害の傾向との関与を調査する。

2. 実験

健全な成人男性12名、成人女性3名(22.5±3.4歳 平均±標準偏差、右利き9名、左利き1名)が実験に参加した。刺激となる画像は20.5×46cm²の範囲におさまり、同心円上に両目の画像を8つ配置したものでディスプレイの中心に表示させた(図1)。



図1 実験刺激画像(直視の数が5コ)

両目の画像は、こちらを見ている目(以下、直視)とよそ見(右と左)をしている目の三種類で構成さ

れており、横長の長方形の画像で眉が含まれないように切り抜かれている。直視の目の数は1, 3, 5, 7コの4条件とした。生体アンプ (USBamp, g.tec社, オーストリア) を用いて、R波 (心室が収縮する時の心電) を記録し、R波の最大値 (R値) となる時刻がR値を与える時刻としてRR間隔より瞬時心拍変動時系列に直線補間処理を行った。刺激呈示のオンセットを0秒とし、刺激を見た時の不快な情動の指標に一過性の徐脈の値を採用した [4]。刺激を呈示した時の瞬時心拍数を基準として、一時的に心拍数が低下したのち増加する心拍数の変動を一過性の徐脈と呼び、本実験では0-3sの間の瞬時心拍数 [bpm] の最小値を一過性の徐脈の値とした。

実験は条件ごとに4つのセッションに分けて行い各セッションの間に1分間程度の休憩をとった。各試行では、刺激10秒、固視点20秒を繰り返し1つのセッションにつき16試行繰り返した。刺激順序はランダムであったが、ターゲットの出現位置は各セッションで同じ場所に出現するようにした。ターゲットは右よそ見または左よそ見とし、各セッションでターゲットの出現確率は50%であった。行動実験後、被験者には社会不安障害尺度 (LSAS-J) [5]、対人恐怖心性尺度 [6]、自意識尺度 [7]、ベックの抑うつ質問表 (BDI-II) [8] を答えさせた。

3. 結果

反応時間の結果を図2、瞬時心拍数の変動を図3、図4に示す。エラーバーは標準誤差を表している。



図2 反応時間の結果

反応時間についてターゲットの有無×直視の数の二要因分散分析をしたところ、ターゲットの有

無について主効果がみられた ($F(1,14)=75.79$, $p<.01$ 図2)。他の主効果および交互作用はみられなかった。瞬時心拍数の変動についてターゲットの有無×直視の数の二要因分散分析をしたところ有意な主効果および交互作用はみられなかった (図3, 図4)。

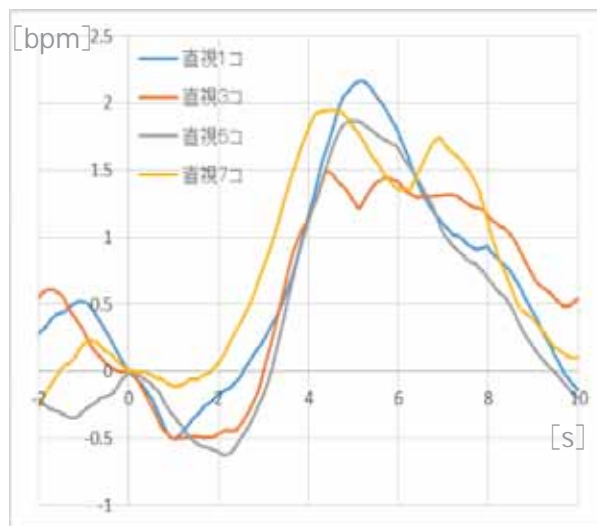


図3 瞬時心拍数の変動 (ターゲットあり)

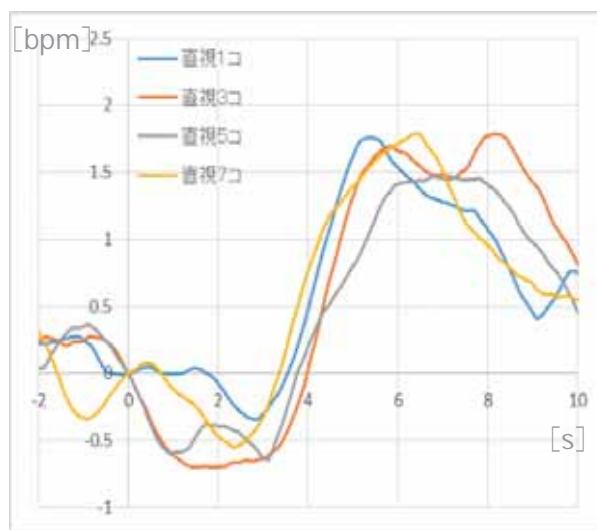


図4 瞬時心拍数の変動 (ターゲットなし)

アンケートの結果と反応時間および一過性の徐脈の結果の相関係数を表1に示す。表1よりアンケートの結果と反応時間および一過性の徐脈の結果に有意な相関はみられなかった。LSAS-Jの点数が半分未満 (144点中72点未満) の被験者においては、反応時間と私的自意識に有意な負の相関がみられた ($r=-0.65$, $p<.05$)。また一過性の徐脈と社会不安障害尺度に有意な相関がみられ ($r=-0.60$, $p<.05$)、さらに一過性の徐脈と社会不安障害尺度の下位尺度である社交状況に有意な負の相関

($r=-0.71$, $p<.05$) がみられた。他の尺度と結果の間に有意な相関は見られなかった。

表1 アンケートとの相関係数

アンケート	反応時間	
	ALL	L-M
LSAS-J	0.32	0.006
行為状況	0.27	0.016
社交状況	0.35	-0.01
自意識尺度合計	-0.12	-0.37
公的自意識	0.18	-0.01
私的自意識	-0.42	-0.65**
バックのうつ病診断	0.002	-0.08
対人恐怖症尺度合計	-0.03	-0.31
自分や他人が気になる悩み	0.013	-0.12
集団にとけ込めない悩み	0.21	0.284
社会的場面で当惑する悩み	0.20	-0.09
目が気になる悩み	0.20	0.037
自分を統制できない悩み	0.18	0.308
生きることに疲れている悩み	0.10	0.47
	一過性の徐脈	
アンケート	ALL	L-M
LSAS-J	-0.48*	-0.60**
行為状況	-0.40	-0.44
社交状況	-0.53*	-0.71**
自意識尺度合計	-0.070	-0.02
公的自意識	-0.12	-0.09
私的自意識	0.008	0.07
バックのうつ病診断	-0.06	-0.05
対人恐怖症尺度合計	0.082	0.05
自分や他人が気になる悩み	-0.06	-0.03
集団にとけ込めない悩み	-0.16	-0.13
社会的場面で当惑する悩み	-0.28	-0.27
目が気になる悩み	-0.36	-0.36
自分を統制できない悩み	-0.36	-0.39
生きることに疲れている悩み	-0.31	-0.35

* $p<.10$, ** $p<.05$

注) ALL は全被験者を表し、L-M は LSAS-J の点数が 144 点中 72 点未満の被験者(男性 10 名, 女性 2 名)を表している。

4. 考察

本研究では自身に向けられた視線の数の変化による影響および視線探索課題が社会不安傾向に関与するか調査することが目的である。今回の結果から自身に向けられた視線の数の変化による影響はみられなかったが、社会不安障害の尺度と一過性の徐脈に相関がみられた。瞬時心拍数の変動について、刺激が提示されてから一過性の徐脈を示した今回の結果はこれまでの不快な画像が自律神経系に影響を与えるという報告と一致する[4]。また強い社会不安は臨床の見地から全般性不安障害である可能性も考慮されており[1], 中低度の社会不安傾向と一過性の徐脈に強い負の相関がみられたことは、視線探索課題が社会不安傾向に関与したと考えられる。

本研究により、複数の視線にさらされる社会的状況下での自律神経系の活動が社会不安障害の傾向に影響を受けることが示された。このことは今回のような視線探索課題を用いて社会不安のメカニズムを検討できる可能性を示唆している。

参考文献

- [1]高橋三郎, 大野裕, 染矢俊幸, DSM-IV-TR 精神疾患の分類と診断の手引 新訂版, 医学書院, 2003, 439-440
- [2]R. J. Davidson, J. R. Marshall, a J. Tomarken, and J. B. Henriques, (2000)“While a phobic waits: regional brain electrical and autonomic activity in social phobics during anticipation of public speaking”, *Biological psychiatry*, Vol. 47, No. 2, pp. 85-95.
- [3]M. J. Wieser, P. Pauli, G. W. Alpers, and A. Mühlberger, (2009)“Is eye to eye contact really threatening and avoided in social anxiety?--An eye-tracking and psychophysiology study”, *Journal of anxiety disorders*, Vol. 23, No. 1, pp. 93-103.
- [4]M. M. Bradley, M. Codispoti, B. N. Cuthbert, and P. J. Lang, (2001)“Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing”, *Emotion*, Vol. 1, No. 3, pp. 276-298.
- [5]Liebowits M. R., (1987)“Social phobia”, *Modern Problems of Pharmacopsychiatry*. Vol. 22. 141-173.
- [6]松井豊. 心理測定尺度集Ⅲ 心の健康をはかる〈適応・臨床〉. サイエンス社. 2005, p.415.
- [7]山本真理子. 心理測定尺度集Ⅰ 人間の内面を探る〈自己・個人内家庭〉. サイエンス社. 2005, p.321.
- [8]Beck A. T., Steer R. A. & Brown G. K., (1996)“Manual for the Beck Depression Inventory-II”, *Psychological Corporation*. San Antonio.

ウィリアムズ症候群患児（者）における他者視点取得の発達変化 Developmental changes for the ability of visual perspective taking in individuals with Williams Syndrome

平井 真洋^{1,3}, 中村 みほ¹, 村松 友佳子¹, 倉橋 直子², 倉橋 宏和², 水野 誠司²

Masahiro Hirai, Miho Nakamura, Yukako Muramatsu, Naoko Kurahashi,

Hirokazu Kurahashi, Seiji Mizuno

¹愛知県心身障害者コロニー発達障害研究所

²愛知県心身障害者コロニー中央病院, ³自治医科大学医学部先端医療技術開発センター

¹Institute for Developmental Research, Aichi Human Service Center, ²Department of Genetics, Central Hospital, Aichi Human Service Center, ³Jichi Medical University,

hirai@jichi.ac.jp

Abstract

Williams syndrome (WS) is a genetic disorder caused by a partial deletion of the chromosome 7 (7q11.23) and their social phenotype is often described as 'hypersocial'. Despite of their interest towards people, their ability of inferring other's mental state remains equivocal. To tap this ability in individuals with WS, we conducted a mental rotation (MR) and level 2 of visual perspective taking (VPT2) task (Experiment 1) devised by Hamilton and colleagues (2009). Whereas the performances on both MR and VPT2 tasks were improved according to the development in the control group, the performance on the MR task was significantly improved, but not the VPT2 task in the WS group. The current findings suggest that both MR and VPT2 tasks would be involved in different processes and be developed differently in individuals with WS (Experiment 1).

Keywords — Williams Syndrome, Visual perspective taking, Theory of Mind, Mentalizing, Development

1. はじめに

ウィリアムズ症候群は7番染色体の一部欠失に起因する遺伝性疾患であり、発症確率は7500人に一人から20000人に一人とされている[1, 2]. 特に認知特性においては強みと弱さがあることが報告されている. 例えば言語[e.g. 3, 4, 5]や聴覚処理[6-8]については比較的得意であることが知られている一方, 空間認知, 特に図形の模写課題においては空間的な配置に困難が生じることが報告されている[9-13].

更に, ウィリアムズ症候群においては特徴的な社会的表現型, すなわち"hypersociability" (過度の

なれなれしさ) があることが指摘されている

[14-16]. これは他者への選好, 特に顔への選好が強いとの臨床的な報告[17]や, 成人を対象にしたアイトラッカーの研究においても報告されている[18]. このような他者への強い選好の一方で, 他者の心的状況の推論に関する能力については統一した見解が無いのが現状である. 初期のKarmiloff-Smithらの研究によれば, 9歳から23歳のウィリアムズ症候群患児ならびに成人を対象とした研究において, 誤信念課題の課題通過率が94%であったのに対し[11], その後の研究では誤信念課題の通過率が低いことが報告されており[19], 現時点において統一的な見解がないのが現状である.

近年, Hamiltonら[20]は自閉症児ならびに定型発達児を対象に, 水準二の視点取得課題と心の理論課題成績との間に有意な相関を見だし, 視点取得課題をメンタライジング課題の一つとして考えるべきであることを主張している.

本研究では, ウィリアムズ症候群患児ならびに成人における他者の心的推測能力を別の視点から明らかにするため, Hamilton (2009)らの課題を適用し, 第二水準の視点取得課題 (以下, 視点取得課題) 成績について評価することを目的とする. 更に予備実験において, ウィリアムズ症候群患児/成人において水準二の視点取得課題が困難であることを見いだしたため, その難しさが第三者の視点の取得によるものか, あるいは本人自身の移動を推測することに困難が生じるためであるかを

検討した。更に心の理論課題も適用し、視点取得課題成績との関連についても検討した。

2. 方法

2.1 実験参加者

26名のウィリアムズ症候群患児(男女各13名, 平均年齢16.2歳, 言語年齢7.5歳)ならびに成人, 統制群は絵画語彙検査による言語年齢統制群26名ならびに生活年齢統制群26名の計78名であった。

2.2 心の理論課題

実験に先立ち、サリー・アン課題とスマーティーズ課題の二つの課題をウィリアムズ症候群, 言語年齢統制群, 12歳以下の生活年齢統制群を対象に実施した。

2.2 実験(心的回転/視点取得課題)

心的回転課題では, 正方形の回転台の四隅がそれぞれ異なる色づけされた台の上にぬいぐるみを置き, 実験参加者からどのぬいぐるみが見えるかを4つの写真から一つ指差しをしてもらい, 正しく課題を理解できていることを確認してから実験を開始した(図1A)。確認後に不透明なバケツをかぶせ, 台を時計回りに90度, 180度, 反時計回りに90度のいずれか回転し, 「実験者がバケツを上げたらどのぬいぐるみが見えるか」を再度, 実験参加者に尋ねた(4つの写真から一つを指差ししてもらった)。他者視点取得課題では, バケツをかぶせるまでの手続きは心的回転課題と同一であるが, バケツをかぶせた後, 実験者の背後から人形(愛ちゃん)を取り出し, 実験協力者のいる場所以外(実験参加者からみてバケツの左側, 右側, バケツの反対側)に人形を置いて, 「実験者がバケツを上げたら, 愛ちゃんはどのぬいぐるみが見えるか」を再度実験参加者に尋ねた(図1B)。3回の練習トライアルの後, 6試行実施した(詳細な手続きはHamiltonら2009を参照)。

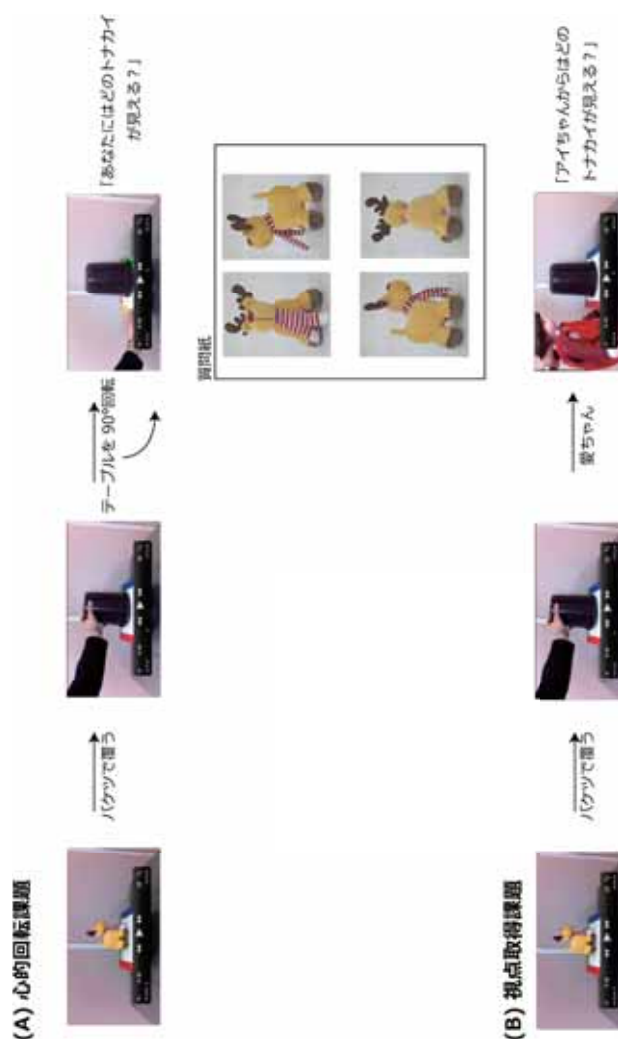


図1 実験の手続き

(A) 心的回転課題 (B) 視点取得課題

2.4 解析

心的回転課題ならびに視点取得課題において, 正答数を二要因の分散分析(参加群, 課題)により解析した。また, 言語年齢と課題成績の発達変化について検討した。

3. 結果

2.2 心の理論課題

ウィリアムズ症候群ならびに言語年齢統制群のサリー・アン課題成績は群間で有意であり $[\chi^2(2) = 9.2, p < 0.05]$, スマーティーズ課題成績においても同様に, 群間成績が有意であった $[\chi^2(2) = 19.2, p < 0.01]$ 。これは統制群2群の課題成績はウィリアムズ症候群に比較して有意に高かった。

3.2 心的回転課題ならびに視点取得課題

正答数の解析の結果，参加群と課題の交互作用が有意であり [$F(1,75) = 50.7, p < 0.01$]，ウィリアムズ症候群における正答数は言語年齢統制群 ($p < 0.01$)ならびに生活年齢群 ($p < 0.01$)よりも有意に低く，ウィリアムズ症候群ならびに言語年齢統制群の視点取得課題成績は心的回転成績よりも有意に低かった ($p < 0.01$)。

特に，視点取得課題成績で5回正答した患児2名の心の理論課題成績はサリー・アン課題ならびにスマーティー課題ともに通過していた。

言語年齢と課題成績の相関を調べた結果，言語年齢統制群においては心的回転課題ならびに視点取得課題成績ともに有意な正の相関が認められたが ($p < 0.01$)，ウィリアムズ症候群における正答率では，心的回転課題成績では有意な正の相関を認めたものの ($p < 0.05$)，視点取得課題成績については有意な相関を認めなかった。

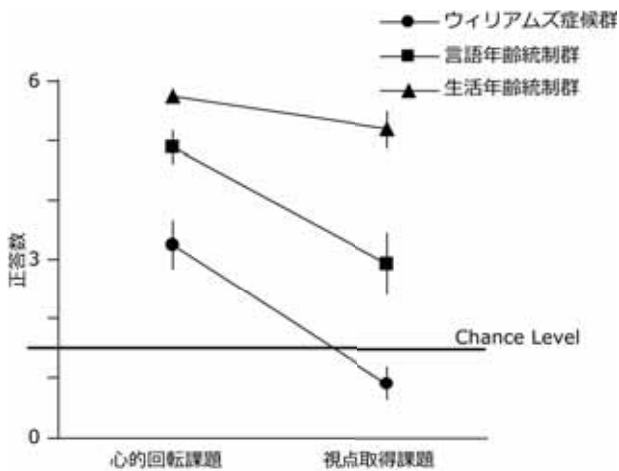


図2 心的回転課題ならびに視点取得課題

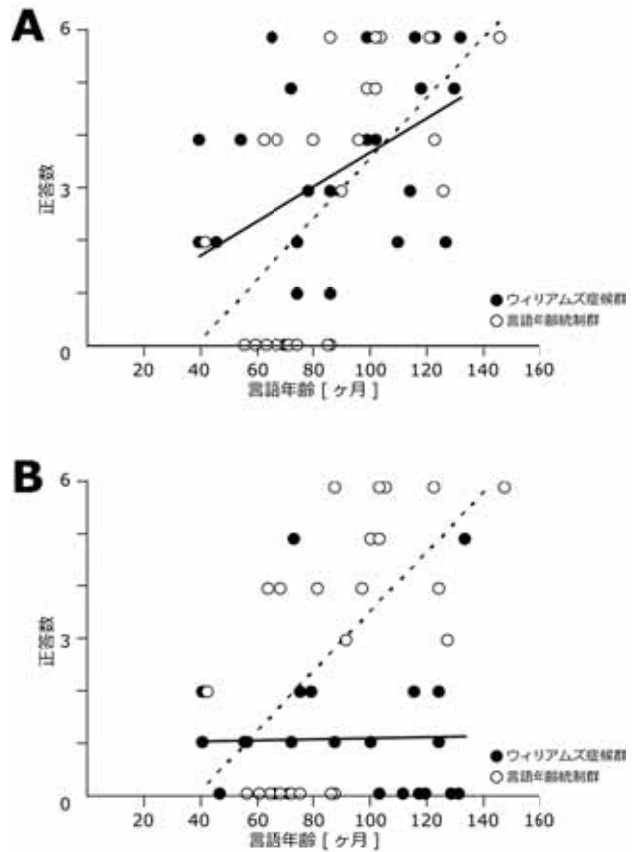


図3 言語年齢と課題成績の関係 (A)心的回転課題 (B)視点取得課題

4. まとめ

本研究では，水準2の視点取得課題を用いることよりウィリアムズ症候群患児ならびに成人における他者の心的推論能力を検討した。

実験では，両課題ともにウィリアムズ症候群患児ならびに成人は統制群よりも成績が有意に低く，かつ，視点取得課題成績は心的回転課題よりも正答率が低かった。先行研究と同様[21, 22]，ウィリアムズ症候群患児ならびに成人における心的回転課題の困難さはこれまでも報告されている一方，視点取得課題成績はチャンスレベルであった。更に言語年齢と各課題成績の関係を調べたところ，心的回転課題は言語年齢に伴い有意に向上が見られたのに対し，視点取得課題については言語年齢との相関はみられなかった。一方で，言語年齢統制群においては両課題の成績ともに言語年齢と有意な相関が見られた。両課題ともに課題手続きを統制しているにもかかわらず発達に伴う成績の乖離が見られた。これは二つの課題は異なる処理，

発達過程を経る可能性が考えられる。

心的回転課題と視点取得課題では異なる脳部位が関与することが指摘されている。心的回転では Inferior parietal sulcus (IPS)の関与[23-25]が、視点取得課題では Temporo-parietal junction (TPJ)の関与[26, 27]が繰り返し指摘されている。ウィリアムズ症候群においては IPS の構造が統制群と異なるとの報告がある一方[28, 29], TPJ に関する報告については殆どない。このため、この乖離のメカニズムについて今後検討していく必要がある。

参考文献

- [1] Stromme P, Bjornstad PG, Ramstad K, (2002) "Prevalence estimation of Williams syndrome". *J Child Neurol*, 17, pp. 269-271.
- [2] Meyer-Lindenberg A, Mervis CB, Berman KF, (2006) "Neural mechanisms in Williams syndrome: a unique window to genetic influences on cognition and behaviour". *Nature Reviews Neuroscience*, 7, pp. 380-393.
- [3] Bellugi U, Bihle A, Jernigan T, Trauner D, Doherty S, (1990) "Neuropsychological, neurological, and neuroanatomical profile of Williams syndrome". *American Journal of Medical Genetics Supplement*, 6, pp. 115-125.
- [4] Brock J, (2007) "Language abilities in Williams syndrome: a critical review". *Dev Psychopathol*, 19, pp. 97-127.
- [5] Karmiloff-Smith A, Grant J, Berthoud I, Davies M, Howlin P, Udwin O, (1997) "Language and Williams syndrome: how intact is "intact"?". *Child Dev*, 68, pp. 246-262.
- [6] Don AJ, Schellenberg EG, Rourke BP, (1999) "Music and language skills of children with Williams syndrome". *Child Neuropsychology*, 5, pp. 154-170.
- [7] Lenhoff HM, Perales O, Hickok G, (2001) "Absolute pitch in Williams syndrome". *Music Perception*, 18, pp. 491-503.
- [8] Levitin DJ, Bellugi U, (1998) "Music abilities in individuals with Williams syndrome". *Music Perception*, 15, pp. 357-389.
- [9] Bellugi U, Sabo H, Vaid J: Spatial deficits in children with Williams syndrome. In *Spatial cognition: Brain bases and development*. Edited by Stiles-Davis J, Kritchevsky U, Bellugi U. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.; 1988:273-297.
- [10] Farran EK, Jarrold C, (2003) "Visuospatial cognition in Williams syndrome: reviewing and accounting for the strengths and weaknesses in performance". *Dev Neuropsychol*, 23, pp. 173-200.
- [11] Karmiloff-Smith A, Klima E, Bellugi U, Grant J, Baron-Cohen S, (1995) "Is There a Social Module? Language, Face Processing, and Theory of Mind in Individuals with Williams Syndrome ". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, pp. 196-208.
- [12] Mervis CB, Robinson BF, Pani JR, (1999) "Visuospatial construction". *Am J Hum Genet*, 65, pp. 1222-1229.
- [13] Martens MA, Wilson SJ, Reutens DC, (2008) "Research Review: Williams syndrome: a critical review of the cognitive, behavioral, and neuroanatomical phenotype". *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, pp. 576-608.
- [14] Jones W, Bellugi U, Lai Z, Chiles M, Reilly J, Lincoln A, Adolphs R: Hypersociability: The social and affective phenotype of Williams syndrome. In *Journey from cognition to brain to gene*. Edited by George MS. London: : The MIT Press.; 2000:43-71.
- [15] Doyle TF, Bellugi U, Korenberg JR, Graham J, (2004) ""Everybody in the world is my friend" hypersociability in young children

- with Williams syndrome". *Am J Med Genet A*, 124A, pp. 263-273.
- [16] Frigerio E, Burt DM, Gagliardi C, Cioffi G, Martelli S, Perrett DI, Borgatti R, (2006) "Is everybody always my friend? Perception of approachability in Williams syndrome". *Neuropsychologia*, 44, pp. 254-259.
- [17] Mervis CB, Morris CA, Klein-Tasman BP, Bertrand J, Kwitny S, Appelbaum LG, Rice CE, (2003) "Attentional characteristics of infants and toddlers with Williams syndrome during triadic interactions". *Dev Neuropsychol*, 23, pp. 243-268.
- [18] Riby DM, Hancock PJ, (2008) "Viewing it differently: social scene perception in Williams syndrome and autism". *Neuropsychologia*, 46, pp. 2855-2860.
- [19] Tager-Flusberg H, Sullivan K, (2000) "A componential view of theory of mind: evidence from Williams syndrome". *Cognition*, 76, pp. 59-90.
- [20] Hamilton AF, Brindley R, Frith U, (2009) "Visual perspective taking impairment in children with autistic spectrum disorder". *Cognition*, 113, pp. 37-44.
- [21] Farran EK, Jarrold C, Gathercole SE, (2001) "Block design performance in the Williams syndrome phenotype: a problem with mental imagery?". *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, pp. 719-728.
- [22] Stinton C, Farran EK, Courbois Y, (2008) "Mental rotation in Williams syndrome: an impaired ability". *Dev Neuropsychol*, 33, pp. 565-583.
- [23] Zacks JM, (2008) "Neuroimaging studies of mental rotation: a meta-analysis and review". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, pp. 1-19.
- [24] Podzebenko K, Egan GF, Watson JD, (2002) "Widespread dorsal stream activation during a parametric mental rotation task, revealed with functional magnetic resonance imaging". *Neuroimage*, 15, pp. 547-558.
- [25] Harris IM, Egan GF, Sonkkila C, Tochon-Danguy HJ, Paxinos G, Watson JD, (2000) "Selective right parietal lobe activation during mental rotation: a parametric PET study". *Brain*, 123 (Pt 1), pp. 65-73.
- [26] Aichhorn M, Perner J, Kronbichler M, Staffen W, Ladurner G, (2006) "Do visual perspective tasks need theory of mind?". *Neuroimage*, 30, pp. 1059-1068.
- [27] Zacks JM, Vettel JM, Michelon P, (2003) "Imagined viewer and object rotations dissociated with event-related fMRI". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, pp. 1002-1018.
- [28] Eckert MA, Hu D, Eliez S, Bellugi U, Galaburda A, Korenberg J, Mills D, Reiss AL, (2005) "Evidence for superior parietal impairment in Williams syndrome". *Neurology*, 64, pp. 152-153.
- [29] Kippenhan JS, Olsen RK, Mervis CB, Morris CA, Kohn P, Meyer-Lindenberg A, Berman KF, (2005) "Genetic contributions to human gyrification: sulcal morphometry in Williams syndrome". *Journal of Neuroscience*, 25, pp. 7840-7846.

「自治体マイスター制度」における実践共同体構築の促進要因

A study of the institution of “municipal meisters”: The perspective of communities of practice

松本 雄一[†]

Yuichi Matsumoto

[†] 関西学院大学 商学部

School of Business Administration, Kwansai Gakuin University

matsuyu@kwansai.ac.jp

Abstract

This paper examines the development of communities of practice in the context of “municipal meisters.” The institution of municipal meisters was established by a public organization with the aim of facilitating skill transfer among highly skilled technicians and craftsmen as well as authorizing them to be municipal meisters. We believe that this institution would eventually develop communities of practice. We therefore discuss how to facilitate communities of practice for skill transfer. This study investigates 16 cases where the municipal meister system has been implemented. We analyzed the characteristics of the active cases and conducted interviews with highly skilled technicians who were authorized municipal meisters. Our results revealed that highly skilled technicians who are municipal meisters play an important role in communities of practice, as they transfer their skills as well as give career advice to the learners. In fact, some municipal meisters have their own accommodations for skill transfer. In local communities, municipal meisters teach learners how to become technicians within communities of practice. Finally, we discuss the success factors of municipal meisters in developing communities of practice.

Keywords — communities of practice, municipal meister, legitimate peripheral participation

1. はじめに

本発表では、「自治体マイスター制度」の事例をもとに、実践共同体(communities of practice)の構築について考察する。Wenger, McDermott and Snyder(2002)をはじめとする実践共同体の研究では、実践共同体は既存のネットワークを利用し、必要な知識を特定し、その上でメンバーの実践を引き出すことによって構築されるとしている。しかしその上でどのような要因がさらに必要なのかについてはまだ研究の余地がある。本発表

では自治体が地域の高度熟練技能者を認定し、技能伝承活動などを行う「自治体マイスター制度」の事例研究を通じて、実践共同体の構築に際してどのような要因が重要なのかについて議論する。

2. 先行研究の検討

実践共同体概念はLave and Wenger(1991)においてまず提唱された。Lave and Wenger(1991)では技能や知識の獲得と共同体への参加、そして成員としてのアイデンティティの構築を三位一体としてとらえる「正統的周辺参加(legitimate peripheral participation)」の枠組みにおいて、知識や技能の修得のために学習者は否応なく実践者の共同体に参加するとして、実践共同体へ参加することが学習と同義であるとしてとらえている。その後実践により共同体の意味・境界・および学習のあり方を定めていくとするWenger(1998)、実践共同体と組織の間に生じる差異から仕事・学習・イノベーションのあり方を考えるBrown and Duguid(1990, 2000)を経て、Wenger, McDermott and Snyder(2002)においては、企業における学習と知識共有を進めるための装置として実践共同体をとらえている。実践共同体を企業の中に構築することで、知識を知的資産、経営資源として扱うことができるとしているのである。そのWenger et al.(2002)において実践共同体は、「あるテーマにかんする関心や問題、熱意などを共有し、その分野の知識や技能を、持続的な相互交流を通じて深めていく人々の集団」と定義している。松本(2012a)において整理しているように、実践共同体の主要な研究の間ではその概念の意味するところ、

目的等に差異がみられるが、本発表では Wenger et al.(2002)の定義をもとに、実践共同体を学習のために構築された自律的な共同体であるとし、実践共同体を基盤にした技能伝承がどのように構築され、技能伝承を促進するにあたってどのような要因が重要であるかを考えていくことにする。

Wenger et al.(2002)では、実践共同体の構成要素として「領域」、「共同体」、「実践」の3つが必要であるとしている。後述するように今回「自治体マイスター制度」を事例として用いた理由は、この条件に合致するからである。そして Wenger et al.(2002)は、実践共同体を企業の中にかに作り出すかについて、まず7つの基本原則をあげている。それは、(1)進化を前提とした設計を行う、(2)内部と外部それぞれの視点を取り入れる、(3)さまざまなレベルの参加を奨励する、(4)公と私それぞれのコミュニティ空間を作る、(5)価値に焦点を当てる、(6)親近感と刺激を組み合わせる、(7)コミュニティのリズムを生み出す、の7原則である。(1)はすでにある人脈を利用することで円滑にスタートできることを意味する。(2)は中心メンバーとなる内部者に加えて外からの視点も反映した設計の重要性である。(3)は多様な人々を結びつける「コーディネーター」の重要性とともに、コア・グループ、アクティブ・グループ、周辺メンバーというさまざまなレベルの参加を奨励することである。(4)は公式空間(会合、ウェブサイトなど)と私的空間(メンバーの対一の交流)の両方で交流を進める必要性であり、(5)は構成員がどのような価値を見いだしているか、あるいは見いだしていくかを意識すべきであるということである。そして(6)親近感と同時に知的刺激を与えながら、(7)公式・非公式の活動により運営にリズムを生み出すことが、実践共同体構築において重要な原則であるとしているのである。これらの原則は実践共同体がうまく機能するかを考える上で重要な指標となり得る。

Wenger et al.(2002)では実践共同体を構築していく具体的なプロセスについても説明している。それは「潜在」、「結託」、「成熟」、「維持向上」、「変

容」の5段階に分けられる。「潜在(potential)」はすでに存在するネットワークを実践共同体に育てていく段階、「結託(coalescing)」はメンバー間の結びつきや信頼関係を築いていく段階、「成熟(maturing)」は実践共同体の役割や焦点を明確にする段階、「維持向上(stewardship)」はその勢いを持続させ、「変容(transformation)」は場合によって実践共同体以外の形態(企業に制度化されたり、役割を終えて衰退したり)になる、という段階である。そしてそれぞれの段階の過渡期にはトレードオフ(2つの相反する方向性の間の緊張関係)の解決が求められる。具体的には、潜在段階では既存のメンバーと新メンバーのバランス、結託段階では共同体の求める価値を早いうちに提供するか、自発的発見を待つかというバランス、成熟段階では規模の拡大と集中のバランス、維持向上段階では他者への開放をうまくコントロールする必要があるという。この5段階の実践共同体の構築段階も、うまく構築できているかを考える上で重要な指標になる。

実践共同体の構築と運営についてはいくつかの応用研究が存在する。山内(2003)はネット上での複数の実践共同体が重なり合う状況で学習者がいかに学びに参加していくかを調査し、重なり領域での実践(overlaps: Wenger, 1998)に必要な援助を与えることが実践共同体の活性化につながることを指摘している。徳舛(2007)は若手教師の実践共同体への参加を詳細なインタビューによって調査し、周辺的な存在である若手教師が、大きな責任や負担の伴う実践を通じて、状況的に問題解決へとつながるリソースを獲得していく姿を描き出している。

塩瀬ほか(2006)は京都の伝統産業職人とプロダクトデザイナーの協働による実践共同体の構築を参与観察し、効果的な協働には双方の抱える課題や事情の理解を進める境界実践(boundary practices: Wenger, 1998)が必要であることを明らかにしている。荒木(2007; 2008)では企業における勉強会を調査対象に実践共同体の活性化と参加者のキャリア確立について調査し、実践共同体

の複数の職場を越境する活動や異質なメンバーの多様性を活かす活動、およびコーディネーターの配慮活動が重要であると指摘している。

そして松本(2010)では陶磁器産地における作陶技能の伝承に際して、松本(2011)では教育サービス企業における指導者の教育技能の学習に際して、松本(2012b)では介護施設における「学習療法」技能の学習に際して、実践共同体の構築がみられ、学習活動を活性化している。これらの事例の特徴は、複数の実践共同体と水平的に、または垂直的に結びつき、その多重成員性(multimembership)が学習を促進していることである。

以上のように実践共同体研究よりその特徴、およびその構築段階の特徴を整理してきたが、今回みていく自治体マイスター制度は、技能伝承を促進するために、高度に熟練技能者を認定し、技能伝承活動を促進する制度である。そこにおいていくつかの特徴的な実践共同体の事例がみられる。それを検証することで、実践共同体構築の促進要因について考察したい。

3. 自治体マイスター制度とは

本論文で研究対象にする「自治体マイスター制度」は、自治体がその都道府県・市町村内の技能者を認定することで、技能伝承・普及をはかる制度のことである。したがって企業レベルでの技能伝承を目的とする企業マイスター制度とは異なり、あくまで行政主導でおこなわれる活動であり、その目的も異なる。しかし自治体マイスター制度の研究は、事例報告(西, 2004; 青地, 2005)も少なく、研究は進んでいない。

本論文において自治体マイスター制度に着目する理由は、その制度の枠組みが実践共同体の定義に合致しているという点である。すでに領域・共同体・実践という構成要素をいずれも有していることはふれたが、ほかにはまずコミュニティをベースにした技能伝承システムであるということである。実践共同体はローカルに孤立した専門知識や専門家を結びつける機能を持つとされているが、自治体マイスター制度も同様に地域社会に点在す

る技能者を、構築したコミュニティにより結びつける役割を持つと期待される。次に個々の企業や個人の枠を超えた施策であるという点である。

Wenger et al.(2002)は企業においてフォーマルな組織に属しながら他方で実践共同体というインフォーマルな知識共同体に属するという組織デザインを二重編み(double-knitted)構造と呼び、それがもたらす多重成員性が学習をもたらすとした。また Wenger(1998)においては学習者の実践によってその組織の境界は規定されるとしたが、自治体マイスター制度も企業や社会に属しながら、同時にその枠を超えた別の共同体に属するという、二重編みの構造になっているのが特徴である。企業マイスターはその企業内での技能伝承が主な目的であるが、企業の境界を越えて技能者を認定・活動させる自治体マイスター制度は、実践共同体の企業内外の人々の相互作用を促すという機能を果たす可能性も持っている。そのようなクロスボーダーな性質が技能伝承や技能者同士の相互作用を生み出しているのか、生み出しているとすればそれを促進する要因は何であり、それが果たされていないとすればその阻害要因は何であるのか。それを実践共同体の枠組みを通して明らかにすることで、自治体マイスター制度構築および運営に一定の示唆をもたらすことができると考える。

4. 自治体マイスター制度と実践共同体

自治体マイスター制度はどのような制度であり、技能伝承にどのように寄与しているのか。松本(2006, 2009, 2011)ではこの問題について、あわせて 15 自治体のマイスター制度に対するフィールド調査をもとに整理し、考察している。

自治体マイスター制度の目的は大きく、「技能者の地位・社会的認知度の向上」「技能尊重の機運醸成」「技能伝承」「産業の振興」の 4 点である。産業全体の振興は長期的なねらいであり、主な目的としては「技能者の地位・社会的認知度の向上」、「技能尊重の機運醸成」、「技能伝承」の 3 つと考えることができる。また自治体マイスター制度は「認定制度」であり、対象年齢をある程度低く抑

え技能者に自身のキャリアと技能レベルの1つの到達点にするというねらいと、「認定後の活動」があるということもおさえておくべきポイントである。

自治体マイスターは自薦・他薦により集められ、自治体の選考委員会によって選考される。認定されたマイスターは、自治体で行われる各種活動に参加するよう要請される。しかし自治体はマイスターを拘束することはなく、またマイスターもその活動に参加する義務はない。これは通常の仕事を持っている以上やむを得ないが、マイスターによる活動は、かなりの部分マイスターの自主性とボランティア精神に依存するという限界を有しているのである。したがってマイスターの活動の場は、自治体主催の技能祭やイベントへの参加、地域住民や各種学校の開催するイベントや課外授業への参加、そしてマイスター自身が自発的に開催する技能伝承活動という、3つの形で作られることになる。

自治体マイスター制度における技能伝承活動はあまりうまく機能していない。その理由は技能のもたらす競争優位性、および機密保持の問題があること、技能伝承活動はマイスター自身の自発性に大きく依存しているため、コストに対して得られる対価は大きくはないということがある。

しかし松本(2006, 2009, 2011)では、いくつかの技能伝承活動が活発に行われている事例から、実践共同体の構築がその促進要因になっていることを主張している。異業種の自治体マイスターが交流する実践共同体を構築して自律的な活動を企画する自治体マイスター制度では、継続的な技能伝承や知識共有が行われていた。他方で同業種の技能伝承活動を自治体が企画することで技能者の実践共同体が形成され、実践的な技能伝承が行われ、交流の促進から企業レベルでマイスターとの学習の機会を設けるという形で、実践共同体の拡張がみられた自治体もあった。そのような自治体ではマイスターを核にした実践共同体が形成されるような、自治体側の取り組みがみられたことが特徴であった。

それでは自治体マイスターを核にした実践共同体を構築するには、どのような要因が重要なのであろうか。本発表では技能伝承に積極的な自治体マイスター個人へのインタビュー調査をもとに、考察することにする。

5. 方法

本発表では定性的方法により収集したデータに基づく事例研究を行った。定性的調査は、自治体マイスター制度担当者へのインタビューと、自治体マイスターへのインタビューからなる。

(1)自治体マイスター制度担当者へのインタビュー

まず自治体マイスター制度担当者へのインタビューである。インタビューは自治体マイスター制度を担当する自治体職員である。担当者には電話やメールで事前に調査趣旨を説明し、改めて訪問の際に説明、そして事前に用意されたインタビュー・ガイドラインをもとにインタビューを行った。インタビューは2005年4月～2013年3月にわたって16の自治体に対して行われ、自治体によって1～3人の担当者が応対してくれた。インタビュー方法は事前のガイドラインに従いながら、具体的なポイントについては深く追求する半構造化インタビュー(May, 2001)である。インタビューデータは文書化し、それによって事例を構築している。

(2)自治体マイスターへのインタビュー

次に自治体マイスターに認定されている熟練技能者個人に対するインタビューである。インタビューの選定は、自治体担当者へのインタビューの際に、技能伝承活動に積極的な技能者を紹介してもらった形で行われた。事前に自治体担当者こちらの調査趣旨を説明してもらった上で、インタビューの日程を調整した。調査した1自治体につき1人から3人の技能者を紹介してもらうことができ、インタビューは23人である。いずれも自治体マイスターとしての高い技能を有している。

調査は技能者の勤務先,または自宅で行われた。保有する技能に対して製造している製品などを用いて具体的に理解することができることが目的であるが,技能伝承活動を実施している現場を観察調査することもできる。そのような観察データも付随的なデータとして用いている。調査方法は自治体担当者と同様である。本発表では主に,こちらの自治体マイスター個人に対するインタビューデータを用いて,事例を構成している。

6. 結果

(1) 実践共同体構築のきっかけ

自治体マイスターたちが実践共同体の構築による技能伝承のきっかけは,自治体マイスターの認定であることが多かった。もちろんそれまでも技能者は高度に熟練した技能を他者に伝承する取り組みを行っていたが,それは自分の所属する組織(企業,および自分の会社),および業界の中に限ってのことであった。マイスターたちは自分の企業という「すでに構築されている」実践共同体に対して正統的周辺参加(Lave and Wenger, 1991)のプロセスを経て,高度な技能を獲得してきたのである。そして実践共同体の再生産のプロセスに従って,後進の指導にもあたってきた。その動機は,企業全体の技能を高め,品質や能率の向上といった,自社の生産能力の向上であった。

自治体マイスターに認定されたあと,彼ら技能者は自治体主催の技能祭やイベントへの参加,地域住民や各種学校の開催するイベントや課外授業への参加,そしてマイスター自身が自発的に開催する技能伝承活動といった,自治体マイスターの活動に従事することになるが,自社の外に出て,自社の社員ではない人々に技能伝承活動をすることで,自治体マイスターの技能伝承の動機に,次の世代に技能(および仕事)の大切さを伝えるという,使命感に似た気持ち加わる。「自分が持っているだけではそれで終わり」「少しでも次の世代に伝えることが大事」「自分も先輩の技能を受け継いでいるから」といった発話からそれは読み取れる。そこから自身が核になった実践共同体の構築が行

われる。

(2) 実践共同体の構築1:自治体との共同構築

しかし実際の実践共同体の構築にあたっては,2つのタイプに分けられる。それは自治体マイスターが企業に所属するマイスターか,自営業者かによって異なる。

企業に所属するマイスターは,先述の通り企業での仕事が優先であり活動に制約があり,また企業秘密の観点から教えられる内容にも制限がある。したがってマイスターの自発的な技能伝承活動もあまり行われな。しかし自治体の協力を得て,自治体マイスター制度の枠組みの中で,活発な技能伝承活動を行っていた。

自社内での技能伝承,業界内での(業界団体主催による)技能伝承活動に加えて,企業や業界の枠を越えた実践共同体の形成は,自治体との共同構築という形態をとることが多い。松本(2006, 2009, 2011)で取り上げている北九州マイスター「匠塾」はその代表例であり,同業種の技能者が一堂に会して技能伝承活動が行われていた。筆者の参加観察(松本, 2011)の中で特徴的な事項として観察されたのは,マイスターが他の技能者と,継続的な関係構築を意図したコミュニケーションを活発に行っていたことである。所属も異なり,世代も親子以上に異なる若手技能者に対して,技能関連の事項のみならず,個人的な悩みやキャリアにかんする相談に乗り,リラックスした雰囲気を作って情報交換を行っていた。そして「困ったらいつでも連絡してこい」と声をかけ,継続的なメンタリングを約束していた。このような重なり領域での実践(overlaps)は,企業に所属するマイスターでも実践共同体を構築することで可能になるし,自治体との共同構築だからこそ,企業の理解も得やすいのである。

他方松本(2011)でも紹介されているが,自治体との共同構築は,実践共同体に対して多様な参加者を呼び込むことにつながっている。若手技能者のみならず一般市民に対しても技能指導が行われている事例は,自治体が外部に呼びかけることで

実現している。自治体によるこれらの活動は、Wenger et al. (2002)における実質的なコーディネーターとしての活動であるが、これらのスタッフワークが充実しているからこそ、マイスターも技能伝承活動を実施しやすい環境になっているのである。

その最たる形態が、松本(2011)でも紹介している、にいがた県央マイスター制度の「燕市磨き屋一番館」である。ここでは自治体の運営する作業場にマイスターと若手技能者が一緒に製品作りをしながら、研磨技能の伝承を行うことができる。実際にここで作られた製品は、一部はマイスターのロゴを刻印した商品として販売される。その他起業を目指す技能者に製造設備を貸与するなど、多様な技能者が集いながら技能伝承が行える環境が整えられている。実践性を高いレベルで実現したこの取り組みは、自治体の協力を得ることなしには困難であろう。

(3) 実践共同体の構築 2：コア技能者による自律的構築

もう1つの実践共同体の構築形態は、自治体マイスター自身が自分の意思で実践共同体を自律的に構築しているタイプである。このタイプの実践共同体は自治体マイスター制度をもつ地域の多くで確認できるものであり、運営しているマイスターの多くは企業の経営者、あるいは自営業者である。

このタイプの実践共同体は自治体マイスターが自治体の支援を得ながら、あるいは私財を投じて構築している。マイスター本人は「趣味」「道楽」と称しているが、その活動は趣味の域を完全に越えている。以下、その特徴を整理する。

まずこれらのマイスターは、自社あるいは外部に技能伝承のための拠点形成している。自治体の技能伝承活動で外部に出向くこともあるが、多くは直接自社に技能者を招き、作業場で技能伝承を行う。作業場では実際の製品や加工例をもとに実践的な説明を受けることができ、見学ルートを整備した工場や、訪問者用にいつでも説明できる

素材を作業場に常備している企業もあった。自身の持つ技能をまったく知らない人に対して効率よく説明できることで、その後の活動に対するコミットメントを引き出すことができる。

マイスターの中には、自前で会社の内外に人材育成のための施設を用意する人もある。これは企業の経営者やもと経営者であることが多いが、あるマイスターは作業場を兼ねた人材育成施設を用意し、実際に金属加工を行いながら技能を学ばせたり、郊外に小さな研修施設を設けて合宿研修でものづくりの理念を学ばせたりしていた。そのような拠点作りにより、マイスターを核にした実践共同体がよりスムーズに構築される。しかしこのような施設はマイスターの私財を投じて作られている。国の支援を得てその活動を拡大しようとしたマイスターもいたが、いわゆる「事業仕分け」により頓挫してしまったという。

第2の特徴として、自治体マイスターがコア技能者として構築する実践共同体は、マイスターの個人的なつながりと、自治体の広報的支援により、外部に幅広くひらかれていることがあげられる。来る者拒まずの精神により(この言葉は多くのマイスターが使っていた)、若手から中堅の技能者がマイスターの周りに集まり、実践共同体を構築している。このような学習者としてのメンバーは真剣に技能を学ぶ意思を持っているか、あるいは他の経営者の後継者のように、技能を身につける切実な必要性をもっている人が大半であるということである。したがって実践共同体も文字通りの出入り自由とはいえない。他方実践共同体で学ぶメンバーは、その入り口、あるいは試行的な実践の段階で、マイスターのチェックを受けている。調査した事例をみてみると、マイスターの持つ人材育成拠点で学ぶ若手技能者は、直接マイスターに志願して指導を受けることを許されているか、あるいはマイスターと同様の経営者の後継者に指導を依頼されたかのどちらかであった。Lave and Wenger (1991)のいう正統性を担保しているといえるが、他方でその正統性を柔軟にチェックしているケースもみられた。マイスターは「ものにな

るかどうかはやってみないとわからない」とし、技能者としてのアイデンティティの形成も含めて学習することであるとしていた。もちろん強い覚悟を持ってマイスターの下で学ぶ技能者もいる。このような学習者の多様性と、それを許容する包摂性は、自治体マイスター制度におけるマイスターの構築する実践共同体の特徴であった。

7. 考察

本論文では、自治体マイスター制度とその認定された自治体マイスターへの調査を通じ、実践共同体構築の促進要因について事例をみてきた。以下ではそれについて考察を加える。論点は(1)コア技能者の活用、(2)分散型実践共同体の拠点整備、(3)地域に埋め込まれた実践共同体構築、の3点である。

(1) コア技能者の活用による実践共同体の構築

Lave and Wenger (1991), および Wenger et al. (2002) に共通するところは、実践共同体は高い技能や知識をもった人々を核にして形成される、という点である。しかし両者の相違点は、Lave and Wenger (1991)は学習者の方に事情はどうあれ、技能を獲得する必要性があるがゆえに実践共同体に所属しているのに対し、Wenger et al. (2002)は実践共同体の中心となる人々(コーディネーターとコア・メンバー)が魅力的なテーマや共同体を構築する工夫をすることで、外部の人々を引きつけ、実践共同体を育てていく(steward)ことが重要であるとしている点である。今回の自治体マイスターの事例はそのどちらとも異なっている。つまり学習者の側は所属先である企業で働きながら技能を研鑽しているものの、複雑な問題に対し学習する必要性、あるいは技能者としての深い経験によるアイデンティティ形成の必要性を感じながらもその解決策、あるいは相談する相手を見つけられずにいる状態である。対して熟練技能者の側は、その高度な技能を伝承する意思を持ちながらも、その相手や機会を見つけられずにいる状態である。既存研究はこれらの点に対して学習者、または共

同体の運営メンバーの意思によって解決することが前提となっている。つまり学習者が強い気持ちを持って既存の実践共同体に飛び込むか、コーディネーターやコア・メンバーの主体的な努力によって学習者を呼び込むか、である。自治体マイスター制度における技能伝承活動は、学習者と熟練技能者の両者をマッチングさせることで、実践共同体を構築させる。Wenger (1998) のいう境界実践(boundary practice)を進める取り組みであるといえる。

その上で実践共同体構築を促進するのに欠かせないのが、実践共同体の核となるコア技能者の活用である。その能力と技能者に直接教えを請う魅力を担当者がしっかりアピールすることが、実践共同体構築にとって不可欠な要因となる。加えて重要なのが、その活動を非公式な場で継続させる取り組みである。技能伝承活動を行う自治体マイスターはいずれも、指導する場のみならず、困ったときは相談できる存在として自身を位置づけ、継続的なサポートを申し出ている。そのような自発的な行動に頼らず、自治体の側でつながりを生み出す窓口的な役割を担うことが、学習者と熟練技能者をマッチングさせるきっかけを多く生み出すことにつながるのである。

(2) 分散型実践共同体の拠点の整備

今回の自治体マイスターによる技能伝承活動の事例に特徴的なのは、いずれも技能伝承の拠点となる場所があることである。Wenger et al. (2002)で取り上げられる事例は、学会や研究会のように知識創造や共有が目的となっているだけに、その活動場所についてはあまり議論が進んでいない。しかしLave and Wenger (1991)をはじめとする実践共同体の議論では、ある特定の企業など、技能伝承の場というものが想定されている。両者の相違点はそのまま、実践共同体が社会に埋め込まれているか、自由に作れるかという、根本的な違いにつながっている。しかし自治体マイスターの事例はそのいずれとも異なっている。つまり自身の仕事を離れる活動が多いが、製造設備や道具

を含む技能伝承の場は不可欠であるということである。

ここから実践共同体の活動の場となる、実践的な技能伝承の拠点を作る必要性が示唆される。Wenger (1998) のいう境界実践を進める上で重要である。加えて今回の事例から、その求められる要因についても整理できる。1つは先述の通り、設備や道具があることである。しかもそれは練習用ではなく、実際の製品が作れるものである必要がある。それは2つめの要因と関係するが、熟練技能者がある程度常駐できる環境である必要があるからである。困ったときに相談でき、しかも実践的な解決が可能な環境が望ましい。そして3つめに、不定期な技能伝承のイベントが開催できる自由度も必要である。松本(2010)で取り上げているような古い実践共同体の復活も、拠点が整備されることによって可能になる。このような条件を満たす場作りは、すでにマイスター個人で作られている場合もあるが、本来は自治体の支援もあってしかるべきであろう。自治体と共同で拠点を整備することが望まれているといえる。

(3)地域に埋め込まれた実践共同体の構築

今回の事例でみてきた自治体マイスターを中心にした実践共同体の特徴は、それが地域に埋め込まれているという点である。自治体マイスター制度の意義の1つは地域活性化と産業の育成であり、技能伝承は長期的な目標としてつながっている。しかしより重要なのは、地域に埋め込まれ、地域に根ざした実践共同体が、学習者を長期的な視点で包摂し、育成しているということである。1つの企業、1つの組織という枠を越えて地域社会と結びついているからこそ、核となるマイスターやその企業にとどまらない、多様な支援が得られる。また他企業の後継者を預かって学ばせ、技能のみならず技能者としてのアイデンティティ、経営者としての心構えをゆっくり身につけさせるような育成は、Wenger et al. (2002) の想定する企業内実践共同体では困難であろう。地域という大きな共同体との重層的関係、多重成員性をいかした技

能伝承を志向する意義があると考えられる。

8. おわりに

本発表では本発表では、「自治体マイスター制度」の事例をもとに、実践共同体構築の促進要因について考察した。そして自治体マイスターが構築する実践共同体の事例を通じて、コア技能者を活用した実践共同体の構築、実践共同体の活動の場となる拠点の整備、そして地域社会という共同体と重層性を確立するような、地域に根ざした実践共同体構築の意義について議論した。特に地域共同体との関係は、これまでの実践共同体研究で議論になった主要研究間での概念の違い(松本, 2012a)を検討するにあたっての論点の1つとして活用できる可能性がある。

参考文献

- [1] 青地学(2005).「実践報告 北九州マイスター匠塾の活動について」『技能と技術』2005年2月号, pp. 70-72.
- [2] 荒木淳子(2007).「企業で働く個人の『キャリアの確立』を促す学習環境に関する研究－実践共同体への参加に着目して－」『日本教育工学会論文誌』Vol. 31, No.1, pp. 15-27.
- [3] 荒木淳子(2008).「職場を越境する社会人学習者キャリア確立を促す実践共同体のあり方に関する分析」経営行動科学学会第11回年次大会発表論文集, pp. 111-118.
- [4] Brown, J. S. and Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities-of-practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, Vol.2, No.1, pp.40-57.
- [5] Brown, J.S. and Duguid, P.(2000). *The social life of information*, Harvard Business School Press(宮本喜一訳[2002]『なぜITは社会を変えないのか』日本経済新聞社).
- [6] Lave, J. and Wenger, E.(1991). *Situated*

*Cognition: Legitimate Peripheral**Participation*, Cambridge University Press

(佐伯胖訳[1993]『状況に埋め込まれた認知：正統的周辺参加』産業図書).

- [7] 松本雄一(2006).自治体マイスター制度の研究と今後の展望－北九州マイスター制度を中心に－. 北九州市立大学『商経論集』Vol.41, No.4, pp. 45-60.
- [8] 松本雄一(2009).『自治体マイスター制度』における技能伝承についての研究－『実践共同体』概念をてがかりに－.『日本労務学会誌』Vol.11, No.1, pp. 48-61.
- [9] 松本雄一(2010). 実践共同体の形成と技能の学習－陶磁器産地における2事例をてがかりに－.経営行動科学学会第13回年次大会発表要旨, pp.257-362.
- [10] 松本雄一(2011). 教育事業会社における実践共同体の形成と相互作用. 日本認知科学会第28回大会発表論文集. pp. 591-600.
- [11] 松本雄一(2012a). 実践共同体概念の考察－3つのモデルの差異と統合の可能性について－. 関西学院大学商学研究会『商学論究』Vol.60, No.1-2, pp. 163-202.
- [12] 松本雄一(2012b). 実践共同体と職場組織の相互作用についての研究－「学習療法」普及の事例をてがかりに－. 日本認知科学会第29回大会発表論文集. pp. 593-601.
- [13] May, T. (2001). *Social research 3rd ed*, Open University Press (中野正大訳[2005]『社会調査の考え方：論点と方法』世界思想社).
- [14] 西敏明(2004). 技能伝承におけるマイスター制度の現状について－ものづくりと名工の周辺より－.『岡山商大社会総合研究所報』Vol.25, pp. 81-89.
- [15] 塩瀬隆之・中川信貴・川上浩司・片井修(2006). 京都伝統産業の職人とプロダクトデザイナーが参加する"実践共同体"におけるものづくりコミュニケーションデザイン.『経営情報学会誌』Vol.15, No.2, pp. 77-93 ページ.
- [16] 徳舛克幸(2007). 若手小学校教師の実践共同体への参加の軌跡.『教育心理学研究』Vol.55, pp. 34-47.
- [17] Wenger, E.(1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*, Cambridge University Press.
- [18] Wenger, E., McDermott, R. and Snyder, W.M., (2002). *Cultivating communities of practice*, Harvard Business School Press, 2002(野村恭彦監修, 櫻井祐子訳[2002].『コミュニティ・オブ・プラクティス－ナレッジ社会の新たな知識形態の実践』翔泳社).
- [19] 山内祐平「学校と専門家を結ぶ実践共同体のエスノグラフィー」『日本教育工学雑誌』Vol.26, No.4, pp.299-308.

残念な言語現象 —ポライトネスの耐えられない矛盾—

Unbearable lightness of politeness: An analysis of new (and newer) usages of *zannen* in Japanese

首藤 佐智子[†], 原田 康也[‡]
Sachiko Shudo, Yasunari Harada

^{† ‡} 早稲田大学法学部学術院
Faculty of Law, Waseda University
[†] shudo@waseda.jp, [‡] harada@waseda.jp

Abstract

This study analyzes recent usages of the Japanese adjectival expression *zannen*. In the traditional usages, the adjectival expression indicates the speaker's regret towards a particular event or state. However, in recent usages the adjectival expresses a negative property of the entity that the modified noun phrase refers to, without a regretful event. This analysis suggests that the constraint on the traditional usage requiring an event or a state that the speaker regrets is manipulated in recent usages. In this analysis, the notion of politeness is applied to explain how the meaning in the most recent usages has evolved into something even more negative. It shows the notion of politeness has a risk of being corrupted to the point of legitimizing a derogatory meaning.

Keywords — politeness, presupposition, manipulation, *zannen*

1. はじめに¹

本発表では「残念な人」「残念な会社」などの表現にみられる「残念な」の新用法について分析を行う。使用と解釈の背後にある前提操作については、首藤 (1999), 首藤 (2007), 首藤 (2011) などで「よろしかったでしょうか」などの新用法について提示した理論的枠組みならびに原田・首藤 (2009) で提示した「の」についての語用論的分析を中心に検討する。作例や先行研究の例文に加えて一般の母語話者の言語に関するメタ認知的オンライン意見交換やアンケート調査などを資料として検討する。また、一般の母語話者の言語に関するメタ認知的オンライン意見交換をコーパス的な言語資料としてではなく、言語使用に関するメタ認知的言説の資料として活用する手法については首藤・原田 (2009) で提示している。「残念

な」の新用法の意味の変遷を説明するためにポライトネスの概念を適用し、語の使用においてポライトネスが意図された場合にその意図が形骸化するというパラドックスが存在する可能性を示唆する。

2. 前提操作とポライトネス

言語形式には、使用に際して発話時点のコンテキストに制約を課すものがある。このコンテキストに対する制約は「前提」と見なされ、そのような言語形式を含む文が伝達する意味の一部とされる。このような前提を引き出す言語形式 (以下「前提導入表現」) はコンテキストが前提条件を満たさない場合にも使用されることがある。本稿ではこのような使用を前提操作と呼ぶ。たとえば、日本語母語話者の一部にとって、「よろしかったでしょうか」を使用する前提として「発話以前の段階で、聞き手 H が x を欲するとする判断が、H によってなされ、話し手 S に認識されている」という条件があり、この前提が満たされていない「よろしかったでしょうか」の使用に違和感を表明する書き込みがブログや掲示板に多く見られる (首藤・原田 2009)。前提を伴う表現が前提を満たしていないコンテキストで使用されること自体は珍しいことではない。Lewis (1975) は、このような状況に関して、聞き手がコンテキストに前提とされた情報を付け加えるという「前提のための調整」(accommodation for presupposition) という概念で説明した。Lewis は、調整は「ある程度の範囲」で起こるとのみ限定しているが、その範囲や調整

を意図した前提の操作に関する研究は少ない。前提操作には様々な理由が考えられるが、典型的な前提操作にポライトネスへの配慮がある (Brown and Levinson 1978, 1987)。本発表で題材とするのは、形容動詞の「残念な」の新用法である。この形容動詞の使用に際してコンテキストに課された制約は、話し手と聞き手に共有される情報ではなく、話し手がある事態に対して持つ情動的態度である。Potts (2005) は、前提 (presupposition) として扱われていたもののうち、話し手と聞き手が共有する情報に依存するものは presupposition (「前提」)、依存しないものは conventional implicature (「慣習的推意」という明確な境界線を提示している。この二分法に従えば、「残念な」の使用に関する制約は慣習的推意ということになるが、本発表では、言語形式がコンテキストに課す制約を包括的に「前提」として扱う。「残念な」の新用法では、伝統的用法における話し手の感情的態度に関する前提がポライトネス方略として操作されたとみなす。

3. 「残念な」の伝統的使用

言語形式の新しい用法が広がり始めると、それに対する不満を示す意見がインターネット上のブログや掲示板に表出する。このようなインターネットのサイトでは、伝統的用法にともなう制約がどのようなものであったかに関して母語話者によるメタ認知的議論が行われる (首藤・原田 2009)。こうした議論がオンラインで行われるようになるまでは、制約がどのようなものであったか明らかになることがなかった場合も多い。

本稿では、まず「残念な」の伝統的な用法について論じる。以下は、「残念な」の伝統的な用例である。

(1) ピクニックを楽しみにしていたが、雨で中止になり残念だ。

(1)では、「残念だ」という述語の主語は「ピクニックが雨で中止になった」という事態である。本

発表では、(1)のような伝統的用法においては、「残念」に感じた主体は話し手であり、ある事態が「残念」であるという命題を提示することによって、事態が異なるものであることを望んでいたという話し手の情動的態度を示すとする。(2f)(2g)が語用論的に許容されないことを受けて、本発表では、話し手の情動的態度は「残念な」という言語形式のコンテキストに課された制約の一部であるとみなす。この制約は、(2h)(2i)が示すような副詞的な使用に関しては適用しない。

- (2) a. 残念だ。
 b. それは残念だ。
 c. ピクニックが中止になったことは残念だ。
 d. わたしは残念だ。
 e. 私はピクニックが中止になったことが残念だ。
 f. ?原田先生は残念だ。
 g. ?原田先生はピクニックが中止になったことが残念だ。
 h. 原田先生は残念に思っている。
 i. 原田先生はピクニックが中止になったことを残念に思っている。

西尾 (1972) は、「楽しい」「悲しい」のような主観的な感覚・感情を示す形容詞を「感情形容詞」と呼び、客観的な性質・状態を示す「属性形容詞」と区別した。前者の特徴は、感情の主体としての主語が話し手でなければならないという点である。寺村 (1982) も、同種の形容詞に関して、「感情の直接的表出」を示すとし、独立語文においては、感情の主体である話し手は主題化され、省略されることを指摘している。「残念な」の伝統的使用における主語は事態であるが、話し手の態度に対する制約という点では、この種の形容詞が持つ制約と共通する部分があると言えよう。

「残念な」は、(3)のように名詞と結合する修飾的用法にも用いられる。

- (3) a. 残念な結果

- b. 残念なニュース
- c. 残念な知らせ
- d. 残念な報告

(3)における意味は上述の伝統的用法と等しく、「残念な」は、「結果」「ニュース」「知らせ」「報告」の客観的な属性ではなく、それらが伝達する事態に対する話し手の情動的態度を表している。

以下のような例では、書き手（書類の発信者）が必ずしも文字通り『残念』に思っているとは限らないが、これはポライトネスを意図した典型的な前提操作の例であると考えられる。このような前提の操作は、ポライトネスの意図が読み手にとって明白であるため、ネガティブな印象は与えない（首藤 2011）。

(4) [不採用通知の一部として]

- a. 残念ながら、今回は貴意に添うことができませんでした。
- b. 残念ですが、今回は採用を見送らせていただきます。
- c. 今回は残念な結果となりましたことをお知らせいたします。

4. 『残念』の新用法

ここ数年になって、「残念な」と名詞を組み合わせた新用法が出現した。これまでの伝統的用法と異なるのは、話し手が事態が異なるものであることを望んでいたという情動的態度をもつにいたるような「事態」の存在が明確でないことである。

(5) 残念な + 名詞

- a. 残念な人
- b. 残念な店
- c. 残念な上司
- d. 残念な会社
- e. 残念な論文
- f. 残念な美人 / イケメン

(6) a. [ビジネス書の題名] 『残念な人の思考法』

- b. [同書目次の一部] 「能力も、やる気もある「残念な人」
- c. [同書目次の一部] 「論理思考力があるのになぜ「残念」になるのか」

ビジネス書の題名に「残念な人」という表現が使われている事実は、そこに特定の文脈が存在しないことを如実に示している。書き手がある事態に対して異なるものであることを望むという制約は満たされていない。これは「残念な人」を伝統的に用いた以下の例と比較するとより明らかになる。

(7) [X の死に接して] 残念な人を失くしました。

(7)では、話し手が残念に感じているのはXが亡くなったという事態である。(6b)では、記述の対象とされている「人」が「能力もやる気もある」のに成功しないという事態が想定されている。書き手は実際にその事態に接しているわけではないので、異なる事態であることを望んでいたという情動的態度は持ちえない。

(6b)や(6c)は、伝統的な用法の前提操作であると解釈することが可能であるが、その「操作」は(4)に示した読み手のポライトネスに配慮した使用よりもより複雑である。(6b)や(6c)で記述されている対象は特定の個人ではないが、仮に書き手がそのような個人に実際に接し、その個人がある事柄に成功しなかったというような状況に遭遇した場合に、残念に感じるであろうことは容易に想定できる。(6b)や(6c)の書き手は、明らかに対象とした不特定の個人に共通する要素（ここでは特定の「思考法」のパターン）に対して批判的であるのだが、「残念な」という表現を使用することによって、対象とされた人たちに対して書き手が好意的であるかのように示す。ここで、(6)の書き手が対象とされた人たちに対して「本当に」好意的であるかという議論は言語学的分析の射程を超えているし、われわれはそれを知る術を持たないが、その意図を示すことでポジティブポライトネスに貢献する

ことは明らかである。

(4)における前提操作が読み手のポジティブフェイスに対する直接的な配慮を示し、当然ながらそれは書き手のポジティブフェイスの維持につながるのに対し、(6)における前提操作は、読み手のポジティブフェイスに対する直接的な配慮ではない。著書の著者と読者というコミュニケーションの場では、書き手と読み手の間にそうした直接的なフェイスの相互関係は存在しない。(6)においては、不特定の対象へのポライトネスという意図を示すことで、書き手のポジティブフェイスの維持につながるのである。

(5)に示した用法を(6)と同様に解釈すると、「残念な+名詞」によって叙述された対象は、「名詞」が指示する対象(人、店、上司、会社、論文)に多大な肯定的な要素があるが、結果的に肯定的な結果の創出につながらないことを示す。「成功しない店」というような客観的な表現と比べて、新用法の「残念な店」は、対象の肯定的な要素の存在を肯定するという点と肯定的な結果の非創出を残念にとらえるかのような前提操作という点の2点でポライトネスに配慮した表現であると考えられる。

5. 『残念』の進化系用法

前のセクションで示した「残念な」の新しい用法は、話し手が残念だと思うに至った具体的な事態が欠如している点が伝統的な用法とは異なっていた。しかしながら、「残念な+名詞句」で表される対象が肯定的な要素を多大に有しているにも関わらず、肯定的な結果に結びつかないという点では、伝統的な用法と共通した部分がある。これに対して、近年では、「残念な」という語はより否定的な意味で使われるようになってきている。以下は2013年に出版されたビジネス書の題名である。

(9) a. [ビジネス書の題名]『英語だけできる残念な人々』

b. [インターネット書店の同書内容紹介] 英語はぺらぺら、中身はうすっぺら。こんな人、

あなたの周りにもいませんか? (中略)これから10年、英語ができなくなったら生き残れる社員になるための方法が詰まった一冊。

c. [同書本文から] ... 日本には「英語だけできる残念な人々」と「英語ができずになんとなく焦っている人々」が、あふれているのです。

例(6)で示した『残念な人の思考法』の読者として「残念な人」を包含していたのに対し、(9b)の記述によれば、(9a)の読者として対象にしているのは、(9c)の「英語ができずになんとなく焦っている人々」である。(6)に見る新用法では「残念な人」は多大な肯定的要素を持っているが思考法が悪いだけで、それを「残念だ」とみなしていたが、(9)では、肯定的要素は「英語だけ」と明確に言及している。(9)の著書では、「英語だけできる残念な人々」が欠いている要素に関する議論はされていない。(6)のビジネス書の著者が不特定の対象へのポライトネスを配慮して「残念な」を使用したのとは対照的に、(9)ではその対象を「英語だけできる」と叙述しているが、書き手が伝統的な意味で「残念だ」とみなす対象として「英語だけできる」という記述は多大な肯定的要素を持つという記述を満たさない。

2010年5月に読売オンラインの発言小町という掲示板に以下の投稿がされた。

(8) [発言小町の投稿記事]

先日、職場の同僚と買い物に行った時のことです。店員さんに他のサイズがあるか確認した所、希望のサイズが完売だったので、私はその場で「あ〜、ざーんねん!じゃ諦めます」と言いました。お店を出てから同僚に「店員の前で堂々と残念なんてよく言えるね」って言われたのです。私は「サイズがないから残念だなんて意味で、残念なお店とかって意味じゃないよ」と伝えたら、同僚は「そうだったんだ」と納得した様子でした。

また、職場の飲み会の予定があり、参加予定の

○さんが急用で不参加になったと聞いた時、私は「残念だな～、○さんも来て欲しかったな～」って言うと、また同じ同僚に「○さんは残念なんじゃないよ！急用なんだから仕方ないでしょ！」と。私は、面倒くさいなと思いつつ「違う違うっ！○さんを残念って言ってない！○さんと一緒に飲めないことが残念って言ったの。」と、説明（弁解？）したのですが、何となく理解してもらえないようで。

私の「残念」の使い方、間違っていますか？ここ最近「残念」という言葉が、駄目な・程度の低い・イケてない、という見下すような表現で使われているのは知っていますが、私は使いません。いつからか知りませんが、そんな表現で「残念」という言葉が使われるようになってしまって本当に残念でなりません。

投稿者は、「残念」の新しい意味として、「駄目な・程度の低い・イケてない」をあげている。これは、(6)が示す用法よりは(9)の否定的な表現である。

本発表では、このような否定的な意味のみを表現する用法を「進化系用法」と呼ぶ。(8)の投稿記事に対して、93件のコメントが寄せられたが、そのうち91件は伝統的用法を支持していた。そのうちの少なくとも10件は、進化系用法をも支持し、双方の意味を知っているべきであるという考え方であった。興味深いのは、19件が投稿者の同僚を「残念な同僚」「残念な人」「残念な解釈力」などの表現で批判したことである。この19件の使用は、伝統的な用法ではなく、進化系用法である。伝統的な用法を理解しなかった同僚を批判してはいるが、進化系用法を使用することには抵抗が低いのである。

サンプルは小さいが、東京の私立大学の学生137人に(8)の記事の内容に関するアンケートを行ったところ、137人全員が伝統的用法を支持した。うち110人が進化系用法も支持し、双方の意味を知っているべきであると回答した。進化系用法を誤りであるとした学生は27人であった。実際の

使用状況は、上記に示した他者の使用に対する態度とは少し異なり、両方を使用すると答えた学生は105人であった。誤りではないとしながらも自分は使用しないという学生が9人、誤りであるとしながらも自分は使用するという学生が4人いた。(8)の投稿に対するコメントでは、進化系用法を支持する割合が大学生のアンケート結果よりもずっと低くなっているが、これはインターネットの投稿にコメントする層の意見には偏りがあることを暗示している。

学生のコメントには、進化系用法は友達をからかう状況での使用に限るという意見が多く見られた。言語学の授業で学生に自由に発言をさせたところ、「残念な」という表現は確かに「ダメな」という表現よりは甘いように思うが、「残念だなー」と言われたら、お世辞で言われていて、本当は全然ダメだと言われているような気がする」という意見があがり、これは多くの学生から支持された。この考え方を説明するには、ポライトネスの概念が有効である。「残念な」の新用法に付随する「多大な肯定的要素はあるが、成功しない」という評価の「多大な肯定的要素はある」の部分を聞き手のポジティブフェイスに対するポライトネスとして使用する方略が既に慣習化し、聞き手はポライトネスの効果を差し引いて否定的な表現としてとらえていると考えられる。

6. まとめ

「残念」の新用法においては、伝統的用法の制約であった特定の事態に対する話し手の情動的態度が操作の対象となることを示した。聞き手は特段の努力なく意図された意味を理解する。一方、進化系用法においては、話し手はポライトネスに貢献する意味を操作し、語が対象とするものを否定的に評価していても「残念」を用いる。聞き手はその背後にあるポライトネスの操作を解読し、ポライトネスを差し引いた意味を解読する。ポライトネスに関与する操作は慣習化し、こうした慣習化された使用においてはポライトネス効果が無効化されることがある。ポライトネスを意図した

使用はこのような形骸化というパラドックスに陥るリスクを伴うことがある。

参考文献

- [1] Brown, P. and S. Levinson. (1987 (1978)) *Politeness: Some Universals in Language Usage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [2] 原田康也・首藤佐智子 (2009) 「『の』の意味論と語用論再考：容認度に反映される文脈への貢献度」, 日本認知科学会第 26 回大会発表論文集, pp.218-219, 日本認知科学会
- [3] 西尾寅弥 (1972) 『形容詞の意味・用法の記述的研究』, 秀英出版.
- [4] Potts, Christopher. (2005) *Conversational Implicature*. New York: Oxford University Press.
- [5] 首藤佐智子 (1999) 「『じゃないですか』の使用にみる語用論的制約の遵守とポライトネスの関係」 第 3 回社会言語科学会研究大会予稿集
- [6] 首藤佐智子 (2007) 「前提条件操作の限界：「よろしかったでしょうか」の語用論分析」 日本言語学会第 135 回大会予稿集, 256-261.
- [7] 首藤佐智子 (2011) 「前提条件における間主観的制約の多様性について」 武黒麻紀子 (編) 「言語の間主観性—認知・文化の多様な姿を探る」 早稲田大学出版会
- [8] Sachiko Shudo. (2013) "Zannen? How sorry are you? a politeness dilemma in manipulated usages," The 14th Korea-Japan Workshop on Linguistics and Language Processing, Kyung Hee University.
- [9] 首藤佐智子・原田康也 (2009) 「言語のメタ認知情報資源としてのインターネット：一般的な母語話者の母語に対するメタ認知的内省にアクセスする」, 日本認知科学会第 26 回大会発表論文集, pp.154-155, 日本認知科学会
- [10] 宋文洲 (2013) 『英語だけできる残念な人々』 中経出版
- [11] 寺村秀夫 (1982) 『日本語のシンタクスと意味 I』 くろしお出版.
- [12] 山崎将志 (2010) 『残念な人の思考法(日経プレミアシリーズ)』 日本経済新聞出版社

ⁱ 本研究は科学研究費補助金基盤研究(C) 23520475『前提研究の新アプローチ：前提条件操作の限界事例からの検証』に基づく研究の成果の一部である。本稿は Shudo (2013)で提示した分析を発展させたものである。

俳優の身振りにおけるキャッチメント分析の試み — 繰り返し返される行為の分析 (3) —

Stage Performers' Catchment Design in Acting : Analysis of repetitive activity (3)

佐藤由紀¹, 西尾千尋², 青山 慶²
Taro Tamagawa, Hanako Machida

¹玉川大学, ²東京大学
Tamagawa University, The University of Tokyo
yuki.satou@gmail.com

Abstract

In this study, we attempted to focus on “catchment” in acting of one-man play. “Catchment” is “a kind of thread of visuospatial imagery that runs through a discourse to reveal the larger discourse units that emerge out of otherwise separate parts (McNeill, 2000)”. We describe structure of the first minute in on-man play acting. He locked eye and made same gesture twice in the first half. In latter half, he didn't lock eye and made one gesture that had a lot of “hold”. So, we discussed the relationship gesture and eye from a view point of communication of two worlds.

Keywords — Gesture, Catchment, Repetitive activity, One-man Play Performer, Acting

1. 背景と目的

俳優は舞台上で「行動を現前化[1]」する。それは演劇における中心的表現であり、俳優が行為者 actor とよばれるゆえんでもある。言い換えれば、俳優は劇場という「なにもない空間[2]」に、そびえ立つ山々を見、寄せては返す波の音を聴き、灼熱の太陽の暑さを感じることでできる技術をもった人間なのである。では俳優はどのように「周囲 surroundings[3]」を特定した行為を現前化しているのか。

佐藤[4][5][6][7]は、一人芝居を中心におこなっている俳優・イッセー尾形の演技を、特にジェスチャーと発話の関係性を中心に分析をおこない、以下の仮説を導き出した。

- (1)ジェスチャーが発話内の一定の言葉と繰り返し同期することによって、舞台上のどこに何が存在しているのかを観客へ提示している。
- (2)舞台上における「周囲」の構造化の観客への提

示は、ジェスチャーだけではなく、繰り返し現れる同じ方向への視線や同じ姿勢等、繰り返し現れるある動きや形によってもおこなわれている。

そこで本研究では、一人芝居を四半世紀以上続けてきた世界的な俳優である、イッセー尾形の演技に繰り返し現れているジェスチャーないし視線と発話の組み合わせ（以下「談話構造」と記す）に注目し、McNeill [8]の「キャッチメント catchment」という概念を援用しつつ分析をおこない、演技における「繰り返し現れる談話構造」の発達ないし変化とその役割について考察をおこなう。

2. 分析対象

対象データは、森田オフィスのスタッフ・高橋大氏が筆者の研究用に撮影したイッセー尾形の一人芝居の春公演のビデオを利用する。研究対象として選択した演目は以下である。

- ・演目名：『ニチガイ』
- ・公演名：
「イッセー尾形のとまらない生活パート 37」
- ・公演日時：
2001年3月19（月）～25（日）全8回公演
- ・対象日時・場所：
3月25日千秋楽公演・原宿クエストホール
- ・対象演目：
<あらすじ>

西武池袋線江古田駅の街角でフリーターらしき若い男性が一人ぼんやりとたっている。と、そこへマッサージの客引き嬢が、マッサージを受けないか、と声をかけてくる。男はいろいろな理由をあげて断り続けるうちに、客引き嬢が自分と同年齢であること、慶応大学出身であることを知り、驚く。自分は日本大学芸術学部出身であり、現在フリーターでお金がないことを告げる。同年齢であり同じような境遇であることで、二人の少し距離感が縮まる。すると女は男に、明日もう一度ここで会わないか、と提案し、男は戸惑いながらも承諾する。

<登場人物>

- ・男、24歳、フリーター
- ・女、24歳、マッサージの客引き嬢

<イッセーの役柄>

>

- ・男、24歳、フリーター

<衣裳・メイク>

- ・紫色の短髪のカツラ
- ・革ジャン
- ・Tシャツ
- ・Gパン
- ・スニーカー
- ・アイラインをいれる



本研究では、「話すという行為における価値の算出」においては「微少発生[9]」をカバーしている0~10秒間のスケールで「複数の選択可能な通時的な経路が存在している」、という McNeill [10] の考え方を前提とし、分析対象としたデータは、演目が始まってから1分間とした。

3. 方法

『ニチゲイ』のジェスチャーおよび視線と発話の構造を主にジェスチャー、視線という観点から記述し、分析する。

ジェスチャー記法は McNeill [11] の

“Methods of Gesture Recording and Transcription, Including New Semi-Automated Methods” および細馬 [12][13] に準ずる。ジェスチャーが同期している発話部分はゴシック体太字で表した。また、右手によるジェスチャーを「RH」、左手によるジェスチャーを「LH」で表す。

視線や発話の記法は、会話分析のエスノメソドロジ的記法[14][15]に準ずる。本章で主に使用されているのは以下の記号である。

(0.5) 沈黙の秒数

(.) 短い間 (おおむね 0.1 秒以下)

: 長音

? 音程が上がっていることを示す

発話と視線、発話とジェスチャーの同期の分析をする際に、各発話、各視線、各ジェスチャーの開始・終了時刻を、1/30秒単位で正確におこなうため、Adobe Premiere Elements8.0を用いてタイムライン入りのビデオを作成し、Media Player Classic Home Cinema 1.51を用いて分析した。

4. 分析と考察

4-1. 始まりの1分間

イッセーの演技の始まりから1分間をみる。舞台上には、イッセー演ずる「元ニチゲイ生」の若者しか実際には存在しない。以下に記述してある台詞や動きはすべて、イッセーがおこなったものである。また、台詞内でゴシック体となっている部分は、イッセーの手の動き（以下、「ジェスチャー」と記す）と同期している部分である。

以下、左に視線および台詞を記述し、右に図を示す。

照明がゆっくりと入る。と、5メートル四方の舞台上に、紫色の髪、革ジャンと腰



図 1

まで落としたジーンズをはいた若者が口の中を舌で押し舐めながら、ポケットに手をつっこんで右足に重心を置き立っている。視線は上手(かみて)を凝視している(図1)。

と突然、押し舐めていた舌を止め、ぎょっと下手(しもて)を凝視する(図2)。



図 2

驚いたまま、いったん上手へ視線を外す。

同時に、左足を引き、重心をうつしながら、ポケットにつっこんでいた左手をゆっくりひきだす(図3)。



図 3

下手へ視線をうつし、ポケットから引き出した左手でそろりそろりと下手方向を指さしながら、以下の台詞を言う。

若者「マッサージいかがですか？」

下手へ指をさしたまま、軽くうなずきながら、ちらりと上手を見る。(図4)



図 4

視線をもう一度下手へうつし、指さしていた左手をそろそろとしまい、同時に右手をポケットから出したあと両手を広げて下へ向けながら、若者「あ、あの別に肩凝ってないっす」

と言って軽く頭を下げ、膝を曲げる。(図5)



図 5

右足を引いて重心をうつし、両手を自分の身体に添わせるように置き、上手をちらりと見る(図6)。



図 6

視線を下手へ向けつつ、右手で下手を指さしながら若者「…っていう『マッサージ』じゃないよね？」と、声をかける(図7)。



図 7

指さした右手を頭にもってきて、若者「すいませーん」と、今度はおどけた声を出し軽く膝を曲げる(図8)。



図 8

右手で自分の鼻を掻きつつ、ちらりと上手を見て、すぐ下手へ視線をうつし

若者「あの一…」と、下手方向へ声をかける(図9)。



図 9

若者「結構暇そうに見えるかもしれないけど…」



図 10

と、下手を見ながら、右手で下手と自分を交互に指さす (図 10).

若者「あの一…
あの一『待機
中』で」
と言いつつ、何
度も自分を指さ
す (図 11).



図 11

右手をポケット
に戻し、ちらり
と上手を見る
(図 12).



図 12

(以下、台詞と視線及びジェスチャーの関係が
かなり複雑になっていくため、原則的にジェス
チャーを中心にみていく.)

下手を見つつ、左
手で下手を指さし
ながら声をかける。
若者「っていうの
は、あの一…」(図
13)



図 13

若者「あそこに見
える木造モルタ
ル、ね? アパート
あるっしょ? あれ
の2階角部屋…」
上手を見、指さし



図 14

ながら話す。途中、ちらりと下手を見る瞬間が
ある (図 14).

若者「むこっかたの
方」上手を凝視した
まま、手は指さしの
形のまま、外側へ輪



図 15

を描くように動かす (図 15).

若者「あそこがマ
イ…」

と、上手を見たま
ま、左手で自分を
指さす (図 16).



図 16

若者「ホーム. で、あの一」

下手を見て、もう一度上手を指さす。

若者「今…」

と、左手の形を指さしから手を揃える形に変更
し、自分を指す。

その後上手をちら
りと見る。そして、
また下手へ視線を
戻し、何度かぱち



図 17

ぱちとまばたきを
する (図 17).

若者「バルサンたいてんの。」

と言いながら、左
手を下手へ突き出
す。そしてしばらく
沈黙し、下手方
向を向いたまま、



図 18

何度かうなづく
(図 18).

若者「で、あの一」
と言って口ごもりつ
つ、下手につきだ
した手はそのまま、
視線をきょろきょろ
とさまよわせる (図
19).



図 19

若者「出てんの」

下手を指していた左
手で自分を指す。

(図 20)



図 20

ここまでが『ニチゲイ』の始まりから1分間である。この1分間を、視線やジェスチャーから分析、検討する。

4-2. 分析と考察

イッセー尾形の始まりの1分間の視線とジェスチャーを分析すると、以下の図21のようになった。

経過時間(秒) / 発話番号/発話者: 発話内容

0.0	/	01	I: (4.6) (2.6) (1.5) (1.0) マッサ: ジいかがですか?	(視線) rrrr rrrr	RH: /S1 /	LH: /P /S1 /
16.0	/	02	I: (2.2) (.) あ、あの、別に肩こってないっす。	(視線) rrr	RH: /P /S /	LH: H /S2 /
21.9	/	03	I: (1.0) っっていう、マッサ: ジじゃないよね? けいませ: ん。	(視線) rrrr rrrr	RH: R /P /S1 /S2 /	LH: R
26.9	/	04	I: (.) あの: / (0.5) 結構暇そうに見えるかもしれないけど	(視線) rrr rrrr	RH: S3 /S4 /	LH: /
31.8	/	05	I: /あの、あの: / 特機中で、/ (0.4) (0.5)	(視線) rrrr	RH: /S5 /S6 /R /	LH: /
37.8	/	06	I: (0.3) っっていうのは、あの: /あそこに見える/木造モルタル、ね?	(視線) rrrr	RH: /P /S1 /H1 /S2 /H2 /	LH: /
41.6	/	07	I: アパート、あるっしょ? あれの2階角部屋、	(視線) rrrr	RH: /H2 /	LH: /
44.6	/	08	I: むこったの方、あそこがマイ/ホ: ム。	(視線) rrrr	RH: /H3 /S4 /S5 /	LH: S3 /
47.1	/	09	I: で、あの: /今/ (.) (2.7) /バルサン/たいてんの。	(視線) rrrr rrr	RH: /S6/H5 /S7 /H6 /	LH: H4 /
53.5	/	10	I: (3.9) で、あの: /: /出でんの。/ (~61.6秒)	(視線) rrrr	RH: /S8 /	LH: (H6) /

図21: 視線とジェスチャー

以上の事例はジェスチャー単位によって3つの部分に分けられる。ジェスチャー単位は「復帰(R)」によって終了となるため[16]、1つ目は台詞番号01~03まで、2つ目は台詞番号03~05まで、3つ

目が台詞番号06以降である。このうち、2つ目のジェスチャー単位まで、つまり台詞番号05(演目開始から38秒)までを分析する。

イッセーは発話が始まってからの31.8秒間、発話時には必ず視線を下手(しもて)へむけている。一方そこでおこなわれたジェスチャーには、2つの「ジェスチャー単位[13]」があり、1つ目のジェスチャー単位は左手の2つのジェスチャー句、右手の1つのジェスチャー句から成り、2つ目のジェスチャー単位は右手のみではあるが6つのジェスチャー句がホールドを挟みながら連なり、構成されている。

次に、演目開始37.8秒以降(台詞番号06「(0.3)っっていうのは~」)は、発話時にも下手以外へ視線を向けたり、目を伏せたり、きよろきよろと方向を特定できない視線をつくりだしている。一方ジェスチャーは、左手のみを使用し、ホールドを挟みながら8つ以上のジェスチャー句を産出しているが、ジェスチャー単位としては1つのみである。

ここで、便宜的に演目開始から37.8秒までを「前半」、37.8秒から61.6秒までを「後半」とよぶ。前半では、一定した視線が確保されつつ、2つのジェスチャーがおこなわれていた。そしてそのジェスチャーは使用した手は右手、形状は指さし、方向が下手といった共通点があった。つまり、下手へむけている視線という安定的な状況の下で、同じ構造をもっているジェスチャーを繰り返して使用していたといえる。一方後半では、視線の方向も一定ではなく、ジェスチャーもホールドを繰り返しながら、形状、方向のばらばらな1つのジェスチャーを左でおこなっていた。

5. 議論

以上の分析から、前半と後半では、視線とジェスチャーそれぞれの構造が異なっていること、そして視線とジェスチャーの関係性も変化していることが示された。

前半は、視線がほぼ下手へ固定されている一方で、ジェスチャーは視線よりも細かい変化を作り出し、同期した台詞と「指さし」によって舞台上

の「環境」を視線よりも詳細に構造化している。つまり視線の方がジェスチャーより安定的である。視線は「下手に誰かがいる」という環境を示し続け、ジェスチャーは「指さし」を何度もつかうことで、「下手に誰かがいて自分を見ている」情報をより強固にしている。

ここで使用されているジェスチャーは、「キャッチメント (catchment) [8]」といえるのではないだろうか。「キャッチメント」とは、「一続きの談話において繰り返し現れ、且つ、形、動き、空間、向きなどの特徴の一部が反復して現れるジェスチャーによって組織化される談話構造」であり、「談話の結束性を示し、談話を貫く一貫した視覚的・空間的イメージの糸のようなもの」である。つまり、前半でおこなわれた2回の「下手を指さしする」ジェスチャーは、ある「おはなし」が始まったこと、まさにお芝居の演目が開始されたこと、を観客に示している。言い換えれば、演劇の特徴である二重のコミュニケーションのうち、舞台上の「内世界的コミュニケーション[17]」の開始をしめているのではないだろうか。さらに、舞台上の「不在の環境」を構造化する単位として、安定的な「視線」の下で繰り返される同じ構造の2回の「ジェスチャー」という、「視線」>「ジェスチャー」という入れ子構造を推察することができる。

一方、後半では、視線は不安定であり、ジェスチャー単位は1つである。言い換えれば、一度「ホームポジション[18]」から離れて動き始めた手は、ずっとジェスチャー空間にとどまりつづけ、戻らない。ホールドを挟みながらおこなわれる「ストローク」の際の形や動き、空間、向き等は多様になっているが、ジェスチャー単位という観点から考えるとおおきな1つのジェスチャーとなっている。

一方視線は、下手のみならず、上手、伏せる、きょろきょろと動く、など多様な動きをし始める。ジェスチャー単位といった観点からみると、ジェスチャーの方が視線よりも安定的なのである。つまり、「視線」<「ジェスチャー」という入れ子構

造になっている。演目開始 37.8 秒の前後で「視線」と「ジェスチャー」の入れ子構造が反転したのはなぜなのか。

後半、視線が一気に多様化するのには、台詞番号 09「バルサンたいてんの」の前後である。台詞番号 08 までは、演目開始 37.8 秒までと同様に、上手と下手という2方向の視線と、「指さし」によって「不在の環境」を示し続けるジェスチャー句の連なりから成るジェスチャー、という「視線」>「ジェスチャー」構造になっている。

ところが台詞番号 09 でこの構造が一転する。「で、」で目を閉じ、「あの一」で上手へ視線をむけ、「今」で下手へ視線をむけ、少し言いよどみながら上手へ視線をむけ、再度下手へ視線をむけ 2.7 秒沈黙し、その後一気にたたみかけるように「バルサンたいてんの」と言葉を吐き出す。この台詞番号 09 にかかった時間は 6.4 秒。5.6.2 で述べたように、「バルサンたいてんの」という台詞はコミュニケーションの2つの回路の役割を同時に担っている。「バルサンたいてんの」の前後で、ジェスチャーと視線の構造が変化したのも、やはり「内世界的コミュニケーション」と「芸術的コミュニケーション」という2つの回路が「バルサンたいてんの」という台詞に表面化するためであると考えられる。観客へオチを示すため、視線とジェスチャーの構造を変化させ、観客へ笑いのきっかけを提供しているのである。この入れ子構造の変化は、イッセーの行為が、「内世界的コミュニケーション」を示すことから、オチを示すことへフォーカスが転じたことを示唆しているのではないか。

言い換えれば、観客へオチを示すということは、繰り返される行為によって示していた「内世界」を崩壊させ、別の次元である「劇場」という世界のコミュニケーション＝芸術的コミュニケーションをおこなう、ということなのではないだろうか。

本稿では、始まりの1分間の分析から以上の考察を導いた。しかし、「内世界的コミュニケーション」と「芸術的コミュニケーション」の転換が、内世界的コミュニケーションの崩れ＝繰り返される行為の中断ないし分断であることを示すには、

この分析だけではまだ不十分であると感じている。今後、始まりの1分間だけではなく、演目の中間地点、終わりの1分間も含め、分析をおこなっていきたい。

参考文献

- [1] アンリ・グイエ, (1976) “演劇の本質”, 阪急コミュニケーションズ.
- [2] ピーター・ブルック (1971) “なにもない空間”, 晶文社.
- [3] ジェームズ・ギブソン (1979) “生態学的視覚論”, サイエンス社.
- [4] 佐藤由紀 (2003) “イッセー尾形の舞台における協調の分析” 東京大学大学院学際情報学府修士論文 (未公開) .
- [5] 佐藤由紀 (2004) “イッセー尾形の舞台における協調の分析” 生態心理学研究, 1(1), 73-83.
- [6] 佐藤由紀 (2006) “一人芝居の身体ーイッセー尾形の1分間” アート/表現する身体ーアフオーダンスの現場, 東京大学出版会, pp55-85.
- [7] 佐藤由紀 (2011) “発話行為における身体ー早期失明者と俳優を巡って” 東京大学大学院学際情報学府博士論文.
- [8] McNeill, D. (2000) “*Growth points, catchments, and contexts*” 認知科学, 7(1), 22-36.
- [9] Werner, H.& Kaplan, B. (1963). “*Symbol formation: An organismic-developmental approach to language and the expression of thought*” New York: Wiley.
- [10] McNeill, D. (1987). “*Psycholinguistics: A New Approach*” Harpercollins College Div. (マクニール 鹿取廣人ほか(訳)(1990). 心理言語学 サイエンス社)
- [11] McNeill, D. (2005). “*Gesture And Thought*” Univ of Chicago Pr.
- [12] 細馬宏通 (2008) “非言語コミュニケーション研究のための分析単位: ジェスチャー単位” 人工知能学会誌 23(3), 390-396.
- [13] 細馬宏通 (2009) “ジェスチャー単位” 坊
- 農真弓・高梨克也 (編著) 多人数インタラクションの分析手法 オーム社 pp. 119-136.
- [14] 山崎敬一 (1997) “< 附論> ビデオデータの分析法” 山崎敬一・西阪仰 (編著) 語る身体・見る身体 ハーベスト社
- [15] 水川喜文 (2001) “会話分析による録画記録の利用法: トランスクリプト作成の方法論” 北星学園大学紀要, 37, 77-84.
- [16] Kendon, A. (2004). “*Gesture: Visible Action as Utterance*” Cambridge University Press.
- [17] 山崎正和 (1988) “演技する精神” 中央公論社.
- [18] Sacks, H., & Schegloff, E. A. (2002). “Home position” *Gesture*, 2(2), 133-146.

メタファーの有意味性判断に対するワーキング・メモリ容量の影響 Effects of Working Memory Capacity on Meaningfulness Judgement of Metaphoric sentences

中本 敬子[†], 内海 彰[‡]
Keiko Nakamoto, Akira Utsumi

[†]文教大学, [‡]電気通信大学
Bunkyo University, The University of Electro-Communications
jcss@jcss.gr.jp

Abstract

It has been revealed that working memory capacity predicts the processing speed and quality of metaphor comprehension. This study investigated the effects of working memory capacity on meaningful judgment of metaphoric sentences using a deadline procedure. If WM concerns the interaction between topics and vehicles, the difference in the accuracy of the judgment between high and low WM will be found in the processing of novel metaphors, rather than conventional metaphors. Although the results showed no significant interaction between WM and metaphor conventionality, it may be found if the vocabulary knowledge.

Keywords — Metaphor comprehension, Working Memory Capacity, Conventionality

1. はじめに

メタファーの理解や産出において、ワーキング・メモリ（以下 WM）が重要な役割を果たしていることが示されてきている（Chiappe & Chiappe, 2007; Pierce & Chiappe, 2008; Pierce, MacLaren, & Chiappe, 2010）。Chiappe & Chiappe (2007) では、WM 容量の大きい者の方が小さい者よりも質の高い解釈を素早く行ったり適切なメタファーを産出したりすることが示された。また、Pierce, MacLaren, & Chiappe (2010) では、文が字義通りの意味で真か偽かを判断するよう求める課題を用いて検討を行っている。字義通りの意味での真偽判断は、文がメタファー的に意味を持つ場合には干渉される。彼らの研究では、このメタファー干渉効果は、WM が高い場合には低い場合に比べ減少することが示された。これらの研究は、メタファーの理解において WM が関連する意味特徴から解釈を構成したり無関連な意味特徴を抑制したりする

役割を負っていることを示唆する。

しかし、これまでのところメタファー理解の初期段階での WM の役割は十分に明らかになってはいない。Chiappe & Chiappe (2007) ではメタファー解釈の言語化を求めており初期プロセスを検討するには適していない。Pierce et al. (2010) では、初期プロセスを検討するためにメタファー干渉効果を扱っているが、メタファーの意味をより素早く的確に構成できるほうが干渉の程度が大きくなることも考え得る。

そこで本研究では、メタファーを含む文を呈示し、それらの文が意味をなすかどうかの判断を求めることでメタファー理解の初期プロセスに対する WM の役割を検討する。また、本研究では、Wolff & Gentner (2011) を参考に、有意味性判断に対して3種類の制限時間を設定した。制限時間以内に、WM 容量の差が処理のどのような段階で現れるのかを明らかにする。

有意味性判断を求めるのは次のような理由による。メタファーの有意味性や理解可能性についての判断を求める課題は、Wolff & Gentner (2011) や McElree & Nordile (1999) 等の先行研究で広く用いられており、解釈された内容を言語化することに比べて反応時間が短いことから、メタファー理解プロセスの中でも比較的初期に焦点を当てることができると考えられる。また、字義通りの真偽判断課題では、干渉効果が小さいことがメタファーの意味と字義通りの意味の区別が素早いことを表しているのかメタファーの意味が構成されていないことを示すのか区別できない

さらに、慣習性の高いメタファーと低いメタファー

の間でどのような違いが見られるかを検討する。Giora(2003)によると、慣習性の高いメタファは新内辞書におけるメタファ的意味の想起が理解の達成に大きく関わるのに対し、慣習性の低いメタファは主題と喩辞の相互作用による喩辞の意味調整が大きく関わりと考えられる。もし、WMがメタファに無関連な意味特徴の抑制のような主題と喩辞の相互作用に関わるのであれば、WM容量による有意味性判断の正確さの差は慣習性の高いメタファよりも低いメタファでより強く現れると考えられる。

2. 方法

目的 慣習性の高いメタファと低いメタファの有意味性判断の速度と正確さに対して、WM容量がどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的とした。

実験計画 メタファの慣習性 2 水準（高，低）×有意味性判断の制限時間（500ms，900ms，1600ms）×WM容量（高，低）の 3 要因混合計画とした。

参加者 大学生 61 名が実験に参加した。うち 1 名については、課題の内容を誤解していたため分析から除外した。

材料 呈示した文は全て「AはBだ」形式であり、字義通り文 21 文（例：自転車は乗り物だ）、慣習性の高いメタファー 21 文（例：怒りは火だ）、慣習性の低いメタファー 21 文（例：孤独は砂漠だ）、無意味文 63 文（例：経理はヘルメットだ）であった。メタファは、Nakamoto & Kusumi (2005) の予備調査を参考に作成した。字義通り文は、シソーラス等を参考に作成した。

手続き 全ての参加者に、はじめに WM 容量測定のためのリーディングスパンテスト、続けて文の有意味性判断課題の順で課題を課した。実験に要した時間は 50 分程度であった。

リーディングスパンテスト (RST) 荻阪(2002)に準じて実施した。練習試行に 4 文、本試行に 70 文の計 74 文を用いた。各文内のターゲット語は下線により示した。1 試行で読む文の数は 2 文か

ら 5 文とし、2 文条件から順に 5 試行ずつとした。文は 1 文ずつ PC 上に呈示し、参加者自身のペースで音読し、読み終えたらキーを押して次の文に進むように求めた。また 1 試行での全ての文を読み終えた後は「思い出してください」という PC 上の表示に従い、ターゲット語を再生し解答用紙に記入するよう求めた。

有意味性判断課題 PC 上に呈示される文の意味が通っているか否かについて判断を求めた。文判断のための制限時間として、500ms、900ms、1600ms の 3 つの条件を設定した。実験では、文の呈示に先立って、300ms の間文の先頭位置にあたる箇所注視点を呈示した。その後、文を制限時間の間のみ呈示した。文が消失した後 500ms 以内に判断を行わせた。参加者の判断が制限時間以前、もしくは制限時間後 500ms を超えて行われた場合には、反応が早すぎる、または遅すぎるというメッセージを示した。反応の正誤についてはフィードバックを行わなかった。なお、これらの手続きに慣れるため、練習試行を 54 試行実施した。練習試行の際には、反応の正誤についてもフィードバックした。

3. 結果と考察

RST 全てのターゲット語（70 語）のうち正しく再生された語の比率を算出し、WM 容量の推定に用いた。60 名の平均値は .64, SD は .14 であった。正再生率が平均値よりも高い 30 名を WM 高群、低い 30 名を WM 低群とした。WM 高群の平均正再生率は .77(SD=.06), WM 低群は .53(SD=.09) であった。

有意味性判断課題 制限時間よりも早い反応と制限時間よりも 500ms 以上遅い反応は分析から除外した。除外されたデータは、全体の 16.7% であった（500ms 条件 25.1%, 900ms 条件 12.3%, 1600ms 条件 12.8%）。

字義通り文とメタファーに関して、正しく「有意味」と判断された比率を Table 1 に示す。

Table 1 から、900ms の制限時間での慣習性の高いメタファの有意味性判断で WM が高い者のほ

うが低い者よりも正判断率が高い傾向が見られる。この傾向を確認するため、メタファに対する判断について分散分析を行ったところ、制限時間の主効果と慣習性の高低の主効果のみが有意であった（それぞれ、 $F(2,116)=8.420$, $p<0.001$; $F(1,58)=102.58$, $p<0.001$ ）。つまり、制限時間が長くなるほどメタファを正しく有意味であると判断する比率は高かった。また、慣習性の高いメタファは低いメタファに比べ、有意味であると正しく判断

されていた。

しかし、WM容量の主効果ならびに交互作用は有意ではなく、WM容量のメタファ理解の初期プロセスへの影響は明らかにならなかった。今後

より結果を正確に検討するためには、今後、語彙に関する個人差を分析に含める等の必要があると考えられる。

Table 1. 有意味性判断課題の平均正判断率

文の種類	WM	500ms		900ms		1600ms	
		M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)
メタファ(慣習性 高)	高	.61	(.13)	.73	(.08)	.74	(.08)
	低	.70	(.10)	.64	(.05)	.76	(.09)
メタファ(慣習性 低)	高	.38	(.17)	.44	(.08)	.46	(.09)
	低	.36	(.17)	.43	(.10)	.53	(.07)
字義通り	高	.97	(.07)	.99	(.04)	.99	(.04)
	低	.94	(.10)	.99	(.03)	.98	(.04)

参考文献

- Chiappe, D. L., & Chiappe, P. (2007). The role of working memory in metaphor production and comprehension. *Journal of Memory and Language*, **56**, 172—188.
- Giora, Rachel (2003). *On our mind: Salience, context, and figurative language*. New York: Oxford University Press.
- McElree, B., & Nordlie, J. (1999). Literal and figurative interpretations are computed in equal time. *Psychonomic Bulletin & Review*, **6**, 486—494.
- Nakamoto, K. & Kusumi, T. (2005). Topic and Vehicle Play Different Roles in Processing of Metaphor: Activation and Inhibition of Semantic Features of Constituent Terms *27th Annual Meeting of Conference on Cognitive Science*, Strasa, Italy
- Pierce, R., MacLaren, R., & Chiappe, D.L. (2010).

The role of working memory in the metaphor interference effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, **17**, 400-404.

Pierce, R. S., & Chiappe, D. L. (2008). The roles of aptness, conventionality, and working memory in the production of metaphors and Similes. *Metaphor and Symbol*, **24**, 1-19.

Wolff, P., & Gentner, D. (2011). Structure - mapping in metaphor comprehension. *Cognitive Science*, **35**. 1456—1488.

母語訛りの英語が顧客の購買意欲に与える影響 The Impact of Accented Speech on Purchase Intention: In Case of Japanese Accent

鍋井理沙

Risa Nabei

早稲田大学大学院, 教育学研究科, 博士後期課程

Waseda University, Graduate School of Education

risa_nabei@asagi.waseda.jp

Abstract

This study investigates how the accent in the English spoken by a salesperson impacts his/her customer's purchase intention, specifically the effects of Japanese accented English on the attitudes of listeners with different language backgrounds. A total of 30 participants from three different language groups (native English speakers, ESL speakers, and EFL speakers) listened to the recordings of three presenters respectively giving a sales talk in English with different levels of Japanese accent: light, middle and heavy. The results suggested that all participants had higher purchase incentive when they listened to the least accented speech and that there were no statistically significant differences in listener attitude towards Japanese accented English according to the language group. Implications for pronunciation teaching are discussed.

Keywords — foreign accent, perception, purchase intention.

1. はじめに

ビジネスのグローバル化が進むなか、英語は世界で最も広い範囲で国際共通語として使用される言語となった[1]。これに伴い、日本人が英語で他者とコミュニケーションをとる必要もこれまで以上に増えている一方、英語力、特に英会話能力が

十分でないために外国人との交流が制限されたり、適切な評価が得られないといった事態も生じているとされている[2]。実際、世界各地のビジネスマンに、6種類の英語の発音（General American, British, Australian, Estuary, Indian and Japanese English）を好ましい順番にランキングしてもらったところ、Japanese Englishは最下位となった実験結果もある[3]。

近年は母語訛りの英語を英語の多様性として肯定的に見る World Englishes の見解を支持する動きも広がっている[4]が、迅速な交渉が要求されるビジネスの場では、特に聞き手が理解しやすい発音を意識して英語を話せる能力が必要である。英語の発音の違いによる聞き手の反応の変化については、1960年代頃から sociolinguistics や language attitude studies の分野で英語を母語としない英語話者の訛りのある発音と、英語を母語とするネイティブ・スピーカーの発音を被験者に聞かせ、聞き手が話者に対して抱く印象を調べる実験がされてきた[5]。ただ、これらの調査の多くは被験者が英語母語話者であり、非ネイティブの反応や、異なる language background を持った被験者間の反応の相違を測った調査は少ない[6]。また、被験者に聞かせる speech sample も、欧州や南米の言語訛りのものがほとんどで、日本語訛りの英語を使用した実験はほぼ無い状態である。

本稿ではこうした状況を踏まえ、日本人の英語

が外国人からどのような評価をされているのか調査することを目的とした。特にビジネスの場面を想定し、日本語訛りの英語が聞き手（被験者）の購買意欲に与える影響について考察する。

2. 背景と先行研究

Accented English（母語訛りのある英語）に対する聞き手の反応に関する研究は1960年代から実施されてきたが、当初は話者の能力やステータス、親しみやすさなど社会的な階級や個人の性質に関する項目を測るのが主流であり[7]、ビジネスの場面における話者の印象を調査した実験はされていなかった。テクノロジーの進化と共にビジネスのグローバル化が進み、世界各地で商品を販売する企業が増えてくると、最も効果的な商品広告を作るためには、ネイティブ・スピーカーの英語と、商品を販売する国の母語訛りの英語のどちらがより顧客の購買意欲を引き上げるのかといった事業戦略における accented English の経済的合理性について調べる実験もされるようになった[8]。

Tsalikis らの実験では全く同じ内容の車のセールストークを、ギリシャ語訛りの英語とネイティブによる英語の両方で米国人（主に大学生）に聞かせたところ、ネイティブ話者のセールストークの方が聞き手の購買意欲が高かったとの結果が出ている[9]。この実験では被験者が米国人であったため、自分と親和性の高いネイティブ英（米）語を好む被験者が多かった可能性も考えられるが、Lalwani らの実験では、シンガポールでネイティブ（英国）英語とシンガポール訛りの英語（Singlish）で同じ内容の広告を見せたところ、ネイティブ英語の方が聞き手の購買意欲が強かったとの結果も出ている[10]。

これらの研究では、母語訛りのある英語は訛りのない英語よりも顧客の購買意欲にネガティブな影響を与えることが示唆されているが、本実験では日本人が話す英語の訛りの強さの度合いによって被験者の購買意欲に違いが出るのか、訛りに対する聞き手の反応を更に詳細に検証した。

3. 実験

日本語訛りの度合いが異なる（強・中・弱）1分程度の同じ内容の3つの英語のセールストークを language background の異なる被験者に聞かせ、それぞれのセールストークについて購買意欲について調査した。被験者は日本語を母語としない1) ネイティブ13人、2) 英語圏での英語 (ESL) 学習者9人、3) 英語圏以外での英語 (EFL) 学習者8人で構成し現実に近い環境とした。また被験者の判断材料を商品でなくセールストークのみに絞るため、実態のない商品である架空の水資源を（被験者に）売り込む内容とした。

この音声サンプルは Cooper の「verbal guise technique」[11]を使い、英語の習熟度が異なる日本人男性に同じ内容の数分程度の長さの英文のセールストークを読み上げてもらったものから選んだ。英語母語話者の英語教師と音声学を専門とする日本人の英語教師に訛りの度合いでサンプルに順番をつけてもらい、日本語訛りの度合いが強・中・弱の3つのセールストークのサンプルを実験用に選定したものである。Verbal guise technique は Lambert ら[5]が考案したものを一部修正した実験方法で、同じ内容の英語のスピーチをネイティブスピーカーや、母語訛りのある話者など複数のスピーカーに話してもらい、訛りの有無で聞き手の話者に対する反応が異なるかどうか調べる実験方法である。被験者には、それぞれのスピーチに対して「この商品を買いたいと思うか」等の購買意欲に関する質問をし、5段階評価で評価してもらった。

4. 結果

被験者に聞かせるセールストークの日本語訛りの度合い（強・中・弱）と、被験者の language background (Native, ESL, EFL)の二元配置分散分析を行った。各記述統計量と分散分析表をそれぞれ表1、表2に示す。日本語訛りの度合×language background の交互作用 ($F(4, 54) = 1.632, p = .180$) は有意ではなかった。被験者の language

background の主効果 ($F(2,27) = 0.115, P = .892$) にも有意差は見られなかった。一方、訛りの度合の主効果 ($F(2,54) = 34.88, P = .001$) は有意であった。

表 1 訛りの度合別の
各 language background(LB)の購買意欲

訛りの度合	LB	Mean	SD	N
Light (弱)	Native	5.85	2.230	13
	ESL	6.00	1.225	9
	EFL	6.88	1.808	8
	Total	6.17	1.859	30
Middle (中)	Native	4.15	1.625	13
	ESL	4.44	1.740	9
	EFL	4.50	1.309	8
	Total	4.33	1.539	30
Heavy (強)	Native	3.77	1.166	13
	ESL	4.00	1.414	9
	EFL	3.00	1.069	8
	Total	3.63	1.245	30

表 2 被験者の LB×
訛りの度合の 2 元配置分散分析

Source	SS	df	MS	F 値	P 値
被験者の LB	1.021	2	0.51	0.115	0.892
誤差	120.135	27	4.449		
訛りの度合	106.777	2	53.388	34.88	0.000
訛りの度合 ×LB	9.99	4	2.497	1.632	0.180
誤差 (訛りの度合)	82.655	54	1.531		

次に訛りの度合の主効果の解釈をするために、単純主効果の検定を行った。その結果、訛りの度合が「弱」のセールストークと「中」の間、および「弱」と「強」の間には有意差がある ($P < .001$) が、「中」と「強」の間には有意差はなかった ($P = .053$)。

5. 考察

前項の分散分析の結果から、聞き手（被験者）の language background に関わらず、日本語訛りの度合が弱い（ネイティブの発音に近い）発音のセールストークの方が、訛りが中程度及び強いセールストークよりも、聞き手の購買意欲を引き上げることが示唆された。これは、母語訛りのある話者に比べて、ネイティブの発音で話した方が聞き手の購買意欲が上昇するという Tsaliki 或は Lalwani らの知見が、ネイティブと非ネイティブの発音の比較だけではなく、非ネイティブの母語訛りの度合の比較にも当てはまることを示唆していると言える。

訛りの度合が「中」と「強」のセールストークの間に有意差がなかった結果については 2 つの可能性が考えられる。ひとつには、訛りが「強」の発話を聞いた際に、発話者が明らかに英語を母語としない話者であることに気づき、苦勞して外国語を話している話者に同情して被験者の点が甘くなった結果、訛りが「中」の発話に対する評価に近づいてしまった可能性がある。もしくは逆に、聞き手はある程度の訛りを感知すると購買意欲に歯止めがかかり、それ以上は訛りの強さの変化に関わらず購買意欲は変化しない可能性も考えられる。

またこの結果は筆者が本研究と同様の被験者に過去に行った、日本語訛りの英語話者に対して聞き手が抱く信頼性 (credibility) についての研究とほぼ同じ結果となった[13] (話者の英語の訛りの強さが話し手の credibility に及ぼす影響については、日本英語教育学会第 43 回年次研究集会 (2013 年 3 月 16 日) で発表済み)。すなわち、被験者の language background に関わらず、訛りの度合が「弱」の話者に対して聞き手が抱く credibility は、訛りが「中」および「強」の話者に対して感じる credibility よりも有意に高かったのである。

購買意欲と credibility の二つの変数の関係を見ても、訛りの度合が最も弱いセールストークに与えられた credibility 評価と購買意欲の相関係

数は、 $r = .682^{**}$ 、訛りが中程度の同相関係数は $r = .602^{**}$ 、訛りが強いセールストークでは $r = .662^{**}$ ($**p < .01$) といずれのレベルでも比較的強い相関関係があった。Bivariate Fit を見ると、この2要因の関係は、図1に見られる通りである。すなわち、訛りの度合いが弱くなるに従って購買意欲 (purchase intention) の識別力が高くなる (訛りの度合いによる影響がより大きく反映される) 傾向があることが示唆されている。

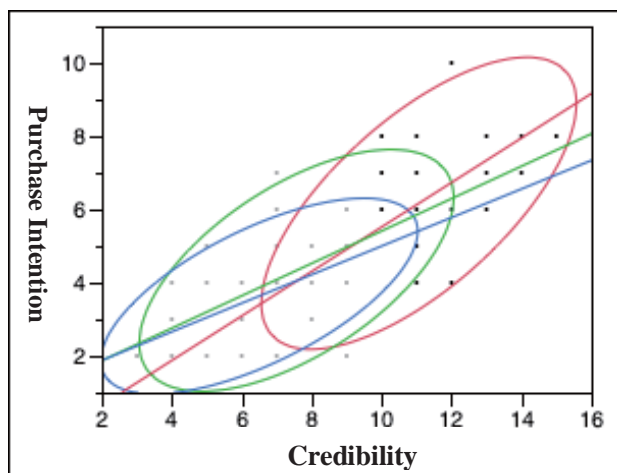


図1 Bivariate Fit of Purchase Intention of Credibility

6. 結論と発音教育への示唆

本稿では、日本人の英語が外国人からどのような評価をされているのか調査することを目的とし、日本語訛りの英語によるセールストークが聞き手 (被験者) の購買意欲に与える影響について検討した。その結果、聞き手 (被験者) の language background に関わらず、日本語訛りの度合いが弱い (ネイティブの発音に近い) 発音のセールストークの方が、訛りが「中」及び「強」よりも、聞き手の購買意欲を引き上げることが示唆された。これは、消費者が非ネイティブよりもネイティブの発音を好むことを示唆した過去の知見が、ネイティブと非ネイティブの発音の比較だけではなく、非ネイティブの母語訛りの度合いの比較にも当てはまることを示している。

本研究と、筆者が過去に行った母語訛りと話者の credibility に関する実験の双方の結果から、日本語訛りの強さは、話者の販売する商品に対する購買意欲や、話者の credibility にネガティブな影

響を与えることが示唆された。

これらの実験結果から、母語訛りを少なくした方がビジネスを有利に進められることがあるということがみてとれる。英語を学ぶ過程では世界で話されている多様な英語に触れることも重要であるが、ビジネスの現場では母語訛りの英語が話者の印象や交渉の結果にネガティブな影響を与える可能性があること、母語訛りの少ない発音を習得することに経済的な合理性があることも、一つの知識として生徒に伝える必要があると考えられる。

参考文献

- [1]原田 康也, "一般教育としての大学英语教育: 『文系』情報教育と『理系』英語教育の課題," 公開研究会『理工系英語教育を考える』論文集, pp. 1-10, 日本英語教育学会編集委員会編集, 早稲田大学情報教育研究所発行, 2012年3月26日.
- [2]文部科学省, 「英語が使える日本人」の育成のための行動計画, 2003年3月31日.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/082/shiryo/_icsFiles/fieldfile/2011/01/31/1300465_02.pdf (2013/06/01 にアクセス)
- [3] Scott, J. C., Green, D. J., Blaszczyński, C., & Rosewarne, D. D. (2007). A comparative analysis of the english-language accent preferences of prospective and practicing businesspersons from around the world. *Delta Pi Epsilon Journal*, 49(3), 6-18.
- [4] Jenkins, J. (2009). English as a lingua franca: interpretations and attitudes. *World Englishes*. Vol. 28, No. 2, 200-207.
- [5] Lambert, W., Hodgson, R., Gardner, R. & Fillenbaum, S. (1960). Evaluational reactions to spoken languages. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 60, 44-51.
- [6]Edwards, J. (1982). Language attitudes and implications among English speakers. In Ryan, B., & Giles, H (Eds.), *Attitudes Towards Language Variations* (pp. 20-33). London: Arnold.

- [7]Giles, H. (1971). Patterns of Evaluation in Reactions to RP, South Welsh and Somerset Accented Speech. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 10, 280-81.
- [8] Birch, D., & McPhail, J. (1997). The impact of accented speech in international television advertisements. *Global Business Languages*, 91-105.
- [9]Tsalikis, J., DeShields, O. W. Jr., & LaTour, M. L. (1991). The role of accent on the credibility and effectiveness of the salesperson. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, Vol. 9, No.1 (Winter), 31-41.
- [10]Lalwani, A. K., Lwin, M., & Li, K. L. (2005). Consumer responses to English accent variations in advertising. *Journal of Global Marketing*, Vol. 18 (3/4), 143-165.
- [11]Cooper, R.L. (1975). Language attitudes II. *International Journal of the Sociology of Language*, 6, 5-10.
- [12] 鍋井理沙, “Does accented English affect speaker’s credibility? - Learning pronunciation and its economic rationality -”, 日本英語教育学会第43回年次研究集会論文集(2013年12月掲載予定).

「ヒトと人工物のインタラクション：発展のための課題」

企画と司会：開一夫(東京大学)・板倉昭二(京都大学)・今井倫太(慶應義塾大学)

企画趣旨：

ヒトと人工物のインタラクションは、認知科学における基礎的研究から応用・実用化に至るまで広範にわたって重要な位置を占めている。本WSでは、将来認知科学研究としての「ヒトと人工物のインタラクション」が更に発展する上での課題を、現時点での具体的研究から考察することを目的とする。過去30年で明らかになったことは何か？30年後に重要となる課題は何なのか？気鋭の若手研究者による(最先端の)発表を通じて議論したい。

話題提供者(順不同)・題目・概要：

- ・ **金井祐輔**(慶應義塾大学大学院理工学研究科)

題目：「ロボットが受ける触覚刺激を人に伝えることによる身体拡張の実現」

概要：我々は道具を使用する際、道具からの触覚刺激を受けることで、道具の先まで神経が通っているように道具を用いることができる。このように、自身の身体的感性は道具にまで拡張することができる。同様にロボットが外界から刺激を受けたとき、その刺激を人に伝達することで、ロボットにまで身体拡張するようになるのか考察する。

- ・ **今吉晃**(北海道大学大学院情報科学研究科)

題目：「人とロボットの円滑なインタラクションに向けた研究 -空気を読むロボット-」

概要：人とロボットのインタラクションが円滑に行われるためには、人が作る“空気”を読む機能がロボットには必要である。本発表では、集団が作る“空気”を推定するロボットシステムを実装し、調査した結果を紹介する。

- ・ **福田玄明**(東京大学大学院総合文化研究科)

題目：「人と人工物の相互作用における社会的認知 -生き物らしさ、人らしさの認知-」

概要：人工物からある種の「生き物らしさ」や「人らしさ」が感じられることがある。このような人工物に対する「社会的認知」について調べた研究を紹介し、人と人工物の相互作用における社会的認知の働きを検討する。

- ・ **奥村優子**(京都大学大学院文学研究科)

題目：「乳児におけるヒト及びロボットの視線からの物体学習」

概要：本研究では、乳児が他者の視線情報を利用することによって視線の対象物

である物体を学習する現象に着目し、その情報源となるエージェント（行為者：成人女性とヒューマノイドロボット）が乳児の物体学習に与える影響を比較した。一連の研究から、乳児の社会的学習において、情報源であるエージェントの重要性について論じる。

- ・ **大須賀晋**（東京大学大学院総合文化研究科・アイシン精機(株)）

題目：「事象関連電位を用いた居眠り運転検出技術の比較検討」

概要：居眠り運転防止に向け、様々な検出、警報手段が提案されている。

本研究では、居眠り警報に適した検出手法を明らかにする為、心拍と顔画像処理に基づく居眠り警報の効果を比較した。

ドライビングシミュレータを用いた実験的検討の結果から、後者の方が居眠り運転防止において効果的であることが示唆された。

- ・ **佐藤良**（静岡大学大学院情報学研究科）

題目：「多人数対話におけるロボットの視線行動に基づく発話権と対話場のデザイン」

概要：ロボットの視線行動を中心とした振る舞いを通して、複数の人間とのグループ対話場面における発話権の交替や、先行話者と後続話者との発話内容の継続性を暗黙的にかつ円滑にマネジメントするためのインタラクションモデルの構築を目指す。

議論のポイント：

ワークショップ当日は以下に列挙したポイントを中心に参加者全員で議論したい。

1. 認知科学的インタラクション研究とは？
2. ヒト-人工物とヒト-ヒトインタラクション：ヒトと人工物のインタラクション研究は、ヒトとヒトのインタラクション（コミュニケーション）研究にどう貢献できるか？その逆は？
3. ラボ世界と現実世界：認知科学的インタラクション研究は現実世界の問題にどのように答えを出せるか？
4. インタラクション（コミュニケーション）研究における方法論的課題：「沢山の」データがあれば良いのか。3人称視点のデータを大量に蓄積することの是非。2人称（1人称）データをどのように取得するのか？脳活動の計測は役立つのか？

このWSでは指定討論者をあらかじめ設定することはしない。話題提供者だけでなくWSに出席した全ての参加者からの発言が望まれる。

謝辞：本ワークショップで取りあげる研究内容の一部は、文科省科研費新学術領域（領域提案型）「人とロボットの共生による協創社会の創成」（A02班）によってサポートされている。

概念研究のクロストーク

Cross Talk about Category Studies

浅川 伸一[†], 京屋 郁子[‡]
Shin Asakawa, Ikuko Kyoya

[†] 東京女子大学, [‡] 立命館大学
[†] Tokyo Woman's Cristian University, [‡] Ritsumeikan University
[†] asakawa@ieee.org, [‡] ikyoya-a@st.ritsumei.ac.jp

Abstract

It would be intended to discuss about category specificity, category formation and double dissociation in semantic memory from various viewpoints which includes cognitive science, experimental psychology, neuropsychology, neuro imaging, and neural networks. Hopfield model was introduced in order to integrate basic findings among these fields. As well-known, connection weights among units in Hopfield model can be interpreted as not only embedded memory traces, but also similarity matrix among features. Also, cognitive and neuropsychological experiments revealed that human concept formation and semantic memory organization would influence both external stimulus and intrinsic memory representation. These features about both categorization and semantic memory are supposed to be analogous with Hopfield model. In this way, several common characteristics can be pointed out between Hopfield model and human semantic memory, it might be worth examining the relationship between Hopfield model and psychological models of concept and category. We also showed mathematical considerations about Hopfield model as category formation. It might suggest that Hopfield model can be regarded as a model of semantic memory disorders in neuropsychology.

Keywords — Concept Formation, Category Judgment, Semantic Memory Disorder, Double Dissociation

1. はじめに

人工知能において記憶デバイスを構築する際にも人間の記憶特性を参考にしようとするのは、一つの有力な方法論であろう。認知心理学において、人間の記憶の構造を実験的手法を用いて解明する努力は百年の歴史がある。一方、人間の脳を破壊実験できない倫理的制約のなかで、脳に障害を持つ患者の示す神経心理学的データは、重要な示唆を与えてくれる。一方で、機能的脳画像研究からの知見を取り入れる必要がある。加えて、認知科学的なモデル論的な考察とを加えて、この分野にどのような洞察が可能かを考えてみた。ここに示

す内容は研究の端緒に過ぎない。しかし、このような情勢は無視できない重みを持つ。

2. 二重乖離の原則

意味記憶の障害を扱う神経心理学の分野では、人間の記憶は、少なくとも2つに大別されて体制化されていることが知られている。すなわち、ある脳損傷の患者は、動物の概念が侵され、絵画命名課題、呼称課題、カテゴリー判断課題、同定課題などほとんどの検査で動物課題の成績が低下する。ところがこの患者は、非動物の概念、例えば道具、身体の一部、などの概念については正常の範囲である。その一方で、反対の成績を示す別の患者も存在する。すなわち、動物概念は正常に保たれているにも関わらず、非動物概念だけに選択的に障害が存在する。文献学的には、[1]が最初の報

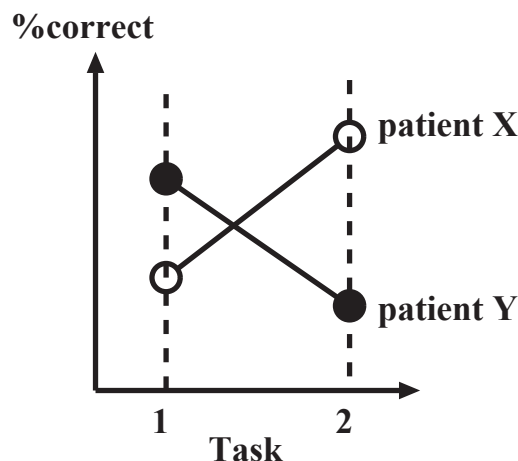


図1 典型的な二重乖離の模式図

告とされている。近年の神経心理学的研究の端緒は Warrington らによって開かれた [2, 3, 4, 5, 6]。ここで、強い二重乖離と弱い二重乖離とを区別する。強い二重乖離とは図1のごとく、課題成績をプロットした際に、2本の線がクロスする場合である。ただし、単にプロットしたグラフがクロスしただけでは二重乖離とは言えない。2つの課題成績が重篤度に伴う崩落度が異なると仮定すれば説明が可能ながある(図3左)。二重乖離(図1)を説明す

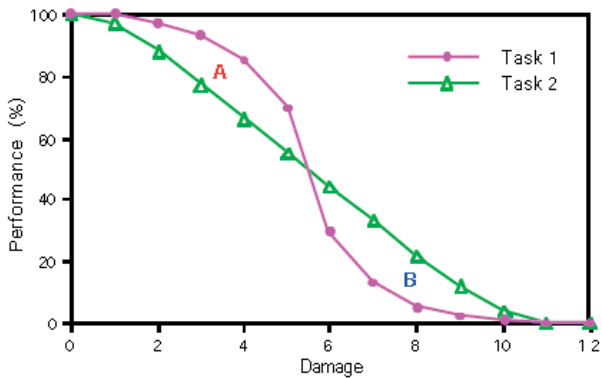


図2 脳損傷によって課題成績の崩落曲線が異なる2つの課題

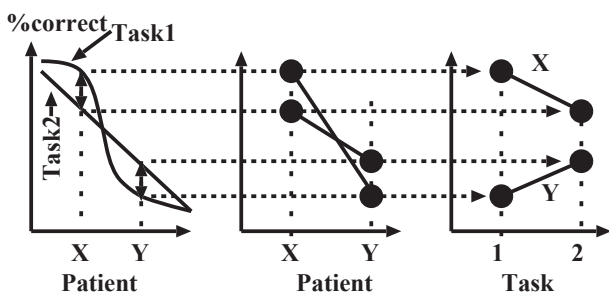


図3 弱い二重乖離

るためには、脳内で別の部位に動物概念と非動物概念が表象されているという仮説がある[7]。そして、それをサポートする機能的脳画像研究も存在するイマー病患者においても、カテゴリー特異性障害が生じることが報告されている。これは、機能局在仮説と呼ぶ。この仮説や、仮説を支持する証拠などから、生育環境や個々の概念獲得年齢などの要因によって各人別々の意味地図が脳内に構成されるのではないかと仮説も成り立つ。ここから、自己組織化アルゴリズム[8]などを用いて概念の自動生成を試みた研究も存在する[9]。

ところが、報告例としては、非常に少ないが、生後1日で大動脈瘤の破裂を経験した超新生児が動物に特異的な障害を示したという[10]。このことは、動物、非動物の概念が経験によって獲得されるものではなく、生得的に持っている可能性も否定出来ないことが示唆される。別解釈としては、動物概念がストアされるべき部位が生後1日目で傷害を受けたため、動物概念だけが選択的に獲得できなくなってしまったという可能性もある。

先述の Warrington と彼女たちのグループは、動物、非動物の概念の乖離は、脳内表象が分離していると考えのではなく、脳内表象は感覚的情報と機能的情報とが区別されて記憶されており、そのいずれかが選択的に障害されることで、結果と

して動物と非動物との概念の二重乖離が起こると主張してきた。すなわち、動物は感覚的な特徴によって区別されることが多い(ロバとシマウマは視覚的な特徴が異なる)一方で、机と椅子は4本の足とその上に水平な板という類似した視覚的特徴を共有しているものの、その機能的特徴が異なる。これを感覚機能仮説と呼ぶ。この感覚機能仮説を、直接ニューラルネットワークモデルとしてシミュレートした研究に Farah and McClelland [11]がある。彼女らは、図4のようにして、意味記憶内での感覚的特徴と機能的特徴との比率を変えることによって、このことを実証しようと試みた。シ

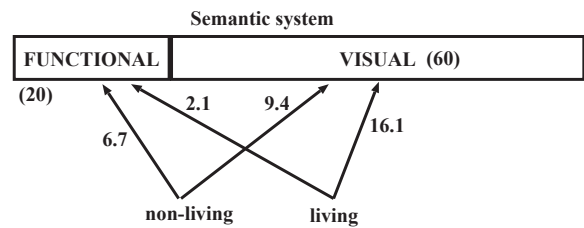


図4 Farah and McClelland [11]のシミュレーション

ミュレーション結果は、感覚機能仮説を支持するものだった。このように、神経心理学と計算機科

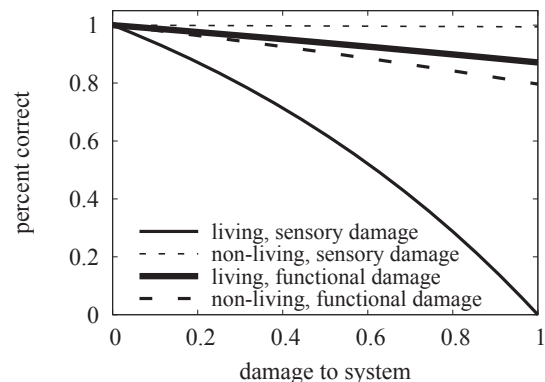


図5 Farah and McClelland [11]のシミュレーション 2の結果を修正して掲載。回帰式 $a(\exp\{px\} - 1)$ に当てはめて描画した結果

学の一部でもあるニューラルネットワーク的な研究とは元来親和性が高い。

ともあれ、二重乖離はの原則は、神経心理学の指導原理の一つである。これによって、我々の脳内過程、脳内表象、概念形成、について重要な示唆が与えられる。この事実を看過することは得策ではない。神経心理学の知見によれば、我々の脳内には、少なくとも3種類「動物」「野菜、果物」「人工物」のカテゴリーが蓄えられているらしい[4]。そして、このような事実を支持する機能的脳

画像研究も存在する[12]。すなわち、紡錘状回中部に「道具」概念、紡錘状回側部に「動物」概念、左下側頭回に、顔、動物、道具の概念が並んでいるという報告もある[13]。では、このような事実を他の分野のデータや知見などと神経心理学的事実をどのように結びつければ良いのだろうか。

3. 実験心理学からの考察

認知心理学、認知科学におけるカテゴリ研究は、主に幾何学図形などの人工概念や、具体的な自然概念が用いられている。それらの研究から様々なモデルが提唱され、その中でもGCM[14]、ALCOVE[15]といった事例モデルは多くの実験データを説明してきた。事例モデルは事例情報全てとの比較照合を基本とするため、人間は多くの情報を保持していることを前提とする考え方である。事例モデルと対比され、その妥当性がしばしば議論されてきたのはプロトタイプモデルである。プロトタイプモデルは、出会った事例からその中心的傾向を抽出して保持する、という考え方である。両モデルの間では様々な議論が展開されたが、プロトタイプモデル支持の研究のひとつとして、[16]がある。彼らは、学習事例の特徴次元数、事例数が増えると事例モデルよりもプロトタイプモデルの方が実験結果をうまく予測できるとした。反対に、事例モデル支持の研究のひとつとして、Nosofsky and Zaki [17]がある。彼らは、他方カテゴリのプロトタイプに近い例外事例を設定し、その例外事例周辺の新奇事例が他方カテゴリではなく当該カテゴリにカテゴリ化されやすく、事例モデルが実験データと良く合致したという。このように、図形や自然概念などの具象度の高いカテゴリを用いた実験から、多くの様々な議論がなされてきた。一方で、具象度の高い概念だけではなく、抽象度の高い概念を用いた研究もいくつか存在し、両者における違いが検討されている[18, 19, 20, など]。[18]では、いくつかの抽象概念と具象概念の特徴を算出させ、抽象概念は社会的側面や個人の内省に焦点が当てられやすく、抽象語よりも複雑であることが示されている。また、[20]でも、抽象度の異なるいくつかの言葉についてその特徴などを算出させ、抽象概念はそのものについての本質的な特徴よりも関係的な特徴をもつことを示している。[19]では、いくつかの抽象概念で生成された事例やその典型性、特徴を分析することによって、抽象概念は他の概念との関係が重要であることを示している。さらに、脳損傷患者において、具象語と抽象語とで反応が異なる二重乖離といわれる現象が存在している[4, など]。これらのことから、両者には何らかの違いが存在すると仮定

するのが妥当である。しかし、両者の違いが何によって生起するものであるかは、更に詳細な研究が必要である。また、これまでの多くのモデルが具象度の高い概念を用いた実験結果によるものであったため、それらのモデルが抽象概念にまで拡張できるかどうかは改めて検討する必要がある。とりわけ、多くの実験データを説明してきた事例モデルが抽象概念についても拡張できるモデルかどうかを検証することは、抽象概念のモデル化のための足がかりになるだろう。また同時に、抽象概念そのものもつ特性についてのさらなる検討も必須である。

4. 計算論的モデル論からの考察

先述したとおり、この分野でのニューラルネットワークを用いた研究は数多い[11, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]。それらの中には、意味記憶表象を扱ったものもあり、人工概念を扱ったものもある。ここでは、それなの中から、概念研究に関連するものを取り上げてみる[29]。

我々のカテゴリ判断は、入力刺激(inp)と内部表象(rep)とによって定まると言える。そこでカテゴリ判断の関数を f として、その値を c とすれば、人間のカテゴリ判断は

$$c = f(\text{inp}, \text{rep}), \quad (1)$$

と表現できる。時刻 t における内部表象の状態 $\text{rep}(t)$ は、時刻 $t-1$ までの入力に依存すると考えられる。そこで、

$$\begin{aligned} \text{rep}(t) &= g_{t-1}(\text{inp}(t-1), \text{rep}(t-1)) \\ &= g_{t-1}(\text{inp}(t-1), g_{t-2}(\text{inp}(t-2), \text{rep}(t-2))) \\ &= g_{t-1}(\text{inp}(t-1), g_{t-2}(\text{inp}(t-2), \\ &\quad g_{t-3}(\text{inp}(t-3), \text{rep}(t-3)))) = \dots \end{aligned}$$

のような再帰的な関数 g を考えることができる。もっとも簡単な例としては、

$$g(t) = \alpha^1 \text{rep}(t-1) + \alpha^2 \text{rep}(t-2) + \alpha^3 \text{rep}(t-3) + \dots, \quad (2)$$

と過去の刺激の和で表現できるとするモデルである。ここで α は忘却項である($0 < \alpha \leq 1$)。 $\alpha = 1$ であれば過去の刺激を総て等しく記憶していることに相当する。このようなモデルを一般化文脈モデル(GCM)と呼ぶ[14]。

4.1 GCMとHopfield Modelとの関係

一般に、ホップフィールドネットワークは[30, 31]記憶のモデル、あるいは最適化問題を解くための

モデルとして知られている。その特徴としては、素子間の結合が対象であること、その結果としてエネルギー関数が定義でき、エネルギーを最小にするようにシステムを更新していき、NP-hardな最適化問題を解くことができることなどで知られている。

しかし、ホップフィールドモデルは概念形成のモデルとしても、適用可能である。以下に概略を示す[29]。ホップフィールドネットワーク内の結合係数行列は複数の記憶痕跡が埋め込まれたものと解釈することもできるし、特徴間の類似性行列とみなすこともできる。認知心理学の実験結果、及び神経心理学的証拠によれば、人間の概念形成過程は、記憶の内部表象と外的刺激との相互作用として記述できる。そこで、これらの心的過程をホップフィールドモデルを使って実装することが可能である。

ホップフィールドネットワークは連想記憶装置として機能し、各処理ユニット間の結合係数として過去の事例を把持しておき、その事例を想起することができる。ユニット i, j 間の結合荷重は p をパターン全体の出現確率だとし $\pi = p(1-p)$ とおけば、

$$w_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^M (\xi_i(u) - \pi)(\xi_j(u) - \pi), \quad (3)$$

で定義される[32]。従って過去の経験は等しくネットワークの結合荷重として埋め込まれていることになる。ホップフィールドモデルにおいて、ユニット i の更新式は

$$s_i(t) = \Theta \left(\sum_j W_{ij} s_j(t-1) - T \right), \quad (4)$$

である。ここで Θ はステップ関数である。ホップフィールドネットワークは各ユニットが逐次各個に状態を更新し、ハミング距離が最少の候補を出力する。

一般に、入力に対して出力を紐付ける場合、階層型のモデルを使うことが多いが、図6のような行列を考えて入力層と中間層を固定し、出力層に現れるパターンを観察することにすれば、ホップフィールドモデルと階層型のネットワークとは同一視できる。従って、ホップフィールドモデルとGCMとは同一視できるのではないかと、この仮説が生まれる。ここで、GCMとの対応をとるために、次元の重み ρ_i を導入する。例えば ρ_i は i 番目のカテゴリの出現確率などとすれば良い。これを用いて(3)式を

$$w_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^M \rho_i \rho_j (\xi_i(u) - \pi)(\xi_j(u) - \pi), \quad (5)$$

input	W_1	0
W_1^T	hidden	W_2
0	W_2^T	output

図6 ホップフィールドモデルとパーセプトロンの関係

と書き換える。ホップフィールドモデルでの距離は、各処理ユニットの活性値がバイナリ (0, 1) であるために、ハミング距離 $\text{Hamm}(i, j)$ を用いるのが一般的である。

一方、認知心理学において、Nosofsky [14] が提案した、カテゴリ判断のためのGCMでは、カテゴリ判断を行なう際には、過去の経験がすべて記憶痕跡として影響することが仮定される。2つの刺激 i, j 間の距離 (n_{ij}) は単調減少関数として以下のように定義される。

$$n_{ij} = \exp \left\{ -c \sum_{p=1}^P w_p |x_{ip} - x_{jp}| \right\}, \quad (6)$$

ここで、 w_p は p 番目の次元の重みであり、 x_{ip} と x_{jp} は刺激次元での特徴量である。パラメータ c は弁別変数とも呼ばれる。GCMではユークリッド距離もしくは、それ以下が用いられるが、

$$D(i, j) = \exp \left\{ -c \sum \text{Hamm}(i, j) \right\} \quad (7)$$

と置き換えても一般性を失わない。(6)式と(7)式との類似に着目すれば、ホップフィールドモデルはGCMの一実装であると考えられる。

ここで図6中の出力層のユニットを乱数で初期化し、他の層は、ある刺激項目に設定して固定し、モデルを式(4)に従って反復を繰り返すとある安定な平衡点に収束する。しかし、その点は平衡点であっても、ターゲットの距離が0とは限らない。そして、カテゴリ i の判断確率を以下のように定義する。

$$P(i) = \frac{\exp \{D(i, t)\}}{\sum_j \exp \{D(j, t)\}} = \frac{-c \exp \{\text{Hamm}(i, \text{target})\}}{\sum_j \exp \{-c \text{Hamm}(j, \text{target})\}} \quad (8)$$

$P(i)$ と $P(j \neq i)$ との差が小さければ、カテゴリ判断を誤ったり、該当する単語を言い間違えたりする。さらに $P(i)$ の値があるしきい値より小さければ

ば、無反応、あるいは迂言などの反応が生じると予想できる。

ホップフィールドモデルが概念形成のモデルとして応用可能である。GCMとの親和性も高い。ということは、複数の分野を繋ぐ架け橋となることを意味する意義深いモデルであろう。元来、最適化問題や記憶のモデルでもあったことから、潜在的な応用範囲は広いと考えられる。

5. 数理解析

ここでは、簡単にホップフィールドモデルがどの程度、障害に対する耐性を示すかを記述してみる。もちろん、神経心理学的な応用を見据えてのことである。

ニューロン集団 R_1 に属するニューロンがパターン p で1である確率を P_1 とすると、パターン p が提示された時 $N_1 P_1$ 個のニューロンが1であり、 $N_1(1-P_1)$ 個のニューロンが0である。同様にして R_2 では $N_2 P_2$ 個のニューロンが1であり、 $N_2(1-P_2)$ 個のニューロンが0である。あるニューロン i に対する R_1 だけの貢献を考えれば、

$$\frac{1}{N_{D \in R_1}} \left(\sum_{j \in R_1} w_{ij} s_j \right) \quad (9)$$

一方、同様に、 $D \notin R_1$ という条件は以下のように書くことができる。

$$\frac{1}{N_{D \notin R_1}} \left(\sum_{j \in R_1} w_{ij} s_j - \sum_{j \notin R_1} s_j \theta \right). \quad (10)$$

状態 s_j の変化を評価するために、次式を満足するような s_i を以下のように書くことができる。

$$s_i = \text{sgn} \left(\frac{1}{N} \left\{ \left(\sum_{j \in R_1} w_{ij} s_j - \sum_{j \notin R_1} s_j \theta \right) \right\} \right) \quad (11)$$

それゆえ、上式右辺、第2項の影響が、第1項よりも大きければ、この素子の活性状態は変化し、パターン p の確率は

$$\text{Prob}[s_i = \pm 1] = \frac{1 \pm b \xi_i}{2}, \quad (12)$$

となり、従って

$$\frac{1}{N} \sum_i \xi_i \xi_j = \langle \langle \xi_i \xi_j \rangle \rangle \quad (13)$$

$$= \delta_{ij} (\delta_{ij} + (1 - \delta_{ij}) b^2), \quad (14)$$

$N \rightarrow \infty.$

である。 w_{ij} は平均がそれぞれ $\frac{w_{0R_1}}{N_{D \in R_1}}$ と $\frac{w_{0 \notin R_1}}{N_{D \notin R_1}}$ であり、分散が、 w/N であるガウシアン分布に従うと

仮定しよう。このとき S の期待値は次のように書くことができる。

$$E(S) = -1/2 (N_{D \in R_1} w_{0D \in R_1} - N_{D \notin R_1} w_{0D \notin R_1}) - m(S)^2 - \frac{(w_{0D \in R_1} - w_{0D \notin R_1})}{\sqrt{N}} \sum z_{ij} S_i S_j \quad (15)$$

ここで、 $z_{ij} \sim N(0, 1^2)$ である。平均間の差異 $w_{0D \in R_1} - w_{0D \notin R_1}$ が重要な役割を果たす。このときの自由エネルギーは、

$$f = \beta \frac{w^2}{4N} \sum q^2 + \frac{w_0}{2N} \sum m^2 + \frac{1}{\beta n} \ln \left(\sum \exp(-\beta L(S)) \right) \quad (16)$$

となる。

相関 ρ を持って互いに重なりあう2つのパターン μ と ν との相関は次のように書ける。

$$m_{\mu\nu} = \left\langle \left\langle \tanh \left(\beta \sum_{\mu\nu'} \xi^{\mu\nu'} m_{\mu\nu'} \right) \right\rangle \right\rangle \quad (17)$$

この式の時間微分は、

$$\frac{d}{dt} m_{\mu\nu'} = - \frac{\partial f(\{m_{\mu\nu}\})}{\partial m_{\mu}}. \quad (18)$$

となり、この相関がシステムの挙動を定める。もし、 $\rho_{\mu_1\nu_1} > \rho_{\mu_2\nu_2}$ 、であれば、ホップフィールドモデルは、障害に対して耐性を示し、上述の $m_{\mu_1\nu_1} - m_{\mu_2\nu_2}$ に従った挙動を示す。

6. 若干の考察

ホップフィールドモデルでは、新奇事例と各学習事例との距離を個別に計算する。従って、事例モデルの根本的な考え方には極めて近い。ホップフィールドモデルでは、特徴間相関を結合強度行列で表現する点は強調されても良いだろう。さらに、記憶の検索過程がエネルギー関数の最小化というモデルで定義される点も、明確化されて興味深い。

最後に、論点として箇条書きにしておく。

1. 意味記憶の脳内表象は、各事例毎に存在する。ただし、事例間の相関はない。意味記憶の脳内表象についての証拠が不足しているため、各事例間の関係を直交しているというのは理にかなっている。逆に、事例間に相関がないため想起が容易になる側面がある。一方、脳内表象に独立性を仮定すると、類似性判断をどう説明するか、などの問題を満足行くように説明する必要がある。
2. 意味記憶の脳内表象は、各事例ごとに存在する。事例間の相関は、外部刺激の持つ情報と同じである。

3. 我々の意味記憶は事例モデルの主張するようにそれぞれの事例が積み重なってできているのではないか(式(2)),ただし,それらの関係はホップフィールドモデルのように相互に影響し合い,結果としてプロトタイプモデルを支持するようにも見えるのだろう。

ホップフィールドモデルを概念形成のモデルとして取り上げたことの意義は大きい。応用可能性が広がるからである。同モデルを,このように扱ったのは筆者らの知る限り初めてである。

謝辞

本稿をまとめるにあたって,助力を頂いた岩船幸代氏に感謝する。彼女の助力がなければ本稿は完成しなかった。

参考文献

- [1] J. M. Nielsen. *Agnosia, apraxia, aphasia: Their value in cerebral localization*. Hoeber, New York, 2 edition, 1946.
- [2] Elizabeth K. Warrington. Neuropsychological studies of verbal semantic systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 295:411–423, 1981.
- [3] E. K. Warrington and R. McCarthy. Category specific access dysphasia. *Brain*, 106:859–878, 1983.
- [4] Elizabeth K. Warrington and Tim Shallice. Category specific semantic impairment. *Brain*, 107:829–854, 1984.
- [5] Elizabeth K. Warrington and R. A. McCarthy. Categories of knowledge further fractionations and an attempted integration. *Brain*, 110:1273–1296, 1987.
- [6] E. K. Warrington and R. McCarthy. Multiple meaning systems in the brain: A case for visual semantics. *Neuropsychologica*, 32:1465–1473, 1994.
- [7] A. Caramazza and J.R. Shelton. Domain specific knowledge system in the brain: The animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1):1–34, 1998.
- [8] T. Kohonen. *Self-Organizing Maps*. Springer-Verlag, 1985.
- [9] 浅川伸一. カテゴリー特異的な意味記憶の障害を階層構造と自己組織化マッピングを用いたモデルで説明する試み. In 第24回日本認知科学会発表論文集, 2007.
- [10] Martha Farah and Carol Rabinowitz. Genetic and environmental influences on the organisation of semantic memory in the brain: Is “living things” an innate category? *Cognitive Neuropsychology*, 20: 402–408, 2003.
- [11] Martha J. Farah and James L. McClelland. A computational model of semantic memory impairment: Modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(4):339–357, 1991.
- [12] A. Martin and L. L. Chao. Semantic memory and the brain: Structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology*, 11:194–201, 2001.
- [13] H. Damasio, D. Tranel, T. Grabowski, R. Adolphs, and A. Damasio. Neural systems behind word and concept retrieval. *Cognition*, 92:179–229, 2004.
- [14] R. M. Nosofsky. Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115:39–57, 1986.
- [15] John K. Kruschke. Alcové: An exemplar-based connectionist model of category learning. *Psychological Review*, 99:1:22–44, 1992.
- [16] J. P. Minda and J. D. Smith. Prototypes in category learning: The effects of category size, category structure, and stimulus complexity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27:775–799, 2001.
- [17] R. M. Nosofsky and S. R. Zaki. Exemplar and prototype models revisited: Response strategies, selective attention, and stimulus generation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28:924–940, 2002.
- [18] L. W. Barsalou and K. Wiemer-Hastings. Situating abstract concepts. In D. Pecher and R. A. Zwaan, editors, *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking*, pages 129–163. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
- [19] S. Verheyen, L. Stukken, S. D. Deyne, M. J. Dry, and G. Storms. The generalized polymorphous concept account of graded structure in abstract categories. *Memory and Cognition*, 39:1117–1132, 2011.
- [20] K. Wiemer-Hastings and X. Xu. Content differences for abstract and concrete concepts. *Cognitive Science*, 29:719–736, 2005.

- [21] Gregory E. Hinton and Tim Shallice. Lesioning an attractor network: Investigations of acquired dyslexia. *Psychological Review*, 98(1):74–95, 1991.
- [22] David Plaut and Tim Shallice. Deep dyslexia: A case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 10(5):377–500, 1993.
- [23] David Plaut. Double dissociation without modularity: Evidence from connectionist neuropsychology. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 17:291–231, 1995.
- [24] J. T. Devlin, L. M. Gonnerman, E. S. Andersen, and M.S. Seidenberg. Category-specific semantic deficits in focal and widespread brain damage: A computational account. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(1):77–94, 1998.
- [25] Bullinaria Jhon A. Connectionist dissociations, confounding factors and modularity. *Proceedings of the Fifth Neural Computation and Psychology Workshop*, pages 52–63, 1999.
- [26] Conrad Perry. Testing a computational account of category-specific deficits. *Journal of Cognitive Neuroscience*, pages 312–320, 1999.
- [27] Done Gale and Frank. Visual crowding and category specific deficits for pictorial stimuli: a neural network model. *Cognitive Neuropsychology*, 18(6): 509–550, 2001.
- [28] Rogers and David Plaut. Connectionist perspectives on category-specific deficits. In Forde and Humphreys, editors, *Category Specificity in Brain and Mind*. Psychology Press, New York, 2002.
- [29] 浅川伸一. ホップフィールドネットワークによるカテゴリー形成, 弁別のモデル. In 第11回日本認知心理学会発表論文集, 2013.
- [30] John J. Hopfield. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79:2554–2558, 1982.
- [31] J. J. Hopfield and D. W. Tank. Neural computation of decisions in optimization problems. *Biological Cybernetics*, 52:141–152, 1985.
- [32] D. Horn, E. Ruppin, M. Usher, and M. Herrmann. Neural network modeling of memory deterioration in alzheimer’s disease. *Neural Computation*, 5(5): 736–749, 1993.

動的な意識の流れにおいて主体性を発現させる描画ロボット A Drawing Robot to Show the Emergence of subjectivity in Dynamic Flows of Consciousness

話題提供者：岡崎 乾二郎¹，辻田 勝吉²，後安 美紀³，指定討論者：福島 真人⁴
Kenjiro Okazaki, Katsuyoshi Tsujita, Miki Goan, Masato Fukushima

¹ 近畿大学, ² 大阪工業大学, ³ 大阪市立大学, ⁴ 東京大学

Kinki University, Osaka Institute of Technology, Osaka City University, The University of Tokyo
goan@kmu-f.jp (企画：後安 美紀)

Abstract

In this research, drawing experiments using a dispersed body system and a perception system were conducted using a parallel link type robot. It succeeded in showing the formation process of subjectivity. In conducting this research we did not regard the consciousness of subjectivity as an object which was shut up inside the individual and which exists a priori, but rather as the phenomenon of standing and appearing only in an act execution process, and thus new research paradigms were shown.

Keywords — Drawing robot, Subjectivity, Consciousness, Dispersed body

1. はじめに

話題提供者である岡崎，辻田，後安は近年研究ユニットを立ち上げ，芸術学，ロボット工学，心理学というそれぞれの専門性を活かし，パラレルリンク型描画ロボットのプロトタイプの完成までこぎつけた。本ワークショップでは，実際に描画ロボットのデモンストレーションを行いながら，以下に述べる研究成果を体験的にお伝えしていきたい。また，指定討論者として，学習論をご専門とする文化人類学者の福島真人氏にもご意見を伺い，ここで生じた体験学習の意義についてさらに知見を深めていく予定である。

知性とは何か？という問いかけは，永年の課題であり，未だもって解き明かされるものではないように思われる[1]-[3]。本研究で開発した描画ロボットが持つと思われる知性の特徴について以降順を追って説明していきたい。

これまで，ロボティクスの分野において，知性

の解明およびその実現という壮大なテーマを目指して，知的行動を実現する機械システムに関する多くの研究がなされてきた。そこに共通に存在する思想は，「人間の模倣」であり，人間の振る舞いに従う，真似る，寄り添うことによって，知的振る舞いへの手掛かりを求めようとするものである。そこでは，人間－機械という二項対立的なエレメントを固定的な配置と考え，「どれだけ似たものにするか」という課題への挑戦であった。この人間－機械という二つの立場は，多くの場合，人間をマスターとし，ロボットをスレーブとしたマスタースレーブ型システムとして扱われてきた。しかし，それらの研究の基本となる設計の枠組みは，ヘーゲルの言う主人と奴隷の弁証法のごとく，ロボットが動作することによって，ユーザである人間の知性の活性化は疎外される恐れがある。すなわち，ロボットに隷属した思考になってしまうという問題がある。最近盛んに研究されている人間－機械協調システム[4]-[6]や自律型ロボットシステム[7][8]にも設計者の意図と，模範的行動規範が設定されている以上，同じ問題が内包されている。

その他、関連研究としては、例えば拡張身体[9][10]に関するものや幻肢感覚[11]に関するものなどがある。拡張身体に関する研究では、主に機械システムが人間の身体の一部となるメカニズムを明らかにしようとしている。これらの研究には、義肢（Prosthesis）に関する研究も数多くある[12]-[15]。また、幻肢感覚に関するものは、脳内の神経回路網が自発的に活動することで幻肢が生まれているという考えが有力であり、自らの身体を知覚するメカニズムを明らかにしようとするも

のである。有名なラバーハンドに関する研究[11]では、視覚、触覚、体性感覚の3方向の相互作用に基づいて、身体知覚を求めている。これらの研究においては、身体は、行為主体の知覚対象として客体化されている。行為主体は身体を動かす「主人」であり、身体は行為主体の命令にしたがって「奴隷」のように動く存在である。したがってここでもマスター・スレイブ型システムのフレームワークが採用されているといえる。

これに対して、本研究では、人間の一部の機能や行為のアシスタンスとしてのロボットではなく、人間の主体性形成を支援するロボットの開発を目指す。筆者らは、知性の発現は、この主体性の現れと密接に関わっていると考えている。ここで言う主体性とは、「私はできる I can」という意識を人間にもたらしめるものであり、本研究においては、行為遂行過程の中でのみ状況に応じて主体性が動的に立ち現われるものだと捉えている。本稿では、描画ロボットを用いて人間の主体性が描画行為の中で発現するメカニズムを取り扱い、その実験結果を示すものである。

絵画の制作プロセスの中で生じる絵を描く行為に流れる意識は、絵を描こうとする意識と様々な物質的抵抗にあいながら絵を描かされている意識とに分けられる。これまでにも、ロボットを用いて絵画を制作させる研究は少なからず行われてきた[16]。しかしながら、絵を描こうとする意識と描かされている意識は、1人の人間（行為主体）のなかであらかじめ統合されているものとして扱われてきた。それに対して本研究では、2人の人間の間には描画ロボットを介在させる形で、行為主体を、絵を描こうとする agent と描かされている agent に意図的に乖離する。そうすることで、乖離されたそれぞれの行為主体が、描画行為における主体性をどのように取り戻そうとしているのかを検証する。また2人の人間の間にある描画ロボットも、それぞれの人間にとって、自分の意のままに動く単なる客体（奴隷）ではなく、2つに分裂した agent のあいだをつなぐ媒介者として機能する。具体的には次のようになる。二つの立場の

実験参加者に協力してもらおう。1人（実験参加者 #1）は、計算機上で自分の意思で自由に線画を描く。もう1人は、ペンをただ保持しているだけで、ロボットが描画盤（テーブル）を運動させることによって、線画を描かされていると思っているが、実際には、この実験参加者 #2 の持つペンによって線画が作られていく。実験参加者 #2 には、自分の意思で線画を描いているという自覚はないが、自分の「作品」であるという意識が現れることが予想される。本稿では、線画の制作プロセスにおける各人の行動を観察し、さらに描かれた線画の様式を比較することによって各人の中に現れた自己意識の流れを明らかにしようとする。

2. 研究スキーマ

従来のマスター・スレイブ型システムにおける研究スキーマと、本研究で提示した共同的な主体性形成システムの研究スキーマを図示すると次のようになる。マスター・スレイブ型システムにおける行為主体と知覚される物（客体）としての身体の関係性は行為主体を agent、身体を robot とし、図1のように書き表される。図中、曲線は、意識の流れあるいは情動、アニメ[17]の働きを模式的に表現している。通常、この二つの図の相違は、行為主体が生み出す自己意識（運動プラン）と実際に生みだされた身体運動の軌跡のズレとして認識される。ここでの問題は、主体と客体、の位置を固定してしまうため、比較参照の枠組みも固定され動かすことができないということである。また相違を検討する枠組み自体を外枠で想定してしまう欠陥もある。

これに対して、本研究が提案するスキーマは、図2~4のようになる[18]。外部から agent と robot の振る舞いを比較検証することができたと仮定する。図2において、行為主体 (agent) と知覚対象としての身体 (robot) はポイント①のように robot が agent に近づくこともあれば、逆にポイント②のように agent が robot に近づくこともある。重要なのは、ここでポイント③のような特異点が生じることである。この点では、

行為主体と身体意識の流れが交錯し、それまで身体意識の流れだと思っていたものが行為主体の流れのなかに入り込み、逆に、行為主体の意図が身体意識の流れのなかに入り込む。言い換えれば、この特異点において、二つの立場の相違の比較ではなく、二つの立場が一つの運動（線）として把握されることになる。

図3で示したことは、主体性の発現するプロセスである。図2のポイント③を起点として、モデル/コピー、主人/奴隷という図式が機能しなくなり、無効になる。すなわち、近似、類似という概念が前提とする二項関係の非対称性がくずれる。その代わり新たに、二つの立場が一つの運動（線）として把握されるとき、意識の流れの中に立ち現われてくるものが「主体性」であると、本研究は想定する。主人/モデル、主人/奴隷という図式が無効となったために、相違を検討する枠組み自体を外枠で想定する必要もない。

その結果、図4のように、二つの立場の相違はもはや固定的なものではなく、全体の意識の流れそのものが主体性として存在することになるのである。主体性は、行為遂行過程の中でのみ状況に応じて動的に立ち現われるものであり、アプリアリに行為主体に帰属しているものではない。図4で示した「形」は、知恵の実としてのりんごを表象しているが、「りんご」を表現する意識の流れは、運動してみた後に、事後的にそれとして観測できるのであって、行為主体のなかに完成されたりんごの絵（プラン）があらかじめ存在しているわけでもなければ、まして身体運動がそのプランをなぞっているわけでもないのである[19].

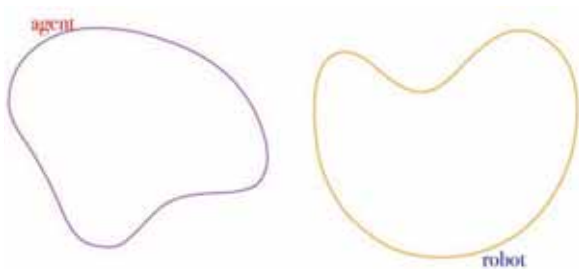


図1 マスタースレイブ型システムにおける主体と客体 主体と客体（ここでは agent と robot）それぞれの意識の流れの対応関係、相違点が比較される。しかし、主体と

客体の位置を固定してしまうため、枠組み自体は動かない。

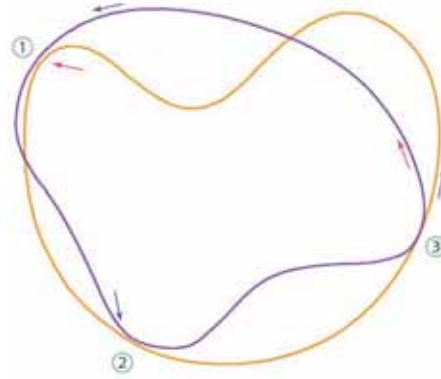


図2 主体性の発現スキーマ その1 ポイント③のような特異点が生じる。近似、類似という概念の非対称性がくずれる点、モデル/コピー主人/奴隷という非対称性がくずれる点が現れる。

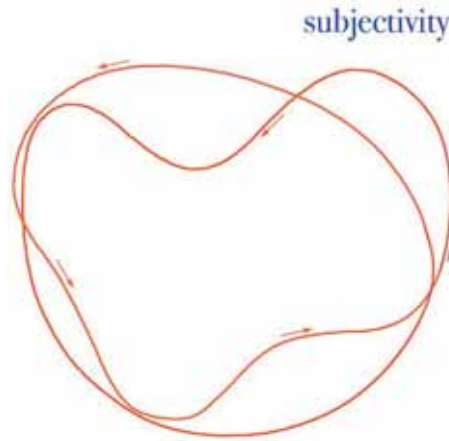


図3 主体性の発現スキーマ その2 この段階において二つの図の相違の比較ではなく、二つの図がひとつの運動（線）として把握される。ここで主体/客体主人/モデル主人/奴隷という図式が機能しなくなる。

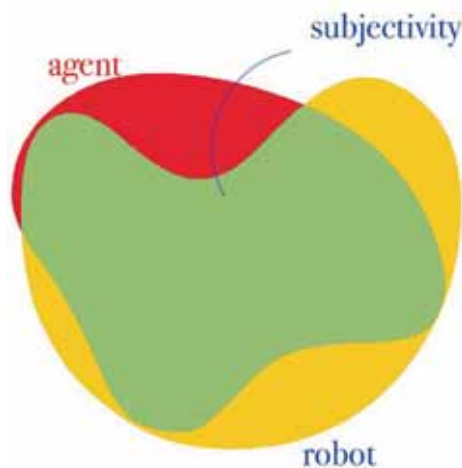


図4 主体性の発現スキーマ その3 主体と客体という立場の相違はもはや固定的なものではなく、全体の意識の

流れそのものが主体性として存在することになる。

本研究では、これらのスキーマをもとに設計した描画ロボットを用いて、人間の主体性形成実験をおこなった。以降その結果について紹介する。

3. システム構成

第2節で説明した実験を実行するために、図5に示すようなロボットシステムを構築した。

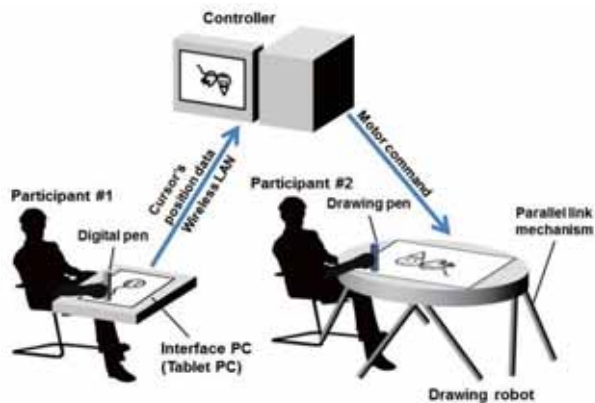


図5 システムの概略 実験参加者#1はタブレットPC上で自由に絵を描いてもらう。もう一人の実験参加者は運動するロボットの描画テーブルの上でペンを保持しているだけであり、実験参加者#2の意思で絵を描くわけではなく、ロボットの描画テーブルが運動することによって画用紙の上には絵が現れて来るのであるが、その絵は確かに実験参加者#2の持つペンによって描かれた絵となっている。

A. ロボットメカニズム

本研究で用いたロボットは、パラレルリンク型ロボットメカニズムを用いている。図6に、その機構概略を示す。このロボットは6自由度を持ち、描画板を搭載するトラベリングプレートは6台のアクチュエータによって駆動される。各アクチュエータは#1から#6まで図6のように反時計回りに番号が付けられている。各アクチュエータの回転角を $\theta_i (i=1, \dots, 6)$ と定義してある。ベースユニット表面の中心を世界座標の原点とし、トラベリングプレートの中心の座標を (x, y, z) と定義し、オイラー角を (ϕ_x, ϕ_y, ϕ_z) と定義した。トラベリングプレートの位置とオイラー角が指定されると、逆運動学を計算することにより、各モータ

の回転角 θ_i の目標値が次のように表わされる。

$$\theta_i = F_i(x, y, z, \phi_x, \phi_y, \phi_z) \quad (i=1, \dots, 6) \quad (1)$$

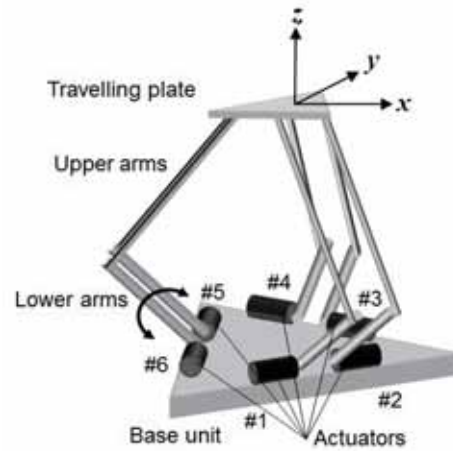


図6 ロボットの機構概略 本ロボットは、6自由度を持ち、6台のアクチュエータがパラレルリンクメカニズムによってトラベリングプレートを駆動する。描画実験において、描画板はトラベリングプレート上に固定される。

アクチュエータとしては、Maxon Motor AG製の出力20W, A-max 32モータを採用し、19:1のギヤ比のプラネタリギヤを装着した。各モータの回転角は、1024 P/Rの解像度を持つ磁気エンコーダにより計測でき、ギヤダウン後の出力軸の回転角に関する計測分解能は、77824 P/Rである。図7に描画ロボットメカニズムのハードウェア概観を示す。表1にロボットの仕様概略を示す。コントローラには、OSにWindows 8、CPUとしてCore i7:3.4 GHzを持つPCを用いた。また、タブレットPCは、デジタルペンで入力可能な11.6インチ画面を持ち、OSはWindows 8搭載であった。



図7 描画ロボットの平行リンクメカニズム

表1 ロボットの仕様概略

Category	Notation	Value	Unit
Length of the lower arm	$l1$	0.140	[m]
Length of the upper arm	$l2$	0.378	[m]
Mass of the lower arm	$m1$	0.120	[kg]
Mass of the upper arm	$m2$	0.132	[kg]
Pitch Circle Diameter of the base member	D	0.46	[m]

トラベリングプレートの位置とオイラー角が指定されると、各モータの回転角 θ^d の目標値は式(1)より計算される。各アクチュエータは回転角目標値 θ^d を用いて、次式のようなハイゲイン PD フィードバック制御により駆動される。

$$\tau_i = K_P(\theta_i^d - \theta_i^m) - K_D\dot{\theta}_i^m \quad (2)$$

ここで、 τ_i および θ_i^m はそれぞれ、各アクチュエータの入力トルクおよび回転角測定値である。また、 K_P 、 K_D はフィードバックゲインである。この PD フィードバック制御には、アークデバイス製モータコントローラ MCD-03 を用いた。

B. システムブロックダイアグラム

図8に全システムのブロックダイアグラムを示す。実験参加者 #1 は、デジタルペンを用いてタブレット PC 上で絵を描く。ここでは、描画ウィンドウは、1200 × 700 画素とした。タブレット PC のタッチパネル上には、デジタルペンの移動軌跡がリアルタイムで描画される。一方、このデジタルペンの移動軌跡データは、描画ロボットのトラベリングプレートの運動軌道に座標変換され、ワイヤレス LAN を介してロボットのコントローラに対してロボットの運動指令としてリアルタイムで伝送される。ロボットのコントローラは、受け取った運動指令を基に、式(1)を用いて各アクチュエータの回転角目標値を計算し、式(2)の PD フィードバック制御により各アクチュエータを駆動する。描画ロボットのトラベリングプレートは、各アクチュエータの動作によって駆動される。ト

ラベリングプレートに搭載されている描画板は、実験参加者 #2 が保持している描画ペンに接触しながら運動することにより、絵が描かれていく仕組みである。

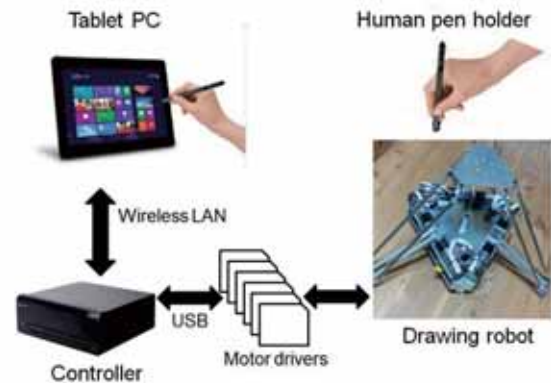


図8 システムブロックダイアグラム 実験参加者 #1 がタブレット PC 上で描画し、実験参加者 #2 は、描画ロボットのトラベリングプレートに搭載した描画板上にペンを保持しているだけである。実験参加者 #1 が描いた絵に従って、タブレット PC から運動指令を受け取り、描画ロボットはトラベリングプレートを動かす。

4. 実験

描画ロボットと、インターフェースであるタブレット PC を用いて、描画行為の主体性の発現プロセスを検証する実験を試みた。実験には、アーティスト 1 名と、一般の者 3 名の合計 4 名に実験参加者として協力を得た。実験参加者 4 名どうしで順に、タブレット PC に絵を描く担当と描画ロボットに正対してペンを静置する担当をローテーションで行った。描画ロボットでペンを持つ担当の者が、描画ロボットの動きに伴って絵が描かれて行く過程の中で、意識に上らずペンを動かしてしまう振る舞いと、描かれていく絵に対してどのような自己意識を伴うかを比較検証する実験を行った。図9に描画ロボットに向かって正対し、ペンを保持する実験参加者 #2 の様子を示す。

5. 結果

実験により得られた描画の例を図10(a)(b)に示す。図10(a)は実験参加者 #1 がタブレット上に描いた線画であり、図10(b)は実験参加者 #2

が保持したペンを用いて、描画ロボットが描いた



図9 実験参加者 #2 の様子

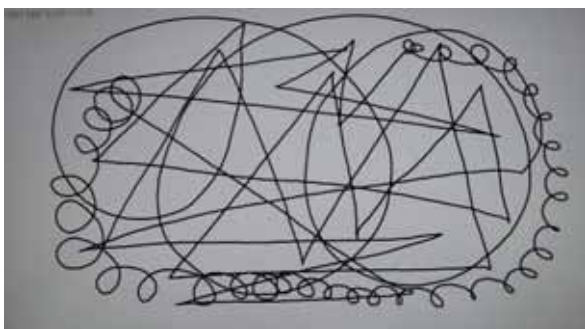


図10 (a) 実験参加者 #1 がタブレット上に描いた線画

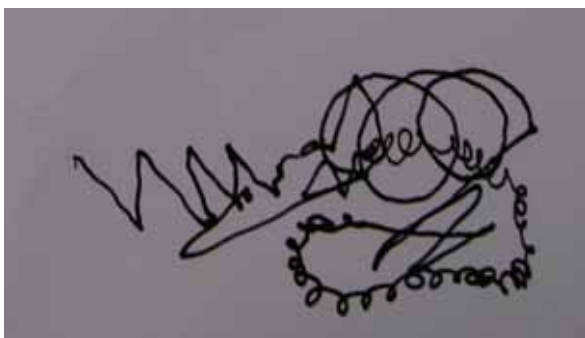


図10 (b) 実験参加者 #2 が保持したペンを用いて、描画ロボットが描いた線画

線画である。二つの線画を比較してみると、渦巻きやノコギリ波、おおらかな楕円などの個々の特徴的な幾何学文様の構造は保存されている。しかしながら全体のトポロジカルな構造は全く保存されていない。ロボットは、タブレット上に描かれた線画の時々刻々の描画軌道为目标軌道として正確にフィードバック制御されて、トラベリングプレートを動作させているにも関わらず、このような描画のズレが起こるのは、実験参加者 #2 が無意識のうちにロボットの描画運動につられるよう

にして、あるいは対抗するようにしてペンを動かしてしまっているからである。そして、このズレこそが、実験参加者 #2 による、実験参加者 #1 の意思によって動かされているロボットが描こうとしている線画の我有化 (appropriation) 現象の表れであると考えられる。すなわち、実験参加者 #2 には、自己運動知覚 (self motion perception) は現れないにも関わらず、自分が確かにペンを握って描いているという認識 (proprioception) が発現し、同時に身体運動としてのペンを無自覚 (unconsciously) に動かして、自分の作品にしてしまうという作用が発現していると解釈することができる。

6. 考察

本実験において、実験参加者 #1 は、自分の意図通りに自由に線画を描くことができた。一方で、実験参加者 #2 は、ロボットの盤の上に描かれた絵は確かに自分が描いた絵であることは認識するが、自分が描いているという能動的な意識がともなわない。描き終えてから、今描いたもののはじめて目に入り、何が描かれようとしていたのかを理解することができる、読み取ることができるという現象が起きる。さらに興味深いことに、実験参加者 #1 が、実験参加者 #2 によって描かれたロボットの盤上の絵を事後的に見たとき、自分が描いた絵であるあるような我有感 (sense of appropriation) が生れたという報告がなされたのである。自分の脳や身体のだこかが損傷したときに、確かに私はこのような絵を描くだろうと。

本研究で開発した装置は、実際に手を動かして絵を描くことと、私は絵が描けるという主体性と、描かれた軌跡が自分のものであるという感覚 (我有感) とを切り離すことに成功し、それらはもともと別系列に乖離した意識の流れであることを示すことができた。これらの感覚は、個々人の意識や身体のうち個別に閉じ込められたものではなく、行為遂行中にだけ立ち現れてくる現象であるといえる。

本研究で示した「私はできる I can」という主

体性の意識は、人間の尊厳や知性の発現とも深く関わっていると考えられる。例えば、介護の現場の介護者が被介護者にスプーンで食事をさせる時を考えてみる。食事という行為が成り立っている際には、あたかも介護者の身体が被介護者の身体の一部となっているかのような協働作業が見られるものである。このとき優れた介護者が何をしているかという、被介護者の失われた身体機能の単なる補完というよりは、介護者が自分の意志で食事行為をしているという主体性をともに立ち上げることであり得ると思われる。我々はそこに人間の知性が発現する瞬間を見る。拡張身体や幻肢感覚の従来の研究パラダイムはあまりに個体に閉じ込められていた。例えば、義肢の研究開発で常に問題になるのは、どんなに姿かたちを人間に似せて作ったとしても、使用者のなかで自分の身体であるという感覚がなかなか生じてこないということであった。そこで研究者は、運動中の脳神経系メカニズムをより精緻に解明し、使用者の身体へフィードバックしようという、あくまで個体に閉じたシステム開発をおこなおうとしてきた。しかしながら本当に支援すべきことは、単なる身体運動機能の回復というよりは、活動中にあらわれる主体性や行為結果の我有感の立ち現れである。本研究の提示したパラダイムを用いると、個体という境界線を越えた身体感覚の研究[20]-[22]を、体感的かつ実証的に積み上げていくことができると考えられる。

7. おわりに

本研究では、パラレルリンク型ロボットを用い、分散した身体システム、知覚システムによる描画実験を行った。自分の身体が描いていないのにも関わらず自分が描いたような感覚、あるいは何者かの意志によって描かされているのだけど確かに自分が描いたような感覚など、様々な意識の流れに分離しつつも描画行為にまつわる主体性が形成されていく様子を提示できることに成功した。本研究の意義は、主体性の意識を、個人に閉じ込められたアプリアリに存在する対象として捉えるの

ではなく、行為遂行過程の中でのみ立ち現われる現象であることを示し、拡張身体や幻肢感覚等の新しい研究パラダイムを示したことであり得る。

参考文献

- [1] A.M.Turing, (1950) "Computing machinery and intelligence," *Mind*, Vol.59, pp.433-460.
- [2] D.R.Hofstadter, (1979) "Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid," Basic Books.
- [3] B.Libet, E.W.Wright Jr, C.A.Gleason, (1982) "Readiness-potentials preceding unrestricted 'spontaneous' vs pre-planned voluntary acts," *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, Vol.54, No.3, pp.322-335.
- [4] Y.Miyake, (2009) "Interpersonal synchronization of body motion and the Walk-Mate walking support robot," *IEEE Transactions on Robotics*, Vol.25, No.3, pp.638-644.
- [5] Y.Miyake, (2005) "Co-creation system and human-computer interaction," In T Sakai, K Tanaka, K Rose, H Kita, T Jozen, H Takada (Eds.), 3-rd Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5 2005), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, pp.169-172.
- [6] S.Ikemoto, T.Minato, H.Ishiguro, (2008) "Analysis of physical human-robots interaction for motor learning with physical help," *Applied Bionics and Biomechanics*, Vol.5, No.4, pp.213-223. (Special Issue: HUMANOID ROBOTS)
- [7] Mission pamphlet, JAXA, (2010) "HAYABUSA -A technology Demonstrator for Sample and Return."
- [8] Fact sheet, NASA, (2012) "Mars Science Laboratory/Curiosity."
- [9] H.M.McLuhan, (1964) "Understanding Media: the Extensions of Man,"

McGraw-Hill.

- [10] M. Merleau-Ponty, (1945) "Phénoménologie de la Perception," Gallimard: Paris. (M.メルロ=ポンティ, (1982) "知覚の現象学," 中島盛夫 (訳), 法政大学出版会)
- [11] M.Botvinick, J.Cohen, (1998) "Rubber hands 'feel' touch that eyes see," *Nature*, Vol.391, p.756.
- [12] Anani AB, K.Ikeda, L.M.Korner, (1977) "Human ability to discriminate various parameters in afferent electrical nerve stimulation with particular reference to prostheses sensory feedback," *Med. Biol. Eng. Comput.*, Vol.15, pp.363-73.
- [13] V.S.Ramachandran, (1998) "Sandra Blakeslee, *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*," William Morrow and Co.
- [14] H.Henrik Ehrsson, Birgitta Rosén, Anita Stocksélius, Christina Ragnö, Peter Köhler and Göran Lundborg, (2008) "Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own," *Brain*, Vol.131, No.12, pp.3443-3452.
- [15] Paul D.Marasco, Keehoon Kim, James Edward Colgate, Michael A.Peshkin and Todd A.Kuiken, (2011) "Robotic touch shifts perception of embodiment to a prosthesis in targeted reinnervation amputees," *Brain*, Vol.134, No.3, pp.747-758.
- [16] S.Kudoh, K.Ogawara, K.Komachiya and K.Ikeuchi, (2008) "Painting Simulation Using Robots," "Art and Robots" workshop of IEEE/RSJ 2008 International Conference on Intelligent Robots and Systems, Nice, France.
- [17] アリストテレス, (2001) "魂について," 中畑正志 (訳), 京都大学出版会. (Original work published in 350 BC)
- [18] K.Okazaki, (2008) "Robots create Humans: The definition of robot through art, or the definition of human and art through robot," "Art and Robots" workshop of IEEE/RSJ 2008 Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, Nice, France.
- [19] L.A.Suchman, (1987) "Plans and situated actions: The problem of humanmachine communication," NY: Cambridge University Press.
- [20] J.J. Gibson, (1950) "The perception of the visual world," Boston: Houghton Mifflin.
- [21] J. J. Gibson, (1979) "The ecological approach to visual perception," Boston: Houghton Mifflin. (Republished in 1986 from Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates)
- [22] M.Goan, K.Tsujita, T.Ishikawa, S.Takashima, S.Kihara and K.Okazaki, (2013) "Perceiving the Gap: asynchronous coordination of plural algorithms and disconnected logical types in ambient space," In Y. Suzuki and T. Nakagaki (Eds.), *Natural Computing and Beyond*, WSH 2011 and IWNC 2012, Proceedings in Information and Communications Technology, Vol.6, pp.130-147.

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究(B), 課題番号 23320049）の支援を受けて行った。

ワークショップ: 拡大するデザイン研究—認知デザイン論へ向かって

Expansion of Design Studies: Toward Cognitive Design

田中 吉史¹, 永井 由佳里², 荷方 邦夫³, 田浦 俊春⁴, 小橋康章⁵
Yoshifumi Tanaka, Yukari Nagai, Kunio Nikata, Toshiharu Taura, Yasuaki Kobashi

¹金沢工業大学, ²北陸先端科学技術大学院大学, ³金沢美術工芸大学, ⁴神戸大学, ⁵大化社・成城大学
¹Kanazawa Institute of Technology, ²Japan Advanced Institute of Science and Technology ³Kanazawa college of Art
⁴Kobe University, ⁵Taikasha,Co.Ltd., Seijo University

Abstract

Recent design studies conceptualize “design” as comprehensive process that includes product, human and society. In this workshop, we explore the possibility of cognitive design research caused by the expansion of design concept.

Keywords — Design, Creativity, Cognition, Value Design, Design of Technology, Art as Design Process, Cognitive Design Research

1. 企画主旨(田中吉史)

従来、デザインの研究といえば、モノ（多くは工業製品）自体についての研究や、モノを扱う際の人の認知過程、あるいはモノづくりに必要な知識やスキルの研究などが中心であった。また認知科学は、例えばユーザビリティやスキル学習、創造性など一部の研究において、デザイン研究と密接な関わりを持ってきた。

しかし近年、デザイン研究は「デザイン」をモノ（これもいわゆる「製品」に限らない）とその作り手・使い手の相互作用的創造過程、さらにモノが作り使われる社会的文脈やそこにおけるモノの存在意義や意味などをも含んだ包括的なプロセスとして捉えるようになってきた。このことから、従来は「デザイン」とは見なされていなかった心的・社会的活動を、広い意味での「デザイン」の一部として捉え直す必要が生じてきた。

こうしたデザイン研究の拡大は、例えば『認知科学』第17巻第3号(2010年)の「デザイン学」特集号[1]に数多くの（そして多様な）論文が寄稿されたこと、また近年、国際的な論文誌

"International Journal of Design Creativity and Innovation"(<http://www.tandfonline.com/action/showAxaArticles?journalCode=tdci20#.UdpOO>)

zvOtcZ) が創刊されたことからわかるように、認知科学においても重要な出来事と見なせると考えられる。このことは、認知科学からデザインを捉え直すことだけではなく、逆に、デザインから認知科学（少なくとも認知科学の一部の研究）を捉え直すことにつながっていくのではないだろうか？そしてこれはさらに認知科学の新たな展開につながっていくのかもしれない。

このワークショップでは「プロセスとしてのデザイン」という観点から、これまでの認知科学ではあまり取り上げられてこなかった4つのトピックを紹介し、それらを中心とした討論を通じて、デザインと認知過程とを捉え直す枠組み（認知デザイン論）を模索することを試みたい。

2. パネリスト

話題提供者

荷方邦夫（金沢美術工芸大学）

田中吉史（金沢工業大学）

田浦俊春（神戸大学）

永井由佳里（北陸先端科学技術大学院大学）

指定討論者

小橋康章（大化社・成城大学）

3. 概要

3.1 話題提供

3.1.1 価値と意味のデザイン論: 人工物の魅力についてのナラティブ分析（荷方邦夫）

人工物のデザインをどのように評価するか。80年代後半にノーマンらがユーザビリティの概念を導入して以来、認知研究はデザインという領域に

大きく関わることになった。使いやすさや分かりやすさは人工物が備えるべき「機能」として位置づけられ、デザインの重要な要素として価値づけられた。そして2000年代に入り、人工物のデザインの価値基準はさらに発展したものに变化しつつある。ノーマン自身がエモーショナル・デザインとよばれる、これまでとは異なる視点からデザインをとらえるようになった。ノーマンは人工物が与える価値について、審美性に関連する本能的感覚、機能性などにユーザビリティに代表される行動的側面、そして人工物がもつ意味や個人的経験などを背景とする内省的側面の3つを指摘している。これとほぼ時期を同じくして、マーケティング研究のシュミットは、利用経験を通じて得られる効果・満足感といった心理的価値が存在すると考え、これを経験価値と定義した。この考え方はユーザー・エクスペリエンス (UX) という概念で急速に浸透しつつあり、デザインが内包する「意味」に新たな視点を提供している。

デザインされた存在が内包する意味について、われわれはどのような認識に立ち、理解しているか。その実態や研究の方法論についても、ようやく研究の端緒についた状態のままといえよう。その方法の一つとして、デザインの意味を個人が形成するナラティブとして理解し、検討することを提案している。ナラティブは個人が構築する、物語次元での認識である。ナラティブをベースとした思考は社会構成主義とよばれる人間観・科学観の影響を受け、個人の質的な内容を理解・検討するための重要な視点をもつと指摘されている。

本発表ではデザインされた人工物に対して感じる満足や魅力が、どのような要素によって構成されているか、自己の所有物についての自由記述から質的な分析を行った。魅力や満足は、視覚的美しさなどのような審美的な価値、機能やユーザビリティに関わる価値のほか、その所有物にいつ出会い、それを所有するためにどのような努力を行ったかなど、印象に残るエピソードに影響される。

これらの結果は、デザインの意味がノーマンの指摘するような内省的、あるいはエピソードィッ

クな次元に関連することを示している。このことは先に指摘したような、ナラティブを基盤とした認識がユーザ・エクスペリエンスの認知プロセスの中で大きな位置を占めていることを示している。

3.1.2 芸術のデザイン論：デザイン過程としての芸術／創造的認知過程としての鑑賞（田中吉史）

これまで、デザインに関しては様々な分野で様々な角度から研究がなされてきた。これらの研究を大まかに整理すると、広義のデザインという営みは、「デザイナー」（広義のモノの作り手）、「モノ」（デザイナーによって作られたモノ）、「ユーザー」（モノを受け取り、広い意味でそれを使う人、受け手）と、この3つの全ての背後にあってそれらを支えるコンテキスト（社会・文化的背景、技術的背景、など）という構成要素から成るように思われる。そして、デザイナー、モノ、ユーザーのどの部分（やどの組み合わせ）に焦点を当てるのか、ということによって、様々な角度からデザイン研究がなされてきた、と考えられる。

さて、芸術（ここでは近代以降に制度化の進んだ純粹芸術を念頭に置いている）もまた、広い意味でのデザイン活動と見なすことができる。そして、「デザイナー」「モノ」「ユーザー」は、それぞれ「制作者（作家）」「作品」「鑑賞者」として位置づけることができるだろう。

近年、認知科学における創造性研究の発展とともに、芸術における認知的活動に関する研究も多くなされるようになってきた。これらの研究では、特に制作者の認知過程に焦点が当てられ、作品の制作過程について多くの知見が得られている。一方、鑑賞に関しては、刺激としての芸術作品が、いかに人間の知覚／認知過程において処理され、美的経験を引き起こすのか、といった受動的な過程として捉えられてきた。しかしながら、20世紀後半以降、多くの芸術家や美学者、批評家から、芸術作品の鑑賞には、鑑賞者自身が作品の中に新たな側面（作者が意図しなかったものも含む）を発見し意味づけするような創造的な過程が含まれ

ることがしばしば指摘されてきた。こうした鑑賞者による創造的過程は、これまでの芸術の認知に関する研究ではあまり扱われてこなかったように思われる。

そこで、絵画鑑賞の初心者が持つ写実性へのこだわり(写実性制約)に焦点を当て、解説文を読みながら絵画を鑑賞することによって写実性制約の緩和を試みた実験を紹介する[2]。そして、デザイン過程の一つとして芸術を捉えることで浮かび上がった新たな認知的研究の可能性について考えてみたい。

3.1.3 技術のデザイン論：デザインの動機－プロダクトのデザインから技術のデザインへ（田浦俊春）

「デザインの動機」について考えてみたいと思っている。若干おおげさであるが、「なぜ人間はデザインするのか」という問いについて議論したいということである。ここで議論したいのは、個々のエンジニアやデザイナーの職務の在り方や社会のニーズのことではない。これらの背後にこれらを導く動因であり、社会全体からデザインをみた場合に、どのような理由のもとにプロダクトがデザインされているように見えるか、というような問題である。たとえば、自動車は便利なものであるが、同時に、多くの事故を引き起こす危険なものである。いまさら、自動車はつくるべきか、ということについて議論する人はいないであろう。しかし、過去に、このようなことは、どこかで議論されただろうか？もし、なされていないならば、我々は、その理由（動機）があいまいなまま、自動車をつくり続けていることになる。一方で、モノがあふれている現代においては、従来からのカテゴリーを超えるような斬新なプロダクトをいかに開発するかが重要な課題になっている。そこで、社会のニーズを先取りするようなプロダクトを他に先駆けていち早く作り出す必要がある。しかし、そのアイデア生成のプロセスは、とりわけその理由（動機）は、明示化されない場合が多い。このようにみても、これまで、プロダ

クトの効用や事故を経験するなかで、いつのまにか社会がプロダクトを受け入れている（ように見える）、あるいは、とくにその理由が明らかにされることもなく斬新なプロダクトが出現してきたといえるのではないだろうか。しかしながら、最近では、極めて危険性の高いプロダクトやプラントをデザインしたり、斬新なプロダクトを体系的に作り出すことが求められている。そのためには、なぜ人間はデザインするのか、デザインの動機とはどういうものなのか知る必要があるように思われる。

今回は、デザインの動機のなかで、見えない、あるいは、途方もなく長い時間スケールで続く危険性について議論したい。見えないものを認知するとはどのようなことなのか、未来という概念とはどのように認知されているのか、そして、それらは、どのようにすれば、より認知され易くなるのか、議論したい（参考文献 [3][4]）。

3.1.4 コミュニティのデザイン論：見えない関係（永井由佳里）

デザイン関係の学会等を、仮にデザインの研究コミュニティと呼ばせてもらうが、そこでは、ユーザビリティ、インタラクション、デザインのアイデアや問題解決、形状や機能の分析、デザインの方法、製品の評価、デザイン教育、等の研究が取り扱われ、議論されている。最近、ケーススタディやアクションリサーチが順に増えてくるなど、デザインの研究コミュニティも成長・変化しているといつてよいだろう。しかし、現状のデザインの研究コミュニティでは手に余るややこしい問題（問題1）と考えない問題（問題2）がある。本ワークショップでは認知科学への期待も込め、その問題を取り上げたい。

Codesign という言い方がある。デザインは一人でできるものではなく、開かれたものであるという考え方だ。世の中のほとんどのデザインは Codesign であり、プロダクションに何らかの形で関る者に限らず、ユーザをはじめ、大勢の人によってデザインされるものだといえる[5]。では、ユ

ーザとは誰なのか？

最近気づかぬ関与者もそれに含まれている。ひとりの人間が普通に生活する—たとえばスーパーに買い物に行く—牛乳をカートに入れたことで商品価値のデザインに、電子マネーで支払うことが技術のデザインに、展示品の前に立ち止まる振る舞いが芸術のデザインにも影響を及ぼす。ビッグデータ時代というものは、そういう見えない関係の結びつきをさらに加速しそうだ。本人が気づいていなくても、あくびやくしゃみした回数がどこかで観測され、ユーザのニーズを示すデータとなり、明日のコンビニの品揃えや新製品の開発に影響しているかもしれない。見えない関係が社会を構成しているとしたら、こうした主体なきデザインをどのように政治したらよいのだろうか？（問題1）

現状では、デザインのニーズはもっと単純に考えられており、見えなくてもちょっと工夫したら見えるニーズを扱うに留まる。デザインの研究コミュニティでは、ニーズがデザインの正当性を示すといってもよいほど大事にされ、ニーズを読み取る手続が重視される。大学等のデザイン教育でも、ニーズと人間工学を手がかりにユーザを理解することを教えるのが常識になっている。

例えば、開発途上国では伝統的な素朴な工芸品が産業として重視されている。そのものづくりの現場に、製品としての価値を上げるための教育が、政策的に導入されている。具体的にはデザインの高等教育を受けたコーチを国内外から派遣し、指導させている。当然ながら、現地の職人とコーチの考え方や経験は異なる。少し前はコーチは海外の市場で人気がありそうなスタイルを指導していたが、最近ユーザの嗜好や新しい機能を考えることを促している[6]。それが容易ではないこともあり、その成功例、つまりコーチが職人を教育し、うまく協働した結果を、デザインの研究コミュニティでは肯定的に評価し、教育方法や開発に有意義な研究成果として受け止めている。

ここで、敢えて問題提起したい。形や文様といった造形の伝承しか考えなかった素朴なものづく

りの職人が、見たこともない生活をしている「ユーザを考える」ことをなぜ良いといえるのだろうか？（問題2）

もちろん、デザインのコミュニティは、それを単純にニーズ理解とし「良し」とする。そう考えるようにコミュニティがデザインされてきたからだろう。では、より学際的なコミュニティとしてデザインされたはずの認知科学では、この問いに対し、はたしてどういう議論が展開するのだろうか？

3.2 指定討論者の目論見：デザイン研究と認知科学のインタラクション（小橋康章）

デザインの対象がモノからコトへ、さらにはソーシャルデザインへと広がってきている現状に対応して、デザイン研究も単に高次思考過程の一部に関わっているだけでなく、認知科学の方法や学会のデザインまで視野に入れる勢いを見せている。認知科学はデザイン研究から何を、デザイン研究は認知科学から何を期待できるのかを明らかにしたい。

参考文献

- [1] 特集「デザイン学」(2010)認知科学, Vol.17. No. 3.
- [2] 田中吉史・松本彩希 (2013) 絵画鑑賞における認知的制約とその緩和, 認知科学, Vol.20, pp.130-151.
- [3] 田浦俊春(2012) デザインの社会的動機—技術成熟化社会における Pre-Design と Post-Design の役割, デザイン学研究特集号, Vol.20, No.1 pp.8-11
- [4] Taura T. 2013. Motive of Design: Roles of pre- and post-design in highly advanced products. In An anthology of theories and models of design, eds. A. Chakrabarti and L. Blessing (in press). Springer:London.
- [5] 永井由佳里(2012) デザイン思考とデザイン, デザイン学研究特集号, Vol.20, No.1, pp78-81

- [6] Nagai, Y., Junaidy, Deny W. (2013)
Empowering Cognitive Fixedness,
Proceedings of the 9th ACM Conference on
Creativity and Cognition, pp. 292-296
-
-

付記 「デザイン・構成・創造」研究分科会 (SIG-DCC) について

2010年に「デザイン学」の特集が認知科学誌で
組まれた[1]. 「デザイン・構成・創造」研究分科
会 (SIG-DCC) は, それに連動して生まれた認知
科学の新しいコミュニティである. 研究というこ
とばにデザインが同居するのが特徴だ. 本ワーク
ショップのテーマ「認知デザイン論」に向かう動
きはそのひとつの流れである. 生きて動いている
世の中を素直に見つめることからはじめ, 自分
の目で読み取った「何か」を研究しようという動機
を共有している. これから少なくとも3年間, 「認
知デザイン論」を継続的に議論していく計画であ
り, 様々なアプローチを受け入れながら挑戦して
いきたい. (主査: 永井由佳里)

本ワークショップに関する問い合わせ先

「デザイン・構成・創造」研究分科会 (SIG-DCC)

URL <https://sites.google.com/site/jcssdccc/>

事務局: 田中吉史 (金沢工業大学)

tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

ワークショップ：30年後の日本認知科学会に向けて

Workshop: JCSS, 30 Years from Now

小橋康章（コーディネイター）
Yasuaki Kobashi

株式会社大化社・成城大学
Taikasha, Co.Ltd., Seijo University
kobashi@taikasha.com

Abstract

This workshop explores possible roles, contents and methods of Japanese Cognitive Science Society in the next 30 years.

Keywords — JCSS, Cognitive Science, Future

1. 目的と対象

第30回という節目の大会を機会に、一般会員の立場で学会の未来がどのようなものであれば嬉しいか、を考えることがこのワークショップの目的である。認知科学コミュニティの未来を構想したい会員並びに非会員を対象に、いままで直接話しをする機会がなかった会員同士が対話することで、学会の未来に対する想いを共有する。

2. 背景

フューチャーセンターとかフューチャーセッションといった施設や催しに関心が集まっている。組織や立場を超えて未来をともに考え、その過程で社会関係資本を蓄積しようというのが背後にある考え方である。JCSSのような出来のよい学会は多かれ少なかれフューチャーセンター的な性格をもっているが、それは主にコンテンツに関してであって、学会、あるいは研究コミュニティのありかたそのものに関して語ることは、常任運営委員会のような場を除けばまれであった。それを変えたい。

1983年のJCSSの誕生は戸田正直の1969年ロンドンでの講演「非常に遠い未来における心理学の可能ないくつかの役割」(<http://www.jcss.gr.jp/meetings/JCSS2007/weblog/20070324.html>)で予言されていたとも言える。そこで論じられていた際限のない技術開発の

加速や社会組織の相対的腐朽化、グローバリズムのもたらすリスク、若者の失望、といった問題は未だに解決を見ていない。さらには社会全体の高齢化が学会と社会の関わりにも影響を与えようとしている。

学会の未来を考えることを通じて、こうした未解決の問題にわたしたちが今後どう取り組んでいくのかについても見通しを得たい。

30年前、JCSSはアメリカ合衆国発の認知科学をモデルとする道を自ら断ち、海図のない航海に乗り出した。今わたしたちはどこにいて、どこに向かおうとしているのだろうか。

3. 話題提供者

大森隆司（玉川大学）
佐伯胖（信濃教育会教育研究所）
鈴木宏昭（青山学院大学）
田浦俊春（神戸大学）
野口尚孝（フリーランスデザイン研究者）
橋田浩一（東京大学）
横澤一彦（東京大学）
小橋康章（大化社・成城大学）

4. プログラム

話題提供者による各々7分程度のイントロダクションのあと、一般参加者に学会の将来に関して自分が最も関心を持つテーマを考えてもらい、そのテーマに最も近い話題の提供者を囲むチームに分かれて話し合う。最後に各チームの話し合いの様子を発表し、閉会する。

話題提供者とのこれまでのやりとりからコーディネイターが予想している話題は以下のとおり：

1) 地球環境を破壊しつつ進行する経済成長が行き詰って「成長なき社会発展」を考えなければならなくなったとき、デザインはどのような役割を担うことになるのか、またそのときデザインと認知科学はどのような関わりを持つことになるのか。(野口)

2) 技術が社会に受容されるとはどういうことなのか、そして、何故にそこからあらたなプロダクトが生まれるのかという、『なぜ人間はデザインするのか』との問いに取り組みたい。たとえば、技術やプロダクトが社会に受容されるためには、それらが文化芸術として咀嚼され、技術の負の側面に対処するための社会制度（リスクマネジメントなど）が整備され、そして、カタチのない概念（時間や危険性など）が認知される必要があると思われる。（田浦）

3) on-Cognitive Cognitive Science へむけて—アートの思考と文字的・論理的思考の融和は可能か：算数・数学における絵的シンボル活用とか、レッジョ・エミリアの幼児教育における「アトリエリスタ（芸術指導員）」の役割などを例に考える（佐伯）

4) 「データ認知科学」の構想。個人データを本人が蓄積管理し、自由に選択した他者とそれを限定的に共有する仕組みを普及させたい。このことにより多数の個人の行動にまつわるデータが分析できるようになるので、これに基づいた個人や社会の振る舞いを研究したい。（橋田）

5) 領域横断性、それは研究のタコツボ化を打ち破るために必須のものであり、認知科学の発展にとって欠くことのできないものである。認知科学が未来に向けて領域横断性を確保するための重要な条件は、数千年の歴史を持つ認識の研究、および他分野との対話を可能にしてきた表象—計算の図式の再探求である。（鈴木）

6) 認知科学における文系と理系の融合。たとえば発達心理学や心理学など行動に関わる学問、脳科学や生物学のような身体に関わる学問、情報科学や計算科学のような数値やシミュレーションで議論する学問、これらはどういう関係にあるのだろうか。（大森）

7) 世代間統合。インターネット環境での自由な議論や、オープン・アクセス・ジャーナルの台頭などにより、旧来の学会運営に対する見直しが迫られる中、JCSS においては、学会の成熟に伴う若手研究者の学会離れが生じないような、世代間統合の仕掛けの重要性を会員の皆さんと共有したい。（横澤）

8) 超高齢化社会における学会の高齢会員の役割。30 才そこそこの若い研究者が中心になって運営していた JCSS も、30 年経ってみると運営スタッフの高齢化が進み、一方で草創期の様子を知る会員が引退していく印象がある（事実かどうか検証する必要はある）。こうした変化を単に与えられたものと見るのではなく、最大限に活用する学会の運営の仕方はないだろうか。（小橋）

5. 参加者へのお願い

このワークショップは学会の大会の中に埋め込まれた小大会でも、「知っている人」が「知らない人」に向けた発表会でもありません。学会は多くの同志によって成り立っているひとつのコミュニティです。正統的周辺参加というような概念を思い出していただいても結構ですが、発表する人もいれば質問をすることが得意な人もいます。運営を担当して黒子のように陰で支えている人たちもいます。またサッカーのサポーターのようにボールには触らないけれど、一緒にゲームを作り出している人たちもいます。どの人も欠くことのできないチームメイトです。みなさんもぜひ学会の未来とご自分の未来を重ね合わせていただき（私はいくつになっているのだろう）、30 年後までに JCSS がどのような径をたどっていればそれぞれ

が幸せかをご一緒に考えてください。

30年後の世界はあっという間にやってきます。
まだみなさんの周りにはいる創立時からの会員がそれを証言してくれることでしょう。

6. メモ

(私と日本認知科学会のこれからの30年)

ファブコミュニティにおける実践：なぜ作る / 集うのか

企画・司会：青山征彦（駿河台大学）・岡部大介（東京都市大学）

話題提供 渡辺ゆうか（FabLabKamakura,LLC 代表 /
慶応義塾大学SFC研究所訪問研究員）
小池星多（東京都市大学）

指定討論 八田真行（駿河台大学）
有元典文（横浜国立大学）

企画趣旨

近年、活動理論で知られるエンゲストロムの提示した『野火』(wildfire)という概念が注目されている。枯れ野のあちこちで自然に発火する野火のように、社会のあちこちで、同時多発的に広まっていく活動を指す。このような活動には、災害時のボランティアからオタクによる二次創作まで、さまざまなものがある。

今回のワークショップでは、こうした活動の一つとして、この数年で急速に拡大しつつあるMake:コミュニティを採り上げて議論したい。Make:とは汎用基板のArduinoや、小型の3Dプリンタなどの技術革新を背景にして、個人でさまざまなものを作り出す(パーソナル・ファブリケーションと呼ばれる)ものづくりのコミュニティである。

このワークショップでは、実際にファブのコミュニティや、ものづくりを支援する拠点であるファブラボにおいてどのような実践がなされているかを検討する。活動理論やファン研究の成果を補助線にしつつ、こうした野火的活動を支えるものは何なのかを考えていきたい。

話題提供1：21世紀型実験工房：ファブラボにおける実践と展開性

渡辺ゆうか

FabLabKamakura,LLC代表
慶応義塾大学SFC研究所訪問研究員

3次元プリンタやカッティングマシンなど、デジタル工作機械の普及にともない「ものづくり」のあり方が急速に変化している。PCと接続可能なデジタル工作機器の価格も下がりはじめ、手にする人の数も増加傾向にある。個人レベルで、金型もロット数の制限も受けず思い描いたカタチを即座に形成することができる。新たな生産方式とWEB上でデータをオープンにすることにより、たくさんの人の手を介し「データ」自体が改変されていくといったことが積極的に行なわれている。ファブラボは、こうした共創型の「ものづくり」を実践する場であり、各拠点からグローバルネットワークと繋がっている。これからの「学び」の環境とは、世代、領域、国籍を越えて、多種多様な背景を持った人が参画してくることが重要である。集う人々がゆるやかに作りながら新領域を開拓していくことになる。強度のあるコミュニティ形成には参加者の自主性を向上させるため、何かしら入り込める要素も必要な場合もある。温故知

新ではないが、革新性を持ったコミュニティ形成には可視化できない距離感や温度などがあり、これらの理解を深める要素としても実際に場を共有しながら「つくる」という行為にはたくさんの相乗効果がある。具体的にどのようなことが行なわれているのか、ファブラボ鎌倉での実例を取り上げながらその可能性を掘り下げていく。

話題提供2

ファブラボになろうとする人々：日本のファブラボのフィールドワーク

小池星多
東京都市大学

MITのニール・ガーシェンフェルドらによって提唱されたパーソナルファブリケーションの思想や、その実践の拠点である市民工房ファブラボが日本に輸入され、どのようなコミュニティが形成されているのか、日本のいくつかのファブラボをフィールドワークすることによって明らかにする。

日本のファブラボには様々な形態があるが、例えば「つくばファブラボ」は、ファブラボの

活動のみで利益を生むことは難しく、主催者が企業から仕事を受注して1週間に1日施設を一般解放してファブラボとして活動している。主催者は通常の仕事をしつつ、将来はよりファブラボの活動にシフトすることを望んでいるが容易ではない。実務とファブラボの活動が分離しているように見えるが、実際はファブラボの活動が多くの人を呼び寄せ、新たなネットワークを形成し、実務の受注にも貢献し、仕事の仕方も変えて行く。ここでのファブラボの活動とは、主催者が従来の仕事からファブラボコミュニティに越境する（ファブラボになる）ことによって自分を再構成することでもある。

また、ファブラボはオープンソースの思想を持つが、一方で高価な機材を無料で使用して生産できる場として捉えてファブラボを使用する者も現れ、思想と実活動のコンフリクトが可視化される場でもある。

コミュニケーションを支える知覚・認知基盤

企画・司会	田中章浩（東京女子大学） 嶋田総太郎（明治大学）
話題提供	喜多伸一（神戸大学） 永井聖剛（産業技術総合研究所） 嶋田総太郎（明治大学） 浅井智久（千葉大学）
指定討論	板倉昭二（京都大学）

企画趣旨

知覚や認知の基礎的なメカニズムを研究している実験心理学者は、認知科学に対してどのような貢献が可能なのだろうか。従来の要素還元的アプローチの限界が指摘されて久しいが、一方で人間の情報処理を厳密に測定する実験心理学の手法は大きな魅力をもつ。実験心理学が認知科学に対して貢献するための今後の方向性の一つは、こうした厳密な方法論を継承しつつ、情報処理のメカニズムを複数情報の統合という視点から理解することにあるのではないか。コミュニケーションという複雑な現象は、こうした実験心理学的な手法や価値観がどこまで通用するのかを試すには適したテーマともいえるだろう。

コミュニケーションの認知科学的研究といっても切り口は実に多様である。実験心理学の立場からは、複雑なコミュニケーションも結局のところ、心の入り口としての知覚系への情報の入力に始まり、注意や記憶など伝統的に研究が進められてきた認知メカニズムから、感情認知や自他認識といった近年研究が盛んになった社会性認知のメカニズムにいたるまで、さまざまな知覚・認知基盤に支えられて実現されるものと捉えることができる。コミュニケーションを支える知覚・認知基盤を理解することは、コミュニケーションのモデル化に対して制約条件を与えるなど、コミュニケーション自体の理解に不可欠であるのみならず、コミュニケーションという目的を達成するために複数のメカニズムが協調してシステムとして挙動する様子を通して、認知システム全体を包括的に理解する一つの事例にもなりうる。

本ワークショップではコミュニケーションを支える知覚・認知基盤として、自他認識、他者の行為との同期、視線認知などに着目する。そして、実験心理学や認知神経科学の立場からこうした知覚・認知基盤について研究を進めている方々に話題提供していただく。その後、ロボティクスや発達科学の視点から問題提起していただき、参加者で討論をおこなう。コミュニケーションという認知科学の中心的トピックに対して、実験心理学や脳機能イメージングに基づいたアプローチの事例を示すことを通して、認知科学会においてこうした分野の研究者が果たしうる働きについて再考する契機としたい。

コミュニケーションにおける ミラーシステムの活動変化 嶋田総太郎（明治大学）

近年、人間の持つ社会性認知能力に関して、認知神経科学研究が多くなされてきており、コミュニケーションを成り立たせている神経基盤について徐々に明らかになってきた。中でもミラーニューロンの発見は、社会性認知の分野全体を方向づける重要な契機であったといえる。ミラーニューロンシステム（MNS）は、自己が運動するときだけでなく、他者が運動しているのを観察するときにも活動する脳領域の総称であり、運動前野、一次運動野、頭頂葉などを含む。その性質からMNSは自己と他者の共有身体表現を提供していると考えられている。最近の研究ではMNSは他者の運動に対していつでも同じように活動するわけではなく、様々な要素によるモジュレーションを受ける

ことが示されている。本講演では、自己と他者の関係性およびコミュニケーション状況によって、MNSの活動が変化するという実験結果について概説する。特にメディアを介してインタラクティブ性を操作したときや、自己との類似性や他者への応援など、自己と他者の「心的近さ」を操作したときのMNSの活動変化について報告する。MNSの活動は自己と他者が近い場合ないしコミュニケーションがうまく行われているときに促進される傾向があり、コミュニケーションの質の評価の指標として使える可能性について議論を行う。

自他表象の基盤としての 運動フィードバックの帰属過程 浅井智久

(NTTコミュニケーション科学基礎研究所)

自他間のコミュニケーションが実現するためには、自己・他者といった表象がまず脳内で表現されている必要がある。近年の研究では、この自他表象やその後のコミュニケーション過程が、運動情報をもとにして実現されている可能性が議論されてきた。例えば、自己という表象（自己感、自己意識）の成り立ちを考えた場合に、私たちは、自分自身の運動に対する感覚フィードバックを通じて初めて、「自己」（さらには「他者」や「環境」も）を認識できる可能性が議論されている（再帰性の自己意識）。しかしながら、外的に入力されることになる刺激は基本的に発生源が未知で（例えば、自己由来 vs 環境由来）、ノイズが含まれている場合も多い。そこで私たちには、入力されてくる刺激から自己由来の成分を取り出すメカニズムが備わっていると考えられる（内部モデル、順モデル）。これをもとに、自己・他者・環境とラベル付けされた感覚入力をそれぞれ利用することで、最終的にインタラクティブな世界の表象が構成されているはずである。本発表では、行為の感覚フィードバック（視覚誘導運動における視覚フィードバックや、発話生成時の聴覚フィードバック）から、①自己由来成分を取り出し自己へ帰属するためのメカニズムと、②なぜそもそも感覚フィー

ドバックを自己帰属する必要があるのかについて、行動実験の結果をもとに議論したい。

コミュニケーションの基礎としての 視線認知

喜多伸一（神戸大学）

横山武昌（神戸大学・メリーランド大学・日本学術振興会）

数多くの顔認知の研究において、コミュニケーションは中心的な概念となっている。その中でも対面している相手がどこを見ているかという視線認知は、対人関係の基礎をなすものとして実証的な研究が行われており、しかるべき成果が得られている。本発表では、相手の視線方向のうち、こちらをまっすぐに見ているという、直視（direct gaze; straight gaze）の認知が持つ特殊性を調べた心理学実験と神経科学実験について述べる。

数多の視線方向のうち、直視は、検出しやすく、注意を捕捉しやすいことが明らかにされている。従来の研究は、直視とそれ以外の視線方向を、静止画像において比較していた。これに対し我々は、視線の動きを導入し、直視以外から直視に変わるときと、その逆の、直視から直視以外に変わるときを比較した。その結果、この両者には大きな非対称性があり、前者の「眼を向ける」ときの方が後者の「眼を逸らす」ときよりも注意を捕捉する力が強いことを見出した。

また直視が持つ優位性のひとつに、視認性が低い顔画像で、直視の顔の方が他の視線方向の顔よりも意識に上りやすいことが知られていた。これに対し我々は、この無意識段階での直視認知に対する神経学的基盤を調べるため、視野闘争条件下で事象関連電位を計測し、直視に特有の電位変化が、意識に上らないときでも観察されることを示した。

発表では、これらの研究を含めた視線認知の実験的研究について述べ、コミュニケーションの基礎過程について討議したい。

**動作・行動インタラクションと
個人のコミュニケーション特性：
足踏みの同期と他車への同調的運転
永井聖剛（産業技術総合研究所）**

人間は他者との間で様々な情報を交換し、相互に影響し合っている。例えば、表情やしぐさが相互に伝染し、姿勢が相互に同期して変化すること知られる。また、このような相互インタラクションの生起には自閉性傾向などの個人特性、相互協力の有無などの状況要因が影響することがわかっている。従来の研究では、社会的状況を実験で操作する、あるいは、表情などのコミュニケーション機能のある動作を用いるなど「明示的」な社会的要因が含まれていた。本発表では社会的な要因が無い状況での動作同期の強さが個人の自閉傾向と密接に関係していることを示し、社会性発達の起源を考える上で重要な知見を得た。

このような相互インタラクションは自動車運転行動にもみられる。発表者が行った研究では、交差点での右折運転行動に他車の存在が影響を与えるか否かを調べた。その結果、先行車がある場合には無い場合に比べて、右折時に首振りによる安全確認回数が低下し交差点内の速度が大きくなることを明らかにし、先行車への同調的な運転行動（注意散漫な先行車への追従運転）が生じることがわかった。加えて、このような同調行動は、協調性、情緒的被影響性などの社会的な性格特性が高いほど、強く生じることを示唆する結果を得た。

以上に加え、最新の研究成果についても触れ、対人相互インタラクションを含む人間のコミュニケーションに関わる研究の現状を確認し、今後の方向性について議論する。