聴覚のつじつま合わせ

筧 一彦†
Kazuhiko Kakehi

†名古屋大学名誉教授，中京大学人工知能高等研究所
Nagoya University
Institute of Advanced Studies in Artificial Intelligence, Chukyo University

1. 音声知覚とその問題

音声コミュニケーションの分野を中心として研究を進めてきた。この分野は音声品質、感情音声、対話分析、音声理解など多岐にわたるが、ここでは音声知覚の話題を取り上げる。

音声知覚とは、音声から話し手が意図している記号（例えば音素）列を知覚することである。音素が連続的に話されているとき音声中の音素情報は前後の音素の調音の影響を受ける（調音結合）。この結果音素情報は、音素環境依存性を持ち、音声信号中のかなりの時間範囲にわたって分散し、周辺の音素情報と重なり合っている。このため音声信号中には不変的な音素特徴情報はなく、個々の音素特徴の抽出も難しい。知覚された音素記号列は静的、離散的で文脈自由性を持つが、音声中の音素情報には、このような性質は見られない。さらに音素特徴には個人性、多様な話し方の影響もある。また、実際に音声を聞くときには、音声の伝搬過程での多重反射や雑音相加などがあり、リアルタイムでの音声知覚情報処理には多大な困難が伴う。このため音声知覚の処理過程は、「つじつま合わせ」に満ちている（筧、2009）。

調音結合のような問題は、聴覚系の情報処理（聴覚説）だけでは解決できず、音声知覚には音声生成系の調音運動の参照が必要であるという運動理論（MT）の考え方が 1960 年代の後半から提唱されてきた。しかし、MT は具体的なモデルの提示という面で不十分であったため一般に受け入れられることにならなかった。しかし、1996 年に Risollati らによってサルの大脳皮質において他者の手の動きに対して反応するミラーニューロンが見いだされたことを契機として見直しの機運が出てきた。現状では聴覚説も MT も上述した音声知覚の困難さを具体的に解決するようなモデルを与えることはできていない（筧　他、近刊）。前語彙的な音声知覚過程を知覚的統合という視点から検討した結果を述べる。

2. 音声知覚における知覚的統合

一般の状況では複数存在する音源からの音波が重畳して耳に到来する。聴覚情報処理の前処理段階で各音源別の情報に分離され、注意が向けられた音源情報に対して処理が行われる（音情景分析）。これは脳における処理資源の経済性の観点から妥当と云えるが、音声知覚の処理では必ずしもそうはならず、異なる音源の音素特徴が知覚的に統合されることが起きる。この知覚的統合が起きる条件やそれによって生じる知覚結果について述べる。また、知覚的統合には母語の影響を強く受ける。これはそれぞれの母語には、特有の特徴があるので、その特徴が抽出できなければ当然のことであるが、母語に同じ音素があり、その音素特徴が抽出できかつ知覚的に利用可能であっても、母語の音韻配列規則に反する場合には知覚的統合ができない（Kakehi, Kato, & Kashino, 1999）。また逆に物理的な音素特徴がなくても知覚が起きるという不思議な現象も生じる（Dupoux, Kakehi, Hirose, Pallier, & Mehler, 1999）。これらの知覚的統合現象が処理のどの段階で生じ、どのような条件のときにどのような時間範囲で生起するかについて考察する。統合の時間範囲は言語音声の認知単位と密接な関係を持つが、この単位も当然当該の母語の影響を受けるが、いずれにしても音素よりも大きな単位となる（筧、2006）。

この他、注意や音声として聞こうとする構え、異種モダリティの統合に対する影響についても触れ、前語彙的レベルでの処理の在り様を考える。

参考文献

[1] Kakehi, Kato, & Kashino (1996), in Phonological Structure and Language Processing, Cutler & Otake (Eds.), de Gruyter
[2] Dupoux, Kakehi, Hirose, Pallier, & Mehler (1999), Epenthetic Vowels in Japanese: A Perceptual Illusion? J. of Experimental Psychology HPP. 25(6), 1568-1578.
[3] 筧 (2006)、言語音声の認知単位、『月刊言語』、35(10), 28-35.
[4] 筧 (2009)、音声知覚の頑健性 －前語彙的過程を中心として－、Fundamentals Review, 3(1), 9-20
[5] 筧 (2015), 音声知覚の前語彙的処理過程、認知科学、22(4)、659-669.
[6] 筧、他 (近刊)、廣谷編、聞くと話すの脳科学、コロナ社

視覚のつじつま合わせ

横澤 一彦†
Kazuhiko Yokosawa
†東京大学
The University of Tokyo

1. 統合的認知：高次視覚のゴール

五感の中で最も多くの研究が行われてきたのが視覚であり、実験心理学と神経生理学を結びつけるようなモデルを背景とした認知科学的アプローチから、さらに発展する形で、脳機能計測を含む脳科学へとつながっている（横澤, 2010）。独立して処理される様々な視覚特徴があるので、実験心理学や神経生理学で取組まれてきた要素還元的な脳機能の理解を中心とする低次視覚ばかりではなく、その統合過程である高次視覚における行動を解明する重要性が増している。このような主に高次視覚における統合過程を総称して、統合的認知と呼んでいる(横澤, 2014)。

形状や色などの知覚特徴の統合において、重要な役割を果たすのが注意であり、特徴統合理論を起点にした様々な注意関連現象があるが、注意の裏側として、見落としの研究も盛んに行われている(河原・横澤, 2015)。代表的な現象である変化の見落としでは、我々は情景の変化には想像する以上に気付くことが難しいが、それは逐次的に注意を向けることでしか外界から情報が得られないという限界を示していることを明らかにしてきた。変化の見落としが生じるような状況は日常的にはありえないので、次の行動に必要な情報を選べれば良い。これが、注意を中心とする視覚系の仕組みの本質である。このように取捨選択された視覚単位の認知過程をオブジェクト認知という。こうしたオブジェクト認知は、外界の構造を復元するためのボトムアップ的な過程ばかりではなく、視覚要素を組み合わせ、記憶と照合し、言語的な命名に至るまでの統合的な過程である（新美、上田、横澤, 2016）。その中で、視点によって、物体の向きが曖昧になることと、物体が認識しやすいということが表裏一体になっており、物体の向きがあいまいなときに、それを好ましいとつじつま合わせをしているのは、瞬時に認識する際の安定性を確保するためであることを明らかにした。

2. つじつまを合わせたがる脳：感覚融合認知の本質

このような統合的認知の本質とは、様々な情報が食い違う脳内での、瞬時で総合的な判断であり、それを「つじつまを合わせたがる」と表現している（横澤, 2017）。つじつまを「合わせる」のではなく、「合わせたがる」のである。たとえば、視聴覚特徴の処理過程に関わる代表的な現象として、腹話術効果は音声音源位置の誤定位現象であり、マガーク効果は音韻知覚が話者の口元の視覚情報に影響を受ける現象だが、いずれも論理的な解釈として我々が理解するわけではなく、視聴覚特徴を整合させた表象が瞬時に生成され、結果的に総合的判断をしていると考えるべきだろう。また、マガーク効果と腹話術効果は独立した現象であることを明らかにした。視触覚特徴に関わる代表的な現象であるラバーハンド錯覚は、自分の手もしくは腕の誤定位現象だが、この現象も視触覚特徴を整合させた表象が瞬時に生成され、結果的に総合的判断をしていると考えるべきだと考えている。その結果、ラバーハンド錯覚には温度感覚も伴うことを明らかにしている。

偽物の手でも自分の手だと思い込んでしまうラバーハンド錯覚、視覚的にも聴覚的にも存在しない音声だと思い込んでしまうマガーク効果などの、一見するとつじつまの合わない行動は、つじつまを合わせたがる脳と矛盾しているのではない。論理的につじつまの合わない環境が存在しているときに、脳が瞬時につじつまを合わせた解を導き出してくれるので、その解に対応する行動が可能になっているのである。脳は、基本的に調和のとれた、つじつまの合った世界で構成されていることを前提に、効率的な処理を実現させている。しかも、現実世界には雑音が多く、あまり厳密な解を求めるとすると、いつまでたっても解が得られないことになりかねない。解が得られなければ、次の行動もできない。それを回避するために、脳はつじつまを合わせたがる仕組みになっているのである。

参考文献

[1] 横澤 (2010). 視覚科学、勁草書房
[2] 横澤 (2014). 統合的認知, 認知科学, 21, 3, 295-303.
[3] 河原、横澤 (2015). 注意　選択と統合、勁草書房
[4] 新美、上田、横澤 (2016). オブジェクト認知　統合された表象と理解、勁草書房
[5] 横澤 (2017). つじつまを合わせたがる脳、岩波書店

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

因果帰納におけるフレームの切り替え

Dual Frames in Causal Induction

服部 郁子[†]，服部 雅史[‡]
Ikuko HATTORI, Masasi HATTORI

[†] 立命館大学文学部 Ritsumeikan University (iku.hattori@gmail.com),
[‡] 立命館大学総合心理学部 Ritsumeikan University (hat@lt.ritsumei.ac.jp)

Abstract

According to the dual frame theory, individuals switch between two different frames (i.e., A- and B-frames, which roughly parallels Systems 1 and 2 proposed by the dual process theory respectively) depending on context or purpose. These frames are aimed at governing what kind of inference mode is activated, and which events are implicated in causal induction. Shifts from the default A-frame to the analytic B-frame are assumed to require cognitive resources. Under this premise, constraints imposed by working memory (WM) capacity would play a key role in affecting frame shift. In this experiment, we investigated the effect of two factors on the frame shift: load on WM and symmetry in negation. The results showed that symmetry in negation facilitated the switch from default A to the analytic B-frame, while high WM load prevented some participants from switching frames. The findings support the hypothesis that individuals use two different frames and WM is crucial for causal induction of frame change.

Keywords — Dual Frames, Causal Induction, Working Memory, Symmetry in Negation, Dual Process Theories

1. はじめに

新しくできたレストランに出かけて美味しい食事をしたとする. その後に腹痛が起きた場合, このできごとは非常に強く印象に残るに違いない. しかし, レストランに出かけず腹痛も起きなかった場合は，あまり印象に残らないだろう. この例にみられるように, 私たちの認知のしくみは通常，ものごとの生起には注意を向けやすいが，不生起に対しては注意を向けにくくできている. また, 状況や目的に応じて，どのような情報を処理し, どのような情報を無視するべきかを, 意識的あるいは無意識的に変えることもできる.

二重フレーム理論 (dual frame theory) (服部, 2014; M. Hattori, Over, Hattori, Takahashi, & Baratgin, 2016) では，人は性質の異なる二つのフレーム (A と B) を切り替えて思考や推論を行うと仮定する. このフレームとは，「ものの見方」のようなもので, フレームが変わることによって, 何に焦点を当て, 何を認知的計算処理の対象とするかが変わる.

A フレームは，ヒューリスティックな認知システムに関係した思考フレームである. このフレームでは, 肯定事象を焦点化し，否定事象を背景に押しやって無視することによって，相対的に省力で迅速な情報処理を可能にする. 一方, B フレームは, 分析的な認知システムに関与し, 比較の観点を持つ思考フレームである. このフレームでは，肯定事象と否定事象の両方を対比的にとらえ，両者の差異を比較することによって正確な分析を可能にする. B フレームは, 肯定事象に焦点化された A フレームとは異なり，より多くの情報を詳細に処理する必要が生じるため，認知処理に時間とリソースを多く必要とする. そのため通常は，A フレームがデフォルトとして用いられやすい. 二重フレーム理論は, 二重過程理論の一解釈と位置づけられるが, 二つのフレームが二重過程理論の二つのプロセスに完全に対応するわけではない.

因果帰納では，二つのフレームはそれぞれ異なる推論モードを引き起こす. ヒューリスティックな A フレームでは, 原因候補事象 (*C*) と結果事象 (*E*) との関連性を検出する関連性モードになり，両事象の共変関係を検知しようとする. このモードでは, 事象間の関連性を迅速に検知することに重点が置かれ，因果と相関は特に区別されない. *C* と *E* の間にどの程度関連性があるかを考えるため，デフォルトは無相関となる.

M. Hattori and Oaksford (2007) の提案した DFH モデ

ルは，このAフレームでの因果推論モデルに相当する（式1）．下の式 (1) の a, b, c, d はそれぞれ，原因あり・結果あり，原因あり・結果なし，原因なし・結果あり，原因なし・結果なしの事象の生起頻度を表す．このモデルの特徴のひとつは，d セルの頻度情報を含まない点である．ターゲットである C と E に稀少性を仮定すると d セルの頻度は相対的に多くなる．そこで，d セルを無限大と仮定して処理に含めないことによって，情報処理の省力化と迅速化を可能にすることができる．

$$DFH = \sqrt{P(E|C)\ P(C|E)} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}} \quad (1)$$

分析的なBフレームでは，差異化モードの情報処理が行われる．C が存在するときの E の生起と，C が存在しない ($\neg C$) ときの E の生起を比較することによって，因果を相関から区別する．ΔP モデル (Jenkins & Ward, 1965) は，パラメータを含まない最もシンプルな形のBフレームの因果帰納モデルに相当する（式2）．差異には，C がEの生起を促進する正方向の効果だけでなく，C によって E の生起が抑制されるという負方向の効果もありうる．このフレームでは負の因果関係も考慮される．

Bフレームは，Aフレームと異なり，相関と因果を区別し，環境を制御するための視点を提供する．しかし，Bフレームは，肯定事象に加え，否定事象も認知的計算処理の対象とするため，時間と容量の点で多くの認知的リソースを必要とする．そのため，デフォルトのAフレームから認知的負荷の高いBフレームへの切り替えには，そのコストにみあうだけの何らかの条件が必要となる．

$$\Delta P = P(E|C) - P(E|\neg C) = \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} \quad (2)$$

本研究では，ワーキングメモリー (WM) への負荷と，課題の性質（否定の形式）が因果帰納とそれに基づく判断にどのような影響を及ぼすのかについて，思考のフレームの切り替えという観点から検討を行った．フレームの切り替えを促す条件の一つが課題の性質（否定の形式）である．本実験では，I. Hattori, Hattori, Over, Takahashi, and Baratgin (2017) で用いられた架空の品種のニワトリの飼育を観察し，ある製品（サプリメントまたはエサ）が産卵にどのような効力をもつかを評価する課題（因果帰納推論課題）を実施した（図1）．非対称条件では，サプリメントを与えるか (X)，与えないか ($\neg X$) が産卵に及ぼす影響を評価した．対称条件では，エサ X か Y のどちらか1つだけが必ず与えられ，エサ X が産卵に及ぼす影響を評価した．

非対称条件の肯定事象と否定事象は，論理的には対称（相補関係）であるが，心理的には対称ではない．肯定事象 X には注意が向けられやすいが，否定事象 $\neg X$ は背景となり注意が向けられにくい．そのため，差異化モードのBフレームには切り替わりにくく，これまでにくりかえし報告されてきた因果帰納研究の結果と同様に，d（原因なし・結果なし）の頻度情報は考慮されにくくなると考えられる．したがって，非対称条件のとき，参加者の反応はDFHモデル（式1）と一致する傾向が高くなると予想される．一方，対称条件では，$\neg X$ に Y という名称が与えられることによって，肯定と否

図1 刺激の例（左：非対称条件，右：対称条件）．どちらも d（ターゲット原因なし・ターゲット結果なし）の事例．下部枠内の選択肢から正しい組み合わせを選択すると，次の刺激画面に移行する．

表 1 刺激の事象の生起頻度とモデルの予測

	Cell configuration					*Model*	
No	*a*	*b*	*c*	*d*	*N*	ΔP	*DFH*
1	1	4	4	4	13	-0.30	0.20
2	4	4	4	1	13	-0.30	0.50
3	1	3	4	12	20	0.00	0.22
4	5	5	5	5	20	0.00	0.50
5	12	4	3	1	20	0.00	0.77
6	2	0	6	6	14	0.50	0.50
7	9	0	5	5	19	0.50	0.80

注：a は原因あり・結果あり，b は原因あり・結果なし，c は原因なし・結果あり，d は原因なし・結果なしの頻度を表す（N は合計）．

定という二つの事象は心理的に対称なものとみなされやすくなる．よって，B フレームへの切り替えが促されるため，*d* の頻度情報も考慮されやすくなると考えられる．したがって，参加者の反応はΔP モデル（式 2）と一致する傾向が高くなると予想される．

B フレームの情報処理は多くの認知的リソースを必要とする．そのため，WM に高い負荷を与えることは，B フレームへの切り替えを抑制する条件となりうる．本実験では，二重課題法として，推論課題と合わせて記憶課題を実施し WM の負荷を操作した．参加者には，推論課題の開始直前にある図形（図 3）を提示し記憶するよう求め，推論課題終了後にその図形の配置を回答させた．図形の記憶難易度を操作することによって，WM の高負荷条件と低負荷条件を用意した．

I. Hattori et al. (2017) の二重課題法を用いない実験では，非対称条件と対称条件でそれぞれ A フレームと B フレームが優勢になることが示された．新たに，二重課題法で認知的負荷を与えることによって，条件間で交互作用が生じると考えられる．低負荷条件では，先行研究と同様に，非対称条件の場合には A フレームを維持し，対称条件の場合には分析的な B フレームに基づく思考が促されると考えられる．したがって，非対称・低負荷条件では DFH の相関が高く，対称・低負荷条件ではΔP の相関が高くなると予想される．一方，高負荷条件では，認知的負荷の高い B フレームへの移行が難しくなると考えられる．そのため，デフォルトの A フレームによってヒューリスティックな思考をする参加者が多くなり，非対称，対称どちらの条件でも，DFH モデルの相関が高くなると予想される．

2. 方法

2.1. 実験参加者

立命館大学の学部生 198 名が実験に参加した．参加者は，2（否定形式：非対称／対称）×2（WM 負荷：高負荷／低負荷）の 4 条件のひとつに無作為に割り当てられた．

2.2. 因果帰納推論課題

ある架空の飼料製品を使ったニワトリの飼育に関する情報を観察し，その製品（原因事象）が産卵（結果事象）に対してどのような効果を持つかを評価した．参加者は，図 1 のようなニワトリの給餌と産卵に関する出来事（刺激）を 1 つずつ順に観察し，全ての刺激の観察が終了した後，製品の産卵に対する効果を評価した．非対称条件では，サプリメントを「与える」か「与えない」かが，卵を「産む」か「産まない」かにどう影響するか，対称条件では，エサ「*X* を与える」か「*Y* を与える」かが，「茶色の卵を産む」か「白色の卵を産む」かにどう影響するかを評価した．非対称条件と対称条件の課題は論理的には等価である．表 1 は刺激に用いられた事象の生起・不生起の頻度とモデルの予測値を示している． 刺激の提示順序は参加者間でカウンターバランスされた．

ひとつのセッションの刺激がすべて提示された後，参加者には図 2 のような評価画面が提示された．参加者は，ターゲットの製品（サプリメントあるいはエサ *X*）がどの程度産卵に影響すると思うかを 10 段階で回答した．図 2 にあるように，左端のボタンには評価の基準をあえて示さなかった．実験時に参加者から評価基準に関する質問があった場合には，任意に決めてよいという指示のみが与えられた．

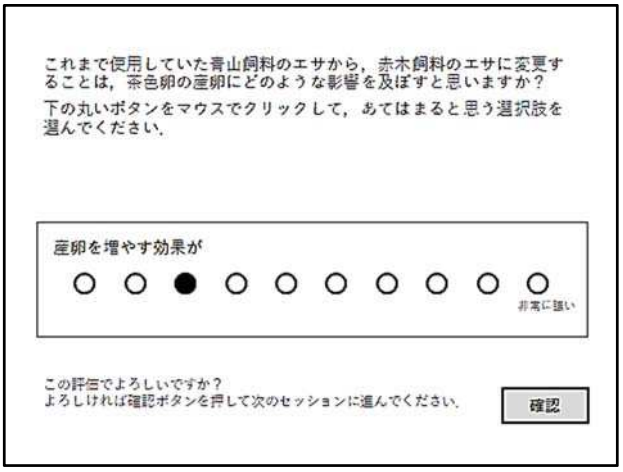


図 2 評価画面の例（対称条件の場合）．

2.3. ドット記憶課題

WM の負荷を操作するため，ドット記憶課題を副課題として二重課題を行った. ドット記憶課題は, 短期記憶範囲を計測するために広く用いられてきた視空間記憶課題のひとつである (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, & Hegarty, 2001). Miyake et al. (2001) によると，視空間記憶の貯蔵には WM の中央実行機能が関係するため，複雑な視空間パターンの貯蔵は WM のリソースを消費するという．これを二重課題として用いた先行研究でも, 複雑なパターンの記憶は WM に高い負荷を, 単純なパターンの記憶は最小限の負荷をかけることが示されている (Bethell-Fox & Shepard, 1988; De Neys, 2006; Verschueren, Schaeken, & d'Ydewall, 2004) ．本実験では，De Neys (2006) を基に，3×3 のマトリックスに 3 または 4 個のドットを配置した図形を用意し，参加者にそのドットの配置パターンを記憶させた（図 3）.

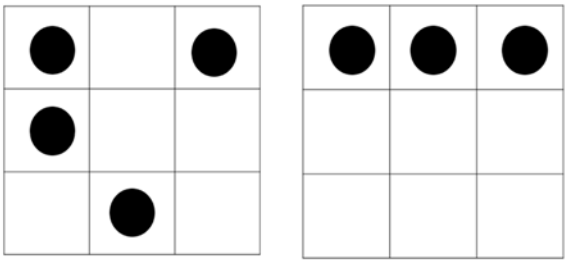


図 3　記憶課題. (a) 高負荷条件の図形例（左），(b) 低負荷条件の図形例（右）.

高負荷条件では，図 3a のような，複雑な 4 ドットパターンのマトリックスが提示された．4 つのドットは, 非対称な 2 つあるいは 3 つのかたまりにみえるようなパターンで出現した. 低負荷条件では, 図 3b のような, 単純な 3 ドットパターンのマトリックスが提示された. 3 つのドットは，常に水平な 1 つのかたまりにみえるようなパターンで出現した.

参加者は，推論課題の開始前にどちらかの条件のマトリックスを 850ms 間提示され，ドットの配置パターンを覚えて，推論課題遂行中その記憶を保持するよう求められた. 参加者への教示では, ドットのパターンを正確に記憶することが重要であると強調された．推論課題終了後, 空白のマトリックスが提示され, 参加者はその枠内にドットパターンを正確に再生するよう求められた．参加者が枠の中をマウスでクリックして回答した後，その正否がフィードバックされた.

2.4. 手続き

実験は情報教室を使って集団で実施された．一回の参加人数は 13~59 名と時間帯によって異なっていた. 参加者には 1 人 1 台のパーソナルコンピュータが割り当てられ，すべての刺激と教示文がモニターに提示された. 参加者は, 記憶課題と推論課題からなる課題を, 短い練習セッションの後, 7 セッション行なった．実験は，参加者がマウスやキーボードを操作することによって各自のペースで行なわれ, 7 セッションを終えるか, 開始時間から 30 分を経過した時点で終了された.

3. 結果

3.1. ドット記憶課題

高負荷条件と低負荷条件の間で，正答率に有意な差がみられた，$t(1233) = 5.70, p < .001$．したがって，高負荷条件の複雑なパターンの記憶の方が，低負荷条件の単純なパターンの記憶よりも，記憶課題としての難易度が高く，高負荷条件の方が WM により高い負荷がかけられたと推定される.

また，低負荷条件において単純な 3 ドットパターンが正確に再現された割合は 93.1%，高負荷条件において複雑な 4 ドットパターンが正確に再現された割合は 83.4% であった．両条件ともに 80%を超える高い正答率を示したことから，どちらの条件でもドット記憶課題が適正に遂行されたといえる.

3.2. 因果帰納推論課題

予想どおり，非対称条件と対称条件ではそれぞれ A フレームと B フレームが優勢になり，二重課題法によって認知的負荷を与えることによって，交互作用がみられた. 二つのモデル, DFH と ΔP の参加者の因果判断に対する適合性を比較するため，線形混合効果回帰モデル (Baayen, Davidson, & Bates, 2008) による分析を行なった.

次のような 2 つの線形混合効果回帰のモデル, M1 と M2 を定義し[1]，R (ver. 3.3.1, Jun 2016) を使って各条件における DFH と ΔP の BIC を求めた．各条件における DFH と ΔP の適合度を, 各々の M1 と M2 のうち最小の値[2]を使って比較した．表 2 はその結果を示している.

[1] M1 は，傾きを固定効果として，切片が参加者ごとにランダムに変動すると仮定する．M2 は，傾きと切片が参加者ごとにランダムに変動し，両者が独立に決まると仮定する.

[2] BIC の値が小さいほど適合性が高いことを示す.

表 2 各条件における実験参加者の因果判断と BIC によるモデルの適合性の比較

Model	*Negation*	*WM Load*	*model*	*BIC*		*Beta*	*SE*	*df*	*t*	*P*
DFH	Asymmetry	High Load	M1	1602.3	(Intercept)	1.05	0.32	280.31	3.27	0.001
					DFH	7.74	0.53	300.00	14.58	0.000
		Low Load	M1	1444.5	(Intercept)	0.96	0.33	311.92	2.93	0.004
					DFH	7.79	0.59	270.00	13.18	0.000
	Symmetry	High Load	M1	1662.9	(Intercept)	2.73	0.34	350.00	8.11	0.000
					DFH	6.29	0.62	350.00	10.19	0.000
		Low Load	M1	1764.2	(Intercept)	2.34	0.33	345.98	7.03	0.000
					DFH	6.17	0.58	318.00	10.62	0.000
ΔP	Asymmetry	High Load	M1	1651.9	(Intercept)	4.65	0.18	51.69	25.47	0.000
					DP	4.76	0.41	300.00	11.60	0.000
		Low Load	M1	1462.5	(Intercept)	4.55	0.14	47.99	32.60	0.000
					DP	5.24	0.44	270.00	12.04	0.000
	Symmetry	High Load	M1	1665.1	(Intercept)	5.62	0.14	350.00	40.94	0.000
					DP	4.43	0.44	350.00	10.05	0.000
		Low Load	M1	1735.8	(Intercept)	5.14	0.16	55.08	31.46	0.000
					DP	4.89	0.40	318.00	12.37	0.000

注：model は採用された分析モデルを表す．ΔP と DFH，それぞれ二つの分析モデル(M1, M2)における BIC を計算し，各条件において，M1 と M2 のうちより良い値を示したモデルを採用した（BIC 値が小さいほどモデルの適合性が良い）．

M1: Judgement ~ DFH + (1 | Participant) (3)

M2: Judgement ~ DFH + (DFH || Participant) (4)

非対称・低負荷条件では DFH モデルの適合が高く，対称・低負荷条件ではΔP モデルの適合が高くなった．このことから，低負荷条件の場合，非対称条件では A フレームを使用し，対称条件では B フレームを使用する参加者が多かったと考えられる．一方，高負荷条件の場合には，非対称・高負荷，対称・高負荷，いずれの条件でも，DFH モデルの適合が高くなった．よって，高負荷条件では，デフォルトの A フレームによりヒューリスティックな思考をする参加者が多かったといえる．ただし，対称・高負荷条件では DFH モデルの適合の方が勝っていたとはいえ，二つのモデルの BIC 値は僅差である (DFH: 1662.9 vs. ΔP: 1665.1)．これは，高負荷条件下でも，否定の対称性の影響によって B フレームに移行できた参加者が一定数いたことを示唆している．このことから，フレームの切り替えと WM 能力における個人差の影響があると考えられる．

4. 考察

実験の結果から，ワーキングメモリーへの負荷および課題の性質（否定の形式）は，それぞれ二つのフレームの切り替えに対する抑制と促進としてはたらき，判断に影響を及ぼすという仮説が支持された．ワーキングメモリーへの負荷が低い場合には，I. Hattori et al. (2017) と同様，非対称条件では DFH の適合が高く，対称条件ではΔP の適合が高くなった．これは，否定の形式が非対称のときにはデフォルトの A フレームによって推論する参加者が多く，対称のときには分析的な B フレームによって推論する参加者が多かったことによると考えられる．一方，高負荷条件では，非対称，対称，どちらの条件においても DFH モデルの適合が高かった．これは，ワーキングメモリーへの負荷が高い場合には，多くの認知的リソースを必要とする B フレームへの移行は難しくなるため，ヒューリスティックな A フレームによる判断をする参加者が多くなったためと考えられる．

しかし，対称・高負荷条件では，二つのモデルの BIC 値は僅差であったことから，ワーキングメモリーへの負荷が高く B フレームへの切り替えが困難な状況でも，否定の対称性の影響によって B フレームに切り替えて推論した参加者もいたことが示唆される．De Neys (2006) によると，ワーキングメモリー容量の大きい者ほど，高負荷条件下においても分析的な思考に成功する傾向が高い．ワーキングメモリー容量はおそらくフレームの切り替え能力に関わる主要な要因のひとつと考えられる．

実験の結果は，予測と一致し，二重フレーム理論を支持する．人は状況や目的に応じて性質の異なる二つの

フレーム (A と B) を切り替えることができる. フレームが切り変わることによって, 何に焦点を当て, 何を認知的計算処理の対象とするかが変わるため, 因果推論のモードが変わる. 課題の性質 (否定の形式) とワーキングメモリーへの負荷は, フレームの切り替えに影響する要因であり, 否定の形式が B フレームへの切り替えを促進するのに対し, ワーキングメモリーへの高い負荷は切り替えを抑制する. また, フレームの切り替え能力には個人差がある可能性があり, ワーキングメモリーのリソースにおける違いとの関係が示唆される.

この実験の結果は, 人の思考や推論が二つの異なる思考過程によって行われるという二重過程理論 (e.g., Evans, 2003; Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich, 1999) の見方を支持する. ワーキングメモリー容量とフレーム (あるいは二つの処理過程) の切り替え能力には関連性があると考えられる. ただし, これは, ワーキングメモリー容量の大きい人が常に B フレームあるいは分析的処理を行うということを意味するわけではない. むしろ, ワーキングメモリー容量の大きさは, 状況や目的に応じて最適なフレームあるいは処理過程を選び, 移行を成功させる能力と結びついていると考えるべきではないだろうか.

分析的処理は, 情報を均質に比較し分析するが, 見方を変えると無駄が多い処理の仕方ともいえる. 例えば, 年長の子ども (ワーキングメモリー容量が大きい) 方が, 年少の子ども (ワーキングメモリー容量が小さい) よりもブロッキング効果を生じる傾向が高い (McCormack, Simms, McGourty, & Beckers, 2013). すなわち, 年長の子どもは, X がすでに Z を生じさせることを知っている場合, X と Y が同時に存在している状況で Z が生じるのを観察したとしても, Y もまた Z を生じさせるとはあまり考えない. これまでの経験に基づき, Y を背景に押しやり X を焦点化することは, 偏ったデータに基づく誤った判断となる可能性ももちろんあるが, 迅速な判断を可能にする. これは, ワーキングメモリー容量の増加が, 状況に応じた焦点化した情報処理を選択可能にしたことによるといえるのではないだろうか.

5. 謝辞

本研究は, 科学研究費補助金 22500247 および 15H02717 (代表 : 服部雅史) の助成を受けた. 実験にあたり, 田村昌彦氏にプログラム作成でご協力いただいた. ここに記して謝意を表する. 実験の刺激に使用したニワトリのイラストは, フリーのウェブコンテンツ (www.ActivityVillage.co.uk) の素材である.

6. 文献

Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language, 59*, 390–412. doi:10.1016/j.jml.2007.12.005

Bethell-Fox, C. E., & Shepard, R. N. (1988). Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 14*, 12–23. doi:10.1037/0096-1523.14.1.12

De Neys, W. (2006). Dual processing in reasoning: Two systems but one reasoner. *Psychological Science, 17*, 428–433. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01723.x

Evans, J. St. B. T. (2003). In two minds: Dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 454-459. doi:S1364661303002250 [pii]

Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). Rationality and reasoning. Hove, UK: Psychology Press.

服部雅史. (2014). 思考の図と地 : フレーミングによる肯定・否定の非対称性. 立命館文学, *636*, 131–147.

Hattori, I., Hattori, M., Over, D. E., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2017). Dual frames for causal induction: The normative and the heuristic. *Thinking & Reasoning, 23,* 292-317. doi:10.1080/13546783.2017.1316314

Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science, 31*, 765–814. doi:10.1080/03640210701530755

Hattori, M., Over, D. E., Hattori, I., Takahashi, T., & Baratgin, J. (2016). Dual frames in causal reasoning and other types of thinking. In N. Galbraith, E. Lucas, & D. E. Over (Eds.), *The thinking mind: A festschrift for Ken Manktelow*. Hove, UK: Psychology Press.

Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs: General and Applied, 79*, 1–17. doi:10.1037/h0093874

McCormack, T., Simms, V., McGourty, J., & Beckers, T. (2013). Blocking in children's causal learning depends on working memory and reasoning abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115, 562-569. doi:10.1016/j.jecp.2012.11.016

Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, 621–640. doi:10.1037/0096-3445.130.4.621

Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22. doi:10.1037/0033-2909.119.1.3

Stanovich, K. E. (1999). Who is rational? Studies of individual differences in reasoning. Mahwah, NJ: Elrbaum.

Verschueren, N., Schaeken, W., & d'Ydewall, G. (2004). Everyday conditional reasoning with working memory preload. *Proceedings of the 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1399–1404.

利き手と逆の手の比較に基づく熟達技能への実験的アプローチ
An experimental approach to bodily skills based on difference between the dominant and non-dominant arms

鳥居拓馬，日高昇平
Takuma Torii, Shohei Hidaka
北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
tak.torii@jaist.ac.jp

Abstract

The expert-novice paradigm is the current standard, in that characteristics of experts' behaviors are contrasted with those of novices and the differences in physical and psychological factors are determined as skills that experts should have for their task. The shortcoming of this paradigm is obvious in the case a great variety in skills of experts of their task. A source of this variety is simply each expert's brain controls his own body. For studying bodily skills, specifically as motor controls for some task, our experimental paradigm consists of comparison between bodily movements using the dominant (skilled) arm versus non-dominant (less skilled) arm of each participant. We analyzed throwing-a-ball motion data of human participants. The results showed the degrees-of-freedom of their dominant and non-dominant arm movements clearly differ. This suggests an advantage of this paradigm.

Keywords — Bodily Skill, Motor Control

1. はじめに

人は日常的に繰り返し直面する身体を使った課題を上手にこなす．こうした課題には一部の人だけが直面する専門的な課題だけでなく，歩行や筆記などの一般的な課題を含む．私たちはこうした身体技能を要する課題の熟達者である．

熟達者のもつ優れた身体能力の本質を解明すべく研究がなされてきた[藤波 2017]．熟達者の身体技能の基礎的な要素として身体の構造や課題の捉え方などが挙げられ，とくに重要な要素として，運動制御がある．モーションセンサなどを用いることで，身体運動の動学的な側面を計測可能であるが，その運動の力学的側面である運動制御系は直接計測するのが困難である．熟達者の身体技能の解明にあたって，その運動制御を分析するため，観測可能な動学的な運動データから，その運動制御の特性を推定する問題を考える必要がある．

2. 利き手・逆の手の比較法

熟達した身体技能の解明を目指す実践的な研究では，スポーツや音楽などの課題を扱い，初心者と熟達者とを比較することが多い．しかし，実践的な課題においては，初心者と熟達者で，運動制御のみならず，身体の構造の違いや問題の捉え方の違いなど，他の多くの点で相違点がありえるため，結果の解釈が難しいという問題点がある．

そこで本研究では，同一の被験者が利き手と非利き手（あるいは慣れている回転方向など）のいずれかを使った対称な課題を行うことで，熟達した制御と相対的により未熟な制御の 2 つを比較・検討した．これにより，運動制御の熟達度以外の多くの要因（身体の構造や問題の捉え方など）を統制した条件での身体運動を分析できる．課題としては専門性の低い，ボール投げ（熟達＝利き手／未熟＝逆の手），歩行（熟達＝前進／未熟＝後退）などを用いた．実験では，各被験者には各条件(熟達／未熟)を 5 試行づつ繰り返し行わせた．計測には赤外線光学式モーションキャプチャ（VICON 社）を用いた．

3. 分析結果

本研究は現在進行中のプロジェクトであり，予備実験の段階で得られた 4 名の被験者(男性 3 名，女性 1 名，いずれも 30 代）のうち代表例を取り上げて行った分析結果を報告する．本研究では，身体をひとつの力学系とみなし[日高 2013], 実験でえられた 3 次元運動データに対して力学系の不変量であるフラクタル次元（点次元）を数値的に求め[Hidaka & Kashyap 2013]，熟達条件と未熟条件で定量的な違いがあるかを調べた．図 1 は，ボール投げにおける，利き手（熟達）と逆の手（未熟）条件での運動のフラクタル次元の変化を示す．

各図（左右の図で異なる被験者）では安定した投げ運動を示した 1 名分合計 10 試行分の時系列を次元の最大ピークからの相対時間で図示した．この相対時間は概ね投げ動作の開始時点（約−500）と終了時点（約+100）と対応づく．図から，利き手条件（赤線）と逆の手条件（緑線）では，まさに投げる動作を進行中の期間（約−300 ~ 0）においては条件内での違いよりもでの条件間での違いが目立つ．以上は運動データのみから，課題とする動作と関係する箇所で熟達条件（利き手）と未熟条件（逆の手）を区別できることを示唆する．

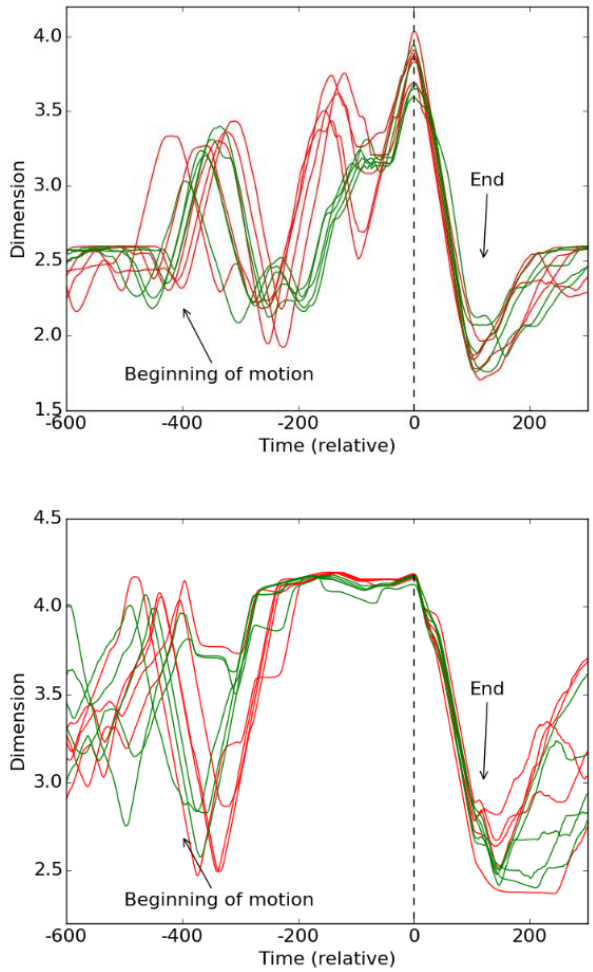


図１：フラクタル次元のピークに相対的な時間軸上の変化

4. おわりに

以上の結果から，課題の動作としては熟達条件と未熟条件で身体運動は一見類似しているにもかかわらず，その背後にある制御の違いがフラクタル次元の違いとして検出できることが示唆された．この結果は，「スキル」や「身体知」と呼ばれる，熟達者の身体技能に本質的である運動制御に関して，同一被験者内で利き手と逆の手を使った動作（あるいはそれに類する対称な部位や動作）の比較という方法によってアプローチできる可能性を示唆する．

参考文献

[1] 藤波努 (2017) 特集「身体知の発展」にあたって. 人工知能, 32(2)..

[2] Hidaka, S. & Kashyap, N. (2013). On the Estimation of Pointwise Dimension. ArXiv:1312.2298.

[3] 日高昇平 (2013). 力学的不変量仮説：運動制御の最適化理論の上位原理として. 第 15 回身体知研究会予稿集, 9-15.

ディストラクタの記憶にみられる文化と加齢の影響
Effects of cultural differences and aging on distractor memories

原田 悦子[1]，浅野昭祐[2]，リン・ハッシャー[3]
Etsuko T. Harada[1], Akihiro Asano[2], & Lynn Hasher[3]
[1] 筑波大学 [2] 株式会社イデアラボ [3] トロント大学
[1] University of Tsukuba [2] IdeaLab Inc. [3] University of Toronto
<etharada@human.tsukuba.ac.jp>

Abstract
Distracter memory has been observed by only older adults, with priming effects of words which were presented on line drawing pictures in 1-back recognition paradigm (Rowe, et al., 2006). On the other hand, the same stimuli showed that only people in the East Asian culture showed priming with a general knowledge quiz task (Amer, et al, 2016). What is the relation between those aging effects and effects of cultural differences in information processing? If those two are based on the same mechanism, what is happening with older adults of the East Asian people? In order to answer those questions, we tried to replicate the distractor memory phenomenon with Japanese samples. It is surprising that we observed distractor memory only with younger adults of Japanese people, with Hiragana words (Exp. 1) or with Kanji characters (Exp. 2 and 3). However, when including whole stimulus at the test phase of word fragment test (Exp. 4), we could see distractor memory only with older adults of Japanese samples. Some hypothetical mechanism of those complicated phenomena was discussed.

Keywords — cognitive aging, cultural differences, distractor memories

1. はじめに

認知的加齢による変化を追究する様々な研究の一つとして，Rowe, Valderrama, Hasher, & Lenartowicz (2006) は，ディストラクタの記憶という現象を報告している．これは図 1 のような線画を呈示し，線画の 1-back 課題を実施，その際に刺激上の文字列・単語については「無視するように」教示して行われる．その後「別の課題」として単語完成課題を行い，そこで図上で表示されていた単語のプライミング効果を検証するという実験パラダイムである．この実験において，高齢者は絵に重ねて呈示した単語の潜在記憶，すなわちプライミング効果を示し，若年成人群も「朝早い時間帯の実験」，つまり参加者にとって認知的制御がうまく機能しない時間帯には少量のプライミングを示した．こうした現象を一連の実験から描き出す中で，Hasher らは，加齢等による抑制機能低下によって，「不要」と教示された情報を処理してしまうが，それが「その後の認知過程に益する記憶でもある」現象として「ディストラクタの記憶」と呼んでいる．

一方，Park, Nisbett. & Hedden(1999)から始まる文化心理学研究においては，東アジア文化圏では文化的な情報処理特性として，「広い文脈情報まで全体的に処理する」とされてきた．この文化的特性は，ディストラクタの記憶のような「不要な情報の処理の抑制」においてはどのように表れるのかを明らかにするため，Amer, Ngo, & Hasher (2016)は，上記 1-back 課題後に意味記憶課題（一般知識問題）を行う実験を実施，その結果，トロント大学生のうち，西欧文化圏の学生にはプライミング効果が見られないが，東アジア文化圏の学生にはプライミング，すなわちディストラクタの記憶が見られたと報告している（実験 2）．

これらの２つの研究を重ねてみると，少なくともディストラクタの記憶において，認知的加齢と文化的な情報処理スタイルの相違が，同じ現象をもたらしていることとなる．それは「東アジア文化圏の若者は，西欧文化圏の高齢者と同じ情報処理を行っている」ことを意味しているのであろうか？ それは（Hasher らの仮説によれば）東アジア文化圏の若年成人は，西欧文化圏の若年成人に比べ，認知的制御機能が弱いことを示すのであろうか？ もしそうなのであれば，東アジア圏の成人は加齢によりどのような変化が生じるのであろうか？ これらの問題を明らかにするため，本実験では，Rowe ら(2006)とまったく同じ実験パラダイムを用い，日本人を対象として，若年成人と高齢者の比較を目的とした一連の実験を行った．

2. 実験１（ひらがな単語完成課題）

実験 1 では日本人を対象として，Rowe ら(2006)の追試を行うことを目的とした．図 1 のようにひらがな 5-6 文字の名詞を提示し，その後に単語完成課題を行った．

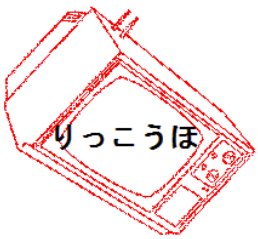


図１ 1-back 課題の刺激事例

実験計画：年齢群（若年群 vs 高齢群）×実験実施時間(午前 vs 午後)の 2 要因を参加者間要因，単語完成課題における学習項目 vs 非学習項目を参加者内要因とした 3 要因混合計画.

課題:学習段階での主課題は線画 1-back 再認課題(45 刺激/55 試行)，その内 50 試行で単語・無意味綴を重ねて提示した．テスト段階では，ひらがな 5-6 文字の単語完成課題を実施した（学習項目/非学習項目各 10）．単語は，太田ら (1991)のリストより作成した.

参加者：若年群は大学生 32 名（平均年齢 19.59 歳，18-21），高齢群はシルバー人材センターからの派遣 16 名（平均年齢 69.56 歳，65-74）．いずれの参加者も半数ずつ, 実験実施時刻が午前・午後のいずれかにランダムに割り振られた.

装置：10.4’ペンタッチパネル型 PC.

手続き:実験は「コンピュータ画面の使いやすさモニター調査」を目的とした課題バッテリの一つとして実施（若年群 1 時間, 高齢群 90 分）, 学習時は刺激提示 1s, ISI 500ms で提示し, OLD 反応のみキー押しを求めた. 学習/テスト間にフィラー課題として 10 分間の Corsi Block 課題を実施，次に単語完成課題は画面に刺激を表示し，口頭で反応を求めた（提示 3s/試行）.

結果と考察：

条件ごとの単語完成課題正答率を図 1 に示す．年齢ごとに行った実験実施時間×学習条件の 2 要因 ANOVA の結果，大学生では学習条件の主効果が有意であり(F(1, 30) = 4.765, MSe =.010, p = .037, η2 =.137)，実施時刻の主効果,ならびに交互作用は有意な差が見られなかった（主効果，F (1, 30) = 2.358, MSe =.006, p = .135, η2 =.072;交互作用，F (1, 30) <1.0,η2 =.002)．これに対し，高齢者では，いずれの要因も有意ではなかった（学習の主効果，F(1, 14) <1.0, η^2 =.005；実施時刻の主効果，F (1, 14) = 1.195, MSe =.013, p = .293, η^2 =.079；交互作用，F(1, 14)<1.0, η^2 =.043)．

すなわち，若年成人では課題実施時間を問わず，「無視すべき」情報についてのプライミング効果が得られたのに対し, 高齢者群においては, いずれの時間帯においてもプライミングが得られず，ディストラクタの記憶は観察されなかった.

この結果は，若年成人群の結果だけを見た際，Amer, ら (2016)の結果と合致し，Park et al.(1999)が述べる東アジア文化圏での「幅広い文脈処理として，全体的に処理」という文化差の存在を示唆する結果と思われる．しかし，その一方で，Rowe ら(2006)の結果と異なり，加齢によるディストラクタ記憶は見られず，若年成人にのみ「不要な情報処理による潜在記憶」が観られる結果となっている．また，若年成人の結果において，実験実施時間の効果は見られず，若年成人の示すディストラクタ記憶は，十全な認知的制御下において生じていると考えられる．この点においても Rowe ら(2006)の結果と異なっている.

英語圏と日本語圏では，同じ実験パラダイムであってもまったく異なる結果が得られることが示されたといえよう.

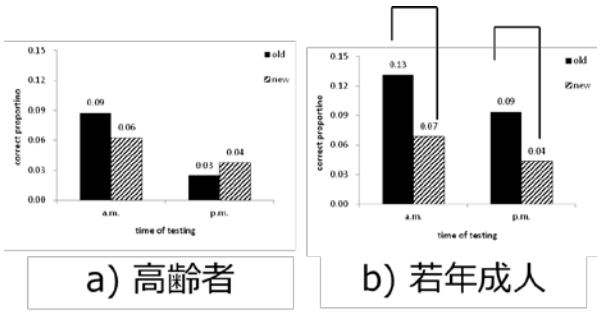


図２　実験１（ひらがな単語完成課題）の正答率

3.　実験２（漢字 KPI 課題）

実験 1 の結果は英語圏での実験である Rowe ら(2006)とまったく異なるものであり，解釈が非常に困難であった．そこで，まずは Rowe ら(2006)の実験と実験 1 は何が異なるのかを検討を始めた．その際，英語圏での実験では日常的に用いられる単語が用いられていて，「より速く，正確に反応をするためには，自動的に処理されてしまう単語が邪魔をする，したがってよりよく反応をしようとするときには単語の処理を抑制しようとする」という考察がなされている．これに対し，日本語話者にとっての単語のひらがなでの提示はそれほど日常的ではなく，表記頻度を含めて考えると親近性は必ずしも高くない. また, ひらがな表記により意味を処理するためには，(日本語処理では必ずしも必要とされない)音韻化処理を必須とするため，そうした処理は自動性が低く, 必ずしも「強制的に処理が行われてしまう」状況になっていない可能性が高い. そのために，英語話者にとっての英語圏での実験とは大きく課題性質が異なった実験環境になっている可能性が考えられた.

そこで実験 2 では，日常的に接触する表記頻度が高い表示形態として漢字を用い (図 3a)，さらに必ずしも

音韻化処理を経ない可能性から，単語完成課題ではなく，視覚的刺激による漢字同定課題 Kanji Perceptual Identification task (KPI：図 3c)を利用したプライミング効果の検証を行うこととした．

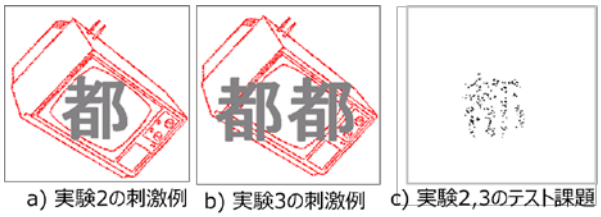


図 3　実験 2, 3（漢字同定課題）の刺激とテスト課題

実験計画：実験 1 と同じ．

参加者：若年群として大学生 28 名（平均年齢 19.00 歳, 18-21），高齢群としてシルバー人材センターよりの派遣者 30 名（平均年齢 70.07 歳, 65-75）．いずれの参加者も半数ずつ，実験実施時刻が午前・午後のいずれかにランダムに割り振られた．

材料と手続き：学習段階で線画に重ねて表示されるのは漢字 1 文字（小中学校で学習される 11 画の漢字）であり，Bai & Iwasaki (2004)よりターゲット 20 字，フィラー40 字が抽出された．課題の変更以外は実験 1 と同一の手続きで実施した．

結果と考察：

条件ごとの単語完成課題正答率を図 4 に示す．年齢ごとに行った実験実施時間×学習条件の 2 要因 ANOVA の結果，大学生では学習条件と実施時刻の交互作用が有意な傾向を示した(F (1, 26) = 4.163, MSe =.008, p =.052, η2 =.134)．単純主効果検定の結果，午後実施条件でのみ学習の効果が有意であった(午後, F (1, 26) = 4.248, MSe = 0.08, p =.049, η2 =.137；午前, F (1, 26) <1.0, η2 =.022)．主効果はいずれも優位ではなかった（実施時刻, F (1, 26) <1.0, η2 =.005；学習効果, F (1, 26) <1.0, η2 =.025)．

これに対し，高齢者では，いずれの要因も有意ではなかった（学習の主効果, F (1, 28)<1.0, η^2 =.011；実施時刻の主効果, F (1, 28)<1.0, η^2 =.029；交互作用, F (1, 28) = 2.037, MSe =0.009, p = .165, η2 =.067)．

すなわち，漢字を用いた知覚的同定課題においても，高齢者はプライミング効果を示さないのに対し，若年成人では認知的制御が適正に実施可能と考えられる午後の時間帯にのみプライミングが示された．この結果は，Rowe ら(2006)とはまさに逆転したものであり，日本人・日本語を用いた実験においては，同じ実験パラダイムであっても，認知的制御が高次に機能していると考えられる，若年成人の最適時間帯（午後）のみにディストラクタの記憶が観察されることが示されたといえよう．

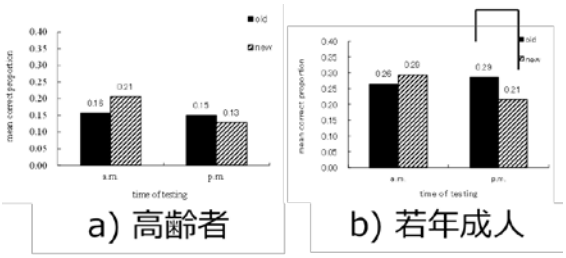


図 4　実験 2（漢字 KPI 課題）の正答率

4.　実験 3（漢字 KPI 課題：漢字 2 文字提示）

実験 2 の結果は英語圏での結果からさらに異なる方向の結果を示した．ただし，実験 2 の材料では 1-back 課題で「不要のものとして」提示される語が漢字 1 文字であり，英語圏での実験，あるいは実験 1 と比較して視覚的に占める面積が小さいことも，新たな課題変更要因として影響を与えている可能性がある．そこで実験 3 として，実験 2 と同じ実験であるが，学習時の提示のみ，同じ漢字を 2 文字，図にかぶせて提示をし，視覚的な提示視角が先行研究とほぼ同等になるように変更し，追試を行った．

参加者：若年群 30 名（平均年齢 20.63 歳, 18-24），高齢群 24 名（年齢平均= 70.29, 65-74）．参加者はランダムに半数ずつ，実験実施時刻（午前，午後）に割り当てられた．

手続き：学習時に絵と重ねて提示される漢字が 2 文字になった（図 3b 参照）ことを除けば，実験 2 と同一の手続き，実験計画であった．

結果と考察：

条件ごとの単語完成課題正答率を図 5 に示す．年齢ごとに行った実験実施時間×学習条件の 2 要因 ANOVA の結果，大学生では学習条件の主効果が有意であり(*F* (1, 28) = 7.105, *MSe* =.015, *p* =.013, η^2 =.200)，実施時刻の主効果,ならびに交互作用は有意な差が見られなかった（主効果，(*F* (1, 28) <1.0, η^2 <.001；交互作用，*F*(1, 28) <1.0, η^2 =.002))．これに対し，高齢者では，いずれの要因も有意ではなかった（学習の主効果，*F* (1, 22) = 1.046, *MSe* =.005, *p* = .318, η^2 =.041；実施時刻の主効果，*F* (1, 22)<1.0, η^2 =.038；交互作用，*F*(1, 28) <1.0, η^2 =.014)．

刺激の上に提示される語の占める面積を増加させることにより，実験 3 では実験 1 とほぼ同じ結果を得ることが示された. 視角が大きくなることにより，午前中（若年成人にとって，認知的制御機能が低下する時間帯）であってもプライミング効果が得られたことは，実験 3 での学習刺激での単語処理は実験 2 でのそれよりも「楽に」行われた可能性を示唆している.

しかし，そのような状況下においても，高齢者においては，どのような時間帯であってもディストラクタの記憶が生じていない．日本人・日本語での実験で，何が生じているのであろうか.

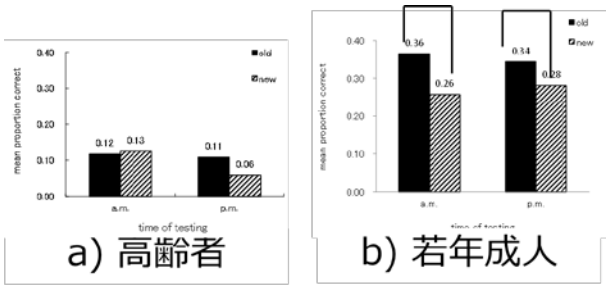


図 5　実験 3（漢字 KPI 課題：漢字 2 文字）の正答率

5.　実験 4（ひらがな単語完成課題：絵を提示）

実験 2,3 の結果からは，日本人若年成人に見られるディストラクタの記憶は，認知的制御下での処理を反映したプライミング効果であるように見受けられる．この結果自体は，Amer ら(2016)の示した「東アジア圏の文化的な情報処理」に基づくものとして考察は可能である．しかし，それでは，当初の Rowe ら(2006)の示したような認知的機能抑制の低下による，プライミング効果は，なぜ日本人高齢者にはまったく生じないのであろうか？

ここで，同時に検討すべき問題は，なぜ日本人若年成人，あるいはトロント大学での東アジア文化圏の若年成人は，「西欧文化圏の若年成人が認知的に制御をしようとし,抑制している文字の処理を,認知的制御下で行っているのか」という点である.

これに関連して，階層的な刺激構造を持つ場合の刺激処理における文化的相違について，興味深い報告がある．Lin, Lin, MacLeod & Harada (2013) では Navon 刺激を用いて日・加の若年成人での言語処理比較実験を行い，日本人は，図形の場合（例：小さい△で大きな○を示す）でも，文字の場合（例：小さい T で大きな E を示す）でも，下位レベルから上位レベルへの干渉の効果は示さない（global 優位性が強い）のに対し，カナダ人は，図形刺激では global 優位性，文字刺激では小文字が大文字処理に干渉をもたらす local 優位性を示したとしている.

すなわち，英語圏での高齢者のディストラクタ記憶が local な文字刺激の自動的な処理によって引き起こされているのに対し，日本人高齢者が自動的に行っている処理は global なレベルである可能性が高い.

そこで，実験 4 では，実験 1 と同じ実験だが，テスト時の課題において，学習時と同じ絵の上に単語完成課題を提示して，単語を作るように求める手続きとして実験を行った.

実験計画：実験参加者の年齢群（若年群 vs. 高齢群）を参加者間要因，学習の有無を参加者内要因とする混合計画. すべての実験は,それぞれの年齢群での「認知的制御に適した時間帯」で行われた（若年群では午後，高齢群は午前中）.

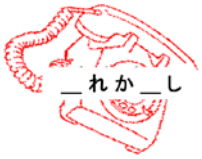


図6　実験４で用いた単語完成課題

参加者：若年群として大学生 14 名（平均年齢 21.36 歳, 20-23），高齢群として実験協力者データベース登録者から 22 名（平均年齢 74.59 歳, 70-80）.

材料と手続き：実験 1 と同じ，ただしテスト課題はすべて，学習時に提示された場合と同じ絵の上に提示された（図 6 参照）.

結果と考察：

条件ごとの単語完成課題正答率を図 7 に示す．年齢ごとに行った学習条件を要因として対応のある両側の t テストを行った結果, 大学生では学習条件の効果は有意ではなく（$t(13) = 1.000$, $p = .336$, $r = .267$），高齢者は有意であった($t(21) = 2.730$, $p = .013$, $r = .560$).

すなわち，実験 4 では，Rowe ら(2006)の最適時間帯条件での結果と同様，高齢者のみでプライミング効果が得られ，日本人高齢者においては，刺激全体をテスト時に提示することによって，ディストラクタの記憶が観察されることが示された.

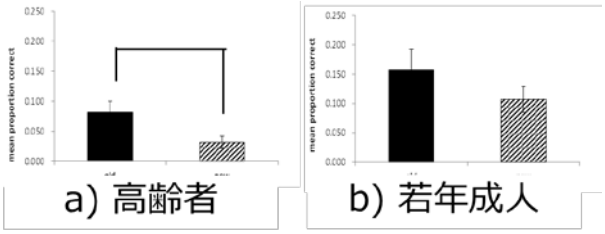


図 7　実験 4（ひらがな WFC：図上提示）の正答率

5. 総合考察

本研究では，英語圏でのディストラクタの記憶の現象を，日本語・日本人参加者で追試することを目的として行われた．その結果，絵の上に語を重ねて提示し，テスト時にその語のみを対象とする実験課題においては，ひらがな提示・単語完成課題（実験 1），漢字提示・漢字知覚的同定課題（実験 2，3）の両者において，若年成人にはプライミング効果が得られるのに対し，高齢者では学習の効果はまったく観察されなかった．それに対し，学習時に提示されたままの状態を提示した単語完成課題条件（実験 4）では，高齢者のみがプライミング効果を示し，若年成人ではディストラクタの記憶は示されなかった．

これらの結果は複雑であり，現状において，まだそのメカニズムは未だ明らかではない．しかし，少なくとも，「絵の上に不要な刺激が提示されている」場合のディストラクタの記憶のプロセスにおいて，加齢の効果と文化的な情報処理様式の相違の効果の二つが，異なるメカニズムで影響を与えていることは示されたと考えられる．

一つの仮説として，以下に，ここまでの結果を説明しうるメカニズムを考察してみる．ここでは Rowe ら(2006)の実験結果との比較のため，英語圏の参加者をカナダ人，東アジア圏の参加者として日本人として記述している．

1. カナダ人は，local 刺激，すなわち今，処理すべきとされた全体的な刺激の中に，部分的要素として提示された場合であっても，文字列が提示されると強制的・自動的な言語処理を引き起こす．このため，効率的な処理（迅速に，正確な判断をする）ために，認知的制御が十全に行われる若年成人では，その文字処理を「制御の対象として」抑制している（＝ディストラクタは処理がなされず，その結果，ディストラクタの記憶は残されない）．[Rowe ら(2006)の若年成人の結果]
2. カナダ人において，認知的加齢の影響下にある高齢者，あるいは日内変動によって認知的制御がうまく機能しない状況下での若年成人は，local 刺激である文字の自動的処理を十分に抑制しきれなくなり，その結果としてディストラクタの処理が行われ，ディストラクタ記憶が残される．[Rowe ら(2006)の高齢者の結果]
3. 日本人は local 刺激としての文字列に対し，自動的・強制的処理は必ずしも発生しない．すなわち，全体の中の部分を切り出して処理することは，自動的には生じない．このため，日本人の特に高齢者は，絵の上に文字が提示された場合であっても，文字自体を処理することはしていない．そのため，文字部分だけを対象とした課題については学習の効果が得られない．[本研究の実験 1-3：高齢者の結果].
4. しかし，日本時高齢者は全体的な絵を，全体的なままには処理しており，その結果，その全体像を提示しての文字部分の記憶を測定すると，そこにディストラクタ部分の記憶が存在する．[本研究の実験 4 の高齢者の結果]

3’. 日本人・若年成人は，文化的な情報処理特性により「より広い文脈情報まで全体的に注意を向けて」，local な文字情報についても同時に分析的な処理を行うことが可能である．その際，1-back 課題での課題達成に対して，影響を与えないような処理携帯を取り，おそらく視覚的な処理を中心として行っているものと考えられる．その結果，ディストラクタとして提示された文字についても処理がなされ，記憶が残される．[本研究の実験 1-3 の若年成人の結果].

4’ しかし，こうした処理を「注意を向けて」行う際には，学習の課題にとって，図としての線画情報と地としての文字情報を分離して処理されているため，両者の組合せ binding については処理されておらず，その結果，絵との組合せで提示をされるテスト課題時には（おそらくディストラクタ記憶の想起を抑制する機能も強いために）ディストラクタの記憶としては表示されない．[本研究の実験 4 の若年成人の結果].

このように考えるとき，文化心理学的に提唱されている文化的な情報処理様式，特に東アジア圏の特徴とされる「広い文脈情報まで全体的に処理する」過程は，意識的あるいは認知的制御下で行われる「注意を伴う」処理と考えられ，そうした文化的な特異性は，加齢に伴って減じていく可能性がある．これに対し，文字刺激を含む場合の英語圏の情報処理様式の特徴は，自動的・強制的に生じる言語処理が「有害」と感じられる場合に，その処理を抑制するという形で注意資源が用いられている可能性を示している．加齢変化などにより，そうした注意制御機能が低下してくると，抑制し切れなかった処理が特徴的に見出されてくる．このように考える

とき，認知的加齢の効果が，文化心理学的に「異なった方向性で」示されてくる可能性が示唆される．

しかし，本研究や関連する先行研究で示されているのは，あくまでも「英語圏での言語処理における自動性・強制性」が相違の主原因となっており，幾何学図形などやあるいはもっと異なる刺激次元（たとえば表情などの社会的刺激など）については，どのような文化差が，どのように加齢変化を示すのか，明らかではない．このように考えると従来までの知見での「文化的特徴」とされる中に，言語（処理）としての特性と，社会文化的特性が混在している可能性があり，今後の検討が望まれるところである．

ただし，本研究では，特に実験 4 での実施が「一日内の最適時間帯のみ」の結果であること，またひらがな提示・単語完成課題での結果のみであることから，ここまでの結果をより一般的に考えていくためには，さらなる実験検証が必要と考えられる．

いずれにせよ，本研究は，若年成人と高齢者という年齢群間の比較により，情報処理における文化社会的側面のメカニズムに対し，新たな現象と新たな考察の枠組をもたらしてくれた（原田，2009）．今後のさらなる展開を期待したい．

文献

Amer T., Ngo, K.W.J., & Hasher, L. (2016). Cultural differences in visual attention: Implications for distraction processing. British Journal of Psychology, **, 1-16.

Bai, C., Iwasaki, S. (2004). Kanji Clarification Test: A Perceptual Priming Test for Memory Study with Single Kanji Characters. Ionterdisciplinary Information Sciences,10(2), 169–178.

原田悦子 (2009). 認知加齢研究はなぜ役に立つのか: 認知工学研究と記憶研究の立場から 心理学評論, 52,(3), 363-378.

太田 信夫・小松 伸一・原田 悦子・寺澤 孝文 (1991). 単語完成課題の作成: I 筑波大学研究紀要, 13, 131-134.

Park, D.C., Nisbett. R., & Hedden, T. (1999). Aging, culture, and cognition. Journal of Gerontology, 54, 75-84.

Rowe, G., Valerrama, S., Hasher, L., & Lenartowicz, A. (2006). Attentional disregulation: A benefit for implicit memory. Psychology and Aging, 21, 826-830.

Lin, P., Lin, P., MacLeod, C.M., & Harada, E.T. (2013). Global-local processing in Westerners and the Japanese: A comparison using hierarchical letters and shapes in a selective attention task. OPAM2013.

協調学習におけるクラス全体の学習遷移評価手法：学習者のアイデア創造と取り込みに注目して

Assessing Advancement of Classroom Learning through Constructive Dialogue: Focusing on Students' Idea Creation and Appropriation

白水 始[†]，中山 隆弘[†]，齊藤 萌木[†]，飯窪 真也[†]，水野 美沙[‡]，大島 喜芳[‡]，成田 秀夫[$]
Hajime Shirouzu, Takahiro Nakayama, Moegi Saito, Shinya Iikubo, Misa Mizuno, Kiyoshi Oshima, Hideo Narita

[†]東京大学，[‡]富士通株式会社，[$]学校法人河合塾
The University of Tokyo, FUJITSU LIMITED, Kawaijuku Educational Institution
shirouzu@coref.u-tokyo.ac.jp
nakayama@coref.u-tokyo.ac.jp
saitomoegi@coref.u-tokyo.ac.jp
iikubo@coref.u-tokyo.ac.jp
mizuno.misa@jp.fujitsu.com
oshima-k@jp.fujitsu.com
narita@keinet.ne.jp

Abstract

This paper proposes an assessment method that roughly visualizes improvements of classroom learning. In collaborative learning, students naturally externalize their thoughts by speech or writings. This paper utilizes an instructional framework of collaborative learning, i.e. the Knowledge Constructive Jigsaw, transcribes all the spoken and written words, and compares them with a given material in order to examine to what degree their speech and writings cover the content material. In addition, we examine when and why students "appropriate" other students' words in their presentations. Results showed that high school students deepened their understanding of a Japanese short story by first using words in the story verbatim, then discussing and reinterpreting them from their own perspectives, and finally integrating them into concise, but high-quality summaries. Groping through discussion also made them prepare to appropriate others' words. The generalizability of the analytic method and how to enhance the analyses by AI are discussed.

Keywords — Collaborative Learning, Knowledge Constructive Jigsaw, Appropriation

1. はじめに

本報告では，学びのための協調的問題解決過程で起きるクラス全員の対話の分析により，人の学びの過程をこれまで以上に詳しく解明しつつ，現場での教員の授業力向上も支える基盤となる評価手法を提案する．

協調的な学びの過程として，これまでにも例えば，対話の各参加者が，発話や記述で自らの考えを表現する「課題遂行」と，他者の発話や記述，動作を見聞きしながら考える「モニタリング」という二つの役割をかわるがわる取ることを通して，理解を深めることが示されてきた[1, 2, 3]．この「建設的相互作用」[4]が教室全体に引き起こされれば，学習者間で他者の考えの「取り込み」や自他の考えを統合した「創造」が頻繁に起きるはずだが，それが授業の活動構造に応じて，どのタイミングでどの程度起きるのかは，詳しくはわかっていない．

それにもかかわらず，小中高の教育を規定する次期学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」（アクティブ・ラーニング）の導入が決まっており，学校現場の教員には，実践を試しながら，そこで得られたデータを基に，子どもたちの学びを見とり，深めることが求められている．一回一回の授業が「うまく行く」ことよりも，そこで起きた子どもたちの学びを認知的に分析し，それを次の授業デザインにつなげる継続的な授業改善の力量向上が望まれるということである．

そこで本報告では，「知識構成型ジグソー法」[5]という協調学習の一手法を対象に，その特徴を生かしながら児童生徒の学習の遷移をクラス全体でモニタリングしつつ，必要に応じて個々の児童生徒の学習過程も辿り直すことができる評価手法を提案し，現場への導入可能性について議論する．

2. 授業手法の制約を生かした評価手法

知識構成型ジグソー法は，対話を通して各自が理解を深めるという「建設的相互作用」を全教室の全ての子どもに引き起こすことを目指して開発された授業手法である．標準的なステップは，次の 5 つである．

Step 1（事前記述）：個人で問いへの「解」を書き留める
Step 2（エキスパート活動）：グループに分かれ解決に必要

な知識の部品を担当し内容を確認する
Step3（ジグソー活動）：各部品担当者一人ずつからなる新グループで各資料の内容を交換，統合して解を作る
Step4（クロストーク活動）：グループの解をクラスで共有
Step5（事後記述）：個人で再度問いに解答し疑問を記す

この手法は学習活動のフローを明確に制約するが，問いと知識の部品（A4 一枚程度の資料など）作りは教員に任されるため，教員同士が教科や学校を超えて授業づくりを行うコミュニティが育っている[5].

このフローをデータ取得の点から見ると，一人ひとりの学習者に同じ問いに二度答えさせるため，授業の始点（Step1）から終点（Step5）に掛けて各自が理解をどう深めたかという変化，すなわち遷移を捉えるデータ（具体的には一人ひとりによる授業前後での解の記述）が得られる．さらにその変化を捉えた上で，Step2～4 の対話活動のデータ（エキスパート・ジグソー・クロストーク時の発話，資料に書き込んだメモなど）を分析できれば，変化の原因を対話の中に同定することも可能になる．すなわち，前後記述の変化から対話活動の働き方を「挟み込んで」解釈できる．これは将来，人工知能研究者との共同を可能にする大きな特徴であろう．

さらに認知過程の観点からフローを見ると，5 つの Step は学習者の次の認知過程を反映すると言える．

Step 1：問いに対する既有知識や思考の外化
Step 2：エキスパート資料からの外部情報の入手と，対話を通したその理解
Step3：グループ内の対話を通した理解結果（エキスパート活動の結果）の交換と統合
Step4：グループ間の対話を通した理解結果の交換と統合
Step5：問いに対する学習成果の外化

このように見ると，Step5 の学習成果（事後記述）のソースが，Step1 の本人の既有知識（事前記述）か，Step2 の外部情報（エキスパート資料），Step2～4（エキスパート，ジグソー，クロストーク活動）の自他の発言・記述等の外化物，及び以上の外部・外化情報に現れない内的な推論のどれかだと推定できる．これもまた，人工知能研究者と共同して，複数話者の音声認識を高めるための文脈理解の強力な制約としても働き得る．

以上を単純化すれば，次式の通りとなる．

既有知識＋外部情報＋対話＋内的推論＝学習成果…①

このように定式化すると，各項を比較することで，

- 既有知識から学習成果への変化（差分）があるか（無い場合は「既有知識＝学習成果」となる）
- 外部情報（資料の文言や説明など）のコピーやリストアップがそのまま学習成果になっていないか（なった場合は「既有知識＋外部情報＝学習成果」）
- 逆にエキスパート資料を全く無視する等，外部情報から遊離した議論・成果になっていないか（なった場合は「既有知識＋対話＋内的推論＝学習成果」）
- 本人が見聞きしていない表現が本人から自発するなど，授業の最後まで内的推論は残るか（残らない場合は「既有知識＋外部情報＋対話＝学習成果」）

といった様々な視点で，一人ひとりの知識や理解の変化の過程を検討できる．それによって，知識や理解の深化度や，建設的相互作用の起きた程度，コミュニケーション能力や協調的問題解決能力などが使われた程度，それらのタイプや質を推測できる．さらに，学習者一人ひとりの結果をクラス全員分集積することで，その全体傾向から，授業・教材評価を行うことも可能になる．加えて，全体傾向と個人を比較することで，各個人のタイプや相互作用の特徴も推測しやすくなる．

実際，知識構成型ジグソー法を活用して行われた高等学校地歴 1 授業の全生徒の記述回答と 1 グループの対話を分析した先行研究[6]からは，次の知見が得られている．記述結果の分析からは，エキスパート資料の内容を取り込んで学習成果が教師の期待する解答へとまとまる一方で，資料内容以外の既有知識も主体的に活用されていたことが見えてきた．さらに，記述に「ポジティブな変化が現れ」た 1 グループを選んで，「発話の内容別生起回数」を調べた対話分析からは，事後記述に含まれた要素の中に，ジグソー活動中に本人が多く言及した要素とほとんど言及しなかった要素の両方があり，本人が考えを表出する課題遂行と他者の考えを聞きながら考えるモニタリングが共に働いていたことが示唆された．加えて，その現れはグループの 3 名ごとに多様であり，研究[6]でフォーカスした「授業後の記述に現れる要素と，その生徒がジグソー活動中に多く言及する要素は一致するか」という視点を変えれば，見えてくるものも変わる可能性が指摘されている．

視点を変えればどの程度見えてくるものが変わるかを捉えるために，本来は，全学習者の記述・対話がテキスト化されたデータベースに対して，多様なクエリを行え，様々な角度から学習者の学びの実態が掴めるよ

うになっているとよい. この課題は, 授業研究など複数の参加者が相互作用する場の研究手法に共通する課題である. すなわち, 形式的・機械的分析で見える量的な結果からは, 場の全体傾向は捉えられても, 個別の参加者の (特に時系列的) 変化や周囲との相互作用が見え難い. 一方, 個別の参加者を捉える意味的・解釈的分析による質的結果は, その変化が集団全体にどの程度該当するかが見え難い. だから, 事例分析には「なぜその個人やグループを選んだのか」という問いが常に付きまとう. それゆえ, データの全貌を押さえた上で, 研究者のセンスや教員の直感による「職人芸」的選択を初心者も行えるような水路付けが機械的に可能なのかが重要な課題となる. 一つの選択の仕方は, 研究[6]同様に, 事前事後記述の変化から分析に足るグループを選び出すことだが, 本報告では対話自体からグループ選択の手がかりを見つける評価手法を提案したい.

その際, 何を分析単位とするかも大きな問題である. 研究[6]では「内容別生起回数」という発話内容を解釈した分析単位が示唆されているが, 本報告は「(形態素解析などで得られるような) 単語・用語」を単位とする. もちろん, 多様な単語の組合せで表されるアイデアや, 同じアイデアの参加者によって異なる多様な表現を対象にできればよいが, 本報告は機械的分析と人手による分析を媒介するような評価方法を探るため, 表面的な単語を手がかりとした分析の有効性を検討する.

3. アイデアの創造と取り込み

知識構成型ジグソー法の授業手法としての特徴を活かし, クラス全体での学習遷移を捉えつつ, 個々の学習者の学習過程を追うために, 本報告では,「新規な単語・用語が学習者からいかに生まれ, 互いに共有されるか」に注目する分析を行う.

前者の単語の「新旧」については, 学習者に渡された教材や問い, 見聞きした他者の発言や記述, 学習者自身のそれまでの言動に, ある時点の学習者の言動がカバーされているか否かで区別する. それにより, 学習者自身の「読み聞きしながら考え, 話し書きながら考えた」アイデアの創発が各時点で捉えられる. 例えば, エキスパート資料の文言, 説明が言動に反映されるだけでは「旧」に分類されるが, それらが本人の担当しなかった資料の内容と「ので」「から」などの接続詞で結び付けられ「ストーリー」化したときに生まれる表現は「新規な」アイデアを反映したものと解釈できるだろう.

後者の「共有」は, あるメンバーの発言が他のメンバー, あるいは, あるグループの発言が別のグループに取り込まれることを指す. これは従来「取り込み (uptake)」[7]という構成概念で研究されてきた談話分析法に近い. uptake とは「現在進行中の活動のために参加者が関係あると見なす過去のイベントに言及すること」と一般的に定義されるが[7], 本報告はそれを知識構成型ジグソー法の文脈に位置付けて利用する.

具体的には, Step4 のクロストークにおいて単語がグループ間でどう共有 (取り込み) されるかを集中的に分析する. 大人の会議で, ある話題について後から発言した者の内容や表現の方が, 最初の発言より質が高まったように感じられる経験をすることは多いだろう. 児童生徒の知識構成型ジグソー法のクロストークにおいても, 発表が進むにつれ, お互いの発言を取り込みながら, 後になされる発表の質が高まることがある. その発言を話者が最初からすることに決めていたのでなければ, 他グループの発表を「聞きながら考えた」証拠だと言える. これは「専有 (appropriation)」という構成概念で研究されてきたものに近いが[8], そこでは教えたいことを持つ教員が児童生徒の発言を取り込む場合や, 児童生徒が自覚的に取り込む場合を対象にした事例が多く, 話者同士がほぼ無意識に互いの発言に影響され合いながら取り込んでいく過程は扱われ難かった. 取り込んだかどうかの談話上のマーカーがなければ,「取り込み」の有無を用いられた語だけから行うことが難しかったからであろう.

それが知識構成型ジグソー法の場合は, クロストークに至るまでの Step2, 3 の議論を把握できるため, クロストーク時に取り込まれた言葉が, 教材から出た言葉や対話で見聞きした言葉なのかを同定できる. それにより, グループの代表者として立ち上がった生徒が, 先行して発表したグループの言葉を取り込んだ場合, それがその場で創発的に取り込んだものか否かが判断できる.

以上より, 本報告はアイデアの創造と取り込みの分析を通じて, 学習者が「聞きながら考える」プロセスを明らかにし,「話しながら考える」アイデアの創造 (creation) メカニズムを明らかにする. また, 分析方法として, 1) 機械的・量的なクラス全体の新旧単語の生起分析を基に, 2) 特に「クロストーク時のグループ間の相互作用」の分析を手がかりにして, 3) 特異な認知活動 (取り込み) が起きたグループを選んで意味的・質的な事例分析を行う, という融合的方法を採用する.

4. 実践授業

4.1. 実践の特徴

本報告では，高等学校等で行われた国語授業を対象として，生徒の事前事後記述や対話をすべて書き起こし，そこにどのような用語のバリエーションが使われたかを教材等と対比しクラス全体で分析することで，その学びの変遷を追うことを試みる．

分析対象とする授業はメインの教材に対する考え方を事前記述（Step1）で問うた後，エキスパート活動（Step2）で資料を渡すのではなく，同じ教材を三つの異なる視点で解釈し直す活動を行わせる．つまり，メイン教材に対する追加情報は一切なしに，視点を定めた対話（Step2）や視点を交換・統合した対話（Step3）のみで理解を深めさせる特徴を持つ．それにより，対話がいかに理解を深めるかをトレースしやすくなり，教材のどの程度の用語が記述や対話でカバーされていたかから，学習の遷移を追いやすくなるはずである．

さらに，グループ間の発言からの単語の取り込みがどのような条件下で行われやすいかを検討すべく，同じ教材で授業を二回行い，条件差を設けた上で，経験（「ジグソー慣れ」しているか否か）や人間関係（信頼できる有能な友達が発表した内容は取り込みたくなるのか否か）に関わらず，取り込みが起きることを確かめる．その上で，取り込みに至るジグソー活動などの対話の質的な分析を行って，聞き手に取り込む準備（readiness）ができていることの重要性を指摘する．

4.2. 授業の詳細

授業は安部公房の小説「鞄」を対象とした知識構成型ジグソー法授業であり，2016 年度に表 1 の二回の授業実践を行った．県立高等学校の方が友人関係やKCJ（ジグソーの略称）経験の点で有利であり，学力レベルとしても進学校であるため，予備校に引けを取らない．教員も高校は国語担当のプロの教員，予備校は学習科学者が行っており，高校が有利であった．その違いに関わらず，両者でクラス全体での学習の遷移やキーワードの取り込みが見られれば，対話で理解が進む現象が安定して確認できることになる．

教材にした「鞄」は，A4 両面に収まる 2605 文字の短編小説である．あらすじは「主人公である私の事務所に，半年前の求人広告を見たという青年がやってくる．応募理由を尋ねると，鞄の重さでここが行き先に決まったのだと言う．問答の末，採用が決まり，青年は鞄を置いたまま外出する．そこで「鞄の重さで行き先が決まる」という青年の言葉に半信半疑の私は，青年の残した鞄を持ち上げ，歩いてみる．すると，重くて方向転換もままならなくなる．とにかく歩ける方向へ歩きながら，私は嫌になるほど「自由」を感じるのだった．」というものである（ぜひ本文をご覧いただきたい）．

表 1　2 回の「鞄」授業概要

	予備校	埼玉県立高等学校
人数	高校生5名 （1年1名、2年4名） 大学生(チューター)9名 大人 1名	高校生13名 （2年7名、3年6名） 大人 2名
友人関係	薄い	ややあり （同学年は友人関係あり）
KCJ経験	なし	5回程度
授業・クロストーク時間	0:58:05・ 0:14:21 （①②とも全班）	0:55:54・ 0:09:26 （①②とも全班）
教員	大学教員	高等学校教員

授業は，本文を読んで「この作品を通じて，作者はどんなメッセージを伝えたかったのだろうか．」という問いに 10 分程度で答えを記述する（Step1）ところから始まる．その後，エキスパート A のグループは「青年について」というテーマで「青年にとって「鞄」はどんな存在（どんな意味を持つもの）だろうか．」「鞄を置いて出て行った青年は，この後どうなっただろうか．」という二問を考える．エキスパート B のグループは「私について」というテーマで「「鞄」（とその持ち主である青年）に対する私の態度はどう変化していったか整理しよう．」「私はこの後（注：小説が終わった後）どうなっただろうか．」について考える．エキスパート C グループは「表現について」考え，「74 行目「方向転換すると，また歩け始めた」とあるが，「歩け始めた」とはどのような意味だろうか．「歩き始めた」と比べながら説明しよう．」「79 行目「私は嫌になるほど自由だった」とあるが，「嫌になるほど／自由だ」とはどのような意味だろうか．どのような「自由」なのだろうか．」を考察する．エキスパートは全 15 名を 5 名ずつの 3 グループに分け，自由に話し合いながら計 15 分程度で行わせた（Step2）．ジグソー活動では，エキスパート A，B，C の担当者が一名ずつ集まってグループを構成し，各エキスパートで取り組んだ問いや話し合った内容について簡単に交換した後，「①この物語の中で，「鞄」は

どんな存在として描かれているだろうか.(「鞄」は何をあらわしているのだろうか. 理由も合せて説明してください)」「②鞄を持っている時と持っていない時とでは, どちらが自由だろうか. 理由も合せて説明してください.」という二つのメイン課題に答えを出した(Step3). 掛けた時間は 18 分程度である. ジグソーでメイン課題①②に対して出した答えを全 5 グループとも発表するクロストークを表 1 の時間で行った(Step4). 最後に各自で Step1 と同じ問い(小説のメッセージ)に答えを記述した(Step5).

5. 分析結果 1 : クラスの学習遷移

以下, 分析方法と結果, 考察をまとめて記す.

まず, 事前記述, エキスパート時の対話, ジグソー時の対話とメモ(記述), クロストークの発表, 事後記述をすべて書き起こすなどしてテキスト化し, それを形態素解析(khcoder Chasen)し, 抽出語と品詞で教材文(「鞄」)のそれと行間比較を行い, 相違語数を出した. これにより, 各記述・対話が教材のどの程度をカバーしているかを機械的に調べることができる. 2 節で述べた「旧」要素の典型である. なお, 以下「用語」と書く場合は, 抽出語(形態素解析した語群)を意味する. 教材文の抽出語数は 316 語であった. 生徒の記述・対話の抽出語数は結果の図に直接記す.

図 1a が記述・対話がどの程度教材中の用語で構成されているかについての予備校の全15名分の結果である. 具体的な式で言えば,「教材の抽出語のうち言及された抽出語全数÷生徒の発話または記述抽出語全数」となる. この率が高いということは, 教材に言及しながら書いたり話したりしている率が高いことを意味し, 低いことは, 教材の言葉そのままには書いたり話したりしていない何らかの「新しさ」を意味する. 図 1b に高校分の結果を示した.

図 1a, 1b に見るように, 事前記述が最も高く, その後エキスパートやジグソーの対話的な活動になると率が下がり, クロストークというフォーマルな発表になると再度高まり, 最後の事後記述(個人ごとのまとめ)で再び下がるというパタンが両者で見られる.

次に, 今度は教材中の全抽出語を分母とし, それがどの程度記述や対話でカバーされたかを図 2a, 2b に示した. 式で言えば,「教材中の言及された抽出語数÷教材の全抽出語数」であり, この率が高いということは, 書いたり話したりしている中に教材中の用語が含まれているということを意味する.

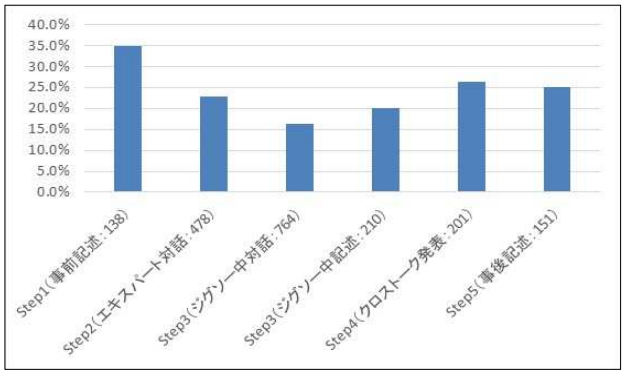


図 1a 言及された教材中の抽出語数÷生徒記述・対話の抽出語数の割合(予備校) カッコ内の数字が全抽出語数

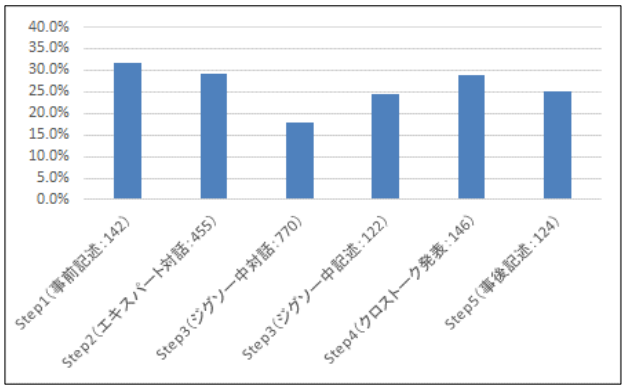


図 1b 言及された教材中の抽出語数÷生徒記述・対話の抽出語数の割合(高校) カッコ内の数字が全抽出語数

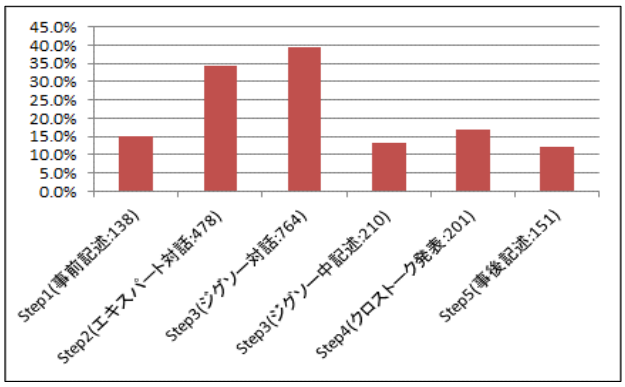


図 2a 記述・対話で言及された教材の抽出語数÷教材の全抽出語数の割合(予備校)

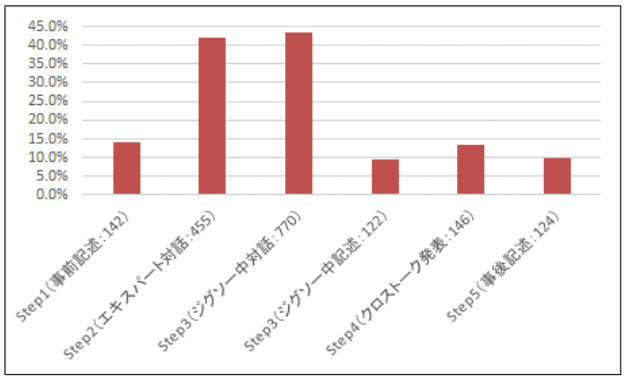


図 2b 記述・対話で言及された教材の抽出語数÷教材の全抽出語数の割合(高校)

結果を見ると，今度は一転して，エキスパート対話からジグソー対話でのカバー率が高まり，エキスパート活動における視点の分担（青年・私・表現）とそのジグソー活動における交換を通じて，生徒が教材を多面的な角度から吟味している姿が推察される．これに対して，事前記述・クロストーク・事後記述は教材の一部の用語を選択的に言及している様が見て取れる．

図 1,2 の結果を合わせると，エキスパートやジグソーという生徒の対話活動が決して教材から遊離した「勝手な」話し合いではなく，教材の内容に触れたものになっていることが確かめられる．特に，ジグソー活動において，教材以外の用語も積極的に話し合われ，「新しい」要素が言及された一方で，全体の話量が上がることで，教材も最も広範囲にカバーされ検討された傾向が窺える点が興味深い．

各 Step の活動の意義をより明確に捉えるため，図 3 に各 Step で言及された新・旧用語数を示した．すなわち，Step1 の事前記述であれば，教材中の用語を「旧」，それ以外を「新」，Step2 のエキスパート活動であれば，教材及び教示中，もしくは本人の事前記述を「旧」，それ以外を「新」，Step3 のジグソー活動であれば，Step2 までに見聞きした教材，教示，他者の発話，及び本人の記述・発話を「旧」，それ以外を「新」，Step4 のクロストーク活動であれば，Step3 までの同上の要素，及び先行するグループの発表内容を「旧」，それ以外を「新」などとして，新・旧用語を区別した．その上で，高校の授業実践でクロストークを行った 5 名の生徒について平均を求めて図 3 に示した．

図に見るように確かにジグソー中の発話語数が最も多く，なおかつ新規用語も多く言及されている．興味深いことに，後の Step になるほど「新」と判定される用語は減るはずだが，それでも Step4 や 5 に残っており，何らかの「創造」が終盤まで続く証左だと示唆される．

それでは，生徒の学習の質はどう変化したのだろうか．図 1，2 の機械的分析による「量的」結果は事前記述（Step1）と事後記述（Step5）は同程度で，大きな変化が見て取り難い．それは学習が起きていなかったことを意味するのか，それとも対話において多面的・多角的に様々な理解の可能性を模索した後，その最も重要なエッセンスのみを凝縮・統合して発表・記述したため，表面的なカバー率が低くなったのか．こうした点は，人手による質的な分析がないと判断できない．

そこで，高等学校の生徒 15 名分の事前事後記述を表 2 の基準で分析し，人数を事前事後で比較した．

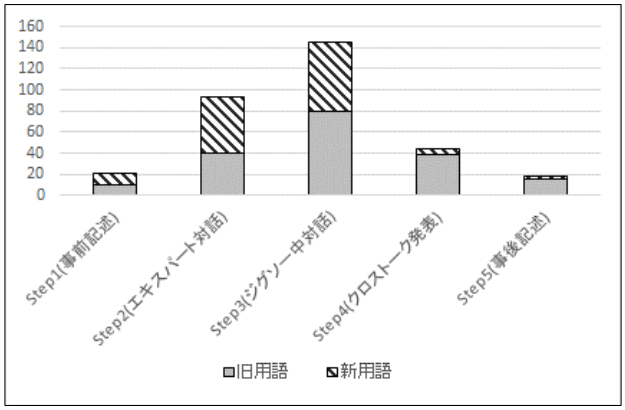


図 3　各 Step で言及された新・旧用語数
（クロストークを行った 5 名の高校生の平均語数）

表 2　小説のメッセージに関する事前事後記述（人）

レベル	回答例	事前	事後
A 逆説	・人生において制限のない自由は実は不自由である． ・自分で選択をする苦しさが本当の自由．	1	4
B 二律背反	・不自由そうな自由と自由そうな不自由がある．	1	8
C（自由・安心の）定義	・本当の自由とは… ・…すれば，不安になることもない．	5	1
D 不思議さ	・不可解な鞄の不思議さ ・不思議な鞄によって…	3	0
E 無回答	（書きかけも含む）	3	0

本小説においては，鞄の重さに従って歩く道が決まることが主体自身による選択する自由を奪う反面，「道を選ぶ」というプレッシャーから解放されるという自由をもたらすという二つの自由の存在，及び，その間の「物理的自由を失うことで精神的自由を得る」という逆説的な関係の理解が重要である．これらに触れた回答 A や B が事前の 15 名中 2 名から事後の 12 名へと大幅に増えた．つまり，事後記述において生徒は教材の一部しか触れていないが，自由の定義に関する抽象化やその関係の考察を行い，「教材に含まれていない言葉」で自らの考えを外化していたと解釈することができる．

以上のとおり，教材との記述・対話内容のマッチングなど，単純な「新旧」分析であっても，最も重要な質的分析をどこにやるべきかという判断を可能にする「前処理的」知見を提供できる．その機械的な分析に，さらに表 2 で行ったような質的分析結果をフィードバック

し（例えば，逆説に触れているかを「逆に」という用語の出現から追うなど），より洗練・強化するというAIとの互恵的深化も考えられる．

翻って2節の式①を見れば，この式が単なる量的な加算ではなく，既有の知識や思考力に基づいて，教材文の表面的な要素で小説のメッセージを読み解いた事前段階から，外部情報の追加はないものの教材文の新たな見方という視点を与えられて読みを広げ（量的な拡大），視点に従った焦点化した対話と視点を交換した関連付けの対話，及び，メインの課題①②に解答を導出する統合的な対話を通して，教材文の要素を結び付け再構成する内的推論（質の深化）を経て，学習成果につなげていく，という学習過程を表すものであるべきことが見えてくる．

6. 分析結果２：用語の創造と取り込み

そこで本節では，5節のクラス全体の言わば「総和」としての学習遷移の分析に基づき，個人間やグループ間のインタラクションを介して，分析するに足る学習者個人あるいは個別グループを抽出し，その学習過程を質的に分析するという評価手法を展開する．

着目したのは，クロストークにおける次のような用語の取り込みである（高等学校の実践から）．下線を引いた表現が，班から班へと伝播しているように見える．

鞄はどのような存在かの回答：

３班目「鞄が青年の意志を反映しているのか，勝手に行く先を決めてしまっているのかっていう二つの見方がある．勝手に決めてるって方だと制限とか指示，楽な方に流されてるだけ．一方で，道を人生と見た時に，鞄というのは人生の道しるべなんじゃないか」

４班目「私たちの班は，鞄を持つことは意志をもってしてることで，でもその意志をもって持った鞄は，選択する際に判断してくれる道しるべになるものだと考えました．」

本来，4班の代表が立ち上がって発表するときには，4班のジグソー活動までの議論を概括した発表をすることになっているはずである．それにも関わらず，先行する3班の発表を聞きながら，思わず自分の発表に取り込んだのだろうか．こうした即興的な取り込みが起きているか否かは，これらの表現（「意志」「道しるべ」）が元々教材文や4班の議論に出ていたのかをパタンマッチで調べることで判断できるはずである．

そこで，まずクロストーク時の課題①②に対する発表全発話を書き起こし，品詞分解して名詞を取り出し（「逆に」のみ追加），ある班が発話した用語が他の班に言及されたかを調べた．なお，教材文に出ていたキーワード「制約，道，強制，自由，不安，導いて，選ぶ，迷う」などはあらかじめ除外した（こう見ると，小説本文に重要な用語が埋め込まれていることが見て取れる）．表3がその結果である．

用語のバリエーションを見ると，「自分」で「選択」することによる「精神」的な不安から「解放」されることが自由か，それとも選択範囲が広いという「物理」的自由を自由と呼ぶかは「見方」による，という教材文の基本的な構造の理解が見て取れる．それに加え，鞄が言わば自分たちの「親」のような存在で，言うことに従っていれば「楽」で「責任とリスク」から解放されるが，「自分の道」を自分の「意志」で選びたいと思ったときにはその判断に「縛」られて選択肢が「狭」まっている不自由さもある，という自分たちの経験や既有知識に基づいた教材解釈も見受けられる．

次に，各用語にクロストークで言及した班に関して，そのジグソー時の対話でもそれらの用語が言及されていたか，言及されていた場合は何度言及されていたかを調べた（例えば「選択」の場合は，発表で「伝播」したように見えても，元々対話時に言及されており，たまたま発表時に重複して使われていた．その際，互いの班が「そうそう，その表現」と共感しながら言及していた可能性もあるが，それはこのデータからは判断できない）．結果として，用語の数で言えば，既に対話時に一回以上言及されていたものが，全19語中15語と8割近かった．その意味で，発表者が立ち上がってその場で聞いた表現をすぐ取り込めるほど，人の知識構造は柔軟にはできていないのだろう．一方で，対話時にわずか2回以下しか言及されていない表現も9語あり，ある程度の「取り込み」が確認された．これは予備校（5語）と高校（4語）で大差なかった．生徒の学力や人間関係，クロストークへの慣れ，教師の要因などにあまり関係なく，起こり得る現象なのだと示唆される．

表３　班間で重複して言及された用語と言及した班数

	予備校	高等学校
計5班	選択	
計4班	自分	選択，自分
計3班	精神，親	見（方），楽
計2班	物理，解放，縛， 狭，逆に，当たり前， 責任とリスク，自分の道	意志，客観， 道しるべ

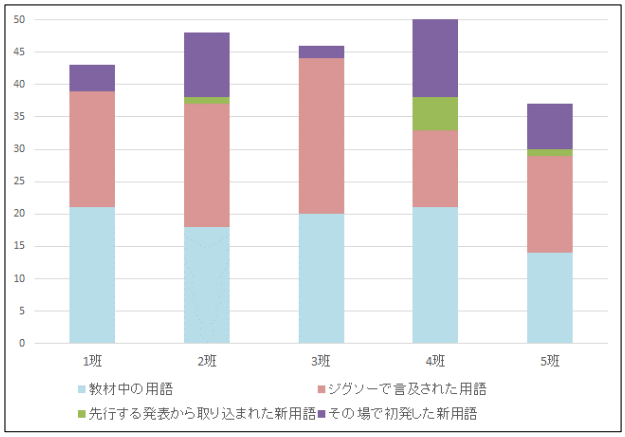


図 4　クロストークで使われた用語はどこから来たか（各用語の出自と該当語数）

より詳しく，クロストーク時の発表がどのような用語から構成されているかを高校の実践に絞って示した結果が図 4 である．図より，大半の用語は教材（水色部分）やジグソー対話（桃色部分）に既出であるものの，「取り込み」（緑色部分）が計 3 班に生じたこと，及び，その場で初出の「新規」用語（紫色部分）がクロストーク時ですら全班にあること（図 3 参照）が分かる．聞きながら考えるモニタリングと考えながら話す課題遂行という両方の認知過程の生起が推察される．

さらに，図 4 の分析は，特に 4 班の代表者が積極的に取り込みを図ったことを浮き彫りにする．先述の 4 班の言及した「意志」と「道しるべ」について，「意志」はジグソー対話時に8度言及されていたが，「道しるべ」は言及されておらず，その場で 3 班の発表から取り込まれて言及された．この一語がどう取り込まれたのか，4 班のジグソー対話を辿り直すことで明らかにする．

4 班のジグソー対話の前半は次のようなエキスパート活動結果の交換がなされた．

A 担当：「鞄が自分の信念みたいなものなのか自分の意識が及ばない心の中にあるものなのかに分かれて…以上．わかんない」
C 担当：「“歩き始めた”だと…自分の意志でもう一回歩き始めたっていう意味になるので…意志ではなく鞄によってまた歩けるようになったという意味を込めるために“歩け始めた”っていう表現にしたって結論．…嫌になるほど自由は，勝手に決められているのに自由と言う矛盾，プラスではない自由のイメージ…以上．わかんない」

活動内容がわからないと言いながらも，図 5.1 に図化したような鞄の両義性，表現の矛盾が言及されている．対話の後半に入ると，次のように自分たちの言及を再吟味しながら，「2 個」「両方」など両義性がより明確に意識され始める（図 5.2）．

A：「さっきの班では自分の信念っていうのと気付かない心のうちに秘めてるものっていうのの２個が出たけど」
C：「…例えば職業とか決める時も自分の意志でこれがやりたいからこれに就くみたいなのも鞄に含まれるし，やりたくないけど，こういう理由があるからこうしなきゃいけないっていうのも鞄．良い意味と悪い意味，両方兼ね備えての判断材料として，鞄」

すると A が C の説明に対して，鞄に従った選択には「意志が入っているか」という疑問を出す．それに対して，以下の通り C が「最初に鞄を持ったところ」に意志があり，その選択で自分自身を縛るという説明を作ることで矛盾の解消を図った（図 5.3）．

A：「それ，意志，入っているの？…『強制されてこんなバカな真似はできるものですか』って」
C：「鞄を持ってなきゃっていうルールを作ることで縛られる」

その答えを受けて，A が教材の具体例で補強し，C が説明をまとめあげる（図 5.4）．

A：「だってさ，結局『置いた時肩の荷を下ろせた感じで』って言ってるもんね，確かに」
C：「自分がやりたいことをできないのを鞄のせいにしてるのかなっていう．鞄を持ってるからこの範囲しか選べないっていうのを本当は自分のせいだけど鞄のせいにして．持つことをやめると選ぶ道が増えちゃうから．」

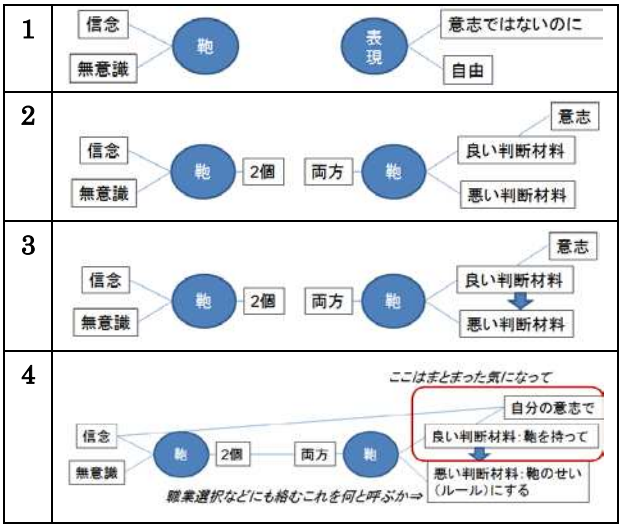


図 5　後の取り込みに至るジグソー時対話の概念図

この議論を通じて，4班のメンバーは「『意志』をもって鞄を持って，その後の判断を鞄のせいにする」という理解を構成していたことが見て取れる．その一方で「判断材料」というかたい表現をどのように言い換えれば，自分たちの言う「職業を決める」判断材料を指しうるのかについては十分議論を尽くしていなかった．言わば，スキーマで言うところの「オープンスロット」としてノードは空いているが，そこに本人たちにとって納得の行く，適切な表現が見つかっていない状態だった可能性がある．

その状態で 3 班の発表を下記の通り聞くと（再掲），

3班「鞄が青年の意志を反映しているのか，勝手に行く先を決めてしまっているのかっていう二つの見方がある．勝手に決めてるって方だと制限とか指示，楽な方に流されてるだけ．一方で，道を人生と見た時に，鞄というのは人生の道しるべなんじゃないか」

「意志」という表現に共感・呼応しながら，そこに出てきた「道しるべ」という表現を即興的に取り込み，下記の通り，自分たちの判断材料の「材料」を言い換える形で活用したという理解の過程が見えてくる．

4班の A「私たちの班は，鞄を持つことは意志をもってしてることで，でもその意志をもって持った鞄は，選択する際に判断してくれる【道しるべ】になるものだと考えました…」

以上より，クロストークにおけることばの取り込みには，取り込むための理解の準備が対話の中でなされていることが必要だった可能性が推察できる．さらに，その推察により，グループ間のインタラクションの意味も一層深く解釈できる（紙幅の都合で割愛するが，図 4 の 3 班の代表者のように「取り込み」が少なく，自発的な新規用語への言及が少ないタイプのインタラクションと比較することも可能になる）．

7. まとめと今後の課題

本報告が示唆したのは，同じ教材文から出発しながら，それについて書き，話し，聞き，何度も読み直す活動を通じて，少しずつ理解を深め，理解を外化できる表現を探し，自他ともにその表現に内省を掛けていく中で，徐々に次のインタラクションー今回は表現の取入れーを生む準備が作られていく学習者の姿である．こうした蓄積によって漸進的に学習者の理解は深まると考えられるため，その深まりを的確かつ効率的に捉え，理解深化が一層引き起こしやすくなるための授業をデザインする支えになる強力な分析手法が，今後の認知科学には求められる．

その試案として本報告では，与えられた教材と学習者の言動の一致など，各時点で使われた用語のパタンマッチングによる「新旧」判別という機械的分析（図 1～3 の分析）を基に，学習成果の向上を人手で意味的・質的に確認しつつ（表 2），グループ間の用語の重複（取り込み）に着目した機械的分析（表 3，図 4）を経ることで，個別の事例分析を行うグループを選別し，実際分析してみる（図 5）ことを行った．これは機械的分析にありがちな大量データを基にした共時的なパタンの類型化にも，事例分析にありがちな全体傾向を無視した局所的解釈にも陥らずに，両者を往還しながら，学習者の認知過程を「語る」ことを可能にする．

もちろん，将来的にはこうした分析が全ての学習者について，ちょうど全言動を見聞きした任意の時点に戻ってそのときの情景と共に状況を可視化でき，その状況に照らして本人の認知過程を解釈できるような評価のプラットフォームができることが理想である．しかし，今回行った機械的・量的分析と事例的・質的分析との組み合わせからでも，研究者・実践者双方にとって，次のようなメリットが考えられる．

例えば，研究者にとっては，従来捉え難かった「聞いている」最中の認知過程の解明に迫ることで，取り込みを可能にする知識構造の変化とは何かなどを明らかにすることができる．それを通じて，実践者にとっては，クロストークにおける「取り込み（uptake／appropriation）」には，クロストーク中の教員の声かけよりは，児童生徒たちの「理解」を準備しておくことが何よりも重要であることや，理解を準備した後には柔軟な取り込みを可能にするように発表原稿を用意させずに考えたことを即興的に話させる方が良いこと，クロストーク結果を印刷して児童生徒間で共有して見直す価値があることなどの実践的な示唆が見えてくる．

こうした研究者と実践者の互恵関係は，上記のような評価のプラットフォームができれば，一層加速できる．研究者が授業から得られた大量のデータの分析結果を「唯一の答え」として現場に戻すのではなく，教員が授業をデザインする際の参考資料としての知見を提供し，教員が「子どもはいかに学ぶか」という学習のメ

カニズムを押さえながらデザインできるようになることで，一層データの質が高まり，実践者自身の学習理論づくりが進む．

報告者らは，今回行ったような知識構成型ジグソー法の全ステップをテキスト化し，教員の分析に提供し，産官学連携で児童生徒の抜本的な学力向上に貢献するような評価のプラットフォーム作りをねらっている[9]．そこには多くの認知科学系・工学系研究者の力も必要になる．ぜひ多くの方々の協力を得たい．

謝辞

本研究は第一筆者に対する科研費補助金 課題番号 17H06107（基盤研究 S），26242014（基盤研究 A）の助成を受けた．

参考文献

[1] 三宅なほみ, (2011) “概念変化のための協調過程 : 教室で学習者同士が話し合うことの意味”, 心理学評論, 54(3), 328-341.
[2] 齊藤萌木, (2016) “説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用”，認知科学, 23(3), 201-220.
[3] Shirouzu, H., (2013) “Focus-based constructive interaction.” In Suthers, D. D., Lund, K., Rose,C.P., Teplovs, C. & Law, C., （2013）（Eds.）“*Productive Multivocality in the Analysis of Group Interactions （Computer-Supported Collaborative Learning Series 16）*”, NY: Springer, 103-122.
[4] Miyake, N., （1986）“Constructive interaction and the iterative process of understanding.” *Cognitive Science*, **10**(2), 151-177.
[5] http://coref.u-tokyo.ac.jp/
[6] 三宅なほみ・齊藤萌木・飯窪真也・小出和重, (2014) “「対話による学び」の実践的評価”，2014 年度日本認知科学会第 31 回大会論文集, 178-186.
[7] Suthers, D.D., Dwyer, N., Medina, R., & Vatrapu, R., (2010) “A framework for conceptualizing, representing, and analyzing distributed interaction.” *ijCSCL*, 5(1), 5-42, doi:10.1007/s11412-009-9081-9.
[8] ワーチ，J．(2004 [1991])『心の声 媒介された行為への社会文化的アプローチ』田島信元・ 佐藤公治・茂呂雄二・上村佳世子訳，福村出版
[9] https://kaken.nii.ac.jp/grant/KAKENHI-PROJECT-17H06107/

話者移行適格場の到来を予測させる発話中の韻律変化の解明
Prosodic Changes Leading to Transition Relevance Place in Spontaneous Utterance

石本 祐一†，榎本 美香‡
Yuichi Ishimoto, Mika Enomoto
† 国立国語研究所，‡ 東京工科大学
National Institute for Japanese Language and Linguistics, Tokyo University of Technology
yishi@ninjal.ac.jp, menomoto@stf.teu.ac.jp

Abstract

In this paper, we investigated prosodic features that project transition relevance places in Japanese spontaneous conversation to clarify acoustic features for predicting the ends of utterances. Results showed that the fundamental frequency and intensity at the beginning of the final accentual phrase indicate whether the utterance includes utterance-final elements, which are the syntactic cue for detecting the end-of-utterance. In addition, the mora duration lengthened in the final accentual phrase. Then, we carried out perceptual experiments with Japanese utterances missing the utterance-final elements. The result showed that subjects distinguished whether an UFE follows at the verb before the appearance of the UFE. That is, by using acoustic features, hearers feel that the end of the utterance arrives soon before the syntactic features appears.

Keywords — End-of-Utterance, Utterance-Final Element, Accent Phrase, Prosody

1. はじめに

実会話データの話者交替を見ると，隣接発話の話者移行間隔は 70 ms 付近に集中している．これは，前話者が話し終わるや否や，あるいは話し終わる寸前に次話者による発話が開始されていることを意味する．発話を計画してから実際に発声するまでの時間（発話潜時）が 280–340 ms である [1] ことを考えると，このような次話者の発声は話し手の発話終了位置を予測していなければなしえない．すなわち，会話において円滑な話者交替を実現するために，次話者となる聞き手は空隙が生じないように何らかの方法で話し出すタイミングを適切にはかっていると考えられる．

会話分析研究においては，Sacks ら [2] によりターン構成単位 (turn constructional unit; TCU) と呼ばれる発話単位を基にした話者交替システムが提案されている．このシステムではターン (会話の参与者たちが話す権利，発話権) は少なくともひとつ以上の TCU で構成され，TCU 末尾に存在する話者移行適格場 (transition relevance place; TRP) が聞き手が話し出すことができる適切な位置 (タイミング) であるとした．すなわち，聞き手はこの TRP を知覚もしくは予測することができれば，円滑に次話者として話し出すことが可能となる．

語順の拘束力が強く文冒頭に発話の形式を決める要素が現れる英語のような言語では，統語情報により TCU 冒頭から徐々に TRP の位置の投射がなされていくとされている [3]．一方，日本語においては構造が語順によって決定されにくい上，文の後方に様々な語が追加されることもあり，TCU 冒頭から TRP の位置を予測することは容易ではない．Tanaka[3] は日本語において TRP の開始の役割をする語として助動詞「です・ます」や終助詞「ね・よ」などを取り上げ，発話末要素 (utterance-final element) と呼んでいる．発話末要素は発話末に存在し，アスペクトやモダリティなどの付属的な意味を発話に付与する統語的要素である．この理論を榎本 [4] はさらに詳細に検討し，日本語では発話末要素の出現が TRP の開始点であることを実験により示している．しかし，会話においては発話末要素が存在しない発話も頻繁に生じる．そのような発話において，発話末要素の出現を待ち，存在しないことを確認して次発話を計画していては発話潜時により TRP が過ぎてからの発声となってしまう．つまり，聞き手は予め発話末要素がその発話に付与されるのか否かを予測した上で次発話開始のタイミングを決定していることになる．

英語において TRP は語用論的情報や統語情報，韻律情報のどれかひとつで決定されるのではなく，これらの複数の要因の統合により投射されることが Ford and Thompson[5] により指摘されている．同様に日本

語でも，発話末要素だけではなくその他の要因も組み合わさることで発話末予測が行われると考えられる．日本語の発話末における音響的特徴に関しては，小磯ら [6] が無音区間で区切られた間休止単位の末尾について言語的・韻律的特徴を調査している．その結果，実際に話者交替が起こったか否かで，間休止単位の最終モーラの時間長や基本周波数 (F_0) といった韻律的特徴が異なる傾向を示した．また，Campbell[7] は朗読音声について，文末のモーラ長が平均よりも伸縮すること (final lengthening) を示している．しかし，このような最終モーラの情報では発話末の予測には遅すぎるため，聞き手が利用しているとは言い難い．その他，発話全体における韻律情報に関して，発話頭から発話末にかけて基本周波数 (F_0) が自然下降すること (F0 declination) や，F_0 の変化幅が発話末に向かって段々と狭まっていくカタセシスと呼ばれる現象が知られている [8]．また，発話全体の下降傾向とは別に，発話末近くで final lowering と呼ばれる F_0 の局所的な下降が見られることも指摘されている [9]．日本語の韻律研究の多くは朗読音声の観察によるものが多く，自発発話とは特性が異なる可能性があるものの，これらの現象は最終モーラより前の韻律情報が TRP を決定する手がかりとなることを示唆している．

本研究は，自発発話において発話末の予測にかかわる音響的特徴を明らかにすることを目的とする．本稿ではまず分析 1 として，自発発話の韻律情報の時間的な変化の分析を行ない，韻律変化が発話末予測の手がかりとなりうるかどうかを検討する．次に分析 2 として，統語情報である発話末要素と韻律情報との関係を調べる．さらに，発話末要素部分を除去した音声を被験者に聴かせ，発話末予測の度合いを測る知覚実験を行った結果について報告する．

2. 分析 1: アクセント句単位の韻律変化

2.1 分析資料

自発発話のデータとして，千葉大学 3 人会話コーパス (Chiba3Party)[10, 11] に収録されている 12 会話を用いた．これらの会話は親近性のある 3 人がテーマを決めて自由に雑談を行う内容であり，1 会話あたり約 10 分，話者数は 36 名である．

発話単位として TCU を適用することが理想的であるが，TCU の認定は会話分析に関する詳細な知識を必要としコーパス内のデータ全体に付与することが容易ではないため，本研究では統語論的・語用論的な境界で会話を区切るために提案されている長い発話単位 (Long Utterance Unit; LUU)[12] に着目し，LUU を

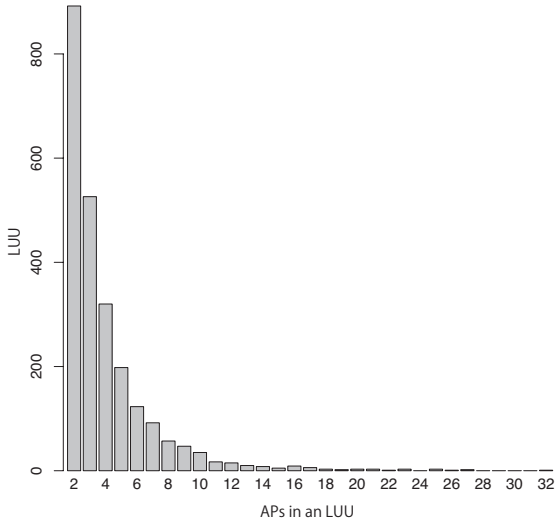


図 1　発話 (LUU) 数と LUU 内に含まれるアクセント句数

TCU の代わりの発話単位として扱う．さらに，分析対象として，話者交替が生じたか否かを示す話者移行型タグ [13] を基に，円滑な話者交替が起こった時の先行発話のみを選択した．なお，発話末尾が上昇調となる疑問形の発話は，発話末の韻律特徴が明らかであるために本研究の対象からは除外する．

2.2 分析手順

発話はひとつ以上のアクセント句 (Accent Phrase; AP) を含んでおり，Chiba3Party に付与された X-JToBI[14] から AP の境界を表す BI 層ラベルを用いて，LUU を AP 単位に分割することができる．Chiba3Party における LUU と LUU 内の AP 数との関係を図 1 に示す．AP 数が 11 以上の LUU は少数であるため，本分析では 2–10 個の AP を持つ LUU を分析対象とした．

韻律情報として AP 単位の声の高さ，強さ，速さに関わる音響的特徴量を抽出し，発話内での変化について調査した．声の高さを表す音響特徴量として，F_0 を用いた．F_0 は 1ms ごとに抽出した後に対数変換し，性差および個人差の影響を取り除くために，各 LUU の平均 F_0 を引くことで簡易的な正規化を行った．なお，抽出エラーによる異常値の影響を取り除くため，抽出された F_0 のうち上位 10%と下位 10%の点を取り除いている．この F_0 値を用い，AP ごとの F_0 の平均値 (F_0mean) を求めた．

声の強さを表すパワーについても，LUU ごとに平均パワーを求め，それを各 LUU の基準音圧として用

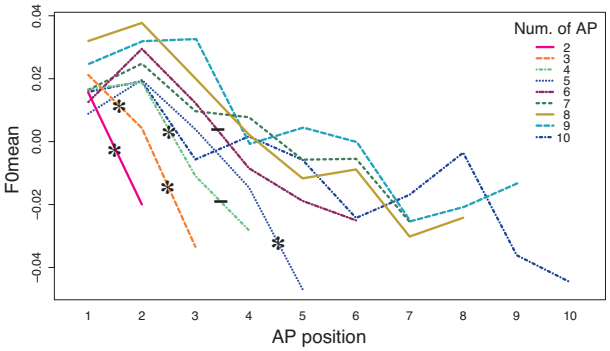


図 2　アクセント句ごとの平均 F_0(F_0mean) の変化

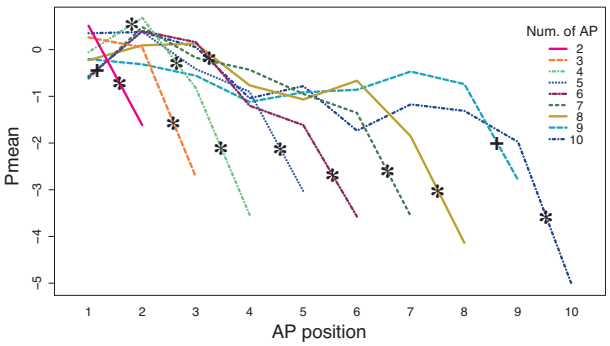


図 3　アクセント句ごとの平均パワー (Pmean) の変化

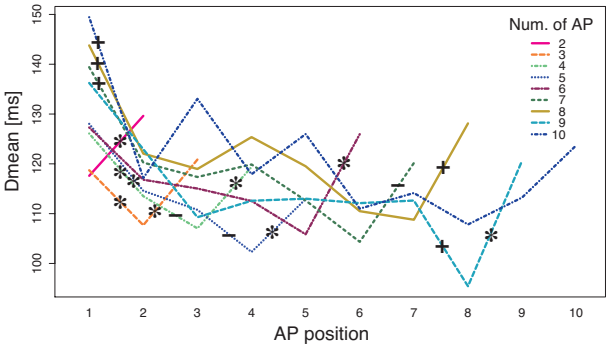


図 4　アクセント句ごとの平均モーラ長 (Dmean) の変化

いることで，録音環境の違いや個人差を小さくする正規化を行った．正規化後に，AP 全体の平均パワー (Pmean) を求めた．

声の速さを表す特徴量としては，AP ごとの時間長から，AP 内のモーラ数を用いて平均モーラ時間長 (Dmean) を算出した．平均モーラ時間長は値が小さいほど早く発話していることを意味する．

2.3　結果

図 2-4 は LUU 内の AP の位置で特徴量がどのように変化するかを，AP の位置ごとに F_0mean, Pmean, Dmean を平均することで示した図である．図中の “*”, “+” および “–” は隣接 AP 間の有意差を表しており，それぞれ有意水準 1%，5%，10%である．

図 2 をみると，LUU 内の AP 数が少ない場合には F_0 は急激に減少しているが，AP 数が多い LUU の場合は隣接した AP 間で緩やかに変化している．さらに，発話末に向けて緩やかに下降し，発話の終わり付近では LUU 内の AP 数に関わらずほぼ同じような値となっている．これは，AP 数が 2-5 個からなる発話を調査し，最終 AP はそれ以外の AP よりも常に低い F_0 となることを示した Maekawa[15] の結果とも合致している．すなわち，発話中の F_0 の低さは発話末に近づいていることを示していると言える．また，4 つ以上の AP からなる LUU では，2 番目の AP(第 2AP) でやや上昇したのち下降が始まっている．これは，話し手の F_0 が第 1AP と第 2AP の間で下降するか否かで，LUU が 3 つ以下の AP からなる発話なのかどうか，すなわち短い発話なのかどうかを予測できる可能性を示している．

図 3 から，パワーは LUU 内の最終 AP で大きく減少することがわかる．特に，AP 数が多い LUU では，最終 AP の手前の AP までは緩やかに変化しているが，最終 AP ではパワーが著しく減少している．これにより，パワーの減少は発話末の接近を表すといえる．図 4 から，最終 AP の時間長が長くなる傾向があることがわかる．発話末に向けて 1 モーラあたりの時間長は短くなっていくが，最終 AP では逆に時間長は長くなる．

これらのことから，聞き手は F_0 の下降やパワーの減少，モーラ長の伸長を認識することで，その AP が LUU の最終 AP であるかどうか，すなわち，発話末であるかどうかを予測できる可能性がある．

3.　分析 2: 発話末要素の有無と韻律変化

前節の分析において，発話の最終 AP 付近で韻律変化が顕著であることが明らかになった．そこで，本節では，最終 AP およびその直前の AP に焦点を絞り，さらに詳細に韻律変化が生じる箇所を調べる．発話末には発話末要素が置かれることが多く，この統語要素が韻律変化に何らかの影響を与えていることも考えられるため，発話末要素が存在する場合としない場合についても考慮する．

3.1　分析手順

前節で扱った LUU を発話末要素が存在するものとしないものに分類する．さらに，AP 内の統語的構造

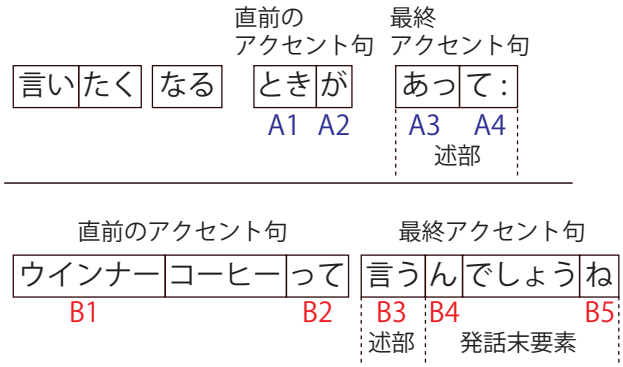


図 5　最終アクセント句およびその直前のアクセント句の分析箇所

を統制するために，最終 AP が述部で始まるもののみを対象とする．ここでいう述部とは，発話末要素がない場合は最終文節，発話末要素がある場合は発話末要素の直前の文節を意味する．さらに，AP 数が 2 以上の LUU に対して，AP 内を単語 (品詞) 単位で区切り，最終 AP とそのひとつ前の AP の中で音響的特徴に変化が現れる箇所を調べることとする．そこで，最終 AP と直前の AP のうち，発話末要素がない群では

A1 直前のアクセント句の句頭
A2 直前のアクセント句の句末
A3 最終アクセント句の句頭 (述部の開始位置)
A4 最終アクセント句の句末 (発話末)

にあたる単語を分析箇所とした．同様に，発話末要素がある群では

B1 直前のアクセント句の句頭
B2 直前のアクセント句の句末
B3 最終アクセント句の句頭 (述部の開始位置)
B4 発話末要素の句頭 (発話末要素の開始位置)
B5 最終アクセント句の句末 (発話末)

にあたる単語を分析箇所とした (図 5)．

以上の選別により，発話末要素がない発話の数は 265，発話末要素がある発話の数は 368 となった．

音響的特徴量として，前節と同様に，平均 F_0(F_0mean)，平均パワー (Pmean)，平均モーラ長 (Dmean) を分析箇所ごとに求めた．

3.2　結果

各分析箇所の F_0mean, Pmean, Dmean の平均値および Tukey 法による多重比較の結果を図 6–8 に示す．図の下部の直線は多重比較によって有意差 ($p<0.01$) が見られた区間を示している．

図 6 より，F_0 については

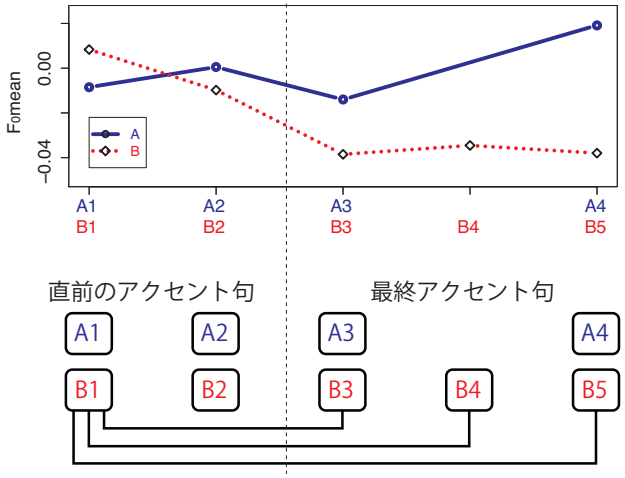


図 6　最終アクセント句およびその直前のアクセント句内の平均 F_0(F_0mean)

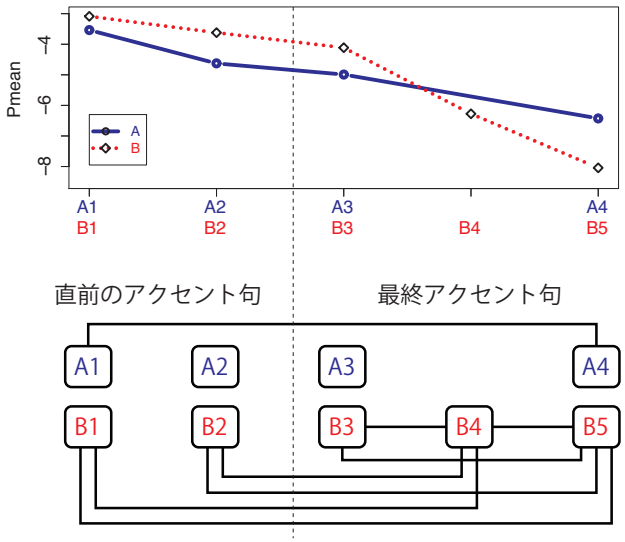


図 7　最終アクセント句およびその直前のアクセント句内の平均パワー (Pmean)

- 発話末要素がない場合は直前のアクセント句から最終アクセント句にかけて F_0 の差が見られない
- 発話末要素がある場合は最終アクセント句は直前のアクセント句頭よりも低い F_0 で始まり，最終アクセント句内ではほぼ同じような低い値となる

となった．すなわち，F_0 の低下が発話末要素のある最終アクセント句を特徴づけており，聞き手に発話末要素の出現を予測させる要因として働きうると考えられる．一方，発話末要素がない場合では，最終アクセント句であってもその直前のアクセント句からほとんど変化がみられないことから F_0 下降がないことが発話末要素の不在を示していると考えられる．

図 7 より，パワーについては次のことが読み取れる．

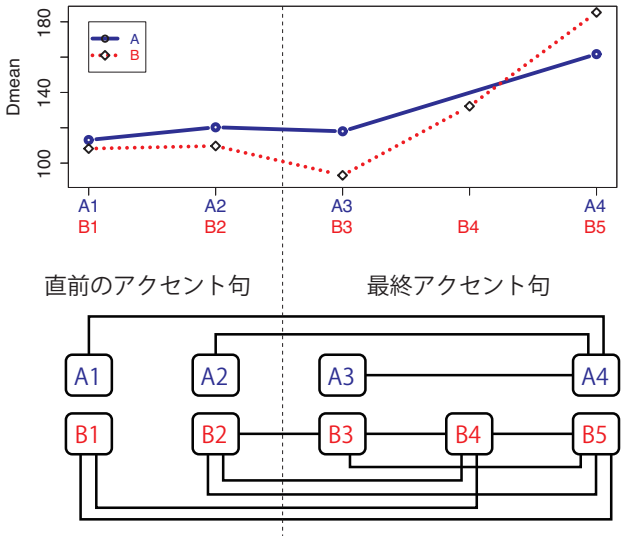


図 8　最終アクセント句およびその直前のアクセント句内の平均モーラ長 (*D*mean)

- 発話末要素がない場合は直前のアクセント句頭から最終アクセント句末まで緩やかにパワーが低下する
- 発話末要素がある場合は発話末要素からパワーが大きく低下し始める

パワーは発話末要素の有無に関わらず，発話末要素の出現前には変化が見られない．発話末要素がない場合は，述部の開始から発話末までが短いために最終アクセント句末までパワーをあまり低下させずに発声されているが，発話末要素がある場合は発話末が近づいた発話末要素の時点でパワーが顕著に低下している．すなわち，パワーの急激な低下が発話末要素の存在を特徴づけているといえる．

図 8 より，モーラ長については

- 発話末要素の有無に関わらず最終アクセント句内でモーラ長が伸長し始め，発話末では最も長いモーラ長となる
- 発話末要素がない場合は述部の終わりでモーラ長が充分に伸長しきるが，発話末要素がある場合は述部の終わりから発話末へ向けてさらにモーラ長が伸びる

となった．つまり，発話末ではモーラ長がある程度の長さまで伸びることになっているが，発話末要素がある場合は述部の終わりに到達してもまだ充分に時間長が伸長していない．すなわち，発話末要素の有無によって述部の時点でのモーラ時間長の伸長の度合いが異なると考えられる．

以上のことから，最終アクセント句での韻律変化は発話末要素の存在によるところが大きいといえる．これは，発話末要素は統語的にも韻律的にも TRP として特徴付けられていることを示唆している．

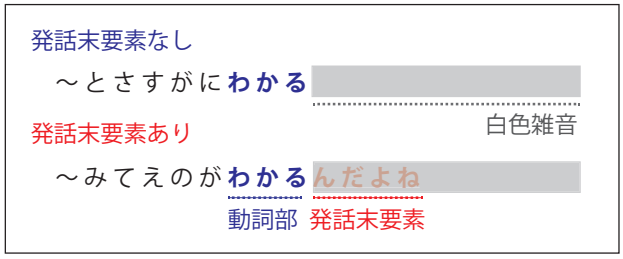


図 9　刺激音声の概形

4.　知覚実験: 発話末予測

前節において，発話末要素が統語的・韻律的に TRP を特徴付けていることが示された．では，ヒトは発話末要素を聴くことで，発話末の到来を予測しているのだろうか．それとも，発話末要素の出現前であっても，発話末予測が可能なのだろうか．本節では，発話末要素を除去した音声から発話末予測が行えるのか知覚実験を行い，この疑問について考察する．

4.1　刺激

前節までと同様，Chiba3Party に収録されている会話を用い，次の条件にあてはまるものから発話末要素がない 15 発話と発話末要素がある 25 発話を選んだ．

- 感情や疑問などの強い意図を含まない
- 動詞部分が終止形

発話の平均時間長は，発話末要素なしが 3.17 秒，発話末要素ありが 2.65 秒で，発話末要素部分は 0.31 秒であった．

次に，発話末要素がある発話に対し，発話末要素部分を除去する処理を行った．動詞部が終止形であるため，発話末要素がある発話では発話末要素部分をすべて取り除くと，発話末要素のない発話と同形となる．さらに，除去によって生じる音声の途切れ感を軽減するために，除去部分以降に発話との SNR が 30 dB 程度の白色雑音を付与し，全体で 8 秒の刺激となるようにした．同様に，発話末要素のない発話についても発話末直後に白色雑音を付与した．作成した刺激の概形を図 9 に示す．

4.2　実験手順

上述の刺激をランダムに提示して発話の開始から被験者の反応が開始されるまでの時間を測定した．被験

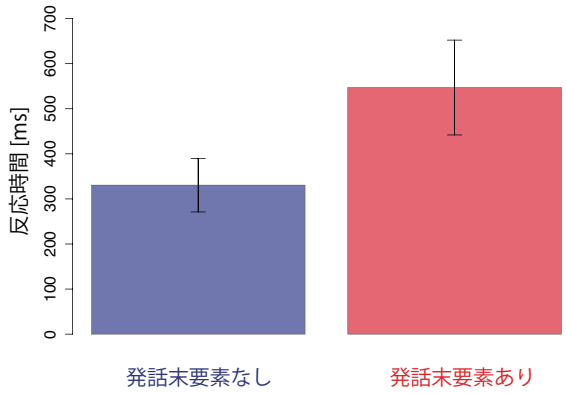


図 10　動詞部終了時刻を基準とした反応時間

者に与える教示は「発話が終了すると思うところでできるだけはやくボタンを押してください．発話の終盤に雑音が流れますが，発話が終わるところを予想してボタンを押してください．」とした．被験者は正常な聴力を有する 10〜40 代の男女 7 名である．

4.3　結果

発話末要素が元よりなかった発話（発話発話末要素なし）と発話末要素を除去した発話（発話末要素あり）に対する動詞部終了時刻を基準とした反応時間の平均と標準偏差を図 10 に示す．刺激は全て終止形で発話が終わっており，言語的には発話末要素が後続するか否かは判断できない．反応時間の t 検定を行ったところ，平均の差は有意であった（両側検定 $t(32)=-8.54$, $p< 0.01$）．すなわち，発話末要素がもともとなかった発話に比べ，発話末要素が後続するはずの発話では，動詞部までしか聴き取れなくとも被験者は反応を遅らせていることになる．これは，被験者は動詞部までの情報から発話末要素が後続するか否かを識別できていることによると考えられる．

本実験の結果は，発話末要素の後続を聞き手は言語情報によらず音響的に知りうることを示している．すなわち，聞き手は発話末要素が後続するか否かをそこまでの発話の音調から予測し，後続する場合は発話末要素を聴いてから次話者として話し，発話末要素がない場合は発話末要素の出現を待つことなく述部の終わりを発話の終わりと判定していることになる．

ただし，発話末要素が TRP として働くことで話者交替の機会を次話者に与えているのだとしても，発話末要素がない発話では発話末要素の出現を待つことはできない．発話末要素の有無に関わらず発話末から平均 70 ms 程度で次発話が開始されているという実際の会話を鑑みると，述部の終わりをもなんらかの方法で予測していることになる．発話末要素の出現前にどのような情報から発話末の到来を予測し，間断ない話者交替を実現しているのかはまだ不明であり，引き続き調査していく必要がある．

5.　おわりに

会話の聞き手が話者交替可能な位置を予測するために使用する韻律情報を明らかにすることを目的として，自発発話内の AP ごとの F_0 とパワー，モーラ長の分析を行った．その結果，発話の最終 AP 付近で韻律が顕著な変化を見せることがわかった．また，この韻律変化は統語要素である発話末要素と密接な関係にあることを示した．さらに，発話末要素を除去した音声による発話末予測の知覚実験を行なったところ，発話末要素の出現前に発話末要素の有無を判別できることがわかった．このことから，発話末要素が存在する発話の場合は，発話末要素の出現を予測することで発話末予測を行っている可能性が考えられる．しかし，発話末要素が存在しない発話の場合における発話末予測の手がかりはまだ不明であり，さらなる調査が必要である．

謝辞　本研究は JSPS 科研費 24700109, 15K00390 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 藤原彰彦, 正木信夫, (1998) “調音位置および調音様式の発話潜時への影響,” 電子情報通信学会技術研究報告, SP97-88, pp. 1–8.
[2] Harvey Sacks, Emanuel A. Schegloff, Gail Jefferson, (1974) “A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation”, *Language*, Vol. 50, No. 4, pp. 696–735.
[3] Hiroko Tanaka, (1999) *Turn-taking in Japanese conversation: a study in grammar and interaction*, John Benjamins Publishing.
[4] 榎本美香, (2009) 日本語における聞き手の話者移行適格場の認知メカニズム, ひつじ書房.
[5] Cecilia E. Ford, Sandra A. Thompson, (1996) “Interaction units in conversations: Syntactic, intonational, and pragmatic resources for the management of turns,” *Interaction and grammar*, Eds. E. Ocks *at el.*, Cambridge University Press, pp. 134–184.
[6] Hanae Koiso, Yasuo Horiuchi, Syun Tutiya, Akira Ichikawa, Yasuharu Den, (1998) “An analysis of turn-taking and backchannels based on prosodic and syntactic features in Japanese map task dialogs,” *Language and speech*, Vol. 41 No. 3–4, pp. 295–321.
[7] Nick Campbell, (1992) “Segmental elasticity and timing in Japanese speech,” *Speech perception, production and linguistic structure*, Eds. Tohkura *at el.*, Ohmsha, pp. 403–418.
[8] 田窪行則, 前川喜久雄, 窪薗晴夫, 本多清志, 白井克彦, 中川聖一, (2004) 言語の科学 *2* 音声, 岩波書店.

[9] Janet B. Pierrehumbert, Mary E. Beckman, (1998) *Japanese tone structure*, MIT Press.
[10] Yasuharu Den, Mika Enomoto, (2007) "A scientific approach to conversational informatics: Description, analysis, and modeling of human conversation," *Conversational informatics: An engineering approach*, Ed. T. Nishida, John Wiley & Sons, pp. 307–330.
[11] http://research.nii.ac.jp/src/Chiba3Party.html
[12] Yasuharu Den, Hanae Koiso, Takehiko Maruyama, Kikuo Maekawa, Katsuya Takanashi, Mika Enomoto, Nao Yoshida, (2010) "Two-level annotation of utterance-units in Japanese dialogs: An empirically emerged scheme," *Proc. LREC2010*, pp. 2103–2110.
[13] 東山英治, 伝康晴, (2010) "3 人会話における発話開始時の聞き手の視線配布," 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-A902-03, pp. 15–20.
[14] 前川喜久雄, 菊池英明, 五十嵐陽介, (2001) "X-JToBI : 自発音声の韻律ラベリングスキーム," 電子情報通信学会技術研究報告, SP2001-106, pp. 25–30.
[15] Kikuo Maekawa, (2010) "Final lowering and boundary pitch movements in spontaneous Japanese," *Proc. DiSS-LPSS Joint Workshop 2010*, pp. 47–50.

エージェントとの会話におけるトップダウン処理とボトムアップ処理: 眼球運動と印象評価に着目した実験的検討

Top-down processing and bottom-up processing in conversation with the agent: Experimental study focusing on eye movement and impression

星田 雅弘[†]，田村 昌彦[††]，林 勇吾[†††]
Masahiro Hoshida, Masahiko Tamura, Yugo Hayashi
[†] 立命館大学文学研究科，[††] 立命館大学文学部，[†††] 立命館大学総合心理学部
Ritsumeikan University Graduate School of Letters[†], Ritsumeikan University College of Literature[††],
Ritsumeikan University College of Comprehensive Psychology[†††]
lt0610fs@ed.ritsumei.ac.jp[†]

Abstract

In this study, we investigated the effects of two types of cognitive processing, the top-down processing and the bottom-up processing during communication with an agent. Especially, we investigated participant's impression to the agent and their eye movement. It was hypothesized that these two processing works on the basis of the agent's behavior respectively. We manipulated the agent's intelligence by the experimenter's instruction as top-down processing, and the degree of agent's intellectual behavior, as bottom-up processing. The results show that people feel agent's humanity depending on the each of the two processing, but feel agent's intelligence depending on the combination of the two processing. Results on eye movement show that people pay attention to an agent depending on its behavior, and expectation about an agent is not effective.

Keywords — Agent, Top-down, Bottom-up, Attentive action, Impression evaluation

1. はじめに

我々は，日常的に様々な人と接触し，コミュニケーションを行っている．その際，相手がどのような人物なのかを推論する方略として，トップダウン処理とボトムアップ処理の 2 種類の方略がある．トップダウン処理とは，相手に関する既有知識に基づいて行う情報処理である．ここでの既有知識とは，行動と特性の関係に関する知識や，社会的カテゴリーや役割によって区分される集団と成員に関する知識（ステレオタイプ等）等がある．例えば，同じ攻撃的な行為でも，行為者が白人である場合よりも黒人である場合の方が，より攻撃的な印象を与えることが示されている [1]．本論文では，このように既有知識から相手のことを推論する処理のことをトップダウン処理と呼ぶ．

一方，ボトムアップ処理とは，相手から表出される情報に基づいて行う情報処理である．例えば，ある人が自分に対して親切に接してくれたとする．その結果，その人物に対して親切な印象が形成されるだろう．その後，またその人が自分に対して親切な振舞いをしてくれたとする．すると，親切な印象は強められるだろう．しかし，その人物が自分に対して攻撃的な態度を示した場合，一旦形成された親切な印象が改められることがあるだろう．本論文では，このように振舞いから相手のことを推論する処理のことをボトムアップ処理と呼ぶ．

1.1 会話における認知情報処理

我々は人とのインタラクションだけでなく，エージェントとのインタラクションにおいても，前節で取り上げた 2 種類の認知情報処理が影響することが明らかになっている．例えば，林・三輪 [2] は，(1) 既有知識の要因と (2) 相手の種類の要因の 2 要因がコミュニケーション特性に与える影響を実験的に検討した．(1) 既有知識としては，相手が人間であるかコンピュータであるかという 2 種類の条件を設定して操作した．一方で，(2) 相手の種類としては，実際の相手が人間かコンピュータかどうかという 2 種類の条件を設定して操作した．それぞれの条件下で実験参加者は，ネットワーク上に接続された他者とテキストチャットを用い

て規則発見課題を行った．その際，コミュニケーション時の印象評価にどのような影響を及ぼすのかを検討した．その結果，(1) 既有知識の要因はコミュニケーション時における対人緊張と親和感情といった感情特性に影響を与え，(2) 相手の種類の要因はコミュニケーション時における感情特性に加え，情報伝達といった認知特性にも影響を与えることが明らかになった．これは，本論文で示すところのトップダウン処理とボトムアップ処理がテキストベースの他者との会話において現れていたと考えることができる．ここで着目すべき点は，実際の相手の種類によって情報伝達のコミュニケーション特性が変化したことが示すように，相手の振舞いがコミュニケーション特性に大きく影響している点である．これは，エージェントとの会話において，ボトムアップ処理が重要であることを示しているといえる．

一方で，人間同士の会話における言語表現の利用に関しては，相手との親密度や話題の内容に対する知識の共有度の大きさによって，利用する言語表現が変わることが明らかになっている．例えば，Wu ら [3] は，既有知識の要因が言語表現の利用にどのような影響を及ぼすのかを実験的に検討した．既有知識としては，話者がお互いに知っている単語が多いか少ないかという 2 種類の条件を設定して操作している．実験参加者は，それぞれの条件下で無意味図形を伝える課題を行った．その際，相手との知識の共有度が言語表現の利用にどのような影響を及ぼすのかを検討した．その結果，お互い知っている単語が少ないと考えている場合よりも，多いと考えている場合の方が，特定の単語で伝える傾向がみられた．このことは，相手との知識の共有度が高いか低いかという既有知識が，言語表現の利用に影響することを示している．すなわち，人間同士の会話における言語表現の利用・選択の段階において，トップダウン処理が影響していることが示唆される．

エージェントとの会話においても，既有知識が言語表現の利用に影響を与えることが明らかになっている．例えば，エージェントと一緒に同じ対象を単語で伝え合う場面を設定し，エージェントの性能が高いか低いかという認識の要因を検討した研究では，性能が高いと認識している場合よりも，低いと認識している場合のほうが，相手（エージェント）と同じ単語を用いる傾向がみられた [4]．これは，我々はインタラクションの相手であるエージェントが高性能であるという既有知識から，知的な印象を形成し，多様な言語が通じると推論していたと考えられる．このことは，エージェントとの会話における言語表現の利用・選択の段階においても，トップダウン処理が影響していることを示唆するものである．

しかし，林・三輪 [2] の先行研究では，規則発見課題を用いた検討を行っており，言語の利用に関しては十分な検討が行われていない．更に，用いられた課題では，テキストチャットによってコミュニケーションが行われていたため，コミュニケーションにおいて重要な非言語情報が無視されていたことが考えられる．また，Pearson ら先行研究では，エージェントに対する言語表現の利用に関して，トップダウン処理の要因だけが検討されており，ボトムアップ処理の要因に関しては検討されていない．そこで，本研究では，言語選択課題を用いて，エージェントとの会話においてトップダウン処理とボトムアップ処理がどのように影響するのかを詳細に検討する．

1.2 エージェントに対する印象評価

対人印象評定では，視線の動きが重要となることが知られている．例えば，相手を見つめる時間の割合（凝視量）がその人物の力量や好悪の印象に影響するとする Cook ら [5] および Argyle ら [6] の研究や，好悪の印象に凝視量と発言の親和性の交互作用が見られるとする Ellsworth らの研究 [7]，キョロキョロしたり目を伏せたりすると不安そうに見えるとする Waxer の研究 [8] などがある．このように，視線はそれを表出した人物に対する印象形成に深く関わっている．また，これまでの研究から，対人認知場面と同様に，エージェントに対しても視線が印象形成に影響を与えることが指摘されている．神田ら [9] は，ロボットの視線制御を操作し，人間が受ける印象を実験的に検討した．印象評価に関しては，4 因子（親近性因子/愉快性因子/活動性因子/性能評価性因子）を用いて測定した．その結果，親近性因子，愉快性因子，活動性因子においては視線制御の影響がみられず，性能評価性因子においては，視線制御を伴う場合のほうが，視線制御を伴わない場合よりも得点が低かった．すなわち，視線制御をするとかえって知的に感じられなかった．これは，発話速度が遅いなど，ロボットの性能がそもそもあまり高くなかったため，視線制御を行った結果，余計に性能が低いと判断されてしまったのではないかと考えられた．人間はシステムから表出される情報（外見や振舞い）からメンタルモデルを構築し，行動を予測する [10] ことから，ロボットが視線制御を伴うことによって知的な印象を形成し，高度な動きを予測して

いたと考えられる．ところが，高い期待を抱いている場合に実際の行動が期待外れであったため，知的な印象は余計に下がってしまったと考えられる．このように，期待外れである行動によって印象が悪化する現象を適応ギャップと呼んでいる [11]．知的な印象を形成するためには，視線以外の要因も適切に操作することにより，知的な印象を一貫させる必要があると考えられる．例えば，神田ら [9] の実験ではロボットの発話速度が遅かったことが問題であった．実際，人間に対する印象形成では，発話速度が遅い場合よりも，速い場合のほうが知的に感じられることが明らかになっている [12]．よって，発話速度も知的な印象の一因として操作することが解決策となる．本研究では，知性を伴う振舞いとして，視線制御以外の要因がエージェントの印象にどのような影響を与えるのかを検討する．

1.3 エージェントへの注視行動

我々は会話場面において，話し手は，聞き手が関心をもって会話に参加していることを聞き手の視線から察知し，関心がないと判断できれば話題の内容を変える等，会話の内容を調整している．一般的には，聞き手から話し手への注視行動は，話し手から聞き手への注視行動よりも多いといわれている [13]．聞き手が話し手に注意を向けることは，聞き手による会話への参加意思を示し，これが話し手へのフィードバックとなる．従って，対面の会話における視線行動はコミュニケーションを促進させるために重要な役割を担っている．

上記は対人場面における注視行動の役割であるが，エージェントに対する場面でも注視行動は一定の役割をもつ．例えば，エージェントに視線制御を実装することにより，人間同士に近い会話を実現できることが明らかになっている [14]．石井･中野 [15] は，エージェントの視線制御が会話にどのような影響を与えるのかを検討した．実験参加者が逸脱した会話参加態度であると推定されたときに，その実験参加者の様子をうかがう発話をする場合と，定期的に実験参加者の様子をうかがう発話をする場合の 2 条件を設定し，インタラクションを行った．その結果，ユーザと態度に応じて視線制御を行うほうが，一定の視線制御を行う場合よりも，ユーザの逸脱した態度が減少した．さらに，エージェントへの好感度が増し，人間らしく知的に感じられていた上に会話も円滑に感じられていた．このことから，エージェントとの会話においても，視線制御は円滑なコミュニケーションを促進させるといえる．

一般に，エージェントに対する印象やコミュニケーションのパフォーマンスは課題後にアンケートによって測定されることが多い．それに対し，注視行動はリアルタイムで測定できるため，会話のパフォーマンスや相手（エージェント）への好感度を正確に測定することができると考えられる．そこで，本研究では，人間の注視行動に応じたフィードバックをエージェントの振舞いとして操作し，人間の注視行動を測定する．

1.4 本研究の目的と仮説

以上を踏まえ，本研究では以下の 2 点を検討する．

1. トップダウン処理とボトムアップ処理がエージェントの印象評価にどのように影響するのかを明らかにする．

2. トップダウン処理とボトムアップ処理がエージェントへの注視行動にどのように影響するのかを明らかにする．

印象評価に関しては，対人認知処理にはトップダウン処理とボトムアップ処理の 2 種類の方略があることから，以下の仮説が導かれる．

H-1-a : エージェントに対して知的であるという既有知識があると，人間らしく知的に感じられ，実際の振舞いは影響しない

H-1-b : エージェントが知的に振舞うことによって，人間らしく知的に感じられ，既有知識は影響しない

H-1-c : エージェントの振舞いが顕著になると，既有知識がある場合でも，その影響は弱まり，知的な振舞いの増大によって人間らしく知的に感じられる

注視行動に関しても，エージェントに対して好感を抱き，会話が円滑に進んでいると注視行動が増えることから，以下の仮説が導かれる．

H-2-a : エージェントに対して知的であるという既有知識があると，エージェントへの注視行動は増え，実際の振舞いは影響しない

H-2-b : エージェントが知的に振舞うほど，エージェントへの注視行動は増え，既有知識は影響しない

H-2-c : エージェントの振舞いが顕著になると，既有知識がある場合でも，その影響は弱まり，エージェントへの注視行動は増える

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 90 名（男性 58 名，女性 32 名，平均年齢 21.12 歳）が参加した．

2.2 実験計画

実験は，2 要因の参加者間要因の計画により実施された．ここでは，トップダウン処理の要因とボトムアップ処理の要因を実験的に操作した．トップダウン処理は，エージェントへの先行知識の要因を操作した．具体的には，教示によって，エージェントが知的であると思わせるかどうかを操作した．以後，このトップダウン処理に関する操作を教示の操作と呼ぶ．ボトムアップ処理は，エージェントの振舞いを操作した．ボトムアップ処理に関しては，エージェントの振舞いの変化の大きさを 3 水準 (統制条件/機能低条件/機能高条件) に設定した (表 1 参照)．これらの振舞いが変化することでボトムアップ処理が優勢になることが予想され，特に統制条件，機能低条件，機能高条件という順で，より知的かつ人間らしく感じられ，エージェントに対して注意を向けるようになることが期待される．以後このボトムアップ処理に関する操作を振舞いの操作と呼ぶ．

表 1　振舞い要因の各条件の設定

	統制条件	機能低条件	機能高条件
(1) 視線	動作なし	追従なし	追従・瞬き
(2) 感情	なし	読み取りなし	読み取りあり
(3) 伝達	文字	音声 (遅い)	音声 (速い)
(4) 応答	必ず正解	必ず正解	正誤判定

振舞い要因の各条件の設定について詳細に述べる．振舞いは，(1) 視線，(2) 感情，(3) 伝達，(4) 応答の 4 種類に焦点を当てて設定した．まず，(1) 視線では，会話において相手を見ること（相手注視）や，共有する対象を見ること（共同注視）はロバストな会話につながることが示されている [16]．また，瞬きをある程度したほうが，全くしないより知的に感じられる [17]．(2) 感情では，我々は，類似した態度をとる他者に対して好意を抱く傾向があり，親和動機として知られている [18]．親和動機とは，自分に似ていたり，好意を持ってくれたりする人に対して，協力し，好意に報いることを求める欲求である．エージェントに対してもこのような親和的反応を引き起こすことが明らかになっている [19]．また，(3) 伝達では，発話速度が速いほうが知的に感じられる [12]．最後に，(4) 応答では，対応づけと自然なフィードバックが重要である [10]．

これらを実験条件ごとに異なる操作を設定した．以下に実験条件ごとに述べる．なお，実験では，統制条件，機能低条件，機能高条件の順に実施した．

2.2.1 統制条件

(1)(2) に関しては，エージェントは静止画であり，視線制御も感情表出も伴わなかった．(3) に関しては，伝達は文字によるものだった．(4) に関しては，応答は実験参加者の入力言語にかかわらず同じフィードバックを返した．

2.2.2 機能低条件

エージェントはアニメーションで動作した．(1) に関しては，実験参加者に話しかけるときは正面を向き（相手注視），画像に話すときはその画像を見る（共同注視）といったように，会話に沿った視線の動きを行った．(2) に関しては，動作と音声によって一定の喜怒哀楽の感情表出を行った．(3) に関しては，修正 BSD ライセンスでオープンソースとして公開されているプログラム [20] を用いて作成し，発話速度は 8.0(morae/sec) に設定した．(4) に関しては，入力言語にかかわらず音声にて同じフィードバックを返した．

2.2.3 機能高条件

機能低条件の機能に加え，PC に設置されている Web カメラを通して実験参加者の顔の位置や感情を読み取り，読み取り結果に基づいてエージェントが音声情報でフィードバックを返した．顔の位置や感情の読み取りには，clmtracker[21] を実験プログラムに組み込んだ．この機能により，(1) に関しては，実験参加者の顔の一部が一定の範囲外に検出されると，画面を見るように音声で催促した．その範囲は，全体の 400pix × 320px のうち，座標で左上が (20, 20)，右上が (380, 20)，左下が (20, 300)，右下が (380, 300) とした．なお，ディスプレイ上でのエージェントの座標は左上が (430, 50)，右上が (930, 50)，左下が (430, 550)，右下が (930, 550) であった．また，瞬きを行うように設定した．(2) に関しては，表情から感情を予測する指標 [22] に基づき，4 種類の感情 (angry/sad/surprised/happy) の強さを算出し，この値に基づいてフィードバックを返した．具体的には，実験参加者の一定間隔での各感情値の平均値を求め，最も強い感情に基づいてフィードバックを返した．本研究ではこれを親和動機とし，実験参加者が社会的な反応を示すことを期待した．(3) に関しては，発話速度は 9.0(morae/sec) に設定した．(4) に関しては，実験参加者によって入力された回答に基づいてフィードバックを返した．具体的には，入力された回答と，事

前に単語データベースとして登録された単語を照合し，その結果に基づいてフィードバックを行った．単語データベースには，統制条件と機能低条件で高頻度で回答された単語を予め登録しておき，それらの単語と入力された回答が一致すると，機能低条件と同じように応答した．なお，データベースに登録された単語の数は 175 語であった．単語データベースに登録されていない単語が回答されると「こちらですね．難しい表現ですね」と応答を返した．

2.3 装置

パーソナルコンピュータを 2 台，用いた．そのうち 1 台は HEWLETT-PACKERD 社製のノートパソコン (HP ProBook 450 G2) であり，OS は Microsoft Windows 8 であった．実験課題はこの PC で行った．もう 1 台は教示で差別化するため設置したダミー端末であり，実験には使用しなかった．エージェントへの注視行動を測定するため，眼球運動測定器である The Eye Tribe 社製の THE EYE TRIBE TRACKER を用いた．

2.4 実験課題

先行研究 [4] の実験課題を改変した．図 1 に課題画面の例を示す．この課題は 2 枚の画像から言語で指定された画像を選択する画像選択フェーズと，同じ画像の名称を答える言語入力フェーズで構成されている．画像選択フェーズでは，エージェントが 2 枚の画像のうちいずれかを言葉で指定し，実験参加者は正しいと思うほうを選択することが要求された．なお，実験参加者が言語同調するかを検討するために，遠回しな言葉も使われた．例えば,「たまねぎ」の画像に対して「球根」という単語が扱われた．実験参加者が画像を選択すると，エージェントが正解か不正解かを応答した．次の言語入力フェーズでは，直前の画像選択フェーズにてエージェントが言及した画像が黄色の枠に囲まれ，実験参加者はその画像の名称を言葉で入力した．その言葉に基づいてエージェントはいずれかの画像を選択した．画像選択フェーズと言語入力フェーズが 25 回繰り返された．

2.5 印象評価アンケート

実験課題中にエージェントに対してどのような印象を感じていたのかを検討するために，エージェントの

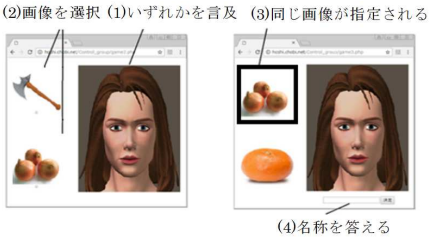


図 1 課題画面の例（左: 画像選択フェーズ 右: 言語入力フェーズ）

印象評価アンケートを実施した．印象評価は，Baylor ら [23] が用いた，知性と人間らしさを含む項目を参考にコミュニケーションの項目として利用可能な項目を精査し，本研究の指標として利用した．この尺度は，25 項目から構成されており，4 因子構造 (集中できる/知性/人間らしさ/魅力的な) であり，実験参加者は 5 件法で回答した．なお，本研究では「知性」と「人間らしさ」を分析の対象とした．

2.6 実験システム

Web サーバである Apache(Version 2.4.23) 上で動作するシステムとして，PHP(Version 7.0.7)，Java script，HTML を用いて実験課題を作成した. 実験参加者の回答は MySQL(Version 5.7.16) によるデータベースに格納された．

2.7 手続き

実験参加者を実験室に入室させ，教示なしの場合，「標準版」のラベルの置かれた PC 前に座らせた．教示ありの場合,「高性能」のラベルが置かれた PC 前に座らせ,「こちらのエージェントは性能が高く，柔軟に応答することが可能です.」と教示した．その後，実験課題を開始した．画像選択フェーズと言語入力フェーズが 25 回繰り返されると実験を終了した．実験時間は全体で 20 分程度であった

3. 結果

3.1 印象評価

3.1.1 「知性」因子

実験参加者はインタラクションを通して，エージェントに対してどれほど知的に感じていたのかを分析した．各群における,「知性」因子の 5 件法による得点の平均値を算出したものを図 2 に示した．

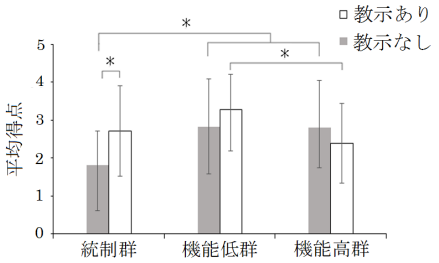


図 2 「知性」因子の得点

教示要因と振舞い要因の 2 要因について，参加者間分散分析を実施したところ，教示と振舞いの交互作用が認められた ($F(2, 84) = 4.5$, $p < .05$, $\eta^2 = .09$)．教示の主効果は認められず，振舞いの主効果は認められた ($F(1, 84) = 2.9$, $p = .10$, $\eta^2 = .03$; $F(2, 84) = 6.5$, $p < .005$, $\eta^2 = .13$)．振舞い要因の単純主効果の検定を実施したところ，統制条件では，教示なし条件よりも教示あり条件のほうが得点が高かった ($F(1, 84) = 8.1$, $p < .01$, $\eta^2 = .08$)．動作を伴わないエージェントの場合，知的であるという既有知識があることによって，より知的に感じられていたといえる．機能低条件と機能高条件では，教示の単純主効果が認められなかった ($F(1, 84) = 2.1$, $p = .15$, $\eta^2 = .02$; $F(1, 84) = 1.7$, $p = .19$, $\eta^2 = .02$)．動作を伴うエージェントの場合，知的であるという既有知識は印象に影響しなかったと考えられる．

続いて，教示要因の単純主効果の検定を実施したところ，教示なし条件においては振舞いの単純主効果が認められた ($F(2, 84) = 6.8$, $p < .005$, $\eta^2 = .14$)．Ryan 法による多重比較の結果，統制条件よりも機能低条件 ($p < .005$)，統制条件よりも機能高条件において得点が高かった ($p < .005$)．なお，以降の多重比較も Ryan 法によるものとする．エージェントに対する既有知識がない場合，振舞いに基づいて知性を感じられていたといえる．また，教示なし条件においても振舞いの単純主効果は認められた ($F(2, 84) = 4.2$, $p < .05$, $\eta^2 = .09$)．多重比較の結果，機能低条件よりも機能高条件のほうが得点が低かった ($p < .01$)．エージェントに対して知的であるという既有知識があると，一定の動作を伴うよりも，人間の態度に応じて柔軟に振舞うエージェントに対して知的に感じられないといえる．

3.1.2 「人間らしさ」因子

実験参加者はインタラクションを通して，エージェントに対してどれほど人間らしく感じていたのかを分析した．各群における，「人間らしさ」因子の 5 件法による得点の平均値を算出したものを図 3 に示した．

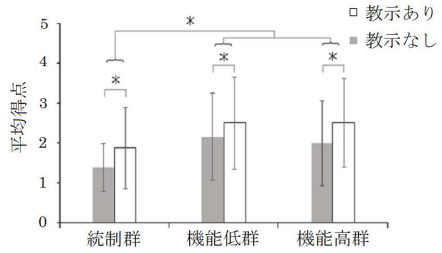


図 3 「人間らしさ」因子の得点

教示要因と振舞い要因の 2 要因について，参加者間分散分析を実施したところ，教示と振舞いの交互作用は認められなかった ($F(2, 84) = .07$, $p = .92$, $\eta^2 = .00$)．一方，教示の主効果が認められ ($F(1, 84) = 6.0$, $p < .05$, $\eta^2 = .06$)，教示なし条件よりも教示あり条件のほうが得点が高かった．エージェントに対して知的であるという既有知識があると，人間らしく感じられるといえる．また，振舞いの主効果も認められた ($F(2, 84) = 5.8$, $p < .005$, $\eta^2 = .12$)．主効果における多重比較の検定の結果，統制条件よりも機能低条件 ($p < .005$)，統制条件よりも機能高条件において得点が高かった ($p < .01$)．既有知識にかかわらず，エージェントが動作を伴うことによって人間らしく感じられていたといえる．

3.2 眼球運動

実験参加者が課題に従事している間の視線データを計測した．図 4 は，課題中にエージェントを見ていた比率を群ごとに示す．分母を実験の全体時間とし，エージェントを注視していた時間の比率を算出した．

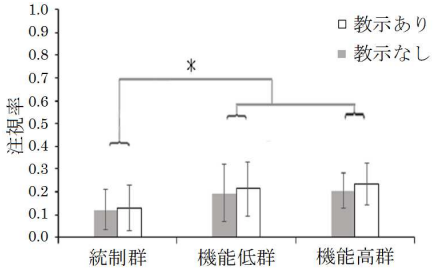


図 4 エージェントへの注視行動

分析にあたっては，参加者ごとの比率データに逆正弦変換を行った．教示要因と振舞い要因の 2 要因について，参加者間分散分析を実施したところ，教示と振舞いの交互作用は認められなかった ($F(2, 84) = .76$,

$p = .92$, $\eta^2 = .00$)．また，教示の主効果は認められず，振舞いの主効果は認められた ($F(1, 84) = .59$, $p = .44$, $\eta^2 = .01$; $F(2, 84) = 4.5$, $p < .05$, $\eta^2 = .14$)．主効果における多重比較の結果，統制条件よりも機能低条件 ($p < .005$)，統制条件よりも機能高条件において得点が高かった ($p < .005$)．従って，エージェントへの注視行動は，エージェントに対する既有知識の影響を受けず，動作を伴うことによって増加することが明らかになった．

4. 考察

4.1 トップダウン処理の影響

印象評価において，動作を伴わない統制条件では，エージェントが知的であるという既有知識によって知的に人間らしく感じられていた．このことから，エージェントの振舞いから得られる情報が少なければ，既有知識に基づいたトップダウン処理によって印象を形成することが示唆された．

適度に振舞う機能低条件と人間の態度に応じて振舞う機能高条件では，エージェントが知的であるかという既有知識は知的な印象には影響しなかったが，人間らしさには影響していた．これは，知性に関しては，エージェントが動作と音声による発話を伴ったため，実際の振舞いを見て知的かどうかを判断していたことから，相手から得られる情報がある場合，トップダウン処理は弱まることが示唆された．一方，人間らしさに関しては，既有知識の影響があることによって増大したことは，相手への既有知識がコミュニケーションにおける感情特性に影響を与える [2] ことがかかわっており，人間らしさは知性以外の要素もあることが示唆される．

4.2 ボトムアップ処理の影響

印象評価において，既有知識を与えない教示なし条件では，エージェントが動作を伴うことによって知的に人間らしく感じられていた．このことから，エージェントに関する既有知識がなければ，実際の振舞いに基づくボトムアップ処理によって印象を形成することが示唆された．しかし，一定の振舞いを表出する機能低条件と人間の態度に応じて振舞う機能高条件では差がみられなかったことは石井・中野 [15] の知見とは異なっており，実験参加者はエージェントの動作は見ていたものの，意図までは感じ取れていなかったことが示唆される．

既有知識を与える教示あり条件では，人間らしさに関しては既有知識を与えない場合と同様に，動作を伴うことによって人間らしく感じられていた．しかし，知性に関しては，知的であるという既有知識があると，人間の態度に応じて振舞う場合は一定の動作よりも，かえって知的に感じられなかった．これは，複雑な動きが，知的であるという既有知識に適合しなかったため，適応ギャップ [11] が表出したと考えられる．本実験のシステムは完璧なものではなく，エージェントが誤ったフィードバックをすることがあったことが原因であると考えられる．よって，今後はより精度の高いシステムを開発する必要がある．

眼球運動に関しては，エージェントが動作を伴うことによって注視行動が増えた．これは，既有知識は影響せず，相手の振舞いに基づいたボトムアップ処理のみが影響していたと考えられる．

4.3 2種類の処理の相互作用

以上から，印象評価に関しては，トップダウン処理とボトムアップ処理の利用が異なっていたことから，仮説 1-c が部分的に支持されたといえる．また，注視行動に関しては，エージェントの振舞いのみに影響を受けていたことから，仮説 2-b が支持されたといえる．

本研究の結果で興味深い点は，知性と人間らしさの印象が一貫しなかった点である．知性に関しては．エージェントが知的であるという既有知識がある場合において，適応ギャップが表出し，知的に感じられなかった．一方で，人間らしさに関しては，知的であるという既有知識があることによって，振舞いにかかわらず人間らしく感じられた．エージェントを対人認知の対象として考えたとき，一般に人間は主に能力面を中心的な問題として捉えることが明らかになっている [19]．だが，能力以外の点に関する対人認知が適切に行われるならば，この適応ギャップを解決するための端緒となることが議論されている [24]．本実験のエージェントは，実験参加者の感情に応じた感情表出を行っていたことを中心に，能力面以外でも人間らしさを形成していた．このことが，人間らしさにおいては適応ギャップを回避していたと考えられる．このことから，エージェントに人間らしさを実装する場合，能力面以外の要素（感情など）をデザインすることが，適応ギャップを抑制する上ではひとつの解決策になることが示唆される．

4.4 全体のまとめ

本研究では，エージェントとの会話場面において，どのような認知情報処理がエージェントの印象とエージェントへの注視行動にどう影響するのかを検討した．特にここでは，(1) 既有知識に基づくトップダウン処理と，(2) 相手の振舞いに基づくボトムアップ処理の２つに着目した．仮説として，エージェントに関する既有知識はトップダウン処理として印象形成に影響を及ぼすが，相手の振舞いから得られる情報量に応じてその影響力は弱まり，ボトムアップ処理が優勢になると予想した．また，注視行動は相手の動きに影響されるため，ボトムアップ処理のみの影響があると予想した．この仮説を検証するため，言語選択課題を用いて，(1) エージェントが知的であるかどうかという既有知識の要因と，エージェントの知的な振舞いの２×３の参加者間要因の実験を行った．その結果，(a) エージェントの振舞いから得られる情報量が少なければ既有知識に基づくトップダウン処理によって印象形成を行っていたが，(b) 相手の振舞いが顕著になるにつれてボトムアップ処理によって印象形成を行うことがわかった．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00219 を受けたものです．ここに記して謝意を表す．

参考文献

[1] G.V. Bodenhausen and R.S. Wyer, “Effects of stereotypes in decision making and information-processing strategies,” Journal of Personality and Social Psychology, vol.48, no.2, p.267, 1985.
[2] 林　勇吾，三輪和久，“人間とエージェントが混在する状況におけるコミュニケーションの認知的・感情的心理特性,” ヒューマンインタフェース学会論文誌，vol.10，no.4，pp.445–456，2008.
[3] S. Wu and B. Keysar, “The effect of information overlap on communication effectiveness,” Cognitive Science, vol.31, no.1, pp.169–181, 2007.
[4] J. Pearson, J. Hu, H.P. Branigan, M.J. Pickering, and C.I. Nass, “Adaptive language behavior in HCI: how expectations and beliefs about a system affect users’ word choice,” Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1177–1180, 2006.
[5] C.L. Kleinke, “The role of gaze in impression formation,” British Journal of Clinical Psychology, vol.14, no.1, pp.19–25, 1975.
[6] M. Argyle, L. Lefebvre, and M. Cook, “The meaning of five patterns of gaze,” European Journal of Social Psychology, vol.4, no.2, pp.125–136, 1974.
[7] P.C. Ellsworth and J.M. Carlsmith, “Effects of eye contact and verbal content on affective response to a dyadic interaction,” Journal of Personality and Social Psychology, vol.10, no.1, p.15, 1968.
[8] P.H. Waxer, “Nonverbal cues for anxiety: An examination of emotional leakage,” Journal of Abnormal Psychology, vol.86, no.3, p.306, 1977.
[9] 神田崇行，石黒　浩，石田　亨，“人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価,” 日本ロボット学会誌，vol.19，no.3，pp.362–371，2001.
[10] D.A. Norman, 誰のためのデザイン-認知科学者のデザイン原論-，新曜社，1990.
[11] 小松孝徳，山田誠二，“適応ギャップがユーザのエージェントに対する印象変化に与える影響,” 人工知能学会論文誌，vol.24，no.2，pp.232–240，2009.
[12] 内田照久，“音声の発話速度の制御がピッチ感及び話者の性格印象に与える影響,” 日本音響学会誌，vol.56，no.6，pp.396–405，2000.
[13] M. Argyle and M. Cook, Gaze and mutual gaze, Cambridge U Press, 1976.
[14] Y.I. Nakano, G. Reinstein, T. Stocky, and J. Cassell, “Towards a model of face-to-face grounding,” Proceedings of the 41st Annual Meeting on Association for Computational Linguistics-Volume 1, pp.553–561, 2003.
[15] 石井　亮，中野有紀子，“ユーザの注視行動に基づく会話参加態度の推定—-会話エージェントにおける適応的会話制御に向けて,” 情報処理学会論文誌，vol.49，no.12，pp.3835–3846，2008.
[16] 中野有紀子，岡　兼司，佐藤洋一，西田豊明，“ユーザの視線に気づく会話エージェント-アテンションの知覚と制御を利用した会話の円滑化,” 人工知能学会全国大会論文集 2005 年度人工知能学会全国大会 (第 19 回) 論文集，p.221，2005.
[17] 小孫康平，“瞬目の多少が人の印象形成に及ぼす影響,” 日本教育工学会論文誌，vol.30，no.30，pp.1–4，2006.
[18] D. Davis, “Implications for interaction versus effectance as mediators of the similarity-attraction relationship,” Journal of Experimental Social Psychology, vol.17, no.1, pp.96–117, 1981.
[19] 竹内勇剛，片桐恭弘，“ユーザの社会性に基づくエージェントに対する同調反応の誘発,” 情報処理学会論文誌，vol.41，no.5，pp.1257–1266，2000.
[20] “Web 便利ノート,” https://note.cman.jp/other/voice，参照 Aug. 1,2016.
[21] “Javascript library for precise tracking of facial features via constrained local models,” https://github.com/auduno/clmtrackr，参照 Aug. 1,2016.
[22] D. Davis, “Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial cues,” 1975.
[23] A. Baylor and J. Ryu, “The API (Agent Persona Instrument) for assessing pedagogical agent persona,” EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology, pp.448–451, 2003.
[24] 鈴木紀子，竹内勇剛，石井和夫，岡田美智男，“状況に引き出された発話による対話の形成とその心理的評価,” 情報処理学会論文誌，vol.40，no.4，pp.1453–1463，1999.

グループワークにおける触媒的参与者の働き
ー意識的ではない主導的機能ー
Work of Catalytic Participants in a Groupwork as Unintentional Leadership Function

西中 美和†，白肌 邦生‡，神田 陽治‡
Miwa Nishinaka, Kunio Shirahada, Youji Kohda

†総合研究大学院大学，‡北陸先端科学技術大学院大学
Sokendai (The Graduate University of Advanced Studies), Japan Advanced Institute of Science and Technology
nishinaka_miwa@soken.ac.jp

Abstract

This article presents the work and the definition of catalytic leadership which is one of the unintentional group functions with tacit influenec in a group composed of members with equal relations, those of which are based on the analyses of an experimental workshop.

Keywords — Group functions, Catalytic leadership, Influence, Interaction

1. はじめに

本稿においては，自然発生した役割における，触媒的参与者の集団機能に焦点を当て，それが意識的ではない主導的機能として働き，他の集団機能や集団のアウトプットにどのような影響を与えているかを考察する．これらを明らかにすることで，学術的には，意識的ではない集団機能としての触媒的機能の定義を提示する．実務的には，グループワークに適用することで相互作用に働きかけ，高度な結果を生み出すことができる．これは，研究機関の研究グループ，教育機関のワークショップ授業などの協働学習グループ等，小規模であるが高度な結果を求められる集団に適用可能である．

2. 研究の背景

研究の社会的背景として，曖昧な役割分担で進む集団活動が多いことが挙げられる．実社会の集団活動では明示的役割アサインがない場合や，アサインされた役割とは異なった役割を実施する場合などが，かなりある．また，自分がその役割を実施していることを気づかずに行動している場合もある．気づきがないまま役割を実施しているが，実はその機能は重要な集団機能である場合もある．このような集団活動は平等性を重んじる現代に特徴的な活動である．

学術的な背景としては，上記のような現実の状況がありながら，曖昧な役割分担で発生した集団機能の先行研究は多くはなく，無意識な役割から発生する集団機能がどのような働きをしているか，集団のアウトプットにどのような影響を与えているかは，いまだ明確ではない．構成員の対等性を含めた関係性に着目した研究としては，Harary[1] の集団構造の形態が挙げられる．本稿で対象とするグループの構造は，Harary の集団構造の形態に準拠した形で構成する．リーダーシップは集団に影響力を及ぼす能力であり，機能である．特性論から始まり行動理論へと進み，機能としてのリーダーシップと定義されている．主導的機能という用語は，この点を取り上げたものである．不確実性の高い現代においては条件適合理論が提唱され，最近ではサーバント（支援型）リーダーシップの考え方も出されているなど集団機能としてのリーダーシップ機能が多くの研究者によって提唱されている[2]．支援型以外にも「支持」[2][3]「相互作用促進,目標達成行動」[2][4]「配慮」[5][6]等，リーダーシップ機能には多数あるが，相手に作用することで相手を自分の意図するところに変えてゆくと想定される触媒的リーダーシップ機能に関しては学術的な先行研究はほとんどない．

3. 研究手法

研究手法は事例研究であり，試験的に行ったグループワーク授業を事例として採用する．グループワークの会話を定量・定性的に分析することで自然発生した集団機能の働きを考察する．グループワークは農村を行政区域とするA市の将来を考える政策立案的な戦略ロードマップ（工程表）を作成するというものであり，テーマは「やさしい街を作る」というものである．2016年から2017年にかけて，計6回の演習を行った．表1に示すように，メンバーとなる12名を，事前の研究スタイル等のアンケート結果から，Harary の集団構造の形態に準拠した構造を形成するように

組み合わせ，6チーム作り，各チームがワークショップを1回ずつ行った．1回のワークショップ時間は3時間である．その中で特に触媒的参与者機能が自然に発生しうまく機能したチームAを成功事例として取り上げ，どのような場合に集団のアウトプットに正の影響を与えるかを明らかにする．チームAはリーダータイプが2人いるTwo-Top 体制の構成である．これは Harary の集団構造の形態では，民主的形態に準拠する．メンバーはS1, S2, S7 の3人で，S1は典型的リーダー，S2は内省型のリーダータイプである．自然発生する役割による集団機能を作るために事前の役割アサインは行っていない．チームAはグループワークの結果，まとまりのある戦略ロードマップを完成させた．「「リラックス」という機能を提供することで「やさしい街づくり」という価値を生みだす」というビジョンを掲げ，そのビジョンに基づいたロードマップを完成させた．中心となるコンセプトは「リラックス」である．

表1　チームAの構成と集団構造形態

メンバー（Student ID）	S1, S2, S7
準拠した集団構造の形態	完全民主的
チーム構造 （○はメンバーを表す）	

4.　分析手法および結果

分析手法としては，下記のように定量，定性分析を併用するトライアンギュレーションを採用する[7]．これにより「話題の中心を提供する機能」,「コンセプトを提供する機能」,「アウトプットへの反映」でリーダーシップを把握し，また，相互作用を分析する．

(1) グループワーク発言の共起ネットワーク分析
- ディスカッションの内容・発言とメンバーの対応の把握

(2) グループワーク発言の特徴語分析
- 中心となる話題は何かを明確化（(1)と合わせ話題の中心を出しているメンバーを把握）

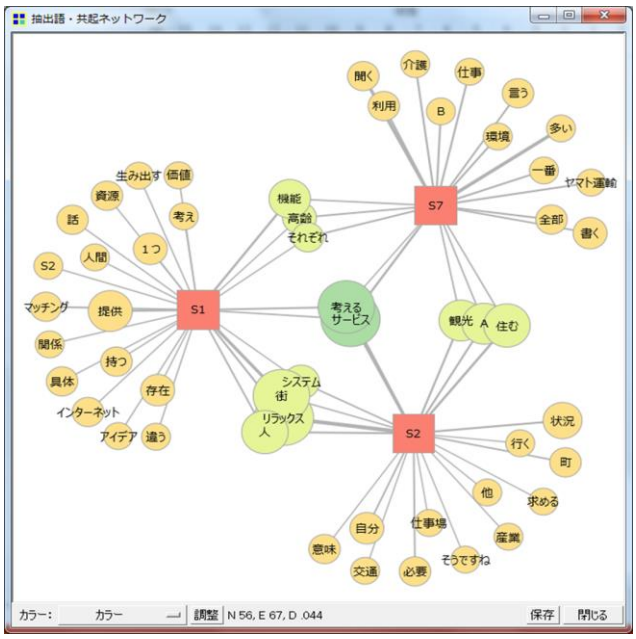
(3) グループワークのアウトプットであるロードマップにおけるテキストの共起ネットワーク分析
- ディスカッションの内容のアウトプットへの影響の把握（(1)と合わせ結果に対するメンバーの影響力を把握）

(4) グループワークの会話の定性分析
- メンバー間の相互作用と影響の把握

まず，(1) を行うために，3 時間のグループワークの発言をスクリプトに書き起こした．発言とその関係性を明示するため KhCoder を用いた共起ネットワーク分析にかけた（図 1）．各メンバーがどのような発言をしているかを明示するために外部変数として Student ID を与えた．共起ネットワークとは，形態素解析後，テキストの中の単語をノードとし，単語と単語の共起性をリンクで示すネットワークであり，リンクの強さを Jaccard 係数で表す．Jaccard 係数は，類似度を表し，リンクが強いほど値が大きくなる．図においては，関係性が強い場合は，ラインは太くなり，単語の頻度が高ければ円は大きくなる．図の下枠に表示されている N:x E:x D:x は，各々図内に表示されている N:Node（単語）数，E: Edge（連携）数， D: Density（密度 : すべての単語のうち何%が図に表示されているか）を表している．図 1 では，0.44(44%) の単語が表示されていることを示している．図 1 の結果からは，チーム A は「サービス」を中心とし，まとまった話し合いをしているように見受けられる．またすべてのメンバーが話し合いに参加している．

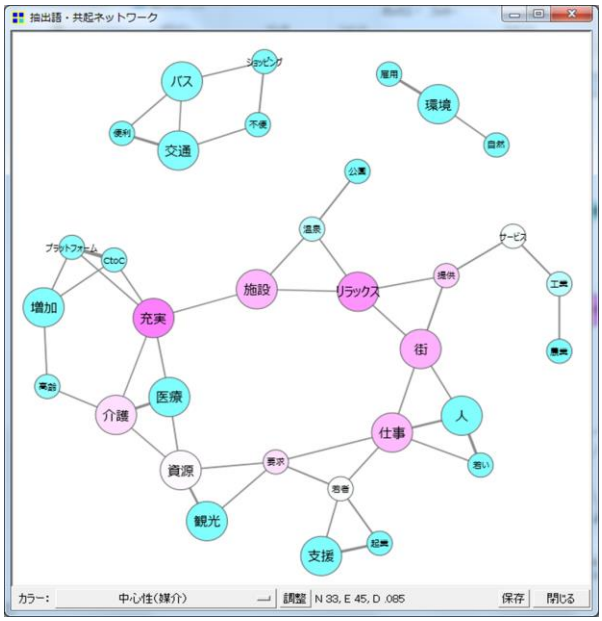
次に，(2) として，特徴語分析を用い Jaccard 係数を明示して，どのメンバーがどういった発言をしているかをさらに確認する（表 2）．表 2 の結果からは「サービス」という単語自体は S2 が最も発言しているようであるが，S7 も発言しており，S1 も単語そのものではないが，「機能」「提供」「マッチング」などサービス関連の単語を発言している．チーム A のコンセプトである「リラックス」に関しては S2 が中心となって発言していると思われる．これらの結果を見ると S2 がコンセプト作成に関してはリーダーシップを発揮しているように思われるが，相互作用まではあまり明確ではない．

さらに，(3) として，完成したアウトプットである戦略ロードマップにおけるテキストを分析し，(1)(2)と合わせ，アウトプットにおける各メンバーの影響度を見てゆく．図 2 は，チーム A の完成ロードマップ上に要素として記載されたテキストに対して共起ネットワーク分析を行った結果である．メンバーの誰がテキストを記載したかが明確ではないので，外部変数としての Student ID は与えず，媒介中心性で見ている．媒介中心性とは，ノードの連携による集合体間を媒介する程度のことであり，ある点が他の 2 点間を結ぶ最短経路上にある度合いである[8].



凡例：Sx は Student （外部変数は Student ID で分析）

図 1 グループワークにおける発言の共起分析



凡例：ピンク，白，水色の順で媒介中心性が高い．

図 2 アウトプット・テキストの共起分析

表 2 グループワークにおける発言の特徴語分析

S1		S2		S7	
街	.194	**リラックス**	**.257**	多い	.200
機能	.133	考える	.194	聞く	.182
提供	.133	住む	.147	**サービス**	.111
マッチング	.107	**サービス**	**.139**	うん	.100
人	**.094**	状況	.121	住居	.100
アイデア	.071	**人**	**.118**	S2	.100
S2	.071	観光	.118	満足	.100
関係	.071	A	.118	支援	.100
人間	.071	必要	.097	田舎	.100
価値	.071	町	.097	口数	.100

凡例：数値は類似度を表す Jaccard 係数

図 2 の結果を見ると，アウトプットにおいても，「リラックス」というコンセプト中心に「施設」「街」があり，「介護」サービスや「施設」を充実させる形の政策提言ロードマップになっている．以上の発言の共起ネットワーク分析，特徴語分析，アウトプットの共起ネットワーク分析から，チーム A がコンセプトやサービス中心にディスカッションし，まとまったロードマップを作成していることが分かった．「リラックス」というコンセプトには S2 の貢献が高いようであることも推測できる．しかし，メンバーの関係性や，相互作用，「サービス」が話題の中心になった経緯は明確にはなっていない．そこで，グループワークの流れと相互作用を把握し，定量分析の結果に時間軸を追加するために会話の定性分析を行う．表 3 は，グループワークの会話の定性分析の抜粋である．発言に対して，集団機能を併記し，表 2 の特徴語でコード付けした．

まず S1, S2 が互いに自分の考えを出している（表 3, No.2, No.4）．特に S2 はコンセプト・リーダーとして会話に深みを持たせている（表 3, No.9）．葛藤（表 3, No.6）や統合的な動き（表 3, No.8）があり，S1 が S2 に歩み寄り S2 の意見を深めようとしている（表 3, No.10）．ただ，単純に相手を支持するのではなく，自分の意見も組み入れる動きを見せている（表 3, No.12：触媒的機能）．S2 も S1 に歩み寄って相手の意見を膨らませる動きをしている（表 3, No.15：S1 の触媒的機能の成功，影響力）．その後，このチームは同様の動きを見せながら，人にやさしい「サービス」中心に収束へと向かってゆく．このような動きは，メンバーは意識的に行っているわけではない．元々，リーダーの役割をアサインしているわけではなく，準拠した集団構造の形態は「民主的」形態である．意図的ではないからこそ，S2 も S1 に歩み寄り双方が自分の考えを深化させている．また，この抜粋には記載していないが，S7 の収束に向けた活動もあった．この動きは最終的なアウトプットにも反映されている．

No	メンバー	発言	集団機能	コード	考察
1	S2	もう１つは何ですか？	Management		促進
2	S1	もう１つはプラットフォームサービス(インターネット・サービス）で農家や高齢者と若者をマッチングするようなサービスを考えました。同じ地域の中でやりとりをすると人間関係が良好になるといいな、と思います。	Change Leadership	サービス 人間関係	人間関係という新しい観点を出す （S1は「人間関係」を考えたい）
3	S2	この町に固有ですか？	Knowledge Enrichment		質問で深みを加える
4	S2	A市は観光スポットと近い。飛行場があるK市にも近いので、他の地域にも行きやすい、来やすい。交通網の中心になる。A市で産業を起こすよりは、リラックスできる街としての存在になるべきかと思う。富裕層は自然環境を求めるので、リラックスできる街としての「やさしい」街を考えている。	Change Leadership	「やさしい」はリラックス	S2は「やさしい」という概念を考えたい
5	S1	近場に有名な観光地があるのに、A市で観光消費するかな？	Knowledge Enrichment		反対意見（正論）でS2を考えさせる
6	S2	（S2少しむっとする）	Conflict		葛藤
7	S2	A市に住むことを考えているんです。有名な観光地は好きな人はいいけど、リラックスしたい人には静かな方がいい。	Knowledge Enrichment	リラックス	反論することで深み
8	S1	なんか、３人のアイデアが混ざってできないのかな	Management		統合（S1は3人の意見をすべて取り入れたい）
9	S2	まずは「やさしい」についての理解が必要だと思います。２人は具体的なサービスを考えていますが、自分は「やさしい」の意味について考えてみたいと思います。	Concept Leadership	「やさしい」の意味を考えたい，サービス	S2はまとめるのではなくコンセプトを深く考えたい
10	S1	「やさしい」街は、住みやすい、リラックスできる街ですか？	Knowledge Enrichment	「やさしい」は，「住みやすい」「リラックス」	S1がS2に歩み寄り，S2の考えを深化
11	S2	そうですね。	Following		支持
12	S1	私の考えでは「人にやさしい」です。人間関係につながっています。	Catalytic Leadership	「やさしい」は「人」にやさしい，人間関係	自分の意見（人間関係）でS2の考えを深める（S1はS2に歩み寄るが自分の意見も入れる．S7の支持を得る）
13	S7	（うなづく）そうです。	Following		支持
14	S2	すごく感性的で柔軟なもので・・・	Knowledge Enrichment		コンセプトの拡充
15	S2	人の「やさしい」について、今の現状とか、つながりについて調べますか？	Knowledge Enrichment	「人」に「やさしい」	S2もS1に歩み寄り，S1の意見の拡充 S1はS2の意見をたてながら自分の意見をS2に反映させている

表 3　グループワークの会話の定性分析（抜粋）

5.　考察および結論

分析の結果，触媒的機能が相手から良い考えを引き出すよう影響し（表 3, No.10），それが相手の考えと近似している場合（表 3, No.11）に作用が進んでいる．触媒的機能は，相手の考えに作用する形で深化を進める機能である．深化が進む形としては，(1)触媒的参与者が相手に作用することで，相手も納得のできる考えが相手から出た場合（表 3, No.11），(2) 触媒的参与者が自身の考えを意識的ではない形で他の参与者に移入し，相手に進めさせる場合（表 3, No.12,15）の 2 段階があった．相手に作用し行動させるという形ではあるが，前者は「支持」「推進」であり，支援型リーダーシップに近い．後者は，暗黙的な影響力の行使である．主導的機能の働きは影響力の行使であることから，この働きをする触媒的機能は主導的機能に包含されるということができる．前者は元々の相手の考えを深化させることに対して，後者は相手に自分の考えを，あたかも相手が考え出したかのように移入し，集団の目的として自分の目的を達成している．相手の変化の大きさとしては後者が大きく，この行為が意識的ではない主導的機能としての触媒的機能（Catalytic Leadership）であると提唱する．

ただし，チームとしては，触媒的リーダーシップのみならず，通常の管理的なリーダーシップ，コンセプト・リーダーシップ，相手の考えの指示や深化といった複数の機能が相互に作用した場合に高品質なアウトプットを生み出していると思われる．

6.　おわりに

本稿では，実験的ワークショップ授業を事例にとり，定量および定性調査と分析を行った．その結果から，自然発生した触媒的参与者の集団機能に焦点を当て，それが意識的ではない主導的機能として働き，集団のアウトプットに自分の意思を反映させるという影響力を考察した．また，暗黙的な影響力の行使を行う触媒的機能は主導的機能であると定義した．本稿の結果は特定の事例におけるデータおよび手法の制約がある．今後分析を進め，さらに他の事例での調査を含め一層の汎用化を検討する．

謝辞

本研究は JSPS 科研費課題番号 JP16K03859 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] Harary, Frank (1959). “Status and Contrastatus. Sociometry,” Vol. 22, pp.23-43.

[2] Bowers, David, G. and Stanley E. Seashore (1966). “Predicting Organizational Effectiveness with a Four-Factor Theory of Leadership,” *Administrative Science Quarterly*, Vol. 11, pp.238-263.

[3] Likert, Rensis (1961). *New Patterns of Management*. New York: McGraw-Hill.

[4] Hemphill, J.K., and Coons, A.E. (1957). "Development of the Leader Behavior Description Questionnaire," In R.M. Stogdill and A.E. Coons (eds.), *Leader Behavior: its description and measurement*. Columbus: Ohio State University, Bureau of Business Research.

[5] Halpin, A.W. and Winer, B.J. (1957). "A factorial study of the leader behavior descriptions," In R.M. Stogdill and A.E. Coons (eds), *Leader behavior*: Its description and measurement. Columbus, OH: Bureau of Business Research, Ohio State University.

[6] 三隅二不二(2005)『リーダーシップ行動の科学』有斐閣.

[7] Yin, R. K. (1996). *Case Study Research: Design and Methods* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

[8] Freeman, L. C. (1977). "A set of measures of centrality based on betweenness," *Sociometry*, Vol.40, pp.35-41.

一夫一妻的恋愛関係の維持に関わる認知神経基盤 −交際期間に依存した前頭葉領域による浮気欲求の能動的抑制

Cognitive and neural basis of maintenance of a romantic relationship: varying roles of prefrontal region in active regulation of desire for adultery depending on the length of the relationship

上田　竜平[†‡]，柳澤　邦昭[*]，蘆田　宏[†]，阿部　修士[*]
Ryuhei Ueda, Kuniaki Yanagisawa, Hiroshi Ashida, Nobuhito Abe

[†]京都大学大学院文学研究科，[‡]日本学術振興会，[*]京都大学こころの未来研究センター
Kyoto University Graduate School of Letters, The Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), Kyoto University Kokoro Research Center
ueda.ryuhei.24@gmail.com

Abstract

The early stage of a romantic relationship generally involves intense commitment to their partners. This observation leads to the hypothesis that regulation of interest in extra-pair relationships by executive control, which is supported by the function of the prefrontal cortex, is less required in individuals in the early stage of a relationship than in those in a long-term lasting relationship. To test this hypothesis, male participants in romantic relationships performed a go/no-go task during functional magnetic resonance imaging (fMRI), which is a well-validated task that can measure right ventrolateral prefrontal cortex (VLPFC) activity implicated in executive control. Subsequently, the participants engaged in a date-rating task in which they rated how much they wanted to date unfamiliar females. Results indicated that individuals with higher right VLPFC activity reflecting successful inhibition better regulated interest in dates with unfamiliar females. Importantly, this relationship was found only in individuals with long-term partners. Our findings extend previous findings of executive control in the maintenance of monogamous relationships by highlighting the role of the VLPFC, which varies according to the stage of the romantic relationship.

Keywords — romantic relationship, fMRI, self-control, prefrontal cortex

1. はじめに

我々ヒトの社会においては、一夫一妻的な恋愛関係が普遍的に見られる [1]。そうした関係は安定した養育につながるものであるが [2]、これまでの心理学的研究に基づくと、容易に維持できるものではないと考えられる。例えば、交際関係にある個人であっても、パートナー以外の魅力的な異性に対する注意を抑制することは難しい [3, 4]。一夫一妻的関係の破綻を招きうる浮気的関係 [5]は、子孫を残す上で有効な方略となりうる [6]。こうした理由から、浮気的関係は、現代社会では制限されているにもかかわらず [1, 7-9]、日常茶飯事に見られる [5, 10-12]。

浮気行為の関心を抑制し、一夫一妻的関係を維持するためには、能動的抑制 (active regulation)が重要な役割を果たすと考えられている。初期の研究から、特定の異性と交際関係にある個人では、パートナー以外の異性に対する魅力を低く見積もる derogation effect [13, 14]が報告されている。これまでの研究から、derogation effect は、能動的な抑制機構によって支えられており [15, 16]、自我消耗やストレス体験によって弱まる [17, 18]ことが報告されている。さらに機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging, fMRI)を用いた研究からは、情動の能動的抑制や [19]、遂行機能 [20]を支える、右半球の腹外側前頭前野 (ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC)の賦活が derogation effect に伴うことが示されている [21]。これまでの研究ではこのように、一夫一妻的関係を維持するためには、浮気的欲求に対する能動的な抑制が必要であると考えられてきた。

一方では、そうした能動的抑制を伴わない、自動的な抑制機構についても報告されている (e.g., [4, 22-25]。交際関係の終わりを予測する要因を包括的に検討したメタ分析研究において、パートナーへのコミットメントの程度が、関係破綻の回避に寄与する最も大きな要因の一つであることが示されている [26]。特に、交際関係の初期段階では一般的に、脳の報酬系によって支えられた、強いコミットメントが示される [27, 28]。そうした初期の「中毒的な」熱愛 [28]は一方で、神経化学的変化を伴いながら [29]、一般的には関係が長くなるにつれて弱まることが示されている [30, 31]。長期的な関係による「マンネリ」と関係の質の低下は、交際関係において典型的に見られるものであり [32]、

特に男性においては、秘密裏の浮気的関係に乗り出す大きな要因になるとされる [33]。これらの知見に基づき、本研究では、他の異性との浮気関係への能動的抑制を支える前頭前野領域の役割が、交際関係のフェーズに応じて変動しうるという仮説を検討した。すなわち、中毒的な熱愛を伴う関係初期では能動的抑制が必要にならず、関係が長引くと必要になると予想した。

実験では、実際に異性と交際している男性を対象に、fMRI スキャン中に go/no-go 課題 [34]を施行した。go/no-go 課題は、能動的抑制を支える反応抑制(response inhibition)時の神経活動を計測するための課題として広く用いられ、その妥当性が保証されている [20]。先行研究から、反応抑制時の右 VLPFC 活動が高いほど、様々な場面での抑制に優れることが示されている [35, 36]。本研究でも同様に、右 VLPFC の活動を能動的抑制の個人差を反映する指標として用いた。go/no-go 課題の後、パートナー以外の異性に対する関心を計測する、デート評定課題を施行した。この課題では、画面に呈示された異性と「どれくらいデートしてみたいと思うか」を 8 段階で評定することが求められた。仮説として、現在のパートナーとの交際期間が長い場合にのみ、VLPFC が、パートナー以外の異性に対する関心を予測するかを検討した。

2. 方法

参加者

実験時に 6 か月間以上特定の異性と交際している、20-39 歳の健常な成人男性 50 名を、実験参加者として募集した。実験に参加した 50 名のうち、go/no-go 課題におけるエラー試行率が高かった 3 名を分析から除外し（全参加者の go 試行の平均エラー率（5.7 %) + 3SD 以上)、47 名のデータを分析に用いた（年齢 : 20-35 歳, mean = 22.6 歳；交際期間：6-82 か月，mean = 22.6 か月，SD = 18.8 か月，median = 17.0 か月；交際経験人数：1-8 人，mean = 2.9 人，SD = 1.6 人)。京都大学の倫理審査で承認された手続きに基づいて実験に関する説明を行った後、参加者から実験参加の同意書の記入を得た上で実験を実施した。

手続き

fMRI のスキャン中に（1)go/no-go 課題を施行した(図 1)。参加者は「ネコ」の画像が呈示された場合にはできるだけ早くボタンを押し（go 条件：72 試行)、「イヌ」が呈示された場合にはボタンを押さない（no-go 条件: 24 試行)ことが求められた。画像刺激は、本実験に参加しない男性参加者 10 名（20-23 歳，mean = 21.6 歳)の予備実験の結果に基づき、予め統制を行った。画像種類と条件の組み合わせは、参加者間でカウンターバランスを行った。各試行では画像が 500 ミリ秒間呈示されたのち、ブランク画面が 2 秒間表示された。試行間には 4-8 秒間、注視点が呈示された。先行研究に基づき、(no-go 条件 vs. go 条件)コントラストの集団解析において有意な活動を示した右 VLPFC 領域のボクセル群（MNI 座標 = 36, 24, -2, Z = 4.86, cluster size = 5；図 2, fMRI の撮像と解析手続きを参照)における各参加者の信号変化率を、抑制機能の個人差指標として用いた。

その後、スキャナー外で(2)デート評定課題を施行した。参加者は画面に呈示された女性と「どれくらいデートしてみたいと思うか」を 8 段階で評定することが求められた（1: 全くデートしてみたいと思わない、8: 非常にデートしてみたいと思う)。顔画像刺激には、本実験に参加しない男性参加者 10 名（21-25 歳，mean = 22.4 歳)の予備実験の結果に基づき、表情強度と顔方向の向きの評定平均値に差がない、高魅力・低魅力の女性顔画像各 24 枚を用いた。魅力評定平均値について、条件間で有意な差があることを確認した（t (46) = 24.76, 95% Confidence Interval (CI) = [1.89, 2.23], p < .001, d = 7.10)。各試行では 2 秒間、顔画像が呈示され、試行間には 2 秒間の注視点が呈示された。

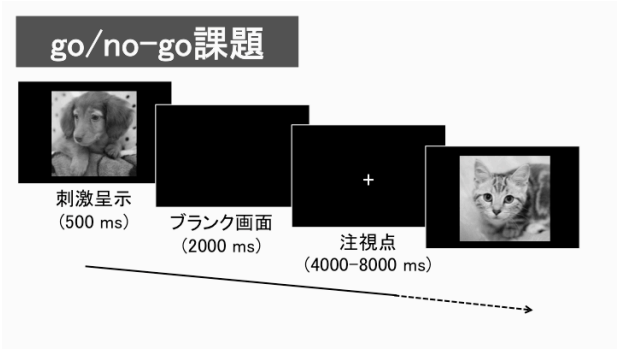


図 1. go/no-go 課題の手続き

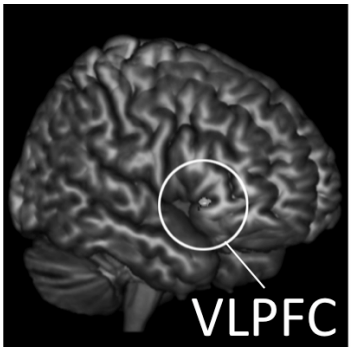


図2. go/no-go課題（no-go試行 vs. go試行)で示された右腹外側前頭前野（ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC)の活動（図示のため、多重比較補正なし $p < .001$ による結果を表示)

fMRIの撮像と解析手続き

fMRIの撮像には、3.0テスラ Siemens Magnetom Verio MRI (Siemens社, Germany)を、32チャンネルのヘッドコイルを用いて使用した。BOLDコントラストを反映するEPI画像によって、課題遂行中の脳活動を計測した。撮像に関するパラメータはそれぞれ、繰り返し時間（TR) = 2,500 ms、エコー時間（TE) = 30 ms、フリップ角 = 80°、撮像マトリックス = 64×64、撮像視野（FOV) = 212 mm、面内解像度 = 3.3×3.3 mm、スライス画像数 = 39、スライス厚 = 3.2 mm、インタースライスギャップ = 0.8 mmに設定した。構造画像（空間解像度 = 1×1×1 mm)はMP-RAGE法により、T1強調画像の撮像を行った。画像刺激はスクリーン上に投影され、参加者がヘッドコイルに取り付けられた鏡を通して視認できるようにした。各参加者の課題遂行中に撮像された脳機能画像のうち、最初の4枚（10秒間)のEPI画像は、縦磁化が定常状態でない可能性があるため、解析から除外した。

データ処理と統計解析は、SPM12（Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK)を用いて実施した。前処理として、はじめに撮像中の頭部の微小な動きの検出と補正を行い（Realignment)、次に、スライス間の撮像時間の補正を施した（Slice timing correction)。その後、各参加者のT1強調構造画像を、平均EPI画像の位置に合わせ(Coregistration)、MNIテンプレートに基づいた標準化補正を施した（Spatial Normalization)。この標準化の手続きから得られたパラメータを、EPI画像にも適用し、EPI画像を2×2×2 mmのボクセルに標準化したのち、半値幅（FWHM)8 mmの3次元ガウシアンフィルターによる平滑化を施した（Spatial Smoothing)。

fMRIデータは事象関連モデルを用いて解析した。各参加者の実験条件に関連した脳活動は、刺激呈示の時点における標準的な血流動態反応でモデリングした。体動を、共変量として投入し、それによって説明される変動を除外した。低周波のノイズを低減するために1/128 Hz high-pass filter、及び時間的補正のためのAR（1)モデルを適用した。集団解析における有意水準は、FWE voxel-level 多重比較補正 $p < .05$ およびFWE cluster-level 多重比較補正 $p < .05$ とし、全脳解析結果の右VLPFC（IBASPM71アトラスにおける右下前頭回に解析範囲を限定)領域のボクセル群を、賦活領域として同定した。

3. 結果

デート評定値におけるVLPFCの関与が、交際期間に応じて変動するという仮説を検討するために、線形混合モデルによる重回帰分析を実施した。分析にはR software [37]、およびRパッケージのlme4 [38]、lmerTest [39] (Kuznetsova et al., 2015)、optimx [40]を用いた。従属変数として、各参加者における、デート評定課題の各試行の評定値を投入した。独立変数（固定効果）として、ダミー変換した魅力（i.e., デート評定課題の条件、高魅力: 1、低魅力: -1)、右VLPFC信号変化率、および現在のパートナーとの交際期間の主効果・交互作用を投入した。交際期間については、正規分布に近似させるために、予め対数変換を行った(歪度: 変換前 = 1.54, 変換後 = 0.41; 尖度: 変換前 = 1.64, 変換後 = -0.81)。いずれの変数も、予め中心化を施した。また、変量効果として、参加者および刺激の要因を投入した [41]。

仮説を支持する結果として、VLPFC×交際期間の有意な交互作用が示された（B = -0.30, t = -2.28, CI = [-0.56, -0.04], p = .028)。また、魅力の有意な主効果が示された（B = 0.94, t = 10.47, CI = [0.76, 1.11], p < .001)。VLPFC（B = -0.14, t = -1.40, CI = [-0.34, 0.06], p = .170)および交際期間（B = 0.15, t = 1.38, CI = [-0.06, 0.36], p = .175)の主効果は示されなかった。また、評定条件×VLPFC×交際期間（B = -0.05, t = -0.95, CI = [-0.16, 0.05], p = .35)、魅力×VLPFC（B = -0.01, t = -0.23, CI = [-0.09, 0.07], p = .82)、および魅力×交際期間（B = -0.02, t = -0.44, CI = [-0.11, 0.07], p = .66)の交互作用は示されなかった。

VLPFC×交際期間の交互作用に関して、さらに詳細

に検討するため、単純傾斜の検定を行った。仮説を支持する結果として、交際期間が短い参加者群（mean - 1SD)では VLPFC の主効果が示されなかった一方（B = 0.16, t = 0.89, CI = [-0.19, 0.50], p = .38)、交際期間が長い参加者群（mean + 1SD)では VLPFC の有意な主効果が示された（B = -0.44, t = -2.82, CI = [-0.75, -0.14], p = .007)。これらの結果を図 3 に示す。

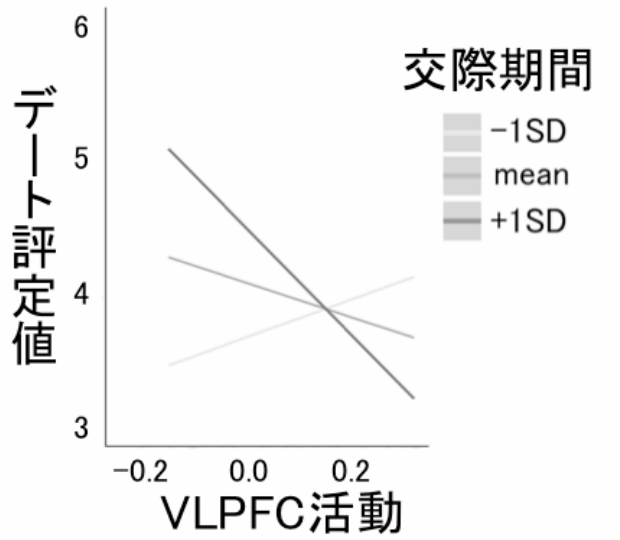


図 3. デート評定値に対する重回帰分析の結果：対数変換を施した現在のパートナーとの交際期間に応じた、右腹外側前頭前野（ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC)の信号変化率の主効果

4. 考察

仮説通り、derogation effect における VLPFC の関与が、交際期間の長さに応じて変動することが示された。すなわち、長期間の交際関係にある個人では、VLPFC による能動的抑制が伴わなければ、パートナー以外の異性に対する関心を抑制できない一方で、交際関係の初期にある個人では、そうした関係性が示されなかった。

これらの結果は、derogation effect が能動的な抑制によって遂行されるものであるとする従来の知見[15-17, 21]を拡張し、一夫一妻的関係の維持に関わる認知・神経機構が、恋愛関係の段階に応じて変動しうるものであることを示唆するものである。すなわち、関係の初期にはパートナーへの強いコミットメントにより、能動的な抑制を必要とせずに、他の異性に対する関心が自動的に抑えられていることが推測される。こうした関係初期の「中毒的な」熱愛は、特定の異性との関係を築くことを動機づける上で効率的な機構であると考えられている [28, 42]。そうした強いコミットメントは一方で、一般的には長くは続かず [30, 31]、関係の「マンネリ」化を避けることは難しい [32]。結果として、長期間の安定した一夫一妻的関係を維持するためには、能動的な抑制機構が重要な役割を果たすと考えられる。

本研究では検討を行わなかったが、現在のパートナーとの関係性についても検討する余地があると考えられる。例えば、パートナーに強くコミットしていたり、満足している個人ほど、derogation effect は強く示され [13, 43-46]、より長い関係を維持できる [23, 26]ことが示されている。加えて derogation effect は、パートナーの特性にも依存しうると考えられる。例えば、高い配偶価値（mate value)を有するパートナー（若い、身体的に魅力的、など)と交際関係にある個人ほど、関係の維持をより積極的に行うことが示されている [43]。また、中毒的な熱愛は、一般的には交際期間が長くなるにしたがって弱くなるとされるが [28, 47]、長期間のパートナーに対しても強く愛情を示す個人では、初期段階の熱愛と同様に、パートナーへの強い報酬系反応が伴うことが報告されている [48]。すなわち、長期間の関係であっても強いコミットメントがあれば、能動的な抑制を伴わずに、パートナー以外の異性に対する関心が自動的に抑制されることが予想される。

本研究の結果は、参加者間の相関分析に基づくものである。VLPFC の関与の交際期間に応じた変動を、同一個人内で検討するためには、縦断研究によるデータが肝要になると考えられる。また、本研究では男性のみを対象としたが、性差についての検討も重要である。男性は女性と比べ、一般的にはより多くの異性との交際関係を望むことが示されており [6, 12]、これは男女間で異なる配偶選択行動の方略を反映しているためであると考えられている [49]。特に女性では、月経周期に伴って、パートナー以外の異性に対する関心の程度が変動することが示されている [50, 51]。これらの知見を踏まえ、男女間での抑制機構における類似点と相違点を明らかにすることが重要であると考えられる。

5. 参考文献

[1] Fisher, H.E., (1989) "Evolution of human serial pairbonding", Am J Phys Anthropol,

Vol. 78, pp. 331-354.

[2] Rosenblatt, P.C., Hillabrant, W.J., (1972) "Divorce for childlessness and the regulation of adultery", J Sex Res, Vol. 8, pp. 117-127.

[3] Maner, J.K., Gailliot, M.T., DeWall, C.N., (2007) "Adaptive attentional attunement: evidence for mating-related perceptual bias", Evol Hum Behav, Vol. 28, pp. 28-36.

[4] Maner, J.K., Gailliot, M.T., Miller, S.L., (2009) "The implicit cognition of relationship maintenance: Inattention to attractive alternatives", J Exp Soc Psychol, Vol. 45, pp. 174-179.

[5] Barta, W.D., Kiene, S.M., (2005) "Motivations for infidelity in heterosexual dating couples: the roles of gender, personality differences, and sociosexual orientation", J Soc Pers Relat, Vol. 22, pp. 339-360.

[6] Buss, D.M., Schmitt, D.P., (1993) "Sexual strategies theory: an evolutionary perspective on human mating", Psychol Rev, Vol. 100, pp. 204-232.

[7] Hatfield, E., Rapson, R.L., Martel, L.D.,(2010) "Passionate love and sexual desire" In: S. Kitayama, D. Cohen (Eds.), Handbook of Cultural Psychology, Vol., Guilford Press, New York pp. 760-779.

[8] Murstein, B.I.,(1974) "Love, sex, and marriage through the ages", Vol., Springer, New York, 1974.

[9] Scott, E.S., (2000) "Social norms and the legal regulation of marriage", Virginial Law Rev, Vol. 86, pp. 1901-1970.

[10] Simmons, L.W., Firman, R.C., Rhodes, G., Peters, M., (2004) "Human sperm competition: Testis size, sperm production and rates of extrapair copulations", Anim Behav, Vol. 68, pp. 297-302.

[11] Thompson, A.P., (1983) "Extramarital sex: A review of the research literature", J Sex Res, Vol. 19, pp. 1-22.

[12] Wiederman, M.W., (1997) "Extramarital sex: prevalence and correlates in a national survey", J Sex Res, Vol. 34, pp. 167-174.

[13] Johnson, D.J., Rusbult, C.E., (1989) "Resisting temptation: devaluation of alternative partners as a means of maintaining commitment in close relationships", J Pers Soc Psychol, Vol. 57, pp. 967-980.

[14] Simpson, J.A., Gangestad, S.W., Lerma, M., (1990) "Perception of physical attractiveness: mechanisms involved in the maintenance of romantic relationships", J Pers Soc Psychol, Vol. 59, pp. 1192-1201.

[15] Pronk, T.M., Karremans, J.C., Wigboldus, D.H., (2011) "How can you resist? Executive control helps romantically involved individuals to stay faithful", J Pers Soc Psychol, Vol. 100, pp. 827-837.

[16] Ritter, S.M., Karremans, J.C., van Schie, H.T., (2010) "The role of self-regulation in derogating attractive alternatives", J Exp Soc Psychol, Vol. 46, pp. 631-637.

[17] Ciarocco, N.J., Echevarria, J., Lewandowski, G.W., Jr., (2012) "Hungry for love: the influence of self-regulation on infidelity", J Soc Psychol, Vol. 152, pp. 61-74.

[18] Lewandowski, G.W., Jr., Mattingly, B.A., Pedreiro, A., (2014) "Under pressure: the effects of stress on positive and negative relationship behaviors", J Soc Psychol, Vol. 154, pp. 463-473.

[19] Ochsner, K.N., Gross, J.J., (2005) "The cognitive control of emotion", Trends Cogn Sci, Vol. 9, pp. 242-249.

[20] Barkley, R.A., (1997) "Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD", Psychol Bull, Vol. 121, pp. 65-94.

[21] Meyer, M.L., Berkman, E.T., Karremans, J.C., Lieberman, M.D., (2011) "Incidental regulation of attraction: the neural basis of the derogation of attractive alternatives in romantic relationships", Cogn Emot, Vol. 25, pp. 490-505.

[22] Karremans, J.C., Verwijmeren, T., (2008) "Mimicking attractive opposite-sex others: the role of romantic relationship status", Pers Soc Psychol Bull, Vol. 34, pp. 939-950.

[23] Linardatos, L., Lydon, J.E., (2011) "Relationship-specific identification and spontaneous relationship maintenance processes", J Pers Soc Psychol, Vol. 101, pp. 737-753.

[24] Maner, J.K., Rouby, D.A., Gonzaga, G.C., (2008) "Automatic inattention to attractive alternatives: the evolved psychology of relationship maintenance", Evol Hum Behav, Vol. 29, pp. 343-349.

[25] Miller, R.S., (1997) "Inattentive and contented: relationship commitment and attention to alternatives", J Pers Soc Psychol, Vol. 73, pp. 758-766.

[26] Le, B., Dove, N.L., Agnew, C.R., Korn, M.S., Mutso, A.A., (2010) "Predicting nonmarital romantic relationship dissolution: a meta-analytic synthesis", Pers Relationship, Vol. 17, pp. 377-390.

[27] Aron, A., Fisher, H., Mashek, D.J., Strong, G., Li, H., Brown, L.L., (2005) "Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love", J Neurophysiol, Vol. 94, pp. 327-337.

[28] Fisher, H.E., Xu, X., Aron, A., Brown, L.L., (2016) "Intense, passionate, romantic love: a natural addiction? How the fields that investigate romance and substance abuse can inform each other", Front Psychol, Vol. 7, pp. 687.

[29] Marazziti, D., Canale, D., (2004) "Hormonal changes when falling in love", Psychoneuroendocrino, Vol. 29, pp. 931-936.

[30] Sternberg, R.J., (1986) "A triangular theory of love", Psychol Rev, Vol. 93, pp. 119-135.

[31] Traupmann, J., Hatfield, E.,(1981) "Love and its effect on mental and physical health" In: R. Fogel, E. Hatfield, S. Kiesler, E. Shanas (Eds.), Aging: stability and change in the family, Vol., Academic Press, New York pp. 253-274.

[32] Tucker, P., Aron, A., (1993) "Passionate love and marital satisfaction at key transition points in the family life cycle", J Soc Clin Psychol, Vol. 12, pp. 135-147.

[33] Shackelford, T.K., Buss, D.M., (1997) "Cues to infidelity", Pers Soc Psychol Bull, Vol. 23, pp. 1034-1045.

[34] Aron, A.R., Robbins, T.W., Poldrack, R.A., (2004) "Inhibition and the right inferior frontal cortex", Trends Cogn Sci, Vol. 8, pp. 170-177.

[35] Mischel, W., Ayduk, O., Berman, M.G., Casey, B.J., Gotlib, I.H., Jonides, J., Kross, E., Teslovich, T., Wilson, N.L., Zayas, V., Shoda, Y., (2011) "'Willpower' over the life span: Decomposing self-regulation", Soc Cogn Affect Neurosci, Vol. 6, pp. 252-256.

[36] Lopez, R.B., Hofmann, W., Wagner, D.D., Kelley, W.M., Heatherton, T.F., (2014) "Neural predictors of giving in to temptation in daily life", Psychol Sci, Vol. 25, pp. 1337-1344.

[37] Team, R.C., (2016) "R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing", pp.

[38] Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., (2014) "lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4 (Version 1.1-13) [Software]. Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=lme4", pp.

[39] Kuznetsova, A., Brockhoff, P.B., Christensen, R.H.B., (2015) "lmerTest: Tests in linear mixed effects models (Version 2.0-25) [Software]. Retrieved from http://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/, pp.

[40] Nash, J.C., Varadhan, R., Grothendieck, G., (2013) "optimx: a replacement and extension of the optim() function (Version 2013.8.7) [Software] Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=optimx

", pp.

[41] Barr, D.J., Levy, R., Scheepers, C., Tily, H.J., (2013) "Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal", J Mem Lang, Vol. 68, pp. 255-278.

[42] Fletcher, G.J.O., Simpson, J.A., Campbell, L., Overall, N.C., (2015) "Pair-bonding, romantic love, and evolution: The curious case of Homo sapiens", Perspect Psychol Sci, Vol. 10, pp. 20-36.

[43] Buss, D.M., Shackelford, T.K., (1997) "Susceptobolity to infedility in the first year of marriage", J Res Pers, Vol. 31, pp. 193-221.

[44] Drigotas, S.M., Safstrom, C.A., Gentilia, T., (1999) "An investment model prediction of dating infidelity", J Pers Soc Psychol, Vol. 77, pp. 509-524.

[45] Lydon, J.E., Fitzsimons, G.M., Naidoo, L., (2003) "Devaluation versus enhancement of attractive alternatives: a critical test using the calibration paradigm", Pers Soc Psychol Bull, Vol. 29, pp. 349-359.

[46] Rusbult, C.E., (1983) "A longitudinal test of the investment model: the development (and deterioration) of satisfaction and commitment in heterosexual involvements", J Pers Soc Psychol, Vol. 45, pp. 101-117.

[47] Murstein, B.I., (1970) "Stimulus, Value, Role: a theory of matital choice", J Marriage Fam, Vol. 32, pp. 465-481.

[48] Acevedo, B.P., Aron, A., Fisher, H.E., Brown, L.L., (2012) "Neural correlates of long-term intense romantic love", Soc Cogn Affect Neurosci, Vol. 7, pp. 145-159.

[49] Buss, D.M., (1989) "Sex differences in human mate preferences: evolutionary hypotheses tested in 37 cultures", Behav Brain Sci, Vol. 12, pp. 1-49.

[50] Penton-Voak, I.S., Perrett, D.I., (2000) "Female preferences for male faces changes cyclically: Further evidence", Evol Hum Behav, Vol. 21, pp. 39-48.

[51] Penton-Voak, I.S., Perrett, D.I., Castles, D.L., Kobayashi, T., Burt, D.M., Murray, L.K., Minamisawa, R., (1999) "Menstrual cycle alters face preference", Nature, Vol. 399, pp. 741-742.

離れて暮らす子供との遠隔共食が親の主観的幸福感にもたらす要因の多角的検討

Study of Factors on Subjective Well-being in Video-mediated Co-eating Communications between Elderly Parents and Their Independent Children

徳永弘子，紺野遥，日根恭子，武川直樹
Hiroko Tokunaga, Haruka Konno, Kyoko Hine, Naoki Mukawa

東京電機大学
Tokyo Denki University
17kz007@ms.dendai.ac.jp

Abstract

In this paper, we clarify influences of video-mediated co-eating experiences between elderly parents and their independent child and whether they can improve the parents on the subjective well-being. We examined one elderly mother's QOL evaluation scores for two months during which they performed video-mediated co-eating. The results showed that on the day co-eating, the elderly mother was satisfied with "human relations" and "significance of existence". In addition, the regular co-eating habit have improved her "mood", "physical condition", "motivation for tomorrow." In order to investigate these factors effect, we analyzed satisfaction score of co-eating communication, the topics of conversations during meal, quality of meals, and interviews. As a result, we found that the elderly mother could be relaxed to talk, share new topics, and show empathy through conversations. These factors may have effects on the physical and psychological health of the elderly.

Keywords —Co-eating, Video-mediated Communication, Quality of Life, Subjective Well-being

1. はじめに

食事コミュニケーションが人にもたらす影響についての研究は，発達心理学，家族関係論において盛んに取り組まれ，特に幼児期，児童期，青年期においては心身の発達に重要な役割を担うことが報告されている[1,2,3]．しかし，老年期においては，健康維持の観点より，栄養バランスや食事支援の研究は盛んである一方，食事コミュニケーションと心身の健康に関わる検討は少ない．わずかに，足立らの報告によれば，高齢者の食事満足度を規定する要因として第一に食事量，第二に一緒に食事をする人の有無，第三に健康維持への積極性が関わるとされ，誰かと一緒に食事をすることの重要性が示されている[4]．昨今の我が国においては，社会的活動からリタイアした高齢者，さらに子供家族との非同居や一人暮らしの高齢者が増加傾向にある[5]．よって，超高齢社会における高齢者の食事コミュニケーションの役割はこれまで以上に重要であり，共食の機会の確保や促進は喫緊の課題である．

我々の研究グループでは，子供家族と離れて暮らす高齢者のコミュニケーション支援を目的に，VMC (Video-mediated Communication)システムを利用して遠隔地間を繋いで食事を共にすること（以降，遠隔共食）の効果を検討している．これまでにA親子（母：71歳，千葉県在住．娘：44歳，東京都在住），B親子（父：76歳，東京都在住．娘：46歳，神奈川県在住），C親子（姑：81歳，茨城県在住．嫁：55歳，千葉県在住）の3組に協力を依頼し，それぞれの自宅にiPadを置き，2か月の調査期間を設け，親子間で6〜7回の遠隔共食をしてもらった．定期的なインタビュー，毎日の生活記録の記入，共食場面の映像収録に協力してもらい，定期的な遠隔共食行為と高齢者の主観的幸福感との関連の解明に取り組んでいる．

しかしながら，定期的なインタビューを重ねるにつれ，3組の親子はいずれも遠隔共食を好意的に受け入れているものの，コミュニケーションのニーズは家族関係の様相や生活習慣により異なることがわかってきた．そのため，遠隔共食が家族の生活にいかに溶け込み，利用者の心的変化といかなる関わりを持つかを検討するためには，一般形の結論を求めるより，各利用者の実生活に寄り添った多角的な検討が重要であると考えた．

そこで本稿では，3 組の中で最も連絡頻度の少なかったA親子を例に，2か月間の記録を通して，娘との遠隔共食と親の主観的幸福感(Subjective well-being)との関連を検討する．主観的幸福感とは，意欲，安心で心が満ち足りていると感じている状態を指し，人のQOL (Quality of Life)に関わる心理的側面といえる[6]．本研究においては，高齢の親に毎日記入してもらった主観的健康度，生活充実感，生活意欲などの評価

（以降，QOL 評価）を主観的幸福感の指標とし，指標に関わる要因を，共食場面の映像，食事満足度，食事会話の内容，インタビュー結果から多角的に検討する．

2. 実験協力者とデータの取得

2.1 A親子のプロフィール

本研究において分析対象とする，高齢の親（仮名：富子）と娘（仮名：早紀）について記す．

富子は夫と二人暮らしで，10 年ほど前に現在居住する千葉県のマンションに引っ越してきた．手芸を得意とし，部屋にはこれまでのたくさんの作品が飾られている．高齢になってからは愛犬の世話や自家菜園を楽しんでいる．フィットネスクラブに通うなど健康状態は良好で，ボランティア活動も精力的にこなしている．1 か月に 1 度は都内で娘や孫と食事をする機会を作っているが，早紀の仕事を気遣い，頻繁な電話やメールは控えている．富子のもう一人の娘（長女）が高校生の子供を連れて訪れることはあるが，孫の部活などがあり以前に比べると，会える機会が減っている．

早紀は富子の次女である．中学の息子と 2 人で，東京に暮らしている．自宅でフリーランスの仕事に就いており，忙しい毎日を送っている．離れて住む両親のことは常に気にかけているが，現在は元気に暮らしている様子を見守っている状況である．

2.2 データの取得

富子と早紀の遠隔共食は，2015 年 9 月 1 日～10 月 31 日の 2 か月の間において実施された．遠隔共食はインターネット回線を利用した．通信機器は親子両世帯に Apple 社製の iPad Air Wi-Fi モデル（240mm×169.5mm）を配布し，通信の際のアプリケーションは Apple 社が開発したビデオ電話 FaceTime[6]を使用することとした．iPad は軽量でコンパクトなため，設置場所が選びやすいこと，FaceTime は iPad の起動から接続まで，操作のステップ数が少ないため，高齢者にとって負担が少ないと判断した．

この間，2 人には，毎日生活記録の記入，毎食の写真撮影，遠隔共食場面のビデオ撮影，インタビューの協力を依頼した．以下にその詳細について述べる．

生活記録の記入：

生活記録は，1 日 1 枚記入してもらえるように作成し，2 か月分の用紙を 1 冊のファイルにして託した．

記入の項目として

・今日 1 日の生活：その日の起床から就寝までの生活の流れを記入する．

・食事について：食事満足度（満足でない－あまり満足でない－そこそこ満足である－満足である，の 4 件法）や，誰と食事をしたか，食事相手がいた場合には食事中の話題内容について記入する．

・日記：タイトルを「今日，一番○○だった出来事について」とし，○○を最も印象に残った感情，例えば嬉しかった，悔しかった，がっかりしたなどに置き換えて，自由に記述する．

・QOL に関する質問：①今日の気分はいかがでしたか（気分），②今日の体調はいかがでしたか（体調），③今日接した方との人間関係に満足されましたか（人間関係），④今日は充実した一日でしたか（充実感），⑤今日は他人の役に立ったと感じることがありましたか（存在意義），⑥明日やりたいことはありますか（明日への意欲）の 6 つの項目に評価してもらった．各項目は QOL の評価に関する先行研究[7, 8, 9]を参考に，主観的健康度，生活充実感，生活意欲などの質問となるよう作成した．回答には，VAS（Visual Analogue Scale）方

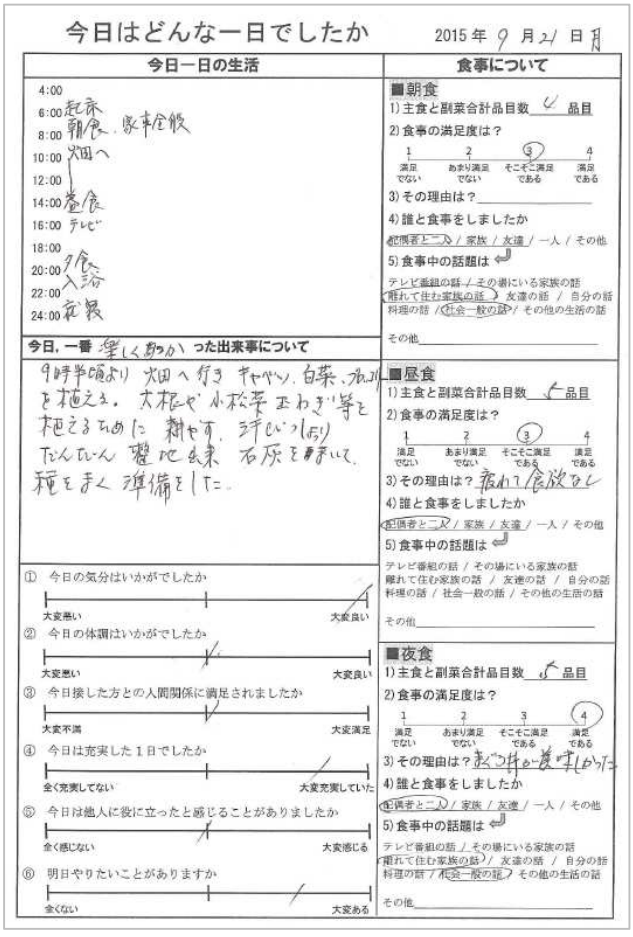


図 1　ある 1 日の生活記録

式を用いた．具体的には，10cm のスケールを用意し，左端を最もネガティブな評価，右端を最もポジティブな評価とした. 該当する程度に印をつけてもらい, スケールの左端から印がつけられた点までの距離(mm)を定規で計測し，数値を各質問項目への評点として記録した．ある 1 日の記入例を図 1 に示す.

毎食の写真撮影：

実験用の iPad のカメラ機能を使って，朝，昼，晩の毎食において食事写真を撮影してもらった．これは食事の豪華さや量が食事の満足度，QOL 評価の高低，共食の有無と関連があるか参考にするためであった．特別なメニューを用意することなく，日々のありのままの食事を写真に収めてほしいと依頼した．iPad を回収したところ, 手料理から出来合い惣菜, カップラーメンなど，2 カ月に及ぶ全食事 180 食が撮影されていた.

遠隔共食の実施とビデオ撮影：

実験期間は，2 カ月，全 8 週間である．そのうち初めの 2 週間は遠隔共食を行わず，残りの 6 週間で最低 6 回の遠隔共食を行ってもらうよう依頼した．これは, 遠隔共食の効果を実施前と後で比較をするためである．また，最低 6 回とは，後半 6 週間においておおよそ週 1 回以上のペースで遠隔共食をしてもらう狙いがある.

また遠隔共食の 3 回分をビデオに収録してもらった．食事が日常通りに進むよう実験者の介入を控え，協力者らにビデオカメラを託しそれぞれに共食の様子を撮影してもらった.

インタビュー：

富子と早紀に対し，初回訪問時，1 か月経過時，2 カ月経過時に，それぞれ約 1 時間半の半構造化面接を行った.

初回訪問時の面接においては「日常の連絡や相互の行き来について」「普段の食事における会話や食物に関して」「仕事，ボランティアなどの対外活動について」「趣味，嗜好，好き嫌い，こだわりなどについて」「遠隔共食会話に対するイメージについて」を尋ねた.

1 カ月経過時，2 カ月経過時では，遠隔共食会話に関することを中心に「iPad での通信や機器に関する問題について」「遠隔共食の前の準備，食事中，食後の様子について」「遠隔共食を行っての感想について」を主な聞き取り項目とし, その他, 富子や早紀に自由に話してもらった．会話は IC レコーダーに録音し，内容はすべて文字に起こした.

なお，本調査は東京電機大学ヒト生命倫理委員会が定めるガイドラインに沿って行い，協力者にはビデオカメラで収録した映像や静止画を学会誌などに掲載する同意を得た．協力者には謝礼金を支払った.

3. 結果

本研究では富子の主観的幸福感と早紀との遠隔共食行為の関連を明らかにするため，はじめに富子の QOL 評価を示し, 次に, 食事コミュニケーションの満足度, 食事中の会話トピックの分析，遠隔共食中の映像観察, インタビューの結果を分析する．特に，富子の QOL の変化に関連する要因を，各データの共食コミュニケーションに関する記述に着目し分析を進める.

3.1 遠隔共食行為と QOL 評価の関連

2.2 に示した通り，富子には毎日，日記と QOL を評価してもらった．日記には「フィットネスクラブで計測したら体脂肪が減っていたので嬉しい」「家庭菜園の野菜が育っていて楽しみだ」「愛犬の体調が良くなく心配だ」「ボランティア先の人に嫌みを言われて困った」など，ポジティブな内容からネガティブな出来事までの心情が記されていた．また，「早紀との遠隔共食で話が弾み楽しかった」など, 遠隔共食を行った日は, 心に残ったイベントとして記録されていた.

QOL に対する日々の主観的な評価は, その日の出来事に大きく左右されると考えられる．そこではじめに, 遠隔共食の行為がその日の QOL に及ぼす影響について分析する.

富子の 2 か月間の朝，昼，夕 180 食分の記録によると，早紀との遠隔共食は 7 食，早紀や，長女とその子供と直接対面しての食事が 10 食, 友人との食事が 1 食, その他夫と二人の食事，あるいは一人の食事が 162 食であった．ここでは, 早紀と孫と遠隔共食を行った日が富子の QOL 評価に影響するかについて調べるため遠隔共食を行った 6 日分（1 日は QOL 評点未記入のため除外）と朝昼晩 3 食全て夫と二人の食事であった日の, 46 日分の評点の平均を比較する.

QOL の項目は①気分，②体調，③人間関係，④充実感，⑤存在意義，⑥明日への意欲の 6 項目である．図 2 に結果を示す．遠隔共食を行った日と夫と二人で食事をした日について，各項目の平均得点を比較した結果，『今日接した方との人間関係に満足されましたか（人間関係)』（$t(47)=2.35, p<.05$）（3 日分未記入），『今日は他人の役に立ったと感じることがありましたか（存在意義)』（$t(50)=3.25, p<.01$）において，遠隔共食を行った日の平均点が有意に高かった．これによ

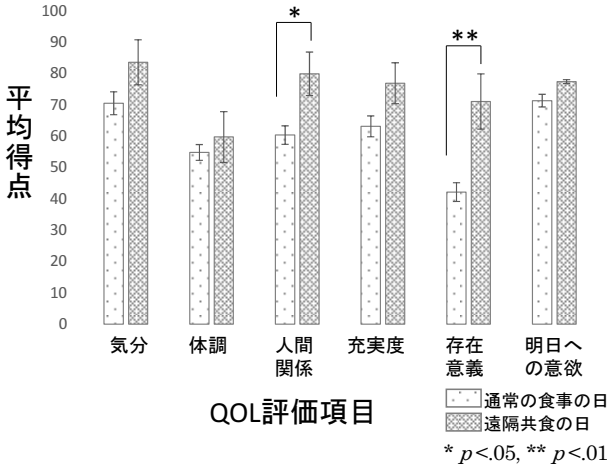


図 2　通常の食事の日と遠隔共食の日における QOL 平均得点の比較　(エラーバーは標準誤差)

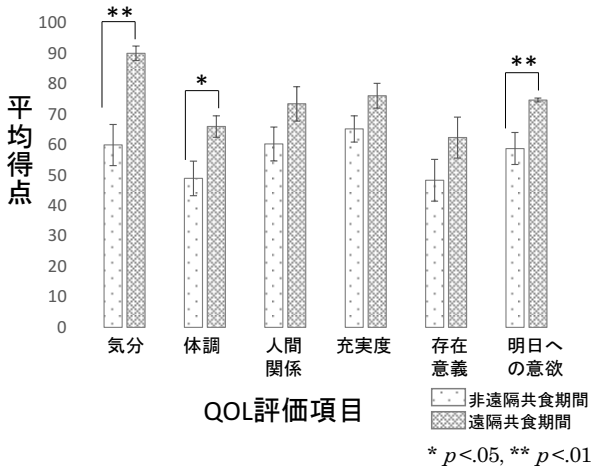


図 3　非遠隔共食期間と遠隔共食期間における QOL 平均得点の比較　(エラーバーは標準誤差)

り, 遠隔共食を行った日は, 富子はその日の人間関係に満足し, 人の役に立ったと感じていることが示された.

しかし, 本研究が狙う, 遠隔共食行為と主観的幸福感の関連の解明は, 1 回の共食がその日の評価にもたらす影響だけではなく, 定期的な共食行為の継続が, 共食をしない日を含めた主観的幸福感に影響をもたらすかを調べる必要がある. そこで, 次に遠隔共食をしていない調査の前半 12 日 (非遠隔共食期間), 遠隔共食をした後半 12 日 (遠隔共食期間) の QOL 評価を比較した.

なお, 非遠隔共食期間と遠隔共食期間において, ネガティブな出来事, あるいはポジティブな出来事が, 継続して起きた場合, その期間の QOL 評価の偏りに影響することが考えられる. そこで生活記録に記載された日記内容が肯定的/否定的のどちらに捉えられるか, 第三者の視点から評価を行った. 評価者は筆者のうち 2 人と大学生 2 人計 4 人が, 日記の内容を 4 件法にて評点をつけた (否定的 (1 点) から肯定的 (4 点)). 非遠隔共食期間と遠隔共食期間において, 1 日ごとに 4 人の評点平均を比較したところ, 有意な差は認められなかった ($t(22)=0.518$, *n.s.*). そこで, 非遠隔共食期間と遠隔共食期間の出来事から心的状態への影響に差は無いと見なし, QOL の平均得点を比較した. 結果を図 3 に示す.

図 3 の通り,『今日の気分はいかがでしたか (気分)』($t(22)=4.20, p<.01$),『今日の体調はいかがでしたか (体調)』($t(22)=2.56, p<.05$),『明日やりたいことはありますか (明日への意欲)』($t(22)=3.01, p<.01$) の評価が, 遠隔共食期間において有意に高い結果となった. このことから, 継続的な遠隔共食は日々の気分, 心身の健康, 生活意欲の向上に貢献していることが示された.

以上, QOL 評価得点の分析により, 富子にとって遠隔共食を行った日は, その日の人間関係や存在意義の意識が向上し, 定期的な共食行為は気分, 体調, 生活意欲が向上することが示された. この結果に対し, 遠隔共食のいかなる要因が関連付けられるかを探るため, 次節において 2 か月間の生活記録, 遠隔共食の会話観察, インタビュー結果を詳細に分析する.

3.2　QOL 向上に関する要因分析

食事コミュニケーションへの満足度

はじめに, 富子が通常の食事に比べて, 子供 (家族) との共食コミュニケーションに満足を感じているのかについて分析する. そのため, 分析には生活記録に記入された「食事満足度」の評点を用いて, 夫と二人での食事と, 子供 (家族) と遠隔共食または対面共食をした場合の満足度を比較する. ここで, 食事満足度には, コミュニケーションの満足度の他に足立らが[4]において示す通り, メニューの豪華さや量の満足度なども含まれていると考えられる. そこで, メニューそのものの影響を除くため, 3.1 と同じ評価者により, 客観的に食事のメニューを評価し, 点数化し, 富子の食事満足度から差し引くこととした.

具体的には, 評価者 4 人はそれぞれ, 図 4 に示す食事の写真を見て, メニューの豪華さや食事量の多さから富子の食事満足度を推測して, 4 件法によって得点を付けた. この作業は 4 人が各自独立に行い, 後日集計し得点の平均を客観評価(メニュー評価)とした. ここで, 4 人の評価得点のうち 1 以上のばらつきが生じ

図 4　食事写真の評価用紙

たメニューは分析対象外とした．この客観的な視点より得たメニュー評価得点を富子の食事満足度から差し引くことで，通常の食事と共食中のコミュニケーションの満足度に違いがあるか分析する．

実験期間中，富子は朝食を子供家族と共にすることが無かった．そこで，共食コミュニケーションの満足度を調べるにあたっては，昼食と夕食の 120 食を対象にする．さらに，そのうち食事満足度の記録が未記入であった食事と，評価者らのメニュー評価の差が 1 を超えた食事を除いた 103 食を分析する．夫婦二人の食事，子供家族との共食の内訳を表 1 に示す．

表 1　実験期間中の食事形態の内訳

夫婦二人の食事	子供家族との共食	合計
89 回	14 回（内 4 回は遠隔）	103 回

食事満足度を目的変数，共食の有無を説明変数，メニュー評価を共変量とした共分散分析を行った．その結果，共食時の食事満足度が共食なしに比べて，有意に高かった($F(1,101)=6.20$，$p<.05$)．よって，食事中のコミュニケーションにおいて，富子は夫と二人の食事より子供家族との共食の方が有意に満足していることが示された．

これは，生活を常に共にする夫との会話に，子供家族の新たな話題が加わることにより，食事中の会話が活性化され満足度を高めていると推測される．そこで，次に夫と二人の通常の食事と子供家族との食事中のトピックの内容と数を分析し，食卓でどのような話題が展開されているか調べる．

食事中のトピック内容とその数の分析

富子の生活記録のうち，遠隔共食期間の 6 週間に記載された食事中のトピックについて分析する．トピックは，テレビや新聞によるニュースの話や（2015 年 9 月頃であったため，関東・東北豪雨，阿蘇山噴火などの話題が多い）社会一般の話を『社会的な話』，日常的な話（愛犬のこと，夫と一緒に行っているボランティア活動など），自分の話（家庭菜園の畑の様子，自転車を修理するなど）や料理の話（焼いたパンがいまいちだったなど）を『実生活の話』，その場に居合わせる家族の話（夫の健康診断，子供家族との共食であれば子供家族の話）を『その場の家族の話』，離れて住む家族の話（夫と二人の食事でする子供家族の話）を『離れて住む家族の話』の 4 つのカテゴリにまとめた．

さらに，食事シーンを 5 つに分類した．具体的には，子供家族との①遠隔共食（7 回），②対面共食（10 回），③遠隔共食の前後 3 食（21 回），④対面共食の前後 3 食（30 回），⑤その他夫婦二人（36 回）である．食事条件ごとにトピックの内容をカウントした結果を図 5 に示す．

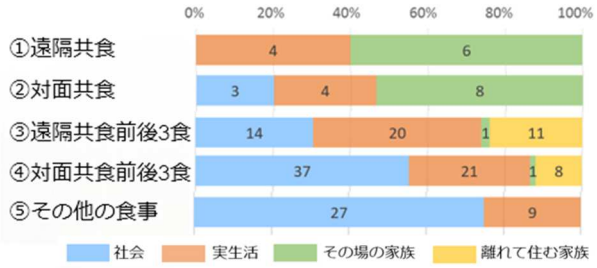


図 5　5 つの食事シーンにおけるトピックの割合
（グラフ内の数値は実測値（複数回答有））

夫婦 2 人で食事をする場合は，常にテレビがついているため（初回インタビューより），共食ではない③④⑤では，社会的な話題が多くなっている．遠隔や対面による共食の場合には「その場の家族」の話題があがっており，トピックの割合の半分を超えている．特に注目したいのは，③④の共食前後の夫婦の食事においても，離れて住む子供家族のことが話題に上っていることである．子供との共食が近づく，あるいは終わった直後においては，共食中に出されたトピックについて夫婦間で話しているものと推測される．夫婦二人による社会的な会話に，子供家族の新しい話題が加わることで，活性化された会話の時間が進み，さらにその話題は共食の

図６　２回目に収録された遠隔共食の会話内容

後や，次回の共食前の夫婦の食事において，再び話題として上がっていると推測される．

そこで，次に富子と夫，早紀と息子４人における実際の遠隔共食において，どのようなトピックにより食事コミュニケーションが進んでいるのかを観察する．

映像に収録された遠隔共食会話の観察

遠隔共食をする日は，富子は夫が，早紀は息子が同席できるタイミングを選択していた．したがって，遠隔共食は大抵４人で行われていた．図７は２回目に収録された食事中の会話の内容である．図の左に早紀と息子，右に富子と夫の発話内容を示す．

会話は約 30 分間である．相互に映像が繋がると，早紀が，①息子と作った料理の説明などをはじめ，説明が終わると富子が，②家庭菜園で獲れた野菜の料理を披露している．次に，③～⑦までは，前回遠隔共食してから今日までの出来事などを報告しあっている．特に，早紀にとって息子の中間試験は重要なイベントであったため，この日はやっと一息ついたタイミングで中間試験前後の出来事を報告している．早紀の⑦の発言により，富子と夫は孫の様子を知り，これまで体調を崩しがちであった孫が，自転車で街の近隣を巡った後，プールに遊びに行くほど元気になったことをとても喜んでいる．⑪～⑬でテレビの話題に移るが，富子の夫が⑭で早紀の近隣の話題に戻している．それに対し⑮で早紀が追加の状況を述べたことで，⑯で富子はボランティア活動が終わったらそこに行ってみたいと話し，会話を終えていた．

図６において，会話の開始で相互に食事メニューを見せ合い，近況報告をし合うことは，３回の映像に共通して観察された．また，早紀が富子に問いかけると，富子は夫と確認したり相談したりしながら答える場面も見られた．⑤では，富子がテレビで見た勉強法を細かく孫に伝えるなど，早紀の教育を手助けする発言をしていた．⑧以降はたわいもない雑談であるが，富子が早紀が提供するトピックに対し「びっくりした」「良かったね」「興味がある」「行きたい」などの共感を示す発話が多く見られた．

こうした食事コミュニケーションの機会が富子と早紀の日常に埋め込まれることが，二人にどのような影響を及ぼしているかを明らかにするため，次にインタビュー会話の発言を整理する．

インタビューにみる遠隔共食の効果

富子と早紀の日常生活に遠隔共食コミュニケーションが及ぼす影響は，共食する行為とその行為が遠隔地間を繋いで達成されることの二つが関わると考えられる．そこで，初回訪問時のインタビューから『日常のコミュニケーションについて』の発言を抽出し，遠隔共食実験前のコミュニケーションの実態を整理した．そして，１か月経過後，２カ月経過後の記録から『共食に対して』,『遠隔で行うことについて』言及している発言を

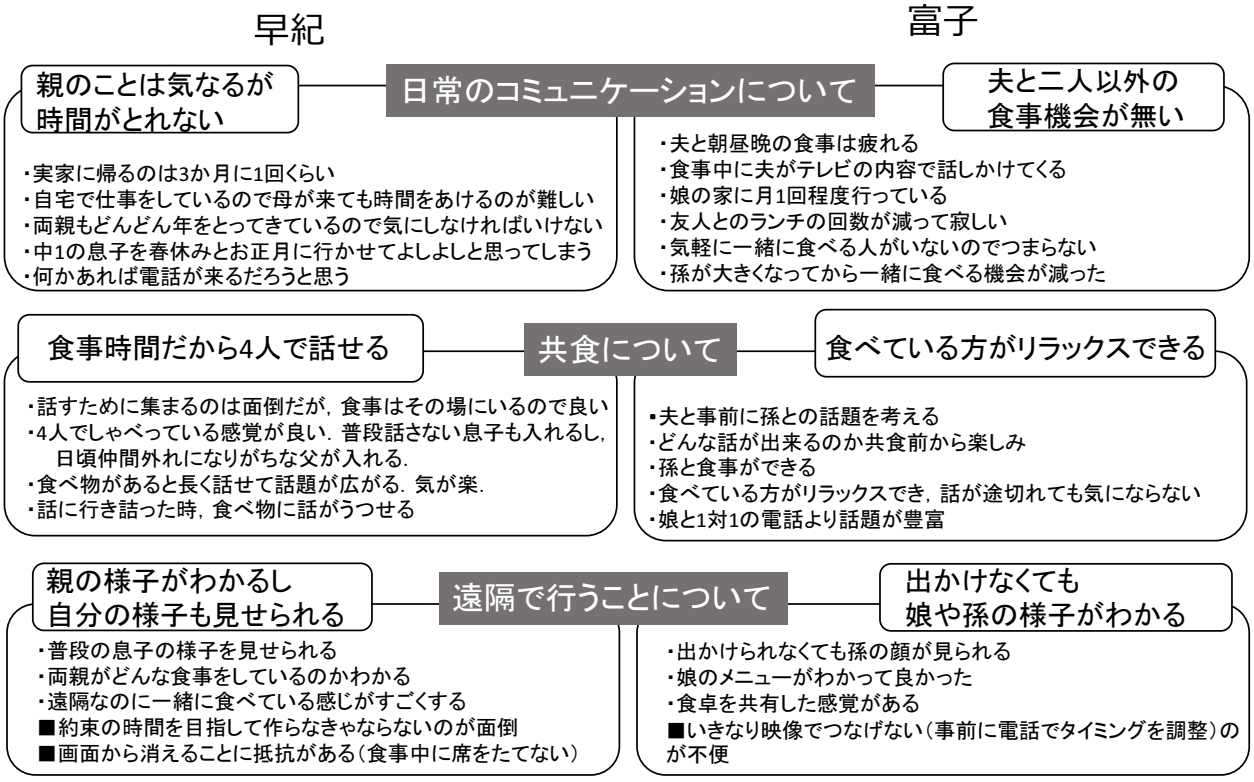


図 7　インタビューで取得された富子と早紀の発言

抽出し，図 7 の通り整理した．

初回訪問時に日常のコミュニケーションについて尋ねたところ，交流頻度は富子が月に 1 度早紀の自宅に行く程度で，双方の電話やメールのやりとりは用事があるときのみとのことであった．早紀は，両親もどんどん年をとってきているので気にしなければならない，と感じているが日頃の忙しさもあり，連絡をしそびれている現状が伺えた．富子は早紀の仕事を気遣って連絡を控えているが，一方でコミュニケーションの欲求は持っている．友人との食事の回数が少なくなりつまらない，孫が大きくなり部活が始まると一緒にご飯を食べる機会が減り寂しくなった，と述べ，夫と二人の食卓に物足りなさを感じているようであった．

日常的に早紀は「両親のことは気になるが時間がとれない」，富子は「夫と二人以外の食事機会が無い」という実態を抱えていた．

遠隔共食を体験した後のインタビューでは，早紀は，共食をすることに対し，食事は家族みんながその場にいるので，普段話さない息子や父とも話せて良い．目の前に食べ物があるので，話題も尽きないと話していた．富子は，共食の前はどんな話が出るか楽しみだし，孫と食事ができるのが嬉しい．食事をしているとリラックスでき，話しが途切れても気にならない，とのことであった．このように共食について，早紀は「食事時間だから 4 人で話せる」，富子は「食べている方がリラックスできる」との感想を持っていた．

さらに，こうした食事場面を遠隔地間で繋いで行うことについて，早紀は「親の様子がわかるし自分の様子も見せられる」，富子は「出かけなくても，娘や孫の様子がわかる」と述べていた．親子共に自宅での相手の様子を見られることに，遠隔で行うことのメリットを見出していた．一方で，早紀は約束の時間に食事の準備を終わらせなければならないことに負担を感じており，富子も iPad で通信を始めたい時には，電話をかけて準備状況を確認しなければならないことに不便を感じると述べていた．食事というイベントを遠隔地間で決められた時間に繋ぐことへの負担があることがわかった．

実験最終日のインタビューで富子は，遠隔共食は楽しく最近は自分の気持ちも変わってきたと話していた．早紀の発言によると，両親がすごく嬉しそうで，4 人で食事をすることで夫婦のマンネリ化した空気が替わったようだ，とのことであった．特に日頃の連絡は主に富子と早紀の 2 人で済んでいるが，食卓という家族が集まる機会を遠隔に繋ぐことで自然と 4 人が顔を合わせることができ，話題に広がりが出たと話していた．

以上の結果をまとめると，富子の QOL 評価の結果に

おいて共食をした日は人間関係に満足し，他人の役に立ったと感じているとの評価が高かった．また遠隔共食を定期的に行ったところ，遠隔共食をしていない期間に比べ，気分や体調が良く，明日への意欲が高くなることが示された．

その要因を探るため，食事コミュニケーションへの満足度を調べたところ，子供（家族）との共食におけるコミュニケーションの満足度が高いこと，共食をすると子供家族の話題が多く提供され，共食の前後においては夫婦のみの食事でも，子供家族について話されていることが分かった．映像を見てみると，食事を見せ合ったり近況報告をしたり，孫の話題で会話をしている様子がわかった．インタビューからは４人が揃うことにより話題に広がりが出て，話しやすい会話の場が作られているとのことであった．富子は遠隔共食を楽しみにしており，リラックスした雰囲気で会話を楽しんでいることがわかった．これら QOL の評点と共食コミュニケーションの分析結果がどのように関連しているのかについて次章で議論する．

4. 議論

4.1 QOL の向上と共食コミュニケーションの効果

共食をした日，富子は人間関係に満足し，人の役にたったと感じると高く評した．この結果は，共食のコミュニケーションの満足度が高いことと関連すると考えられる．食事中のトピック分析において，普段は夫婦二人でテレビや実生活の話題で食事をしているが，共食になると子供家族の話題が増えていた．さらに実際の映像を観察してみると，孫の中間テストがようやく終わったことや自転車でプールに行った話題が出ており，それぞれの話題に富子はコメントを返していた．特に中間テストの話題においては，テレビ番組で入手した勉強法を孫に伝授しており，早紀や孫に聞かせることで自らの存在意義を再認識するきっかけになっていた可能性がある．孫との関わりは高齢者の主観的幸福感を高めることが示されており[10]，子や孫と離れて暮らす高齢者にとって，孫に関する情報を得ることはその場のコミュニケーションの満足度を向上させるものと推測される．

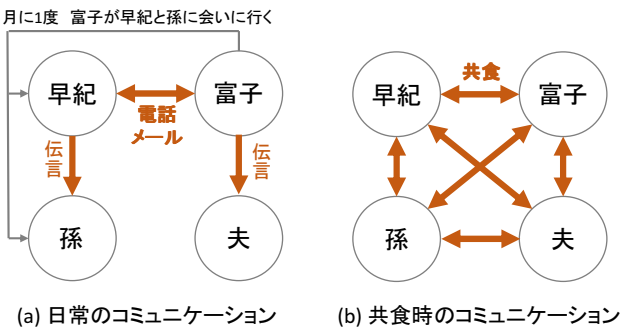
共食を定期的に行なうことにより，富子の気分や体調，明日への意欲は向上する傾向を示した．食事中のトピックの分析においては，離れて暮らす子供家族の話題が，共食前後では夫婦二人の食事でも話されていた．これはインタビュー会話においても言及されており，事前に夫婦で何を話そうか考えたり，どんな話ができるか共食を楽しみにしたりしているとのことであった．すなわち共食の効果は共食中や共食の日のみならず，共食をしない日にも及んでいたものと推測される．また，映像の観察から，富子は共食する前にテレビで見ていたラグビーの乱闘シーンを早紀と共有し，「元気になって良かったね」，「私もそこに行きたい」など早紀の話に共感を示していた．離れて暮らす早紀や孫と情報共有や共感し合う機会を定期的に設けることが，気分や意欲の向上に効果をもたらした可能性がある．

4.2 遠隔地間の食卓を繋ぐ効果

今回，分析対象とした母の富子と娘の早紀の間で交わされる日常のコミュニケーションは，当初は図 8-a に示す通り，富子と早紀による電話やメール，あるいは月に 1 度富子が早紀の自宅に行くというものであった．富子は早紀から聞いた話のうち情報を選択して夫に伝え，夫は富子を経由して早紀の家族の様子を把握する，また同様に早紀の息子も，祖父母の様子を早紀から聞くことになる．しかし 4 人揃っての共食であれば，話題の共有が同時にできるため，コミュニケーションの構図は図 8-b のようになる．

インタビューにおいて早紀が述べた，「4 人でしゃべっている感覚が良い．普段話さない息子も入れるし，日仲間外れになりがちな父が入れる．」との感想はまさにコミュニケーションが図 8-b の構図になるからである．さらに，富子が言うように「娘と 1 対 1 の電話より話題が豊富」であるのは，4 人が対面しその場で話題を共有するため，各人が持つトピックの周辺情報も提示され，広がりを見せることに因るものと考えられる．

こうした 4 人のコミュニケーションが実現することに対し，食事が大きな貢献を果たしていると考えられる．早紀がインタビューで「話すために集まるのは面



倒図 8 コミュニケーションの構図

だが, 食事はその場にいるので良い」と述べていたように，食事は家族が家にいれば各自が自然に同じ食卓に集まる. さらに, 食べ終わるまでその場を離れないのが食卓のマナーである. さらに「食事が目の前にあるので話題が途切れても, 食べ物の話に移れる.」「食べている方が, 話題が途切れても気にならない」など食事中ならではの効果がある．遠隔会話システムを利用した共食は，自宅に居ながら，一定の時間を 4 人で共有することが可能である. 食卓が家族を集め, 食事のマナーが家族をその場に座らせ，システムが遠隔地間を繋ぐ遠隔共食は，コミュニケーションの機会を逃しがちな母娘にとって，ニーズに対し有効に働いたものと考えられる.

5. まとめと今後の課題

本稿では，離れて暮らす子どもとの遠隔共食が高齢の親の主観的幸福感に及ぼす影響を明らかにするため, 親子間でコミュニケーションへの潜在的欲求がありながらもその頻度が少ない一組の母娘を対象に検討した.

２か月の調査期間を設け，娘と遠隔共食を定期的に行なってもらい, 母の QOL 評価を調べたところ, 遠隔共食行為が母の主観的幸福感の向上に関連していることがわかった. 特に, 食事が離れている家族を集め，一定の時間全員が食卓を共有することで，豊富で広がりのある話題を楽しむことが可能となり，富子の心身の健康に効果をもたらしていたと考えられる.

高齢の親とその家族においては，双方の生活スタイルの違いにより，日頃のつながりが希薄になりがちである. また, 離れて暮らす親子にとっては相互の家を行き来して食事を共にするには時間の制約もあり，なかなか実現が難しい. しかし今回の親子の例においては, たとえ遠隔地間であっても, VMC システムを利用して共食することは高齢の親の主観的幸福感の向上に寄与することが明らかになった．これは実際に対面して共食をするコストを減らし，コミュニケーションの効果を維持することに一定の評価を与えるものと考える. 一方, 冒頭で述べたように, 家族関係の機微により遠隔共食の影響は様々であると考える．高齢者のコミュニケーション支援を視座に, 今後様々な事例を積み上げ, 遠隔共食の可能性を検討する必要がある.

一人暮らし高齢者のコミュニケーション支援の問題はますます重要になっている. 親子関係のみならず, 今後は地域, 社会とのつながりを, いかに高齢者の日常生活に取り入れる検討する必要がある. 今後, 一人暮らしの高齢者の実態を調査し, ニーズを掘り起こし, 高齢者の主観的幸福感の向上に対するシステムの可能性を検討していく.

謝辞

本調査実施にあたり，協力者のご家族様にはインタビューへの同席や，使用機器の操作補助に多大なるご支援を賜りました．第三者の視点より貴重な情報提供を頂いたことをここに記し，心より深謝申し上げます.

本研究の一部は，科学研究費助成事業基盤研究（C）15K00887 による援助を受けた.

参考文献

[1] 石井克枝，ジャック・ピュイゼ，坂井信之，田尻泉 (2016)，“ピュイゼ 子どものための味覚教育 食育入門編”講談社

[2] 成瀬裕子，脇本景子，冨田圭子，大谷貴美子 (2007)，“家族とのコミュニケーションの内容や場面が児童の生活充実感に及ぼす影響～宝塚市 N 小学校高学年の児童を対象とした事例報告～”日本食生活学会誌，Vol.18, No.3，pp.270-276

[3] 田辺由紀，金子佳代子 (2001)，“大学生における食の満足感に影響を及ぼす因子”，日本家政学会誌，Vol.52, No.9，pp.839-848

[4] 足立蓉子 (1988)，“高齢者における食事満足度に及ぼす影響”，栄養学雑誌，Vol.46，No.6，pp.273-287

[5] 内閣府平成 27 年版高齢社会白書
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s_1.pdf

[6] 伊藤裕子，相良順子，池田雅子，川浦康至 (2003)，“主観的幸福感尺度の作成と信頼性・妥当性の検討”，心理学研究 Vol.74, No.3, pp.276-281

[7] 松林公蔵，木村茂昭，岩崎智子，濱田富男，奥宮清人，藤沢道子，竹内克介，河本昭子，小澤利男 (1992)，“‘‘Visual Analogue Scale”による老年者の「主観的幸福度」の客観評価：Ⅰ－標準的うつ尺度との関連－”日本老年医学会雑誌,Vol.29, No.11, pp.811-816

[8] 近藤勉，鎌田次郎 (2003)，“高齢者向け生きがい感スケール(K-Ⅰ式)の作成及び生きがい感の定義”，社会福祉学，Vol.43, No.2, pp.93-101

[9] 津軽谷恵 (2003)，“在宅高齢者と介護老人保健施設入所者の主観的 QOL について―Visual Analogue Scale を用いて－”秋田大学医学部保健学科紀要,Vol.11，No.1，pp.46-54

[10] 中村，辰哉，浜 翔太郎，後藤 正幸 (2007)，“孫との関係に着目した高齢者の主観的幸福感に関する研究”武蔵工業大学環境情報学部情報メディアセンタージャーナル，Vol.4, No.8, pp.75-86

赤信号が続いた後の黄信号で高齢者は高い接近動機づけ（攻撃性）を示す –近赤外線分光法（NIRS）による検討–

The yellow traffic light following repeated red lights induced the approach motivational component of anger in elderly adults -A NIRS study-

中田龍三郎[†]・久保（川合）南海子[‡]・岡ノ谷一夫[§¶]・川合伸幸[†¶]
Ryuzaburo Nakata, Namiko Kubo-Kawai, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

[†]名古屋大学・[‡]愛知淑徳大学・[§]東京大学・[¶]JST-ERATO岡ノ谷情動情報プロジェクト
Nagoya University, Aichi Shukutoku University, The University of Tokyo,
JST-ERATO Okanoya Emotional Information Project
† nakata@cog.human.nagoya-u.ac.jp, kawai@is.nagoya-u.ac.jp ‡namikokk@asu.aasa.co.jp,
§cokanoya@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Previous studies suggest that left-superior asymmetry in the brain activity reflects approach motivation of anger. As people gets upset, the asymmetry increases. We have demonstrated this phenomenon in terms of a near-infrared spectroscopy (NIRS). This asymmetry was greater in elderly adults than in younger adults due to their weak inhibitory potential of frontal lobe in a traffic jam of a driving simulator, whereas the young adults did not. In this study, we show that the elderly exhibited the left-superior brain activity (front-dorsolateral area) when they had to stop four times at an intersection due to red signal, whereas the young adults did not. Driving through the same intersections with blue signals did not yield asymmetric brain activity in the frontal lobe in both age groups. Interestingly, left-superior asymmetry in the brain activity was shown in elderly adults when they had to stop at an intersection with a yellow after they went through intersections with blue lights.

These results suggest that 1) yellow light induced the approach motivational component of anger in elderly adults when they experienced at deceleration/stop by a red light just before the yellow light, 2) a red traffic light produced asymmetric brain activity, which seems to reflect increased approach motivation (i.e., anger), and 3) approach motivation (anger) was evidenced only by the elderly adults, suggesting vulnerability in inhibitory potential of aged adults.

Keywords — anger, approach motivation, a near-infrared spectroscopy (NIRS), elderly individual, driving simulators

1. はじめに

怒りは不快で覚醒度が高いだけでなく、相手への介入や攻撃の原因となる高い接近の動機づけを伴う。この接近の動機づけは前頭部の脳活動に左優勢の不均衡状態をもたらすことが脳波を指標とした研究などで報告されている[1]。

この不均衡状態は怒りの原因に対処可能な場合には生じるが、対処が不可能な場合には生じないとされる[2]。運転中に渋滞する状況（怒りの対象が明確）をドライビングシュミレータ上で再現すると、高齢者では左右前側頭部の脳波に左優勢の不均衡状態が生じたが、若齢者では生じなかった[3, 4]。さらに近赤外線分光法（NIRS）による脳血流量反応の測定でも同様の結果を得た[5]。これらは運転場面でも怒りの原因への対処可能性によって脳活動の不均衡状態が生じることを示唆するとともに、怒りの接近動機づけの高まりは年齢によって異なり、加齢の影響が強いと考えられる。抑制機能に代表される認知機能の遂行のために高齢者は前頭前野皮質をより活性化させる必要があることがわかっており[6, 7]、高齢者の接近動機づけの高まりは前頭前野の機能低下が関係していることが示唆される。

自動車を運転する際には日常生活の他の場面よりも怒りが生じやすいとされる。たとえば運転中の不快な出来事（e.g., 無理な追い越しにあう）は運転以外の日常生活での不快な出来事（e.g., 列に割り込まれる）よりも怒りを感じる割合は高くなることが指摘されている[8]。運転中に生じる怒り（driving anger）は怒りの原因となる行動をとった車に対して攻撃的な行動をとること

（road rage）につながるとされる。たとえば怒りを感じることの多いドライバーのほうが日常的に危険運転を行いやすい傾向があることが示されている[9, 10]。つまり加齢の影響による怒りの接近動機づけの高まりは高齢者の危険運転の遠因となっている可能性がある。

渋滞は減速を強いられ思うように走行できない不快な状況と考えられるが、運転において同様に減速を強いられる不快な状況として交差点で赤信号に遭遇する状況がある。本研究では繰り返し赤信号を経験する状況と繰り返し青信号を経験する状況を設定し、くりかえし赤信号を経験した際に高齢者で接近動機づけの高まりに伴う脳活動の不均衡状態が示されるのか検討した。

さらに本研究では赤信号（あるいは青信号）に続いて黄信号に遭遇する状況を設定した。黄信号でも赤信号のように減速、停止を強いられるが、赤信号でくりかえし何度も減速、停止を強いられる状況と比べ接近動機づけへの影響は弱いと考えられる。よって黄信号それ自体によって脳活動の不均衡状態はほとんど示されないと予測される。しかし事前に経験した接近動機づけの高まりが後続する異なる状況にも影響するのであれば、赤信号で接近動機づけが高まった後に続く黄信号を経験することで黄信号でも接近動機づけが高まる可能性がある。

2. 方法

65歳以上の高齢者20人（65〜74歳、平均70.2歳）および若齢者4人（平均26.3歳）を実験参加者とした（発表時には若齢者も20名分のデータを得る予定)。すべての高齢者に改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)を実施し、全員の点数が総合点21点以上で認知症の可能性が低いことを確認した。

実際の運転環境を模した環境刺激をUC-Win Road (Forum8社)により作成した。55インチの液晶ディスプレイを縦３面、横３面の計９面（165インチ）で接続したマルチディスプレイに呈示した。ハンドルとブレーキ・アクセルデバイスを使用して運転操作を行った (図１)。

図１ 実験状況の例

シミュレータ上に再現した全長 4 〜 6.2 kmの一般道路をできるだけ早く完走することを課題とし、２回走行させた(図２)。速度の制限は設けなかったが、時速 80 km を超えるスピードで走行した参加者はいなかった。スタート地点および目的地点はあらかじめ決められており、目的地に到達するために左折、右折する必要はなかった。スタートから約１分後（約 1 km 地点）に一定間隔で４機の信号機に遭遇した(実験条件信号)。これらを通過したスタートから約４分走行した後に一定間隔で２機の信号機に遭遇した(テスト信号１、テスト信号２)。これらの信号は停止線通過５秒前に黄信号に変化し、約30秒間黄信号を維持した。交差点侵入前に黄信号に変化するため、実験参加者は停止する必要があった。

最初の４機の信号について、本研究では独立変数として以下の２条件を設定した。**（1）赤信号条件:** 実験参加者の運転する車両が通過する際、４本すべての信号が赤信号になるため、それぞれで停止（30秒）する必要があった。**（2）青信号条件:** 実験参加者の運転する車両が通過する際、４本すべての信号は青信号になり、停止する必要はなかった。２条件の実施順序は参加者ごとにカウンターバランスをとった。

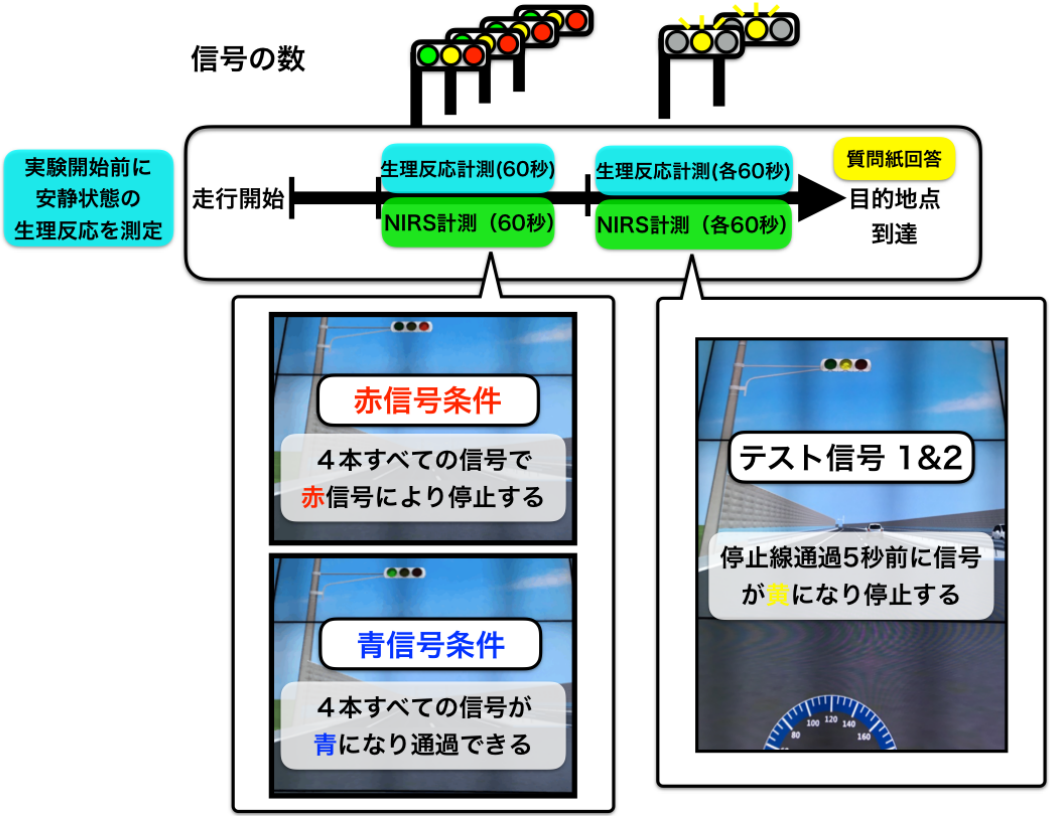


図2　実験状況の概略

NIRS の測定には Spectratec OEG-16（スペクトラテック社）を使用し、課題中の脳血流に含まれる酸化ヘモグロビン量(oxy-Hb)を測定した。左右前頭前野背外側の対称的な位置にある 2 チャンネル（国際 10–20 法（拡張 10–20 法）の定める F5/F6 付近に相当）を測定対象とした(図 3)。測定サンプリング数は 0.76Hz、信号が変化するタイミング（実験条件信号では赤／青、テスト信号では黄）を基準点として、基準点約 3 秒前～約 60 秒後を測定区間とした。

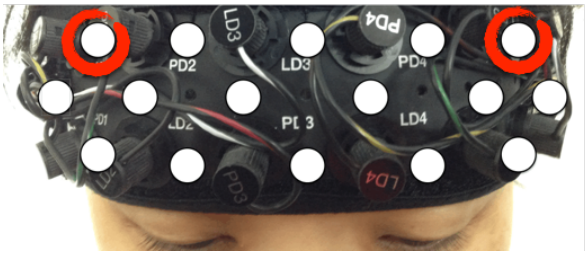


図3 測定チャンネルの位置

自律神経系の指標として NeXus-10 MarkⅡ（Mind Media 社製）を使用して心拍と皮膚電気コンダクタンス水準を測定した。実験開始前の安静時および NIRS 測定と同様の基準点後約 60 秒間を測定区間とした。

心理反応として状態攻撃性尺度（STAXI の下位項目）と気分評定尺度（PANAS）を各条件の走行終了後（赤信号課題：赤信号条件＋テスト信号 1＋テスト信号 2、青信号課題：青信号条件＋テスト信号 1＋テスト信号 2）に回答させた。

NIRS の測定データと加齢に伴う認知機能の変化の関係を検討するため、高齢者の実験参加者には実験開始前に Trail Making Test (TMT) を実施した。TMT は反応の切り替えや反応抑制が必要な課題であり、代表的な前頭葉高次脳機能検査としてよく利用されている[11]。1 から順番に数字を結ぶ Part A と数字と文字を交互に結ぶ Part B（たとえば、1→あ→2→い→・・・）から構成されている。本研究では Part B に要した反応時間から Part A に要した反応時間を引いた値をデータ分析に使用した。

3. 結果

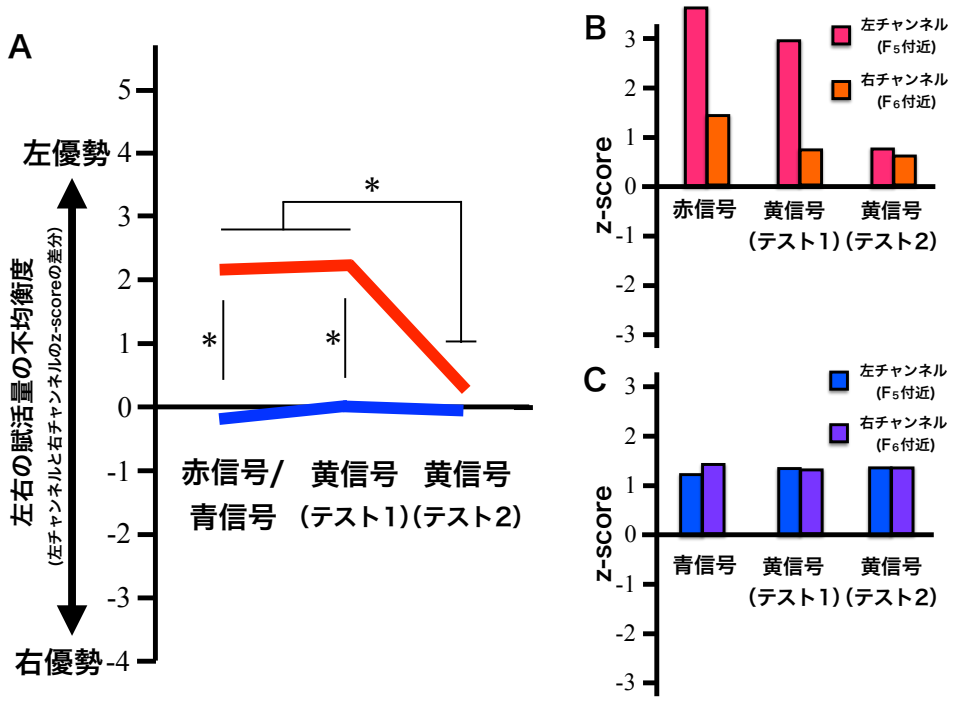
基準点前約3秒間の平均値と標準偏差を用い、基準点後約60秒間のz-scoreを求めた。各条件における60秒間の平均のz-scoreと左右チャンネルの賦活量不均衡状態（左チャンネルの賦活量−右チャンネルの賦活量）を分析した。高齢者の結果を図４に、若齢者の結果を図５に示す。高齢者の左右の賦活量の不均衡度に対して課題(赤信号課題、青信号課題) × 信号条件（実験条件信号（赤／青)、黄信号１、黄信号２）の分散分析を行ったところ、課題の主効果（$F_{1, 19} = 5.44, P < .05$)、信号条件の主効果（$F_{2, 38} = 3.38, P < .05$）が有意であり、課題×信号条件の交互作用が認められた（$F_{2, 38} = 4.63, P < .05$)。実験条件信号および黄信号１のときに赤信号課題のほうが青信号課題よりも有意に強い左優勢の不均衡が生じており、赤信号課題のなかでも黄信号２よりも実験条件信号および黄信号１のときに強い左優勢の不均衡が生じていた。実験条件信号が青信号のときおよびその後のテスト信号では左優勢の不均衡度に違いはなかった。若齢者ではいずれの条件でも左優勢の不均衡は見られなかった。

安静状態および各条件の測定区間内の平均の皮膚コンダクタンス水準を図６に、平均の皮膚コンダクタンス水準を図７に示す。高齢者の皮膚コンダクタンス水準に対して１要因の分散分析（①安静、②赤信号条件、③④赤信号条件後のテスト信号１、２、⑤青信号条件、⑥⑦青信号条件後のテスト信号１、２）を行ったところ、条件の主効果は有意であった（$F_{6, 114} = 31.33, P < .01$)。下位検定の結果、高齢者の皮膚コンダクタンス水準は赤信号条件でも青信号条件でも全体として安静時より高い値を示した。高齢者の値は全体として若齢者よりも低かった。高齢者の心拍数に対して１要因の分散分析を行ったところ、条件間に有意な差は認められなかった。高齢者の値は全体的に若齢者よりも低かった。

高齢者の安静状態および各実験条件の測定区間内の状態攻撃性尺度の結果を図8に、気分評定尺度の結果(快感情および不快感情)を図9に示す。状態攻撃性尺度に対して１要因の分散分析（①安静、②赤信号課題、③青信号課題）を行ったところ、条件の主効果は有意であった（$F_{2, 38} = 10.27, P < .01$)。下位検定の結果、高齢者は赤信号課題の数値が他の条件よりも高かった。気分評定尺度の快感情、不快感情それぞれに対して１要因の分散分析（①安静、②赤信号課題、③青信号課題）を行ったところ、不快感情で条件の主効果は有意であった（$F_{2, 38} = 8.25, P < .01$)。下位検定の結果、高齢者は赤信号課題の数値が安静状態よりも高かった。

高齢者の TMT Part A に要した時間は平均 45.0 秒、TMT Part B に要した時間は平均 89.05 秒であった。先行研究では 65-74 歳の高齢者は TMT-A で平均 47.8 秒、TMT-B で 112. 7 秒を要しており[12]、本研究における高齢者の参加者は TMT-B の遂行に要した時間が先行研究よりも若干短かった。

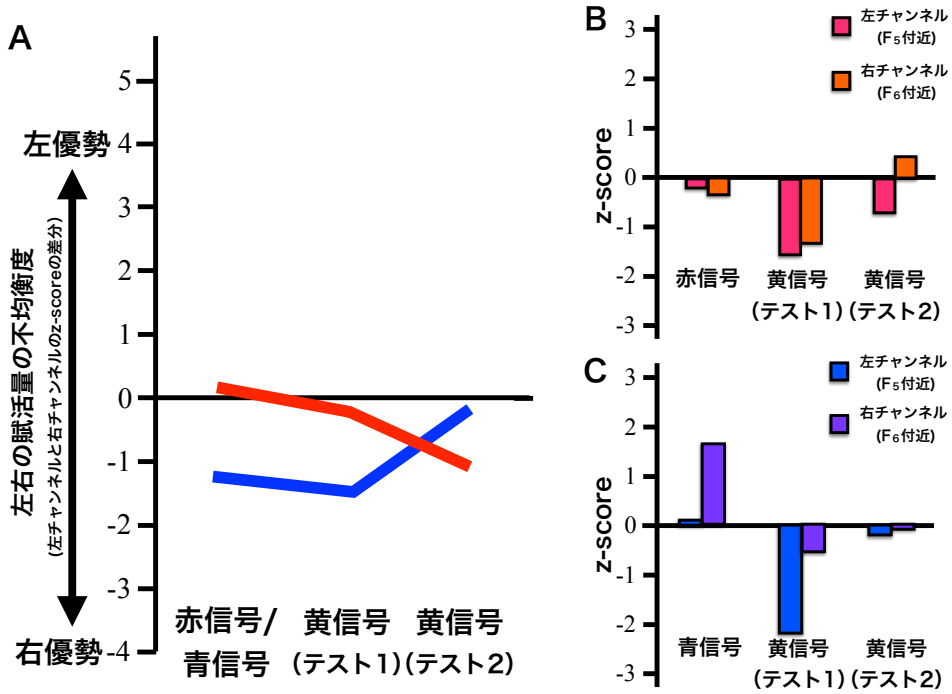
NIRS の左右脳賦活量の不均衡度と TMT の Part B と Part A の反応時間の差分との相関係数を各条件ごとに算出した（図 10)。赤信号条件（$r = 0.45, P < .05$）および赤信号後の黄信号（テスト１）（$r = 0.44, P < .05$）で有意な正の相関が得られた。青信号後の黄信号（テスト２）（$r = -0.52, P < .05$）で有意な負の相関が得られた。



*< .05 (不均衡度：赤信号, 赤信号後の黄信号(テスト１) > その他の条件)

図４ 高齢者の怒りの程度を示す脳血流量反応

(A: 左右の脳賦活量の不均衡度、B: 赤信号課題の z-score、C: 青信号課題の z-score)



*< .05 (不均衡度：赤信号, 赤信号後の黄信号(テスト１) > その他の条件)

図５ 若齢者の怒りの程度を示す脳血流量反応

(A: 左右の脳賦活量の不均衡度、B: 赤信号課題の z-score、C: 青信号課題の z-score)

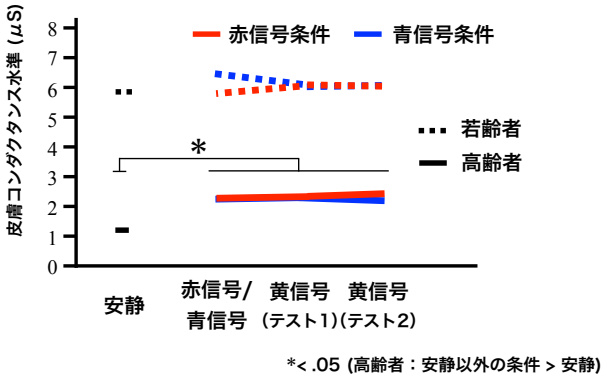


図６ 皮膚コンダクタンス水準

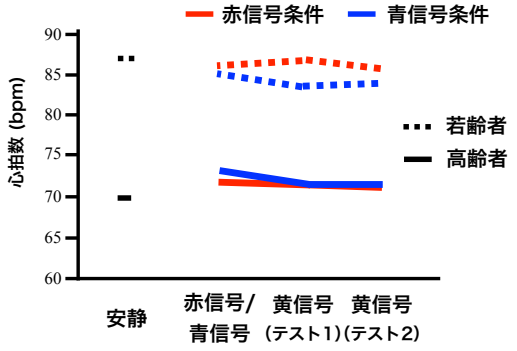


図７ 心拍数

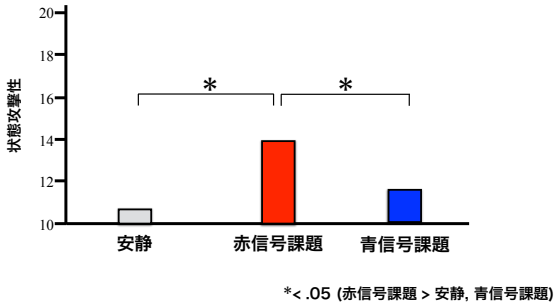


図８ 状態攻撃性尺度（高齢者）

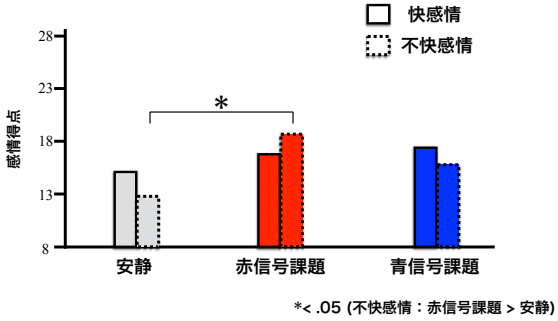


図９ 気分評定尺度（高齢者）

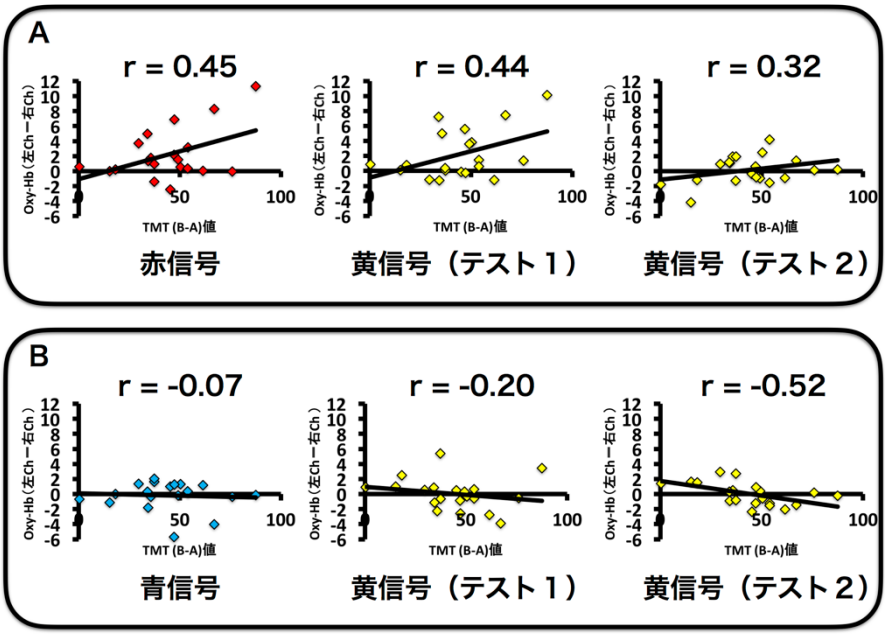


図 10 左右脳賦活量の差分と TMT 値との相関（A: 赤信号課題、B: 青信号課題）

4. 考察

高齢者では赤信号により停止する条件で左右前頭前野背外側の左優勢の不均衡状態が有意に認められた。若齢者ではこの傾向は認められなかった。高齢者は赤信号という明確な妨害要因により思う通りに走行できない状況で接近の動機づけを高め、怒りを誘発させたと示唆される。

さらに高齢者は赤信号直後の黄信号に対してより強い左優勢の不均衡状態を示した。青信号に続く黄信号ではこの傾向が示されていないため、同じ黄信号での停止であっても、それまでのごく短期的な経験によって主観的、生理的な反応が異なることを示している。このことから怒りの対象（赤信号）の直後に提示される場合は、強い接近の動機づけを生じさせない刺激（黄信号）でも強い接近の動機づけが生じると示唆される。

このことは一般的な前頭葉高次脳機能検査であるTMTとNIRSのデータ間での有意な相関が赤信号条件および続く黄信号（テスト１）で示されたことからも支持される。これらの条件における左右脳機能の賦活量の差は加齢による高次脳機能の変化によって生じている可能性がある。

高齢運転者は増加しており、全事故に占める高齢運転者の割合も増加している[13]。本来赤信号や黄信号は速度の減速を促し事故を未然に防ぐために重要であるが、過度の赤信号への遭遇は高齢運転者の接近の動機づけ（攻撃性）を高めることが示唆される。このことが実際に危険運転につながっているのか、より詳細に検討する必要があるだろう。

大会発表では若齢者のデータを加えた統計的検討を行い、高齢者の結果が加齢の効果であるかより詳細に検討していく予定である。

参考文献

[1]Kubo K, Okanoya K, and Kawai N (2012) Apology isn't good enough: An apology suppresses an approach motivation but not the physiological and psychological anger. *PLoS ONE*. **7**: e33006.

[2]Harmon-Jones E, Sigelman JD, Bohling A, and Harmon-Jones C (2003) Anger, coping, and frontal cortical activity: The effect of coping potential on anger-induced left frontal activity. *Cognition and Emotion*. **17**: 1-24.

[3]久保賢太・岡ノ谷一夫・川合伸幸 (2014) 運転場面での怒り反応（１）-ドライビングシュミレータを用いた中枢・自律・心理反応の測定-，*日本心理学会第 78 回大会発表論文集*.

[4]渡邉翔太・久保賢太・岡ノ谷一夫・川合伸幸 (2015) 運転場面での怒り反応（２），*日本心理学会第 79 回大会発表論文集*.

[5]中田龍三郎・久保（川合）南海子・川合伸幸 (2017) 高齢者の運転場面での怒り反応-近赤外線分光法（NIRS）による検討-，*日本発達心理学会第 28 回大会発表論文集*.

[6]Kawai N, Kubo-Kawai N, Kubo T, Terazawa T, and Masataka N (2012) Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: a near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *NeuroReport*. **23**: 819-824.

[7]中田龍三郎・久保（川合）南海子・川合伸幸 (2017) 左右の手足を使った選択反応における加齢の影響-エラーと脳血流量からの検討-，*信学技法*，116: 173-178

[8]Lowton R, and Nutter A (2002) A comparison of reported levels and expression of anger in everyday and driving situations. *British Journal of Psychology*. **93**: 407-423.

[9]Deffenbacher JL, Deffenbacher DM, Lynch RS, and Richards TL (2003) Anger, aggression, and risky behavior: A comparison of high and low anger drivers. *Behavior Research and Therapy*. **41**: 701-718.

[10]Sullman MJM (2015) The expression of anger on the road. *Safety Science*. **72**: 153-159.

[11]石合純夫 (2003) 幅広い側面に関わる高次脳機能とその生涯，高次脳機能生涯学，６章，193-235.

[12]安倍光代・鈴木匡子・岡田和枝，他 (2004) 前頭葉機能検査における中高年健常日本人データの検討 –Trail Making Test，語列挙，ウィスコンシンカード分類検査（慶応版）-，脳神経，**56:** 567-574.

[13]内閣府（編） (2016) 交通安全白書 平成28年度版

現状維持バイアスに年齢・情動・ストレスが及ぼす影響
The effects of age, emotion, and stress status quo bias

河端　健司†，武田　諭志†，川原　大幸†，松田　憲†
Kenji Kawabata, Satoshi Takeda, Hiroyuki Kawahara, Ken Matsuda
†北九州市立大学大学院マネジメント研究科
Graduate School of Business Administration, the University of Kitakyushu
x6p10014@eco.kitakyu-u.ac.jp

Abstract

What the status quo bias is to try to maintain the current situation if there is a possibility to do so.

In 2004, Okuda showed that the status quo bias tends to occur as the decision making becomes more difficult between two things, according to the survey targeted to university students.

In this research, we conducted a survey targeted to adults for the identical decision-making situations and examined how the status quo bias can be affected by one's age, emotional state, or stress level.

Keywords — status quo bias, age, emotion, stress

1.　はじめに

職場環境において，新しいルールを定めて周知と遵守を促した場合に，社員によって明らかに新しいルールの学習状況に差が見られることがある．また，そのルールを確実に自分のものとして受け入れようとする姿勢においても差が見られる．さらに，働き方や勤務態度においてもそれぞれの考え方は異なり，忙しい状況でも弱音を吐かずに取り組む者もいれば，勤務に対する不満や職場に適応できないまま早期に離職してしまう社員がいる．

これらの状況を引き起こす要因として，現状維持バイアスの関与が影響していることが考えられる．現状維持バイアスとは，『現状維持できる可能性があるなら，現状を維持しようとする』ことである（大竹 2012）[1]．奥田（2004）[2]は，二つの選択肢の中から一方を選択する決定場面において，情報処理が困難になるほど現状維持バイアスが生じやすいとしている．奥田は学生を対象とした研究のなかで，負情報は現状維持バイアスを促進するが，正情報はむしろ現状維持バイアスを抑制する傾向があるとした．

今回，社会人に対して同じような決定場面を用いて調査することで現状維持バイアスが個々の年齢，感情やストレスの程度によって異なる結果を導くことが可能なのではないかと推測した．年齢によっては責任が増えることでリスクを避ける行動を選択するかもしれない．感情については，意思決定の機会が増すことで精神的に疲弊し，正常な判断ができなくなり，多くの事項を熟慮した行動をとれなくなるかもしれない．また，ストレスが高ければ，その状況から逃げるような行動をとるかもしれない．このような推測をもとにアンケート調査を実施することで，それらがどのように影響を与えているかを検討した．

2.　方法

実験参加者　社会人 134 名が参加した．回収率は 76%（149／190 名），有効回答数は 67%（134／190 名）であった．性別は，男性 34 名，女性 100 名であった．職業は事務員 28 名，製造業 21 名，医療介護 48 名，その他 37 名であった．年齢は，20 代が 23 名，30 代が 26 名，40 代が 35 名，50 代が 39 名，60 代以上が 11 名であった．

要員計画　本研究で操作した要因は，葛藤条件，年齢，感情，ストレスであった．奥田（2004）[2]は選択肢に含まれる正負情報により葛藤状況を操作し，選択肢に含まれる良い特徴（正情報）の有無と悪い特徴（負情報）の有無を掛け合わせると，表 1 のように 4 通りの選択肢が作成できるようにした．そのうち，正情報だけを含む選択肢から一方を選ぶ場合が接近型葛藤であり，負情報だけを含む二つの選択肢の一方を選択する場合が回避型葛藤とした．一方，両選択肢に正情報と負情報が共に含まれている場合が両価型葛藤とした．最後に，正情報も負情報も含まれていない無情報選択肢から一方を選ぶ場合が生じるが，これを無知型葛藤とした．

表 1　葛藤条件の分類

分類	二つの選択肢の正負情報
接近型葛藤	正情報のみ含む
回避型葛藤	負情報のみ含む
両価型葛藤	正情報と負情報を共に含む
無知型葛藤	正情報も負情報も含まない

年齢は，年代による傾向の差異を調査するため，回答人数を「若年者」（40 代未満），「中年」（40 代），「中

高年」（50 代以上）と区別した.

感情による差異を調整するため，回答者のポジティブとネガティブの意識について調査した．その結果，ポジティブが高い状態でネガティブが高い状態を Ph-Nh（Positive high-Negative high）とし，ポジティブが高い状態でネガティブが低い状態を Ph-Nl（Positive high-Negative low）とした．また，ポジティブが低い状態でネガティブが高い状態を Pl-Nh（Positive low-Negative high）とし，ポジティブが低い状態でネガティブも低い状態を Pl-Nl（Positive low-Negative low）として分類した.

ストレスは，ストレスの状況による差異を調査するため，心身の反応から高ストレス群と低ストレス群に分類した.

現状と選択の関連について検討するため，年齢，感情やストレスの葛藤条件ごとに 2×2 のクロス表に対する χ^2 検定を行い，仮想的決定課題において現状バイアスの生じることを確認した. 現状と選択の関連とは，最初に与えられていた情報に他の情報を加えられた場合，あるいは情報が与えられなかった場合に，現状維持の選択をするのか現状変更の選択をするのかを見ることである.

実験刺激　回答者に対して簡易気分評定尺度，ストレス簡易調査，意思決定課題から構成されたアンケートを作成した.

簡易気分評定尺度は，日本語版 PANAS（佐藤 2001）[3]を使用し，ポジティブ情動 8 項目，ネガティブ情動 8 項目の計 16 項目から構成される. 情動の分類については表 2 の通りである. 選択肢は「1. 全く当てはまらない」，「2. 当てはまらない」，「3. どちらかといえば当てはまらない」，「4. どちらかといえば当てはまる」，「5. 当てはまる」，「6. 非常に当てはまる」の 6 件法で選択してもらった.

この数字は感情の度合いとしてポジティブ，ネガティブそれぞれ 8 から 64 までの数値で表される. 中央値 27 を超える数値を示した場合，その感情を高いと評価し，中央値以下の場合を低いと評価した.

表 2　情動の分類

ポジティブ情動	ネガティブ情動
活気のある	いらだった
気合いの入った	うろたえた
きっぱりとした	おびえた
機敏な	苦悩した
強気な	心配した
熱狂した	恥じた
誇らしい	びくびくした
わくわくした	ぴりぴりした

ストレス簡易調査は，職業性ストレス簡易調査票を用いたストレス現状把握のためのマニュアルを使用した[4]. 原著は「ストレスの原因と考えられる因子」，「ストレスによっておこる心身の反応」，「ストレス反応に影響を与える他の因子」から構成されているが，今回は回答者への負担や現状のストレス状況を確認することに重きを置いたために「ストレスによっておこる心身の反応」のみを活用することにした．なお，ストレスによっておこる心身の反応は 29 項目から構成されている. NO.1~3 で「活気」, NO.4~6 で「イライラ感」, NO.7~9 で「疲労感」, NO.10~12 で「不安感」, NO.13~18 で「抑うつ感」, NO.19~29 は「身体愁訴」で心身の状態を確認するようになっており，選択肢は「ほとんどなかった」，「ときどきあった」，「しばしばあった」，「いつもあった」の 4 段階であった．最近 1 ヶ月のあなたの状態について伺うようにし，最も適切な番号に○をつけてもらった．各選択肢には 1~4 の番号があり，NO.1~3 では 1 はストレスが低い状態であり, NO.4~29 では 1 はストレスが高い状態を示すようになっていた．選択肢の番号を数値として加算し，中央値を超えた場合にそのカテゴリにおいてストレスが高い，中央値以下の場合はストレスが低いと判断し，合計 3 以上ストレスが高い項目があった回答者をストレスが高いと扱い，2 以下の場合はストレスが低いと扱った．簡易気分評価尺度とストレス簡易調査における尺度の呈示順は，各々4 通りのカウンターバランスを設定した.

意思決定課題のテーマは，奥田[2]が設定した課題を現代に合わせて改訂を行った．例えば，先行研究のノート型コンピュータをテーマにした課題では，フロッピー・ディスク・ドライブや高速インターネット接続機能の有無による葛藤条件が設定されており，現代とはそぐわないため，テーマをテレビに変更し，葛藤条

件を番組予約機能や DVD とブルーレイ再生機能の有無などとした．また，対象者についても違いがあり，先行研究は大学生向けであったが，本研究では社会人を対象としたため，対象者に合わせて改訂を行った．例えば，先行研究ではアメリカの大学への留学をテーマにした課題があったが，社会人にはあまり現実的ではないため，テーマを英会話教室への通学と変更した．以上のように改訂を行った本研究のテーマは，「株式」，「アルバイト」，「英会話」，及び「テレビ」の四つであり，各回答者はこれらの 4 課題に答えることによって，4 通りの葛藤条件を 1 回ずつ答えるようにした．

葛藤の 4 条件は，各テーマに正情報と負情報を 2 個ずつ用意し，これらを組み合わせて作成した．接近型条件では二つの選択肢が共に正情報 1 個を含んでおり，回避型条件では二つの選択肢とも負情報 1 個ずつであった．一方，両価型条件は正情報 1 個と負情報 1 個を無作為に組み合わせた二つの選択肢からなっており，無知型条件ではこれらの条件が全く与えられなかった．

また，問題用紙の各課題に現状選択肢が半数ずつになるようにした．つまり，現状となる文章を 2 つ作成することで調整した．そのため，アンケート枚数は 4 通りの葛藤条件×2 の 8 通りを準備した．

例えば，株式課題では現在保有している株であり，アルバイト課題では現在のアルバイト先であり，英会話課題では，入会書類を提出した教室であり，テレビ課題では既に購入申し込みを行った機種が現状であった．具体例を挙げると，両価型条件のテレビ課題は次のような内容であった．

「あなたは以前から薄型の液晶テレビを買おうと考えていました．最近，通信販売のチラシ広告にリモコンのボタンが多く複雑だが，番組予約録画機能がついた日本のA社製のテレビが 8 万円で販売されていたのですぐに申し込みました．人気商品のため商品の発送は 1 ヶ月後でしたが，2 週間以内ならキャンセル手数料は無料です．1 週間後，別の通信販売のチラシ広告を見るとDVD とブルーレイ再生機能がついているが，消費電力が多い日本のB社製のテレビが 8 万円で販売されていました．このテレビについて問い合わせたところ. 人気商品のため発送は 3 週間後とのことでした．

さて，あなたは，A 社製の薄型の液晶テレビを選択しますか，それともB社製の薄型の液晶テレビを選択しますか.」

無知型条件では，選択肢に正負情報が含まれないようにするために，下線部をすべて削除した．また，接近型条件では下線部中の“リモコンのボタンが多く複雑だが”と“消費電力が多い”の両負情報は削除し，回避型条件では下線部中の“番組予約録画機能がついた”と“DVD とブルーレイ再生機能がついている”の両正情報を削除した．なお，上記の例では，A社製が現状であったが，半数の回答者はB社製が現状になるように，A社製とB社製を入れ替えた．決定課題のテーマと正負情報は表 3 の通りである．

表 3　決定課題のテーマと正負情報

決定課題のテーマ	正情報	負情報
株式	成長性が優れている	企業信用度が劣っている
	収益性が優れている	研究開発力が劣っている
アルバイト	駅前で便利	仕事が退屈
	時給が高い	時間帯が不規則
英会話教室	仕事に負担が掛からない	授業料は高い
	確かな語学力がつく	交通は不便
テレビ購入	録画機能あり	リモコンが複雑
	DVD とブルーレイ機能あり	消費電力が多い

従属測度は，選択課題，課題の困難度の評定，及び選択肢の魅力差の評定の 3 点であった．選択課題は，2 つの選択肢の一方を回答する設定であった．課題の困難度の評定は，選択課題において一方の選択肢に決定する際の困難度について，“全く迷わなかった” “わずかに迷った” “すこし迷った” “非常に迷った”の 4 段階での評定であった. 選択肢の魅力差の評定は，与えられた 2 つの選択肢同士の魅力さについての，“全く差はない” “わずかに差がある” “すこし差がある” “大きな差がある”の 4 段階での評定であった．

実験手続き　回答は，正確性の確保，個人情報保護の観点から個別に行い，制限時間は設けず，個々のペースで回答してもらった. 質問は 1～4 に分類されており，回答順序については，設問順に回答してもらった．なお，参加者にはアンケートが①ご自身についての情報（性別・年齢・職業・勤続年数），②感情，③ストレス，④決定課題文章の 4 通りで構成されていることや，葛藤の 4 条件についての示唆は行わず，純粋に質問内容に対して回答できるようにした．

3.　結果と考察

表 4〜6 は決定課題テーマにおける葛藤条件ごとに年代別, 感情, ストレスをそれぞれ示したものである. 葛藤場面における現状維持と現状変更の選択傾向について検討するため, 葛藤条件ごとにχ^2検定を行った.

表 7〜8 は課題の困難度と選択肢の差を葛藤条件別に表したものである.

実験の結果, 年代別では, 40 代接近型は現状維持合計数が 24 であり, 現状変更の 11 より多く（$\chi^2(1)=5.042$, $p<.05$）, 無知型は現状維持が 25 であり, 現状変更の 10 よりも多く（$\chi^2(1)=6.655$, $p<.05$）, ともに有意差（$p<.05$）が見られた. 接近型の結果では, 人はリスクがないと判断した場合は現状維持をとりあえず選択して無難に対応するのかもしれない. 職場において中堅的な役割を担うこの世代では, 任される業務内容も広く, 自らの役割に対する責任感や帰属意識の強さが現状に対するモチベーションの高さとして示されたというプラスの関連から現状維持の選択に至ったと考える. そのため, 思うように仕事が上手く進んでいる場合や業績が良い方向に向かっていれば, 人は現状の取り組みの継続を望む行動を選択するのかもしれない. 職場の環境や雰囲気をいかに良い状況に作り出すかで離職や不満が少なくなるのではと考える. 無知型の結果では 40 代以降は, 家庭を持ち子どもの教育費がかかることや, 年齢的に転職が難しいために, リスクを負ってまで環境の変化を望まないために意思決定を行う必要がなければ敢えて現状変更を選択せず現状維持を選択したと考えられる. 一方, 回避型では現状変更を有意に選択する傾向（$p<.10$）が確認された. 50 代以上は無知型の現状維持合計数が 36 であり, 現状変更の 14 よりも多く（$\chi^2(1)=9.145$, $p<.01$）, 有意差（$p<.01$）が見られた. 一方, 回避型は 40 代と同様に現状変更傾向（$p<.10$）が確認された. 40 代未満では全ての条件において現状維持と現状変更との間に有意な差は認められなかった. 時間的にも将来への選択肢が多いこの年代においては, 現状や変化に対する捉え方に個人差が大きいことが関係していると考えられる. 一方で, 回避型葛藤条件で 40 代と 50 代以上の現状変更傾向が確認できた. 現状維持を続けることで発生しうるリスクを回避しようと試みた結果だといえる. 回答者の人生経験の蓄積により, 現状変更に伴う目に見えたリスクとその対処法を習得しているため, 現状変更への敷居が低くなっていると推測する.

情動別に見ると, Ph-Nl の無知型で現状維持合計数が 24 であり, 現状変更の 5 よりも多く（$\chi^2(1)=12.593$, $p<.01$）, 有意差（$p<.01$）が見られた. Pl-Nh の回避型は現状変更合計数が 11 であり, 現状維持の 3 よりも多く（$\chi^2(1)=4.667$, $p<.05$）, 有意差（$p<.05$）が見られた. 一方, 無知型では現状維持が 11 であり, 現状変更の 3 よりも多く（$\chi^2(1)=4.667$, $p<.05$）, 有意差（$p<.05$）が見られた. Ph-Nl 無知型では現状に対する満足感から現状維持の傾向が強くなっており, Pl-Nh 無知型は行動することで現在の自分には負担が大きすぎると判断したことで, 環境を変更するという行動にまで及ばなかったと考えられる. Pl-Nh 回避型で現状変更の選択が多く見られたことについて, 我々は現在の気分と一致した情報の処理が促進されるが, 本研究の結果でも, ネガティブ情報が多い状況では強いネガティブな感情が強く作用することで, リスクが高くなることを恐れてその状況から逃避しようとする行動が見られたと考える. このような状況が長期間継続するとうつ状態や離職に繋がる可能性も考えられる.

ストレス条件では, 低ストレスの接近型は現状維持合計数が 53 であり, 現状変更の 34 より多く（$\chi^2(1)=4.274$, $p<.05$）, 両価型は現状維持が 54 で, 現状変更の 33 より多く（$\chi^2(1)=5.951$, $p<.05$）, 無知型においても, 現状維持が 56 で, 現状変更の 31 よりも多く（$\chi^2(1)=6.193$, $p<.05$）, 3 条件ともに有意差（$p<.05$）が見られた. 高ストレスの回避型は現状変更合計数が 31 であり, 現状維持の 16 より多く（$\chi^2(1)=4.850$, $p<.05$）, 有意差（$p<.05$）が見られた. 無知型は現状維持合計数が 33 であり, 現状変更の 14 より多く（$\chi^2(1)=7.589$, $p<.01$）, 有意差（$p<.01$）が見られた. 低ストレスでは現状に満足している結果が接近型での現状維持選択として現れたと考える. つまり, ストレスがかからない環境を整えることは職場に対する満足度が高まることに繋がり, その結果として雇用獲得の機会の増加や離職防止に繋がると考える. しかし, 正情報を過大評価し, 周りの環境に満足しやすくなった結果であるとも考えられる. 高ストレスの回避型では現状変更が多く選択されたが, これは現状の状況に大きなストレスを感じており, 変更先のリスクを精査するよりもとにかく現状から離れたいという行動の現れと考えられる. 低ストレスの両価型では現状維持であったが, 負の情報は「ストレスのない現状に留まりたい」という一意な判断を妨げる要因となり得るものの正負両方の情報が明記された両価型質問では正の情報を優先して取得しているためであろう.

または, ストレスがないことで脳の前頭前野が活性

化し，複数の条件が重なっても冷静に判断ができることを示していると言える．高ストレスの両価型はその反対にストレスが高いが故に前頭前野の働きが抑制され，深く考えることができていないといえる．元々高いストレス状態のところに高いストレッサーがさらに加わったことで一種の抑うつ状態に陥り，意思決定の負荷の低い現状維持を選択する結果になったと推測される．つまり，新しいルールへの遵守や仕事の習熟などにおいて葛藤に伴う負情報が強くなることで困難な状況に陥っているのではないか．これらのことよりストレスが高い状況では、いくら伝えても遵守や習熟に効果が少ないことが考えられる．

以上より，本研究の結果は無知型においては年代別，感情，ストレスの各分野において先行研究[2]と同様に現状維持を選択する結果を示した．しかし，回避型では現状変更を選択するという，先行研究[2]とは異なる結果が得られた．先行研究[2]は大学生を対象としていたが，大学生にとって社会における仕事内容の多様化や人間関係の複雑性に対する負のイメージは持ちづらく，負情報が多い場面では現状維持傾向が働いた可能性がある．一方で本研究が対象とした社会人は，人生経験や経験則から新しいルールや忙しい業務が負の情報であると捉えたが，現状変更に伴うリスクやその対処法を習得しているため，現状変更の方が有益と判断し，現状変更傾向が働いた可能性がある．これらの特性を踏まえることで，社員の満足度向上や離職防止の対策を講じる手段となり得る可能性がある．

表 4　年代別の現状に対する選択傾向

40代未満接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	25	24	49
有意差	0.851		

40代未満回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	25	24	49
有意差	0.851		

40代未満両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	29	20	49
有意差	0.221		

40代未満無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	28	21	49
有意差	0.303		

40代接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	24	11	35
有意差	0.025 ＊		

40代回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	12	23	35
有意差	0.060		

40代両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	20	15	35
有意差	0.380		

40代無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	25	10	35
有意差	0.010 ＊		

50代以上接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	29	21	50
有意差	0.297		

50代以上回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	19	31	50
有意差	0.064		

50代以上両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	29	21	50
有意差	0.297		

50代以上無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	36	14	50
有意差	0.002 ＊＊		

表 5　感情別の現状に対する選択傾向

Ph-Nh接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	10	6	16
有意差	0.248		

Ph-Nh回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	6	10	16
有意差	0.248		

Ph-Nh両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	9	7	16
有意差	0.383		

Ph-Nh無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	10	6	16
有意差	0.248		

Ph-Nl接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	16	13	29
有意差	0.558		

Ph-Nl回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	15	14	29
有意差	0.705		

Ph-Nl両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	18	11	29
有意差	0.219		

Ph-Nl無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	24	5	29
有意差	0.00 ＊＊		

Pl-Nh接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	9	5	14
有意差	0.280		

Pl-Nh回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	3	11	14
有意差	0.031 ＊		

Pl-Nh両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	10	4	14
有意差	0.094		

Pl-Nh無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	11	3	14
有意差	0.031 ＊		

Pl-Nl接近型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	43	32	75
有意差	0.220		

Pl-Nl回避型	現状維持	現状変更	合計
選択人数	32	43	75
有意差	0.220		

Pl-Nl両価型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	41	34	75
有意差	0.443		

Pl-Nl無知型	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	44	31	75
有意差	0.116		

表 6　ストレス別の現状に対する選択傾向

低い接近型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	53	34	87
有意差	0.039 ＊		

低い回避型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数	40	47	87
有意差	0.409		

低い両価型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	54	33	87
有意差	0.015 ＊		

低い無知型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	56	31	87
有意差	0.013 ＊		

高い接近型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	25	22	47
有意差	0.654		

高い回避型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数	16	31	47
有意差	0.028 ＊		

高い両価型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	24	23	47
有意差	0.891		

高い無知型			
	現状維持	現状変更	合計
選択人数（名）	33	14	47
有意差	0.006 ＊＊		

表 7　困難度と魅力さに対する課題の困難度

回答	接近型		回避型		両価型		無知型	
	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更
全く迷わなかった	31	22	17	32	29	17	45	18
わずかに迷った	29	15	20	30	28	21	27	18
すこし迷った	16	16	15	11	13	14	15	5
非常に迷った	2	3	4	5	8	4	2	4

表 8　困難度と魅力さに対する選択肢の差

回答	接近型		回避型		両価型		無知型	
	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更	現状維持	現状変更
全く差はない	10	3	7	13	16	6	31	7
わずかな差がある	28	13	12	20	23	18	28	9
すこし差がある	26	26	21	28	25	21	18	19
大きな差がある	14	14	16	17	14	11	12	10

参考文献

[1] 大竹文雄, (2012). ニュートン別冊 知能とこことの科学, pp.78-83

[2] 奥田秀宇, (2004). 葛藤状況における現状バイアス 心理学研究, 第 75 巻 第 4 号 pp.316-323

[3] 佐藤徳・安田朝子, (2001). 日本語版 PANAS の作成 性格心理学研究, 9(2), pp.138-139

[4] 下光輝一, 職業性ストレス簡易調査票を用いたストレスの現状把握のためのマニュアル, 平成 14～16 年度 厚生労働科学研究費補助金労働安静衛生総合研究

絵画に対する選好に見られるポルトガル人と日本人の類似性と相違点

Similarity and difference in preference for art paintings between Japanese and Portuguese

中内茂樹†，近藤泰成†，東広志†，セルジオ・ナシメント‡
Shigeki Nakauchi, Taisei Kondo, Hiroshi Higashi, Sergio Nascimento

†豊橋技術科学大学 情報・知能工学系，‡ミンホ大学 物理学センター
Toyohashi University of Technology, University of Minho
nakauchi@tut.jp

Abstract

This study experimentally investigated preferences for hue-rotated art paintings for Portuguese and Japanese observers. The observers could rotate the color gamut of the paintings to select the one producing the best subjective impression. The obtained distributions of the selected angle for any combinations of observers (Japanese/Portuguese) and paintings (Japanese/occidental) can be fitted by normal distributions with peak deviating from the original gamut orientation was less than 11 deg. These results suggest that the observers prefer a chromatic composition very close to the original regardless of race of the observers and types of paintings, suggesting that the aesthetic value of paintings is not determined only by environmental factors such as culture and religion

Keywords — art paintings, preference

１．はじめに

美しさを感じるメカニズムは古くから多くの研究者の関心を集めている。最近では神経美学(Neuroaesthetics)[1] なる分野も誕生しているが、美に対する科学的理解に関する研究は始まったばかりである。こうしたなかで、絵画を対象にした選好 (preference) に関して興味深い報告として、西洋絵画を様々な色温度の照明光で照射した際の好ましさを心理物理実験により調べたものがある[2,3]。様々な時代や様式から選ばれた西洋絵画の分光画像を計測し、その分光反射率に基づいて指定した色温度の太陽光で照射した際の画像をシミュレートした。観察者にシミュレートした絵画画像が最も好ましく感じるように色温度を調整させたところ、絵画の種類にほぼ依存せず、色温度が約 5,000K のときに絵画を最も好ましく感じたという。また、同様の西洋絵画に対し、平均色度（CIELAB 空間における a*, b*値）を中心として、色相方向に絵画の色域を回転させた際の好ましさについても調べられている[4]。その結果、実験に参加した観察者が原画を知らず、また色記憶などの影響を想定しにくい抽象画の場合であっても、最も好ましいと感じたのは原画と同じ色相であった。こうした結果に対して彼らは、照明色温度あるいは色相角回転によって変化する絵画の色分布に対して定義されるある種の特徴量を、画家と観察者は共有しており、さらにその特徴量に対する最適性を同じ基準で判断しているのでは、という仮説を提案している。

しかしながら、絵画の様式が西洋と東洋で大きく異なることからもわかるように、絵画の選好にも文化（地域）差が大きく影響する可能性がある。その違いは色分布に対する特徴量とその最適性という考え方で説明できる範囲なのか、構造的な違いが存在するのか、未だ明らかではない。そこで本研究では、上述した実験デザインを踏襲しつつ、実験に用いる絵画に日本画を加えるとともに、日本人を観察者として追加し、西洋画／日本画、西洋人／日本人の絵画に対する選好を比較した。

２．実験概要と結果

まず実験 1 として、色相角を回転させた際の好ましさを調査した。刺激には上述した実験[4]で用いられた西洋画 10 点（14 世紀から現代までの油絵)、および日本画 10 点（19 世紀江戸時代から現代までの日本画および版画）を用いた。ランダムな色相角にセットされた画像がキャリブレートされたディスプレイに呈示され、観察者はボタン操作により最も好ましいと思う色相角に調整するように教示された。調整時間に制限は設けず、観察者が納得するまで色相角を調整することが可能であった。西洋画・日本画合計 20 点の画像がランダムな順序で提示され、観察者は 1 点の画像に対して色相角の調整を 4 回行った。実験には日本人 36 名、ポルトガル人 10 名が参加し、いずれも絵画に対する専門的な知識は有していなか

った。

調整された色相角の分布を絵画の種類（西洋画／日本画）、および観察者（西洋人／日本人）の全ての組み合わせについて調べたところ、全ての場合について調整された角度は特定の色相に偏る傾向を示しており、その角度は原画と一致するものであった。西洋画と日本画の色分布には大きな違いがある（例えば、日本画は彩度が低く、色数も西洋画に比べて少ない傾向にある）にもかかわらず、日本画、西洋画によらず先の研究[4]で示された結果が再現された。また、観察者が日本人であってもポルトガル人であっても同様であった。さらに、新たに 26 名の日本人に対して、調性法ではなく、色相角が 0 (原画), 90, 180, 270deg の 4 種類の画像のなかから最も好ましいものを選択するよう教示（4 肢強制選択）した場合も、原画の選択率が最も高く、その傾向は西洋画と日本画に違いはなかった。

実験２では絵画の照明光色温度に対する好ましさを調べた。刺激には西洋画 32 点、日本画 10 点を用い、日本人 10 名、ポルトガル人 11 名が参加した。各観察者に合計 42 点の絵画がランダムに提示され、ボタン操作で 3,600 K - 25,000 K の範囲で照明色温度を自由に調性できた。1 点の絵画に対して 3 回、最も好ましいと感じるように色温度を調性するように教示された。

調性された色温度はポルトガル人観察者の場合、これまでの報告[2]と同様、約 5,000K あたりをピークとする分布を示したが、興味深いことに日本人観察者の場合、6,000-7,000K あたりをピークとする分布を示し、やや高めの色温度を好むことが分かった。この傾向は西洋画でも日本画でも同様であった。

３．おわりに

絵画の色相回転、照明色温度操作に対して、日本人とポルトガル人の類似性と相違点が明らかとなった。色相回転のように平均色度が変わらない場合、両者は共通した特徴量に基づいて選好を決定している可能性がある。また、照明色温度は絵画の平均色温度を変化させることから、絵画全体の色（アンサンブル色）に対する選好は文化的影響を受ける可能性が示唆される。

参考文献

[1] Chatterjee, A. (2010). Neuroaesthetics: A Coming of Age Story. J. Cog. Neurosci. 23(10): 53-62.
[2] Pinto, P. D., Linhares, J. M. M., & Nascimento, S. M. C. (2008). Correlated color temperature preferred by observers for illumination of artistic paintings. J. Opt. Soc. Am. 25(3): 623–630.
[3] Nascimento, S. M. C., & Masuda, O. (2014). Best lighting for visual appreciation of artistic paintings—experiments with real paintings and real illumination. J. Opt. Soc. Am. 31(4): 214–219.
[4] Nascimento, S. R. M. C., Linhares, J. M. M., Montagner, C., João, C. A. R., Amano, K., Alfaro, C., & Bailão, A. (2017). The colors of paintings and viewer's preferences. Vis. Res. 130: 76–84.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

オノマトペによる視覚処理の変調
Modulation of visual processing by onomatopoeia and mimetic words

郷原 皓彦[†*]，山田 祐樹[‡]
Akihiko Gobara, Yuki Yamada

[†]九州大学大学院人間環境学府，[‡]九州大学基幹教育院，[*]日本学術振興会
Graduate School of Human-Environment Studies, Kyushu University, Faculty of Arts and Science, Kyushu University, JSPS Research Fellow
ackey0299@gmail.com

Abstract

Onomatopoeia and mimetic words (OM) are words imitating sensory information by their phonological information and contain abundant information based on perceivers' own sense and experience of motion situations. In this article, we introduce three studies conducted in our research group, which investigated whether OM alter visual processing and whether the effect of OM on visual processing is different from that of conventional words (i.e., non-OM). First, Gobara, Yamada, & Miura (in preparation) examined whether OM representing collision or continue of motion bias the perceptual judgment of a stream/bounce display. The results of the experiments suggest that OM can affect the stream/bounce judgment based on its semantic and phonological information. Second, Gobara, Yamada, & Miura (2016, *i-Perception*) investigated whether motion-related OM modulate the forward displacement in spatial localization of a moving object. Two experiments showed that OM representing stop of the motion decreased the forward displacement, while conventional words did not. These results indicated that OM do affect spatial localization by means of changing mental imagery established by the phonological information of the word. Lastly, Xue et al. (in press, *Cognitive Studies*) examined the effect of viscid-related OM on visual disgust, and suggested that the content information of viscid-related OM is integrated with information of the visual stimulus that induces disgust. Based on these findings, we discuss the mental mechanism that links OM to visual processing.

Keywords — onomatopoeia, mimetic words, visual processing

1. はじめに

私たちは犬の鳴き声を再現する時，どのように発音するだろうか．おそらく「ワンワン」や「バウバウ」といった言語音で表現することが多いだろう．このような，さまざまな音声情報を言語音で模した語は擬音語と呼ばれている．一方で，私たちはある物体の触り心地をしばしば「つるつる」や「ざらざら」といった語で表現する．このような，触覚などの音声以外のさまざまな感覚を言語音で表現した語は擬態語と呼ばれている．なお，日本では擬音語と擬態語の総称として主にオノマトペ (onomatopoeia) という語が用いられており，本稿でもこの表記方法に則る．

オノマトペは感覚や身体行動を運動あるいは動きという次元で表現する特性を持ち，心の動きのダイナミックスをうまく表現するユニークな言語であると言われており，身体の行動や体験に根ざした豊富なイメージ喚起性を有することが指摘されている [1] [2]．このような特性を実感する機会は多く，例えば漫画で疾走するキャラクターに「ビュン」というオノマトペが付されたシーンを目にしたとき，あたかもその速さを実際に体感したかのように感じられないだろうか．

こうした特性から，オノマトペは言語学にとどまらない非常に多くの分野からの注目を集めている．例えば乳児の言語習得を対象とした研究では，日本語を母語とする養育者が自らの子どもに語りかけるときにオノマトペを多く用いることが知られている [3]. さらに，触覚を表現するオノマトペにおける触り心地の分類 [4] や，スポーツにおけるコーチングへの利用 [5] [6]，擬態語を用いたパーソナリティ尺度の作成 [7] [8] など，オノマトペの利活用に焦点を当てた研究も非常に精力的に行われている．

では，オノマトペの持つイメージ喚起性の基盤はどのようなものであろうか．その一つとして考えられているのがオノマトペの持つ音韻情報，特にその音象徴性である. 音象徴 (sound symbolism) とは言語音が特定の意味やイメージと結びつく現象であり [8], 例えば子音/b/を含む無意味語が丸い形状の図形の名称として，子音/k/を含む無意味語が角ばった図形の名称としてそれぞれ選択されやすいことが知られている (bouba/kiki effect: [9]). 音象徴は多くの実証研究でその存在が強固に示されており ([10] for a review)，また音象徴による乳児の言語学習の促進や [11] [12] [13]，商品やブランドの名前の音象徴性による購買行動への影響も示されている [14] [15]．さらに，日本語のオノマトペにもこのような音象徴性が存在することが指摘されている [16] [17]．これらの研究を考慮すると，音象徴による音

韻情報と特定のイメージとの結びつきがオノマトペの持つ豊富なイメージ喚起力の基盤になっていると考えられるだろう．

このように音象徴を基盤とした強いイメージ喚起力を有するオノマトペだが，これまでの研究で検討されていない点も多い．その一つが，オノマトペの認知処理は人の知覚処理，特に視覚処理とどのように関連しているのかという点である．これまで動詞のような言語刺激が低次・高次の視覚処理に影響を与えることが知られてきた [18] [19] [20] [21] [22]．しかしながら，オノマトペを言語刺激として呈示したときにもこのような視覚処理に影響を与えるのか，影響を与えるとしたらその度合が動詞のようなオノマトペ以外の語 (以下，conventional words とする) と異なるかは未だ解明されていない．先述のように，オノマトペは音象徴性を有するという点において conventional words と異なる．また，言語の音象徴性は単に形状や大きさなどのイメージを喚起させるのみならず，明度の弁別課題における反応時間や [23]，オブジェクトの距離推定 [24] に影響を与えることが明らかになっている．これらの点から，オノマトペを手がかり刺激とした時には，視覚処理に対して conventional words とは異なる影響を与える可能性がある．

本稿では，これまでオノマトペと視覚処理について発表者の研究グループが行ってきた三つの研究について紹介するとともに，それらの研究の成果を総合してオノマトペが視覚処理に与える影響とその心的基盤について論じていく．

2. オノマトペと交差・反発知覚

二つの同一のオブジェクトが左右両端から運動を開始し，中央で重畳し，対極へ到達する運動事象を見た時，人は二つの円が中央で接触し反発しているようにも，中央で接触せず交差しているようにも知覚され得る．このような二相性の曖昧知覚は交差・反発知覚 (stream/bounce perception) と呼ばれている [25]．交差・反発知覚は一通りの物理的運動から二つの運動事象が知覚されるという点で双安定的運動知覚の一種であるが，一般的に交差知覚が優位である [26]．しかしながら，音やフラッシュなどの手がかりを重畳時に同時呈示することで反発の知覚割合が増加することが知られており [27] [28]，これは手がかりを重畳時から±150 ms の範囲で先行あるいは後続呈示した場合でも生じることが明らかになっている [29]．このような影響の生起メカニズムとして，主に手がかり刺激による注意の阻害 [27] や，交差・反発の推論への利用 [30] が主張されている．前者は手がかり刺激により運動刺激への注意が阻害されることで，重畳前後での直進性の運動対応を成立させるのが困難になることで反発の割合が増加すると考えており，後者は重畳時の手がかり刺激が「反発事象としての解釈を促進する」手がかりとして交差・反発の推論に利用されると考えている．しかしながら，明確なメカニズムについては依然として解明されておらず，現在も議論が続けられている．

では，手がかり刺激としてオノマトペ，特に「シュッ」や「ガツッ」のように交差や接触を表すオノマトペを用いたとき，それは交差・反発知覚に対してバイアスを与えるのだろうか．もしオノマトペにより運動刺激への注意の阻害のみが生じるのであれば，オノマトペの表す内容に関わらず，オノマトペの同時呈示時に反発の割合が増加するはずである．他方で，オノマトペの表す内容が交差・反発の推論に利用されるならば，「シュッ」のような交差を表すオノマトペの同時呈示時には反発の知覚割合が減少し，「ガツッ」のような反発を表すオノマトペの同時呈示時には反発の割合が増加するはずである．

Gobara, Yamada & Miura はこの問題に対し回答を提示するために一連の実験を行った [31]．実験では運動刺激としてガボールパッチ (方位 90 deg，空間周波数 1.5 cpd，輝度コントラスト 0.3，エンベロープ 0.365 deg) を使用した．ガボールパッチが左右両端から 8.28 deg/s の速さで等速直線運動を開始し，中央で重畳する±500 ms の時間幅 (負値はオノマトペを先行呈示) でオノマトペが視覚呈示された (実験 2: 図 1)．オノマトペ刺激として，交差を表す「シュッ」，反発を表す「ガツッ」，統制として無意味綴りの「ヘユッ」が用いられた．11 名の実験参加者に対し，運動刺激が交差・反発のどちらに知覚されたかを回答させた．

実験の結果，-500 ms から+100 ms の範囲にて「ガツッ」の呈示時に「シュッ」および「ヘユッ」の呈示時に比べ反発の割合が増加した (図 2)．このことから，オノマトペを手がかり語とした時にも，その示す内容に依存して交差・反発知覚にバイアスが生じ，またこの効果が先行研究 [29] より広い時間幅で生起することが解明された．さらに，オノマトペを聴覚呈示した時も同様の結果が得られたことから (実験 3)，この効果はオノマトペの呈示モダリティによらず生起することが示された．また，オノマトペを重畳の 500 ms 後に

呈示したときにはオノマトペによる影響が見られなかったことから，これらの結果は「オノマトペを見たこと」による単純な反応バイアスによるものではないと考えられる．さらに，「ガツッ」でのみ反発の割合が増加したことから，この結果はオノマトペの呈示により運動刺激の注意追跡が阻害されたためではなく，オノマトペの持つ情報が交差・反発の推論の手がかりとして利用されたものと言える．

では，オノマトペのどのような情報によりこのようなバイアスが生起したのだろうか．もしオノマトペの意味に対する理解，つまり「ガツッ」が反発する様子を表す語であるという知識が関与しているならば，反発や交差を表すconventional wordsを呈示した時も同様の結果が得られるはずである．他方でオノマトペの音韻情報，つまり音象徴により喚起されるイメージが関与しているならば，物体の衝突 (e.g., /g/) あるいは通過 (e.g., /s/) をイメージさせる子音 [17] を含有する無意味綴りを手がかり語とした時も交差・反発知覚への影響が生じるはずである．

Gobara et al. はこの問題について検討するため，手がかり刺激としてconventional wordsの「交差」や「反発」や (実験4)，「ゲッ」や「セッ」のような子音/g/あるいは/s/を含む無意味綴りを視覚あるいは聴覚呈示した実験 (実験5) も行った．その結果，視覚・聴覚双方の呈示モダリティにおいて，conventional wordsを手がかり刺激としたときにはオノマトペと同様の結果が得られ，無意味綴りを用いたときはオノマトペに比べ影響は小さかったものの，「ゲッ」の呈示時に反発の知覚割合が有意に増加した．これらの結果から，手がかり刺激の意味情報および音韻情報の双方が交差・反発知覚にバイアスを与えることが明らかになった．

これら一連の実験結果から，オノマトペは視覚・聴覚双方の呈示モダリティにおいて入力された後に視覚運動刺激の視覚情報と単一あるいは多感覚的に統合され，交差・反発知覚に影響を与えることが示された．さらにオノマトペによる影響は-500 msから+100 msと先行研究より不均衡かつ広い時間窓で生じることと，オノマトペの意味情報のみならずその音韻情報も交差・反発知覚を変調する可能性が示唆された．

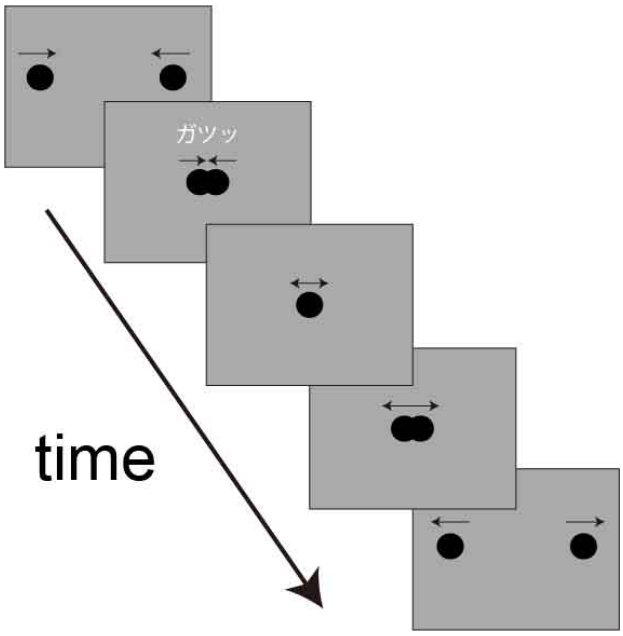


図1. Gobara et al. [31] における，交差・反発知覚を誘発する運動刺激とオノマトペの視覚同時呈示例．矢印は運動刺激の運動方向を示す．

3. オノマトペと空間定位

運動刺激が消滅した位置を定位することを求められたとき，観察者は実際に消滅した位置よりも進行方向側にずれた箇所に定位することが知られている [32]．この前方変位現象について，主に二つのメカニズムから説明されている．一つ目は，我々の視覚系が運動刺激の知覚において素朴物理学に基づく表象的慣性 (representational momentum) を自動的に考慮しており，この機能が働いた結果として実際の消滅位置より進行方向側に誤定位するという説明であ

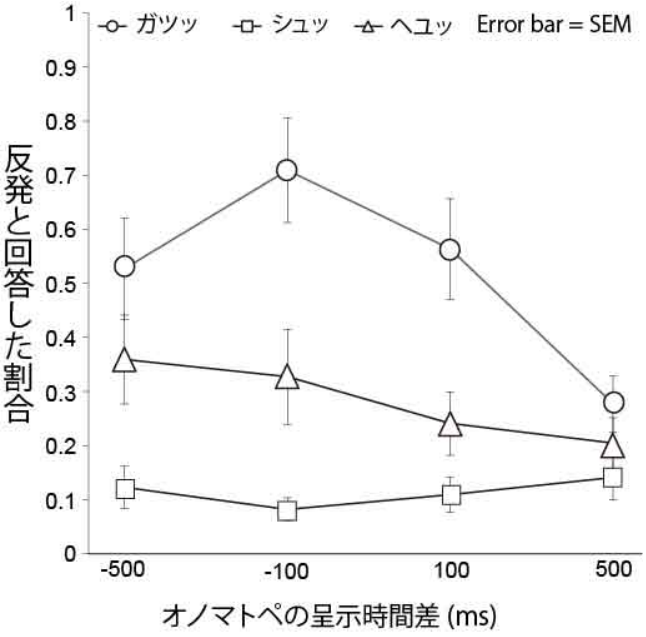


図2. Gobara et al. [31] における実験2の結果．エラーバーは標準誤差を表す．

る ([33] for a review). 二つ目は，運動刺激に対応して生じる追跡眼球運動が運動刺激の消滅した少し後まで続き，さらに視覚的持続も生じるために視覚像が実際よりも眼球運動方向の先にずれ，誤定位が生じるという説明である [34] [35].

また，交差・反発知覚と同様に手がかり刺激の呈示によりこの誤定位の度合が変容することが知られている．例えば，運動刺激の呈示時に聴覚刺激を同時呈示することで，進行方向側への誤定位の度合が変容することが報告されている [36] [37]．また，言語手がかりによっても空間定位は変容する. 例えば，オブジェクトが壁に当たり跳ね返るか，あるいは壁を突き破り直進を続ける運動事象に対する空間定位を行う課題で,「跳ね返る」や「突き破る」といった言語手がかりをオブジェクトの運動開始前に呈示することで，手がかりと運動事象の一致あるいは不一致により空間定位の度合が影響を受けることが明らかになっている [38].

では，オノマトペを手がかりとして同時呈示したとき, 運動刺激の前方変位量は変容するのだろうか. 具体的には,「ビュン」のような速い運動の継続を表すオノマトペの同時呈示により進行方向側への誤定位の度合が増し，一方で「ピタリ」のような運動の停止を表すオノマトペの同時呈示により進行方向側への誤定位の度合が減ずるのだろうか．また，オノマトペを手がかりとした場合と conventional words を手がかりとした場合とでは，誤定位の度合は異なるのだろうか.

Gobara, Yamada & Miura はこの問題について 2 つの実験により検討した [39]. 実験では 8 フレームからなる仮現運動を運動刺激として使用し，8 フレーム目を定位ターゲットとした (図 3). ターゲットの消滅後に上下に 2 つのテスト刺激が呈示され，そのうち 1 つはターゲットと同一の水平位置であり，もう 1 つはターゲットから±1.4º，±1º，±0.6º，±0.4º，あるいは±0.2º 水平方向に離れた位置に呈示された (正値はターゲットの実際の消滅位置より進行方向側にずれて呈示されたことを示す). 実験参加者は，2 つのテスト刺激のどちらがターゲットと同じ水平位置に呈示されたかを回答した．言語手がかりはターゲットの出現から 300 ms 前，0 ms, あるいは 300 ms 後に聴覚呈示された. 実験 1 では言語手がかりとしてオノマトペを使用し, 速い運動の継続を表す「ビュン」，運動の停止を表す「ピタリ」，統制条件として無意味綴りの「ニサヒ」が呈示された．実験 2 では言語手がかりとして conventional words を使用し，「高速」,「停止」，統制条件として「ニサヒ」が呈示された．実験 1 および実験 2 の実験参加者はそれぞれ 8 名であった.

分析では各実験参加者のデータに最小二乗法にてガウス関数を当てはめ，ターゲットからずれた位置に呈示されたテスト刺激を選択した割合，つまり誤答率が最も高くなるテスト刺激の位置を算出し，分析に用いた．実験 1 における分析の結果 (図 4)，つまりオノマ

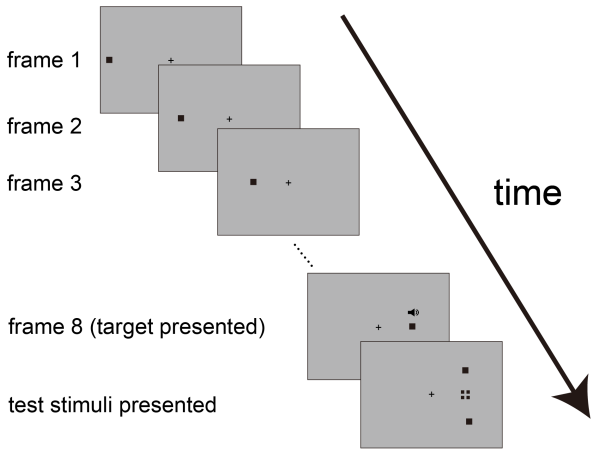


図 3. Gobara et al. [39] における, ターゲットおよびテスト刺激の呈示例．破線で囲まれた四角形はターゲットの消滅位置，黒い四角形はテスト刺激を示す.

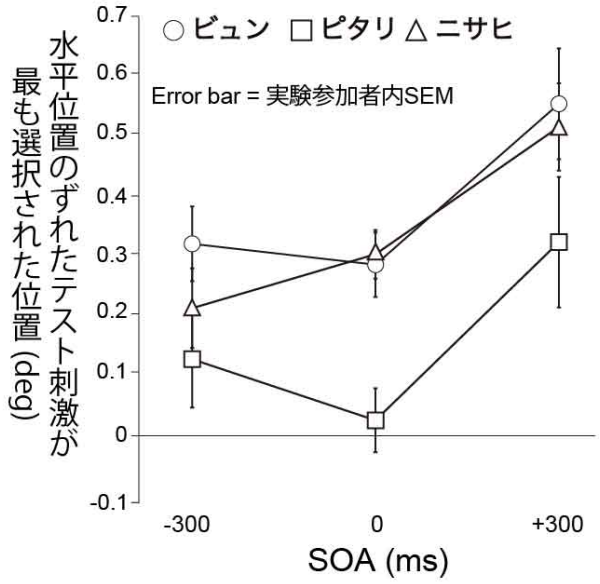


図 4. Gobara et al. [39] における実験 1 の結果．エラーバーは参加者内標準誤差を表す.

トペを手がかり語として呈示したときには手がかり語の主効果が有意であり，「ピタリ」条件において進行方向側への誤定位の度合が他の条件より有意に減少した．しかしながら実験 2，つまり conventional words を手がかり語としたときには手がかり語の主効果が有意でなかった．これらの実験結果から，手がかり刺激を運動刺激と同時呈示した場合において，オノマトペが空間定位を修正することが明らかになった．さらに conventional words では空間定位への影響が見られなかったことから，オノマトペの持つ特異性，つまり音象徴に基づく豊富なイメージ喚起力によりこの空間定位の修正が行われていると考えられる．

4. オノマトペによる視覚的嫌悪感の変容

人は動物の死骸などを見た時，抗いようのないむかつきや忌み嫌う感情が生じる．このような感情は嫌悪感と呼ばれている．特に物の見た目などから喚起される嫌悪感を，本稿では視覚的嫌悪感と定義する．人は視覚的嫌悪感により，自らにとって有害な可能性のある対象に接近あるいは接触することを回避でき，細菌感染などの中長期的な危険から自身を守ることができるとされている (行動免疫システム : [40] [41]). このような視覚的嫌悪感を生じさせる要因として，刺激の視覚的な湿り気や粘性などが挙げられる [42] [43] [44].

薛ら [45] はこのような視覚的な湿り気や粘性から生じる嫌悪感とオノマトペとの関係性に着目した．具体的には，触覚情報を表すオノマトペの持つ音象徴が粘性などの触覚的なイメージと対応することから [4]，「べとべと」や「さらさら」のような強いあるいは弱い粘性を表すオノマトペを湿り気のある視覚的素材に同時呈示することで，視覚的素材から喚起される視覚的嫌悪感を変調するのではないかと考えた．

この仮説について検討するため，薛らは一連の実験を実施した．実験では予備調査により高い湿り気を表す素材画像 10 枚と低い湿り気を表す素材画像 10 枚を選定し，視覚刺激として使用した．オノマトペ刺激として，高い粘性を表す「べとべと」，低い粘性を表す「さらさら」，統制条件として無意味綴りの「れへれへ」の三種類を選定して利用した．実験 1 では素材画像にオノマトペを視覚的に同時呈示した上で，22 名の日本人参加者に対し素材画像から喚起される嫌悪感について 5 段階 (1: 全く気持ち悪くない; 5: 非常に気持ち悪い) で評定することを求めた (図 5). その結果，オノマトペの主効果が有意であり，「さらさら」の呈示時に「べとべと」および「れへれへ」の呈示時に比べ嫌悪感評定値が低くなった (図 6). このことから，視覚呈示されたオノマトペにより視覚的嫌悪感が変容することが明らかになった．また，実験 2 では 21 名の日本人参加者に嫌悪感でなく素材画像の湿り気について評定させたところ，実験 1 と同様にオノマトペの主効果が有意であり，オノマトペの種類により湿り気の評定値に差が見られた．さらに，粘性を表すオノマトペによる視覚的嫌悪感の変容は湿り気の全く存在しない素材の画像を使用した場合でも確認された (実験 3). これらの結果から，粘性を表すオノマトペの同時呈示により素材画像の視覚的嫌悪感が変容し，これは素材画像の見かけの湿り気の変化とも関連している可能性が示唆された．

実験 4 から実験 6 では，このようなオノマトペの影響がオノマトペのどの情報によりもたらされているかを詳細に検討した．実験 4 ではオノマトペの示す感覚

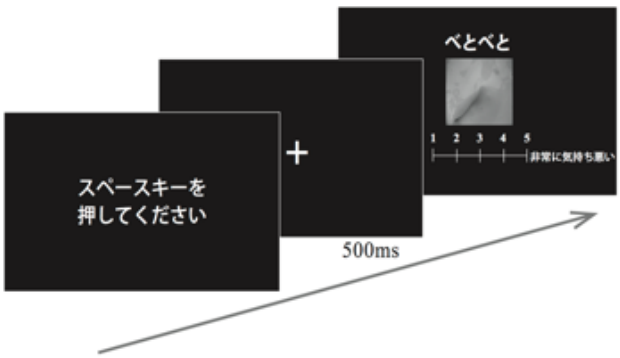


図 5. 薛ら [45] における実験手続きの例.

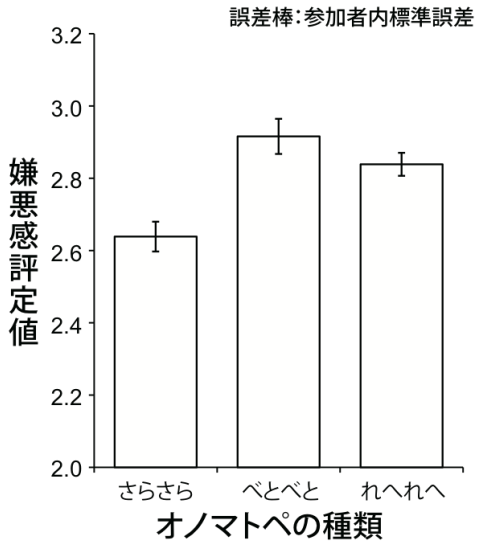


図 6. 薛ら [45] における実験 1 の結果．誤差棒は参加者内標準誤差を表す.

情報を理解していない中国人学生28名に対し実験1と同様の実験を行った結果，オノマトペによる嫌悪感評定値への影響は見られなかった．この結果は，少なくともこの実験で使用したオノマトペに関してその音韻情報の影響は言語間で共通のものである可能性が低いことが示唆している．実験5では22名の日本人参加者に対しオノマトペを聴覚呈示したところ，実験1と同様の結果が得られた．このことから，粘性を表すオノマトペによる視覚的嫌悪感の変調はモダリティを越えて生じると考えられる．実験6では日本人参加者20名に対し，視覚・聴覚それぞれのモダリティでオノマトペを呈示し，さらにオノマトペのSOAを±1500 msの範囲内に設定して呈示した (負値はオノマトペを画像に先行させて呈示，正値はオノマトペを画像に後続させて呈示したことを示す). その結果, 画像呈示の±1200から±1800 ms程度の時間範囲でオノマトペによる視覚的嫌悪感の変調が生じることが明らかになった (図 7). この結果は，粘性を表すオノマトペと素材画像との情報統合はおよそ50-100 msとされる視覚情報同士の情報統合 [46] よりかなり広い時間窓において生じることを示している．

これら一連の実験結果から，薛らは粘性を表すオノマトペが視覚・聴覚双方の呈示モダリティにおいて±1800 msの時間範囲で素材画像の視覚情報と統合され，視覚的嫌悪感を変調することを示唆した．

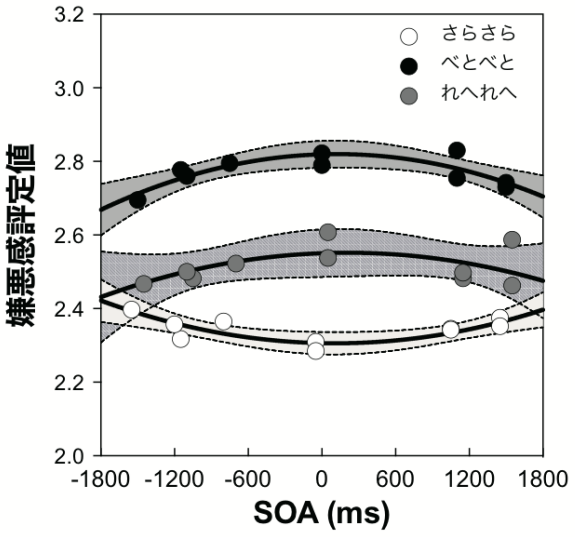


図7. 薛ら [45] における実験6の結果．太い曲線はオノマトペ条件ごとに当てはめた心理測定関数を表す．点線で囲まれた領域は各条件における95%信頼区間を示す.

5. 総合考察

以上のように，オノマトペの視覚処理に対する影響について検討した3つの研究について述べた．これらの研究結果から，オノマトペは交差・反発知覚のような運動事象知覚，運動刺激に対する空間定位，そして素材画像に対する視覚的嫌悪感といったさまざまな視覚処理を変調することが示された．

これらのようなオノマトペによる視覚処理の変容はオノマトペに特有のものであろうか．それとも，他の言語刺激においても同程度に起こりうるものであろうか．交差・反発知覚に対してはオノマトペとconventional wordsのいずれもその示す内容による影響が見られたが，一方で運動刺激の空間定位課題ではオノマトペを手がかりとした時のみ進行方向側への誤定位の度合が修正された．これらを考慮すると，課題によってオノマトペに特異的な影響が確認される場合もあれば，conventional wordsと同様の影響をおよぼす場合もあると考えられる．しかしながら，交差や反発のイメージを喚起する音韻情報を含む無意味綴りを用いた場合でも交差・反発知覚への影響が生じたことから，いずれの課題においてもオノマトペの音韻情報による視覚処理の変容自体は生じている可能性がある．

では，オノマトペによる視覚処理の変調はオノマトペの音韻情報のみによりなされるのであろうか．先述のように運動刺激の空間定位課題ではオノマトペを手がかり語とした時のみ影響が見られたことから，音象徴による喚起されるイメージにより空間定位の変容が生じていると考えられる．一方で交差・反発知覚においては，conventional wordsを手がかり語としたときにもオノマトペと同程度の影響が見られた．さらに視覚的嫌悪感において，オノマトペの表す内容を知らない中国人参加者を対象とした実験ではオノマトペによる影響が確認されなかった．これらの結果を考慮すると，少なくとも交差・反発知覚のような運動事象に対する判断や視覚的嫌悪感の形成に関しては，音象徴ではなく，オノマトペの意味情報が利用されていると考えられる．しかしながら，言語間で共有されない音象徴も存在することが知られており [47] [48]，中国人参加者では日本語オノマトペの音象徴性が利用されなかった可能性も棄却できない．オノマトペのどの情報がどの程度視覚処理の変調に対して影響力を持っているか，そしてその影響力が課題の種類によってどのように変わるかは，今後の研究でさらに検討していくべきであろう．

交差・反発知覚および視覚的嫌悪感を対象とした研究では，視覚・聴覚双方の呈示モダリティでオノマトペによる交差・反発の判断や視覚的嫌悪感への影響が見られた．このような呈示モダリティに限定されない視覚処理の変調はconventional wordsを用いた他の先行研究の結果からも確認されることから [18] [20]，呈示モダリティについては，オノマトペと視覚刺激との情報統合がconventional wordsと同様の基盤でなされている可能性がある．

オノマトペの持つ情報は，視覚処理のどの処理段階に影響を与えているのだろうか．例えば，交差・反発知覚に対しては，低次の処理過程で運動刺激の見え自体を変調した結果として反発知覚が生じる可能性もあれば，運動刺激の運動情報を高次の処理過程で統合し，刺激の運動方向を決定する段階にバイアスを掛けている可能性も考えられる．オノマトペによる視覚処理の変調は，このように低次処理と高次処理のいずれか一方あるいは両方に対して生じるものであろうか．conventional wordsを用いた研究では低次，高次双方の処理過程への影響が報告されていることから [20]，オノマトペについても低次・高次双方の視覚処理を変調している可能性がある．これについては今後の課題として，先行研究と同一の刺激を用いるなどの方法で詳細に検討する必要がある．

謝辞

本稿で紹介した研究は，科研費 (JP25242060，JP26540067，JP14J06025，JP15H05709，JP16H01866，JP16J02023，JP16H03079，JP16K04427，JP17J05236) および九州大学P&P (27817，27818，27819，27822)による支援を受けた．

参考文献

[1] 苧阪 直行 (編) (1999). 感性のことばを研究する　擬音語・擬態語に読む心のありか　新曜社

[2] 喜多 壮太郎 (2002). ジェスチャー　考えるからだ　金子書房

[3] Nagumo, M., Imai, M., Kita, S., Haryu, E., & Kajikawa, S. (2006). Sound iconicity bootstraps verb learning acquisition. Paper presented at the XVth International Canfarence of Infant Studies, Kyoto, Japan

[4] 早川 智彦・松井 茂・渡邊 淳司 (2010). オノマトペを利用した触り心地の分類手法. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, *15*, 487–490.

[5] 吉川 政夫 (2013). 運動のコツを伝えるスポーツオノマトペ. バイオメカニズム学会誌, *37*, 215–220.

[6] 山内 直人・田中 秀幸・篠原 和子 (2016). スポーツ指導者が運動スキル指導に用いる擬音語・擬態語—スポーツオノマトペの音声学的分析— 体育・スポーツ科学研究, *16*, 1–5.

[7] 小松 孝至・酒井 恵子・西岡　美和・向山　泰代 (2012). 自他の性格評定に使用可能な擬態語性格尺度の構成. 心理学研究, *83*, 82–90.

[8] Hinton, L., Nichols, J., & Ohala, J. (1994). Sound Symbolism. Cambridge: Cambridge University Press.

[9] Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). Synaesthesia—a window into perception, thought and language. *Journal of Conscious Studies*, *8*, 3–34.

[10] Lockwood, G., and Dingemanse. (2015). Iconicity in the lab: a review of behavioral, developmental, and neuroimaging research into sound-symbolism. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1–14.

[11] Asano, M., Imai, M., Kita, S., Kitajo, K., Okada, H., & Thierry, G. (2015). Sound symbolism scaffolds language development in preverbal infants. *Cortex*, *63*, 196–205.

[12] Imai, M., Kita, S., Nagumo, M., & Okada, H. (2008). Sound symbolism facilitates early verb learning. *Cognition*, *109*, 54–65.

[13] Imai, M., Miyazaki, M., Yeung, H, H., Hidaka, S., Kantartzis, K., Okada, H., & Kita, S. (2015). Sound symbolism facilitates word learning in 14-month-olds. *PLOS ONE*, *10*, e0116494. doi:10.1371/ journal.pone.0116494

[14] Fenko, A., Lotterman. H., & Galetzka, M. (2016). What's in a name? The effects of sound symbolism and package shape on consumer responses to food product. *Food Quality and Preference, 51*, 100–108.

[15] Klink, R.R. (2001). Creating meaningful new brand names: A study of semantics and sound symbolism, *Journal of Marketing: Theory and Practice, 9*, 27–34

[16] Hamano, S. (1998). The Sound-symbolic System of Japanese, CSLI and Kuroshio

[17] 浜野 祥子 (2014). 日本語のオノマトペ　音象徴と構造　くろしお出版

[18] Francken, J. C., Kok, P., Hagoort, P., & de Lange, F. P. (2015). The behavioral and neural effects of language on motion perception. J*ournal of Cognitive Neuroscience*, *27*, 175–184.

[19] Lupyan, G., & Spivey, M. J. (2010). Making the invisible visible: Verbal but not visual cues enhance visual detection. *PLoS ONE*, *5*, e11452.

[20] Meteyard L., Bahrami B., & Vigliocco G. (2007). Motion Detection and Motion Verbs: Language Affects Low-level Visual perception. *Psychological Science*, *18*, 1007–1013.

[21] Pavan, A., Skujevskis, M., & Baggio, G. (2013). Motion words selectively modulate direction discrimination sensitivity for threshold motion. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 1–9.

[22] Thierry, G., Athanasopoulos, P., Wiggett, A., Dering, B., & Kuipers, J. R. (2009). Unconscious effects of language-specific terminology on preattentive color perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*, 4567–4570.

[23] Hirata, S., Ukita, J., & Kita, S. (2011). Implicit phonetic symbolism in voicing of consonants and visual lightness using Garner's speeded classification task. *Perception and Motor Skills*. 113, 929–940.

[24] Rabaglia, C. D., Maglio, S. J., Krehm, M. M., Seok, J. H., & Trope, Y. (2016). The sound of distance. *Cognition*, *152*, 141–149.

[25] Metzger, W. (1934). Beobachtungen über phänomenale Identität, *Psychologische Forschung*, *19*, 1–60.

[26] Bertenthal, B. I., Banton, T., & Bradbury A. (1993). Directional bias in the perception of translating patterns. *Perception*, *22*, 193–207.

[27] Watanabe, K., & Shimojo, S. (1998). Attentional modulation in perception of visual motion events. *Perception*, *27*, 1041–1054.

[28] Sekuler, R., Sekuler, A. B., & Lau, R. (1997). Sound alters

visual motion perception. *Nature*, *385*, 308.
[29] Remijin, G. B., Ito. H. & Nalajima, Y. (2004). Audiovisual Integration: An Investigation of the 'Streaming-bouncing' Phenomenon. *Journal of Physiological Anthropology & Applied Human Science*, *23*, 243–247.
[30] Grove, P. M., Robertson, C., & Harris, L. R. (2016). Disambiguating the stream/bounce illusion with inference, *Multisensory Research, 29*, 453–464.
[31] Gobara, A., Yamada, M., & Miura, K. (in preparation). Dynamic association between language and visual event.
[32] Freyd, J. J., & Finke, R. A. (1984). Representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, *10*, 126–132.
[33] Hubbard, T. L. (2005). Representational momentum and related displacements in spatial memory: A review of the findings. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*, 822–851.
[34] Kerzel, D. (2000). Eye movements and visible persistence explain the mislocalization of the final position of a moving target. *Vision Research*, *40*, 3703–3715.
[35] Kerzel, D. (2003). Mental extrapolation of target position is strongest with weak motion signals and motor responses. *Vision Research*, *43*, 2623–2635.
[36] Chien, S. E., Ono, F., & Watanabe, K. (2013). A transient auditory signal shifts the perceived offset position of a moving visual object. *Frontiers in Psychology*, *4*, 1–10.
[37] Teramoto, W., Hidaka, S., & Gyoba, J., & Suzuki, Y. (2010). Auditory temporal cues can modulate visual representational momentum. *Attention, Perception & Psychophysics*, *72*, 2215–2226.
[38] Hubbard, T. L. (1994). Judged displacement: A modular process? *American Journal of Psychology, 107*, 359–373.
[39] Gobara, A., Yamada, M., & Miura, K. (2016). Crossmodal modulation of spatial localization by mimetic words. i-Perception, 7, 1–9.
[40] Park, J. H., Schaller, M., & Crandall, C. S. (2007). Pathogen-avoidance mechanisms and the stigmatization of obese people. *Evolution and Human Behavior*, *28*, 410–414.
[41] Schaller, M. (2011). The behavioral immune system and the psychology of human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *366*, 3418–3426.
[42] Curtis, V., Aunger, R., & Rabie, T. (2004). Evidence that disgust evolved to protect from risk of disease. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *271*, 131–133.
[43] 岩佐 和典・小松 孝徳 (2015). 視覚的な触質感認知と不快感に対する命名の影響, 人工知能学会論文誌, *30*, 265–273.
[44] Oum, R. E., Lieberman, D., & Aylward, A. (2011). A feel for disgust: Tactile cues to pathogen presence. *Cognition and Emotion*, *25*, 717–725.
[45] 薛 玉婷・郷原 皓彦・佐々木 恭志郎・山田 祐樹 (印刷中). 粘性オノマトペは視覚的嫌悪感を変容させる—「べとべと」と「さらさら」を用いた検討— 認知科学.
[46] Arnold, D. H., Thompson, M., & Johnston, A. (2007). Motion and position coding. *Vision Research*, *47*, 2403–2410.
[47] 針生 悦子・趙 麗華 (2007). 有声音と無声音を大小に対応付ける感覚の起源—擬音語理解の日中比較—, 心理学研究, *78*, 424–432.
[48] Iwasaki, N., Vinson, D. P., & Vigliocco, G. (2007). What do English speakers know about gera-gera and yota-yota? A cross-linguistic investigation of mimetic words for laughing and walking. *Japanese Education in the World*, *17*, 53–78.

街の質感を表現する　—都市様相論とオノマトペマップ—
How Can We Visualize and Understand Texture of a City?

北 雄介[†]，山田 雅敏[‡]
Yusuke Kita, Masatoshi Yamada
[†]京都大学 学際融合教育研究推進センターデザイン学ユニット，[‡]常葉大学 健康プロデュース学部
Kyoto University, Tokoha University
yusuke.kita@design.kyoto-u.ac.jp

Abstract
Each city has its unique atmosphere, appearance and quality as a whole. This paper captures those vague phenomenon as "urban texture," and aims to visualize, analyze and understand it. For that purpose, we introduce theory of urban modality as a theoretical basis and onomatopoeia as a presentation tool.

We conducted a city-walk experiment in Yaizu-city. Participants of the experiment walk around the city as they like, and "tweet" onomatopoeia when they find, look, hear, or feel something, by using a smartphone app. Tweeted data are automatically collected to a data server with positional data on which they were tweeted. We designed "Yaizu Onomatopoeia Map" based on the data collected during the experiment.

Analysis of the data mainly focuses on the way we capture urban texture. As a city is a complex of various elements including ourselves and is also gradually changing along timeline, we found many interesting phenomena in the data. For example, it is shown that our body and memory besides physical environment of the city are also important for our sense for urban texture. Many of the participants of the experiment created their original onomatopoeia to present their feelings as precisely as possible. In spite of the complexity of the situation between city and humans, we propose that the combination of city-walk and onomatopoeia is good method to capture urban texture.

Keywords — urban texture, urban modality, city-walk, onomatopoeia, visualization

1. はじめに

1.1. 研究の背景と目的

近年,「街の雰囲気」に対する関心が高まりつつある．テレビでは「モヤモヤさまぁ〜ず2」「鶴瓶の家族に乾杯」などの街歩き番組が人気を博しているが，出演者たちは取り立てて名所のない街でも，その雰囲気や人との会話を楽しんでいる．「住みたい街ランキング」が頻繁に話題に挙がり，島原は「他者との関係性」「五感で感じる身体性」を基準に都市の「官能性」を測る指標を提案している[1]．このように現代では,「何がある街なのか」だけではなく「どのような街なのか」—本研究の用語に照らせば「街の在り方」—という視点でも都市が見られ，また評価されるようになってきている．機能主義的な都市観から，雰囲気や印象などを考慮した新たな都市の捉え方へと移行しつつある．

このような都市の雰囲気や独自の質というものを，本稿の発表されるオーガナイズドセッションの趣旨に引き寄せ，ここでは「街の質感」という言葉で表わそう．この街の質感という漠然とした事象は，どのようにして科学の対象にできるだろうか．本研究は街の質感を，可視的に記述し，分析することを目的としている．

また本研究の実験は，静岡県焼津市の中心部で実施した．焼津は漁業の街として知られているが，目立った観光地があるわけではない．しかし漁港を中心とした生活景観や海越しの富士山への眺めは，この街独自のものである．こうした小都市の魅力を伝える方法を模索することも，本研究の実践上の目的となっている．

1.2. 研究方法

第一筆者は街の質感や雰囲気といったテーマに関心をもち，研究を続けてきた[2][3][4][5]．その際に，「都市の様相」（urban modality）という概念を採り入れている．心理学分野では通常，modalityは五感などに区別された感覚を意味するが，筆者らの研究ではこの語を「ものごとの全体的な在り方」という意味で用いている．本研究も，都市様相論を理論的基盤とする．

そしてこの理論に則って，被験者に焼津の街を自由に歩いてもらい，そこで見たことや聞いたこと，感じたことなどをオノマトペによって表現してもらうという実験を行ない，データを集める．そしてそのデータに基づいて都市の様相を可視化し，被験者がどのようなオノマトペで都市の様相を捉えているか，オノマトペによる都市の様相の可視化方法はどのようなものが望ましいのか，などの観点で分析を行なう．

つまり本研究は，都市様相論とオノマトペという道具立てによって，街の質感という対象を科学的に読み解こうというものである．

なお街歩きで発せられるオノマトペは状況依存性が高い．本研究で得られるデータも対象地や天候などに依存し，成果を一般化する際には注意が必要である．しかし少なくとも，オノマトペを用いて都市の質感を表現し分析する方法論の開発という意味では，本研究の

意義は大きいものと筆者らは考えている.

1.3. 既往研究と本研究の位置づけ

街の質感を測り，分析しようという試みはこれまで建築学, 都市計画学などの分野で広く行なわれてきた. 2章で詳述する原広司や第一筆者らの都市様相論を除けば，古典となっているLynch[6]に始まり，志水[7], 船越ら[8]などがある. 定量的な分析を行なうためにSD法や多肢選択法，エレメント想起法などを用いて被験者からデータを集める例が多い．しかしこれらの方法では被験者が表現できる内容が限定されており，街の質感という複雑な事象を捉えきれないと筆者らは考えている. 本研究ではオノマトペを用いることで, 街の質感を多面的かつ定量的に分析するという，新しい試みである. なお杉浦らは, オノマトペを用いて東京の地形を可視的に表現しており[9]，本研究でも参考にした.

一方で言語学や認知科学の分野では，音韻論や意味論, その言語間比較など, オノマトペ一般を対象とした基礎研究が行なわれてきた．また近年は情報科学の分野で，食品の歯触りの表現[10]，楽曲検索[11]などを対象にオノマトペの可能性を探った研究も見られる．しかし，都市という極めて複合的な対象に対するオノマトペを用いた研究は見られない. 本研究は, 都市に内在した状況でのオノマトペの語用論を研究する.

以上のように本研究は，これまで個別に行なわれてきた都市研究とオノマトペ研究とを融合する，新規性の高いものであると言える.

2. 理論的枠組

2.1. 都市様相論

様相という概念はアリストテレス以来の歴史をもち, 定義も多様である. それらに共通する考え方は, 何かの物自体ではなく, その「在り方」を指すということである．特に様相論理学では命題の可能性と必然性という二つの在り方を分析するために様相が用いられる．この考え方はカントによる悟性の先天的カテゴリーの一つとしても採り入れられ[12], また言語学においては命題に対する話者の主観を広く表わす表現として「モダリティ」の語が用いられている[13]. いずれにせよ様相という語が在り方という意味をもつことは変わらない.

以上のような歴史的文脈をベースとしながら，この語を建築・都市分野に導入したのが建築家でもある原広司である．原は,「事物の状態や空間の状態の見えがかり，外見，あらわれ，表情，記号，雰囲気，たたずまいなどと記録される現象」を様相と呼んでいる[14]. 原は様相という概念を, 機能に替わる新しい時代の都市・建築のキーワードに据えている.

本研究ではこの考え方を引き継ぎ，様相という語を，ものごとの全体的な在り方（total mode of being）を指すものとして用いる.「議論の様相」「国際関係の様相」など，一般的に様相という語が用いられるときの意味内容にも合致する. 都市の様相とは, 都市の全体的な在り方のことである．都市の様相は，建物，樹木，人や車のように目に見えるもの, 風や音, におい, そして雰囲気や佇まい，意味などを含んだ総体として立ちあらわれる．きわめて全体的で未分化な現象である.

都市の様相を理解するためのアプローチは，大きく分けて二つある. まず一つは存在論的に, 都市の物理的表象に着目するものである．たとえば原の研究室では街路構造[15]，タクシーの運行経路[16]などに着目することで, 都市の様相の諸側面を描き出した. もう一方は認識論的に，私たちが感じ取っている様相の理解を試みるアプローチである．筆者らは基本的に後者の方法で研究を行なっている. 人間の認識を通じて, 都市の様相という曖昧な事象へとアクセスする.

2.2. 我々の把握する都市の様相の研究方法

都市の様相の認識論的研究方法として筆者らが提案するのは，以下の方法である.

我々は普段, 街を歩き, また日常生活を過ごす中で, 常に何らかの様相を把握（grasp）している．この把握された様相は, そのままでは内面的なものに留まる. そこで被験者に街を歩いてもらう実験を行ない，言葉や指標などを使って把握した様相を外在化してもらう. これを記録（record）と呼ぶ．この際，自由記述などなるべく被験者にとって自由度の高い表現形式を用いることが，様相という複雑で全体的な概念を捉えるために望ましいと筆者らは考えている.

個々の記録自体が，都市の様相の一側面を表わしている. しかしそれはごく部分的で, また人によっても異なる．そこで多数の被験者から得られた多数の記録を重ね合わせる（superimpose）ことで，より広範囲について, かつ被験者間で共有された様相を描き出す. これを記述（depiction）と呼ぶ．記述は都市の様相を可視化することでもあり，他者への伝達の手段にもなる.

そして記録および記述によって，都市の様相はデータ化され，分析（analysis）が可能となる．特に記録に自由記述などを用いると，それを分類することにより，定量的にも定性的にも分析しうるものとなる.

以上の研究方法は第一筆者が行なった，京都市内に

指定した3つのルートを被験者に歩いてもらい，自由記述で様相を記録してもらうという「経路歩行実験」を用いた研究において確立した．一連の研究方法は都市以外の分野にも応用可能であると考えており，そのことは第一筆者が昨年度の認知科学会大会にて発表している[17]. 本稿ではこの研究を頻繁に比較対象として取り上げるため，「経路歩行実験の研究」と呼ぶことにする．

2.3. オノマトペによる様相の記録

上記の経路歩行実験では，面的に広がる都市の中で，そのルート上の様相しかわからない．そこで筆者らは，指定ルートの歩行から指定領域内の自由歩行という方法に切り替えることで，研究の展開を図った．ところが，領域の様相を記述しそこから一定の傾向を抽出するためには，自由記述の記録内容はスパースすぎ，そのスパースさを補うほどの記録量を得ることも難しいことが明らかになった[18].

そこで本研究では，被験者による記録内容に制限を加え，オノマトペによる記録を行なうことにした．オノマトペは自由記述に較べて語彙が限られ，データのスパースさを抑制でき，分析も容易となる．オノマトペに関する既往研究の知見も活用できる．

またオノマトペは，建物や木々といった物理的要素そのものではなく，その要素の状態や動き，音，それらに対する被験者の感じ方などが表現されるという特徴がある．深田らは，オノマトペが事態を分析的に捉えるのではなく，状況の全体を未分化なまま捉える性質をもつという[19]. このことは筆者らの用いる様相の概念と通底し，かつその様相概念のうち，とりわけ「質感」に近い部分を取り出せると期待できる．

さらに，オノマトペを探して街を歩くという行為自体に非日常性がある．被験者にゲーム感覚で楽しんでもらえ，多くのデータが集まるのではないかと考えた．

3. 記録の収集とオノマトペマップの作成

3.1. アプリ「100ninmap」について

実験には，筆者らが以前より開発しているスマートフォンアプリ「100ninmap」を，今回の実験用にカスタマイズして利用した．このツールの概要を説明する．

被験者はスマートフォン（iOS/Android）を持って街を歩く．表現したいことがあったとき，オノマトペ（平仮名，片仮名，一部記号のみ），そのオノマトペの説明文（自由記述），およびそのときの印象（5段階評価）を入力し，発信する．オノマトペだけではなく説明文と印象評価を加えることで，分析を深めることを意図した．なおこの発信は「Twitter」になぞらえて「つぶやき」と呼んでいる．つぶやきデータは，スマートフォンによって取得される位置情報とともにサーバーに送られる．

すると，被験者のつぶやいたオノマトペが自動的に地図上にプロットされる（図1）．オノマトペをタップすると，説明文とユーザー情報も見ることができる．実験が進むにつれオノマトペがどんどんと地図上に蓄積され，被験者も随時その様子を確認できる．

3.2. 実験の実施

実験は静岡県焼津市にて，2017年2月2日に行なった．寒い季節ではあったがよく晴れ，終盤には被験者は暑さを感じたほどで，寒さによる実験への悪影響はなかったと考えてよい．被験者は40名で，常葉大学の学部生を中心に，一部高校生と社会人が含まれる．

被験者は焼津市役所に集合し，実験の趣旨やアプリの使い方などの教示を受けた後，11:00頃に出発し，15:00までの約4時間，指定範囲（約2.4km×約1.8km）内を自由に散策しながら，つぶやきを発信した．一人で歩いても複数人で歩いても，途中の休憩や食事を取ることも自由としている．また被験者をチームに分け，つぶやきの多かったチームなどに賞を与えることで，モチベーションを高めることを試みた．

結果的に，合計533のつぶやきを得ることができた．一人あたりの件数は最高42件から最低2件までのばらつきがあり，被験者全員のモチベーションを上げられ

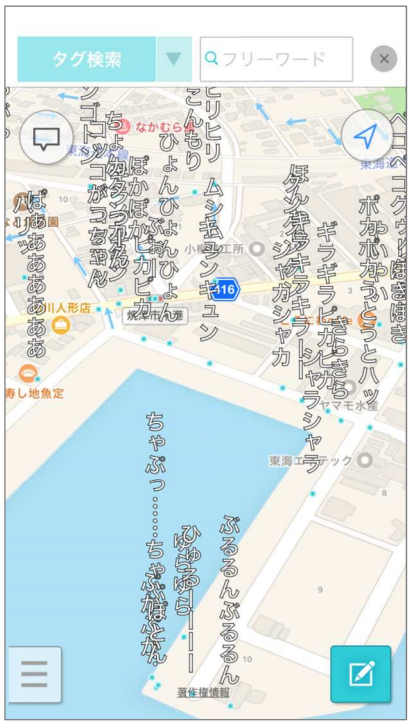


図1 アプリ「100ninmap」の地図画面

なかったことは反省材料である．とはいえ，記述や分析には十分な量のデータが得られた．

3.3. オノマトペマップの作成

得られたつぶやきデータを記録と捉え，これを元に都市の様相の記述を試みる．

アプリで自動的に生成される図1自体，既にオノマトペを用いた様相の記述になっている．しかしこの状態では，オノマトペが何を指しているのかはオノマトペをタップしなければわからない．また，スマートフォンとアプリがないと，この地図自体を見ることができない．焼津の魅力を広く伝えるには，紙の地図に表現する必要もあると考えられる．

そこで以下のことを行なった．まず，4.1.1.で述べる方法でオノマトペを五感に分類し，感覚別に色分けした．次に，街の質感をよく表現していると思われるオノマトペを選出し，つぶやきの説明文も参考にしながらイラスト化した．そしてこれらを，焼津を太平洋側上空から見たようなパースのかかった地図の上に配置した．完成したオノマトペマップが図2である．

これは，名所や店舗などをプロットした従来の観光地図とは異なる，新しいタイプの地図である．街の客観的な情報はほとんど記されていないものの，より街の質感を伝える地図になっているのではあるまいか．この地図の効果は，6章において検証する．

4. 記録データの分類と分析

ここから，得られたデータの分析を行なう．本章ではオノマトペの基本的な分類・分析を行なう．

4.1. 感覚と表現について

4.1.1. 分類

オノマトペの分類事例として，山梨[20]や苧坂[21]による五感での分類がある．またオノマトペは擬音語・擬態語・擬情語から成ることが一般的に知られている．以上の二つの分類を「感覚の分類」「表現の分類」と呼び，本稿でも実施する．二つの分類の対象は似ているようで異なる．感覚の分類は，被験者がどの感覚で様相を把握したのかを分類し，表現の分類は，つぶやかれたオノマトペの分類である．簡単に言えば，被験者へのインプットとアウトプットとの違いである．

実際の分類は，オノマトペだけではなく説明文も加味し，意味内容を推測しながら行なった．感覚は基本的には五感をベースに分類したが，いずれにも分類できないものがあった．それは空腹感による「ぐうぐう」，歩くことを示す「てくてく」などで，外的な事象に関係なく，自らの身体のみで感覚しているものである．このような例は「身体」とすることにした．

表現の分類は擬音語・擬態語・擬情語の三分法をベースに行なったが，宇野ら[22]が指摘しているように，これらのカテゴリーは中心的成員と周辺的成員の存在するプロトタイプカテゴリーにすぎず，明確な分類は難しい．たとえば「どーん」は一般的には大きな爆発音や落下音を示す擬音語と思われる．しかし富士山や大型船が見えたときにこの言葉を用いた被験者が複数いた．大きいという意味合いによって，擬音語から擬態語へと転用されたものと考えられる．また「おおお〜」「へえー」などは自分の声や感情をそのまま記したもので，擬音語としても擬情語としてもプロトタイプ的ではない．このような例が多く見られたことから，「自分の声・感情」という独立したカテゴリーを作ることにした．

分類結果を集計し，表1の感覚と表現のクロス表が得

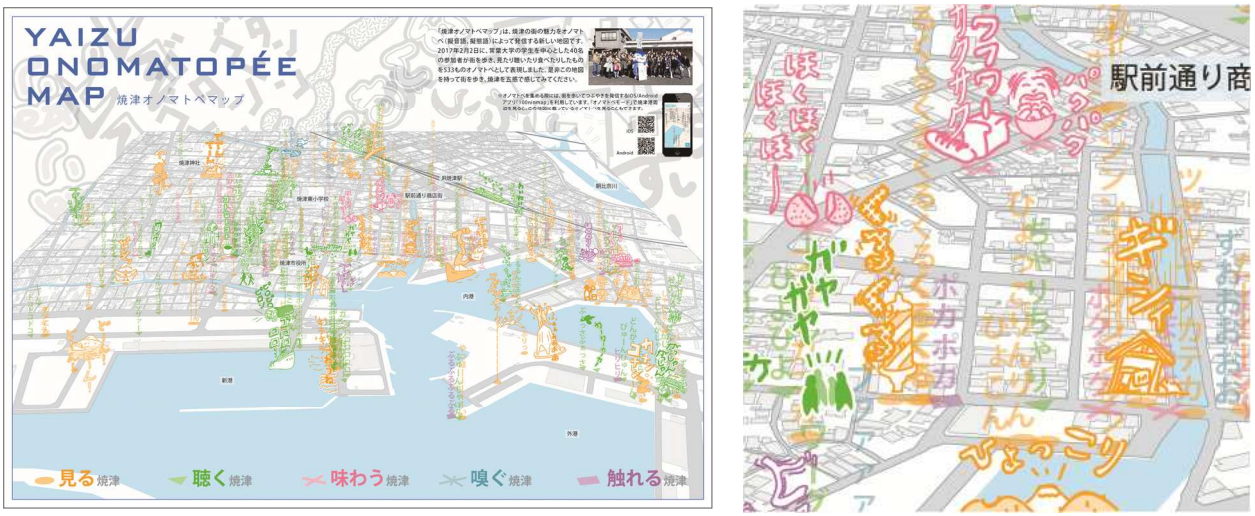


図2 焼津オノマトペマップ（左：全体 右：部分）

られた. 感覚, 表現ともに絶対的な分類方法があるわけではなく，分類には解釈によるゆらぎが多少含まれることを断わっておく. また比較のため, 経路歩行実験の研究において作成した言葉の分類表を示す（表2）.

4.1.2. 分類に基づく分析

まず感覚について見てみる．人間は特に視覚が発達しているとされ, 表2でも視覚によって捉えられる要素が多い．しかし感覚の分類を見ると聴覚が半数近くを占める. オノマトペを用いることで, 特に音に対する感覚が鋭くなると考えられる．記録方法が様相把握の仕方を変えているのである.

身体に分類されたものが3番目に多い. 歩き始める前に「ドキドキ」し，空腹で「ぺこぺこ」になり，「てくてく」と歩き，最後は「へとへと」になる．そして空腹時には飲食店を探して入り「もぐもぐ」と食べるなどといったように, 身体の状態が行動を変えている. 筆者らの様相論では，人間-都市を主客として分離する二元論的な立場は取らず, 現象学的な, つまり人間は身体をもって世界に内在するという考え方をする．したがって先に述べたインプットとアウトプットという単純な図式は，実際には成り立たない.

また複数の感覚が関係すると考えられるものは「複合」とした. 気持ちいいと感じて「あーー」と言ったり，行き先がわからず「むーん」と悩んだりするものだ．これらは諸感覚が未分化なまま捉えた様相である．また都市に起因するものとも身体に起因するものとも判断がつかず，やはり主客は溶け合っている.

次に表現の分類では, 擬音語が半数近くある. そのほとんどは聴覚と対応する．次に多いのが擬態語であるが, 擬音語とは対照的に, 視覚だけではなく嗅覚, 味覚, 触覚や身体によって感覚したことがらも擬態語によって表現される. 3番目に多いのは自分の声・感情である. 視覚や味覚, 複数の感覚で捉えたことなどが, 感嘆や落胆などを示す声として発せられる.

感覚と表現との関係に関して，興味深い事例が見られた. オノマトペは「フワフワーサクサク」であるが，説明文には「パン屋」としか記されていないものである. 実際にパンを食べたのなら, おそらくその旨を説明文として書くと思われるから, 被験者は実際には, パン屋を目視しただけであろう．つまり被験者は食べてもいないパンの食感を記している．他にも壊れそうな古い家を見て「ギシィ」，床屋を見て「チョキチョキ」など，実際には聞いていないと考えられる音を記録した例が数多く見られた. この現象には, 記憶が大きく関係しているものと考えられる．われわれはパンの食感として「フワフワーサクサク」，床屋のはさみの音として「チョキチョキ」という表現をプロトタイプとして記憶しており, 実際には聞かずとも, パン屋や床屋を見ただけでこれらの表現が思い浮かぶのである．視覚と触覚や聴覚が, 記憶を通じて連合している. 記憶によって一種の共感覚が生じているとも言えよう.

また被験者が見たのはパン屋であるが,「フワフワーサクサク」はパンの食感である. パン屋を見てパンについて表現するというメトニミー的現象で，他にも自動販売機を見て「チャリン」という小銭の音を表現する例などが見られた. 感覚と表現の関係は複雑で, それがオノマトペによる様相の表現の多様性につながっている.

4.1.3. 評価との関連性の分析

次に，被験者がオノマトペを捉えたときに入力した印象評価（-2: 悪い～+2: よい の5段階．以下「評価」と呼ぶ) を用いて, オノマトペのカテゴリーと評価との関連性を調べる．なお全データでの評価の平均値は0.925で，全体的にはオノマトペで捉える事象に対してよい印象を持つことが伺える．これから明らかにする

表1　感覚・表現によるクロス集計

		感覚								計
		視覚	聴覚	嗅覚	味覚	触覚	身体	複合	不明	
表現	擬音語	17	234	–	–	–	3	2	2	258
	擬態語	116	2	8	9	6	21	1	6	169
	擬情語	5	–	–	–	–	6	4	2	17
	自分の声・感情	39	1	–	11	1	1	9	3	65
	複合	3	–	–	–	–	1	–	–	4
	それ以外	5	8	1	4	–	1	–	1	20
計		185	245	9	24	7	33	16	14	533

表2　経路歩行実験の研究における言葉の分類

分類			内容
視覚	左右	群建物	[1]住居, [2]マンション, [3]店舗, [4]観光, [5]業務, [6]茶道
		単体建物	[7]寺社・境内, [8]教育施設, [9]駅, [10]デパート, [11]その他単体建物
		建物の属性	[12]建物のスケール, [13]建物の素材, [14]建物のデザイン, [15]建物の色彩, [16]建物の年代, [17]建物の密度, [18]建物の立ち方, [19]建物の付属物, [20]建物内部の様子
		人・車	[21]人の数, [22]観光客・外国人, [23]子ども, [24]学生, [25]人の行動, [26]車の数
		その他沿道の要素	[27]空地, [28]塀・壁, [29]サイン, [30]工事, [31]駐輪, [32]その他沿道の人工物, [33]沿道の植物, [34]沿道の生物, [35]川・水路, [36]その他沿道の地形
	上		[37]空, [38]アーケード
	下		[39]街路の幅, [40]街路の色彩・テクスチャ, [41]街路の勾配, [42]街路の形態, [43]その他ルート上の街路について, [44]交差する街路について
	全体・遠方		[45]明るさ・陰影, [46]空間の広さ・開放感, [47]視界・見通し, [48]前方の寺社, [49]遠方の山や森
聴覚			[50]音環境, [51]人の声, [52]人工的な音, [53]自然の音
嗅覚			[54]人工的なにおい・空気質, [55]自然のにおい
触覚			[56]気温, [57]風
印象			[58]好み, [59]統一性, [60]普通さ, [61]調和・特異, [62]楽しさ・賑わい, [63]落ち着き・風情, [64]都市性, [65]中心性, [66]日本らしさ, [67]京都らしさ, [68]地域らしさ, [69]いかにも, [70]グレード, [71]生活感, [72]親しみ, [73]裏, [74]歩きやすさ
その他			[75]固有名詞(場所), [76]固有名詞(建物), [77]街路の左右の比較, [78]街路のサイド

のは，カテゴリー間の相対的な差である．

本稿では評価との関連分析の際に相関係数を用いる．カテゴリーごとに評価の平均値をとるのが一般的な方法であるが，それでは成員の少ないカテゴリーではサンプル数が減り，統計的信頼性が低くなる．それに対しカテゴリーに当てはまるか否かの0,1の数列と評価との相関係数を求めれば，サンプル数は実質的に，全データ数である533で固定される．成員の少ないカテゴリーでは相関係数は0に近い値をとりやすくなり，検定では有意な相関とならず，かつ平均値を用いた場合のように極端に大きな値や小さな値となることもない．

感覚，表現のカテゴリー別の評価との相関係数を図3に示す．サンプル数が常に533のため相関係数の絶対値は最大0.22程度であるが，それでも統計的に有意な相関が8つ得られた．まず目につくのが，聴覚で捉えられたオノマトペ，擬音語で表現されたオノマトペの評価が低いことである．騒音や雑音が含まれるためだと考えられる．評価が高いのは，感覚では視覚と味覚，表現では擬態語と自分の声・感情であった．これらについては，次節の内容と併せて後に分析する．

4.2. オノマトペの対象について

4.2.1. 分類

次に，オノマトペが何の音や動きなどを表現したのかということについて分析する．これをオノマトペの「対象」と呼ぶ．対象は，いわばインプットにつながる外的刺激である．ただし，単純な主客二元論の図式が成り立たないことは先にも述べたとおりである．

対象は，主にオノマトペの説明文の内容から判断した．先の感覚と表現の分類の際には533のデータをすべて一意に分類し，複数の感覚や表現が混じる場合には「複合」としたがが，対象の分類では一つのデータが複数カテゴリーに入ることを許容した．その意味ではカテゴリーというよりタグと呼んだ方が直感的である．

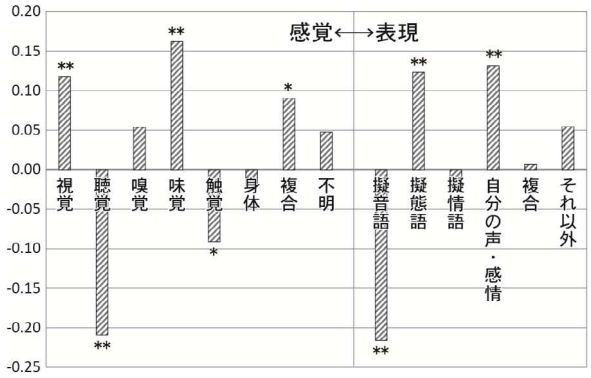


図3　感覚・表現と評価との相関係数

対象の分類には，五感や擬音語・擬態語・擬情語のような一般的に知られた分類法がない．経路歩行実験の研究で得られた表2の分類表は有効そうであるが，自由記述とオノマトペ，京都と焼津という実験設定の違いによって被験者の記録内容もかなり異なっていたため，新たに分類表を作成した（表3）．この表は分類に先立ち所与のものとして決めていたものではなく，データを見ながら探索的につくりあげたものだ．個々のデータに仮のタグをつけ，一通り終わったらタグの使用数を集計し，少ないタグの合併，多すぎるタグの分割などを行なうことで，各タグの使用数が分析に適したものになるよう調整していった．

4.2.2. 分析

表2と表3とを較べると，かなり異なった構成となっている．オノマトペの表現として擬音語や自分の声・感情などが多いことに対応して，表3では乗り物，動物，自分といった大分類が生じている．また魚や海，船に関する小分類が多く，焼津という街の特性が反映されている．逆に表2にあって表3にはないのが，建物の属性や，その場の全体的な印象を表わすカテゴリーである．

次にタグの使用数と，タグと評価との相関係数とを図4にまとめた．大分類と小分類とを両方示している．

大分類では乗り物が最多を占め，建物，自分，動物，

表3　対象の分類（タグ）の一覧

大分類	小分類
建物	飲食店
	食料品店
	温泉･足湯
	その他店舗
	住宅
	社寺
	教育施設
	その他建物
沿道のもの	信号
	看板
	港湾の機械
	工事
	旗
	風鈴
	鐘
	銅像
	その他沿道のもの
足下	地面
	通り
乗り物	トラック
	その他車
	電車
	新幹線
	船
	飛行機･ヘリ
飲食物	魚を使った食べ物
	パン
	アイス
	その他食べ物
	コーヒー
	その他飲み物

大分類	小分類
音	音楽
	カメラ
	静寂
他者	人の声
	人の行動
自分	歩行
	その他行動
	空腹
	満腹
	その他体調
	感情のみ
水	海
	波
	川
植物	近い植物
	富士山
	その他山
動物	鳥
	魚
	凍った魚
	犬
	その他生き物
天候など	風
	気温
	天候
その他	その他
	不明

飲食物が続く．評価は飲食物において顕著に高く，図3での味覚の値の高さと符合する．評価が低いのはトラック，車や工事など，やはり騒音を出すものが多い．

建物においては，各種店舗が大多数を占める．実際には実験対象地には住宅の方がかなり多いのだが，それについてはほとんど言及されず，被験者の関心は店舗に集中する．被験者の記録によって映し出されるのは都市の物理的な姿そのものではなく，あくまで被験者が捉えた認識の上での都市である．

5. 文字の使い方の分析

次に，オノマトペに文字がどのように使われているかを分析する．

5.1. 文字数とオノマトペの創造性

通常，オノマトペは「バンバン」のように2文字程度の単位を重畳したものが多く，「バン」のように単独の場合もある．したがって平均文字数は3〜4文字程度になると考えられる．ところが実験で得られたデータは，平均5.55文字であった．その要因を分類すると（表4），同じ文字を重ねるパターン，単位の重畳を3回以上にするパターン，そして異なるオノマトペを組み合わせるパターンが見られた．

同じ文字や単位を繰り返す事例は，オノマトペが指し示す対象の音や動きの時間的持続性を表現していると推測できるものが多い．たとえば「ぶろろ」ではなく「ぶろろろろろろろろろろろろ」なのは，音の長さを表わしていると考えられる．文章を書く際にオノマトペを用いるときは状況をイメージするにすぎないが，それに較べ，実際の都市における音や動きは持続的なのではないだろうか．他に，繰り返しが被験者の感情の度合いを表現していると考えられるケースもある．たとえば「おー」よりも「うぉーーーーーーー」の方が，書き手の驚きが読み取れる．

複数のオノマトペを組み合わせるパターンは，一つの状況を複数の表現で描写したものが多い．「ツヤツヤテカテカピカピカ」は刺身の輝きを，「ヒンヤリスースー」は寒さを，オノマトペの組み合わせにより複合的に表現している．他に食後の居眠りを表現した「ポカポカ

表4 オノマトペの文字数が長くなる要因の分類

種類	該当数	具体例
母音または伸ばし棒を2回以上重畳	75	ぴょーーーん，ブワアアアーーーー
母音以外の1文字を2回以上重畳	31	ドドドドーン，ぶろろろろろろろろろろろろ
2文字以上の単位を3回以上重畳	41	トントントントン，くるくるくるくるくるくる
2つの異なるオノマトペの組み合わせ	34	ギラギラピカピカ，ペコペコグゥーグゥー
3つの異なるオノマトペの組み合わせ	7	ツヤツヤテカテカピカピカ，ペコペコパンパンペコリ
記号（！，…）	10	ひょっこり！，ちゃぷっ……ちゃぷっ……
上記いずれも該当なし	331	ビューピュー，カシャッ

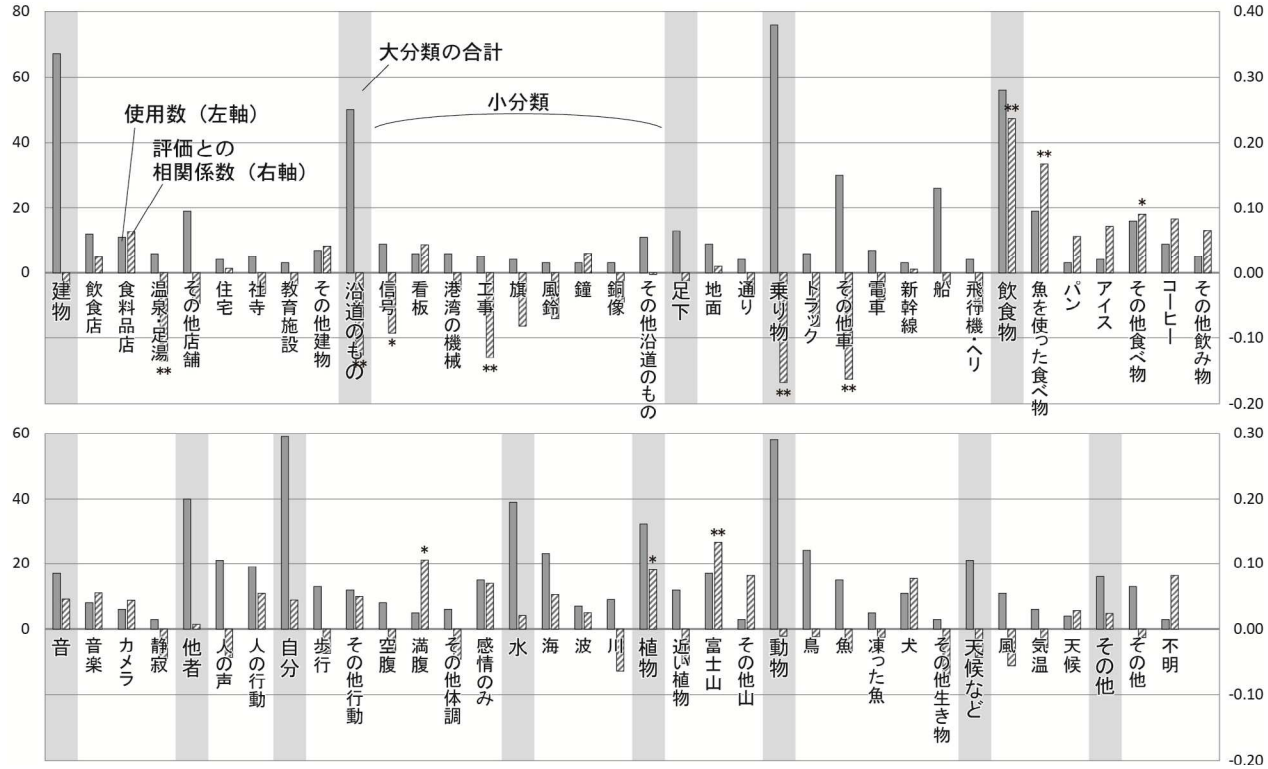


図4 対象の分類（タグ）の使用数と，評価との相関係数

うとうとハッ」，神社参拝時の二礼二拍手一礼の動作を表現した「ペコペコパンパンペコリ」などは，組み合わせによってシークエンスを表現した興味深い例である．

オノマトペの創造性についてはいくつか既往研究がある．井上は，オノマトペが多義的であるがゆえに意味がメトニミー的に拡張される現象を分析している[23]．4.1.1.で述べた「どーん」はその例である．大塚らは新しいオノマトペを創作することで日本酒の味わいを表現する試みを行なっており[24]，山田らは創作オノマトペをデザインに活用する方法を研究している[25]．本研究では表4のように，既存オノマトペをアレンジする例が多数見られた．都市のもつ，時間的な持続や推移，状況の多面性などを反映した創作が行なわれている．

5.2. 使用文字とオノマトペの音象徴性

オノマトペは音象徴性の高い言葉とされ，大塚ら，山田らの創作オノマトペの試みもこの性質を利用している．特に，多数のオノマトペを重ね合わせて分析すれば，字義的な意味よりも音象徴のもつ意味合いの方が相対的に強くなると考えられる．そこで，まずオノマトペを個々の文字に分解し，一つのオノマトペに同じ文字が含まれる場合は重複を削除した上で，各文字の使用数と，評価との相関係数を算出した（図5）．

使用数では，伸ばし棒，「ん」「っ」「ゃ」などさまざまな文字とつながりやすい文字を除けば，か行やら行，「わ」「ち」「し」などが目立つ．焼津の街の質感は，これらの文字によって象徴的に表わされる可能性がある．丹野[26]によると，「か」は固い/軽い，「わ」は驚く/突然な，「く」は苦しい/細い，などといった意味合いを日本人は感じると言う．

次に評価との相関係数を見ると，「！」「も」「あ」「っ」「く」「わ」などで高い．「！」「あ」などは感情の高まりを表現するのに用いられ，「も」や「わ」は「もぐもぐ」「わくわく」などの頻出する高評価のオノマトペとの関連が強いと考えられる．逆に相関係数が低いのは「が」「ぶ」「ご」「ぉ」「ろ」などで，うるさい，汚いといった音象徴性をもつ濁音が多く含まれている．

6. 地図の表現についての分析

6.1. 比較調査

ここまで様相の記録内容を直接分析してきたが，記録内容を元にした様相の記述である図2のオノマトペマップは果たして街の質感をうまく伝えているのであろうか．検証のため比較調査を行なった．

対象は常葉大学の学部生38名である（実験参加者との重複は1名のみ）．A.焼津市で現在配布されている一般的な観光地図[27]，B.アプリ「100ninmap」の見た目に近い，オノマトペを配置しただけの地図，C.図2のオノマトペマップという3種類の地図（図6）をスクリーンで映示し，一対比較（中屋の変法）をしてもらった．比較は「街の情報がわかりやすい（以下「情報」）」「街の雰囲気がわかりやすい（以下「雰囲気」）」「街を歩いてみたくなる（以下「歩き」）」という3つの観点につい

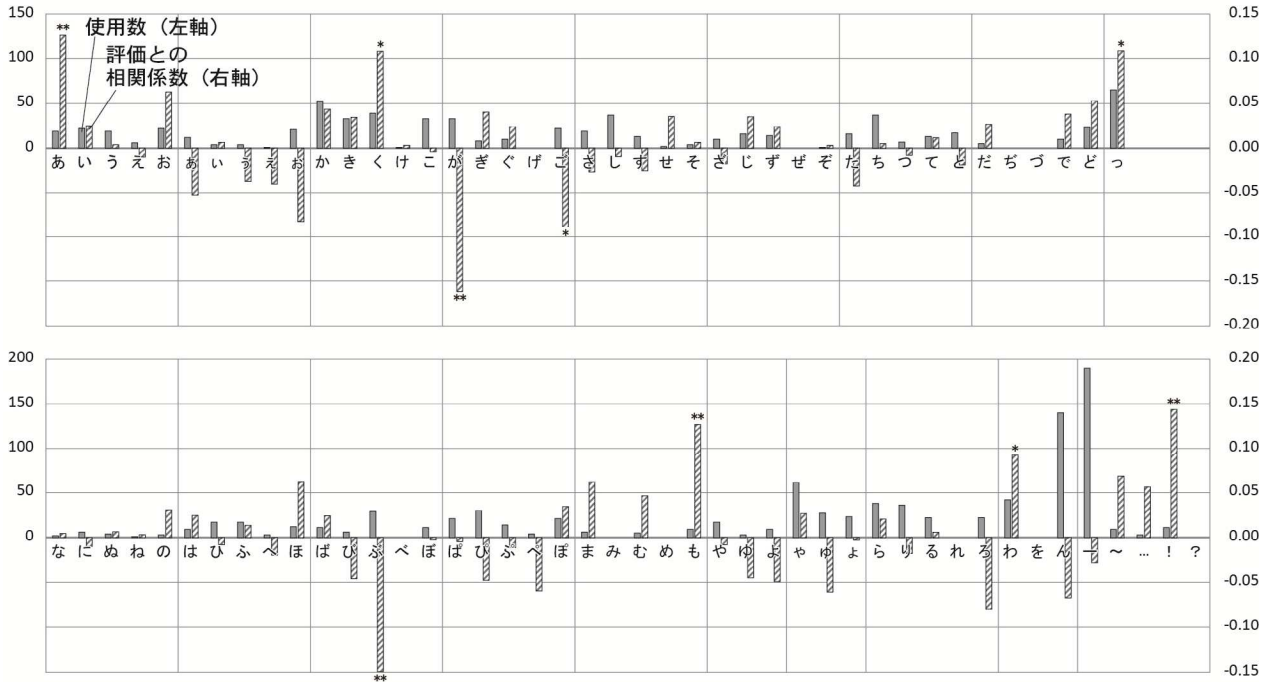


図5 文字の使用数と，評価との相関係数

て，7段階評価とした．他に，A，B，Cのそれぞれの地図から受ける印象を，自由記述で尋ねた．

6.2. 結果の分析

得られた尺度図を図7に示す．情報でA>C>B，雰囲気と歩きでC>A>Bという結果となっている．街にどんなものがあるのかという情報では従来の地図が大きく勝るが，オノマトペマップは雰囲気がよく伝わり，歩きたくなるというように受け取られている．オノマトペマップの狙いは概ね達成された．

図6　比較調査で示した3種類の地図（部分）

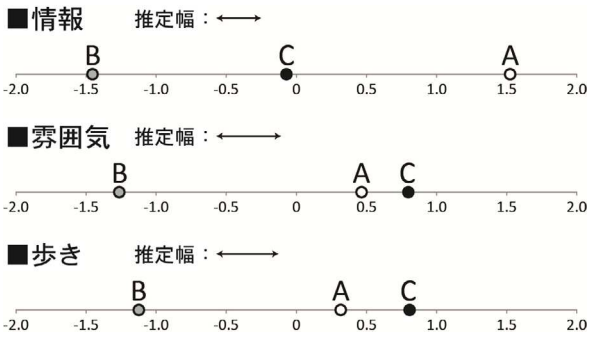


図7　比較調査の結果の尺度図

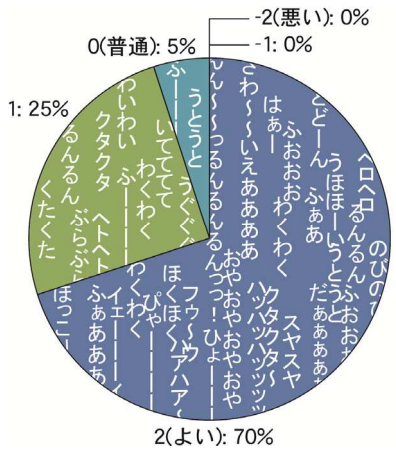


図8　実験の感想（オノマトペと5段階評価）

自由記述を見ると，どの指標でも顕著に値の低かったBでは，「文字が重なってごちゃごちゃしている」「何があるのかわからない」という回答が目立った．分類とイラスト化を行なったCでは「何があるのかがBよりわかりやすくなった」という回答が多く，オノマトペそのものだけではなく，それが表現している対象を示すことの有効性が明らかになった．他に「楽しそうな雰囲気がある」「何があるのか気になって行ってみたくなる」などの点もAやBよりも優れた点として挙げられた．しかし「重なってごちゃごちゃしている」という意見は残った．図7でも雰囲気や歩きの値でのCとAとの差は小さく，改善の余地は残っている．

改善の方法としては，AとCを織り交ぜた地図をつくる，100ninmapにCのようなヴィジュアルを加えたアプリをつくるなどの方法があるだろう．ただ，そもそもどのような地図がよい地図なのかは街歩きの目的に依存するし，逆に，持って歩く地図によって街歩きの体験は変わる．地図のターゲットや配布方法なども含め，総合的にデザインをする必要があるだろう．

なお実験の状況は，完成した地図を持たず，自分たちでオノマトペを探し，地図をつくりながら歩くものであった．実験終了後にその感想を被験者に尋ねてみると，オノマトペを探して歩く体験が街歩きの楽しみを増し，新たな発見を促すものであったとの所感を，多くの被験者から得ることができた（図8）．2.3.で示した実験への仮説が正しかったことがわかる．

7.　おわりに

本研究は，第一筆者が行なってきた経路歩行実験による都市の様相の研究と，言語学や認知科学で行なわれてきたオノマトペ研究を合流させ，街の質感を読み解く試みである．そこで改めて，この二つの文脈に照らして，本研究で得られた知見について整理しておく．

まず経路歩行実験での研究と本研究では，理論的枠組や基本的な研究方法は共通するものの，自由記述かオノマトペかという記録方法が異なる．その結果，聴覚で捉えられる事象や自らの身体についての記録が多くなった．またオノマトペというフォーマットを用いることで，創造性や音象徴性についても検証することができた．さらに京都と焼津という実験対象地の違いが，対象の分類項目などに顕著にあらわれていた．

なお経路歩行実験の研究でも本研究でも，記録は全

て位置情報のついた言語データである．だから経路歩行実験の研究では，街路構造やランドマークなどを考慮した地理的分析を行なった．しかし本稿では場所ごとの詳細な分析に立ち入る前に，実験対象地全体の様相がオノマトペによっていかに表わされるのかという面を重視し，地理的分析は割愛した．

次にオノマトペに関する既往研究の中では，街歩きによってオノマトペを集めるという点は本研究の独自性である．その結果，複雑さや多面性，時間的な推移や持続といった都市の諸側面を記録から確認することができた．また自らの身体をもって都市に内在する状況に起因するオノマトペ表現が多数見られた．記憶を媒介とした共感覚や，都市を舞台とした新たなオノマトペの創造といった興味深い現象も起こっていた．

また本稿では，オノマトペマップを作成し，6章においてその有効性も確認できた．被験者による記録の直接的分析は，都市に内在した状況での語用論についての研究を意味するが，オノマトペマップはその都市の様相を他者に伝えるという俯瞰的視点に立ったものである．これは都市イメージ研究やインフォグラフィックスの研究などに展開することが可能であろう．

今後は，本稿では行なわなかった地理的分析や，オノマトペマップの実用化などを行なっていきたい．さらにオノマトペや自由記述以外の記録方法についても模索し，街の質感の表現や理解の方法についてさらに探求を進める予定である．

謝辞：本研究は，静岡市・焼津市地域課題解決事業「若者への魅力ある情報の発見と発信方法」（代表：山田雅敏）の助成により行なった研究である．

参考文献

[1] 島原万丈・HOME'S総研, (2016)“本当に住んで幸せな街全国「官能都市」ランキング”，光文社
[2] 北雄介・門内輝行, (2010)“経路歩行実験による都市の様相の記述－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その１）”，日本建築学会計画系論文集, Vol. 75, No. 651, pp. 1159-1168.
[3] 北雄介・門内輝行, (2011)“様相因子による都市の様相の分析－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その２）”，日本建築学会計画系論文集, Vol. 76, No. 661, pp. 625-634.
[4] 北雄介・門内輝行, (2011) “エッジ，エリアの特性による都市の様相の分析－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その３）”，日本建築学会計画系論文集, Vol. 76, No. 666, pp. 1433-1442.
[5] 北雄介・門内輝行, (2014) “フレーム概念に基づく都市の様相の分析とモデル化－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その４）”，日本建築学会計画系論文集, Vol. 79, No. 696, pp. 421-430.
[6] Lynch, K., (1960) "The Image of the City", The MIT Press.
[7] 志水英樹, (1979) “街のイメージ構造”，技報堂出版
[8] 船越徹・積田洋・清水美佐子, (1988) “参道空間の研究：その１．参道空間の文節と空間構成要素の分析（分節点分析・物理量分析）”，日本建築学会計画系論文集, No. 384, pp. 53-61.
[9] 昭和女子大学杉浦研究室, (2009)“東京をこぐ／チャリーディング・ノーテーション”，建築雑誌, Vol. 124, No. 1595, pp. 16-17.
[10] 石橋賢・深瀧創・宮田一乗, (2015) “米菓を対象としたシズル語の印象評価 －オノマトペを中心に－”，人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 1, pp. 229-236.
[11] 佐藤静香・児玉英一郎・王家宏・高田豊雄, (2013) “オノマトペを利用したWeb上からの楽曲動画検索システムモデルの提案”，情報処理学会研究報告データベースシステム, Vol. 2013-DBS-157, No. 13, pp. 1-6.
[12] 岩崎武雄, (1958) “カント”，勁草書房
[13] 庵功雄, (2012)“新しい日本語学入門 ことばのしくみを考える 第２版”，スリーエーネットワーク, p. 168.
[14] 原広司, (1987)“空間〈機能から様相へ〉”，岩波書店, p. 224.
[15] 金尾朗・原広司・他, (1987) “都市領域の様相論的研究：その5 都市における経路の曲折性”，日本建築学会学術講演梗概集. F, pp. 455-456.
[16] 曲渕英邦・原広司・他, (1991) “都市領域の様相論的研究:その15 東京におけるタクシー運行の位相空間モデル”, 日本建築学会学術講演梗概集. F, pp. 439-440.
[17] 北雄介, (2016) “都市歩行の研究に基づく「ありのままの認知」の研究方法に関する考察”，日本認知科学会第33回大会発表論文集, pp. 393-402.
[18] 北雄介・宮部真衣・荒牧英治, (2014) “位置情報つき自由記述データを用いた都市の様相記述に関する考察－「経路歩行実験」と「100人でつくる京都地図」の比較を通して－”，日本建築学会近畿支部研究報告集・計画系, Vol. 54, pp. 573-576.
[19] 深田智・仲本康一郎, (2008) “概念化と意味の世界”,研究社, pp. 124-125.
[20] 山梨正明, (1988) “比喩と理解”,東京大学出版会, p. 84.
[21] 苧阪直行, (1999) “感性のことばを研究する―擬音語・擬態語に読む心のありか”,新曜社, p. 5.
[22] 宇野良子・鍛冶伸裕・喜連川優, (2013) “ウェブコーパスの広がりから現れるオノマトペの2つの境界”，オノマトペ研究の射程 近づく音と意味，ひつじ書房, p. 123.
[23] 井上加寿子, (2013)“オノマトペの多義性と創造性”，オノマトペ研究の射程 近づく音と意味，ひつじ書房，pp. 203-216.
[24] 大塚裕子・諏訪正樹・山口健吾, (2015) “創作オノマトペによる日本酒を味わう表現の研究”，人工知能学会全国大会論文集, Vol. 29, pp. 1-4.
[25] 山田香織・工口陽平・田浦俊春, (2016) “創作擬態語による動きの表現とその合成によるデザイン支援”，デザイン学研究, Vol. 63, No. 2, pp. 49-54.
[26] 丹野眞智俊, (2003)“日本語音韻における音象徴の存在”, 児童教育学研究, Vol. 22, pp. 1-10.
[27] 焼津市, (2014) “焼津観光ロードマップ”

合理性と目標多重性：限定合理性と二重合理性を超えて
Rationality and purpose-multiplicity: Beyond bounded rationality and dual rationality

服部 雅史†
Masasi Hattori

† 立命館大学総合心理学部
College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University
hat@lt.ritsumei.ac.jp

Abstract

According to the heuristic and bias approach, Type 2 processes correct errors caused by Type 1 processes. Some recent studies, however, emphasize the advantage of unconscious Type 1 processes, which are supposed to be rational in both normative and adaptive senses. I propose rationality should be located in view that tasks we face are concerned with compound purposes. I also propose Type 1 process fulfills the habit-bounded rationality rather than normative rationality, and Type 2 process involves intentional diversion and decontextualization from a view of different (meta-)levels. I speculate on a possible extension of the idea toward a unified theory of cognition

Keywords — normativity, adaptiveness, automaticity

1. 二重過程と合理性

思考の認知科学において，合理性の概念は重要な役割を果たしてきた。それは，意思決定や推論の認知過程が，規範と記述の溝 (Stanovich, 1999)，すなわち，論理や確率などの規範理論と実際の人間の行動の乖離を糸口として明らかにされてきたことと無関係ではない。規範的合理性は，定められた目標に対するシステムの出力として，どういったものが望ましいかを定義する。しかし，規範的合理性は，その過程を規定するものではないので，認知過程の特性は，規範と実際の出力の差，すなわちエラーから推定されるしかない。

この点において大きな成功を収めたのが「ヒューリスティックとバイアス」アプローチ (see, e.g., Evans, Newstead, & Byrne, 1993; Kahneman, 2011) である。このアプローチの成功によって，自動的で素早く直感的な「タイプ 1」過程（システム 1）がしばしばエラーを引き起こし，反対に，熟慮的で時間がかかりコントロールされた「タイプ 2」過程（システム 2）が，バイアスを修正して錯誤の回避を可能にするという二重過程 (dual process) の考えが広まった。すなわち，タイプ 1 過程は，最小限の認知資源しか使わずに，大抵の場合にうまくいく処理を行う。一方，タイプ 2 過程は，多くの認知資源を消費して，整合的で合理的な解を導き出すための処理を行う。この見方によれば，タイプ 1 は適応的合理性（または進化的合理性）を満たし，タイプ 2 は規範的合理性を満たすことになる。

なお，ここでいう**規範的合理性** (normative rationality) と**適応的合理性** (adaptive rationality) は，Anderson (1990) による区別で，それぞれ，数学的規範から逸脱しないこと，環境の中で適応的に生存することを意味する。この二重合理性の概念は，Harman (1995) による**理論的合理性**（theoretical rationality 信念の合理性）と**実践的合理性**（pragmatic rationality 行為あるいは計画や意図の合理性）の区別と緩やかに対応しており，その源流は，Simon (1955, 1956, 1978) にさかのぼる。それは，環境の構造と認知資源の有限性を考慮に入れた**限定合理性** (bounded rationality) の概念である。

しかし，二重過程と二重合理性の対応については，対照的な主張もある。たとえば，Gigerenzer らの研究グループは，現実的な意思決定において，直感的で単純なヒューリスティックが，むしろ正解に導くことが多いと主張してきた (e.g., Gigerenzer, Todd, & The ABC Research Group, 1999)。洞察問題解決研究では，無意識的なタイプ 1 過程が，分析的なタイプ 2 過程では到達できない新しい解に導くとされている (e.g., Gilhooly, Ball, & Macchi, 2015)。さらに進んで，判断課題や推論課題については，系統発生的に古いとされるタイプ 1 過程が，合理的選択理論といった規範に合致する行動を実現し，むしろ，言語と結びついたタイプ 2 過程こそがエラーを引き起こすという主張もある (Oaksford & Hall, 2016)。この最後の見方によれば，タイプ 1 は，適応的合理性も規範的合理性も満たすことになる。もしそうなのであれば，進化的に新しいはずのタイプ 2 過程が非合理的であるのはなぜだろうか。また，タイプ 1 過程が合理的というときの合理性とは，正確にどういう意味なのであろうか。

2. 目標多重性

二重過程と合理性の関係を明らかにするために，エラーと合理性の関係について再検討しておきたい。Sloman & Fernbach (2008) は，因果推論のシステマチックなエラーの例として，自己欺瞞による行動変容や，囚人のジレンマにおける「協力」を挙げている。たとえば，Quattrone & Tversky (1984) は，腕を冷水につける実験で，心臓が健康な人は長く耐えられると聞いた被験者は，これ以上耐えられないと感じるまでの時間が長くなることを明らかにした。これは，明らかに自己欺瞞によるもので，規範に照らせば「因果推論のエラー」(Sloman & Fernbach, 2008, p. 489) である。しかし，このエラーは非合理的であろうか。自己欺瞞が満足感や自己効力感をもたらし，その結果，幸福感が得られる (Taylor & Brown, 1988) とすれば，この行動は，「気持ちよく生きる」という生物としての基本的な目標に合致するという意味で，合理的なのではないだろうか。

合理性の定義は目標に依存する。たとえば，冷水実験の課題では，正しい因果推論がなされることが暗黙のうちに目標に設定されているが，被験者の目標は，必ずしも実験者の目標に一致するとは限らない。さらに重要なのは，おそらく被験者は，同時に複数の目標を保持しているという点である。つまり，被験者にとっては，正しい因果推論をすることも幸福感を得ることも，さらには別の（もしかしたら個人的な）何かも，すべてが同時に目標であり得る。そうした目標が相互排他的でない限り，どの目標もある程度の水準で満足がいくように達成しようとするのが，実践的な意味で合理的な行動と見ることができる。

もちろん，課題としてあることが要求されており，それを被験者は十分に理解・納得しているにもかかわらず，それに応えられないとすれば，それを以って非合理的とすることには一理ある。しかし，その課題が，本来自然に引き起こす認知過程を抑制して，その場で与えられた課題要求だけで上書きすることを要求しているとすれば，それが本当に適応的であるのかどうかについては議論の余地がある。ただ，この点については，本稿では議論しない。

3. 習慣限定合理性とメタ合理性

タイプ 1 過程は，おそらくこうした多重化された目標を並行的に考慮することができるように，自動的で並列的な処理過程として実現されているのではないだろうか。こうしたタイプ 1 過程は，Oaksford & Hall (2016) によれば，規範に合致するとされている。確かに，ベイズ推定という規範に合致するという意味で，タイプ 1 過程の規範性の主張には一定の妥当性はある。しかし，問題は，この処理が固定配線的であることである。たとえば，ムクドリの意思決定が，合理的選択理論の公理を満たしている (Monteiro, Vasconcelos, & Kacelnik, 2013) という事実は驚きではあるが，それが一定の環境における固定化された行動であることを思えば納得できる。つまり，タイプ 1 の推論や判断は進化的に古いもので，その出力の有効性は領域依存的である。したがって，これは規範的合理性というよりは，むしろ**習慣限定合理性** (habit-bounded rationality) と呼ぶべきものであろう。

タイプ 2 処理は，こうした習慣限定合理性を満たすタイプ 1 処理を上書きすることができる。ただし，それが結果としてエラーを引き起こすことがあるのも事実である (Oaksford & Hall, 2016)。しかし，タイプ 1 過程のモジュール（もしくは，学習された硬直化したヒューリスティック）は，そのモジュールがチューニングされた文脈以外の文脈では，望ましい出力をしないことがある。そのため，望ましくない出力を慎重に防ぐように行動することを可能にするのは，やはり，タイプ 2 過程であろう。つまり，多重化された目標の中で，特定の目標を焦点化して合理的にそれを追求するといった規範的合理性が実現できるのは，タイプ 2 処理に限られる。

しかし，こうした合理性よりも，おそらくずっと重要な合理性は，大局的観点から意図的に（あるいは非意図的に）方向転換するといったダイナミックな思考や行動ではないだろうか。それは，たとえば，問題解決が行き詰まったらまったく別のことをする，雑談の最中に気まずい雰囲気になりかけたらとっさに話題を切り替える，締切り間際になって緊急性のない別の何かをやり始める，ある日突然思い立って旅に出るといったことがある。これらの行動は，文脈の切り替えや脱文脈化，目標レベルの変更といった概念でとらえることができる。この種のメタレベルの思考や行動を起こすのは，見かけほど簡単なことではない。近年，ディープラーニングで再び脚光を浴びている人工知能にとって，おそらく，こうした目標直結型ではない振る舞いは，最も実現が難しいタイプのものではないだろうか。こうした知性のもつ性質としての合理性を，**メタ合理性** (meta rationality) と呼ぶことにする。

4. 意識の役割

本研究では，メタ合理性を実現するためには，高水準の意識が必要であると提案したい。Humphrey (2011) が主張するように，いま，意識の機能を，それがなければできない何かをさせることではなく，それがなければやる気が起こらないことにやる気を出させることであると仮定しよう。あるいは，自分の一生を生き甲斐のあるものにすること，自分自身をかけがえのないものとみなして尊ぶといったことと仮定してみる。また，自己効力感や責任感を介して生き甲斐や幸福感を得ることが，進化的な適応度を上昇させるとする。そうすると，自己欺瞞，自己中心性，自我関与性，自己受容，自我防衛といった要素は，与えられた実験室的・無機的な課題の中で，多重化する目標の一つに入り込む余地が常にあると考えてよいであろう。つまり，意識を持つことによって発生する目標があり，その目標の達成が，生物としての環境への適合度を高めている可能性があるということである。

タイプ 1 処理は，そうした多重化目標を並列的に達成することを目指すものと捉えることができる。一方，タイプ 2 処理は，第 1 に，そうした多重化目標を分離して，単一化して合理性を追求することを志向するものと位置付けることができる。第 2 に，多重化目標の達成が容易でない場合に，メタレベルから介入することによって，ダイナミックなタスク切り替えが促され，それを通して創造的解決を志向するものと見ることができるのではないだろうか。

以上の考えは，まだ単なる推測にすぎないが，こうした観点は，これからの認知研究の中に，自己の概念やその影響，協力行動や援助行動，責任感，生きがい，幸福感といった概念，延いては，意識のはたらきによる志向性や死の脅威といった概念までも自然に取り込んで，統合的な認知理論を構築するための重要なステップになるのではないだろうか。

5. 引用文献

Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E., & Byrne, R. M. J. (1993). *Human reasoning: The psychology of deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

Gigerenzer, G., Todd, P. M., & The ABC Research Group (1999). *Simple heuristic that make us smart*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Gilhooly, K. J., Ball, L. J., & Macchi, L. (2015). Insight and creative thinking processes: Routine and special. *Thinking & Reasoning, 21*, 1–4. doi:10.1080/13546783.2014.966758

Harman, G. (1995). Rationality. In E. E. Smith & D. N. Osherson (Eds.), *Thinking* (2nd ed., pp. 175–211). Cambridge, MA: MIT Press.

Humphrey, N. (2011). *Soul dust: The magic of consciousness*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*: Macmillan.

Monteiro, T., Vasconcelos, M., & Kacelnik, A. (2013). Starlings uphold principles of economic rationality for delay and probability of reward. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *280*. doi:10.1098/rspb.2012.2386

Oaksford, M., & Hall, S. (2016). On the source of human irrationality. *Trends in Cognitive Sciences, 20*, 336–344. doi:10.1016/j.tics.2016.03.002

Quattrone, G. A., & Tversky, A. (1984). Causal versus diagnostic contingencies: On self-deception and on the voter's illusion. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*, 237–248. doi:10.1037/0022-3514.46.2.237

Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics, 69*, 99–118. doi:10.2307/1884852

Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review, 63*, 129–138. doi:10.1037/h0042769

Simon, H. A. (1978). Rationality as process and as product of thought. *The American Economic Review, 68*, 1–16.

Sloman, S. A., & Fernbach, P. M. (2008). The value of rational analysis: An assessment of causal reasoning and learning. In N. Chater & M. Oaksford (Eds.), *The probabilistic mind: Prospects for Bayesian cognitive science* (pp. 485–500). New York, NY: Oxford University Press.

Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational? Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Elrbaum.

Taylor, S. E., & Brown, J. D. (1988). Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health. *Psychological Bulletin, 103*, 193–210. doi:10.1037/0033-2909.103.2.193

二重過程理論—進化的に新しいシステムは古いシステムからの出力を修正しているのか?

The Dual Process Theory: Does the Evolutionarily Current System Revise Outputs of the Evolutionarily Old System?

山　祐嗣
Hiroshi Yama
大阪市立大学
Osaka City University
yama.hiroshi1204@gmail.com

Abstract
The dual process theorists have assumed the evolutionarily old system and the evolutionarily current system. The former system shows evolutional rationality, whereas the latter system embodies normative rationality. There are three views on the relationship between the two systems; if the old system revise outputs of the current system; (1) The current system revise the outputs of the old system, (2) outputs from the two systems are independently exist, and (3) the new system just rationalizes the outputs of the old system. I propose that the analysis of the historical record of human decision making can potentially be beneficial not only for the solution of this problem and the theoretical development of the dual process theory, but for the progress of human society.

Keywords — Dual Process Theory, Rationality, Historical Analysis

1. はじめに

本稿では、進化的に古い認知システムと新しい認知システムという分類を提唱する二重過程理論に基づいて進化的合理性と規範的合理性を想定する。その上で、二重過程理論に内在する「進化的に新しいシステムが古いシステムからの出力に対して、修正・上書きを行っているのか」という問題を検討する。この可能性は、3 通り考えられ、第一は、新しいシステムによって修正がなされているとするもの(古いシステムへの謀反)、第二は、古いシステムと新しいシステムからの出力が共存している可能性、そして第三は、新しいシステムは古いシステムからの出力を合理化しているに過ぎない(従僕)とするものである。ここでは、この問題を、心理学実験というよりは、歴史的な変化によって検討する。歴史的には、戦争だけではなく、殺人や残虐行為が減少している。また、この 50 年をみると、差別や偏見等も抑制されるようになった。このような社会的変化の分析が、この問題を検討する方法として有望である。

2. 二重過程理論

二重過程理論は、すぐれた論理学、数学、数学、経済システムなどを作り上げた人間が、なぜ推論課題において非合理的なバイアスに容易に陥りやすいのかを説明するために提唱された(Evans & Over, 1996)。当初の分類は、それぞれの過程の特徴をまとめて、潜在的で自動的な過程と顕在的で制御的な過程という対比であった。ここでは、前者を進化的に古いシステム、後者を進化的に新しいシステムとして区別する。進化的に古いか新しいかは、たとえば、古いシステムとして脳幹や小脳などの大脳辺縁系、新しいシステムとして大脳新皮質という区分があるが、ここで重視するのは心理学的な構成概念で、重要な点は、情報処理に大きな容量が必要かどうかという点である。この容量は、ワーキングメモリの認知容量とほぼ同一視されおり、自動的な情報処理では少なくて済むが、制御的な情報処理においては大きな容量が必要である。大脳新皮質は、大きな容量の必要条件だが、十分条件ではない。

推論課題などのバイアス現象から提唱されたこの理論は、同じような自動的と制御的という区分が発見された記憶領域や社会心理学の知見を取り込んで、人間の認識全体についての理論として発展している。Evans & Stanovich (2013)による表 1に、両システムおよびそれぞれのシステムの処理の特徴を対比したものである。進化的に新しいシステムにおける処理は、ワーキングメモリの容量を費やすという点が、定義的特徴となる。

進化的に古いシステムは、領域固有的なモジュールの集まりと考えられ、新しいシステムは、それらのモジュールの中央実行系のようなものと想定されている。モジュールとは、精神というシステムにおける機能単位部品を表す概念として用いられ、特定の刺激(領域固有的)にのみ反応して出力までが自動的である。また、カプセル化されているので、少なくとも出力までは意

識的な修正はできない。進化的に古いシステムはモジュールの束とされ、現在、顔モジュール、素朴生物学モジュール、素朴物理学モジュール、社会的交換モジュール、心の理論モジュール、危機管理モジュールなどが想定されている。

一方、進化的に新しいシステムは、これらのモジュールを、大きな認知的容量に支えられた中央実行系が制御していると想定されている。この中央実行系は、汎用性があるとされる。さらに、Stanovich (2009)によれば、このシステムは、認知容量を備えた計算の実行を担当し、知能指数に表わされる能力を支えているアルゴリズム的精神(algorithmic mind)とそれらの実行を監視している内省的精神(reflective mind)に分類される。

表 1 二重過程についての分類と各々の諸特徴

タイプ 1 過程(直観的)	タイプ 2 過程(内省的)
定義的特徴	
ワーキングメモリは不要	ワーキングメモリは必要
典型的関連項目	
速い	遅い
高容量	容量に限界
並行的	系列的
無意識的	意識的
バイアスがある反応	規範的反応
文脈的	抽象的
自動的	制御的
連想的	ルール基盤的
経験則的意思決定	帰結主義的意思決定
認知的能力とは独立	認知的能力と相関
進化的に古いシステム	進化的に新しいシステム
古い進化	新しい進化
動物の認知に類似	人類独自
潜在的知識	顕在的知識
基本的感情	複雑な感情

3. 進化的合理性と規範的合理性

二重過程理論の、それぞれのシステムは種類が異なる合理性を示すとして、進化的に古いシステムでは進化的合理性を、進化的に新しいシステムでは規範的合理性を発揮していると考えられている。概して、進化的に古いシステムは、行動が適応的か否かで自然選択されている。したがって、このシステムの目標は、遺伝子の乗り物である生体がどのように行動すべきかを処方することである。1000 万年単位の人間の脳の進化の中で、文明と呼ばれるものが発展した時期はわずかであり、その大半の環境は野性的であって、行われてきたことは狩猟採集である。そうすると、人間の脳が最も適応的な環境は文明社会ではなく、野生環境ということになる。また、現代のホモ・サピエンス以前は、認知容量も決して大きくはない。進化的合理性はそのような状況で示され、それがバイアスを生むとされてきた。それぞれのモジュールは、固定的という点で現代社会では不適応な場合があるが、それが進化した環境では適応的であるということで、進化的合理性を示す

一方、進化的に新しいシステムは、最適な行動のために世界を正確に記述することを目標としている。ここから必要なことは規範的合理性であり、これは、論理学や確率論などの規範に対して合理的、すなわち合致しているということを表わしている。論理学や確率論が考案されたのは、進化の歴史の中ではるかに新しいという点で、進化的に古いシステムはこれらに対応できていないと考えられている。しかし、これらを考案したのも人間で、少なくともこれらの規範を創り出すような能力を発揮できるのは、進化を遂げた人間の脳あるいは精神であるといえるのである。つまり、規範自体を考案したり、その規範を守ったりすることは、認知容量が大きくなったことによって可能になったといえる。

これまでは、少なくとも推論領域においては、命題論理学や述語論理学が規範であった。しかし、推論において用いられる命題等が、100%の確率で真であったり偽であったりすることは現実にはなく、また、条件文において前提が偽である場合に、条件文自体がすべて真となるという命題論理学の取り決めに対する疑義も生じ、確率論と不確実性を規範として取り入れたのが、新パラダイムである。その結果、推論を意思決定の枠組みで議論できるようになった。しかし、伝統的に意思決定の規範とされていた、期待効用最大化原理が果たして規範足りうるのかという問題がとり残されているままである。とくに、効用が本質的に主観性をもっているという点が、規範として問題なのである。

ただし、この合理性についての二分法も非常に曖昧である。二重過程理論も、かっての「氏か育ちか」や「遺伝か環境か」、「生物学的か文化的か」のような二分法をそのまま用いているわけではない。とくに文化

はなんからの適応課題の解決のためにつくられ、そしてその文化がさらに新しい適応課題を人間に押し付けてくるというサイクルで形成され、ヒトの認知機構もそのように形成され、進化してきた。そして、ヒトの脳は社会的哺乳動物として進化してきたという特徴をもつ。そうしたことから、たとえば、周囲の顔色を伺いながら自分の欲求を抑制するような状況を、進化的に古いシステムの欲求を進化的に新しいシステムで監視するという構図は、現在では採用されていない。周囲の視線を気にして集団における調和を保つという合理性も、社会性哺乳類としての合理性である。他者への気遣いは心の理論モジュールの機能であり、もし自らの欲求が社会的交換における騙し行為であるならば、社会的交換モジュールがそれを抑制できるのである。

4. 謀反、共存、あるいは従僕?

推論研究者が考えた初期の二重過程理論では、進化的に古いシステムからの出力を、新しいシステムが修正するということが想定されていた。確かに、もし新しいシステムがその認知容量を駆使して、汎用性がある機能を発揮すればそれも可能かもしれない。それによって、進化的に古いシステムからの認知バイアスを新しいシステムによって修正することが可能である(e.g., Stanovich & West, 1998)。しかし、その機能は、場合によっては、遺伝子に対しての謀反となる可能性もある。概していえることは、進化的に新しいシステムは、短期的な目標よりは長期的な目標を扱うのにすぐれており、短期的な目標を犠牲にすることは、遺伝子的な欲求を満たさないということも意味している。また、遺伝子とは独立して、あたかも自由意志があるかのように、自殺をそそのかしたりして(自殺が、期待効用最大化原理に照らして、規範的合理性があるかどうかはわからないが)、遺伝子の利益にならない行為を導くことがある。

一方、古いシステムは、強い感情を伴っていることが多い。たとえば、社会的交換モジュールの違反者に対する怒り、危機管理モジュールの恐怖が代表的なものである。さらに、心の理論モジュールからは、対象者からの悲しみや喜びに共感する強い感情が生まれる。このような場合には、新しいシステムによる修正や上書きは困難で、たとえば、古いシステムと新しいシステムからの出力は、それぞれ別個に作用するという見解に結びつく。経験的に、口の中の唾液は飲み込むことができるが、コップにためた自分の唾液を飲み込むにはかなり抵抗を感ずる。進化的に新しいシステムは、コップの唾液も口の中の唾液も同じだと判断するのだが、進化的に古いシステムは、おそらく危機管理モジュールからの出力であろうが、その汚さへの恐怖をもたらすのである。また、たとえば「仏滅の日に結婚式をあげると不吉である」というような迷信についても、進化的に新しいシステムはそれに何の根拠もないという判断を下すのだが、古いシステムは不吉を信じて不安になってしまう。さらに、IAT (implicit association test) などによって、潜在的態度を測定している社会心理学者らは、偏見や差別等について意識的な修正が困難なことを主張している(たとえば、Banaji & Greenwald, 2013)。IATで測定されているものは、質問紙のような顕在的な態度を測定するテストで測定されたものとはあまり結びつきはなく、かつ、教育などによっても変容しにくいのである。つまり、進化的に新しいシステムが進化的に古いシステムからの出力を修正できないのである。

修正の対極にあるのが、進化的に新しいシステムは古いシステムからの出力の合理化を行っているに過ぎないという主張である。たとえば、Haidt (2007)は、道徳判断の領域においては、まず古いシステムからの直観的な好悪判断があって、新しいシステムはそれを合理化するに留まっていると主張している。

5. 100万人の死より1人の死

進化的に古いシステムからの出力には、強い感情が伴うことが多いが、そのような感情は修正したり抑制したりされにくい。感情をかき立てられるものの1つに、心の理論モジュールあるいはマインドリーディングがある。これは心の中に感情を伴ったストーリーを作りやすく、人々を操作する力が強い。「1人の人間の死は悲劇だが、100万人の死は統計である」という有名な言葉がある。これは、ソビエト連邦の独裁者であるJ. Stalinの言葉とされているが、実際は、『西部戦線異状なし』で知られている作家のE. P. Remark、あるいはホロコーストにかかわったとされてイスラエルで処刑されたA. O. Eichmannの言葉ともいわれている。これは、1人の死では必ずなんらかのストーリーを伴い、心の理論モジュールからの出力である悲しみが喚起されるが、戦争などの100万人の死については、それぞれの人のストーリーを描くことは不可能で、統計として処理されるということとして解釈できる。

ストーリーとして人々に提示されると、より大きな

影響があるということは、ヒロインの少女が白血病で亡くなるという筋書きの「世界の中心で、愛を叫ぶ」によって、2005年から、日本骨髄バンクへのドナー登録者数が数年間飛躍的に増加していることがわかる。骨髄移植は、白血病や悪性リンパ腫などの血液の病気に有効な方法だが、そのためには、ドナーがいなければならない。そのため、政府広報などで、日本骨髄バンクへのドナー登録の呼びかけがあるが、あまり効果があるとはいえなかった。政府広報などのメディアによる説得が、進化的に新しいシステムに働きかけたと思われるのに対し、映画やドラマは古いシステムに働きかけて、心の理論モジュールを喚起させたのだと推定できる。

同じような現象が、人気歌手の Kylie Minogue の名前をとってカイリー効果(Kylie effect)と呼ばれている。彼女は、2005年に乳がんと診断されて手術を受けて回復した際に、がん撲滅の啓もう活動などを行ったのだが、彼女の影響で多くの若い女性が乳がん検査を受けた。多くの女性は、頭では、つまりおそらく進化的に新しいシステムでは乳がんが怖いと理解しているが、実際に予防的な行動に移るには、心の理論モジュールによる Kylie Minogue という患者への共感の力が大きかったといえるのではないだろうか。

この区別は、トロッコジレンマにおける効用論者と義務論者の対比とも似ている。すなわち、5 人を救うために 1 名を犠牲にしてもよいかどうかというジレンマにおいて、連結器でトロッコの進路を変更して 1 人を犠牲にするのはかまわないが、1 人を歩道橋から突き落としてトロッコを止めて 5 人を救うという方法は選好されにくい。これを説明するのに、前者では功利主義的な効用論的判断なされやすいが、後者では「人を直接手にかけて殺してはいけない」という義務論的な判断が行われやすいと想定されている。この義務論的判断は、心の理論と関係していると推定され、直接手を下すことに嫌悪を感ずると推定される。

6. 社会的意思決定—歴史的変化の分析

二重過程理論における新しいシステムが古いシステムからの出力を修正するのか否かという問題は、歴史的経緯を分析して議論すると興味深い。現代は、歴史的に稀有な豊かな時代である。とくに経済活動については、社会的交換によって生産の専門化と効率化が促進され、さらに、直接的な互恵性から間接的な互恵性へと発展してきた。間接的な互恵性は向社会的行動を促進し、これがさまざまな制度(たとえば宗教や道徳、教育)によるものなのか、向社会的行動を互いにとるような集団において包括的適応度が高まったことによるものなのか議論されている。

歴史的経緯を見ると、進化的に古いシステムからの出力が修正される例は、論理学や科学の発展である。現代の科学的思考が、素朴物理学モジュールや素朴生物学モジュールとどの程度連続性があるのかどうかが議論されているが、科学においては知識の蓄積によって、これら素朴モジュールからの出力への明らかな上書きがうかがわれる(Carruthers, 2002)。この蓄積された知識、たとえば論理学の知識は、習得されれば規範に一致していない出力を修正してくれる。

一般に、進化的に古いシステムからの出力で、強い感情を伴うものは修正されにくいとされる。しかし、そのような出力のうち、否定的な側面のもの、たとえば戦争、暴力、差別等は実際には減少している。Pinker (2011)の分析によれば、歴史的に、拷問や残虐な刑罰、殺人などは確実に減少している。たとえば、18 世紀から 19 世紀にかけての、ヨーロッパでは、戦乱が縮小化し、拷問や魔女狩り、異教徒への弾圧などが減少した。また、16〜17 世紀には公開で行われて人々の娯楽という側面を持っていた死刑が、その後、恐怖と嫌悪の対象になっている。その時点までは、異教徒や魔女、犯罪人は危機管理モジュールを機動させる刺激であった。彼によれば、この背景には、王権の強化(警察権力の強化) と人道主義革命があると推定されている。王権は、封建的領主間の勢力争いを沈静化させるリヴァイアサンとして機能した。I. Kant に代表される人道主義は、内省に基礎を置く弁証法的な方法から理性を導こうとする考えに基づいており、二重過程理論の用語を用いれば、進化的に新しいシステムの内省的機能の結果である。もう一つ重要な点は、18 世紀に、活版印刷による書籍の生産が急上昇し、小説が人々の間に普及したことである。小説を読むことは、自分自身とは異なる他者が、どのように考え、どのように感ずるかを想像することを喚起する。すなわち、進化的に古いシステムの心の理論モジュールを刺激し、他者への共感を高める。この共感が高まれば、拷問や惨殺される側の恐怖や苦しみを自分のものとして想像することが可能になり、それらに対する拒否感が生じてきたといえる。いいかえれば、小説は、そこに登場する人物の死を、統計から悲劇へと変えてくれるのである。このようにして、危機管理モジュールからの、罪人や異端に対す

る恐怖や嫌悪という出力が、協同という適応課題を解決するのに有利だった心の理論モジュールからの共感という出力と競合したり、進化的に新しいシステムでの人道主義思想から上書きされたりして、減少したと推定できる。

1960年以降の変化は、第二次世界大戦のような大きな戦争の終結と、殺人を含む犯罪の世界的な減少に特徴づけられる。さらに今世紀に入ってからは、ジェノサイド(たとえば、1970年代後半のPol Potによるカンボジアでの虐殺や、1994年のルワンダでの虐殺、1995年のボスニア内戦でのスレブレニツァの虐殺)が消滅している。そして、それと並行するように進んだのが、知能指数の増大と人権意識の高まりである。知能指数は認知容量と結びついていて、変動しにくいと考えられていたが、実は、知能テストの素点平均自体がかなり上昇している。この上昇を最初に指摘したFlynn(2012)の名をとって、フリン効果と呼ばれている。この原因ははっきりと明らかになっているわけではないが、親による教育の意識の変化、子どもの労働からの解放、公教育や高等教育の普及は、この50年で大きく向上していて、これらの要因が知能指数を押し上げているのではないかと推定されている。とくに、米国において、知能指数が低いとされたアフリカ系米国人の生活や教育環境が改善されるにつれて、彼らの知能指数が劇的に上昇している。2節で述べたように、知能指数は、二重過程理論では、進化的に新しいシステムの認知容量と直結している(Stanovich, 2009)。したがって、このような時流の変化は、認知的に新しいシステムが、古いシステムからの出力をより抑制できるようになった結果とも解釈できるのである。

また、この50年間の変化として、人権意識の高まりも無視することはできない。1964年に米国において、人種差別を禁ずる公民権法(Civil Rights Act)が制定された時でも、まさかその50年以内にアフリカ系から大統領が選ばれるとは誰も予想していなかった。また、オーストラリアにおいても、ヨーロッパ系の最優先主義とそれに基づくアボリジニを含む非ヨーロッパ系への排除政策である白豪主義の放棄があった。1973年の移民法、1975年の人種差別禁止法の制定によって、原則的に移住手続きや、移民の国内での生活・教育・雇用における人種差別が禁止されるようになった。また、この50年の間に、フェミニスト運動の高まり、動物への虐待の禁止、同性婚への許容などの、弱者とされた側の権利を尊重するという潮流が並行して続いていて、オバマ大統領の誕生も、その潮流の中で位置づけられよう。

日本においても、犯罪や殺人の減少は同じ傾向が示されている。また女性の地位の向上について、たとえば女子の四年制大学進学率は、2016年では男子が56%、女子が48%であるが、1970年代初頭では男子が約35%に対して、女子は10%程度(短期大学への進学率を合算しても25%)であった。女子には学問は不要という文化背景があり、また、女性への偏見や蔑視も共有された時代である。たとえば、連合赤軍事件で死刑判決を受けた永田洋子(獄中死)の1982年の判決文では、「女性特有の執拗さ、底意地の悪さ、冷酷な加虐趣味」という文言が登場している。「女性特有の」という点について、もちろん当時も批判されたが、このような公的文書においてこのような文言が用いられるという時代背景は、現代とは異なったものであろう。

4節において、迷信等の恐怖は進化的に新しいシステムによって上書きされにくいと記したが、歴史的にみると迷信は減少している。たとえば、内山(2007)が指摘していることだが、日本において、1965年を境に、キツネに騙されるという話が途絶えるのである。内山は、自然と人間の関係性の変化や宗教観の変化などがあるのではないかと考察しているが、この現象も、進化的に新しいシステムが何らかの方法で、「キツネに騙される」という共同妄想を消し去ってしまったと解釈できる。

7. 結論

進化的に古いシステムの出力を新しいシステムは修正できるのか。概して、古いシステムからの出力に、強い感情が伴う場合には修正されにくいという傾向がある。しかし、前節での事例から、進化的に古いシステムからのネガティヴな出力も歴史的には修正されつつあるということが伺われる。ただしそれは、修正する側の、同じく進化的に古いシステムである心の理論モジュールの出力による共感など、比較的強い情動を伴った作用によって抑制されやすいと考えられる。つまり、進化的に新しいシステムによる直接的な修正というよりは、拮抗する進化的に古いシステムからの力を借りて、啓蒙活動、高等教育の普及による進化的に新しいシステムの、アルゴリズム的精神や内省的精神によって修正が行われたと推定できる。

それでは、このような進化的に古いシステムからのネガティヴな出力は、長期的には抑制されるようにな

るのだろうか。それについてはまだ結論はない。その理由は、攻撃性や差別感情など、行動として抑制はされても、根強く潜伏している可能性があるからである。4節の表現を用いれば、「共存」という状態である。根強く残った進化的に古いシステムからの感情は、抑制されたまま別の形をとる場合もある。それが、たとえばインターネットのような匿名性や隠匿性が高いような状況で出現する暴言であったり、執拗な嫌がらせであったりしている可能性がある。また、社会レベルでは、ヨーロッパにおける極右政党の台頭であったり、米国におけるトランプ現象であったり、また、日本におけるヘイトスピーチであったりするのかもしれない。

まだ明確な方法は確立されていないが、このような歴史記録的な方法から進化的に新しいシステムの働きを推定していく手法は、単に、二重過程理論における合理性の問題ではなく、現代とはどのような時代なのかという現代論に言及し、より快適な社会をどのように作っていくのかという問題にも示唆を与える有望な手法である。

参考文献

[1] Banaji, M. R. & Greenwald, A. G. (2013). *Blindspot*. New York: Delacorte Press. (北村英哉・小林知博 訳(2015). 『心の中のブラインド・スポット—善良な人々に潜む非意識のバイアス』. 北大路書房)

[2] Carruthers, P. (2002). The roots of scientific reasoning: Infancy, modularity and the art of tracking. In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (eds.), The cognitive basis of science. Cambridge, UK: Cambridge University Press. Pp. 73-98.

[3] Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning*. Hove, UK: Psychology Press. (山祐嗣訳)(2000) 『合理性と推理』. ナカニシヤ出版)

[4] Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Sciences, 8*, 223-241.

[5] Flynn, J. R. (2012) *Are we getting smarter?: Rising IQ in the twenty-first century.* New York: Cambridge University Press. (水田賢政 訳 (2015). 『なぜ人類のIQは上がり続けているのか？—人種、性別、老化と知能指数』. 大田出版)

[6] Haidt, J. (2007). The new synthesis of moral psychology. *Science, 316*, 998-1002.

[7] Haidt, J. (2012). *The righteous mind: Why good people are divided by politics and religion.* New York: Pantheon. (高橋洋 訳(2014). 『社会はなぜ左と右にわかれるのか—対立を超えるための道徳心理学』. 紀伊國屋書店)

[8] Pinker, S. (2011) *The better angels of our nature: Why violence has declined*. New York: Viking. (幾島幸子・塩原通緒 訳(2015). 『暴力の人類史』. 青土社)

[9] Stanovich, K. E. (2009) Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory? In J. St. B. T. Evans & K. Frankish (eds.), *In two minds: Dual processes and beyond*. Oxford: Oxford University Press, Pp. 55-88.

[10] Stanovich, K. E., & West, R. F. (1998). Individual differences in rational thought. *Journal of Experimental Psychology: General*, *127*, 161-188.

[11] 内山節 (2007). 『日本人はなぜキツネにだまされなくなったのか』. 講談社現代新書

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

多様性が導く集合知：集団意思決定の視点に基づく理論的分析
Wisdom of crowd from diversity : Theoretical analyses from collective decision making.

藤崎 樹，本田 秀仁，植田 一博†
Itsuki Fujisaki, Hidehito Honda, Kazuhiro Ueda
†東京大学大学院総合文化研究科
Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo
bpmx3ngj@gmail.com, hitohonda.02@gmail.com, ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In recent years, "diverse" adaptive heuristics has been proposed. They simultaneously produce biases in some questions. Therefore, when these heuristics are used in collective decision making, these questions impair the wisdom-of-crowds effect. To improve this, in this study, we hypothesized that diversity of inference strategies among group members enhances the wisdom-of-crowds effect. In a simulation study, based on individual inference data, we conducted collective decision making manipulating the diversity. The result revealed that some biases were cancelled out in the condition in which the diversity is high, resulting in successful wisdom-of-crowds effect.

Keywords — Heuristics, Wisdom of crowds, Collective decision making, Adaptive inference

1. はじめに
判断・意思決定研究は，これまで，ヒトが“多様な”ヒューリスティックを利用しうることを示してきた．たとえば，Goldstein & Gigerenzer[1]は再認ヒューリスティック（Recognition heuristic, 以下 RH）を提唱している．RH とは，二者択一課題においては以下のように書き下される推論ストラテジーである：「２つの選択肢のうち，一方を再認することができ他方が再認できなかった場合，再認できたほうの選択肢に基準に関して高い値を割り当てる」．さらに最近では，ヒトは再認の際の流暢性（fluency）や，選択肢に対する馴染み深さ(familiarity) などの主観的な経験を判断の際に利用しているという想定のもと，「記憶に基づく単純なヒューリスティック（memory-based simple heuristic)」が複数提案されている（fluency heuristic[2], 以下 FL；familiarity heuristic[3], 以下 FA；詳細は表１）．

これらのヒューリスティックはいずれも，推論において適応的な性質を示すことが知られている[4]．しかし同時に，正答率がチャンスレベルを下回る，バイアス[5]を生じさせる問題もいくらか生み出している．こうした問題は比較的少数ではあるものの，ヒューリスティックを用いた個々の推論をもとに集団意思決定が行われる局面を考えると，バイアスを生じさせる問題の多寡が集団のパフォーマンスを大きく左右することがありうる．というのも，ある問題に対し個人の正答率がチャンスレベルを上回る場合，多数決をもとに集団意思決定を行うと，正答率はグループサイズの増加に伴い１へと上昇する（いわゆる wisdom-of-crowds effect[6]）．逆に，チャンスレベルを下回る場合は，正答率はグループサイズの上昇に従って０へと減少していくことが知られている[7]．すなわち，集団で複数の問題を解いていく場合，バイアスを生じさせる問題が wisdom of crowds の効果を弱めてしまう働きを持つためである．そこで本研究では，いかなる条件においてバイアスを生じさせる問題が少なく，wisdom of crowds の効果が高まるのかについて，主にこれら適応的なヒューリスティックを対象として検討を行う．

この問題に関して，筆者らはすでに以下のアプローチから検討を行っている（詳細は[8]）．集団意思決定において，全メンバーは上述した３つのヒューリスティック（RH, FL, FA）を含む複数の推論ストラテジーのうち，いずれか一つ共通のものを用いて個人で意思決定を行う．この結果をもとに集団意思決定を行い，得られた正答率をストラテジー間で比較する．結果，バイアスを生じさせた問題が少ないストラテジーが，大人数での意思決定においてきわめて高い正答率を示すことを確認した．

上で述べたように，この研究では，集団の全メンバーが共通のストラテジーを用いた場合に限定して検討を行っていた．しかし他方で，集合知に関連する研究では，実に様々な研究分野（意思決定[9][10]，問題解決[11][12]，選好予測[13]，ゲーム理論[14]など）にわたって，多様性（diversity）が集合知の質を左右する要因になりうるという指摘が繰り返しなされている．

表 1. 各推論ストラテジーの説明と，Honda et al.[4]での計測方法.

推論ストラテジー	内容
再認ヒューリスティックモデル（RH）	２つの刺激のうち，一方が再認できもう一方が再認できなかった場合，再認できたものを基準値に関して高い値を持つと判断する．実験では，二者択一課題で用いた都市を１つずつ提示し，再認できたかを問う課題が設けられ，これにより計測された.
Fluencyヒューリスティックモデル（FL）	２つの刺激どちらも再認でき，そして一方がもう一方よりも流暢に再認できた場合，流暢に再認できたものを基準値に関して高い値を持つと判断する．再認の流暢性 (fluency) は，再認課題における反応時間の短さから操作的に定義された.
Familiarityヒューリスティックモデル(FA)	２つの刺激のうちどちらも再認でき，そして一方がもう一方よりもなじみ深い (familiar) 場合，なじみ深いものを基準値に関して高い値を持つと判断する．実験では，二者択一課題で用いた都市を１つずつ提示し，なじみ深さを回答させる課題（0−１００評価）が設けられ，Familiarity は，ここでの評定値から操作的に定義された.
具体的な手がかりに基づく推論モデル(Subjective Knowledge, SK)	典型的な大都市が持つ特徴（例：サッカーチームがある），あるいは典型的な小都市が持つ特徴（例：過疎化が進んでいる）などの手がかりを利用して都市の人口数を推定する．たとえば，ある都市に対し典型的な大都市が持つ特徴を多く再認できた場合，推定される人口数は多くなる．実験では，ある都市に対し参加者が再認した特徴は，人口の推定値として反映されるという仮定のもと，都市の人口数を回答させる課題が設けられた．都市のペアについて，モデルはこの推定人口数の大小をもとに予測を行う．詳細な議論は Honda et al.[4]を参照.

2. 本研究の目的

上述の多様性が集合知に与える影響に関する膨大な知見をもとに，本研究では，集団のメンバー間でのストラテジーの多様性が，集合知の効果の上昇をもたらすという仮説を立てた．というのも，あるストラテジーで生じたバイアスが，ストラテジーの多様性によって打ち消されるケースがあるからである．たとえば，ある問題の個人正答率が，参加者がストラテジーA を利用した場合は 100%，ストラテジーB を利用した場合は 40%（バイアス有）であったとする．この際，集団意思決定の全グループメンバーが共通のストラテジーを利用した場合（＝多様性ゼロ），ストラテジーB ではグループサイズの増加にともない正答率が 0 へと減少を続けることから，正答率の期待値は$(100 + 0) / 2 = 50\%$ へと収束していく．これに対し，グループメンバーが多様なストラテジーを用いる場合，たとえばメンバーの半数はストラテジーA を，もう半数はストラテジーB をそれぞれ用いるとすると，個人正答率は $(100 + 40) / 2 = 70\%$ となり，ストラテジーB のバイアスが解消される格好となる．結果，グループサイズの増加に伴って正答率は１へと上昇を続ける形になる．

本研究の目的は，実験を通じてこの可能性を検証することである．実験では，先行研究[4]で実施された行動実験から得られた個人の推論に関するデータをもとに，計算機上で仮想的に集団意思決定を行う．その際，集団のメンバー間のストラテジーの多様性を操作することで，多様性がバイアスの解消，そして集合知の効果に与える影響について観察する．

3. 計算機シミュレーションによる検討

データ：上で述べた筆者らが以前行った研究[8]と同様に，個人の推論に関するデータは，Honda, Matsuka & Ueda[4]から収集した．実験では，参加者 107 名に対し，まず二者択一課題が実施された．二者択一課題は，呈示される日本の都市のペア計 210 組それぞれについて，人口が多いと思う都市を回答させるというものである．また，実験ではこの二者択一課題に加えて，都市の再認，fluency，familiarity，人口数を問う課題を実施している．Honda et al.[4]では，予測モデルとして，はじめにで述べた３つのヒューリスティック（RH, FL, FA）に加え，具体的な手がかりに基づく推論（Subjective knowledge, 以下 SK）の計４つを提案している（表１）．各モデルは，これらの課題で得られたデータから，推論を予測することができる．本研究でもこれに従い，各モデルにおける予測値を算出し，この予測値を各モデルに従った場合に個人が行う推論とみなした．なお，FL と FA はともに RH を包含する（２つの都市のうち１つのみを再認できた場合は，再認で

きた方を選択する）推論ストラテジーである．本研究は，参加者間で利用されるストラテジーの多様性が，バイアスを解消する可能性の検討に主眼を置いているため，RH は分析から除外し，参加者が利用する推論ストラテジーとして FL, FA, SK の３つを採用した．

多様性の条件：ストラテジーの多様性について，本研究では以下の３つの条件を設けた．集団の最小構成人数６人（シミュレーションの手続き参照）について，

① 多様性ゼロ：全員がどれか一つ共通のストラテジーを利用，以下“6x”と表記．
② 多様性中：３人があるストラテジーを利用し，残りの３人が別のストラテジーを利用，以下“3x3y”．
③ 多様性最大：２人が FL を，別の２人が FA を，残りの２人が SK を利用，以下“2x2y2z”．

シミュレーションの手続き：１回のシミュレーションは以下のような手続きで行われた（図１参照）．①まず，全実験参加者 107 名のうち，グループサイズぶんの参加者がランダムに選ばれる．②次に，選ばれた参加者について，条件に応じてストラテジーが割り振られる．たとえば，グループサイズが 90，多様性の条件が 2x2y2z の場合，集団のメンバーのうち 30 人は FL を，もう 30 人は FA を，残りの 30 人は SK を利用して推論を行う形になる．この際，誰がどのストラテジーを利用するかに関してはランダムに割り振りがなされる．③そして，各メンバーは，全 210 問について，割り振られたストラテジーに従い独立に推論を行う．④最後に，この推論の結果をもとに，各問題について集団意思決定がなされ，⑤１回のシミュレーションは完了となる．グループサイズは 6, 12, 30, 60, 90 の５段階が用意され，各条件の各グループサイズについて，それぞれ 1000 回ずつシミュレーションが行われる．なお，各条件における参加者個人での推論を「グループサイズ＝１の場合の集団意思決定」とし，正答率の期待値を推論成績としてあわせて記録する．各個人の正答率の期待値は，全条件で $(FL + FA + SK)/3$ という形で求められるため（正答率の計算方法も参照），グループサイズ＝１の場合の正答率はすべての条件で同じ値をとる．また，同課題を用いた先行研究[4][8]では，都市のペア全 210 組について，難しいペア 105 組（２つの都市の人口の差が大きい 15 都市からなるリストから構成されたもの）と易しいペア 105 組（２つの都市の人口の差が小さい 15 都市からなるリストから構成されたもの）とを分けて分析を行い，このペアの難易度に応じて異なる結果が見られることを報告している．しかし本研究では，結果の定性的な側面については難易度による違いが観察されなかったため，両者を区別せず結果を記録した．

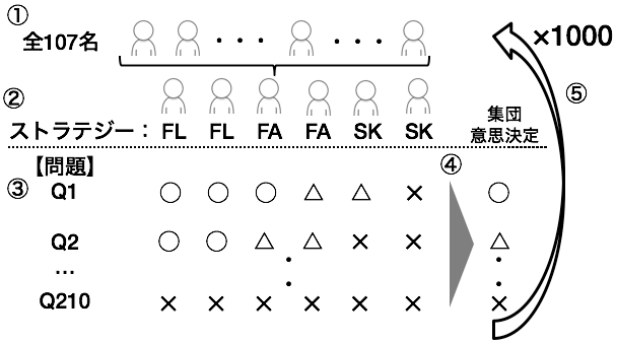


図 1. シミュレーションの概略図．各番号は，①グループメンバーの選出②ストラテジーの割り振り③個人での意思決定④集団での意思決定⑤１回のシミュレーションの完了　をそれぞれ表している．図は，グループサイズ＝６，多様性 2x2y2z 条件の場合を表している．なお，意思決定における○は正解を，×は不正解を，△は「推論ストラテジーを利用できず（集団意思決定の行われ方参照）」にそれぞれ対応している．また，集団の意思決定で結果が△の場合，50% の確率で正解すると仮定した．

集団意思決定の行われ方：個人による推論は，正解・不正解・ストラテジーを利用できずのうちいずれかの結果をとる．この「ストラテジーを利用できず」であったグループメンバーがいかなる形で集団意思決定に参加するかに関して，筆者らは以前に，二通りの状況を想定できるという議論を行っている[8]．第一に，推論ストラテジーを利用できないメンバーは，２つの選択肢をランダムで選ぶ，すなわち 1/2 の確率で正解を，1/2 の確率で不正解を選び集団意思決定に加わるというケースが考えられる．しかし他方で，集団意思決定においてヒューリスティックが果たす機能を検討した先行研究[15]において，ヒューリスティックを利用できたメンバーは，利用できなかったメンバーに比べて意思決定の際に強い影響力を持つという知見が報告されている．ヒューリスティックを利用できたことが集団意思決定において持つこうした「影響の強さ」を考慮にいれると，第二に，推論ストラテジーを利用できないメンバーは，集団意思決定に加わらないというケースも想定できる．以前の研究で，筆者らは両者を分けて分析し，状況によって異なる結果が得られることを観察している．しかし本研究では，どちらの状況に

おいても定性的な結果に違いが見られなかったため，ヒューリスティックの性質を充分反映したと捉えられる第二のケースについてのみ検討を行った．なお，集団意思決定のルールとしては，シンプルでありながら優れたパフォーマンスを示すことが知られている多数決ルール[16]を採用し，集団意思決定に加わったグループメンバーに対して適応した．

正答率の計算方法：各条件における正答率は，正答率の期待値として計算された．たとえば 6x 条件では，全グループメンバーがそれぞれ FL，FA，SK のいずれか一つ共通のストラテジーを用いた場合の正答率の和を求め，これを３で割ることによって算出された．

4. 結果・考察

シミュレーションの結果について，問題をまとめ，グループサイズの増加に伴う正答率の推移を示したものが図２である．図２より，仮説通りストラテジーの多様性が高いほど集団意思決定での正答率が上昇することが明らかになった．この結果がいかなるメカニズムによってもたらされたのか解明するため，次に問題ごとの分析を行った．分析では，簡単のため正答率に大きな差がみられた 6x と 2x2y2z の２条件をとりあげた．まず，グループサイズ最大（＝90 人）において，2x2y2z が 6x よりも 0.1 以上正答率が高かったものを「正確になった問題」として抽出した．この設定は，正答率の上昇がほとんど誤差レベルと捉えられる問題を分析から除外するためである．結果，正確になった問題として 210 問中 32 問が抽出された．次に，これらの問題について，３つのストラテジーそれぞれの正答率の推移を 6x と 2x2y2z とあわせて記録した．これにより得られた結果の典型的な例を図３に示す．図３の問題では，個人正答率が２つのストラテジー（図では FA, SK）で 0.5 を上回り，グループサイズが大きくなるにつれ正答率は１へと上昇していく．これに対し，残りの１つのストラテジー（FL）はバイアスが生じており，正答率は０へと減少を続ける．6x ではこの正答率が減少するストラテジーが影響する格好となり，正答率は 0.7 程度で頭打ちとなってしまう．これに対し，2x2y2z では，仮説どおり１つのストラテジーで生じたバイアスが解消される格好となり，正答率が１へと上昇を続けていることが見て取れる．なお，こうした「１つのストラテジーのみでバイアスが生じた」ケースは約 72 %, 全 32 問のうち 23 問を占めていた．

最後に，関連する先行研究と本研究との差異について述べる．はじめに述べたように，多様性が集合知の質を左右しうるという報告が，意思決定分野においても複数なされてきた．しかし先行研究の多く（[9][17]など）は実験課題として数値推定課題を扱っており，そこでは意見の多様性を反映したと捉えられる推定値の多様性（ばらつきの度合い）が検討の対象になっていた．例外的に，Luan, Katsikopoulos & Reimer[10]は本研究と同じく二者択一課題を扱い，さらにヒトや動物が用いうる適応的なヒューリスティック（Take-the-best heuristic[18]など）を題材としており，多様性が集合知の効果を高めるケースについて，計算機シミュレーションの結果に基づき議論を行っている．しかしこの研究では，多様性は，グループサイズや学習フェーズにおけるサンプル数などの操作によってもたらされる，グループ内で探索されるキューの多様性として定義されており，集団のメンバーはあくまで共

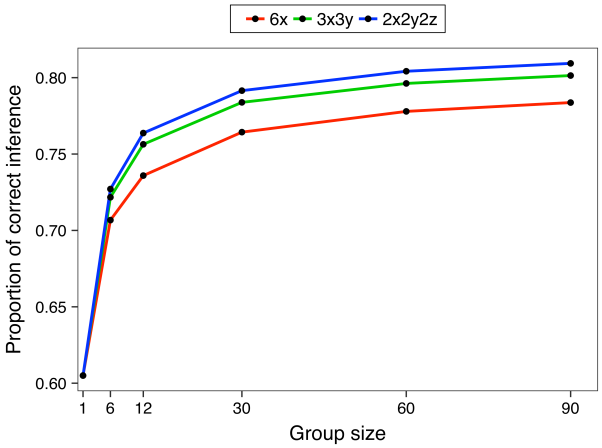


図 2. グループサイズを変化させた際の正答率(Proportion of correct inference)の推移.

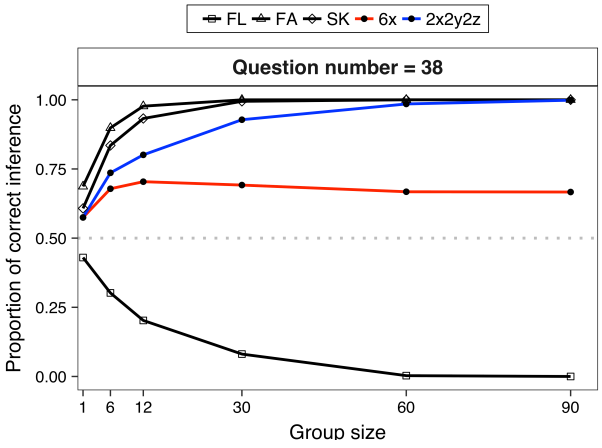


図 3. 正確になった問題の典型例．図では，問題番号 38 番における，グループサイズの増加に伴う正答率の推移を示している．各黒線は１つのストラテジーを表す.

通のヒューリスティックを用いている．多様性をグループ内で用いられる適応的な推論ストラテジーの多様性として捉え，これが集合知に与える影響について検討した研究は筆者の知る限り存在しない．よって本研究は，これまで様々な角度から議論されてきた集合知と多様性との関係について，新たな角度から光を投げかけるものであると言える．

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金，基盤研究 A（課題番号 16H01725），若手研究 B（課題番号 16K16070）による支援を受けて実施された．

参考文献

[1] Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: the recognition heuristic. *Psychological review*, *109(1)*, 75-90.

[2] Hertwig, R., Herzog, S. M., Schooler, L. J., & Reimer, T. (2008). Fluency heuristic: a model of how the mind exploits a by-product of information retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, *34(5)*, 1191-1206.

[3] Honda, H., Abe, K., Matsuka, T., & Yamagishi, K. (2011). The role of familiarity in binary choice inferences. *Memory & cognition*, *39(5)*, 851-863.

[4] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Memory-based Simple Heuristics as Attribute Substitution: Competitive Tests of Binary Choice Inference Models. *Cognitive Science*, *41(S5)*, 1093-1118.

[5] Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow.* Macmillan.

[6] Surowiecki, J. (2004). *The wisdom of crowds.* New York, NY: Doubleday.

[7] Condorcet, M. (1785/1994). *Éssai su l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix* (trans. McLean & Hewitt). Aldershot: Edward Elgar.

[8] 藤崎樹・本田秀仁・植田一博. (採録決定). ヒューリスティックの集合知：集団意思決定の視点に基づく適応性の理論的分析. *認知科学*.

[9] Lorenz, J., Rauhut, H., Schweitzer, F., & Helbing, D. (2011). How social influence can undermine the wisdom of crowd effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108(22)*, 9020–9025.

[10] Luan, S., Katsikopoulos, K. V., & Reimer, T. (2012). When does diversity trump ability (and vice versa) in group decision making? A simulation study. *PLoS ONE*, 7e31043.

[11] Hong, L., & Page, S. E. (2004). Groups of diverse problem solvers can outperform groups of high-ability problem solvers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *101(46)*, 16385–16389.

[12] Liker, A., & Bokony, V. (2009). Larger groups are more successful in innovative problem solving in house sparrows. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106(19)*, 7893–7898.

[13] Müller-Trede, J., Choshen-Hillel, S., Barneron, M., & Yaniv, I. (in press). The wisdom of crowds in matters of taste. *Management Science*.

[14] Mann, R. P., & Helbing, D. (in press). Optimal incentives for collective intelligence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201618722.

[15] Reimer, T., & Katsikopoulos, K. V. (2004). The use of recognition in group decision-making. *Cognitive Science*, *28(6)*, 1009–1029.

[16] Hastie, R., & Kameda, T. (2005). The robust beauty of majority rules in group decisions. *Psychological review*, *112(2)*, 494-508.

[17] Krause, S., James, R., Faria, J. J., Ruxton, G. D., & Krause, J. (2011). Swarm intelligence in humans：diversity can trump ability. *Animal Behaviour*, *81(5)*, 941–948.

[18] Gigerenzer, G., & Todd, P. M., & the ABC Research group (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press, USA.

二重過程理論に基づく不確実性を伴う値の推定に関する検討 *
Dual Process in Large Number Estimation under Uncertainty

松室 美紀 †，三輪 和久 †，寺井 仁 ‡
Miki Matsumuro, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai
† 名古屋大学 大学院情報学研究科，‡ 近畿大学 産業理工学部
Graduate School of Informatics Nagoya University, Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering Kindai University
muro@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

According to dual process theory, there are two types of a process in the mind: an intuitive and automatic Type 1 and a logical and effortful Type 2. While many previous studies about number estimation have focused on simple heuristics and automatic processes, the deliberative Type 2 process has not been sufficiently studied. This study focused on the Type 2 process for large number estimation. First, we described an estimation process based on participants' verbal reports. The task consisted of dividing a target variable into relevant variables, retrieving values, and conducting calculations. Second, we investigated the influence of such deliberative Type 2 process on intuitive Type 1 estimation, using anchoring effects. The results of the experiment showed that the Type 2 process could mitigate anchoring effects.

Keywords — Dual Process Theory, Estimation, Anchoring Effect, Problem Solving

1. はじめに

本研究は，不確実性を伴う値の推定における，熟考を伴う推定のプロセスと効果を検討した。例えば，世界中のピアノの調律師の人数のような変数は，直接的に値を数えたり，想起したりすることが困難である。このような場合，限定された不確実な情報に基づき，値が推定される。

二重過程理論では，値の推定は直感的なタイプ 1 と，時間をかけたタイプ 2 の 2 種類の推定からなるとされている [6, 7, 12]。Evans & Stanovich は，タイプ 2 の推論が，タイプ 1 の推論に介入し，その結果を修正する関係にあるとしている [6]。

本研究では，不確実性を伴う値の推定におけるこれらの推論の効果を調べるため，参加者に制限された短い時間での推定と時間をかけた推定を行わせた。前者を「直観的推定」，後者を「熟考的推定」と呼ぶ。

値の推定に関する多くの先行研究は，直感的なタイプ 1 の推定における，ヒューリスティックやバイアスに焦点を当てている [4, 7, 13, 14]。本研究では時間をかけた熟考を伴う推定であるタイプ 2 の推定に着目した。

不確実性を伴う値の推定の場合，推定に必要な情報が不足しているため，メンタルシミュレーションや計算を通して，規範的な解に到達することは不可能である。そのため，推定中に直感的な推定を用いる必要がある場面が出現する。推定者が，どのように 2 つのタイプの推定を用い，推定値の不確実性を軽減しようとするのか，また，熟考により推定値の正確性が上昇するかを検討した。

実験 1 では，課題中の発話から，値の推定のプロセスを検討した。実験 2 では，直感的推定において生じたバイアスを，熟考を伴う推定により緩和できるかを，アンカリング効果を用い検討した。

2. 実験 1

2.1 方法

2.1.1 参加者

名古屋大学の学部生 20 名が実験 1 に参加した。

2.1.2 手続き

表 1 に示される各変数の値を推定の対象とした。はじめに，参加者は直感的推定として，10 秒で変数の推定値を回答した。その後，熟考を伴う推定として，時間無制限で値の推定を行った。参加者は，熟考を伴う推定中は紙とペンの利用が許可された。また，参加者

*松室・三輪・寺井・山田 (2016) の内容に基づく。

表 1　実験 1 における推定対象とその公表値

問題	推定対象の変数	公表値	公表機関
学部生問題	日本の大学に在籍する学部生の数	257 万	総務省統計局
医師問題	日本の医師数	20 万 2,825	厚生労働省・病院報告
乗降客問題	成田空港の 1 日あたりの乗降客数	8 万 1,410	成田国際空港株式会社
犬問題	日本で飼われている犬の数	1,087 万 2,000	一般社団法人 ペットフード協会
細胞問題	人間の体を構成する細胞数	60 兆	東京書籍「生物 1B」

表 2　実験 1 における推定値のまとめ

問題	n	直感		熟考		統計値	
		OME	中央値	OME	中央値	t	p
学部生問題	19	1.139	100 万	0.410	448 万	4.640	$< .001$
医師問題	20	1.049	30 万	0.632	13 万 3,000	2.238	.037
乗降客問題	19	1.065	4 万	0.690	3 万	1.915	.072
犬問題	20	1.561	100 万	0.519	1,000 万	3.732	.001
細胞問題	20	3.653	35 億	2.699	2 兆	1.915	.072

には推定中の思考内容の発話が求められ，その様子は録音，録画された。

2.2　結果と考察

2.2.1　正確性

推定値は負の値を取らず上限がないため，対数正規分布をとった。正規化のため全ての推定値を対数変換し分析に用いた。学部生，乗降客問題において，推定値が平均から 3 標準偏差以上離れていた参加者を 1 名ずつ分析から除外した。

推定値の正確性の指標として，対数変換した公表値と推定値の差異の絶対値である absolute Order of Magnitude Error (OME) を用いた [3]。0 に近いほど公表値に近く，1 は 1 桁の誤差を示す。表 2 に結果をまとめる。OME は，直感的推定より熟考を伴う推定において小さく，推定値が公表値に近づいたことが示された。

2.2.2　発話分析

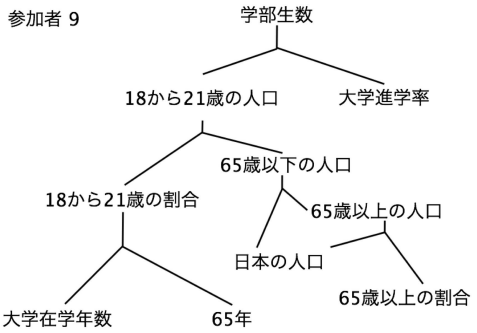
学部生問題を利用した発話の分析から，熟考を伴う推定は「分解」「計算」「想起」「調整」の 4 種類のプロセスを含むことが示唆された。発話の長さに関わらず，行動の開始から終了までを 1 プロセスとして各プロセスの生起数を数えた。以下に各プロセスへの分類基準と発話例を示す。

- 分解: 何らかの変数に言及した後，その要素となる変数へと推定を移行した場合，「分解」が行われたとした。
  参加者 11: …(全国の) 大学の数か，大学の数，(しばし考え込む) 1 県に何個あるんだろうな
- 想起: 長期記憶から変数の値を想起した場合を，「想起」を行ったと定義した。具体的には，それまで値が言及されていなかった変数に，計算によらず参加者が値を割り当てた発話を「想起」とした。
  参加者 9: 日本は今何万人だ? 1 億，…1 億 2000 だっけ? 1 億 2000 万とする
- 計算: 推定された値を用いて他の変数の値を求めた場合を，「計算」を行ったと定義した。
  参加者 3: 1000 人くらいは 1 学年いると考えて（ここまでは想起），…4 かけて，4000 人くらいがいる
- 調整: 推定された値を計算によらずに変更した場合を，「調整」を行ったとした。ただし，計算結果の下位桁の四捨五入に関しては調整に含まない。
  参加者 16: 1 万 2000 人，こんなに名古屋大にいるのかな，…こんなにいるかな，名古屋大に 1 万 2000 人，8000 人ぐらいにして，…

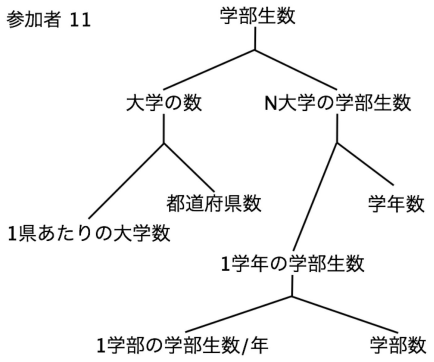
表 3 に参加者ごとの各プロセスの出現数を示す。なお，表中のカッコ内の数字は，同じ変数の組み合わせを用い，値を変えて計算し直した時に，新しい計算を行ったとして数えた場合の計算数を示す。参加者 4，7，8 は計算を 2 回以下しか行っておらず，大半を想起と調整に費やした。それ以外の参加者は想起と計算，お

表 3　各プロセスの出現数 (学部生問題)

参加者	分解	計算	想起	調整
P 1	4	6	14	0
P 2	1	5	6	1
P 3	0	5	6	0
P 4	1	1	5	1
P 5	2	9	9	0
P 6	4	7(8)	14	5
P 7	0	2	3	1
P 8	1	1(2)	4	5
P 9	0	5	4	0
P 10	1	9	12	1
P 11	3	4(6)	6	1
P 12	2	3	6	0
P 13	4	9	19	0
P 14	0	6	10	2
P 15	1	6	6	1
P 16	2	3	12	1
P 17	0	9	7	0
P 18	2	5	9	0
P 19	1	5	11	3
P 20	1	5(6)	8	0



(a) 参加者 9 の分解例



(b) 参加者 11 の分解例

図 1　変数の分解例

よび調整を繰り返し，推定を行っていた。ただし，発話として明示的に分解のプロセスを行なわない参加者も多く存在した。

さらに，図 1 に典型的な変数の分解例を示す。言及された変数をノードとし，関連が示されたノード間をリンクでつなぎ，変数の分解をネットワークとして表している。例えば，参加者 11 の右下は，1 学年あたりの 1 学部の学部生数と学部数をかけあわせ，1 学年の学部生数を求めたことを示している。

1 名の参加者を除き，全ての参加者について，深さの差異はあるものの，どちらか，あるいは両方のネットワークを記述することが可能であった。残る，1 名は異なる種類の変数へと分解しており，そのネットワークが記述可能であった。以上の結果は，明示的な分解を省略する参加者も存在したが，ほぼ全ての参加者が，熟考中に変数を他の変数の組み合わせに分解し，推定を行なっていたことを示す。

3.　実験 2

アンカリング効果と呼ばれる，推定前に与えられた値の大きさに，推定値の大きさが影響されるバイアスを用いる [9, 10, 14]。Tversky & Kahneman は，アフリカ系アメリカ人の割合を推定させる前にその割合が 10%，または，65%より多いか，少ないかを判断させた [14]。その後の推定では，10%と比較した参加者は平均 25%，65%と比較した参加者は平均 45%と回答し，アンカーの影響が示された。

直感的推定において生じたアンカリング効果が，熟考を伴う推定により，緩和されるかを検討した。熟考的推定により，バイアスを緩和するためには，以下の 2 点が必要とされる。第 1 に，熟考的推定中に分解を通して推定対象とされる変数の推定値にバイアスが生じないこと，第 2 に，直観的推定の結果を棄却し，熟考的推定の結果を採用することである。実験 2 では，この 2 点に関して検討を行った。

3.1　方法

3.1.1　参加者

名古屋大学の学部生 38 名が実験 2 に参加した。

3.1.2　推定対象

学部生，医師，乗降客問題の各問題で，表 4 に示した 2 種類の変数の値を推定させた。ターゲット変数

表 4　実験 2 における推定対象とその公表値

問題	変数の種類	推定対象の変数	公表値	アンカー
学部生問題	ターゲット変数	日本の大学に在籍する学部生の数	257 万	高: 3,000 万 低: 10 万
	関連変数	1 大学あたりの学部生数	2,340[a]	
		1 県あたりの大学数	25[a]	
医師問題	ターゲット変数	日本の医師数	20 万 2,825	高: 1,000 万 低: 5,000
	関連変数	1 総合病院あたりの医師数	不明[b]	
		日本の病院数	18 万	
乗降客問題	ターゲット変数	成田空港の 1 日あたりの乗降客数	8 万 1,410	高: 1,000 万 低: 5,000
	関連変数	国際便 1 便あたりの乗客数	185[a]	
		1 時間あたりの飛行機発着数	32[a]	

[a] 公表値を元に算出。
[b] 変数に関連する公表値が存在しない。

は，実験 1 と同様に，最終的に推定が求められる変数であった。アンカリング効果が緩和されるかを検討するために用いた。関連変数は，熟考的推定において，ターゲット変数の推定の過程で，推定対象とされる可能性が高い変数である。実験 1 において，多くの参加者に，分解を通して推定の対象とされた変数を用いた。

もし，熟考的推定中に，分解を通して推定対象とされる変数の推定値にもバイアスが生じるのであれば，関連変数においても，アンカリング効果が観察されるはずである。一方，もし，関連変数において，アンカリング効果が生じず，ターゲット変数においてのみ，熟考後にもアンカリング効果が観察されるのであれば，参加者は，直感的推定の結果を棄却できず，熟考的推定の結果を利用できなかったことが示される。

3.1.3　手続き

はじめに，参加者はターゲット変数の値がアンカーの値より大きいか小さいかを 10 秒以内に回答した。アンカーの高低はカウンターバランスが取られた。その後，ターゲット変数，2 つの関連変数の推定値をそれぞれ 10 秒以内に回答した (直感的推定)。続いて，参加者はターゲット変数の値を，紙とペンを使用し時間無制限で自由に推定した。推定後，関連変数の推定値と，ターゲット変数の推定値を再び回答した (熟考的推定)。全問題が終了した後に，参加者に，推定対象および推定対象の値を知っていたか回答させた。その後，各問題においてどのように値を推定したかを自由記述で回答させた。

3.2　結果と考察

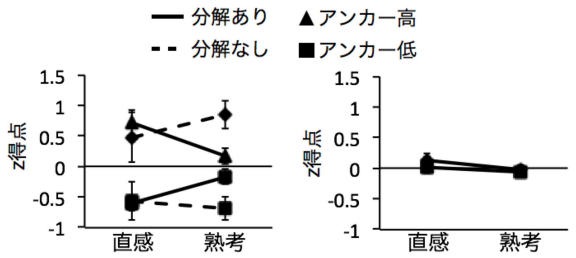
実験 1 と同様に，推定値は対数変換を施され分析に用いられた。推定対象ごとに，実験前から値を既知であった，推定対象を知らなかった，推定値が平均から 3 標準偏差以上離れていた参加者を分析から除外した。また，成田空港ではなく全国の空港の乗降客数を推定した 1 名を乗降客問題の分析から除外した。各推定対象で 0 から 11 名 ($M = 1.93, SD = 2.74$) が分析から除外された。

各参加者の自由記述の内容を元に，熟考を伴う推定において，分解を行なった分解あり群と行わなかった分解なし群に，参加者を分類した。実験 1 と同様に，表 5 にターゲット変数の推定値の正確性の結果を示す。分解群でのみ，熟考を伴う推定において，推定値の正確性が向上した。

続いて，対数変換した推定値を問題ごとに z 得点に変換し，アンカー高低それぞれの平均得点を算出した。図 2 に z 得点の推移を示す。分解あり群における，各変数の推定値において，2 (アンカー: 高，低) × 2 (推定 : 直感，熟考) の参加者内分散分析を実施した。その結果，ターゲット変数でのみアンカー要因と推定要因の交互作用が有意に達した ($F(1, 32) = 10.847, p = .002$)。下位検定の結果，図 2(a) のグラフに示される通り，直感的推定においてはアンカーが大きい時の推定値が小さい時の推定値より有意に大きかったが ($F(1, 32) = 25.892, p < .001, \eta^2 =$

表 5　実験 2 における推定値のまとめ

問題	n	直感		熟考		統計値	
		OME	中央値	OME	中央値	t	p
分解あり							
学部生問題	35	0.867	200 万	0.648	198 万	1.570	.063
医師問題	33	1.278	3 万	0.670	10 万	5.828	$< .001$
乗降客問題	31	1.269	10 万	0.683	6 万	3.626	.001
分解なし							
学部生問題	2	1.040	302 万 5,000	0.630	1,300 万		
医師問題	4	0.886	30 万	0.805	52 万 5,000		
乗降客問題	6	1.050	27 万 5,000	1.035	35 万		



(a) ターゲット変数　(b) 関連変数

図 2　z 得点の推移

.447)，熟考を伴う推定においては有意傾向のみであった ($F(1,32) = 3.650, p = .065, \eta^2 = .102$)。効果量は熟考を伴う推定において減少していた。なお，アンカー要因の主効果が有意に達し ($F(1,32) = 23.653, p < .001, \eta^2 = .425$)，推定要因の主効果は有意ではなかった ($F(1,32) = .076, p = .784, \eta^2 = .002$)。一方で，分解なし群のターゲット変数では，アンカリング効果の緩和は見られなかった。

また，関連変数の z 得点の推移は，図 2(b) のグラフに示されている。推定要因の主効果が有意傾向であった ($F(1,32) = 3.587, p = .067, \eta^2 = .101$) 以外に，主効果や交互作用は有意に達しなかった (Fs $< 1.500, p$s $> .200, \eta^2$s $< .050$)。この結果は，直感的推定，熟考的推定共に，アンカリング効果は生じなかったことを示す。

以上の結果から，以下の 2 点が示される。第一に，熟考を伴う推定時に，変数の分解を通し推定の対象とされた変数 (関連変数) では，アンカーの値の影響を受けない想起，または，推定が可能である。第二に，そのような値を用いターゲット変数の値を算出することにより，直感的推定により生じたバイアスが緩和される。

4.　総合考察

本研究の結果は，不確実性を伴う値の推定において，時間をかけて推定をする際は，対象の変数を，それを構成する他の変数に分解し，値の想起，計算を通し推定を行うことを明らかとした。この結果は，数学教育研究において示されている，学生のグループは，推定対象の変数を他の変数を用いて定式化するという結果と一貫している [1, 11]。本研究では，さらに，個人の詳細なプロセスを明らかとした。

実験 2 では，そのような推定を通し，直感的推定時に生じたバイアスの緩和が可能であることが示された。特に，分解が行われた問題で緩和が生じたことから，変数の分解が重要であると考えられる。参加者は不確実性が高い，つまり，熟知度 [5] の低い対象 (e.g., 全国の学部生の人数) を，熟知度の高い対象の組み合わせ (e.g., 1 大学の学部生数と 1 県の大学数と都道府県数) に置き換えることにより，推定の精度を上げようとし，実際に正確な推定を行えたと考えられる [2]。

一方で，実験 1 における細胞問題では，分解が行われにくかった。これは，人間の細胞数は学校の授業で取り上げられるため，体の一部の細胞数と比べ，熟知度は低くなかったためであると考えられる。分解の効果や動機付けに関しては，さらなる研究が必要である。

参考文献

[1] Ärlebäck, J. B., & Bergsten, C., (2013) “On the use of realistic Fermi problems in introducing mathematical modelling in upper secondary mathematics”, In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford(Eds.), Modeling Students’ Mathematical Modeling Competencies (pp.597-609). Netherlands: Springer.

[2] Block, R. A., & Harper, D. R., (1991) “Overconfidence in estimation: Testing the anchoring-and-adjustment

hypothesis", Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 49, No. 2, pp. 188-207.
[3] Brown, N. R., (2002) "Real-world estimation: Estimation modes and seeding effects", Psychology of Learning and Motivation, Vol. 41, pp. 321-359.
[4] Brown, N. R., & Siegler, R. S., (1992) "The role of availability in the estimation of national populations", Memory & Cognition, Vol. 20, No. 4, pp. 406-412.
[5] Diana, R. A., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C., (2007) "Imaging recollection and familiarity in the medial temporal lobe: A three-component model", Trends in Cognitive Sciences, Vol. 11, No. 9, pp. 379-386.
[6] Evans, J. S. B. T., & Stanovich, K. E., (2013) "Dual-process theories of higher cognition advancing the debate", Perspectives on Psychological Science, Vol. 8, No. 3, pp. 223-241.
[7] Kahneman, D., (2011) "Thinking, fast and slow", New York: Farrar, Straus and Giroux.
[8] 松室 美紀・三輪 和久・寺井 仁・山田 賢人, (2016) "二重過程理論に基づく不確実性を伴う値の推定に関する検討", 心理学研究, Vol. 87, No. 3, pp. 229-239.
[9] Mussweiler, T., (2002) "The malleability of anchoring effects", Experimental Psychology, Vol. 49, No. 1, pp. 67-72.
[10] Mussweiler, T., & Strack, F., (1999) "Hypothesis-consistent testing and semantic priming in the anchoring paradigm: A selective accessibility model", Journal of Experimental Social Psychology, Vol. 35, No. 2, pp. 136-164.
[11] Peter-Koop, A., (2009) "Teaching and understanding mathematical modelling through Fermi-problem", In B. Clarke, B. Grevholm, & R. Millman (Eds.), Tasks in Primary Mathematics Teacher Education (pp.131-146). New York: Springer.
[12] Stanovich, K. E., & Toplak, M. E., (2012) "Defining features versus incidental correlates of Type 1 and Type 2 processing", Mind & Society, Vol. 11, No. 1, pp. 3-13.
[13] Stanovich, K. E., & West, R. F., (2008) "On the relative independence of thinking biases and cognitive ability", Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 94, No. 4, pp. 672-695.
[14] Tversky, A., & Kahneman, D., (1974) "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases", Science, Vol. 185, No. 4157, pp. 1124-1131.

プロジェクション科学の射程：ラバーハンド錯覚とミラーシステム
The possibility of Projection Science: Revisiting the rubber hand illusion and mirror neuron system

嶋田総太郎
Sotaro Shimada

明治大学理工学部
School of Science and Technology, Meiji University
sshimada@meiji.ac.jp

Abstract

The projection science aims to capture a new aspect of cognition through understanding the function of 'projection'. In this manuscript, I would like to take the rubber hand illusion, which is a famous illusion regarding self-body ownership, and the mirror neuron system, which is thought to be involved in understanding of others by simulating other's actions by using the one's own motor system, and reconsider how these phenomena can be understood in terms of projection. In so doing, I propose to regard the rubber hand illusion and the mirror neuron system as projection of 'self' onto an external object (rubber hand) and projection of self into the observed other, respectively. This could lead us to see projection as assimilation of other object/person into self by using bodily representation. I would like to discuss how the concept of 'projection' enlarges the understanding of human cognition beyond mere 'recognition'

Keywords — projection, rubber hand illusion, mirror neuron system

1. プロジェクションとは何か

本発表では、「プロジェクション科学とは何であり、何を目指しているのか」について、身体のプロジェクションの観点から考察する。プロジェクション（投射）にはいくつかの意味があるが、心理学の分野でもある種の心理プロセスを表す概念としてすでに用いられてきている。ためしに辞書などで調べてみると、「自分の感情や性質を無意識のうちに他人に移しかえる心の働き」（三省堂 大辞林）とか「自らの内にあるが認めたくない性質や感情を、自分ではなく他の人あるいは物にあるかのように無意識に感じてしまうこと」（実用日本語表現辞典）などと出てくる。後者のように若干ネガティブなニュアンスを含んでいるものもあるが、ここでは広く「自らの内にある感情、感覚、行為、表象などを物体や他者に移しかえ、それが元々それら固有のものであるかのように受け取ること」とでもしておきたい。このプロセスが「無意識に」起こることは非常に興味深いが、意識的なプロジェクションの可能性を現段階で否定するものではない。また「感情」や「（自己の）性質」だけでなく広く「感覚」や「行為」、「表象」も含めるということにしておく。

そうすると、プロジェクションとは世界を認識する一つの形式であると言えそうである。自己の内部に属する「何か」を当てはめながら世界を見ているといえるかもしれない。しかし、「認識」とはそもそも自らのうちにある表象と外界とのマッチングであり、わざわざプロジェクションという概念を持ち出す必要はどこにあるのかという疑問もあるかもしれない。従来、「知覚」や「認識」は（大まかに言えば）受け身のプロセスであると考えられてきた。すなわち、外界からの情報を感覚器が受け取り、それを脳が処理して意識や行動へ引き渡すという処理の流れである。この場合、外界からの情報が脳内の「表象」を賦活させると考える。一方、プロジェクションの場合には、自らの内の表象が先に賦活し、それが外界からの情報の処理をモジュレートするというニュアンスになる。すなわち従来の「知覚」や「認識」という用語よりも、「プロジェクション」では自己から世界へ向かうアクティブなプロセスが強調される。

もう少し踏み込んで言えば、プロジェクションが成功するためには、ある種の「予測モデル」が必要になると思われる。プロジェクションはある瞬間に成り立てばそれで終わりというわけではなく、その対象と共にいる間、終始成り立っていなければならない。その対象が内部モデルに則った挙動をしている間、プロジェクションは成立し続ける。しかしこの内部モデルから対象の挙動が逸脱したときにはどうなるのだろうか。それが軽微なものであれば例外として処理されたり、内部モデルが若干修正されたりして、プロジェクションが続くだろうことは予想できる。しかしその逸脱が大きかったときはどうか。その対象はもはやプロジェクションの対象ではなくなり、その対象に対する「認識」が変わるかもしれない。あるいはプロジェクションの方が強力であれ

ば、「認識」自体が歪められてプロジェクションが続くかもしれない。このような内部モデルと対象の関係性のダイナミクスを解明することがプロジェクション科学の一つの目標であるといえる。

2. ラバーハンド錯覚

さてここまでプロジェクションの概念について考えてきたが、まだ十分にその概念がクリアになったわけではないし、その射程を十全に捉え切れているとも思えない。そこで、これをもう少し掘り下げるために、以下では「表象」一般ではなく、「自己身体」のプロジェクションに限定して検討してみたい。これは、プロジェクションは多くの場合「自己」のプロジェクションを含意しており、自己身体のプロジェクションはその取っかかりとして扱うのに正当であるように思えるからである。

まず取り上げたいのはラバーハンド錯覚である。ラバーハンド錯覚は、目の前にある偽物の手（ラバーハンド）と直接見えない自分の手を同時にブラシなどで撫でることで、ラバーハンドが自分の手のように感じてくるという自己身体認識に関する錯覚である[1]。一般には、視触覚統合によるボトムアップな認知プロセスだと考えられるが、自分の触覚と同期して撫でられているラバーハンドに対して自己身体を投射した結果だと考えることもできる。特に木片よりも人の手の形をした物体に対してや、人種や性別が被験者と同じ手に対しての方が錯覚が起こりやすいことはよく知られているし、近年では、怪我をしたラバーハンドに対して錯覚を起こした場合に痛みに対する閾値が下がること[2]や、ラバーハンドに冷感刺激を与えることで自分の手も冷たくなったと感じられること[3]など、錯覚によって自己の感覚処理が変容することも報告されている。このような錯覚に対するトップダウンの効果は、ラバーハンド錯覚が単なる受動的な錯覚ではなく、能動的なプロジェクションとして捉えた方が適切であることを示唆している。

3. ミラーシステム

プロジェクションについて考えるためにもう一つ取り上げたいのがミラーシステムである。ミラーシステムは、運動野や頭頂葉にある運動関連領野のネットワークに含まれ、自己が運動するときと他者がそれと同じ運動をするのを観察したときの両方で活動する[4]。これは自己と他者の運動表現が共有されており、他者の行為は自己運動のシミュレーションを通して理解されることを示唆している。ミラーシステムは、他者の運動に対して自己の運動表現を当てはめているという意味で、まさにプロジェクションの機構そのものであるといえる。

ミラーシステムは他者なら誰でも活動するという受動的なものではなく、自分の運動レパートリーに含まれる動作であることや他者の運動意図が理解できることなど、かなり選択的に活動することがわかっている。近年では我々も、他者を応援するなど能動的に他者と関わっているときに、ミラーシステムの活動が亢進することを示している[5]。このようなトップダウンのモジュレーションが関わっているという意味で、ミラーシステムも単なる他者の受動的な「認識」ではなく、他者に対する自己の能動的な「プロジェクション」として捉える方が良いのではないだろうか。

4. プロジェクション科学の射程

発表では、ここで簡単に触れたラバーハンド錯覚とミラーシステムに関する知見を取り上げて、プロジェクションの認知機能について議論を深めることにしたい。ラバーハンド錯覚を自己身体の物体へのプロジェクション、ミラーシステムを自己身体の他者へのプロジェクションと捉えることによって、「身体を介した自己のプロジェクション」のメカニズムと機能を浮かび上がらせたい。前述の通り、内部モデルによる予測が重要な鍵となるだろう。これらの検討を通じて、単なる「認識」とは異なる「プロジェクション」の認知科学に対する射程について考えたい。

参考文献

[1] Botvinick M, Cohen J. 1998. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. Nature 391:756.
[2] Osumi M et al. 2014. Negative body image associated with changes in the visual body appearance increases pain perception. PLoS One, 9, e107376.
[3] Kanaya S et al. 2012. Does seeing ice really feel cold? Visual-thermal interaction under an illusory body-ownership. PLoS One 7:e47293.
[4] Rizzolatti G, Sinigaglia C. 2010. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations. Nat Rev Neurosci, 15, 549-62.
[5] Shimada S et al. 2016. Coordinated activation of premotor and ventromedial prefrontal cortices during vicarious reward. SCAN, 11, 508-515.

身体像の投射を用いた「自己所有感」と「自己主体感」のゆらぎ
Mutual Effects between Senses of Ownership and Agency Using Projection of Body Image

瀧見 彰太†，坂本 大介†，小野 哲雄†
Shota Takimi, Daisuke Sakamoto, Tetsuo Ono
†北海道大学
Hokkaido University
s-takimi@complex.ist.hokudai.ac.jp, {sakamoto, tono}@ist.hokudai.ac.jp

Abstract

We have an illusion that objects which are not connected by nerves are parts of bodies, for example, like blind man's canes, artificial arms, and Imitation hands at RHI. Sense of ownership and agency can explain whether this illusion is happening or not. However, despite many studies that take these subjective senses into account, there are few studies about these senses themselves, Especially about relationship between these senses.

In this study, we did three experiments using shadow media and biological motion. Experiment 1 and 2 researched whether these senses are lost or not, by video delay. Experiment 3 researched Impression evaluation for operation objects when objects' control is lost.

In result, we indicated that sense of agency is hardly affected by video delay than sense of ownership, and that there is a possibility that sense of ownership can exist even if sense of agency is lost. Also, from these result, we provided possibilities that these senses can contribute to researches in other fields.

Keywords — a sense of agency, a sense of ownership, interaction

1. はじめに

人は盲人の杖，義手，そしてラバーハンドイリュージョン[1]（以下，RHI）における偽物の手のように，自分の身体以外の物体を自分の身体の一部であると錯覚することが報告されている．これらの現象では，身体と神経のつながりがない対象物への刺激であっても，脳がその刺激を自分の身体への刺激であると知覚していることが知られている[2]．また，特に盲人の杖や義手は，それを外界の対象物と相互作用（インタラクション）するための基盤として扱うことができる．例えば CHI2017 では，拡張現実空間で操作可能な仮想的な身体を生成し，空間中のモジュールとインタラクションするアプリケーションが制作された[3].

Gallagher 氏は，私たちが認知している“自己”は，過去の記憶から未来の展望まで含めたアイデンティティとしての自己である Narrative Self と，経験から即時的に形成される身体的な自己である Minimal Self の双方から構成される主張した[4]．前述した本来自分の身体ではない物体を自分の身体の一部だと錯覚する現象（以下，身体拡張と呼ぶ）はこの 2 つのうち Minimal Self に該当する自己の拡張である．Minimal Self は，自己所有感（Sense of Ownership）と自己主体感（Sense of Agency）の 2 つに分類され，この 2 つの主観的感覚は，対象物を身体の一部であると認識しているかどうか，つまり身体拡張が起きているかどうかを判断するための基準として用いることができるとされている．また，操作しやすいユーザーインターフェースを作るために，自己所有感や自己主体感を考慮に入れたインターフェース研究も存在する[3][5].

しかし、上記のように自己所有感と自己主体感が身体拡張に関連する研究に用いられている背景があるにも関わらず，これら 2 つの感覚そのものについて，特にこの 2 つの感覚の関係性については不明瞭である．本研究では，自己所有感と自己主体感の関係性を探ること，そして，そのような感覚が拡張された物体に対する人の認知について考察するための実験を行った．また結果から，これらの感覚の拡張について考慮することの工学的意味についても記載した.

本研究論文では，2 章で自己所有感と自己主体感についての先行研究について触れ，3 章で先行研究を踏まえた問題提起を行った上で，4 章で本研究の目的を明示した．実験設定については 5 章で述べ，6 章で仮説を立てた．7 章では結果をまとめ，その結果を踏まえ 8 章で考察を行い，9 章で本研究の展望を述べ，最後に 10 章で本研究全体のまとめを記述した.

2. 先行研究

2.1 自己所有感（Sense of Ownership）

自己所有感とは，観察された物体を自分の身体に備わっているもの（所有物）であると認知する感覚である[4].

自己所有感が拡張されているかを検証した実験とし

て，RHI 研究が挙げられる．RHI とは，ゴムでできた偽物の手と自分の手を並べて置き，衝立によって自分の手は隠され偽物の手だけが見える状態になっているとき，その 2 つの手を同期して刺激させられ続けることで、ラバーハンドへの刺激を自分の手への刺激のように感じる現象である[1].

RHI が起こる条件については多くの研究がなされている．まず，視触覚の刺激が同期していなければ RHI は起こらないとされ，視覚情報と触覚情報のずれが 0.3s 以上になると RHI が起こりづらくなる[6]. また，RHI は手の形をした物体である必要がなく，机を刺激した場合でも RHI が起こることが報告されている[7]. 一方で，偽物の手を置く向きを実際の手より 90° 傾けた，左右逆にした，木製スティックにした場合には RHI は起こらないことが報告された[8]．これは，自己の身体図式[9]との違いが机よりも明確に提示されることが原因と考えられる.

これらの先行研究から，RHI のような自分の身体位置がずれて認識される現象が起こるためには，①視触覚刺激が同期している，②自己の身体図式と矛盾しない，以上の 2 点が必要であることが示された.

RHI を自己所有感，自己主体感の基準でみたとき，身体とは異なる対象物への刺激を自分への刺激であると思い込むこと，偽物の手を自分で動かすことができないことから，RHI は自己所有感が別の対象物に拡張されるかを検証できる現象である一方，自己主体感については議論できない現象であるといえる.

2.2 自己主体感（Sense of Agency）

自己主体感とは，観察された物体の運動が自身によって引き起こされていると認知する感覚である[4].

自己主体感について議論するためには身体拡張を起こそうとしている対象物を自分で動かせる必要がある. Short 氏と Ward 氏は, HMD により出力した仮想現実環境を用意し，仮想空間上の手を自分で操作できるようにしたとき，被験者がその手を自分の手であるかのように認識したことを報告した[10]．また，この認識は手を前方の遠い位置，もしくは向かい合うように配置した場合や，手ではなく足，円錐の形をした物体の場合でも同様の結果が見られた．またこの実験において被験者は自己所有感と自己主体感を感じていたことが分かった．上記は，能動的に動かせる対象物に対しては，上記で示した条件は必ずしも必要ではなく，運動結果の予測と視覚フィードバックが一致していれば (=自己主体感があれば) 身体拡張が起こることを先行研究は主張する．これは，自己所有感とは違い，自己主体感の拡張のためには，運動（触覚刺激）と視覚刺激が時間的なずれなく起こる必要はないことを示す。

以上のことから，自己所有感を拡張させる条件と自己主体感を拡張させる条件は異なることがわかり，時間的なずれの有無，そして拡張先の対象物の形状いずれの点においても自己主体感の拡張の方が容易に起こることがわかる．自己所有感と自己主体感が拡張される条件を表 1 にまとめた.

表 1. 自己所有感と自己主体感が拡張されるために必要な条件

	視触覚刺激	操作対象の形状
自己所有感	同期している（誤差 0.3s 以内）	身体図式と矛盾しない形状
自己主体感	運動結果の予測と視覚フィードバックが一致している（同期している必要はない）	形状に制限なし

3. 問題提起

2 章で示した自己所有感と自己主体感が拡張される条件から，2 つのことが考えられる.

1 つは，自己所有感が自己主体感を強化した感覚なのではないかということである．なぜなら，それぞれの感覚が拡張される条件から考えて，自己主体感は拡張されず自己所有感のみが拡張されるという状態を作れるとは考えられないためである．一見，RHI は自己所有感のみを拡張した現象であるように考えられるが，RHI は手を能動的に動かすことができないため，自己主体感がないのではなく，あるかどうか判断できない実験系であると言え，上記の議論の反論としては適さない．また先行研究では，自己主体感を強く感じる物体に対して，自己所有感が誘発されることを示している[11]．これらの理由から，自己所有感とは強化された自己主体感のことであり，自己所有感と自己主体感は異なる感覚ではない，という仮説が立てられる.

しかし一方で，これらの理論はすべて 2 つの感覚が拡張されるときの話であり，2 つの感覚が既に拡張された状態から自己主体感のみを喪失させたときに自己

所有感がなくなるかどうかは明らかではない．よって，先行研究の知見だけでは 2 つの感覚の関係性を明らかにすることはできない．

2 つ目は，自己所有感はないが自己主体感はある物体，つまり，「自分の身体に備わっているものではないが自分の行動によって動く物体」を作り出すことが可能だということである．自分の身体の一部とは思っていない物体に対し身体拡張，つまり自分の身体の一部だと認知するという現象が起こるというのは矛盾するため，自己所有感は拡張されていないが自己主体感は拡張されている物体は，自己所有感が拡張されている物体と分けて考える必要がある．

しかし，その 2 つの物体を人がどのように認知し，使用できるかについて明らかにしない限り，その 2 つの物体が認知的に異なるかどうかを明らかにはできない．

以上より，上記の考えが正しいかどうかを判断するためには，自己所有感と自己主体感が両方もしくは片方のみ失われた状態を作り出せるかどうか，そして，そのような状態の対象物を人がどのように認知し使用しているのかについて明らかにする必要がある．

4. 目的

本研究では、身体の一部として扱える人工物に対して拡張された自己所有感と自己主体感について、片方の感覚が喪失されたとき、もう片方の感覚が残存するかどうかを実験により検証した。本研究では、自己所有感と自己主体感が存在するかどうかを直接尋ねるのではなく、対象物に対する印象調査の結果と客観的な数値的データを用いて検証することで、それぞれの感覚の有無を直接尋ねた場合に比べ，より無意識的な身体拡張の議論を行うことを目的とした．

また、これらの結果から、2 つの感覚と対象物に対する認知の関係について考察し、自己とそれ以外をより明確に区分する新たな仮説を提唱し、その仮説を受容することが工学的に有益であることを示した。

5. 実験

5.1 実験環境

本研究では、影メディアを用いた体感型ゲームアプリケーションを製作し，それを用いて 22 人の被験者に 3 種類の実験を行ってもらった．被験者は 22 歳～26 歳の大学生（男性 17 人，女性 5 人）であり，うち 13 人は情報学に関する専攻に所属していた．実験 1，2 のどちらを先に行うかは被験者ごとにランダムで決定し，実験 3 は最後に行った．各実験の始めに，ゲームに慣れてもらうための練習時間を数分設けた．

実験で使用したゲームの概要は，スクリーンに映し出された影メディアを自分の身体を動かすことで操作し，同じく映像中に映し出された赤色の動点を実際の手を

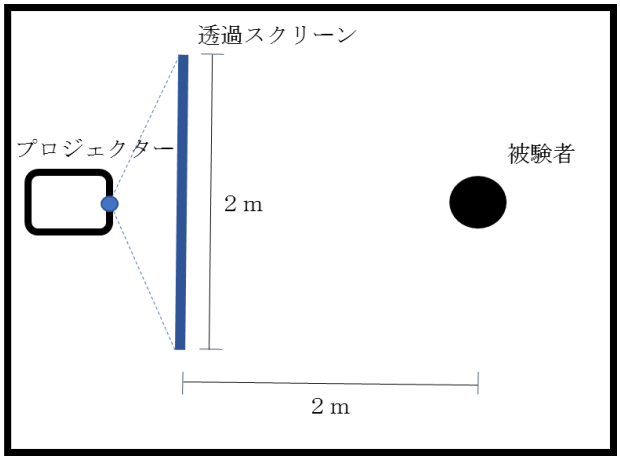


図 1. 実験環境の模式図（上から見た図）

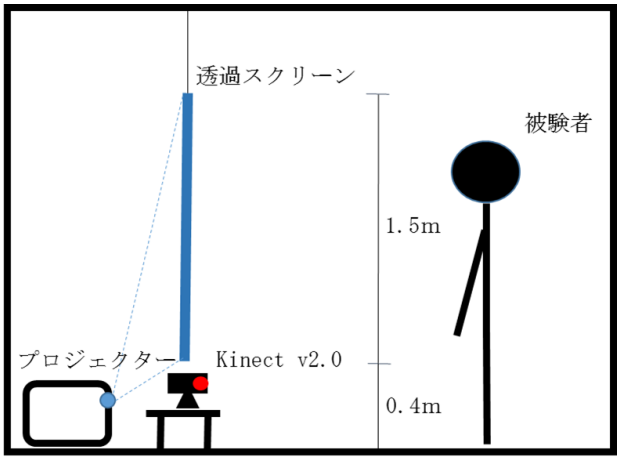


図 2. 実験環境の模式図（横から見た図）

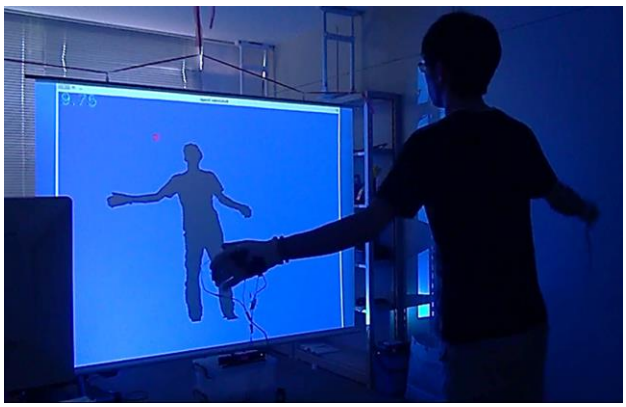


図 3. 実験風景

握ることによって影メディアが掴むというゲームである．実験環境と実験風景については，ぞれぞれ図 1～図 3 に示した．

影メディアは kinect v2.0 で取得した解像度 512×424pixel の身体映像（Body Index Image）を青色の背景映像に黒色で出力することで実現した．また、手の状態（手が開いているか，握られているか）を判断するために，被験者には曲げセンサを付けた手袋を装着してもらった．この手袋には，影メディアが動点に触れた際に振動する振動モータも付けた．

画面上の動点は画面中央を中心とした円運動を行い，半径が異なる 3 種類の円軌道を実装した．開かれている状態の手が握られてから 0.10 秒の間に，動点が対応する影メディアの手の半径 20pixel（投影されたスクリーン上では約 7cm）以内に存在すれば，動点を掴むことができていると判定し，新たな動点を生成するように実装した．映像は 100 インチの透過スクリーンにユーザーから見て背面から投影した．

5.2 実験 1：自己主体感の拡張

実験 1 は，上記のゲームを用いて 2 分以内に動点を 3 つ掴むタスクを行ってもらった．この実験では，影メディアに様々な遅延（+0.00s，+0.15s，+0.30s，…，+1.50s）を与えてランダムに各 1 回ずつ，計 11 回行ってもらい，タスク達成時のタイムを測定した．

5.3 実験 2：自己所有感の拡張

実験 2 は，実験 1 の条件に加え，被験者に認知的負荷をかけるために連続減算（1000 から 1 を引き続ける）を行ってもらい，その計算結果を逐一声に出してもらいながら実験を行ってもらった．被験者にはあらかじめ，（息継ぎを除き）間を開けずに計算結果を言い続けること，計算がミスした時点でタスク失敗とみなすこと，そのため計算を絶対にミスしないようにすることを条件として教示し，タスク達成時のタイムを測定した．

5.4 実験 3：自己所有感と自己主体感の関係

実験 3 は，プログラム実装および実験条件の都合上，影メディアをバイオロジカルモーション[12]に（描画する関節点は青色，背景は黒色），動点を固定点に変えて実験を行った．この実験では，固定点を 5 個掴むタスクを 1 回行ってもらった．バイオロジカルモーションは被験者ごとに遅延なし，もしくは遅延あり（+0.75s）の状態をランダムにどちらか一方の条件で実験を行った．

実験 1，2 と異なり，実験者が被験者の隣に立った状態で実験を行い（実験者のバイオロジカルモーションは表示されない），被験者が 5 個目の動点を掴む際に実験者が足元にあるボタンを押すことで，動点を掴もうとした方のバイオロジカルモーションの腕の動きが被験者ではなく実験者の腕の動きと同期するようにした．また，実験者がバイオロジカルモーションの片腕の操作権を奪ってから 5.00 秒後に，ネガティブ刺激として，その腕の肘に向かって画面上部から下部を横断する赤線が引かれ（図 4），同時に切られたような音声を出力した．

実験前（練習後）と実験後でアンケートに記入してもらった．アンケートでは，多面的感情状態尺度[13]（倦怠，驚愕，親和，敵意の 4 つの感情因子，1 因子につき 5 項目の質問）を用いた操作対象への印象調査と，ネガティブ刺激に対する不快度を測定した．アンケートの内容については本研究論文末尾の付録に掲載した．

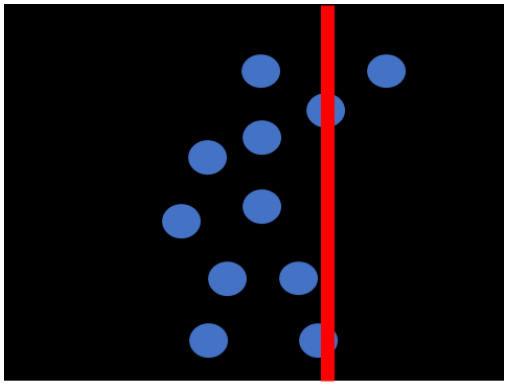


図 4. ネガティブ刺激を与えたときの映像（模式図）

6. 仮説

本研究では，以下の仮説を立てた．

仮説① 自己主体感の拡張

自己主体感は運動結果の予測と視覚フィードバックが一致すれば，操作対象に拡張される．

よって，操作対象である影メディアの動きに遅延が発生しても，操作対象に自己主体感が拡張され，規則的な挙動をする動点を掴むことが可能である．

仮説② 自己所有感の拡張

自己所有感は操作対象と自分への視触覚刺激が同期しているとき，操作対象に拡張される．自己所有感と

自己主体感がともに拡張された操作対象を自分の身体の一部であると認知しているのであれば，その操作対象を直観的に操作できる，つまり脳の処理能力に大きな影響を与えずに操作できるはずである．

よって，操作対象に自己所有感が拡張されている状態であれば，脳に認知的負荷をかけた状態でも問題なくゲームをクリアできる．逆に，自己所有感が拡張されないほど大きな遅延が発生している場合，ゲームをクリアできない，もしくは，実験 1 のクリア時間と比べて有意にクリア時間が長くなる．

仮説③　自己主体感と自己所有感の関係

もし，自己所有感が自己主体感を強化した感覚であれば，操作対象に対する自己主体感が失われると同時に自己所有感が失われるはずである．また，自分の身体の一部であると感じている物体に対する不快刺激はそうでない物体に対する不快刺激よりも感情的な反応を示すはずである．

よって，自己所有感が拡張されている操作対象と拡張されていない操作対象の操作権を奪う（喪失させる）と，前者の方が対象物に対する印象（特に親和，敵意）が有意に変化する．

仮説①②では，ゲームをクリアできる遅延であったかどうかの判断を，その遅延で被験者の過半数（12 人以上）がクリアできたかどうかで判断した．それに加えて，仮説②では，クリアできた被験者が認知的負荷の影響を受けていたかどうかを判定するために，ある遅延において実験①②ともにクリアできた被験者のクリアタイムの差に対して paired-t 検定（片側検定）を行った．仮説③では実験前後で対象物（バイオロジカルモーション）への印象とネガティブ刺激に対する不快度が変化したかどうかをウィルコクソンの符号付順位検定（片側検定）で判断した．

ウィルコクソンの符号付順位検定では 10%，t 検定では 1%を基準となる有意水準として設定し，それぞれの検定では，検定の繰り返し回数に応じて，holm 法[14]によって有意水準を補正した．

7. 結果

実験 1, 2 におけるそれぞれの遅延におけるゲームクリア人数とゲームをクリアした被験者の平均タイムを表 2 にまとめた．実験 1 ではすべての遅延で過半数以上の被験者がゲームをクリアした．実験 2 では，+0.30s 以下の遅延で過半数以上の被験者がゲームをクリアした．また，実験 1，2 ともに過半数以上の被験者がゲームをクリアできた遅延（遅延なし，+0.15s，+0.30s）について，実験 1，2 ともにクリアできた被験者（順に 18 人，13 人，15 人）のクリアタイムの差に対して paired-t 検定（検定の繰り返し回数は 3 回）を行った．その結果，どの遅延においても有意差を検出できなかった（p 値は順に 0.021，0.368，0.033）．この結果をグラフで表したものを図 5 に示した．

実験 3 におけるアンケート結果を表 3 にまとめた．各遅延で，実験前後の印象 4 因子と不快度の変化に対してウィルコクソンの符号付順位検定（各遅延での検定の繰り返し回数はそれぞれ 5 回）を行った結果，遅延なしでは，驚愕と敵意の因子，そして不快度に有意傾向があり，遅延ありでは，不快度にのみ有意傾向があった．検定時に用いた p 値は表 3 にまとめた．

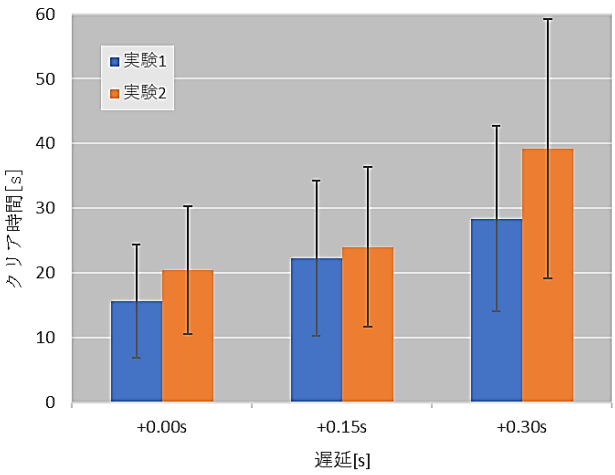


図 5. 実験 1，2 におけるクリア時間の差

それぞれの遅延において，実験 1，2 ともにクリアできた被験者のデータのみを使用した．

8. 考察

8.1 自己主体感の拡張

実験 1 では，様々な遅延でゲームを行ってもらい遅延がある状態でクリアできるかどうかを測定した．このゲームアプリケーションは，遅延があるときでも自分の動きに対応して動き，動点は規則的な動きしかしない．そのため，被験者が遅延の長さを把握できれば，運動結果の予測と視覚フィードバックが一致させることができ（自己主体感を拡張させることができ），ゲームをクリアできると予想した．

実際に各遅延におけるクリア人数は過半数を超えた．

表 2. 実験 1，2 の結果

クリア人数が過半数（12 人）を超えた遅延におけるクリア人数とクリア時間は橙色で表した．クリア時間はゲームをクリアできなかった人のデータを除外した上で，（平均±標準偏差）で表した．

遅延[s]		0.00	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20	1.35	1.50
実験1	クリア人数[人]	22	22	21	21	20	17	20	19	17	17	17
	クリア時間[s]	15.64 ± 8.83	22.03 ± 10.31	28.47 ± 12.93	40.53 ± 21.81	35.10 ± 21.02	55.80 ± 24.09	53.22 ± 26.07	59.04 ± 14.35	64.53 ± 23.31	63.52 ± 16.48	72.68 ± 26.54
実験2	クリア人数[人]	18	13	16	9	9	7	6	9	6	5	3
	クリア時間[s]	20.43 ± 9.89	24.02 ± 12.40	40.38 ± 19.93	34.51 ± 20.76	43.28 ± 23.12	41.55 ± 26.18	65.18 ± 30.56	76.29 ± 27.71	72.88 ± 17.57	66.48 ± 30.81	79.46 ± 8.24

表 3. 実験 3 の結果

怠惰，驚愕，親和，敵意については，それぞれ該当する 5 項目の合計点数（最大値 20，最低値 5）の平均と標準偏差を示した．ウィルコクソンの符号付順位検定によって有意傾向ありと判定された項目は橙色で表した．

		倦怠	驚愕	親和	敵意	不快度
遅延なし (+0.00s)	実験前	10.7±3.9	10.4±4.2	10.4±2.7	7.9±4.1	1.8±0.9
	実験後	9.5±4.3	12.7±4.5	9.3±3.7	11.2±3.4	4.2±2.0
	P 値	0.172	0.020	0.254	0.020	0.020
遅延あり (+0.75s)	実験前	11.7±3.5	9.9±2.0	9.5±2.3	8.5±5.5	1.9±1.2
	実験後	11.0±4.4	15.7±4.2	9.4±3.1	11.5±4.0	3.8±1.6
	P 値	0.055	0.033	0.500	0.171	0.001

これは，個人差はあるものの，最大 1.50s の遅延があっても操作対象に自己主体感を拡張させられることを示しており，仮説①が正しいという根拠になる．

この結果は，先行研究で示された自己主体感の拡張条件から逸脱していない．

8.2 自己所有感の拡張

実験 2 では，自己所有感が拡張されている時は認知的負荷を与えていてもクリアでき，自己所有感が拡張されていないときは，たとえ自己主体感が拡張されていてもクリアできないと予想した．

実際に，0.45s 以上の遅延を与えたときは，クリアできた人数が過半数を超えなかった．これは，一定以上の遅延ではゲームをクリアが困難になることを意味する．

また，遅延なし，および 0.15s，0.30s の遅延を与えている時にクリアできた被験者について，同じ遅延における実験 1 でのクリアタイムと比較した結果，有意差を検出できなかった．もし，有意差が検出できなかった理由が，もともと有意差が存在しないためだとしたら，「少ない遅延では直感的操作が可能であることから認知的負荷の有無がゲームの難易度に影響を与えなかったため，タイムに有意な影響が出なかった」と主張できるだろう．そして，直観的操作ができるということは，その操作対象を自分の身体の一部のように認知している，つまり自己所有感が拡張されているとみなせるだろう．多少の遅延があっても自己所有感が拡張されるという結果は，視触覚刺激の同期が必要という自己所有感拡張の条件が，主観的な判断に基づく条件であることを示すだろう．

これらの結果は RHI の先行研究における知見と矛盾しない．

8.3 自己所有感と自己主体感の関係

実験 3 では，被験者が操作しているバイオロジカルモーションの片腕の操作権を奪う，つまり自己主体感

を喪失させる実験を行った．操作権を奪う前，遅延なしの場合は，自己所有感と自己主体感が操作対象に拡張されており，遅延ありの場合は自己主体感のみが拡張されている．もし，自己主体感を喪失させたときに自己所有感も喪失されていた場合，その後のネガティブ刺激を経験した後のバイオロジカルモーションへの印象変化が，遅延ありとなしの場合で同じになることが予想される．

結果より，バイオロジカルモーションに対する敵意が遅延なしの場合に限り有意に上昇した．これは，遅延なしの操作対象の自己主体感を喪失させても，自己所有感はまだ残存しているため，ネガティブ刺激後に切断された操作対象を見て，感情的な反応を示したのではないかと考えられる．不快刺激に対する不快度はともに有意に上昇していることから，ネガティブ刺激自体を不快であると感じてはいるものの，それによる操作対象への印象変化は遅延によって差があったということになる．この結果は，自己所有感が自己主体感とは独立して存在しうることへの示唆を与えるものであると考える．

9. 展望

9.1 HAI 研究への応用

実験 1，2 の結果は，自己所有感が拡張されていない物体は自分の身体の一部としては認知されていないことが示唆される．これにより，自己主体感のみが拡張されている物体に対し身体拡張が起こっていると表現することは必ずしも適切ではないことを示した．自己所有感が拡張されておらず，自己主体感のみが拡張されている物体は，自己ではない，しかし他者と呼ぶには自己との関係が強い対象物といえるため，自己でも他者でもない別の名称が必要になるだろう．

このような，自己所有感と自己主体感の両方を考慮することの工学的意味について述べる．今回の実験結果から，自己所有感が拡張されていなくても自己主体感さえ拡張されていれば，脳への負荷は増えるがタスクを達成できること，自己所有感が拡張されていない操作対象は自己所有感が拡張されている操作対象より操作対象への評価が下がりづらいことが分かった．この結果は，ヒューマンエージェントインタラクション（HAI）の分野におけるエージェントの有用性を支持するだろう．

例えば，ユーザーからあるまとまったタスクを受け取り，自律的にそのタスクを処理するエージェントシステムについて考える．ユーザーは，エージェントに対してタスクを与えれば，そのタスクの処理結果を受け取ることができることを知っている．行動の予測と結果が成り立つことでユーザーはエージェントに対して自己主体感が拡張されるだろう．しかし，エージェントシステムはタスクを一定の時間をかけて処理し結果を出力するため，自己所有感を拡張させることは困難である．もし，システムが何かしらの不具合によって正常に動作しない場合でも，自己所有感が拡張されていないため，システムに対する評価が有意には減少しないだろう．以上の理由から，単にタスクを迅速に処理できるユーザー操作のシステムよりも，エージェントシステムの方がユーザーの満足感を損なうことなく使用し続けてもらえると考えられる．

上記の例のように，自己所有感と自己主体感を両方考慮に入れることで，より深いシステムの評価ができると主張する．

9.2 操作対象に対する見方（視点）の変化

実験 3 の結果から，遅延なしの状態でネガティブ刺激を受けたとき，敵意が上昇するといった感情的な印象変化が有意に起こることが分かった．この結果は，その操作対象を主観的に認知しているのか，あるいは客観的に認知しているのかによる違いを反映している可能性がある．つまり，遅延がない操作対象は主観的に認知されているためネガティブ刺激を受けた操作対象に感情的になり，遅延がある対象物は客観的に認知されているため，ネガティブ刺激を受けた操作対象に感情的にならなかったのではないかということである．

また，もし操作権が奪われた後も操作対象に対する自己所有感が残っていたという本研究の示唆が真であると仮定すれば，自己所有感の有無は操作対象を主観的に認知するか客観的に認知するかを決める要因であると推測できる．この仮説は，自己所有感の拡張を制御することで操作対象への認知を変えられることを意味する．主観的に認知している，客観的認知しているということは，言い換えると 1 人称視点で見ているか 3 人称視点で見ているかと言い換えることもできるだろう．

以上のことから，自己所有感の拡張の有無が，操作対象を認知する視点に影響を及ぼしている可能性が考えられる．しかし，操作対象を 1 人称視点で見ているか 3 人称視点で見ているかどうかは本研究では証明できないため，さらなる調査が必要である

10. まとめ

本研究は自己所有感と自己主体感が拡張された操作対象から，自己所有感を喪失させたとき，操作対象を用いたタスクにどのような影響が出るのか調査した．その結果，遅延がある物体でも自己主体感は拡張されること，一定以上の遅延がある状態では自己主体感のみが拡張され自己所有感は拡張されないことを客観的データから明らかにした．

また，同様に自己主体感を失わせたときに操作対象に対する印象にどのような変化が起こるのかを調査することで，自己所有感が自己主体感と独立して存在し得るのかを検討した．その結果，自己所有感がもともと拡張されていた操作対象から自己主体感を喪失させても，自己所有感が残存する可能性を示唆することができた．しかし，あくまで主観的評価を基にした調査結果であるため，より詳しく調査するには自己所有感が存在しているかどうかを客観的な指標で測定する必要があるだろう．

本研究は上記の結果から，自己所有感と自己主体感の関係性を明らかにするための有用な知見を提供し，さらに本研究の結果から，他分野の研究に対する貢献の可能性を示すことができたと主張する．

参考文献

[1] M. Botvinick and J. Cohen, “Rubber hands’ feel’touch that eyes see,” *Nature*, 1998.

[2] A. Maravita, C. Spence, S. Kennett, and J. Driver, “Tool-use changes multimodal spatial interactions between vision and touch in normal humans,” *Cognition*, vol. 83, no. 2, pp. B25–B34, Mar. 2002.

[3] T. Feuchtner and J. Müeller, “Extending the Body for Interaction with Reality,” in *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI ’17*, 2017, pp. 5145–5157.

[4] S. Gallagher, “Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science,” *Trends Cogn. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 14–21, Jan. 2000.

[5] P. I. Cornelio Martinez, S. De Pirro, C. T. Vi, and S. Subramanian, “Agency in Mid-air Interfaces,” *Proc. 2017 CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst.*, pp. 2426–2439, 2017.

[6] S. Shimada, K. Fukuda, K. Hiraki, H. Dijkerman, and M. Bartels, “Rubber Hand Illusion under Delayed Visual Feedback,” *PLoS One*, vol. 4, no. 7, p. e6185, Jul. 2009.

[7] K. C. Armel and V. S. Ramachandran, “Projecting sensations to external objects: evidence from skin conductance response,” *Proc. R. Soc. London B Biol. Sci.*, vol. 270, no. 1523, 2003.

[8] M. Tsakiris and P. Haggard, “The Rubber Hand Illusion Revisited: Visuotactile Integration and Self-Attribution.,” *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, vol. 31, no. 1, pp. 80–91, 2005.

[9] H. HEAD and G. HOLMES, “SENSORY DISTURBANCES FROM CEREBRAL LESIONS,” *Brain*, vol. 34, no. 2–3, pp. 102–254, Nov. 1911.

[10] F. Short and R. Ward, “Virtual limbs and body space: Critical features for the distinction between body space and near-body space.,” *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, vol. 35, no. 4, pp. 1092–1103, 2009.

[11] S. Watanabe and N. Kawai, “A Full Contingency between The Actual and The Virtual Actions Are Crucial to The Sense of Ownership,” *Intaraction2016*, 2016.

[12] G. Johansson, “Visual perception of biological motion and a model for its analysis,” *Percept. Psychophys.*, vol. 14, no. 2, pp. 201–211, Jun. 1973.

[13] M. Terasaki, Y. Kishimoto, and A. Koga, “Construction of a multiple mood scale.,” *Japanese J. Psychol.*, vol. 62, no. 6, pp. 350–356, Feb. 1992.

[14] S. Holm, “A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure,” *Scand. J. Stat.*, vol. 6, pp. 65–70, 1979.

付録

実験 3 で用いたアンケートの質問項目を下記に示す．下記では，各項目がどの感情因子に対応しているか記載しているが，実際のアンケート用紙には記載していない

（練習終了後アンケート）

問 1 練習が終わった後にお答えください。下記に、人の感情や気持ちを表すことばが並んでいます。一

つ一つのことばについて今、現在それらの感情を映像中の“動点の集合”に対してどの程度感じているかチェックしてください。

選択肢
1. 全く感じていない
2. あまり感じていない
3. 少し感じている
4. はっきり感じている

項目

（怠）退屈な	1 - 2 - 3 - 4
（親）いとおしい	1 - 2 - 3 - 4
（敵）攻撃的な	1 - 2 - 3 - 4
（怠）だるい	1 - 2 - 3 - 4
（驚）驚いた	1 - 2 - 3 - 4
（敵）敵意のある	1 - 2 - 3 - 4
（驚）びくりとした	1 - 2 - 3 - 4
（親）恋しい	1 - 2 - 3 - 4
（怠）疲れた	1 - 2 - 3 - 4
（驚）動揺した	1 - 2 - 3 - 4
（敵）むっとした	1 - 2 - 3 - 4
（親）すてきな	1 - 2 - 3 - 4
（怠）つまらない	1 - 2 - 3 - 4
（敵）うらんだ	1 - 2 - 3 - 4
（親）好きな	1 - 2 - 3 - 4
（驚）はっとした	1 - 2 - 3 - 4
（敵）憎らしい	1 - 2 - 3 - 4
（驚）びっくりした	1 - 2 - 3 - 4
（親）愛らしい	1 - 2 - 3 - 4
（怠）無気力な	1 - 2 - 3 - 4

問 2　練習を終了した現在のあなたの気持ちのうち、「不快であったかどうか」について最も適当だと思う選択肢にチェックを入れてください。

項目
（不快ではなかった）1-2-3-4-5-6-7（不快であった）

（実験終了後アンケート）
問 1　<u>実験が終わった後にお答えください。</u>下記に、人の感情や気持ちを表すことばが並んでいます。一つ一つのことばについて、実験終了時それらの感情を映像中の“動点の集合”に対してどの程度感じていたかチェックしてください。

選択肢・項目
　練習終了後アンケートと同様

問 2　実験最後の映像（音響）演出を体験した時のあなたの気持ちのうち、「不快であったかどうか」について最も適当だと思う選択肢にチェックを入れてください。

項目
　練習終了後アンケートと同様

腐女子の「女子ジレンマ」
FUJOSHIs project their female dilemma onto BL.

久保(川合) 南海子
Namiko KUBO-KAWAI
愛知淑徳大学
Aichi Shukutoku University
namikokk@asu.aasa.ac.jp

Abstract

In novels and manga, there is a genre called “BL” that deals with love stories between men; the women who like these stories are called “Fujoshi.” Okabe[1] has pointed out that Fujoshi situate themselves lower in society than normal women, but in what ways do Fujoshi who like BL, which transcends sex and gender roles, perceive their own femininity and gender roles?

In this research, we divided 20-year-old female university students into three groups, according to their preference of genre for novels and manga. We conducted a questionnaire survey of six psychological scales (gender personality, images of love, attitudes toward the traditional mother’s role, empathy, attention to others, and privacy orientation) on 34 subjects placed in the “love story group,” who prefer love stories between men and women, 39 subjects placed into the “non-love story group,” who prefer stories not on love, and 30 subjects placed into the “Fujoshi group,” who prefer BL.

Results found that Fujoshi’s specificity can be identified in their views of gender roles, love, and privacy orientation. Fujoshi have a significantly lower tendency to agree with the traditional mother’s role (so-called “maternal love”) than the non-Fujoshi. Fujoshi and the women who prefer non-love stories perceive the value of their love as lower than those who prefer love stories. On the other hand, Fujoshi and the women who prefer non-love stories place more emphasis on their own time and interests than the women who prefer love stories.

These findings suggest that while Fujoshi accept their own femininity, they have negative attitudes toward the gender roles that society assigns to women. This implies that there is a state that could be termed a “female dilemma” at the root of Fujoshi identity in which, while they want to be feminine, they question the roles imposed on them because they are women.

Keywords — Fujoshi, “female dilemma”, gender personality, gender roles, images of love

1. はじめに

1.1 BL と腐女子

日本における現代文化，マンガ・ゲーム・アニメやJ-POP・アイドルなどは，国民の消費行動が縮小傾向の時代にありながら，いまや巨大な市場を形成している．また国内のみならず，海外からも「クール・ジャパン」として高い注目を集めている．そのようなサブカルチャーにおいて，男性同士の恋愛を描く「ボーイズラブ（通称BL;ビーエル）」といわれるカテゴリが存在する．現在の BL 市場は約 220 億円といわれ，その規模は年々拡大している[2]．近年，そのような BL 作品を愛好する女性たちは「腐女子（ふじょし）」とよばれ，おもに 10 代から 30 代の若い女性たちが BL という巨大市場を支えている[3].

BL 作品を愛好する腐女子は作り手／読み手を問わず，その名称が示すようにほぼ 100%が女性である[4]. つまり，BL を嗜好する過程には女性特有の要因が存在すると考えられる．なぜ彼女たちは男性同士に恋愛という関係性を投影するのか．そして，なぜそれを好む女性が存在するのか．特に興味深いのは，自身も恋愛が身近である年齢の女性が，あえて女性が対象ではない恋愛作品を選ぶことである．

堀[5]は，BL 作品として女性キャラクターが登場しなければ，読み手は「女」に付せられた取り決めや社会的な視線を意識しなくて済む，としている．だとすれば，BL 作品を読む女性は，女性としての自分が当事者になり得ない完全にデタッチメントされた世界に，傍観者／観察者としてコミットメントしていくことができる．藤本[6]は，BL 作品内に登場する男性同士のカップルについて，彼らがいかに男女役割を模倣しているように見えても，それは組み合わせによって生まれてくる差異＝個性にすぎず性差の抑圧からは自由であること，これによって読者は抑圧を排除した形で「男らしさ」「女らしさ」を楽しむことが可能になったことを指摘した．つまり，男性同士という組み合わせは，単純な性別による恋愛関係内の固定観念的な性役割を超えて，個の人間同士として恋愛を含めた密接かつ多様な関係性を構築できる装置だと考えられる．

腐女子たち当事者にとっても，自分がなぜ BL を愛好するのかについて理解することは難しいとされているが[7], BL を読むことが癒しや娯楽となっているならば，彼女たちが明確に自覚していないとしても，それは現実世界での葛藤の低減やジェンダーの抑圧からの

解放と密接に関連しているのではないだろうか.

1.2 若い女性たちの抱える葛藤

現代の日本において，女性には出産を奨励する一方で労働の継続も求められている．そのような社会的な圧力がある反面，幼少時からゆとり教育の名の下で個性や趣味を重視する生き方を目指してきた世代でもある．学校では男女平等であると教育され，就職でも雇用機会均等は当然であるとされながら，日本における女性活用の低さは国際的にも問題視されている．キャリアの継続と出産・育児の両立も容易とはいいがたく，出産を機に仕事を退職する女性はいまだ 54%にものぼる[8]．また一方で，外見や行動に男らしさ女らしさを重視する風潮は特に若い世代で強い．結婚や子育てについても，若い女性たち自身のなかにすら伝統的な性役割による固定観念がいまだ根強く残っている[9].

現代の女性にとって，眼前の現実は迷いと葛藤に満ちている．そのような中で，特に就労や結婚・出産が身近となる 20 代以降の女性にとって，自身のアイデンティティと実生活における女性性の求められ方のバランスをとることが難しくなっていると考えられる.

1.3 ジェンダーのジレンマを可視化する

男性同士の恋愛を素材にした BL 作品を好んで読む女性，すなわち腐女子は，ふだんから性差やジェンダーについて意識することが多いからこそ，逆に性別にとらわれない多様な人間関係が描かれる BL 作品に魅力を感じるのではないか．自分が女性でありながら，自身と同じ性別の女性が恋愛の対象から外れている BL 作品に対する嗜好の背景には，女性としてのアイデンティティと実生活での女性性の求められ方のバランスにおけるジレンマがあるのではないか，というのが本研究の仮説である.

本研究は，腐女子たちが日常のなかで社会に対して漠然と感じているであろう，求められる女性像と自己のアイデンティティのズレによる違和感，すなわち明確には自覚していないジェンダーの葛藤や抑圧を可視化する試みである．そこで本研究では，性格の女性性と男性性のバランスと恋愛観および伝統的な性役割観への意識について測定する 3 種類の心理尺度を用意した．また，小説やマンガ作品への自己投影や想像性の程度を測定するために，共感性と他者意識に関する 2 種類の心理尺度を用意した．さらに，趣味や自分の時間に対する意識について，プライバシー志向性を測定する心理尺度を用意した．以上の 6 種類の心理尺度からなる質問紙を用いて，20 歳前後の女子大学生を対象に調査をおこなった.

2. 方法

2.1 調査対象者および手続き

（1）A 県の私立大学人文社会系学部に在籍する 19 歳から 21 歳の女子学生 124 名を対象とした．2015 年 7 月に大学内の講義室にて一斉に実施した.

（2）上記の調査にて BL を愛好する女子大学生の対象者から，同じく BL を愛好する 18 歳から 24 歳の女子大学生および女子大学院生を調査対象者として紹介してもらうスノーボールサンプリング法により，10 名に実施した．2015 年 7 月から 12 月にかけて個別に質問紙調査票を配布して，後日回収した.

2.2 調査内容

以下の 6 種類の心理尺度をもちいて調査した.

（1）ジェンダー・パーソナリティ（性格における女性性・男性性）の肯定的側面と否定的側面の双方を測定する「共同性・作動性尺度」[10] 24 項目 4 件法.「肯定的共同性」「否定的共同性」「肯定的作動性」「否定的作動性」の 4 つの下位項目からなる.

（2）特定の相手に限らず恋愛という現象自体への態度を測定する「恋愛イメージ尺度」[11] 28 項目 7 件法.「大切・必要」「刹那的・付加価値」「相互関係」「独占・束縛」「衝動・盲目的」「献身的」「成長」の 7 つの下位項目からなる.

（3）社会文化的通念としての伝統的な性役割観に基づいた母親役割を信じる程度を測定する「母性愛信奉傾向尺度」[12][13] 13 項目 5 件法.

（4）他者の心理状態に対する認知と情動の反応傾向をそれぞれ他者指向性／自己指向性という視点から測定する「多次元共感性尺度」[14] 24 項目 5 件法.「被影響性」「他者指向的反応」「想像性」「視点取得」「自己指向的反応」の 5 つの下位項目からなる.

（5）他者への注意の向けやすさや注意を向ける方向を測定する「他者意識尺度」[15] 15 項目 5 件法.「内的他者意識」「外的他者意識」「空想的他者意識」の 3 つの下位項目からなる.

（6）個人がプライバシーを体験する状況をその程度志向するかについて測定する「プライバシー志向性尺度」[16] 21 項目 7 件法.

また，6 つの尺度とは別に，「普段よく見たり読んだ

りするもの」としてマンガと小説（いずれもインターネット上の作品および同人誌含む）のジャンルについて，各 15 項目から複数可で選択式の回答を求めた．さらに，上記のうち「最も好きなものから順に３つ」を記入式で回答するよう求めた．

3. 結果

3.1 対象者の分類

一斉配布での調査対象者 124 名のうち，「普段よく見たり読んだりする」マンガと小説（いずれもインターネット上の作品および同人誌含む）のジャンルでそれぞれ 15 項目（複数選択可）から，BL を選択した女子学生 20 名全員と，スノーボールサンプリング法によって収集した女子学生 10 名（いずれも上記のマンガ・小説のジャンル各 15 項目（複数選択可）から，BL を選択していた）計 30 名を「腐女子群」，好んで読むマンガと小説（いずれもインターネット上の作品および同人誌含む）のジャンルを上位から３つ問う項目で，上位２つまでに恋愛ものと回答した女子学生 34 名を「恋愛群」，３つとも BL もしくは恋愛もの以外のジャンルを回答した女子学生 39 名を「非恋愛群」として，計 103 名を分析対象とした．

3.2 ３群（腐女子／恋愛／非恋愛）で有意差のあった結果

（１） 恋愛という現象自体への態度を測定する「恋愛イメージ尺度」において，３群×７下位項目の２要因分散分析をおこなったところ，群の主効果が有意（$F(2, 100) = 4.91$, $p = 0.01$），下位項目の主効果が有意（$F(6, 600) = 56.25$, $p < 0.001$），群と下位項目の交互作用が有意であった（$F(12, 600) = 4.76$, $p < 0.001$）．下位検定の結果，「大切・必要」「刹那的・付加価値」「献身」「成長」で３群の有意差があった($p < 0.05$)．恋愛群は，腐女子群と非恋愛群よりも「大切・必要」の得点が高かった．腐女子群と非恋愛群での有意差はなかった．腐女子群は，恋愛群よりも「刹那的・付加価値」の得点が高く，「献身」「成長」の得点が低かった．これらの下位項目について，腐女子群と非恋愛群，恋愛群と非恋愛群での有意差はなかった．

（２） 社会通念としての伝統的な母親役割を信じる程度を測定する「母性愛信奉傾向尺度」において，３群の得点について１要因分散分析をおこなったところ，群の主効果が有意（$F(2,100) = 10.03$, $p < 0.001$）であった．下位検定の結果，３群それぞれの間に有意な差があり($p \leqq 0.05$)，腐女子群の得点がもっとも低く，次に低いのが非恋愛群，一番高かったのは恋愛群であった．

（３） 個人がプライバシーを志向する程度について測定する「プライバシー志向性尺度」において，３群の得点について１要因分散分析をおこなったところ，群の主効果が有意（$F(2,100) = 6.44$, $p < 0.01$）であった．下位検定の結果，恋愛群は腐女子群と非恋愛群よりも有意に得点が低かったが($p < 0.05$)，腐女子群と非恋愛群での有意差はなかった．

3.3 ３群（腐女子／恋愛／非恋愛）で有意差のなかった結果

（１）ジェンダー・パーソナリティの肯定的側面と否定的側面の双方を測定する「共同性・作動性尺度」の得点において，３群×４下位項目の２要因分散分析をおこなったところ，下位項目の主効果が有意（$F(3,300) = 62.63$, $p < 0.001$）であったが，群の主効果および群と下位項目の交互作用は有意でなかった．

（２）他者の心理状態に対する認知と情動の反応傾向を測定する「多次元共感性尺度」の得点において，３群×５下位項目の２要因分散分析をおこなったところ，下位項目の主効果が有意（$F(4,400) = 12.10$, $p < 0.001$）であったが，群の主効果および群と下位項目の交互作用は有意でなかった．

（３）他者への注意の向けやすさや注意を向ける方向を測定する「他者意識尺度」の得点において，３群×３下位項目の２要因分散分析をおこなったところ，下位項目の主効果が有意（$F(2,200) = 3.54$, $p < 0.05$）であったが，群の主効果および群と下位項目の交互作用は有意でなかった．

4. 考察

4.1 腐女子のジェンダー・パーソナリティ

本研究では，ジェンダー・アイデンティティの測定でおこなわれるような[17], 自身のジェンダーへの展望や社会現実性，また受容性や一貫性などについて調査したのではなく，性格特性としての女性性（共同性）と男性性（作動性）を測定した．それは，自覚に基づいたジェンダーへの意識よりも，日常生活での行動や思考の傾向にみられるような無意識的なジェンダー・パーソナリティを顕在化するためである．使用した尺度には，女性性と男性性の肯定的側面と否定的側面を分けて測定する特徴がある．そのため，個人におけるジェンダー・パーソナリティを複数要因のバランスと

いう視点で検討できた.

結果として，腐女子の性格的な女性性・男性性は，そうでない女性たちとの違いはなく，肯定的・否定的のバランスにも差はなかった．腐女子に女性性の低さや女性性の否定といった傾向は見られないことが明らかになった．つまり，腐女子のジェンダー・パーソナリティに，腐女子ならではといった特徴はないといえる．彼女らの行動や思考は，腐女子でない女性と同様に女性性が優位であり，その肯定／否定的のバランスは拮抗している.

これらの結果は，初期の BL／腐女子研究[18][19][20]でみられた（そして一般的な見解として，いまだに根強くある）未熟な女性性や女性嫌悪といった解釈とは一致しない．近年の BL／腐女子（論文では「やおい」と表記）研究の動向をまとめた金田[7]は「やおいにおいて回避されているのは，性や女らしさではない」と指摘しているが，この結果はそれをデータによって示唆していると考えられる.

4.2 BL 作品への共感性

他者に対する意識や共感性にも，腐女子の特徴は見いだせなかった．なかでも興味深いのは「架空の人物の感情や行動に自身を投影して想像する傾向」を測定する下位項目（想像性）でも差がなかったことである．自身の性別とは異なる人物たちの恋愛作品であっても，そこに自身を投影する程度は，恋愛ものが好きな女性たちが自身と同じ性別の人物が登場する恋愛作品へ，自身を投影するよりも低いというわけではない．腐女子は，恋愛ものを読む女性たちのように，BL 作品に自分を見ていることが示唆された．性別による制約をなくして共感するのであれば，恋愛における視点や立場の選択は，男女間の恋愛作品に対してよりも多様で自由になるだろう.

堀[5]は，腐女子にとって BL は物語のなかに自分に似た者を探して共感するのではなく，自分が不在であるからこそ没頭できるファンタジーであるとしている．本研究の結果は，恋愛ものが好きな女性は，女性による物語であるからこそ共感でき，BL が好きな女性は，女性によらない物語であるからこそ共感できるという程度に差はないこと示唆している．つまり，腐女子にとって BL は，自分が不在でありながらも自分と無関係の物語ではなく，自分の「何か」と共感する物語であると考えられる.

4.3 社会通念的な性役割観への反発

いったい，その何かとはなんであろうか．今回の調査の結果，もっとも顕著にあらわれた腐女子に特有の傾向は，社会的な通念としてみられる伝統的な母親役割への否定的な姿勢であった．いわゆる「母性愛」について批判的思考を抱いていることが腐女子の特徴であるという点は，先に述べたジェンダー・パーソナリティには差異がないことと合わせてみると，非常に示唆に富んでいる．自身の行動や思考のパターンには典型的な女性性を示していながら，出産・育児に関する女性性，すなわちそれらの性役割に対しては性差による偏りを認めていない．単純に，女性だからというだけで，出産・育児にともなう責任を「母性愛」と名付けた通念で母親に求めることへの強い否定が示されている．この結果から，腐女子のジェンダーに関連する特性は，彼女たち自身の女性性にあるのではなく，対社会的な性役割観にあると考えられる.

腐女子には，母性愛という神話的な概念で覆われているジェンダー格差への感受性が高く，かつそれを是としないありようが見てとれる．そこには，自分が女性であることと，それ故に付加される性役割を盲目的に受容することは別である，という腐女子の心的傾向が示唆される. BL 作品にも女性的／男性的な性役割は数多く存在している．しかし，その人物が男性同士である以上，そこで描かれる性役割は通念的に付加されたものではなく，新たに構築された関係において自発的に選択されたものとなる．そのような「自己決定権ファンタジー」[4]が BL の重要な要素だとすれば，本研究の結果から示された腐女子の抱いているジェンダー格差の抑圧は，まさに BL によって癒され，さらに娯楽へと昇華されていると考えられる．男性同士であれば，生物学的に出産は不可能である．伝統的な性役割観の最右翼ともいうべき母性愛への信奉を否定する女性たちが，恋愛の先には結婚・出産・育児があると考える通念的な性役割観とは無縁である BL を愛好することは，ある意味で自然な選択といえるかもしれない.

4.4 「私にとっての」恋愛

男性同士の恋愛作品を好む腐女子は，どのような恋愛観を持っているのだろうか．恋愛ものを好む女性たちは，どちらかといえば恋愛を大切で必要だと思っているが，恋愛もの以外の作品を好む女性たちや腐女子の得点はそれらの項目において恋愛ものを好む女性た

ちよりも有意に低く，恋愛をそれほど大切で必要なものとは思っていなかった．これらのことから，腐女子の恋愛観は，「恋愛は私を幸せな気分にさせてくれる」「恋愛とは自分を磨く機会だと思う」など「私／自分にとっての恋愛の意義」について問われるようなときに，ややネガティブなものとして顕在化すると考えられる．しかし，恋愛もの以外の作品を好む女性たちとの間に有意な差がないことから，これは腐女子の恋愛観の特徴というよりは，恋愛ものを好む女性たちは自分の恋愛も重視している傾向があるといえよう．

また，プライバシーを志向する程度について測定した結果から，腐女子と非恋愛ものを好む女性は，恋愛ものを好む女性よりも，一人の時間や個人の趣味を重視していた．そのような「自立的」ともいえる志向性は，恋愛に代表されるような他者との深い関係が，自身に直接およぼす影響について回避的になるとも考えられる．

4.5 おわりに

社会で働くことや恋愛や結婚が身近な出来事である若い女性たちにとって，自分が「女性らしくありたいこと」と社会から「女性だから求められること」のズレを感じることは，自覚的／無自覚的な葛藤を生じさせているだろう．そのような「女子ジレンマ」というべき状態に陥っている女性たちのなかで，腐女子とよばれる女性たちが，BL 作品を愛好することは，恋愛という密接な人間関係を通念的な性役割から解放して，「女性だから」ではなく「人間として」の物語として楽しむことであると，本研究の結果は示唆している．腐女子とジェンダーとの関連については BL 研究でもかなり関心が高く，これまでもさまざまな論考等で言及されてきたが，今回の複数の尺度による測定データをもとにして実証的な検討が可能となった．今後は腐女子への参与観察やインタビュー調査などを含めて，より詳細な検討をおこないたい．

参考文献

[1] 岡部 大介(2008). 腐女子のアイデンティティ・ゲーム：アイデンティティの可視／不可視をめぐって.『認知科学』,**15**, 671-681.

[2] 矢野経済研究所(2016).『クールジャパンマーケット／オタク市場の徹底研究』.矢野経済研究所.

[3] コミックマーケット準備委員会(2015).『コミックマーケット 40 周年史』. コミケット.

[4] 溝口 彰子(2015).『BL 進化論 ボーイズラブが社会を動かす』. 太田出版.

[5] 堀 あきこ(2012). リアルとファンタジー，その狭間で見る夢.『ユリイカ』, **44**(15), 178-183.

[6] 藤本 由香里(2007). 少年愛／やおい・BL 二〇〇七年現在の視点から.『ユリイカ』**39**(16), 36-47.

[7] 金田 敦子(2007). やおい論, 明日のためにその２..『ユリイカ』**39**(16), 48-54.

[8] 内閣府(2014).『平成 26 年度版少子化社会対策白書』. 内閣府.

[9] 国立社会保障・人口問題研究所(2011).『第 14 回出生動向基本調査』. 厚生労働省.

[10] 土肥 伊都子・廣川 空美(2004). 共同性・作動性尺度(CAS)の作成と構成概念妥当性の検討―ジェンダー・パーソナリティの肯否両側面の測定―.『心理学研究』,**75**,420-427.

[11] 金政 祐司(2002). 恋愛イメージ尺度の作成とその検証―親密な異性関係，成人の愛着スタイルとの関連から―.『対人社会心理学研究』,**2**,93-101.

[12] 江上 園子(2005). 幼児を持つ母親の「母性愛」信奉傾向と養育状況における感情制御不全.『発達心理学研究』, **16**, 122-134.

[13] 江上 園子(2007). “母性愛”信奉傾向が幼児への感情表出に及ぼす影響―職業要因との関連―.『心理学研究』,**78**,148-156.

[14] 鈴木 有美・木野 和代(2008). 多次元共感性尺度(MES)の作成―自己指向・他者指向の弁別に焦点を当てて―.『教育心理学研究』,**56**,487-497.

[15] 辻 平治郎(1993).『自己意識と他者意識』. 北大路書房.

[16] 吉田 圭吾・溝上 慎一(1996). プライバシー志向性尺度(本邦版)に関する検討.『心理学研究』,**67**,50-55.

[17] 佐々木 掌子・尾崎 幸謙(2007). ジェンダー・アイデンティティ尺度の作成.『パーソナリティ研究』, **15**, 251-265.

[18] 中島 梓(1991).『コミュニケーション不全症候群』. 筑摩書房.

[19] 荷宮 和子(1995).『おたく少女の経済学:コミックマーケットに群がる少女たち』. 廣済堂出版.

[20] 上野 千鶴子(1998).『発情装置』. 筑摩書房.

HMD 空間における三人称定位：幽体離脱と Own Body Transformation からのアプローチ

Third-person Perspective Embodiment in HMD Space

小鷹 研理†
Kenri Kodaka

†名古屋市立大学芸術工学研究科
Graduate School of Design and Architecture, Nagoya-City Universiy
kenrikodaka@gmail.com

Abstract

This article explores how HMD space yields an embodied experience toward an avatar viewed from the 3rd-person perspective. Considering the fundamental limitation of typical ownership-agency illusion approaches from 1st-person perspective, the author argues that it is beneficial to apply the cognitive mechanisms under the out-of-body experience to the 3rd-person perspective implementation in HMD. Specifically, the author discusses how own body transformation paradigm is used to explore the characteristic of OBE, giving a practical guideline for the implementation.

Keywords — Out-of-body Experience, Full-body Illusion, Own Body Transformation Task, Ownership, Agency, Sense of Self

1. はじめに

本稿では, HMD によって呈示される擬似空間の中で,「体験者の身体が定位されている感覚」を付与することが可能か否かを中心的に検討する. この問題を検討するにあたって, 一人称視点の HMD 空間において, 視点, 身体, 自己感, 所有感, 主体感がどのように関わっているかを整理するとともに, 精緻な一人称視点を提供するのとは別の道として, 三人称視点によって身体を定位させるアプローチの可能性について論じる.

はじめに要約じみたことを言えば, 近年確立した技術である一人称視点による HMD によって得られる強烈な疑似体験は, 擬似空間に実際に定位している感覚に基づいて成立しているものではあるが, 実際に定位されているのは「視点」のみであり, 「身体」は現実空間に取り残されたままであるというのが, 本稿を貫く重要な認識である. 現実空間に目を向けると,「身体が定位している」という自明な感覚の成立には, 一人称視点のみならず, 無意識的に作用しているであろう俯瞰的で内省的な三人称視点が深く関わっており, したがって, 三人称視点に関わる認知の仕様を深く考察することは, 疑似空間における「身体」の定位の問題に取り組むうえで補完的な役割を果たすものと考えられる.

こうした基本的な認識のもと, 本稿では, 現実空間における「三人称視点モード」のヒントを与える現象として幽体離脱に注目する. 具体的には, 幽体離脱において自分（のもとの場所）を外側から眺めることと, 疑似空間でアバターを三人称視点で捉えることを並置し,「HMD 装着者の主観的な身体がアバターに属しているように感じられる」ための実装の指針を, 幽体離脱の起きやすい空間的条件を整備することの問題へと置き換える. こうした変換によって, 身体の三次元定位の問題が, 実験科学で取り扱うことのできる定量的な問題へと縮減される点が重要である. さらに, 幽体離脱の起きやすさに関わる空間条件を評価するための心理実験の枠組みとして Own Body Transformation（OBT）課題に注目し, とりわけ幽体離脱との関連で重要と考えられる OBT 課題に関して知られている知見を整理するとともに, 今後の展望として, 重力要因を考慮した実験系をデザインする意義を提起する.

本文の構成を簡単に述べる. 2 章で, HMD 空間における「身体」のありかを, 認知神経学において提出されている種々の概念（自己感, MPS, 所有感, 主体感）を織り交ぜながら検討し, 結論として, HMD 空間における「身体」の不在を指摘する. 3 章では,「身体」を三人称視点で定位させる手法を検討するにあたって基礎的な道具立てを準備するために, 自分自身を俯瞰的に眺める体験を実験室で誘発する Full-body illusion と幽体離脱に関する知見をまとめる. 4 章では, 幽体離脱における俯瞰モード（三人称定位）の認知特性について, とりわけどのような空間的条件で幽体離脱のパターンが変質するかについて, 近年得られている知見を

紹介する. 5 章では, 今後の展望を述べる.

2. HMD 空間における身体のありか

2.1. 「視点」と「身体」の区別

近年, HMD の普及とともに, 仮想的に構築された三次元空間を, あたかも HMD 装着者にとっての「現実」として体験させることのできる技術が, 実用に耐えうるレベルへと急速に進展している. コンシューマー向けの HMD（Oculus Rift, HTC Vive, PlayStation VR）が次々と発売された 2016 年は「VR 元年」と呼ばれているが, 実際には, VR（Virtual Reality）や仮想空間と呼ばれる概念および関連する技術は, かなり昔から存在していた. 「VR 元年」において想定されている VR が, それ以前の VR と決定的に違うのは, 頭部の動きと三次元空間における視点の動きが, 極めて精巧なレベルで連動している点にある（ヘッドトラッキング）. この視点の連動は, HMD 空間における一人称視点の起点と, 身体座標系における視点の起点（顔部）とが正確に重なることを意味し, 結果的に, 装着者は, 疑似空間のなかに実際に「定位している感覚」を得ることができる. HMD 技術のインパクトに関しては, 「擬似的なイベントが体験者の目の前で実際に生じているかのような感覚」を切り抜いて語られることが多いが, そうした（コンテンツ毎に異なる）枝葉の錯覚の根幹で, このような「定位感覚」の錯覚が基底レベルで作用していると理解するべきであり, それこそが, 以前の VR 技術との質的な差異を構成するものである.

さて, HMD のコンテンツを体験すると, 確かに「自分が擬似空間の中にいる」かのような強い確信が生まれることがある. それでは, ひるがえって, このとき自分の主観的な身体（＝「身体」）はどこにあるのだろうか. 「身体」も, 同様に, 強い実感を持って擬似空間の中にあるように感じられている、といえるだろうか. HMD を使用した際の筆者の体感では,「自分が擬似空間の中にいる」ことと「身体が擬似空間の中にある」ことの間には大きなギャップがあるように思われる. 仮に, このようなギャップを認めたうえで, それでは,「自分が擬似空間の中にいる」というときの「自分」とは, どのようなモードの「自分」を指すのだろうか. 「自分」とは「身体」をぬきにしても成立するのだろうか.

こうした問題は, 哲学や現象学などの人文学の分野で, 古くから刺激的な題材として取り上げられてきたものであるが, 近年, 「自分がある（being a self）」に関わる意識的な経験に対して, 「sense of self」（自己感）という名称が与えられたことをきっかけにして（Gallagher, 2000）, 認知神経科学の分野のなかでも積極的に議論されるようになっている. とりわけ, それ抜きでは sense of self が存立不可能になるような最小な要素群で成立するような「自分」の形態を, minimal phenomenal selfhood（MPS）として想定し（Blanke & Metzinger, 2009）, 実験科学の世界で日々蓄積されている膨大な知見を照らし合わせるかたちで MPS の構成要素が検討されている動きは注目に価する. MPS の要素としてまず挙げられているのが ,「ある特定の時空間に定位しているという感覚」と「方向性を持った視点（一人称視点）」である. こうした要素群は, 同一の経験単位「”*being present at a given space and time*”」へ縮減可能であるという議論に従うならば（Windt, 2010）, この経験単位は, 端的に HMD の一人称視点によって与えられる「ここにいる」という擬似的な定位感に近いものであると考えられる. いずれにせよ, 上記の定位感に関わる文言に, 身体に関する用語は一切含まれていない点は, 今後の議論において非常に示唆的である.

実は, Blanke と Metzinger による当初の論文では, MPS の最後の一つとして, 先に挙げた定位感とは別に,「”*global identification with the body as a whole*”」として名指される経験が含まれていたが, その後, この仮説に対して, 多大な疑念が呈されることになる. 例えば, 睡眠中の夢を見ている際の「自分」は, 端的に言って, 身体を持っているという体感を欠いているように思われる（bodiless dream）. これは, 外受容感覚からの情報が遮断されても自分という経験が消失しない事例であるといえる（Limanowski, 2014）. このほかにも, 夢想状態（mind wandering episodes）や, 後述する幽体離脱の状態でも, 身体の存在感は曖昧となることが指摘されており（それらは, 体験者にとって「pure consciousness」「balls of light」や「points in space」と表現される）, MPS における「身体」の位置付けは再考を迫られている.

以上の議論から見えてくるのは, 「自分が擬似空間の中にいる」ことと「身体が擬似空間の中にある」とは, 必ずしも同値の体験として結ばれるわけではないということ, そして, より強い立場をとるならば, 「自分」は, 「身体」の存在感を抜きにしても成立しうるということである. 筆者の HMD 使用時の体感では,

擬似空間に注意を傾けている時には，強い定位感が生まれている一方で，一度自分の身体に注意を向けようとすると，擬似空間から現実空間へと注意の方向が不連続的に切り替わってしまう印象がある．つまり，HMD のヘッドトラッキングによって得られる疑似空間における定位感の主体は「視点」であり，「身体」は依然として現実空間の中（すなわち HMD 空間の外部）に取り残されていると理解することができる．この二分法は，MPS の議論において，定位感が「視点」のみで成立し得るという基本認識と整合的である．

2.2. HMD における身体の導入の試み（ownership と agency）

HMD 内部の擬似空間の中に「身体」を定位させようとする技術的な試みとして，指関節の位置をトラッキングするセンサーである Leap Motion の活用を挙げることできる．このセンサーをゴーグルの裏面に添付することで，眼前に自分の手をかざしたときに，それとちょうど重なるような手の CG モデルを，HMD 内にリアルタイムに表示することができる．これにより，HMD の装着者は，あたかも視覚的に呈示された「擬似的な手」を所有し，そして，意のままに操ることができると錯覚することができる．これらの感覚は，実験科学で伝統的に使われている用語を使うと，sense of ownership（所有感）と sense of agency（主体感）に対応している．以下では，このタイプのトラッカーによって ownership と agency を擬似空間の中に投射することが，「身体」を擬似空間に定位させるうえでどのような意味を持つのかを慎重に検討していく．

著名な rubber hand illusion（RHI）のパラダイムに従えば，Leap Motion によって生じる錯覚は，moving rubber hand illusion（MRHI）に分類される（Kalckert et al., 2012）. MRHI は，肉体に紐付けられている運動感覚（+固有感覚）と擬似的な視覚イメージの間の同期によって，肉体とは異なる手の視覚イメージに対して ownership を投射するものである．この意味で，MRHI は agency を媒介として ownership の変調を促す錯覚であると捉えることもできそうである．ownership と agency の関係を扱った研究によると（Caspar et. al., 2015）, MRHI によって同期される擬似身体の形態（形状・向き）が肉体の手の形態と一致していれば，agency と ownership（に対する rating）は相関するが，そうでない場合，agency と ownership は関係し合うことがない．つまり，身体の形をしていないモノについては，いくら主体的に関わることができても，視覚的な「身体」に昇格することはできない. ownership とは，「*主体感を除いたとしてもまだ存在すると仮定できる自己感の核心部分*」（田中，2017）であり，逆に言えば，agency が，自己感を生み出すにあたって基底的な役割を果たすことはない（実際，MPS の議論において，agency や motor control は一貫して排除されている）.

ownership と agency の性格に違いをわかりやすく示すものとして，前者が身体近傍空間の内部でしか影響力を行使できない一方で，agency にはそうした空間的な制限が無いという点を挙げることができる．「念じてコントロールする」タイプの研究（例えば，脳波リモコン）に象徴されるように，agency は，身体の物質的・運動的・空間的制約を解除し，影響力を行使できる空間を無制限に拡大することができる一方で，agency を極大化していった先の「自分」に付属する「身体」は，それがあったとして，極小化した形態をとるはずである．

それでは，ownership の役割は，どのように評価できるだろうか．RHI は，副作用として proprioceptive drift と呼ばれる，手の位置感覚の移動が生じることが知られている. ownership と drift との直接的な因果関係については否定的な実験結果が多く出ているところではあるが（例えば, Abdulkari et al., 2016），いずれにせよ，ownership を変調するうえでの誘発原理の根幹である感覚間同期性が，身体の定位感覚を変異させる特性を有していることは事実である．実際，Leap Motion を使用したことのある者であれば，（少なくてもそれが上手く関節をトラッキングできている間は）実際の外観と異なる手のイメージに対して，ownership に加えて，「実際にそこに手がある感覚」を覚えることに同意するだろう．それでは，このとき体験者の「身体」は擬似空間の中に定位されているといえるだろうか. Limanowski（2014）らは, ownership の錯覚誘発によって体験者がパニックに陥ったり，体験後に後遺症を残すようなことが無いという経験的事実を指摘し，これを根拠に，ownership の錯覚が変調を引き起こすのは，あくまでも「部分的な身体」であり，部分に還元できないような身体を持った自分については無傷のままであるとした．同時に，この議論に依拠して, ownership は MPS の構成要素ではないことを鋭く指摘している. Leap Motion は，手が HMD 空間の中に定位される感覚を作り出しはするものの，そこで定位されているのは，自分全体を名指すような「身

体」ではなく，そこから分離した一部の身体のことであり，したがって，分離前の「身体」は依然として現実空間に定位されたままなのである．

他方，HMD の一人称視点において，手のみならず全身のビジュアルを正確に再現することは，擬似空間の中に「身体」を定位させるための，一つの有望なアプローチであると思われる．実現にあたっては，全身をリアルタイムにキャプチャするうえでの技術的な壁を解決する必要があるが，現在の技術革新の速度を鑑みれば，近い将来に実現する可能性は十分にある．

3. 3 人称視点に関する錯覚

HMD のコンテンツは，通常一人称視点での設計が前提とされている．筆者の把握できている限り，画面内を所狭しと動き回るキャラクタに感情移入し，コントローラによってそれらの動きを操作するという（テレビゲームにお馴染みの）構図は，HMD 空間のコンテンツでは影を潜めている．これは，HMD コンテンツにおいては，アバターは，HMD を装着している体験者自身であり（それこそがヘッドトラッキング技術の根幹である），わざわざアバターを介在させる積極的な理由を見出せないことが原因であるかもしれない．

我々は，普段,一人称視点で世界を眺めつつも，身体が現にここにあるという感覚を持っている．この定位感の成立には，その都度自分の身体を近視眼的に確認するような注意の向け方が，一定のレベルで貢献しているのは間違いない．一方で，日常的な状況において自分の身体の外観をまじまじと確認するようなことが稀であること，それにもかかわらず，我々は自分自身の身体が外部からどのように見えているかを想定する能力を持っていることを踏まえるならば，近視眼的な「身体」の定位とは異なる，三人称的な視点による定位のモードが存在していると考えるのが自然であるように思われる．それでは，HMD 空間の中で，こうした定位のモードを積極的に駆動することで，より積極的に，体験者の身体のイメージに対する自覚を促すことは可能だろうか．ここでは，いまいちどテレビゲームの構図を呼び起こし，HMD 空間において，三人称視点を使って，体験者の身体イメージを呈示する可能性について検討していく．

3.1. (3PP) Full body illusion

RHI を全身に拡張したものとして，Full body illusion（FBI）というタイプの錯覚が知られている．FBI には一人称視点（1PP）によるものと（Petkova et al., 2012），三人称視点（3PP）によるものとに分類されるが，ここでは三人称視点によるものを取り上げる．FBI は，典型的には，HMD を通して自分自身と思しきアバターの背面を，後方から見つめるような空間的配置がとられるとともに，HMD 装着者の背中と，アバターの背面に与えられる視触覚刺激が同期的に呈示されることによって，体験者にとっては前方に見えるアバターが，自分自身そのものの身体であると感じられるように錯覚するというものである．FBI は，この主観的な感覚を誘発するだけでなく，RHI に類似した副作用（位置感覚の移動，体温の低下）を引き起こすことが知られている（Lenggenhager et al., 2007, Salmon et al., 2013）．

FBI による全身の ownership の変調に対する絶対的な評価（「I felt as if the virtual body was my body.」に対して）は，RHI で対応するもの（「「I felt as if the rubber hand were my hand.」」）と比較すると，かなり低い水準にとどまっている．例えば，Salmon らの論文においても，アンケートの ownership の項目に対する評価は，視触覚刺激が正しく同期している条件でもなお，平均 7 段階中の半分のレベル（「どちらともいえない」）にも満たない．すなわち，FBI における ownership の変化は，あくまで対照条件と比較した際の相対的な上昇にとどまっており，「自分の身体が前方のアバターに定位している」というような明確な体感とはかけ離れているであろう点には注意が必要である．

また，そのような FBI の効果は，極めて限定的な空間条件下においてのみ誘発される．まず，FBI によって ownership が投射される範囲は身体近傍空間によって規定されるため（Serino et al., 2016），体験者からアバターの距離は 2m 程度に抑えられる必要がある．さらに FBI の効果は，HMD の装着者と擬似空間内のアバターが対面状況になると消失することがわかっている（Preston et. al., 2015）．

3.2. 幽体離脱

ここでは，対面状況も含めたより自由度の大きな三人称定位を検討するにあたって，幽体離脱に着目する．2002 年，てんかん患者の右側の TPJ（Temporal-Parietal Junction）の部位に電気刺激を直接与えると，幽体離脱に似た意識体験が繰り返し誘発されることが報告されたことをきっかけに（Blanke et al., 2002），幽体離脱は，様々な分野から強い注目を

集めるようになっている．TPJ は，その名の通り，頭頂葉と側頭葉の接合領域に位置する様々なモダリティーの情報が統合される領域であり， そうした統合的機能の一つとして空間的な視点操作との関わりが指摘されている．興味深いことに，想像上の地点を起点とした時に周囲がどのように見えるかをイメージする三人称視点の空間操作においては，幽体離脱と同様に右側の TPJ の活動が優勢となる（David et al., 2006）．これらの知見は，幽体離脱が神経学的基盤を持つことを示唆する点で非常に重要であると同時に，我々が普段，スポーツやナビゲーションなどの局面で無意識的に働かせている三人称視点の空間操作が，何らかの事情で意識化され，身体イメージの水準にまで影響が及んでしまったのが幽体離脱であるという見方に説得力を与えている．さらに，幽体離脱における「視点」と「身体」は，種々の空間的関係をとることが知られており，FBI の条件外である対面状況，および身体近傍空間の外部（２～３m）にまで及ぶこと（Blanke et al., 2005），さらには，特別な感覚間同期を必要としないことから，FBI とは（少なくても部分的には）別の原理で駆動しているものと考えるのが自然である．

こうした幽体離脱の特性は，HMD における定位の問題を考えるうえで非常に示唆的である．前節の整理に従えば，幽体離脱の特異性は，通常では同じ空間を共有している「視点」と「身体」が空間的に分離した状況にありながら，こちら側に定位されている「視点」も，あちら側で俯瞰されている「身体」も，同時に「自分」に属しているという風に感じられる点にある[1]．距離的に離れた「身体」に対して，それが「自分」に属しているという感覚は，RHI や FBI で指標となる ownership や proprioception に根ざした位置感覚で評価できる類のものとは異なる可能性が高い．俯瞰された身体のイメージに所有感を感じるのでもなく，固有感覚のレベルで明確に位置感覚のドリフトを経験するのでもなく，それでもなお「自分」（のオリジナルな場所）であると感じられるような自己感に肉薄した定位感の正体を探る準備として，本研究は，この種の幽体離脱で発生するような特異な定位状況を「三人称定位」と呼ぶ．

「三人称定位」と，単に三人称的に自分を見ることとの違いは，あらかじめ強調されておく必要がある．例えば，カメラで撮影されている自分を，モニタを通して眺めているときに得られる「それが自分である」という感覚は，単なるパターン認識的な自己識別（self-identification）の結果である．この場合，モニタに映る自分の場所が，その場所でなければならない認知的な必然性は存在しない（モニタ側の都合で如何様にも変更され得る）．モニタが増えれば，自己として識別されるイメージは，いくらでも複製可能である．一方で，「三人称定位」においては，三人称的に俯瞰される「身体」の場所は，体験者にとって一意的に定まり，かつ選択不能である．

4. 幽体離脱の空間特性

HMD 空間における「三人称定位」の可能性を検討するにあたり，「三人称定位」の状況をつくりだす幽体離脱が，どのような空間的条件において誘発される傾向にあるかについて，現時点で得られている知見を整理する

4.1. 視点仰角の非対称性

幽体離脱に関してひろく共有されている興味深い特性として，体験者の大多数が，上方から自分を見下ろすような視点の経験を報告しているという点をあげることができる（Blanke et al., 2005）．我々が，過去の記憶を視覚的に再構成する場合に，大抵，鳥瞰図的な視点を採用することを考えると（Blackmore, 1992），この視点の非対称性は，幽体離脱に固有のものではなく，より普遍的な視点変換の認知特性に従っている可能性がある．

この非対称性の特性は，古典的な実験パラダイムである心的回転（mental rotation）を，身体全体のイメージに拡張した，OWN BODY TRANSFORMATION（OBT）課題でも再現されている．具体的には，左右どちらかの腕を広げた CG のアバターを，3m 離れた距離（に置かれたと想定されるカメラ）から捉えたイメージを呈示する．この際，アバターとカメラの位置関係として，yaw 軸に加え，3 種類の高度（Lowered, Eye-level, Elevated）を実験変数として，左右どちらの腕を広げているかをなるべく早く回答させたところ，Elevated 条件で回答速度が有意に向上することがわかった．さらに，幽体離脱と関わる TPJ の活動も，同様に上方視点において最も活性化したことが報告されている（Schwabe et al., 2009）．

興味深いことに，幽体離脱経験者は，全般的に（上方・下方にかかわらず），OBT 課題に対するパフォーマンスが優れていることもわかっている（Braithwaite

et al., 2013）. 従って, OBT 課題で発動する視点取得の認知プロセスは, 実際の幽体離脱における「三人称定位」のメカニズムと部分的に重なっていると推察される. 以上の意味で, 三人称定位の特性を実験科学の枠内で検討するにあたって, OBT 課題は一定の有効性を持っていると認めることができる.

4.2. 重力の影響

健常者が経験する幽体離脱の 73%, 脳疾患に起因する幽体離脱の 80%が, 仰向けの状態でいるときに経験されるものであることがわかっている（Blanke, 2012）. この事実は, 「三人称定位」が重力の方向に対して, 特異的に作用している可能性を示唆している.

関連して, 被験者を仰向け状態にした状態で, HMD を介して FBI を誘発した実験では（Ionta et al., 2011）, （実際の空間的関係をそのまま反映した）アバターを真下から見上げているような一人称視点を経験する被験者群に加え（11/17）, 少なくない数の被験者が, 重力に反して, アバターを上から見下ろすような（うつ伏せ状態による）一人称視点を経験している（6/17）. さらに, これらのグループ間で, TPJ の異なる活動が観測されている点も興味深い. Ionta らは, これらの違いが, 視覚系と前提系の統合における重みの配分に関する個人差が影響していると考察している.

5. 展望

5.1. 要約

本稿のもともとの問題意識は, HMD 空間における身体の存在感の不在に対して, どのようなアプローチを取りうるかというものであった. 2 章では, 「視点」にひも付けられた自己感には, 必ずしも「身体」が随伴しているわけでないことを指摘したうえで, 一人称視点において agency を高めることは, 結果的により身体を無化していく作用を持つことを指摘した. また, ownership を高めることに対して一定の意義を認めつつも, 一部の身体のみならず, 身体全体を精緻に描画する一人称視点を技術的に追及する必要があることを指摘した. そのうえで, 本研究では, ownership に基づく, 近視眼的な身体の定位とは異なる, 鳥瞰図的に自己を内省する認知機能を活用するような三人称視点による身体の定位のあり方に注目し, こうした知見を HMD における「身体」の実装に活用することの意義を提起した. 3・4 章では, 三人称定位に注目し, ownership をベースにした近視眼的な定位（FBI）と, より空間的な自由度を広げながら, 身体に対する所属意識の消えない幽体離脱を対比的に記述し, 幽体離脱において特異的に生じている三人称定位の空間特性を明らかにすることの必要性を主張した. とりわけ, 幽体離脱が仰向け状態で生じやすいこと, そして幽体した視点が上方に定位されることが多いことを指摘するとともに, 体験者の前庭系の感度によって幽体離脱の生起パターンが変異することを紹介した.

5.2. OBT によるアプローチの意義

前章で紹介した幽体離脱の空間特性に関わる種々のバイアスがなぜ存在するのか, 現時点で, 説得力のある仮説は提出されていない. 本研究の今後の課題の一つは, 重力の作用に注目することで, そうしたバイアスの発生要因を統合的に説明するようなモデルを構築することである.

出発点として, 幽体離脱経験者が, OBT 課題の成績に優れた傾向にある点に注目したい. OBT 課題においては, 心的回転パラダイムの実験課題であることからも明らかなように, 心的な物理シミュレーション過程において生じるイマジネーションのコストが, 課題の成績に直接的に影響していると考えられる. この意味から, 幽体離脱者は, 素朴な意味で「頭の中での空間的操作が得意」であると理解できる. この観点からすれば, 幽体離脱の経験が無い者にとっても, 空間的なシミュレーションにかかるコストを低減することによって, 三人称定位の強度を高めることができるかもしれない. そのうえで, 手の心的回転では, 「手首関節の回転特性」という物理的な要因が, シミュレーションの可否に強く影響していたこととの類似で考えるならば, 三人称定位にかかる心的回転においても, 何らかの物理特性の関与を想定するのが自然である. 前庭系の感度によって, FBI の心的イメージの生起パターンが変調するという知見は, 本研究が, シミュレーションコストを決定する物理要因として重力に注目しようとする根拠の一つである. そもそも, 幽体離脱とは, 心的なレベルで, 半ば重力の効力をキャンセルさせることによって, 生起しているようにもみえる. したがって重力要因を軸とした記述は, 幽体離脱において, なぜ鳥瞰図的な視点が取られやすいかについて, 説得力のある仮説を導出するうえでも意義があると考える.

5.3. 現在の展望

筆者は，こうした関心から，一般の OBT 課題を，HMD を介して，立位状態と仰向け状態で計測したときの Reaction Time の違いを計測する実験を実施しているところである．ここでは詳細は省くが，現時点で，全体のレベルでは，立位状態と仰向け状態間で明確なパフォーマンスの差は得られていない．一方で，個人レベルでは，異なるパターンで大きな偏りが見出されるという予備的なデータを得ている．これは，FBI によって誘起される三人称定位イメージに，被験者間で異なるパターンが見いだせることと関係している可能性がある．今後，より精緻に実験系を組み立て，三人称定位と重力がいかにして絡み合っているかを検証するとともに，HMD における「身体」の設計の指針とすることが目標である．

5. 謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 15K21281 の助成を受けた．

参考文献

[1] Gallagher. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. Trends in Cognitive Sciences, 4(1), 14–21.
[2] Blanke, O., & Metzinger, T. (2009). Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. Trends in Cognitive Sciences, 13(1), 7–13.
[3] Limanowski, J. (2014). What can body ownership illusions tell us about minimal phenomenal selfhood? Frontiers in Human Neuroscience, 8, 946.
[4] 田中彰吾, 生きられた＜私＞をもとめて　身体・意識・他者, 北大路書房
[5] Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2012). Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency. Frontiers in Human Neuroscience, 6, 40.
[6] Caspar, E. A., Cleeremans, A., & Haggard, P. (2015). The relationship between human agency and embodiment. *Consciousness and Cognition*, *33*, 226–236.
[7] Serino, A., Noel, J.-P., Galli, G., Canzoneri, E., Marmaroli, P., Lissek, H., & Blanke, O. (2016). Body part-centered and full body-centered peripersonal space representations. Scientific Reports, 5(1), 18603.
[8] Abdulkarim, Z., & Ehrsson, H. H. (2016). No causal link between changes in hand position sense and feeling of limb ownership in the rubber hand illusion. Attention, Perception & Psychophysics, 78(2), 707–20.
[9] Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T., & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: manipulating bodily self-consciousness. Science (New York, N.Y.), 317(5841), 1096–9.
[10] Salomon, R., Lim, M., Pfeiffer, C., Gassert, R., & Blanke, O. (2013). Full body illusion is associated with widespread skin temperature reduction. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *7*, 65.
[11] Noel, J.-P., Pfeiffer, C., Blanke, O., & Serino, A. (2015). Peripersonal space as the space of the bodily self. Cognition, 144, 49–57.
[12] Petkova, V. I., Khoshnevis, M., & Ehrsson, H. H. (2011). The perspective matters! Multisensory integration in ego-centric reference frames determines full-body ownership. *Frontiers in Psychology*, *2*, 35.
[13] Preston, C., Kuper-Smith, B. J., & Henrik Ehrsson, H. (2015). Owning the body in the mirror: The effect of visual perspective and mirror view on the full-body illusion. Scientific Reports, 5, 18345.
[14] Blanke, O., Ortigue, S., Landis, T., & Seeck, M. (2002). Stimulating illusory own-body perceptions. Nature, 419(6904), 269–70.
[15] David, N., Bewernick, B. H., Cohen, M. X., Newen, A., Lux, S., Fink, G. R., … Vogeley, K. (2006). Neural representations of self versus other: visual-spatial perspective taking and agency in a virtual ball-tossing game. Journal of Cognitive Neuroscience, 18(6), 898–910.
[16] Blanke, O., & Mohr, C. (2005). Out-of-body experience, heautoscopy, and autoscopic hallucination of neurological origin Implications for neurocognitive mechanisms of corporeal awareness and self-consciousness. Brain Research. Brain Research Reviews, 50(1), 184–99.
[17] Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. Nature Reviews. Neuroscience, 13(8), 556–71.
[18] Blackmore, S. J. (1992). Beyond the body : an investigation of out-of-the-body experiences, with a new postscript by the author. Academy Chicago Publishers.
[19] トーマス・メッチンガー, エゴ・トンネル 心の科学と「わたし」という謎, 岩波書店
[20] Braithwaite, J. J., James, K., Dewe, H., Medford, N., Takahashi, C., & Kessler, K. (2013). Fractionating the unitary notion of dissociation: disembodied but not embodied dissociative experiences are associated with exocentric perspective-taking. Frontiers in Human Neuroscience, 7, 719.
[21] Ionta, S., Heydrich, L., Lenggenhager, B., Mouthon, M., Fornari, E., Chapuis, D., … Blanke, O. (2011). Multisensory mechanisms in temporo-parietal cortex support self-location and first-person perspective. Neuron, 70(2), 363–74.

OS03-5 の論文は 1204〜1208 頁に掲載されています。

2歳児における自己顔部位の空間的定位 ～拡張現実を用いた新課題を用いて～ Spatial localization of the parts of self-face in 2-year-olds: Using an augmented reality task

宮崎 美智子[†‡]，浅井 智久[§]，麦谷 綾子[‡]
Michiko Miyazaki, Tomohisa Asai, Ryoko Mugitani
[†]大妻女子大学，[‡]NTTコミュニケーション科学基礎研究所，[§]ATR
Otsuma Women's University, NTT Communication Science Laboratories,
Advanced Telecommunications Research Institute International
myzk@otsuma.ac.jp

Abstract

In this study, we developed a new task for studying the spatially-sensed position of the parts of self-face in 2.5-year-old children. Using the technique of augmented reality (AR) and 3D face tracking technology, we presented participants with their projected self-image on the screen accompanied by famous cartoon characters (digital image) located on parts of their face and tested whether they could point out the correct position of the part of self-face and stay motivated for task repetition. To assess the efficacy of this task, twenty 2.5-year-old children participated in this study. Half of the children could perform more than 30 trials out of 37 trials. The analysis of localization error suggested uniqueness of spatial knowledge of self-face in young children. The efficacy of this new task for studying the development of emergence of body image has been discussed.

Keywords — face perception, body image, augmented reality, development

1. はじめに

私たちは日々、鏡を見ながらいとも簡単に眉を描いたり、髭を剃ったりしている。鏡像は言ってみれば可視光線を反射するだけの視覚刺激にすぎないのに、なぜ私たちは鏡像から正確に自分の身体部位を定位することができるのだろうか。このような視覚情報参照による身体部位の空間的定位の能力は、生まれる前から育まれてきた感覚運動情報・触覚情報に基づく「身体図式」と、身体図式に加えて統合される視空間的情報や言語によって表現される「身体イメージ」によって可能となる(Gallagher, 2006)。

身体イメージは生後数年にわたる経験を通じて獲得される重要な認知能力であるが、その獲得過程は明らかにされていない。おそらく最初は、自分から直接観察できる四肢から統合が進むのだろう。例えば、生後3か月くらいから観察される、ハンドリガードという自分の手を眺める現象も身体図式と身体イメージの統合を象徴する行為かもしれない。

一方で、直接視覚的に観察できない身体部位、すなわち顔の身体イメージの獲得についてはどうだろう。感覚運動情報・触覚情報に基づく身体図式としての顔認識は出生前から始まっているが(Campbell, 2004)、顔認識と視空間的情報や言語との統合については、まだよく分かっていないことが多い。ただ、子どもが鏡に映った自分の姿を自分だと認識できるようになるのは、1歳半～2歳くらいである(Amsterdam, 1972)。この点から考えると、顔に関しての視覚情報参照による身体部位の空間的定位の能力は、1歳半～2歳以降に進むと考えられる。

しかしながら、この年齢の幼児を対象とした研究には方法論的困難さがある。例えば、冒頭の例でも挙げたように、鏡を見ながら自分の身体を正確にポインティング（定位）させることは、身体イメージのテストになりうる。しかしこのようなことを2歳くらいの幼児に実施するのは大変難しい。定位するべき場所を視覚刺激として呈示するには、幼児の身体に触れていることに気づかれずに標的を用意しなければならないし、また、幼児に単調な課題を繰り返し行わせることも食餌強化などが使用できる動物とは違い、困難を極めるからである。

そこで我々は3Dの顔検出技術と拡張現実を用いた新しいゲーム課題を用いることによってこの問題を克服し、身体イメージ獲得の発達過程の解明を試みている。自己の全身像が映るスクリーンに幼児の姿を映し、その顔の部位に幼児が好むキャラクター映像を映すことにより、キャラクター映像が映っている身体部位を定位させるという課題である。

本研究では、この課題の有効性を示すとともに、この課題を用いて明らかになってきた2歳児の自己顔部位の認識について報告する。

図 1. Kinect を用いた顔部位定位ゲーム Touching

2. 方法

【装置・刺激】ジェスチャー認識デバイス（Microsoft, Kinect v2）の顔検出機能を用いて、スクリーン上に映された幼児の顔の部分にキャラクター画像を呈示し、正しくポインティング（定位）するとキャラクターが音とともに消える、というゲーム様の課題を開発した（図 1）。開発環境は Kinect v2 + Processing 3.0、Kinect v2 for Processing（ライブラリ）であった。キャラクターを呈示する位置は、左ほほ、右ほほ、あご、鼻、おでこ、おでこの上、の 6 部位であった。呈示するキャラクターは 3 種類（アンパンマン、ばいきんまん、ドキンちゃん）で、これを 1 ブロックとして 2 ブロック実施した。試行数は、練習試行 1 試行を加え、全 37 試行であった（1+6×3×2=37 試行）。6 部位の呈示順序はラテン方格法に基づいてランダマイズした。

【参加者】: 2 歳半児 20 名が参加した。最終的な分析対象となったのは 12 名であった（範囲:29〜31 か月、平均月齢 : 29.2 か月、SD : 0.58、男児 : 13 名、女児 : 7 名）。8 名はそれぞれ以下の理由から除外された。課題遂行不可（3 名）、Kinect による顔検出不可（1 名）、記録機材の不調（2 名）、課題達成率が 30%未満（2 名）、という内訳である。

【手続きと分析】: まず、養育者から参加児にゲームのルールを示してもらうため、12 試行のお手本試行を実施してもらった。その際、顔の部分を意味する言葉は話さず、スクリーンに映った視覚情報を手掛かりとしてほしい旨を教示した。呈示されたキャラクターの映像の位置に対応づく顔の部位に正しく触ると、音が鳴って消えるエフェクトが呈示された。参加児が課題に対する興味を示した後、参加児にゲームに取り組んでもらった。

分析は、お手本試行で反応が見られた試行と、本試行の全 37 試行のうち遂行できた試行までを分析の対象とした。録画した映像から、フレームバイフレームでのコーディングを行い、各試行におけるファーストタッチの場所（定位&定位エラー）と反応時間を分析対象とした。

3. 結果

まず、課題への取り組み状況を報告する。全 37 試行に対する達成試行数は 3〜37 試行であった。9 名が 89%を超え、そのうちの 4 名が全ての試行に取り組んだ。エラー率は 19%〜100%であった。

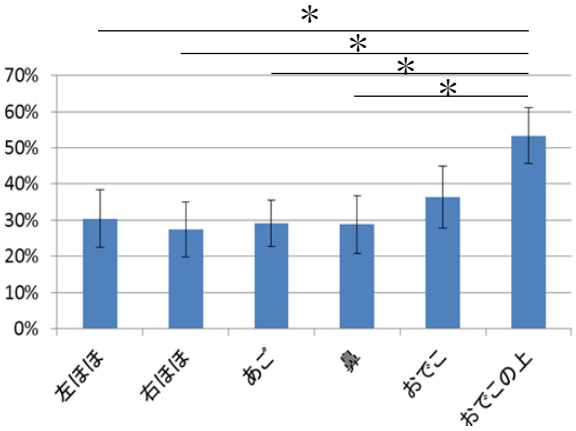


図 2. 呈示部位ごとの平均エラー出願率

つぎに、呈示部位ごとの定位エラー率を図 2 に示した。呈示した顔部位ごとのエラー率の比較では、右ほほ（27.5%）、鼻（28.8%）、あご（29%）、左ほほ（30%）のエラーが低かった。一方、おでこ（36.3%）、上おでこ（53.3%）のエラー率は比較的高いという結果となった（図 2）。さらに、呈示部位ごとに定位の難易度が異なるかどうかを検定したところ、呈示部位の主効果

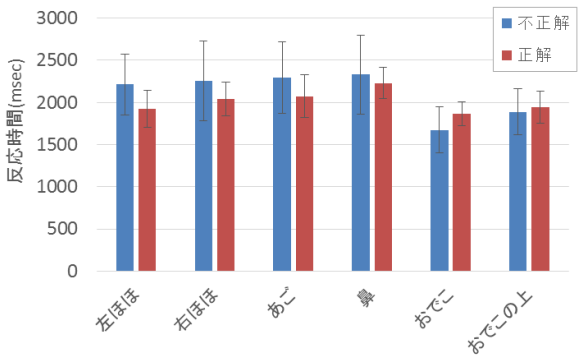


図 3. 正解・不正解別の平均反応時間

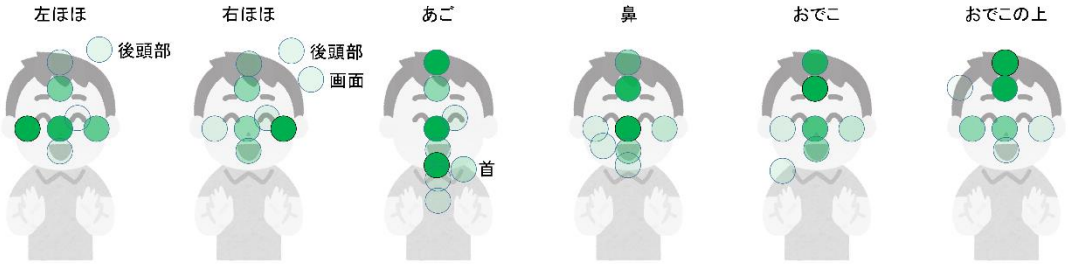


図 4. 各呈示顔部位における定位＆定位エラー頻度分布
（色が濃いほど頻繁にその部位を触ったことを示す

に有意傾向が見られた（分散分析；$F(5,55)=2.13$, $p<.10$）。その後の多重比較により、おでこの上のエラー率は、両ほほ、あご、鼻との間に有意差が認められることわかった（LSD 法）。反応時間については、正解・不正解試行別に呈示部位ごとの分析を行ったが、有意な差はなかった（図 3）。また、身体部位関連語の獲得状況と定位課題のエラー率の間には、明確な関連性は見受けられなかった。

最後に、ファーストタッチでどこをよく触り間違えるのかを明らかにするために、顔部位ごとに観察されたファーストタッチの頻度分布を図 4 に示す。図 4 の色の塗りつぶしは、色が濃いほど触れた頻度が高いことを示している。

4. 考察

本研究では、拡張現実と 3D の顔検出技術を用いた新しいゲーム様の課題を開発することによって、幼児期における身体イメージ獲得の発達過程を検討する課題の開発ならびに評価を試みた。全 37 試行の課題に対し、半数以上の幼児が 9 割程度（30 試行以上）の回数を遂行することができた。このことは課題の取り組みやすさ、さらには取り組みたいという動機が維持されたことを示唆している。これまで、幼児を対象とした身体の認識を探る研究では、シールを身体部位に貼ったり、貼られたシールを探したりすることによって、身体の認識が評価されてきた（Brownell, Nichols, Svetlova, Zerwas, & Ramani, 2010）。この方法だと、限られた身体部位しかテストすることができないし、シールを貼る、という触覚を生じさせるモノを使用するという意味で、身体図式とは独立に視覚情報に基づく身体イメージそのものの獲得を議論することは難しかった。

今回の研究は、まだ課題の有用さの可能性を示したに過ぎないが、定位エラーを分析し、間違えて触る部位に傾向性が見られたことから、幼児がランダムに間違っていたわけではないことが示唆された。とりわけ、体の正中線上にキャラクターが呈示される場合には、正中線上で定位のエラーが起こっていた。この点は近年成人で示された顔認識のゆがみと一致する知見であり（Fuentes, Runa, Blanco, Orvalho, & Haggard, 2013）、幼児期から人は顔をゆがめて認識している可能性を示唆するものである。

今後は、この課題の精度をさらに上げていくことにより、より正確に身体イメージの獲得過程について精査していきたい。

謝辞

この研究は科研費（15H02735, 16K21341）によるサポートを受けた。課題開発をしてくださった椎野綾菜さん、石川真生子さん、実験に参加くださった親子のみなさんに感謝します。

参考文献

[1] Amsterdam, B. (1972). Mirror self - image reactions before age two. *Developmental psychobiology*, **5**(4), 297-305.
[2] Campbell, S. (2004). *Watch me grow:* A unique, 3-dimensional week-by-week look at your baby's behavior and development in the womb: Macmillan.
[3] Gallagher, S. (2006). *How the body shapes the mind*: Clarendon Press.
[4] Fuentes, C. T., Runa, C., Blanco, X. A., Orvalho, V., & Haggard, P. (2013). Does my face FIT?: a face image task reveals structure and distortions of facial feature representation. PloS one, 8(10), e76805.
[5] Brownell, C. A., Nichols, S. R., Svetlova, M., Zerwas, S., & Ramani, G. (2010). The head bone's connected to the neck bone: When do toddlers represent their own body topography? Child development, 81(3), 797-810.

プロジェクションと熟達
～マイケル・ポランニーの暗黙的認識の観点から～
Projection and Expertise:
From the viewpoint of Michael Polanyi's tacit knowing

横山 拓†，鈴木 宏昭‡
Taku Yokoyama, Hiroaki Suzuki

†青山学院大学社会情報学研究科，‡青山学院大学
†Graduate School of Informatics, ‡Department of Education, Aoyama Gakuin University
†taku.yokoyamax@gmail.com, ‡hsuzuki@ephs.aoyama.ac.jp

Abstract
This paper aims at exploring the process and mechanism of the entrainment from the viewpoint of Polanyi's notion of projection. Ikuta (1987) analyzed the processes of expertise in a Japanese traditional art. Contrary to the traditional approach in cognitive science that has focused on the accumulation of knowledge and its reorganization, she found that the entrainment is crucial in expertise. This finding has a close correspondence to the Polanyi's notion of tacit knowing that involves the projection of proximal terms to distal ones. Combining Ikuta's finding and Polanyi's notion, we developed a hypothetical framework for expertise and applied it to expertise in Japanese traditional art, boxing, and nursing. It revealed that the entrainment in expertise can be treated as progressive extensions of projections where distal terms are converted to proximal ones.

Keywords — Projection, Expertise, Tacit Knowing, Indwelling, Embodiment

1. はじめに

本論文は，熟達の過程とメカニズムをプロジェクションの観点からとらえ直すことを目的とする．特に，ポランニー（Polanyi, M.）の投射概念を拡張しながら，生田らに代表されるエスノグラフィックな研究で見出された知見をプロジェクション科学の観点から再検討することを具体的な課題とする．

ある特定の事柄に長期間取り組み，練習，経験を重ねることで，人は驚くべき技能を獲得する．この過程は熟達化と呼ばれ，認知科学の誕生当初から多くの研究者の注目を集めてきた．定型的な課題の遂行においては，熟達者はきわめて迅速かつ正確に課題を遂行することができる（Seibel, 1963; Simon & Simon, 1978）．この背後には，膨大なパターンの記憶（deGroot, 1965; 伊藤他, 2002）が深く関与している．これらの知識は熟達者の中で単に蓄積されるだけでなく，チャンクの形成や知識コンパイルを通して組織化されている（Anderson, 1981; Chi et al., 1981）．また熟達者は定型的な課題だけでなく，新規な課題に対してもうまく対処できるようになる．波多野・稲垣（1983）は，こうしたことが可能な熟達者を適応的熟達者（adaptive expert）と呼んだ．適応的な熟達を遂げるためには，目指すべき状態を明らかにしながら自己の状態をモニターするという，よく考え抜かれた練習（deliberate practice）が必要であるとされる（Ericsson, et al., 1993）．

以上は標準的な認知科学，心理学の手法を用いた知見である．これらは主に知識の蓄積とその体制化に焦点を当てたものであった．

一方，これらとはまったく異なるアプローチから熟達に迫った研究として，生田（1987）を挙げることができる．彼女は教育哲学のバックグラウンドから，日本舞踊などの伝統芸能における内弟子の稽古の過程を，エスノグラフィー的な手法を用いて分析している．そこでは基礎から応用に進むという体系的プログラムは存在しない．直接的な教示もほとんどなく，曖昧な指示のもとに熟達が進む．そして弟子は形の模倣に始まり，適応的な熟達を生み出す型の習得に至るという．型とは，様々に異なる状況の中でいつでも同じものを生み出せる生成系，原因系である．生田はまた，その過程において自分の世界の拡大，対象世界への潜入が起こるという．これらが起こることで自己が状況と一体化し，状況内でのさまざまな変化が身体的に必然的なものとして感じられるようになる．こうした変化は，これまでの認知科学における熟達研究が十分にはとらえてこなかった部分である．

一方，Polanyi は暗黙的認識（tacit knowing）について論じる中で，理解における投射＝プロジェクションの必然性を指摘している（Polanyi, 1967）．彼は，主体が感覚可能な近位項をその発生源である外界の事物＝遠位項へと投射することで理解が形成されること，そして経験を重ねるにつれ投射によって自己の漸次的拡大＝対象世界への棲み込み（indwelling）が生じることを主張した．

以上の2つのことからすると，投射，プロジェクションという観点から，生田の見出した熟達の過程とメカニズムを再解釈する可能性が存在する．そこで本論文はまずPolanyiの理論をレビューし，その基底に近位項から遠位項への投射というメカニズムがあることを示す．次に，熟達を世界に対する拡張された投射能力としてとらえる暫定的なモデルを提示する．最後にこの枠組みを踏まえ，伝統芸能やボクシング，看護の熟達化に関する事例を題材として，身体化や状況との一体性といった熟達研究における課題にアプローチすることを試みる．

2. 投射としての暗黙的認識

Polanyiによれば，人がある事物を知ろうとする時には，その事物とは別の手がかりや道具を通じて，当の事物を主題的に把握するという構造が現れる．主題的に知られる事物を遠位項（distal term）といい，手がかりとなるものを近位項（proximal term）という．人は近位項を通じて遠位項を把握することで，それらを含む包括的実体（comprehensive entity）を経験する．

たとえば，我々は視神経や網膜上の内的表象（近位項）を通じて，机の上にあるりんご（遠位項）を知覚する．あるいは，一つ一つの音（近位項）を聞くことを通じてあるメロディ（遠位項）を把握する．いずれの場合も，近位項はそれ自体としては注目されず，焦点化される遠位項に対してあくまでも従属的な手がかりとして活用されている．

このように，我々の認識は常に近位項を通じて遠位項を知るという構造を伴っている．この時，近位項となる手がかりや道具は透明化し，知られる事物（遠位項）の内部でいわば従属的に感知される．近位項は詳記不能であり，それ自体が観察されることはない．

近位項が詳記不能となるのはあくまでも遠位項との関係においてのことである．我々は一つ一つの音を焦点的に聞くこともできるし，一つ一つの文字を焦点的に読むこともできる．ただし，個々の音や文字に注意を移すことによって，当初これらを近位項として遠位に把握されていたメロディや文章は失われてしまうのである．

近位項と遠位項の関係はゲシュタルト心理学における地と図の関係から着想されたものである．何が近位項となり何が遠位項となるかは文脈によって変化する．

暗黙的認識の「暗黙性」は近位項の実体的な性質を述べたものではない．ポランニーが重視するのは，むしろ近位項を通じて遠位項を把握する過程そのものの暗黙性である．この過程は暗黙のうちになされるが，主体が能動的に経験を統合しようとする結果として生まれる．この点が，ゲシュタルトは自然な平衡を得て生起するとしたゲシュタルト心理学とPolanyiの理論の相違点である．

さて，暗黙的認識の理論は，知覚は投射を含まないという近代哲学の前提に挑戦するものでもある．暗黙的認識とは，外的対象から得られた内的感覚や表象を近位項とし，これをターゲットとしての遠位項に投射する作用にほかならない．Polanyiは，外的事物を知覚する時や，手になじんだ道具を使う時，ひいては他者の思考を理解する時にも，同じような投射的構造が見いだされると言う．

暗黙的認識とは，事物と事物の間に近位項–遠位項という投射的関係を樹立し，それによって世界の意味を把握する過程である．そして，物理化学者として多くの発見を成し遂げたPolanyiが精力を傾けたのは，投射としての暗黙的認識が，個人的かつ暗黙的に遂行されるにも関わらず，適切になされた時には確かに実在と一致することを示すことであった．

3. 拡張された投射による熟達

ここでは，熟達の背景に暗黙的認識としての投射が存在していることを論じる．まず投射の動的な階層構造を整理し，熟達化が基底的な投射を土台とした拡張された投射のレベルで起こっていることを示す．さらに，Barsalouの知覚的シンボルシステム理論と関連づけながら，熟達者が行う拡張された投射に関する仮説的なモデルを示す．

3.1. Polanyiから見る熟達

Polanyiは杖やハンマーなどの道具の例を挙げ，近位項と遠位項の興味深い関係について論じている(Polanyi, 1967)．仮に掌に何かの刺激が与えられたとしよう．この刺激から生まれる感覚＝近位項を通して，その刺激を与えた対象＝遠位項が把握される．次に，盲人の持つ杖が何かの障害物に当たった時を考えてみよう．この時，この杖を持つ手の掌に何らかの刺激が与えられ，近位項としてそこに何かの感覚が生じているはずである．しかし，この際に接触を感じているのは掌ではなく，杖の先端部ではないだろうか．またこの時の遠位項は掌に直接の刺激を与えている杖の後端部分ではなく，その杖の先端の先にある障害物となる

のではないだろうか．ここでは近位項が掌から杖の先端へ，遠位項が杖の後端から障害物へと変化している．

ここには 2 つの重要な意味が含まれている．1 つ目は，実際の掌の感覚と，その感覚を生じさせる掌と接している杖の後端部分は，詳記不能で暗黙化されているという事実である．これと類比できるのは，自己受容感覚である．我々は自分の手や足がどの位置にあるのか，どんな姿勢，運動をしているのかをモニターし，その情報を用いて自分を制御している．その情報がなければいかなる運動も行為も不可能である．しかし我々が通常の生活をしている限り，それらの感覚や情報を意識することはない．身体は意識化されないのである．それが焦点的に意識されるのは，極端に明るいもの，極端に大きな音が与えられた時のように身体が失調した時，あるいは特殊な実験環境においてだけである．

ここから杖の例が示す 2 つ目の重要な事柄，すなわち道具の身体化が浮かび上がる．もし詳記不能，暗黙化されているのは自分の身体に関わる情報であるとすれば，同様に暗黙化された杖自身も自己の身体の一部となっている可能性がある．この場合は杖が身体化されたということになる（杖まで身体が拡張したとも言える）．このような可塑性は Head & Holmes（1911）から始まるボディー・スキーマの研究ではいくつも報告されている（Blakeslee & Blakelee, 2007; Maravita & Iriki, 2004）．

人間が自分の身体以外の様々な事物を，自分の身体の延長物であるかのように扱えるということは，近位項と遠位項が固定されたものではなく，動的に変化することを示している．さらに，こうした変化を何度も経験することを通して，遠位項として把握されたものを近位項として機能させ，さらに別の遠位項を把握することも可能になると考えられる．このことは，経験や練習を通して自己の身体を拡張し，対象世界に棲み込むこと，すなわち熟達にもつながるだろう．これに関して Polanyi は「おしなべて意味は我々自身から遠ざかっていく傾向」を持つと述べている（Polanyi, 1967）．

3.2. プロジェクションの観点から見る熟達

Polanyi の理論に基づくこのような考察を，プロジェクション科学（鈴木, 2016）の観点から再解釈することはさして困難なことではない．最初に挙げた掌への刺激をその原因である事物と結びつける例は，入力のソースと投射先であるターゲットが一致する正常な投射と見なすことができる．ここではこれを「原-投射（proto-projection）」と呼ぶことにする．

盲人の杖の例では，この原-投射が暗黙化される．そして拡張した身体をベースにして，内的な諸感覚がそれらとは物理的に異なる場所にある杖の先端，障害物へと投射されている．これは異投射であると考えられる．この異投射を繰り返すことで，遠位項とされていたターゲットを含む拡張した身体系が作り出される．そしてそれをベースにさらなる遠位項が知覚，理解されるということが繰り返されるのが，熟達なのではないだろうか．

問題はこの異投射の連鎖を促す内部メカニズムである．ここで参考になるのは，Barsalou の知覚シンボルシステム（perceptual symbol system），およびその発展形である状況化された概念化（situated conceptualization）である（Barsalou, 1999, 2015）．これは我々のカテゴリー化や理解が，多感覚シミュレーションに基づいているという理論である．経験や知識を構成する要素は，その状況で得られる様々なモダリティ情報のネットワークとして貯蔵される．そして別の似た場面に遭遇した時には，その場の情報をベースとしたシミュレーションによって，元の状況のモダリティ情報のネットワークが再活性する．これがカテゴリー化や理解の基盤にあるというのが Barsalou の考えである．

シミュレーションは過去の事態の再現だけではなく，予期や推論などの高次の認知活動も遂行することができる．過去と厳密に同じ情報が与えられなくても，一定の情報が一致していれば，シミュレーションを通して当初は不活性であるモダリティ情報も活性化し，元の状況と同じネットワークが再現される．この補完（pattern completion）が予期であったり，推論であったりする（Barsalou, 2009）．

現実には知覚されていないが，シミュレーションによって生成されたモダリティ情報は，候補となり得る特定の事物へと異投射される場合もあるだろうし，また実在しない対象へと虚投射される場合もあるだろう．こうした投射を「拡張された投射（extended projection）」と呼ぶことにする．Polanyi は，漠然とした予知に従って，まだ特定の遠位項の下には包括されていない近位項を，ある経験に向かって喚起する作用を想像力と定義し，これを科学的発見において欠かせない精神作用と位置づけた（Polanyi, 1966）．この想像力は，マルチモーダル・シミュレーションおよび拡張された投射と考えることができよう．

拡張された投射において熟達者は，いわゆる知覚表象だけでなく，自身の思考や推論も含めて世界に投射している．このため熟達者にとっては，マルチモーダルな感覚表象を伴って，世界の中でシミュレーションが実行されているように感じられるのである．

熟達者が示す優れた察知能力や状況との一体性，臨機応変さは，このようなメカニズムによってもたらされていると考えられる．勘とかコツといった，熟達者に特有の認知を支えているのも，このシミュレーションに基づく拡張された投射と見なせるのではないだろうか．

3.3. 投射による熟達の仮説的モデル

上述の議論を図 1 に図式化して示す．原-投射のレベルにおいて，人は様々なものを知覚したり，操作したりしている．この時の近位項#1 は身体（内の刺激や表象），遠位項#1 は知覚するものや操作する対象であり，この間で投射が行われる．

熟達化の過程において遠位項#1 は徐々に身体化され，私秘化する．次の段階ではこれが近位項#2 となり，これに依拠する形で新たに遠位項#2 への投射が行われる．熟達者が数少ない手がかりから状況の全体像を読み取ったり，瞬時にその後の成り行きを予期したりできるのは，拡張された投射のレベルにおいて，シミュレーションによって生み出された予期や推論の投射を実行しているためである．ひとたび投射が実行されれば，それは現実に，熟達者の目の前で知覚，操作可能なものとなる．ただし，それを生み出す元となった遠位項#1 はすでに身体化され私秘化している．このため，熟達者は#1 のレベルでは知覚されていない事象であっても，#2 のレベルでのシミュレーションとその結果の投射によってその存在を予期することができるということになる．

一方，熟達者が何によって兆候を察知したり予期したりしたかを言葉で説明できないのは，すでにそれが近位項#2 となり，遠位項#2 との関係において従属的にしか感知されない要素となっているためである．また，熟達者同士の間では通用する格言やジャーゴンが初心者の間では理解されないのは，熟達者が近位項#2 に依拠して遠位項#2 の話をしているのに対し，初心者の側ではそのような近位項と遠位項の対をそもそも持っていないためであろう．

拡張された投射を行う熟達者は，投射のメカニズムによって，認識する対象や自身の経験を実在するものと感じると同時に，しばしばあたかも自身が遠位項#2 の中にいるかのように感覚する．堀（1991）は，「説明しろといわれるとできないんだけど，キルンの中の様子が目に浮かぶんだよね」というセメント工場の専門家を紹介している．佐伯（1978）による擬人的認識論も，拡張された投射によって対象世界に入り込む認識手法と解釈することができよう．

投射に基づく内在的で身体化された世界把握は，世界の動きを「外側から」分析的にとらえるやり方に比べ，より直接的で認知的な負荷が低いという利点がある．熟達者は拡張された投射が生み出す世界の中で on-line のシミュレーションを実行することにより，状況に対する応答性や臨機応変さを獲得している．

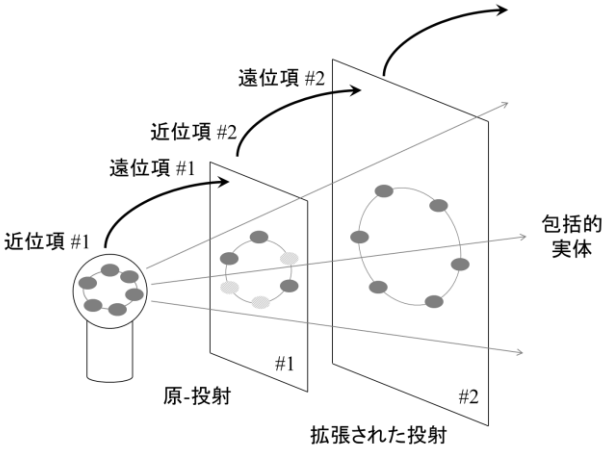


図 1 拡張された投射とシミュレーション

4. 世界への棲み込みによる熟達化

本節では，熟達に関する先行研究や事例に対して前節で提示したモデルを適用することで，どのような解釈が可能となるかを示す．

4.1. 伝統芸能における棲み込み

冒頭でも触れた，伝統芸能におけるわざの習得を改めて取り上げる．生田（1987）は，そこでの熟達化が，構造化された知識の獲得というよりも，身体全体を使った，わざ世界へのコミットメントによってドライブされていると主張する．

伝統芸能の世界では多くの場合，師匠は内弟子に対して明確なカリキュラムや詳細なフィードバックを与えない．正式な教授の機会が得られるのはむしろ通い弟子のほうであって，内弟子は文字通り師匠と生活を共にし，家事や雑務をこなしている時間のほうが長い

のである．

そのかわり内弟子には，師匠の生活のリズムを間近で経験する，師匠が他の弟子に稽古をつけている声を聞き，自らを他の弟子の身に置いてその意味を探るといった機会がふんだんに与えられる．このように，内弟子に対しては稽古場の空間を占める人や事物の全体が熟達に向けたリソースとして提供されている．そのため，日常生活を通じて，内弟子は世界や状況の全体的な意味連関を身体的に把握できるようになるのである．

生田が「世界への潜入」と呼んだ上記の過程は，本論文の図式では，身体全体をある世界の中に棲み込ませることによって，わざ世界の様々な手がかりを近位項#2 として取り込み，次第にマルチモーダルなシミュレーションを形成していく過程，またそれらの意味するところを，世界の側（遠位項#2）に拡張して投射できるようになっていく過程として解釈することができる．学習者は近位項#2 に棲み込み，これを遠位項#2 に投射することで，それまでとは異なった形で世界の中に自己を関係づけるようになるのである．

生田はまた，伝統芸能でのわざ習得においては決まって「形から型へ」の変化が見られると指摘した，伝統芸能への入門者は，最初は師匠の外面的な身体動作（「形」）を繰り返し模倣するところから出発する．しかし，この模倣が目的としているのは外面的な「形」を正確に再現できるようになることではない．目指しているのは「形」を生み出す原因系としての「型」（ハビトゥス）を内在化することである．

本論文の考え方によれば，「形から型へ」の変化は次のように説明される．最初に模倣される「形」としての身体動作は，まさに学ぶべき対象として遠位項#1 の位置に焦点化されている．ところが，学習者は次第に遠位項#1 としての「形」を近位項#2 として身体化し，状況に応じて様々なバリエーション（遠位項#2）を生成できるようになる．

こうして身体化された「形」は，遠位項#2 との関係において，すでに自らの「型」あるいは「ハビトゥス」として機能するように変質している．そしてこの時弟子は師匠が経験する一人称的な世界を獲得し，はじめは外面的に観察し模倣するにすぎなかった師匠の身体動作を内在的に把握できるようになる．つまり，弟子は師匠とそれを取り巻く世界の中に棲み込み、師匠自身がいわば近位項として働くようになったと解釈できるのではないだろうか。

4.2. ボクシングにおける棲み込み

自らボクシングジムに入門し，ボクサーとして熟達していく過程を記述した Wacquant（2004）によれば，ボクシングジムにも明示的な規範や段階的なカリキュラムは存在していない．そのかわり，見習いボクサーはジムでのトレーニングに自身の身体を投げ入れ，あらゆる感覚を動員してボクシングの世界に浸り込むことによって内側からボクシングを学ぶ．

ジムには鏡が張りめぐらされ，試合と同じ 3 分刻みで，複数のボクサーが同時に様々なトレーニングに取り組んでいる．ボクサーはお互いの動きを視野におさめながら練習しており，あるボクサーに対するトレーナーからの指示を，他のボクサー全員が（あたかも自分に対する指示であるかのようにして）聞いている．これらに加え，ジムにおける様々な匂い，リズミカルな音，ジム内のボクサーの配置や同期性などがあいまって，見習いボクサーはボクシングの世界に没入し，ボクサーに特有の感覚を持つようになるという．ボクサーとしての内的規律は次第にジムを離れての日常生活にまで及ぶようになり，それとともにジムの仲間との同志的関係が築かれていく．

このプロセスは，ジムでのトレーニングを通じたボクシング世界への棲み込みと見ることができる．見習いボクサーは，反復的なトレーニングを通じてボクサーとしての身体を構築し，ボクサーとしての規範を内面化する（近位項#2）ことで，それらを通じてボクサーとしての世界（遠位項#2）を把握する．その時見習いボクサーは，自分がボクサーとしての世界の中にいることを感じ，またそのように世界を見るようになっている．

Wacquant は，熟達化に伴ってボクサーの知覚も変化することを述べている．熟達したボクサーはリング上で，相手の目や肩の向き，手や肘の位置などの手がかりから，相手の意図や次の攻撃が予測できる．試合では一瞬の判断の遅れが命取りとなるため，このような知覚に基づいて，身体が意識的な計算なしで動くようになっている必要がある．スパーリングにおいても，二人のボクサーは，外面的には単なる殴り合いに見える応酬の中で，お互いに合図を送りながら共同作業を行っている．見習いボクサーは，その場その場で相手が勢いをセーブするよう合図しているのか，一層圧力をかけてくるように合図しているのかが読み取れるようになって初めて，スパーリングパートナーとして認

められるのである．

これらの知覚上の変化は，様々な兆しを近位項#2 として内に取り込み，これに依拠して対戦相手の意図や次の動き（遠位項#2）を読み取れるようになったことを示す．図 1 のように，熟達者は状況化・身体化されたシミュレーションを世界に投射して行う．シミュレーションは内的計算にほかならないが，これが世界に投射されることによって，世界の中で知覚され，推論が実行される形となる．裏返せば，そのように投射を拡張している時，ボクサーは対戦相手の意図や動きを直接的に把握しているのであって，知覚や内的な処理は私秘化され，後景に退いている．

4.3. 看護における棲み込み

熟達者が優れた知覚能力や予期能力を持つということは，そのほか看護の領域などでも指摘されている．Benner（1984）によれば，熟達した看護師は，検査によるアセスメントを行う以前に，患者に何が起こっているかを感覚的に把握している．熟達者にとって，検査は自身の感覚を裏づけるために後から行うものであり，これは新人看護師がアセスメントによって患者の状態を知るのとはちょうど逆向きである．また，熟練の看護師は，ナースコールが鳴った瞬間に，どの患者が鳴らしたものか，その患者のこれまでの経過はどうだったか，ナースコールが鳴った時間は何時か，マイク越しの患者の声の調子はどうだったかといったことを即座に総合し，病室に到着するまでの間に可能な対応方針を概ね決めているという．このような能力は多くの個別的な事例を経験するうちに自然と身につくものであって，「ナースコールが鳴った時に考慮すべき要素」を事前に列挙して覚えさせることによって身につくものではないのである．

このような敏感さや予期の能力も，患者を取り巻く様々な要素を近位項#2 として取り込み、その世界に棲み込んだ上で実行されるシミュレーションによるものと考えられる．熟練した看護師は，ナースコールや患者のちょっとした顔色の変化などの微細な兆候から，ただちにシミュレーションを走らせ（活性化させ），その結果を次に打つべき手立てや，あるいは漠たる予感といった形で遠位項#2 のレベルで意識するのである．

Benner は，一般に看護教育において自身を状況から切り離すこと（たとえば，患者やその家族に過度に感情移入しないこと）が教えられているのに対し，熟達した看護師はむしろ積極的に患者に関与し，多くの時間を共に過ごそうとすると述べている．これらは，看護師の熟達がやはり世界への棲み込みによって促進されること，それが看護師の身体化されたシミュレーションの形成に必要な条件となっていることを示唆するものであると考えられる．

5. まとめ

本論文では，Polanyi の投射概念を媒介として，熟達化をプロジェクションの観点からとらえ直すことを試みた．この観点からすると，熟達者とはある領域においてより多くのものを近位項として機能させることができる存在であり，より多く自らを世界（遠位項）の中に感覚する存在であるということになる．投射の構造上の要請から，近位項は私秘化され，焦点化されることはない. そのかわりに, 熟達者は世界に棲み込み, そこでの動きをあたかも自分の身体の動きであるかのように直接的に把握する．

熟達者に対するこのような見方は，熟達を構造化された知識の獲得と見なす従来の認知科学・心理学による知見とは異なる，世界と一体となった熟達者のあり方に光を当ててくれる可能性がある．生田も指摘するように，状況に応じてそのつど適応的な対処を生成する高次の傾向性（Ryle, 1949）としての知，状況と一体となった，身体化された知の姿を，具体化していく糸口となる可能性があるのである．

本論文では，伝統芸能やボクシング等を題材に投射による熟達を論じたが，他の記述的研究に対する間接的な分析にとどまった．現段階のプロジェクション科学においては，本論文の規定する原-投射自体が研究対象である．そのような状況下で，拡張された投射が実際にはどのように生じるのか，それが熟達者本人にとってどのような世界の変化として現象するのかなど，解明すべき課題は数多く残っている．こうした課題にアプローチする研究手法の開発も含めて，今後の課題として申し送りたい．

参考文献

Anderson, J. R. (1981). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Barsalou, L. W. (1999). Perceptions of perceptual symbols. *Behavioral and brain sciences*, **22**, 637-660.

Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, **364**, 1281-1289.

Barsalou, L. W. (2015). Situated conceptualization: Theory and application. In Y. Coello & M. H. Fischer (Eds.) *Foundations of embodied cognition*. East Sussex, UK: Psychology Press.

Benner, P. (1984). *From novice to expert*. California: Menlo Park. (井部俊子 (監訳) (2005). 『ベナー看護論 新訳版: 初心者から達人へ』. 医学書院.)

Blakeslee, S. & Blakeslee, M. (2007). *The Body Has a Mind of Its Own: How Body Maps in your Brain Help You Do (Almost) Everything Better*. New York: Random House. (小松淳子 (訳) (2009).『脳の中の身体地図: ボディ・マップのおかげで, たいていのことがうまくいくわけ』. インターシフト.)

Chi, M. T. H. and Feltovich, P. J. and Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, **5**, 121-152.

de Groot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. Hague, NL: Mouton.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, **100**, 363-406.

波多野誼余夫・稲垣佳世子 (1983). 文化と認知. 坂元昂 (編) 現代基礎心理学講座 7: 思考, 知能, 言語. 東京大学出版会.

Head, H. & Holmes, G. (1911). Sensory disturbances from cerebral lesion. *Brain*, **34**, 102-254.

堀浩一 (1991). 知識の姿―人工知能研究者の立場から. 『現代思想』, **19**, 142-149.

生田久美子 (1987). 『「わざ」 から知る』. 東京大学出版会.

伊藤毅志・松原仁・グリンベルゲン, ライエル (2002). 将棋の認知科学的研究(1): 記憶実験からの考察. 情報処理学会論文誌, **43**, 2998-3011.

Maravita, A. & Iriki, A. (2004). Tools for the body (schema). *Trends in Cognitive Sciences*. **8**: 79–86.

Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press. (長尾史郎 (訳) (1985).『個人的知識: 脱批判哲学をめざして』. ハーベスト社.)

Polanyi, M. (1967). *The tacit dimension*. London: Routledge and Kegan Paul. (高橋勇夫 (訳) (2003). 『暗黙知の次元』. 筑摩書房.)

Polanyi, M. (1968). The creative imagination. *Psychological issues*, **6**, 53-91.

Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. Chicago: Chicago University Press. (坂本百大他 (訳) (1987). 『心の概念』. みすず書房.)

佐伯胖 (1978). 『イメージ化による知識と学習』. 東洋館出版社.

Seibel, R. (1963). Discriminative reaction time for a 1,023 alternative task. *Journal of Experimental Psychology*, **66**, 215-226.

Simon, D. & Simon, H. A. (1978). Individual differences in solving physics problem. In R. S. Siegler (Ed.) *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

鈴木宏昭 (2016). プロジェクション科学の展望. 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集.

Wacquant, L. (2004). *Body & soul: Notebooks of an apprentice boxer*. Oxford: Oxford University Press. (田中研之輔他 (訳) (2013). 『ボディ&ソウル: ある社会学者のボクシング・エスノグラフィー』. 新曜社.)

広大な野外における会話時の身体の空間配置：野沢温泉道祖神祭りの準備作業における事例から
Spatial orientation of participants' bodies in conversations conducted in the vast field: A case study from Nozawa-onsen Dosojin festival

伝 康晴
Yasuharu Den
千葉大学大学院人文科学研究院
Graduate School of Humanities, Chiba University
den@chiba-u.jp

Abstract
In this paper, we illustrate how participants in conversations conducted in the vast field spatially orient their bodies to conversants and physical objects depending on the environments and the contexts they are in. A micro analysis of the video data from our fieldwork at Nozawa-onsen Dosojin festival shows that participants develop various body orientations such as F-formation in a circular, side-by-side, and C-shaped arrangements as well as H-formation. We discuss what physical, interactional, and social factors affect the formation and the transformation of these body orientations.

Keywords — Body orientation, F-formation, Conversation, Fieldwork

1. はじめに

本研究では、広大な野外において会話する人びとの身体の空間配置が、物理的環境や相互行為的文脈に応じてさまざまに変容する過程を例示し、実世界における動的な会話活動の仕組みを理解する一助とする。

人びとが集まって会話するとき、各人は自己の身体を空間内にさまざまに配置する。Kendon (1990) は、個々人の操作領域（眼前の活動に従事する上で必要な自己の身体の前に広がる空間）が重なり合う**O 空間**を会話参与者が空間配置的に維持するものとして、**F 陣形**という概念を提案した。3 人以上の人が立ち話をする場合、F 陣形は典型的には円形の空間配置として立ち現れる。

一方、McNeill (2006) は、F 陣形を**社会的 F 陣形**と**道具的 F 陣形**に細分した。前者は人びとが社会的インタラクションを行なう際に発話や身振りなどを表出する空間に基づくものであり、後者はインタラクションに利用する対象物を操作するための空間に基づくものである。McNeill は、Kendon の F 陣形は社会的 F 陣形に対応する一方、道具的 F 陣形においては O 空間が対象物の存在によって変形されるとした。坊農・鈴木・片桐 (2004) は、ポスター発表場面を取り上げ、参与者たちの志向性によって社会的 F 陣形から道具的 F 陣形に遷移する様子を描いている。また、牧野・古山・坊農 (2015) は、展示物解説場面を取り上げ、科学コミュニケーターが他の参与者と異なる位置に立つ**H 陣形**が語りの環境構築の資源として利用されていることを示している。

これらの先行研究が、ポスター発表や展示物解説など、参与者たちの比較的近くに対象物がある場面を扱っているのに対して、筆者のフィールド (榎本・伝, 2015) である野沢温泉道祖神祭りの準備作業場面では、40 メートル四方以上もの広大な野外において、ときには何十メートルも離れた対象物を参照しながら会話が行なわれる。このような場面では、活動の内容（対象物を介した教示か雑談かなど）や対象物との距離に応じて陣形がさまざまに変容していく。本研究では、これらを事例分析を通じて例示し、陣形の形成・変容に関わる物理的・相互行為的・社会的要因を検討する。

2. データ

2.1 概略

長野県下高井郡野沢温泉村で毎年 1 月 15 日に行なわれる道祖神祭りの準備場面を複数の調査者の手持ちカメラによって撮影した映像。2012 年度から継続して調査しており、総収録時間は 1000 時間に及ぶ。

本研究で対象とするのは、道祖神場と呼ばれる 40 メートル四方以上もの祭り会場の設営場面において、社殿棟梁を中心とする数名の参与者によって適宜場所を変えながら行なわれた複数の会話である。

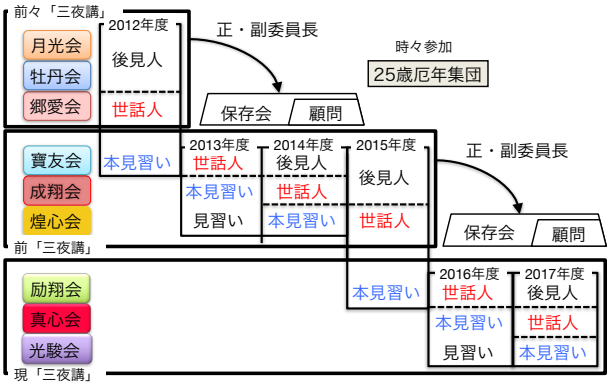
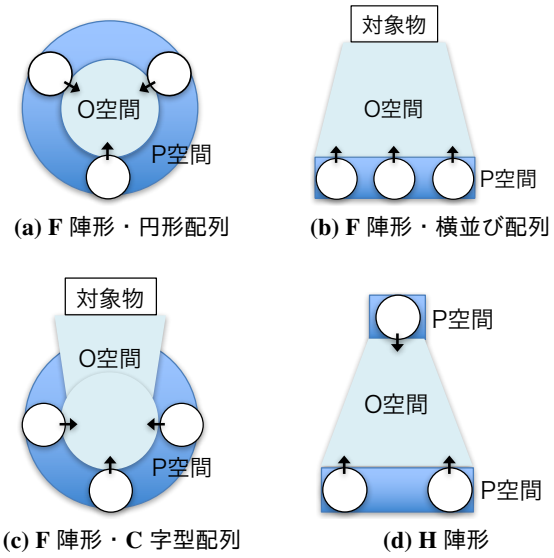


図 1　「三夜講」模式図



(a) F 陣形・円形配列　(b) F 陣形・横並び配列

(c) F 陣形・C 字型配列　(d) H 陣形

図 2　陣形の模式図（参与者 3 人の場合）

2.2　収録日・時間

2017 年 1 月 12 日午前 10 時ごろから 30 分程度

2.3　参与者・場面

道祖神祭りの準備作業および本番は、「三夜講」と呼ばれる、数え 42 歳につらなる 3 学年からなる集団によって執り行なわれる（図 1 参照）。三夜講内では、毎年、42 歳 30 名弱の集団が祭りの中心的な執行を担う「世話人」となり、それより年下の集団は「見習い」として世話人を手伝う。とくに、世話人のすぐ下の学年は「本見習い」として、前年 6 月から始まる準備作業の一切を世話人とともに行なう。たとえば、2017 年 1 月（2016 年度）に行なわれた祭りでは、「励翔会」が世話人、「真心会」が本見習いであった。世話人の代表は、「道祖神委員長」という役職につき、三夜講が携わる現場の作業の総指揮をとる。

3 年をサイクルとして三夜講は次の世代に引き継がれ、退役した三夜講の各学年の道祖神委員長・副委員長の計 6 名は、「保存会」として次の代の三夜講を後見する。保存会の最年長組の委員長は、「社殿棟梁」という役職につき、祭り会場や社殿の造営に関わる立案と指揮の最高責任者となる。2016 年度の祭りでは、前年に退役した「寶友会」の元委員長が社殿棟梁としてはじめて指揮をとった。この社殿棟梁は、一昨年度・昨年度に、前の代の社殿棟梁（「月光会」の元委員長）から見習いとして職務内容を学んでいる。

本研究で分析対象とする場面の主たる参与者は、2016 年度時点の現社殿棟梁（現棟; 寶友会）・前社殿棟梁（前棟; 月光会）・現道祖神委員長（現長; 励翔会）・次期道祖神委員長（次長; 真心会）の 4 名である。祭り当日、会場は雪に覆われるが、その数日前から、雪不足を補うために村内各所から道祖神場に雪を搬送し、重機で整地する作業を行なっている。現棟は、現長に祭り会場の設営に関する指示を与えるために、この場にいる。次長は現長の見習いとして常時現長と行動をともにしている。そこに、新米の現棟に助言を与えるために、前棟が道祖神場に様子を見に現れたところである。前棟は、祭り会場全体の雪面の高さや、祭りの主役たる社殿の設営位置などに関して、助言を与える。この他、これらの集団が作業に携わる人々と会話することもある。

3.　事例分析

3.1　概要

本研究で注目する場面では、前棟が道祖神場を歩き回りつつ、適宜立ち止まり、現棟らに整地に関する助言を与えるために会話を開始する。他の 3 人は前棟に追従しつつ、会話のたびになんらかの陣形を形成する。30 分の間に図 2 のようないくつかの典型的な陣形が見られた。

(a) **F 陣形・円形配列**：日常の立ち話などで典型的に見られる陣形で、参与者たちがお互いに身体を向け合い、O 空間を取り囲む P 空間上に各自の身体を円形に配列した陣形

(b) **F 陣形・横並び配列**：遠方の対象物を参照しながら会話するような状況で現れる陣形で、すべての参与者が対象物の方向に身体を向けて、各自の身体を横並びに配列した陣形。ただし、全員で 1 列になるのではなく、2 列以上になることもある。

(c) **F 陣形・C 字型配列**：円形配列と横並び配列の折衷的な陣形で、円形配列の P 空間のうち対象物の

i) 声を掛ける

ii) 会話の開始

iii) 仕事モード

iv) 雑談への移行

v) F 陣形・円形配列

図 3　事例 1 の陣形

ある方向を広く開け、参与者たちがお互いに身体を向け合いつつ、対象物の方向にも身体を向けられるように C 字型に身体を配列した陣形

(d) **H 陣形**：特定の参与者が特権的な位置に立つ陣形で、他の参与者は横並び配列などを取り、特権的な参与者と対峙するように身体を配列した陣形。特権的な参与者が語りを開始するなどの際に利用される陣形と言われる (牧野他, 2015)。

以下、具体的な事例を見ていこう。

3.2　事例 1：F 陣形・円形配列

事例 1 の陣形の移り変わりを図 3 に示す。主たる 4 人が道祖神場に現れる場面である。この十数分前に現棟が道祖神場に現れるが、現長がいなかったため、道祖神場に隣接する詰所にいったん戻り、十数分後、前棟・現長・次長とともに道祖神場に再び姿を現す。

前棟を先頭に道祖神場の奥まで歩いていくが、そこで前棟は、祭り会場造営の手伝いに来ていた前三夜講の運搬係（元運; 成翔会）を見かけ、声を掛ける（図 3 i)。それをきっかけに、前棟と元運の間で会話が始まるが（図 3 ii)、現棟はこの 2 人の脇を回り込むように前に出て、造営の具合を眺める（図 3 iii)。このとき、前棟と元運も前方を眺めており、全員が仕事モードにある。しかし、直後に前棟が何かつぶやき（重機の騒音のため聞き取れない)、元運は顔を覗き込むや大声で笑い出す。同時に、現棟が 2 人のほうを振り返って笑い、現長と次長の 2 人も笑う。これをきっかけに会話は雑談に移行する（図 3 iv)。雑談が行なわれている間、前棟・現棟・元運の 3 人はお互いに身体を向け合い、円形配列の F 陣形を構成している（図 3 v)。円形配列の内側にある O 空間は発話や身振りなどを表出する場として用いられている。

現長と次長の 2 人は、この F 陣形の外側に立っていることに注意しよう。現棟と元運は同じ前三夜講のメンバーであり、前棟も当時の社殿棟梁として彼らと 3 年間活動をともにしていた。一方、現長と次長にとっては、現棟は社殿棟梁として指示を受ける関係にあるが、他の 2 人とは直接つながりがない。そこで、この F 陣形に加わらず脇に控えていることが、この社会においてはふさわしい行動とみなされているようである。F 陣形とその外側という対比が生まれることで、現長・次長の会話への参与は、笑いや頷きなど限定的となる。主体的に発話順番を取ることはなく、承認された受け手というよりも、会話を側で聞いている側聞者（bystander）(Goffman, 1981) の立場にある。

3.3　事例 2：F 陣形・横並び配列

事例 2 の転記[1]と陣形の移り変わりをそれぞれ図 4・5 に示す。前棟・現棟が横並びで祭り会場の雪面の高さについて相談している（図 5 i)。2 人の前方には十数メートルに渡って雪面が広がっており、それを参照しての会話である。現長と次長は一歩下がったところで横並びで立っている。ここでもやはり、この 2 人は側聞者の立ち位置にいる。前棟は「これでまた:(0.1) 十四日から雪降ると (もう) かなり（雪面が高くなる)」と現棟に話しかけ（01 行)、現棟は前棟と視線を合わせると、「そうですね:」と答える（03 行)。

ここで現棟は、視線を前方に戻すと（04 行)、右手で前方を指しながら、「(あん玲)(0.3)(あれ見)」（「玲」は現長の名前（仮名)）と現長に話しかける（05 行)。話しかけながら、現棟は一歩下がって現長に体を寄せる。現長は一瞬ちらっと現棟を見た後、前方に視線を戻し、現棟が体を寄せたのに応えるように、右に寄って現棟に近づく（図 5 ii)。この後、現棟は現長に話し

[1] 行番号で始まる行は発話、その後に続く行番号のない行は身体動作を表わす。「(0.1)」は無音区間の秒数、「(.)」は短い無音区間、[,] はそれぞれ重なりの開始・終了位置、「言葉:」は音の引き伸ばし、「(言葉)」は聞き取りが確定できない発話を示す。また、#, +, *, ! はそれぞれ前棟・現棟・現長・次長の動作の変化点、「-->」は同一動作の継続を示す。

01 前棟: #これでまた: (0. 1) +十四日から雪降ると (もう) かなり 〈図**5 i**〉
前棟: #現棟を見る---------->
現棟: +前棟を見る---------->
02 (0. 4)
03 現棟: そう#ですね: ((頷きながら))
現棟: ---------->
前棟: --->#視線を前方に戻す
04 +(1. 2)
現棟: +視線を前方に戻す
05 現棟: +(あん玲) +(0. 3) (*あれ *見) *あすこの ( ) ってゆう+( ) があるやろ 〈図**5 ii**〉
現棟: +右手で前方を指す+一歩下がって現長に体を寄せる---------->+右手を右に移動
現長: *現棟を見る*前方を見る*右に寄って現棟に近づく
06 (0. 3)
07 現棟: (でね) (0. 1) ( ) のや+まに (線があるやろ) (0. 5) +(左側に)
現棟: ---------->+右手のひらを下にして開く+右人差し指を突き出し左に移動
08 (1. 4)
09 現棟: [(あれ)] 向こうは #もうあのレベルで
10 前棟: [#あ れ] ↑〈図**5 iii**〉
前棟: #左手を前方に突き出す#現棟を見る----->
11 現長: (うん)
12 (0. 2)
13 前棟: #あのレベルで#ほんとは+こう低 #くしねえと: (0. 3) (#普通の人:) 〈図**5 iv**〉
前棟: #正面を見る->#左手を少し下げる#左手を上に戻す-->#左手のひらを下にして開く
現棟: +一歩前に出て前棟に並ぶ---------->
14 前棟: *(0. 2) #かわいそうなんだよ #(.) [( ) てくん] でるんで
15 現長: [あ あ]
前棟: #左手首を曲げ2度引き寄せる動き#体を現長に向ける->
現長: *やや右に移動---------->
16 #(0. 2)
前棟: #体を左回りに回転させる
17 前棟: ああ 〈図**5 v**〉

図 4 事例 2 の転記

続け（07, 09 行）、現長も「うん」と答える（11 行）。ここでは、現棟が、前棟との会話の場から退却し、現長との会話場を新たに作るために、横並び 2 列の陣形を解体して新たな陣形を形成しているように見える (坂井田・伝, 2017)。

一方、現棟の 09 行目の発話と同時に、前棟は左手を前方に突き出しながら、「あれ」と発話し現棟を見る（10 行）（図 5 iii）。発話を中断した後、現棟と現長のやり取りの切れ目を待っている間、前棟は突き出した左手をそのまま維持している。この左手は中断した発話がすぐに再開されることを投射し、発話順番を取得する構えを表示している。前棟は正面に顔を戻して突き出した左手を維持しながら、現棟の発話（09 行）の末尾部分「あのレベルで」を繰り返しつつ、「ほんとはこう低くしねえと:」と発話を再開する（13 行）。自分に発話が向けられていることに気づくと（現棟がいつ視線を前棟に向けたのかはわからない）、現棟は一歩前に出て前棟に並ぶ（図 5 iv）。前棟は発話を続けながら（13・14 行）、一瞬体を現長にまで回して、「ああ」という現長の反応を引き出すと（15 行）、体を正面に戻し、元の横並び配列を回復する（図 5 v）。

i) F 陣形・横並び配列（2 列）

ii) 後列に話しかける

iii) 前列から話しかけられる

iv) 前列に復帰

v) 横並び配列を回復

図 5 事例 2 の陣形

01 前棟: #大日さんもまあ [玲 (0. 3) 大先*輩#ちょっと [+動かしたから] な= 〈図**7 i**〉
前棟: #祠に顔を向けながら座る------>#左手で祠のほうを指す---->
現棟: +肩を震わせて笑う
現長: *前棟を見る----------->
02 前棟: = (しの) # (.) 地震 # (.) 地震のせいにして# [! な] shi :
03 現長: [! はい] ahahaha*ha ha ha*ha
前棟: ----->#顔を上げる#現長を見る-------->#下を向く
現長: ---------->*体を起こす*現棟を見る
次長: !俯いて笑う
04 (0. 1) ! (0. 4) + (0. 2) * (0. 3)
現棟: +一歩下がる
現長: ---------->*前棟を見る
次長: !二歩下がって端寄りに立つ
05 前棟: #*な:
前棟: #左手を雪面まで上げる
現長: *頭をやや下げて覗き込む
06 (0. 3)
07 現棟: #はい ((3度頷きながら))
前棟: #左手を水平に左に動かす
08 (0. 1) #*! + (0. 3)
前棟: ---->#左手を正面に戻す
現棟: +前棟の前方遠くを見る---------->
現長: *前棟の左手の前の雪面を見る----->
次長: !前棟の左手の前の雪面/前棟を見る
09 前棟: なここら*へんでいいか+も#しんねえな:
↑〈図**7 ii**〉
前棟: #左手を少し上げる
現棟: ---------->+前棟を見る--->
現長: ------->*前棟を見る---------->
次長: ---------->
10 (0. 1) * (0. 1) + (0. 1) ! (0. 5) * (0. 4) ! (1. 0) * (0. 1) + (0. 2) # (0. 5)
↑〈図**7 iii**〉
前棟: #下を向く
現棟: ---------->+前棟の前方遠くを見る---------->+下を向く
現長: ---->*前棟の前方遠くを見る*前棟を見る-------->*雪面に両膝をつく
次長: ---------->!前棟の前方遠くを見る!前棟を見る---------->
((4行省略))
15 # (2. 3)
前棟: #段差を上りだす
16 前棟: + (金*メダルとかも) (0. 2) 金! メダ+ル (もあ*さ +見に行く +企画) して:
↑〈図**7 iv**〉
現棟: +右足を一歩前に出す---------->+左方遠くを見る+左足を添える+頷きながら正面を向く
現長: *下を向く---------->*前棟を見る---------->
次長: !前棟を見る---------->
17 (0. 1) +* (0. 2)
現棟: ---->+現長を見る
現長: ----->*前棟から視線を外す
次長: ---------->
18 現長: ah! ahaha
現棟: ---------->
次長: ->!現長を見る
19 !* (1. 1) ! (0. 3) + (0. 2) # (0. 4) *! (0. 3) 〈図**7 v**〉
前棟: #現長を見る------->
現棟: ---------->+左方を見る---------->
現長: *立ち上がって一歩前に出る---------->*前棟を見る>
次長: !体をやや内側に向ける!現長を見る-------->!前棟を見る

図 6　事例 3 の転記

現長の発話は、現棟が陣形を変更し会話場を形成したときや、前棟が体を向けたときに限られていることに注意しよう。このような陣形の一時的変更によって、側聞者から承認された受け手へと格上げされているように見える。

3.4 F 陣形・C 字型配列

事例 3 の転記と陣形の移り変わりをそれぞれ図 6・7 に示す。4 人は道祖神場の最深部にある大日如来の祠の周辺にいる。祠の前の一部分だけ雪がかかれて、一段低くなっている。前棟はその部分で祠に顔を向けてしゃがんでいる。前棟は「大日さんもまあ玲 (0.3) 大先輩ちょっと動かしたからな」と冗談を言う（01 行）（図 7 i)。発話を宛てられた現長は、前棟に視線を向け、さらに冗談を続ける前棟（02 行）と視線が合うと、「はい」と答えた後、笑いだす（03 行)。

その後の 1 秒間の休止の間に、身体位置の微妙な変化が生じる（04 行)。次長と現棟がいずれも少し後ろに下がることによって、前棟の前方が大きく開けた状態になるのである。その瞬間、前棟は、座っている自分の目の高さにある雪面まで左手を上げ、「な:」と呼びかける（05 行)。視線は向けられていないが、現棟はこの発話を自分に宛てられたものと解し、3 度も頷きながら「はい」と答える（07 行)。この前棟と現棟のやり取りは仕事モードへの移行の契機となる。前棟は「なここらへんでいいかもしんねえな:」と、事例 2 にもあった雪面の高さに関する話題を再び持ち出す（09 行)。このとき、4 人は前棟を頂点にして、左右に広がるような空間配置を取っている（図 7 ii)。前棟の前方に遠くまで広がる操作領域を侵犯しないような配置である。ただし、この時点で現長と次長の視線は、前棟や掲げられた左手の前の雪面に向けられており、操作領域の広がりに気づいていないようである。

次の 3 秒間の休止の間には、視線方向の変化が生じる（10 行)。前棟が 09 行目の発話の末尾で左手の位置を少し上げたのに反応し、現長と次長はその手の先の遠方に目をやる。現棟は少し前の時点ですでにその方向に視線を向けており（08 行)、一瞬前棟を見るが（09 行)、また同じ方向に視線を戻している（10 行)、この瞬間、4 人の視線方向が一致する（図 7 iii)。このとき、前棟の個人的な操作領域が 4 人に共有される O 空間になったと言ってよいかもしれない。

しばらくして、前棟は立ち上がり、段差を上がって、他の 3 人と同じ高さの雪面に進出してくる（15・16 行）（図 7 iv)。前棟は「(金メダルとかも)(0.2) 金メダル (もあさ見に行く企画) して:」と再び冗談を言う（16 行)。興味深いことに、現棟は右足を一歩前に出し、体を少し外に開いた身体位置を取る。直後に左方遠くに目を向けていることから（16 行)、前方に広がる O 空間を意識した位置取りと考えられる。一方、途中で雪面に両膝をついていた現長（10 行）は、前棟の冗談に対して笑いながら（18 行)、立ち上がり、一歩前に出る（19 行)。さらに、次長は右足をやや前に出して、体を陣形の内側に向ける。これによって、前棟の前方に広がる O 空間の部分に切れ目を入れた C 字型の空間配置が完成する（図 7 v)。この後、会話は雑談へと移行する。

i) 冗談を言う　ii) 仕事モード

iii) 視線方向が合う　iv) 同じ高さに上がる

v) F 陣形・C 字型配列

図 7　事例 3 の陣形

雑談中もこの陣形が維持される。事例 1 では、雑談中、現長・次長が F 陣形の外側に控えていたのとは対照的である。この事例に見られるように、C 字型配列は仕事モードから雑談モード、あるいは、その逆方向に容易に移行する陣形であり、両者の境界にあると言ってよい。それゆえ、もっぱら雑談になりやすい円形配列と比べて、立場が違うものも陣形の中に留まりやすいのかもしれない。いつなんどき仕事の話になるかわからない状況を考えると、側聞者の立場に自ら下りるような身体位置の変更は、むしろ差し控えるべきなのであろう。

01 前棟: で雪少ねえのもあん#だけど(.) #こういうふうにすると:〈図9 i〉
前棟: #両手を胸元に置く#両手で舟形を描く
02 (0.2)#(0.7)〈図9 ii〉
前棟: #後ろに下がりながら3人と正対する
03 前棟: 後ろに(入れた)人にが*い#人の高さに +*段々 #!に
前棟: ---------->#右手と左手で段差を作る#右手を下げて膝を曲げる
現棟: +頷く
現長: *左足をやや下げる*頷く
次長: !頷く
04 前棟: こう#いうふうになっ*てたの+が!:〈図9 iii〉
前棟: #伸び上がりながら右手を上げる
現棟: +頷く
現長: *頷く
次長: !頷く
05 前棟: (.)だけど:#(0.5)!確かに:*+そこの #いま御神体の:〈図9 iv〉
前棟: #左回りに回転し左手で斜め後方を指す#左手をやや動かす
現棟: +指差しの方向を見る---------->
現長: *指差しの方向を見る---------->
次長: !指差しの方向を見る---------->
06 前棟: #(0.9) 長な#んの:(.)目 #の前行く*!と:
前棟: #左手を上下に1度動かす#左手のひらを下にして広げる#右回りに回転しながら元の向きに戻る
現棟: ---------->
現長: ---------->*頷く
次長: ---------->!頷く
07 前棟: *!(0.3)#+社殿と同じ高 #さんなる
前棟: #両手を同じ高さで顔の前に置く#右手を前、左手を後ろにし、距離を作る
現棟: -------->+前棟を見る---------->
現長: *前棟を見る---------->
次長: !前棟を見る---------->
08 #(0.4)〈図9 v〉
前棟: #両手を同じ高さに戻す

図 8　事例 4 の転記

3.5　H 陣形

事例 4 の転記と陣形の移り変わりをそれぞれ図 8・9 に示す。事例 2 と事例 3 の間で生じた場面であり、会話の場所は事例 2 と近い。前棟は、祭り会場全体の雪面の形状について、中央を低く、両サイドを高くしたほうがよいと説明している。近年、道祖神祭りは外国人の観光客が増え、背の低い日本人は後方からでは祭りが見にくい状況になっている。そこで、外国人が多く陣取る中央部分を両サイドより低くすれば、後方の日本人が見やすくなる、というのが理由である。事例 2 と同様な横並び配列を取っていた前棟は、「こういうふうにすると:」と言って、両手で舟形を描く身振りをすることでこれを説明しようとする（01 行）（図 9 i）。

しかし、ここで前棟は発話を中断し、0.9 秒の休止の間に、後ろに二、三歩下がりながら体の向きを変え、他の 3 人と正対する位置に移動していく（02 行）（図 9 ii）。その後、右手と左手で段差を作る身振りを交えながら、「後ろに (入れた) 人に外人の高さに段々にこういうふうになってたのが:」と新たな説明を開始する（03・04 行）（図 9 iii）。このとき、前棟は他の 3

i) 舟形を描く

ii) 後ろに下がる

iii) H 陣形

iv) 後方を振り返る

v) H 陣形を回復

図 9　事例 4 の陣形

人と正対して 1 人だけ突出した位置にあり、H 陣形をなしている。これは説明という活動に志向した陣形と考えられる (牧野他, 2015)。

H 陣形を形成する前後で、前棟の身振りの質が変化していることに注意しよう。H 陣形を形成する前の身振りは「舟形」であり、これは受け手である 3 人の眼前に広がる雪面を模式化したものと考えられる。一方、H 陣形を形成した後の身振りは「段差」であり、これは祭りの当日そこにいるであろう外国人と日本人の身長の差を表象している。つまり、受け手にとって、その場で見えている何かと紐づいているわけではない。その意味では、H 陣形において参照されるのは、現場にある対象物ではなく、特権的位置にある参与者自身（の身振り）である。

さて、説明を続ける中で前棟は、「そこのいま御神体の:」と、左後方のはるか先にある御神体（祭りを見守る役割を持つ）を参照する（05 行）。このときの前棟の身体位置の変化に注目しよう。前棟は左回りに 60 度ほど回転しながら、体を開いて、左手を御神体の方向に差し出す（図 9 iv）。前棟の顔は御神体の方向を向いているものの、身体は完全にはその方向を向いておらず、むしろ方向ベクトルと水平に位置している。そのため、身体に対して顔は正面ではなく、左に 90 度近く回旋している。これは、身体ねじり (Schegloff, 1998) に近い動きである。このような動きは、そこでの活動（= 御神体を参照する）が副次的な関与 (Goffman, 1963) であることを示している。この場においては、前棟から他の 3 人への説明という活動が主要な関与であり、それは H 陣形によって支えられている。このことを証拠立てるように、前棟は「長男の:」と続けると、体を右回りに回転して 3 人と正対する向きに戻し（06 行）、受け手と対峙した H 陣形を回復して、再び身振りを交えた説明に入る（07・08 行）（図 9 v）。

4. 議論

以上の事例で見てきたように、広大な野外における会話参与者たちの身体の空間配置は、物理的環境や相互行為的文脈に応じてさまざまに変容していく。以下、その形成・変容に関わる物理的・相互行為的・社会的要因を検討しよう。

4.1 陣形の物理的要因

陣形の形成・変容に関わる物理的要因として、i) 会話中で参照する対象物がその場にあるか否か、ii) もしあれば、その対象物との距離はどれくらいかが大きく関わっている。

図 10　近くの対象物を参照する円形配列

F 陣形・円形配列（事例 1）では、その場にある対象物を直接参照することはない。これに対して、横並び配列（事例 2）や C 字型配列（事例 3）では遠くにある対象物を参照する。逆に言えば、遠くにある対象物を参照するのにふさわしい陣形が横並び配列や C 字型配列だということである。ただし、対象物との距離によっては、円形配列のまま参照することもある。たとえば、図 10 では、前棟・現棟とともに円形配列を取っていた現長がその配列のまま、現棟のすぐそばに立っている杭を指差している。逆に、横並び配列や C 字型配列で比較的近くの対象物を参照することもあるだろう。上記の特徴づけはあくまでも典型にすぎない。

一方、H 陣形（事例 4）では、特権的位置にある参与者の身振りを参照することが一義的であり、その場の対象物（とくに遠くにあるもの）を参照する際には、身体ねじりに近い動きを用いて一時的に身体位置を変更する。この身体位置の変更はあくまでも一時的なものであり、すぐに元の H 陣形が回復される。すなわち、H 陣形は、その場の対象物を参照し続けながら会話するのではなく、発話と身振りを中心に会話するのにふさわしい身体配置だと言えるだろう。

4.2 陣形の相互行為的要因

陣形の形成・変容に関わる相互行為的要因として、そこで行なわれる活動がどのような種類のものであるかという点が挙げられる。雑談では、多くの場合、F 陣形・円形配列が取られる（事例 1）。一方、H 陣形は、1 人の参与者から他の参与者への説明が行なわれる際に典型的に見られる（事例 4）。F 陣形の横並び配列や C 字型配列は、その場の対象物を参照するための陣形であることから、作業に関わる事柄について助言したり、相談したりする場面で見られることが多い（事例 2・3）。ただし、これらの配列のまま冗談などが発され

ることもある。とくに、C 字型配列は円形配列に近い性質を持ち、そのまま雑談に移行することも多い（事例 3）。C 字型配列は、仕事モードと雑談モードをシームレスに行き来する柔軟な身体配置だと言えよう。

活動の種類に応じて陣形が形成・変容されると同時に、陣形によって相互行為上の振る舞いが制限されることもある。たとえば、H 陣形の特権的位置以外の参与者はもっぱら受け手としての反応のみを産出する（事例 4）。円形配列の F 陣形から外れた位置（事例 1）や横並び配列で後列（事例 2）に立つ参与者は、主体的に発話順番を取ることはなく、側聞者の立場から限定的な反応をするのみである。これらの参与者が会話に参与するのは、主要な参与者から体を寄せられたり、向けられたりして、会話場に編入してもらったときに限られる。主要な参与者からのこのような働き掛けは、他の参与者を側聞者から承認された受け手へと格上げする手続きの一種と言えるだろう。

4.3 陣形変容の社会的要因

最後に、陣形の形成・変容に関わる社会的要因について検討しよう。主たる参与者 4 人のうち、前棟と現棟は新旧社殿棟梁として先輩・後輩の関係にある。一方、現長・次長にとって、現棟は現役の社殿棟梁として指導を受けているが、前棟とは直接つながりがない。現長・次長が円形配列の F 陣形から外れた位置に立ったり（事例 1）、横並び配列で後列に立ったり（事例 2）することは、この 4 人の間の社会的関係性に基づいているように思われる。すなわち、参与者間の社会的関係性は、陣形の形成に少なからず影響する。

一方、前棟と現棟の間にも厳格な上下関係がある。この一連の場面は、前棟による視察という性格を帯びており、全体を通して前棟が助言や指示を与えたり、説明したりする場面が非常に多い（事例 2〜4）。しかし、現棟も現役の社殿棟梁という立場上、現長・次長に指示を与えることがある。図 11 は、前棟が現長・次長に雪面の整地について指示を与えている場面である。現棟だけが他の 3 人よりも突出した位置にあり、一見すると H 陣形に似ている。しかし、H 陣形とは異なり、現棟は 3 人と正対しておらず、活動の内容も H 陣形に典型的な説明や語りではない。むしろ、F 陣形・横並び配列で前列が 1 人のみから構成された特殊なケースと見たほうがいいかもしれない（図 11 では体をひねっているが、現棟の体は基本的に皆と同じ方向を向いている）。重要なのは、現棟が前棟とは異なる列にいるということである。この場面でも、前棟はいろいろ発話しているが、それらは現長・次長に向けられたものであり、これまでの事例のように現棟に向けられたものではない。この身体の空間配置において、前棟から現棟に発話を宛てるのは難しい。現棟は、その空間配置の特性を利用して、自らも主体的に現長・次長に発話を投げかけているのである。ここでは、前棟より下の立場という社会的要因に抵抗する空間配置を取ることで、相互行為上の制約（中心的な立場に立てない）を打ち破っていると言えるかもしれない。

図 11　前方から指示する現棟

謝辞　調査にご協力いただいている歴代の野澤組惣代・保存会・三夜講の方々に感謝します。本研究は、科研費基盤 (B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」（2015〜2017 年度、代表：榎本美香、研究課題番号：15H02715）の補助を受けています。

参考文献

坊農 真弓・鈴木 紀子・片桐 恭弘 (2004). 多人数会話における参与構造分析—インタラクション行動から興味対象を抽出する—. 『認知科学』, **11** (3), 214–227.

榎本 美香・伝 康晴 (2015). フィールドに出た言語行為論:「指令」の事前条件達成における相互行為性・同時並行性・状況依存性. 『認知科学』, **22** (2), 254–267.

Goffman, E. (1963). *Behavior in public places: Notes on the organization of gatherings*. New York: Free Press.

Goffman, E. (1981). *Forms of talk*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Kendon, A. (1990). *Conducting interaction: Patterns of behavior in focused encounters*. Cambridge: Cambridge University Press.

牧野 遼作・古山 宣洋・坊農 真弓 (2015). フィールドにおける語り分析のための身体の空間陣形: 科学コミュニケーターの展示物解説行動における立ち位置の分析. 『認知科学』, **22** (1), 53–68.

McNeill, D. (2006). Gesture, gaze, and ground. In S. Renals & S. Bengio (Eds.), *Machine learning for multimodal interaction: Second International Workshop, MLMI 2005, Edinburgh, UK, July 11–13, 2005, Revised selected papers*, Vol. 3869 of *Lecture Notes in Computer Science*, 1–14. Berlin: Springer.

坂井田 瑠衣・伝 康晴 (2017). 会話場の再編を司る身体配置・関与配分・成員性：野沢温泉道祖神祭りの準備作業場面から. 『人工知能学会研究会資料』, **SIG-SLUD-B507**.

Schegloff, E. A. (1998). Body torque. *Social Research*, **65** (3), 535–596.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

協働活動に埋め込まれた現場指示の「これ」と「それ」の用法 ～北信州野沢温泉に伝わる道祖神祭りの準備作業場面より～

The usage of the spatial-temporal deixis “KORE” and “SORE” embeded in collaborative activities: Case studies of the preparing works for Dosojn festival in Nozawa-Onsen

榎本 美香†, 高梨 克也‡
Mika Enomoto, Katsuya Takanashi

† 東京工科大学大学メディア学部, ‡ 京都大学大学院 情報学研究科
Sclool of Media Science, Tokyo University of Technology, Graduate School of Informatics, Kyoto University
menomoto@stf.teu.ac.jp

Abstract

In this paper, we investigate how the spatial-temporal deixis “KORE” and “SORE” are used in real collaborative acticities. We analyze interactional data obtained from 6-year recordings in which participants prepare for Dosojn festival in Kita Sinsyu Nozawa-onsen. We found following 3 types of usages. (1) If a speaker and hearers are participate in a common activity, the speaker refer to an object with “KORE”. (2)If a speaker and hearers are participate in different activities, the speaker refer an object near the hearers with “SORE”. (3) If there are multiple objects in their common activity, the speaker refer an object depending on the relative distance from oneself and hearers to the object, respectively.

Keywords — spatial-temporal deixis, common activities, relative distance, interactional situation

1. はじめに

本研究の目的は，指示代名詞である「これ」と「それ」が実際にあるものを指すために産出されるとき、どのようなジェスチャーが伴い、聞き手と対象物とがどういった身体的位置関係がおかれ、どのような発話構成が取られるかを分析することである。

一般的な文法研究(高橋, 2005)では、「これ」「それ」といった指示代名詞は、直前の発話に出てきたものを指す文脈的な用法と会話の場に実際にあるものを指す直接的な用法があるとされている。本研究で対象とするのは後者の直接的な用法である。コソアは、近称、中称、遠称の３つに分かれる。そして、話し手と聞き手が近接しているなら、「われわれ」という領域を作り、その領域内にあるものをコ系で表し、領域外の比較的近い方をソ系、それより遠い方をア系で表す(図1)。話し手と聞き手が離れている場合、話し手の領域をコ系、聞き手の領域をソ系、その外をア系で表すとされる(図2)。佐久間 (1992)はこの話し手の領域を「わ」(我)のなわばり、聞き手の領域を「な」(汝)のなわばりとし、人称代名詞と指示代名詞の対応があるとしている。しかし領域であれなわばりであれ抽象的な概念であり、その線引きは不明確である。

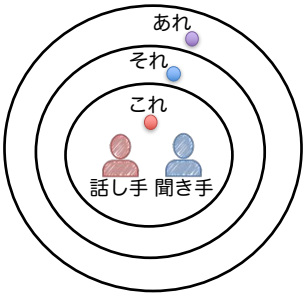


図 1　近接している場合

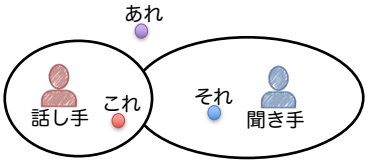


図 2　離れている場合

ラオ族の自発的会話を分析するEnfield (2003)は、特定の目的のための特定の瞬間に’here’といえる場所をHERE-SPACE と名付けている。この時に使われるのが近称(nii)である。これは話し手が従事する場所で、現在の主たる操作や注意が向けられている領域であり、相互作用につれて随時変化する(Enfield (2003):89)。ラオ語でnan(遠称)は、参照物がHERE-SPACEに無いときに用いられる。図3のように図示でき(Enfield の図を著者が改変したもの)、(a)は岸辺での会話で川中のボートにいる子供たち、(b)は屋台の売り台の端にある商品、(c)は右端は売り台の聞き手側にある商品を参照

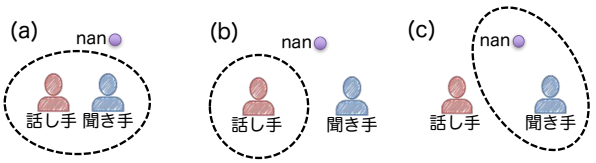


図 3　nanが使われる場合

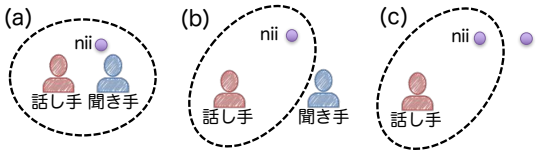


図 4　niiが使われる場合

したものである。nii(近称)は図4のように図示でき、(a)は円座の親子の真ん中にある玩具、(b)は屋台の売り台の話し手側にある商品、(c)は手前のタオルが参照物である。これらの図を一望すると、話し手のHERE-SPACE外に参照物があればnan,HERE-SPACE内にあればniiが用いられるようである[1]。

一方、指示詞の基本的な機能は、どこに何かがあるのかを特定することではなく、どれについて話しているのかを特定することであるという議論もある(Fillmore, 1982)。Levinson (2004)は、指示詞のもっとも重要な機能は、話し手を中心とした空間定位ではなく、聞き手との共同注視(joint attention)を確立する機能であるとする。平田 (2016)は、指示詞の接尾辞「ー レ」「ー コ」「ー ッチ」である質的素性に着目し、まず聞き手の注意を「ー コ」「ー チラ」によって対象が含まれる空間へ誘導し、次に「ー ノ」「ー ウ」と自らのジェスチャーに注意を向けさせることで対象を特定させた上で、聞き手の注意が意図する対象に到達したと話し手が解釈したときに、「ー レ」が選択されることを観光案内場面の実例から示している。

聞き手側からみると、話し手が指示詞で指し示す対象を特定するためには、「これ」や「それ」の語彙的な意味を理解するだけでは不十分である。Levinson (2004)はこれを、指示詞の意味が言外の情報で補うべきスロットを持つとし「明白な意味的欠乏性(obvious semantic deficiency)」と呼んでいる。欠乏した意味を補うには、指差しなどのジェスチャーや話し手と自身と対象物との身体的位置関係を参照しなければならない。また、空間的位置関係だけでなく、活動参与者たちがたずさわる協働活動を達成する相互行為的文脈も参照しなければならないだろう。本研究では、北信州野沢温泉で行われる道祖神祭りの準備作業場面を対象とし、多種多様な道具を操作する局面において、「これ」と「それ」が実際にどのように産出されるのかを分析する。

[1]Enfield (2003)は、niiはnanほど空間的制約がなく、特定のHERE-SPACEが無い時に利用可能でもあるとしている。例えば、周囲の家の前に立っている人たちに大音量で話している婦人が遠くを通る牛を指差してniiと言う。

2. 分析資料

2.1 収録場所

長野県下高井郡野沢温泉村

2.2 収録対象

野沢温泉で1月15日に行われる道祖神祭りの支度を担う、「三夜講」という数え42歳につらなる3学年の集団の相互作用を収録対象とする。三夜講内では、毎年42歳30名弱の集団が祭りの中心的な執行を担う「世話人」となり、それより年下の集団は「見習い」として世話人を手伝う。また、世話人を終えた年上の集団は主だった行事のみ「後見人」として世話人を補佐する。図6にこの模式図を示す。

例えば、前「三夜講」は2013年度に数え42歳をむかえた寶友会を筆頭に、その時41歳であった成翔会、40歳であった煌心会から編成されていた。2013年度は寶友会が世話人、成翔会・煌心会は見習いとして参加していた。2014 年度には、成翔会が世話人となり、煌心会は見習い、寶友会は後見人として参加した。2015年度には、煌心会が世話人となり、寶友会・成翔会は後見人として参加した。また、現「三夜講」の最年長グループである励翔会が引き継ぎのため見習いとして参加した。2016年度は「三夜講」全体が入れ替わり、励翔会が筆頭となり、その下の2学年が新たに加わる。

「三夜講」の3つの集団の代表者2名（道祖神委員長・副委員長）の計6名は保存会として次の「三夜講」の指導にあたる。これに加え、総元締めである野澤組から顧問という役職の者が数名、社殿造営の指導に加わる。顧問以外の保存会は3 年毎に入れ替わる。主たる行事には25歳厄年の男性も参加する。

2.3 収録方法

筆者らを含む、最大時総勢9名[2]が各自デジタルビデオカメラを手持ちで対象を追いながら撮影。同一場面を別アングルから撮影した場合は、最初に手拍子を入れ、収録後その情報から複数映像を時間的に同期した。

[2]行事の大きさに応じて収録者数を調整している。

表 1　道祖神祭りの支度場面の収録内容と既収録時間

行事名	活動内容	時期	既収録時間	既収録年度
シート洗い	ブルーシートの掃除	6月上旬	23時間(4年分)	2014, 2015, 2016, 2017年度
御神体伐採	道祖神木像の伐採	7月中旬	23時間(4年分)	2014, 2015, 2016, 2017年度
ぼや出し	社殿材料の収集	9月下旬	29時間(3年分)	2013, 2014, 2015年度
御神木伐採	社殿材料の木材伐採	10月中旬	298時間(5年分)	2012, 2013, 2014, 2015, 2016年度
御神木里引き	御神木運搬等	1月13日	198時間(5年分)	2012, 2013, 2014, 2015, 2016年度
社殿組み	社殿造営等	1月14日	270時間(5年分)	2012, 2013, 2014, 2015, 2016年度
道祖神祭り	上棟式・祭り	1月15日	223時間(5年分)	2012, 2013, 2014, 2015, 2016年度
シート片付け	道祖神場のブルーシート上げ	4月上旬	11時間(3年分)	2014, 2015, 2016年度

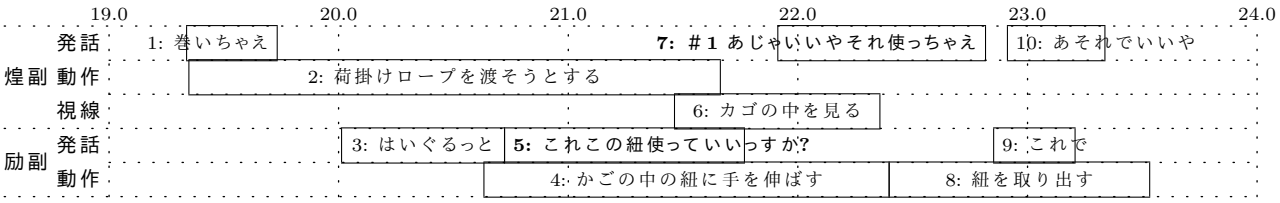


図 5　例1：(煌副＝煌心会副委員長、励副＝励翔会副委員長)

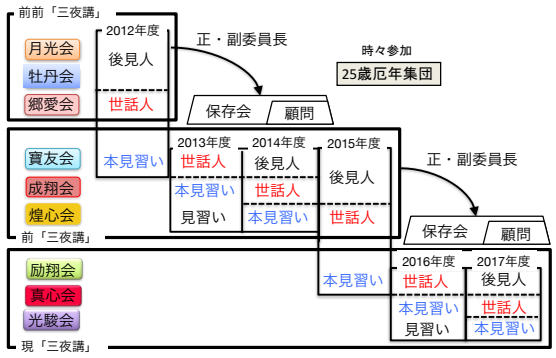


図 6　「三夜講」模式図

2.4　分析内容

収録対象である行事名と既収録時間を表1に示す。

3.　分析

3.1　物理的に自分の方が近くても「それ」

まず、参照物との物理的距離でいえば聞き手より話し手の方に近いものを指すのに「それ」が使われる例をみよう。例1(図5, 8)は軽トラの荷台に荷物をくくりつけるシーンである。時は2015年7月12日、煌心会が世話人、励翔会が見習いで、御神体伐採という行事後のシーンである。世話人である煌心会副委員長がトラック向こう側、見習いの励翔会副委員長が手前である(図5)。煌心会副委員長は「1: 巻いちゃえ」と自分が持っていた荷掛けロープを励翔会副委員長に渡そうとする。励翔会副委員長の前にある尺棒に巻き付けろという意味である。励翔会委員長は「3: はいぐるっと」と応答するも、荷台にあるカゴの中に入っている紐に手を伸ばしながら(4)、「5: これこの紐使っていいっすか?」と聞く。その紐で尺棒をくくりつけるということでよいかという意味である。このカゴは煌心会副委員長側にある。煌心会副委員長はカゴの中を見て(6)、「7:あじゃいいやそれ使っちゃえ」と言う。励翔会副委員長はカゴの中から紐を取り出しながら(8)、「9: これで」というと、煌心会副委員長も「10: あそれでいいや」という。

この例では、参照物であるカゴの中の紐は物理的距離でいえば、煌心会副委員長に近い。しかし一貫して、煌心会副委員長はその紐を「それ」で指し、励翔会委員長は「これ」で指している。このことは「これ」と「それ」の使い分け単純な物理的距離に依拠しているわけでないことを示す。

3.2　違う対象に働きかけているなら「これ」と「それ」

例1で、煌心会副委員長はなぜ「それ」で参照物を指したのだろうか。Enfield (2003)がいうHERE-SPACEという観点からみてみよう。話し手が主たる操作や注意を向けている場所である。例1では、煌心会副委員長は荷掛けロープを荷台に掛けるという作業に従事している。このロープではなく、カゴの中に入っている紐を使って励翔会副委員長が尺棒をくくりつけることを申し出すことで(図5:5)、それぞれが別々の作業に従事することになる(図8中破線で囲んでいる)。つまり、煌心会副委員長は荷掛けロープを手にそれを荷台にかける作業、励翔会副委員長はカゴから取り出した紐を使って尺棒を固定する作業に従事する。すなわち、煌心会副委員長からみれば、励翔会副委員長がもつ紐は図3(c)の状態にある。これが「それ」が使

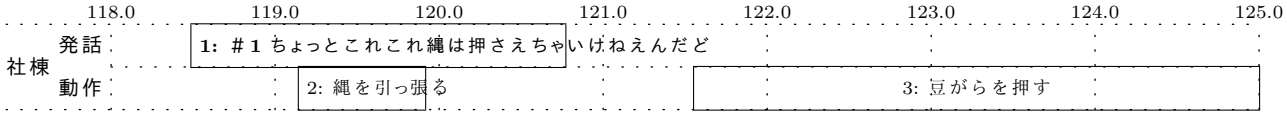


図 7　例2 (社棟＝社殿棟梁)

図 8　例1 異なる作業への「それ」(＃1 話し手: 煌心会副委員長, 聞き手: 励翔会副委員長)

図 9　例2 共同作業対象への「これ」(＃1 話し手: 社殿棟梁, 聞き手: 周囲の三夜講メンバー)

用された理由だと考えられる。

3.3　同じ対象に働きかけているなら「これ」

では、話し手と聞き手が同じ操作や対象に注意を向けている作業における指示詞の用例をみてみよう。例2(図7, 9)は社殿造営の一部で、5本のうち中央の御神木に「豆がら」と呼ばれる枝豆の枝の束を縄で縛り付けている場面である。時は2016年1月14日、世話人煌心会のもと、社殿の足元の造営が行われている。図9右手の傘(「煌」の字が見えている)を被った男性が社殿棟梁であり、社殿造営の総指揮者をとる。この作業は周囲から豆がらを柱に押し付ける者たち4,5人とその周囲に巻いた縄を左右に締めあげる者2人の共同作業によって行われる。「せーの」「よいしょ」の掛け声で、前者は豆がらを柱に押し付けて体積を小さくし、後者は縄を互い違いに引張り豆がらを締め付ける。この場面は一度そうした作業が行われ仕切り直しで休止に入ったところである。

社殿棟梁が大きな声で「1: ちょっとこれ」と言い出しながら目の前の縄を自分の方へ引っ張り、「これ縄は押さえちゃいけねえんだど」と言う。そして自分の前の豆がらを押す動作をする(3)。ここでいう「これ」は「この作業は」というぐらいの意味であろう。それぞれの人にとって押さえるべき「これ」の位置は違うものの、目前の豆がらを押さえるという点においては全員同じである。木の周囲を取り囲んだ全員のHERE-SPACEが中央にある豆がらであり、全員にとってそれは「これ」なのであろう。図4でいえば(a)の状態である。

3.4　今の対象から異なる対象へ聞き手の注意のひきはがし

次に、ある同一の対象に働きかけている状態から他の対象へ注意の焦点をずらすために、使われる「これ」と「それ」をみてみよう。例3(図10)は、祭りに関わる道具が格納されている倉庫の中で、道具の整理のため一部のものを外へ運び出している場面である。時は2015年6月7日、煌心会が世話人、励翔会が見習いになって最初の行事である。煌心会の道具係が荷物を棚から下ろし、道具長がそれを外へ運びだす。ロープの入ったカゴが降ろされ(1)、道具長がそれを床に置くと(2)、道具係が「こんで(.)マニラ終わり」(3)と言い、道具長も「終わり」(4)、「オッケー」(5)と了解する。ここで、道具係は「上のマニラ(.)あ」(6)と言いながら、自分の左手上方にあるカゴに視線を送る。図11の奥側で棚に取り付いているのが道具係、手前にいるのが道具長であり、二人は棚に対して同じ方向に並行して立っている。道具係がカゴへ視線を送ると(7)、道具長もそちらへ視線を向け(10)、「これ違う道具だからいい」(9)と言う。この瞬間の写真が図11である。二人は「これ」で指示された対象物に共同注視を注いでおり、それを取り出すかどうかという共同作業に従事している。すなわち、同じHERE-SPACEに居るので、直接カゴに触るなどの操作をするには少し距離の遠すぎる道具長も「こ

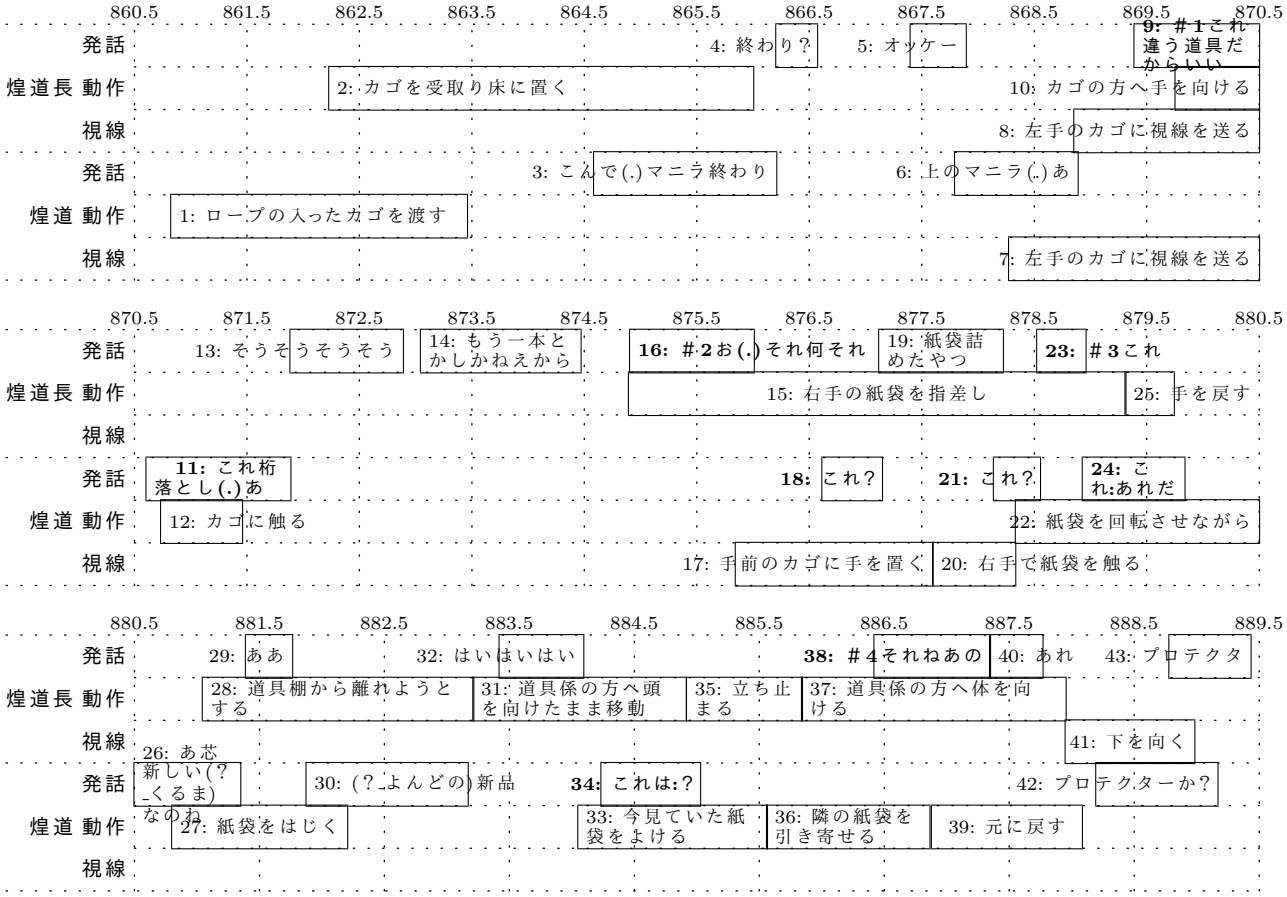


図 10　例3 (煌道長＝煌心会道具長、煌道＝煌心会道具係)

図 11　例3 共同注視の対象への「これ」(#1 話し手: 煌心会道具長, 聞き手: 煌心会道具係)

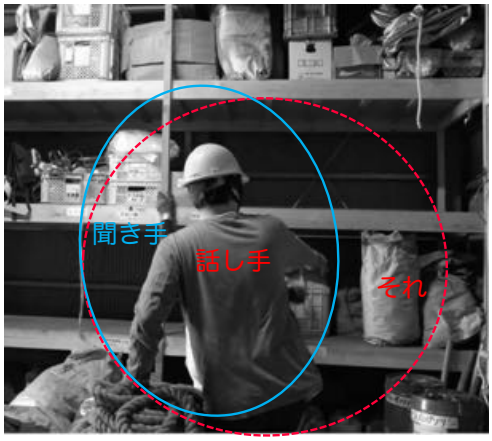


図 12　例3 聞き手の注視を移動させる「それ」(#2 話し手: 煌心会道具長, 聞き手: 煌心会道具係)

れ」という指示詞が使用できたと考えられる。あるいは、道具係が荷を下ろし道具長がそれを受け取るという一連の行動を1セットと考えて、道具係の手がかかる範囲というのは自身の操作の一環と捉えられるため、「これ」という指示詞が使用可能なのかもしれない。道具係も「これ桁落とし(.)あ」(11)と「これ」で受けている。

このやりとりが終わると、道具長は道具係の右手付近の棚に乗っている紙袋を指差し(15)、「お(.)それ何それ」(16)と言う。この時の写真が図12である。道具長の注意は紙袋に移っており、話し手である道具長自身は紙袋を含む空間に作業の場を移している。およそ図12中の破線で示した範囲であろう。しかし、聞き手である道具係は棚から降りようとしていて、まだ直前の会話時の注意状態にいる(図12中実線で示す)。今聞き手が注意を向

図 13　例3 聞き手の注視移動後は「これ」(＃3 話し手: 煌心会道具長, 聞き手: 煌心会道具係)

図 14　例3 話し手がその活動から離れると「それ」(＃4 話し手: 煌心会道具長, 聞き手: 煌心会道具係)

けている空間の外にあることを示すために、あえて「それ」という指示詞が使われたと考える。道具係が「これ?」(18)と先程まで注意を向けていた空間の右外にあたる位置にあったカゴに触ると、「紙袋詰めたやつ」(19)と対象を識別するための指示詞ではない名詞が選ばれ、道具係が「これ?」(21)と対象を探り当てると、道具長も「これ」(23)と承認する(図13)。ここで自分と聞き手の注意の対象と作業の対象が一致し、同じHERE-SPACEに両者が入ったと考えられる。そのときには、先ほど「それ」と言われた同じ距離にある対象が「これ」になるのである。

その紙袋の中身が「新しい(?_くるま)なのね」(26)「(?_よんどの)新品」(30)[3]であることが分かると、道具長は次の作業へ向かうため棚から離れようとする(28)。その姿勢で頭だけ道具係へむけて「はいはい」(32)と返答がなされる。これはSchegloff (1998)のいう「身体ねじり(Body torque)」の状態である。複数の活動に同時に関与するときの典型的な姿勢であり、安定性の高い下半身は関わりが強い支配的関与の活動へ、一時的に動かせる上半身は関わりが弱い従属的関与の活動へ向けられている。ここで道具係から「これは?」(34)と問われ、下半身も道具係へ振り返ってはいるが、既にすこし離れていた位置から「それねあの」(38)と答えている(図14)。この時、道具長は道具係と共同行為で行っていた道具の運び出しという作業からすでに離れていて、道具係が手をかけている対象物もその範疇から外れたものであることを示しているようにみえる。

3.5　働きかける対象が複数あるなら相対的に「これ」と「それ」

参照対象が複数同じ共同作業の中にあるとき、自身からの相対的距離に応じて「コレ」「ソレ」が使いわけられる。

例4(図16)は道祖神像となる木に対して、どの位置を顔にするかを決めている場面である。時は2015年7月12日、煌心会が世話人であり、朝から伐採をしてきた木を開けた場所まで持ってきてこれから皮むきをする。伐採や道祖神像に関しては副委員長が差配の権限をもつ。図17で、木の正面奥にいるのが煌心会副委員長、木の手前にしゃがんでいるのが煌心会委員長である。副委員長は「そこ顔書きやすいけどな」(1)と言いながら、委員長寄りの木の部分を指差しす(2)。委員長は「うーんここら辺な」(3)と、その指さされた辺りに手で円を書く(4)。彼らは顔の位置決めという同じ活動に従事しているわけだが、委員長側のある位置が「そこ」として指示されている。木の上部の円周上であればどこでも顔がかけるわけだが、今そのうちの一箇所が指されている。続いて、委員長は木の上にある節を指差しながら(6)、「これ削り大丈夫」と聞く。委員長からは手の届く位置であり自身に近いので、「これ」が使われたのであろう。副委員長「それうん」(8)と受けて、「落として」(9)と言う。参照物となりうる複数の節のうち、委員長側にある「それ」ということになるのだろう。

Enfieldは図4の(c)のように、複数の参照対象のうち、話し手のHERE-SPACEに入っているものをniiとしているが、HERE-SPACEにも複数の参照対象がある場合も当然ある。その場合、事例4のように、聞き手の方により近いものを「それ」、話し手により近いものを「これ」として表現されると考えられる。

[3]音声が明瞭に聞き取れず何と言っているのか定かではない。また聞き取れたとしても、その単語によって何が指されているのか著者らには分からない。しかし、当事者たちの間ではすぐに了解されている。

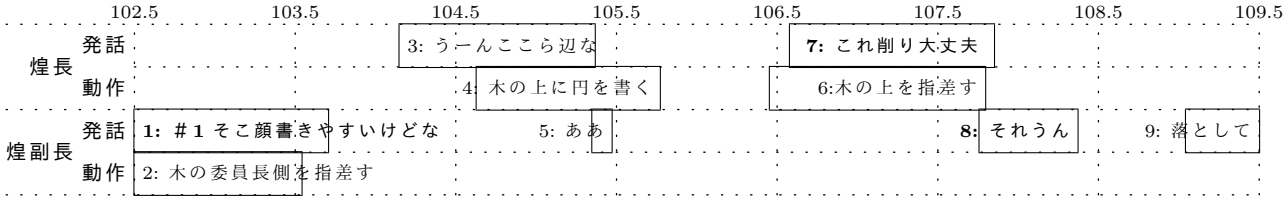


図 15　例4 (煌長＝煌心会委員長、煌副長＝煌心会副委員長)

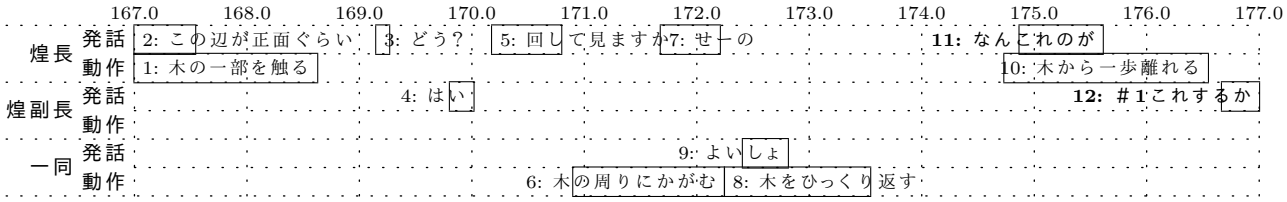


図 16　例5 (煌長＝煌心会委員長、煌副長＝煌心会副委員長)

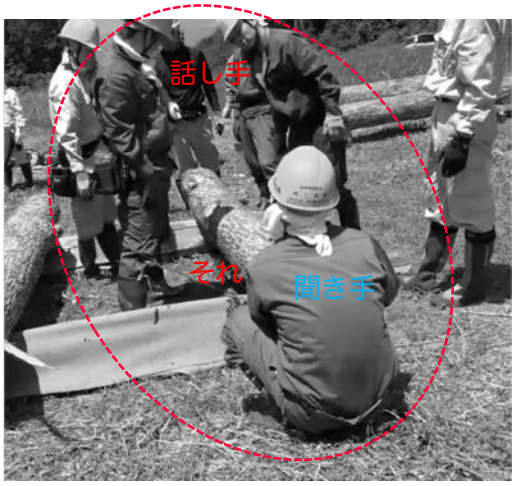


図 17　例4 複数の参照点のうちの「それ」(＃1 話し手: 煌心会副委員長, 聞き手: 煌心会委員長)

図 18　例5 現在の状態は「これ」(＃1 話し手:煌心会副委員長, 聞き手: 煌心会委員長)

例5(図16)は例4の少し後である。道祖神像の顔の位置を考慮しながら、像の正面となる木の向きを決めている。委員長が「この辺が正面ぐらい](2)、「どう？」(3)と言うと、副委員長が「はい」(4)という。暫定的に正面が決まる。そしてその正面を上に皆で木を回転させる(6,7,8,9)。ここで委員長が木から一歩離れる(10)。近くにかがんで顔の位置に焦点を充てていた状態から、一歩引いて木の全体像を見ようとしている。そして、「なんこれのが」(11)と言うと、副委員長も「これにするか」(12)と言う。委員長や副委員長の位置は木に対して例4と同じである。しかし、「これ」に対比されている対象が、別の方向の木の向きであり、いま現状皆がみているのは「これ」が上向きになった状態である。この場合の複数の参照対象は遠い近いという対比ではなく、この向きとそれ以外の向きという対比になるので、この向きは誰にとっても「これ」となる。

複数の参照物がその場にあっていずれかを指すのではなく、過去の状態、現在の状態、あり得る未来の状態として時間軸上で対比される存在である場合の指示詞の用法はこれまで指摘されてこなかった。例5から、さっきの状態に対比される今の状態には「これ」という指示詞が使われることが明らかになった。

4.　議論

話し手と聞き手が共同行為に従事している否かというEnfieldの視点は、「これ」と「それ」の使い分けにおいても鍵概念になることが本分析を通じてわかった。Enfieldは話し手のHERE-SPACEか否かが遠称になるか否かを決めるとしていたが、本研究ではこれをさらに明確化し、話し手と聞き手

が同じ対象に働きかける行為をしているなら「これ」(例2, 例3＃1,3)、異なる活動に働きかける行為をしているなら、聞き手の方の対象物を参照するときには「それ」(例1, 例3＃4)を使うということを示した。また、これまで働きかけてきた対象の外へ注意をむけるために「それ」(例3＃2)を用いて「注意のひきはがし」が行えるというまさに現場における語用のあり方を分析した。さらに、Enfieldが指摘していなかったが、共同行為中に複数の参照物がある場合、話し手と聞き手との相対的な距離によって「それ」や「これ」が使われること(例4)、現在の状態を指すときには「これ」が使われること(例5)もみた。

これらを対象に対して聞き手との共同注意を確立するという観点から見てみよう。1つしかない同じ対象を操作するという例2のような場合には、話し手にとっての「これ」は聞き手にとっての「これ」でもある。大した労力をかけなくても、「これ」を特定することができる。自身が注意しているものは他者も注意していることが明白である。一方、話し手と聞き手が別々の活動に従事しており、それぞれ別の操作対象をもっている例1や例3の＃4のような状態のときには、話し手が「これ」で導入した対象を、自身の作業の手を止めて見る必要がある。こういった場合には、話し手もその対象に手で触れるということをしている。「これ」と言われて聞き手が話し手を見たなら、話し手の身体が対象の在り処を示してくれているのである。そこへ視線を向ければ共同注視が確立できる。同様のことは、ある活動から別の活動へ移行する際にも生じる。例3＃2のように、敢えて「それ」を導入することで、これまでの注意の対象ではない対象へ聞き手を導く。この例では、話し手が示した指差しジェスチャーを聞き手が見なかったために、具象名で言い直しが生じているが、もし聞き手が少しでも話し手を振り返っていれば、やはりその身体によって対象物が特定されていたのである。

さて、同じ共同活動に従事していても対象物が複数ある場合、そのうちの一つを共同注視するのはややややっかいである。例4では、離れたところから話し手が指差しをしているが、まさにそのポイントがどこであるのかを見出すには、発話とあわせて聞き手が推測するしかない。この例では「そこ顔書きやすいけどな」(1)という発話とあわせて考える必要がある。顔になる位置は木の彎曲などが無く、また節もない方がよいという知識に照らして、聞き手は即座に「ここら辺な」(3)を手で示して見せている。また、例5のように対比される対象がさっきの状態(過去)やこれから起こるべき状態(未来)に対して、今目の前の状態(現在)を「これ」として焦点をあわせる。話し手も聞き手も自分たちが携わっている活動の目的に照らして、何と何が対比させられる対象なのかを特定しているということになる。

謝辞 調査にご協力いただいている歴代の野澤組惣代・保存会・三夜講の方々に感謝します。本研究は、科研費基盤(B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」(2015〜2017年度、代表：榎本美香、研究課題番号：15H02715)の補助を受けています。

参考文献

Enfield, N. J. (2003). Demonstrative in space and interaction: Data from Lao speakers and implications for semantic analysis. *Language*, **79**, 82–117.

Fillmore, C. J. (1982). Towards a descriptive framework for spatial deixis. In J. J. Robert & K. Wolfgang (Eds.), *Speech, place, and action*, 31–59. Chichester: John Wiley.

平田未季 (2016). 共同注意確立過程における話し手による指示詞の質的素性の選択. 『語用論研究』, **18**, 28–47.

Levinson, S. C. (2004). Deixis. In L. R. Horn & G. L. Ward (Eds.), *The handbook of pragmatics, Brackwell handbooks in linguistics 16*, 97–121. Oxford: Blackwell.

佐久間鼎 (1992). 指示の場と指す語ー「人代名詞」と「こそあど」. 金水敏・田窪行則(編),『指示詞』, 32–34. ひつじ書房.

Schegloff, E. A. (1998). Body torque. *Social Research*, **65**, 535–596.

高橋太郎 (2005). 名詞(3) 特殊な名詞.『日本語の文法』, 51–57. ひつじ書房.

室内楽の練習場面におけるメタファー表現の使用 ——概念領域と身体動作の傾向を中心に——

Metaphorical Expressions in Chamber Music Rehearsals: Focused on Conceptual Domains and Gestures

西田紘子，横森大輔†
Hiroko Nishida, DaisukeYokomori
†九州大学
Kyushu University
nishida@design.kyushu-u.ac.jp, yokomori@flc.kyushu-u.ac.jp

Abstract

This article examines metaphorical expressions by professional and amateur musicians observed in performance rehearsals. In contrast to previous studies that focused on theoretical and analytical discourses (Saslaw, 1996 and 1997/98; Johnson & Larson, 2003; Straus, 2011; Nishida, 2012) and studies based on anecdotes from music lessons (Schippers, 2006; Furukawa et al., 2014), the current work investigates the interactions among chamber music groups and attempts to reveal the specific kinds of metaphors. Based on approximately 33 hours of recordings of rehearsals by five groups, we have collected 240 examples of (possible) metaphorical expressions, except idiomatic metaphors, and identified recurrently used target and source domains (Lakoff & Johnson, 1980).

Keywords — Metaphor, Chamber Music Rehearsal, Conceptual Domain, Gesture

1. はじめに

1.1. 音楽とメタファー表現

人は，直接的な言語化が困難な領域について語る際，しばしばメタファー表現を利用する．音楽は，そのような領域の一つである．すなわち，楽曲やその演奏の仕方について何かを伝えようとする場合，音楽以外の概念に喩えることによって効果的な伝達を行うことができる．

音楽について伝える際のメタファー表現については，これまで，音楽理論・分析上の言説におけるメタファー表現の研究が盛んに行われてきた（Saslaw, 1996 and 1997/98; Johnson & Larson, 2003; Straus, 2011; Nishida, 2012）．例えば，概念メタファー理論（Lakoff & Johnson, 1980）に基づいて音楽理論家ハインリヒ・シェンカーらの言説におけるメタファー表現を読み解いた研究では（Saslaw, 1996 and 1997/98），理論的言説では空間に関する身体的経験が時間概念に写像されていること，また，音楽分析では物理的空間が投影された「概念的空間」（すなわち楽譜上の空間）が用いられること，言語表現と視覚表現（図など）がメタファーの種類によって使い分けられていることなどが指摘されてきた．とりわけシェンカーの理論・分析的言説における概念的空間においては，言語表現および視覚表現を通して楽曲が物語化されていることが示されている（Nishida, 2012）．しかし，音楽理論・分析の言説において行われているのが楽曲について分析し，読者に伝えることであるのに対し，演奏の現場で行われているのは，楽曲の分析を伝え合うことだけではなく，自分たちの音や演奏がどのようなものであるか，どのように演奏すべきか等を伝え合うことである．その意味で，音楽理論・分析上の言説におけるメタファー表現と，演奏の現場におけるメタファー表現では，種類・分類の点で重複する部分もあるが，演奏の現場では，音楽理論・分析上の言説では使われない，音楽づくり特有のメタファー表現があると推測される．

演奏の現場において演奏家たちがメタファー表現をどのように用いているかという点については，数は多くないものの，先行研究が存在する（Schippers, 2006; 古川ほか, 2014）．Schippers（2006）は，レッスン場面におけるメタファー表現を「クリシェ的メタファー」「創造的メタファー」「曖昧な修辞表現あるいは指示的表現」に分類している．クリシェ的メタファーとは，例えば「フレーズが上昇する」といった言い回しであり，この場合，生徒に学びは促進されない．「創造的メタファー」とは，例えば先生によって提示されたメタファーが参照した概念領域を，生徒が共有することによってその学びが促進される場合である．一方，「曖昧な修辞表現あるいは指示的表現」は，創造的メタファーとは逆に，先生が提示したメタファーがあまりに特異で，参照された認知的領域を生徒が感じとれない場合である．確かに，多くの音楽用語や慣用的な言い回しの多くは，メタファー表現が術語化したものであると言えるが，本研究では主に，このような慣用的な言

い回しではないメタファー表現のうち，特徴的なものに焦点をあてる．また，古川ら（2014）は，合奏指導において指導者であるプロの音楽家が用いる技術・表現上のメタファー表現の例を挙げているが，メタファー表現を概念領域の点から分類する必要がある．

1.2. 本研究の位置づけ

以上のように，音楽に関するメタファー表現の研究としては，音楽理論・分析上の言説についての研究が盛んに行われている一方，演奏の現場において演奏家たちがメタファー表現をどのように用いているかという点については，逸話的資料に基づく研究が散見される程度であり，実態が充分に明らかになっているとは言えない．

さらに，演奏現場におけるコミュニケーションにおいては，演奏家たちは，身体動作をはじめとする非言語的な記号資源を，言語と組み合わせて意味の伝達を達成しているため（McNeill, 1992; 西阪, 2008; 細馬, 2016），本研究が対象とするメタファー表現についても，発話と身体動作をセットで分析する必要がある．

以上の背景を踏まえ，本研究では，プロおよびアマチュアの演奏家たちが演奏会本番に向けて行う練習活動をビデオ収録し，認知言語学における概念メタファー理論（Lakoff & Johnson, 1980）に基づき，そこで用いられているメタファー表現について，写像を通して我々が理解するターゲット領域（target domain）は何か，また，理解するために用いられるよりソース領域（source domain）としてどのような概念領域が用いられているか，そしてどのような身体動作を伴っているかといった点を中心に，演奏現場に見られる実践をデータに基づいて記述する．

なお，Schippers（2006）および古川ほか（2014）は，いずれも指導の場面を扱っているのに対し，本研究は，本番に向けた練習活動をとり上げる．その点で，また別種のメタファー表現が観察されることが期待される．

近年，音楽学では「ミュージッキング musicking」（Small, 1998），すなわち楽曲構造そのもののみならず音楽行為全般に目を向ける視点が現れ（Cook, 2007 and 2013），演奏者たちを射程に含めた研究に注目が集まってきている．本研究も，その潮流に位置する事例研究として実施しつつ，認知科学との学際的接合を模索するものである（同様の試みとして横森・西田〔2017〕がある）．

2. 分析の対象と方法

本研究では，プロおよびアマチュアのクラシック音楽演奏家の協力を得て，演奏会本番に向けて行われた（すなわち実験的環境で行われたのではなく，自然に生起した）練習活動のビデオ収録を行った．

収録を行ったのは，いずれも 3〜5 名の規模での器楽合奏である．このうち弦楽四重奏のグループは，常設のプロ弦楽四重奏団であり，本番および練習（リハーサル）の回数が多いこともあって収録データの分量が多くなっている．また，プロのオーボエ三重奏および木管五重奏のグループは，いずれも普段は同じプロ・オーケストラ団体で活動している奏者同士（ピアノ奏者を除く）によるものである．アマチュアの 2 グループは，楽器演奏を趣味とする大学生・大学院生によるものである．

それぞれの収録量を含めたデータの概要は，下記の表 1 の通りである．なお，収録時間のうち 4〜6 割程度は楽器を演奏しており，それを差し引いた残り時間に言語的やりとりを行っている．

表 1　データの概要

プロ／アマ	演奏形態	収録回数	収録時間（時間）
プロ	弦楽四重奏	9	約 23
プロ	オーボエ・チェロ・ピアノ三重奏	1	約 2
プロ	木管五重奏	1	約 2
アマ	木管五重奏	3	約 4
アマ	フルート四重奏	2	約 2

アノテーション用ソフトウェア ELAN を用いてこれらの録画データおよびその文字起こしを観察し，メタファー表現が使用された箇所を抽出した．そして，会話分析の手法を用いて（cf. 杉本, 2016），ターゲット領域（楽曲や演奏の仕方など）について語る際に用いられているソース領域の傾向を調査した．また，メタファー表現を発話する際に伴う身体動作を記述した．

メタファー表現を抽出する際には，Schippers がとり上げた「クリシェ的メタファー」，すなわち慣用度の高いメタファーは対象とはせず，当該の文脈においてこそ成立し，ほかの参与者に学びや発見をもたらすような表現のみを対象とした．ただし，その境界は截然

と定められるものではないため，慣用度がやや高いと判断されるもの，メタファーとして定義しうるものかどうかについて詳細な検討が必要なものも含めて事例を収集した．このような方針で抽出した結果，メタファー表現の事例候補となるものが合計でおよそ 240 件観察された．これらについて一つずつどのような概念領域が用いられているか，すなわちターゲット領域とソース領域を精査し，グルーピングしていった．そのうち頻出する領域および演奏活動に特有と推測される領域について観察をくり返し，メタファー表現と身体動作の関係性について考察を行った．

3. 分析と考察

分析の結果，メタファー表現が用いられる箇所では，参与者は，強弱記号等の楽譜に書かれた情報と，和声進行や転調といった音楽理論的な用語，オノマトペ，さまざまなレヴェルのメタファー・アナロジー・象徴法，そしてそれに応じた身体動作を併用することで，さまざまな技術上・表現上の問題を議論し，演奏内容を解釈し，楽曲構造をどのように認知・理解しているかをほかの参与者に伝えていることが分かった．また，発話者の視点も，演奏者としての視点，聴衆としての視点など複数にわたった．

どの団体のデータにおいても全体の発話量には個人差があり，それに鑑みると，メタファー表現の多寡に大きな個人差は見られなかった．ただし，アマチュアとプロの団体で比較すると，プロの団体におけるほうがメタファー表現の頻度が高く，種類も豊富であったと言える．団体内の立場に関しては，練習の進行を司る役目を担う参与者がいる場合，その参与者がほかの参与者に比べてメタファー表現や身体動作が多くなる，といった傾向は明確には観察されなかった．

3.1. 概念領域

まず，抽出されたメタファー表現が多数・多岐にわたったため，ターゲット領域とソース領域の特定を試みたところ，いずれも複数あり，両領域の対応づけには一定の傾向があることが判明した．主なターゲット領域は，以下の 9 つに分けられた．

(1) 個々の音
(2) フレーズなど楽曲の一部
(3) 響き
(4) 楽曲の様式
(5) 楽曲の構造
(6) 演奏
(7) 奏者
(8) 上記 7 つのいずれかが重なり合うもの
(9) ターゲットが特定できないもの

一方，主なソース領域は，互いに関連し合う以下の 9 つに分類された．

(a) （音などを）モノ，存在のあるものとして
(b) （音などを）エネルギーをもつものとして
(c) （楽曲の流れなどを）道筋のあるものとして
(d) （演奏などを）会話として
(e) （奏者などを）話者として
(f) （演奏などを）社会的組織として
(g) （楽曲の構造などを）物語として
(h) 上記 7 つのいずれかが重なり合うもの
(i) ソースが特定できないもの

(a) ～ (i) のターゲット領域の事例を種類ごとに一つずつ，その際のソース領域とともに下記の表 2 に挙げる．

表 2 ソース領域の事例

S 領域	T 領域	メタファー表現の事例
(a)	(2)	「100〔練習番号〕の中身がもうちょっとあってもいい気がする」
(b)	(3) (5) つ ま り (7)	「こっちの勢いに完全に負けてるから，エネルギーがもっとあったほうがいいかな？」
(c)	(5)	「進む感じがほしい」
(d)	(3) (5) つ ま り (7)	3.3.の 1 つ目の具体例を参照
(e)	(2) (5) (6) つ ま り (7)	「けっこうきちんとしゃべる感じで」
(f)	(2) (5) (6) つまり (7)	「人数が増えるところはまずはしっかりちゃんと集合しましょう」
(g)	(4) (5)	「この場面転換は，物語みた

	つ ま り (7)	いに変化していけば」
(h)	(2) (5) (6) つまり (7)	「〔3 連符の〕着地点をしっかり合わせてもらえると，メロディが主張しやすい」
(i)	(8)	「ちょっとオンっぽい感じっていうか」

(S 領域：ソース領域，T 領域：ターゲット領域)

このように，概念領域間の近接性などの点で，メタファー性の程度は多岐にわたっていた．また，そこで用いられる言語形式に関しても，隠喩や直喩などのさまざまな形態が用いられていることが分かった．

これらの領域に目を向けると，最も多く用いられていたのが，音楽の理論・分析的言説においても，また音楽以外の分野でも頻繁に用いられる「移動」を基盤とするものであった．この移動という概念のもと，楽曲や演奏には出発点と目的地がある，すなわち「道筋」があるというソース領域が具現化されていた．また，移動するという考え方と不可避的に関連して，音が「物体」であるという概念も，基盤の一つに数えられる．音を物体として捉えることによって，音や楽曲の一部は，モノとして理解されたり，運動したり（例：「全体的に息のスピードがほしいかな，音に，全体的に，音程にリズミカルっていうか進む感じが」），エネルギーや存在感を有するものとして表現されたりしていた．

次に，演奏活動に独特のソース領域として「会話や物語などの言語的活動」を基盤とするものがある．これには，奏者を話者や語り手として捉える場合，楽曲の一部を会話として捉える場合，演奏を会話として捉える場合，楽曲全体を物語として捉える場合など，複数のレヴェルの対応づけが観察された．それらのメタファー表現上の特徴は，個々の事例についてその文脈を丹念にたどる必要があり，次節で具体例を挙げることとする．

さらに，どの団体においても多用されていたオノマトペのうち，メタファー的に用いられたオノマトペの事例もいくつか観察された．例えば，曲調が「なんかじゅわーんと」というオノマトペで描写されている事例があった．ここでは，音を表現するオノマトペでは明らかにないものが，音楽について伝えるのに用いられている．

ほかに，音や楽曲の一部をモノにたとえる事例と関連して，音や楽曲の一部，あるいは演奏を「テンションのあるもの」として理解する事例も複数観察された．一方，メタファーと定義しうるかどうかについて議論を要する事例には，音楽を音楽にたとえる事例（例えば，指揮者を欠いた室内楽に対して，指揮者のいる音楽にたとえる）も複数見られた．これらについては，「ある概念を，それとは別の領域の概念でたとえる」というメタファーの捉え方を再考したうえで分析する必要がある．

3.2. 身体動作

ほぼ全てのメタファー表現において身体動作が観察されたが，その量には個人差が見られた．アマチュアの奏者は少ない，プロの奏者は多い，といった一般化を行うためには，今後さらに多くのデータを分析する必要がある．

全体的な傾向として，身体動作の特徴として 3 つの傾向が挙げられる．1 つ目は，発話内容のうち視覚的に描けるものを描く類像的ジェスチャー（iconic gesture）が用いられる傾向であり，例えば音程の上下を手で描く，手を水平方向に移動させることによって道筋を描くといった具合である．弦楽器の場合は，手のみならず，手でもつ弓によって描写されることも多かった．2 つ目は，メタファー表現はオノマトペを伴って発話されることが多く，オノマトペの発話時に手が広げられたり円を描いたりするといった身体動作が数多く見られた（ただし，これは，メタファー表現であるか否かを問わず，オノマトペ全般に見られる傾向であろう）．3 点目として，メタファー表現が発話される会話の文脈とは無関係に，楽譜を手や弓で指すという身体動作，すなわち指差しジェスチャー（pointing gesture）も一定数観察された．これらの場合，発話者がほかの参与者に視線を向けることはほとんどなかったが，発話自体はほかの参与者に向けられており，演奏について語るという一つの行為において注意が 2 つの方向に分岐していたと言える．楽譜を見るという行動とほかの参与者に向けて発話するという行動は，(楽譜を参照しなければ，発話内容が滞るという意味で) 完全に別個のものではなく，相互に補完的なものである．したがって，このような事例における関与のあり方は，楽譜に基づく演奏を行うクラシック音楽の演奏に特有の特徴とみなしうる．

3.3. 具体例

具体例として，音楽理論・分析上の言説には観察さ

れにくいタイプのメタファー表現として，語りに関連したソース領域が具現化したものを挙げ，身体動作も含めて特徴を考察する．付録のトランスクリプト 1 と 2 を参照されたい．

トランスクリプトに挙げた 2 つの事例は，オーボエ，チェロ，ピアノによる三重奏の練習場面からとられたもので，いずれの事例においても「会話」という単語が発話されている．1 つ目の事例において練習されている曲は，カール・ライネッケというロマン派に分類される作曲家の楽曲である．オーボエ奏者とチェロ奏者が，付点 8 音符と 4 分音符を伴う同じメロディを奏する箇所について議論している場面で，チェロ奏者がその弾き方や両奏者の演奏法のずれに疑念を呈すると，オーボエ奏者が 25 行目で「だから，ほんと，なんか会話だしぃ」と発話している．この発話は，両奏者の演奏を会話にたとえている．その意図は，次のように解釈されるだろう．すなわちこのメタファー表現は，27 行目で「ロマン派だし」という理由づけによって言い換えられ，31 行目で「なんか，モーツァルトとかハイドンみたいに，みんなが同じことしなくっても」とさらに言い換えられている．このようにライネッケというロマン派の作曲家の音楽をモーツァルトら古典派の作曲家の音楽と比較することで，前者の音楽が後者の音楽のように整然とした様式にならなくてもよいということを示唆しているのである．ここでのターゲット領域は，楽曲の様式とそれに応じた奏法であり，ソース領域は，会話である．オーボエ奏者は，25 行目で「会話」という単語を発話する際に，左手を左右に動かしている．これは，会話のやりとりを手で描いたものと推定され，その意図は，会話というメタファー表現の「強調」と，やりとりを視覚的に描くことによる「説明」であると考えられる．ほかの事例においても身体動作は，手によるものが多く，メタファーを視覚的に描くという点で具象的に相互理解を進める手段として機能していた．この例でもチェロ奏者は，オーボエ奏者の比喩に対して「うんうん」と応答することで (26・28 行目)，オーボエ奏者によるメタファー表現を通した奏法の提案を是認している．

2 つ目の事例は，20 世紀フランスの作曲家フランシス・プーランクが作曲した三重奏の練習活動において，オーボエ奏者が，チェロ奏者が音を少し切りすぎているのではないかと指摘する場面である．29 行目に「もうちょっと楽しく会話」というチェロ奏者の発話が見られる．発話が途中で切れているため，「楽しく会話する」なのか「楽しく会話として演奏する」なのかといった詳細は不明である．しかし，この発話は，31 行目で「ウキャキャキャキャってやってる」という，さらなるオノマトペ的メタファーで言い換えられている．ここでは，チェロ奏者が「会話」というメタファーに対して自己修復を行っていると考えられ，「やってる」という動詞から，「会話」の語が参与者の行為に向けられたメタファーであることが分かる．さらに 33 行目で「3 人がやってるのはもっと出たほうがいい」と言い換えられており，この言い換えのプロセスは，自身の主張を展開するうえで効果を生じさせている．35 行目では「数学チックすぎて」という対比的な形容がさらに続く．この事例のターゲット領域は，演奏する行為であり，ソース領域は，会話するという行為であると考えられる（ただし，35 行目を除く）．29 行目でチェロ奏者は，「会話」と発話する際に，左手でもっていた楽器を右手に預けて左手を自由にしたうえで，左手を前に広げてそのまま左膝を叩いている．また，31 行目の「ウキャキャキャキャ」の発話時にも同じ動作がくり返されている．この身体動作の用途は，メタファーの強調であると考えられるが，このように，発話されるメタファーが更新されていても同じ身体動作がくり返されることで，29 行目と 31 行目の発話の意図が同一であることが，視覚的に示唆されている．なお，33 行目の「3 人」では，3 人への指差しが行われており，この身体動作は，説明および強調を目的としていると推定できる．

以上の事例の分析を通して，メタファー表現および同時に生じる身体動作は，参与者間で相互行為が達成されるプロセスにおいて，楽譜に書かれた技術や表現に関わる情報，音楽理論上の概念，各参与者の認知的・知覚的体験，表現上の欲求を仲介し，統合する手段となっていると言える．

4. 終わりに

以上，本研究を通して，演奏現場における音楽づくりのプロセスにおいて用いられるメタファー表現の概念領域のうち主たるものが特定され，それらを発話する際の身体表現の諸傾向が明らかになった．前者の概念領域に関しては，メタファー表現におけるターゲット領域とソース領域はそれぞれ複数あり，また両者の対応づけも文脈に応じて多岐にわたることが判明した．とりわけ，同じ単語によるメタファー表現が用いられている箇所でも，概念領域は異なる場合があるという

点が特徴的であることが示唆的である．この点から，メタファー表現について検討する際には，単に単語を抽出するのみならず，会話分析の手法を通じて文脈を分析する作業が不可欠であること，それによって発話連鎖のパターンも明らかになってくると言える．後者の身体動作に関しては，メタファー表現が用いられる箇所にはほぼ必ず身体動作が見受けられたことから，身体動作が言語的表現の補足や付随物として機能していると捉えるよりも，両者が相互行為の達成において共生的なもの（西阪, 2008）として機能していると捉えたほうがよいと言える．

今後の課題として，メタファー表現の抽出および分類に際しては，単語単位に注目して抽出・分類する方法以外に，発話における課題あるいは身体動作ごとに抽出・分類するといった方法について検討の余地があろう．そのほか，今回対象としたデータのうち，同じ団体に対して複数回の収録を行ったものがあるため，練習の進行段階に応じて，使用されるメタファー表現に変化が見られるかどうかを分析すること，用いられているメタファー表現の間テクスト性（例えば音楽評論における言説からの影響）について考察すること，今回の結果と，非メタファー表現と身体動作の関係とを比較することなどが挙げられる．

謝辞

本研究における練習（リハーサル）活動の録画に快くご協力くださったクァルテット・エクセルシオ（Quartet Excelsior）様，ピアニスト・阿部真弓様，九州交響楽団オーボエ奏者・佐藤太一様，チェロ奏者・石原まり様ならびに木管セクションの皆様，木管アンサンブルの会 F-ramo の皆様に深く感謝申し上げる．また，会話におけるメタファーの使用についてご助言をくださった広島国際大学の杉本巧氏に御礼申し上げる．

本研究は，2017 年度稲盛財団研究助成および JSPS 科研費 17H00914 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 古川康一・升田俊樹・西山武繁，(2014) “合奏指導における比喩表現の役割”, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集, pp. 1-4.
[2] 細馬宏通，(2016)『介護するからだ』医学書院.
[3] 西阪仰，(2008)『分散する身体――エスノメソドロジー的相互行為分析の展開』勁草書房,
[4] 杉本巧，(2016) “会話をデータとするメタファー研究の意義と展望”，広島国際大学総合教育センター紀要，pp. 151-163.
[5] 横森大輔・西田紘子，(2017) “弦楽四重奏リハーサル場面における演奏の中断と再開の相互行為分析”，人工知能学会言語・音声理解と対話処理研究会（SLUD）第 79 回研究会資料集，pp. 1-6.
[6] Cook, N., (2007) “Performance Analysis and Chopin’s Mazurkas,” Musicae Scientiae, Vol. 11, No. 2. pp. 183-208.
[7] Cook, N., (2013) Beyond the Score: Music as Performance. Oxford: Oxford University Press.
[8] Johnson M. and Larson, S., (2003) ““Something in the Way She Moves”– Metaphors of Musical Motion”, Metaphors and Symbol, Vol. 18, No. 2, pp. 63-84.
[9] Lakoff, G. and Johnson, M., (1980) Metaphors We Live by. Chicago: University of Chicago Press.（ジョージ・レイコフ, マーク・ジョンソン，(1986)『レトリックと人生』渡部昇一・楠瀬淳三・下谷和幸訳，大修館書店.）
[10] McNeill, D., (1992) Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought. Chicago: University of Chicago Press.
[11] Nishida, H., (2012) “Narrativity in Heinrich Schenker’s Interpretations in Musical Works”, Journal of Schenkerian Studies, Vol. 6, pp. 67-91.
[12] Saslaw, J., (1996) “Forces, Containers, and Paths: The Role of Body-Derived Images Schemas in the Conceptualization of Music”, Journal of Music Theory, Vol. 40, No. 2, pp. 217-243.
[13] Saslaw, J., (1997/98) “Life Forces: Conceptual Structures in Schenker’s Free Composition and Schoenberg’s the Musical Idea”, Theory and Practice, Vol. 22-23, pp. 17-33.
[14] Schippers, H.,(2006) “‘As if a little bird is sitting on your finger . . .’, Metaphor as a Key Instrument in Training Professional Musicians”, International Society for Music Education, Vol. 24, No. 3, pp. 209-217.
[15] Small, C., (1998) Musicking: The Meaning of Performing and Listening. Hanover, NH: University Press of New England.（クリストファー・スモール，(2011)『ミュージッキング――音楽は〈行為〉である』野澤豊一・西島千尋訳，水声社.）
[16] Straus, J. N., (2011) Extraordinary Measures: Disability in Music. Oxford: Oxford University Press.

【付録】

トランスクリプト 1 [ライネッケ 01,4:50]

1 (10.4)
2 Vc: ◦( )◦
3 Ob: ああ, いい. い[まの (.) んだよね?]
4 Vc: [(こ)んな感じ- =聞いてて]どうですか?
5 Pf: うん,[いい感じ.]
6 Vc: [なんか, す]いま[せん,ちょっと,] (0.2) わたし:,
7 Ob: [>うんうん.<]
8 (0.8)
9 Vc: 今, フーヤッフーって, く- くっつけちゃたかな:と思って, でもそこのミッラ- (0.3) ミ- の四分音符はぁ,=
10 =ちゃんと切ってるもんね?
11 (0.2)
12 Ob: うん. ( )ねえ, そんな, [あの,]
13 Vc: [全然気にし]ない?
14 Ob: う[ん. うん. うん.]
15 Vc: [平気? >すま]せん< .hh [hh
16 Ob: [全然今の, な− なん(か), たぶん付[点の処理なんだと◦(思う)◦.
17 Vc: [( )
18 (0.3)
19 Vc: [柔らかく,]
20 Ob: [なんか十]六分のほうのぉ, (0.3) .hh え:なんつうの, 詰め具合:はぁ, たぶんちょっとぉ, ずれててもぉ,
21 (0.1)
22 Vc: 構わないか.
23 Ob: いいと思う.
24 Vc: それで(も)まあ, (きを-) 気をつけます(よ), ちょっと. uHEHHEH (すいません)
25 Ob: だからほんと, なんか, 会話だし[い,
26 Vc: [>うんうん]うんうん.<
27 Ob: ロマン派だし.
28 Vc: うん[うん.]
29 Ob: [なんか]ほんとに,
30 (0.2)
31 Ob: .hh なんか, モーツァルトとかハイドンみたい(h)に(h), みんなが同じことしなくっても,
32 Vc: うん,ちょ[っと変えても. んː:.]
33 Ob: [ちょっとずつずれてて]いい↑けどぉ, たぶん,付点のスピード感みたいな,[なんか,]
34 Vc: [◦うんうん.◦]
35 (0.5)
36 Ob: わからんけど, 弓の,
37 Vc: 速[さね?]
38 Ob: [なんか,] うん.
39 Vc: 気をつけるそこ.
40 Ob: す- スピ[ード感,] (0.2) みた[いなの.
41 Vc: [もうちょっと,] [( )
42 Ob: こっち[も,
43 Vc: [うん. [うんうん.]
44 Ob: [うん. メゾ]フォルテの時はもうちょっとついてく-
45 (0.2)
46 Vc: >うんうん[うんうん.<]
47 Ob: [あのスピ]ードついていくようにして.

トランスクリプト 2 [プーランク 01,12:55]

1 Ob: secco を, (0.1)ちょっと, 加減しても[いいような気]がする.
2 ((23 行省略.「音価を長くすることでその分, 同じ音量でもお客にはよく聞こえる」という話を Ob がする))
3 Vc: OK. (0.1) 気をつけますわ.
4 (0.2)
5 Ob: だから, 少し, ピッピッピッピってあんまし過ぎ-=
6 =まあ[こう, こっちはする] し- し- しちゃうけどぉ, ((「こう」から「する」まで自分に指さし))」
7 Vc: [ん::.]
8 (0.4)
9 Vc: でも[私も確かにその,]
10 Ob: [ちょっとあ- あの音]楽的に, ちょ[っと]違うのになるかもわかんないけど,
11 Vc: [うん.]
12 Ob: でもいいと思う[別に]これは.
13 Vc: [>うんうん<.]
14 (0.4)
15 Vc: .hh でも確かにここは, 4 番はトレセックだけどぉ,
16 (0.8)
17 Vc: こっちはセックだもん↑ね_
18 Ob: あ確かに.
19 (0.3)
20 Vc: だか[らち-]あたしは[(なんか),]
21 Pf: [ああ]
22 Ob: [トレじゃない]んだね [EHHEH HEH HEH HEH]
23 Vc: [そう, わたしはちょっと]変えたほうがよかったなって今,
24 そっかいと思ったね(h)(い(h)ま(h))[す(h)い(h)ま(h)せ(h)ん(h) .hh][HAHAHAHAHAHAH]
25 Ob: [いやいやいや.][僕:も,ごめんそこまで]考えてなかった
26 Vc: あ, いやいや, なんか今, ちょっと気づいた.
27 Ob: でも確かにそうだね_
28 (0.1)
29 Vc: **.hh (だ/でも) ↑もうちょっと楽しく会話-** ((「会話」で左手を振り下ろす))
30 (0.2)
31 Vc: **ウキャキャキャキャってやってる:,** ((「キャキャっ」で左手を回しおろす。「会話」の時と相似的な動き))
32 Ob: ウキャキャ(h)キャ(h)-
33 Vc: あの:, (0.2) 3 人がやってるのはもっと出たほうがいいよね¿ ちょっと今, (0.3) あ, なんか:,
34 (0.8)
35 Vc: ちょっと,(0.4)なんか, まあ数学チック過ぎて. [(なんか感じない?)]
36 Ob: [なんかそれこそ]今止めたあたりになってきたらなんか=
37 =自然になって[きた.
38 Vc: [うん>そうそうそうそうそう<その前の 2 からは:, ちょっとなんかまだイマイチ,
39 (0.5)
40 Vc: [なんか,]
41 Ob: [ちょっとか]たい?
42 Vc: ちょ(h)っと(h)[か(h)た(h)い(h)なって]思っとっ(h)たの.
43 Ob: [もしかしたら.]
44 (0.2)
45 Vc: .hh >でも<わたしが弾けてないからね_ (0.2) あたしはこの: か- (0.1) 上行形弾けてないけどね_

写真日記を作成することによる空間図式探究
Investigation into Spatial Schema by Constructing Photo Diaries

藤井 晴行[†]，篠崎 健一[‡]
Haruyuki Fujii, Ken-ichi Shinozaki
[†]東京工業大学，[‡]日本大学
Tokyo Institute of Technology, Nihon University
fujii.h.aa@m.titech.ac.jp

Abstract

This article proposes a method of exploring an actual field to find or invent the spatial schema through which we are understanding or constructing the relationships between us and our environment. The method employs Photo Diary as a core recording medium. Photo Diary is composed of a photograph, or a set of photographs, sometimes, and a set of verbal descriptions of the fact seen in the picture, the experience of the researcher taking the picture at the field, and the interpretation of the fact, the experience, and the something between them.

This article focuses on the findings related to the method that we are becoming aware of through a series of on-going inquiries into the spatial schema concealed behind the spatial organizations of traditional houses in Ryukyu region.

Keywords — Methodology, Photo Diary, Spatial Schema, On Site Study, Ryukyu

1. はじめに

私たちは写真日記という媒体を用いて環境との関係の理解を方向づける空間図式を探究している．この探究方法は固定した様式をもつものではなく，実践を通して構成され続ける探究方法である．ものごとの探究を通してものごとの探究方法の実践と探究を同時に行なっている．具体的には，私たちが建築という活動における広義のデザイン行為に注目していることから，都市や建築などの人工物によって構築された環境の経験を写真日記という媒体を用いて表現することを通して空間図式を探究する方法を構築しながら，都市や建築の空間経験の関わる空間図式を明らかにしようとしている．既報[1][2]では空間図式とその構成過程の概要を報告している．本報では，人工物の創生や使用における人と人工物の関わり方を探究する認知科学の方法のひとつとして，写真日記とその構造化を用いて空間図式を探究する構成的方法の意義とその実践における気づきについて議論する．この探究方法そのものも，探究の対象であり，構築の途上にある．むしろ，実践を通して構成しているので，固定した形式を持つことはないかもしれない．ここで報告するものごとはある程度安定した形式の構成に向けての現在の状況である．

2. 空間図式と認知科学

空間図式（spatial schema）はものごとの空間的な関係の知覚や認識を方向づける心的な構造である．空間という概念と図式という概念を合成した概念である．私たちは自分が居る場所をそこにあるさまざまな対象との空間的な関係によって知覚し，自分を定位し，自分と環境との間に動的な均衡をつくる[3]．空間図式は空間の実体的構成と空間の身体的経験を結びつけ，からだが知っているものごとに空間に関する概念を接地する媒体となると仮定している．空間を物質的実体として客観的に扱うことと主観的・恣意的に意味づけされた存在として扱うこととを空間図式によって橋渡しすることを目論んでいる．空間図式は環境の認識や創出に関わる認知プロセスをモデル表現するための措定物である．空間図式を探究することは，認知プロセスをある側面から理解することに貢献するばかりでなく，人間と環境の空間的な関係を有目的的に創出するデザインという行為の研究に寄与する概念体系の構築に貢献できると考えている．

空間図式の探究には構成的方法が適している．構成的方法は，ものごとの生成，生成されたものごとと人間と環境の間のインタラクション，インタラクションの分析，分析結果を踏まえた継続する行為の焦点化を循環して知や人工物を構成する方法である．空間図式は人間と環境のインタラクションを方向づけるとともに人間と環境のインタラクションによって変容するからである．空間は環境と心身とのインタラクションを通して認識される．環境と自分の身体からなる実体レベルの構造は，空間図式を通して，空間的な関係として理解される．空間図式は実体レベルでのインタラクションにおける知覚，感覚，運動などの経験に基づいて形成，維持，更新される．空間図式は，実際の場所を創出したり，場所や場所に潜む空間図式の記号表現（ことば，図，スケッチなど）を作成したりすることによって，顕在化される．また，実際の場所を経験したり，場所や空間図式の記号表現を理解したりするときに，それらを方向づける．

3. 記録媒体としての写真日記

私たちは写真日記を用いて空間図式を探究している．ある場所を経験し，その場所の「写真日記」を作成し，写真日記を構造化することを構成的に繰り返すことによって，空間図式を顕在化するという方法を考え，実践している[1][5][6][7]．空間図式の探究に，都市や建築における自分たちの実体験に直接的に結びつく空間図式を写真日記として表現し，写真日記を KJ 法によって構造化することを通して空間の経験に潜在している空間図式も浮き彫りにするという方法を用いている．

写真日記作成の基本は，ものごとを経験したり，何かに気づいたりしたときに，それらに意識を向け，それらの内容と関わりをもつ実体を意識的に写真撮影し，かつ，言語表現することである． 写真日記を構造化する際の省察において，自覚されずに撮影された情報に，偶然，気づくことがさらなる発見や発想の契機となる場合がある．

写真日記（photo diary）は実際のものごとを経験して収集する情報を写真とことばによって記録する媒体である[8][9]．写真と三種類の記述（事実記述，解釈記述，経験記述）からなる．写真はものごとの実体的な構造を映す．ことばでは記述できない情報を視覚的に記録したり，自覚していない情報を自覚している情報と一緒に記録したりする．ことばによる三種類の記述は，経験している場所に関する事実，事実と経験とを関連づける経験者の解釈，経験しているものごとを表わす．撮影されたものごとはこれらの記述のモデルとなる（注;モデル理論的意味論のモデルという意味で）．

写真日記は写真とことばによる記述からなる．撮影者，撮影日時，撮影場所などの情報（日記情報）が写真とことばによる記述を補完する．

写真は視覚的な情報を記録する．撮影時に調査者が，少なくとも撮影対象を，可能であれば撮影範囲，構図も，意識的に決定することを前提としている．いかなるものごとをいかように記録しようとしているのかを自覚していることが肝要である．撮影記録されるものごとの選択は調査の一人称視点と不可分である．調査者は自分が経験している全体論的な（holistic）なものごとをいかなる断片（segment）として記録するかを一人称視点で決定する．撮影記録されたものごとは，一般的に，視覚的に客観化されたものごととして扱うことができる．また，写真には撮影意図にもとづくものごとだけではなく，それに関係した全体像が割りこんでくるので，写真を撮影意図とは無関係に多様に解読することが可能になる[4]．すなわち，研究対象を特定するにしても，研究対象に限定されないものごとの断片の記録となる．

ことばによる記述は，基本的には，撮影意図にまつわるものごとの文章表現である．撮影されている事実を記述する文章（**事実記述**），撮影されている事実から解読できるものごとや撮影時の経験と撮影されている事実とを関連づける法則的なものごとを記述する文章（**解釈記述**），撮影や撮影の省察において感じたり気づいたり考えたりしたものごとなど撮影にまつわる調査者自身の経験を記述する文章（**経験記述**）の三種類の記述と，これらの記述を総合する文（表札）からなる．事実記述は客観的な記述であることが要請され，経験記述は主観的な記述であることが許容される．解釈記述は客観的なものごとと主観的なものごとの境界領域にあり，これらをつなぐ役割も担う．

写真日記をフィールドワークの記録メディアとすることの意義は，見ようとしたものごとを明確かつ具象的に記録し，見ようとしたものごととともに全体を構成しているが見ようと意識していなかったものごとも具象的に記録しておくことにある．前者の役割はことばによる記述と写真が担い，後者の役割は写真が担う．ことばやスケッチや測定装置を用いる記録においては，言語表現や描画や測定値に記号化される過程で，現前のものごとが記録したいものごととして抽象化されるのに対して，写真には調査者が見ようとしたものごとと見ることを意識していなかった現実とが客観化された存在として共存している[4]からである．構成的な研究の過程で新たな変数に気づき，見ようとするものごとが変容する場合に，写真日記を撮影された事実に接地させて再解釈および再構成することが可能である．

写真日記は全体論的なものごとを断片の集合によって記録する媒体である．時間的および空間的な広がりを持つものごとの全体をありのままに記録・伝達する媒体ではない．ことばによる記述には記述対象の選択と先に触れた抽象化が伴う．写真は撮影範囲と構図に依存して視覚的情報をサンプリングする．その情報が明らかに事実であるのは，厳密に言えば，時空上の写真を撮影する（サンプリングを行う）位置に限られる．

4. 探究方法

空間図式とその探究方法を構成的に探究することを意図し，写真日記を用いる一連の探究を沖縄県伊是名村島伊是名地区の後辺（くしひん）をフィールドとして行なっている．探究の流れは，臨地調査ワークショップ（Ⅰ），過程Ⅰで作成した写真日記の記述の増補と

表札の更新（Ⅱ），個々の調査者が作成した写真日記の統合と統合した写真日記の構造化（Ⅲ），構造化の結果に基づく写真日記の調整と補完（Ⅳ）の構成的な繰り返しである．臨地調査ワークショップ（Ⅰ）や文献調査などによって新しい知見を得るごとに写真日記を新作または増補し，写真日記全体の構造を更新する．以下にプロセスⅠ～Ⅳの要点を示す．

Ⅰ．臨地調査ワークショップ

フィールドおよびフィールド近傍において，①写真撮影，②写真日記（速報版）の作成，③写真日記（速報版）の即興的構造化，④気づきの物語発表，⑤省察を数クール繰り返す．各項目の間を空けすぎず１クールを完結することが好ましい．１クールの基本的な流れと標準的な所要時間は下記の通りである．調査状況に応じて①②①②③④というような流れにしてもよい．

①　臨地調査と写真撮影：２時間 30 分程度

テーマを設定し，テーマに関連する写真を撮影する．テーマは抽象的なものごと（例：「琉球の風を感じる」，「気になるものごとを意識する」）でも調査目的に関連する具体的なものごと（例：「具現化された原初的空間図式を見つける」）でもよい．これまでの経験を踏まえると，撮影する写真の枚数は各調査者 20~30 枚程度が好ましい．テーマに関連する 10 例程度のものごとは既存の事例の模倣や思いつきによって比較的容易に見つけることができる．それ以上のものごとを見つけるには多少の集中力を要する．このような適度の負荷が既存の観方にとらわれない観察を促進する．写真を撮りすぎると写真日記（速報版）の作成とその即興的構造化を限られた時間で行うことの負荷が高くなる．写真に撮影できない身体感覚や視覚以外の環境情報，写真を撮ろうという気持ちになったとき気づきや驚きや感動などの経験，注目している撮影対象などをメモしておくと写真日記作成の助けになる．

②写真日記の作成：２時間程度

写真撮影後，同日中に，撮影した全写真の一枚ごとに写真日記を作成する．この時，表札，事実記述，解釈記述，現象記述をそれぞれ十全に書かなくても，それぞれの写真について，撮影しようとした事実やその事実に関連すると撮影者が考える空間図式を記してあればよしとする．撮影時の記憶が新しいうちに全写真とインタラクションする状況をつくるためである．

撮影した写真の全てに事実記述，解釈記述，経験記述，表札をつけ，写真日記とする．ここでは，調査者が最も大切にしたい内容を，それぞれの記述につき，１～２文の簡潔な文章で表現すれば十分である．後続の即興的構造化に備えて，撮影した写真を全て写真日記にすることを限られた時間内に完了することが肝要である．各記述の増強や精緻化を行う機会を臨地ワークショップの後に設ける．

③即興的構造化：２時間程度

調査者が各自の写真日記を KJ 法の要領で構造化する．写真撮影されたものごとやことばによって表現されたものごとに注目し，直観や推論によって互いの間に関係性を見いだせる写真日記をグルーピングする．複数の写真日記を組み合わせることによって浮き彫りになる関係性もある．個々の写真日記やグリープの関係性に基づいてボトム・アップでグルーピングすることが肝要である．一つの写真日記を包含関係にない複数のグループの要素にしてもよい．予め定めた観点からトップ・ダウンで分類または整理しないように留意する．グループには属する写真日記を纏める表札文を，グルーピングの際に意識した関係性を踏まえて記す．グループと写真日記のグルーピングやグループとグループのグルーピングを写真日記全体が一つのグループになるまでで繰り返す．グルーピングによってつくられる構造に対する正解または不正解の判断はない．

限られた時間内でグルーピングを完了することが困難であると予測される場合，最小単位のグループ（写真日記のみのグループ）を作成し，グループ間の関係性を踏まえ，最小単位のグループの順序を決めるだけでも構わない．グループの順序は後続の物語発表に不可欠である．順序を決めるということも構造化の一種である．

④気づきの物語発表：一人につき 10 分程度

調査者の一人一人が写真日記の全写真を用いてスライドショーを行なう．聴視者は同じフィールドを同じテーマで調査をしている自分以外の調査者たちである．一連の写真を用い，自分が如何なることに気づき如何なることを思ったのかを 10 分程度で物語る．写真を提示する順序は構造化の結果と物語の構成に基づく．一枚一枚の写真の断片的な説明の繰り返しにならないように留意する．

個々の調査者が作成した写真日記の写真のスライドショーを行い，フィールドワークに参加したメンバーに自分が撮影したものごとや見つけた空間図式を披露する．写真日記は全て用いる．撮影順に写真を提示し，それぞれの写真日記について断片的に説明するのではなく，全編に調査者なりのストーリーを持たせるようにする．

このステップでは二種類のインタラクションが生じる．発表者は自分の一連の写真日記とインタラクションすることによって自分の経験を反芻する．視聴者は

発表者や発表者の写真日記とインタラクションすることによって発表者の経験を疑似体験し，発表者の経験との共通性や差異を意識して自分の経験を反芻する．

⑤省察と懇談

調査全般，写真撮影（①），写真日記の作成（②）と即興的構造化（③），物語発表（④）を振り返り，懇談する．振り返りと懇談の内容を参考にして，次のクールのテーマや方法を調整してもよい．

Ⅱ．写真日記の記述の増補と表札の更新

臨地ワークショップにおいて蓄積した写真日記（速報版）のそれぞれについて，速報版の作成時に割愛したものごとやその後に気づいたものごとなどを各記述に加え，写真日記を増補する．即興的構造化において記したグループの表札に注目して写真を解読し，そこで気づいた内容を加えてもよい．必要に応じて表札も更新する．このプロセスは記憶が新しいうちに遂行することが好ましい．臨地調査ワークショップの実施中の空き時間を利用して少しずつ進めたりワークショップ終了から間を空けないうちに時間をつくって進めたりする．

Ⅲ．写真日記の統合と構造化

全調査者の全写真日記を一つにまとめ，KJ 法の要領で構造化を行なう[2]．構造化の進め方の基本は即興的構造化と同じである．全ての写真日記が属し全ての下位グループが含まれる最上位のグループが完成し，写真日記全体が表現する物語の骨格ができあがるまで行なうという点が即興的構造化と異なる．構造化において大切なことは断片的なものごとを紡いで全体をつくるものごとに気づくことである．予め定めた観点からの分類や整理では，先入観を超えた未知のものごとに気づきにくくなるという懸念がある．

Ⅳ．写真日記の調整と補完

生成した構造の各ループの表札がそのグループに属する下位グループの表札の内容や写真日記の各種記述と表札の内容を包摂していることを確認し，構造の網羅性を検証する[2]．あるグループや写真日記の内容が捨象されている場合，その上位にあるグループの表札のいずれかが捨象している内容を拾遺するように表札または構造を調整する．

5. 探究方法における構成的プロセス

探究の各プロセス（Ⅰ～Ⅳ）及び探究プロセス全体の繰り返しには，構成的方法における焦点化，生成，インタラクション，分析のプロセスが，さまざまな周期で，関わる．

気になるものごとに気づく構成的プロセス

ある場所を経験することはインタラクションに，現前の撮影対象を２次元の画像に収めることは分析に，これから撮影するものごとを思い描くことは焦点化に，思い描いたものごとを見つけることは生成に，それぞれ対応する．

写真を撮影する構成的プロセス

ある場所を経験し，その場所やそこにいる人々との間に何らかの関係が生まれることはインタラクションに，記録するものごとを見いだすことは分析に，撮影対象,撮影範囲,構図などを構想することは焦点化に，構想にもとづいてカメラを構えてシャッターを切ることは生成に，それぞれ対応する．

写真日記を作成する構成的プロセス

写真を読むことはインタラクションに，写真時に意識した事実，解釈，経験を想起したり新たな事実や解釈に気づいたりすることは分析に，これらのことばによる記述やそれらを総合する表札文を構想することは焦点化に，写真とことばによる記述を写真日記としてまとめることは生成に対応する．

写真日記を構造化する構成的プロセス

写真日記を一覧することはインタラクションに，一つのグループになる写真日記や写真日記グループを見つけることは分析に，それらを一つのグループにする根拠を思案することは焦点化に，写真日記や写真日記グループのグループをつくってグループに表札を付与することは生成に対応する．

6. 写真日記を用いた探究方法の探究

2017 年 3 月 28 日から探究方法の探究も意識して実践している伊是名島（沖縄県）の伝統的民家における空間図式の探究の概要と探究方法に関する気づきを継時的に記す．これまでに７つのセッション（Session-1～7）を行なって．空間図式の探究そのものは 2013 年春より継続して行なっている．

Session-1: 臨地調査ワークショップ（Ⅰ-BC0）

実施概要

空間図式の探究方法の探究を意識した臨地調査ワークショップを実施する．①写真撮影，②写真日記（速報版）の作成，③写真日記（速報版）の即興的構造化，④気づきの物語発表，⑤省察を１クール行なう．実施期間は 2017 年 3 月 28 日（①②③④⑤），5 月 20 日（①②）～（③）～6 月 8 日（④⑤）の２回である．それぞれの回の参加者は異なる．筆者らを含む延べ６名が参加した．筆者以外の参加者は写真日記を用いる探究

の初心者である．

臨地調査と写真撮影（①）に関して，原初的な空間図式の現れであると自分が考える情景を 20 枚程度撮影するという設定をした．原初的な空間図式の代表例については事前に説明してある．撮影する情景に条件をつけるのは原初的な空間図式を意識的に捉える姿勢をとることを促すためである．20 枚以上とするのは基本的空間図式を既存の事例とは異なる事例に結びつけて新たに見つけようと意識して環境とインタラクションする状況をつくるためである．また，探究方法についての気づきに意識するようにも教示している．

気づき

臨地調査と写真撮影（①）に関する設定は目論見通りに作用している．参加者６名の各人は一枚一枚の写真を，空間図式を見つけるという意識を持って撮影したと証言している．また，十数枚を越えた頃から新たな空間図式を見いだす写真撮影が難しくなると全ての参加者が証言している．この方法に慣れている参加者（筆者ら）の写真撮影にはある事例の撮影するときに気づいたものごとがその後に遭遇する事例にも通用するか否かを確かめようとする姿勢が見られる．写真撮影を続けている最中にそれまでに撮影したものごと関係性に気づくことがある．その気づきはその後の写真撮影の方向性に作用する．例えば，気づきを支持するものごとを探したり，否定するものごとを探したりする．その過程で気づきの確からしさが増減する．

「空間図式を顕在化するためのフィールド調査においては，撮影時に，撮影者の空間図式が影響し，それが撮影された写真，事実記述，解釈記述，経験記述に，陽に（自覚的に），陰に（無自覚的に），反映される．写真日記の構造化においては，陰に反映された空間図式が顕在化されることがあり，これが新たな空間図式の発見となる[9].」というプロセスが生まれている．一方，この方法の初心者（筆者を除く６名）にはそのような傾向が見られず，既に提示してある原初的空間図式にあてはまる事例の撮影が繰り返される．上記④のスライドショーにおける説明では，初心者には空間図式の現れと見る事実の指摘が漠然としていて直感的に理解しにくいという傾向が見られる．熟練者のスライドショーでは写真日記を構造化するストーリーの断片が語られることがある．また，ある情景の撮影を意図する自分の思考に関するメタな説明を挿入することがある．

全ての調査者に共通して，生活行為と空間構成の関係性への言及が希薄であると感じる．建物や集落の空間構成に空間図式の現れを見ようとする意識が強く働き，生活行為との関係性への意識が希薄になるためではないかと考えている．

Session-2: 臨地調査ワークショップ（Ⅰ-BC1）

実施概要

2017 年 6 月 19 日に①臨地調査・写真撮影，②写真日記（速報版）の作成，③写真日記（速報版）の即興的構造化，④気づきの物語発表，⑤省察を１クール行なう．生活行為と空間構成の関わり方を意識して調査することにする．前回（BC0）において，生活行為と空間構成の関係性への言及が希薄であると感じたからである．参加者は４名である．このうち３名は臨地調査ワークショップ（Ⅰ-BC1）の参加者（筆者らを含む）である．１名は新たに調査に参加した者であり，写真日記を用いる探究の初心者である．

気づき

探究方法に関する以下の気づきを得ている．

<u>臨地調査・写真撮影（①）に関する気づき</u>

臨地調査を繰り返している馴染みの場所でも，写真撮影時の状況，例えば，天候，テーマ，調査者の知識や体調などの違いによって，見え方や観方が異なり，これまでに気づかなかったものごとに気づく．

見たいものごとはじっくり観察すると見えてくるというよりも，ある状況に遭遇すると反射的に見えてくると感じることがある．あるものごとを見たいという意識がそれを見つけようとするアンテナの感度を上げ，見つけるや否やそのものごとを撮影しようとする反射神経を鋭敏にする．

<u>写真日記（速報版）の作成（②）に関する気づき</u>

既に知っているものごとであっても撮影時に全てを意識するわけではない．撮影時に意識下に潜在していた既知のものごとが写真日記の作成時に意識に上ることがある．

同じ撮影対象であっても撮影範囲や構図によって解読される内容が異なる．主たる撮影対象と一緒に写るものごとが撮影対象に文脈を与えうる．例えば，人が入っている写真にはライブ感がある．撮影対象以外のことには無自覚な撮影をするのではなく，記録したり伝達したりしたいものごとを自覚して，撮影範囲や構図などを意識的に決定すべきである．

撮影範囲，構図が類似しており，ほぼ同じに見える写真であっても，見ているものごと（撮影対象）は，調査者によって異なったり，同一の調査者によるものでも撮影時によって異なったりする．写真日記の表札は見ているものごとの相違をわかりやすく表現することが肝要である．事実，解釈，経験の各記述には調査者が見いだした意味や大切にしているものごとを示し，

記述内容を反映するように表札をつくると良い.

「きれい」とか「よい」とか感じるだけで撮影してしまうことがある．そのような写真でも写真日記の作成時に撮影されているものごとの意味を考えることを意図して解読することで,「きれい」とか「よい」とは異なるものごとが見えてくる．臨地調査・写真撮影と写真日記作成の連携はこのような経験をもたらす.

気づきの物語発表（④）に関する気づき

他の調査者のスライドショーと物語を視聴することを通して自分が撮影した写真に自分が意識したものごととは異なる意味や内容を見いだすことができる.

ことばによる表現と写真が遊離していると感じることがある．写真日記の初心者に現れやすいという傾向がある．熟練者にも皆無であるというわけでない.

ひとつは，撮影対象として撮影範囲に収めることが可能であるにも関わらず撮影されていないものごとについての言及があるというタイプである．言及したいものごとを写真にきちんと収めるという意識によって改善できる．言及したいものごとが撮影されていないことに気づいた場合は，後続する調査においてそれを撮影し，写真日記を増補すればよい.

ひとつは，具体的なものごとについての言及をすることなく抽象的で難解なものごとに言及するというタイプである．そのような物語には実感が湧きにくい．例えば,生活行為に関する言及の仕方が観念的であり,調査した場所で実際になされている生活を想像できない．気の利いたことを言わなくてはならないという気負いが素直な観察を鈍らせたり，観念的・抽象的な説明を誘発したりするのではないかと思われる．自分が見ているものごとや考えているものごとを素直に表現することを繰り返したり，調査テーマに関する学びを重ねたりしているうちに，思いがけないものごとに気づくことがあるので，気負う必要はない.

Session-3: 臨地調査ワークショップ（Ⅰ- BC2）

実施概要

2017年6月20日午前に①写真撮影,②写真日記(速報版）の作成を1クール行なう．生活行為と空間構成の具体的な関わり方を意識して調査することにする．前回（BC1）において，生活行為と空間構成の関わり方について観念的・抽象的な言及が少なからずあり,臨地調査にしては臨場感が弱いと感じたからである．参加者はBC1と同じ4名である.

気づき

臨地調査・写真撮影（①）に関する気づき

あるものごとを美しいと感じる経験は写真撮影のきっかけになり，美しいと感じているものごとが撮影対象になる．このような場合，撮影対象の美しさを写真日記で語れるように意識して撮影することが肝要である．美しさに関する記述が漠然としている写真日記であっても，意識されずに撮影されているものごとに気づいたり，構造化の際に再解釈したりすることによって，調査者がまだ気づいていない意味を見つけられることがある．ただし，記述をしにくいからと写真日記から捨象することは禁じ手としなくてはならない.

人が居ない空間であっても，空間を構成する建築要素，建築設備，物品の配置や状態を住意識や生活行為の現れとして見ることが肝要である．空間構成に住意識や生活行為を重ねて見られるようになるには臨地調査や日常生活を繰り返しての観方の涵養が必要である.

テーマが漠然としている場合，何を見つければ良いのかわからない，テーマが限定的な場合，どうやって見つければ良いのかわからないという初心者の声がある．いずれも場合も，臨地調査で気になるものごととテーマとの間に関係がなさそうに見えても，両者の関係性を既存の枠組みに制約されずに柔軟に見つけようとする姿勢が肝要である．たまには，気になるものごとを，テーマにとらわれず，気楽に撮影をしてみるとよい．枠組みの境界を越えた気づきのきっかけになるものごと見つけることができるかもしれない.

ある民家において庭の特定の場所の使われ方に関してあることに気づき，他の民家で同様の場所がどのように使われているかを調べるというように調査を方向づけている.

写真日記（速報版）の作成（②）に関する気づき

その時ははっきり理由や意味をわからなくても，何か重要だと感じたら，その感覚に真摯に従って丁寧に撮影してみるとよいかもしれない．写真に映る事実や蓄積した経験が，その感覚にかたちをあたえ補強してくれることがある.

意識して構図を定めることは大切である．水平垂直や明暗の対比などの写り方，画面の隅々に写るものごとなどに気を遣って丁寧に撮影された写真は丁寧に解読される傾向がある．写真日記を用いた探究に影響する．KJ法が有効に機能するかのポイントである.

Session-4: 臨地調査ワークショップ（Ⅰ- BC3）

実施概要

2017年6月20日午後に①写真撮影,②写真日記(速報版）の作成,③写真日記（速報版）の即興的構造化,④気づきの物語発表，⑤省察を1クール行なう．前回（BC2）に引き続き，生活行為と空間構成の具体的な関わり方を意識して調査することにする．構造化と物語発表にはBC2とBC3において作成した写真日記を

用いる．参加者はBC1と同じ４名である．

気づき

臨地調査・写真撮影（①）に関する気づき

他の調査者の動向に注意を払うとよい．他者の撮影状況から自分が気づいていないものごとの存在に気づくことがある．

撮影時の気づきを大切にして，追っていくことで，新たな発見がある．

写真日記（速報版）の作成（②）に関する気づき

個々の写真を撮影している時には気づかない写真間や写真日記間の関係性が写真日記作成時に見えてくる．

同じ位置から同じようなアングルで撮影したとしても，異なる写真日記や表札となることがある．

一通り写真撮影を終えて臨地調査拠点に戻り，大切にしたい情報（表題）を付記した写真を印刷し，全体を鳥瞰してから，臨地調査・写真撮影を継続するという方法はより深い洞察を可能にするかもしれない．

気づきの物語発表（④）に関する気づき

ことばによる表現と写真が遊離していると感じることが依然としてある．初心者の一人は遊離の指摘に対して何を見つけようとして良いのかわからないと語っている．写真撮影から構造化までの意識の持ちようだけでは解決できないものごとがありそうである．

Session-5: 臨地調査ワークショップ（Ⅰ-BC4）

実施概要

2017年6月21日に①写真撮影，②写真日記（速報版）の作成，③写真日記（速報版）の即興的構造化，を１クール行なう．民家や集落に関して気になるものごとを写真日記にすることにする．前回（BC3）の省察と懇談（⑤）において，設定されたテーマに関して何を見つければ良いのかわからないという感想があったからである．このクールの臨地調査・写真撮影（①）の序盤で，写真撮影の直後に各自が何を見つけたかを披露し合い，臨地調査に関する不安を減少することにする．参加者はBC1と同じ４名である．

気づき

臨地調査・写真撮影（①）に関する気づき

生活空間を調査する場合，空間や物品の位置関係から居住者の生活行為と行為をなす領域の関係性を想像しながら撮影するとよい．

居住者の話を聞くことで，空間の理解が深まる場合がある．

写真日記（速報版）の作成（②）に関する気づき

あるものごとを記録する価値があると感じても，価値があると感じる理由を思い描けないままに撮影し，事実記述はできても，解釈記述と経験記述に四苦八苦するという証言がある．このように理由を意識できずに撮影する写真でも，ある特定のものごとを撮影しようとしているという意識をメタ認知し，そのものごとが最も明確に表れるように撮影対象，撮影範囲，構図を定めることが大切である．これらも写真解読のヒントになりうる．

気づきの物語発表（④）に関する気づき

他の調査者が作成した写真日記をよく理解することはとても重要である．

Session-6: 写真日記の記述の増補と表札の更新（Ⅱ）

実施概要

臨地調査ワークショップで作成した写真日記速報版の表札，事実記述，解釈記述，現象記述を，個々の調査者が臨地での記憶が薄れないうちに増補し，適切な表札をつける．2017年6月29日にBC1~BC4に参加した4名の写真日記の増補・更新が完了している．

気づき

撮影時からある程度の間をとって写真日記を作成すると撮影時や撮影直後には気になりながらもことばにできなかった潜在的な認識が顕現する．写真日記の再考時にそれまでに意識していたこととは全く異なるものごとに気づくこともある．写真撮影時や最初の写真日記作成時から気になっているものごとを表現しないという違和感が気づきを導いているように感じる．

写真を解読しているときに撮影時に意識していたものごとと写真日記作成時に気づいたものごととの関係性に気づく．その関係性を意識して写真の観方が方向づけられ，解読が深まる．この過程を経て事実記述が詳細になる．

撮影時に意識したものごとを再解釈したり撮影時の解釈を解釈するというメタレベルの解釈をしたりする．経験記述に関しても同様の記述レベルの昇華がある．

空間図式を見つけるとはどういうことなのだろうと考える．空間図式が空間の経験を方向づける心的構造であるとすると，ある場所における調査者の空間の経験とその場所の空間実体的な構成は調査者の空間図式によって繋がれる．そのような空間図式に臨地で気づいたとしたらそれは経験であり，写真の解読時に気づいたとしたらそれは解釈である．

写真日記（の作成）には，調査テーマに関する実体的な事実，その解釈，それにまつわる経験に加えて，調査者によるものごとの理解の仕方やその基盤となるものごとが反映される．落ち着いて写真日記を作成する段階で，これまでに蓄積した知や経験が意識しているものごとに重なる．

写真を詳細に観察すると撮影時には意識していない

ものごとに気づき，撮影時に意識していたものごとと解読時に気づいたものごとから撮影時には見つけていなかった意味を解読時に見いだせることがある．

臨地調査ワークショップのときには個別のものごとと認識していたものごとに共通する特徴やメタレベルの関係性に気づく．例えば，琉球の民家における東西の関係（正面から見た右左），後前の関係（正面から見た奥と手前），建物の上下関係はいずれも信仰や慣習における尊卑の関係に対応することを想起し，三種類の異なる関係が尊卑という共通する特徴によって関係づけられることに気づいている．

自分が設定する撮影範囲や構図の合理性に確信を持つことができる．これらを設定することは，如何なるものごとを写真に収め，如何なるものごとを割愛するかを決めるということである．見つけたいものごとを意識して写真の撮影と解読を行なうことを通して，撮影対象とその意味を，構成的に，考えることになる．このことを通して，見つけたいものごとや撮影対象に適した撮影範囲や構図を設定できるようになる．

撮影時にあるものごとに気づくという経験を調査者自身が認識していれば経験自体は経験記述の対象になる．そのときに気づいているものごとは撮影可能な事実であれば事実記述の対象になり，事実から導出されたものごととであれば解釈記述の対象になる．

写真撮影時の記したメモの大半は事実記述に相当する．解釈や経験も同時に念頭にある．撮影時には，実体的なものごと，そこに見いだす空間図式やその他のものごと，その周縁のものごとを意識する．臨地調査に慣れてくると事実を解釈や経験に結びけるインデックスとして見るようになるのかもしれない．

写真撮影時に記したメモに，気流，寒暖，音など，視覚ではとらえられない身体感覚に関わるものごとが記録されることがある．写真撮影時のメモが大切であることを認識する．

写真日記の記述の増補と表札の更新の終盤で，伝統的な民家の様式は風土における自己了解が固定したものであるという旨の和辻哲郎[13]のことばを思い出す．

Session-7: 写真日記の統合と構造化（Ⅲ）

実施概要

調査参加者全員の写真日記を用いて写真 KJ 法を行い，全ての写真日記を構造化する．

臨地調査ワークショップに参加した調査者のうち筆者らを含む 3 名が一同に会し，各人が作成した写真日記の統合と構造化を行なう．2017 年 6 月 30 日に最小単位のグルーピングを完了する．筆者 2 名が最小単位グループの表札に注目して個々に第二段階のグルーピングを行なう．7 月 6 日に対面で各自のグルーピングを統合する．全く同じグループはそのままとする．それ以外のグループについては両立しない複数のグループに属する写真日記に注目し，説得性の高いグループを採用するか，解体してグルーピングをしなおす．第三段階のグルーピングも同様に行なっている．

気づき

構造化段階でも写真日記に記述するとよいと思うものごとに気づくことがある．

写真に撮影されている視覚的情報に注目してグルーピングをする傾向が強い．視覚的情報に現れやすい図式に共通する特徴を見つけようとする．構図が似ていること，撮影対象の特徴が共通する，類似する，対比関係にあることなどをグルーピングの手がかりとしている．写真日記を基礎資料とする KJ 法において想定していることではあるが，視覚情報の力を改めて認識する．

調査テーマである空間図式や生活行為と空間の関係に着目しやすく，テーマや調査対象に関わる経験や知の蓄積が影響する．そうであっても，撮影時の意識の対象とは異なるものごとに重要性を見出す場合がある．

ひとつの写真日記に複数の内容が含まれる場合，構造化の観点が多重になる．写真日記が大切にしたいものごとを丁寧に繙き，内容を捨象しないように構造化することが肝要である．

第二段階のグループをグルーピングする過程で，研究関心が創発する．

現在，作成・構造化しつつある写真日記は，琉球民家の空間構成の探究開始当時（2014 年秋：伊是名村での経験が浅い）に構造化した写真日記に比べて，内容が表層的ではなくなり，深まり，現地の生活やものごとのあり方を反映してきていると感じる．

Session-8: 写真日記の調整と補完（Ⅳ）

写真日記の統合と構造化（Session-7）と並行して少しだけ実施されつつある．しかし，このセッションにまつわる気づきはまだ得ていない．

7. 中締めに

写真日記を用いるこの方法は自分自身を観測する一人称研究の方法のひとつであると考えている．また，人工物が構築する人間と環境の関係を探究する方法のひとつであるとも考えている．この方法で得られた気づきの学術的な「確からしさ」は，それらに基づいて行う主張がいかに事実に基づいているかに関わる．事

実記述（論拠）との結びつき（実証性）が弱い主張はそれが実は価値のある主張であるとしても独り善がりな観念的主張と解釈される．事実記述と主張の論理的整合性はあることは好ましいが，主張を事実記述から演繹的に証明しようとすると，証明に関わらないものごとが捨象される懸念がある．フィールドに出た認知科学の方法としての基盤を構築するためには「主張の実証性をいかにして担保するか」という問いに的確に答える必要があると感じている．

参考文献

[1] 篠崎健一，藤井晴行，片岡菜苗子，加藤絵里，福田隼登，（2015）“空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み”，認知科学，第 22 巻，第 1 号，pp.37-52.

[2] 藤井晴行，篠崎健一，（2016）“写真日記を調査資料とする空間図式の構成”, 2016 年度日本認知科学会第 33 回大会, OS09-7, 8p.

[3] Norberg-Schulz, C., (1971) “Experience, Space and Architecture”, Studio Vista Limitea.

[4] 石毛直道，ケネス・ラドル，（1989）“イチバは文化をうつす魔法の鏡”，季刊民俗学, No. 48, pp. 6-19.

[5] 福田隼登，藤井晴行，（2015）“身体性に注目した空間体験の図式表現方法に関する研究”，日本建築学会計画系論文集，Vol.80，No.709，pp.559-567.

[6] 福田隼登，藤井晴行，（2016）“空間体験に基づいた心地よいシークエンスの身体的な図式の表現方法に関する研究”，日本建築学会計画系論文集，Vol.81，No.724, pp.1281-1290.

[7] 福田隼登，藤井晴行，（2017）“空間体験から身体的な図式を抽出する方法の探究”，日本建築学会計画系論文集, Vol.82, No.734, pp.1135-1145.

[8] 藤井晴行，（2015）“知をデザインする”，一人称研究のすすめ， 知能研究の新しい潮流（諏訪正樹，堀浩一編著），近代科学社, pp. 151-170.

[9] 諏訪正樹，藤井晴行，（2015）“知のデザイン 自分ごととして考えよう”，近代科学社.

[10] Johnson，M., (1987) “The Body in the Mind The Body Basis of Meaning，Imagination，and Reason”，The University of Chicago Press.

[11] Lakoff，G., (1987) “Women，Fire，and Dangerous Things”，The University of Chicago Press.

[12] Lakoff，G.，(1988) “Cognitive Semantics”，Meaning and Mental Representation (Umberto Eco，ed.)，Bloomington: Indiana University Press.

[13] 和辻哲郎，（1931）“風土”，岩波書店.

アイドルファンとソーシャルメディア：友だちづくりのための情報環境デザインの分析
Idol fans and social media: Analyses of designing information environments to make friends

南部 美砂子[†]，福島 由佳[‡]
Misako Nambu, Yuka Fukushima
[†]公立はこだて未来大学，[‡]NECネッツエスアイ株式会社
Future University Hakodate, NEC Networks & System Integration Corporation
m-nambu@fun.ac.jp

Abstract
A multi-method approach was used to examine socio-psychological characteristics of idol fans, called “Janiota”, as social media users. In Study1, web survey with 116 janiota showed that they have special Twitter accounts for their fandom activity, and in which they severely screen their friends to construct a safe and secure environment. In Study2, in-depth interviews with 5 experienced janiota showed that they learn the friend screening system by long-term observation in Janiota community, and the development of interpersonal relationship has fundamental feature as in adolescent

Keywords — idol fan, social media, information environment, multi-method approach

1. はじめに

「ジャニヲタ」と呼ばれるアイドルファンにとって，Twitter をはじめとするソーシャルメディアはもはや，ファン活動に欠くことのできない重要な道具となっている．彼女たちは，ソーシャルメディアの機能や特性を巧みに利用しながら独自の情報環境を主体的にデザインしている．例えば，ネット上で知り合った人と対面で会うという行為にはさまざまなリスクがともなうが，ジャニヲタたちは，初めての対面や金銭の授受までもかなり気軽に，警戒心なく行っているようにみえる．こうしたいっけん危険と思える行為を支えているのは，彼女たちがソーシャルメディア上に構築した「友だち選別システム」である．このシステムは，Twitter の特定の機能（ハッシュタグと画像の添付）を，明文化されていない独自のルールに依拠して活用するという社会文化的アーティファクトであり，その複雑さや学習の難しさこそが，ファンコミュニティの強固な基盤となっていると考えられる．

こうした議論をふまえ，本研究では，ジャニヲタを対象としたマルチメソッドアプローチ（質問紙調査とインデプスインタビュー）によって，彼女たちのソーシャルメディアユーザとしての実態や，心理的，社会的な特性を検討した．とくに，独自の情報環境デザインと，それにともなう社会文化的な学習プロセスに注目して分析を行った．

2. 研究 1：ジャニヲタのファン活動における Twitter の使い方

まず，ジャニヲタのファン活動，ソーシャルメディアの使い方，他のファンとの交流などの実態をとらえるために，ウェブアンケート形式での質問紙調査を実施した．

方法

自らもジャニヲタである第二著者がふだん使用しているファン活動用の Twitter アカウントにおいて，調査への協力依頼文とアンケートページへのリンクをツイートし，フォロアー（ヲタ友）にリツイートしてもらうかたちで広く協力者を募った．2015 年 9 月の約 1 カ月間に，ジャニヲタ 116 名（男性は 1 名のみ）からの回答を得た．

質問項目は，①デモグラフィック変数など（性別，年齢，担当歴，居住形態，友人数，経済・時間・気持ちのゆとり），②Twitter の使い方（アカウント数，使い分け，ヲタ垢についてなど），③ファン同士の交流（ヲタ友数，ヲタ友との対面経験，初対面の不安や恐怖，トラブル経験など），④タグ画像（4 つのサンプル画像から読み取れる作者の性格，友だちになりたいか），⑤インターネット行動尺度（藤・吉田, 2009）の計 66 項目であった．

結果

回答者 116 名（女性 115 名，男性 1 名）の年齢は 16 歳から 39 歳，平均 21.6 歳，担当歴（ファン歴）は 6 ヶ月～18 年 0 ヶ月，平均 53.2 ヶ月，およそ 4 年半であった．また，所有する Twitter アカウント数は最大 9，平均 3.7 であった．これらのアカウントには，リア垢（ふだんの生活のアカウント）やヲタ垢（ファン活動

に限定したアカウント）と呼ばれるもののほかに，取引専用，仲の良い友達専用などがあった．以下では，結果の一部を抜粋して報告する．

ヲタ垢　ヲタ垢の利用目的に関する自由記述では，『学校や普通の友達には見られたくないため』，『昔からの友人向けには恥ずかしくておたくの内容をあまり書けないから』といった，ジャニヲタである自己の「不可視化（岡部, 2008）」を示唆するものが多く挙げられていた．これに加えて，『おたくしかフォローしてないので自由に呟ける』，『遠慮せずに好きなアイドルのことを書ける』のように，専用アカウントというアーティファクトによって，安全で安心できる居心地のよい空間を獲得している様子がうかがえた．

その一方で，Twitter のわるいところとして，『情報過多になりのめり込みやすくなる』，『つい長時間 Twitter を眺めてしまいがちなところ』といった指摘もあった．さらに，インターネット行動尺度の下位尺度である「依存的関与」において，ジャニヲタの Twitter の平均値が，先行研究（藤・吉田, 2009）のウェブログやオンラインゲームの値を上回っていたことから，ヲタ垢はとくに，時間を忘れて没入しやすい空間になっていると考えられる．

友だちづくり　ジャニヲタがTwitterのヲタ垢で友だちをつくろうとするとき，そのツイート（発言）にはハッシュタグ（例えば「#○○と繋がりたい」）とともに，図 1 のようなタグ画像（コラージュ画像）が添付される．このツイートにリツイート（自分のタイムラインへの再ツイート）というかたちで反応した人に対して，リプライ（返信，いわゆる「お迎え」）が行われ，最終的に友だちが成立するという手続きである．

図 1 友だちづくりに使われるタグ画像

このプロセスの初期段階における対人認知の特徴を明らかにするため，本調査では，タイプの異なる 4 名のジャニヲタが実際に友だちづくりにおいて作成・使用したものを，本人の許可を得たうえで，評価対象として使用した．回答者には，図 1 の 4 つのタグ画像についてそれぞれの作者の性格や人物像を推測し，友だちになりたい順位をつけてもらった．

タグ画像の作成者に関する自由記述を分析した結果，画像によって若干のばらつきはあるものの，概して否定的な発言が多く示されていた．例えばタグ画像 C では，ポジティブ 11／ネガティブ 26／中立・その他 47 であった（中立・その他には 2 名の分類者間で判断が異なっていたものが含まれるため，ポジティブとネガティブには明白な発言のみが分類されている）．また，順位付けにおいて最下位であった画像には，『ネットに執着してて頭悪そう』，『顔は隠しているけど自分に自信あり』，『コンサートでは必死でイタイ』，『自慢しそうで面倒くさそう』といった，かなり辛辣で感情的な発言が示されていた．

まとめ

各評定値の量的分析および自由記述の質的分析から，ジャニヲタたちは，ネット以外の対面での人間関係を排除するために「ヲタ垢」を活用しており，他のファンのツイートやタグ画像に対して非常にネガティブで感情的な評価をしたり，気に入らない人をブロックしてつながりを断つような攻撃的な言動をみせていた．また実際に，回答者の半数以上がジャニヲタ同士のトラブルを経験していた．これらの結果から，彼女たちは友だちを選り分ける（あるいは，異物を排除する）ための強力なフィルターをTwitter上で展開することによって，共感や共有にもとづく純粋で居心地の良い世界を構築しようと試みていると考えられる．

3. 研究 2：友だちづくりの学習プロセス

上記の友だち選別フィルターは，ジャニヲタ独自のハッシュタグの運用によって実現されているものであるが，そのシステムを適切に機能させるためには，各々がコミュニティの社会文化的な実践を十分に学習する必要がある．そこで研究 2 では，そのプロセスの詳細を検討するため，2015 年 11 月～12 月に 22 歳から 24 歳のジャニヲタ 5 名（表 1）を対象としてインデプスインタビューを実施した．

表 1 インフォーマントの属性

	Info.1	Info.2	Info.3	Info.4	Info.5
職業	アパレル	学生	学生	学生	学生
年齢	24	22	22	22	22
担当	Hey! Say! JUMP	Kis-My-Ft2	嵐	嵐	Hey! Say! JUMP
ヲタ友との交流期間	約 3 年	約 4 年	約 1 年	約 4 年	約 7 年
最初の SNS	Twitter	mixi	Twitter	モバゲー	ブログ

方法

質問項目は, ①タグ画像の読解・作成に関する学習, ②作成するときの意図, ③友だち（ヲタ友）の定義, ④Twitter を使う前のソーシャルメディアと友だちのつくりかた, ⑤情報を拡散（リツイート）するときの基準などであった.

結果と考察

友だちづくりという観点から各インフォーマントの発言を分析した結果, 以下の点が明らかになった.

1. Twitter 上で他のファンの言動を長期間観察しながら学習し, リツイートという行為によって徐々にコミュニティや友だちづくりに参与している.

Info.1 やりながら, あ, こうゆう使い方をするんだなって思った

Info.2 なんかでも自然と知ってたな

Info 5. とりあえずいっぱい見た. 作る前にいっぱい見てる

2. しかし最近のタグ画像はかなり複雑化しており, 新規ファンの参与が難しくなってきている（本気で学習しようとする人だけが参与できる）.

3. ヲタ垢でのファン活動を続けるうちに, 友だち選別の基準は大きく変化していくが, そのプロセスは青年期の対人関係の発達段階（保坂・岡村, 1986）とほぼ同じ特徴をもつ.

①曖昧な共通点（同一行動による一体感）

Info.2 Twitter の始めも, 誰でもよくて, うちもフォロワーめちゃめちゃ多かった

②物理的な共通点（類似性の確認による一体感）

Info.5 同い年はとりあえずリツイートとか同じ担当だったらとりあえずリツイートしとくか

③人格的な要因・理由（価値観や理想, 将来の生き方など）

Info.5 今は画像の雰囲気も見てるし, 気になったらツイートも確認してる

4. 友だち選別システムにおいては, 他者に選ばれることよりも, 自分自身が他者を選択する主体でいることのほうが重視されている.

Info.2 タイムラインの中身も見て, 画像とかも全部見て, あー合うか合わないか判断する. まぁたいがい合わないけどね

Info.3 そう, 結構ライトだから, その本当にどうでもいい話を深刻に話すような人はちょっとめんどくさいなってなんか本当になんだろうね

Info.4 あとね, なんだろ, 本気愛とかも嫌だったね, 自分の担当関係なしにちょっとこの人はって, もちろんあと, 同担拒否とか別に私拒否じゃないしみたいな

この他にも, 社会文化的な実践の学習という点でたいへん興味深い発言をいくつも得ることができた.

4. まとめと討論

ジャニヲタを対象としたマルチメソッドアプローチにより, 彼女たちが Twitter というソーシャルメディアを活用して主体的に情報環境をデザインしており, 独自のコミュニケーションを展開していることが明らかになった. 巧妙な友だち選別システムによって危険や異物を排除するのは, 単に居心地のよい世界を構築・維持するためだけでなく, 対人関係における安全や信頼をより積極的に確保しようとする試みであると考えられる.

とくに注目すべき点は, タグ画像による友づくりにおいて, 「自分が他のファンにどのように見えるか」にはあまり関心をもたずにいる一方で, 「他のファンに対する評価」についてはかなり詳細かつ厳しい発言が多くみられたということである. この非対称性は, 彼女たちが評価される側ではなく, 評価する側として自己を位置づけていることを端的に示すものと考えられる. こうした言動を可能にするヲタ垢はいっけん過酷な空間のようにも思えるが, 彼女たちにとっては, 自らの手で主体的にファン活動のあり方や他者との関係性を最適化していくという, きわめて先進的な情報環境デザインの実践と言えるのではないだろうか.

引用文献

藤桂・吉田富二雄 (2009). インターネット上での行動内容が社会性・攻撃性に及ぼす影響：ウェブログ・オンラインゲームの検討より. 社会心理学研究, 25(2), 121-132.

保坂亨・岡村達也 (1986). キャンパス・エンカウンター・グループの発達的・治療的意義の検討. 心理臨床学研究, 4(1), 15-26.

岡部大介 (2008). 腐女子のアイデ ンティティ・ゲ ーム：アイデンティティの可視／不可視をめぐって.認知科学, 15(4), 671- 681.

伊是名集落における生活者の語りから導かれる空間図式の探究
（民家の一番座・二番座と雨端に注目した住空間の特徴）
Exploring Spatial Schema of Folk House in Izena Village through the Narratives of the residents
（A Study of Characteristics of Dwelling Spaces focusing on Ichiban-za, Niban-za, and Amahaji.）

篠崎　健一†，藤井 晴行‡
Kenichi Shinozaki,　Haruyuki Fujii
†日本大学，‡東京工業大学
Nihon University,　Tokyo Institute of Technology
shinozaki.kenichi@nihon-u．ac．jp

Abstract
This paper aims to discuss the characteristics of spaces and folk life lived in traditional folk house in Izena village, Okinawa, Japan. And to extract spatial schema of Folk House. The study focuses on the spaces called “Ichiban-za”, ”Niban-za”, and ”Amahaji”, which are important components and plays essential role in their ordinary life of traditional Okinawa-Izena Folk Houses.
Through the interviews to the residents, the authors collected 12 examples of narratives about their lives and houses. Through the analysis, the texts are divided into two categories of sentences such as 1) to show the composition of architectural spaces and elements of the house, and 2) to show the act and behavior of the residents. The authors found the characteristics of the space such as “homogeneity and heterogeneity of Ichiban-za and Niban-za”, “expansion of area as territory of Ichiban-za: a schema of a concéntric circle”, “continuity of territory of Niban-za out to the front yard of the house”, and “change of characteristics of borders of the house”.

Keywords — Spatial Schema, Narrative, Characteristics of Space, Folk House, Izena

１．はじめに
1．1．研究の背景と目的

本研究は，沖縄本島北方の離島伊是名島の伊是名集落に暮らす生活者の語りから，伊是名集落の民家にそなわる空間の特徴を抽出しその空間図式を明らかにすることを目的とする．

筆者らは，空間の認識を方向づける心的な構造を空間図式ととらえ，人びとの生活する民家や集落の空間は，この心的な構造によって方向づけられた認識に基づいて構成されると考える．

民家の研究は，歴史学的な立場からは，復元と修復（太田ら 1967）という視点から，空間構成の物質的側面を探究し空間構成の仕方や形式について議論する．建築の計画学は，空間の構成と人の行為（生活）の関係を議論し構築する[注1)]．民家における生活は，生活行為の観察のほか，民家の設え[注2)]や家具配置，生活者への聞き取りなどにより理解されるが，観察者や聞き手の解釈が前提となる．人が暮らし生活することから空間構成と生活行為の間の明瞭な関係を見出しにくいこともあり，議論は空間構成の側面に傾くことも多い．生活という側面を補うために他分野の知見に基づく定型的な主張を述べることもあるが，必ずしも眼前の生活の実体と合致しているとは限らない．

本研究は，集落における生活の経験を写真日記と写真 KJ 法により構造化し原型的な空間図式を抽出しようとする試み（篠崎・藤井ら 2015）の延長にあり，直接的には，伊是名集落における経験の蓄積により民家の空間図式を探究する試み（篠崎・藤井 2016）の語りの解釈について詳述しようとするものである．

筆者らは，現実のフィールドにおける経験を蓄積し，発見的な方法で場所の特徴や身体的な空間図式を探究する試みとその方法の検証を繰り返している．

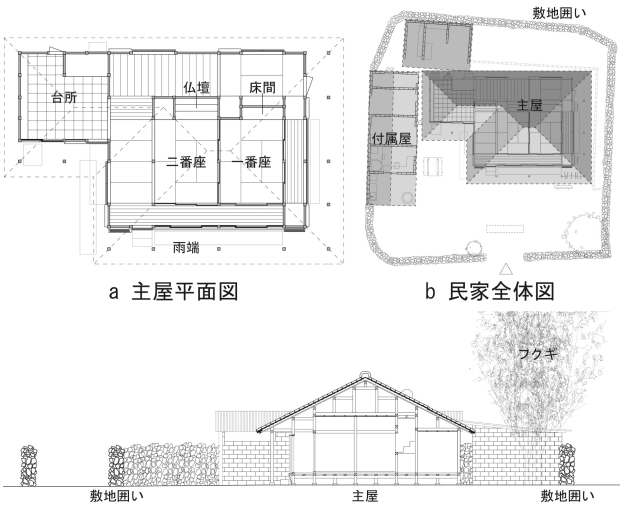
図1 伊是名の地理・集落風景

注１）例えば劇場の計画において，1) 劇場の物質的な空間構成と，2) 聴衆がそこを訪れ観劇する，作品を創り演じる，裏方に関わる人びとが働くなどの行為が，整合するように両者の関係を構成することなど．
注２）設え（設い）とは，家具調度，戸や衝立のような可動の空間構成要素の配置や配列で，生活の仕方がそこにあらわれると考えられる．

1. 2. 伊是名集落と民家の一般的特徴

伊是名集落は，沖縄の伝統的な集落空間の構成と景観の特徴が残り，伝統的な生活，信仰や祭祀，御嶽や拝所などの歴史的空間の残る興味深いフィールドである． 民家は，屋敷囲いという石垣とフクギによる囲繞に囲まれ，主屋（うふや）と炊事屋（とんぐぁ）と付属屋という家屋と，庭であり作業にも利用される外部空間により構成される．家屋は琉球民家の伝統的な木造軸組構法で築かれ，雨端（あまはじ）と呼ばれる奥行き一間ほどの半外部の軒下空間が家屋の外周にある特徴がある．雨端は強い雨風や陽射しを遮り民家の住環境を調整し，人の来訪の場となる．

座敷は南面し，床の間のある客間である一番座と仏壇のある二番座が最も大切にされ，民家の表（おもて）である南側に東から順に並ぶ．北側には裏座と呼ばれる相対的に私的な空間がある．台所はほとんどの場合家屋の西側につくられる．これはかつて，座敷のある主屋（うふや）と竈のある炊事屋（とんぐぁ）が，屋敷の東西に別棟として建てられていたことに由来する．やがて二棟は合体し民家の空間構成は，現在に至る住まい方に対応するよう変化したと考えられている．



a 主屋平面図　b 民家全体図

c 民家全体の南北方向断面図

図２ 伊是名の民家の実例

集落を歩くと，上述した琉球民家の空間的特徴ある民家を多く観察できるが，同時に多くの民家の改変も観察できる．例えば，集落の景観にも関わる屋根の形状や材質の大きな改変，琉球民家の特徴である雨端へのアルミサッシ取り付けなどである．その他一見無秩序に見える生活の変化に合わせたさまざまな改変が，伝統的民家になされている．

２． 研究の方法

本研究で扱うテキストは，第三者があらかじめ文字にしたものではなく，研究者がフィールドにおいて採集した人びとの語りである．

常に変化する生活において，伝統的な生活の仕方や空間の構成は，時代を経ても変わらない，あるいはかたちを変えて継承されるものごとと，時代に従い変化し変遷するものごとがあると考える．これらを生活者の言葉を通して民家の空間の特徴として抽出し，空間図式として表現することで，民家の空間の身体的な原型性について議論できるのではないかと考えている．

2. 1. 多様な語りを集める

生活者の，さまざまなレベル， 内容や強度の空間認識を語りとして取りだしたい．そこで，

１）多様な語りを集める
２）語りを解釈する者の生活の身体的経験を高める
３）語りの分析（解釈・考察）の仕方を工夫する

ことが大切であると考えた．

１）多様な語りは，会話の志向を限定せずさまざまな語りを導くよう，操作や誘導を排除することを心がけた．筆者らの専門である建築のフィールドに語りが方向づけられてしまうこともあるが，その分なお，一般的な生活や一見建築とは関係のないことがらに耳を傾けた．祭祀や習慣，家族の身の上話といった語りの中にも何かしらの発見がある．

語りの採集は，民家において，民家の実測調査と同時に平行しておこなった．実測調査は，民家の空間を構成するさまざまな建築構成要素や家具などの眼前の事実を，測り，記録する調査である．語りの聞き取りだけに集中するのではなく，生活の場全体に目を向けることができ，民家の建築の部分や構成を指し示しながらの語りや，その場で記録した図面を介した語りも得られるなど，具体的なものごとが語りの内容を強化する．

２）語りを解釈する者の生活の身体的経験の向上については既に（篠崎・藤井 2016）に詳細報告したように，筆者らは，報告当時１年半にわたり継続的に伊是名集落を訪れ集落の生活を経験してきた．現在，経験の継続は２年半となる．異なる主題の研究の並行遂行， 祭りなどの体験の共有，日常生活における会話，集落空間における写真日記の作成，文献調査や思索な

どにより生活の経験を積み重ねてきた．表１ に伊是名訪問の履歴を示す．

３）語りの分析の工夫は，語りは聞き取る者の解釈なしに理解されないことを研究者自身が意識し，語り手の言葉があらわす何かや語りの中にあるかもしれないもの，聞き手の理解が及ばないゆえに未知かもしれないものごとを如何に獲得するか方法を工夫することである．[注3)]

図３ 民家での語りの採集の様子

表１ 伊是名集落におけるフィールド調査履歴

1) 2014.9.15-18	民家立面，敷地囲いの材料　悉皆調査
2) 2014.11.1-4.	民家構造の確認　悉皆調査
3) 2014.12.23-26.	実測・語り採取調査（伝統12民家+1民家）
4) 2015.3.16.	調査報告発表会, 懇親会
5) 2015.8.6-11.	豊年祭参加, 1)～4)の追調査・補足
6) 2015.9.15-18.	空き家, 空き地に関する調査
7) 2015.10.9-12.	実測・語り採取調査（伝統7民家）
8) 2016.3.17-23.	調査報告発表会，懇親会 実測・語り採取調査（伝統6民家）
9) 2016.7.29-8.4.	豊年祭参加, 1)～8)の追調査・補足
10) 2017.3.27-31.	写真日記作成，構造化
11) 2017.4.25.-	伊是名リビングラボ開設，常駐体制開始
12) 2017.6.14-22. 2017.6.18-21.	集中集落後辺民家実測・語り採取調査 集中写真日記作成，構造化

注３）韓国の現代文学作品のテキスト分析から，韓屋の空間構成と住生活の特徴を論じた研究（金・高田，2015）は，作品に表現されたテキストを丁寧に解釈しており，その根拠を明示し解釈のみちすじを明らかにすることによ李，解釈の再現性を担保して理解の共有することを可能としている．本研究においても，このように何らかの明示的なプロセスを経ることで議論を深められないかと考える．

３． 行為と空間構成の関係の特徴

3. 1. 語りの採集

前述の経過を経て，伊是名集落 158 民家のうち 26 民家の調査を行った．調査は，民家の内外部の空間の実測調査と語りの採集で，2014 年 12 月（第３回），2015 年 10 月（第７回），2016 年３月（第８回）の３回に，それぞれ 13，7，6 民家について行った．第３回調査における１民家は現代建築であるため，伝統的な民家を対象とした調査は全 25 民家である．

調査対象民家は，第 1，2 回に行った集落全戸の構造形式を外部から観察する悉皆調査に基づいて抽出した，伊是名集落の現在を代表すると考えられる６構造形式 12 タイプの伝統的民家（大久保ら 2015）から，調査協力を得た 12 民家を初回である第３回調査の対象民家とした．本稿では第３ 回調査で採集した 12 民家の語りの分析結果を述べる．

調査は，語りの聞き手１名，民家内部の実測調査 2 名，外部の実測調査２名の５名を基本としたチームを組んでおこなった．調査時間は一民家あたり 1 時間半ほどである．語りの採集は，対面して聞き手がビデオをもち，対話形式で調査協力者の語りと，語りに関する民家の状況を記録した．大抵は，最初は座卓を挟んで会話を始めるが，徐々に民家の内部や外部を歩きながら，語りの内容と関連ある場所に移動して語りを採集することとなった．調査収集データは，１）語りを記録したビデオ，２）聞き手が観察者として気づきを記録したビデオ，３）実測調査担当者が図面作成のために記録した空間と気づきを記録したビデオ，4）音声データ，5）写真，6)実測図面である．本稿では 1）のビデオを主な分析対象とし一部 2）の気づきの内容を加えた．

3. 2. 基礎資料の作成

語りを記録したビデオデータから，まず逐次文字起こししたテキストを原テキストとして抽出した．次に，改めてビデオを見て語りの場面を確認しながら，このテキストを単文に切り分け一次テキストとして整理した．単文に切り分けたのはできる限り解釈を排除するためである．チャントやパラグラフといった文の集合が意味をもつばかりでなく，集合を構成する個々の要素にも意味があると考えた．一方，一次テキストは分析上の問題も含んでいた．語りを生活の場である民家で採集したため，語り手と聞き手双方の眼前に，語りの対象となる場所やものが存在する．このため語りには指示代名詞が多く，逐次文字起こし単文とした一次テキストだけでは語りの内容を理解できない文が多い．地域独特の言葉や言い回しも多く，語りを分析する基礎資料に一次テキストを用いることは難しいと判断した．[注4)]

そこで，単文のテキストを，誰もが最も基本的な文意を理解するように，必要な言葉を補うこととした．補う言葉は，その文の前後に現れる既にテキストに使用されている言葉や，ビデオの映像から誰もが明らかに理解する言葉とした．建築の言葉を用いることで内容がはっきりするならそれらの言葉を用いた．

言葉を補うルールを表２に示し，一時テキストに付加された情報には印をつけた．原テキスト，一次テキスト，基礎資料としたテキストの関係を図４に示す．

得られた基礎資料の文は，文を解釈して，文の示す内容（状態，行為，出来事など）に応じて表３のように分類した．

表２　単文とするためのルール

（ ）	話し手の使用した言葉を別に記す場合は，括弧に入れて記す 例：　部屋（間）
(( ))	記述の際に補った言葉は，二重括弧に入れて記す
〈 〉	話し手動作からの推量は，その旨を三角括弧に入れて記す 例：〈話し手の動作から推量〉
《 》	観察事実・推論は，その旨を二重三角括弧に入れて記す 例：《観察事実》《推論》
[ ]	聞きとりの状況や発話に関して注意すべきことがあれば四角括弧に入れて記す

F 家での語りの採集の様子

第３回調査
2014. 12. 26
10:30 ～ 12:30

総単文数 119
本稿分析文数 71

原テキスト（ビデオに記録された語り）

[video no. 00505]19’55”
場所：雨端，二番座・一番座前・東側
00’00″～00’40″
＜○○くん，縁側の話．＞
これまで，があって，こっちは，あの，この，こっちは出ていたんだけど，この方は，も，やり直しをしてたんですよ．
＜雨端はどこですか．＞
雨端がこちら．そうそう．
だから，昔はもうそのままでね，こっちあって，こっちのほうはなかったんですよ．で，これ張り出しして…
＜で，雨戸はここに入ってたのですか．＞
こっちにあったんです．
＜それで，それはやめて…＞
今またね，やっぱり雨降ったりしたら，履き物も全部濡れますよね．だからもうちょっと伸ばして…

このテキストにおいては，◇は観察者の発話．

一次テキスト（基礎資料）（必要な情報を補った語り）

＜南側軒先のアルミサッシュ引戸＞は後から設置した．AR
（(南側)）雨端は，現在屋内になっている．SA
昔（(新築時？)）は，＜現在南側の木製サッシュ引戸があるところまでが＞屋内空間（(家)）であった．SA
（(木製サッシュ引戸は)）前（(新築時ではない)）からあった．SA
（(南側雨戸は)）＜現在木製サッシュ引戸があるところに＞あった．SA
（(南側雨戸は,)）現在は，ない．SA
雨が降ると（(雨端においてある)）履物が濡れるので屋内空間を＜軒先まで＞延ばした．AR

図４　語りの採集と基礎資料の作成

表３　単文の内容表示

STATE　状態を示す

SA　：建築要素に関する事実（場所・位置，構造，その他の特徴）
　むかしの台所は土間でした。
　土間には竈がありました。
　三番座は畳敷きでした。

ST　：道具・家具に関する事実（場所・位置，構造，その他の特徴）
　ここに棚がありました。

SC　：創造物に関する事実
　火の神さまはいつも向こうです。

SR　：記録
　そういう言われがあります。

SL　：家族や生活に関する事実
　兄弟は６人でした。
　父は７２歳です。

SV　：集落の空間に関する事実

ACTION　行為（出来事の一種）を示す

AL　：生活行為に関する事実（主体，内容，場所，道具，理由，状態変化など）

AR　：建築行為や改修行為に関する事実

AS　：設え行為に関する事実（主体，内容，場所，道具，理由，状変化など）

EVENT　出来事（ある状態から別の状態への変化）

EV　：同じ出来事

3. 3.　行為と空間構成

採集した全テキストから基礎資料として 1500 あまりの文を得た．一軒ごとに異なる民家における生活者の語りを集めて一括りの基礎資料として扱うことについては，伊是名島の民家における共通した住まい方とその変化の傾向がある（大久保ら 2015）前提に立ち，これを可と考える．

基礎資料の文の内容ごとの出現数（文章数）は表４の通りである．

表４　基礎資料の内容分類

文の数 ＝ca.　1500

A　：ACTION／S		：STATE／E	：EVENT
SA	596	State	ARCHITECTURE
ST	49	State	TOOLS
SC	31	State	CREATURE
SR	19	State	REASON /RECORDS
SL	122	State	LIFE /FAMILY
SV	18	State	VILLAGE
AL	234	Action	LIFE
AR	275	Action	RENOVATION
AS	5	Action	SHITSURAE

下線を施した，AL 生活行為に関する事実，AR 建築行為や改修工事に関する事実, SA 建築要素に関する状態事実が多く語られていることがわかる．

3. 4. 一番座，二番座と雨端空間の考察

基礎資料の文総数が 1500 と多く，民家の全体を概観して空間の特徴を導き出すことが容易でない．そこで，まず一番座と二番座，雨端を中心として分析し考察をおこなうこととする．先に理解したように，一番座，二番座，雨端は，沖縄，伊是名の民家の伝統的な空間であり，集落における生活の経験からも民家の生活の大切な場所であることを実感するからである．

基礎資料からの該当する文の選出は，文の内容を理解（解釈）しておこない，曖昧なものは選出し重複を許し，抽出した文の総数は総計 228 となった．

基礎資料を，

1）住み手の行為を表現する文

2）物質的な構成と構成の変化を表現する文

の二種類の文のタイプにわけて考察する．

二つの文の種類を意識しながら，文の表現する内容を解釈し民家の空間（一番座，二番座，雨端）に対応させながら考察を進めた．この時1）例えば行為とともにその位置やありかたが変化する小さな家具や器具などの物質の構成に関する表現は，行為を表現すると考えることが実態に合うので行為ととらえ，2）物質的な構成の過去から現在への変化を表現する文は，改変の行為だが，物質的な状態の変化と考えることが理解しやすいので物質的な構成ととらえることとする．

このようにして，テキストを，ボトムアップで組上げて，構成される構造を抽出することにより，民家の空間の特徴を描き，空間図式を議論する．この作業は第一筆者の責任においておこなった．

4．民家の空間の特徴と空間図式

4.1. 語りが導く民家の空間の特徴

4.1.1. 一番座・二番座の同質性と異質性

Das01　**伊是名の民家の一番座と二番座は，異質性と同質性が同居している．一番座は客間で最も格式が高く，二番座は仏間であることは異質だが，二つの座敷が民家の他の空間とは異なる一体の場所としてつくられ，また日常，非日常において一体に使われていることは同質である．**

Cas01　**一番座は客間として使われ他の空間より格が高い．**

Ba01 一番座は客間であり，男性の場所であり，民家の中で最も格式が高い．

A01　お客様を一番座でもてなす．A204,A186

A05　男の人は一番座で休む（寝る）．　A217,A218

A02　一番座は大切なところなので,一番座には直接外部から入らない．A185

Bs03 一番座は二番座と異なる空間である．

S34　一番座の天井は,二番座の天井より高い．　B19

Cas01　**伝統的民家には必ず一番座と二番座があり，他の民家の空間とは異なる場所である．**

Bs02 伝統的民家には一番座と二番座がある．

S01　沖縄の民家には,みな一番座と二番座がある．J88,H108

Bs04 一番座と二番座は，民家のその他の場所から離された特別な場所であり，一体の場所である．

S02　一番座と二番座は欄間で囲われていて昔から変わらない．I144,J3

S10　座敷と縁側の間には新築当時障子が設置されていた．F29,F82

S05　一番座も二番座も四畳半である．　H2,H3

S04　一番座と二番座は連続していて遮るものがない．L2,L3

Cas01　**一番座も二番座も日常的な生活の場となるほか，特別な場合には連続した場所となり訪問客をもてなす．**

Ba02 一番座も二番座も普段の日常生活の場として，起居，就寝に使用する．

A03　普段は一番座に居る．　F21,F22,L5

A09　普段は二番座に居る．　D66,J54,J56,L9

A04　一番座と二番座でどちらにも同じように寝る　A203,J90

A06　一番座でベッドで寝る．C1,L1

Ba03 一番座と二番座は連続して使われ，大勢の訪問客をもてなす．

A13　お盆など大勢の集まる時は,一番座と二番座にふたつ座卓を並べて使う．　H99,J89,H97,H100

A17　みな来ると，二番座の前から家に入る．A63，D67

Cas01　**床の間や仏壇が大切にされ，普段の南面からの出入りは，これらの正面を避けている．**

Ba10 床の間や仏壇などの座敷の北側の設えは人びとにとって大切であり，南を向いている．

A07　床の間に足を向けてはいけないという．　A198

A12　仏壇に足を向けて寝てはいけないという．　A197

Ba09 普段の出入りは，一番座や二番座の前ではなく，三番座や台所の前を使っていた．

A16　家族などは南の縁側（二番座・三番座前）ではくつろがず三番座西の縁側でくつろいだ．　A168

A18　二番座前あるいは一番座前から入るのはほとんどない．F69

A33　家への出入りは,台所南端と二番座前からしていた.台所南端から二番座縁にも廻った．　C121，C123

4.1.2. 一番座の南東方向への領域拡大

Das02　**伊是名の民家の改変は，一番座の領域を，民家の伝統的空間構成の一番座周縁の縁側や雨端を取り込むように，南東方向に拡大する場合が多い．**

Cas01　**特に一番座の領域の拡大は，南や東の縁側や雨端を取り込むようになされる.**

Bs05 一番座の領域を，周囲の縁側や雨端を取り込むように拡大する傾向がある.

S06　一番座は四畳半から六畳に広げたが,二番座は広げていない.　F24,F25

S09　子どもたちが独立してから一番座南の縁側を軒先にアルミサッシュを入れて部屋にした.F17,F18,F19,F20,F15

S11　一番座南の雨端を,軒の先端に,子どもが落ちないように高窓の開いた壁をつくり部屋にした.H6,H111,H112,H110

S14　一番座の南は縁側の柱を抜き,雨端の先端まで室内空間を拡大し,奥行き一間の部屋とした.　I18,I61

S22　一番座と東側縁の仕切りを撤去し縁側を畳敷きにして,一番座を広げた.　F11,F13,F14

Cas01　**民家の改変は，伝統的な空間構成の座敷の外周の空間を取り込むように行われ，幾重にも重なる境界のあり方を変化させる.**

Bs06 民家の改変は，民家の幾重にも重なる境界のあり方を変化させ，軒先までを内部化し強い境界を形成する.

S13　家を拡張したときは一番座や二番座を拡大するのではなく縁側や雨端を内部に取込むように空間を広げた.I60

S18　昔の雨端の先端まで,家を全体的に拡張している.　I44

S19　一番座二番座南の雨端の先端にコンクリートの壁,柱,梁をつくり,二番座南の縁側と一番座南の部屋が追加されたという.　H20,H21,H22,H4

S15　一番座や二番座の縁側の南端にアルミサッシュを入れて内部化して縁側を畳敷きにするなどした.　F26,J2

S53　南側雨端を取り込み内部空間とした.　F2,F3,F7

Cas01　**一番座の東側は，東の庭の外部と内部，表と裏の接続する場所だった.**

Ba07 一番座の東側は，表裏の連続や外部と連続する場所だった.

A29　一番座の東の縁から,裏座に廻れた.　H107

A30　一番座の東側から出入りしていた.　D53, A224

Bs08 一番座東側で，表と裏が連続していることが生活に合致していると考える.

S23　一番座を拡大したために,裏座へ通じる扉を新たに設けた.　F12,F13＊

S24　昔は,一番座の東側で,裏に通じる扉があったが,そこを押し入れにしたので通れなくなった.　H113,H114,H107,C86,C87

Bs12 民家の東側の一番座や裏一番座で，東側外部と出入りすることができた.

S25　一番座の東には縁側はなく,座敷の東はすぐ雨端だった.　H109

S26　裏座の東に,外から直接入れる扉があった.　I62

Cas01　**一番座の東側の縁側や雨端を，物置や棚にするような改変が行われる.**

Ba08 一番座の東側は，今は日常生活行為のための家屋内側から使う場になっている.

A28　一番座東の縁は,物置や洗濯物干し場として使われている.＊　C22,B18,C20

Bs09 一番座には，座敷周縁領域に収納に関する改変がある.

S17　昔布団を入れていた床の間横の収納は,今は裏座から使う物入れ収納になっている. A195,A196,A222,A223

S16　一番座南東角の布団入れの収納は,昔はなく,東縁側から南縁側に回って行くことができた.　A191,A192,F16

4.1.3. 二番座の求心性と外部への拡張性

Das03　**伊是名の民家の二番座の前は，訪問者や祭祀，儀礼などの外部世界と民家の接点として，外に広がる方向性をもつと同時に，二番座の仏壇に向かう求心性がある. 実空間の改変による領域拡大はないが，意識の上での空間の拡大があるととらえることができる.**

Cas01　**二番座の前は，訪問者や祭祀，儀礼における外部世界と民家の接点として大切にされている. 訪問者を茶でもてなすイヒャジューテはそれが日常化したものである.**

Ba04 二番座と二番座の前の雨端の空間は，祭祀，儀礼や改まった特別な場合の，外部との接点である.

A08　お客様を二番座でもてなす.　J55

A15　改まった時や改まったお客さんは,二番座の前に来たり二番座の前から家に入る.A163,A176,A178,A179,A184

Ba05 二番座の前は，拝みなどの外の環境と民家の接点となる場所である.

A27　二番座の前の雨端にオニヨケというまじないを吊るす. D85.D86.D87

A26　ヒヌカンの拝みは,二番座の前で門の方向を向いて拝む.

A14　お盆の時などは,二番座を縁側まで広げて送り盆をする. H98

Ba06 二番座の前は，イヒャジューテという誰彼を問わずお茶でもてなす訪問者と接する場である.

A19　二番座の前にいつもお茶の用意をしている. B2,A80

A20　二番座前の雨端に，椅子が用意されている．＊B3，B4

A21　二番座の前のお茶の用意は,家に誰もいなくても誰でも自由に入ってくださいということだ. A78.A81

Cas01　**二番座は仏壇とともにある空間で，仏壇への求心性がある. また民家の中心的な場所だからであろうか，他の空間に比し，改変が少ない.**

Ba11 二番座の仏壇は大切にされており，行為が仏壇に向かう方向性がある.

A10　二番座の仏壇に祖先を祀る.　H17,A69

A11　亡くなった人は二番座の仏壇の前に寝かせる.　A202

A25　銘々膳を仏壇の前に置いて,ヒヌカンの拝みをする. F96,L6,L7

Bs10 二番座や二番座周辺の場所は，あまり改変されない.

0S7　二番座は,仏間でもあり,柱で南北に分かれるようだが,ひとつの間である.　A67,A68,A69＊

S08　仏壇の位置が高くて手が届かないので下げた. I142,I143

S21 二番座には仏壇があるから,玄関を二番座の前につくるわけにはいかない. L25,L26

4.1.4. 伝統的な境界の変化

Das04 **伊是名の民家の伝統的な開放的な空間構成は，大切にされるが，外部環境に抗うために，民家の構造や境界をコンクリートやブロックとし，開口部にアルミサッシュを用いるなど，強固な境界を形成する. これによって民家の内外の対比が明瞭になり，行為も追随する.**

Cas01 **南面の境界の改変は他の方位に比し優先される傾向がある. 強力な風雨など外部環境に耐えるため，構造自体を強化して壁をつくったり梁をまわし，アルミサッシュを入れる.**

Bs07 民家南面の境界のあり方が変化し，雨戸しかない雨端から，工業製品の堅固な境界になっている.

S20 もともとの木造軸組の雨端の先端に柱をたて,RC の梁を一周させて（ハチマキを巻いて）もたせて,開口を大きくとりアルミサッシュを入れた. I39,I149,I151

S48 南側雨端の先端にコンクリートブロック壁を（40 年ほど前などに）につくった. D8,G4

S50 そのコンクリートブロックの壁は,西側雨端の壁と一緒につくった. D49

S51 南開口部は,現在アルミサッシが入り雨戸はないが,かつて雨戸があったことがわかる. C27,C32,F1,F4,F5,F6

Bs15 アルミサッシュは，ありあわせでも入れることがある.

S47 アルミサッシュは本家のものをもらい，入れてから 10 年になる. A83,A84

S54 アルミサッシュは,隣島の基盤整備時に安く購入したので,家の開口部にちょうど合うサイズではないが,なんとか入れた. G5,G6

S58 南側開口部には（雨戸も残るが）アルミサッシュを（もらうなどして）入れた. A189,G3

Bs16 外部環境から民家を護るために雨戸や軒の強化が必要である.

S52 雨端などの軒裏に収納してある角材は,台風の時に防風対策で雨戸を押さえる貫である. B64,B65,B66

S55 （アルミサッシュがあるため）新築時はつけなかった雨戸を,数年前につけたところ,台風の脅威は全く感じなくなった. J17,J156,J157

S57 昔からのままの雨戸は,風でガタガタするので,紐で縛ったり貫で抑えたりする. A187,A190

S66 軒を出したり軒裏を丈夫にして,強い風に耐えるようにした. C34,C35

Bs17 南側の雨端やサッシュなどの境界部分の改変が，他の方位の同様の部分より優先される.

S59 東側開口部にはアルミサッシュを入れておらず,昔のままの雨戸が残る. A188

S60 南側開口部の雨戸の内側にアルミサッシュを入れた. F8,F9

S61 東側開口部には,昔は雨戸だけだった. F10

Cas01 **民家南側の雨端は大切な空間で，大切に手を入れながら使われている.**

Bs11 雨端の空間は必要な空間で，手を入れ大切にされている.

S12 二番座の南の雨端の柱は,二本とも腐ったので取り替えたため,細い径の柱となった. D83,D84

S49 南側雨端の先端のコンクリートブロックの壁は,雨端の柱が腐ったので壁とした. D9,D10

Bs18 南側に縁側や庇をつくり，雨端空間を創出しようとする.

S62 南側に座りやすいように縁側をつくる. F81, G1

S64 新しく作った家には雨端がないので,庇を新設した. L28

S65 新しく作った家には縁側がないので,新設した. L30

Bs19 雨端の高さや軒のあり方は風土にあっていて，それ自体が大きく改変されることはない.

S56 雨端は高さが低く抑えられていて風土に合っているが,内部の天井も低くなる.I20,I32,I38

S63 南側縁側の天井は,かつての雨端の軒裏のままである. G2

Cas01 **伊是名の伝統的民家は，基本的に開放的なつくられ方をしており，日常的にも家屋を開放しているような生活が営まれていた.**

Ba12 民家は，普段から戸が開放され庭や集落など外部の環境と連続している.

A22 家の雨戸が全部開いていて,みな家を開けたまま外へ行く. A79.A82,A88

A23 家が全部開いていたので,出入りはどこからでもよかった. F66

Ba13 雨端や民家の南側は，基本的に庭や外部に対して開かれた設えをしている.

A24 一番座・二番座の南（の濡縁や雨端の前）にテーブルや椅子,ベンチなどが置かれている.＊ L13,A312

Cas01 **裏座は，表座に比べより日常的な空間であるが，領域の拡大もおこなわれている.**

Ba14 裏座は，普段の日常生活の様々なことに使われる.

A31 裏座で就寝する（裏一番座）. J15,F23,J141,A220

A32 裏座には,多くの生活のためのものが置いてある（倉庫のようでもある）. J13,H12,H83

Bs13 裏座も生活領域が拡大されている.

S27 裏一番座も北に半間増築した. F54

S32 裏二番座を雨端まで半間延ばした. F52,F51

S29 裏座の北開口部には,アルミサッシュが嵌っている. I58

Bs14 裏座は，子供が使うなどの日常的な生活の場であった.

S28 裏一番座は,子どもの勉強部屋だった. F54＊,F55,C88

S30 裏座には部屋が二つある. J140,H115,J40

S33 裏二番座はもともと板張りだった. F53

S31 裏座の北東角には半間角の押し入れがある.

＊は，筆者らが語りを採集しながら観察して補った事実である.
S35-S46 は三番座の部分に対して与えられた番号なので欠けている.

4.2. 語りが導く民家の空間図式

4.2.1. 一番座・二番座の同質性と異質性

伊是名の民家の一番座と二番座の同質性と異質性は，客間と仏間という各々の特徴ある空間のまとまりとしてとらえることと，両座敷をひとつの空間としてとらえることとして表現される．それぞれのまとまりの空間を求心性のある円で囲み空間の領域と境界を示した．

4.2.2. 一番座の南東方向への領域拡大

一番座の空間は，民家の伝統的な空間構成である，幾重にも重なる境界を少しずつ取り込みながら，南東方向に領域を拡大する．元々の一番座の空間の構成は残り，縁側や雨端の取り込みの痕跡も同様に残る．伝統的な重なる境界の痕跡を残しつつ，内部空間の領域が広がることを，同心円に近い表現であらわした．

4.2.3. 二番座の求心性と外部への拡張性

二番座は，仏間として先祖代々の家を護る求心性がある．民家の中心とも考えられる．一方，二番座の前の空間は，民家と外部の環境との接点としての広がりをもつ．中心と周縁，また中心から外部環境に向かう方向性のある空間として図示した．

4.2.4. 伝統的な境界の変化

民家の雨端の境界は，強い構造や材料によって補強され，外部環境に抗している．それゆえ民家の境界は，かつての弱い境界が幾重にも重なる図式ではなく，強い数少ない境界が，民家を外部環境から切り離す図式となる．これは，民家の正面である南面に強くあらわれる．このことを強いがなお選択的な透過性をもつ，工業製品を考え，直線的な境界としてあらわした．

4.2.5. 空間図式の描出

上述した図式を図５として描出した．

5. まとめ

伊是名の民家の一番座と二番座と雨端の空間に注目し，生活者の語りを採集して，これを基礎資料として分析することで，伝統的な民家の空間の特徴を理解し，図式表現した．

参考文献

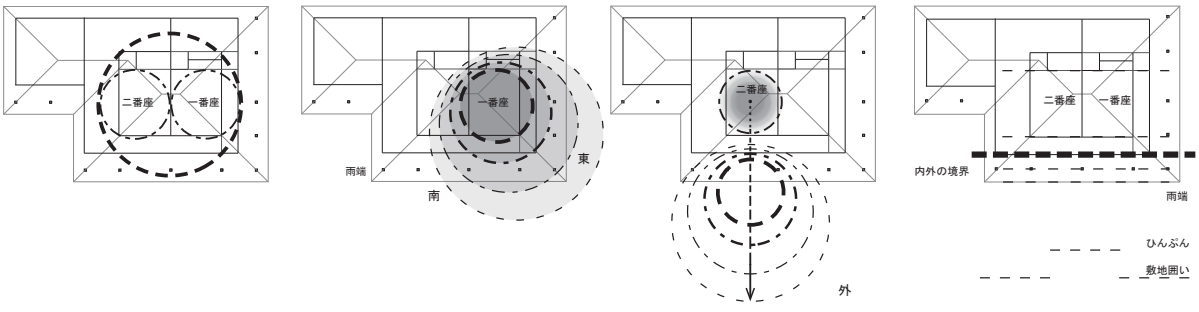
[大久保ら 2015] 大久保崇・藤井晴行・篠崎健一：沖縄伊是名集落の空間構成への住意識の現れ -空間図式と建築の実体との結びつきに関する研究 その 1-．日本建築学会大会学術講演梗概集， 2015．9.

［太田ら 1967］ 太田博太郎， 大河直躬， 青山賢信， 鈴木充， 関口欣也， 吉田靖，『民家のみかた調べかた』1967， 文化庁監修， 第一法規

[金・高田 2015] 金海梨， 高田光雄， 2015， “韓屋におけるチェとマダンのつながりに対応した住生活の特徴に関する一考察（韓国現代文学作品『庭の深い家』を対象として）”，日本建築学会計画系論文集， Vol．80 No．718， pp．2763-2770， 2015．12.

[篠崎・藤井ら 2015] 篠崎健一，藤井晴行，片岡菜苗子，加藤絵理，福田隼登， “空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究(写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み)”， 認知科学， vol．22，no．1，pp．37-52．2015．3.

[篠崎・藤井 2016] 篠崎健一， 藤井晴行， “聞き取り調査から描きだされる伊是名の民家の空間図式（民家の一番座・二番座と雨端に注目した住空間の特徴）”， 日本認知科学会大会 2016，OS フィールドに出た認知科学２，2016．9.



a．一番座二番座の同質性　b．一番座の領域拡大（同心円状の広がり）　c．二番座の固有性・外への連続性　d．境界の変化

図５ 語りが導く民家の空間図式

空手の基本動作を教授・練習する場の相互行為：統率の枠を超える参与者（師範）による個別指導の観察と分析

Interactive instructions for basic motions in Karate class: An analysis of coaching by *Shihan* beyond the discipline of the practice

名塩　征史
Seiji Nashio

静岡大学
Shizuoka University
nashio.seiji@shizuoka.ac.jp

Abstract

This paper shows how *Shihan*, the primacy instructor of Karate class, corrects the basic motion of each trainee individually, in the middle of the well-disciplined stream of practice. *Shihan* fits his own body into the repetition of the basic motion that is practiced by the trainee with a steady rhythm and makes the rightful interaction which corrects the trainee's motion effectively. The author suggests that this complicated instruction is supported by well-organized multiple interaction, which is related to informative of *Shihan*'s instruction.

Keywords — instruction, bodily interaction, multiple interaction, informative

1.　はじめに

本研究では，立ち技系格闘技の一つである空手の稽古場面を取り上げ，全体としては協調を重んじながらも，各練習生に対する個別指導も同時に行う師範–指導者–練習生間の相互行為を分析・記述する．

近年では，言語と身体の協調からなる相互行為を微視的に分析・記述するマルチモーダル分析が盛んに行われている[1]．その中には，ダンスや格闘技，専門業務等の実演[2][3][4]，または，その身体的技能の教授がどのように実践されるのかについての議論もいくつか散見されるようになった[2][5][6][7]．本研究では，そうした近年の動向を踏まえ，身体的相互行為を基調とする教授の実践と環境について，先行研究とは異なる新たな事例を提示し，議論する．

2.　データの特徴：先行研究との比較から

ここでは，まず本研究が扱うデータの概要を説明し，本研究と同様に身体的技能の教授・指導場面を分析した岡田・柳町（2008），Okada（2013），Keevallik（2010），伝（2016）との比較から，本データの特徴を述べる．

2.1 データの概要

本研究で用いるデータは，2016 年 9 月に静岡市内で行われた小・中学生向け空手教室での一場面である．この日の稽古は 1)準備運動，2)基本動作の練習，3)形（かた），4)組手，5)整理運動（筋力トレーニングと柔軟体操）の順に行われ，全体の稽古時間は約 2 時間半に及んだ．稽古には，この教室の統括・運営を担う師範（S）が 1 名，有段者として練習生の指導に当たる指導者（I）が 2 名，有段者ではないが当該場面では指導者らとともに見本を示している成人の練習生（L）が 2 名，そして練習生である小・中学生の男女（p）が 19 名参加している（図 1）．

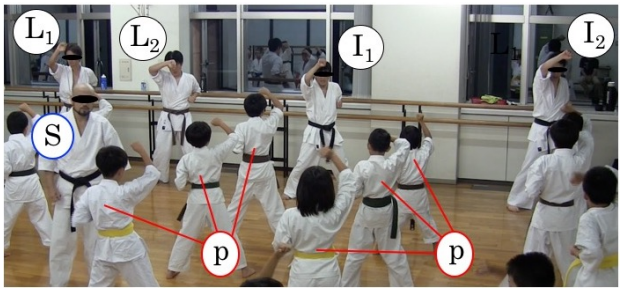


図 1: 基本動作の練習風景

本稿では，2)基本動作の教授と練習を行う場面に焦点を当てる．基本動作とは，一定の構えから繰り出される攻撃（打突・蹴り）や防御（受け・払い）を為す腕や脚の一振りである．【断片 1】[1]に示す通り，当該場面ではその基本動作を I や L が示す模範に倣い，S を除く参与者全員が一定のリズムで 10〜20 回繰り返している．またそのうちの大部分は「気合い」と称される力強い発声を伴い，図 2 に示す音声波形からもわかる通り，この活動が一定のリズムに統率されたものであることが確認できる．

特に注目すべきは，当該場面における S の動向である．S は，整列する練習生たちの間を不規則に移

[1] 本稿における【断片】内の表記について，‘[’ は発話の重複の開始，文末の ‘] ’ は同時に進行する振る舞いの範囲，‘ *(斜体)* ’ は非言語的要素に関する筆者のメモ，破線矢印は指定された動作の継続，‘#’ は聞き取れない発話を表す．

【断片 1】：中段外受けの練習

01	I_1：	中段外受け －①	08	I_1：	いち に さん
02	I_2&L&p：	中段外受け －②	09	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
03	I_1：	いち に さん し ご ろく －③	10	I_1：	し ご ろく
04	I_2：	<Yell>* －④	11	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
05	L&p：	<Yell>	12	I_1：	しち はち く
06	I_1：	10本気合い入れてぇ －⑤	13	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
07	I_2&L&p：	<Yell>	14	I_1：	じゅ
			15	I_2&L&p：	<Yell>

* <Yell> = 気合いの発声（「せい」が多数）

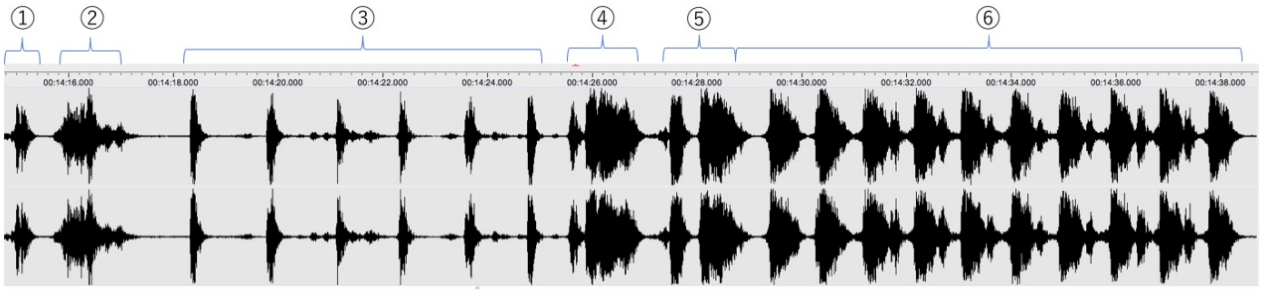


図 2: 中断外受けの練習のリズム

動しながら，全体に声をかけ，時折足を止めては練習生一人一人に個別指導を行う．こうした S の指導は，一見すると全体の統率からは逸脱した活動であるように見受けられる．

なお，上記の参与者以外にも，練習風景を撮影する調査者が 1 名と，自身も空手有段者である S の妻がその場に居合わせているが，当該の活動には直接関与していないため，ここでは分析の対象から除外する．

2.2 先行研究との比較

岡田・柳町（2008）と Okada（2013）では，ボクシングの練習中にコーチがボクサーに対して行う指導場面を取り上げている．コーチとボクサーの一対一の場面では，互いの発話と身体が直接参照可能な資源となり，そうしたマルチモーダルな資源の利用を通して，コーチは指示し，ボクサーはその指示への理解を示す．時には指示を誤解する場合もあるが，Okada（2013）では，そうした誤解に対するコーチの修正もまた，同様に発話と身体の協調によって実践されていることが示唆された．一方，岡田・柳町（2008）が焦点を当てたスパーリング練習中の指導場面では，リング上のボクサーの身体は直接対峙する対戦相手に志向[2]しており，リングの外にいるコーチに視線を向けることが難しい．そのため，コーチの指示も聞こえる範囲でのみ理解しなければならず，また，その指示に対する理解も対戦相手と繰り広げる現行のボクシングの流れの中で示さなければならない．さらに，そうしたボクサーのその場の状況に埋め込まれた動き（指示への応答）に対して，コーチは発話のみで評価を示すことになる．こうした 2 つの練習場面の比較から練習内容やその目的に適した人数と参与構造が，指導のシークェンスに影響を与えていることが確認できる．

Keevallik（2010）と伝（2016）では，二名一組の指導者ペアによる身体的相互行為の提示によって，複数の練習生に対して指導を行う場面が分析されている．

Keevallik（2010）は，Lindy Hop と呼ばれるカップルダンスの指導中に観察された一連の訂正過程（corrective sequence）に注目した．その過程で，指導者ペアは練習生たちの動きを一旦止めて注意を引き，練習生たちに囲まれる中で，自己の身体の動きをもって「悪い例」と「良い例」を交互に示す．このとき指導者は，練習生たちの動きの中から見出された誤った動きを，指示語の発話を伴いながら身体の動きによってやや大げさに演技し引用すること（quoting）で「悪い例」を示し，続いて示される「良い例」との対比をもって正すべきポイントを強調する．またこの発話と身体の協調によるデモンストレーションに対して，周囲の練習生たちは頷きや笑いで応答し，時には訂正された動きを控えめに試行することで指導への理解を示すのである．こうした発話と身体の補完的協働による

[2] 本稿での「志向」は，特定の目的や対象に向かう行為主体の注意や姿勢の向きを表し，「指向」は単に方向のみを表す．

巧みな引用が，特に大部分を模倣（imitation）に依存するダンスの指導における細かな動きの訂正過程で有意に機能していることが示唆されている．

一方，伝（2016）では，柔術の技術指導場面において指導者がパートナーと共に行う模範の提示によって，練習生たちに攻防の技術を教授する様子が分析されている．Keevallik（2010）での事例とは異なり，模範の提示に参加する指導者のパートナーは，練習生の中から選ばれ，その場で指名される．それゆえに，パートナーはその時の指導内容を事前に知らされておらず，模範の提示に際してどのように振る舞うべきかを，共に実演する指導者の身体の動きと発話をもとに予測して動かなければならない．そこで指導者は，周囲の練習生たちに技術指導を行う解説と身体的行為の中に，パートナーの動きをリードする手がかりも埋め込む形で模範の提示を行うことになる．つまり，この場面では，指導者は直接パートナーと行う相互行為を周囲の練習生たちに提示することで間接的に身体の動きを指導するというオープンコミュニケーション形式[8]の相互行為と，そのとき練習生に宛てた言葉による説明がパートナーに対する動きの指示をも暗示するというもう一つの相互行為を同時に実践しているものと考えられる．

本稿で扱う基本動作の教授・練習は，複数の参与者を含む活動であり，その意味では，Keevallik（2010）や伝（2016）の事例に近い状況と言えるだろう．しかし，本稿での基本動作の練習は，原則として指導を行うために中断されることはなく，指導者（I, L）や練習生（p）の動きは一定のリズムで常に継続される．指導者 I_1 が発する簡単な指示や号令に応じて動作を行う形式をとっており，その活動は指導者(I, L)と練習生(p)が互いに指定された基本動作をリズムに合わせて提示し合う儀礼的な相互行為である．ここには Keevallik（2010）でも言及された模倣（imitation）を重視する側面も見受けられるが，訂正すべき動きを強調する特別な演技や対比はなく，指導者は一貫して望ましい動きを練習生に提示し続けるだけである．一方，師範(S)による個別指導は，原則として個々の練習生に向けて行われるものであり，師範が練習生の正面に立ち，直接対峙して指導を行う場面も少なからず観察された．この状況は Okada（2013）と同じく，一対一の指導場面として捉えることができるだろう．ただし，上述の通り，練習生は指導者 I_1 の指示と号令に応答するように一定のリズムで基本動作を繰り返し行わなければならない．つまり，練習生は師範から個別に受ける指示に対する理解や応答を，全体として統率された一定のリズムで反復される動きの中で示さなければならない．これは，岡田・柳町（2008）が取り上げたスパーリング練習中における相互行為の構造に似ている．またここには，伝（2016）が指摘した相互行為の多重性も認められる．すなわち，指導者（I, L）と練習生（p）との間で行われる儀礼的な練習のシークェンスと師範(S)と練習生（p）との間で行われる個別指導のシークェンスの重複である．しかも，本稿の事例では，各シークェンスを先導する主体（指導者（I, L）と師範（S））が異なるため，当該場面の活動の組織化には，この先導する主体間にも何らかのコミュニケーションが必要になるものと考えられる．

以降では，こうした複数の相互行為が重複する練習場面について，師範（S）による個別指導の様相を中心に分析を進め，それをもとに当該場面全体の構造を記述し，またその構造の有意性について当該のフィールドに特徴的な事情との関連から検討を試みる．

3. 分析

3.1 師範（S）の指導

現代武道の一種である空手（道）では，精神的側面を重視した教育的価値観を背景に，特に年少者を対象とする場合には，礼儀や協調性を重視しつつ，個々の精神面の強さを育むことも目的の一つとされている[9]．当該場面における統率された形式での稽古も，心身ともに健全であることや規律を重んじる教育的な意図を具現化したものであると考えられる．

一方で，当該場面で教授・練習される基本動作は，その後に行われる形や組手の稽古はもちろん，競技や進級試験における評価をも左右する技術であり，その体勢と動きを正確に身につけることもまた，練習生にとっては重要な課題である．しかし，上記のような統率された儀礼的形式では，個々の練習生が抱える課題に対して逐一指導を加えることは難しい．先に指摘した当該活動への S の参与は，こうした練習生の個別性に対応する相互行為として機能するものと期待される．

当該場面で練習生が学ぶべき内容として，S が実際に言及したのは主に次の３点である．

Ⅰ．相手を意識した構え・攻撃・防御
Ⅱ．姿勢・拳の握り方・手刀の形・脚腰の配置に関する望ましいあり方
Ⅲ．忍耐強く自己を律する意識の重要性

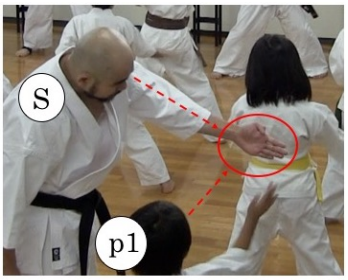


図 3: 手刀の作り方

上記 I ～Ⅲの教授を目的とし，S は統率された枠組みの中で基本動作を確認する練習生の間を移動しながら，個々の練習生に声をかけ，その姿勢／体勢を正し，拳の握り方や手刀の作り方を示して回るのである（図 3）．時には練習生の正面に立って見本を示し，叱咤激励する局面もあった．

各基本動作の望ましいあり方を指導する方法には注目すべき特徴が見受けられる．具体的な事例を一つ挙げてみよう．図 4 は，防御の基本動作の一つである上段受けを行う指導者 I_1 の様子である．上段受けは上方から降りかかる相手の攻撃を防ぐための動作であるが，I_1 は少し腰を捻りながら，肘を支点に 80 度に曲げた腕を外から内に一旦絞り込むような軌道で頭上まで振り上げている．この時，相手の攻撃が自分の頭部に当たらないように顎を引き，振り上げた腕よりも頭を低く保つことも重要である．これは，練習中に S から盛んに出されていた「相手の目を見ろ／相手から目を離すな」といった指示にも整合する姿勢である．一方，同じく上段受けを行う練習生 p2 の動きを見てみると，I_1 とは異なり，絞り込むような腕の軌道が見受けられず，それを実現する腰の捻りが足りない（図 5）．

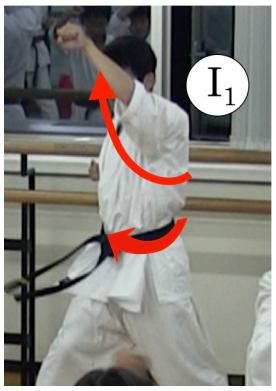


図 4: I_1 の上段受け

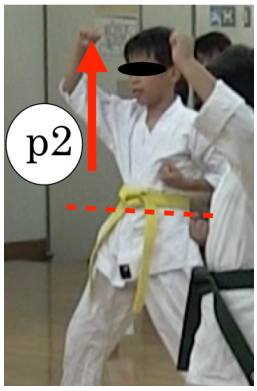
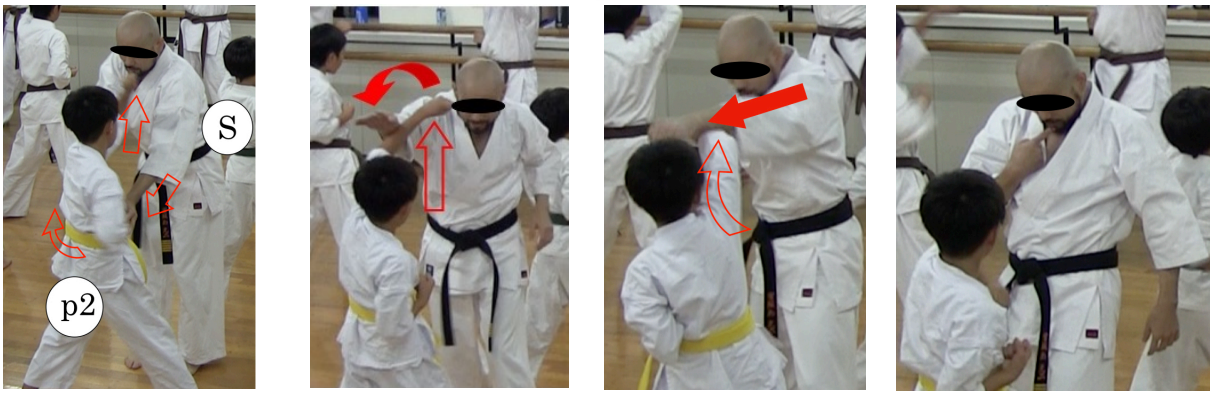


図 5: p2 の上段受け

【断片 2】からは，それに気づいた S が p2 の正面に立ち，I_1 が「10 本気合い入れて」と指示を発するわず

【断片 2】：上段受けの練習

01	I_1：	上段受け
02	I_2&L&p：	上段受け*(やや不揃いな発話)*
03	I_1：	いち に さん し ご ろく
04	I_2：	<Y[ell>
05	L&p：	[<Yell>
06	S：	------*
07	I_1：	10本気合い入れてぇ
08	S：	* ----------→ *(図6a)*
09	I_2&L&p：	<Yell>
10	I_1：	いち に さん
11	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
12	S：	----------**
13	I_1：	し ご ろく
14	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
15	S：	**----------***
16	I_1：	しち
17	I_2&L&p：	<Yell>
18	S：	***-----→ *(図6bc)*
19	I_1：	はち く じゅ
20	I_2&L&p：	<Yell> <Yell> <Yell>
21	S：	---------→ *(図6d)*
22	I_1：	中段外受け
23	I_2&L&p：	中段外受け



a b c d

図 6: 上段受けの教授

かな時間に p2 の手首を右手で掴んで引き上げ，左手で p2 の腰を抑えて少し捻り（08 行目，図 6a），問題点を手早く指摘しているのがわかる．さらにその後，号令に合わせて動作を繰り返す p2 に対して上方から腕を振り下ろしたり（図 6b），肩ほどの高さからまっすぐ拳を突き出したりして（図 6c），何度か実際の打突を受けさせた（10-18 行目）．これにより，上段受けによって防ぐ打突が一様ではなく，また実際の突きを上方へと受け流すためには，適切な腰のひねりと内側への腕の絞り込みが必要であることを体験させたのである．またこの相互行為を繰り返す過程で，p2 の意識が上に向き，頭が上がってきてしまった．それに気づいた S は打突を中断し，右手人差し指で自分の顎を首元に押しつけ（20-21 行目，図 6d），p2 に顎を引くように指示を出した．

基本動作の望ましいあり方として，その力加減や身体各部位の配置，またそうした個々の要素の適切な組み合わせなどを教授することは，極めて困難な作業であるように思われる．ましてや，当該場面では，全体として統率されたリズムを維持しながら，わずかなタイミングを見計らって教授を行わなければならず，込み入った解説や，良い例／悪い例の対比をもって指導することなどはできない．図 6a に示した指導を全体練習のわずかな切れ目を狙って手早く行う様子も，統率されたリズムへの意識が影響しているものと考えられる．こうした条件下において，S がとった上のような指導法は，いわば身体的な攻守の隣接ペア[10]を利用したものであった．この指導法は S が盛んに呼びかける「相手を意識しろ」という指示とも一貫している．たとえば，上段受けは本来，「肘を支点に 80 度に曲げた腕を頭上高く振り上げる動作」ではなく，「上段から襲いかかる相手の打突を受け流す防御」でなければならない．そのため「腕がどこまで上がっているか」や，「どのぐらいの速さで振り上げられているか」などは，一様には説明できず，また実際にはそうした指標で動きを捉えるのは適切とは言えない．むしろ問題は「実際に相手の打突を受け流せるか」ということである．S が指示するように，相手を意識し，相手の打突をイメージしながら受けの動作を実践すれば，その動作は自ずと望ましいあり方へと近づいていくだろう．つまり，どのような打突が迫っているかという先行する第一対成分が明確であれば，それをどのように受けるべきかという第二対成分も決まる．そこで S は，一定のリズムで動作を繰り返す p2 の行為の流れの中に，自らの指導行為を組み込むような形で，本来あるべき攻守の相互行為を創出した．このように個々の練習生に対して直接打突を加えるといった S の指導は，そうした相手を意識した動作の実践を促しながらも全体としての統率を乱すことなく現行の儀礼的活動への適応も可能にする合理的かつ効率的な相互行為を実現していると言える．

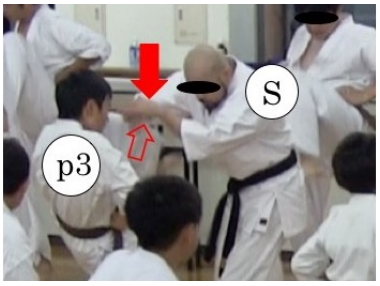


図 7: 膝蹴りを受ける S

ただし，この攻守の隣接ペアを利用した指導は，p が受け（防御）の基本動作を練習している場合にのみ有効であると言える．なぜなら，防御は攻撃に合わせて調整・実践されるが，攻撃は防御に合わせて調整・実践されるわけではないからである．したがって，p が打突（攻撃）の基本動作を練習している際に，師範が受け（防御）をもって p を先導することはできないのである．そのため S が p の正面に立ち，直接 p の打突に指導を加える場合には，実戦とは異なる形でその打突を受けることになる（図 7）．しかし，こうした指導もまた，直接相手（S）の身体を打つという体験を通して，その基本動作の望ましいあり方を体得させようとするものであると考えられる．

3.2 統率の乱れ

以上のように，基本的には全体としての統率を重んじながら行われる S の個別指導だが，一部不規則な側面を含むがゆえに，一定に保たれていた活動のリズムを乱す局面も観察された．まずは比較的頻繁に生じる微細な乱れとして，練習生による統率からの逸脱を挙げてみよう．【断片 3, 4】（図 7a-d）は，それぞれ中段内受け，手刀顔面打ちの練習場面である．どちらの場面でも I_1 の号令が止んでいるにもかかわらず，練習生は一回多く動作を行なっているのが確認できる（【断片 3，4】内の赤枠部分）．

これらの逸脱は，両者ともに S による逸脱が誘発したものである．ここでの基本動作は，追従すべき号令を発する I_1 に焦点を合わせて繰り返されなければならないが，練習生たちは，模範を示しながら盛んに発破をかけてくる S の接近や，直接的な働きかけにより焦点が一時的に S に引きつけられる．そのため，S が I_1 の号令に関係なく動作を多く繰り返せば，それに釣ら

【断片 3】：中段内受けの練習

01	I_1：	ろく　しち　はち
02	I_2&L&p：	<Yell>　<Yell>　<Yell>
03	S：	###　腕を大きくー *
04	I_1：	く　じゅ
05	I_2&L&p：	<Yell>　<Yell>
06	S：	* ---------- ** (図7a)
07	ps：	<Yell>
08	S：	そうだ ** --→

a

b

c

図 7: 逸脱を誘う動き

れた練習生も，思わず多く繰り返してしまうのである．【断片 3】では複数の練習生（ps）が S の模範に目を奪われることで逸脱し，また【断片 4】（図 7c）では p4 が，自らの手刀を受ける S の動作の繰り返しに応えることで，結果として逸脱してしまったものと考えられる．

ここまでの事例は，個々の練習生のリズムをわずかに乱してはいるものの，練習全体のリズムに影響を及ぼすほどのものではない．しかし，以下の事例のように，S が練習生全員に向けて語りかけることで，次の基本動作へと移行するタイミングを遅らせるような場面も観察された．

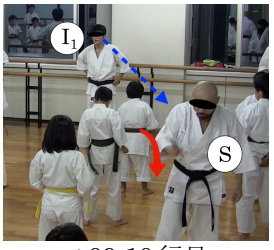
【断片 5】は，前蹴上げの練習から，内廻し蹴りの練習へと移行する場面に挿入された S の語りである．この日の基本動作の練習場面では，休憩や深呼吸を促す明確な指示もなく，技と技の移行場面にこれほど長いインターバルを取ることは【断片 5】の時点までなかった．つまり，この場面では，S の語りを妨害しないように I_1 が意識的にインターバルをとっているのは明らかである．I_1 は語り続けながら移動する S を目で追い（08-10 行目下線部），練習を再開するタイミングを見計らっている（図 8a）．それに気づいていたのか定かではないが，S は語り終えると I_1 に視線を向け，小さく頷いた（14 行目，図 8b）．それに応じるように I_1 は「内廻しいきます」と指示を出し，練習を再開している．

【断片 4】：手刀顔面打ちの練習

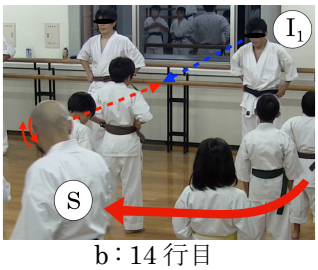
01	I_1：	ご　ろく　しち
02	I_2&L&p：	<Yell>　<Yell>　<Yell>
03	S：	もっと強くーもっと強くだぞー *
04	I_1：	はち　く　じゅ
05	I_2&L&p：	<Yell>　<Yell>　<Yell>
06	S：	気合いもっていけほらー * ---------- ** (図7b)
07	p4：	<Yell>
08	S：	は## ** --→ (図7c)

【断片 5】：前蹴上げ→内廻し蹴り

01	I_1：	*(前蹴上げの反復)*　じゅ
02	I_2&L&p：	<Yell>　<Yell>
03	S：	全部自分で決めろ，全部自分で決めろ
04	I_1：	はい，足揃えて
05	I_2&L：	押忍
06	S：	一生懸命やるわー *(声が大きくなる)*
07		一生懸命やるかやらないか自分で決め
08		ろー，人に決めてもらうなー，一生懸
09		命やるかー，力一杯やるかーダラダラ
10		やるかは自分で決めろ
11		自分の道は自分で決めろー，自分のや
12		ることは自分で決めろー，決めた以上
13		は，しっかりやれー
14	S：	*(I_1を見て頷く)*
15	I_1：	内廻しいきます



a：09-10 行目



b：14 行目

図 8：I_1 と S のコミュニケーション

【断片 6】は，後ろ蹴りの練習が終了し，最後の基本動作である廻し蹴りへ移行する場面であるが，ここでも同様に，S の語りを妨害しないように練習全体が停滞しているのがわかる．

【断片 6】：後ろ蹴り→廻し蹴り

01	I_1：	はい正面向いて
02	S：	最後だぞー
03		自分で自分の気持ちを かあああっと燃
04		えろ，燃えさせろ，爆発しろー
05	I_1：	押忍
06	I_2：	押忍
07	I_1：	廻し蹴り
08	I_2&L&p：	廻し蹴り

注目すべきは，I_1 と I_2 が，S の語りに対して「押忍」と応答していることである（05-06 行目）．つまり，ここでの練習全体を統率し先導する主体である I が，指導を受ける立場から，S の語りに対して理解を表示しているのである．このことから，当該の空手教室における唯一絶対の指導者は S であり，I もまた S の弟子であるという前提的な序列がここに浮かび上がってくる．基本動作の練習は，この日の稽古の一局面でしかなく，I_1 はその局面の統率を S から一時的に任されたに過ぎない．S はそうした立場から，ここでの練習に自ら統率を要請し，それを自ら尊重しつつも，その統率の枠組みを超えたところから，I や L を含む自分以外の参与者全体に指導を行う主体なのである．そのため I_1 は，自らが統率する練習場面において個別に，または全体に対して行われる S の指導を常に注視し，その語りに傾聴しながら，練習全体の進行を調整しなければならない．こうした師弟関係を背景とする S と I_1 との意思疎通が，当該活動の組織化にとって重要な役割を果たしていると言えるだろう．

4. 考察：参与枠組みの重複

以上の分析から，最終的に図 9 に示すような教授の構図が明らかとなった．まず，S が統括する稽古の場において，I・L（g1）と p（g2）が向かい合う形で互いに焦点を合わせリズムよく実践する統率された活動の枠組みがある．S はその枠組みの中を，その統率を尊重しつつも自由に動き回り，他の参与者全員（G）に語りかけ，各 p に特化した相互行為の場を随時形成する．この S-p 間の相互行為は，活動全体の統率を管理する I_1 による注視・傾聴を受け，I_1 の判断によって活動全体の進行にも影響を及ぼす．これは S の行為が p を指導する内部指向性と I_1 や G 全体にその指導を開示する外部指向性を併せ持つこと（informative）[8][11]に由来するものと考えられる．この基本動作の教授と練習の場は，g1-g2，S-p，S-(I_1-)G といった「参与枠組み（participation framework）」[12]が絡み合うような構図で示すことができる．

この参与枠組みの重複は，空手道が重んじる精神を複数の練習生に一括して教授するなかで，練習生一人一人が個別に抱える技術的な問題にも対処し，その基本動作を望ましい形へと導いていくという S の志向の重複を具現化した教授環境とも言えるだろう．またこの形態での教授活動には，空手をはじめとする多くの武道に共通の前提的な序列意識（師弟関係）が，有意に機能していると考えられる．特に S–p 間相互行為の外部指向性は，その周囲の参与者たち（I，L，p）の S

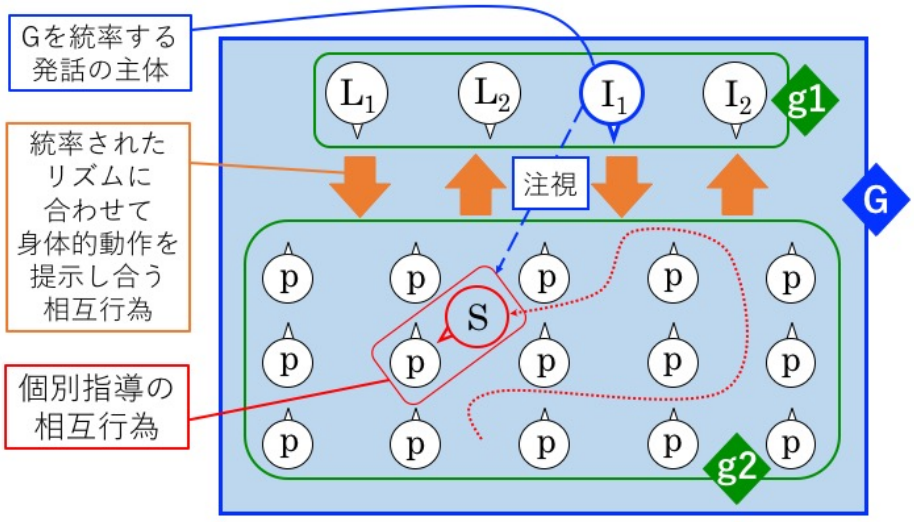


図 9：本稿の分析から見えてくる相互行為の重複

に対する畏敬の念が保障する性質である．逆に，その畏敬の念が，G の活動に乱れをもたらす場面も観察された．すなわち，当該場面における統率から自由に逸脱できる唯一の存在である S の，その逸脱した振る舞いが，他の振る舞いと同様に外部指向性を発揮することにより，p の逸脱した振る舞いを誘発してしまうこともある．こうした乱れが，基本動作の練習全体に混乱をもたらすことがないように，I や L はある程度自律して全体の統率に取り組み，必要に応じて練習を中断し，S の指導にその場を譲ることも必要となる．I や L には，単に練習生として S の指導を仰ぐだけでなく，S の教育的な志向にも理解を示し，追従することが求められていると言えるかもしれない．

5. まとめ

本稿では，統率された枠組みの中で行われる空手の基本動作の練習場面を取り上げ，そうした統率を自らその場に要請しながらも，その統率の枠を超えて自由に動き，各練習生が抱える問題に個別に対応する師範の指導行為を分析・記述した．またそうした指導が，現行の統率された練習への適応と個別の問題への対処を両立させる身体的な相互行為の巧みな創出によって達成されていることを，具体的な事例をもって示した．さらに，師範による指導行為の外部指向性が時には練習生のリズムを乱し，さらには練習の中断を余儀なくされる事態へとつながることも指摘した．こうした師範による外部指向性の発揮は，周囲の練習生や指導者が抱く師範への畏敬の念が保障するものと考えられる．本稿では，そうした心理に基づく師弟関係が，師範の込み入った教授志向を実行に移す場の仕組みを支えているという可能性を考慮しつつ，この教授と練習の場が，師範（S）–指導者（I・L）–練習生（p）の多様な組み替えと重複を含む三者間相互行為によって共創される様相を記述した．

空手教室の練習メニューとしては，本稿で取り上げた基本動作の練習以外にも，形の練習や組手など，様々な目的と形式による練習が行われる．今後は，そうした他の練習場面についても同様に分析を進め，全体の構成や練習間の相互関係についても考察していきたい．

謝辞

データ収録にご協力いただいた宮城島流空手教室の皆様に感謝いたします．

参考文献

[1]Streeck, J., Goodwin, C. & LeBaron, C. (Eds) (2014). *Embodied interaction: Language and body in the material world*. New York: Cambridge University Press.

[2]Keevallik, L. (2010). Bodily quoting in dance correction. *Research on Language and Social Interaction,* **43**, 401-426.

[3]西山武繁・諏訪正樹 (2012). 身体運動の記述に基づく空手の組手競技における駆け引きの考察. 電子情報通信学会技術研究報告, **HCS2012-44**, 67-72.

[4]名塩征史 (2016). 理容室でのコミュニケーション–理容行為を〈象る〉会話への参与–. 片岡邦好・池田佳子・秦かおり（編） コミュニケーションを枠づける 参与・関与の不均衡と多様性. pp. 243-262, くろしお出版.

[5]伝康晴 (2016). 身体的インタラクションを提示して教授する : 柔術の技術指導場面から. 2016 年度日本認知科学会第 33 回大会論文集, 201-206.

[6]岡田みさを・柳町智治 (2008). インストラクションの組織化–マルチモダリティと「共同注意」の観点から–. 社会言語科学, **11**(1), 139-150.

[7]Okada, M. (2013). Embodied interactional competence in boxing practice: Coparticipants' joint accomplishment of a teaching and learning activity. *Language & Communication*, **33**, 390-403.

[8] 岡本雅史・大庭真人・榎本美香・飯田仁 (2008). 対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析. 知能と情報, **20**, 526-539.

[9] 小佐野淳 (2003). 図説　武術事典. 新紀元社.

[10]Schegloff, E. A. & Sacks, H. (1973). Opening up closings. *Semiotica*, **8**, 289-327.

[11]Clark, H. H. & Carlson, T. B. (1982). Hearers and speech acts. *Language*, **58**, 332-373.

[12]Goffman, E. (1981). *Forms of talk*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

アイスホッケーにおける熟達過程の姿勢と間合いの可視化
Visualization of Expertise of Posture and Maai in Ice Hockey

山田 雅之
Masayuki Yamada
星槎大学
Seisa University
m-yamada@gred.seisa.ac.jp

Abstract
This article presents visualization of expertise in ice hockey. This research focuses on posture and Maai. The results suggest that skill acquisition process can be read by posture and Maai visualization.

Keywords — Expertise, Visualization, Posture and Maai, Ice Hockey,

1. はじめに

学習過程を可視化することにより，学びを支援しようとする研究は従来から多くなされてきた．同様にスポーツにおけるフィールドでの熟達過程を可視化する研究が求められている．理解の様子や身体動作を可視化することで熟達過程を指導者が確認しコーチングに活かせるような研究が求められている．

Roy[1]は子供の言語獲得において，単語の獲得に向けて保護者の支援の度合いが高くなり，単語を獲得した後に支援の度合いが低くなることを示した．このような支援の度合いの変化はスポーツにおけるスキル獲得過程においても起きていると考えられる．本研究では学習者の姿勢と間合いを可視化することによって，先行研究同様にスキルの獲得に向けて支援の度合いが高まり，獲得後低くなる様子の分析へとつなげたい．

2. 目的

本研究の目的はアイスホッケー初心者が熟達していく過程について，「学習者の姿勢」と「コーチと学習者の間合い」を可視化することである．姿勢と間合い両者の関係を明らかにし，先行研究[1]で見られた支援の変化がスポーツにおけるスキル獲得においても見られるかどうかの検討につなげていく．そのためにも熟達過程を可視化する方法論の検討が必要と言える．

3. 方法

3.1 実践方法

本研究ではアイスホッケー初心者１名の８回にわたる熟達過程を分析対象とした．実践は学習者が所属する少年アイスホッケーチーム内の練習で実施した．学習者は 4 歳 10 か月児であり，初めてスケートを履いてアイスホッケーをプレーしたため氷上では立つこともできないレベルであった．

3.2 分析方法

学習者の姿勢と間合いを可視化するため，コーチのヘルメットに小型のウェアラブルカメラ GOPRO を装着し撮影した．本研究ではこの映像を 1 秒ごとの画像に切り出した．画像の切り出しには adobe 社の Premiere Elements14 を用いた．

3.2.1 姿勢の可視化

1 秒ごとに切り出された画像に対し，その時の姿勢をカテゴリ化しコーディングした．姿勢の可視化についてはすでに山田[2]で実施していた方法を用いデータを８日分に拡張して実施した．

姿勢は以下の 6 カテゴリを抽出した．「立つ」「膝立ち」「座る」「這う」「伏せ」「寝る」以下文末（ ）内は図 2 中の色を示す．

「立つ」は両足もしくは片足（のスケート）が氷についている状況を示す（紫）．
「膝立ち」は両膝をついている状況を示す（緑）．
「座る」はお尻がついている状況を示す（青）．
「這う」は膝立ちから手をついている状況を示す（黄）．
「伏せ」は両膝，両肘がついている状況を示す（橙）．
「寝る」はお腹か背中がついている状況を示す（赤）．

本研究ではこれらの 6 カテゴリに色をつけ，学習者が氷に乗っている間にどのように姿勢が変容していったかを可視化した．また，同じ姿勢であっても人（コーチ）が触れている場合（赤，青）や物（スティックやコーン）を触れている場合（赤，紫，緑）を判別するための抽出も実施した．これらから，例えば何も触らず立っている状態と，抱っこされて立っている状態，コーンにつかまって立っている状態等の判別が可能となる．このように状態に色を着けたカラーバーで表現する方法は Nishiyama & Suwa[3]でも見られており，

厳密なフィードバックよりも有効である示唆が得られる場合も期待できるため，今回はカラーバーを用いた．

3.2.2 間合いの可視化

間合いの可視化のため，本研究では画像内の学習者のヘルメットの幅について，processing を用いてプログラムを作成しピクセル数を測定した（図 1）．ピクセル数は正確な距離を示すわけではないが，本研究で求めているような 2 者間の間合いを可視化するための簡易的な方法として実践した．カメラはコーチのヘルメットに装着されているので，画像内の学習者のヘルメットの幅（ピクセル数）が大きければ学習者は近くにおり，小さければ遠くにいることを示している．

3.2.3 熟達過程における姿勢と間合いの関係

先行研究[1]に見られるようにスキル獲得に向けて，コーチは支援の度合いを高めることが予測される．また獲得された後に支援の度合いは低くなると予測される．これは本研究において，学習者がスキルの獲得が近づくと，間合いも近くなり，スキルの獲得が起こると間合いが遠くなると予測される．例えば乳幼児が初めて歩行する際には保護者との間合いは近くなると予測される，歩行が可能となった後には間合いは遠くなると考えられる．

本研究では 8 日分のデータを可視化しているため 8 日分のデータを連続で示している．氷上に乗っている時間のみを対象とするため陸上にいる時間のデータは削除している．本研究では細かい距離よりもスキルの獲得に対して支援の度合いが高いか低いかを示すために間合いを対象としている点から全体的な増減の傾向を表すため 60 点の移動平均のグラフを用いている．前述した乳用児の歩行の例でも，初めて歩行した瞬間に保護者の間合いが近いかどうかは疑問である．しかしながらその前後も含めた全体的な増減の傾向としては歩行というスキルの獲得の瞬間を境に支援の度合いの指標となる間合いが変化すると考えられる．

両者の関係について検討するため本研究ではビデオの映像から以下の 5 点のスキル獲得を抽出した．①つかまり立ち（つかって立っているだけ），②つかまって立ちあがる（所謂つかまり立ち），③つたい滑り（歩き），④（つかまらず両足で）滑る（所謂歩行），⑤（つかまらず）自力で立ちあがる．子供の発達段階では這い這いの後，つかまって立ちあがる，つたい歩き，歩行，つかまらず立ちあがるといったスキル獲得が見られるがスケートにおいてはコーチが最初から学習者が立てるモデルを持っており，最初から立たせようとしていることが示唆されている（山田[2]）．このため本データでは最初にものにつかまって立つという段階があり，

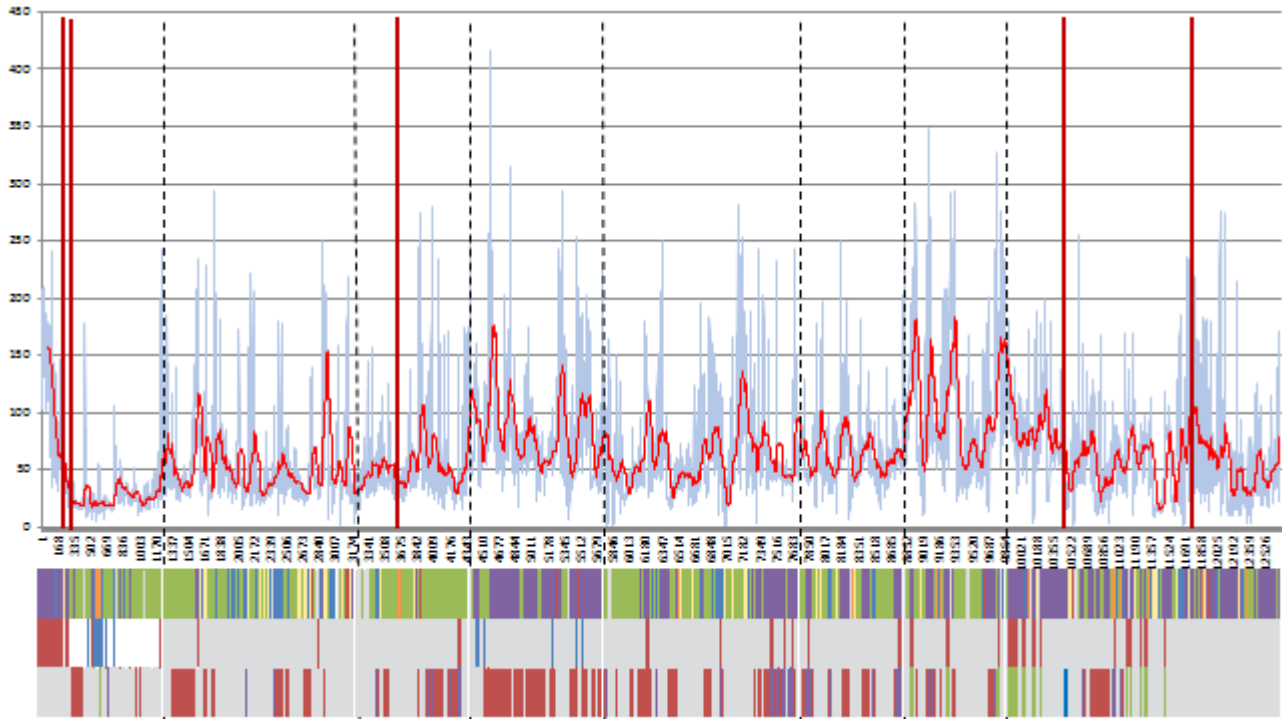


図 2 姿勢と間合いの可視化．

その後自身の力でものにつかまって立ちあがる等のスキル獲得が見られた．これらのスキル獲得過程において姿勢と間合いの関係について考察した．

図 1．画像内のヘルメットのピクセル数の測定

4. 結果

4.1 姿勢の可視化

姿勢の可視化は図 2 下部カラーバーで示された．図 2 より，学習者の姿勢，その時に何と接触していたかが読み取れる．図 2 は上部グラフが間合いを示しており，縦軸がピクセル数，横軸が秒数を示している．縦軸と並行の点線は学習日の境を示している．実線はスキルの獲得を示している．実線は左から先の①から⑤のスキルの獲得を示している．

図 2 カラーバーからスケートにおける初期の段階において，上段は立っていることを示す紫であり，中段は人との接触を示す赤である．ここから学習者はコーチに抱っこされて立っている状況が読みとれる．

その後膝立ちの姿勢（上段緑）が多く，学習者がある程度安定して取れる膝立ちの姿勢でトレーニングしている様子が見られる．4 日目には再び立っていることを示す紫と下段にものとの接触を示す赤が見られるためつかまり立ちしている様子が読み取れる．その後徐々に中段下段に色の無い状態での立っている姿勢（紫）が増加し自立している時間の増加が読み取れる．

4.2 間合いの可視化

間合いの可視化は図 2 の上部グラフで示された．グラフ内の薄い青線のグラフはピクセル数のデータを指す．図 1 ではヘルメットの横幅を緑の実線で測定している様子を示しており，44 ピクセルであることが示されている．本研究では全体的な傾向を見るために 60 点移動平均のグラフを算出し赤線で示している．

間合いグラフの特徴的な個所として，1 日目に最初は非常に間合いの近い抱っこしていた状況から一旦距離が開き再び近づく様子が見られる．これは他のコーチが間に入っている様子を示している．また 8 日目に滑れるようになる（図 2 中右から 2 本目の赤線）までの間は間合いが近く支援の度合いが高いのに対し，滑れるようになった後は間合いが広くなっている様子が見られる．

4.3 熟達過程における姿勢と間合いの関係

姿勢と間合いの可視化からある程度の熟達過程を読み取れることが示唆された．また姿勢と間合いの関係から滑るというスキル獲得を境に間合いが広くなっている様子が示された．しかしながら熟達の過程では複数のスキルの獲得が複雑に入り組んでおり，今回の分析から見られた以外のスキルの獲得や間合いの変化が複雑に絡んでいることが予測される．本研究では今後もこの関係について検討を進めていきたい．

5. 総括

本研究ではアイスホッケー初心者が熟達していく過程について，「学習者の姿勢」と「コーチと学習者の間合い」を可視化した．結果から姿勢をカラーバーの形で可視化すること，間合いをピクセル数から可視化することによって，スキル獲得過程を読み取れることが示唆された．今後はこれらの可視化された図をコーチが現場で用いるためにどのような分析が必要か，両者の関係から熟達の過程において支援の度合いが切り替わる様子を明らかにしていきたい．

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K16176 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] Roy,D. (2009) “New Horizons in the Study of Child Language Acquisition”, Proccedings of Intrespeech 2009,

[2] 山田雅之, (2015) “アイスホッケー初心者のスケートスキル獲得過程”, 日本認知科学会第 32 回大会,

[3] Nishiyama,T. and Suwa,M. (2010) “Visualization of Posture Changes for Encouraging Meta-cognitive Exploration of Sports Skill”, International Journal of Computer Science in Sport, Vol.9(3),

日常会話における共有プランの構築過程の類型
On the processes of constructing shared plans in everyday conversation

川端 良子 †‡，伝 康晴 ‡†
Yoshiko Kawabata, Yasuharu Den
† 国立国語研究所，‡ 千葉大学
National Institute for Japanese Language and Linguistics, Chiba University
ykawabat@gmail.com, den@chiba-u.jp

Abstract

People often negotiate about their future plans and share several types of information about the plans to achieve their collaborative activities. Such information is called "shared plans." In this study, we analyzed the process of constructing shared plans using the Corpus of Everyday Japanese Conversations (CEJC), and show how these processes differ from those proposed in previous models.

Keywords — shared plan, party conversation, qualitative analysis, meeting

1. はじめに

複数の人々が協力して，特定の目標の達成を目指す共同的活動では，活動を円滑に行うために，活動を行うより前に関係者が話し合いを行い，情報を共有するということがよく行われる．このような特定の目標を達成するために行なわれる対話は，一般に「課題指向対話」と呼ばれ，主に人工知能の分野で研究が行なわれてきた [1, 4]．これらの研究では「プラン」[2] の概念を基礎にして，対話を行いながら共同活動を行う主体のモデル化が試みられてきた．ここでの「プラン」とは，基本的には主体が将来実行しようと意図している行為列を指す [3]．こうした「プラン」の概念を基礎にしたモデルは，人の指示を聞いて課題を遂行する機械システムの開発においては有効と考えられる．

しかし，実際の課題指向対話を観察すると，将来の行為のコースを決定できるような詳細な情報を含む会話は必ずしも行なわれない [6]．たとえば図 1 は，幼稚園で行なわれるバザーに出品する焼き菓子を作る計画を立てるために集まった打合せの中で行なわれた会話の一部である．2 列目は発話者の識別名，3 列目は発話内容を示している (以降の会話例は皆同じ)．お菓子を焼く作業を行うための十分な人数が当日集まるということが分かった A が 3 行目で「なんとでもなる」と発話を行い，B が 4 行目で同意を示している．このように，将来の共同的活動についてのおおまかな方向性を共有するためにも会話が行なわれる．

No	話者 ID	転記
1	A	これだけいるから:
2	C	うーん.
3	A	なんとでもなるね.
4	B	うん.
5	A	当日はとりあえず

図 1　曖昧な計画を共有する例

Suchman[9] は，人工知能の分野で基礎とされてきた行為を制御する構造として「プラン」を捉えることを否定している．その代わりに，プランは行為を抽象化したものであり，行為のリソースであると主張している．このようなリソースを用いて，複数の主体が行為を調整するためには，参加者間で「プラン」が共有される必要がある．この共有された情報を「共有プラン」と呼ぶことにする．

共有プランの構築は，複数の主体が特定の行為を実行することに対して「合意」することであると見做すことができる．対話における合意形成過程のモデルとして，片桐ら [5] が「信頼感構築過程の共関心モデル」を提案している．このモデルでは,「論点」「関心」「提案」という 3 つの概念を導入し，合意形成過程を「特定の論点の下での関心擦り合わせと提案交換」(p.100) という構造で捉えることを提案している．彼らは，健康検診によってメタボと判定された患者に対し，保険師が健康指導を行うという場面を対象として分析を行っている．生活習慣の改善が必要な患者が，それまでの生活習慣を変更することについて保険師と合意に至るためには，保険師が単に健康の改善が見込める行為を提案するよりも，患者との関心の擦り合わせを経た上で合意に至る方が，提案に対する患者の受容の引出しが容易であり，かつ合意に至った提案が実際に実行されことに対する信頼感が醸成される．共関心モデ

表 1　分析対象の会話の概要

No	参加人数	時間 (分)	会話の目的
1	4	29	地域セミナーで行うイベントの準備
2	5	33	地区懇談会のテーマの決定
3	3	28	幼稚園バザーに出品する焼き菓子作成の準備
4	7	17	街歩きイベントの準備

ルはこの活動を構造化する．

これまで分析されてきた課題指向対話は，実験者によってあらかじめ設定された課題に取り組む間に行なわれた言語使用である場合がほとんどである．また，自然な対話を対象にした分析であっても，医療現場や企業のコンサルティング場面などの，一部の状況に限定されている．われわれの言語活動の実態を明らかにするためには，現実の生活の中で，自然に発生する共同的活動が，どのような (言語) 活動を通じて達成されるかを分析する必要がある．そこで，本研究では，現在構築中の日常会話コーパス [7](以降，CEJC と呼ぶ) を用いて，共有プランの構築中にどのような言語活動が行われているか事例分析を行う．

2. 方法

2.1 データ

CEJC は，2016 年に始動した国立国語研究所の機関拠点型基幹研究プロジェクト「大規模日常会話コーパスに基づく話し言葉の多角的研究」において構築が進められているコーパスである．このコーパスの特徴は，研究のために設定した実験的な環境下の会話ではなく，日常生活のさまざまな場面で行なっている会話を，研究者が立会わない状況で，研究協力者の方自身が収録している点である．このコーパスを用いることで，われわれが日常生活において，どのような言語を使用し，他者とどのようにコミュニケーションを行っているか，その機構を解明できることが期待できる．本研究では，CEJC の中から，将来の活動について打合せを行っている 4 会話を選び，分析に用いる (表.1)．

2.2 分析手続き

分析の基本単位として長い発話単位 [8] を用いる．長い発話単位とは，話し手と聞き手が行為や情報を交換する際の基本単位に相当し，統語的・談話的・相互行為的な一まとまりに対応する単位とされる．この基本単位の中から，将来行う行為を会話に導入する発話を抽出する．そして，導入された行為が，その後の会話においてどのように共有プランとなるかについて分析する．

1	A	えー じゃあ 三番いっていいですかね.
2	B	はい.
3	D	はい.
4	B	どうぞ.
5	A	一番二番でなんかありますか.
6	B	いえ ないね.
7	A	なし.
8	B	はい.
9	A	三番で: (D チョ) 今度のサロンですね.

図 2　プランの検討が合意の後に行われる例

会話の特徴付けのために,「プラン導入」「プラン検討」という用語を用いる．プラン導入とは，共有プランの候補となる行為を会話に導入することである．プラン検討とは，導入された行為を共有プランにするかどうかについて検討を行うことすることである.「プラン導入」は片桐ら [5] が提案する「関心導入」「提案提示」と類似したものである.「プラン検討」は関心の擦り合せに相当する活動である．片桐らは「関心」と「提案」を区別しているが，実際の会話でこの 2 つを区別するのは簡単ではない．そこで，本研究では，共有プランの候補となる行為が会話に導入されるときに，それが関心導入であるのか，提案提示であるかを区別しないことにする．

共関心モデルに従えば，共有プランの構築過程は，プラン導入が行なわれた後，プラン検討を経ることで，会話参加者の意見の擦り合わせが行われ，その後，将来の行為の実行について合意が行なわれると予想される．この流れを「標準的」共有プラン構築過程とする．以降は，この標準的過程とは異なる流れで共有プランが構築される場合について，どのような活動が行なわれているかを観察する．

3. 分析

3.1 合意後にプランの検討が行われる場合

図 2 は，No.1 の会話の一部で，会議中の議題移行の場面である．1 行目で，A が 3 番目の議題に移るというプラン導入をしている．これに対して，2~4 行目で B と D は受諾をしている．この時点で 3 番目の議題に移行するというプランの合意が達成され，共有プランが構築されたと考えられる．

合意が得られたら，共有プランを実行できるはずである．しかし，A は共有プランをすぐに実行せずに，5 行目で，1 番 2 番の議論に関する意見がないか確認

1	A	次の日の 次の集まり:を大体 日程決めときたほうがいいですよね.
2	B	決めときましょうか.
3	C	決めときましょうか.
4	B	ちょっと ええ 決めといたほうがいいです. あたし. (各々手帳を見る)
5	A	ぴえー.
6	A	今日って 今日って 今日って.
7	E	三日.
8	B	今日 三日.
9	A	三日か:.

図 3　合意がない例

を行っている．この発話は，3 番目の議論に移るためのプラン検討と考えられる．つまり，この例では，合意の後にプランの検討が行なわれている．

3.2　合意がないのに行為が実行される場合

図 3 は，No.2 の会話の一部で，決める予定になっていた地区懇談会のテーマが決まらなかったので，改めて別の日に打合せを行うことになり，その打合せ日程を決める場面である．1 行目で A が，日程を決めておいたほうがいいことを他の参加者に確認をしている．この発話によって，日程調整をするというプランが導入されたと考えられる．それに対して，B, C が日程を決めることについて他の参加者に提案をしている．その後，再び B が日程を決めたいという自身の希望を表明する．このやりとりは，プランの検討と考えられるが，この会話に参加している 5 人のうちの 2 人は，意見を述べていない．また，導入されたプランについて合意が行われていない．しかし，それでも，5 行目以降，日程調整が開始される．

3.3　合意がなく，プランの検討だけが行なわれる場合

現実の共同的活動は，活動する主体が望んで行なうものばかりではない．図 4 は，No.3 の会話の一部で，バザーに出品する焼菓子作成の練習を，全体練習の前に役員だけで練習しておくべきだという他者の意見に従って，事前練習の事前練習を行うという共有プランが構築される場面である．関連する会話が広く分布しているため，関連が低い会話部分を除いている．その際，省略した発話がある箇所は発話が連続していないことを示すために実線を引いている．

まず，図 4 の 1 行目で，試作の前に練習をしたほうがいいと，会の先輩が言っているということを B が報告する．これによって，練習の前の練習を行うというプランが導入されたと考えられる．会話の参加者たちは，この練習は必要ないと思っていることが，166 行目から 173 行目の会話から分かる．これは，プランの検討と捉えることができる．プランの検討は行っているが，プランの合意は行なわれていない．しかし，176 行目から 181 行目を見ると，この練習を実行するためのサブ課題である，場所の確保について話しており，練習を行うつもりがあることが分かる．そして，さらに 339 行目から 355 行目で，練習を行う理由について会話が行なわれる．これもプランの検討と考えられる．つまり，この場面では，プランの検討だけで，プランの合意は行なわれていない．それにもかかわらず，具体的に実行する日程の確認が行なわれており (385 行目)，練習の練習を行うという共有プランが構築されていることがわかる．

3.4　意見の擦り合わせが行われない場合

図 5 は，No.4 の会話の一部で，地区で行なわれる予定の街歩きイベントの日程について話し合っている場面である．1 行目の発話によって日程を決めるというプランが会話に導入されたと考えられる．その後，2 行目から 23 行目までは，11 月の 3 週目あたりが候補日として検討される．これに対して，24 行目で，E がその時期に別のイベントがあるという懸案を示す．その後，25 行目から 35 行目までは，その懸案が共有される．35 行目の時点では，11 月の 3 週目をイベント開催の日とすることについて，会話参加者の意見の擦り合わせは完了していない．しかし，36 行目で A が 3 週目はどうかと提案を行っている．つまり，意見の一致が達成されていないのに，擦り合せの活動を中止して，共有プランの合意を行おうとしている．

意見の擦り合せができていないが，37 行目から 45 行目まで否定的な意見は提出されず，46 行目で次の議題に移っていることから，この場面で 11 月の 3 週目にイベントを行う共有プランが構築されたと考えられる．

4.　考察

ここでは，標準的とした共有プランの構築過程とは異なっていた共有プランの構築過程がなぜ生じたのかについて検討する．

まず，明確な合意や意見の擦り合せが行なわれなかった図 3，図 4，図 5 の例について，なぜ共有プランの構築が可能であったかを検討する．合意や意見の

1	B	で:{3.664} 五月二十七日:の:{3.436} 役員:試作?
		{1.077} の前に:{2.695} この役員だけで集まって
		{3.173} 練習を:したほうがいいよって言われたのと:
2	C	うん.
3	A	うん
73	B	で: {1.312} ま そんな感じで {1.314} ゆってました.
74	B	ええ.
75	A	(L){1.454} 気に入らないんだね:.
76	B	で:{0.685} まあ {0.918}(F その:){1.695}(W シュサク | 試作) の試作?{1.284} は:なんかやっぱ {1.450} 怖いじゃん?.
77	C	うーん.
78	A	うん うん うん うん うん.
79	B	こんな感じで行くと {1.204} ピリピリしてそうで.
93	B	(W ナ |(U だから)) ちょっと {0.824} ぴりぴりした {1.246} 現場が {1.429} 想定されますので:.
94	A	うん.
95	C	二十七?.
96	A	ぴり {1.356} ぴりぴりしたいの.
97	C	うーん.
98	B	(U だから){3.285} これさ す%ごいいい素材だと思わない?.
99	A	ぴりぴりしないと駄目なんだって.
100	C	(L){4.540}(L うーん).
101	A	ＯＧが.
102	A	(L){3.301}(L){0.519}(L そう そう).
140	B	だ か ら:役 員 だ け で 集 まって:作 る:日 {1.042} を:{2.210} 二十七 (W ンチ | 日) 前に一回やって:
141	C	うーん.
142	C	うん うん.
143	C	うん うん.
144	B	だからそこで:.
145	C	え.
146	C	待って 待って.
147	C	二十七 (Y ンチ | 日) は:役員だけで作るんだよね?.
148	C	二十七は:この (W ヤクイ | 役員).
149	B	あと {1.103} ＯＧも来るわけ.
150	C	ああ.
151	C	ＯＧ:が来るのね.
152	A	そう そう そう そう そう.
153	B	そう.
154	C	二十七はね.
155	A	教えてもらうってゆう感じ.
156	C	あー.
157	C	その前にあたし達だけで作れってゆう事?.
158	B	(U じゃ) そこで質問:.
159	B	そう.
160	B	出来るよう {2.732} 質問とかもスムーズに出来るように {2.131} 対策しといてね って.
161	C	あー.
162	A	だからゆったんだよ:.
163	A	わたしも (R 美希) ちゃんもやってるから.
164	A	一回:.
165	C	うーん うーん うーん.
166	A	試作は必要ないって.
167	B	うーん.
168	A	うーん.
169	A	(L ゆったんだけどね).
170	A	(L){1.978} だから気に入らなかったんだね.
171	B	まあ {0.799} 却下らしい.
172	C	そこまで必要かな:.
173	C	ね:.
174	B	だからどっかで: まあ 場所取るんだったら早いほうがいいし.
175	C	うーん.
176	B	どっかのご自宅借りる.
177	A	ほんとだね:.
178	B	でもそれも申し訳ないからね:.
179	A	場所取る?.
180	B	どっか取れるかな:.
181	B	どこがいいんだろう.
182	A	(R 大村) 会館がいいんだよね.
183	C	でも五月二十七だったら:{5.191} うーん.
184	B	幾らぐらい?.
185	A	やっぱりね:.
186	B	あれ.
187	A	千九百円.
188	B	三時間ぐらいで?.
189	A	午前中で.
190	B	うーん.
191	B	じゃあ まあ そのぐらい出して.
192	A	うん うん.
193	B	あいてればね.
194	A	(U そうだね).
337	A	なんかもうさ:.
338	C	うーん.
339	C	そんなに 怒られたく (L ないよね).
340	A	ね:.
341	A	や.
342	C	(L){1.822} そう:.
343	A	これだけ来てくれるから: もうあとは楽しくやればいいじゃ:んて.
344	C	そう そう そう.
345	A	しないときっと大変なんだと思うんですけど:.
346	C	うーん.
347	C	それじゃ駄目なのかな.
348	C	(L){6.775} うーん.
349	A	(L){5.257} あいてる日ね:.
350	A	うんとね:.
351	A	五月でしょう?.
352	A	やったほうがいいんだよね?.
353	A	そうゆわれてるって事はね?.
354	B	やんなかったら大変だよね:.
355	A	めんどくさいよね.
356	B	えっ.
357	B	(D シリ) なんか {0.482} ほら.
358	B	ここだけだったら あれだけどさ.
359	C	うーん.
360	B	ほかの役員さん {0.685} ね:.
361	A	でも ここでやるんでしょ?.
362	B	違う 違う 違う.
363	B	(D ウ) ここ全員集めて.
364	C	えー.
365	A	なんで?.
366	A	だってそれが二十七じゃないの?.
367	C	ね:.
368	B	(T じゃないでしょう).
369	A	なんで?.
370	B	一回やってね って.
371	B	今 (D アン) (F あの) (F その) (W アナ | あなた) 達の代で:{1.272} 一回集まって:{2.279} 来ない 来ない 来ない.
372	A	え.
373	A	そこに じゃあ (R 島田) さん達は来ないって事?.
374	A	あー.
375	A	そう (W ユ | ゆう) 事?.
376	B	うん.
377	B	で ここの 黄色の人達で集まって:{0.777} やって:.
378	B	で疑問点があったら そこで.
379	A	そ (W ウ | ゆう) 事か:.
380	B	(D ナハ){0.488} うん.
381	A	個々にやってますじゃ駄目 (L なんだね).
382	B	駄目なん (U だね).
383	A	んーと {4.132} 九の週か十六の週って事だよね?.
384	A	とりあえず ぽちょぽちょ 空いてそうだけど.
385	A	なん曜日がいい?.

図 4　合意がなく，意見の擦り合せが行なわれる例

1	A	(D ダ) 日 (D ニッテ) 日程決めたいよね:.
2	C	日にち的には (W イチオ | 一応) 十一月のどこかって感じですよね.
3	E	そうですね.
4	C	そうすると:{3.140} 九月の多分 (Y イッピ | 一日) ぐらいが抽選日んなるから:{1.899} その前って事ですよね.
5	B	うんうんうん.
6	B	そうですね.
7	B	うーん.
8	E	大抵中頃なんですよね.
9	C	うん.
10	C	あ.
11	C	今までのパターンで行くとそうです.
12	B	うーん.
13	C	三週目ぐらいの {1.404} 木曜日とか {1.876} な感じでしたよね.
14	B	うーん.
15	A	そうですよね:.
16	B	うーん.
17	B	大体十一月 (D ゴラ){0.508} ごろの {1.819} その時期って:予約::{1.084} 来るもん.
18	C	え:っと {1.938}(D ド) あ ま 土日なんかは {1.992} 色んなイベント地域でやってますけど {1.460} 平日ですしね:.
19	B	結構入っちゃうんですかね:.
20	B	どうですかね.
21	B	えええええええ.
22	B	平日:.
23	C	で午前中:でしょ.
24	E	ただ {2.307} 町巡り博覧会ってゆうのが有ってさ:
		{2.083} そうゆうのが有るんだよね:.
25	B	うん.
26	C	あー:.
27	B	うん.
28	C	そうだ.
29	C	ちょうど被ります.
30	C	そうですよね:.
31	B	あー:.
32	C	そうですよね:.
33	B	なるほど.
34	C	確かにそうですね:.
35	B	うん.
36	A	そうすると {1.721} 日程は {1.206}(D キュ) 大体
		{0.631}(D ジュ){2.781} 十月じゃなくて十一月:で
		{1.348} いい:ですかね.
37	B	十一月:.
38	B	そうですね:.
39	A	そうすると {1.954} 木曜日くらいだと {0.591} 大体 {3.977} いつものパターンだと十日か十七とかその辺?.
40	B	十日とか.
41	B	うーん.
42	C	うーん.
43	A	かな:とは思うんですが {1.235} いかがでしょうね:.
44	B	うーん.
45	B	別にわたしは {1.476}(D トオ) そうですね.
46	C	あとは (W マ | まあ){2.152} 募集の時期ですね:.

図 5　意見の擦り合わせが行なわれない例

擦り合せが行なわれない理由として考えられることは，今回分析した場面では，会話参加者間で意見の相違があまりないようなプランについて，合意に至ろうしていたということが考えられる．片桐らが分析した医療コミュニケーション場面では，生活改善によって提示されるプランは，患者のこれまでの習慣を変える必要があるものである．そのため，指導者と患者の間にはある程度，意見の相違が予想される．一方，今回分析した共有プラン構築過程のうち，議題の移行 (図 3)，日程の調整 (図 5) は，会話参加者間で意見の相違が起こることはあまり予想されない．よって，意見の擦り合せや合意が行なわれなかったと考えられる．一方，対話参加者にとっては不要と考えられている活動についてプランを共有する例 (図 4) では，不要だと思ってはいるが，練習を行わないと面倒なことになる (355 行目) という予測が会話参加者間で共有されていたことが要因と考えられる．

次に，共有プランの合意がすでにある，もしくは少なくとも前提とされた状態で，プランの検討を行う事例 (図 2，図 4) について検討する．片桐らの提案によれば，合意の後に意見の擦り合せが起るのは，合意の前に十分な意見の擦り合せが行われていなかったということになる．この解釈では，合意の後の意見の擦り合せは，適切な行為ではないということになる．しかし，こうしたやりとりは，経験的には頻出しているように思われる．その理由として，他者がプランを合意するかどうか不明な状態で，プランについて検討するより，ある程度合意が成立した状態でプランについて詳細に検討した方が，我々の認知的に容易であるということが考えられる．

今後はこれらの仮説を検証するために，より多くの場面について共有プランの構築仮定を検討したい．

付録

転記で使用される記号の意味を下表に示す．

:	非語彙的な母音の引き伸ばし
%	非語彙的な音の詰まり
?	疑問上昇調
.	発話単位末
{ 数字 }	1 発話単位内の無音時間 (秒)
(D)	語の言いさし
(W)	言い誤り・発音の怠け等の一時的な発音エラー
(T)	小さい声で発話している箇所
(L)	笑いが生じている箇所
(U)	聞き取りや語の判断に自信がない箇所
(R)	個人情報などに関わる仮名
(Y)	漢字表記の一般的な読みと発音が異なる箇所

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16H07416（研究代表者：川端良子）および国立国語研究所共同研究プロジェクト「大規模日常会話コーパスに基づく話し言葉の多角的研究（リーダー：小磯花絵）に基づく成果である．コーパスの収録にご協力・ご参加くださった皆様に感謝します．

参考文献

[1] Allen, J.F. and Perrault, C.R. (1980),"Analyzing intention in utterances", *Artificial Intelligence*, 15, pp.143-178.
[2] Bratman, M.E.(1990), "What is intention", *Intentions in communication*, Edited by Cohen, Philip R. and Morgan, Jerry and Pollack, Martha E., The MIT Press, pp.15-32.
[3] Fikes, R.E. and Nilson, N.J.(1971),"STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving",*Artificial Intelligence*, 2, pp.189-208.
[4] Grosz, B.J. and Sidner, C.L. (1990), "Plans for discourse", *Intentions in communication*, Edited by Cohen, Philip R. and Morgan, Jerry and Pollack, Martha E., The MIT Press, pp.417-444.
[5] 片桐 恭弘, 石崎 雅人, 伝 康晴, 高梨 克也, 榎本美香, 岡田 将吾 (2015)," 会話コミュニケーションによる相互信頼感形成の共関心モデル", 認知科学,22,(1),pp.97-109.
[6] 川端 良子, 松香 敏彦, 土屋 俊 (2017),"地図課題対話における共有信念更新のメカニズム", 認知科学, 24,(2),pp.153-168.
[7] 小磯 花絵, 居關 友里子, 臼田 泰如, 柏野 和佳子, 川端良子, 田中 弥生, 伝 康晴, 西川 賢哉 (2017), "『日本語日常会話コーパス』の構築" 言語処理学会第 23 回年次大会発表論文集, pp.775-778.
[8] 丸山 岳彦 (2015)," 発話の単位", 小磯花絵編 『話し言葉コーパス 設計と構築』(講座 日本語コーパス), 朝倉書店, pp.54-80.
[9] Suchman, L.A. (1987), *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*, Cambridge University Press.

多感覚を統合したがる自己：なぜ身体所有感を感じてしまうのか
Multisensory Integration and Bodily Self: Why do We Feel Body Ownership?

小川 奈美 †
Nami Ogawa
† 東京大学
The University of Tokyo
ogawa@cyber.t.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This article argues the sense of "Body Ownership" from the perspective of understanding a human being as Homo Qualitas, who are willing to give excessive qualities. I also introduce the recent studies that utilize Virtual Reality technologies as a tool for investigating the characteristics of human perception.

Keywords — Body Ownership, Rubber Hand Illusion, Virtual Reality, Homo Qualitas

1. はじめに

我々人間はふつう，自己と他者，そして自己と物体とを明確に区別することができる．しかしながら，こうした自他の境界の認識は，いとも簡単に揺らいでしまうということが示されている．ラバーハンド錯覚 [1] とは，自分の手が見えない状況で，目の前に置かれたラバーハンドと自分の手とに視触覚刺激が同期して与えられた場合に，ラバーハンドがあたかも自分自身の手であるかのように感じられてくるという錯覚現象である．この，「まさに自分自身の身体である」という感覚は，身体所有感（Body Ownership, Sense of Ownership）として知られている．なお, Body Ownership は身体保持感，自己所有感などと訳されることもあるが, 本稿では身体所有感の訳語で統一する．

「実際には自分の身体ではない」と認識の上では理解していながらも身体所有感が生じてしまう，というラバーハンド錯覚には，「∵」が顔に見えてしまうといったパレイドリア現象に似た「過剰な意味付け」と「認知の二重性」が見て取れる．ここから，人間を「過剰に意味を創り出す」生きものとして捉える「ホモ・クオリタス」という人間観が浮かび上がる．一方で，パレイドリア現象とラバーハンド錯覚には，大きな相違点も見られる．パレイドリア現象とは異なり，ラバーハンド錯覚は視覚入力のみでは基本的には生じない．視触覚などの多感覚入力あるいは視覚運動情報の一致 [2] が必要であり，視覚運動の同期時にはむしろ，視覚的には自己身体と類似度の低い，単純な四角形のような対象にさえも身体所有感が生じるとされる [3]．

図 1　えくす手：指の伸びたバーチャルハンドに身体所有感が生起するシステム [5]

人間が身体図式を柔軟に拡張させることは，道具を用いた研究などからもよく知られている [4]．しかしながら，改めて「なぜ自己を間違えてまで，人間はこれほど柔軟に身体像を変容させるのか？」と問い直してみると，この過剰な意味付けは非常に奇妙な性質であるようにも感じられる．つまり，ラバーハンド錯覚において，我々はなぜ，視覚情報と触覚あるいは運動情報が「偶然」同期していると捉えるのではなく，外界の対象が自分自身の身体であるという過剰な意味付けをしてまで，多感覚運動情報を統合しようとするのだろうか．本稿では，感覚情報を世界の中に意味づけることそのものが，自己という意味付けをもたらしているのだとする仮説のもとに理解を試みる．

他方，過剰に意味を創り出すホモ・クオリタスとしての人間の性質を利用すると，CG のアバターハンドなどを用いて，バーチャル空間に自己を投射することが可能である．我々は，変形したバーチャルハンドを用いて，指の伸びた手があたかも自分の手であるかのように感じられるシステム「えくす手」を制作した [5]．本稿後半では，このようなバーチャルリアリティ

技術を用いた近年の研究を俯瞰する．自己身体の変容に付随して生じる知覚・認知などのさまざまな変化を観察することで，身体所有感や自己意識という観点からのホモ・クオリタスの特性がより浮き彫りになると考えられる．

2. 感覚を意味づける自己

自己の正確な同定よりも多感覚運動情報の統合を優先するという人間の性質からは，身体というものはそもそも，自己に関連する感覚を世界の中に意味付けるためのフレームにすぎないのではないだろうか，という仮説が立てられる．特に触覚情報は，それ自体では世界の中に意味付けることができない．身体図式と固有感覚，あるいは視覚を用いることではじめて，触覚情報を世界座標系へと変換することが可能となる（tactile spatial remapping[6]）．ラバーハンド錯覚において，固有感覚がラバーハンド側にシフトして感じられるドリフトという現象からは，この remapping が身体部位の座標系自体の更新を伴うことが推察される．また，自己座標系と世界座標系との対応づけには，スケールの問題もある．実際に，ラバーハンド錯覚を用いて大きさの異なる人形に身体所有感を生起させると，世界の知覚的サイズが変わって感じられる[7]．ではなぜ，自分に関連する感覚を世界の中に意味付けようとするだろうか．それは，世界の中で，自分に関連しうる感覚を予測することが重要だからではないだろうか．実際にラバーハンド錯覚においては，身体所有感が生起したラバーハンドに対してナイフなどの脅威刺激が与えられると，手に発汗が生じることが知られている．この予測を働かせるためには，外界への働きかけ（運動），外界で起きる事象（視覚），外界からの入力（触覚）の三者のパターンの連合学習が必要である．

3. バーチャルリアリティによる自己の投射

もし，人間に過剰に自己を作り出す性質が備わっていなければ，実際の自己身体と少しでも性質の異なるアバターは自己とは感じられないであろう．しかしながら，ラバーハンド錯覚同様に，「これはバーチャルな身体であり，画面に映し出された映像に過ぎない」という認知は生じているにもかかわらず，バーチャルなアバターには身体所有感が強く生起する．さらに，単に身体所有感が生起しているというだけでなく，自己身体の変容が知覚や認知にまで影響するということが近年明らかにされつつある．知覚の面では，例えばアバターの身体スケールに合わせて世界の見えの大きさが再調整されることが分かっている [8][9]．認知の面では，例えば一人称視点没入型 VR を用いた全身アバター研究では，肌の色の異なるアバターへの没入により，潜在的な人種差別意識が減ることが示されている[10]．このような，自己ではない対象に「自己」という意味を見出してしまうというホモ・クオリタスとしての性質が，他者の動作や行動の理解を行う際に活かされていると考えるのはやや早急な結びつけかもしれないが，仮説としては面白いだろう．

身体所有感研究はこれまでラバーハンド錯覚をベースにして行われることが多かったが，バーチャルリアリティ技術を利用することで，対象の性質のより柔軟な変化や，環境との相互作用に関して幅広く検討を行うことが可能となる．今後，心理学と工学分野のより密接な連携によって，身体所有感研究が進展することを期待したい．

参考文献

[1] M. Botvinick and J. Cohen. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, Vol. 391, No. 6669, p. 756, 1998.

[2] Andreas Kalckert and H. Henrik Ehrsson. Moving a Rubber Hand that Feels Like Your Own: A Dissociation of Ownership and Agency. *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 6, No. March, pp. 1–14, 2012.

[3] Ke Ma and Bernhard Hommel. Body-ownership for actively operated non-corporeal objects. *Consciousness and Cognition*, Vol. 36, pp. 75–86, 2015.

[4] A. Iriki, M. Tanaka, and Y. Iwamura. Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones., 1996.

[5] Nami Ogawa, Yuki Ban, Sho Sakurai, and Takuji Narumi. Metamorphosis Hand : Dynamically Transforming Hands. *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*, pp. 5–6, 2016.

[6] Matthew R. Longo, Flavia Mancini, and Patrick Haggard. Implicit body representations and tactile spatial remapping. *Acta Psychologica*, Vol. 160, pp. 77–87, 2015.

[7] Björn van der Hoort, Arvid Guterstam, and H. Henrik Ehrsson. Being barbie: The size of one's own body determines the perceived size of the world. *PLoS ONE*, Vol. 6, No. 5, p. e20195, 2011.

[8] Sally A Linkenauger, Markus Leyrer, Heinrich H Bülthoff, and Betty J Mohler. Welcome to Wonderland: The Influence of the Size and Shape of a Virtual Hand On the Perceived Size and Shape of Virtual Objects. *PLoS ONE*, Vol. 8, No. 7, p. e68594, 2013.

[9] Nami Ogawa, Takuji Narumi, and Michitaka Hirose. Distortion in perceived size and body-based scaling in virtual environments. *Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference on - AH '17*, pp. 1–5, 2017.

[10] Tabitha C. Peck, Sofia Seinfeld, Salvatore M. Aglioti, and Mel Slater. Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias. *Consciousness and Cognition*, Vol. 22, No. 3, pp. 779–787, 2013.

現実感が道理をしのぐ時：レビー小体病患者の幻覚体験

When a sense of veridicality overwhelms logic: hallucinatory experiences in patients with Lewy body disease

西尾 慶之†
Yoshiyuki Nishio

†東北大学大学院医学系研究科 高次機能障害学分野
Department of Behavioral Neurology and Cognitive Neuroscience,
Tohoku University Graduate School of Medicine
nishiou@med.tohoku.ac.jp

Abstract

A substantial proportion of patients with Lewy body disease experience a variety of false perceptions, which include visual hallucinations of persons and animals, a sense of presence, passage hallucinations and various types of visual illusions. My colleagues and I have been conducting behavioral and neuroimaging studies to investigate common mechanisms underlying these phenomenologically diverse misperception symptoms. In this paper, I present the findings obtained from these studies and discuss psychological and neural mechanisms of false perceptions in Lewy body disease with referring to the concept of "sense of veridicality".

Keywords — JCSS, Cognitive Science

1. はじめに

パーキンソン病とレビー小体型認知症（これらはレビー小体病と総称される）の患者は、高い頻度で錯知覚を経験することが知られている。これらの神経疾患で観察される錯知覚は多様で、人物または動物の幻視、実体意識性（sense of presence）、過ぎ去り幻覚（passage hallucinations）、種々の錯視などが含まれる。筆者は実証的研究を通じて、これらの多様な錯知覚の背景にある共通したメカニズムを見出そうと試みてきた。本稿ではその成果の一部を紹介した上で、「（偽）対象の現実感」を鍵概念として用いながらレビー小体病における錯知覚の心理・神経メカニズムについて考察する。

2. レビー小体病とは？

種々の異常タンパク質の蓄積によって神経細胞が進行性に障害される疾患を「神経変性疾患」と総称する。レビー小体病はαシヌクレインという異常タンパクの脳内蓄積を主病態とする神経変性疾患である。患者脳を顕微鏡で観察するとαシヌクレインの凝集体が「レビー小体」と呼ばれる神経細胞内封入体として観察されることが病名の由来である。

レビー小体病には２つのサブタイプが存在する。１つは動作緩慢、バランス障害、振戦（ふるえ）などの運動障害を主症状とするパーキンソン病で、もう１つは認知障害、幻視、注意・覚醒度の変動を主たる症状とするレビー小体型認知症である。パーキンソン病は高齢者の運動障害の主たる原因疾患で、５０歳以上におけるパーキンソン病の有病率は１００人に１人である。レビー小体型認知症はアルツハイマー病に次いで頻度の高い認知症の原因疾患で、６５歳以上におけるレビー小体型認知症の有病率が数１００人に１人である。パーキンソン病とレビー小体型認知症の間には明確な線引きがあるわけではなく、病初期から両者の中間的な性質を持つ患者も多くいる。運動障害で発症した患者が後に幻視をきたすこともあれば、認知障害で発症したすぐ後に明瞭な運動障害が出現するケースもある。

幻視や錯視などの錯知覚は、レビー小体病を他の神経変性疾患（例えばアルツハイマー病、前頭側頭型認知症、脊髄小脳変性症など）と区別する大きな症候学的特徴である。レビー小体病において錯知覚が高頻度に認められる理由については諸説あるが、中脳ドパミン神経および脳幹・前脳基底部のアセチルコリン神経の変性と大脳新皮質の変性の両者を来すことが重要であると筆者は考えている[1]。大脳新皮質の変性を中核病態とするアルツハイマー病や前頭側頭型認知症で精神病症状がまれであることはこの見解を裏付ける事実である。

3. レビー小体病における錯知覚

レビー小体病の錯知覚はとして以下の４つがよく知られている。

（１）有形幻視（complex visual hallucinations or fully-formed visual hallucinations）

（２）実体意識性（sense of presence or feeling of presence）:「知覚に誰かがいる」という感覚

（３）過ぎ去り幻覚（passage hallucinations）:「何かが自分の横を過ぎ去る」ような感覚

（４）錯視

有形幻視はパーキンソン病の６０%、レビー小体型認知症８０%に、実体意識性はパーキンソン病では２５%、レビー小体型認知症では２０%程度で観察されると報告されている[1][1]。過ぎ去り幻覚は頻度が更に高く、パーキンソン病の５０%に認められる。錯視の頻度についての検討は少ないが、おおよそ３０%であると報告されている[1] [1]。実体意識性、過ぎ去り幻覚、錯視は「軽症幻覚（minor hallucinations）」と総称され、比較的病初期から認められる傾向がある。一方で、幻視や妄想は病期の進行期や認知症を有する患者で多く認められる。このことから、軽症幻覚が病態の進行や認知症の出現に伴って幻視や妄想などに発展すると考えられている[1][2]。統合失調などの精神病とは異なりレビー小体病では幻聴の頻度は低く、多くの場合幻視に合併して出現する。

幻視や錯視は自発的な現象であるため、患者本人の内観や介護者の観察に基づいた質問票を用いて評価されることが多い。これはレビー小体病の錯知覚の研究の大きな制約のひとつであるといえる。より客観的、定量的な評価を行うためには、時間と場所を問わず、観察者の前で錯知覚を誘発する手法が必要となる。そのような必要性に応えるために、筆者らは「パレイドリアテスト（pareidolia test）」という手法を開発した[1]。「パレイドリア」とは、無意味な対象を有意味なものとして知覚する錯覚の一種で、壁のしみや雲が人の顔に見えたりするような現象のことである。

パレイドリアテストには風景版の２つのバージョンがある。風景版はぼかし効果を掛けた日常物品や風景の写真を提示し、写真中の対象を説明させる課題である（**図１上**）。被験者が写真中に存在しない対象について叙述した場合に、それを「パレイドリア」とみなす。ノイズ版では４０枚の白黒の視覚ノイズ刺激が提示される（**図１下**）。その中の８枚のみに顔が埋め込まれており、被験者は各刺激中に顔があるかないかを判断することを求められる。顔のないノイズ刺激中に顔を見出した場合、それを「パレイドリア」とみなす。

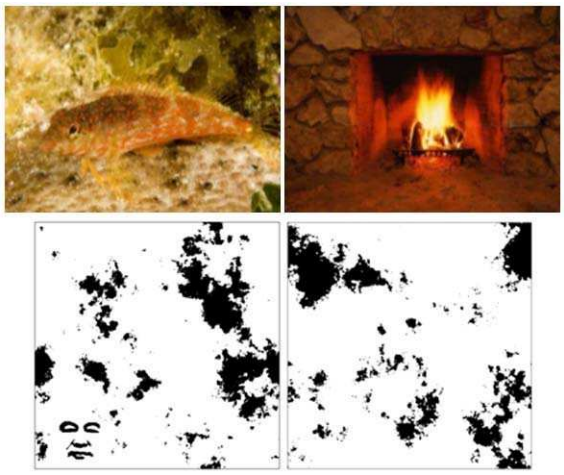


図１．パレイドリアテスト

レビー小体病の患者では、いずれのバージョンのパレイドリアにおいても多くのパレイドリア反応が認められる。パレイドリア反応を有するレビー小体病患者の頻度は上述した幻覚・錯覚の頻度よりも高く、パレイドリアテストによって患者本人の内観に上らない潜在的な錯知覚を検出されている可能性が示唆される[1][1]。レビー小体病患者のパレイドリア反応をカテゴリー別に分類してみたところ、花瓶や鉛筆などの人工物は極めてまれで、人間や動物が８割以上を占めた（**図２**）[6][7]。この結果はレビー小体病患者の幻視についても人間や動物がもっとも頻度の高い内容であることとよく一致する。

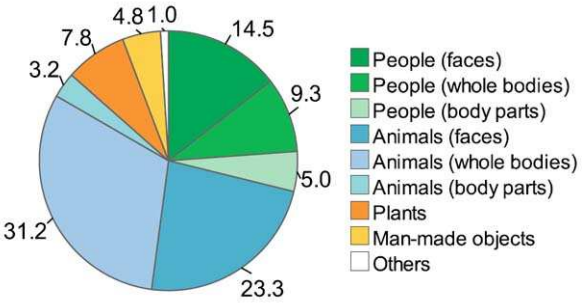


図２．レビー小体病患者におけるパレイドリア反応の内容の内訳

なぜレビー小体病患者は花瓶や鉛筆ではなく人間や動物の幻を見るのだろうか？ Nagahama らが行ったレビー小体病における幻覚および妄想性誤認の因子分

析研究によると、人物の幻視は実体意識性（「誰かがそこにいる」という感覚）と高い相関を有するという。これはわれわれの実体験と照らし合わせても納得のできる結果である。ひとりぼっちで部屋にいる時に「あれ誰かが来たのかな？」と思うことはあっても、「そこに何らかの物体が存在する」と感じることは滅多にない。レビー小体病患者の人物・動物の幻視の背景には、このような「他者の存在感」が異常に高まっている状態があるのではないだろうか。

上述のように、レビー小体病においては錯視も高頻度に認められるが、その現象学についての系統的な検討はこれまでにほとんど行われていない。そこで筆者らは最近、レビー小体病患者の介護者に対して錯視に関する構造化インタビューを行い、どのようなタイプの錯視が多く認められるのかについて検討を行った[9]。もっとも頻度が高い錯視は「静止しているものが動いて見える」キネトプシア（kinetopsia）と呼ばれるもので、２５％の患者において観察された。キネトプシアに伴う「動き」の感覚の亢進は、過ぎ去り幻覚においても認められるものであり、両者の間に何らかの共通のメカニズムが働いている可能性がある。

5. 錯知覚とその現実感

精神科医のエーは精神病患者の幻覚について「幻覚の主たる病理は知覚体験そのものにあるのではなく、偽対象がもつ現実感にある」と述べている[10]。誰もいないところで人の声が聞こえたとしても、「そんなことが起こるわけがない」という論理的な判断がなされれば、それは単なる空耳として処理されるだろう。しかし幻の声に「現実感」が備わると現実と幻覚の間の境界があいまいになり、幻聴は精神病患者の生活に対する重大な脅威となる。

上述したように、レビー小体病の幻視のほとんどが人物や動物についてのものである。実体意識性や過ぎ去り幻覚の持つ「存在感」、キネトプシアや過ぎ去り幻覚に備わる「動き」の感覚は、いずれも人物や動物すなわち「他者」が間近にいることを示す感覚である。このような他者の存在感を惹起する異常な感覚が、誤って想起された視覚イメージに人物もしくは動物の意味を付与したり、それらの偽対象に現実感を付与したりするのではないだろうか。重症の幻視を有するレビー小体病の患者は、幻視についての病識が失われ、幻視を現実の出来事として受け取ってしまうことがある。このような患者はコンセントの写真中に「犬の顔」のパレイドリアを見出した時、「コンセントの中に犬がいる訳ありませんが、実際ここには犬がおりますね」などと述べる。これこそまさに偽の視覚対象に備わる強い現実感が道理をしのぐ瞬間を現れであるとは言えないだろうか？

参考文献

[1] Nishio Y, Yokoi K, Uchiyama M, et al. Deconstructing psychosis and misperception symptoms in Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2017 in press. DOI: 10.1136/jnnp-2017-315741

[2] Uchiyama M, Nishio Y, Yokoi K, et al. Pareidolia in Parkinson's disease without dementia: A positron emission tomography study. Parkinsonism Relat Disord 2015;21:603-609.

[3] ffytche DH, Creese B, Politis M, et al. The psychosis spectrum in Parkinson disease. Nat Rev Neurol 2017;13:81-95.

[4] Urwyler P, Nef T, Killen A, et al. Visual complaints and visual hallucinations in Parkinson's disease. Parkinsonism Relat Disord 2014;20:318-322.

[5] Mamiya Y, Nishio Y, Watanabe H, et al. The pareidolia test: a simple neuropsychological test measuring visual hallucination-like illusions. PLoS One 2016;11:e0154713.

[6] Uchiyama, Nishio Y, Yokoi K, et al. Pareidolias: complex visual illusions in dementia with Lewy bodies. Brain 2012;135:2458-2469.

[7] Yokoi K, Nishio Y, Uchiyama M, et al. Hallucinators find meaning in noises: pareidolic illusions in dementia with Lewy bodies. Neuropsychologia 2014;56:245-254.

[8] Nagahama Y, Okina T, Suzuki N, et al. Classification of psychotic symptoms in dementia with Lewy bodies. Am J Geriatr Psychiatry 2007;15:961-967.

[9] Yokoi K, Nishio Y, Uchiyama M, et al. Kinetopsia and object misidentification in Parkinson's disease. In preparation.

[10] アンリ・エー著，宮本忠雄ほか訳（1995）．“幻覚１－幻覚総論”，みすず書房.

間隙をつくる障害物の“人らしさ”は，通り抜け行為に影響を与えるか？－ 間隙の通過可否判断研究からの一考察

Does "human-likeness" of the obstacles affect judgment of whether one can pass through between them?

友野 貴之[†]，古山 宣洋[‡]，三嶋 博之[‡]
Takayuki Tomono, Nobuhiro Furuyama, Hiroyuki Mishima
[†]早稲田大学大学院人間科学研究科，[‡]早稲田大学人間科学学術院
Waseda University
wasedataka331@akane.waseda.jp

Abstract

When walking through a crowd, we have to pass through between people safely. How do we judge the passability of an aperture of this kind? Do we use the same information for an aperture composed of two persons as for one composed of human-shaped non-human obstacles? In the experiment, the participants judged whether they could pass through between two stationary people or between two *human-shaped* panels, which were set up in four different directions; face-to-face, back-to-back, side-by-side facing towards or away from the participants. In the analyses, we used the aperture-to-shoulder-width ratio (A/S) as an index of aperture “passability” judgment [1]. We found that A/S was larger in the face-to-face condition than the other conditions, regardless of whether the obstacles were human or non-human. This is possibly because personal space is "anisotropic." That is, when judging the passability of a space between two persons, participants may consider the anisotropic personal space of each person. We also found that A/S was not significantly different between the human-obstacle condition and the human-shaped non-human object condition, implying that the participants may have perceived or projected "personal space" around the obstacles based on their "human-like shape," regardless of whether they actually were human.

Keywords — affordance perception, aperture passability, pi-number, personal space, body directions

1. はじめに：生活環境における間隙通過

人混みの中を歩く，狭い道を自動車で通り抜けるなど，生活環境には様々な“すき間”が存在し，私たちはそれらを安全に通り抜けなければならない[2]．そのような空間の中で私たちは，どのようにしてすき間を通り抜けることができる，もしくは，通り抜けることができないと判断しているのであろうか．

間隙を構成するものは様々あるが，間隙を構成するものが人である場合，私たちの通り抜けできるかの判断（通過可否判断）は物の間の通過可否判断と同じなのであろうか．加えて，間隙を構成するものが人の形をしているが人ではない物体の場合，その間隙の通過可否判断は，人の場合と同じになるのであろうか．本稿では，間隙を構成する障害物が“人らしい”形をしている場合に，その“人らしさ”の情報が隙間の通り抜け行為に影響を与えるのかを検証する．

本稿は，友野・古山・三嶋の研究[2]を発表予稿として再編し，新たに総合考察を加えたものであることを付記する．

2. 問題：間隙を構成するものの違いによる通過可否判断の研究

2.1. 物と物の間の通過可否判断

人がすき間（間隙）を通り抜ける際，人がすき間（間隙）に見ているのは，“通り抜けられるか，通り抜けられないか”の“意味”であり，間隙という環境と自己の身体（間隙の通過に関わる身体幅や柔軟性など）の関係である[3]．人は，間隙を通り抜ける際の行動において，通過できるかどうかの基準として“間隙幅と身体幅の比率”を利用しているとされ，それは“π 値”（pi-number）と呼ばれている[1]．たとえば，間隙幅と肩幅との比率（間隙幅／肩幅）で定義される分析の単位がπ値のひとつの例である．Warren & Whang[1]は，人が歩いて物と物の間を通過する実験を行い，通過者の身体の大きさにかかわらず間隙の幅が通過者の肩幅の 1.3 倍（π値 = 1.3）よりも狭くなると，通過者は肩を回旋しながら間隙をすり抜けようとすることを明らか

にした. また, 実験参加者が実際に間隙を通過するのではなく, 一定距離からの観察のみで間隙の通過可能性を知覚的に判断する実験を行った際は, π値は1.16になることを報告した[1]. 間隙通過可否判断に関する研究が数多くなされてきた一方で, 間隙の構成体は, 人や動物ではない物体であることがほとんどであった[1][4][5][6]. しかし, 無機的な物体の間を通過する場合と人の間を通過する場合とでは, 人にはパーソナルスペースが存在するため, たとえ間隙の幅が同じであったとしても, 通過者が通過可能と判断する基準は異なる可能性がある.

2.2. 人と人の間の通過可否判断

人にはパーソナルスペース[7][8][9]が存在し, 人を取り巻く近接空間とそれ以外とでは進入（侵入）可能性が異なると考えられる. パーソナルスペースは, 個人を中心に据えた不可視の（しかし, 可知の）空間であり, 他の個人と一定の距離を保ちながらも, 親密度や, 状況に応じて形を変える[7][8]. また, パーソナルスペースには異方的構造があるとの指摘は早期からあり, 個人の正面に長く伸びた楕円状であること[9] [10] [11]が報告され, パーソナルスペースを規定する空間の形状について様々な議論がなされてきた. 田中[9]は, 静止した実験参加者に様々な角度から 1 人の人が歩いて近づいてきたときに, 実験参加者が不快と感じたところで歩行者の動きを止める実験を実施した. その結果, パーソナルスペースの距離は大きい順に, 実験参加者の正面＞斜め前方＞横＞斜め後方＞後ろとなったことを報告した[9].

Hackney, Cinelli & Frank[12]は, 実際に実験参加者が 2 つのポールの間と実験参加者を向いて並列する 2 人の女性の間を通り抜ける際のπ値を比較する実験を行った. その結果, ポールの間のπ値は 1.3, 2 人の間のπ値は 1.7 となることを報告した. この差が生じた理由として, 通過者が他者のパーソナルスペースを考慮して間隙の通過可否判断を行った可能性について論じた.

ところで, 他者のパーソナルスペースを知覚することは可能なのであろうか. Chang, Wade & Stoffregen[13]は, 大人と子どものペアが一緒に間隙を通過する際, 2 人の肩を回旋することなく通過可能な間隙幅を正確に判断することができたことを報告した. このことは, 通過者が他者の身体を含めた拡張された身体を知覚できるだけでなく, 他者の歩行に伴う揺れといった動きをも予期することが可能であることを示唆する. Hackney, et al[12]は, 他者のアフォーダンス, つまり, 他者の間隙通過可能性が知覚できるのならば, 他者のパーソナルスペースをも知覚できるのではないかと考察した.

人はそれぞれのパーソナルスペースを保持しながら, 他者（もちろん, 他者もまたパーソナルスペースを持つ）と適度な距離を保っている. 自身のパーソナルスペースに見知らぬ他者が侵入したり, 親密な関係の者がある程度の離れた距離を保ったままであったりすると違和感がある一方, その距離は民族や文化によっても異なる[7]. このようにパーソナルスペースの形状や大きさについては諸説があるものの, 個人を取り巻く一定の範囲に, 心理的・社会的・文化的に外界とは質の異なる領域が存在すると仮定されることについては, 概ね合意されていると言ってよいだろう.

パーソナルスペースが, 正面に長く伸びる異方的構造を持つならば, 間隙を構成する人の身体の向きによっても通過可否判断は異るのではないか. 友野ら[2]は, 実験参加者が静止した状態で様々な方向を向いた 2 人の間の通過可否判断をする実験を行った. 間隙を構成する 2 人が, お互いに向かい合う条件, お互いに背中合わせの条件, 実験参加者に対して正面を向いて並列する条件, 実験参加者に対して後ろを向いて並列する条件を用意し, その間隙の通過可否判断を比較した. その結果, お互いに向かい合う条件でのπ値（間隙幅と肩幅との比率）は 1.56, お互いに背中合わせの条件のπ値は 1.34, 実験参加者に対して向いて並列する条件のπ値は 1.44, 実験参加者に対して後ろを向いて並列する条件のπ値は 1.46 となった. このことから, 友野ら[2]は, 実験参加者の間隙の通りやすさの知覚が間隙を構成する 2 人の身体の向きによって変わる可能性があることについて議論した.

では, このようなパーソナルスペースの異方的構造の知覚は, どのような情報によってもたらされているのであろうか. 例えば, 人の形をしているが人ではない物体（人型のパネル）の間の通過可否を判断する場合においても, 人の間の通過可否判断と同様の傾向になるのであろうか. もしくは, 物体の周りにはパーソナルスペースは存在しないと仮定するために, 通過可否判断は人の間の場合とは違う傾向になるのであろうか.

3. 実験：人型の物体の間の通過可否判断は人の間の通過可否判断と異るのか

3.1. 目的

実験参加者が，“人と人の間”，“人の形をした物体と物体（人型のパネル）”の間の通過可否を静止した状態で判断する実験をおこなう．その際，間隙を構成する人または人型のパネルの向きを操作し，それぞれの間隙の通過可否判断（π値）が異るのかを検証した．

3.2. 方法

実験条件

間隙を構成する 2 人が，1) お互いに向かい合う条件，2) お互いに背中合わせの条件，3) 実験参加者に対して正面を向いて並列する条件，4) 実験参加者に対して後ろを向いて並列する条件，5) 人型のパネルが向かい合う条件，6) 人型のパネルが背中合わせの条件，7) 人型のパネルが並列する条件（人型のパネルでは，前後の区別はない）を設定し，人と人の間を通過する場合，人型の障害物（パネル）の間を通過する場合での間隙の通過可否判断を比較した（図 1，図 2）．実験参加者は実際に間隙を通過するのではなく，静止した状態で間隙の通過可否の判断を求められた．

先行研究[1]に倣い，通過可否判断の指標としてπ値（“間隙幅／身体幅”）を算出し，分析単位として使用した．本稿では，実験参加者の肩の位置に対応する間隙幅を実験参加者の肩幅で除した．具体的には，向かい合う条件では，間隙を構成する 2 人の胸の上部（胸骨柄）の間で構成される間隙幅，背中合わせの条件では，間隙を構成する 2 人の肩甲骨（内側縁）の間で構成される間隙幅，正面もしくは後ろを向いて並列する条件では，間隙を構成する 2 人の肩（上腕の最外側）の間で構成される間隙幅をπ値（“間隙幅／身体幅”）の分子とした．人間の身体で最も幅が広いのは，肩幅（左上腕の最外側から右上腕の最外側までの直線距離の幅）もしくは，両肘の先から先までの幅であるが，本稿では肩幅を身体幅，つまりπ値（“間隙幅／身体幅”）の分母とした．肘における身体幅は腕を動かすことで容易に変えることができるが，肩の幅は容易に変えることができないためである．もちろん，肩を回旋すれば正面からの見かけ上の肩幅を狭めることはできるが，肩幅そのものを狭めることは困難または限定的である．そこで，肩幅を相対的に安定した尺度として用いることは十分に妥当性があるものとみなし，本稿では実験

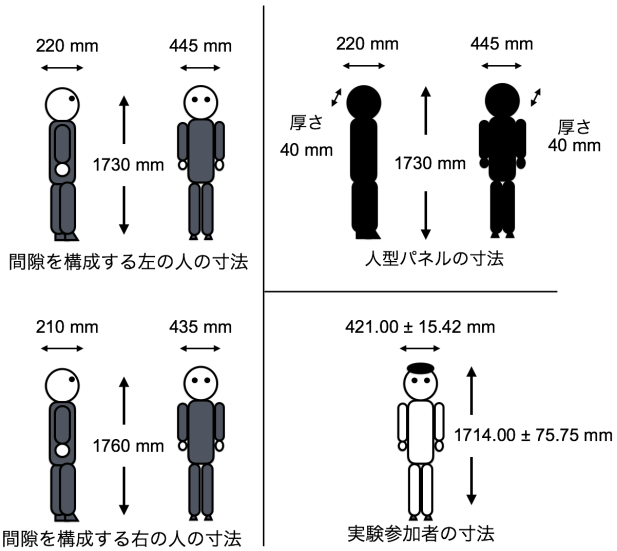


図 1：間隙を構成する人と実験参加者の寸法

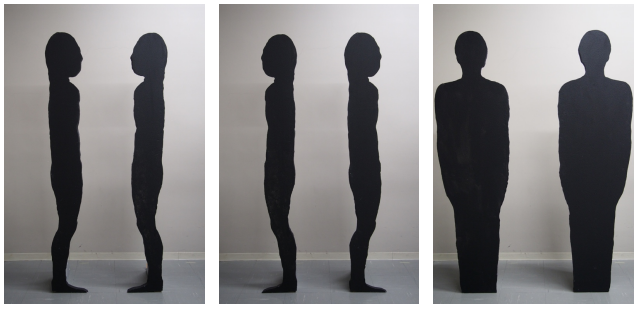


図 2：間隙を構成する人型のパネル．左から，向かい合う条件，背中合わせの条件，並列する条件である．

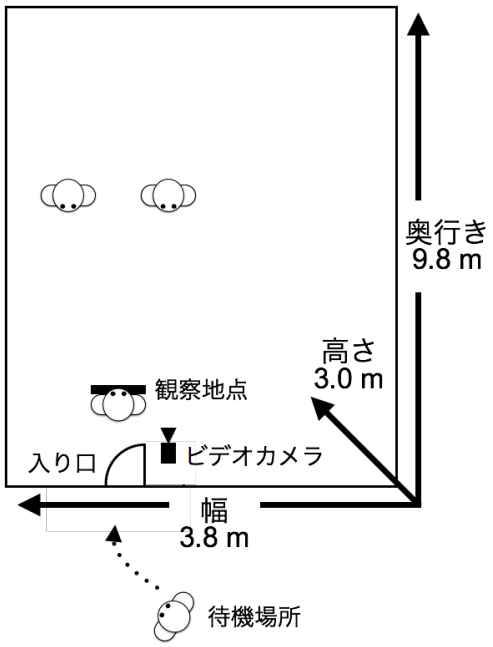


図 3：実験環境．

参加者の肩幅を身体幅，つまり，π 値の分母として使用した．π 値の分子となる間隙幅において，人によって構成された間隙は人体に沿って滑らかな曲線を描いており，必ずしも実験参加者の肩の高さに対応する間隙が最小の幅ではなかったが，肩幅で除する場合，肩の位置に対応する間隙を間隙幅として使用するのが妥当と考え，その幅を分子として使用した．

実験参加者

男子大学生 10 名（平均身長 1714.00 mm, *SD* = 75.75 mm, 平均肩幅 421.00 mm, *SD* = 15.42 mm）が参加した．実験参加者は，過去に間隙通過の実験に参加したことはなかった．

実験環境

大学構内にある幅 3.8 m，奥行き 9.8 m，高さ 3 m の部屋を実験に使用した（図 3 を参照）．観察地点から間隙までの距離は先行研究[14][15][16]に倣い，地面から実験参加者の目までの高さ（眼高）の 2 倍（*M* = 3195.00 mm, *SD* = 126.60 mm）とし，実験参加者の眼高に応じて距離を調整した．実験参加者は部屋の外（廊下）で待機し，実験者に呼ばれたら入り口から入り，観察地点まで進んだ後，提示された間隙の通過可否判断をした．また，床材のタイル模様などを課題遂行の際に手がかりとして参照できないようにするために，床一面にブルーシートを敷いた．壁の色は薄いクリーム色であった．

手続き

1) お互いに向かい合う条件, 2) お互いに背中合わせの条件, 3) 実験参加者に対して正面を向いて並列する条件, 4) 実験参加者に対して後ろを向いて並列する条件, 5) 人型のパネルが向かい合う条件, 6) 人型のパネルが背中合わせの条件, 7) 人型のパネルが並列する条件の 7 つの各条件をランダムに実施した．各条件において，間隙幅が 400 mm〜450 mm の間のいずれかから開始して徐々に広くなる試行 7 回と，間隙幅が 850 mm〜900 mm の間のいずれかから開始して徐々に狭くなる試行 7 回を，1 人あたり計 14 回実験参加者に提示した．間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの人型のパネルの間隙幅の調整は，実験参加者の眼前でそれらを連続的に動かすことで行った．実験参加者が肩を回旋させたり，身体をすぼめたりすることなく通過できる最小の幅になったと知覚された時点で実験参加者は合図をし，間隙を構成する 2 人もしくは 2 つの人型のパネルは動きを止める．動きが止まった時点から実験参加者は間隙を見ながら口頭で間隙幅の拡大や縮小について微調整を行うことが可能であった．

3.3. 結果

実験参加者 10 名のうち 9 名のデータに対して分析が行われた．1 名は他の参加者の π 値の平均値を大きく上回る値（π 値の平均値の 2*SD* 以上の値）をとったために除外した．他の参加者の値よりも大きく上回った値をとったのは，実験の教示を理解していなかったため，もしくは，実験の当日に当該実験参加者が着ていた服装が腰にシャツを巻きつけ左右にふくらんだ服装であったために大きくなったと考えられる．本実験では実験参加者の服装について特に指定はしておらず，普段の服装で実験に臨んでもらったが，今後の研究では着用する服装等についても統制する必要があるだろう．

各条件において実験参加者が通過可能と判断した π 値（“間隙幅／肩幅”）の平均値，標準偏差，95%の信頼区間は表 1 の通りである．向かい合う条件の π 値の平均値は 1.50，標準偏差は.11，信頼区間（95%）は[1.45, 1.55]，人型パネルの向かい合う条件の π 値の平均値は 1.50，標準偏差は.17，信頼区間（95%）は[1.46, 1.56]，背

表 1：実験参加者 9 名の各条件の π 値の平均値，標準偏差，信頼区間．

	向かい合う		背中合わせ		並列	
	人	人型パネル	人	人型パネル	人	人型パネル
N	9	9	9	9	9	9
M(π)	1.50	1.50	1.30	1.25	1.42	1.43
SD	.11	.17	.13	.11	.12	.09
95% CI *LL*	1.45	1.46	1.26	1.22	1.38	1.40
95% CI *UL*	1.55	1.56	1.34	1.29	1.46	1.46

***N* はサンプル数, *M*(π) は π 値の平均値, *SD* は π 値の標準偏差, CI は 95%の信頼区間（confidence interval）, *LL* は lower limit, *UL* は upper limit を表す．**

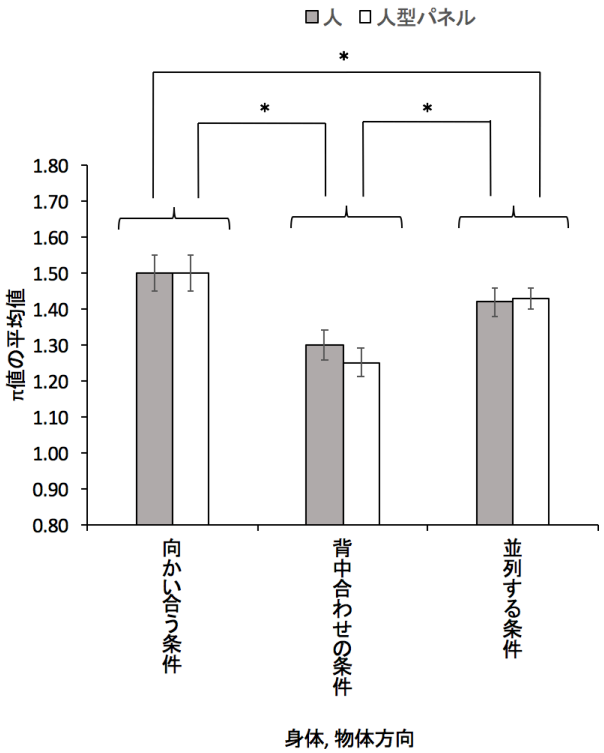


図 4 : 実験 2 における実験参加者 9 名の π 値の平均値. エラーバーは 95%信頼区間を示す. ＊印は多重比較（*p* 値の調整は Holm 法による）の結果, 5%水準で有意差があった水準間を示す.

中合わせの条件の π 値の平均値は 1.30, 標準偏差は.13, 信頼区間（95%）は[1.26, 1.34], 人型パネルの背中合わせの条件の π 値の平均値は 1.25, 標準偏差は.11, 信頼区間（95%）は[1.22, 1.29], （正面を向いて）並列する条件の π 値の平均値は 1.42, 標準偏差は.12, 信頼区間（95%）は[1.38, 1.46], 人型パネルの並列する条件の π 値の平均値は 1.43, 標準偏差は.09, 信頼区間（95%）は[1.40, 1.46]であった.

後ろを向いて並列する条件を除いた[1]6 つの条件について, 各条件の π 値の平均値を用いて, “人か人型のパネルかの違い” と “身体, 物体方向の違い” （向かい合う条件, 背中合わせの条件, 並列する条件）の 2 要因参加者内分散分析を行った. 分析では, 統計ソフト js-STAR version2.9.9[17], および統計ソフト R version3.3.2 における関数 anovakun version 4.8.0[18]を使用した. 結果, 交互作用は有意ではなかった（F (2,16) = .57, p = .57, η_G^2 = .01, *power* = .19）. “人か人型のパネルかの違い” による主効果は有意ではなく(F (1,8) = .25, p = .63, η_G^2 = .00, *power* = .10), “身体, 物体方向の違い” による主効果は有意であった（F (2,16) = 59.17, p < .001, η_G^2 = .39, *power* = 1.00）. “身体, 物体方向の違い” による主効果における Holm 法による多重比較（p < .05）の結果, π 値の平均の大きさは, 人か人型かに関係なく, 向かい合う条件＞並列する条件（*adjusted p* < 0.01）, 向かい合う条件＞背中合わせの条件（*adjusted p* < 0.01）, 並列する条件＞背中合わせの条件（*adjusted p* = 0.01）であった（図 4）.

3.4. 考察

物体でありながら人の形をした人型のパネルを用意し, 人の間の通過可否判断と人型のパネルの間の通過可否判断を比較した. 間隙の通過可否判断に際して, 物体であること（人間ではないこと）自体が情報となるのか, あるいは, その構成物質にかかわらず, 人の形をしていること――人に見えること――が情報となるのかを検討するためである. 実験の結果, 間隙を構成するものが人であるのか人型のパネルであるのかではπ値に有意な差は見られず, 一方, 人ないしは人型のパネルの向きの違いによって有意な差が見られ, また, 向きの違いによるπ値の変化の傾向は, 人と人型のパネルで同じであった. 通常, パーソナルスペースはその定義[8]から, 人の周りに存在するもの――一方, 物体の周りには存在しないもの――と考えられているが, この結果は, 知覚者が物体である人型のパネルに人と同様なパーソナルスペースを知覚すること, または, パーソナルスペースを投影して理解することを示唆する. これは, 今回使用した人型のパネルが, 間隙を構成する役を担った人物の輪郭をかたどって作成されたために “人らしい情報を持った物体” となり, このことによって人型のパネルに対する間隙通過可否判断が人に対する間隙通過可否判断と同様に, その向きに応じて変化することになった可能性がある.

今回実施した実験は, 実際には間隙を通過せずにその手前で通過可否の知覚判断を行うものであった. しかし, 実際に間隙を実験参加者が歩いて通過した場合には, 通過の可否判断の結果は異なるものになる可能性がある. Warren & Whang[1]の実験では, 実験参加者が

[1]人型のパネルには前後の区別がないため, 人による後ろを向いて並列する条件を除いた. 友野ら (印刷中) [2]より, 正面を向いて並列する条件での π 値の平均値（= 1.44）と後ろを向いて並列する条件での π 値の平均値（=1.46）に有意な差はなく, どちらを採用しても問題はないが, 本稿の実験では正面を向いて並列する条件を並列する条件として採用した.

静止した状態で通過可否判断を求めた場合と実際に歩いて間隙を通過した場合とを比較すると,π値の平均値は実際に歩いて間隙を通過する場合のほうが静止した状態で観察する場合よりも大きくなった. このことは, 知覚判断のみによるπ値と実際に歩いて間隙を通過する場合のπ値とが異なるものになることを示している. 本稿の実験状況においても, 仮に実験参加者が実際に歩いて間隙を通過した場合には, 人によって構成される間隙と人型のパネルによって構成される間隙のπ値はそれぞれ異なったものになる可能性もある. これについては今後の研究で明らかにしていきたい. 少なくとも本稿の実験においては, 人と人型のパネルは間隙通過可否の判断において明確に区別されているとは言えず, 間隙を構成する対象が“人の形をしていること”と, 間隙を構成する人もしくは人型の対象の“向き”が間隙通過可否判断における重要な情報となった.

4. 総合考察：間隙をつくる障害物の“人らしさ”は通り抜け行為に影響を与えるか？

実験の結果より, 間隙をつくる物体の“人らしさの情報”は, 実験参加者が静止した状態において間隙を通り抜けることができるかの判断に影響を与えることが示唆された. また, 本稿の実験結果は, 間隙を構成する対象が, “人の形をしていること”と“人もしくは人型パネルの向き”の 2 つが人らしさの情報となり得ることを示した. 人の間の通過可否判断と人型のパネルの間の通過可否判断が同様の傾向になった理由としては, 人型のパネルの周囲に人と同様なパーソナルスペースが存在すること, または, パーソナルスペースを投影して理解することが考えられるが, パーソナルスペースを持つ人と, パーソナルスペースを持たないはずの人型のパネルのπ値が近似したのはなぜだろうか.

この問いに答えるため, ある操作をすることで架空（バーチャル）の人を現実の人として扱ったことを報告した杉森[19]の研究を頼りに, 人と人型のパネルを区別しなかった原因について考察する. 杉森[19]は実験により, バーチャル世界のアバタに自己投影をするためには, 自らがアバタの行為をある程度コントロールできることが自己投影の条件であることを示した. 本稿の実験において, 実験参加者は通過可能な最小の間隙幅を探索する際, 口頭で間隙幅の微調整が可能であったことに加えて, 手で“もう少し狭く”, “もう少し広く”といったジェスチャーを使っていた. つまり, 人型のパネルは, “人型”であることに加え, 実験参加者が人型のパネルの行為をある程度コントロールできる状況であったことから, 実験参加者が人型のパネルに自己（人間性）を投影し, 人型のパネルを人として知覚していた可能性がある. そして, “人として知覚”することの中に, 人がもつパーソナルスペースの知覚が含まれていた可能性が考えられる.

一方, 本稿の実験においては, 間隙を構成する人と実験参加者の視線が合わないように制限した. 具体的には, 間隙を構成する 2 人は視線をまっすぐにし, 実験環境の壁を直視していた. これは, 人と物体で実験条件を統一するために行った統制であるが, Hayduck[20]によれば, 視線およびアイコンタクトの量はパーソナルスペースの大きさを規定する上で一つの要因になり得る可能性がある. したがって, アイコンタクトのない間隙を構成する 2 人は“物体のような人”となってしまった一方, 人型のパネルは間隙を構成する役を担った人物の輪郭をかたどって作成したため, “人らしい情報を持った物体”となったとも考えられる. このことが間隙の通過可否に影響を与えていた可能性がある. 実験の結果から, 静止した状態で人と人の間, 人型のパネルの間の通過可否判断を求めると, 人間と人型のパネルを区別しているとは言えず, たとえ物体であってもそれが人の形をしていること自体が“人間らしさ”の情報となること，具体的には，通過可否判断の際に通りやすいのか, 通りにくいのかの情報となり得る可能性がある. すなわち, 観察者は, 間隙を構成する対象の間を“通り抜けられるか, 通り抜けられないか”の判断を“人らしさ”の情報を元に“過剰に”調整していると言えるのではないだろうか.

参考文献

[1] Warren, W. H., & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **13**(3), 371-383.

[2] 友野貴之, 古山宣洋, 三嶋博之（印刷中）. 人はいかにして人と人の間を通り抜けられると判断するのか？― 間隙アフォーダンス知覚の新たな展開,『認知科学』, **24**(3) .

[3] 佐々木 正人 (2015). 『新版 アフォーダンス』東京：岩波書店.

[4] Higuchi, T., Takada, H., Matsuda, Y., & Imanaka, K. (2004). Visual estimation of spatial requirements for locomotion in novice wheelchair users. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **10**, 55-66.

[5] 豊田 平介 (2006). 行為の調整と学習.『理学療法』,**21**(1), 81-85.

[6] Wagman, J. B., & Taylor, K. R. (2005). Perceiving affordances for aperture crossing for the person-plus-object system. *Ecological Psychology*, **17**, 105-130.
[7] Hall, T. E. (1966). *The hidden dimension*. New York: Double day. (日高 敏隆・佐藤信行訳 (1970).『かくれた次元』. 東京：みすず書房).
[8] Sommer, R. (1959). Studies in personal space. *Sociometry*, **22**, 247-260.
[9] 田中 政子 (1973). Personal Space の異方的構造について. 『教育心理学研究』, **21**(4), 223-232.
[10] Gérin-Lajoie, M., Richards, C. L., & McFadyen, B. J. (2005). The negotiation of stationary and moving obstructions during walking: Anticipatory locomotor adaptations and preservation of personal space. *Motor Control*, **9**, 242-269.
[11] Roger, D. B., & Schalekamp, E. E. (1976). Body-buffer zone and violence: A cross-cultural study. *The Journal of Social Psychology*, **98**, 153-158.
[12] Hackney, A. L., Cinelli, M. E., & Frank, J. S. (2015). Does the passability change when walking through human versus pole obstacles? *Acta Psychologica*, **162**, 62-68.
[13] Chang, C., Wade, M. G., & Stoffregen, T. A. (2009). Perceiving affordances for aperture passage in an environment-person-person system. *Journal of Motor Behavior*, **41**(6), 495-500.
[14] Flascher, M. O. (1998). *Dimensions of perceptual scaling of passability*, Doctoral dissertation. Connecticut: University of Connecticut.
[15] 豊田 平介・三嶋 博之・古山 宣洋 (2005). 成人片麻痺者における間隙通過可能性についての知覚と歩行の発達：“実効π”を利用した評価. 『生態心理学研究』, **2**(1), 33-41.
[16] 豊田 平介 (2006). 行為の調整と学習.『理学療法』,**21**(1), 81-85.
[17] 田中 敏・中野 博幸 (2013).『R&STAR データ分析入門』. 東京：新曜社.
[18] 井関 龍太 (2015). 心理学の分散分析, 山田 剛史 (編)『Rによる心理学研究法』, 55-75. 京都：北大路書房.
[19] 杉森 絵里子 (2015). 空想と現実を区別するメカニズム：自己行為の時間的・空間的拡張. (課題番号:25885090)『科学研究費助成事業―研究成果報告書』Retrieved from https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-25885090/25885090seika.pdf (2017 年 7 月 9 日).
[20] Hayduk, L. A. (1978). Personal Space: An Evaluative and Orienting Overview. *Psychological Bulletin*, **85**(1), 117-134.

新たな減価効果—顔の多重重複は不気味さを生む—
New devaluation effect: Many exactly same faces induce eerie impressions

米満 文哉[1]，佐々木 恭志郎[2, 3,4]，郷原 皓彦[1, 3]，山田 祐樹[4]
Fumiya Yonemitsu, Kyoshiro Sasaki, Akihiko Gobara, Yuki Yamada

[1]九州大学大学院人間環境学府，[2]早稲田大学理工学術院基幹理工学部，
[3]日本学術振興会特別研究員，[4]九州大学基幹教育院
[1]Graduate school of Human-Environment Studies, Kyushu University, [2] Faculty of Science and Engineering, Waseda University, [3]Japan Society for the Promotion of Science, [4]Faculty of Arts and Science, Kyushu University
y.fumiya.0408@gmail.com

Abstract

It is highly unusual that individuals with exactly the same face are together in the same place. What impression is formed by them is still unclear. It is important to reveal people's psychological reactions to the individuals and objects with the same face such clone humans and humanoid robots when the mass production of them become possible in the future. The current study investigated what impressions were induced by a visual scene in which six individuals with exactly the same face exist. In the Experiment 1, 121 Japanese people were participated in the experiment online. We presented three kinds of stimuli pictures; pictures of six individuals with the same face (clone condition), pictures of an individual (single condition), and pictures of six individuals with faces different from each other (non-clone condition). The participants rated the impression (eeriness, realism, and valence) of the pictures on a 7-point Likert-scale. The results showed that the pictures in the clone condition were significantly highly eerie, realistic, and unpleasant compared to the pictures in the other conditions. Therefore, it is suggested that individuals with the same face induced negative impressions. We have discovered a novel devaluation effect—the clone devaluation effect.

Keywords — Face, Emotion, Stranger avoidance

1. 問題と目的

全く同じ顔の人物が一堂に会することは日常では滅多にない．そのような状況に直面した時，我々にはどのような感情が生起するのだろうか．この点は，科学技術の進歩によってクローン人間の製作やアンドロイドの大量生産が可能になったとき，同じ顔をしたヒトや”ヒトらしいモノ”に対する心理的反応を考える上で非常に重要な問題である．そのとき生じうる感情には二つの可能性が考えられる．一つは，クローン化された対象に好印象を持つという「クローン増価効果」である．全く同じ顔が同一空間内に多数存在すると個別の顔を処理する負荷が低下するため，処理流暢性が高くなると考えられる．処理流暢性の高い対象はポジティブに評価されることを考慮すると [1], 処理流暢性の高いクローン対象はポジティブに評定されると予測される．もう一つの可能性は，クローン化された対象に対して悪印象を抱く「クローン減価効果」である．全く同じ顔が多数存在することは，現実世界では可能性が低い．その場合，対象を「人間」などの既存のカテゴリに分類できず，不審な何かであると評価されるだろう．そしてその結果，それらの顔がネガティブに評定されると考えられる (不審回避メカニズム [2]).

こうした逆方向の 2 つの効果のどちらが生じるのかを明らかにするため，本研究では全く同じ顔をした 6 人の人物が日常的な風景に写っている写真 (多重重複) がどのような感情を喚起するかを実験 1 で日本人を対象に検討した．クローン増価効果が起こるならば，人物が1人だけの写真 (単体) や6人の人物が異なる顔をしている写真 (非重複) よりも, 全く同じ顔をした人物が 6 人写っている写真の方がより快度が高くなるだろう．一方で，クローン減価効果が起こるならば，単体条件や非重複条件よりも，多重重複条件の方がより不快度が高まり，不気味に感じられると予測される．さらに，実験 1 の結果が日本人以外の人種においても得られるのかを検討するために，実験 2 ではコーカソイドを実験参加者として実験 1 と同様の実験を行った.

2. 実験 1

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

日本人 121 名 (女性 : 57 名，平均年齢 = 26.47 歳, *SD* = 9.66) が実験に参加した．なお実験参加者は，クラウドソーシングサービスを通して募集され，オンライン上で実験を行った.

2.1.2 刺激

全て同じ顔の人物が 6 人写っている画像 (多重重複)

を 18 枚 (Figure 1a), 全て異なる顔の 6 人で写っている画像 (非重複) を 3 枚 (Figure 1b), 人物が 1 人で写っている画像 (単体) を 18 枚用意し (Figure 1c), 合計 39 枚の刺激画像を用いた. 画像の加工は, Adobe Photoshop CS6 を用いて行った.

Figure 1. 実験で用いた刺激画像の例. 左から (a) 多重重複, (b) 非重複, (c) 単体の画像.

2.1.3 手続き

実験は全てオンライン上で行われた. 実験参加者は自分の年齢, 性別について回答した後, 刺激画像の「不気味さ」,「あり得なさ」,「快度」について 7 件法で評定した. 刺激画像は全てランダムな順序で呈示された.

2.2 結果と考察

不気味さについて画像条件 (多重重複, 単体, 非重複) を参加者内要因とする一要因分散分析を行った (Figure 2a). その結果, 画像条件の主効果が有意であった ($F(2, 240) = 1892.44$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .94$). 多重比較の結果, 多重重複の不気味さは単体と非重複よりも高く, 単体と非重複との間に有意な差は認められなかった ($t(240) = 52.34$, $p < .001$, $d = 3.56$; $t(240) = 54.19$, $p < .001$, $d = 3.46$; $t(240) = 1.87$, $p = .63$, $d = 0.13$). また, あり得なさについて同様に一要因分散分析を行った結果 (Figure 2b), 画像条件の主効果が有意であった ($F(2, 240) = 2628.68$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .96$). 多重比較の結果, 多重重複のあり得なさは単体と非重複よりも高く, 単体と非重複との間に有意な差は認められなかった ($t(240) = 63.03$, $p < .001$, $d = 5.73$; $t(240) = 62.55$, $p < .001$, $d = 4.86$; $t(240) = 0.48$, $p = .63$, $d = 0.04$). さらに, 快度について同様に一要因分散分析を行った結果 (Figure 2c), 主効果が有意だった ($F(2, 240) = 35.73$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .23$). 多重比較の結果, 多重重複の快度が単体と非重複よりもより不快に評定され, 単体と非重複との間に

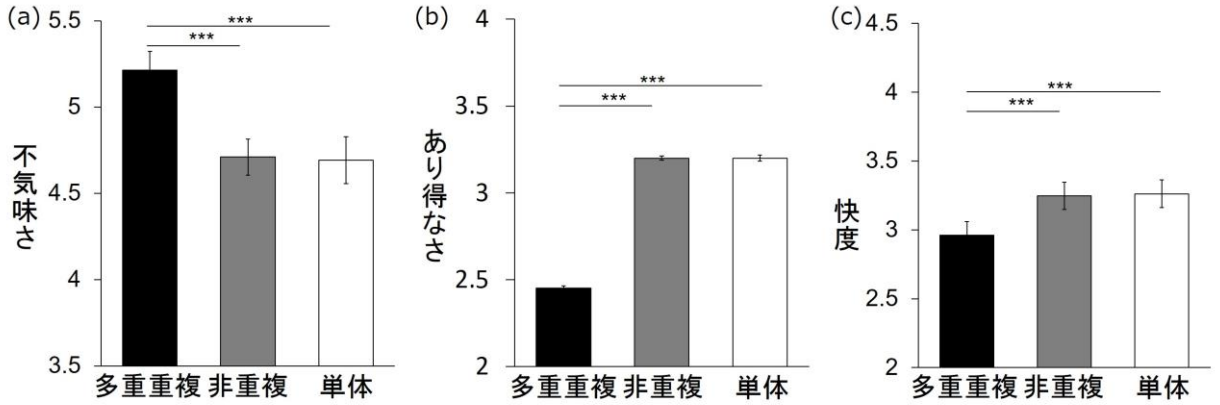


Figure2. 各画像条件における不気味さ (a), あり得なさ (b), 快度 (c) の評定値。エラーバーは標準誤差。* $p < .001$**

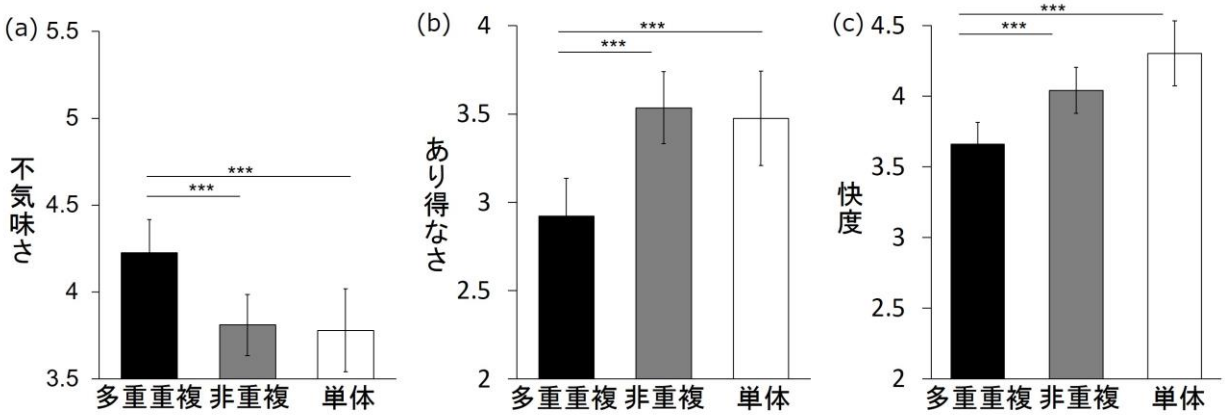


Figure 3. コーカソイドの各画像条件における(a) 不気味さ, (b) あり得なさ, (c) 快度の評定値。エラーバーは標準誤差。* $p < .001$**

有意な差は認められなかった (t (240) = 7.50, p < .001, d = 0.29; t (240) = 7.13, p < .001, d = 0.30; t (240) = 0.37, p = .71, d = 0.02). これらの結果から，同一空間内に多数存在する同一顔は不気味さを喚起し，クローン減価効果が生じることが明らかとなった．実験 2 では，クローン減価効果の頑健性を確かめるため，実験 1 で対象とした日本人以外の人種においてもクローン減価効果が生じるかを検討する．

3. 実験 2

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

コーカソイド 35 名 (女性：10 名，平均年齢 = 27.97 歳，SD = 7.46 歳) が実験に参加した．なお，実験参加者は実験 1 と同様にクラウドソーシングサービスを通して募集され，オンライン上で実験を行った．

3.1.2 刺激

全て実験 1 で使用されたものを用いた

3.1.3 手続き

実験 1 と全く同様であった．

3.2 結果と考察

不気味さについて画像条件 (多重重複，単体，非重複) を参加者内要因とする一要因分散分析を行った (Figure 3a)．その結果，画像条件の主効果が有意であった (F(2, 68) = 7.47, p < .01, η_p^2 = .15). 多重比較の結果，多重重複の不気味さは単体と非重複よりも高く，単体と非重複との間に有意な差は認められなかった (t (68) = 3.13, p < .01, d = 0.38; t (68) = 2.86, p < .01, d = 0.36; t (68) = 0.27, p = .79, d = 0.03). また，あり得なさについて同様に一要因分散分析を行った結果 (Figure 3b)，画像条件の主効果が有意であった (F(2, 68) = 7.47, p < .001, η_p^2 = .08). 多重比較の結果，多重重複のあり得なさは単体と非重複よりも高く，単体と非重複との間に有意な差は認められなかった (t (68) = 3.51, p < .001, d = 0.50; t (68) = 3.17, p < .01, d = 0.39; t (68) = 0.34, p = .74, d = 0.04). さらに，快度について同様に一要因分散分析を行った結果 (Figure 3c)，主効果が有意だった (F(2, 68) = 8.91, p < .001, η_p^2 = .81). 多重比較の結果，多重重複の快度が単体と非重複よりもより不快に評定され，単体と非重複との間に有意な差は認められなかった (t (68) = 4.20, p < .001, d = 0.41; t (68) = 2.49, p < .05, d = 0.56; t (68) = 1.71, p = .10, d = 0.22). これらの結果から，クローン減価効果は日本人以外の人種においても同様に生起し，高い頑健性を有することが示された．

4. 総合考察

本研究は，多重重複した顔を観察したときにどのような感情が生起するのかを検討した．そのために，実験 1 では多重重複顔が生起させうる感情は，ポジティブな感情とネガティブな感情のどちらなのか二つの仮説を基に実験を行った．その結果，同一空間内に同じ顔が多数存在すると，ネガティブな感情が喚起され，クローン減価効果が生じることが明らかとなった．さらに，実験 2 の結果から，クローン減価効果は日本人のみならず，コーカソイドにおいても生起した．このことは，クローン減価効果が人種を超えて頑健性が高いことを示唆する．

クローン減価効果は不審回避メカニズム [2] の観点から説明が可能である．参加者は，多重重複した顔を観察した経験がないため，その写真内の対象を自分の経験や記憶によって形成されたどのカテゴリにも当てはめることが困難であったと考えられる．そのようなカテゴリ化できない不審なものを回避しようとする防御的反応として不気味という感情が喚起された可能性がある．

多重重複の不気味さが画像加工によるノイズに起因している可能性も考えられる．しかしながら，本研究では加工回数が異なる非重複と単体の間に不気味さの差がなく，加工回数が同程度の多重重複と非重複の間に不気味さの差が見られた．もし加工によるノイズが不気味さを生起させたのならば，同程度の加工を加えた非重複でも多重重複と同程度の不気味さが喚起されるはずである．しかし結果はそうではなかった。したがって，多重重複による不気味さは画像加工による総ノイズ量では説明できず，クローン減価効果はアーティファクトな現象ではないと考えられる．これまで発見された減価効果には，不気味の谷 [3] や視覚的不快感 [4]，認知的抑制 [5] などが挙げられる．しかし，本研究は同じ顔が重複することでネガティブに評価されるという，従来知られてきたもののいずれにも当てはまらない新たな減価効果を発見した．これらのことから，クローン人間の製作やアンドロイドの大量生産などにより現実世界において多数の同じ顔が同一空間内に存在する事態が起きると，不気味さなどの拒否反応を示す可能性が示唆された．本研究は，そのような技術が社会に導入されることに対して，認知心理学の視点から問題提起する研究として意義あるものだろう．

5. 参考文献

[1] Reber, R., Winkielman, P., & Schwarz, N. (1998). Effects of perceptual fluency on affective judgments. *Psychological Science, 9*, 45-48.
[2] Yamada, Y., Kawabe, T., & Ihaya, K. (2013). Categorization difficulty is associated with negative evaluation in the "uncanny valley" phenomenon. *Japanese Psychological Research, 55*, 20-32.
[3] Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy, 7*, 33-35.
[4] Wilkins, A. (1986). What is visual discomfort? *Trends in Neurosciences, 9*, 343-346.
[5] Raymond, J. E., Fenske, M. J., & Tavassoli, N. T. (2003). Selective attention determines emotional responses to novel visual stimuli. *Psychological Science, 14*, 537-542.

特徴の統合によるオブジェクト構成の計算論に向けて
Toward Computational Theory of Object Construction by Feature Integration

日髙　昇平†
Shohei Hidaka

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

Abstract

In a noisy physical world, nothing is a purely deterministic being as often idealized so in theory. The Shannon's model of information transmission idealizes such a noisy world, and construct a pair of encoder and decoder which realizes an ideal one-to-one map with an arbitrarily small error.

Extending this theory to a set of ideal one-to-one maps that are compositional, we obtain *compositional* or *core* information theory. It states the limit for the exponent rate for the number of differentiable signals per use of the channel under the constraint of the compositionality of the maps. This extended theory is supposed to characterize information integration for a multi-modal or multi-component system.

To test this theoretical prediction, we analyze human bodily movements in which whole-body movements reflect complex dynamics of the multiple body parts interacting with each other. The core information of the bodily movements successfully capture the reasonable bodily components, which are supposed to be connected from the physical and control theoretical point of view. This result suggests the possibility to build a computational theory of "object" perception, on the basis of the core information.

Keywords — Object, Multivariate Information Theory

1. オブジェクト認知

我々は、ものごとを個々の特徴の断片のリストとしてではなく、一体としての“オブジェクト”としてみることが多い。また意識上では、例えば視覚的なオブジェクトの形や輪郭だけを色などの特徴と分離して知覚することができない、という主観的な経験を誰しも共有していると思われる。しかし、一方、初期視覚野では、線分の方向や色あるいは局所的な動きなどの視覚的特徴が、分散的なフィルターとして表現されていることが知られている。これは、視覚的なオブジェクトが初期には特徴ごとに情報処理されていることを意味するため、意識的な体験で感じられる現象学的なオブジェクトとの乖離は、これまでの知覚研究の重要な問題の一つと考えられてきた(Treisman & Gelade, 1980; 横澤, 2014)。

Treisman & Gelade (1980)の特徴統合理論では、注意によって課題や文脈に応じた特徴が結合されるとしたが、注意による特徴の統合以前の段階でも、”illusory conjunctions”と呼ばれる必ずしも正確ではないものの何らかの形で特徴が結合されているとすることで現象学的な体験との理論的整合性を保っている。しかし、こうした前注意的な“オブジェクト”の構成がいかに実現されているかは未だ不明な点が多い。

2. 情報統合～合成可能関数の構成

本研究では、単なる特徴の列挙とは本質的に異なり、特徴の統合によって構成される“オブジェクト”認知の計算理論を目指し、その基礎となる議論を展開する。ここでの目的は、個別の特徴に関する情報の“統合”の数理的な定式化につながる論拠を確かめることである。これを考える前に、そもそも情報とは何か再考しておこう。

Shannon (1948)の確立した情報理論によれば、情報とは 1 対 1 対応の関数の「実現」である(日髙, 2016)。ここで、「実現」には、雑音にさらされた実世界では何一つとして誤差のないものは存在しないにもかかわらず、それらを使って、理想的な 1 対 1 対応の関数を構成する、という含意がこめられている。図 1(a)は、集合 Xから集合 Yへの理想化された 1-1 対応関数の一例を示している。“現実”には、あらゆるものは確率的なゆらぎをもっており、集合 Xの一つの要素を伝達しようとするとき、雑音の影響で複数の要素へと変化しうる(確率変数とみなせる) (図 1(b)の中列)。このとき、集合 X の要素の抽出の仕方(符号化)と、雑音の影響後の要素の潜在的な部分集合を Yの一つの要素に割り当てる関数(復号)を適切に選べば(図 1(b))、実質的に理想的な 1 対 1 対応関数(図 1(a))と同等とみなせる関数が構成できる。こうして構成した関数において 1 回の通信(雑音のある通信路)あたりにどの程度の要素数が識別可能であるかを Shannon 情報量と呼ぶ。

この情報理論における通信の定式化は、1 つの集合の個々の要素を他の集合の要素に対応づけるときに現実のシステムが満たすべき量的な制約を明らかにしており、情報の“統合”の最も基礎的な例と位置づけら

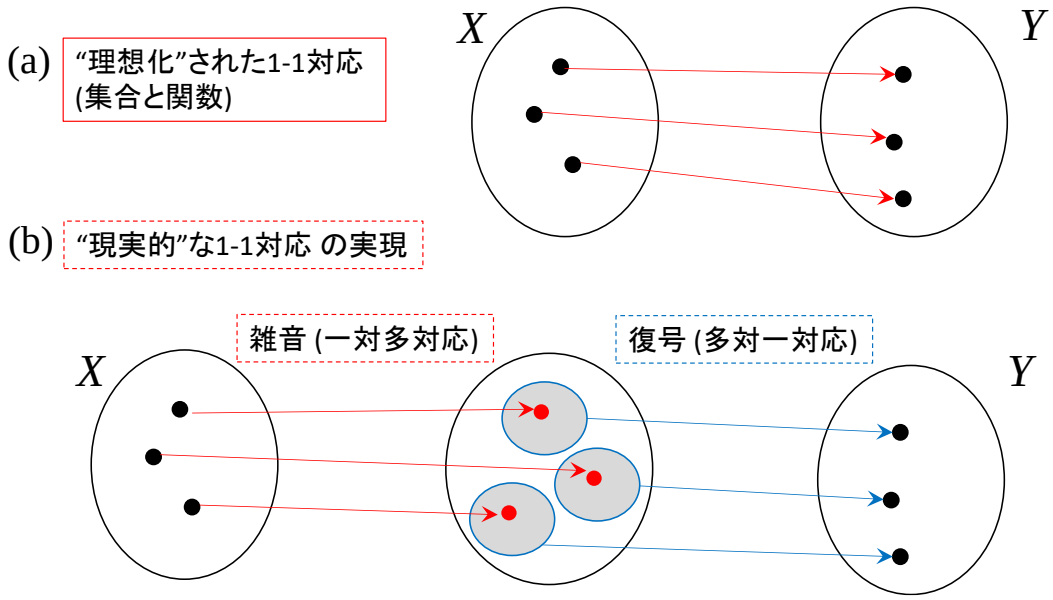


図１：(a)理想化された１対１関数と(b)その実現。

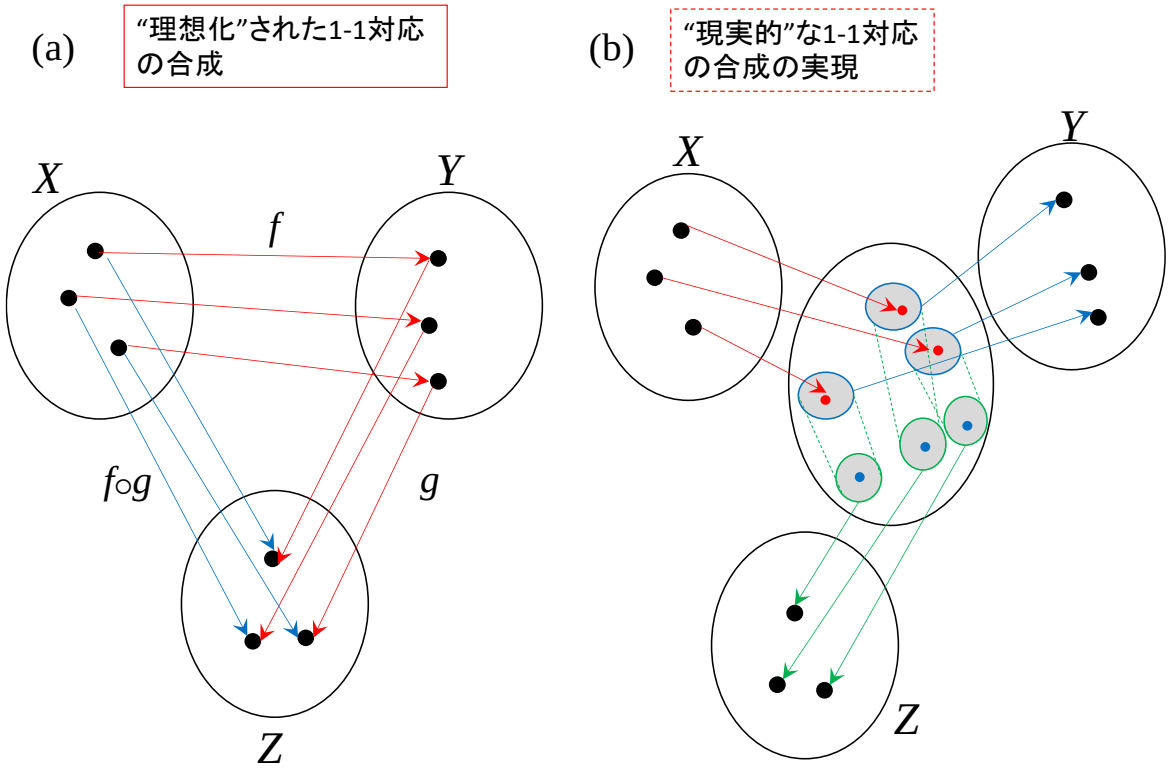


図２：(a)理想化された１対１関数の合成と(b)その実現

れるだろう。この定式化を基礎として、我々の求めるのは、一つの１対１関数の構成ではなく、多数の集合間の複数の関数をいかに“とりまとめる”かである。本研究では、複数の関数の操作として最も基礎的と位置づけられる「関数の合成」[1]を、情報統合の一つの定式化の候補として考える。

関数の合成をより具体的に考えるために、三つの集合 X, Y, Z とその間の１対１対応関数を考えよう(図2)。

[1] 集合と関数を含むより一般化された対象をとりあつかう数学の一分野である圏論において、圏を構成する最も基礎的な要素は、対象、射、恒等射、そして射の合成である(Awodey, 2010)。

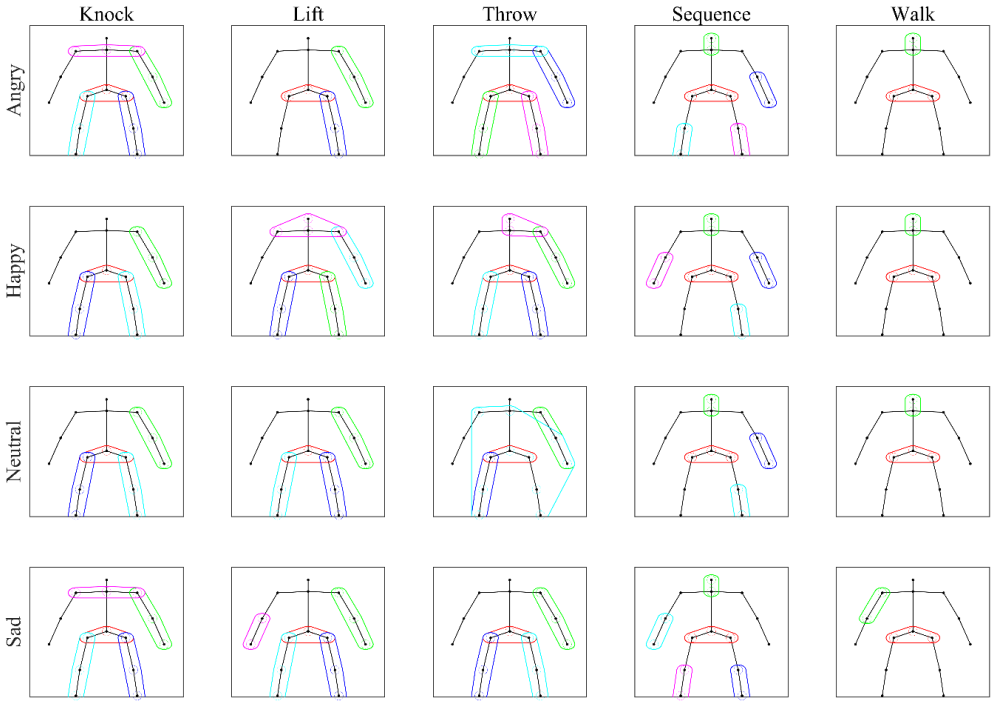


図 3: 4 種類の情動的文脈における 5 種類の動作ごとに推定された局所最大コア情報をもつ身体の部分集合(色つきの閉包で囲まれた各点).

基礎的な例として、図 2(a)は、集合 Xから Yへの関数 fと集合 Yから Zへの関数 gが、集合 X から Z への合成関数 f;g と等価である、という理想化された関数合成の一例を示している。理想化された世界において、こうした関数の合成はいとも簡単に行われるが、これを雑音のある現実世界で構成するのはそう簡単ではない。一つの関数の場合(図 1(b))と同じく、雑音が存在するため、確率 P(Y, Z | X)によって表現できる通信路において、集合 Xから Yへの関数と、集合 Xから Zへの関数を、それぞれ別に構成したとしても、必ずしも集合 Yと Zの間が対応がつくことを保証しないためである(図 2(b)の中央の集合図における赤い点を含む部分集合と青い点を含む部分集合の間の対応(点線)が問題となる)。

3. 合成可能関数の情報理論

こうした議論から、ある一つの変数から他のすべての個々の変数(every variable)を特定できる、という特別な条件を満たす新たな情報理論の定式化が必要である。こうした定式化の一部(特殊なケース)は、ネットワーク情報理論(El Gamal & Kim, 2011)として理論化されているが、理論的には未解明な部分も多い。本研究では、予想を含む暫定的な理論として、多変量(ハイパーグラフィカル)情報理論を提案する。この理論では、関数の合成可能性を、一つの変数から他のすべての個々の変数が特定可能である条件により定義し、この意味での合成可能関数の構成における識別可能な信号数(レート)をコア情報量と定義する。2 変数の特殊なケースでは、Shannon 情報量(相互情報量)と一致し、一般に確率変数の集合 χ={X_1, X_2, …, X_N}とその任意の分割の集合π_χ:= { (π_0, π_1): $\pi_0 \neq \varnothing$, $\pi_1 \neq \varnothing$, $\pi_0 \cup \pi_1 = \chi$, $\pi_0 \cap \pi_1 = \varnothing$}に対し、以下のように定義される。

$$\omega(\mathcal{X}) := \min_{(\pi_0,\pi_1)\in\pi_\mathcal{X}} I(\pi_0;\pi_1).$$

ただし、$I(X; Y)$は変数 Xと Yの相互情報量である。この ωは、3 変数まで通信に合成可能性を加えることで導出でき、4 変数以降で同様の議論が成立するかは現時点では不明であるため一般化に関する予想を含む。また ωの計算には潜在的に変数の数 Nの指数関数的に増加する組み合わせ上の最小化が含まれているが、相互情報量の劣モジュラ性を利用する事で多項式時間で計算することが可能である(Hidaka & Oizumi, submitted)。

4. コア情報量による“オブジェクト”同定

こうして定義されたコア情報量 ωによって、“オブジェクト”を特定可能かを調べるために、人の動きの時系列データ(Ma et al., 2006)を分析した。このデータに

は 4 種類の感情的な文脈(angry, happy, sad, neutral)と 5 種類の行為(knock, lift, throw, walk, この 4 つの連続動作である sequential)が収録されている。手の動作の場合、5 回の動作をする間の身体の 15 か所に取り付けられたマーカーの 3 次元座標が時系列データとして得られている。この多変量時系列データに対し、局所線形力学的な影響を除くためベクトル自己回帰モデルを適用し、その残差共分散行列(45 x 45 次元)を、局所最大コア情報量の探索対象とした。

このデータのその代表的な一例(被験者 5)に対して、ωが最大となるマーカーの部分集合を示したのが図 3 である。いずれの行為・感情的文脈の場合も、主に腰、四肢、頭部などが局所的に高いコア情報量をもつ部分集合として特定される結果となった。この結果は、直感的な我々の“オブジェクト”の理解にも一致する。このように事前情報なしで、こうした体の分節化が動きの相関構造のみから可能である点は、オブジェクト性と関連する特徴のコア情報量による検出可能性を示唆していると考えられる。

謝辞

本研究は平成28年度科学研究費補助金若手研究A 16H05860 の助成を受けて行われた。

参考文献

[1] Awodey, S. (2010). Category Theory. *Oxford University Press*.

[2] El Gamal, A. & Kim, Y-H (2011). Network Information Theory. *Cambridge University Press*.

[3] Hidaka, S. and Oizumi, M. (submitted). Fast and exact search for the partition with the minimal information loss.

[4] Ma, Y., Paterson, H. M., Pollick, F. E. (2006). A motion capture library for the study of identity, gender, and emotion perception from biological motion, *Behavior Research Methods*, 38, 1, 134-141.

[5] Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication, *Bell System Technical Journal*, Vol. 27, pp. 379–423.

[6] Treisman, A. M, & Gelade, G. (1980). A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.

[7] 日高 昇平 (2016). 情報の伝達から理解へ.人工知能学会論文誌. 31 (6).

[8] 横澤 一彦 (2014). 統合的認知. 21 (3), 295-303.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ジャンプ動作の指示とパフォーマンス：言葉と動きの関係を探る
Jump Instructions and their Physical Performances: How Language and Bodily Movement are Connected

深田智[†]，来田宣幸[†]，小島隆次[‡]，北尾浩和[†]，萩原広道[*]
Chie Fukada, Noriyuki Kida, Takatsugu Kojima, Hirokazu Kitao, Hiromichi Hagihara
[†]京都工芸繊維大学，[‡]滋賀医科大学，[*]京都大学
Kyoto Institute of Technology, Shiga University of Medical Science, Kyoto University
chieft@kit.ac.jp

Abstract
This article investigates how different types of linguistic instructions affect actual physical performances. Wulf, Höb, and Prinz (1998) discussed the effects of instructions on complex motor learning, and provided empirical evidence that the external (apparatus) focus instructions are beneficial for motor learning than the internal (body movements) focus instructions. However, in everyday motor teaching situations, instructors use a wide variety of instructions – from those used in Wulf et al's experiments to those related to subjective or inner feelings, or to those with simile or onomatopoeia –, sometimes to make a particular motor skill easily and quickly mastered, or sometimes to encourage fine tunings of already-acquired motor skills. In the present study, therefore, we focused on the effects of linguistic instructions on the tuning process of motor skills. The motor skill we dealt with was vertical jump and the instructions we used were all Japanese. We first classified the types of instructions from both linguistic and kinematic points of view, and then conducted two experiments to test what types of instructions tend to elicit what kinds of vertical jump performances. In both experiments, participants, who were all adult native speakers of Japanese, were instructed to jump according to the instructions presented on the monitor or screen. The results suggest that (i) compared with instructions related to body movements or those related to subjective or inner feelings, ceiling-focus (i.e. "close but external" focus) instructions seem to elicit automatic motor control which leads to higher vertical jumps; (ii) instructions with body-part nouns tend to draw a particular attention to the movements of that body part; and (iii) instructions with simile or onomatopoeia have a potential to induce a variety of jump performances because the interpretations of these instructions depend on the participants' own personal experiences.

Keywords — vertical jump, kinematic and kinetic parameters, external vs. internal focus of attention, classification of Japanese jump instructions, automatic motor control processes

1. はじめに
体育の授業やスポーツ指導の場面では，指導者がより高いパフォーマンスの実現を目指して手本を示したり，あるいは言葉で説明しながら手本を示したり，時に言葉のみで指導や説明をしたりする場合がある[1],[2]．いずれの場合にも，指導を受けた側は，それをヒントに身体を動かそうとするが，それでもベストパフォーマンスにならない，あるいは，指導者の指導通りの動きが実現できない場合がある．とりわけ言葉のみで指導・説明された場合には，目指すべき動きのイメージが言葉だけで示されることになるため，受け手にうまく伝わらない可能性が高い．そこには，指導者側の言語選択とそれに対する受け手側の言語理解の問題，すなわち，用いられた言葉（の意味・イメージ）に対する解釈の差，受け手側の運動能力の問題，パフォーマンスに対する受け手自身の主観的感覚と実際のパフォーマンス（客観）のずれ，などが関与していると考えられる．

Wulf ら[1]は，運動指示・指導の言葉の重要性がこれまでの運動学習研究においては等閑視されてきていたことに注目し，運動学習の促進には運動前及び運動中のどのような指示・教示が有効かを実験的に検証している．それによれば，運動時に用いる器具などの外部環境に注目した指示・教示（external focus）のほうが身体部位のような学習者の内部に注目した指示・教示（internal focus）よりも運動学習には有効であるということである．しかし，外部環境の範囲は広く，どこまでの外部環境への言及が有効か，また，それはどのような運動にも有効か，さらに，内部環境には，学習者の身体部位だけでなく心理・主観も含まれると思われるが，その心理・主観を焦点化した指示はどうか，などの問題も残されている（Wulf ら[1]の研究の不十分な点に関しては，谷[2]も参照）．

一方，日本のスポーツ指導や理学療法の現場に目を転じてみると，学習者によって運動学習を促進する指示・指導の言葉が異なることは，指導者の経験に基づく暗黙知とはなっているものの，Wulf ら[1]の研究を応用し，どのような日本語を用いれば運動学習が進むかを具体的に検討している研究はない．運動学習に関す

る実験では，誰にでも同じような反応を生むとされている言葉，例えば，「全力投球しなさい」「最大跳躍高になるように」などのみが用いられてきたのが現状である．

もちろん，「よっしゃ」のような掛け声を含む「スポーツオノマトペ」が運動学習に有効であるという藤野ら[3]の指摘もあれば，有働[4]のように，オノマトペや「コネコネ」などといったオノマトペ化した一般語彙，「いちーにー」などの掛け声を用いた指示・教示が，「非常に豊かな音楽性と運動性」[4, p. 232]を持ち，結果として知的障害児に対してもスムーズな運動（体の動き）を誘発するという指摘もある．しかし，いずれも詳細な運動解析結果を提示してはおらず，また，対象となるオノマトペ的表現が，単独で用いられるほうがよいのか一般語彙とともに用いられるほうがよいのか，あるいは，運動前に示されるのがよいのか運動中に示されるのがよいのか，などに関する検討まではしていない. さらに, 少なくとも前者の疑問に関しては，言語学（特に，意味論，語用論）からのアプローチも必要であると思われるが，言語学の分野で運動指導・運動指示時の日本語を取り上げ，その意味解釈が実際にどうパフォーマンスに影響を与えるかを，運動解析の結果も踏まえて調査・検討している研究は筆者の知る限りない.

そこで本研究では，運動指導・指示時の言葉と，それによって引き起こされる実際のパフォーマンスとの関係の詳細を質と量の双方から探索的に検討する．Wulf ら[1]と異なるのは，本研究が，運動学習，すなわち，目標とする未獲得の運動の獲得に有効な指示・指導の言葉を明らかにすることではなく，すでに獲得済みの運動の微調整，すなわち，ある動作に関して，すでに様々な運動パターンを獲得している成人を対象とし，その運動パターンが指示・指導の言葉でどう変化するか，を研究課題としている点である．

本稿では，その第一歩として，基礎的な身体動作の 1 つであるジャンプ動作[5]，とりわけ，その場での垂直方向へのジャンプを取り上げ，どのような指示の言葉がどのようなパフォーマンスを引き出すかを実験的に検証する．したがって，本研究では，最大跳躍高を引き出す可能性のある指示の言葉を明らかにするだけでなく，腕振りの大小や膝・腰の伸展具合などが異なる様々なジャンプ動作が，どのような言葉によって実行・実現される可能性が高いかを，運動解析と言語分析から検討する．そこで第 2 節では，まず，ジャンプ動作を誘発する指示の言葉の分類基準を提示し，続く第 3 節と第 4 節では，実際にいくつかのジャンプ動作指示の言葉を用いて行った 2 つの実験(実験 1, 実験 2)について詳述する．第 5 節では，この 2 つの実験結果と考察に基づいて，まとめと今後の展望を述べる．

2. ジャンプ動作指示の言葉と分類基準

前節でも述べたように，本研究は，すでに獲得済みの運動（ジャンプ動作）の微調整を誘発する多様な指示の言葉と実際のパフォーマンスとの関係を解明しようとする探索的研究である．したがって，本研究で取り上げるジャンプ動作指示の言葉は，「{高く／低く} ジャンプ」，「{大きく／小さく} ジャンプ」，「床にタッチしてからジャンプ」，「天井にタッチするつもりでジャンプ」，「うさぎみたいにジャンプ」，「ぴょんとジャンプ」など多岐に亘る．本節では，これらを分類する上での基準を 3 つ提示する．純粋に言語学的な観点からの基準も用いるが，本研究が身体パフォーマンスにも注目した研究であるため，運動学の知見を取り入れた基準も用いる．

第 1 の基準は，Wulf ら[1]に基づく基準，すなわち，運動時に用いる器具などの外部環境に注目した指示・教示（以下，〈外部環境〉）か，身体部位をはじめとする学習者の内部に注目した指示・教示（以下，〈内部状態〉）かである．本研究では，さらに，〈外部環境〉を，学習者に知覚可能な〈近〉環境と学習者から離れた〈遠〉環境の 2 つに，また〈内部状態〉を，ジャンプ動作に関わる〈身体部位〉とジャンプ動作そのもの，すなわちジャンプ動作に伴う〈身体運動〉（位置，速度，力，加速度などのキネマティクスないしキネティクス情報）とジャンプ動作を行う際の心理的な状態（〈主観・内観〉と呼ぶことにする）の 3 つに, それぞれ下位分類する．

第 2 の基準は，ジャンプ動作のどの局面に注目した指示か，すなわち，開始，跳躍，着地のどの局面に焦点を当てた指示か，である．この基準は，第 1 の基準と同様，運動学的な観点からの基準である．

第 3 の基準は，言語学的な観点からの基準，すなわち，スポーツオノマトペや掛け声，オノマトペ化した一般語彙や「うさぎみたいな」のような比喩を含む言葉―以下, 本稿では，これらをまとめて「感性的表現」と呼ぶことにする―が含まれるか否か，という基準である．前節でも引用したように，オノマトペをはじめとする感性的表現は，「非常に豊かな音楽性と運動性」を持ち[4]，一般語彙では表しきれないような複雑な動

作内容を伝えることができる[3]ため，これが運動と連動した場合には，発達の遅い知的障害児においても[4]，また語彙力が十分でない幼児においても[6]，直感的にそのイメージを捉えることができるとされている．しかし一方で，成人には曖昧で解りにくいとも思われている（[3, p. 8]）ため，これらの言葉の有無や一般語彙との共起が，成人を対象とした場合にもそのパフォーマンスに影響を与える可能性は十分に考えられる．

上述した 3 つの基準とそのそれぞれに相当するジャンプ動作指示の言葉を図 1 に示す．もちろん，ジャンプ動作指示の言葉の中には，「腕を大きく振って思い切りジャンプ」のように，複数の基準に関わるタイプも存在する．その場合には，この種の複合的な指示の言葉とそうでない指示との差や，どの程度複合させるのがよいか，などといった疑問が生じる．第 4 節での議論の一部はこれに関わる．

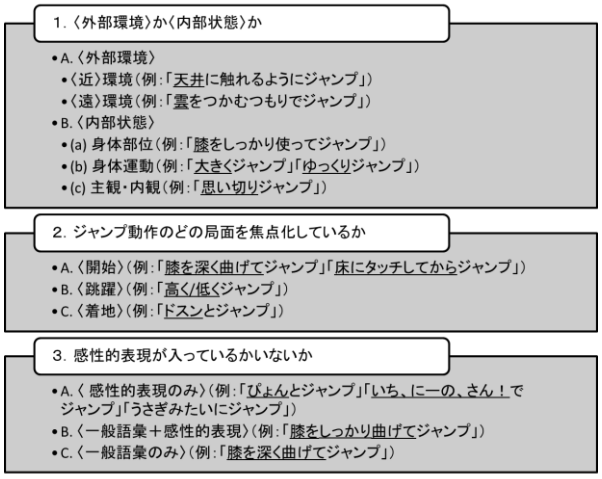


図 1　ジャンプ動作指示の言葉の分類基準

3.　実験 1

実験 1 では，健常な成人 71 名（男性 37 名，女性 34 名，年齢：26.8±5.3 歳）を対象として，15 種類の指示の言葉を用いて実験を行った（指示の言葉の詳細に関しては 3.2 を参照）．実験参加者には実験の主旨や内容，安全性について事前に説明し，十分な理解を得た上で参加の同意を得た．

3.1　方法

実験は室内の実験室にて実施した．実験参加者の前方 3.0m のところに設置した液晶ディスプレイ（iiyama 社製 ProLite PLE2473HDS，画面サイズ 295mm×523mm）上に，指示の言葉を文字情報（視覚刺激）として呈示し（フォントサイズ 108Pt，ＭＳゴシック），実験参加者には肩幅程度に両足を開いた立位姿勢を取らせた後，呈示された指示に従ってジャンプ動作を行うよう教示した．

指示は，2 秒間呈示し，その後 2 秒間のブランク画面をはさんだ後，次の指示を 2 秒間呈示し，これを繰り返した．指示が呈示されるまでは静止立位をとり，いずれの動作についても，呈示された指示に対して速やかに動作を行うよう教示した．呈示された指示に対するジャンプ動作は 1 回の垂直跳びとし，これを 1 試行とした．腕振りや手の位置，体幹の前後傾については制限を加えなかった．連続した 15 試行を 1 セットとし，個人内の言語解釈及び試技の揺れを平均化するために，各実験参加者に対して 5 セットずつ実施した．また，疲労の影響を排除するため，セット間には十分な休息をとった．

3.2　指示の言葉のタイプ

実験 1 では，15 種類のジャンプ動作指示の言葉を使用し，これをセット間でランダムな順になるように呈示した．この 15 種類は，(i)未獲得の運動の学習に有効であるとされる〈外部環境〉指示が，他のいかなる〈内部状態〉指示よりも，すでに獲得されているジャンプ動作の最大跳躍高を引き出す言葉として有効であるか，(ii)〈外部環境〉指示と明示的に「高く」といった場合とで，最大跳躍高に差が生じるか，(iii)感性的表現は実現されるべき運動を曖昧にし[3]，結果として多様なパフォーマンスを生むことになるのか，(iv)跳躍高を最小にすると考えられる指示の言葉の間で，何らかのパフォーマンスの違いが生じるか，といった疑問を解明するために選択された．

選択の指針となったのは，跳躍高を最大にするには，①腕振り，②下肢の急速な進展，③十分なしゃがみこみ，などが関与する，というスポーツ指導者の経験知及び金・松浦[5]の研究である．この指針に基づくならば，例えば，「天井に触れるようにジャンプ」は①と，また「膝を深く曲げてからジャンプ」は③と，少なくとも言葉の上では関わっていると考えられるため，ともに最大跳躍高を引き出しうる指示となるのに対し，「床から離れないようにジャンプ」や「膝を浅く曲げてからジャンプ」は，「低く」「小さく」と同様に跳躍高を最小にする言い回しであると考えられる．したがって実験 1 では，表 1 にあるように，単なる「ジャンプ」を含む計 15 種類の指示の言葉を用いて実験を行った．

表１　実験１で用いた指示の言葉

外部環境（〈近〉環境）	「天井に触れるようにジャンプ」／「床から離れないようにジャンプ」
内部状態（身体部位【膝】）	「膝を深く曲げてからジャンプ」／「膝を浅く曲げてからジャンプ」
内部状態（身体運動【大きさ】）	「大きくジャンプ」／「小さくジャンプ」
内部状態（身体運動【力】）	「最大限のジャンプ」／「最小限のジャンプ」
ジャンプ動作全体	「高くジャンプ」／「ジャンプ」／「低くジャンプ」
感性的表現（【オノマトペのみ】	「ピョーンとジャンプ」／「ピョンとジャンプ」
感性的表現【直喩表現のみ】	「うさぎみたいにジャンプ」／「カエルみたいにジャンプ」

3.3　結果

まず，跳躍高を最大にするには〈外部環境〉指示が最も有効かという(i)の疑問に関してであるが，Wulf ら[1]の指摘通り，〈外部環境〉指示（「天井に触れるように」）は，〈内部状態〉指示（「膝を深く曲げてから」「最大限」）よりも高い跳躍を生む可能性があることが運動解析結果から明らかになった．さらに，「高く」と比較した場合にも（(ii)の疑問），「天井に触れるように」は「高く」よりも高い跳躍を生む可能性があり，跳躍高を最大にすることを目標とした場合には，〈外部環境〉指示が最も有効であることが示唆された（図 2 参照．また，これに関する運動学的解析の詳細は，北尾ら（投稿中）[7]を参照のこと）．

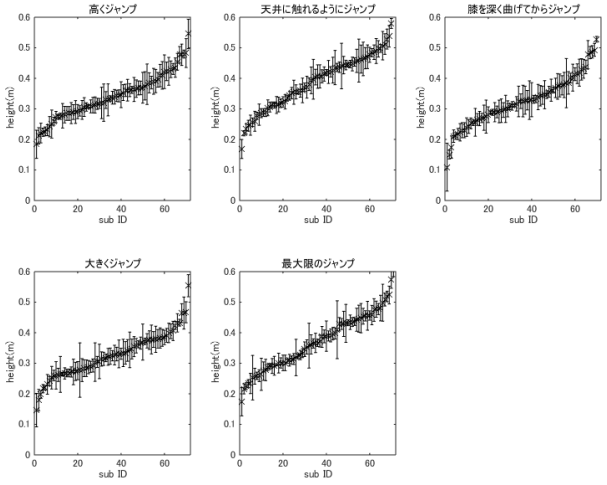


図 2　跳躍高を高くすると考えられる指示とその跳躍高の個人内・個人間変動

注：縦軸は跳躍高，横軸は実験参加者数（実験参加者の ID ではなく，5 回のジャンプ試技の平均跳躍高の低い順となっている）．表中の縦線は，それぞれの指示に対する各実験参加者の 5 回の試技の分散を示している．

次に，感性的表現（オノマトペあるいは比喩）が持つ意味の曖昧性が多様なジャンプパフォーマンスを生むかという(iii)の疑問に関してであるが，オノマトペ（「ピョン」「ピョーン」）及び比喩（「カエルみたいに」「うさぎみたいに」）を用いた場合には，いずれの試技においても，個人間及び個人内変動が大きくなるという結果が得られた（図 3）．これは，これらの指示の言葉によって多様なパフォーマンスが生まれたことを示唆している．

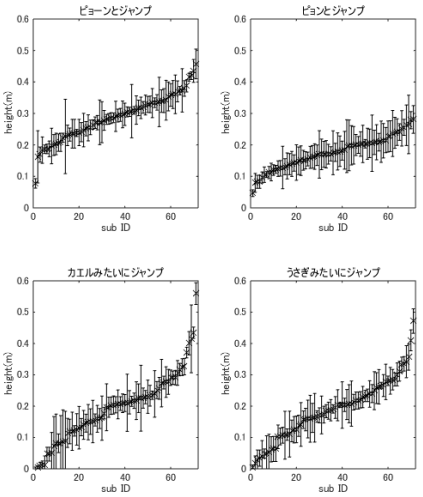


図 3　感性的表現を用いた指示とその跳躍高の個人内・個人間変動

注：縦軸，横軸は図 2 に同じ．

最後に，跳躍高を最小にすると思われる指示に関する疑問(iv)に関してであるが，跳躍高が小さくなると，静止時の状態と比較した際の身体の変化が少ない（可動域が狭い）ため，各試技間で跳躍高に関してはそれほど大きな差は見られなかった（図 4）．しかし，「床から離れないように」では，他の試技に比べ，個人間及び個人内変動がともに少ないという結果が得られた．「床から離れないように」は他の 4 つの指示に比べ，ある一定のパフォーマンスを導く可能性が高いと考えられる．

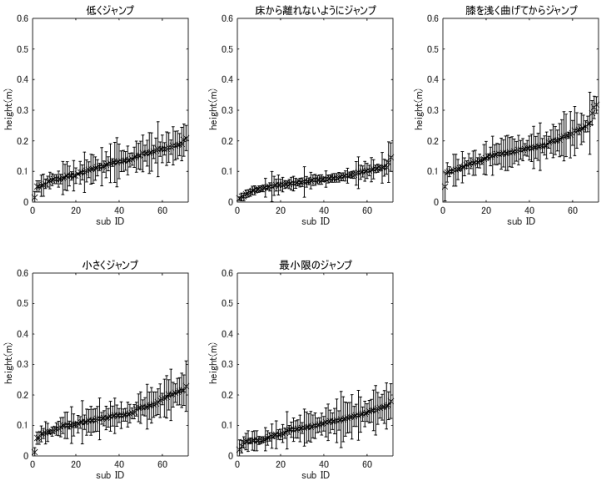


図４　跳躍高を低くすると考えられる指示とその跳躍高の個人内・個人間変動

注：縦軸は，横軸は図 2 に同じ．

3.4 考察

(i)及び(ii)に対する結果から，〈外部環境〉指示が，すでに獲得されているジャンプ動作の最大跳躍高を引き出す場合にも有効であることが支持されたと言える．外部環境である「天井」を明示した「天井に触れるように」の指示は，実験参加者の視線を天井へと誘導し，それによって天井に到達するための各身体部位の「自然な」動きと連携（“automatic motor control processes” [1], p. 177）を生み，結果として跳躍高を最大にすることができたと考えられるのに対し，身体部位「膝」を明示した指示では，その身体部位に意識が集中してしまうために跳躍高が伸びず，また，高さを明示した「高く」の指示では，その高低が実験参加者自身の主観や内部感覚によるために最大跳躍高に至らなかったと考えられる．

しかし，「天井」と「膝を深く」に関しては，腕振り要因に関わると思われる〈外部環境〉と下肢の進展に関わる〈身体部位〉とが比較されているという点で問題が残る．Wulf ら[1]の主張が獲得済みの運動の微調整においても有効であることを実証するには，腕振り要因に関わる〈身体部位〉（「腕を大きく振ってジャンプ」など）との比較が必要である．

加えて，仮に Wulf ら[1]の主張が獲得済みの運動の微調整においても有効であるとするなら，どの種の外部環境が有意に働くのか，すなわち〈近〉環境でも〈遠〉環境（例えば「雲をつかむつもりでジャンプ」）でも同様の効果が得られるのか，また同じ〈近〉環境でも下肢の進展に関わるような「床を強く蹴ってジャンプ」のような場合はどうか，などを検証する必要がある．

次に(iii)の結果に関してであるが，オノマトペのみを指示に用いた場合には，イメージは伝わってもそれが曖昧で[3]，どのような跳び方かが主観的に解釈されてしまうために多様な動きを生み，直喩表現を用いた場合には，すでに喩えるもの（カエル，うさぎ）の姿や実際の動きなどを知っている成人の実験参加者にとっては，その特徴のどこを焦点化してジャンプ動作を行ったらよいか迷った結果，多様な高さと動きが生まれたと考えられる．下釜[6]に示されたように，受け手の想像力を刺激し，多様な動きを引き出したい場合には，この種の感性的表現は有効であると考えられる．

しかし同時に，実験 1 では，感性的表現のみが用いられたことにも留意しなくてはならない．感性的表現が一般語彙と共起して用いられた場合には，また異なる結果が得られる可能性がある．

最後に(iv)の結果に関してである．「床から離れないように」という〈近〉環境に関する指示においてのみ，ある特定の運動パターンが見られたことから，「天井」指示の場合と同様に，外部環境に注目した指示を呈示した場合には，たとえそれが跳躍高を低くするような指示であっても，自然にそれに見合った特定の動きが産出されるということかもしれない．

4. 実験 2

実験 1 の考察を受けて，実験 2 では，①最大跳躍高を引き出す指示とはどのようなものか，②感性的表現の曖昧性を解消し，一定のパフォーマンスを引き出すにはどうしたらよいか，の 2 点に注目して実験を行うこととした．実験 2 の参加者は，健常な大学生ないし大学院生 18 名（男性 15 名，女性 3 名，年齢:20.3 ±1.9 歳）であった．実験参加者には，実験の主旨や内容，安全性について事前に説明し，十分な理解を得た上で実験を行った．

4.1 方法

実験は室内の実験室にて実施した．ジャンプ動作指示の言葉は，文字情報（ＭＳゴシック）として，実験参加者から容易に見られるような大きさとなるよう，プロジェクターでスクリーンに呈示した．実験参加者には呈示された指示に従ってジャンプ動作を行うよう教示した．実験 2 では，呈示された指示に対するジャンプ動作を 1 回の垂直跳びとするというような教示は特にしなかったが，それ以外の呈示及び教示の仕方は，実験 1 と同様であった．腕振りや手の位置，体幹の前後傾については制限を加えなかった．45 種類の指示の言葉を用い，15 試行 1 セットとして，計 3 セット実施した．指示の言葉の呈示順は，実験参加者間で変えず一定とした．

加えて試技の前には，指示の言葉の意味の分かりやすさと，それを実際に行うと仮定した場合の指示通りのジャンプのしやすさ（ジャンプしやすいかどうか）に関するアンケート調査を行い，また試技の後には，実際にジャンプしてみてのジャンプのしやすさ（ジャンプしやすかったかどうか）に関するアンケート調査を行った．しかし，この 2 つのアンケート調査は，関連研究（cf. Fukada, Kojima, Kida, & Hagihara (in press)[8]）のために行ったものであるため，この結果に関する考察は本稿では行わない．

4.2 指示の言葉

上述したように，実験 2 は，(I)最大跳躍高を引き出す指示とはどのようなものか，(II)感性的表現の曖昧性を解消し，一定のパフォーマンスを引き出すにはどうしたらよいか，の 2 点に注目して行われた．(I)を検証するために取り上げたのは，腕振りないし下肢の進展を最大にすると思われる様々な指示と，実験 1 で検討しなかった「思い切り」「力いっぱい」などの〈内部状態（主観・内観）〉に関する指示，(II)の検証のために取り上げたのは，感性的表現と一般語彙とが共起した指示，である．しかし，最大跳躍高を引き出す指示が多くなってしまったため，実験参加者の疲労を軽減するために，フィラーとなる指示を含めて計 45 種類の指示の言葉を用いることにした（表 2）．

表 2　実験 2 で用いた 45 種類の指示の言葉

最大跳躍高を引き出すか	**【腕振り】〈近〉環境**「天井にタッチするつもりで」／**〈遠〉環境**「雲をつかむつもりで」、「高いところになっている木の実を取るつもりで」／**身体部位【腕】**「腕を大きく振って」、「腕を素早く上に振って」 **【下腿の伸展】〈近〉環境**「床を強く蹴って」／ **身体部位【膝】**「膝をしっかり曲げてから」、「膝をちゃんと使って」、「膝を深く曲げてから」／**身体運動【位置】**「ぐっとかがんでから」 **【身体運動【力】】**「最大限の力で」 **【主観・内観】**「一生懸命」、「しっかり」、「頑張って」、「ちゃんと」、「思い切り」 **【主観・内観＋身体運動【力】】**「力いっぱい」、「全力で」
感性的表現のイメージの多様性が軽減されるか	**身体部位【膝】**「膝をしっかり曲げてから」、「膝をちゃんと使って」／**主観・内観**「しっかり」／「ちゃんと」 **身体運動【位置】**「ぐっとかがんでから」 ※この観点で取り上げる指示の言葉は、いずれも上欄の観点でも取り上げる．
フィラー	「高く」／「低く」（ジャンプ動作全体）、「跳ねるように」（ジャンプ動作全体＋直喩）、「強く」／「弱く」（身体運動【力】）、「最小限の力で」（身体運動【力】）、「ちょっとだけ」（身体運動【力】）、「素早く」／「速く」／「ゆっくり」（身体運動【速度】）、「うさぎみたいに」／「かえるみたいに」（直喩）、「そっと」（オノマトペ）／「やさしく」（主観・内観）、「小さく」／「大きく」（身体運動【大きさ】）、「楽に」（主観・内観）、「軽く」（主観・内観＋身体運動）／「ふわっと」（感性的表現）／「やわらかく」（主観・内観＋身体運動）、「ぴょ〜んと」／「ぴょんと」（感性的表現）、「ドスンと」／「ストンと」（感性的表現＋着地）、「床にタッチしてから」（〈近〉環境＋開始）、「いち、にーの、さん、で」（開始＋感性的表現）／「せーの！で」（開始＋感性的表現）、

4.3 結果

図 5 に示したように，最大跳躍高を引き出す可能性が最も高かったのは，「天井」指示であった．これに，「木の実」指示と「雲」指示が続いたが，「雲」指示は他の 2 つよりもばらつきが大きいという結果が得られた．これは，腕振りと関連する〈外部環境〉指示の言葉においては，注目すべき外部環境が〈近〉であるほど跳躍高が高くなる，ということを示していると言える．しかし，〈近〉環境である「床を強く蹴って」に関しては，跳躍高が他の指示に比べ，それほど伸びなかった．

さらに，〈外部環境〉，〈身体部位〉と〈身体運動〉を含む〈身体状態〉，〈主観・内観〉（心理状態）という 3 つを比較した場合には，〈外部環境〉指示が最も効果的に跳躍高を伸ばし，〈身体状態〉と〈主観・内観〉に関しては，跳躍高にほとんど差が見られなかった（図 5）．

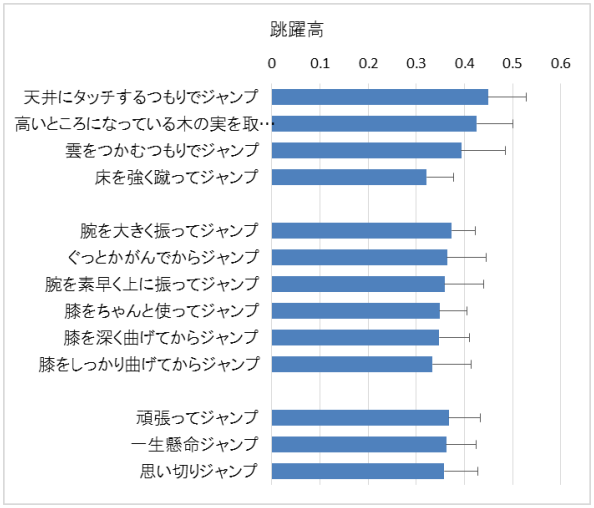


図 5　指示の言葉と参加者全員の跳躍高（〈外部環境〉，〈身体状態〉，〈主観・内観〉の比較）

注：表中の上段が〈外部環境〉指示，中段は〈身体状態〉（〈身体部位〉ないし〈身体運動〉）指示，下段は〈主観・内観〉指示による跳躍高．

また，腕振り関連指示と下肢の伸展関連指示とを比較した場合には，腕振り関連指示のほうが全体的に跳躍高は大きくなるという傾向が見られた（図 6 参照）．

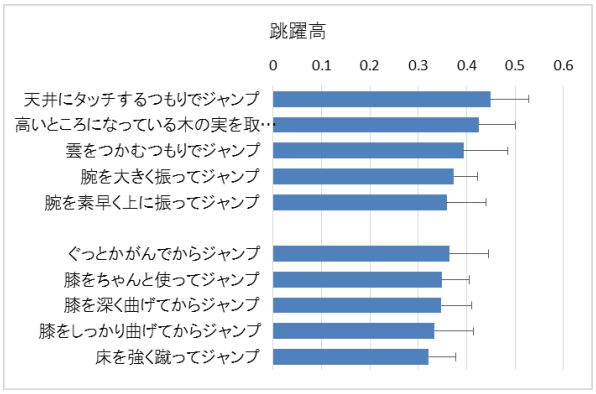


図 6　指示の言葉と参加者全員の平均跳躍高（腕振り関連指示と下肢の伸展関連指示の比較）

注：表中の上段が腕振り関連指示，下段が下肢の伸展関連指示による跳躍高．

一方，感性的表現を用いた指示に関しては，予想通り，「膝をしっかり曲げて」「膝をちゃんと使って」のように一般語彙と共起させたほうが，「しっかり」，「ちゃんと」のように，この指示の解釈を曖昧にした場合よりも跳躍高は伸びた（図 7）．

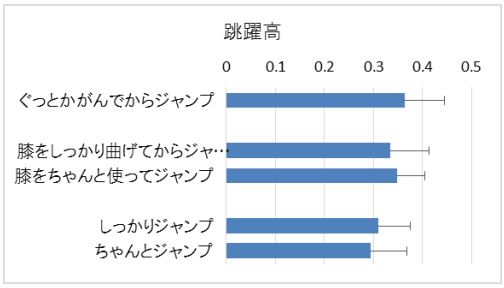


図 7　指示の言葉と参加者全員の跳躍高（感性的表現と一般語彙との共起）

注：表中の上段が〈身体運動〉＋〈感性的表現〉の指示，中段は〈身体部位〉＋〈感性的表現〉の指示，下段は〈感性的表現〉のみの指示による跳躍高．

4.4　考察

第 1 の課題であった最大跳躍高を導く指示の言葉の分析から，①「天井」指示が跳躍高を最大にすること，②〈遠〉環境指示よりも〈近〉環境指示のほうが跳躍高を高めること，③下肢の伸展に関わる指示よりも腕振りに関わる指示のほうが跳躍高を高めること，④〈身体状態〉指示の 2 つと〈主観・内観〉指示の跳躍高に関しては，差はなく，〈外部環境〉指示ほど高い跳躍を引き出せなかったこと，が明らかになった．さらに①と②によって，いかなる〈外部環境〉も跳躍高を高めるのに有効であるというわけではなく，〈近〉環境，すなわち，実際に目の前に存在し，自身の動作によって変化する，ないしは，影響を受ける可能性のある外部環境―「天井」指示では，実際に天井にタッチし，「ドン」と音を立てる実験参加者もいた―が最も有効であることも明らかになった．これは，目の前に存在する外部環境がその外部環境への視線誘導を生み，腕を振り上げる際の具体的な外部目標となったことを示している．Wulf ら[1]の実験においても，実験参加者自身の足に関する指示と比較されたのが，足の下におかれ，視覚的に知覚可能で，自身の運動によって状態が変化する運動器具に関する指示であったことを考慮するならば，彼らの実験においても具体的に検討されていたのは，〈近〉環境であったことが分かる．知覚可能な〈近〉環境の変化は，運動の実行・実現と同時に返ってくるフィードバックとなる．この種の〈近〉環境の変化が言語化されることで，目標が明確化し，その実現に向かって各身体部位の自然な動きと連携が生み出されたということであろう．運動によっては目標に至る手段は多々あるかもしれない―例えば，バスケットボールの競技中にシュートを決める（リングにボールを入れる）ということが目標である場合には，必ずある特定のシュートフォームでなくては実現不可能である，というようなことはない―が，ジャンプという，運動器具や相手を必要としない基礎的な身体動作においては，「天井に触れる」ためにどうすればよいかは，個人間で大きな変動はなく，しゃがみこみによる反動をうまく使い，下肢を伸展させ，腕を大きく振る，というように，ある程度一律に決まるということであろう．

次に③の結果に関してであるが，これは Wulf ら[9]の知見と関連づけて議論できる．Wulf ら[9]は，運動直前の〈外部環境〉の変化（antecedent）に注目した指示と運動直後の〈外部環境〉の変化（effect）に注目した指示とで，どちらが運動学習を促進するかを検討し，後者の方が有効であると主張している（例えば，テニスボールを目標に当てるという実験においては，ボールがこちらに向かってくる際の軌道に注目した指示と，打撃後に期待されるボールの軌道に注目した指示のどちらが学習を促進するかを検証した結果，後者のほうが望ましいパフォーマンスを生んだことが示されている）．下肢の伸展は，「ジャンプ」という言葉が喚起する「跳び上がる」運動の前に起こる変化（antecedent）であるのに対し，腕振り，とりわけ前方への腕振りは，「跳び上がる」のと同時，あるいは，その直後に起こる運動（effect）である．ジャンプ動作と「ジャンプ」という言葉の意味の双方を獲得済みの実験参加者にとっては，「ジャンプ」直前の運動を指示として言われた際にはそちらに注意が向いてしまい，その後の跳躍に伴う身体の動きがおろそかになってしまった可能性がある．それに対し，腕振りに関わる指示を呈示された場合には，跳躍時の動きをイメージすることになり，結果としてその目標となるイメージの実現に向けて，自然と身体がその準備に入った（3.4 参照），ということかもしれない．

④の結果，とりわけ〈主観・内観〉指示の効果に関する結果は興味深い．これに属する言葉は，幼少期から掛けられ，その意味やイメージも十分に獲得されていると考えられる．しかし，跳躍高という客観的な目標ではないため，個人間で，あるいは，その日の状態いかんでその感覚も変わり，結果として跳躍高がそれほど伸びなかったと考えられる．

第 2 の課題であった感性的表現の曖昧性の軽減に関する結果は，すでにある運動を獲得済みの相手に対して，ある特定のパフォーマンスを実行・実現させたい場合には，感性的表現だけでそれを指示するのではな

く，一般語彙と共起させて指示することが有効であることを示している．しかし，今回扱った感性的表現は，「しっかり」と「ちゃんと」「ぐっと」の 3 つだけで，一般語彙との共起の有無という点で比較検討できたのは，「しっかり」と「ちゃんと」のみであった．感性的表現と一般語彙とを組み合わせた指示には，他にも「ぴょんと高くジャンプ」（〈感性的表現〉＋〈ジャンプ動作全体〉指示）や，「ぴょ〜んと力いっぱいジャンプ」（〈感性的表現〉＋〈主観・内観〉＋〈身体運動【力】〉指示），なども考えられる．この種の様々な組み合わせを検討してはじめて，感性的表現と一般語彙のどのような組み合わせがどのようなパフォーマンスを生むかが明らかになると思われる．

5. まとめと今後の展望

本研究では，健常な成人を対象に，獲得済みのジャンプ動作が指示の言葉によってどう変動するかを検討した．運動指示の言葉が変わればパフォーマンスも変わるというのは自明のことであると思われるが，指示の言葉の多様性と実現されるパフォーマンスの多様性を前提とした上で，それでもなお，両者の間に個人差を越えたある一定の，緩やかな法則が認められるかどうか，認められるとしたらどのような法則かを探索的に検討した．

多様な指示の言葉を呈示された際に，実際にどのようなパフォーマンスが生み出されるのかを運動学的に考察するにあたって，本研究ではまず，指示の言葉の分類基準の作成を試みた．言語学と運動学の双方の知見を交えたこの種の言葉の分類基準はこれまでにない．しかしこの基準は，基礎的な身体動作の 1 つであるジャンプ動作を対象にした基準であるため，ゴルフのように道具を使う運動やバスケットボールのようにチームプレイを前提とした運動，合気道のように相手と接触する運動などをはじめとするより複雑な運動にも当てはまる基準であるかどうかは今後の検討課題である．いずれにしても本稿では，ジャンプ動作のみを考察対象としたため，この分類基準をもとに実験を行った．

2 つの実験を通して次の 2 点が明らかになったと思われる．1 つは，ある明確な，実現されるべきジャンプ動作（例えば，高く跳ぶ，いろいろな跳び方をする，など）がある場合に，どのタイプの指示の言葉を使えば，その目標が達成される可能性が高いか（高く跳ぶことが目標の場合には〈近〉環境指示を，多様な動きを導き出したければ〈感性的表現〉を，用いるのがよい，など〉という点，もう 1 つは，いずれの指示の言葉が呈示された場合にも，その言葉をきっかけに目標となる動きが喚起され，（たとえその指示の言葉が明確に示していなくても）その目標に合わせた自然な身体の動きが生み出される可能性があるという点である．本研究で明らかになった事実の一部は，スポーツの指導者のみならず，リハビリテーションに関わる理学療法士や作業療法士にとっても有益な知見となりうる．

しかし，今回の実験で解明されたのは，A という運動目標の達成には，a タイプの指示が有効である，ということであって，a タイプの指示を使えば必ず A が実現される，ということではない．現場には，人間関係やその時々の気分などをはじめ，今回検討した以外の多様な要因が含まれている．さらに，指導相手が，言葉や運動の獲得（学習）途中の段階にある幼児や小学校低学年の児童である場合には，これらに加えて，各子どもの言葉と運動の発達の段階や，指導者との関係なども考慮する必要が出てくる．いずれにしろ，指導者は，〈外部環境〉指示も使えば，〈身体部位〉指示や〈身体運動〉指示，〈主観・内観〉指示も用い，その他の指示の言葉も巧みに組み合わせ，時に声のトーンも変えて，目標とする運動の実行・実現に向けた言葉掛けをしていると考えられる．

加えて今回の実験では，指示の言葉を掛けるタイミング（運動前か，運動中か）は検討しておらず，また，パフォーマンスに対するフィードバックとしてどのような言葉がよいか，などに関しても検討していない．フィードバックを与えるには，実現されるべき明確な運動目標がなくてはならないが，今回は，指示の言葉と実際のパフォーマンスとの関係を探る探索的な研究であったため，それが叶わなかった．また上述した言葉掛けへと議論を展開していくには，指示の言葉を文字情報として呈示するのではなく，音声情報として呈示し，これとパフォーマンスとの関係を明らかにしていく必要もある．

ともあれ，指導者側に明確な運動目標はあるが，受け手にそれが伝わっていない場合は日常的によくある．その場合に本研究の成果と上述した様々な観点からのさらなる検討が，指導者に有益な情報を与える可能性は十分にあると考えている．

謝辞

本研究は，文部科学省の科学研究費（課題番号：16K13070）の助成を受けて行われている．

参考文献

[1] Wulf, G., Höb, M., & Prinz, W., (1998) “Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention”, Journal of Motor Behavior, Vol. 30, No. 2, pp. 169-179.

[2] 谷浩明, (2006) “セラピストによる教示やフィードバックは学習に効果的か？”, 理学療法科学, 第21巻, 第1号, pp. 69-73.

[3] 藤野良孝・井上康生・吉川政夫・仁科エミ・山田恒夫, (2005) “運動学習のためのスポーツオノマトペデーターベース”, 日本教育工学会論文誌, 第29巻, 増刊号, pp. 5-8.

[4] 有働眞理子, (2007) “感性を身体で表すことば―言語と音楽と身振りが調和する範疇―”, 神戸言語学論叢, 第5号, pp. 217-234.

[5] 金善應・松浦義之, (1988) “幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的変化に関する研究―走, 跳, 投運動を中心に―”, 体育学研究, 第 33 巻, 第 1 号, pp. 27-38.

[6] 下釜綾子, (2013) “身体表現活動におけるオノマトペを用いた動きとイメージ”, 長崎女子短期大学紀要, 第 37 号, pp. 78-83.

[7] 北尾浩和・来田宣幸・深田智・中本隆幸・小島隆次・萩原広道・野村照夫, (投稿中) “言語的な動作指示の違いがパフォーマンスに及ぼす影響―ジャンプ動作における関節角度, 動作時間および跳躍高の変化について―”, 日本感性工学会論文誌.

[8] Fukada, C., Kojima, T., Kida, N., & Hagihara, H., (in press) “Jumping in Japanese: Converting linguistic instructions into physical performances”, Proceedings of the 39th Annual Meeting of Cognitive Science Society.

[9] Wulf, G., McNevin, N., Fuchs, T., Ritter, F., & Toole, T., (2000) “Attentional focus in complex skill learning”, Research Quarterly for Exercise and Sport, Vol. 71, No. 3, pp. 229-239.

情報視覚化の認知研究：背景説明
Cognitive Studies of Information Visualizations: Backgrounds

佐藤 有理†, 下嶋 篤‡
Yuri Sato, Atsushi Shimojima

†ブライトン大学 計算・工学・数学部 ‡同志社大学 文化情報学部
School of Computing, Engineering and Mathematics, University of Brighton,
Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University
y.sato@brighton.ac.uk, ashimoji@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

We discuss some backgrounds of cognitive studies of information visualizations as an introduction to the organized session "cognitive theory and application of information visualization." First, we explain the cognitive efficacy of diagrammatic representations in human reasoning, including cognitive potentials such as free ride, over-specificity, and auto-consistency. Second, we illustrate some recent developments in cognitive studies of data and abstract information visualizations, focussing on global information processing in graph comprehension, complex-knowledge representation in ontology engineering, automatic caption generation from images, and design choice levels.

Keywords — information visualization, external representation, diagrammatic representation, graph, map, chart, infographics, diagrammatic reasoning.

1. はじめに

情報を視覚化するという行為は私たちの文化に広く深く入り込んでいる。それは、忘れないように誰かの名前を書き留めるという日常的な行動から、計算機を使って多次元的な大規模データを精巧なグラフに表現するという高度に専門化された行動にまで至る。ここでいう「情報の視覚化」は、かならずしも視覚認知の対象でないものも含め、広くアイデア、概念、データ、知識、思想を、一定の規則にしたがって外的な平面や空間に投射する行為を指している。こうして産出される視覚表現は、新たに知覚・解釈・理解されることによって、記憶、思考、伝達、学習を補助する機能をもっており、分散認知の主要なツールであると言える。本発表では、オーガナイズド・セッション「情報視覚化の認知理論と応用」の序論として、情報視覚化の認知研究に関する背景説明を提供する。

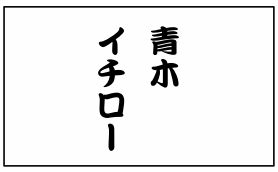


図 1

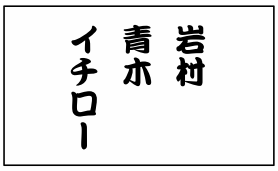


図 2

2. 視覚表現の有効性

本稿ではまず、Shimojima [24] に基づき、多くの図形表現において共通して見られる、認知的に利用可能な特性を抽出し、それを紹介する。複数の前提にあたる情報を一つの図形として描くだけで、結論にあたる情報が自動的に表示されるという「タダ乗り (free ride)」、ある種の抽象情報を図で表現できない「過剰な特定性 (over-specificity)」、矛盾のある情報を表現できない「自己整合性 (auto-consistency)」などである。いずれの例においても、演繹推論のプロセスの一部が外的な対象である図形の操作によって肩代わりされたり、阻害されたりする。この点で、視覚表現・図形表現を用いた推論は「分散認知」の利点と難点の両方を証示する典型例であるといえる。

2.1 タダ乗り

例として、イチローと松井と岩村と青木と新庄の5名の野球選手についての情報を、ポジション図（名前が左にあれば、その名前の主は右にある名前の主よりもすぐれていることを意味する）で表現するケースを考える。 図1は前提1情報「イチローは青木よりもすぐれている」を表す。さら

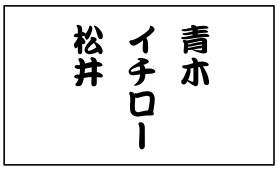


図 3

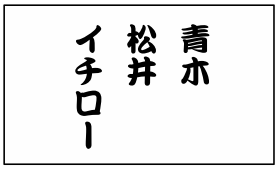


図 4

に、この図形表現に「青木は岩村よりもすぐれている」の前提2情報を書き加える（図2)。すると、「イチローは岩村よりもすぐれている」という結論情報が、自動的に表せている。

これはポジション図のみならず多くの図形表現系が持つ、利用可能な特性を例示している。すなわち、前提にあたる情報の集まりを一つの図形として描くと、結論にあたる情報が描けている。このプロセスでは、頭の中で行なわれる演繹推論（前提から結論が帰結するかの判断）の一部が省略され、外的な図形を認識・解釈するという課題に置き換わっている。これを、推論における「タダ乗り (free ride)」といい、従来から多くの研究者によって指摘されてきた図の特性である [1, 13, 26]。

2.2 過剰な特定性

次に、前提 1「松井は青木よりもすぐれている」と前提 2「イチローは青木よりもすぐれている」の情報を表現するケースを考えよう。この情報だけからでは、松井とイチローのどちらがすぐれているか決まらないので、図3のように描くか、図4のように描くかという選択に迫られる。 もちろん、こような不確定な側面のある情報の集まりを図として描くことを諦めるという道もあるが、ここではそのような道をとらずに、あくまでひとつの（一列の）図形として描くことにする[1]。図3を選べば、「松井はイチローよりもすぐれている」という必ずしも妥当な帰結とは言えない情報が表示されるし、図4を選べば、「イチローは松井よりもすぐれている」というこれまた必ず妥当とは言えない情報が表示される。

このプロセスでは、図形を描くという行為が、妥当でない結論を選択し、表示するという行為にあたってしまう。このような図形表現の特性は「特定性 (specificity)」とか、「過剰な特定性 (over-specificity)」と呼ばれる [23, 28]。

2.3 自己整合性

次に、前提1「イチローは青木よりもすぐれている」と前提2「青木は新庄よりもすぐれている」と前提3「新庄はイチローよりもすぐれている」の情報を表現するケースを考えよう。ここで、イチローを青木の左に置くことによって前提1を図形として表現することができるが、そのあと、前提2において新庄をどこに置けばいいだろうか。仮に、新庄を青木の右に置くとすると、新庄をイチローの左に置くという前提3の要求に応えられない。あるいは、前提3に従って新庄をイチローの左に置くと、今度は前提2の要求に応えられない。

このように、図形は一定の種類の矛盾した情報を一度に表現することができない。言い換えれば、図に描ける情報は、その種の矛盾を免れている。したがって、図形を描くという操作は、情報の集合が整合的か（矛盾はないか）を頭の中で判定する行為を代替することができる。このような図形表現の特性を「自己整合性 (auto-consistency)」と呼ぶ [2, 12]。

3. 情報視覚化の認知研究の最近の動向

次に、データ可視化と抽象情報視覚化それぞれの認知研究の最近の展開について解説を行う。

3.1 ローカル処理とグローバル処理

初期の研究では、比較的単純なグラフィック表現が研究対象にされることが多かったが、近年の研究の 1 つの特徴として、現実に使用されるようなある程度複雑なグラフィック表現に対象を拡大し、その認知過程が分析されている。その影響として、データを視覚化したグラフィック表現の理解過程における、ボトムアップ的なローカル情報処理だけでなく、トップダウン的なグローバル情報処理の重要性が指摘されている。

例えば、コロプレス（階級区分）地図を使った Ratwani et al. [17] の研究では、パターン認識によって情報の視覚クラスタが形成され、さらに視覚クラスタは認知的な処理においてグラフにおける一般的な傾向を考えるために使われることを、言語プロトコルと眼球運動の計測実験から明らかにした。さらに、Ratwani & Trafton [16] は、折れ線グラフ、棒グラフ、円グラフ、ドーナツグラフの情報抽出において、それらに共通するグラフスキーマが

[1]何が一つの図形表現かは、表現系の表現力の強さによって異なる（近年の図形論理の研究[27]を参照）

存在することを議論している。Hegarty et al. [10] は、天気図の理解におけるボトムアップ的な視覚デザインの効果と、トップダウン的な学習の効果の相互作用について、正答率と視線停留データから議論している。

3.2 計算機科学の波

3.2.1 オントロジー工学

抽象情報、特に論理情報における人間の思考は、これまでも認知科学の主要な研究対象であった。例えば、標準的な量化子を伴う定言的三段論法や、条件法や選言などの結合子を伴う推論である[6]。最近の展開として、特に計算機科学の方面から、より複雑な論理情報にかかわる人間の思考に注目が集まっている。例えば、オントロジーとして記述されるような複雑な世界知識を扱う場合、従来の研究で取り扱われてきた一項述語（$Small(x)$、$Square(x)$など）から二項述語（$SameSize(x,y)$、$SameShape(x,y)$など）へと思考の範囲が拡大される。

通常、これらは何かしらの形式言語（例えば、ウェブオントロジー言語: OWL）を使って記述され、推論や判断などの様々な思考において利用される。Horridge et al. [11]では、OWLユーザ（必ずしも論理学に精通しているわけではない）を対象とした実験において、OWLによって記述された文間の含意関係判断の認知的複雑さが検討されている。Nguyen et al. [14, 15]では、OWL文を自然言語文（制御された自然言語）に翻訳し、それを用いて、特別な訓練をしていないノービスを対象として同様の実験を行っている。いずれの実験においても、オントロジーにおいて登場する多くの演繹規則を含む推論を、人間が正しく遂行することの困難さが示されている。

このような状況もあり、現在、多数の情報視覚化システムが提供され、その認知評価を巡る議論も含め、多くの関心を集めている[2]。ただし、Dudáš et al. [5] において示されているように、例えば、OWL言語と同等の表現力を持つ視覚化表現系はそれほど多くはない。そして、そのような表現系は、すべからく空間的制約のみを利用した図形表現ではなく、第2章で解説した認知的に利用可能な特性も多くの場合成り立たない。現在のところ、このような複雑なケースを包括的に扱うための道具立ては、十分に整っているとは言い難い。以下では、このような状況を改善することに（将来的に）何らかの形で寄与する可能性のあるアプローチについて言及しておこう。

3.2.2 画像の説明文自動生成

オントロジーにおけるような複雑化した視覚化システムでは、視覚的に直接把握可能な部分と、知識によって補足的に理解可能となっている部分を区別することが重要である。これを考える際に、自然言語処理の界隈で近年盛んな「画像の説明文の自動生成技術」[3][3] を利用することは可能だろうか。ある画像の意味内容を表す自然言語文が意図通り自動生成されるが、別の画像ではそうでない場合、前者の画像は統語的な構造と意味の対応が直接的であり、後者は恣意的な規則によって間接的に対応づけられているといえるかもしれない。

これまでの図的推論の研究においても、統語的な構造と意味の対応関係に注目し、図形表現の意味理解における有効性を説明する試みは行われてきた [9]。しかし、具体的にその関係を判定する手段は十分に提供されてこなかった。現在のところは、自動生成されるキャプションにそこまでの精度はないようだが、この技術に基づいた認知研究は将来的に可能な方向性の一つとして期待できる。

3.2.3 視覚表現のデザイン選択の4つのレベル

個別の視覚表現系を対象にばらばらに認知評価が行われ、一般的な知見を得られないという事態を防ぐために、視覚表現のデザイン選択の際の基準を確立することが重要である。Blake et al. [4] における視覚表現のデザイン選択の3つのレベル（記述・位相・グラフィクス）に、ここでは表記ユニットのレベル(notational choice)を加えて説明を行う。

- 表記ユニット (notational choice)
- 記述 (descriptional choice)
- 位相 (topological choice)
- グラフィクス (graphical choice)

表す意味は同じだが、統語的な構造が異なる視覚表現について、どちらのデザインを選択すると理解し易く、要求されている課題において使い勝手が良いかが各レベルごとに検討される。上位のレベルでは下位のレベルにおける違いは無視され、下位のレベルでは上位のレベルにおける選択の結果は引き継がれる。最も上位の表記ユニット

[2]例えば、Journal of Web Semanticsにおいて、Visualization and Interaction for Ontologies and Linked Data 特集号が2017年に刊行され、同名の国際会議も定期的に開催されている。

[3]簡単に利用可能なツールとして、例えば、Microsoft提供CaptionBot: `https://www.captionbot.ai`

のレベルでは、表記を構成するユニットが異なるものの間で選択が行われる。例えば、概念の関係をグラフで表すのかツリーで表すのかの選択がこれにあたる[8, 21]。記述のレベルでは、同じ表記ユニットを持つ視覚表現において直接的に記述されていることの違いが反映される。例えば、円Aが円Bに含まれる図は$\mathbf{A} \subseteq \mathbf{B}$の意味情報を直接記述し、円Aの内側で円Bの外側の領域に影が付いている図は$\mathbf{A} \cap \overline{\mathbf{B}} = \emptyset$の意味情報を直接記述している（両者の意味情報は同値である）。いわゆるオイラー図とヴェン図の比較はこのレベルの選択である [19, 20]。位相のレベルでは、例えば、上のオイラー図において円Aと円Bに接地点を設けるか否かの選択が該当する。いわゆるwell-formedness [7, 18]はこのレベルで扱われる。グラフィクスのレベルでは、それ以外の図形を構成するオブジェクトの形や色や角度などによる違いが扱われる [4, 22]。概念の何を根本的なものとして捉えるかによって、構成される視覚表現は最も大きく異なる。表面的な比較に陥らないためにも、まずは表記ユニットのレベルにおいて、タイプとして異なる視覚表現から比較検討を行っていくことが重要である。

4. おわりに

古くはアリストテレス以来、様々な分野の研究者が情報の視覚化について思考し、観察し、実験してきた。こうした関心は、1980年代末以降、論理学・人工知能研究・認知心理学の協同を生みだし、現在では「図的表現・推論の理論と応用」という定期的な国際会議[4]に継承されている。

しかし、情報の視覚化という現象がさまざまな形態と機能もって現れることと、個別の研究を媒介する共通のフォーラムがいまだ少ないことにより、多くの場合、視覚化の研究は異なる分野でちりぢりに行われているというのが現状である。

そこで、オーガナイズド・セッション「情報視覚化の認知理論と応用」では、広く情報の視覚化に関心をもつ認知研究者のもと、理論、実験、観察等、研究方法の違いに拘泥せず、研究の成果を発表し、議論する場を提供したい。互いの研究成果や研究方法を参照し合って、より広い観点から視覚化という現象にアプローチするきっかけを作る。これにより、視覚化の観点から、人間の分散認知のメカニズムに光を当て、また、そうした理論的研究と連動して、より効果的な視覚化のデザインやその利用方法、視覚化の濫用に対する対策など、視覚化の実践をよりよく進めるための指針を探索する。

[4] http://www.diagrams-conference.org/international-conference-theory-and-application-diagrams

謝辞

本研究は、科学研究費補助金 基盤研究 (B) 15H02716 の助成を受けた。

参考文献

[1] Barwise, J., & Etchemendy, J. (1991/1996). Visual information and valid reasoning. In W. Zimmerman & S. Cunningham (Eds.), *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*, *MAA Notes, No. 19* (pp. 9–24). Reprinted in G. Allwein & J. Barwise (Eds). (1996). *Logical Reasoning with Diagrams* (pp. 3–26). New York: Oxford University Press.

[2] Barwise, J., & Etchemendy, J. (1995). Heterogeneous logic. In J. Glasgow, N. H. Narayanan, & B. Chanrasekaran (Eds.), *Diagrammatic Reasoning: Cognitive and Computational Perspectives* (pp. 211-234), Menlo Park, CA: AAAI Press.

[3] Bernardi, R., Cakici, R., Elliott, D., Erdem, A., Erdem, E., Ikizler-Cinbis, N., Keller, F., Muscat, A., & Plank, B. (2016). Automatic description generation from images: A survey of models, datasets, and evaluation measures. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 55, 409–442.

[4] Blake, A., Stapleton, G., Rodgers, P., & Howse, J. (2016). The impact of topological and graphical choices on the perception of Euler diagrams. *Information Sciences*, 330, 455–482.

[5] Dudáš, M., Zamazal, O., & Svátek, V. (2014). Roadmapping and navigating in the ontology visualization landscape. In *Proceedings of the 19th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management, LNAI 8876* (pp. 137-152). Switzerland: Springer.

[6] Evans, J. S. B. T., Newstead, S. E., & Byrne, R. J. (1993). *Human Reasoning: The Psychology of Deduction*. Hove, England: Erlbaum.

[7] Fish, A., Khazaei, B., & Roast, C. (2011). User-comprehension of Euler diagrams. *Journal of Visual Languages and Computing*, 22, 340–354.

[8] Fu, B., Noy, N. F., & Storey, M. A. (2017). Eye tracking the user experience-An evaluation of ontology visualization techniques. *Semantic Web*, 8, 23-41.

[9] Gurr, C. A., Lee, J., & Stenning, K. (1998). Theories of diagrammatic reasoning: Distinguishing component problems. *Minds and Machines*, 8, 533-557.

[10] Hegarty, M., Canham, M. S., & Fabrikant, S. I. (2010). Thinking about the weather: How display salience and knowledge affect performance in a graphic inference task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 37-53.

[11] Horridge, M., Bail, S., Parsia, B., & Sattler, U. (2013). Toward cognitive support for OWL justifications. *Knowledge-Based Systems*, 53, 66-79.

[12] Lemon, O., & Pratt, I. (1997). Spatial logic and the complexity of diagrammatic reasoning. *Machine Graphics and Vision*, 6, 89–108.

[13] Lindsay, R. K. (1998). Images and inference. In J. Glasgow, N. H. Narayanan, & B. Chanrasekaran (Eds.), *Diagrammatic Reasoning: Cognitive and Computational Perspectives* (pp. 111-135), Menlo Park, CA: AAAI Press.

[14] Nguyen, T. A. T., Power, R., Piwek, P., & Williams, S. (2012). Measuring the understandability of deduction rules for OWL. In *Proceedings of the First International Workshop on Debugging Ontologies and On-*

tology Mappings, LECP 79 (pp. 1-12), Linköping University Electronic Press.
[15] Nguyen, T. A. T., Power, R., Piwek, P., & Williams, S. (2013) Predicting the understandability of OWL inferences. In *Proceedings of 10th Extended Semantic Web Conference, LNCS 7882* (pp. 109-123). Berlin Heidelberg: Springer.
[16] Ratwani, R. M., & Trafton, J. G. (2008). Shedding light on the graph schema: Perceptual features versus invariant structure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 757-762.
[17] Ratwani, R. M., Trafton, J. G., & Boehm-Davis, D. A. (2008). Thinking graphically: Connecting vision and cognition during graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14, 36-49.
[18] Rodgers, P., Zhang, L., & Purchase, H. (2012). Wellformedness properties in Euler diagrams: Which should be used?. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18, 1089-1100.
[19] Rodgers, P., Stapleton, G., & Chapman, P. (2015). Visualizing sets with linear diagrams. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 22, 27:1-39.
[20] Sato, Y., & Mineshima, K. (2015). How diagrams can support syllogistic reasoning: an experimental study. *Journal of Logic, Language and Information*, 24, 409-455.
[21] Sato, Y., Stapleton, G., Jamnik, M., Shams, Z., & Blake, A. (2017). How network-based and set-based visualizations aid consistency checking in ontologies. Accepted for publication in *Proceedings of 10th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction* (5 pages). ACM.
[22] Sato, Y., Wajima, Y., & Ueda, K. (2014). Visual bias of diagram in logical reasoning. In *Proceedings of 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2342-2347). Austin, TX: Cognitive Science Society.
[23] Shimojima, A. (1996). *On the Efficacy of Representation*. PhD thesis, Department of Philosophy, Indiana University.
[24] Shimojima, A. (2015). *Semantic Properties of Diagrams and Their Cognitive Potentials*. Stanford, CA: CSLI Publications.
[25] Shimojima, A., & Katagiri, Y. (2013). An eye-tracking study of exploitations of spatial constraints in diagrammatic reasoning. *Cognitive Science*, 37, 211-254.
[26] Sloman, A. (1971). Interactions between philosophy and artificial intelligence: The role of intuition and non-logical reasoning in intelligence. *Artificial Intelligence*, 2, 209-225.
[27] Stapleton, G. (2005). A survey of reasoning systems based on Euler diagrams. In *Proceedings of Euler Diagrams 2004*, *ENTCS 134* (pp. 127–151). Amsterdam: Elsevier.
[28] Stenning, K., & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning. *Cognitive Science*, 19, 97-140.

グラフ理解と判断におけるボトムアップおよびトップダウン処理の影響

Influence of Bottom-up and Top-down on a Graph comprehension and Following judgment

福岡未紗†，三輪和久†，前東晃礼†
Misa Fukuoka, Kazuhisa Miwa, Akihiro Maehigashi

†名古屋大学大学院情報学研究科
Graduate School of Information, Nagoya University
fukuoka@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Graph comprehension requires both bottom-up processing from the graph representation and top-down processing guided by knowledge and attitude. In the current study, we investigated which of the bottom-up process phases: extraction, interpretation, and decision: were affected by the top-down processing derived by the impressions and social attitudes. The experimental results showed that the top-down processing driven by impressions temporarily formed in specific contexts affected both the extraction of information and the following decision phase whereas top-down processing driven by attitude formed over a long time based on social norms affected only the decision phase. In the latter case, a decision was made without any need for bottom-up processing

Keywords — graph representation, decision, bottom-up processing, top-down processing

1. はじめに

人は様々な外的表象を取り込み，そこに解釈，および意味づけを行うことで，判断を行う。本研究では，外的表象としてグラフのような視覚的な表現を取り上げる。視覚的な表現が情報を理解しやすくすることは広く受け入れられており，実際，グラフや散布図を含む画像表現が，社会により形成されたエラーを弱めることが明らかになっている[1]。一方で，グラフ表現が解釈にバイアスを与え，エラーを誘発することも少なくはない[2]。

グラフの理解は，トップダウンとボトムアップ，両方の処理によってなされることは，よく知られている。Freedman & Shah [3]は Kintsch [4]の文章理解の CI モデルに基づくグラフ理解の CI モデルを提唱した。それによれば，人は，視覚的特徴からのボトムアップ処理と先行知識からのトップダウン処理の相互作用によってグラフ理解を行うとされる。

また，グラフ理解のボトムアップ処理を詳細に検討した CaMeRa [5]によれば，グラフ理解のボムアップ処理は，大きく 2 つの段階において行われ，前半の「抽出」では，グラフの画像表象から主要な記号的情報が取り出される。例えば，統制条件よりも，薬品 x を加えた実験条件において，測定値が大きくなるといった情報が抽出される。後半では，グラフから取り出されたこれらの記号的情報と，長期記憶内にある宣言的知識と照合され，結果が「解釈」される。例えば，薬品 x はある活動を促進するといった評価が行われる。

さらに，現実場面では，グラフを理解した後に，それに基づいて「判断」を下すことが求められる場合がしばしばある。例えば，薬品 x を購入するといった行動決定がこれにあたる。

これらの抽出，解釈，判断の一連の段階は，図 1 のような系列的処理としてまとめられる。

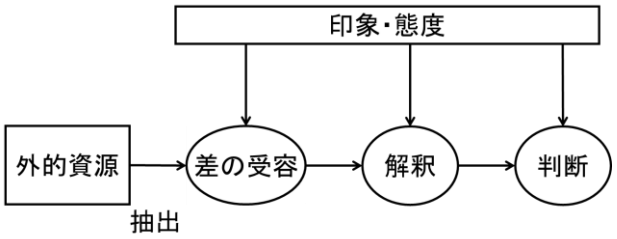


図 1　本研究の分析の枠組

本研究の第 1 の関心は，これら一連のボトムアップ処理の確認であり，実験 1 では，外的資源と内的イメージという 2 つの要因を切り離して議論可能な実験を設定し，外的資源とは独立に，そこから抽出された内的イメージに基づいて，後続する解釈や判断が遂行されることを明示的に示す。

また，本研究では，グラフ理解と判断に影響をおよぼすトップダウン処理の要因として，「印象」と「態度」を取り上げた。「印象」は，一時的に形成され，不足し偏った情報に基づいても作られる[6]。一方，「態度」は，社会規範意識に基づき比較的時間をかけて形成され，人々，場所，ポリシーのような社会的対象へ向けられる [7]。

本研究の第 2 の関心は，印象や態度といった要因に

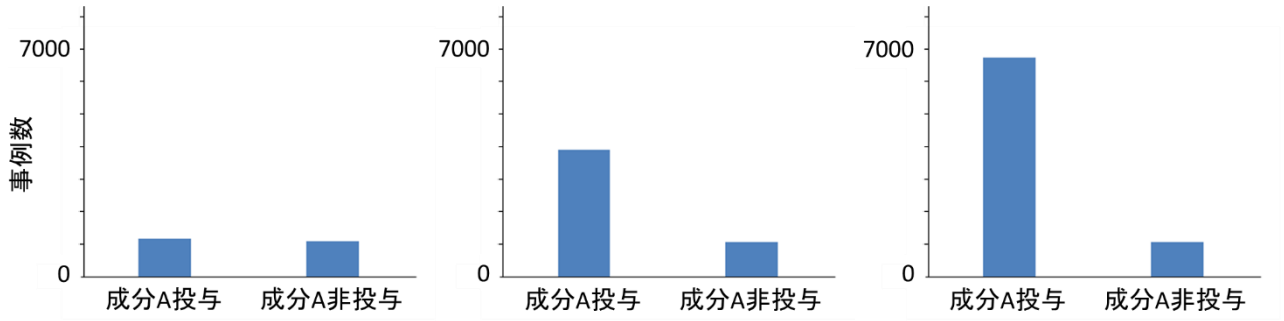


図 2.1　実験 1a の提示グラフ

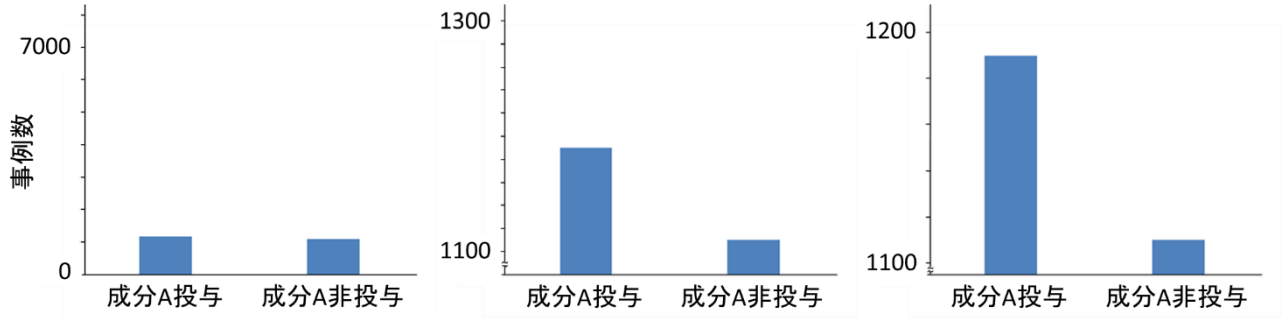


図 2.2　実験 1b の提示グラフ

基づくトップダウン処理が，一連のボトムアップ処理の段階のどこに影響するかという点であり，実験 2 では，その場で形成できる印象を操作する実験を，実験 3 では，時間をかけて形成される態度を説明変数とする実験を行った。

2.　実験 1

実験 1 は，1a と 1b の 2 つの実験から構成された。

2. 1.　方法

実験参加者　実験 1a は，大学生 56 名(M_{age}=18.64, SDa_{ge}=0.82)が参加し，最大 8 名の小集団実験で実施した。実験 1b は，大学生 54 名(M_{age}=18.46, SD_{age}=0.97)が参加し，集団で実施した。

材料　実験 1a では，ラットを用いた「回し車課題」の実験を行い，持続力を高めることが期待される成分 A の効果を検討するという架空の実験状況が設定された。各グラフは，成分 A を投与されたラット群とされなかったラット群のそれぞれで，ラットが回し車を回した 2 万事例のうち，課題を達成できた事例数を示したものとして提示した(図 2.1)。3 つのグラフで，両群における事例数の差は異なった。

実験 1b では，知覚的特徴は実験 1a と同一であるが，情報の内容が異なるグラフが用いられた(図 2.2)。具体的に言えば，3 つのグラフにおける 2 群間の知覚的な差異はそれぞれ異なるものの，縦軸のスケールを調整することで，実際の情報の内容は，成分 A 投与群が 1190 事例(全体の 5.95%)，成分 A 非投与群が 1110 事例(全体の 5.55%)で，両群間の差異は 80 事例(全体の 0.4%)と同一とした。

手続き　実験 1a と実験 1b は同一の手続きで行われた。まず，実験参加者に，図 2.1 もしくは図 2.2 に示された 3 つのグラフのうちの 1 つを提示し，「ある製薬会社のアドバイザとして，提示されたグラフを基に，強壮剤の開発についての意見」を考えさせた。実験 1a と実験 1b のそれぞれで，グラフに 1 から 3 の得点を与え，この得点を「外的資源」の得点とした。グラフ提示後，「グラフの両条件間に差がある」という問いに対して，「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の 5 段階評定をさせ，この数値を「差の受容」の得点とした。次に，参加者に，「成分 A は持続力を上げる効果がある」という問いに対して，同様の 5 段階評定をさせ，この数値を「解釈」の得点とした。最後に，参加者に，「強壮剤に成分 A を含めるべきである」という問に対して，同様の 5 段階評定をさせ，この数値を「判断」の得点とした。

各実験の所要時間は約 30 分だった。

2. 2.　結果

実験 1a　あるフェーズの得点を従属変数，そのフェーズに先行するフェーズの得点を独立変数とする単回帰分析を，後続の 3 つのフェーズそれぞれにおいて行った。結果を図 3.1 に示す。分析の結果，外的資源と差の受容(β = .51, t(54) =4.36, p < .001, R^2 = .26)，差の受容と

解釈(β = .42, t(54) =3.35, p < .01, R^2 = .17), 解釈と判断(β = .48, t(54) = 4.01, p < .001, R^2 = .23)の間に，有意な関連性がみられた。

実験 1b 実験 1a と同様の単回帰分析行った。結果を図 3.2 に示す。分析の結果，外的資源と差の受容の間には有意な関係性は見られなかったが，差の受容と解釈(β = .42, t(52) =3.30, p < .01, R^2 = .17)，解釈と判断(β = .58, t(52) = 5.11, p < .001, R^2 = .33)の間には有意な関連性が見られた。

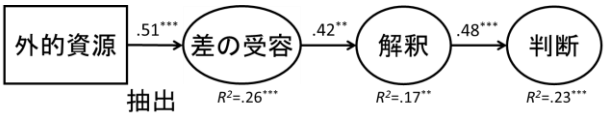


図 3.1 実験 1a の単回帰分析の結果

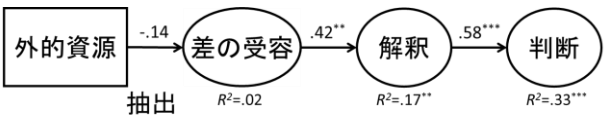


図 3.2 実験 1b の単回帰分析の結果

3. 実験 2

実験 2 は，2a と 2b の 2 つの実験から構成された。

3.1. 方法

実験参加者 大学生 60 名(M_{age}=18.87, SD_{age}=0.65)が参加し，最大 8 名の小集団実験で実施した。各参加者は，実験 2a に参加した後，5 分間の休憩を挟んで，実験 2b に参加した。

材料 実験 2a は，以下で述べる状況設定以外については，実験 1b と同様の手続きで実施された。一方，実験 2b では，実験 1b と同様のグラフを用い，成分 A のかわりに，架空の成分「プロテン」，もしくは「ルビゾン」の効果を検討するという実験状況を設定した。

実験 2 では，実験 1 で設定された状況と共に，新たな状況設定が加えられた。具体的には，ラットを用いた「100m 走行課題」の実験を行い，疲労を回復させることが期待される成分 A の効果を検討するという状況が設定された。各グラフは，100m 走行後，成分 A を投与されたラット群とされなかったラット群のそれぞれで，血中の疲労物質が減少した事例数を示したものとして，実験 1b と同一のグラフを提示した。実験 2a，および実験 2b と，「回し車課題」，および「100m 走行課題」の組み合わせは，カウンターバランスが取られた。

手続き 実験 2a では，まず，実験参加者に，「製薬会社 X で研究されている成分 A」に対してどのような印象を抱いているか，アンケートに答えさせた。参加者には成分 A についての 10 項目の問いに対して，5 段階評定をさせ，この平均値を「印象」の得点とし，得点が高いほど「成分 A にポジティブな印象」を持つとした。その後，図 2.2 に示された 3 つのグラフのうちの 1 つを提示し，強壮剤（もしくは栄養ドリンク）の開発についての意見を考えさせた。グラフ提示後は，実験 1b と同様の手続きを行った。

実験 2b では，架空の成分，プロテン，およびルビゾンに対する印象を実験的に操作した。はじめに，製薬会社 Y についての約 500 文字の文章を提示した。文章は 2 種類あり， 1 つは，架空の成分に対してポジティブな印象を形成することを期待した，優良企業の特徴を含んだ文章で，成分名を「プロテン」とした。もう 1 つは，ネガティブな印象を形成することを期待した，ブラック企業の特徴を含んだ文章で，成分名を「ルビゾン」とした。実験参加者にはどちらか一方を提示し，以降は，成分名をプロテンもしくはルビゾンに変更した課題で，実験 2a と同様の手続きを行った。

各実験の所要時間は約 30 分だった。

3.2. 結果

実験 2a あるフェーズの得点を従属変数，そのフェーズに先行するフェーズの得点と印象のフェーズの得点を独立変数とする重回帰分析を，後続の 3 つのフェーズそれぞれにおいて行った。結果を図 4.1 に示す。分析の結果，外的資源と差の受容の間には有意な関連性は見られなかったが，差の需要と解釈(β = .59, t(57) =5.50, p < .001, R^2 = .38), 解釈と判断(β = .66, t(57) = 6.30, p < .001, R^2 = .42)の間に有意な関連性が見られた。また，印象と，差の受容，解釈，判断のそれぞれの間に関連性は見られなかった。

実験 2b 実験 2a と同様の重回帰分析を行った。結果を図 4.2 に示す。分析の結果，実験 2a と同様，外的資源と差の受容の間に有意な関連性は見られなかったが，差の受容と解釈(β = .58, t(57) =5.61, p < .001, R^2 = .44), 解釈と判断(β = .58, t(57) = 6.20, p < .001, R^2 = .57)の間に

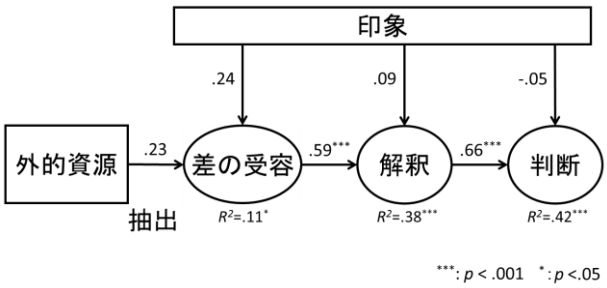


図 4.1 実験 2a の重回帰分析の結果

は有意な関連性が見られた。また, 印象と解釈の間に有意な関連性は見られなかったが，印象と差の受容(β = .28, t(57) =2.25, p < .05, R^2 = .11)，印象と判断(β = .31, t(57) = 3.27, p < .01, R^2 = .57)の間には有意な関連性が見られた。

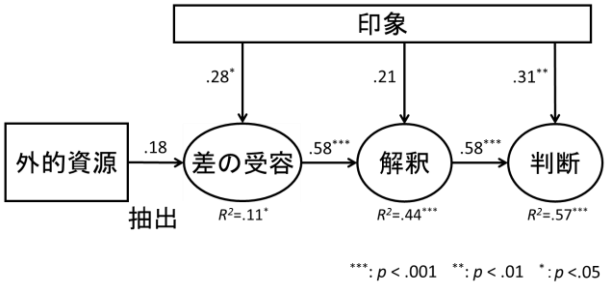


図 4.2　実験 2b の重回帰分析の結果

4.　実験 3

4.1.　方法

実験参加者　大学生 55 名(M_{age}=18.50, SD_{age}=0.86)が参加し，集団で実施した。

材料　架空の都市 A 市において，市民の健康調査を行ったという架空の調査状況が設定された。グラフは, 家族に喫煙者がいる人といない人のそれぞれ 2 万人において，呼吸器系疾患の罹患者の数を示したものとして提示した。また，実験 3 では，実験 1b および実験 2 と同様のグラフが用いられ，家族に喫煙者がいる人の方がいない人よりも罹患者数が多くなるよう設定した。

手続き　まず，実験を行う 1 週間前に，喫煙に対してどのような態度を抱いているかのアンケートを実施した。参加者には，喫煙についての 10 項目の問いに対して，5 段階評定をさせ，この平均値を「態度」の得点とし，得点が高いほど「喫煙を嫌悪する態度」を持つとした。1 週間後，3 つのグラフのうちの 1 つを提示し，社員の喫煙に関する意見を考えさせた。その後の手続きは，以前と同様であり，「解釈」として，「喫煙は周囲の呼吸器系疾患のリスクを高める」という問いを，「判断」として，「社員の会社内外における喫煙を，全面的に禁止すべきである」という問いを評定させた。

所要時間は約 30 分だった。

4.2.　結果

実験 3 では，あるフェーズの得点を従属変数，そのフェーズに先行するフェーズの得点と態度のフェーズの得点を独立変数とする重回帰分析を，後続の 3 つのフェーズそれぞれにおいて行った。結果を図5に示す。分析の結果，実験 1b や実験 2 と同様，差の受容と解釈の間には有意な関連性が見られた(β = .66, t(52) =6.61, p < .001, R^2 = .48)が，外的資源と差の受容，解釈と判断の間に見られなかった。また, 態度と判断の間には有意な関連性が見られた(β = .50, t(52) = 4.18, p < .001, R^2 = .28)が，差の受容，解釈の間には見られなかった。

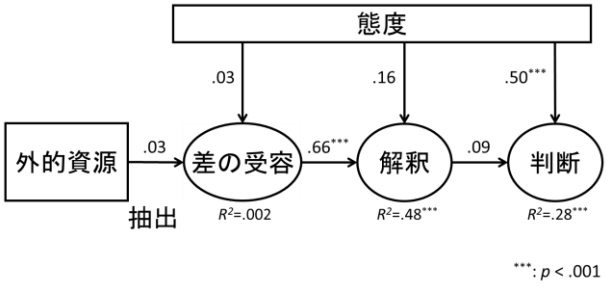


図 5　実験 3 の重回帰分析の結果

5.　考察

まず，本研究の第 1 の関心は，外的資源と抽出，解釈, 判断のボトムアップ処理を確認することだった。実験 1a では，仮想的実験の結果を示す棒グラフを用い，2 条件間での従属変数の値の差異の程度が異なるグラフを提示することで，その外的資源から取り出され内的に表象された差異に基づいて，その後のボトムアップ処理が駆動されることを確認した。さらに，実験 1b では, 2 条件間での従属変数の値の差異が存在しないグラフを提示したが，実験 1a と同様にそのボトムアップ処理は，参加者の内的な差異表象に基づき駆動されることが確認された。

ここで重要な点は, ボトムアップ処理は, 外的資源に表現されている情報とは独立に，外的資源から取り出された内的イメージに基づき駆動されることが確認されたという点である。

なお, 本実験の参加者が, グラフに表現された視覚的バイアスに誘導されることなく，グラフに表現された差異情報を取り出したことは，多くの先行研究とは異なる。しかし，いくつかの先行研究において，批判的思考能力がグラフに表現された情報の読み取りに影響することが明らかになっており, Woller-Carter et al. [2]は，グラフリテラシーや認知的内省などの能力が誤ったグラフの解釈を防ぐことを明らかにしている。本研究では, 参加者の批判的思考能力が高かったため, 外的資源と差の受容の間に関連が見られなかったと考えられる。もし, 参加者の批判的思考能力が乏しかったならば, 外的資源と差の受容の間に関連が見られた可能性がある。

次に，本研究の第 2 の関心は，印象や態度といった要因によって誘導されるトップダウン処理が，ボトムアップ処理で仮定された一連の段階のどこに影響する

かという点だった。実験 2 では，その場で形成できる印象を操作した実験を行った。その結果, ボトムアップ処理は，トップダウン処理を仮定しない実験 1b や，その追試として行われた実験 2a で観察されたものと同様の結果を確認した。さらに, 印象に基づくトップダウン処理は，ボトムアップ処理の初期段階である差の受容と後期段階である判断の両方の段階に影響していた。これらの結果は, 印象に基づくトップダウン処理が, 一連のボトムアップ処理と併存することを示している。ボトムアップ処理とトップダウン処理の共存は，先行研究にも示されており，神崎・三輪 [8]は，線グラフの理解において，トップダウン処理がボトムアップ処理を妨害することはなく，両処理が読み取りを促進することを明らかにした。

また，印象が「判断」に影響するという点は，先行研究と一貫するものであった[9]。さらに，印象に基づくトップダウン処理が,「差の受容」に影響したという点については, ある特定の特徴に対する印象が, 本来その特徴とは関連のない他の特徴に対する評価に影響するハロー効果[10]により，参加者は，本来，明示的な関連が存在しない会社環境と薬剤の効力を関連づけて薬剤の効力に関する実験の結果を読み取っていたと考えられる。

一方，実験 3 では，時間をかけて形成される社会的規範に基づいた態度を説明変数とした実験を行った。その結果，実験 2b とは異なり,「判断」は，態度に基づくトップダウン処理によってのみ決定され，ボトムアップ処理からの影響は観察されなかった。態度と行動には強固な関連があることが知られており[11], 本研究の結果は，先行研究からも予測可能なものである。

実験 3 で重要な点は，最終的な判断において，トップダウン処理が, ボトムアップ処理の結果を, 排除したことである。本研究で扱った喫煙は, 誰もが日常的に接している問題であり, それに対する態度は, 堅固なトップダウン処理を駆動した可能性がある。

以上の結果から，印象が介在するグラフの読み取りにおいては，ボトムアップ処理とトップダウン処理が共存するのに対して，相対的に強固なトップダウン処理を駆動すると考えられる態度が介在する状況においては, 両処理が分断される傾向を示したと解釈される。

参考文献

[1] Ancker, J. S., Senathirajah, Y., Kukafka, R., & Starren, J. B., (2006) “Design features of graphs for communicating health risks: A systematic review”, Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 13, No. 6, pp. 608-618

[2] Woller-Carter, M. M., Okan, Y., Cokely, E. T., & Garcia-Retamero, R., (2012) “Communicating and distorting risks with graphs: An eye-tracking study”, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 56th Annual Meeting, pp. 1723-1727

[3] Freedman E. G., & Shah P., (2002) “Toward a model of knowledge-based graph comprehension”, Lecture Notes In Computer Science, pp. 18-30

[4] Kintsch, W., (1988) “The role of knowledge in discourse comprehension. A construction-integration model”, Psychological Review, Vol. 95, No. 2, pp. 163-182

[5] Tabachneck-Schijf, H. J. M., Leonardo, A. M., & Simon, H. A., (1997) “CaMeRa: A computational model of multiple representations”, Cognitive Science, Vol. 21, No. 3, pp. 305-350

[6] Wang, Z., & Nelson, M. R., (2014) “Tablet as human: How intensity and stability of the user-tablet relationship influences users’ impression formation of tablet computers”, Computers in Human Behavior, Vol. 37, pp. 81-93

[7] Greenwald, A. G., & Banaji, M. R., (1995) “Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes”, Psychological Review, Vol. 102, No. 1, pp. 4-27

[8] 神崎奈奈，三輪和久., (2012) “グラフの解読に表現と理解の視点が及ぼす効果に関する実験的検討”, 心理学研究, Vol. 83, No. 3, pp. 163-173

[9] Kostopoulou, O., Sirota, M., Round, T., Samaranayaka, S., & Delaney, B. C., (2017) “The role of physicians’ first impressions in the diagnosis of possible cancers without alarm symptoms”, Medical Decision Making, Vol. 37, No. 1, pp. 9-16

[10] Murphy, K. R., Jako, R. A., & Anhalt, R. L., (1993) “Nature and consequences of halo error: A critical analysis”, Journal of Applied Psychology, Vol. 78, No. 2, pp. 218-225

[11] Fazio, R. H., Chen, J., McDonel, E. C., & Sherman, S. J., (1982) “Attitude accessibility, attitude-behavior consistency, and the strength of the object evaluation association”, Journal of Experimental Social Psychology, Vol. 18, No. 4, pp. 339-357

オイラー図を用いたヘテロジニアス推論 ―ルールベースとモデルベースの推論― Heterogeneous reasoning with Euler diagrams

竹村　亮†, 片桐　恭弘‡
Ryo Takemura, Yasuhiro Katagiri
† 日本大学, ‡ はこだて未来大学
Nihon University, Future University Hakodate
takemura.ryo@nihon-u.ac.jp , katagiri@fun.ac.jp

Abstract

We introduce heterogeneous logic combining sentences and Euler diagrams to investigate the relationship between proof-based and model-based reasoning.

Keywords ― **図形推論，ヘテロジニアス推論, オイラー図, 論理学**

1. 証明ベースとモデルベースの推論
   1.1 論理学証明論と論理的意味論
   1.2 問題形式
   1.3 ヘテロジニアスな推論モデル
   1.4 Hyperproof
   1.5 オイラー図
2. オイラー図を用いたヘテロジニアス推論
   2.1 演繹的妥当性
   2.2 結論発見
   2.3 非妥当性
   2.4 前提発見
3. オイラー図を用いたヘテロジニアス推論の特徴
   3.1 推論効率
   3.2 証明ベースとモデルベースの推論

1. 証明ベースとモデルベースの推論

1.1 論理学証明論と論理的意味論

認知推論研究の分野では、1970 年代以降フォーマルルール理論とメンタルモデル理論との間の論争がなされてきた。Rips [9] を中心とするフォーマルルール理論は、論理学における証明論的な推論理解に基づく理論である。推論は前提となる文から結論に至るまでいくつかのステップを経て mental proof を構成することによってなされ、そこでの中間的なステップは、直観的に明らかと認められる推論規則に基づく、と説明される。これらの推論規則や mental proof は、論理学証明論において Gentzen によって導入された自然演繹体系の推論規則やその派生規則、および証明として考えることができる。

また Johnson-Laird [4] のメンタルモデル理論では、推論は前提となる文に関するメンタルモデルの構成によって行われるものとして説明される。ここでメンタルモデルとは、外界の事態のある種の内的表象とされ、論理的意味論における集合論的モデルの一種と考えられる。論理的意味論における文に対する集合論的モデルは、一般には無限個考えられる。一方でメンタルモデルは、推論者の経験や知識に依存して構成されるものであり、無限個のモデルのうちで、認知過程で考えられうる限りでの限定的なモデルである。

認知推論研究の分野では、これらのフォーマルルール理論とメンタルモデル理論の、どちらが実際にわれわれが行っている推論の適切なモデルとなっているかについてさまざまな議論がなされてきた。

論理学や数学の哲学においても、証明論と論理的意味論の関係についてさまざまな議論がなされているが、両者の関係を表すもっとも基本的な定理が完全性定理である。完全性定理は、「意味論的に妥当な文・論理式は証明可能である」ことを述べる定理であり、この逆の健全性定理と併せて、意味論的な妥当性と証明論的な妥当性が外延的に一致することを示している。したがって、推論の妥当性を考察する際には、証明ベースの推論と、モデルベースの推論のどちらか一方のみで充分であると考えることができる。

しかしながら完全性定理はまた、「どんな文も、意味論的に非妥当（すなわち反例モデルが存在する）か、もしくは証明可能である」と言い換えることができる。この定理を現実的な問題解決の場面に適用すれば、主張が正しいことを示すためにはその証明を構成し、正しくないことを示すためには（反例）モデルを構成する、という戦略が可能であることを示している。したがって、このような観点からは、証明論・ルールベースの推論と論理的意味論・モデルベースの推論

は、どちらか一方ではなく、場合に応じた使い分けが示唆される。

1.2 問題形式

本稿では、推論が妥当なことを示す演繹的妥当性問題と、妥当でないことを示す非妥当性問題に加えて、結論発見問題や、アブダクションの一種である前提発見問題についても検討する。前提となる文・論理式 $S_1, \ldots, S_n$ と結論 S の間の論理的帰結関係を $S_1, \ldots, S_n \models S$ と表すと、

演繹的妥当性 は $S_1, \ldots, S_n \models S$ が成り立つことを示す問題である。

結論発見 は $S_1, \ldots, S_n \models \boxed{?}$ が成り立つ結論 $\boxed{?}$ を探す問題である。

非妥当性 は $S_1, \ldots, S_n \not\models S$、すなわち $S_1, \ldots, S_n \models S$ が成り立たないことを示す問題である。

前提発見 は $S_1, \ldots, \boxed{?}, \ldots, S_n \models S$ が成り立つ前提 $\boxed{?}$ を探す問題である。

ルールに基づく証明の構成によって推論を行う証明ベースの推論（たとえば自然演繹）と、可能なモデルを構成し検証することで推論を行うモデルベースの推論（たとえば集合論的意味論やメンタルモデル）のそれぞれにおいて、上記の問題形式に応じて、論理学の観点からは以下のような推論戦略が考えられる。

● **演繹的妥当性**

証明ベース の推論では、推論規則を用いて証明を 1 つ構成する。

モデルベース の推論では、前提が成り立つ可能なモデルをすべて枚挙し、それぞれのモデルにおいて結論が成り立つことを検証する。

一般には、モデルベースの推論では「すべての」モデルを検証しなければならないという困難が伴う。

● **結論発見**

証明ベース の推論では、可能な結論を枚挙して、そのすべてに対して証明を 1 つずつ構成する。

モデルベース の推論では、前提が成り立つモデルをすべて枚挙し、そのすべてのモデルにおいて成り立つ結論を列挙する。

証明ベースの推論では、可能な結論をすべて枚挙した上で、証明を構成する（妥当性）か、もしくは証明が存在しない（非妥当性）ことを示さなければならない。それに対して、モデルベースの推論では、前提が成り立つモデルは一般に多数あるが、それぞれのモデルは具体的であり、そこで成り立つ結論は証明ベースの推論と比べて限られる。

● **非妥当性**

証明ベース の推論では、証明が存在しないことを示す。

モデルベース の推論では、反例（前提は成り立つが結論は成り立たないモデル）を 1 つ構成する。

証明ベースの推論では一般には可能な証明をすべて検証して、証明が存在しないことを示さなければならない。

● **前提発見**

証明ベース の推論では、可能な証明を 1 つ構成しながら足りない前提を 1 つ見つける。

モデルベース の推論では、与えられた前提と結論が成り立つモデルを 1 つ構成して足りない前提を 1 つ見つける。

上記の証明ベースの推論の戦略は、論理学の証明探索法に基づくものである。これに対して、人工知能推論研究では、前提発見問題を結論発見問題に還元する方法が開発されている。（本稿 2.4 節参照。）

一般的には、対象（証明やモデル）が存在することを示すためには、その対象を 1 つ構成すれば良いのに対して、対象が存在しないことや、すべての対象においてある性質が成り立つことを検証するのは困難である。

このように、論理学の観点からは、モデルベースの推論と証明ベースの推論にはそれぞれの問題形式に応じて一長一短があることが伺える。

1.3 ヘテロジニアスな推論モデル

ここで注目されるのが、図形を用いた推論である。（図形推論については、Shimojima [10] や Allwein & Barwise [1] 等を参照。）もともとオイラー図等の図形は、集合論的モデルのインフォーマルな表現として用いられ、またメンタルモデル等のモデルベースの推論は、図によるイメージとそれに対する操作で説明されるのである。

論理学的には、集合論的モデルは以下のように定義される。モデルは $M = (M, I)$ であり、

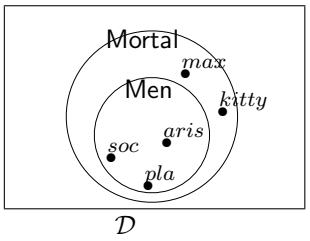
- M は個体の集合である。たとえば $M = \{socrates, plato, aristotle, max, kitty\}$
- I は個体記号と述語記号の解釈を定める関数で、個体記号 c について $I(c) \in M$、述語 A について $I(A) \subseteq M$ を満たす。たとえば、

$I(men) = \{socrates, plato, aristotle\}$、
$I(mortal) = \{socrates, plato, aristotle, max, kitty\}$

このモデルでは、*All men are mortal* が成り立つ。

上のモデルに対応するオイラー図は以下のように定義される。オイラー図 $\mathcal{D}$ は以下の図形的対象が平面上に配置されたものである。

- 名前付点の集合 $pt(\mathcal{D})$
- 名前付円の集合 $cr(\mathcal{D})$



上の図からは、*All men are mortal* が成り立つことを読み取ることができる。

論理学における抽象的な集合論的モデルは、記号的対象である。それに対してメンタルモデルは、より具体的なイメージに基づくものであり、多くの場合には図形として考えることができる。

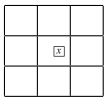
図形は一種のモデルとみなすことができる一方で、近年の図形推論研究では、図形をシンタクティカルな証明の構成要素として、論理式に対応するものとして扱えることが示されている。(たとえば、Shin [11]; Howse et al. [3]; Mineshima et al. [7]; Takemura [13] 等。) さらにこれらの研究に基づいて、文と図形を組み合わせたヘテロジニアスな推論の形式化および分析も進められている。(たとえば、Barwise & Etchemendy [2]; Hammer [5]; Swoboda & Allwein [12]; Plummer & Etchemendy [8]; Urbas & Jamnik [16, 17]; Takemura, Shimojima & Katagiri [15] 等。) 文と図形を組み合わせたヘテロジニアスな推論体系では、文に対する推論規則と、図形に対する推論規則、文から図形への変換規則、図形から文への変換規則などが形式化される。したがって、ヘテロジニアスシステムでは、文だけを用いた推論や図形だけを用いた推論に加えて、両者を組み合わせて行う推論をモデル化し、分析することができる。

メンタルモデルを図形とみなせば、文と図形を組み合わせたヘテロジニアスな推論モデルは、これまでのルールベースの推論とモデルベースの推論の両方を含み、さらには、場合に応じた使い分けが行われるような推論や、両者を組み合わせて行う推論をもモデル化し分析することのできる枠組みとなっている。

1.4 Hyperproof

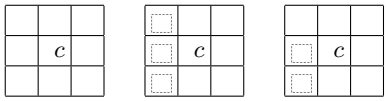
このようなアイデアは、とくに Barwise & Etchemendy [2] の Hyperproof の設計に顕著に見られる。Hyperproof では、四面体や立方体等の図形的対象の位置や大きさ、形に関して一階述語論理の論理式と blocks world による図形表現を組み合わせた推論が可能となっている。Hyperproof における blocks world はモデルとしての図形使用の典型であり、一階述語論理で証明ベースの推論が行われ、blocks world を用いてモデルベースの推論が行われる。

たとえば $\exists x(Small(x) \wedge Cube(x))$ (小さい立方体が存在する) は、以下のような図で表すことができる。(Hyperproof の blocks world は本来、8×8 のチェス盤とその盤上の対象によって定義されるが、ここでは簡単のため、その中の 3×3 の部分のみに注目している。)

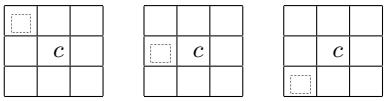


Hyperproof における blocks world はもともと、推論過程において新しい情報が加われば、その都度描き換えていくものとして導入されている。したがって論理学の観点からは、1 つの blocks world は、言語にあるすべての個体や述語に対してあらかじめ解釈が定まった完全なモデルではなく、必要に応じて対象や述語の解釈を後から定めていく中間的なモデルに対応する。すなわち、上記の空白のマスは、何の対象も存在しないということを積極的に意味するのではなく、たとえば $\neg\exists x(Large(x) \wedge Cube(x))$ (大きな立方体は存在しない) のようなものは含意しない。

このような blocks world では、全称量化子 $\forall$ を表現するのは非常に難しい。たとえば、$\forall x(Cube(x) \rightarrow Left(x, c))$ (立方体はすべて c の左にある) は、c の左には立方体は 1 つも存在しないかもしれないし、複数あるかもしれない。これを以下のような blocks world の選言で考えてみると、3×3 に限っても 8 個の blocks world が必要となる。(破線の四角はサイズ不明の立方体を表す。)



立方体について言及する際には必ず立方体が存在する、という存在措定をおけば、$\forall x(Cube(x) \rightarrow Left(x, c))$ は以下の 3 つの blocks world の選言として考えることもできる。



しかし、$\forall x(Cube(x) \rightarrow Left(x,c))$ はさらに、c の同列および右列には立方体が存在しないことを意味するが、上の図では c の同列および右列に立方体がないことを表現できていない。このように、blocks world では何らかの新たな装置を導入しない限り、$\forall$ 文と一対一に対応するような図形を描くことは困難である。実際、hyperproof では量化子、とくに $\forall$ に関する推論は主に一階述語論理パートで行われるのである [2]。

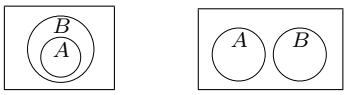
Entity-base の blocks world は、非常に素朴なメンタルモデルと考えることができるが、メンタルモデルでは $\forall$ に関する問題を解決するために、集合を [ ] で表して以下のように表現している [4]。

[cube]　Left(c)

1.5　オイラー図

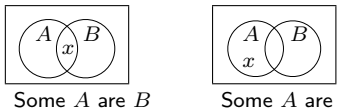
Blocks world のように具体的な個々の個体・要素を図で表す entity-base の図形に対して、抽象的な集合・性質を図で表す property-base の図形の代表的なものがオイラー図やヴェン図である。抽象的な集合を円で表すことにより、オイラー図やヴェン図では量化子 $\forall$ を自然に表すことができる。

オイラー図システムはさまざまなものが開発されているが、本稿では Mineshima, Okada & Takemura[7] のオイラー図システムを扱う。[7] のオイラー図では、個体を表す名前付きの点（a, x 等で表す）と性質を表す名前付きの円（A, B 等で表す）の間の包含関係と排他関係のみが意味をもつ。たとえば、三段論法文 All A are B、No A are B はそれぞれ、円 A と円 B の間の包含関係、A と B の間の排他関係によって以下のように表される。



All A are B　　No A are B

また、Some A are B、Some A are not B はそれぞれ、点 x と円 A の包含関係および x と B との包含関係、x と A との包含関係および x と B との排他関係によって以下のように表される。



Some A are B　　Some A are not B

ここで、われわれのオイラー図では包含・排他関係のみが意味をもち、円の間の交差関係は特定の意味を表さない。この規約により、三段論法文と上記のオイラー図は一対一に対応する。したがって、交差関係が Some A are B を意味する（上の Some A are not B の図形が Some A are B も含意する）ようなオイラー図と比べて、本稿で考察する [7] のオイラー図はより抽象度の高い図形となっている。

本稿では、三段論法文とそれに対する推論（ただし厳格な三段論法には限らない）について、オイラー図と 1 階述語論理を組み合わせたヘテロジニアスシステムを基に検討する。もともとの [7] のオイラー図システムはヘテロジニアスシステムではなく、オイラー図のみを使った推論を扱うシステムだが、そこでの推論規則はそのままオイラー図と文・論理式に対するヘテロジニアスな推論規則とみなすことができる。

本稿では簡単のため、以下の三段論法文に関する推論に限って考察する：All A are B, No A are B, Some A are B, Some A are not B。これらはそれぞれ、1 階述語論理では、以下のような論理式で表される：$\forall x(Ax \rightarrow Bx)$、$\forall x(Ax \rightarrow \neg Bx)$、$\exists x(Ax \wedge Bx)$、$\exists x(Ax \wedge \neg Bx)$。

2.　オイラー図を用いたヘテロジニアス推論

以下では具体例をもとに、オイラー図を用いたヘテロジニアス推論について検討する。とくに比較のために本システムにおけるオイラー図を使わない推論、すなわち文・論理式のみを用いた自然演繹推論も検討する。これにより、オイラー図を用いたヘテロジニアス推論の特徴を分析する。

自然演繹での一般的な戦略は、与えらえた前提をできる限り分解し、分解して得られた論理式を基に、結論を組み立てたり、証明が存在しないことを確認するというものである。このような証明探索に基づく戦略の正当性は、自然演繹の正規化定理および正規形証明の性質によって保証される。

他方で、オイラー図推論の一般的な戦略は、与えられた前提に含まれる情報を統合して合成図を構成し、そこから結論を読み取ったり、その合成図を変形するというものである。とくにオイラー図演繹推論の完全性（妥当な推論にはすべて証明が存在すること）は [7] で、また反例構成の完全性（非妥当な推論にはオイラー図で反例が構成できること）は [14] で示されている。

以下の分析は、論理学の知識のない素人が実際にどう推論を行っているかの分析ではなく、どう推論するのが効率的かという観点からの分析である。

2.1 演繹的妥当性

以下では次の推論を例として検討する。

- Some A are B, All B are $C \models$ Some A are C

自然演繹では、以下のような方法で推論の妥当性を示すことができる。

1. （自然演繹の除去規則を用いて）前提をできる限り分解する。
2. 分解された論理式を組み合わせて結論を構成する。

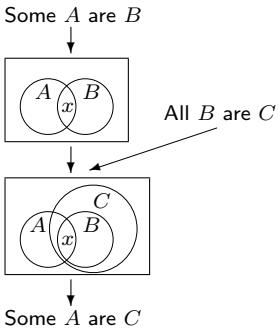
$$\dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Aa} \quad \dfrac{\dfrac{\forall x(Bx \to Cx)}{Ba \to Ca} \quad \dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Ba}}{Ca}$$
$$\dfrac{Aa \wedge Ca}{\exists x(Ax \wedge Cx)}$$

上の証明では、Aa, Ba, Ca を得るステップが前提の分解である。そうして得られた Aa と Ca を組み合わせて結論を構成している。ただし上の証明は、正当な自然演繹の証明ではなく、∃除去規則はインフォーマルな形にしてある。（とくにこの形は論理学的には妥当な規則ではないため注意が必要である。）

与えられた推論の妥当性を自然演繹で示すためには、証明を 1 つ構成すればよい。

オイラー図を用いて、以下のような方法で与えられた推論の妥当性を示すことができる。

1. 前提の 1 つを図で表す。
2. 残りの前提の情報を加えて、合成図を構成する。
3. 合成図で結論が成り立っていることを確認する。



Some A are B という前提を表すオイラー図に円 C を加えて合成図を構成する際には、C は B を含むように加えられるが、A と C の関係については何も新しい情報を生まないように、C は A と交差するように加えられる。こうして得られる合成図では、x と A の包含関係および x と C の包含関係が成り立っているため、Some A are C という結論を読み取ることができる。

モデルベースの推論では一般に、前提が成り立つモデルをすべて枚挙しなければならないが、オイラー図推論では合成図の数が限定される。とくに三段論法文に関する妥当な演繹推論では、合成図は 1 つに限られる [7]。

2.2 結論発見

以下の形の推論を検討する。

- Some A are B, All B are $C \models \boxed{?}$

自然演繹では以下のような、基本的には妥当性問題と同じ戦略で結論を発見することができる。

1. 前提をできる限り分解する。
2. 分解された論理式を組み合わせて結論を構成する。

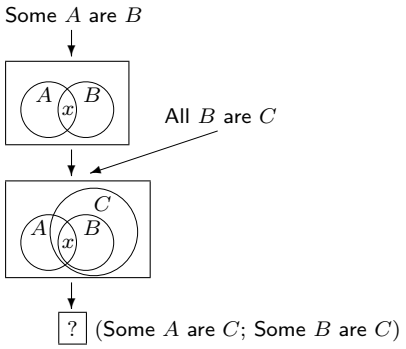
$$\dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Aa} \quad \dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Ba} \quad \dfrac{\dfrac{\forall x(Bx \to Cx)}{Ba \to Ca} \quad \dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Ca}$$
$$\vdots$$
$$\boxed{?}$$

前提の分解は機械的にできるが、そうして得られた論理式を組み合わせて結論を構成する際には試行錯誤が必要となる。

何でも良いから結論を 1 つ見つける場合には、分解して得られた論理式を適当に組み合わせればよい。それに対して、可能な結論をすべて枚挙する場合には、まず可能な結論の形について検討しなければならない。三段論法文に限っても単純に、量化子 ∀・∃（とそれに応じて決まる結合子 ∧・→）、述語（A・B・C）、否定あり・なし、述語（A・B・C のうち最初の述語と同じものを除いた 2 通り）で、$2 \times 3 \times 2 \times 2 = 24$ 通りの可能性がある。さらに、それらの結論の可能性のうちで、導けないものを検証する必要があるが、これは論理学の知識がないと困難である。

オイラー図を用いて以下のような、基本的には妥当性問題と同じ戦略で結論を発見することができる。

1. 前提の 1 つを表す図形を構成する。
2. 残りの前提の情報を加えて合成図を構成する。
3. 合成図から結論を読み取る。



結論を 1 つ見つける場合でも、可能な結論を列挙する場合でも、合成図を読めば良い。とくに上の例では、可能な結論をすべて読み取る際に、4 つの図形的対象（円 A, B, C と点 x）から 2 つの対象の間の関係を読み取るので、6 通りの可能性となる。文・論理式の場合と比べると、大幅に可能な結論の数が減っているが、これは図形の幾何学的制約によって、可能なもののみが図に現れ、可能でないものは現れないことによる。

2.3 非妥当性

以下の 2 種類の非妥当な推論を検討する。

1. Some A are B, All B are $C \not\models$ Some A are not C
2. Some A are B, All B are $C \not\models$ Some C are not A

自然演繹によって与えられた推論の非妥当性を示すためには、証明が存在しないことを示さなければならない。すべての証明を検証することは不可能であり、そのために一般には証明探索を行うことで検証すべき証明の数を減らす。厳密な証明探索は論理学の知識がないと困難だが、現実的にも多かれ少なかれ証明探索のような試行錯誤をして証明が存在しないことを確かめる、と考えられる。（ただし、その場合でも本当に証明が存在しないことは厳密には言えない。）そこで、以下のような戦略で、与えられた推論の非妥当性を示すと考える。

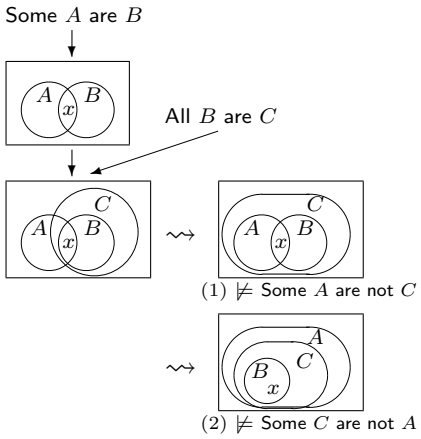
1. 前提を分解する。
2. 分解して得られる論理式では結論が構成できないことを確かめる。

$$\dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{\dfrac{Aa \wedge Ba}{Aa}} \quad \dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{\dfrac{Aa \wedge Ba}{Ba}}}{\dfrac{Aa \wedge \neg Ca}{(1)\ \exists x(Ax \wedge \neg Cx)}} \qquad \dfrac{\dfrac{\forall x(Bx \to Cx)}{Ba \to Ca} \quad \dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{\dfrac{Aa \wedge Ba}{Ba}}}{\dfrac{Ca \wedge \neg Aa}{(2)\ \exists x(Cx \wedge \neg Ax)}}$$

(1) の結論を構成するためには $\neg Ca$ （(2) では $\neg Aa$）を導かなければならない。しかしながら、前提を分解することで得られる論理式を組み合わせてもこれを導くことはできない。したがって、与えられた推論の証明は存在しない。（三段論法推論は最小論理の推論であり、正規形証明の部分論理式性という性質からこのことが理論的には分かる。）

オイラー図を使って以下のような戦略で、与えられた推論の非妥当性を示すことができる。

1. 前提の 1 つを表す図形を構成する。
2. 残りの前提の情報を加えて合成図を構成する。
3. 前提に含まれる有意味な情報（包含・排他関係）をすべて保持したまま、与えられた非妥当な結論の否定が成り立つように合成図を変形する。



(1) では、円 A と C の間の（有意味でない）交差関係を包含関係に変形している。合成図をこのように変形しても、与えられた 2 つの前提が成り立っていることは変わらず、さらに結論の否定も成り立っている。すなわち、合成図を変形して得られる図形は、与えられた推論の反例を表す図形になっている。このような図形を反例図と呼ぶ。

同様に、(2) では A と B の間、および A と C の間の交差関係を、包含関係にそれぞれ変形して反例図を構成している。

もちろん、合成図に対してどのような変形を施してもよいわけではないが、一般には交差関係の包含・排他関係への変形、および新しい点の付加によって反例図を構成することができる。また、非妥当な推論には必ずオイラー図による反例を構成できることが示されている（[14]）。上記のようなオイラー図の戦略は、反例を 1 つ構成するというモデルベースの推論となっている。

2.4 前提発見

以下の 2 種類の前提発見推論について検討する。

1. $\boxed{?}$, All B are $C \models$ Some A are C
2. Some A are B, $\boxed{?} \models$ Some A are C

自然演繹を用いて、これまでと同様に証明探索法に基づく戦略を考えることができるが、ここではよりシンプルな戦略を検討する。この戦略は人工知能推論研究で開発されたものであり（[6]）、前提発見問題を結論発見問題に還元する方法である。たとえば上記 (1) の問題は $\boxed{?}, \forall x(Bx \to Cx) \models \exists x(Ax \wedge Cx)$ の $\boxed{?}$ を見つけることだが、$\boxed{?}$ と結論の対偶を考えると、$\neg\exists x(Ax \wedge Cx), \forall x(Bx \to Cx) \models \neg\boxed{?}$ の $\boxed{?}$ を求める結論発見問題に還元することができる。この方法に基づき、自然演繹で以下のような戦略を考える。

1. 与えられた結論の否定を前提に加える。
2. 前提をできる限り分解する。
3. 分解された論理式を組み合わせて結論を構成する。
4. 得られた結論の否定を発見した前提とする。

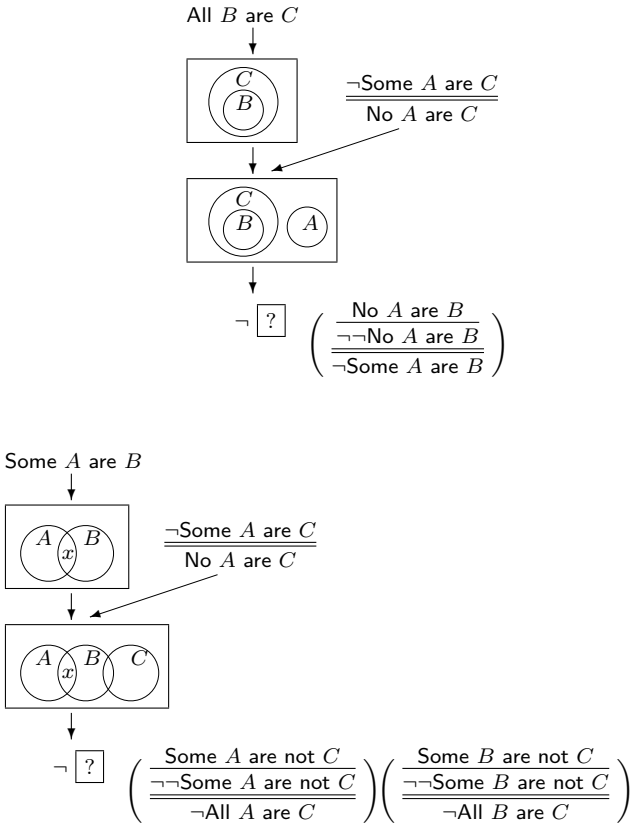
$$\dfrac{\dfrac{\forall x(Bx \to Cx)}{Ba \to Ca} \quad \dfrac{\dfrac{\neg\exists x(Ax \wedge Cx)}{\forall x(Ax \to \neg Cx)}}{Aa \to \neg Ca}}{\vdots}$$
$$\neg\boxed{?}$$

上の二重線部分は、いつくかの推論ステップの省略を表す。

$$\dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Aa} \quad \dfrac{\dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}}{Ba} \quad \dfrac{\dfrac{\neg\exists x(Ax \wedge Cx)}{\forall x(Ax \to \neg Cx)}}{Aa \to \neg Ca} \quad \dfrac{\exists x(Ax \wedge Bx)}{Aa \wedge Ba}\,Aa}{\neg Ca}$$
$$\vdots$$
$$\neg\boxed{?}$$

オイラー図でも同様に、結論発見問題に還元することで、以下のように前提を発見することができる。

1. 与えられた結論の否定を前提に加える。
2. 前提の 1 つを表す図形を構成する。
3. 残りの前提の情報を加えて合成図を構成する。
4. 合成図から結論を読み取る。
5. 得られた結論の否定を発見した前提とする。



ここで、たとえば ¬Some A are C から No A are C を導くような否定に関する推論部分は、ヘテロジニアスシステムの言語パートで推論を行っている。図形の否定や対偶という概念を定義することで、この部分も言語パートを使わずに、オイラー図パートのみで行うことも可能であるが、図形の否定という概念はテクニカルで直観的でないためここでは扱わない。

3. オイラー図を用いたヘテロジニアス推論の特徴

本稿では、オイラー図を用いたヘテロジニアスシステムを用いて、演繹的妥当性問題、結論発見問題、非妥当性問題、前提発見問題におけるオイラー図を用いた推論と文・論理式のみを用いた自然演繹推論の分析を行った。上記のどの問題形式に対しても、それぞれの基本的な推論戦略は共通である。すなわち、自然演繹では証明探索法に基づく前提の分解と結論の構成であり、オイラー図推論では前提を統合した合成図の構成と結論の読み取りである。

3.1 推論効率

文・論理式の表現力に対して、図形はその幾何学的制約により、表現力は限られる。ただし推論においては、表現力が高いことが必ずしも有効であるとは限ら

ない。表現力の高さは一般に、探索空間の増大につながる。このことは結論発見問題に顕著に表れている。図形表現は一般に、表現力を限る（抽象度を下げて具体性を上げる）ことで、推論の効率化をはかることができる。

とくにオイラー図システムは、具体的な entity-base ではなく、より抽象的な property-base の図形であり、さらに本稿で考察した [7] のオイラー図システムは、円の間の交差関係が意味をもたないより抽象的なシステムである。具体的な図形表現でありながら、ある程度の抽象性を保持することで、本稿のオイラー図システムは比較的効率の良い推論システムになっていると考えられる。

3.2 証明ベースとモデルベースの推論

オイラー図をモデルに対応するものと見なせば、合成図の構成はモデルの構成に対応し、オイラー図推論はモデルベースの推論と考えることができる。それに対して、オイラー図をシンタクティカルな論理式に対応するものと見なせば、合成図の構成方法は妥当な推論規則と見なすことができ形式化することができる（[7]）。このことはとくに、円の間の交差関係が意味をもたないという本稿のオイラー図の抽象性に依るところが大きい。これによって前提の情報を統合した合成図が限定される（妥当な三段論法推論では 1 つに限られる）のである。このような観点からは、オイラー図推論は証明構成に対応し、証明ベースの推論と考えることができる。

したがって、オイラー図推論は、モデルベースの推論としても、また証明ベースの推論としても考えることができ、モデルベースか証明ベースかといった伝統的な枠組みとは異なる枠組みを提供するものと考えられる。

参考文献

[1] G. Allwein and J. Barwise, eds., *Logical reasoning with diagrams*, Oxford Studies In Logic And Computation Series, 1996.

[2] J. Barwise and J. Etchemendy, Hyperproof: For Macintosh, *The Center for the Study of Language and Information Publications*, 1995.

[3] John Howse, Gem Stapleton, and John Taylor, Spider Diagrams, *LMS Journal of Computation and Mathematics*, Volume 8, 145-194, London Mathematical Society, 2005.

[4] Johnson-Laird, Philip N (1983). *Mental Models: Toward a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Harvard University Press.

[5] E. Hammer, Reasoning with Sentences and Diagrams, *Notre Dame Journal of Formal Logic*, Volume 35, Number 1, 73-87, 1994.

[6] Katsumi Inoue, Linear resolution for consequence finding, *Artificial Intelligence*, 56, 301353, 1992.

[7] Koji Mineshima, Mitsuhiro Okada, and Ryo Takemura, A Diagrammatic Inference System with Euler Circles, *Journal of Logic, Language and Information*, 21, 3, 365-391, Springer, 2012.

[8] D. Barker-Plummer and J. Etchemendy, A computational architecture for heterogeneous reasoning, *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 19(3), 195-225, 2007.

[9] Lance J. Rips, *The psychology of proof: deductive reasoning in human thinking*, MIT Press Cambridge, MA, USA, 1994.

[10] A. Shimojima, *Semantic Properties of Diagrams and Their Cognitive Potentials*, CSLI Publications, Stanford, CA, 2015.

[11] Sun-Joo Shin, *The Logical Status of Diagrams*, Cambridge University Press, 1994.

[12] N. Swoboda and G. Allwein, Heterogeneous Reasoning with Euler/Venn Diagrams Containing Named Constants and FOL, *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 134, 153-187, 2005.

[13] Ryo Takemura, Proof theory for reasoning with Euler diagrams: a logic translation and normalization, *Studia Logica*, 101, 1, 157-191, 2013.

[14] Ryo Takemura, Counter-Example Construction with Euler Diagrams, *Studia Logica*, Springer, Vol.103, Issue 4, 669-696, 2015.

[15] R. Takemura, A. Shimojima, and Y. Katagiri, A Logical Investigation on Global Reading of Diagrams, *Diagrams 2012*, LNCS, Volume 7352, 330-333, 2012.

[16] M. Urbas and M. Jamnik, Heterogeneous Proofs: Spider Diagrams Meet Higher-Order Provers, *Interactive Theorem Proving*, LNCS, Volume 6898, 376-382, 2011.

[17] M. Urbas and M. Jamnik, A Framework for Heterogeneous Reasoning in Formal and Informal Domains, *Diagrams 2014*, LNCS, Volume 8578, 277-292, 2014.

空間表現と記号表現との統合による修辞理解
Integration of Spatial and Symbolic Representations in Understanding Rhetoric

片桐 恭弘 †
Yasuhiro Katagiri
† 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
katagiri@fun.ac.jp

Abstract

Based on the noted similarity between diagrammatic/spatial reasoning and analogical reasoning, a model is proposed of understanding rhetoric, consisting of a set of operations on conceptual spatial representations: structuring, spatial operation and embedding, and analyses of satirical joke examples are presented.

Keywords — spatial representation, rhetoric understanding, analogy

1. はじめに

文章構成においては, 伝達メッセージを効果的に伝えることを意図して, 表現にユーモアを含ませるなど説得力を持たせるために様々な修辞的技法が用いられる. 類推はそれらの技法を支える重要な人間の推論法のひとつである. 比喩によって思いもかけない異なる二つの領域間に類推的結合を構築することが, 魅力的な風刺やユーモアの重要な構成要件の一つとなっている. 図的推論の分野において図的推論と類推との親近性が早くから指摘されている [1] ように, 類推は言語的表現と空間的表現との両面の性格をあわせ持つことが想定される. 一方, 風刺やユーモアは単なる類推だけで構成されるのでなく, 逆転や暗示のように他の手法との組み合わせによって成立する場合が多い. 本稿では, 修辞発話の生成解釈モデルの要素として構造化, 空間操作, 埋め込みを提示して, 現実の風刺例の分析を示す.

2. 類推と修辞

類推のメカニズムについては, Gentner[2] による構造写像理論 (structure mapping theory) のように記号的な捉え方が従来中心的であった. 一方, 統計的自然言語処理の発展に伴って, 単語の表わす概念を多次元の概念空間内的に位置付けられる要素と捉える手法が発達し, $Paris - France + Italy = Rome$ のように, 類推をベクトル演算によって捉える考え方も最近提示されている [3].

構造写像理論では, 類推は source と target のふたつの領域の matching によって成立すると考える. Source/target の両領域とも記号的表現を前提としており, matching は記号的表現に含まれる predicate-argument や attribute-object 関係を top-down に再帰的に辿ることによって構築される. 一方, 統計的自然言語処理では, 大量の文章データに基づいて単語の共起情報を求めることによって, 長期記憶に含まれる人間の一般知識としての概念構造をベクトル空間に表現するとその中にベクトル間の関係として bottom-up に類推関係が現れると考える. 前述の例では大量の文章データの統計処理によって, 国と都市というふたつの領域の matching を経なくとも, 一つの概念空間内に $Paris : France = Rome : Italy$ という類推関係がベクトル間関係として bottom-up に現れる. 首都という関係も事前に与える必要はなく, $Paris - France$ というベクトルとして bottom-up に構築される.

現実の修辞利用場面では, 安定した長期記憶にある単一な概念構造のみに依存するのでなく, その場で source と target の異なる二領域を並置することによって即興的な類推関係を構築することが修辞効果を産むためには重要な要因となると考えられる. その一方, 二領域の matching では言語で表現される命題内容の述語項構造のみに依存した top-down の process だけでなく, 長期記憶・エピソード記憶に蓄えられた概念間の関係も影響すると想定される. そのような構造的類似性に基づいて間接的な言及が行われて修辞的効果を産み出すことも多い.

3. 修辞理解のメカニズム

修辞の理解のメカニズムとして以下の 3 つの過程を設定する.

構造化

- 修辞的発話を構成する中核となる焦点化概念を取り上げて, それらの相互関係を設定する.
- 単純な類推では類推の対象となる概念とその相互関係への言及が相当する.
- 焦点化概念の設定に付随して, 焦点化概念の周囲に位置付けられる関連概念の範囲の規定が行われる.
- 類推における Source と Target の領域の設定に相当する.

空間操作

- 構造化によって設定された焦点化概念とそれらの相互関係に対して概念空間操作を適用して新しい構造を作り出す.
- 操作には並置や反転が含まれる.

埋め込み

- 操作によって作り出された新しい構造を既存の領域の中に位置付けることによって新しい含意をもたらす.
- Source 領域の項目 A,C と Target 領域の項目 B を提示して, A:B=C:X となる Target 領域の項目 X を推量する.
- Source 領域の中の焦点化されていなかった概念の Target 領域への転移が起こる.
- 推量や転移の結果として倫理的/感情的に Positive/Negative な評価的評定が生じる.
- 二つの領域が明示的に設定されて情報を一方から他方に転移させる場合だけでなく, 一方の領域のみが明示的に設定されて構造的な類比性に基づいてもう一つの領域が暗黙的に表示される場合がある.

4. 風刺における修辞的効果

4.1 例 1: serious or ridiculous

経済学者 Paul Krugman は 1978 年に執筆した working paper の中で国際貿易の分析を極限まで拡張して仮想的な銀河間貿易の分析を行っている. 論文は後に出版された [4]. その中で Krugman は論文の学術貢献に関連して以下のように記述している.

> "It should be noted that, while the subject of this paper is silly, the analysis actually does make sense. This paper, then, is a serious analysis of a ridiculous subject, which is of course the opposite of what is usual in economics."

この記述は, "Serious analysis of ridiculous subject" という記述の反転 (opposite) として, 通常の経済学の論文は "Ridiculous analysis of serious subject" であるという風刺となっている.

4.2 例 2: a man grabbed by a pussy

米国 CBS の "The Late Show with Stephen Colbert" の中で, ホストの Stephen Colbert が人の手に子猫 (pussy) がしがみついている写真を見せながら次のように発言している [5].

> "you win life if you cat cuddles with you. that must be strange to Trump to see. I mean a man being grabbed by a pussy, it's so unusual."

この中の "a man being grabbed by a pussy" という表現は, それを反転して得られる "a man (Trump) grabbed a pussy" という表現を通して, Access Hollywood tape scandal への間接的言及 (当てこすり) を行っており, 政治風刺 joke となっている.

4.3 例 3: Spicer - Zoo Keeper

同じ米国 CBS の "The Late Show with Stephen Colbert" の中で, ホストの Stephen Colbert は米国大統領 Donald Trump 氏の tweet にまつわる大統領報道官 Sean Spicer 氏の発言を取り上げて次のような政治風刺 joke を発している [6].

米国 Trump 大統領の報道官 Sean Spicer 氏が報道関係者との質疑応答において, 報道陣から Trump が取るに足らない話題ばかり取り上げて tweet していて, 重要な政治問題について語らないのはなぜかという質問を受けた. それに対して, Spicer 氏は自分の仕事はホワイトハウスと米国市民とを繋ぐ重要なものであって tweet など取るに足らないものと一緒にしないでほしいという趣旨の応答を行った. そのエピソードを受けて, コメディアンの Stephen Colbert 氏は, Trump 大統領と Spicer 氏の関係をサーカスの象と象の飼育係との関係に喩えて, 「サーカスでは象が主役であって

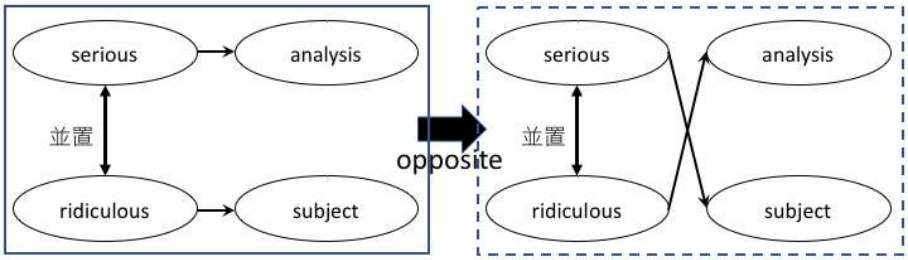


図 1　例 1: 記号レベルの反転

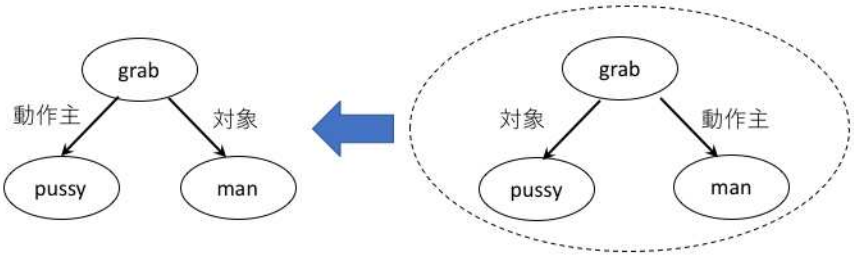


図 2　例 2: 格関係レベルの反転

その象の排泄物を片付ける飼育係より偉いのだ」とからかっている.

5.　修辞解釈の分析

5.1　例 1: 記号レベルの反転

例 1 では, 修辞発話を構成する焦点化概念として, serious, analysis, ridiculous, subject が明示的に表現されている. それらは図 1 左側に図的に示されるように, serious–analysis と ridiculous–subject とが対立的な関係を構成するように並置されて, それから 'opposite' という表現によって反転操作を受けて, 図 1 右側に示されるように serious–subject, ridiculous–analysis という対立へと変形された新しい構造を生成している. それが 'usual economics' という Target 領域に埋め込まれることによって風刺的効果を産み出している.

ここでは, 記号的な単位となる serious, analysis, ridiculous, subject はいずれも明示的に表現されており, 反転操作も opposite によって明示的に表現されている. Krugman の原論文と経済学分野一般の論文という Source/Target 領域も明示的に指定されている. 風刺修辞の理解のためには, serious–analysis と ridiculous–subject との並置を構築することと, その上で反転操作を実際に実行することが必要となる.

5.2　例 2: 格関係レベルの反転

例 2 では, 修辞発話を構成する焦点化概念として, man, pussy, grab が明示的に表現されている. それらは図 2 左側に図的に示されるように, grab が動作, pussy, man がそれぞれ動作主, 対象という格役割を占めるという命題構造化されている. それから格役割のレベルで反転を行うことによって図 2 右側に図的に示されるような新しい構造を生成すると, pussy の解釈の子猫から女性器へというずらしを介在することによって Trump 大統領の scandal への間接的言及という風刺的効果に行き着く.

ここでは, 記号的な単位となる man, pussy, grab は明示的に表現されている. Source 領域は人の腕に子猫がしがみついた画像によって指定されているが, Target 領域は発話の中では Trump 大統領への言及という曖昧な状態にとどまっている. 反転操作についてもまったく述べられていない. Access Hollywood Tape scandal があってまもない頃であり, 聴衆は明示的な言及なしに反転操作と Target 領域としての scandal の同定が容易であった. ホストの Colbert 氏の聴衆のそのような能力に依存してこの風刺 joke を発したと考えられる. さらに, 少ない手がかりから joke の構造を推測・同定する必要があること自体が joke の効力の大きな部分となっていると考えられる.

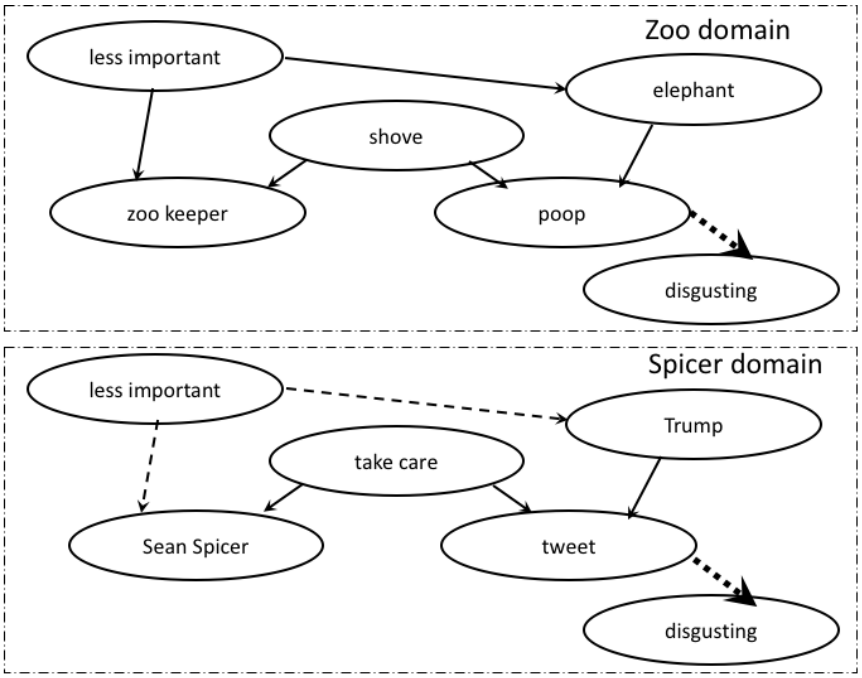


図 3　例 3: 概念構造並置による転移

5.3　例 3: 概念構造並置による転移

例 3 では, はじめに図 3 下図に示されるような White House 報道官 Sean Spicer 氏にまつわる Source 領域が話題となっており, Spicer, Trump, tweet が焦点化概念として明示的に表現されている. その後に, 図 3 上図に示されるような動物園領域が Target 領域として明示的に話題として取り上げられて, zoo keeper, shove, poop, elephant が焦点化概念として明示的に導入される. Source 領域の White House 領域と Target 領域の動物園領域とはいずれも複数の要素を含み, すべての要素が焦点化概念として明示的に示されてはいないため, 聴衆はそれらの要素間の matching を行って並置を確立する必要がある.

表面的に誘導されている対応は, Trump–象, Spicer–飼育係であって,「象の方が飼育係より偉い」という命題が「Trump の方が Spicer より偉い」という命題に対応づけられている. しかし joke としての重要なポイントの一つは, Trump の tweet と象の排泄物との対応づけを含意的に示しているところ, さらにそれによって間接的に Trump tweet を汚いもの, 取るに足らないものとほのめかしている点にある. これら後者の過程は記号的な matching よりは, 主となる Trump, Spicer と, 象, 飼育係の概念を取り巻く関連概念が matching による空間操作を経た結果として作り出す効果と考えられる.

6.　おわりに

類推概念の空間推論との親近性を背景として, 構造化, 空間操作, 埋め込みの 3 要素からなる修辞生成解釈モデルを提示し, 風刺的 joke の分析を行った.

参考文献

[1] Corin Gurr, John Lee, and Keith Stenning. Theories of diagrammatic reasoning: Distinguishing component problems. *Minds and Machines*, 8(4):553–557, 1998.

[2] Dedre Gentner. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2):155–170, 1983.

[3] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. *Proceedings of Workshop at International Conference on Learning Representations*, 2013.

[4] Paul Krugman. The theory of interstellar trade. *Economic Inquiry*, 48:1119–1123, 2010.

[5] Stephen Colbert. Obama urges democrates to call gop health plan 'trumpcare'. https://www.youtube.com/watch?v=JMrC0Z98fuU, accessed on 10 July, 2017.

[6] Stephen Colbert. Long ties, big lies and made up crowd size: The Sean Spicer story. https://www.youtube.com/watch?v=XBNZu0uPp3o, accessed on 10 July, 2017.

オントロジーの認知的に有効な視覚化：空間的図形表現の限界？
Cognitively effective visualization of ontologies: limitation of spatial diagrams?

佐藤 有理†, Gem Stapleton†, Mateja Jamnik‡, Zohreh Shams‡, Andrew Blake†
Yuri Sato, Gem Stapleton, Mateja Jamnik, Zohreh Shams, Andrew Blake

†ブライトン大学 計算・工学・数学部 ‡ケンブリッジ大学 計算機研究所
Visual Modelling Group, School of Computing, Engineering and Mathematics, University of Brighton,
Computer Laboratory, Faculty of Computer Science and Technology, University of Cambridge
{y.sato, g.e.stapleton, a.l.blake}@brighton.ac.uk, {mateja.jamnik, zohreh.shams}@cl.cam.ac.uk

Abstract

Ontologies consist of concept hierarchical-relations, expressed by unary predicates or set-theoretical relation, and concept binary-relations, expressed by linking. In order for non-expert users to access the ontologies efficiently, how could the ontologies be represented? In this study, two kinds of ontology visualizations, a network-based visualization (SOVA) and a set-based visualization (concept diagrams), are empirically compared in the case of consistency checking. We report that more correct responses were made in the condition of SOVA than concept diagrams.

Keywords — semantic network, concept diagram, ontologies, consistency, visualization

1. はじめに

よい推論や判断を行うためには、それに関連する世界知識を使用できることが重要である。特に、概念間における単項の階層関係だけでなく、二項の動詞関係をも含むような複雑な知識の記述は、オントロジー（ontologies）と呼ばれ、近年大きな注目を集めている [5, 6]。このような複雑な世界知識・オントロジーを人間が効率的に使用するには、どのようにそれらは表現されているとよいのだろうか。概念間における単項の階層関係は、集合論的関係として捉えられる。これを円や点同士の空間的関係として視覚的に表現し（オイラー図と呼ばれる）、さらに二項の動詞関係も表現できるよう拡張するという方法がある。別の方法としては、二項の動詞関係としての概念間の意味的な連携をリンキングとして捉え、グラフ・ネットワーク表現として視覚化し、階層関係もそれと同様に（ツリーではなく）表現できるよう拡張するという方法がある。前者の視覚表現としてコンセプト図（Howse et al. [3]）、後者としてSOVA（Itzik et al. [4]）に注目し、（オントロジー工学において特に重要な）無矛盾判定の場面において、どちらが効果的なのかを実験的に検討した。

2. 課題分析

Simple Ontology Visualization API (SOVA) [4][1]は、（意味）ネットワーク型表現の拡張システムとして捉えることができる。意味ネットワークは、ノードとリンクから構成され、典型的には、ノードは概念や個体を表すラベル付きのボックス、リンクは概念や個体間の（二項述語）関係を表すラベル付きの矢印として記述される [2]。Fig. 1の我々の実験で実際に使用した視覚表現（対応するOWL表現はTable 1を参照）とともにSOVAのシステムを見てみよう。

白頭の矢印は親子の階層関係（包含の集合関係）を表すために使用される。(1_2)において、Watercraftは白頭矢印によってVehicleに連結されている。これは、Watercraftであるならば、それはすべてVehicleであるということを意味する。同様に、VehicleはT（Things）に連結している。これは、Vehicleであるならば、それはすべてこの世界を構成するもの（Things）の一部であるということを意味する。双頭の矢印は、排他の集合関係を表すために使用される。(1_2)において、VehicleとWatercraftは排他関係にある。つまり、VehicleでもWatercraftでもある個体は存在しないことを意味する。ここまでの情報だけでは、VehicleとWatercraftがそれぞれ空集合である可能性もあるので、必ずしも矛盾とは言えない。しかし、(1_2)では、四角形aが線でボックスWatercraftに連結しており、これはWatercraftである個体aが存在するということを記述している。このことから、すべてを同時に真とするような状況が存在しないことが分かるので、(1_2)は矛盾していると判断することができる。

(1_2)の場合では、矛盾の判定に貢献しないが、二項関係を表す黒頭の矢印についても言及しておく。ボックス$\forall$経由の黒頭矢印は、ソースがターゲットだけに関係するということを表す（これは、OWLにおける特性値制約allValuesFromに対応する）。

[1]オントロジエディタProtégé [1]の視覚化プラグインソフトとして実装されている。

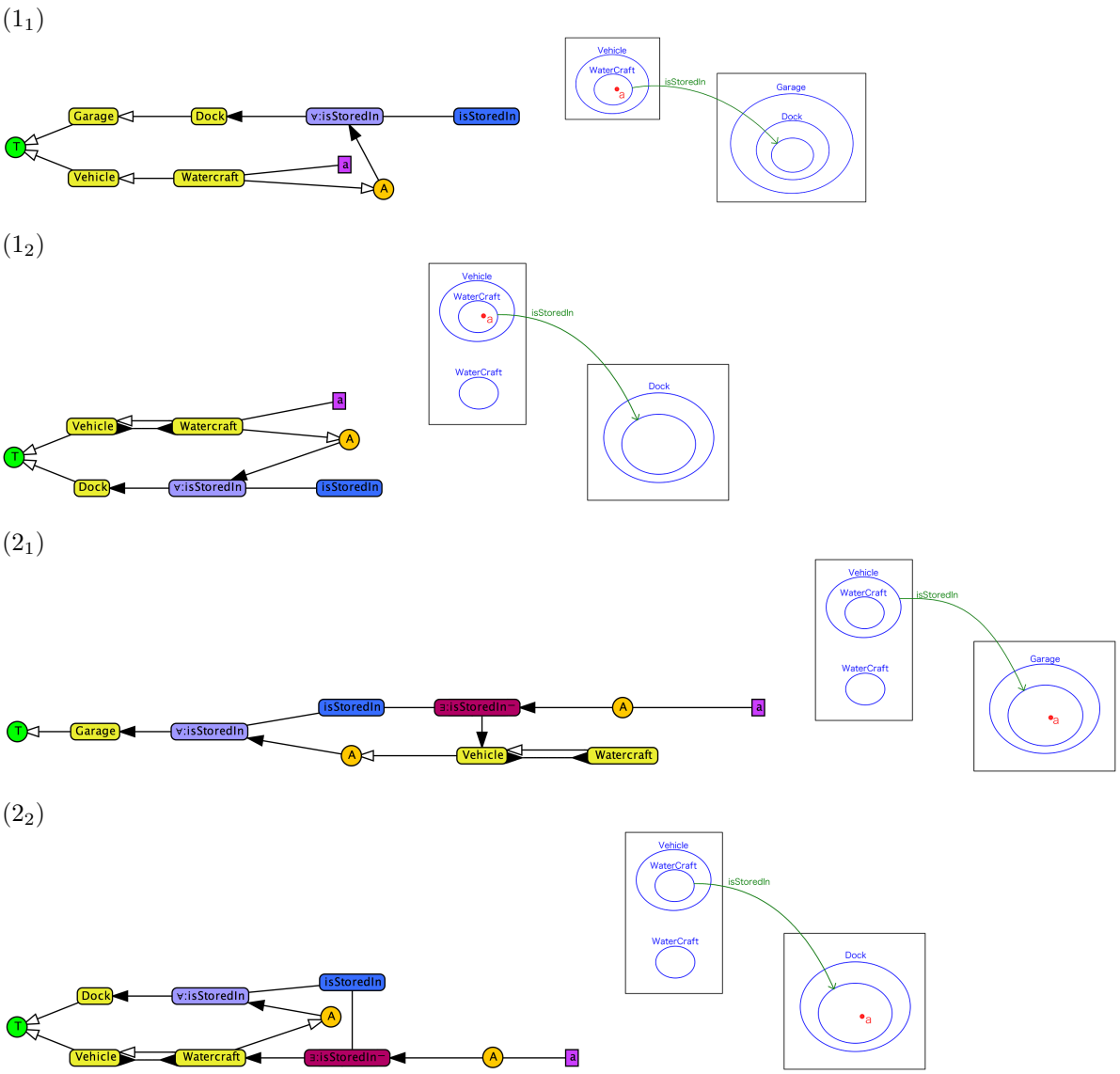


Fig. 1 SOVA ネットワーク（左）とコンセプト図（右）：(1_1)と(2_1)は無矛盾。(1_2)と(2_2)は矛盾。(1)は二項関係なしで階層関係のみで判定可能。(2)の判定には二項関係が関わる。

Watercraftが白頭矢印でA (Anonymous set) に連結していて、さらにAは∀:isStoredIn経由の黒頭矢印でDockに連結している。これは、すべてのWatercraftがDockだけに、isStoredInとして関係するということを意味する。ここで、ネットワーク型視覚表現SOVAにおいては、様々なリンクやノードの意味は人工的で恣意的な仕方で決められていることに注目したい。統語論的オブジェクトとその意味の間の対応に、制約が働いておらず、ユーザは課題遂行中にこの意味「規則」を絶えず意識しておくことが求められる。

一方で、コンセプト図 [3]は、オイラー図と呼ばれる空間的図形表現を拡張したものである。オイラー図では、共通する性質を持った個体の集合が円で描かれ、円（または点）の間の空間関係が集合論的関係を表す。(1_2)では、円Watercraftが円Vehicleに包含されていること、円Watercraftは円Vehicleと排他関係にあること、個体aを表す点aが円Watercraftに包含されていることによりSOVAと同様の情報が表され、矛盾の判定をすることができる。さらに、コンセプト図では二項関係を表す矢印が使用される。円Watercraftから円Dockの内のラベルなしの円につながっており、すべてのWatercraftがDockだけに、isStoredInとして関係することを意味する。ここでは、表現するものと表現されるものとの対応がある程度成り立っており、課題遂行に関する規則の内的処理が外的な表現の物理的制約に分散されるという、いわゆる「分散認知」[9]の状況が部分的には実現できているよう思われる。

Table. 1 実験課題のOWLによる記述

Q1.Consistency1 [Fig.1(1_1)]
- SubClassOf (Watercraft ObjectAllValuesFrom (isStoredIn Dock))
- SubClassOf (WaterCraft Vehicle)
  ClassAssertion(WaterCraft a)
- SubClassOf (Dock Garage)

Q1.Consistency2 [Fig.1(2_1)]
- SubClassOf (Vehicle ObjectAllValuesFrom (isStoredIn Garage))
  ClassAssertion (ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (isStoredIn) Vehicle) a)
- SubClassOf (WaterCraft Vehicle)
- DisjointClasses (WaterCraft Vehicle)

Q1.InConsistency1 [Fig.1(1_2)]
- SubClassOf (Watercraft ObjectAllValuesFrom (isStoredIn Dock))
- SubClassOf (Watercraft Vehicle)
  ClassAssertion (WaterCraft a)
- DisjointClasses (WaterCraft Vehicle)

Q1.InConsistency2 [Fig.1(2_2)]
- SubClassOf (WaterCraft ObjectAllValuesFrom (isStoredIn Dock))
  ClassAssertion (ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (isStoredIn) WaterCraft) a)
- SubClassOf (WaterCraft Vehicle)
- DisjointClasses (WaterCraft Vehicle)

Q2.Consistency1
- ObjectPropertyRange (participatesIn HumanTeam)
- SubClassOf (Robot AlienTeam)
  ClassAssertion (Robot a)
- DisjointClasses (HumanTeam AlienTeam)

Q2.Consistency2
- ObjectPropertyRange (participatesIn HumanTeam)
  ClassAssertion (Thing a)
- SubClassOf(Robot AlienTeam)
- DisjointClasses (Robot AlienTeam)

Q2.InConsistency1
- ObjectPropertyRange (participatesIn AlienTeam)
- SubClassOf (Robot AlienTeam)
  ClassAssertion (Robot a)
- DisjointClasses (Robot AlienTeam)

Q2.InConsistency2
- ObjectPropertyRange (participatesIn Robot)
- ObjectPropertyRange (participatesIn HumanTeam)
  ClassAssertion (ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (participatesIn) Thing) a)
- DisjointClasses (Robot HumanTeam)

Q3.Consistency1
- DisjointClasses (GodRace SecretTeam)
- ClassAssertion (ObjectIntersectionOf (Iceman GodRace) a)
- SubClassOf (GodRace ObjectMaxCardinality(4 joins))

Q3.Consistency2
- DisjointClasses (GodRace SecretTeam)
- IntersectionOf (GodRace SecretTeam)
- SubClassOf (SecretTeam ObjectMaxCardinality(5 joins))
  ClassAssertion (ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (joins) SecretTeam) a)

Q3.InConsistency1
- DisjointClasses (GodRace SecretTeam)
- ClassAssertion (IntersectionOf (GodRace SecretTeam) a)
- SubClassOf (Iceman ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (costume) GodRace))

Q3.InConsistency2
- DisjointClasses (GodRace SecretTeam)
- SubClassOf (ObjectIntersectionOf (GodRace SecretTeam) ObjectMaxCardinality (5 joins))
  ClassAssertion (ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (joins)
  ObjectIntersectionOf (GodRace SecretTeam)) a

Q4.Consistency1
- SubClassOf (Hall ObjectSomeValuesFrom (ObjectInverseOf (owns) Inhuman))
- SubClassOf (Hall Base)
  ClassAssertion(Hall a)
- DisjointClasses (Base Acid)

Q4.Consistency2
- SubClassOf (Hall ObjectSomeValuesFrom (InverseOf (owns) Inhuman))
  ClassAssertion (Inhuman a)
- SubClassOf (Acid Base)
- DisjointClasses (Base Acid)

Q4.InConsistency1
- SubClassOf (Hall ObjectSomeValuesFrom (InverseOf (owns) Inhuman))
- SubClassOf (Acid Base)
  ClassAssertion(Acid a)
- DisjointClasses (Base Acid)

Q4.InConsistency2
- ObjectPropertyRange (generates Acid)
  ClassAssertion (Thing a)
  SubClassOf(Thing SomeValuesFrom (generates Acid)
- SubClassOf (Acid Base)
- DisjointClasses (Base Acid)

3. 実験

3.1 方法

英国ブライトン大学の学生34名（平均22.53歳）を対象に、ブライトン大学CEMの倫理審査委員会承認のうえ、実験を行った。実験参加者は、コンセプト図群（18名）とSOVA群（14名）に分けられた（2名は教示の理解不足のため分析から除外した）。課題は、8題が無矛盾、8題が矛盾を正解とする合計16題より構成された（半分は階層関係のみが関わる; Fig.1及びTable 1参照）。PC画面にひとつの視覚表現が提示され、それが矛盾した情報を含むかどうかが問われた。課題はランダムな順序で提示され、制限時間は設けなかった。

まず、使用される視覚表現の意味についての教示（4ページ）が与えられた。次に、その教示の理解を確認するためのプレテストが行われた。プレテストでは、5つの基礎的な視覚表現が与えられ、特定の集合に個体が必ず存在するかが問われた。プレテストの後には、正答が与えられた。次に、矛盾と無矛盾についての教示（2ページ）が、視覚表現の例とともに与えられた。最後に、解答付きの例題一題と、いくつかの注意事項、正確かつ迅速に答えること、教示文書は実験中参照可能であることが告げられた。詳細は[8]を参照のこと。

3.2 結果

プレテストにおいて5題中2題以上不正解を出した実験参加者のデータは、以降の分析から除外された。コンセプト図群では18名のうち7名が除外され、SOVA群では14名のうち3名が除外された。

Fig. 2に平均正答率（正答数）の結果を示す。予測とは異なり、課題全体において、SOVA群の正答率は80.1%で、コンセプト図群の64.8%よりも有意に高かった($t(20) = 3.130, p < 0.01$)。加えて、これも予測とは異なり、階層関係のみが関わる課題において、SOVA群の正答率は83.0%で、コンセプト図群の64.8%よりも有意に高かった($t(20) = 2.469, p < 0.05$)。二項動詞も関わる課題においては、SOVA群の正答率77.3%とコンセプト図群の64.8%の間に有意差はなかった($t(20) = 1.577$)。

課題遂行に関わる反応時間（正答のみ）は、課題全体について、SOVA群において25.7秒、コンセプト図群において30.4秒で、対数変換後のt検定において両者の間に有意差はなかった($t(20) = 0.206$)。階層関係のみの課題についても、SOVA群において22.3秒、コンセプト図群において32.2秒で、両者の間に有意差はなかった($t(20) = 1.003$)。二項動詞関係も含む課題についても、SOVA群において28.3秒、コンセプト図群において27.7秒で、両者の間に有意差はなかった($t(20) = 0.746$)。

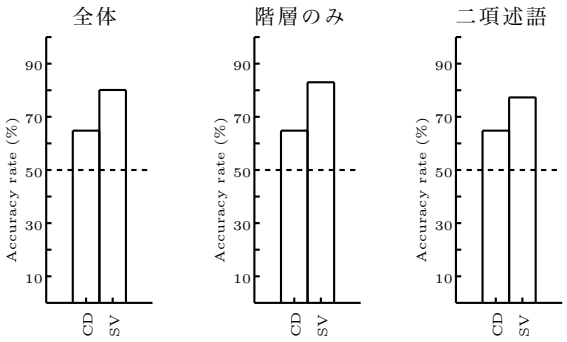


Fig. 2 コンセプト図群(CD)、SOVA群(SV)における全体・階層関係のみ・二項述語も含む無矛盾判定課題の平均正答率（破線はチャンスレベルを表す）

4. 考察

実験の結果、集合の空間表現ベースのコンセプト図を使用した群よりも、ネットワーク表現ベースのSOVAを使用した群の正答率が有意に高かった。この結果は、少なくとも無矛盾判定の場面においては、ネットワーク表現をベースにした視覚表現が、認知的に効果的であり自然であるということを示している。

コンセプト図の空間的視覚表現は、認知的な内的処理を外的なものに分散化することができるため、コンセプト図の方がSOVAよりも認知的な効率性があると考えていた。そのため、実験結果は我々の当初の予測とは異なるものであった。なぜこのような結果となったのだろうか。ひとつには、無矛盾判定に必要な空集合の理解がこの結果に関わっている可能性がある。コンセプト図（オイラー図）では各領域（集合）に個体の存在を措定するという傾向が強く、SOVAではそのような傾向が少なかったと考えることができる。あるいは、無矛盾判定では原理的にすべての情報を確認する必要があるため、今回の課題では、単項の階層関係と二項の動詞関係の両方を含む複雑な知識であることが直接的に影響した可能性がある。このような複雑な情報における判断では、コンセプト図（オイラー図）の認識における部分的な分散認知よりも、SOVAにおけるように、すべての情報が統一的な形で取り扱い可能であることのほうが認知的にかかる負担が少ないのかもしれない。この点を考慮すると、空間的な図形表現に、記号的なデバイス（例えば、コンセプト図における矢印）を加えてシステムを拡張していくという、情報視覚化のアプローチには認知的な限界があることが議論できるかもしれない。

謝辞

本研究はLeverhulme Trust (RPG-2016-082, Accessible Reasoning with Diagrams) の助成を受けた。

参考文献

[1] Gennari, J. H., Musen, M. A., Fergerson, R. W., Grosso, W. E., Crubézy, M., Eriksson, H., Noy, N. F., & Tu, S. W. (2003). The evolution of Protégé: an environment for knowledge-based systems development. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 89-123.

[2] Hartley, R. T., & Barnden, J. A. (1997). Semantic networks: visualizations of knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 169-175.

[3] Howse, J., Stapleton, G., Taylor, K., & Chapman, P. (2011). Visualizing ontologies: A case study. In *Proceedings of 10th International Semantic Web Conference, LNCS 7031* (pp. 257-272). Heidelberg: Springer.

[4] Itzik, N., & Reinhartz-Berger, I. (2014). SOVA - A tool for semantic and ontological variability analysis. In *Proceedings of the CAiSE'2014 Forum at the 26th International Conference on Advanced Information Systems Engineering, CEUR vol 1164* (pp. 177–184).

[5] 溝口理一郎. (2005). オントロジー工学. オーム社

[6] 岡田光弘. (2002). オントロジー応用のための方法論の考察と展望. 人工知能学会誌, 17(5), 604-613.

[7] Sato, Y., & Mineshima, K. (2015). How diagrams can support syllogistic reasoning: an experimental study. *Journal of Logic, Language, and Information*, 24, 409-455.

[8] Sato, Y., Stapleton, G., Jamnik, M., Shams, Z., & Blake, A. (2017). How network-based and set-based visualizations aid consistency checking in ontologies. Accepted for publication in *Proceedings of 10th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction*, (5 pages). ACM.

[9] Zhang, J., & Norman, D. A. (1994). Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science*, 18, 87-122.

図的表現の視覚認知メカニズム
Visual Cognitive Mechanisms of Graphic Representation

杉尾 武志
Takeshi Sugio

同志社大学文化情報学部
Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University
tsugio@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

In order to make a decision effectively based on a graphic representation, we need to attend to goal-relevant spatial relations among building blocks of the graphic representation. Many cognitive models have been proposed to account for the comprehension of graphic representations. Some models have emphasized the role of interaction between top-down and bottom-up processes. However, the nature of such interaction has not been well studied empirically.

In the present talk, the results of psychological experiments using hierarchy diagrams that investigated the interaction between conventions of graphic representations and the allocation of visual attention are introduced. The implications for information visualization are also discussed.

Keywords — graphic representation, top-down process, convention

1. はじめに

1.1. 日常場面における図的表現の役割

表やグラフなどの図的表現は，日常生活におけるあらゆる場面で目にすることができる．たとえば，ニュース番組において何かしらの社会問題に関する議論をトピックとして取り上げる際には，論拠となるデータが表やグラフとして示されることが多い．仮に出勤前などで時間をかけて見ることができない状態であったとしても，示された図的表現が伝えようとしている全体的な内容は把握することが可能である（データが右肩上がりになっている，など）．さらに，その全体的な内容に基づいて何かしらの判断をおこなったり，行動を起こしたりすることもできる．

このように，日常場面においては情報を得るためにかけることができる時間に制約があることが多い．図的表現においては，項目間のあらゆる関係が空間的に表されていることにより，判断などに必要な情報を一度に把握することができる．この点において，言語的な表現よりも効率的であると言える．

図的表現は絵と異なり抽象化された表現であるため[1]，表現対象と見た目の点で似ている必要がない．たとえば，最寄駅から大学のキャンパスへのアクセスマップは図的表現として表すことができるが，アクセスマップ内に描かれている道路の幅や他の道路と交差する角度，経路に建っている建物の形が，実際の道路や建物と類似しているかどうかといった，アクセスマップを構成している要素がどのように記号化されているかは，そのアクセスマップの分かりやすさに直接的には影響しない．一方で，道路どうしの位置関係が不正確または不明瞭な場合，キャンパスにたどりつくことはおそらく難しくなる．図的表現が有効に機能するためには，判断や後続する行動を達成するために関連した情報が適切に表現されていることが必要となる．

1.2. 図的表現の視覚認知メカニズム

このように，図的表現を用いた判断や行動を効果的におこなうためには，適切な水準において抽象化した形で情報を表すことが必要となる．そのためには，私たちが図的表現を視覚的にどのように認知しているのかを明らかにすることが重要である．たとえば，図的表現を構成する個々の視覚的要素を知覚的体制化の働きによってどのようにまとまりとしてとらえているのかといった問題から，図的表現が伝える内容の意味単位を考えることができる．さらに，他の視覚的な対象物と比較して，図的表現の視覚認知がどのような特性を持っているのかを明らかにすることも，図的表現が有している特殊性の視覚認知における役割を考える上で重要となる．

一般的な図的表現においては，個々の構成要素が記号化されているだけでなく，慣習的な約束事に基づいて構成要素間の関係が表されている．つまり，慣習的な約束事を全く知らない状態では，図的表現から正確な情報を得ることは困難である．

このような慣習的な約束事は，知識として課題セットの構築に影響していると考えられる．課題セットとは，課題における目標を達成するために必要な知覚，認知および運動処理過程を指している[2]．たとえば，

どのような刺激に対してどのような反応をおこなうかといった，課題におけるルールなどが課題セットとして構築されている[3].

課題セットが異なると，同じ図的表現であっても得ることができる情報に違いが生じる．多くの場合，図的表現は特定の読み方だけを想定した形でデザインされておらず，目的に応じた多様な読み方が可能となっている．たとえば，同じバスの時刻表に対して，目的地方面行の次のバスがいつ来るのかを判断するといった局所的な読解がおこなわれることもあれば，時刻表全体における時間帯ごとのバスの本数を大域的に読み取って，通勤や通学の乗客が多い時間帯を判断したりすることができる．このように，課題の目的によって図的表現内のどのような構成要素（局所的）や構成要素の集まり（大域的）を刺激セットとしているのかと，それぞれの刺激と反応の対応関係は異なってくる．どのような条件下で図的表現の視覚認知がより大域的になるのかを明らかにすることにより，知識などのトップダウン的要因が図的表現の視覚認知に対してどのように影響しているのかを検討することができる．

1.3. トップダウン処理とボトムアップ処理の相互作用

これまで文章理解に関する認知心理学的研究をふまえて，図的表現の理解モデルが構築されてきた[4]．図的表現において構成要素およびそれらの関係は記号化されているため（たとえば，丸や線として），正しく理解するためには表現対象をどのように抽象化しているかに関する慣習的知識を利用する必要がある．

図的表現の慣習的知識は，図的表現の種類によって異なる[6][7][8][9]．たとえば，マトリクス型の表は，2種類の項目セットの組み合わせに関する情報を網羅的に含んでいる[6]．仮に，問題解決のために2種類の項目セットについてそれらの組み合わせを表す必要がある場合，マトリクス型の表を用いて問題となっている状況を図的に表現することは問題解決に有用となる．一方で，マトリクス型の表から何らかの情報を得なければならない場合，どのような慣習的知識に基づいてその図的表現が作成されているかをふまえることで，構成要素間の関係に対して効率的に注意を向けることができる．このように，図的表現の慣習的知識は，図的表現の作成と理解の両面において重要な役割を担っている．

このように，図的表現の理解メカニズムを明らかにするためには，知識などによるトップダウン的な影響だけでなく，構成要素の知覚的なまとまりやすさなどのボトムアップ的な影響の両方をモデル化することが必要となる．それぞれの処理特性と合わせて，両者の相互作用を含めたモデルも提唱されてきた[4].

図的表現は記号などを用いる形で抽象化されているため，記号化された表現が何を意味しているかを示した慣習的な知識がなければ理解することは難しい[5]．このように，慣習的知識は図的表現の理解においてトップダウン的な役割を担っているが，どのような慣習的知識が活性化されるかはボトムアップ的な視覚認知の結果に基づいている．これまで，このようなトップダウン処理とボトムアップ処理の相互作用がどのような特性を持っているかは実験的に十分には検討されてこなかった．

視覚認知におけるトップダウン的影響は，候補間の競合としてモデル化することができる[10]．日常場面においては，観察位置からは部分的に遮蔽が生じていたり，最適な照明条件でなかったりすることにより，物体の視覚的な入力情報にノイズが含まれていることが多い．その結果，物体が何であるかに関して複数の候補があがることが生じうる．

このような状況において，物体が含まれるシーン全体に関する情報は，候補間の競合を解消する有効な情報となる．たとえば，ある物体に対してランプ，マッシュルーム，傘が認知の候補としてあがった場合，その物体がおかれているシーンがリビングであるという文脈的情報が与えられることで，候補を絞り込むことができる[10]．このような文脈的情報がボトムアップ処理によって活性化され，どのように図的表現の理解に役立つのかについて検討を行う必要がある．

1.4. 図的表現の大域的構造

このように，図的表現から情報を効率的に得るためには，その図的表現にとって適切な慣習的知識を適用できる必要がある．慣習的知識の適用によって，課題に関連した図的表現内の構成要素間の空間関係に対して素早く注意を向けることができる．

慣習的知識が活性化される手がかりの一つとして，図的表現の大域的構造が考えられてきた[8]．たとえば，線グラフと棒グラフがグラフとして異なる種類であることは，各々の全体的形状（連続的かどうか，など）から一目で把握することができる．大域的構造を

反映した全体的形状から，図的表現のカテゴリーが同定されることで，適用可能な慣習的知識を活性化することができる．

このように，図的表現を理解するためには，図的表現の大域的構造を手がかりとして活性化された慣習的知識を有効に用いることが必要となる．しかし，活性化された慣習的知識が図的表現に対する視覚的注意の働きにどのように影響するかは明らかにされていない．図的表現の視覚認知メカニズムにおける慣習的知識に基づいたトップダウン的影響を実験的に明らかにすることで，日常場面における図的表現の作成にも寄与できることが期待される．

心理実験では図的表現として階層図を使用した．階層図とは上下の階層的関係を水準の違いとして図的に表現したものであり，実世界における対象物を示す接点（ノード）と，接点同士を連結する線分によって対象物間の関係を表している．例えば，生物の進化を時間軸に沿って枝分かれする様子を図示した系統樹，夏の甲子園などの報道場面で見られるトーナメント表，部署間の関係を示した組織図などが代表例である．階層図における水準は，必ずしも空間的特性の違いのみを反映しているのではなく，時間的特性も含めた抽象的な関係も含めた表現特性を有している（例えば，トーナメント表においては，階層図における水準によって準決勝や決勝といった日程上の違いが表現されている）．

階層図に限らず，個々の図的表現がどのような情報を表現することができるかは文化的慣習によって定められている．このため，目の前にある図的表現から必要な情報を読み取るために，図的表現をカテゴリーに分類し（例えば，マトリクス図なのか，または階層図なのか），そのカテゴリーに適用可能な慣習的知識を利用して読解を行っていると考えられる．慣習的知識によって図的表現の構成要素の体制化や，視覚的注意をどのように向けるかといったボトムアップ的な視空間的処理が変化した結果，より効率的な読解が可能となる．

2. 図的表現を用いた視覚認知実験

2.1. 視覚認知における大域優先性

日常生活における物体の多くは階層的構造を有している[11]．たとえば，人間の体は頭や脚といった部分から構成されているが，これらの部分もさらに細かい部分から構成されている（頭は眼や鼻などから構成される，など）．図的表現も他の視覚的物体と同様に階層的構造を有しているが，どのような特性が図的表現の大域的構造や構成要素となっているかは慣習として文化の中で共有されている[8]．たとえば，階層図の大域的構造として，一つの接点から枝分かれしていて，いくつかの水準に分けることができる，といった特性があげられる．

これまで視覚認知において，大域的構造の処理が局所的な細部に対する処理に先行することが実験的に明らかにされてきた[12]．典型的には，大域的な判断をおこなう課題における反応時間が局所的な判断をおこなう場合よりも有意に速くなることと，局所的な判断をおこなう課題において大域的な水準で定義される妨害刺激による干渉が生じるといった結果が報告されてきた[13]．提示された視覚刺激に対する局所的な判断をおこなう課題において，視覚刺激の大域的特性は課題非関連的な情報である．課題非関連的な情報であるにもかかわらず，自動的に注意が向けられた結果，局所的な判断に要する時間が長くなったと説明される．

視覚認知における大域優先性は，視覚刺激が大域的に意味を持った対象としてとらえることができない条件では生じないことが明らかにされている[14][15]．このような実験結果は，視覚認知において大域的構造の分析と同時に並行して大域的または局所的な水準における同定処理が働いていることを示している．視覚認知課題の遂行中に大域的または局所的のいずれかの水準において何かしらの意味を持った対象が同定された場合，注意の割り当てに対してバイアスがかかる．その結果，大域的特性から意味情報が活性化されない場合は，局所的特徴が優先的に処理されることが起こりうる．

2.2. 課題セットによる図的表現に対する視覚認知への影響（実験 1）

図的表現を構成する視覚的特徴は，図的表現の表現対象の違いと関連しているかどうかによって二つに分けることができる．たとえば，階層図における最上位の節点が画面の上と左のいずれに位置しているかは表現対象の違いを反映していない．それに対して，同じ最上位の節点から下位水準の節点に対する分岐数の違いは，カテゴリー数の違いといった表現対象の特性を反映している．図的表現の理解においては，後者の特徴について大域的・局所的のいずれの水準であっても

素早く認知することが必要となる．もし図的表現の理解において，図的表現の大域的または局所的な特徴に対して，表現対象の特性を結びつけることで意味をとらえているとすれば，視覚認知課題において大域優先性は生じないと予測される．

実験では，課題セットによって図的表現に対する視覚認知のモード（大域的または局所的処理）に違いがみられるのかどうかが検討された．実験参加者は，階層図の大域的または局所的特徴に関して識別判断を求められた．この時，階層図は大域的または局所的特徴の違いが表現対象の違いを反映している条件と反映していない条件に分けられた（例えば，図 1 のように階層図が 3 層構造になっているのか，または 4 層構造になっているのかは表現対象の違いを反映しているが，図 2 のように階層図が全体として右にノードが集まっているか，それとも左に集まっているかは表現対象の違いと無関係）．

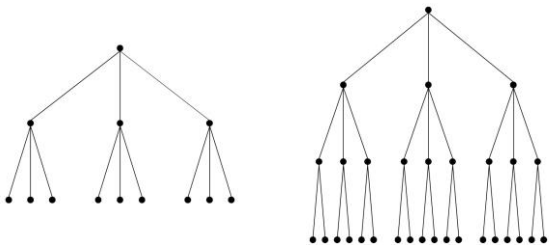


図 1　表現対象の違いを反映した大域的特徴（左：3 層構造，右：4 層構造）

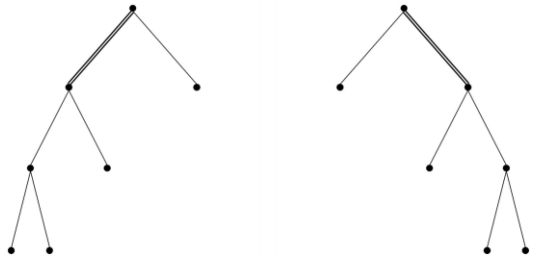


図 2　表現対象の違いを反映していない大域的特徴（左：全体的に左に偏っている，右：全体的に右に偏っている）

その結果，識別課題において対象となっている階層図の視覚特徴が，表現対象の違いを反映していない場合のみ大域優先性がみられた．この結果は，図的表現の視覚認知においても他の視覚的なパターンと同様に，大域的特徴が優先的に処理されていることを示している．こうした処理特性は低い空間周波数成分に対して感度が高い大細胞系の処理を反映していると考えられる[15]．

それに対して，表現対象が異なるかどうかの識別を求めた場合は，大域的処理と局所的処理の間で反応時間に有意な差はみられなかった．この結果は，図的表現からその表現対象に関する情報を得ることが必要な場合，大域的処理と局所的処理が並列的に行われていることを示唆している．

2.3. 慣習的知識が視覚的注意の働きに及ぼす影響（実験 2）

図的表現の大域的特徴に基づいて異なる図的表現を認識することは可能であるが，図的表現から情報を読み取るためには，どのような視覚的要素が情報を担っている単位となっているのかについて知識を利用できる必要がある[8]．階層図の場合，個々の節点自体はその階層図が表現する対象の中にその接点に対応した構成要素が含まれるということを意味しているが，構成要素間の関係については何ら情報を担っていない．節点と下位水準へのリンクを含む節点が情報を担っている最小の単位となっている[8]．私たちは図的表現を理解する際に，慣習的知識に基づいてどのような視覚的特徴のまとまりが情報を担っている最小単位となっているかを判断していると考えられる．

視覚認知においてどのように対象に対して注意を割り当てるかは課題の性質に依存している[16][17]．図的表現を理解する上で，慣習的知識に基づいて図的表現内の位置ではなく意味を担っている最小単位に対して注意を割り当てているかどうかを実験的に検討する必要がある．

実験では，階層図に関する慣習的知識が（上下関係がどのような規則によって表現されているか等），階層図に対する視覚的注意の定位にどのように影響するかについて，修正先行手がかり課題を用いた検討を行った．具体的には，階層図内の 1 つの接点に対して先行して注意を定位されることで，他の接点に提示される標的刺激の検出時間への影響が検討された．

その結果，手がかりと標的が同じ上位水準の接点を共有している場合は検出時間が短くなっただけでなく，標的が手がかりに対して上位水準に提示された場合は，直接的な結合が存在していなくても検出時間が短くなることが明らかにされた（図 3）．さらに，階層図の上下を空間的な上下と一致させなかった場合，

手がかりと直接結合した上位水準の接点に提示された標的に対しても検出が速くなった．このことは，階層図が空間的な上下と一致している場合は，手がかりが提示された接点と同水準の接点を直感的に判断することができるのに対して，一致していない場合は，階層図の概念的な上位水準から順にたどっていく形で接点間が同じ水準にあるかどうかを判断していることを示している．

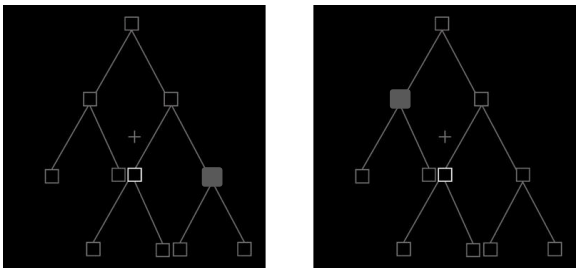


図 3　目標刺激の検出が早い条件
（白枠：先行手がかりが提示された節点，灰色塗りつぶし：目標刺激が提示された接点．左が先行手がかりと目標刺激が同じ構成単位に属しているのに対して，右は異なっている．）

このように，図的表現の理解において視覚認知の段階から慣習的知識に基づいた注意の割り当てがおこなわれている．しかし，こうした知識に基づいた制御をおこなうためには，より多くの処理資源が必要とされる．この点に関して，ワーキングメモリー容量の個人差が図的表現の理解における慣習的知識の利用の程度に及ぼす影響などを検討していく必要がある．

3.　まとめ

3.1.　視覚認知をふまえた情報の視覚化

図的表現が読み手に対してどのように情報を伝達するかを明らかにする上で，視覚認知についての十分な理解が必要である[18][19]．本稿で紹介した実験結果は，課題セットや個々の図的表現の種類に特化した慣習的知識が，図的表現に対する処理モード（大域的または局所的）や視覚的注意の定位に影響することを示している．このような視覚認知メカニズムの特性をふまえることは，情報の視覚化において重要である．

3.2.　今後の展望

今後は，視覚認知におけるトップダウン的な制御過程の個人差に関する検討をおこなっていく予定である．こうした個人差の影響を明らかにすることで，図的表現の作成や読解における教育のあり方に対しても実験的に得られた知見を適用していくことができるようになると考えられる．

謝辞　本稿において紹介した実験はすべて高田直子氏の同志社大学大学院文化情報学研究科 2016 年度修士論文の一部として実施されたものであり，JSPS 科研費 15K00215 および 15H02716 の助成を受けて行われた．

参考文献

[1] Reed, S. K. (2010). *Thinking visually*. New York, NY: Taylor & Francis.

[2] Schneider, D. W., & Logan, G. D. (2014). Tasks, task sets, and the mapping between them. In J. A. Grange & G. Houghton (Eds.), *Task switching and cognitive control* (pp. 27-44). New York, NY: Oxford University Press.

[3] Sakai, K. (2008). Task set and prefrontal cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 219-245.

[4] Shah, P., Freedman, E. G., & Vekiri, I. (2005). The comprehension of quantitative information in graphical displays. In P. Shah, & A. Miyake (Eds.), *Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 426-476). New York, NY: Cambridge University Press.

[5] Kosslyn, S. M. (1989). Understanding charts and graphs. *Applied Cognitive Psychology, 3*, 185-225.

[6] Hurley, S. M., & Novick, L. R. (2010). Solving problems using matrix, network, and hierarchy diagrams: The consequences of violating construction conventions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 63*, 275-290.

[7] Novick, L. R. (2006). Understanding spatial diagram structure: An analysis of hierarchies, matrices, and networks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 1826-1856.

[8] Novick, L. R., & Hurley, S. M. (2001). To matrix, network, or hierarchy: That is the question. *Cognitive Psychology, 42*, 158-216.

[9] Novick, L. R., Hurley, S. M., & Francis, M. (1999). Evidence for abstract, schematic knowledge of three

spatial diagram representations. *Memory & Cognition, 27*, 288-308.

[10] Trapp, S., & Bar, M. (2015). Prediction, context, and competition in visual recognition. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1339*, 190-198.

[11] Kimchi, R. (2015). The perception of hierarchical structure. In J. Wagemans (Ed.). *Oxford handbook of perceptual organization* (pp.129-149). Oxford, UK: Oxford University Press.

[12] Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology, 9*, 353-383.

[13] Kimchi, R. (1992). Primacy of wholistic processing and global/local paradigm: A critical review. *Psychological Bulletin, 112*, 24-38.

[14] Poirel, N., Pineau, A., & Mellet, E. (2006). Implicit identification of irrelevant local objects interacts with global/local processing of hierarchical stimuli. *Acta Psychologica, 122*, 321-336.

[15] Poirel, N., Pineau, A., & Mellet, E. (2008). What does the nature of the stimuli tell us about the Global Precedence Effect? *Acta Psychologica, 127*, 1-11.

[16] Bleckley, M. K., Durso, F. T., Crutchfield, J. M., Engle, R. W., & Khanna, M. M. (2003). Individual differences in working memory capacity predict visual attention allocation. *Psychonomic Bulletin & Review, 10*, 884-889.

[17] Bleckley, M. K., Foster, J. L., & Engle, R. W. (2015). Working memory capacity accounts for the ability to switch between object-based and location-based allocation of visual attention. *Memory & Cognition, 43*, 379-388.

[18] Kosslyn, S. M. (2006). *Graph design for the eye and mind.* New York, NY: Oxford University Press.

[19] Cairo, A. (2013). *The functional art: An introduction to information graphics and visualization*. Berkeley, CA: New Riders.

物語読書における展開予測の安定と再構築過程に付随する熱中状態
Readers' absorption states associated with stable and reconstructing predictive processes of stories.

布山 美慕[†]，日高 昇平[‡]
Miho Fuyama, Shohei Hidaka
[†] 玉川大学，[‡] 北陸先端科学技術大学院大学
Tamagawa University, Japan Advanced Institute of Science and Technology
miho02@sj9.so-net.ne.jp

Abstract

Previous studies proposed several frameworks about a relationship between readers' absorption states and narrative comprehension in a blanket manner. However, these frameworks can be too confusing to have enough falsifiability. We focused the process of prediction as the important part of the comprehension, and proposed the hypothesis named "prediction —absorption hypothesis". This hypothesis suggests two kinds of readers' absorption states corresponding to the process of prediction. We expect that this model should be ascertained by empirical approach and consistent with previous models of comprehension, and give us more precise knowledge about absorption and comprehension.

Keywords — Absorption, Coherence, Comprehension, Prediction

1. 読者の熱中と物語理解

私たちは，小説などの物語を読むと，物語を想像し，物語に集中し，熱中し，我を忘れ，ときに自分自身を変えうるような深い体験をすることがある．近年，こういった読者の熱中や感情の想起などの主観的な状態は，物語理解に対し従属的・副次的に起こる認知であるという見方から，物語理解にも大きな影響を及ぼす相互依存的な認知であるとの見方に変化してきた [1, 2].

たとえば，小山内・楠見（2013）[2] は，物語理解の理論としては状況モデル（現実に類似した形式で物語の表象を構築することが物語理解と考えるモデル）を取り上げた上で，読者の没入体験[1]の研究をレビューし，それらの相互促進的なモデルとして「物語没入–読解モデル」を提唱している．また，感情と物語理解の関係には，Miall と Kuiken が早くから注目し，文学作品の鑑賞に伴う感情を 4 種類に分類し，それぞれ物語理解との関係性を議論している [3]. しかしこれらのモデルは十分定義されていない概念（たとえば "現実感" や "自己" など）を含むため，現時点では実証性が十分高いとはいえない．

本論文は，物語理解の一つの側面として展開の予測可能性に注目し，読者の熱中状態と予測可能性の関係性について，先行研究や著者らのこれまでの研究を踏まえて仮説を提示する．予測可能性は物語理解にとって重要な認知と考えられ，かつある程度操作可能だと考えられる．また，著者らのこれまでの研究から，熱中の程度についても一定程度一貫性をもった観測が可能である．これらを合わせることによって，十分な反証可能性をもちうる仮説を提案したい．

2. 読者の熱中状態の一貫性

読者の熱中状態は読後の信念変化 [4] や読者の自己認識の変化 [1] などとも関連して近年注目されてきた（レビューとして [2]）．これらの研究では，物語の読者は熱中時に，物語世界あるいは読むという行為自体に注意を集中させ，現実世界に対する注意が弱くなり，物語世界のイメージが鮮明になり，登場人物への共感が強くなるなどの特徴を持つとされる．これらの研究で用いている中心的なデータは，読者の質問紙やインタビューによる事後報告である．一方で，読者は熱中すると自分自身の状態に対するメタ認知も難しくなるとされる（我を忘れる）．もしそうならば，読者自身の事後的な報告の信頼性は高くないことが予想される．この場合，先行研究が主張する "読者の熱中状態" の特徴，およびそもそも報告されている読者の状態が何らかの一貫性をもつ認知状態か不明である．

著者らはこの問題意識から，読者の主観的な熱中度

[1] 本論文で扱う熱中状態と小山内らの没入状態は名称のラベルが異なるだけでほぼ類似の対象だと思われる．英語では involvement, absorption, transportation などがよく使われるが，現時点で区別されるべき認知的な状態かは不明である．著者の熱中状態の同定の研究は，こういった複数種類ありえる "熱中状態" の異同をその意味も含めて行うことにも関連する．

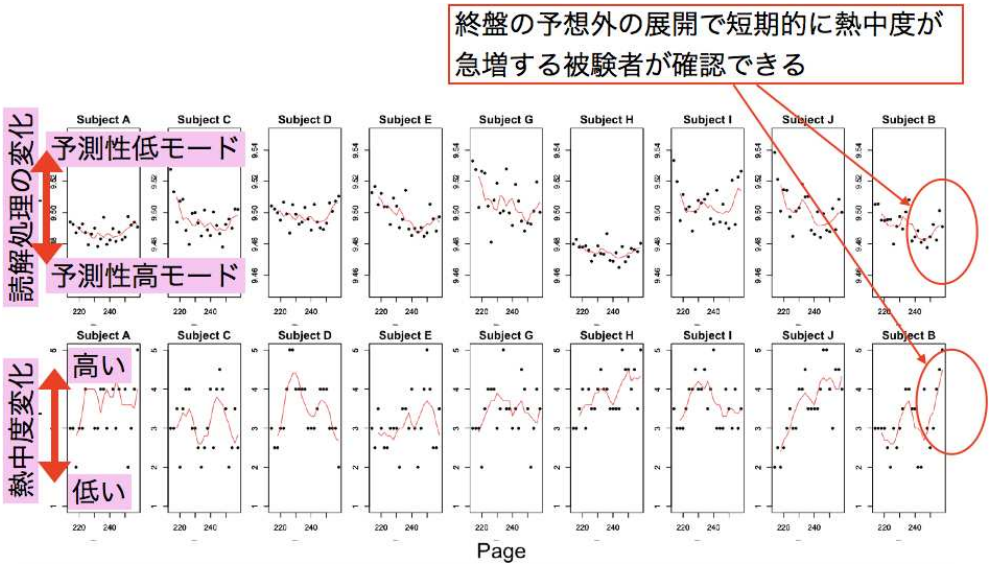


図 1　1 作品中の読解処理と熱中度の時間変化．Fuyama & Hidaka (2016)[6] の結果から．上段が読解時間から推定した処理の時間変化．下段が熱中度の時間変化を表す．それぞれ被験者ごとのデータで，黒丸が推定結果やデータ，赤い線がその 10 区間移動平均を示す．この作品は終盤に予想外の展開があり，その付近で読解処理が予測性の低い処理に変化し，同時に熱中度が増加する傾向の被験者が確認できる（被験者 A，G，H，J，B）．

報告と，客観的に観測可能な心拍数や動作，読解時間それぞれとの関係性を調べ，熱中度とこれらの指標間に一貫した関係性があることを確認した [5, 6]．この結果は，まず読者の熱中状態が主観的な熱中感覚と身体状態の指標（心拍数や動作），および読解処理（読解時間から推定．すぐ後に詳述）の一貫した関係性の意味で，ある一貫性をもつ認知的な状態と見なせることを示唆する．

これら著者らの研究の中で，読者の熱中度と読解時間の関係性を詳しく見ると読者の熱中状態が読解処理との関係性において二種類ありえることが示唆された [6]．この研究結果が本論文の提案するモデルのアイディアとなった．次の 3. 節でこの研究結果を説明する．

3.　2 種類の熱中と読解処理の変化の関係

Fuyama & Hidaka (2016) [6] では，2 ページを読む時間の統計的な分布を推定し，その分布の理論的な意味を解釈することによって，読解処理の質的な変化を推定した．たとえば，ポアソン過程に従う一つの処理は指数分布の読解時間を持つので，もし指数分布が推定されればある一つのポアソン過程から読解処理は構成されていることが示唆される．複数のサブプロセスから処理が構成されていればガンマ分布やワイブル分布として推定され，処理自体が複数種類あれば読解時間の分布は混合分布として推定される．熱中度は被験者が事後的に再読しつつ各 2 ページに対する熱中度を 5 件法で評価した．

この読解時間から推定した処理の変化と熱中度報告の関係性を調べた結果，両者には有意な相関が確認できた．読解処理には含まれるサブプロセス数の異なる 2 種類の処理があることが示唆され，読み始めと予想外の展開時の読書に多く用いられる処理と，それ以外の箇所の読書に多く用いられる処理に分けられた．これはそれぞれ予測可能性が低いとき・高いときに対応する処理と解釈できる．読書全体では，予測可能性が高いときに熱中度も高く，予測可能性が低いときに熱中度も低い有意な相関が確認された（図 1）．さらに詳しく結果を検討すると，予測可能性が低い場合の読解処理においても，読み始めの処理では熱中度が低いのに対し，予想外の展開に伴う処理の際には熱中度が急増する場合があることがわかった（図 1 中の終盤のクライマックスでの変化参照）．この傾向は予想外の展開の部分が短期間であるため，十分な統計量がないが，熱中度と予測可能性に関わる読解処理の 2 種類の関係性を示唆する．著者らはこの結果から，予測可能性が低い際の非熱中状態，予測可能性が高い時の熱中状態，予測可能性が低い時の熱中状態の 3 種類の読者の状態が示唆されると考えた．つまり，熱中状態には，高い予測可能性に伴う状態と，予想外の展開などによる低い予測可能性に伴う状態の 2 種類があると考えられる．

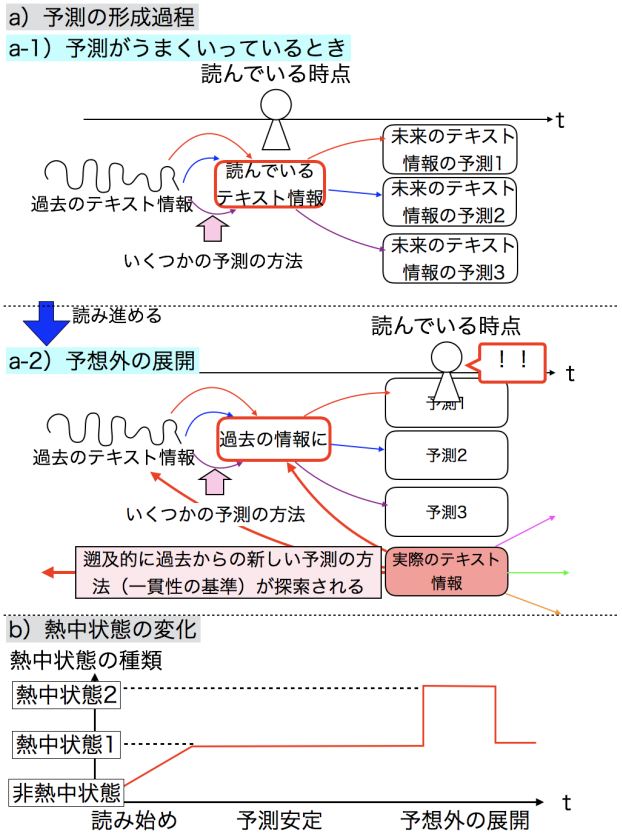


図 2　予測の変化から見た物語理解の過程と読者の熱中状態の変化．a-1）は読んだテキストがすでに読んだテキストから予測されていた場合の物語の予測の過程．この予測に利用された予測方法が未来のテキストの予測に利用されて複数の予測が形成される．a-2）は予想外の展開が起こった場合で，読んだテキストの情報を過去のテキスト情報から予測する方法が探索され，過去の時点の解釈も訴求的に修正される．b）はこの予測の形成過程と関連づけた熱中状態の変化．

4.　予測–熱中モデルの提案

3. 節で紹介した著者らの研究結果と，次の 5. 節で紹介する文章理解および読者の感情の先行研究の知見から，物語展開の予測方法構築時の認知負荷が熱中状態と関係するとする「予測–熱中モデル」を提案する（図 2 参照）．

このモデルでは，読者は熱中に関して物語の展開の予測と関連して次の 3 種類の状態をもつとする．非熱中状態，没入に類似した熱中状態（熱中状態 1），混乱を伴う熱中状態（熱中状態 2）の 3 種類である．熱中状態 1 と 2 はともに自己モニタリングが難しいという特徴をもち，物語の読書に注意が集中し，現実世界への注意は弱い．熱中状態 1 は，物語世界がなめらかに体験できるときに起こりやすく，没入に類似した状態である．ここで没入とは，あたかも読者自身が物語世界の出来事を現実に体験しているような感覚を伴う状態で，物語の種々のイメージが鮮明になる，登場人物への同一化 [7] が起こるなどの特徴を伴う．熱中状態 2 は，物語全体の解釈の修正時に起こりやすく，現実の認識（信念や自己認識など）の変化を伴いうる．以下に本モデルを詳しく説明する．

物語理解に伴う予測の形成に関するモデルとしては図 2 の上段に示した a) 予測の形成過程を仮説とする．物語の理解とは，テキスト情報から，なんらかの一貫性をもった物語世界を構築することだとされる（文章理解の研究のレビューとして [8]）．本論文の仮説では，物語の読者は各時点のテキスト情報がそれまでに読んだテキスト情報から予測されていたか検討する．物語の読書ではテキストの情報のみでは展開[2]を一意に決定できるほど十分な情報がなく，読者が適宜情報を補って展開の予測を行うと考えられる．この補填された情報と読んだ情報の関係性の構築が物語の解釈にあたるとみなせる．ここで，読んだテキスト情報を過去の情報から予測する方法は一つとは限らず，予測に利用する解釈や，一貫性の基準の数だけ予測方法が想定できる．一貫性の基準に関しては何を基準と考えるかについても先行研究によっても異なり，いまのところ物語に共通かも不明確である．本仮説では，どういった種類の一貫性の基準をとるか（たとえば，展開の因果関係，登場人物の感情の傾向の一貫性，現実世界との類似性のいずれを重く見るか）も可変であり，それによって予測の方法が変化すると考える．この一貫性の基準については 6. 節で改めて議論する．そして，この予測方法を先の展開の予測に用いて，物語の展開を予測する．重要なのは，読書のどの過去の時点を起点にしても，ある解釈や一貫性の基準によって，現在までの展開ができるだけ矛盾なく予測できることである．ここで，予想外の展開を読むと，それまで持っていた予測方法ではその展開を予測できなかったため，過去の時点の解釈に訴求して予測方法の修正が行われ，過去の時点の解釈や一貫性の基準が修正されると著者らは考える．

次に，この予測の形成と熱中状態の関係性について述べる．図 2 の下段に示した b) 熱中状態の変化は，読み始めの時点ではまだ物語をよく理解できず（予測可能性が低い）非熱中状態にある．次に，物語の予測方法がほぼ確立され予測可能性が高くなると (予測の形成過程としては a) -1)，物語世界がなめらかに想像

[2]予測される内容としては物語全体の主張や文体など展開以外にも多くありえる．ここでは代表例として展開とした．“何を”予測しているのかという点についえは今後の課題として??に記載した．

できるため物語世界への没入が起こり，自己を含め現実世界への注意が減少し，熱中状態 1 になる．このとき，登場人物との同一化やイメージの鮮明化といった熱中状態の特徴が現れる [4, 2]．いったん，予測性の高い一貫性の基準が見つかった後に，クライマックスなどで予想外の展開を読み，認知資源が物語全体の解釈の変更や予測方法の探索に集中すると（予測の形成過程としては a) -2)，熱中状態 2 となる．このとき，この解釈の変更が読者自身の自己認識や信念に関わるものである場合，Green & Brock (2000)[4] が指摘する信念変化や Kuiken et al (2004)[1] が指摘する自己変容が熱中状態の特徴として現れると考えられる．このとき，熱中状態になることで，物語世界のイメージが鮮明になるなどして，その結果展開の予測の探索が促されるなど，予測方法の構築と熱中状態が相互依存的な関係にある可能性が考えられる．

以上が予測–熱中モデルである．これまでの著者らの研究を踏まえると，熱中状態 1 と 2 は身体的な状態などいくつかの点が非熱中状態に比べて類似していると考えられる．一方で，予測可能性の観点から考えると，異なる熱中状態として以上のように弁別できる可能性があり，これまでの先行研究が読者の熱中状態として提示してきた感情的・機能的特徴もそれぞれの熱中状態の特徴として整合的に区別可能になる可能性がある．

5. 予測–熱中モデルに関連する物語理解と熱中の先行研究

予測–熱中仮説は先行する文章理解のモデルや読者の感情と物語理解の関係のモデルと一部類似し，それらの研究の成果が本モデルの傍証となりうる．本節では特に関連すると考える先行研究を 2 つ提示し，本モデルとの関連性を提示する．

Gernsbacher (1997) [10] は文章理解のモデルとして *Structure Building Framework* を提唱した．このモデルでは，文章理解の目的は一貫性のある心的表象（心的構造）を構築することであり，少なくとも 3 種類の認知的な処理が含まれるとする．まず，読者[3]が彼らの心的表象の基礎を築く段階で，この時の認知処理を *Laying the foundation* と呼ぶ．次に，読者はそれまでの情報と一貫性がある新しい情報を読んだ場合には，この新しい情報を Laying the foundation の段階で構築した基礎に布置する．この認知処理を *Mapping* と呼ぶ．一方で，新しい情報がそれまでの情報と一貫性がない場合には，最初の構造には付け加えずに，新しいサブストラクチャを構築する．この認知処理 *Shifting* と呼ぶ．

Structure Building Framework は，予測–熱中モデルの物語理解の 3 段階に類似すると考えられる．読み始めなど予測可能性が低く，解釈や一貫性の基準を探索している期間は心的表象の基礎を構築している Laying the foundation に対応する．次に，予測可能性が安定して高い状態は，ある解釈や一貫性の基準を用いて順調に予測できており，心的表象に情報を布置して理解を進める Mapping に対応する．最後に，予想外の展開などで解釈や一貫性の基準を再構築する段階は，新しい基礎を構築する Shifting に対応する．

Structure Building Framework は Laying the foundation と Shifting の Structure の構築の時期に読解時間が Mapping に比べて長くなるなどの実験結果から支持されてきた．また，理解能力が低い読み手では，一貫性の判断がうまくできず，サブストラクチャが作られすぎることなども実験によって示唆されている [11, 10]．

Structure Building Framework の物語理解のモデルは，これまでの情報と一貫性がない記述を読んだ場合，すでに構築した物語の構造を訴求的に修正するとはせず，新しく別の構造を構築するとする．したがって，新しく別の構造を構築するという意味にもよるが，Structure Building Framework では，それまで構築してきた物語構造の大きさと Shifting の認知的負荷量には強い関係はないと予想される．この点，予測–熱中モデルでは過去に読んだ箇所に遡って予測の方法を修正し物語全体の一貫性を保つと考える．よって，それまでにある予測の方法で一貫性を保って構築してきた物語の情報が多いほど，この再構築の認知負荷は大きくなると予想され，この認知負荷と熱中状態が関連すると考える．したがって，Structure Building Framework と予測–熱中モデルは，この予想外の展開に伴う新規の構造の構築過程に違いがあると言えるだろう．この点は物語の構造や一貫性をどう捉えるかに関わるので 6. 節で改めて議論する．

Miall (1988)[9] からは読者の感情と予測可能性の関係に関するモデルが提案されている．このモデルでは感情が物語の予測の構築を促進する機能を持つとする．そして，読者は読み始めでは予測を探索・構築しており，このとき感情を強く抱く文ほど読み時間が長くなる．この段階を *Registration stage* と呼ぶ．予測が構築され，参照点として利用可能になると，

[3] Gernsbacher は文章理解を中心にモデルを提案したが，絵の理解など，他のメディアにおける “理解” も類似として議論しており，Gernsbacher (1997) [10] では読者ではなく comprehenders としている．

Interpretation stage に移行する．このとき，感情の予測構築の促進機能はあまり使われなくなるため，読解時間と感情の多寡の評価は相関しなくなる．Miall (1988) ではヴァージニア・ウルフとアーネスト・ヘミングウェイの文章を用いてフレーズ（数単語が含まれる）ごとの読解時間を測定し，この仮説が支持されることを確認した．

この Miall のモデルは，予測可能性の多寡によって読者の感情状態が変化する点が予測–熱中モデルと類似で，特に予測方法の再構築の際に熱中状態 2 の状態になることと対応しうると考えられる[4]．ただし，Miall (1988) では，読み始めの予測の探索・構築と，いったん予測が構築された後の再構築を区別しておらず，この点は予測–熱中モデルや Structure Building Framework とは異なる．また，Miall のモデルは，感情が予測性を高めるとするが，予測–熱中モデルでは，両者を相互依存的な関係，あるいは予測モデル構築の認知負荷から熱中状態が生じるとしており，この点が異なると考えられる．

6. モデルの精緻化と実証方法の方向性

6.1 一貫性について

予測–熱中モデルは熱中状態と物語理解の関係性を提示し，それぞれ熱中状態と物語理解の処理を特徴づける．今後，本モデルを精緻化し検証可能性を高めるには，本モデルで用いてきた “一貫性の基準” という認知を明確に定義する必要がある．“一貫性” という用語はこれまでの文章理解や物語理解の研究でも使用されてきたが，著者らは未だ十分な定義がなされていないと考える．たとえば，先行研究では，明らかに前の文と矛盾する文（ベジタリアンがハンバーガーを頼む）などが一貫性に反する文として扱われ，この時に読解時間が伸びるなどの実験結果をもって読者が一貫性のある心的表象を構築していることの傍証とされる [8]．しかし，これは一貫性自体を明確には定義しておらず，読者の一貫性の判断基準や方法について議論するのに十分な定義ではない．本論文における（そして先行研究が陽に暗に意味する）読書時の “予測” も何をどのように予測するのかという点で “一貫性” に関連しており，一貫性を十分に定義することが本モデルにとって重要な課題であると考えられる．

著者らは，物語の一貫性について考えるためには，物語における情報のまとまりを構造として考えることが必要だと考える．読者は，物語理解において，多くの要素の意味（たとえば各単語の意味）を関係させ，構造としての意味を創発させて理解する [14]．物語の構造としての一貫性を考えるためには，ある単語や文同士の一つずつの関係性の記述に留まらず，それらの関係性全体を記述する必要がある．たとえば，前述の例，「ベジタリアン–ハンバーガー」の関係性はある一つの単語のペアにおける矛盾であって，物語の構造の一貫性の議論としては不十分である．こういったペアワイズの関係で一貫性を議論している限り，それまで理解した物語の構造の大きさなど，予想外の展開に対する認知的負荷を定量的に扱えず，熱中の起こる条件の域値や Structure Building Framework との比較もできない．

物語を構造として捉え，その一貫性を定量的に記述できるモデルを立てるために，著者らは Rigidity matroid[15] に注目している．Rigidity matroid は辺の長さを有する無効グラフにおける動的な自由度を測る理論であり，このとき，ある自由度の空間内で合同な形状を保って動く部分集合が剛体として定義できる．この剛体を成す各辺や点は剛体と独立に動くことはできず，この意味で剛体が一つの構造的なまとまりだと見なせる．そして，剛体からある一つの辺を取り除くことを考えると，場合によっては辺が除かれたことでこの剛体は剛体ではなくなる（たとえば 2 次元空間の中の菱形のグラフの一辺を取り除けばサイクリックなグラフが崩れ，剛体ではなくなる）．また逆に，グラフに辺を付け加えることで，ある部分集合が剛体となることがある．物語の展開の構造をこの剛体と比喩的に対応させて考えると，あるまとまりを持った物語の構造は Rigidity matroid の剛体と見なせる．そしてある重要な物語の要素が加わることで物語の展開の一貫性が確保され構造ができたり，予想外の展開によって物語の構造を成す要素の一部が変更されることで全体の構造の変更が要求されることがあるというように，剛体と構造を対応させて考えられる．このように，Rigidity matroid はある自由度の空間の中で，ペアワイズに留まらない全体性を評価するモデルとして有用な可能性があるだろう．

6.2 検証方法

今後，この一貫性に関する議論を含め，予測–熱中モデルを精緻化し反証可能性の高いモデルにするには，「物語の構造」やその「理解」，それに伴う「認知的負荷」をどのように記述すべきか，測定すべきかと

[4]なお Miall らはその後，読者の感情を 4 種類に分け，自己認識の変化に関わる感情と読者の熱中状態の関係性についても検討を進めているが [1]，モデルが複雑で実験結果の解釈が困難なため本論文では取り上げない．

いう点について議論を深める必要がある．これらの用語の意味を明確にするためにも，これらの用語の意味を暫定的にでも定義して計算可能な認知モデルを構築し，単純化された物語理解に対して適用することで定量的な議論を行いたい．与える言語刺激としては少ないが，理解に言語的な構造として，比喩を説明の対象にすることも有用であろう．

こういった具体的な計算モデルの構築と並列して，物語の段落分け判断や，物語に混ぜた無関係な文の弁別，視線計測を用いた読解時間測定による Fuyama & Hidaka (2016)[6] の研究の発展などを行い，少しずつ読者の予測性に関わる知見を増やしていきたい．加えて，可能な場合には，これらの実験時に読者の認知的負荷や熱中の程度の評価を併せて行い，本モデルの予測と熱中の関係性についても検証を進める．

参考文献

[1] Kuiken, D., Phillips, L., Gregus, M., Miall, D.S., Verbitsky, M., & Tonkonogy, A. (2004) “Locating self-modigying feelings within literary reading.” Discourse Processes, vol. 38, No. 2, pp.267–286.

[2] 小山内秀和，& 楠見孝, (2013) “物語世界への没入体験–読解過程における位置づけとその機能–”. 心理学評論, Vol.56, No.4, pp.457–473.

[3] Miall, D.S., & Kuiken, D. (2002) “A feeling for fiction: becoming what we behold” Poetics, vol.30, No. 4, pp.221–241.

[4] Green, M.C., & Brock, T.C.(2000) “The role of transportation in the persuasiveness of public narrative.” Journal of Personality and Social Psychology, vol.79, No.5, pp.701–721.

[5] 布山美慕, & 日高昇平，(2016) “読書時の身体情報による熱中度変化の記述.” 認知科学，vol.23, No.2, pp.135–152.

[6] Fuyama, M., & Hidaka, S. (2016) “Context-dependent processes and engagement in reading literature.” In Proceedings of the Thirty eight Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp.283-288.

[7] Cohen, J., (201) “Defining identification: A theoretical look at the identification of audiences with media characters.” Mass Communication & Society, Vol.4, No.3, pp.245–264.

[8] Mcnamara, D.S., & Magliano, J. (2009) “Toward a comprehensive model of comprehension.” The Psychology of Learning and Motivation, vol.51, pp.297–384.

[9] Miall, D.S. (1988)“Affect and Narrative: A model of response to stories.” Poetics, Vol.17, pp.259–272.

[10] Gernsbacher, M.A. (1997) “Two decades of structure building.” Discourse Processes, Vol.23, No.3, pp.265–304.

[11] Gernsbacher, M. A., Varner, K. R., & Faust, M. E. (1990) “Investigating differences in general comprehension skill.” Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.16, No.3, pp.430–445.

[12] 布山美慕, &日高昇平，(2017)“読者の熱中状態の同定：内観報告可能性のオブジェクト仮説” 人工知能学会全国大会論文集，Vol.31，1G2-OS-21b-4.

[13] 横澤一彦，(2014) “統合的認知” 認知科学，Vol.21, No.3, pp.295–303.

[14] Polanyi,M. & Sen, A. (2009) “The tacit dimension”. University of Chicago press.

[15] Graver, J. E. (1991) “Rigidity Matroids”. SIAM *Journal on Discrete Mathematics*, Vol.4, No.3, pp.355–368.

直喩表現の理解における解釈数と主題–喩辞の類似性の関連の検討
The relationship between number of interpretations and topic-vehicle similarity in simile comprehension

岡 隆之介，楠見 孝
Ryunosuke Oka, Takashi Kusumi

京都大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Kyoto University
oka.ryunosuke.45s@st.kyoto-u.ac.jp

Abstract

This study investigated the relationships between topic-vehicle similarity and number of interpretations of simile expression. In Study 1, 50 university students generated up to three interpretations for each of 120 simile expressions collected by Nakamoto and Kusumi (2004). We found significant positive correlations between topic-vehicle similarity ratings collected in a previous study and the number of interpretations. This results revealed that topic-vehicle similarity may affect number of interpretations in simile comprehension.

Keywords — simile, interpretation, topic-vehicle similarity

1. はじめに

私たちは日常的な会話における多くの場面で，「彼女の笑顔はきれいだ」のように，その表現の指し示す意味が聞き手に一様な解釈（{きれい}）として理解される，字義的表現を用いる．一方で，私たちは，「彼女の笑顔は花のようだ」のように，その表現の指し示す意味が聞き手に多様な複数の解釈（{きれい，明るい，華やか}）として理解される，比喩的表現を用いることもある．こうした比喩的表現を人々がどのように理解しているのかについては，これまで多くの研究がなされてきた（レビューとして[1]）．ところが，人の比喩的表現の理解について，どのような要因がその解釈の量や質に影響しているかについては，十分に明らかではない．本研究では特に，「A（主題）はB（喩辞）のようだ」の形式を持つ直喩表現に焦点を当て，直喩表現の解釈に関わる要因がなんであるのかについて理解を深めることを目的とする．

聞き手が話し手の直喩表現（「彼女の笑顔は花のようだ」）を理解する場合には，話し手が今話題としている主題（“彼女の笑顔”）と，その対象について説明されている喩辞（“花”）が，どのような点で似ていると言えるのか（“ようだ”と修飾可能なのか）を明らかにする必要がある．すなわち，直喩表現の理解には，主題–喩辞の類似点を明らかにすることが欠かせないと考えられる[2]．

いくつかの先行研究は，主題–喩辞の類似性の認知が，その表現の解釈の数や多様性と関連があることを示してきた．平・中本・楠見[3]は，直喩表現の理解において，主題–喩辞の類似性認知を高める要因の一つとして考えられる，親しみやすさが高いほど，その表現の解釈が多様になることを明らかにした．また，Katz, Paivio, Marschark, & Clark[4]では，質問紙によって評定された，思いつく解釈の数と，主題–喩辞の類似性の間に.60以上の中程度の正の相関関係があることを報告している．これら2つの先行研究はいずれも，主題–喩辞の類似性が解釈の多様さや数と正の相関関係があることを示している．

以上の研究から，直喩表現の理解において，主題-喩辞の類似性が理解のしやすさや解釈の数と関連していることが示唆された．ただし，Katz et al.[4]の研究では，直喩表現から想起された解釈を実際に書かせているわけではないので，解釈の数が実際に書くことのできる解釈の数を反映しているのかについては疑問が残る．また平他[3]の研究では，実験に使用された直喩表現が30個と少なかったため，相関結果についても限定的であると言えるだろう．直喩表現における主題-喩辞の類似性と解釈の数の関連をより明確にするには，1人の参加者に対してより多くの直喩表現を提示し，その解釈を実際に記述させる方法が良いと考える．

そこで，本研究では上記先行研究の限界点を改善した上で，直喩表現における主題-喩辞の類似性と，読み手が産出する解釈の数の関連を明らかにする．本研究では，中本・楠見[5]が作成した多様な主題-喩辞の類似性を持つ120個の直喩表現を対象に，参加者に最低でも1つ，最大で3つの解釈を産出させる．そして，本研究で新たに収集する参加者が産出する直喩表現に対する解釈の数と，中本・楠見[5]で報告された構成語類似性との相関関係を明らかにする．先行研究

の結果から，主題-喩辞の類似性が高いほど，参加者が産出する解釈の数は多い傾向があると予測する．

また，中本・楠見[5]では，主題–喩辞の類似性以外にも，表現の理解可能性，面白さ，そして独創性の評定が得られている．これらの指標と，解釈の数の相関関係についても探索的に検討する．

2. 方法

参加者 大学生 50 名（平均年齢 21.5 歳，男性 24 名，女性 26 名）が参加した．

刺激 中本・楠見[5]で作成された 120 個の直喩表現（例：笑顔は花のようだ，人生は航海のようだ）を用いた．

解釈産出課題 実験はコンピュータ上で行われた．この課題で，参加者は画面中央に提示される直喩表現を読み，その解釈を回答欄に最低 1 つ，最大 3 つまでキーボードで入力することが求められた．参加者には回答に際して，(a) 解釈が 3 つ書けたら次へ進んでかまわないこと，(b) 1 分間は解釈が 2 つ書けるまで回答をやめないこと，(c) それぞれの解釈が他の解釈の言い換えにならないように努めること，そして (d) 1 分間が経過した時点で 2 つ目の解釈が思い浮かばなかったら次へ進んでかまわないことを教示した．また，実験画面の左上には，直喩表現の提示を開始してから 1 分間が経つまでの残りの秒数が呈示されていた．残りの秒数が 0 秒になると同時に“1 分間が経ちました．現在の回答が終わったら次へ進む”を押してください”というメッセージが画面上に現れ，参加者に次へ進むことを促した．

手続き はじめに，解釈産出課題の説明を行った．説明の後に，実験では使用していない 4 つの直喩表現を用いて解釈産出課題の練習試行を行った．練習試行が終わったのち，本試行を行った．実験時間はおよそ 2 時間半であった．

3. 結果

参加者の回答の整理 解釈産出課題で得られた回答をまとめるため，本研究では平・楠見[6]や Utsumi[7]を参考に，(i) 個人が産出した解釈数，(ii) 解釈タイプ数，(iii) 解釈トークン数，そして (iv) 解釈のエントロピーを求めた．(i) 個人が産出した解釈数は，解釈産出課題における参加者の直喩表現に対する回答数（最低 1 つ，最大 3 つ）の平均値を用いた．

(ii) 解釈タイプ数と (iii) 解釈トークン数は，Utsumi[7]を参考に，参加者の課題における全回答を第 1 著者が分類して求めた．この分類は以下に述べる 4 つの手続きをとった．第 1 の手続きとして，明らかに解釈ではない回答は除外した．第 2 の手続きとして，それぞれの直喩ごとに回答の意味内容が類似する回答を同一のトークンとみなす前処理を行った．この前処理では，(a) 辞書形が同じ回答，(b) 表記揺れ，(c) 副詞による修飾の有無（例：“熱い”と“とても熱い”→“熱い”），(d) 格助詞・係助詞・助動詞，(e) 明らかな誤字，(f) 回答の中心的な役割を担う単語やフレーズが一緒（例：“見る者を幸せにする”と“見た人を幸せな気分にする”と“人を幸せにする”→“人を幸せにする”），そして (g) 外来語（主に英語）を日本語に置き換えた時に，単語の意味が同じになる表現（例：“自分で制御できない”と“自分でコントロールできない”→“自分で制御できない”）といった事項を考慮した．第 3 の手続きとして，上記の手続きの後に，2 つ以上の同一トークンが得られなかった回答を以後の分析から除外した．第 4 の手続きとして，得られたトークンを国語辞典『スーパー大辞林』で調べ，あるトークンの説明の中に別のトークンが含まれている場合，その二つのトークンを同一トークンとした（例：“きれい”という語は“目に見て美しく心地よいさま”という説明がされているため，“美しい”と同一のトークンとみなした）．第 4 の手続きを終えた時点で求めた，それぞれの直喩表現のトークンの種類数を解釈タイプ数とし，それぞれの解釈タイプごとに含まれるトークン数の総和を解釈トークン数とした．

(iv) エントロピーは Utsumi[7]を元に算出した．先行研究において，エントロピーは隠喩表現のもつ解釈の多様性を評価するための指標として扱われてきた[7]．先行研究と同様に，本研究でもエントロピーは解釈の多様性を表す指標として用いた．

以上の解析から得られた直喩表現と，直喩表現の解釈タイプの中でトークン数が高かった上位三解釈の例を表 1 にまとめた．

表1
直喩表現に対する出現頻度の上位三解釈

直喩表現	第一解釈	第二解釈	第三解釈
笑顔-花	美しい(17)	明るい(16)	華やかだ(12)
人生-航海	長い(9)	危険がある(7)	困難がある(7)
大地-母親	大きい(16)	包み込む(9)	暖かい(8)
子供-天使	かわいい(36)	無垢だ(14)	癒される(10)
恋愛-熱病	熱くなる(21)	冷める(12)	苦しい(7)

注：括弧内はトークン数

相関分析　中本・楠見[5]の先行研究で得られた各指標（理解可能性，構成語類似性，独創性，面白さ）と解釈産出課題で得られた各指標（個人が産出した解釈数，解釈タイプ数，解釈トークン数，エントロピー）間の関係性を明らかにするために，相関分析を行った．

表 2 に示すように，構成語類似性は個人が産出した解釈数と.52 の正の相関関係を示した．このことから，構成語類似性が高いほど，直喩表現から産出される解釈が多くなるという傾向がみられ，予測が支持された．また，個人が産出した解釈数は理解可能性（.54）と面白さ（.46）の間に正相関を示し，一方で独創性（-.34）と負相関を示した．

また，解釈トークン数は理解可能性（.35）と構成語類似性（.33）と面白さ（.30）と正相関を示し，一方で独創性（-.36）と負相関を示した．

4. 考察

本研究では，直喩表現における主題-喩辞の類似性と読み手が産出する解釈の数の関連を明らかにすることを目的とした．その結果，主題-喩辞の類似性と個人が産出する解釈の数の間には正の相関関係がみられた．この結果は平他[3]の先行研究の結果をより多くの直喩表現を用いた上で追試した．この研究によって，主題−喩辞の類似性が高いほど個人が産出する解釈の数が多いという傾向をより強固に確認した．

また，表現の理解可能性，面白さ，そして独創性と解釈の数との相関関係についても探索的に検討を行った．その結果，理解可能性や面白さが高いほど直喩から産出される解釈数が多くなるという傾向と，独創性が高いほど直喩から産出される解釈数が少なくなるという傾向が見られた．これらの結果は，平他[3]と同様の相関パターンを示した．加えて，本研究では解釈トークン数についても同様の相関パターンを示した．これらの結果は，個人が産出した解釈だけでなく，個別の比喩表現ごとのトークン数もまた，平他[3]と同様の相関パターンを示すことを明らかにした．

本研究で得られた直喩表現の解釈は，認知科学に関わる様々な領域において有効であろう．たとえば，認知言語学においては，ある直喩表現の解釈がどのような概念比喩に動機づけられているかを明らかにする上で有効であろう．心理学においては，近年注目を集めている比喩表現の産出研究（e.g., [8]）において，主題とそれを説明する特徴の選定の段階で，本研究でえら得た解釈は有益であると考えられる．また，人の直喩表現の解釈と，計算言語モデル（e.g., [9]）の提案する解釈が，どれくらい対応しているかを評価する上でも役にたつかもしれない．

参考文献

[1] Gibbs, R., & Colston, H. (2012). Interpreting figurative meaning. New York, NY: Cambridge University Press.

[2] Bowdle, B.F., & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, *112*, 193-216.

[3] 平知宏・中本敬子・楠見孝 (2007). 比喩理解における親しみやすさと解釈の多様性. 認知科学, *14*, 322-338.

[4] Katz, A. N., Paivio, A., Marschark, M., & Clark, J. M. (1988). Norms for 204 literary and 260 nonliterary metaphors on 10 psychological dimensions. *Metaphor and Symbolic Activity*, *3*, 191–214.

[5] 中本敬子・楠見孝 (2004). 比喩材料文の心理的特性と分類：基準表作成の試み. 読書科学, *48*, 1–10.

[6] 平知宏・楠見孝 (2005). 比喩の親しみやすさによる意味解釈の差異. 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, 941.

[7] Utsumi, A. (2005). The role of feature emergence in metaphor appreciation. *Metaphor and Symbol*, *20*, 151–172.

[8] Chiappe, D. L., & Chiappe, P. (2007). The role of working memory in metaphor production and comprehension. *Journal of Memory and Language*, *56*, 172–188.

[9] Kintsch, W. (2000). Metaphor comprehension: A computational theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *7*, 257–266.

表2

直喩の特性と解釈産出課題の解釈指標間の相関（$N = 120$）

指標	*M*	*SD*	理解可能性[a]	構成語類似性[a]	独創性[a]	面白さ[a]
個人が産出した解釈数	2.49	0.23	.54 ***	.52 ***	-.34 ***	.46 ***
解釈タイプ数	12.9	3.33	.15	.15 †	-.12	.08
解釈トークン数	71.34	18.45	.35 ***	.33 ***	-.36 ***	.30 **
エントロピー	3.15	0.53	.02	.04	.02	-.02

注：[a]中本・楠見（2004）に基づく．***p < .001, **p < .01, *p < .05, †p <.10

The Systematicity Argument 再考-Predictive Processing の観点から
The Systematicity Argument Reconsidered: A Predictive Processing Perspective

加藤 龍彦†
Tatsuhiko Kato

†北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Technology
skylark@jaist.ac.jp

Abstract

Initiated by the classic paper of Jerry Fodor and Zenon Pylyshyn, there has been the longstanding debate on the systematicity of cognition. Classical computationalists, such as Fodor and Pylyshyn, state that the cognition is pervasively systematic, meaning that cognitive processes are inherently rule-based. However, the assumption of "pervasiveness" of systematicity is questioned by several authors as incompatible with recent experimental results. They argue that cognition has several non-systematic aspects, and classical computationalism alone does not suffice to explain all of them. Instead, they suggest that dual-proess theory can explain the distinction between systematic higher cognition and less systematic lower processes of cognition. This article argues against this suggestion by providing some evidence that the cognition does not operate on two distinct processes. Based on this evidence, we instead state that Predictive Processing framework can be the better architecture of cognition, relying only on predictive error minimization operation over the probabilistic generative models.

Keywords — Systematicity Argument, Systematicity, Mental representation, Cognitive architecture, Dual-process theory, Predictive processing

1. はじめに

心的表象（または単に表象）という概念は，長らく認知科学の根本をなすとみなされてきた．心（認知）の本質を情報処理とみなす認知科学において，心は環境中に存在する事物のパターンを異なる形式（表象）に変換し，それに対して様々な操作を行う装置である．そのため，この表象という対象がどのような性質を持ち，それに対する操作がどのようなものであるか，すなわち認知がどのようなアーキテクチャを持つか，という問いは認知科学の主要な問題である．

本稿で扱う the Systematicity Argument/Challenge [32] はこの問題，つまり認知システムにおいて心的表象がどのような性質を持ち，どのように取り扱われているのか，という問いに対する１つの回答を与える．この問いは Jerry Fodor と Zenon Pylyshyn によって定式化された [12] (以下 F&P と略す)．F&P によれば認知にはシステム性という性質があり，このシステム性という性質は，離散的な表象と，それに対する規則に基づいた合成操作を与える古典的計算主義のモデルでなければ説明できない．システム性とは，ある状態を表象できる生物は必ず他のそれと関係する別の状態も表象できる，という性質であり，また合成操作とは，２つの対象を組み合わせてより複雑な対象を作り出すことをいう[1].

この問題提起は当時（1988年）活発な論争を引き起こし，コネクショニズムからの反論，古典主義者たちの再反論という形で様々に議論されてきた [1]．こうした議論の中での従来のコネクショニストたちの反論の多くは，実際にシステム性を示すようなニューラルネットワークアーキテクチャを構成することに重点が置かれていた [1, Chapter 7]．しかし近年では，F&P が自明な仮定として前提にしていたシステム性の，認知における広範性が実験的な結果から批判されている．代わりに多くの論者は，認知処理においては２つの異なるタイプを持つメカニズムが働くとする二重過程理論 [9, 10] が，認知の説明理論として適切である，という主張を行ってきた [15, 29, 30, 34].

しかし，認知処理が異なるタイプの計算処理によって行われているという仮定を疑問に付すような結果も提出されている [8, 23]. 本稿ではこの点から二重過程

[1] 例えば「りんご」,「赤い」という語は,「は」という関係によって組み合わせることで,「りんごは赤い」というより複雑な文に合成できる．このように単純な要素（構成素）を組み合わせ，より複雑な対象を作っていくような操作を合成と呼び，このような対象と操作を有するシステムを合成的システムと呼ぶ.

理論を批判し，一元主義的なアーキテクチャの必要性を論ずる．また，そのような理論として Predictive Processing の可能性を検討する．

2. 認知とシステム性

本稿で問題にする Systematicity Argument は，本質的に認知アーキテクチャ[2]の問題と関わっている．認知アーキテクチャとは，認知処理，特に表象とその操作を記述したモデルを指す．例えば古典的計算主義は認知アーキテクチャを指定するが，それは古典的システムが個々の表象を離散的な対象（構成素と呼ばれる）として扱い，論理的な規則によって表象を合成することでより複雑な表象を生み出す，つまり操作として合成を用いる，という意味においてである．

本節では古典的計算主義とコネクショニズムの特徴を概説し，その後 F&P によるオリジナルの議論の概要を示す．

2.1 古典的計算主義とコネクショニズム

よく知られているように，認知科学は 1950-60 年代にかけて，生物の内的情報処理を学際的な視点から研究する学問分野として形成された．この時期には心理学，人工知能，計算機科学，言語学などで並行的に理論的進展があり，認知科学はこれらの成果を直接受け継ぐ形で発展していくことになる［25］.

特に初期の認知科学に影響力を持ったと言われるのは Allen Newell と Herbert Simon の物理記号システム仮説［3, 28］である．この仮説によれば，「物理記号システムは一般的な知的行動にとって必要かつ十分な手段を持つ」とされる．ここでいう物理記号システムとは，何らかの物理的な装置上で記号的処理を行うシステムのことである（e.g. 典型的にはコンピュータや脳のことを言う）．また記号的処理とは，離散的なパターンとそれに対して定義された操作（e.g. 論理学の推論規則）のことを言う．この仮説は古典的計算主義の基本的な立場を表明したものである．

コネクショニズムと呼ばれるモデル群（現在の言葉ではニューラルネットワークモデル）は，こうした記号主義的な立場のモデルが行き詰まってきた 80 年代後半に発達し，認知処理を，脳を模したネットワーク中のユニットが行う計算処理として捉えることを提案した．このアーキテクチャにおいて個々の表象はユニット群のネットワークが示す発火のパターンであり，こうした発火パターンは経験（入力）を通した学習によって変化，獲得される．このようなモデルは，文法学習や発話処理といったドメインで一定の成功を収め［31］，新たな認知のモデルとして期待を集めつつあった．F&P はこのような流れに抗して，認知の説明は古典的計算主義抜きでは行えないとする Systematicity Argument を展開したのである．

2.2 The Systematicity Argument

ここでは, McLaughlin［9］による F&P のオリジナルの議論の再定式化を参考に Systematicity Argument を紹介しよう．

まず，F&P は自明な経験的前提として，認知能力はシステム性を持つと主張する．例えば言語能力におけるシステム性とは，ある文を産出，または理解できるときにはそれと関連する他の文も必ず産出，理解できる能力のことを指す．F&P の出した有名な例でいえば，”John loves Mary” が理解できる人は, 必ず ”Mary loves John” も理解できる. F&P が語彙学習について説明するところでは,「人はフレーズブックのどの部分であっても, 残り全てを学ぶことなく学ぶことができる」［12, p. 25］. つまり，人の学習は個別の文を記憶することによってではなく文の背後にある規則を学習することで行われる．

ここで，認知主体がこうした文を理解できるということは，認知主体が文の意味内容を何らかの形で表象している，ということを意味する．また言語学で標準的に仮定されるように，言語が構成素を持った合成的システムだとするなら，文を理解できるとはその文を表象できるということであるから，認知主体の思考，すなわち心的表象もシステム性を持つことになる［9］. つまり，システム性は以下のように定式化できる． a,b を心的表象，**R**をそれらの間に成り立つ関係とする時，主体が a**R**b という状態を表象できるのは，b**R**a を表象できる時，またその時に限られる．このようなシステム性は言語に依存していないので, F&P によれば, 動物, あるいはどのような認知主体にも見ることができるはずである．そのため，心的表象，そして認知能力は広範にシステム性を持つことになる．McLaughlin［9］に

[2]現在では Soar や ACT-R といった具体的な計算処理のフレームワークを指す場合も多いが，本稿ではより一般的な意味で認知アーキテクチャという語を用いる．

よれば,「[Systematicity Argument の] 最も重要なポイントは，思考（心的表象）が構成素構造を持つ，という主張をすることである．」 ([]内筆者)

以上のことを前提とするなら，システム性という性質を抜きにして認知能力を完全に説明することはできないと考えられる．しかし F&P によれば，コネクショニズムはこの性質を説明することができない．理由を以下に述べよう．

2.1 で述べたように, 古典的計算主義とコネクショニズムでは表象の取扱に決定的な差異がある．古典的計算主義においては，表象は構成素（e.g.「りんご」,「猫」）と，それらに対する演算規則のみから構成されると考えられる．一方，コネクショニズムのアーキテクチャにおいてこのような表象間の因果的な結合を与える操作は存在しない．つまり先程の定式化を用いれば，コネクショニズムにおいて aRb という状態を表象できることと bRa という状態を表象できることを必然的に結びつけるような操作は存在しない．というのも，コネクショニズムでは表象間の関係は何らかの規則によって与えられるものではなく，連合学習によって形成される統計的，偶然的なものだからである．しかし認知は言語的な構成素構造を持つ．よってコネクショニズムでは，あるいは表象を合成する能力を持たないいかなる認知アーキテクチャも，システム性を説明できないということになる．

3. 認知はどこまでシステマティックか

ここまでは Systematicity Argument の概要を見てきたことになる．この議論は当時古典主義とコネクショニズム両陣営間で多くの論争を引き起こしたが，現在では実験的な成果をもとに様々な問題点が指摘されている. それらの批判の多くは F&P の経験的主張に向けられており，システム性は認知の広範な性質ではないとする [15, 29]．またこれらの論者は，古典的計算主義かコネクショニズムか，といった認知に対してある 1 つの計算メカニズムを措定する見方（「アーキテクチャ一元主義」 [39]）を否定し，代わりに二重過程理論のように，認知処理には 2 つの異なるメカニズムが関わっていると考える必要があると主張する [15, 29, 30, 34]．本節では Gomila らのシステム性の広範性に対する反証，また二重過程理論について概観する．

3.1 システム性は認知の広範な性質か

Gomila らはシステム性が認知の広範な特徴であるとする F&P の前提を批判する. システム性は認知が発達初期から備えている性質ではなく，言語を学習することで獲得される．彼らの論点は以下の 2 つである [15].

1. システム性は言語の統語論に依存する
2. 非言語的な存在（幼児を含む）はシステム性を示さない

最初の論点は，F&P の思考の構造に関する主張に関係する．上に見たように F&P の主張は，心的表象は言語と類似した構成素と合成による操作によって記述できるのだから，この意味でのシステム性は認知に広範である，というものであった．しかし Gomila らによれば，この関係は逆である．システム性を持つのは言語構造だけであり，思考がシステム性を持つように見えるのは言語を学習したためであるという.

彼らが挙げている証拠としては例えば以下のようなものがある.

・英語圏の子どもは 5 歳近くに受動態を学習するまで，通常の文とその受動化された文とを同じものと判断する [19]．例えば，“Mary is loved by John”と”Mary loves John” とを等価なものと考える．もし幼児がシステム性を有しているなら，2 つの文の意味内容は同一なのだから，”Mary loves John”を学習した時点でその受動形も学習できるはずである．しかしこれは事実とは異なる．このことは言語的なシステム性が文法規則に依存しており，幼児の思考において 2 つの文が規則的に結びついてはいないことを示唆する.

・ラットに空間的キューを規則的に組み合わせることでしか解けない探索課題をやらせると，ラットはこの課題をうまくこなせない．18-24 月齢の幼児に対してこの課題を改変した実験では，人の幼児でもこの課題をこなせないこと，また大人であればこの課題をこなすことができることが示されている [16]．この結果は，言語を持たない生物がシステム性を示さないことを示唆する.

・さらにこの課題に成功する能力は，言語の発達と関わっていることが示唆されている．この課題が解けるようになるのは 6 歳くらいであり，これは「右」や「左」といった空間的な言語の発達と同時期である．また，ヒトの大人でも言語処理を阻害されるとこうした課題をうまくこなすことができなくなる [17]．この結果は，言語発達の過程でシステム性も同時に発達す

ることを示唆する．

これらの結果は F&P らの経験的主張を疑問視するのに十分であるが， Penn ら [29] も動物とヒトの認知を比較する中で，動物の表象システムが知覚的特徴に強く制約されるのに対して．ヒトの表象システムの特徴は規則や構造的特徴といった知覚的な関係から抽象化した対象も扱い得る点にあることを論じている．彼によれば，知覚的判断と F&P がシステム性と呼んだような規則に基づく関係の理解，両方を有するのはヒト固有の特徴である．これらの結果は，F&P のシステム性をヒトやその他の動物の認知にも共通して見られる広範な性質である，という主張に強い疑念を投げかけるものだと言えるだろう．

3.2 認知の二重過程理論とアーキテクチャ多元主義

ここまではシステム性に対して批判的な結果を見てきた．そしてシステム性の議論は，特に認知の説明理論としての古典的計算主義の優位性を示すためのものであった．では，上記で挙げたような認知の特徴を捉えうるアーキテクチャは存在するのだろうか． 二重過程理論はその候補であるとされる [15, 29, 30, 34]．

認知の二重過程理論の基本的な主張 [9, 10] は，処理が早く自動的で，高キャパシティのタイプ 1 処理をデフォルトとし，低速度で反省的，低キャパシティのタイプ 2 処理が，タイプ 1 の処理を必要に応じて制御することで，認知処理が行われているというものである．Evans [10] はこれら 2 つのタイプが異なるメカニズムによって作用する，という点を強調しており，「タイプ」を単なる思考の「様式」（”mode”）と混同しないよう注意している．また同論文はシステム 1 やシステム 2 という呼び方（e.g. [15]）も相応しくないとする．タイプ 1，タイプ 2 という概念が意味するのは共通する特性を持つ様々なシステムが集まった，異なる 2 つの心（“mind”）がある，ということであるという．タイプ 1 に属するシステムたちは進化的に古く，経験的な学習に依存するモジュール的なものである．一方タイプ 2 に属するシステムたちは，作動記憶を通して明示的な表象を扱う．

Evans [10] の主張は，明示的には言及されていないが Fodor の古典的な認知システムの特徴付け [11] に似通っている．Fodor の理論では，タイプ 1 にあたる機構は入力系と呼ばれており，高度にモジュール化され，「領域特異性」，「自動性」をそなえた「進化的原型」である．これに対して中央系は，「比較的領域自由」で進化的に遅れて生じたものである．

しかし，二重過程理論と Fodor の理論との大きな違いは単一のメカニズムを仮定するかどうかであろう．前者の場合にはタイプ 1 とタイプ 2 とで異なる計算メカニズムを措定するのに対して，後者では，「認知」は古典的計算主義のみによって作動すると考えられており，F&P もコネクショニズムが認知の脳における実装レベルでの理論であると主張している．システム性が認知の広範な性質ではない，と論じる人々が二重過程理論を支持する理由も，認知において異なるアーキテクチャが働くとするこの理論の主張にある．上記の Gomila らのレビューでも論じられている通り，認知処理が計算主義的アーキテクチャのみによって作動していると考えるのは現在では極めて難しい．一方でシステム性は，Gomila らや Penn らの主張では，言語を通して獲得されるヒトの思考の根本的な特性である．

ここまであげた論者らの F&P に対する応答では，システム性が認知能力の広範な性質かどうか，という経験的主張にフォーカスが当たっていた．それによると，システム性は認知の広範な特徴ではない．システム性を説明できるのが古典的計算主義だけだとしても，認知の他の特徴を説明できない以上認知の完全な説明を与えることはできない．二重過程理論は確かにこの点を克服できる．例えば計算主義的なアーキテクチャとコネクショニスト的なアーキテクチャといった 2 つのメカニズムを仮定することで，Penn らや Gomila らが強調するヒトの認知システムの二重性を説明できるからである．しかし以下に見ていくように，認知が異なる計算プロセスに則っているとする二重過程理論の根本的な仮定は疑問すべきである．

4. Predictive Processing とアーキテクチャ多元主義の問題点

前章ではシステム性の広範性に対する経験的な反証，そしてその代替として二重過程理論が有用であるとする主張を見てきた．本章では二重過程理論の問題点を指摘し，それに代わって Predictive Processing (PP) を導入する．また，PP が 3 節で指摘されたようなヒトの認知の二重性についても説明し得ることを指摘する．

4.1 認知は二重過程として説明できるか

3節では，古典的計算主義とコネクショニズムといった伝統的な対立から離れ，二重過程理論を擁護する論者たちの議論を見てきた．確かに二重過程理論は多元的なアーキテクチャを仮定することで，認知処理に計算主義とは異なるアーキテクチャを同時に認め，Penn ら，Gomila らがあげたような認知に質的に異なるシステム性が存在する，という証拠を説明できる．しかし認知は本当に異なる計算処理を行っているのだろうか．これに対する反証となる研究を2つあげよう．

1つ目は Elman の研究である．Elman は，言語における統語論や意味論に代わるものとして語彙と話者の知識の役割を強調し，語彙が言語理解の際に事象，文脈などの情報を状況に応じて制約し，予測するためのキューとして働くと主張する．彼は自身の主張を支持するものとして様々な実験結果をあげており，例えば話者が文の構造曖昧性の解消に語彙的な知識を用いること，完了形など文のアスペクト情報が語彙処理の段階で事象のプライミングに影響していることなどを挙げている [8]．また彼は語彙知識を重みとして，ノードである話者の知識を文脈に応じて変化させ，出来事を予測するリカレントニューラルネットワークを作成し，自らの理論をシミュレーションで検証している [8].

あるいはLupyanらは，認知レベルの処理が知覚へ影響することを示す一連の実験を行っている [21]。例えば [23] は，連続フラッシュ抑制によって意識下に抑制された画像を知覚する際，言語的キューを与えることで被験者の成績が有意に向上することを示している。

これらの結果は，どちらもタイプ1と2の関係がそれ程はっきりとしたものではないことを示唆する．二重処理過程理論では異なるメカニズムが関わるとされた明示的な記号の操作とより潜在的な文脈知識の活用が，Elman の実験，モデルにおいてはリカレントニューラルネットワークの行う予測とパターン完成として説明できる．また Elman の結果は，ヒトは言語処理のレベルであってもシステム性に関する議論の中で Penn らや Gomila らが仮定しているように，構成素とそれに対する統語演算といったプロセスによって処理を行っているのではない可能性を示唆する．

また Evans [9] はタイプ2の役割をデフォルトで使われるタイプ1の処理を制御することのみに留めていた．しかし Lupyan らの結果は，明示的に与えられた言語的なキューが極めて低次の知覚表象を誘導することを示し，高次の認知的処理が単なる入力刺激の制御以上の役割を果たしていることを示唆する．

これらの結果が示唆するのは，二重過程理論で前提されている程にはタイプ1的な処理とタイプ2的な処理とは異なったものではないということである．ではこうした結果を，Gomilaらのシステム性への批判も踏まえた上で説明できるアーキテクチャを考えることはできるだろうか．具体的には，これらの結果を統一的に説明できるアーキテクチャは Penn らや Gomila らの示したような言語の思考への影響を，一元的なアーキテクチャに基いて説明しなければならない．Predictive Processingはこの役割を果すのに十分な道具立てを有していることを以下で論ずる．

4.2 Predictive Processing

PP（または階層的予測符号化）は階層的予測による予測誤差の最小化という観点から神経科学，認知，行動に関わる現象を統一的に説明しようとする枠組みである．その特徴は，脳の役割として入力の受動的な処理ではなく階層性を利用したトップダウンの予測や不確実性の推定，それによるアクティブで文脈脈依存的な知覚，行動，認知処理を重視する点にある [4, 5, 6, 35].

PP は, 近年の神経科学における予測符号化や脳のベイズ理論（“Bayesian brain”）基づいている．神経科学におけるベイズ的なアプローチでは，脳が感覚情報を確率的に表象しており，それらの情報をベイズの手法に基づいて統合することで最適な知覚，行動を生み出しているとする [20]. 脳に入力される感覚情報は環境に関する間接的な情報であり，本質的に不確実性を含んでいる．脳はそうした不確実な情報に基づいて環境の状態を推定し，適切な行動を選択しなければならない．ベイズ的手法はそうした不確実な情報の表現とそれに基づくモデルの更新と選択，視覚や聴覚など複数モダリティ間の情報の統合などを行う上で有効である [27].

PP は, 脳がこうしたベイズ的計算を行う上で予測符号化と呼ばれる手法を用いると考える．それによると，脳の情報処理の本質は環境のモデルに基づいた階層的，並列的な予測の生成とその誤差の修正にある．脳は世

界の因果関係に関する確率モデル（生成モデル）を有し，それをもとに絶えずボトムアップから入力される感覚情報を説明するような予測を生成する．そこで予測によって説明できなかった誤差のみが上位階層に誤差として伝播され，さらに上位の層からの予測と比較される．このようなサイクルによってうまく感覚情報を説明できた仮説が知覚として経験される．こうした処理を繰り返すことで，脳は自然に階層を経るごとに抽象度の高い（低次層では説明できなかった）情報によって表象を形成することができるという．

Active inference は以上の議論を拡張し， 知覚と行為とを直接に結びつける．それによると，行為とは予測された感覚情報を実現することである．先に，この理論において脳が環境のモデルとなっており，脳は予測を生成することで入力される感覚情報との誤差を最小化すると述べた．ここで知覚はより良いモデルを選択することで予測誤差を最小化し，行為は予測された感覚情報を運動指令として受け取り，それを実現することで予測誤差を最小化すると考えられる．つまり，知覚と行為とは協同してモデルの予測誤差を最小化する過程だと捉えられるのである [13, 14].

以上 PP の理論的概要を述べてきたが，この理論はヒトの認知活動の多くの側面を説明できると主張されている．例えば Clark [4, 5, 6] は，PP の有効性を様々な経験的証拠を総括して示している．そこで扱われているのは，錯視，想像とオフラインでの推論，注意，認知の文脈依存性，自己理解と主体性，統合失調症などの精神障害などである．

4.3 PP とシステム性

それでは, PP はどのようにこれまでに提示された結果に対して統一的な説明を与え得るのだろうか．以下ではこのことを説明しよう．

まず PP の枠組みにおいて，Elman や Lupyan らの結果は自然な帰結である．脳は抽象度という点を除いて，感覚情報に区別なく事前知識を用いてそれを予測しようとするので，語彙知識であっても事象を予測するためのキューとして使われる．これが Elman の主張であった．また低次の知覚であっても，感覚情報は常に階層的予測の影響を受けており，そのため Lupyan らの示したよう結果が生まれる．

また，システム性は言語の性質であり，言語が思考に影響することで人の思考はシステム性に似た性質を獲得するというのが Gomila らや Penn らの主張であった．こうした結果を説明するのに，PP は二重過程理論よりも遥かに優れている．というのも，上に見たように PP において，ある階層の表象がどの程度システム性を持つか，といった問題は程度問題であり，言語を含む高次認知は実際に感覚情報の誤差を説明することで知覚を変容させ得るからである．言語は，より柔軟性が高く話者が能動的に用いることができるという点において特別なだけである．Lupyan と Clark [22] は，このことを指して言語は 「人工的な文脈」（”artificial context”）として機能すると主張している．

以上の議論によって，二重過程理論を主張する Gomila らや Penn の結果，また本稿で二重過程理論に対する反証として上げた結果の両方を, PP が統一的に説明し得ることを示した．よって，PP は認知の説明理論として二重過程理論よりも適したものだと言えるだろう．

5. 結論

本稿では，F&P による Systematicity Argument の概要，またそれに対する現代的な立場からの応答を見てきた．F&P の主張によれば，認知はその広範な特徴としてシステム性を有している．システム性は心的表象に関して成り立つものであり，心的表象が構成素と合成による操作に従う（構成素構造を持つ）とする．

そのため，認知を完全に説明するにはこの性質を説明する必要があるが，F&P によればこの点を完全に説明できるのは合成性を定義的に持つ古典的計算主義だけである．しかし Gomila らや Penn らによれば [15, 29], このような意味でのシステム性は言語を持たない動物, あるいは人の幼児にさえも見ることはできない．彼らによればシステム性は言語の持つ性質であり，人は言語を学習することでのみ思考，心的表象におけるシステム性を獲得することができる．つまり，システム性は認知の広範な性質とはいえない．

こうした結果を元にして，多くの論者は認知の理論として，二重過程理論のような多元的なアーキテクチャを用いるべきだと主張してきた．これは，直感的で素早い判断を行うタイプのシステム群と，遅く反省的な処理を行うタイプのシステム群という二つの異なる計算システムの競合によって認知処理を説明しようとする理論である．

しかし，本稿であげた Elman や Lupyan らの研究は

認知処理が二重過程理論の措定するように質的に区別できるものではないことを示唆する．この点を踏まえて，本稿は Predictive Processing フレームワークは二重過程理論よりも優れた認知の説明理論を構成すると主張した. PP は予測誤差最小化という一元的な観点から行為，知覚，認知の統一的な説明を与える． PP において，脳は絶えず入力される感覚情報との誤差を，並列的，階層的にあらゆる手がかりを用いて最小化する予測機械である．このアーキテクチャでは，言語に代表される高次の認知表象も，知覚のような比較的低次の表象も同様の役割を果たす．そのため，二重過程理論の支持者たちが主張するように異なるアーキテクチャを措定する必要はない．代わりに一元的な，確率的表象を用いた階層的な予測誤差の最小化というメカニズムのみで，低次表象から高次表象に至る段階的な抽象化の側面を説明できる．以上のことから，PP は古典的計算主義，二重過程理論など，他のアーキテクチャよりも適した認知の説明理論だと言えるであろう．

参考文献

[1] Aizawa, K. K. (2012). *The Systematicity Arguments*. Boston, MA: Springer Science & Business Media.

[2] Bechtel, W., & Abrahamsen, A. (1991). *Connectionism and the Mind*. Wiley-Blackwell.

[3] Bermudez, J.-L. (2010). *Cognitive Science*. Cambridge University Press.

[4] Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, *36*(03), 181–204.

[5] Clark, A. (2013). The many faces of precision (Replies to commentaries on “Whatever next? Neural prediction, situated agents, and the future of cognitive science”. *Frontiers in Psychology*, *4*, 1–9.

[6] Clark, A. (2016). *Surfing Uncertainty*. Oxford University Press, USA.

[7] Doya, K. (2007). *Bayesian Brain*. MIT Press.

[8] Elman, J. L. (2014). Systematicity in the Lexicon. In P. Calvo & J. Symons (Eds.), *The Architecture of Cognition*. MIT Press. pp. 115-145.

[9] Evans, J. S. B. T. (2003). In two minds: Dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(10), 454–459.

[10] Evans, J. S. B. T. (2010). Intuition and Reasoning: A Dual-Process Perspective. *Psychological Inquiry*, *21*(4), 313–326.

[11] Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind*. MIT Press, 伊藤公一・伊藤笏康・信原幸弘（訳）(1985)．『精神のモジュール形式』．産業図書.

[12] Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. W. (1988). Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition*, *28*(1), 3–71.

[13] Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(2), 127–138.

[14] Friston, K. J., Daunizeau, J., Kilner, J., & Kiebel, S. J. (2010). Action and behavior: a free-energy formulation. *Biological Cybernetics*, *102*(3), 227–260.

[15] Gomila, A., Travieso, D., & Lobo, L. (2012). Wherein is Human Cognition Systematic? *Minds and Machines*, *22*(2), 101–115.

[16] Hermer, L., & Spelke, E. S. (1994). A geometric process for spatial reorientation in young children. *Nature, 370*, 57-59.

[17] Hermer-Vazquez, L. E. A. (1999). Sources of Flexibility in Human Cognition: Dual-Task Studies of Space and Language, *Cognitive Psychology*, *35*, 3–36.

[18] Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Penguin UK, 村井章子（訳）(2012)．『ファスト&スロー（上）』．『ファスト&スロー（下)』．早川書房.

[19] Karmiloff, K., & Karmiloff-Smith, A. (2009). *Pathways to Language*. Harvard University Press.

[20] Knill, D. C., & Pouget, A. (2004). The Bayesian brain: the role of uncertainty in neural coding and computation. *Trends in Neurosciences*, *27*(12), 712–719.

[21] Lupyan, G. (2015). Cognitive Penetrability of Perception in the Age of Prediction: Predictive Systems are Penetrable Systems. *Review of Philosophy and Psychology*, *6*(4), 547–569.

[22] Lupyan, G., & Clark, A. (2015). Words and the World: Predictive Coding and the Language-Perception-Cognition Interface. *Current Directions in Psychological Science*, *24*(4), 279–284.

[23] Lupyan, G., & Ward, E. J. (2013). Language can boost otherwise unseen objects into visual awareness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(35), 1–6.

[24] Martínez-Manrique, F. (2015). Systematicity and conceptual pluralism. In P. Calvo & J. Symons (Eds.), *The Architecture of Cognition*. MIT Press. pp. 1–28.

[25] McLaughlin, B. P. (2009). Systematicity redux. *Synthese*, *170*(2), 251–274.

[26] Miller, G. A. (2003). The cognitive revolution: a historical perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(3), 141–144.

[27] Mumford, D., & Lee, T. S. (2003). Hierarchical Bayesian inference in the visual cortex. *Josa A*, *20*(7), 1434–1448.

[28] Newell, A., & Simon, A. H. (1976). Completer Science as Emprical Inquiry: Symbols and Search. *Communications of the ACM*, 1–14.

[29] Penn, D. C., Holyoak, K. J., & Povinelli, D. J. (2008). Darwin's mistake: Explaining the discontinuity between human and nonhuman minds. *Behavioral and Brain Sciences*, *31*(02), 531–70.

[30] Ramsey, W. (2014). Systematicity and Architectural Pluralism. In P. Calvo & J. Symons (Eds.), *The Architecture of Cognition*. MIT Press. pp. 263-276.

[31] Rao, R. P. N., & Ballard, D. H. (1999). Predictive Coding in the Visual Cortex: a Functional Interpretation of Some Extra-classical Receptive-field Effects. *Nature Neuroscience*, *2*(1), 79–87.

[32] Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1986). *Parallel Distributed Processing Volume 2: Psychological and Biological Models*. MIT Press.

[33] Symons, J., & Calvo, P. (2014). Systematicity : An Overview. In P. Calvo & J. Symons (Eds.), *The Architecture of Cognition*. MIT Press. pp. 1–25.

[34] Travieso, D., Gomila, A., & Lobo, L. (2014). From Systematicity to Interactive Regularities. In P. Calvo & J. Symons (Eds.), *The Architecture of Cognition*. MIT Press. pp. 371-392.

[35] Wiese, W., & Metzinger, T. K. (2017). Vanilla PP for Philosophers: A Primer on Predictive Processing. (T. K. Metzinger & W. Wanja, Eds.) *PPP - Philosophy and Predictive Processing*. pp. 1–18. Johannes Gutenberg Universität Mainz.

「同じさ」の措定：圏論的観点から
Postulating Samenesses: A Category-theoretic Viewpoint

西郷　甲矢人 †
Hayato Saigo
† 長浜バイオ大学
Nagahama Institute of Bio-Science and Technology
h_saigoh@nagahama-i-bio.ac.jp

Abstract

This article presents a new category-theoretic viewpoint for postulating samenesses between different things. The fundamental hypothesis is that any kind of postulation of sameness is nothing but generation of natural transformations. Based on this hypothesis we propose a new general theory of analogy.

Keywords — Sameness, natural transformation, analogy

1. 序

あらゆる法則的認識の根底には、自明に異なる現象たちのあいだに何らかの「同じさ」を措定するというプロセスが欠かせない。この「同じさ」の措定に応じて、世界に法則が立ち現れるといってよい。

筆者自身はこのことを、量子論における「状態」概念の基礎づけ（小嶋泉氏・岡村和弥氏との共同研究に基づく）を通じて明確に認識した。しかし、この「同じさ」を措定するプロセスの構造を見極めることは、物理学にとどまらずあらゆる学問にとって、なかでも認識の根底をさぐろうとするあらゆる試みにとっても重要であろう。

本論文においては、この「同じさ」を措定することの構造を、現代数学において広く浸透し、かつその諸科学への応用が広がり続けている「圏論」の基礎概念を手がかりに探求する。ここでいう圏論の基礎概念とは、「圏」、「関手」、「自然変換」そして「関手圏」である。

圏とは、大まかにいえば、「対象」たちを連絡する合成可能な矢印＝「射」たちのなすネットワークである。対象は何らかの「現われ」を、射はそれらの現われのあいだの変換や過程などをあらわすと考えればよい。ひとつ圏が措定されるごとに、その圏における「可逆」な射で連絡しあう対象に対する同じさ（「同型」とよばれる）が定まる。自明に異なる現象のあいだに同じさを措定することの基本構造が、ここに照らし出される。

重要なことは、この圏の措定の仕方は一般に一意的でもなければ、最良のものが経験に先だって与えられるものでもない、ということである。むしろ、その多義性、またその共存、さらには圏どうしのあいだの連絡においてこそ、法則的認識が生き生きと働いているのである。

「同じ」対象ですら、別な圏の対象としてはまったく別の役割を果たしうる。また、二つの圏に属する「まったく同じでない」対象のあいだにも、圏と圏のあいだの連絡を通じて同じさが措定されうる。この「圏と圏のあいだの連絡」が、「関手」である。関手は非常に普遍的な概念であって、認識・表現・構成・モデル化・理論化などの言葉で言い表されるプロセスは、すべて関手の生成だと言えるほどである。関手を通じて、いわばひとつの圏が他の圏に映り込み、より一般的なかたちで、自明に異なる現象のあいだに同じさを措定することができるようになる。

ここでふたたび注意すべきことは、一般にこの関手の措定の仕方が一意的でもなければ、最良のものが経験に先だって与えられるのでもなく、多義性、共存が重要であり、それらを結びつけ、あるいは変化させるプロセスを関手のあいだの連絡＝「自然変換」としてとらえられるということである。こうして、関手を対象とし、自然変換を射とする圏＝「関手圏」の概念に至る。

この関手圏の射である自然変換を通じて、関手圏における同型が定まり、自明に異なる関手のあいだの同じさを措定することができるようになる。しかもこの自然変換の概念を通じ、これまで多様な局面やレベルに現れていた「同じさの措定」のあいだの同じさが、数学的に定式化できるようになったのである。

この自然変換の概念は、圏論の誕生以前には、明示的に定義することすらできなかった。それも、難解で

あるがゆえではなく、自明のうえにも自明であるがゆえにかえって見過ごされ、放置されていたのである。圏論的視座によって、いわばわれわれの向こう側ではなくむしろ手前にある暗がりが照らし出されるのである。

本論文の主題は、この圏論的視座の射程、とくに自然変換の概念の射程が、狭い意味の数学の枠組みにとどまらず、あらゆる「同じさ」の措定の諸相の多義性、共存における連絡を通じた、「同じさ」の措定のあいだの「同じさ」の措定、すなわち「同じさの措定」の一般構造を解明する手がかりであると提起することにある（全体として田口茂氏との進行中の共同研究に基づく）。また、この主題の具体的な展開として、「同じさ」の措定（発見／発明）である「比喩」の一般理論の枠組みを提示する（布山美慕氏・岡隆之介との進行中の共同研究に基づく）。

なお、本論文は、哲学や認知科学、意識研究の根本問題を圏論の枠組みに回収できると主張するものでもなければ、これらの分野における圏論の手軽な応用を提供しようとするものでもない。筆者が圏論的視座を提示する目的は、整理やエレガンスの追求ではなく、自明のうえにも自明であるがゆえに見逃されている、われわれの向こうではなくむしろ手前にある暗がりを照らし出すところにある。またすでに述べたように、以下の内容は様々な共同研究に基づくが、一貫した視座から明示するのは本論文が初めてであり、筆者個人がすべての責任を負う。

2. 「同じさ」の措定という問題

あらゆる法則的認識の根底には、自明に異なる現象たちのあいだに何らかの「同じさ」を措定するというプロセスが欠かせない。この「同じさ」の措定に応じて、世界に法則が立ち現れるといってよい。筆者自身はこのことを、量子論における「状態」概念の基礎づけ（小嶋泉氏・岡村和弥氏との共同研究に基づく）を通じて明確に認識した。

自明の上にも自明のことであるが、いかなる現象も、二度と繰り返すことはなく、また他の一切の現象とも同一ではない。そこに「法則」を見出そうとするのであれば、それら「自明に異なる」現象のあいだに何らかの「同じさ」を措定しなければならない。もしそうでなければ、「再現可能性」を論じることができないからである。

では、いかなる「同じさ」をおけばよいのか。古典物理学の理想においては、それは、その時点でのすべての物理量の「値」のリストが同じとき、同じとすればよいだろう、ということになる。完全に同じというわけには実際にはいかないものの、近似的に同じであることをもって「同じ」とすればよいはずであり、その近似はいくらでも高められると考えられた。コップの中の水のように、微視的に見れば膨大な物理量に着目せざるをえないだろうシステムであっても、巨視的に問題になる物理量たちに関しては、まったく問題なくこの考えを適用できると考えられた。

ところが、量子論の発見したことは、自然界にはそのような仕方では「同じさ」をとらえられない現象が山ほどあるということであった。すなわち、すべての（われわれにとって問題となる）物理量が「値」をもっている、と考えることのできない、根源的な不定性が存在するということである。これはわれわれが単に無能・無知であるということではなく、物理量があらかじめ古典的な意味での「値」をとるというのではなく、（環境との相互作用を通じて）値が「生じる」のであり、その生じ方は決定論的ではない、ということである[1]。

だからといって法則的認識が無効になるかといえばそうではなく、その系とそれを取り巻く環境の「関係」の在り方を通じて「同じさ」を措定することが可能である（たとえばある実験のプロトコルの「同じさ」を通じて）。この「同じさ」が措定されることで、確定した値をあらかじめ持たず、その値の取り方も決定論的ではない物理量に関しても期待値を確定することができるようになる。この、物理量に期待値を対応させる関数のことを「状態」と呼んでいる。この状態概念の自立こそが、量子論の偉大な革命の本質なのである。要するに、量子論を通じて得られた根本的な洞察は、

> 系と環境の関係の在り方のあいだの「同じさ」を措定するごとに、状態が定まる

ということなのである。この「同じさ」が変化すれば、状態が変化する。「同じさ」の基準を変えれば、「同じ系」に対して異なる状態が定まってもまったく問題はないのである。むしろ、いかにして適切な「同じさ」を措定するか、という、一般には唯一の正解をもたない問いが重要になってくるということなのである。

さて、ここまでは物理学（とくに量子論）の基礎問題の話であったが、この種の「同じさ」を措定するプロセスの構造を見極めることは、物理学にとどまらずあらゆる学問にとって重要である。たとえば、上記の「同じさ」の措定の問題は、実は量子論に限った話ではなく、統計学の根本問題でもある。わたしの「平均

[1] 正確には、「（よほど無理をしないかぎり）決定論的なモデルでは合理的な記述が不可能である（それどころか古典確率論ですら記述できない）現象が存在する」ということが示されている。

寿命」とは何か。わたしを「どのような集団の一員」とみなすかにより、結論は変わるだろう。通常この問題は「無知」に帰されることが多いが、そういう「逃げ」ができない点で、量子論が特に衝撃的であったということに過ぎない。

一般に、法則的認識の背後にはつねに、この「同じさ」の措定の問題が存在している。もちろん認知科学をはじめ、認識の根底をさぐろうとするあらゆる試みにとっても当然この問題は重要であろう。本論文においては、この「同じさ」を措定することの構造を、現代数学において広く浸透し、かつその諸科学への応用が広がり続けている「圏論」の基礎概念を手がかりに探求していく。次節では、その準備として、圏論の基礎概念を導入する。

3. 圏論の基礎概念

ここでいう圏論の基礎概念とは、「圏」、「関手」、「自然変換」そして「関手圏」である（より詳しいことについては、[2] などを参照のこと。本節の記述は、[3] に基づく）。

圏とは、大まかにいえば、「対象」たちを連絡する合成可能な矢印＝「射」たちのなすネットワークである。対象は何らかの「現われ」を、射はそれらの現われのあいだの変換や過程などをあらわすと考えればよい。

形式的には、**圏**とは、**対象**たちと、**射**たちからなるシステムであって、以下の条件をみたすもの、となる。その条件とは、との間の関係については、まず各射 f には、二つの対象 $\mathrm{dom}(f)$ と $\mathrm{cod}(f)$ とが対応付けられていて、それぞれ**域**、**余域**と呼ばれる。これらは同じものであっても良い。次に、各対象 X には、X を域とし、余域とするような特別な射 1_X が対応付けられており、X の**恒等射**と呼ばれる（これがどう「特別」かはあとでわかる）。

「射 f の域が X、余域が Y である」ということを

$$f : X \longrightarrow Y$$

あるいは

$$X \xrightarrow{f} Y$$

などと記し、こういった矢印を用いて組み上げられた表記を**図式**と呼ぶ。矢印の向きはべつに左から右と限る必要もなく、それが便利なら右から左へ書こうと、下から上に書こうと自由である。X の恒等射 1_X については、$1_X : X \longrightarrow X$ である。

さて次に、射 f, g で、$\mathrm{cod}(f) = \mathrm{dom}(g)$ となるものがあったとき、つまり

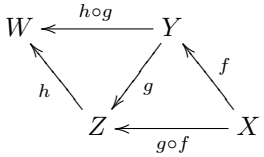
$$Z \xleftarrow{g} Y \xleftarrow{f} X$$

というような状況のとき、こういった f, g に対しては、これらの**合成**と呼ばれる射

$$Z \xleftarrow{g \circ f} X$$

が存在する。これらが満たすべき関係として、二つを要請する。

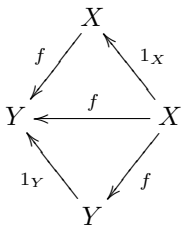
一つ目は**結合律**で、



というような状況のとき、X から W へ至る道筋は平行四辺形を上側から行く場合（$(h \circ g) \circ f$）と下から行く場合（$h \circ (g \circ f)$）との 2 種類が考えられるが、これらが射として同じものでなければならないという要請だる。つまり

$$(h \circ g) \circ f = h \circ (g \circ f)$$

ということだ。このように、図式内の対象から対象への道筋（つまり射の合成方法）が複数あるときに、結果が選び方によらない場合、その図式は**可換**であると呼ばれる。この概念を用いれば、二つ目の関係である**単位律**は、任意の射 $f : X \longrightarrow Y$ に対して、図式



が可換であることを要請するものとして述べられる。つまり

$$f \circ 1_X = f = 1_Y \circ f$$

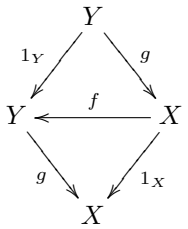
でなければならないというルールである。

まとめると、圏には「対象」と「射」とが備わっていて、これらは域、余域の概念を通じて関係しあっており、射には結合律をみたす合成という操作があり、対象には単位律をみたす恒等射が紐付けられている。

具体例は山ほどある。「集合」を対象とし「写像」を射とする圏や、「命題」を対象とし「証明」を射とする

圏などについて考えて見られたい。また、交通や代謝のネットワークを考えてみるのも面白いであろう。もちろんより数学的な例もそれこそ無限にある。圏の概念は、「掲げた公理をみたすものなら何でも良い」という数学的自由さの発露とでもいうべきものだ。

さて、圏が与えられると、その圏における「異なるものの間の同じさ」が、**同型射**（isomorphism）の概念によって与えられる。これは射 $f : X \longrightarrow Y$ で、図式



を可換にする射 $g : Y \longrightarrow X$ が存在するようなもののことである。式にすれば

$$g \circ f = 1_X,\ f \circ g = 1_Y$$

というような g となる。このとき X と Y とは**同型**であるといわれる。こういった g は各 f に対してただひとつ定まる [2] から f^{-1} と書き、f の**逆射**と呼ぶ。

同型なふたつの対象は、異なっているにも関わらず、「その圏において本質的に同じ」となる。なぜなら、同型射によってつながりあっているため、一方がある図式のなかで機能しているならば、他方もまた（同型射を通じて）まったく同様の図式のなかで機能することになるのである。たとえば、ものを数えるのに、おはじきを使おうが石ころを使おうが、かまわない（便利さは違うとしても）、というのはそういう事情による。

まとめると、ひとつ圏が措定されるごとに、その圏における「可逆」な射で連絡しあう対象に対する同じさ（「同型」とよばれる）が定まる、ということである。自明に異なる現象のあいだに同じさを措定することの基本構造が、ここに照らし出される。

ここで重要なことは、この圏の措定の仕方は一般に一意的でもなければ、最良のものが経験に先だって与えられるものでもない、ということである。むしろ、その多義性、またその共存、さらには圏どうしのあいだの連絡においてこそ、法則的認識が生き生きと働いているのである。「同じ」対象ですら、別な圏の対象としてはまったく別の役割を果たしうる。また、二つの圏に属する「まったく同じでない」対象のあいだにも、圏と圏のあいだの連絡を通じて同じさが措定されうる。この「圏と圏のあいだの連絡」が、「関手」である。

関手は、域、余域や結合法則を含めて一方の圏の射（および対象）を他方の圏の射（および対象）に対応させるものとして定義される：

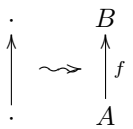
定義 1 圏 $\mathcal{C}$ の対象、射から圏 $\mathcal{D}$ の対象、射への対応 F が**関手**（*functor*）であるとは、以下の *3* 条件をみたすときにいう。

1. $\mathcal{C}$ の射 $f : X \longrightarrow Y$ を $\mathcal{D}$ の射 $F(f) : F(X) \longrightarrow F(Y)$ に対応させる。
2. $\mathcal{C}$ の各対象 X の恒等射 1_X について、$F(1_X) = 1_{F(X)}$ となる。
3. $\mathcal{C}$ の射 f, g の合成 $f \circ g$ について、$F(f \circ g) = F(f) \circ F(g)$ となる。

要するに、図式を図式に「きちんと」対応させるのが関手なのだといえる。手元にある図式と、「同じ形」のものを見付けるということである。もちろんここで「形」というのは、射たちがどんな風に合成されているか、ということも含めて考えている。

関手は非常に普遍的な概念であって、認識・表現・構成・モデル化・理論化などの言葉で言い表されるプロセスは、すべて関手の生成だと言えるほどである。関手を通じて、いわばひとつの圏が他の圏に映り込み、より一般的なかたちで、自明に異なる現象のあいだに同じさを措定することができるようになる。

ところで、図式をの構造を保つものとして関手を定義したが、「図式」それ自体すら関手とみなすことが可能である。関手が図式を同じ形のものに移すというのは定義の後に述べたとおりだが、これはつまり「図式の形」というものを圏論的に記述できる可能性を示唆しているわけである。たとえば、われわれは何度も「 $A \xrightarrow{f} B$ 」と書いてきたが、これは「2 つの対象を持ち、恒等射以外には一方の対象から他方への射が 1 つあるだけの圏」からの関手とみなすことができる。元の圏の対象や射の名前には興味がないから省略して描けば、「 $A \xrightarrow{f} B$ 」というのは



という関手のことである。形を区別するためには元の圏の名前が用いられる。圏 $\mathcal{C}$ における**型 $\mathcal{J}$ の図式**（diagram of type $\mathcal{J}$）といったら $\mathcal{J}$ から $\mathcal{C}$ への関手を指す。$\mathcal{J}$ としては、今のような単純な構造の圏が用いられることが多い。圏というとなんとなく大きな集

[2] 他に射 h が同じ条件をみたすものとすると

$$h = h \circ 1_Y = h \circ (f \circ g) = (h \circ f) \circ g = 1_X \circ g = g$$

となる。

まりのイメージばかり持たれることが多いが、、$\mathcal{J}$ のような「小さい」ものも圏である。三角形の図式をはじめ、より複雑な図式も、元の圏を変えて取り扱っていくことが可能である。

さて、ここから最も重要な概念を導入する。先ほど、関手の措定の仕方が一意的でもなければ、最良のものが経験に先だって与えられるのでもなく、多義性、共存が重要であると述べた。したがって、それらを結びつけ、あるいは変化させるプロセスを関手のあいだの連絡が重要になってくる。それが「自然変換」である。

われわれはこれまで、様々な概念が圏における図式としてとらえられるということを述べてきた。あえて言い切ってしまうなら、数学的な概念はある種の図式に対応する。また、その概念の「具体例」というのは、対応する図式の形を保ちながら、われわれがそれを「実現」する舞台となる圏に表現することだといえる。つまり、「抽象的」な圏から「具体的」な圏への関手だと考えられる。たとえば、抽象的な図式に対してそれを「実現」する集合や写像のネットワークを構成するというのは、抽象的な図式の圏から集合圏への関手を作るということに相当する。こうしていくと、面白いことに気付く。それは、関手のことを今までは圏の間の射として考えてきたけれども、見方を変えればそれ自体を「対象」と思えるということである。なにしろ、それは「具体例」（数学では「表現」とか「モデル」ともいう）に対応しているのだから。すると、その間の射とは何か、と考えたくなる。その答えが「自然変換」なのである。

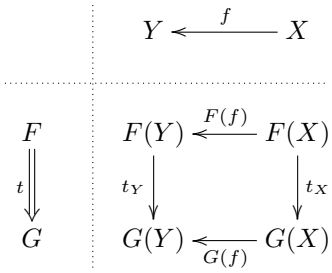
定義 2 F, G は圏 $\mathcal{C}$ から圏 $\mathcal{D}$ への関手とする。t が F から G への**自然変換**（*natural transformation*）であるとは、以下の *2* 条件をみたすときにいう。

1. t は、$\mathcal{C}$ の各対象 X に対して $\mathcal{D}$ の射 $t_X : F(X) \longrightarrow G(X)$ を対応させる [3]。
2. $\mathcal{C}$ の各射 $f : X \longrightarrow Y$ について、$F(X)$ から $G(Y)$ への射として

$$t_Y \circ F(f) = G(f) \circ t_X$$

が成り立つ。

自然変換をどう描くかについてはいくつか流儀があるが、ここでは $t : F \Longrightarrow G$ と表すことにする。2 つ目の条件については、次のように図示するとわかりやすいであろう。



右上が $\mathcal{C}$ での射、右下が $\mathcal{D}$ での射を表している。ここでは関手 F, G による f の 2 つの移り先と自然変換 $t : F \Longrightarrow G$ との関わりが描かれている。2 つ目の条件は、この四角形が可換であることを要請するものである。ようするに関手どうし、つまりは「具体例」どうしを関係付けているということになる。「本質」とは図式そのものだから、自然変換とは、この意味で「本質を保ちながら変換すること」だということになるのである。

こうして、「関手を対象とし、自然変換を射とする圏」を考えるにいたる。これを**関手圏**（functor category）と呼ぶ。図の左下はこの見方を示している。横方向の $\mathcal{C}$ での動きと縦方向の関手圏での動きとが合わさり、$\mathcal{D}$ での四角形が形成されているという覚えやすい構造になっている。関手圏が本当に圏であるかは、自然変換の合成がまた自然変換になっているということを確かめなければならないが、これは $\mathcal{D}$ での動きを見ればすぐにわかる。

この関手圏の射である自然変換を通じて、関手圏における同型が定まり、自明に異なる関手のあいだの同じさを措定することができるようになる。しかもこの自然変換の概念を通じ、これまで多様な局面やレベルに現れていた「同じさの措定」のあいだの同じさが、数学的に定式化できるようになったのである。

4. 「同じさ」の措定＝自然変換の創出

さて、以上の準備に基づいて、「同じさ」の措定に関する我々の作業仮説を提起する：

> 「同じさ」の措定とは、自然変換の創出である。

この作業仮説の（当面の）妥当性は、以下のように述べることができる。

まず、数学的概念の世界における「同じさ」としてもっとも代表的なものは、「準同型」の概念であることに注目しよう。一般に準同型の概念は、少なくとも形式的には「自然変換」としてとらえられることが知

[3] つまり自然変換は、そのそもそもの「身分」としては、対象から射への対応である。

られている[4]。このことは、次のように考えれば納得がいくであろう。

たとえば準同型のもっともやさしい例の一つは「対数関数」であろう。指数関数とは、一言にして言えば、「積を和に変換する」関数のことである。これにより乗法（掛け算）の世界と加法（足し算）の世界がつながることになる。それらは異なる世界ではあるものの、対数関数を通じてつながり、難しい積の計算をより易しい和の計算に帰着できる。すなわち、対数関数はこれらの自明に異なる世界のあいだに「同じさ」を措定する機能そのものなのである。（なお、実際には、対数関数は単に準同型であるばかりか、「逆」すなわち対数関数が存在するゆえに、「同型」でもある。）

この「積を和に変換する」というのは、「演算してから代入する」と「代入してから演算する」の可換性を意味している。自然変換の定義は、こうした「可換性」を見事にとらえているのである。これは単なる感覚的な言明ではなく、対数関数を、「二項演算」の概念を表す抽象的な図式を、掛け算世界に「実現」する関手とから、足し算世界に「実現」する関手への自然変換としてとらえることが可能であるが、まずは感覚的な理解をしていただければ、以後の議論には差しさわりがない。

もっとも重要なことは、

> 数学的な「同じさ」の措定は、自然変換の創出である

ということである[5]。

さて、以上のように、数学的な世界における「同じさ」の措定が自然変換としてとらえられることを論じてきたが、ここまでは完全に数学内部の議論であり、現代数学の「常識」に属する事柄ともいえる。

この「常識」を踏まえ、かつ、

> およそ学問的にとらえられうるものは、(たとえ素朴なものであろうとも) 何らかの数学的構造によって表現されるであろう

という、大胆に響くものの経験的には多くのひとびとに認められるであろう仮説と結びつけるならば、

> 同じさの措定に関する学問的研究においては、「そこにはどんな自然変換が生まれ働いているのか？」という問いが重要になる

という自然な発想にいたるであろう。

もちろん、形式的な言い換えは常に可能であるのだが、ここでわれわれが大胆に仮説しようというのは、

> 「同じさ」の措定が行われる「現実」の構造＝出来事そのものが、自然変換の創出なのではないか

ということなのである。この普遍的な仮説を、具体例において（やや実用主義的に）言い換えてみれば、

> 同じさを措定する認知過程の「実際のしくみ」が、なんらかの自然変換の創出そのものなのではないか

となる。

ここで「実際のしくみ」と言ったのは、同じさを措定する認知過程が、単に「自然変換としてきれいにかける」ということなのではなく（それだけならば示しやすいがつまらない)、たとえば我々の脳（より正確にいえば、環境ー脳ー身体という関係性の総体[6]）において現実に起こっている「同じさ」の措定過程が、自然変換の創出ではないのか、ということである。

あるいはまた、より工学的な観点から言い換えれば、「同じさ」の措定ができるシステムはつねに自然変換の創出を行っているしのではないか、ということになろう。また、自然変換の創出をデザインの原理とすることでより能力の高いシステムが創出できるのではないか、という提言にもつながる。さらには、そのシステム自体をひとつの関手とみなし、そのあいだの自然変換を通じて、「本質的に同じ」システムという概念を定義することも可能である。すなわち、同じさの措定のあいだの同じさの措定、という問題にもアプローチ可能になる。

われわれが本節の初めに述べた

> 「同じさ」の措定とは、自然変換の創出である

というスローガンは、以上のようなことを意味している。

---

[4]関手それ自体、圏の間の準同型であるから、この場合「自然変換」でなく「関手」というべきではないか？と思われるかもしれない。しかし、この場合にも問題はない。実は一般に、関手自身自然変換の特別な例と考えることが可能なのだ（「対象」を「恒等射」と同一視してよい、という理屈と同様。）。

[5]ここで、読者のなかには次の疑問を持たれるかたもあるであろう。

自然変換により同じさを措定するといっても、その定義自体、圏における射の等しさなしには定義できない。すなわち、あるレベルでの同じさはすでに前提されている。これは循環論法ではないか？

これについては、「確かに自然変換の定義には圏の射の等しさが前提されているが、それをもとにして異なるレベルでの新しい同じさが措定されるのだ」、と答えられる。つまり、より正確に言えば、

> すでに措定されたある数学的な「同じさ」をもとに新しい数学的な「同じさ」が措定される過程は、自然変換の創出としてとらえられる

というべきであろう。当然、前に掲げたより一般的なスローガン

> 「同じさ」の措定とは、自然変換の創出である

もまた、正確にはこうしたことを意味している。

[6]ここで、脳が媒介項としていることに注意。これは、進化的に見て脳は「目」が豊かになったものであるということを反映していると同時に、「意識」についての圏論的考察のためにも整合的なのである。これについては、ゲオルグ・ノルトフ氏らとの共同研究が進行中である。

自然変換の概念は、圏論の誕生以前には、明示的に定義することすらできなかった。それも、難解であるがゆえではなく、自明のうえにも自明であるがゆえにかえって見過ごされ、放置されていたのである。圏論的視座によって、いわばわれわれの向こう側ではなくむしろ手前にある暗がりが照らし出されたのである。本論文の主題はまさに、この圏論的視座の射程、とくに自然変換の概念の射程が、狭い意味の数学の枠組みにとどまらず、あらゆる同じさの諸相の多義性、共存における連絡を通じた、「同じさ」の措定のあいだの「同じさ」の措定、すなわち「同じさ」の措定の一般構造を解明する手がかりであると提起することにある。

5. 比喩の一般理論に向けて

この主題の具体的な展開として、「同じさ」の措定（発見／発明）である「比喩」の一般理論の枠組みを提示する（布山美慕氏との共同研究に基づく）。

比喩とは、まさに、自明に異なるもののあいだに「同じさ」を措定することで、気づいていなかったものごとに気がついたり、豊かなイメージを通じて深い意味付けを行えるようにすることである。

たとえば、原始仏典『スッタ・ニパータ』は次の有名な詩句から始まる [1]：

> 蛇の毒が広がるのを、薬草によって抑えるように、わき上がる怒りを抑える比丘は、こちらの岸（この世）とあちらの岸（かの世）をともに捨てる。あたかも、蛇が、老朽の古い皮を脱ぎ捨てるように。（石飛道子訳）

比丘（修行者）の生き方を説いたこの詩句は、「蛇」やそれと密接な連想関係にある諸形象のネットワークを巧みに用いた比喩からなっている。

蛇という形象は単独で真空中に浮かんでいるのではなく、毒や、蛇にかまれた人、恐怖、麻痺、死、といった形象、藪、不可視、突然さ、などの形象への連想も働くであろう。また、蛇の脱皮、そのぬめりとした感覚、脱皮したばかりの蛇の清潔さ、困難な道、くねくねと進む姿、などにもつながっている。そしてまた、文化によっては、「智慧」への連想も働くかもしれない[7]。こうした「蛇」の周縁の諸形象のネットワークがあって初めて、豊かなイメージが喚起され、それを通じて深い意味づけが可能になるのである。

蛇の毒という言葉が喚起する、＜蛇の毒が広がるのを、薬草によって抑える＞「ように」＜わき上がる怒りを抑える＞、というこの「ように」を通じて、広がる蛇の毒を抑えることとわき上がる怒りを抑えること、が結びつく。それにより、「蛇の毒」と「怒り」の間に、強い連想関係が創出される。すると、言葉に直接に書かれていない形象も含めて、諸形象がつながりはじめる。たとえば、蛇の毒のもたらす「麻痺」は、怒りでいえば何にあたるだろうか。それは、理性が失われることかもしれない。そのような連想が働くならば、コブラの毒は神経毒であり、麻痺の広がるさまと怒りにより理性が失われていくさまが二重写しになるであろう。それは「死」につながる。蛇の毒が生命を奪うように、怒りが修行者の人格を奪う。そうならないためには、「一刻を争う」。怒りを抑えるには、スピードが重要ということか … 。という風に、一瞬のうちに、「蛇の毒」を中心としたネットワークが、「怒り」を中心としたネットワークにつながり始めるであろう。そして、「怒り」の本性である、まさにその危険性や、「早めの処置が肝要」といったことが、すさまじい実感をもって、体得されうるのである。

そしてまた同時に、では、怒りに対する「蛇の毒に対する薬草」にあたるものは何だろうか？という思考も喚起するだろう。その「薬草」によって怒りを抑えるならば、＜あたかも蛇が、老朽の古い皮を脱ぎ捨てる＞「ように」、修行者は「修行者にとっての『蛇にとっての老朽の古い皮』」にあたる「何か」を脱ぎ捨てて、困難な道をも進んでいけるのであろう。… ではその「怒りに対する『蛇の毒に対する薬草』にあたるもの」とは、「修行者にとっての『蛇にとっての老朽の古い皮』にあたるもの」とは、何だろうか？といった深い思索に導くのである。

さて、これらすべてのことが、いったいどのような仕組みによって、可能になっているのだろうか？われわれは、ここに「自然変換の創出としての『同じさ』の措定」が生き生きと働いていることを指摘したい。

意識のうちに生じては消える形象を対象とし、その連想関係を射とする圏を考えよう。これを $\mathcal{C}$ とする。ほんとうは、この $\mathcal{C}$ は刻々と変容しているのであるが、簡単のためにひとつの文字で表す。さて、この $\mathcal{C}$ において、「蛇の毒」という形象が生ずる。これを簡単のため A と置こう。これらは、単独に真空中に浮かんでいるのではなく、この A につながる $\mathcal{C}$ 内の諸形象のネットワークとともにある。一方、「怒り」の形象を B とするならば、これはこれで、$\mathcal{C}$ 内の多くの形象と連想関係にある。さて、「ように」という語によって、この B から A への連想関係（「$B \to A$」）が形成されると、何が起こるのだろうか。

ここで、実は「余スライス圏」という概念を用いれ

[7] インドにおいて「蛇」を意味する「ナーガ」は、まさに智慧を追求するものの象徴でもあるとのことである（石飛道子氏のご教示による）。ナーガールジュナ（龍樹）の「ナーガ」である。

ば、この状況の分析がクリアになる。たとえば、「蛇の毒に対する薬草」というのをどう表現するか。この表現の仕方は多々ありうるだろうが、もっとも素朴には、蛇の毒 A から薬草 a への（ある種の）連想関係＝「射 $A \to a$」そのものによって表せばよいであろう。一般に、「X からの射 $X \to x$」たちを用いて、「X に対する x」であるとか、「X にとっての x」というものを表現できるだろう[8]。

さてすると、このような、「X からの射 $X \to x$」たちを「対象」とし、その間の関係（つまり可換な図式）を「射」とする圏 $X/\mathcal{C}$ というのを考えることができるようになる。こういった圏を余スライス圏と呼んでいる[9]。これは $\mathcal{C}$ から作られるが、$\mathcal{C}$ そのものでもその単なる一部分でもない。まさに X を中心とする、「X に対する何か」の形象のネットワークとなっている。いわば、形象 X の「意味」を表現する圏といえよう。各形象はこのようにして、形象の宇宙における意味の銀河をまとっているのである。

さて、話を元に戻す。「蛇の毒」から「怒り」への $\mathcal{C}$ における射 $f : B \to A$ が、「ように」によって創出されたとしよう。このとき、この射からは、対応する $A/\mathcal{C}$ から $B/\mathcal{C}$ への関手 $() \circ f$ が形成される。これは、f を合成する、という操作によって与えられる。つまり、日常語でいえば、「蛇の毒にとっての a」に対し、「怒りに対する『蛇の毒に対する a』」を「考える」という操作である。

この関手は、数学的に自動的に生成される。つまり、いつでも、「怒りに対する『蛇の毒に対する a』」に「あたる何か」という抽象的なものを「考える」ことはできるだろう。しかし問題は、そのような「何か」を、「怒り」をとりまく「具体的な何か」に結び付けられるか、どうかである。そのような結びつきが可能になったとき、$A/\mathcal{C}$（の一部）から $B/\mathcal{C}$（の一部）への新しい関手が創出されるのであり、その結びつき自体は、$() \circ f$ からこの新しい関手への自然変換そのものなのである。

日常語でいえば、たとえば、「怒りに対する『蛇の毒に対する薬草』」に、なにか具体的なものをつなげてみる、という操作である。この「なにか具体的なもの」は、何も一意的に定まるものではないだろう。ある人は、「そういう怒りを感じている自分を冷静に観察すること」をつなげるだろうし、ある人は「みんなどうせ死んでしまうのだから」と思うことで怒りを抑えるかもしれない。あるいは、そういうブッダの言葉じたいを心に呟くことを「薬草」とするひともあるかもしれない。なぜこれらにつながるか、というのは、決して完全に無作為につながるのではなく、「つながりやすさ」の傾向は確実にあるものの（そしてその傾向をいかに記述するかが大きな課題であるものの）、「答えは決して一意的ではない」ということを強調したい。「唯一の正解」はないのである。なにが「薬草」にふさわしいかは、各人が経験的にあてはめるしかないのであるし、人によって、場合によって異なるはずなのだ。そして、一つに決める必要があるものでもない。それらの非一意性、共存、こそが豊かさにもなりうるのだ。同様に、「修行者にとっての『蛇にとっての老朽の古い皮』にあたるもの」は何かと様々な角度から考えてみるならば、ここでもまた数多くの深い思索が生まれるに違いない。

まさにこのように、われわれは、比喩という「同じさ」の措定において、自然変換（そしてそれを「自然にする」新しい関手）を刻々と創出しているのであり、そうであるがゆえに、ごくわずかな言葉によって、＜あたかも蛇が、老朽の古い皮を脱ぎ捨てる＞「ように」新しく生きなおすことすらあるのである。

本節においては、原始仏典を例にとったが、このようなダイナミックな分析を待っている比喩が世界には限りなく存在するだろう。これらの比喩は、単に「共通の属性」を発見するといった、高校の数学で習う「集合と論理」のような静的な「論理」ではなく、きわめてネットワーク的な論理＝圏論的な「論理」によってこそ十全に解き明かされるのではないか。われわれはこの大きな期待のもとに、圏論的な「比喩の一般理論」を創出しようと試みているのである。

6. 結語

本論文においては、圏論の基本概念をもとに、

「同じさ」の措定とは、自然変換の創出である

というスローガンを提起し、その具体的な適応の可能性を素描してきた。

実をいえば、この「創出」を十全な形で数学的に書き下すためには、圏・関手・自然変換の「不定化」が必要になる。すなわち、閉じて確定した自然変換ではなく、ゆらぎながら生成し消滅し、あるいは進化をとげていくような自然変換の概念を導入する必要がある。そのために、われわれは「不定自然変換理論 (Theory of Indeterminate Natural Transformations, TINTs)」

[8] 射の向きが逆のほうがよい、と考える読者もいるであろう。そうかもしれない。いずれにしても、矢印には一応何らかの基準で向きをつけていたほうが、一般的な局面に適用可能なので、そのようにとっておく。もちろん、両方向に矢印があることも多々あるわけだが。

[9] 名前に意味はない。数学者を代表して、お詫び申し上げる。

と称する枠組みを創出したうえで、それを比喩の理論に適用しようとしている（布山美慕氏・岡隆之介氏との進行中の共同研究）。そのひとつの目標は、「不定化された圏論」を基盤にして、ある条件のもとではそれを「確率的」モデルに変換でき、定量的な解析にもつなげられることを示すことである。これはまさに手探りの試みであって、今後の研究課題は極めて多い。興味をお持ちの方々との協働を心から希求するものである。

序文においても述べた通り、本論文は、哲学や認知科学の根本問題を圏論の枠組みに回収できると主張するものでもなければ、これらの分野における圏論の手軽な応用を提供しようとするものでもなかった。筆者が圏論的視座を提示する目的は、整理やエレガンスの追求ではなく、自明のうえにも自明であるがゆえに見逃されている、われわれの向こうではなくむしろ手前にある暗がりを照らし出すところにある。

> 「同じさ」の措定とは、自然変換の創出である

というわれわれの作業仮説が、その「手前にある暗がり」を照らし出す一助となれば幸いである。

参考文献

[1] 石飛道子訳,“蛇経”, http://manikana.la.coocan.jp/canon/uraga.html
[2] S. Mac Lane, （1998）“Categories for the working mathematician” Graduate texts in Mathematics, Vol. 5(2nd ed.), Springer. （邦訳：“圏論の基礎” 三好博之, 高木理共訳, 丸善出版.）
[3] 西郷甲矢人・能美十三, (2017) “しゃべくり線型代数”, 現代数学, 4月号および8月号.

〈差異〉によって〈同じさ〉を定義する――現象学的考察
Defining Sameness by Difference: A Phenomenological Investigation

田口　茂†
Shigeru Taguchi
†北海道大学
Hokkaido University
tag@let.hokudai.ac.jp

Abstract

The aim of this article is to propose a universal method to fundamentally understand what "sameness" means, and how it is possible to subsist. We could not perceive anything if there were no difference at all in our experience. Our experience of the same thing is essentially mediated by multiple differences. Given that differences are ubiquitous and fundamental, "sameness" can be interpreted as "nulled difference." To perceive something as a same thing means that in our experience, there occur counteractions to certain differences. The same is the effect of such counteractions to differences, which makes a contrast with straightforward differences. This contrast — which is a sort of difference again — distinguishes the same from its background differences. Accordingly, I claim that sameness can be defined by (and reduced to) difference. To support this claim, I refer to empirical experimental knowledge concerning fixational eye movement, vision of toads, neural adaptation, and the nature of neuron.

Keywords — sameness, identity, difference, phenomenology, fixational eye movement, vision, neuron

1. 序

本稿では、人間の経験にとって「同じさ」がどのように与えられるかを、できるだけ一般性の高い仕方で論じてみたい。人間以外の生物の経験にも、かなりの程度当てはまるくらいの一般性を目指しているが、基本的には、人間経験の現象学的分析によって到達可能な知見をベースに記述するつもりである。以下の議論の中心を成すのは、哲学的・現象学的な経験分析を通して、「同じさ」を「差異」によって定義するという試みであるが、われわれの経験にとっては「差異」こそが基本的であるというテーゼが、単に思弁的で恣意的な主張でないことを示すために、いくつかの経験的・実験的知見をも取り上げることにしたい。

以下の考察は、基本的にE・フッサール（1859-1938）[1][2]の現象学を背景としているが、「同一性」をめぐるG・W・F・ヘーゲル（1770-1831）の思弁的思考[3][4]や、「差異を生み出す差異」というG・ベイトソン（1904-1980）の「情報」の概念[5]からも示唆を受けている。フッサールの「受動的総合」の理論には若干立ち入るが、ヘーゲルとベイトソンの理論に詳しく立ち入ることはしない。むしろ、両者の包括的な理論的枠組みを前提しなくても理解できるような、よりシンプルで普遍的な議論の運びを心がけたい。これらの論者の思考方法から学びながら、「同じさ」とは何を意味し、いかに存立しているのかを、できるだけ基本的かつ一般性の高い仕方で考える方法を提案することが本考察の目的である。

2. 「同じもの」は、全き差異と全き同一性の間にある

通常われわれは、「世界の中には〈同じもの〉がたくさんある」と考えている。われわれが世界内で出会うたくさんの対象（object）は、いずれも「同じもの」として捉えられている。眼の前にある一冊の本は、一つの「同じもの」である。机も、椅子も、それらが置かれている部屋も「同じもの」である。これらの「同じもの」は、世界の中に端的に成り立っているように見える。つまり、世界の中にある「同じもの」としての対象（object）から出発して、世界を記述することができるように思われる。だとすると、「同じもの」は、われわれの経験にとって、世界の最も基本的な構成要素なのであろうか。われわれの経験がまず第一に捉えるのは、「同じさ」なのであろうか。

経験にとって最も基本的なのは「同じさ」であるとするこのような考え方から、以下では批判的に距離をとることを試みたい。そのためにまず、次のような思考実験から出発したい。

（1）まず、何一つ異なるものがなく、一切が同一であったらどうであろうか。

そこでは経験は無意味となるだろう。たとえば、宇宙全体が白一色であったら、視覚的情報はゼロになる。白を白以外から区別することもできないから、「白」という情報すら意味を失う。同じことが、聴覚、触覚などすべての感覚に関して妥当する。ベイトソンが言うように、「差異のないところに知覚は生じない。情報を

受けとるということは、すべからく差異の知らせを受けとるということである」[5]。

（2）逆に、何一つ同じものがなく、一切が異なっていたら、どうであろうか。この場合、われわれはまず、何一つ記述することも表現することもできない。言葉は、多数のものに共通にあてはまる。つまり、差異を乗り越え、差異を一定の仕方で無視している。一切が完全に差異的である場合、そこでは何一つ共通のものを見つけることができず、何一つ名づけることも記述することもできない。

単に言語で表現できないだけではない。一切が差異的であったら、われわれは何一つ知覚することも認知することもできないだろう。われわれの知覚や認知は、現象の中にある何らかの共通性に着目してなされていると考えられるからである。

このような思考実験からわかることは、「経験的に何かをつかむということは、完全な同一性と完全な差異の中間で起こる」ということである。一切が同じなら、経験的に何かをつかむこと（知覚や認知）は不可能である。一切が異なっていても、それは不可能である。知覚や認知が可能であるのは、「同じである」ということと、「異なっている」ということとが、何らかの仕方で組み合わさっている場合である。

3. 「同じもの」は差異によって定義されている

以上では、極端な状況を仮想的に想定する思考実験から考えてみたが、次に現実のわれわれの経験に目を向けてみよう。

われわれの経験に与えられるものは、絶えず変動している。いつまでも「同じ」にとどまるものはほぼないといってよい。同じ物体があっても、われわれは同じ物体を同じように見続けるということはない。われわれの視線や注意は次々に移り変わり、経験は変動していく。この意味では、われわれの経験は差異をベースとして成り立っていると言った方がよい。経験はつねに動いている。「同じもの」はむしろ稀なのである。

それでは、そのように変動する経験の中で、「同じもの」はどのように現われてくるのだろうか。「同じもの」が際立つとは、どのような事態なのであろうか。

すでに思考実験によって見たように、まったく変化も差異もない感覚を与えられたら、「同じもの」が際立つという事態は生じない。「同じもの」が際立つのは、「同じもの」が「同じでないもの」に対して際立つときである。赤い家が「同じもの」として際立つとき、それは、赤とは異なる緑の草原に対して際立っている。そこでは、「同じもの」と「同じでないもの」がコントラストを成している。ところで、コントラストとは、「差異」の一種である。こう考えるなら、「同じもの」を「同じもの」として際立たせているのは、コントラストとしての「差異」であると言ってもよいであろう。「同じもの」の現われは、この「差異」に依存している。

ここから、「同じものは差異によって定義されている」と言うことができる。およそ「同じもの」が際立つものであるかぎり、「同じもの」は他から区別されているのであり、この区別、すなわち「差異」こそが、「同じもの」を定義しているのである。

以下では、このテーゼを幾つかの仕方で論証していくことにしたい。

4. 差異のゼロ状態としての同じさ――フッサールの連合論から出発して

「差異が同じものを定義している」という点をもっと具体的に考察するために、フッサールによる「連合」（Assoziation, association）現象の分析を引き合いに出してみたい [1] [2]。

視覚野の中に、赤い円と赤い三角形が見えてきたとする。背景は絶えず変移する雑多な差異から成り立っているとする。このとき、二つの赤い図形は、互いに「似ている」ものとして結びつく。しかし、それらの図形は、互いに視覚野の中での位置を異にしている。位置の差異は厳然として残る。また、二つの図形の形も異なる。以上より、二つの図形が異なることははっきりしている。しかし、その上でなお、「赤」という観点からするならば、それらを「同じ」ものと見ることができる。ここでは、「赤」という点で二つの図形が結びつき重ね合わされるという「合致」（Deckung, coinciding）の現象と、その他の点で二つの図形が「コントラスト」を成すという現象とが、同時に起こっている。

ここでさらに、同じ赤色の「合致」という現象を解釈してみたい。二つの図形は、本来自明に異なる。この異なる図形の間に、「赤」の一致の現象が起こる。このとき、「赤」という点においてだけ、「差異がゼロになっている」と考えることもできる。両図形の間には様々な差異があるが、赤という色についてだけは、この差異は「ゼロ」という極限値をとるのである。こう

考えれば、差異と同じさを連続的に捉えることができる。

完全な「同じさ」と全くの「無関係」とを二つの極限として、それらの間には、様々な程度の差異が観察されうる。「様々な程度の差異」とは、別の言い方をすれば、「様々な程度の類似」でもある。「いくらか違っていて、いくらか同じである」というのが「類似」（Ähnlichkeit, similarity）であるとすると、この「類似」の極限として、「差異のゼロ状態」としての「同じさ」があると考えることができる。

フッサールは類似性の程度について語り、類似の極限に「同じさ」（同等性 Gleichheit）があると考えているが、われわれはこの「同じさ」を差異の方から解釈し、「差異のゼロ状態」として解釈したいのである。（ちなみにフッサールは、このような差異論的解釈を徹底してはいない。）

5. 同じさを差異へと還元する――差異の無化

こうして、「同じさ」と呼ばれる現象を、「差異」ベースの語彙によって言い換えていく可能性が開かれてくる。もっと極端に言えば、「同じさ」を「差異」へと還元することが可能なのではないか。

通常われわれは、「同じもの」が端的に与えられていると考えている。このような一見「自明」とも見える見方に対するアンチテーゼをここで唱えることが可能となる。「同じもの」を端的な所与と見なすのをやめ、「差異」に対する一種の反作用（counteraction）によって、「同じさ」を定義する可能性が開かれてくるのである。すなわち、「同じさ」とは、「差異」が一定の仕方で無化（あるいは相殺）された状態を指している。その場合でも、「同じ」とされるものは様々な仕方で差異を含んでいるのであるが、その中に、差異があることを前提として、一定の差異だけをゼロ化する働きがありうる。たとえば、二つのものの位置や形や大きさは異なるが、色の点では差異がゼロ化されるということが可能である。

これに対して、以下のような反論がありうるかもしれない。「二つのものではなく、ただ一つのものなら、位置さえ異ならない。それは自己同一的なものである。これは差異に還元できない」という反論である。「あるものがそれ自身と同一である」ということは、差異と無関係に成り立っている、というのである。「一つの同じもの」は、なるほど位置の違いは含まない。しかし、その「同じもの」は自らの内に**時間的**差異を含んでいる。今の瞬間と、次の瞬間と、その次の瞬間と……といった異なる複数の瞬間にわたって、それは（形、色など）何らかの点で「差異を無化している」。だから、通時的に「同じもの」と見なされうるのである。

たとえば、赤いボールを見ているとしよう。$t_1, t_2, t_3, \ldots$と時間が進んでいくなかで、色の点では、いずれも「赤」が与えられる。それらは、あたかも時間的差異がなかったかのように、一つに重なり合う。形（球形）についても、同じことが言える。このような仕方で、時間的差異にもかかわらず、われわれは「同じボール」を知覚することになる。しかし、この「同じさ」とは、時間的差異が絶えず累積するなかで、形や色など一定の点で「差異が無化される」という出来事を意味しているのである。

（これに対してさらに、時間的差異さえもたない「点」のようなものはどうか、それは差異と無関係な「同じもの」と見なせるのではないか、という反問がありうるかもしれない。しかし、空間的延長も時間的延長ももたないような点は、一種の極限理念であって、実在的な同一者と見なすことはできないだろう。それもまた、われわれが具体的に経験している差異から出発して、それを一方向に極限化した「差異のゼロ状態」として、差異のタームで記述することができる。）

以上のように考えるならば、質的同一性（qualitative identity）も、数的同一性（numerical identity, すなわち自己同一性）も、差異をベースとして記述されうる。質的同一性は、多数の異なったものたちの間に成り立つ、部分的な「差異の無化」という現象を意味している。数的同一性は、それ自身との同一性だが、これは時間的な差異の無化と考えることができる。

さらに、第３節で述べたように、同一的なものが同一者として「際立つ」際には、「他のものに対して際立つ」のであって、その際立ちは他のものとの差異によって成り立っている。変化する背景の中で、赤いボールが同じものとして際立っている場合、その際立ちの現象は、〈差異〉（背景）と〈差異の無化〉（同一者）との間のコントラスト（これも一種の差異である）と見なすことができる。

このように、われわれが「同じもの」を「同じもの」として捉えるということは、多様な仕方で展開する差異の中で、一定の差異が無化され、この〈差異の無化〉が、同時に多様な差異との間にコントラストを形成するということ、そのような「差異の運動」として理解

することができるのである。

6. 「同じもの」を差異の出来事として理解する

このように、時間的観点を導入するならば、「同じもの」とは、端的に、固定的に、実体的に与えられているものではなく、一つの「出来事」であると考えることができる。

時間は一瞬もとどまることがない。時間は流れ続けている。(これを絶えざる「ずれ」の生起と考えることもできる。)その中で、ある瞬間と、次の瞬間との間に生じる何らかの差異を、無化する働きが生じうる。時間が流れてゆくにもかかわらず、その中に「同じ」一つのものが現われるという場合、時間的には異なる二つの契機が、内容的には「同じ」であると見なされている。そこでは、時間がいくら異なっても、内容に差異が見られないことから、何らかの契機が「時間を超えた」契機として浮かび上がっているのである。つまりそれは、時間というパラメータが特に意味をなさない契機、時間の変化に対して対応する変化を一切示さない契機であるといえる。(田口 (2014) 第三章の「本質」論を参照[6]。)

時間が流れるにつれ、ある時点におけるある契機 P_1 は、別の時点における特定の契機 P_2, P_3 等々と重なり合い、それらの差異は無化される。他方、その他の契機に関しては、時点ごとに内容が異なっており、それらの時間に応じた差異は無化されない。これにより、P_1 - P_2 - P_3 - … という、差異が無化され一つに重なり合う系列と、多様な差異が次々に継起していくその他の諸契機とがコントラストを成すようになる。こうして、「同じもの」が際立つと言われる事態が生じる。

しかし、もし時間が流れなかったらどうなるか。この場合、瞬間の中に無数の感覚の断片が並列しているだけであり、その中で、ある契機 P は諸々の差異の中に埋め込まれ、その中に紛れており、際立つことはできないだろう。それを他の契機から峻別する理由はない。そこにはコントラストがない。したがってそこには、経験や認知にとっての「同じもの」は存在しない。「同じもの」は、時間が流れることによって、「差異のゼロ化」と「差異の重層化」とが互いにコントラストを成すことによって、はじめて現われてくるのである。

このように、少なくともわれわれの経験にとっては、「同じものがある」という事態は、時間が流れることによってはじめて成り立つのであり、時間的差異によって媒介されている。「同じもの」とは、時間的流動の中に現われる一つの「形」にほかならない。差異の運動こそが、「同じもの」を「同じもの」たらしめているのである。

7. 「差異」テーゼの経験的論証

以上の考察は、単に抽象的で思弁的な概念操作にすぎないと思われるかもしれない。そこで、「同じさを差異へと還元する」ということが、リアリスティックな経験的現実の記述になりうるということを示すために、いくつかの経験的事実を援用してみたい。

7.1 固視微動と静止網膜像

まず、ここで展開してきた「差異」をベースとした経験の見方に対して、以下のような素朴な疑問がありうるだろう。すなわち、われわれがまず第一に経験しているのは、「同じもの」としての「静止したもの」ではないのか? 多くの状況において、周囲を見回してみると、大地、風景、部屋などは静止しており、その中に存在する事物も大部分は静止している。経験にとっては、動かず静止している「同じもの」がやはり基本であって、変化するもの(絶えず差異を生み出すもの)を特殊な例外として考えた方がよいのではないか?

このような疑問に対し、「固視微動」(fixational eye movement) という現象を取り上げることができる。われわれの眼球は、同じものを凝視しているときにも、絶えずわずかに振動している[7]。この振動がなければ、われわれはものを見ることはできない。このことは、この眼球の振動を特殊な機器によって相殺し、いわゆる「静止網膜像」(stabilized retinal image) を作り出す実験によって示すことができる[7][8][9]。特殊な機器によって、眼球が動いても、網膜に対してつねに同じ刺激が与えられるようにすると、われわれは視覚経験を失う。眼球運動が相殺されると、何も見えなくなるのである。ちなみに、ごく短い刺激 (500ms 程度) に対しても、眼球運動がなくなると視覚的能力は著しく減退する [10]。

この事実は、われわれの視覚経験にとって、「差異」が根本的な役割を果たしていることを示している。眼球運動などによって視覚像の「ずれ」が生み出されないかぎり、われわれは視覚経験をもつことができない。この「ずれ」は、対象の運動や、頭部や身体全体の運動などによってももたらされる。眼球を動かすことのできない患者は、頭部の微妙な動きによって眼球運動

（サッカード）によるのと同様の網膜像の「ずれ」を生み出し、それによってほぼ正常な視覚を実現することができることが報告されている[7][11]。これらの事実からするなら、われわれが視覚によって何かをつかむために必要なのは、固定的で同一的な刺激が与えられることではなく、何らかの仕方で、刻一刻異なる刺激が与えられることであると言える。いいかえれば、同一性ではなく、差異こそがわれわれにとって視覚を可能にしているのである。静止しているように見える風景も、実は絶えず細かい差異が生み出されることによって、はじめて見えるようになっている。

このことは、人間のみに限られたことではない。サル、ネコ、ウサギ、カメ、フクロウなどの動物においても、対象を凝視する際に網膜像の変動が生み出されていることが知られている[10]。さらに、差異が視覚を可能にしているということは、哺乳類や鳥類のような高度に発達した視覚システムをもった生物ばかりでなく、カエルのような比較的単純な視覚システムしかもたない生物に関してもあてはまる。

7.2 カエルの視覚における「差異」

カエルの眼はほとんど動かず、頭部も独立して動くことはない。それゆえ、カエルは静止した対象に関して正確な視覚をもたないと考えられる。カエルは、ハエなどの小動物を捕食するが、静止した獲物に対しては反応せず、獲物が動き出した途端に、舌を伸ばして獲物を捕獲する。ここから、カエルは「同じもの」としての対象に対してではなく、眼前に生み出された「差異」に対してのみ反応していると解釈できる。

このことは、以下のような実験によって明確化できる[12]。カエルの身体と、獲物（実際には獲物に似た対象）と、背景とを独立に動かせるような装置をつくる。背景に模様がない場合（真っ白な背景の場合）、カエルの身体と獲物を一緒に動かし、両者の相対運動をゼロにすると、カエルは舌を伸ばさない。これに対し、獲物を静止させたままでカエルを動かしても、カエルを静止させたままで獲物を動かしても、カエルは舌を伸ばして獲物をとる[12][13]。つまり、この場合決定的なのは、カエルの網膜において生み出された対象像の動き、ないしズレのみである。ここでは、絶対的に同一の固定点は必要ない。相対運動、すなわち「差異」こそが重要なのである。

さらに、カエルの視野の大部分を占める背景に模様がある場合、背景と獲物が身体に対して一体となって（同じ方向に、同じスピードで）動く場合も、捕食行動は起こらない[12][13]。つまり、獲物と背景とのズレがない場合、カエルの身体に対して獲物が動いていても、捕食行動は起こらない。背景に対して獲物が十分な速さで動く場合にのみ、捕食行動が見られた[12]。ここでも、対象の絶対運動ではなく、背景との「差異」こそが決定的であることがわかる。

カエルが自ら歩いて（身体を動かして）静止した獲物に近づく場合も、かなりの割合で捕食行動が起こる。その場合、捕食行動（スナッピング）に先立って、頭を持ち上げてまたちょっと下げる動きが見られた[13]。この運動によって網膜像に差異が生み出されていると考えられる。

これらの実験的知見は、いずれもカエルの補食行動にとって「差異」こそが重要であるということを示している。カエルがどのような主観的経験をしているかはわからないが、「差異がない」状況で、獲物を知覚しながら一貫してそれを無視しているということは考えづらいから、その場合カエルにとって獲物は「見えていない」と考えてよいだろう。獲物に向かって舌を伸ばすという行動が「見えた」結果だとするなら、カエルもまた――哺乳類同様――「差異」によってこそものを見ることができると言える。視覚によってカエルが検出しているのは、「同一性」ではなく「差異」なのである。

7.3 神経順応――新しさの検出

視覚において、「差異」が決定的な役割を果たしているということ、単なる（差異によって媒介されない）「同一性」はむしろ視覚を消失させることを論じてきた。同じことは、神経順応（neural adaptation）の現象を考えるなら、あらゆる感覚に妥当する。いままでと異なる臭いを感知したとき、われわれの嗅覚はすぐに反応する。しかし、しばらく同じ臭いの部屋の中にいると、多くの場合すぐに臭いを感じなくなってくる。あるいは、新たな音が鳴り始めるとわれわれはすぐに気づくが、同じ音が鳴り続けていると、次第に気にならなくなる。さらに、衣服や靴はつねに触覚を刺激しているはずだが、じっとしているとそれを感じることはない。身体を動かしたり、靴の中で足の指を動かしたりすれば、すぐにそれらを再び感じることができる。味覚に関しても、自分の唾液の味は感じないが、口の中で出血があると、すぐに血液の味に気づく。

このように、われわれにとって知覚的に経験される

のは第一に「差異」であって、差異を欠いた「同じもの」は、むしろ経験から脱落する。そもそも神経が、同じ刺激の繰り返しに対してはほとんど反応しなくなるからである。こうした現象は、「刺激特異的順応」（stimulus specific adaptation）と呼ばれる[14]。他方、刺激特異的順応を示すニューロンは、繰り返される刺激とは異なる、新しい刺激に対しては大きく反応する。そのため、この順応現象は、新しい刺激を効果的に検出するためのものだと考えられる[14][15]。雑然とした背景の中に置かれていても、新しい視覚的対象が現われれば、われわれはすぐに気づく。視覚的風景は、どれだけ雑然としていても、慣れ親しまれた刺激として、刺激特異的順応を示すニューロン群にとっては消え去る[14]。それによって、そこに新しい刺激が現われてきたとき、すぐに気づくための条件が整えられるのである。

ここでも、「差異」こそがわれわれの経験の核心であるということが示されている。「差異」を捉えることこそが、われわれに知覚的経験をもたらすニューロンたちの関心事なのである。

7.4 ニューロンの存在理由――差異のために

最後に、この点をもっと一般化するために、ニューロンそのものの存在理由（raison d'être）について考えてみたい。

てんかんの発作や虚血によってグルタミン酸（興奮性の神経伝達物質）の濃度が高まると、ニューロンが過剰に興奮し、細胞死が起こる[16][17][18]。ニューロンは、連続的に発火しつづけると、死に至るのである。

他方、まったく入力がないと、やはりニューロンは死に至る[19][20][21]。発達中の人間や動物の脳では、膨大な数のニューロンがアポトーシスによって消滅することが知られているが、その過程は、ニューロンの自発的活動（発火）の有無によって左右される。ニューロンの電気的活動を阻害すると、多数のニューロンでアポトーシスが引き起こされる[22]。ニューロンが生き延びるには、適切な電気的活動が必要なのである[20][21][22]。もし仮にニューロンが生き延びたとしても、適切な自発的活動がないと、脳の活動に様々なダメージがもたらされる[23]。

このように、ニューロンは、発火しすぎても、まったく発火しなくても、死んでしまうか、少なくとも正常な働きを阻害される。つねに発火し続けるという「同じさ」も、まったく発火しないという「同じさ」も、ニューロンにとっては死を意味する。発火したり発火しなかったりする、この間歇的で飛び飛びの活動こそ、ニューロンが本来の姿で生き続ける条件である。つまり、「発火すること」と「発火しないこと」との差異を生み出すということこそ、ニューロンがニューロンとして「生きている」ということなのである。「差異」こそニューロンの生きる証である。ニューロンは「差異」を生み出すためにある。

もしわれわれの経験がすべて物理的にはニューロンを介してなされているとすれば、経験の最も根底にあるのは、やはり「差異」であるということになるだろう。この「差異」こそが、情報を生み出し、経験を可能にし、われわれに対して一切の経験的現実が立ち現われてくることを可能にしているのである。

8. 結論

ここで提示してきた経験的知見は、すべて、われわれの経験にとって最も基本的な現実は「差異」であるということを示している。「同じもの」をとらえるということは、この一般的事実としての「差異」を前提とし、その「差異」にもとづいてはじめて可能になっている。眼前に静かに広がる視覚的光景は、固視微動によってはじめて「見える」ものとなる。神経順応は、「同じもの」が経験から脱落し、「差異」こそが経験の俎上に上るということを示している。そしてそもそも、ニューロンそのものが、「差異」を生み出すことにおいてある。

この差異を基盤として、その中で一定の差異が様々な反作用によって無化されるとき、無化された差異と、無化されない差異との間にコントラストが生じる。このコントラストもまた差異の一種である。われわれが「同じもの」としてつかんでいるのは、こうした仕方で生じたコントラストによって際立ってきたものである。そうである以上、「同じもの」は差異なしにはありえない。こうして、「同じさ」は差異によって定義されうるのである。

謝辞

本稿のテーゼを実証するために援用した経験的知見の一部に関して、吉田正俊氏（生理学研究所）から有益な示唆を頂いた。記して謝意を表したい。

参考文献

[1] Husserl, E. (1972) *Erfahrung und Urteil*. Hamburg: Felix Meiner.

[2] Husserl, E. (1966) *Analysen zur passiven Synthesis*, *Husserliana* XI, The Hague: Martinus Nijhoff.

[3] Hegel, G.W.F. (1986) *Wissenschaft der Logik*, I, II, Werke 5, 6, Frankfurt am Main: Suhrkamp.

[4] Hegel, G.W.F. (1986) *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, I, II, III, Werke 8-10, Frankfurt am Main: Suhrkamp.

[5] Bateson, G. (2002) *Mind and Nature: A Necessary Unity*, Hampton: Cresskill.

[6] 田口　茂 (2014)『現象学という思考――〈自明なもの〉の知へ』筑摩書房

[7] Martinez-Conde, S., Macknik, S.L., and Hubel, D.H. (2004) "The role of fixational eye movements in visual perception", *Nat. Rev. Neurosci.* 5, 229–240.

[8] Riggs, L.A. and Ratliff, F. (1952) "The effects of counteracting the normal movements of the eye", *J. Opt. Soc. Am.* 42, 872–873.

[9] Ditchburn, R.W. and Ginsborg, B.L. (1952) "Vision with a stabilized retinal image", *Nature* 170, 36–37.

[10] Rucci, M. & Desbordes, G. (2003) "Contributions of fixational eye movements to the discrimination of briefly presented stimuli", *J. Vis.* 3, 852–864.

[11] Gilchrist, I. D., Brown, V. & Findlay, J. M. (1997) "Saccades without eye movements", *Nature* 390, 130–131.

[12] Honigmann, H. (1944) "The visual perception of movement by toads", *Proc. Royal Soc. London*, 132, 291-307.

[13] Burghagen, H. and Ewert, JP. (1983) "Influence of the back ground for discriminating object motion from self-induced motion in toads *Bufo bufo* (L.)", *J. Comparative Physiology A*, 152, 241-249.

[14] Ringo, JL. (1996) "Stimulus specific adaptation in inferior temporal and medial temporal cortex of the monkey," *Behav. Brain Res.* 76, 191–197.

[15] Ogawa, H. & Oka, K. (2015) "Direction-Specific Adaptation in Neuronal and Behavioral Responses of an Insect Mechanosensory System", *J. Neurosci.* 35 (33), 11644 –11655.

[16] Olnay, JW. (1989) "Glutamate, a Neurotoxic Transmitter", *J. Child Neurol.* 4, 218-226.

[17] Choi, DW. (1988) "Glutamate neurotoxicity and diseases of the nervous system", *Neuron* 1, 623-634.

[18] Ankarcrona, M. et al. (1995) "Glutamate-induced neuronal death: A succession of necrosis or apoptosis depending on mitochondrial function," *Neuron* 15, 961-973.

[19] Linden, R. (1994) "The survival of developing neurons: a review of afferent control," *Neuroscience* 58, 671–682.

[20] Mennerick, S., Zorumski, CF. (2000) "Neural activity and survival in the developing nervous system," *Mol. Neurobiol.* 22, 41–54.

[21] Catsicas, M., Pequignot, Y., and Clarke, P.G. (1992) "Rapid onset of neuronal death induced by blockade of either axoplasmic transport or action potentials in afferent fibers during brain development", *J. Neurosci.* 12 (12), 4642-4650.

[22] Heck, N., Golbs, A., Riedemann, T., Sun, JJ., Lessmann, V., Luhmann, HJ. (2008) "Activity-Dependent Regulation of Neuronal Apoptosis in Neonatal Mouse Cerebral Cortex", *Cereb. Cortex* 18(6), 1335-1349.

[23] Luhmann, HJ., Sinning, A., Yang, JW., Reyes-Puerta, V., Stüttgen, MC., Kirischuk, S., Kilb, W. (2016) "Spontaneous neuronal activity in developing neocortical networks: from single cells to large-scale interactions," *Front. Neural Circuits.* 10, 40.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

新しい視点の発見：
グループ展における美術制作を題材として
How do artists discover novel perspectives?
Observations of concept generation processes in contemporary artists

新垣 紀子
Noriko Shingaki

成城大学　社会イノベーション学部
Seijo University
shingaki@Qomo.org

Abstract

The purpose of this study is to reveal how artists discover novel perspectives for their artworks. We conducted interviews with two different types of contemporary artists for creating their new artworks for the same theme in an art exhibition. The result shows that the creation processes of two artists were very different. The big gap between an artist's artwork style and the theme of the exhibition produced novel art concepts.

Keywords – Creativity, Contemporary Arts, Concept Generation

1. はじめに

近年、これまでにないアイデアを導入することによって、問題を解決して新たな価値を生み出すイノベーションが重要視されている。イノベーションとは、既存の枠組みにおける問題を発見し、従来とは異なる解決法やアイデアを考え出し、アイデアを評価してくれる人と手を組み、アイデアを普及し、実用化してその原型を作り出すプロセスである（Scott and Bruce, 1994）。

従来とは異なる新たなアイデアを生成するためには、創造的思考が重要となるであろう。これまで創造的なアイデアを生み出す思考の特徴については、様々な研究がなされてきた(Sawyer,2007)。創造的なアイデアを生み出すためには、アイデアの元となる「概念」に同種の別の問題の類推を適用したり、無関係なものを結び付けて新たな発想を得たり、既存の概念に注目しそれを精緻化する方法など様々な手法が見出されている。これらは、命題的な思考による創造性であるが、視覚イメージを組み合わせることにより、予想し得ない成果物を得ることができることも知られている（Finke, 1990）。また、既知の問題を解決するためのアイデアよりも、新たな問題を発見するときに生まれるアイデアの方が、創造性の高いものが生まれやすい（Finke, 1990）。アインシュタインも、科学における真に重要な発見は、既存の問題を解決することでもたらされるのではなく、過去の問題の再構築やあたらしい問題の発見の結果として生じると信じていたという（チクセントミハイ, 2016）。

このような個人の創造的思考の研究の経緯を踏まえると、既存の問題ではない新たな問題の発見が創造性のためには重要な課題であると考えられる。では新たな問題の発見や新たな視点はどのように見出されるのであろうか。

2. 現代美術における創造性の研究

本研究では、新しい視点を見出すこと過程の一事例として、芸術家が作品制作過程において、どのように作品コンセプトを生成していくのかに焦点を当て、検討を行う。 芸術の分野においても、独自の視点から描こうとすることと作品の質の高さが関連することが知られている(Runco, 1994)。現代芸術における、特にインスタレーションの展示では、新しい気づきを表現することが展示の一つのタイプと言われている。現代アートの作家は、どのように、作品のアイデアを創造していくのだろうか。

岡田・横地・難波・石橋・植田(2007)は、現代美術作家の長期的な作品の制作活動のケーススタディを行うことにより、作家独自の新しい表現が生成されていく様子を記述した。その中で表現を展開していくには、差異をつくりながら、ソースからターゲットへのマッピングを行う「ずらし」のプロセスが、独自の新しい表現方法を創造していく過程に重要な役割をしていることを明らかにした。

具体的には、有名な映画や風景写真の人物や事物の意味を消すという抽象度の高い上位概念に基づいて、

人物や事物の数をマイナス（減らす）からプラス（増やす）へ変えるという「ずらし」の事例や、視点という上位概念に基づいて、内と外や、様々な立場からの視点への「ずらし」の事例があげられている。

現代芸術家の作品に表現される新しい視点は、岡田らの研究においては、創作ビジョンに関連すると考えられるが、それは、一つひとつの作品の制作からのみ生まれるものではなく、作品を生み出しながら、長期的に形成される創作のための上位概念や、そこから次の段階にいく新しい表現技法の獲得が複雑に絡み合って生まれることを示している。

これらの研究では、さまざまな作家の長期的な活動の中で、それぞれのスパンでの新たな視点の提示に関するものであったため、一般化が難しいという問題があった。本研究では、作風の異なる作家が一つのテーマに対してどのようにアプローチすることで、独自の新たな視点を提示していくのかを事例に基づき検討する。

3. 方法

本研究では、作風の異なる 2 名の作家がグループ展に向けて作品を制作する過程を対象とした。グループ展とは、複数人のグループで行う展覧会であり、共同で一つの作品を作るものや、複数人で場を共有するだけの展示がある。今回対象としたグループ展では、一つのテーマを設定し、異なる作家がそれぞれのアプローチでそのテーマに対して、作品を制作していくものであった。

東京都美術館で 2015 年 12 月に開催された「JIS is it—みえない規格—」というテーマのグループ展（繪畑・折戸・町田・弓削, 2015）に作品を出品した 4 人の作家のうち、2 名を対象として継続的にインタビューを行っている(新垣, 2016)。

本展覧会は、インスタレーションの展示で、展示期間中には、6000 名を超える来場者があった。このグループ展は同じ美術大学に所属していた 4 人のグループによる展示である。グループ展のテーマである「JIS is it—みえない規格—」は、JIS（日本工業規格）を入口に、毎日触れている環境の中の「規格」を意識し、表現へつなげるというものであった。

調査対象者：「JIS is it—みえない規格—」への出品作家である繪畑彩子氏と折戸朗子氏を対象とした。二人とも美術大学を卒業して、５年間、展覧会への出品や個展などの活動を続けている作家である。

繪畑氏は、消しゴムハンコを用いて水墨画のような作品を多く制作している作家である。全体的に見ると水墨画であるが、細かく見ると、少し奇妙な生物がいるという多様な見方ができる作品を制作している。代表作に「おばけ山」「人面花」「小親父」などがある。主に、魚や花や人面魚、小さい親父などの生物をモチーフとしており、JIS と関連する工業製品には、あまり接点がない作風であった。

折戸氏は、仲間には研究系、発明系、ネタ系と呼ばれるインスタレーション作家である。代表作に「盆栽リーゼント一頭上緑化のすすめー」「歌え！自転車」「かいわれジャケット」などがあり、植物化した帽子、楽器がついていて漕ぐと音の出る自転車など突飛な組み合わせでインパクトのある作品を制作している。モチーフは多様なものを題材としているが、繪畑氏と比較してこれまでの作品は工業製品とも接点のある作風であった。

展示作品の制作過程では、共通の作品を展示するために、数ヶ月に 1 回の頻度でグループ展の参加メンバーで会議を行っていた。その会議では、それぞれの展示の進捗状況の近況報告を行っていた。

調査期間：2015 年 4 月から継続して、2〜3 か月に 1 回の頻度で、インタビューを行った。インタビュー時間は、1 回あたり 2 時間〜4 時間であった。インタビューはビデオカメラと IC レコーダーに記録され、発話内容を書き起こし、ユニットごとにまとめて分析された。

インタビュー内容：インタビュー項目は、作品のコンセプト、どのように作品の検討を進めているか、作品の制作状況、制作中の作品の説明や検討資料の説明、今後の予定などであった。作品コンセプトの変化を見るために、過去にアイデアとして出したコンセプトについても説明をしてもらった。

4. 結果

本報告では、それぞれの作家が「JIS is it—みえない規格—」という統一テーマに対して、作品コンセプトをどのように生成していくかという過程を詳細に見ることにより、作品における視点をどのように作っていったかということについてまとめる。

4-1 作品コンセプトの経過

表 1、表 2 に繪畑氏と折戸氏が時系列で作品コンセプトをどのように表現していたかの経過を示す。

繪畑氏は、作品コンセプトが固まるまでに時間がかかった。有機的なものを作品の素材として扱っていた

ため、工業規格というテーマは遠すぎて、最初はなかなかコンセプトを思いつかなかったという。一方で、自分の作品に違うエキスを入れたら面白いかもしれないと考えていた。違うエキスの一つとしてこれまでの消しゴムハンコを用いた水墨画のような作品に今回映像技術を取り入れた。

(1) 表1の第一段階では、工業規格を「虫かご」という自分の昔の作品に当てはめている。規制の中の生物の個性に注目している。

(2) 第2段階では、JISで規定されたモノだけでできる、小さいおじさんの世界を作った。人間の生活すべてを規制しようと考えている。
規制された世界は、多様で複雑な世界よりも暮らし易くなる。「ウォーリーを探せ」のように、たくさんのおじさんの中に個性を発見するのが面白いと考えた。
自分の作品を寄せていく作業だった。

(3) 第3段階では、EIS 繪畑工業規格：生き物自体も効率化を図った体のパーツが交換可能な世界をつくった。服だけでなく、顔自体とり変えることができる世界を考えた。美人だとか足の太さとかそう言ったコンプレックスを排除したら個性とか人格はどうなるのかという問いかけである。
第2段階から、第3段階のコンセプトができるまで、人間そのものをどうしたら規制できるのかということを常々考えて、人間を「人としてみる」のではなく、「モノとして捉えれば良い」と気づくことによって EIS という作品コンセプトが生まれた。最終的なコンセプトが生まれたのは、「規制されたモノに囲まれる世界」に対する着目から、「人」を規制する対象と捉えた点である。

繪畑氏の作品コンセプトは、以上のように変化した。またコンセプトの変更のきっかけは、虫かごに関するコンセプトが「JIS とは離れているのではないか」というグループ展の他の参加メンバーとの議論が影響をあたえた。繪畑氏は、参加メンバーはそれぞれ非常に感受性が高く、JIS というテーマに対して自分が全く考えないようなところからアイデアを持ってくるため、メンバー同士の議論は、非常に刺激的だと報告した。

繪畑氏によれば、自分の作品は「生物」をモチーフにしているのに対して「JIS」というテーマは限定されすぎていたという。しかし、最終的に展覧会を終えてみて、JIS という限定的でありかつ自分のモチーフとかけ離れたテーマでなければ、「工業製品のように、体をパーツ化して交換する世界」という作品コンセプトは生まれなかっただろうと報告している。

表1 作品コンセプトの経過（繪畑氏）

時期	2014/7 展示1年半前	2014/9 1年3ヶ月前	2015/4 半年前
	虫かご	JIS 国	EIS ：繪畑工業規格
作品コンセプト	知らず知らずのうちに決められた規格の中で生活している。虫や人間も牢屋に閉じ込めることで各々の個性が際立って発見できるのではないか。	JIS で規定されたものだけで構成する世界、"JIS 国"と称した架空の国を作る。 詳細な規格のなかでこそ、他人との違い（外見だけではない）が見えてくるのではないか。	JIS に代表される共通の基準のように、"生き物"自体も、効率化を図った方が生きやすくなるのではないか。 (1)理想の体：顔はお面、手足の取り外し、全身タイツの洋服など心臓・脳以外のパーツを交換できるシステム (2)公正性・秩序のある社会：人間の質に一定の水準を与え生まれつき平等 (3)性別、人種、生体も替えられる。
着目点 （規制のあてはめ）	世界	世界	人間

表２　作品コンセプトの経過（折戸氏）

時期	2014/7　展示１年半前	2014/9　１年３ヶ月前	2015/4　半年前
	紙の規格	思考の規格	思考の規格・生活の規格
作品コンセプト	日常の規格の中で、思考にダイレクトに影響を与える紙のサイズの成立について考え新しい紙の規格を提案したい。また衣服のサイズ規格についても取り組みたい。	思考に影響する紙の規格について、紙の大きさ、厚さ、形、重さなどについて考えたい。普段意識には登らないがそれらの影響力は馬鹿にできない。	JISのように明示的でなくても日常は規格の上に成り立っている。衣服や料理も同様。日常の規格のありがたみと限界を知ることができるような規格外の展示をしたい。
着眼点 （規格外）	大きさ	大きさ、厚さ、形、重さ	大きさ、質感、張り、形、重さ、使い勝手 一人用、二人用

繪畑氏と比較して折戸氏は、表 2 に示すように比較的、早い段階から、作品のコンセプトが一貫していた。紙のサイズなど、外界が人の思考などに制約を与えているという興味を展示の 1 年半前から JIS という規格のテーマに見いだしている。折戸氏は、1 年 3 ヶ月前には、規格が人に与える影響を、紙などのサイズだけでなく、形、重さというように、さまざまな軸に着目することにより検討を進めた。このとき、「三角本」や「六角本」など、最終的な作品に繋がった幾つかのアイデアはすでにでていた。

また JIS に網羅的にアプローチするために、JIS の総目録、1 万件程度の項目を全て確認して、アイデア出しを行い、そこからイメージを膨らませて、具体的な作品になりそうなアイデアを数十個に絞り制作を進めた。このように折戸氏は、「規格外」を検討するための「対象」や「具体的な規格」に触れることにより、作品アイデアを生成した。規格外について折戸氏は以下のように述べている。

(1) 「紙の作品の事例として極端な規格は、すごく細長いものとか、すごくおおきいもの。それによって『水平線のためのスケッチブック』『滝のためのスケッチブック』という作品がうまれた。ネーミングは後からつけたものである。」

(2) 「歯ブラシは JIS では面積とか生えている毛の硬さなどの規格がある。規格外の歯ブラシといえば例えば二人用の歯ブラシ、両側についていてカップルが使用できるもの。世の中の多くのものは一人で使うことが前提になっている。それを二人用と考えると見え方が変わってくる。」

このように折戸氏の作品の検討過程は、「規格外のモノ」というコンセプトのもとで、大きさや形を極端に変形したり、一人用の生活用品を二人用として考えるなど、日頃意識しない制約となっている規格に焦点をあて、それぞれの規格におけるイメージを膨らませることにより、そのコンセプトを具現化していくという過程であった。

また折戸氏も参加メンバーとの議論によって、作品の具体的な展示イメージが生まれた事例を報告した。『滝のためのスケッチブック』を大きな滝の写真の前に展示したのは、参加メンバーとの議論がきっかけであった。

5.　考察

本研究では、2 名の作風スタイルの違う作家が JIS というテーマに対して、どのように独自の新しい視点を作品に取り込んでいくのかという過程を詳しく分析した。今回は JIS という統一テーマに於ける制作過程を扱ったが、それぞれの作家の作品や制作過程は、全く異なるものであったため、単純に比較をすることはできなかった。

5-1　作品コンセプトにおける新たな視点の発見

繪畑氏は、自分の作品のモチーフとグループ展のテーマが異質のものであったため、作品コンセプトが生み出されるまでに非常に苦労をしていた。繪畑氏の今回の作品コンセプトが生まれるきっかけは、規制対象を規格化されたモノや世界として捉えることから、人を規格化される対象として捉え直したところにあるだろう。新たな見方をするきっかけになったのが何かに

ついては、今後さらなる詳細な分析が必要であるが、少なくとも参加メンバーとの議論が影響していると考えられる。また「クロッキーをするときには、人を中身でなく物体としてみる、それと同じように、人をモノとして捉えればよかった」と説明しているため、人をモノとして捉えるという何らかのコンセプトを持っていた可能性もあるが、繪畑氏にとっては、これが新たな視点となった。また生き物というモチーフと工業規格という限定的でかけ離れたテーマは、これまでにないコンセプトを生み出すきっかけにもなったと言える。

折戸氏は、JIS の 1 万件程度ある総目録という外的な情報をきっかけとして、様々な作品を生み出すという繪畑氏とは全く異なる過程で作品を生み出していた。特に「規格外」を検討する軸として、サイズや重さ形、複数人用というような、物理的な要素を用いていた。高木・岡田・横地（2013）では、外界からの働きかけによって創作者の意図しない状況に出会うことにより、作品コンセプトの生成において、既存の問題空間の制約からはずれて新たな問題空間が発見されることを「ずれ」と呼んでいる。そのずれは、外界や他者から創作者の意図しない状況に合うことが契機となって起こることが示唆されている。例えば、他人の模写をすることによる「外発契機」やイメージの外化、観察などにより、フィードバックがかかり、何らかの制約が外れ、新しい問題空間の探索がはじまる可能性があるとしている。折戸氏の多数の多様な作品は、このような外的な情報と物理的な検討軸の組み合わせによって生み出されたと言えるだろう。

5-2　グループにおける議論が作品に与える影響

本研究では、グループ展に参加した作家の作品制作過程を分析した。そこでは、参加メンバーによる会合がもち、近況報告を行い、グループによるお互いの作品に関する感想を述べ合うことで、作品の次のイメージにつながる場面があった。また参加メンバーからの作品コンセプトに対するコメントが制約となり、作品に影響を与える場面も見られた。個展とグループ展では作品生成過程がどのように異なるのかも、今後検討すべきだろう。

5.　参考文献

[1] Scott, S. G., & Bruce, R. A.(1994) Determinants of innovative behavior, *Academy of Management Journal*, 37, 560-607.

[2] Sawyer, R. K. (2007) *Group Genius*, Basic Books.

[3] Finke, R. (1990). Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization, Hillsdale, NJ: Lawrence

[4] チクセントミハイ, M. (2016)　浅川希洋志監訳、須藤祐二、石村郁夫訳『クリエイティヴィティ:フロー体験と創造の心理学』, 世界思想社.

[5] Runco, M. A.(1996) Problem Finding Solving Creativity, Ablex Publisshing Corporation.

[6] 岡田猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博（2007）. 現代美術の創作における「ずらし」のプロセスと創作ビジョン, 認知科学, 14, 303-321.

[7] 繪畑彩子・折戸朗子・町田沙弥香・弓削真由子（2015）JIS is it ―みえない規格―
http://www.tobikan.jp/exhibition/h27_groupshow_3.html
東京都美術館ホームページ（2016 年 4 月 5 日参照）.

[8] 新垣紀子(2016)美術作品制作における作品コンセプトの生成, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 , 63, 26-27.

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

＊本研究の一部は、科学研究費（課題番号 15K00698）および成城大学特別研究助成の支援を受けました。

集団の創造的なアイディアの生成における メンバーの専門多様性の影響
Effect of Members' Professional Diversity in Group for Generating Creative Ideas

布施 瑛水[†]，若林 一貴[‡]，齊藤 滋規[‡]
Emi Fuse, Kazuki Wakabayashi, Shigeki Saito
[†]東京工業大学 工学院，[‡]東京工業大学 環境・社会理工学院
[†]School of Engineering, Tokyo Institute of Technology,
[‡]School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology,
fuse.e.aa@m.titech.ac.jp

Abstract
Creative thinking is defined as generating original and effective ideas. Nowadays, many industries require to establish a way to generate creative ideas in group. Members' professional diversity is one of the important factors for promoting group creativity. In this research, an effect of the professional diversity is assessed by the generation rates of creative ideas in diverse and non-diverse groups. Participants were from major of either engineering or art. Design projects were held for idea generations. The creativity of each idea was evaluated by three experts based on three criteria: originality, effectiveness and feasibility. The results show no difference of the generation rates of creative ideas in diverse and non-diverse groups, however, an effect of the professional diversity is observed by a process analysis of the idea generations. In a diversity group, an engineering participant generated an idea inspired by an idea of an art participant. Besides, the effect of the professional diversity is impeded by mainly two factors, which are participants' lack of understanding of the difference of majors and a design of the process of the idea generations.

Keywords — Group creativity, Members' professional diversity, Idea generation

1. はじめに
1.1. 研究背景
創造的思考は，「有用で新しいアイディアを開発すること」と定義される [1]．つまり，創造的思考によって生成された有用で新しいアイディアは創造的アイディアである．創造的思考はアイディアを生成する発散的思考とアイディアを評価する収束的思考の二つから成り立ち，二つの思考の繰り返しによって創造的アイディアが生成される [2].

多種多様な商品やサービスにあふれ，他にはない新しい価値をもつものを提供することが求められるようになってきた近年，企業では創造的アイディアを効率的に生成することが必要とされている．そのため，創造的アイディアを生成する方法を確立することが求められている．

通常，企業におけるアイディア生成は集団で行われるため，創造的アイディアを生成するためには，集団自体の創造性を促進することが非常に効率的である．集団の創造性を促進する要素の一つとして集団のメンバーの多様性が着目されている [3, 4]．三輪，石井は，メンバーが多様性であるとメンバー同士の互いの異質な発想が刺激となり，創造的アイディアが生成されやすいとした [3]．Thornburg は，集団のメンバーの多様性は一般的に創造的思考の促進する可能性が高いとした [4].

集団におけるメンバーの多様性には多くの種類が存在するが，Horwitz らは，多様性を生物的な多様性とタスク関連の多様性に分類し，それぞれの多様性と集団の成果との関係について研究した [5]．その結果，性別や年齢，人種などの生物的な多様性は集団の成果と関係しないが，専門や教育などのタスク関連の多様性は成果にプラスに影響するとした．タスク関連の多様性に関して，Lee は，特許の調査から図 1 のような集団の専門多様性と創造的思考の結果の 1 つである金銭的イノベーションの関係を示した [6]. 専門多様性のある

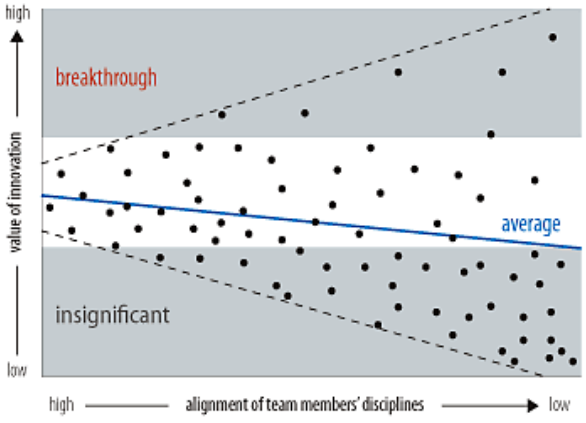


図 1 専門多様性と金銭的イノベーションの価値 [6]

集団におけるアイディア生成は，専門多様性のない集団に比べてアイディア全体の金銭的イノベーションの価値の平均は低下するものの，金銭的イノベーションの価値が非常に高いアイディアが生成されるようになるとした．しかし，金銭的イノベーションの価値による評価は「有用で新しいアイディアを開発すること」という創造的思考の定義に直接的には沿っていない．したがって，アイディアの持つ創造性を創造的思考の定義に沿って評価するとともに，アイディア生成において専門多様性がどのように現れ，創造的アイディアの生成にどのように影響するのかを明らかにすることが重要である．

創造性の評価方法として新規性（originality），有用性（effectiveness），実現可能性（feasibility）の 3 つの尺度の平均を用いるものがある [7]. この尺度は創造的思考の定義に沿っているが，平均による評価は定義に矛盾する場合がある．例えば，あるアイディアにおいて，新規性が低い場合でも有用性と実現可能性が高ければ，3 つの尺度の平均ではそのアイディアの創造性は高いと判断されてしまう場合がある．したがって，平均ではなく，定義に沿うような新たな評価方法を用いる必要がある．

1.2. 研究目的

本研究では，集団のメンバーの専門多様性に着目し，専門多様性のある集団とない集団で生成されたアイディアの創造性を評価し，創造的アイディアが生成される確率（創造的アイディア生成率）を比較することで，専門多様性が集団のアイディア生成における創造性に与える影響を検証することを目的とする．加えて，アイディアを生成するときのプロセスを分析することで専門多様性の影響をより詳細に観察する．

2. 方法

2.1. デザインプロジェクトにおけるアイディア生成

集団でアイディア生成を行ってもらうために， 4 名の芸術系メンバー，4 名の工学系メンバーの計 8 名に専門多様性のある集団とない集団でのアイディア生成をそれぞれ 1 回ずつ計 2 回行ってもらう 100 分間のデザインプロジェクトを 2 回開催した．したがって，今回の実験には 8 名の芸術系メンバー，8 名の工学系メンバーが参加し，専門多様性のある集団 4 つ，専門多様性のない集団 4 つの計 8 つの集団でのアイディア生成を行われた．

2.1.1. 専門多様性と実験参加者

メンバーの専門は工学と芸術に着目し，この 2 種類の専門によって専門多様性を作った．

1 回のデザインプロジェクトの実験参加者は 8 名とし，うち 4 名が工学系メンバー（東京工業大学工学部または工学院の研究室に所属している学生），残りの 4 名を芸術系メンバー（芸術を専門とする学生および卒業生）とした．

2.1.2. 実験場所

デザインプロジェクトは 2 回とも東京工業大学石川台 5 号館デザイン工房で行われた．デザイン工房内にタイルカーペットを敷くことで 3m×2m のエリアを 2 か所作り，集団はそのエリア内でアイディア生成を行った．これはアイディア生成の際の使用面積を集団ごとに統一するためである．この 2 か所のエリアには生成したアイディアを貼るためのホワイトボードを各 2 枚設置し，その他アイディア生成に必要なもの（付箋，筆記具など）とそれらを置くための机をそれぞれ用意した．アイディア生成中のエリアを上から見た様子を図 2 に示す．

図 2 アイディア生成を行うエリアの様子

2.1.3. デザインプロジェクトの流れ

1 回のデザインプロジェクトの流れを図 3 に示す．アイディア生成①，②は一方が専門多様性のある集団構成，もう一方が専門多様性のない集団構成とした．各アイディア生成は 40 分間行い，休憩 10 分を 2 回のアイディア生成の間にはさみ，全体で 100 分間のデザインプロジェクトとした．

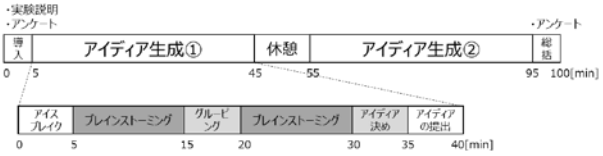


図 3 デザインプロジェクトの流れ

① 導入

はじめの 5 分間ではアンケートおよびアイディア生成の説明を行った．アンケートでは次の 2 点について各自回答させた．

- 所属大学・専門・学年
- これまでのアイディア生成を目的としたデザインプロジェクトなどの経験数

アイディア生成の説明では，前提知識を共有するためにブレインストーミングなどの作業の説明およびアイディアの創造性に必要な要素が次の 3 点であることを説明した．

- 今までにない新しいアイディアであること
- 役に立つアイディアであること
- 実現できそうなアイディアであること

② アイディア生成

実験担当者によってメンバーを振り分け，4 名を 1 つとする集団を作った．2 回のデザインプロジェクトにおける課題と集団構成すなわち専門多様性の有無の組み合わせを表 1 に示す．

表 1 課題と専門多様性の組み合わせ

	アイディア生成	
デザインプロジェクト	①(課題 A)	②(課題 B)
	専門多様性	
1 回目	なし	あり
2 回目	あり	なし

ここで専門多様性ありの集団とは工学系メンバーと芸術系メンバー各 2 名から成る集団であり，専門多様性なしの集団とは工学系メンバー4 名もしくは芸術系メンバー4 名から成る集団のことである．また，課題 A は「自動販売機を再デザインせよ」，課題 B は「大学での学習体験を再デザインせよ」とした．表 1 に示すとおり，2 回のデザインプロジェクトで課題の順序は統一し，集団構成の順序を入れ替えた．これにより 2 回のデザインプロジェクトを通して課題ごと，デザインプロジェクトごとの専門多様性の影響をそれぞれ検証した．

アイディア生成で使用する備品はすべての集団で統一し，1 つの集団につきホワイトボード 2 台，90 枚 1 組の付箋 4 組，黒色のペン 4 本，ホワイトボード用マーカー（黒）4 本，ホワイトボード用クリーナー1 個，机 1 台とした．

アイディア生成は実験担当者の進行によって行い，作業内容を大まかに統一した．作業内容は図 3 に示すとおりであり，1 回のアイディア生成に発散的思考と収束的思考を交互に 2 回ずつ行った．

(1) アイスブレイク（5 分間）
自己紹介を兼ねたアイスブレイクを行った．参加者は 1 分間で各辺 30cm 程度のアルミホイルを使って各自自分を表すものを作成した．その後，集団内で 1 人 1 分間ずつ，アルミホイルで作ったものと自分との関連を説明しながら自己紹介を行ってもらった．

(2) ブレインストーミング（10 分間，発散的思考）
課題を提示し，それに対して思いついたアイディアを付箋に書いてホワイトボードに貼らせた．その際の注意点として次の 4 点に留意するよう指示した．

- 質は気にせず量を重視すること
- アイディア大きな声で共有すること
- 議論を自発的に盛り上げること
- 他のアイディアを率先して応用すること

(3) グルーピング（5 分間，収束的思考）
(2)で出たアイディアを類似すると思うものでグループに分け，グループ名をつけさせた．その際，表面的な類似ではなくアイディアの奥にあるユーザーのニーズなどに着目するよう指示した．

(4) ブレインストーミング（10 分間，発散的思考）
(3)をふまえ，(2)の作業を再度行った．

(5) アイディア決め（5 分間，収束的思考）
はじめの 3 分間では参加者に各自の集団で出されたアイディアを評価してもらった．参加者各自に赤・緑・青の円形の 3 色シールを 14 個ずつ計 42 個渡し，「今までにない新しいアイディア」であると思うものに赤，「役に立ちそうなアイディア」であると思うものに緑，「実現できそうなアイディア」であると思うものに青を貼らせた．このときメンバー同士で相談しないように指示した．その後，2 分間で，貼られたシールの数を考慮しながら最も面白いと思うアイディアを多数決ではなく議論によって集団で1つ選ばせた．

(6) アイディアの提出（5 分間）
図 4 に示す提出用紙を集団ごとに配布し，選んだアイディアについて記入してもらい，実験担当者に提出させた．提出した集団からアイディア生成を終了とした．

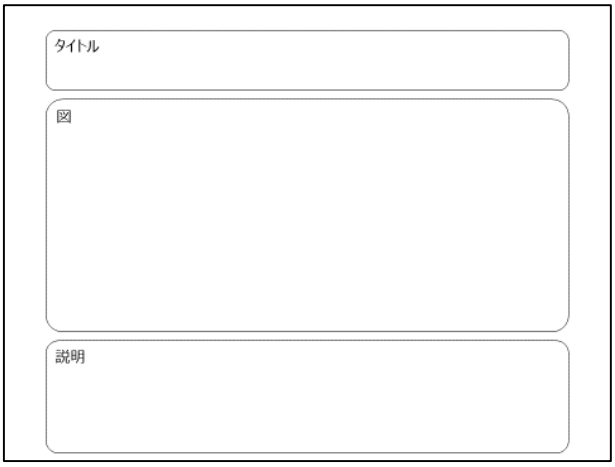


図 4　アイディアの提出用紙

③　総括

2 回のアイディア生成終了後，アンケートを行い，以下の質問に関すて参加者各自に 5 段階評価で回答してもらい，実験を終了した．これは関心度の高さと参加者のアイディア生成への積極性が正の相関関係にあると仮定して，アイディア生成への積極性を評価するために行った．

- 1 度目のアイディア生成での課題への生成前と生成後の関心度
- 2 度目のアイディア生成での課題への生成前と生成後の関心度

2.2.　専門多様性の影響の解析

2.2.1.　アイディアとプロセスの観察

アイディアの創造性の評価とプロセスの分析のために，デザインプロジェクトではアイディア生成中の①実験参加者の動き，②生成されたアイディア，③発話内容の 3 種類を記録した．

①　実験参加者の動き

アイディア生成中の集団への不参加者（集団から距離を置いている者がいるか）や集団内の分裂が存在したかどうかを確かめるために記録した．メンバーを区別・特定するために実験参加者には T シャツ（赤・青・水色・黄緑のいずれか，集団内で色が重複しないように）を着用してもらい，天井に設置したビデオ（PIC-718-LD，ダブリュー・ビィ・ジャパン製）から撮影した．

②　生成されたアイディア

専門多様性が集団の創造性に与える影響を検証するために，生成されたアイディアを付箋に書いてもらうことによってすべて記録した．アイディアとその生成したメンバーを結び付けるために実験参加者の T シャツの色と使用する付箋の色を関連づけた．また，生成されたアイディアの順番を，あらかじめ付箋の裏に番号を振っておくことで記録し，生成したタイミングは付箋をホワイトボードに貼った瞬間とし，天井に設置したビデオから記録した．また，アイディア生成の最後に提出してもらうアイディアに関しては，2.1.3 で示したとおり，付箋に書かれた段階からさらに絵と文章にすることで具体化させた．

③　発話内容

専門多様性の集団および個人のアイディアの創造性への影響を観察するために，アイディア生成での発話内容を集団ごとに IC レコーダー（PR-US330-K，Panasonic 製）を用いて記録した．実験後，アイスブレイク以外の発話内容をすべてテキストに起こした．

2.2.2.　アイディアの創造性の評価

2 回のデザインプロジェクトが終了した後，アイディアの創造性を評価した．評価者は専門家 3 名に依頼した．ここでの専門家とは企業に対してアイディア生成に関する指導・助言をした経験を持つ大学教員である．評価者の専門はそれぞれ工学，経営学，経営学および心理学であり，専門の異なる 3 名に依頼することで専門による評価の偏りを軽減させた．

評価対象のアイディアは，当初アイディア生成の最後に提出してもらったアイディアとしていたが，実験が 2 回しか行われなかったため評価対象のアイディア数が少なく，比較が困難になると判断し，アイディア決めの際に候補に挙がったアイディアも評価対象とした．評価対象のアイディアは集団で新規性・有用性・実現可能性を評価した上で候補に挙がったアイディアなので，集団で生成されたアイディアの中で創造的アイディアがすべて含まれていると仮定した．また，評価対象のうち候補に挙がったものの最終的には選ばれなかったアイディアは図 4 の用紙に記入されていないため，発話内容をもとに実験担当者が図 4 の用紙に書き起こした．その際，評価対象のアイディアの具体化の度合いを統一するため，集団によって選ばれて用紙に記入されたアイディアもすべて発話内容をもとに実験担当者が書き起こした．

これらの用紙をもとに，評価者それぞれにアイディアごとの新規性・有用性・実現可能性をそれぞれ 5 段階（その性質が非常に高ければ5，まあまあ高ければ4，高くも低くもなければ 3，まあまあ低ければ 2，非常に低ければ 1）で評価してもらった．評価者は互いに相談せずに評価した．この評価結果をもとに創造的アイデ

ィアを実験担当者により決定した.

2.2.3. 創造的アイディアの決定

創造的アイディアは次の方法で決定した. まず, アイディアにおける 3 名の評価者の新規性の評価の最大値に着目する. その最大値が 4 以上のアイディアを創造的アイディアの候補とし, それ以外すなわち最大値が 3 以下のアイディアは候補から除外する. 候補に残ったアイディアにおいて, 新規性評価の最大値を出した評価者の有用性評価が 4 以上かつ実現可能性評価が 3 以上のアイディアを創造的アイディアとした. 評価の例を図 5 に示す. アイディア①, ②のいずれも, 新規性の評価の最大値は評価者 A の評価である. したがって, 評価者 A の評価に着目する. ①の評価者 A の評価を見ると有用性, 実現可能性のいずれも 4 なのでこのアイディアは創造的アイディアである. 一方で②の評価者 A の評価は新規性が 3 のため, 有用性および実現可能性が①と同様に 4 であってもこのアイディアは創造的アイディアではない. 今回の決定方法では評価尺度のうち新規性に最も重点を置き, 創造的アイディアは必ず新規である必要があると定義した. また, 有用性と実現可能性の評価において新規性評価の最大値を出した評価者のものに着目した理由としては, 新規性が高いと評価した評価者の有用性と実現可能性の評価が高ければ, そのアイディアはその評価者の分野で価値を持つと判断できるためである. 実現可能性においては, 時間の影響を受けやすく近いうちに技術の発展等により実現可能性が上がるということが十分に考えられるため, 現時点での実現可能性の評価があまり高くなくても新規性と有用性が高ければそのアイディアの創造性は高いと判断した.

アイディア①

評価者	新規性	有用性	実現可能性
A	4	4	4
B	3	2	4
C	3	5	4

→創造的アイディア

アイディア②

評価者	新規性	有用性	実現可能性
A	3	4	4
B	2	5	3
C	2	3	4

→創造的アイディアでない

図 5 アイディアの評価の例

この方法により集団ごとに創造的アイディアと判断されたアイディアの数をその集団で生成されたアイディアの総数で割ることで集団の創造的アイディア生成率を算出し, これを比較することで専門多様性が創造性を促進するかどうかを検証した.

3. 実験結果

3.1. アイディアの数と創造的アイディア生成率

集団ごとに生成されたアイディア数およびそのうちの創造的アイディア数を表 2 に示す. 表のカッコ内の数字は集団ごとの評価対象となったアイディアの数, すなわちアイディア決めで候補に挙がったアイディアの数を示している. 生成されたアイディアの一例を図 6 に示す. 評価対象となったアイディアを評価のために用紙に起こしたものの一例を図 7 に示す.

表 2 集団ごとの生成アイディア数およびそのうちの創造的アイディア数

デザインプロジェクト	アイディア生成					
	①(課題 A)			②(課題 B)		
	専門多様性	生成アイディア数	創造的アイディア数	専門多様性	生成アイディア数	創造的アイディア数
1 回目	なし(芸術系のみ)	43	2 (4)	あり①	39	0 (1)
	なし(工学系のみ)	55	1 (2)	あり②	41	1 (3)
2 回目	あり①	48	0 (5)	なし(芸術系のみ)	35	1 (4)
	あり②	31	1 (1)	なし(工学系のみ)	38	0 (2)

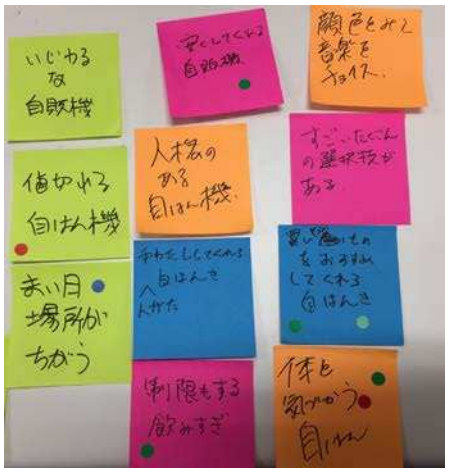


図 6　生成されたアイディア

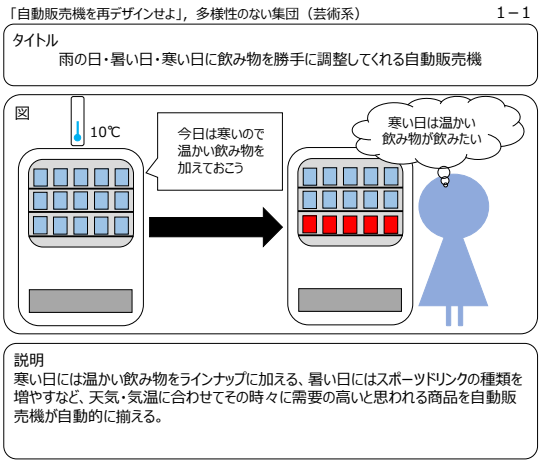


図 7　評価用用紙の一例

表 2 の結果と 2.2.3 の方法により，集団ごとの創造的アイディア生成率を算出し，課題ごとに専門多様性のない集団とある集団でその生成率を比較したグラフを図 8 に示す．またデザインプロジェクトごとに生成率を比較したものを図 9 に示す．多様性のない集団の

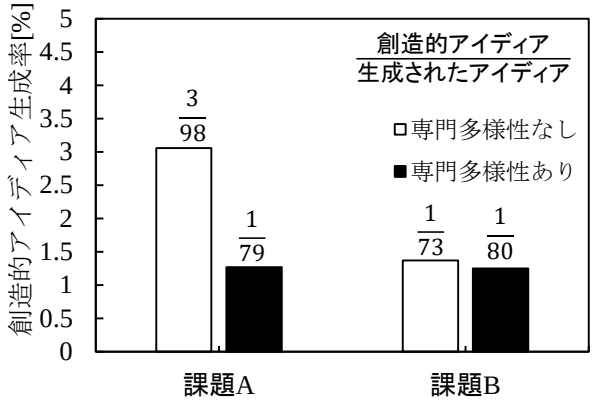


図 8　課題ごとの創造的アイディア生成率の比較

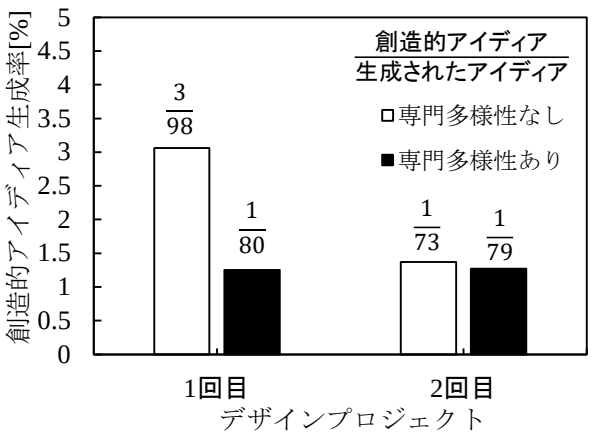


図 9　デザインプロジェクトごとの創造的アイディア生成率の比較

生成率は芸術系メンバーのみの集団と工学系メンバーのみの集団の生成率をまとめたものであり，多様性のある集団の生成率は 2 つの多様性のある集団の生成率をまとめたものである．また各グラフの上の分数は生成率を表し，分母が生成されたアイディアの総数，分子がそのうち創造的アイディアの数である．創造的アイディア生成率に関して多様性のない集団とある集団で t 検定を行ったところ，p 値は 0.38(>0.05)であり，その差は有意でなかった．

3.2.　発話内容

集団ごとの発話内容をテキストに起こしたところ，専門多様性の影響が現れていると考えられる部分がいくつか見られた．詳細は 4 章で述べる．

3.3.　アンケートの結果

① デザインプロジェクトの経験数

実験参加者のデザインプロジェクトの経験数に関するアンケートの結果を図 10 に示す．

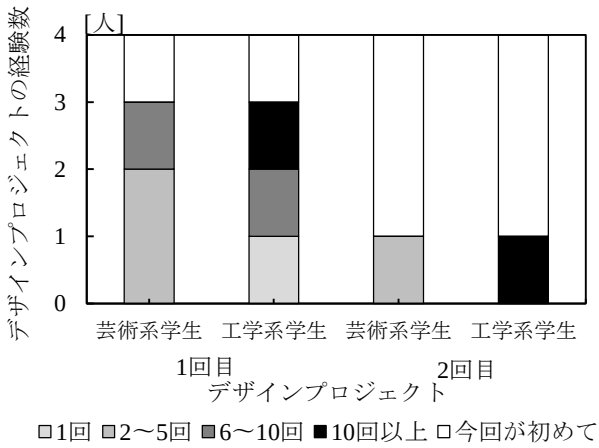


図 10　アイディア生成の経験数

② 課題への関心度

集団ごとのアイディア生成の前後での課題への関心度の平均を図 11 に示す.

図 11 を見ると, 専門多様性の有無に関わらず, どちらの課題においてもアイディア生成の前後で関心度は上がっており, 関心度の平均値は専門多様性の有無で差はあまり見られなかった.

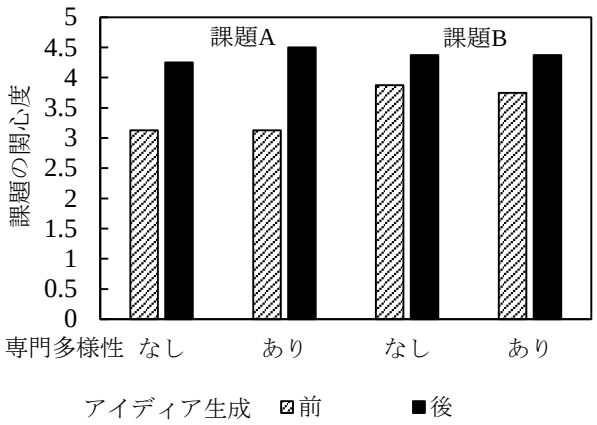


図 11 アイディア生成前後での課題への関心度

3.4. 実験参加者の動き

2 回のデザインプロジェクトのビデオを確認したところ, すべてのアイディア生成において議論に参加していない者や集団の分裂などの傾向は見られず, またアイディア生成中の実験参加者の動きに大きな移動などは見られなかった. そのため, これ以上の解析は行わなかった.

4. 専門多様性の創造的アイディア生成への影響

3 章で得られた結果から専門多様性が創造的アイディア生成に与える影響について考察する. 4.1 では創造的アイディア生成に関する考察, 4.2 ではアイディア生成で観察された専門多様性の影響, 4.3 では専門多様性の影響がアイディア生成で観察された一方で創造的アイディア生成率には現れなかったことに関する考察を行う.

4.1. 実験回数の不足

今回の実験は, 2 回のデザインプロジェクトのみであり, 実験回数が不足している. そのため, 創造的アイディア生成率の結果に専門多様性以外の様々な影響が現れていると考えられる.

図 8 において実験参加者の個人差が排除されていない. 図 8 では同一課題における専門多様性のない集団とある集団でメンバーが異なるため, 個人差が生じる. 図 10 より, 1 回目のデザインプロジェクトと 2 回目のデザインプロジェクトの実験参加者ではアイディア生成の経験数に差がある. 1 回目の実験参加者のうちアイディア生成の未経験者 (アンケートで「今回が初めて」と回答した者) は 8 人中 2 人だった一方で 2 回目の実験参加者のうちの未経験者は 8 人中 6 人であった. こうした差が創造的アイディア生成率に影響を与えた可能性がある.

一方で図 9 では比較した専門多様性のない集団とある集団のメンバーは同一だが, 課題が異なるため, 課題による差が生じていると考えられる. 課題 B (「大学での学習体験を再デザインせよ」) は課題 A (「自動販売機を再デザインせよ」) よりも問題の対象が複数考えられる課題となっていた. こうした差が創造的アイディア生成率に影響したことが考えられる. また, 1 回目のアイディア生成による学習効果が 2 回目のアイディア生成に現れた場合があったことが考えられる.

これらの影響を排除するために, 今回は専門多様性の有無の順序のみを入れ替えたが, 専門多様性の有無の順序の 2 通りと課題を行う順序の 2 通りをかけあわせた 4 通りのデザインプロジェクトを行う必要がある. この 4 通りの組み合わせを複数回行うことで経験数などの個人差や順序効果などを排除する必要がある.

4.2. 個人のアイディア生成への専門多様性の影響

図 8, 9 より創造的アイディア生成率には専門多様性の有意な影響は見られなかったが, 一方で発話内容と生成されたアイディアから専門多様性がメンバー個人のアイディア生成に影響した場面が観察された. 2 回目のデザインプロジェクトのアイディア生成② (専門多様性あり) において, 芸術系メンバーから

- 自動販売機のデザインが毎日変化する

というアイディアが生成された. その際, この芸術系メンバーはこのアイディアについて「楽しさで, 毎日自販機のなんかデザインが変わる. 誰かが書いた絵とか, イラストとか」と説明している. このアイディアは自動販売機のアートに着目しており, 芸術系の専門性が現れている. このアイディアが生成された 56 秒後, 工学系メンバーから

- My 自販機デザインが呼び出せる

というアイディアが生成された. その際, この工学系メンバーはこのアイディアについて「毎日違うデザインが呼び出せる. 自販機自体がもう変形できる. 自在に変

形できる. で, まあ自分が犬がよければ犬でスマートな自販機が…」と説明している. これは芸術系メンバーのアイディアに触発されたアイディアであり，工学系メンバーからアートに関するアイディアが生成されていることから，専門多様性によって個人のアイディア生成が促進された一例だと考えられる.

4.3. アイディア生成のプロセスによる専門多様性の影響の阻害

個人のアイディア生成において専門多様性の影響が観察されたが，創造的アイディア生成率には影響は見られなかった．その原因について考察する.

4.3.1. アイディア生成の時間

1 回目のデザインプロジェクトのアイディア生成①（専門多様性なし）の終盤に芸術系メンバーのみの集団において専門の違いがアイディア生成を阻害するという発話があった. その発話を表 3 に示す. 表中の①, ②, ③はメンバーを区別するために割り振ったものである. メンバー①は, 集団のメンバーが芸術系のみであり，アイディア生成中にアイディアの機能などについて話が出なかったため，このアイディア生成が非常に楽なものであったと話している．このメンバーのうちメンバー①とメンバー②はデザインプロジェクトの経験数が 2〜5 回，メンバー③は今回が初めてである．この発話から，メンバー①とメンバー②は異なる専門とアイディア生成を行なった経験があり，その際に専門の違いが自身のアイディア生成を阻害したことが考えられる. また, メンバー①は専門の違いを不快に感じていたことが予測でき，そうした不快感が創造的アイディア生成を阻害する場合があると考えられる.

表 3　専門の違いに関する発話

メンバー	発話内容
①	いやー，毎回議題がこんな風に決まったら超楽って思っちゃった
②	ね、そうだよね
①	だってこれかなりアイディア出た気がするし
②	違いはなに？
①	違いはやっぱりみんなおなじ美大系だから、こうなんだろ、ちょっと不安定なアイディアを出してもいいんじゃないかなって思った心の
③	みんな暖かくて出しやすかったです
①	なんかこれ見てると形をどうしようとかなんかいまのボタンを押す機能とか実際の機能の話にならなかったじゃないですか．中身やサービスの話で
②	全然出なかったね
③	出なかったですね
①	そう，なんかそっちでなんかずっとこうここも最初から決まってた．そんなのはこうやるって決まった段階でやれる人に任せればいいし，アウトソーシングで
③	たしかに，お願いしますっていう

専門の違いは，アイディア生成を長く行うことで理解が深まり，受け入れられるようになると考えられる. 今回，アイディア生成は 40 分としたが，メンバー同士が互いの専門の違いに気づかない，もしくは理解しない，受け入れない状態でアイディア生成が終了した場合があったと考えられる．そのような状況で専門性が現れたとしてもその専門性が活かされるのは困難である. したがって, 専門多様性の影響がネガティブに現れた可能性がある.

長期のアイディア生成では専門多様性が創造的アイディア生成にポジティブに影響していることが観察から示唆されている[8]ので，アイディア生成を長く行うことでメンバーが専門の違いを受け入れ，専門多様性が創造的アイディア生成率を高めると考えられる.

4.3.2. アイディア生成のプロセス

次に，今回のアイディア生成のプロセスが専門多様性の影響を阻害したことが考えられる．評価者によるアイディアの創造性評価の結果と発話内容から，専門によってアイディアに特徴が見られた．評価者に評価されたアイディアのうち，評価者の中で新規性の最高評価が 4 以上のアイディア，有用性の最高評価が 4 以上のアイディア，実現可能性の最高評価が 4 以上のアイディアの割合を専門多様性のない集団（芸術系メンバーのみの集団, 工学系メンバーの集団）と専門多様性のある集団それぞれでまとめたものを図 12 に示す. この結果から，この芸術系メンバーのみの集団は他の集団よりも新規性が優れており，この工学系メンバーのみの集団は有用性と実現可能性に優れている傾向にあったことがわかる.

また，工学系メンバーに関しては発話内容と生成されたアイディアから性能や機能，仕組みからアイディアを考える傾向にあることが観察された．具体的には

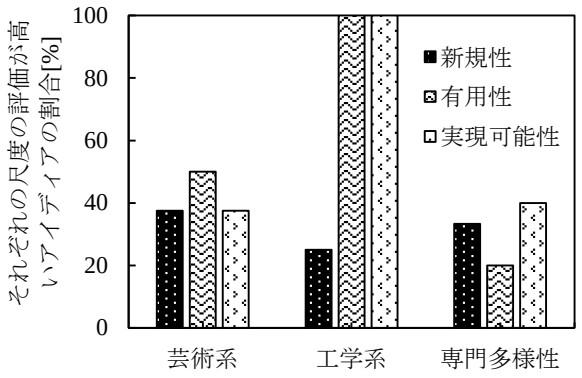


図 12 集団と創造性の尺度の関係

課題 A に対して次のようなアイディアが生成された.

- 動く
- 疲れを感知して（飲み物を）リコメンドする

1 つ目のアイディアを生成した際, 生成した工学系メンバーは「じゃあ動作, 動く動く」と発話しており, 動作という機能に着目していることがわかる. また 2 つ目のアイディアも仕組みが考慮されている. こうした傾向により工学系メンバーのみの集団では有用性と実現可能性の評価が高いアイディアが生成されたと考えられる. 仮に専門多様性のある集団において工学系の特徴がアイディア生成に表れていれば, 有用性と実現可能性の高いアイディアの割合は芸術系メンバーのみの集団における割合よりも高くなると考えられる. しかし, 専門多様性のある集団では有用性の評価が高いアイディアは芸術系メンバーのみの集団よりも少なく, 実現可能性の評価が高いアイディアについても芸術系メンバーのみの集団と差はない. このことから工学系の専門性が専門多様性のある集団で現れていないと考えることができる.

この原因としてアイディア生成における収束的思考にアイディアを具体化する段階が含まれていなかったことが挙げられる. 有用性や実現可能性を高めるという工学系の専門性はアイディアを具体化する・評価するという段階すなわち収束的思考に現れる. しかし, 今回の実験における収束的思考ではグルーピングによるアイディアの整理とアイディアの選択のみを行っており, アイディアを具体化するプロセスが含まれていなかった. したがって, プロセスを限定しすぎたことで工学系の専門性が専門多様性のある集団で現れなかったと考えられる. したがって, 専門性が現れるアイディア生成のプロセスによって専門多様性の影響が創造的アイディア生成に現れるかどうかが決まると考えられる. そうしたプロセスを設計するために専門性を理解する必要がある.

アイディア生成のプロセスにおけるアイディア決めの際の指示が創造的アイディアの決め方と異なる点があったことにも問題があったと考えられる. 今回, アイディアの評価ではアイディア決めの際に候補に挙がったアイディアを評価対象とした. これは 2.2.2 で述べたようにアイディア決めにおいて集団内で新規性・有用性・実現可能性を評価した上で候補に挙がったアイディアなので, 集団で生成されたアイディアの中で創造的アイディアがすべて含まれていると仮定したためである. しかし候補に挙がったアイディアの集団内での評価つまり貼られたシールを見ると新規性を重視していない選び方になっていることがわかった. つまり, 新規性が評価されていないのに有用性と実現可能性の評価が高かったために候補に挙がったアイディアがあった. これはアイディア決めの際に評価のために貼った 3 色のシールの合計が多いアイディアから選ぶようにという指示をしたためであり, 創造性の評価と齟齬が生じている. したがって, 集団内の創造的アイディアがアイディア決めの候補に挙がらなかった場合があったことが考えられる. したがって, 指示を創造的アイディアの決め方を統一する必要がある.

4.3.3. 創造性の評価尺度

今回のプロセスでは有用性が十分に評価されなかったことが考えられる. 有用性は, そのアイディアのユーザーが誰なのか, そのアイディアがどのような問題・ニーズを解決するかに対して発生するものである. また, その問題・ニーズに価値があることが必要であることが考えられる. 解決する問題・ニーズに価値がなければその問題・ニーズを解決できるとしてもそのアイディアが有用であるとはいえない. しかし, 今回のアイディア生成では問題・ニーズを考える機会を設けていないため, その価値を評価していない. したがって, 有用性を十分に評価するためには, アイディア生成において問題・ニーズを考える段階を作り, その際の発話を観察する必要がある. 具体的には発話内容を記録するとともに課題に問題・ニーズを考慮させる要素を取り入れることなどが考えられる. 今回使用した課題は「自動販売機を再デザインせよ」,「大学での学習体験を再デザインせよ」であったが,「自動販売機において人々が抱えている問題を見つけてそれを解決するプロダクトやサービスを開発しなさい」,「大学での学習体験における人々が抱えている問題を見つけてそれを解決するプ

ロダクトやサービスを開発しなさい」などにすることで問題やニーズを考慮させることができる.

5. 結論

本研究では，集団の創造性を促進する要素としてメンバーの専門多様性に着目し，創造的アイディア生成率の算出とプロセスの観察により専門多様性の創造的アイディア生成への影響を検証した. その結果, プロセスの観察からアイディア生成に専門多様性がなんらかの影響を及ぼしていることがわかり，それが創造的アイディア生成の促進に結びつくことが示唆されたが，創造的アイディア生成率において専門多様性の有意な影響は見られなかった. 一方で, 専門多様性を活かすためには，メンバーが互いの専門を理解してその違いを受け入れる段階までアイディア生成を行うことや，専門性を活かすプロセスの設計が必要であることが示唆された．アイディアの創造性の評価方法に関しても新たな尺度の導入やより限定的な課題の設定が必要であることがわかった.

今後の方針としては, こうした問題を改善し, 専門多様性の影響について検証することが必要である．また，今後の発展としてはアイディア生成のプロセスによって専門多様性の影響がどのように変わるかを評価し，専門多様性が創造性にポジティブに影響するプロセスを定めることで，集団の創造性を促進する方法を確立することができる.

参考文献

[1] P. Paulus, （2000）“Groups, teams, and creativity: The creative potential of idea-generating groups,” Applied psychology, Vol. 49, No. 2, pp. 237-262.

[2] R. A. Finke, B. T. Ward , M. S. Smith, （1999）“創造的認知”, Published by Bradford.

[3] 三輪和久 , 石井成郎, （2004）“創造的活動への認知的アプローチ,” 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp. 196-204.

[4] H. T. Thornburg, （1991）“Group size & member diversity influence on creative performance,” The Journal of creative behavior, Vol. 25, No. 4, pp. 324-333.

[5] S. K. Horwitz , I. B. Horwitz, （2007）“The effects of team diversity on team outcomes: A meta-analytic review of team demography,” Journal of management, Vol. 33, No. 6, pp. 987-1015.

[6] L. Fleming, （2004）“Perfecting cross-pollination,” Harvard business review, Vol. 82, No. 9, pp. 22-24.

[7] H. Barki , A. Pinsonneault, （2001）“Small group brainstorming and idea quality: Is electronic brainstorming the most effective approach?,” Small Group Research, Vol. 32, No. 2, pp. 158-205.

[8] 齊藤滋規, （2016）“理工系大学の授業革新（アクティブ・ラーニング）,” IDE：現代の高等教育, Vol. 582, pp. 31-35.

洞察問題解決課程における制約逸脱に身体動作が与える影響
Effect by body movement on constraints relaxation in insight problem solving

梁川 祥吾†，若林 一貴†，齊藤 滋規†
Shogo Yanakawa, Kazuki Wakabayashi, Shigeki Saito
†東京工業大学　環境・社会理工学院
School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology
yanakawa.s.aa@m.titech.ac.jp

Abstract
A past research proved a positive effect of walking on divergent thinking without taking insight into account. Creativity is directly related to insight which in turn can be achieved through constraint relaxation. This research verifies the effect of walking on constraints relaxation in insight problem solving. Even though the result does not show a significant correlation between walking and the constraints relaxation, it is suggested walking leads to incubation and facilitate the constraints relaxation.

Keywords — Insight problem, Constraints relaxation, walking,

1. はじめに

21 世紀に入り，社会はグローバル化やデジタル化によって，ますます複雑になっている．このように複雑化する現代社会では，これまでになかった新しい問題が次々と発生し，経験による問題解決が難しくなっている．そのため，ただ知識をもつことだけでなく，新しいアイディアを出す力，とくに創造性に対する重要性が高まっている．しかし創造性の研究は，創造性という単語の多義性から，単語の定義や，ケーススタディ法に限られてきた．

創造性の研究の転換点となったのが，Finke[1]によるジェネプロアモデルである．ジェネプロアモデルは認知アプローチによる実験結果に基づいた一般的な創造活動の認知モデルである．ジェネプロアモデルは大きく 2 つの特徴をもつ．第一に，人間の創造的活動は発明先行構造という心的イメージを生成する段階と，その発明先行構造が創造的であるか解釈する段階の 2 つから成り立っている点である．イメージの生成段階では，記憶探索や概念合成などにより，発明先行構造という心象表象を生成する．解釈の段階では，発明先行構造を有意に解釈し，当面の課題を解決できるかどうかを検討する．そして満足の得られる解釈ができるまで，生成と解釈のサイクルを繰り返す．第二のジェネプロアモデルの特徴として，発明先行構造を生成，解釈する両方の段階で，産出物からの制約を受けていることである．Finke は産出物からの制約の例として，産出物のタイプやカテゴリーなどを挙げている．

このジェネプロアモデルが元となり，発明先行構造の生成段階に対応するアイディアを拡散・生成する発散的思考と，発明先行構造の解釈段階に対応するアイディアを選択する収束的思考の２つの思考の交互作用が創造性には重要であると考えられている．発散的思考，収束的思考に影響を与える要因として歩行動作がある[2]．この研究では２つの思考を図るため，アイディア生成課題と RAT テストを使用した．結果，発散的思考に対しては歩行動作の影響が示された．

創造性には心的制約も重要である[3]．心的制約からの逸脱を図る指標の一つとして洞察問題がある．洞察問題は制約によりインパスに陥るように問題が設計されている．そのため解決過程における制約の動的緩和理論[4]では，インパスから逸脱するため制約を徐々に緩和していく必要が指摘されている．歩行動作により，この緩和が促進される可能性がある．

本研究では，制約逸脱に対する歩行動作の影響を検証する．具体的には各被験者に対して，インパスに陥った際に歩行動作を行う場合，行わない場合の２条件で洞察問題に取り組ませる．洞察問題解決過程を録画，分析することで，インパス前後の制約逸脱率を比較し歩行動作の影響を検証する．

2. 実験

2.1. 実験課題

本研究では制約逸脱を定量的に観察する必要が有るために，実験課題として幾何的な問題である必要がある．また各被験者が２題の洞察問題に取り組むため，学習効果が少ない問題である必要がある．よってT-puzzle（図 1）と 16 点問題（図 2）を使用した．

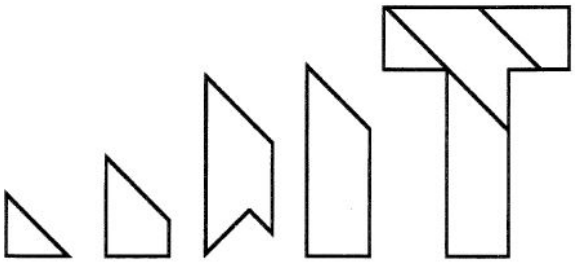


図 1 T-puzzle

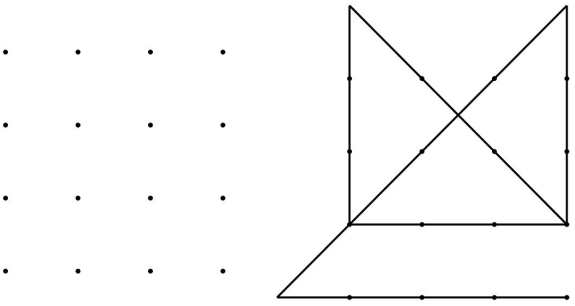


図 2 16 点問題

2.2. 実験

被験者

本学大学生及び大学院生 34 名が実験に参加した．

被験者は，T-puzzle を歩行条件で，16 点問題を非歩行条件で解く群と，問題と条件の組み合わせを変えた群に分かれている．歩行条件ではインパスに陥ったと被験者が感じた場合に歩行動作を行わせるが，非歩行条件ではインパスの報告だけ行わせ，そのまま問題解決を継続させる（図 3）．なおインパスの報告は複数回おこなってよいものとする．本実験では，被験者のインパス前後での試行の違いを確認するため，過去にT-puzzle，ないしは 9 点問題を解いたことのある被験者は，分析対象としない．

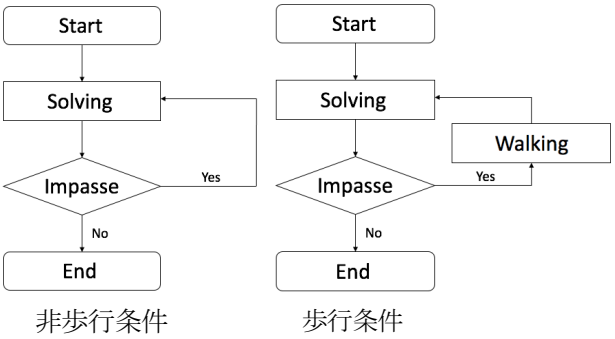


図 3 各条件にける実験手続き

実験環境

創造的問題解決においては，照明の明るさや，部屋の色彩などが問題解決に影響を与える可能性がある．そのため理想的にはなにもない部屋で実験を行う必要がある．本研究では図 4 の見取り図の実験室（図 5）を使用した．

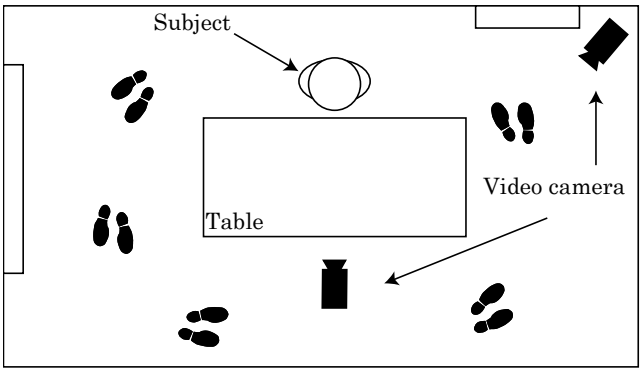


図 4 実験室見取り図

図 5 実験室

実験手続き

実験は 1 人ずつ実施した．被験者は実験室入室後，中央に着席し，紙面によって示された最初の問題に対する実験手順を確認した．被験者はその手順書を読んだ後に，同様の内容の教示ビデオを確認した．録画の都合上，被験者には机に引かれた縦 40 cm×横 50 cm の枠のなかで問題解決を行うよう指示した．被験者は合図と共に問題に取り掛かり，机の上に置かれたキーボードでスタート，インパス，終了の合図を行った．歩行条件では，インパスの合図の後に，被験者は好きなように部屋の中を歩くが，非歩行条件においてはインパスの合図だけを行い，問題解決を継続させる．どちらの条件でも，この動作は何度行ってもよいものとした．２問目においても同様に，机の上に新たに用意された実験手順を読んだ後に，手順書と同様の内容の教示ビデオを確認する．被験者が実験手順を理解した後に，先程と同様に実験を開始する．両条件において制限時間は 30 分とし，時間内に解決に至らなかった場合はこちらから合図を行い，問題解決を終了させた．なお 1 問目で時間内に解決に至らなかった場合でも，2 問目に取り組ませた．T-puzzle，16 点問題の経験者の有無と歩行動作中になにを考えていたのかを確認するためのアンケート調査を行った．

2.3. 解析手法

制約緩和

T-puzzle における制約は２種類[5]存在する．１つ目の制約は 5 角形のピースの置き方に対応する．基準線と平行または垂直になる辺ができるだけ多くなるように，ピースをおく傾向がある．よって図 6 の (c) や (d) のように，5 角形のピースを垂直に置くような試行を制約に囚われた試行とし，(a) や (b) のような試行を制約から逸脱した試行と定義する．２つ目の制約はピースとピースの組み合わせに対応する．一般にパズル問題ではきれいな形を作ろうとする傾向があり，T-puzzle においては五角形のピースの角を埋めようとする傾向がある．よっての (b) や (d) のように，五角形の角を他のピースで埋めるような試行を制約にとらわれた試行とし，(a) や (c) のような試行を制約から逸脱した試行と定義する．

同様に 16 点問題における制約も２種類存在する．外周 12 点に注目することで１つの四角形としてカテゴリー化し，四角形の内部に収まるよう線を引く．16 点によって作られる四角形の枠からはみ出るように線を引いた場合，制約を逸脱した思考とする．また図 7 のような線の引き方も制約の逸脱と定義した．これは一つの点から線を引く際に，1 つの点から一番近い点，またはその次に近い点に線を引く機能が点同士の関係によって選択されるためである．

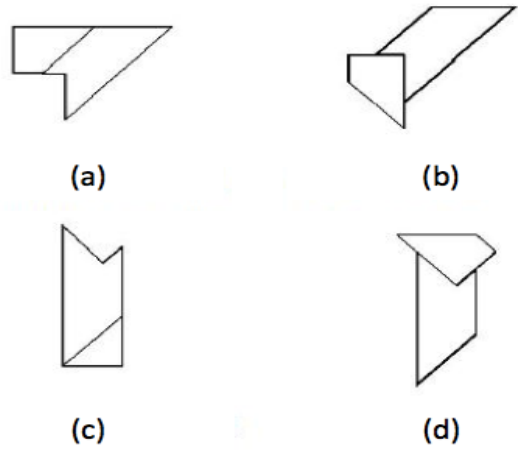


図 6 T-puzzle の制約逸脱

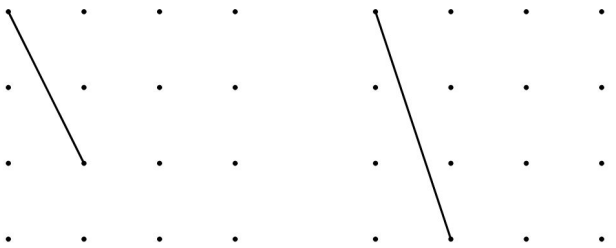


図 7 16 点問題の制約逸脱

試行の数え方

1 つの試行とは被験者があるやり方を試みるが，失敗に気づき，別のやり方を試すまでとする．よって T-puzzle においては，2 つのピースを組み合わせてから，複数個で組み上がったパズルのいずれか一つのピースを離すまでと定義する[4]．また分析者の主観が入ることを避けるために，ピースが物理的に接触し，組み合わせた場合のみをカウントし，ピース同士が物理的に接触しなかった場合はカウントしないこととする．

同様に 16 点問題の試行は，ペンで紙に書き始めてからペンを紙から離すまでを 1 試行とする．T-puzzle 同様，ペンが物理的に紙に接触した場合のみをカウントする．

制約逸脱率の求め方

制約逸脱率はセグメント毎に求める．セグメントは実験開始から最初のインパス，インパスとインパスの間，最後のインパスから実験終了までによって定義される．制約逸脱率は各セグメントにおける，制約を逸

脱した試行回数をセグメントにおける試行回数で除したものと定義する．各インパスに注目し，その前後における制約逸脱率を条件ごとに比較し，歩行動作の影響を調べる．

3. 実験結果及び考察

3.1. 歩行動作の有無と制約逸脱率

以下の解析では両問題とも未経験かつ，問題解決中にインパスに陥った被験者を対象とする． T-puzzle を歩行条件で，16 点問題を非歩行条件で解く群では 7 人，問題と条件を入れ替えた群では 6 人であった．各条件におけるインパス前後の制約逸脱率の平均値は表 1 のようになった．

表 1 各条件におけるインパス前後の制約逸脱率

		インパス前	インパス後
T-puzzle	歩行条件	0.28	0.55
16 点問題	非歩行条件	0.15	0.27
T-puzzle	非歩行条件	0.15	0.32
16 点問題	歩行条件	0.24	0.39

解いた問題の種類と条件，そしてインパスの前後を要因とする，2×2×2 の 3 要因分散分析を行った．3 要因による一次の交互作用は p=0.612 となり有意でなかった．問題と条件間，問題とインパスの前後，条件間とインパスの前後の交互作用はそれぞれ p=0.611, p=0.863, p=0.379 となり，有意水準 5%で有意でなかった．条件間の主効果は p=0.351 であり有意でなかったが，問題とインパスの前後の主効果はそれぞれ p=0.044, p=0.005 となり有意であった．3 要因の分析の結果，問題による主効果とインパスの前後による主効果が有意であった．問題解決が進むと，制約からの逸脱率が上昇するのは既存研究でも言われており，インパスの前後における主効果がみられたのは当然といえる．また，問題間に主効果があるということは，問題の性質が違った可能性が存在する．

3.2. 歩行動作の有無と制約逸脱の考察

非歩行群より歩行群の方が制約の逸脱率が高いが，有意差が得られなかった．統計的に有意な差が得られなかった理由の 1 つとして，被験者数が充分でなかったため，歩行動作の影響が統計上に現れなかったと考えられる．

インパスの前後による主効果が有意だったのは，試行が増えるにつれ，制約を逸脱する試行が増えることを考えると当然といえるだろう．

問題間で有意差が見られたということは，これらの問題が対称でなかったことを示している．問題未経験者による T-puzzle の正答率は 77%であるのに対して，16 点問題の正答率は 48%であった．これに対して t 検定を行うと p=0.043 と有意差が得られた．よってこの 2 題では難易度の面で差があったと考えられる．T-puzzle と 16 点問題の難易度に差がある理由として，ゴールの明示レベルが異なるという点が考えられる．T-puzzle は 4 つのピースで T 字を作るということが明示されているが，16 点問題ではただ条件が書いてあるのみである．一般的に，答えが明示されている方が正答率は高い．ある実験では，問題文中の T-puzzle の大きさを，ピースと同じ大きさに印刷したものとピースより縮小した大きさに印刷したものの 2 群に分けてテストを行った．結果，縮小印刷した問題文を用いた群より実寸大を使用した群の解答時間のほうが遥かに早いという結果が得られた．このようにゴールの明示性により難易度は大きく変化する．本実験の問題文中では，T-puzzle を実際のピースの大きさの 2/3 に印刷したため, 答えが明示されていない 16 点問題のほうの難易度が高くなったと考えられる．

よって今後は, T-puzzle と 16 点問題に対して, 別々に解析を行っていく．

3.3. 歩行動作中の思考の有無と制約逸脱率の考察

実験終了後に行ったアンケート調査を元に，歩行動作中に問題のことを考えていたか，それ以外かでデータを分けた．歩行動作中に問題のことを考えていた群は歩行・思考群とし，問題以外のことを考えていた，または特になにも考えていなかった群を歩行・非思考群とした．それぞれの群のインパス前後における制約逸脱率の平均値をグラフにしたものが図 8 である．図 8 より，インパス前後の制約逸脱率の差は歩行・思考群より歩行・非思考群のほうが高い．よって歩行・非思考群と非歩行群で 2 要因分散分析を行った．T-puzzle 未経験者は 21 名であり，9 名が非歩行，5 名が歩行・非思考群であった．結果，交互作用では p=0.036, 条件間の主効果は p=0.037, インパスの前後で p=0.004 となり，有意水準 5%ですべて有意となった．交互作用が有意だったので，次に単純主効果について調べる．インパス前の制約逸脱率に歩行動作の影

響は有意ではなかったが（p=0.744）インパス後の制約逸脱率において歩行動作の影響は有意に効果があった（p=0.003）．歩行動作中になにも考えなかった場合の制約逸脱率はインパスの前後で有意差があり（p=0.002），歩行動作がない群では有意差が得られなかった（p=0.392）．

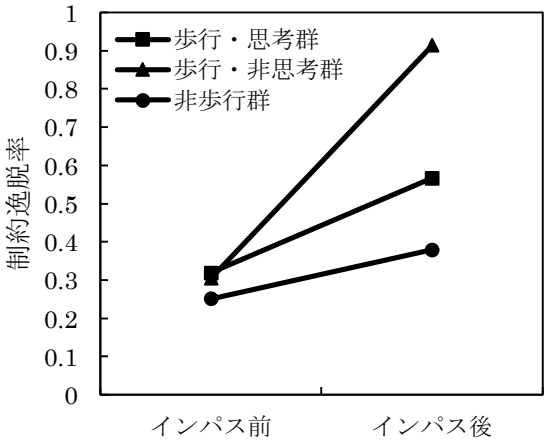


図 8　T-puzzle におけるインパス前後の制約逸脱率

次に16点問題に対して同様の2要因分散分析を行う．インパスの前後における制約緩和率の平均値をグラフにしたものが図 9 である．16 点問題未経験者は 16 名であり，8 名が非歩行群，歩行・非思考群は 2 名であった．歩行・非思考群と非歩行群で 2 要因分散分析を行った．条件間での主効果は p=0.059，インパス前後での主効果は p=0.057，交互作用は p=0.414 となり，有意水準 5%では，交互作用は有意でなかった．また条件間でも，インパスの前後でも主効果は有意でなかった．

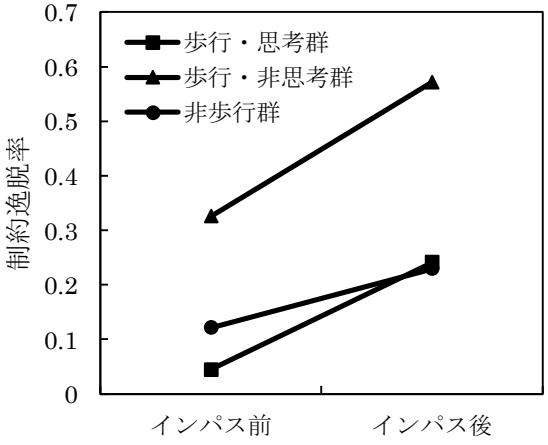


図 9　１６点問題におけるインパス前後の制約逸脱率

T-puzzle と 16 点問題それぞれに対する 2 要因分散分析の結果，T-puzzle においてのみ歩行・非思考群と非歩行群で交互作用が有意であった．

16 点問題で歩行・非思考群と非歩行群の有意差が得られなかった理由の 1 つとして，歩行・非思考群の標本数が充分でなかったことが挙げられる．T-puzzle では非歩行群が 9 人に対し，歩行・非思考群は 5 人であった．しかし 16 点問題では非歩行群が 8 人に対し，歩行・非思考群は 2 人であった．分散分析は標本数が少ないと有意差が得られにくくなるため，標本数の少なさが 16 点問題で有意差が得られなかった理由の 1 つと考えられる．T-puzzle と 16 点問題で，歩行・非思考群の割合に差がある理由として，問題の性質が異なることも考えられる．16 点問題は問題の図がイメージしやすく，歩行しながらでも問題を考えやすい．それに対し, T-puzzle は 4 つのピースをイメージしながら，脳内で組み合わせなければならいため，イメージが難しく歩行動作中に問題のことを考えにくい．このイメージの行いやすさの差により，歩行動作中に問題のことを考える被験者の割合が高い可能性がある．また 16 点問題は問題用紙を持つことで，歩行動作を行いながら考えることができる. 実際に被験者の 1 人は 16 点問題の問題用紙を持ちながら歩行動作を行ったが，T-puzzle でピースを持ちながら歩行動作を行った被験者はいなかった．この問題の性質の差が，歩行・非思考群の差につながったと考えられる．

ここで T-puzzle で得られた結果のみから考察を行う．分析の結果から，歩行・非思考群は歩行・思考群より制約逸脱率が高いことがわかる．つまりは何も考えずに歩行動作を行うこと，または何も考えないことそれ自身が制約逸脱を促進するということである．

この何も考えないことが制約逸脱を促進するという仮説を裏付ける考え方として，固着と孵化という考え方がある. 固着という考え方は非常に一般的な現象で，アウトプット干渉や喉からでかかり現象，問題解決におけるアルゴリズムの使用，そして創造的アイディア生成を含む広範な認知的諸領域において生起しうる[1]. 固着は知識や自分の経験，与えられた事例の持つ特徴によって，特定のアイディアに固執し，すでに想起された情報の検索がまだ想起されていない情報の検索を阻害することを言う．これは過去にうまくいった検索方略に固執することが有利に働くため，一般的によくみられる．本研究で使用した洞察問題においても，被験者数は固着現象によりインパスに陥る．それに対し

て，行き詰まりのあと問題が一時的に棚上げになる場合を孵化という．そうすると，再び注意が問題に戻ったとき，より容易にそれを解くことができたり，意識的にその問題にたち戻らないにもかかわらず，解が突然意識に飛び込んできたりする．これは誤った方略への固着を忘却することにより，これまでにない新しい方略で取り組めるためである．またできるだけこれまでと異なるようなことを考えるように指示されたからといって，孵化現象が起こるわけではないことが指摘されている[1]．本実験においては歩行動作中に問題を考え続けるかどうかについては明確には教示しなかった．これにより，一部の被験者は自発的に孵化現象が生じ，制約からの逸脱ができたと考えられる．これは歩行動作が一部の人々にとっては孵化現象の手助けになることを示している．

4. 結論

本研究では，洞察問題解決過程における制約逸脱に対する歩行動作の影響について実験的に検証している．

歩行動作の有無に基づく解析により，歩行動作を行う場合と行わない場合では有意差がない．しかし制約逸脱への歩行動作の影響が否定されたわけではない．

歩行動作中の思考パターンに基づく解析により，歩行動作中に問題から離れることが制約逸脱に有意な影響を与えることがわかった．これは孵化現象によって説明することができる．

身体動作は孵化現象に関連する可能性があり，今後検討を必要としている．特に，孵化現象における潜在的意識処理に関連がある可能性が高い．

参考文献

[1] R. A. Finke, S. Smith, Thomas B. Ward, （1992） “Creative cognition: Theory, research, and applications”
[2] Marily Oppenzzo, Daniel L. Schwartz, (2014) “Give Your Ideas Some Legs: The Positive Effect of Walking on Creative Thinking”, Journal of Experimental Psychology, Vol. 40, No. 4, pp. 1142-1152.
[3] 三輪和久，松下正法，（1999）“発見における心的制約の緩和過程”，認知科学, 6 巻. 1 号. pp. 1-12.
[4] 鈴木宏昭，宮崎美智子，開一夫，(2003)“制約論からみた洞察問題解決における個人差”，The Japanese Journal of Psychology, Vol. 74, No. 4, pp. 336-345.
[5] 鈴木宏昭，（2004）“創造的問題解決における多様性と評価 : 洞察研究からの知見”，人工知能学会誌, 19 巻, 2 号, pp. 145-153.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

社会の縮図としての“人狼がいないかもしれない３人人狼”パラダイムの提案とロボットによる行動変容の試み

Modified werewolf game for a microsome of human society and behavioral modification induced by a robot in the game

高橋英之[1]，伴碧[2]，大澤博隆
Hideyuki Takahashi[1], Midori Ban[2], Hirotaka Osawa[3]

1.大阪大学，2.同志社大学，3.筑波大学
1.Osaka University, 2.Doshisha University, 3.Tukuba University
takahashi@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

Abstract
We proposed a modified version of *Werewolf*, a conversation-based game, designed to evaluate trust and various human social behaviors. Although there are always winners and losers in the regular version of *Werewolf*, the rules were modified to generate a possible scenario in which no enemy was present among the players and all players would win if they trusted each other. In the presentation, we would like to introduce several cases of the effect of using robots while playing this *Werewolf* on players' social behaviors and trust.
Keywords — *Werewolf* game, trust, robot

1. 本発表の概要

“魔女狩り”という言葉が代表するように，古くから人類は疑心暗鬼に囚われることで，時に根拠が無い情報を妄信して，無思慮な行動をしばしばとる傾向がある．特にメディアの媒体が多様化して個々人が自由に情報を発信することが可能になった今日においては，SNS などを通じて信憑性が希薄の情報が独り歩きしてあたかも真実であるかのように爆発的に広まっていく危険性が増してきた．集団が疑心暗鬼に囚われることで，根拠の不確かな情報が真実であるかのように実体化しないためにはどのような方策が有効なのであろうか？

集団における疑心暗鬼の発生を考える上での一つの題材として，我々は人狼ゲームに注目した．人狼ゲームとは，複数のプレイヤーで行う会話ゲームである．まずゲームの開始時に，それぞれのプレイヤーは他のプレイヤーには分からないように自分の役職をゲームマスターから告知される．役職には村人と人狼に加えて様々なものが存在するが（占い師，狂人など），大きくは村人側の役職と人狼側の役職にプレイヤーは分けられる．各プレイヤーの役職が決定した後，一定時間の自由会話が行われる．村人側の役職のプレイヤーは人狼のプレイヤーが誰かをこの会話の中から推理する．一方で，人狼側のプレイヤーは人狼のプレイヤーがあたかも人狼ではないかのように会話の流れを誘導する必要がある．そして一定時間の会話が終わったのち，誰が人狼と思うのかを各プレイヤーが投票し，もっとも多くの投票がなされたプレイヤーがゲームから追放される．適切に人狼が追放することができたら村人側のプレイヤーの勝利，一方で人狼が追放されないで残ったら人狼側のプレイヤーの勝利となる．人狼ゲームは，他のプレイヤーの気持ちをうまく読み取るスキルや違う役職を演じるスキルなど様々な社会的能力が必要であり，近年では娯楽としてだけではなく，人間の社会性を研究する題材として認知科学や人工知能の研究者の間でも注目が集まっている [1] [2].

我々は疑心暗鬼を調べるための改変をした上でこの人狼ゲームを研究のパラダイムとして用いている．具体的には，プレイヤーの数を三名とし，役職決めの際に，人狼が誰にも割り振られないケースを一定確率で生じさせた（図 1）．そして三名すべてのプレイヤーが，会話を通じてプレイヤーの中に人狼がいないという結論になった場合，人狼を追放する投票を行わないという選択肢を新たに加えた．この改変の結果，人狼がプレイヤーの中に存在しない場合に限り，すべてのプレイヤーがお互いを信じることで誰も敗者がいない形でゲームを終わらせることが可能になった．その一方で，本当は人狼が存在しているのに，人狼を追放する投票を行わない場合は無条

件で人狼側の勝利とした．このような改変を行うことで，お互いを信じすぎても，信じなさ過ぎても，村人側の勝利には結びつかないという疑心暗鬼が発生しやすい不確定な状況をつくり出した．実際に予備実験において，同一メンバーでこのゲームを繰り返し行うことで，プレイヤーの中に人狼がいないという合意の頻度が低下することが確認されている．

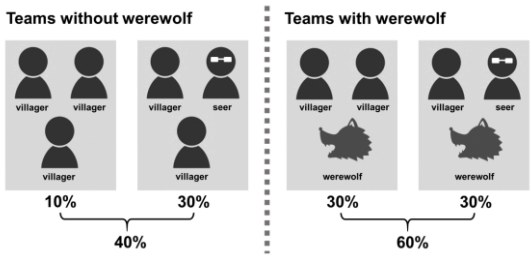


図 1. 改造版人狼ゲーム

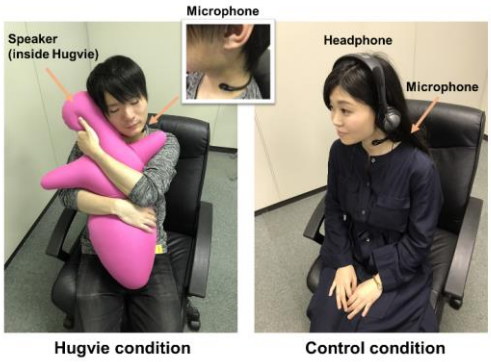


図 2. 実験設定

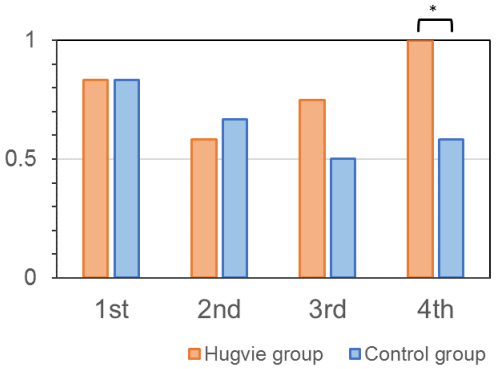


図 3. 他のプレイヤーに対する信頼度（村に人狼がいないと判断する割合）の試行に応じた変化

このようなパラダイムを用いて，どのような介入をプレイヤーにすれば，村人側の勝率が向上するのかについて検討することは，社会における疑心暗鬼の発生を抑制する一つのテストベッドとなるのではないかと期待している．これまでに行った検討として，ハグビー[3][4]という人の形をした抱き枕型の通信ディバイス（図 2）を通じて各プレイヤーがこのゲームを行った場合，プレイヤーの中に人狼がいないという合意の頻度がゲーム後半まで下落しないことが示されている（図 3）．この結果は，抱き枕を抱くという行為が他者を信じる態度を高めることを示唆している．

一方で，ハグビーを用いた条件における村人側の勝率は非常に低く，抱き枕によって高められる他者を信じる態度は根拠が無い妄信ともいえる．村人側の勝率を引き上げるためには，単に根拠なき信頼を高めるだけでは駄目で，個人のプレイヤーが頭を使ってこのゲームに主体的に取り組むようになることが重要である．現在はロボットをこのゲームに介入させることで，参加プレイヤーの“自分の頭で考える力”を引き出し，村人側の勝率を引き上げることができないか検討中である．

引用文献

[1] Hung, H., & Chittaranjan, G. (2010, October). The idiap wolf corpus: exploring group behaviour in a competitive role-playing game. In Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia (pp. 879-882). ACM.

[2] Kobayashi, Y., Osawa, H., Inaba, M., Shinoda, K., Toriumi, F., & Katagami, D. (2014, October). Development of werewolf match system for human players mediated with lifelike agents. In Proceedings of the second international conference on Human-agent interaction (pp. 205-207). ACM.

[3] Kuwamura, K., Sakai, K., Minato, T., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2014, February). Hugvie: communication device for encouraging good relationship through the act of hugging, Lovotics, Vol. 1, Issue 1, pp. 10000104.

[4] Sumioka, H., Nakae, A., Kanai, R., & Ishiguro, H. (2013). Huggable communication medium decreases cortisol levels. Scientific reports, 3, 3034.

人とロボットの相互理解を目指した心のアーキテクチャの提案
A Proposal of Architecture for Mind Towards Mutual Understanding between Humans and Robots

小山 虎[†‡]，石黒 浩[†‡]
Tora Koyama, Hiroshi Ishiguro
[†]大阪大学 基礎工学研究科
Osaka University，Graduate School of Engineering Science
[‡]JST ERATO 石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト
JST ERATO ISHIGURO Symbiotic Human-Robot Interaction Project
koyama@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

Abstract
In this paper, we propose an architecture for realization of the agent with the mind in an engineering way. This is an integration of the studies of the mind and self in philosophy and artificial intelligence, on the basis of their histories. We compare this architecture with existing architectures, such as reconstruction architecture and belief-desire-intention (BDI) architecture, and discuss the interdisciplinary significance of the architecture from the perspectives of robotics, philosophy, and cognitive science.

Keywords — Architecture for Mind, Robotics, Philosophy, Artificial Intelligence

1. はじめに
本論文では、心を備えたエージェントを工学的に実現するためのアーキテクチャを提案する。これは哲学と人工知能における心や自己の研究の流れを踏まえ、両者を統合したものである。

心は「人間とは何か」を明らかにする鍵であり、哲学では古くから研究対象となってきた。したがって、心を工学的に実現することができれば、「人間とは何か」の答えに大きく近づくことが期待できる。そのためには、心、そして自己のアーキテクチャが必要である。

心を工学的に実現するには、進化の歴史を再現するのが良いと考える研究者は少なくないだろう。心は人間が進化していく過程で獲得されたものであり、そのプロセスを再現できれば、最終的には心の獲得まで再現することが期待できるからである。しかし、このアプローチには深刻な問題がある。人間の進化は生命の誕生から数十億年をかけたプロセスである。一方、機械の誕生はせいぜい二千年前にすぎない。単純に進化のプロセスを再現するだけでは、数十億年とは言わないまでも、膨大な時間が必要になることが予想される。これを短縮するには、何らかのアーキテクチャを用いるのが有効であると考えられる。本論文では、哲学と人工知能で研究されてきた心と自己のモデルを踏まえ、進化を直接の再現することなしに心を実現することが見込まれるアーキテクチャを提案する。

以下では、まず続く第 2 節で提案アーキテクチャの歴史的位置付けについて述べる。次に第 3 節でアーキテクチャの概要を説明し、第 4 節で既存アーキテクチャとの比較を行なう。第 5 節では提案アーキテクチャが進化の過程を踏まえたものになっていることを説明する。そして第 6 節では、提案アーキテクチャの特徴でもある二種類の欲求が必要な理由を、工学的観点と哲学的観点、そして認知科学的観点から議論する。最後の第 7 節では、全体のまとめと今後の課題について述べる。

2. 提案アーキテクチャの歴史的位置付け
前述のように提案アーキテクチャは、これまで哲学と人工知能で研究されてきた心と自己についてのモデルに基づいたものである。本節では、自己と心についての哲学と人工知能の歴史を概観し、提案アーキテクチャが歴史上のモデルとどのような関係にあるのかを説明する（図 1）。

心と自己は人間の根本を形作るものであり、古代ギリシャの時代から現代に到るまで二千年以上も探求されてきた[1]。紀元前 5 世紀、哲学の創始者であるソクラテスは、「汝自身を知れ」という言葉を用いて自己理解の重要性を訴えた。ソクラテスの弟子であるプラトンはそれを踏まえ、人間の自己の本質は身体からは切り離される魂にあるという説を唱えた[2]。プラトンの弟子であるアリストテレスは、魂は身体から切り離すことができるようなものではなく、自己は魂と身体の両方から成る合成物だとしてプラトンに反対した[3]。

古代ギリシャの哲学者が考えていた自己は永遠不滅の魂という古い考えと結び付いていたが、17 世紀フラ

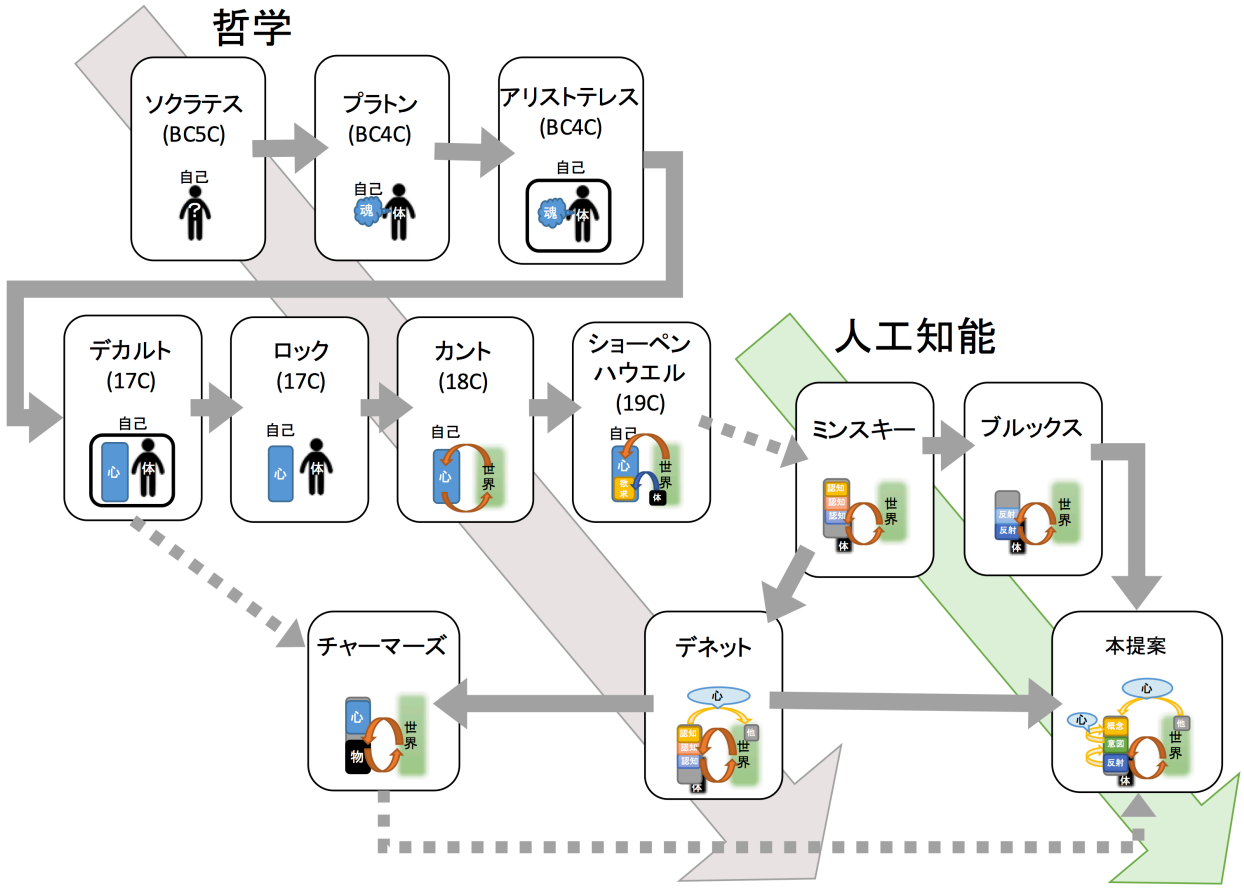


図 1　提案アーキテクチャの歴史的位置付け

ンスの哲学者デカルトがこれを現代的な考えに近づけた。デカルトは魂を心と同一視し、心は体と並ぶもうひとつの実体であり、人間は心と体という二種類の実体から構成されているという心身二元論を唱えた（その結果として、デカルトは心と体がどのような関係にあるのかという問題―心身問題―に直面することになった）[4]。イギリスの哲学者ロックは、体が入れ替わっても記憶や知識などの心的状態に変化がなければ自己は同じままであり続けると考えられることから、デカルトに反対し、自己にとって本質的なのは心だと主張した[5]。

デカルトやロックが考える心は理性、より具体的には知識や記憶と密接に関わっていた。18 世紀ドイツの哲学者カントはこれを発展させ、心の主な特徴は、(i) 外部世界から影響を受けて知識や記憶などの認識を形成すること、(ii) 認識から行動を引き起こすことという二つの能力にあるとした。すなわち、現代的な言い方をすれば、カントは心を認知的なものだと考えたのである[6]。これに対し、心には認知的ではない要素があると論じたのが 19 世紀ドイツの哲学者ショーペンハウエルである。ショーペンハウエルは大枠ではカントに従ったが、自己には、認知とは別に身体を突き動かす非理性的な「欲求」（ショーペンハウエル本人はこれを「意志」と呼ぶ）も必要であると考えた[7]。

19 世紀までの心は体とは独立に存在するものだと考えられていたため、心身問題は難問として哲学者を悩ませ続けた。それを大きく変えたのは 20 世紀以降の人工知能の発展である。なぜなら、人間と似たような人工知能を実現することができれば、心身問題の解決に大きく近づくことが期待できるからである。特に、ミンスキーの「心の社会」理論は、自己を認知エージェントとする点でカントやショーペンハウエルを引き継いでいるが、単なる理論に留まらない具体的なアーキテクチャを提案したという点で心と自己の研究にとって大きな転換をもたらした[8]。

人工知能における心と自己の研究が哲学に与えた影響の代表例はデネットである。デネットは、自己は人工知能で研究されているような認知エージェントであり、心は他者が自己の行動を社会的に解釈した結果だと主張する[9]。チャルマーズは、心を自己から引き離

すデネットに反対するが、人工知能研究と矛盾しないようにデカルト以来の二元論を復活させた[10]。

一方、人工知能研究では、実際に動作するロボットを作るという目的にとっては、外から得た様々な情報を複雑に処理して行動を決定する従来型の認知システムよりも、ブルックスのサブサンプションアーキテクチャに代表される、単純な行動から構成された行動ベースのシステムの方が明らかに有利であることが明らかとなり[11]、現在では行動ベースのアーキテクチャが支配的になっている。しかし、行動ベースのシステムでは人間のような高度な知能を実現することは困難であるため、心や自己のアーキテクチャとしては不十分なものに留まっている。

本論文で提案するアーキテクチャは、ブルックスのような行動ベースのアーキテクチャに、デネットのような行動を社会的に解釈した結果としての心を組み合わせることで、哲学における心と自己の研究と人工知能の研究の流れを統合したものになっている。

3. 提案アーキテクチャの概要

提案アーキテクチャの概要を図 2 に示す。本論文で提案するアーキテクチャは**行動・意図・概念**の三層構造をしており、それぞれのレイヤーは**操作**と**記憶**の二つのモジュールから構成される。

3.1. 行動レイヤー

提案アーキテクチャの一番下にあるのは行動レイヤーである。行動レイヤーの操作モジュールは**反射行動ユニット**から成るネットワークであり、個々の行動ユニットは感覚情報を入力として運動機構を動作させる。また、行動ユニットには様々な重みがあらかじめ埋め込まれており、外部世界から得た情報を元にどの行動ユニットが選択されるかにはこの重みが大きく影響する。そのため、この重みは行動ユニットに本能的に埋め込まれた、ある種の欲求だとみなすことができる。

行動レイヤーの記憶モジュールは、人間の短期記憶に相当するものであり、感覚情報と実際に行なわれた行動が蓄積され、一定期間保存された後に破棄される。感覚行動記憶は単に貯蔵されるだけでなく、予測を行うために利用される。つまり、反射行動ネットワークは実際の感覚情報だけでなく、それと類似した記憶の後に記憶した情報も入力として処理する。

3.2. 意図レイヤー

行動レイヤーの上に位置するのは意図レイヤーである。意図レイヤーの操作モジュールは**複数の行動ユニ**

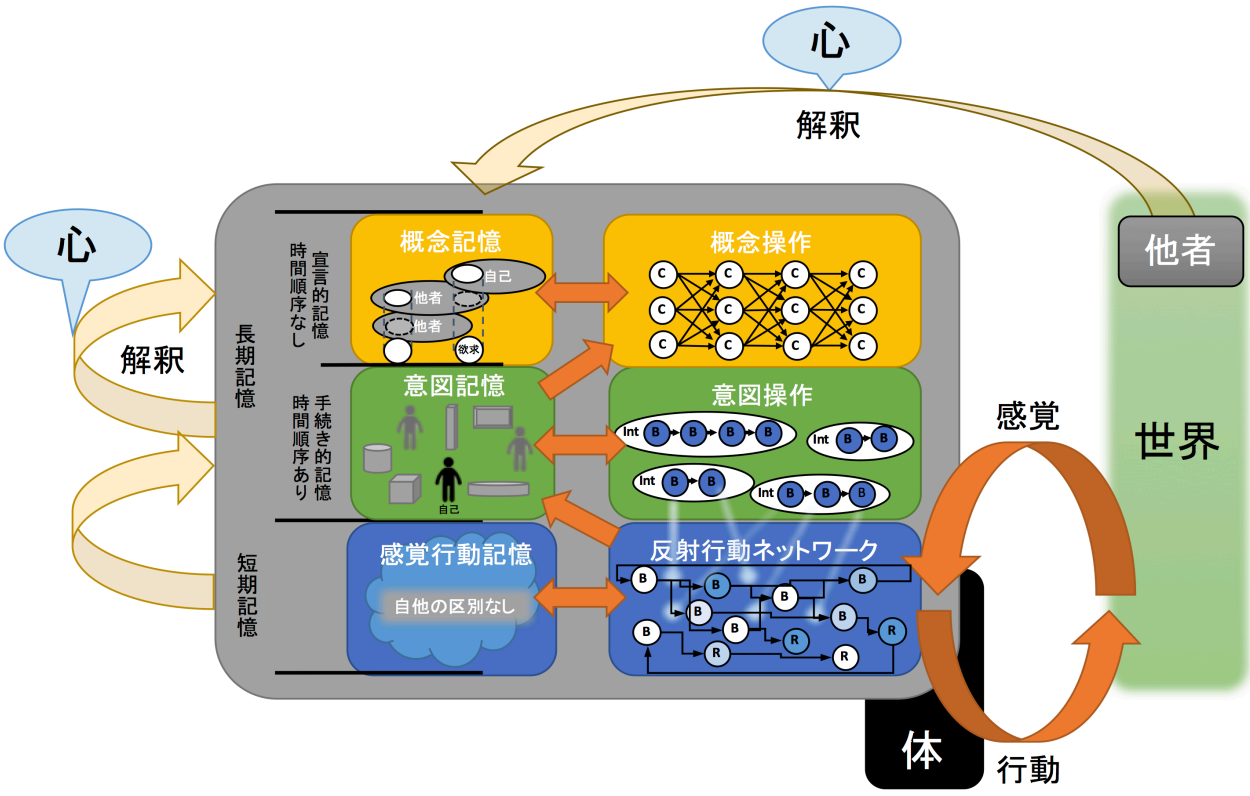


図 2 提案アーキテクチャの概要

ットを順番に繋いでひとまとめにした意図ユニットから成るネットワークである。アクティベートされた意図ユニットは、それを構成しているそれぞれの行動ユニットの実行されやすさを増加させる。したがって意図ユニットは行動計画とみなすことができる。

意図ユニットのアクティベーションには意図レイヤーの記憶モジュールが関わる。意図記憶は、自己とそれ以外の様々なオブジェクト、およびそれらの間のコンティンジェンシーと時間的順序関係から成る（限定的な）**世界のモデル**であり、反射行動ネットワークが行動感覚記憶を整理することで構成される。意図記憶は感覚行動記憶とは異なり、更新されるのみで破棄されない。この点で長期記憶のうちの手続き的記憶に相当する。

3.3. 概念レイヤー

一番上にあるのは概念レイヤーである。概念レイヤーの操作モジュールは**概念（記号表現）のネットワーク**である。個々の概念は言語コミュニケーションを介して獲得される。そのため、共起しやすい概念間の繋がりが強くなる。したがって、概念操作は一種の意味ネットワークとみなすことができる。

概念記憶は、概念操作が意図記憶に貯蔵されている情報から作り出す、**自己や他者など様々なエージェントから成る世界のモデル**である。概念記憶のエージェントは概念操作に含まれる概念の集まりとして表現される。このため、意図記憶のような時間順序はない。概念記憶は長期記憶のうちの宣言的記憶に相当する。

3.4. 心と概念記憶

提案アーキテクチャでは、心は複合的な概念である。すなわち、例えば、「ステーキが食べたい」という欲求（心的状態のひとつ）は、ステーキの概念と食欲（何かを食べたい）の概念が組み合わさったものである。欲求以外の心的状態も同様であり、例えば、「ライトを点灯しようとしている」という意図は、ライト点灯の概念と意図（何かを実現しようとする）の概念が組み合わさったものである。概念記憶は様々なエージェントから成るが、それらのエージェントを構成する概念にはこうした欲求や意図などの心的概念も含まれる。そのため、例えば、目の前にいる人に対応する概念記憶のエージェントは、ステーキが食べたいという欲求を含む概念の集まりとして表現されたりする。そう表現されるのは、意図記憶でその人に対応するオブジェクトの行動が当該の欲求に合致するときである。

意図や欲求を含む概念の集まりとして表現されるということは自己についても同様である。自己も概念記憶では一種のエージェントとして表現され、自己を構成するのは意図記憶での自己の行動と合致する概念である。前述のように反射行動ネットワークには本能的な欲求が埋め込まれていが、概念は言語コミュニケーションを介して獲得されるものであるため、本能的欲求と完璧に一致するような概念が獲得されることはほぼありえない。結果として、概念記憶での自己に含まれる欲求は、本能的欲求と完全には一致しないものの、本能的欲求に基づく行動によって獲得されるため、ある程度は本能的欲求を反映したものになる。

概念操作は、概念記憶での自己の欲求が満たされるように意図操作における意図ユニットのアクティベーションに影響を与える。これにより、本能的欲求や短いプランに従うだけでなく、より抽象的なレベルでの自己コントロールが可能になる。

4. 従来型アーキテクチャとの比較

本節では提案アーキテクチャを従来のアーキテクチャと比較する。比較するのは、(i)伝統的な再構成型アーキテクチャ、(ii)BDI アーキテクチャ、(iii)トップダウン型アーキテクチャの３つである（図 3）。

4.1. 再構成型アーキテクチャ

伝統的なロボティクスでは再構成型アーキテクチャが採用されてきた。再構成型アーキテクチャでは、世界を完璧に再構成した内部モデルが最初に与えられており、感覚情報をこのモデルと照らし合わせ、定められた目的を達成するに必要な行動を記号操作によって計算する。行動には何も埋め込まれておらず、計算結果である行動が実行されるのみである。

再構成型アーキテクチャは環境が極めて限定されていれば十分有効である。しかし、完璧なモデルを再構成できていることを前提しているため、環境が多少なりとも複雑で、完璧なモデルをつくることができない場合に目的を達成することはかなり困難になるという問題がある。実社会のような極めて複雑な環境で動作するロボットのアーキテクチャとしてはあまり適切ではない。

4.2. BDI アーキテクチャ

近年の人工知能ではBDI(Belief-Desire-Intention)

アーキテクチャが採用されることも少なくない[12]。BDI アーキテクチャの基本構成要素は信念(B)、欲求(D)、意図(I)という 3 つの心的状態である。信念は外部世界からの情報によって形成される外部世界の表現である（信念は誤っていることもありうる)。欲求は達成すべき状況を表現したものであり（ゆえにゴールとも呼ばれる)、一般的には少数の欲求があらかじめ与えられている。意図は欲求を実現させるために必要な一連の行動を表現したものであり、プランに相当する。BDI アーキテクチャでは、あらかじめ与えられた多くの意図（プラン）のうちのどれを実行するかが、信念と欲求を元に、BDI 論理と呼ばれる論理体系によって計算される。この行動決定プロセスは「熟考(deliberation)」と呼ばれる。

BDI アーキテクチャは人間の計画立案と行動決定について哲学者が考案した理論に基づいており[13]、適切な信念が形成されたときは適切な行動が選択される。また、誤った行動が選択される原因が理解しやすい（ほとんどの場合は信念に誤りがあることが原因である)。一方で、あくまで人間の合理的思考を模したものであり、行動ベースではない。そのため、実環境で動作するロボットに実装するには、行動ベースのアーキテクチャとうまく組み合わせる必要がある。

4.3. トップダウン型アーキテクチャ

ここでトップダウン型アーキテクチャと呼ぶものは、行動ベースのアーキテクチャの上に、意図と欲求のレイヤーを追加したものである。行動ベースのアーキテクチャは実環境で動作するロボットのアーキテクチャとして優れているが、そのままでは複雑な行動を実行することができない。トップダウン型アーキテクチャでは、追加された意図と欲求のレイヤーにより、欲求（ゴール）に基づくプラン実行が可能にする。

トップダウン型アーキテクチャでは複雑なプランの実行が可能になるが、適切な行動を選択するには信念（または部分的な世界のモデル）が必要である。また、それは欲求がオンラインになっている場合に限られ、オンラインになっていない場合は行動ベースのアーキテクチャと違いはない。したがって、トップダウン型アーキテクチャは、BDI モデルのような合理的エージェントと行動ベースのエージェントを切り替えるアーキテクチャだと考えてよい。

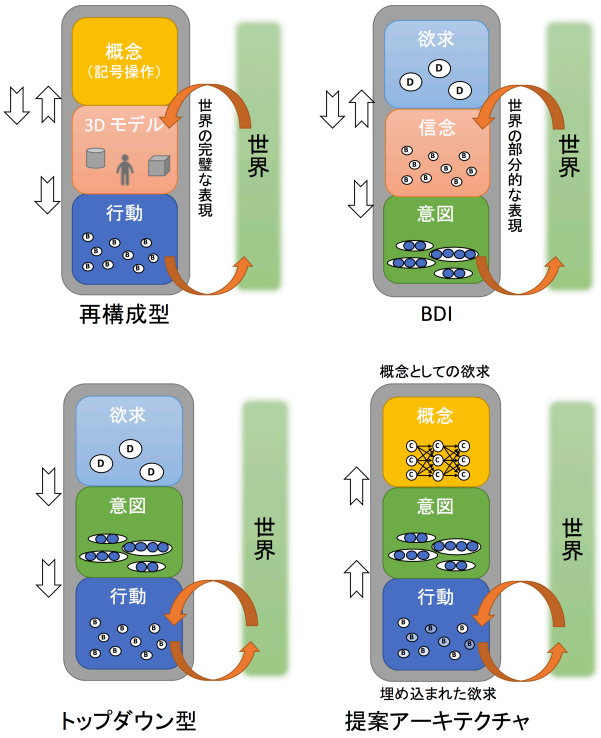


図 3 四つのアーキテクチャの比較

4.4. 提案アーキテクチャとの違い

再構成型アーキテクチャと提案アーキテクチャの一番の違いはモデルである。再構成型アーキテクチャはモデルに基づいてしか行動決定ができないため、モデルが不可欠である。提案アーキテクチャもモデルを持つが、あくまで記憶を整理することで得られる限定されたモデルである。また、行動レイヤーは行動ベースのアーキテクチャであるため、行動決定にモデルは必須ではない。提案アーキテクチャのモデルは、複雑な行動を可能にするためのものである。

BDI アーキテクチャと提案アーキテクチャはどちらも意図と欲求を用いた行動決定をする点で共通している。また、提案アーキテクチャの概念には BDI アーキテクチャにおける信念に対応するものも含まれていると考えられるため、提案アーキテクチャの概念レイヤーと意図レイヤーは BDI アーキテクチャの一種とみなすことも不可能ではない。

違いは、提案アーキテクチャが行動ベースのレイヤーを持ち、行動に欲求が埋め込まれていることである。まず、提案アーキテクチャには行動レイヤーがあるために熟考なしの行動決定が可能だが、BDI アーキテクチャには塾考が不可欠である。次に、通常の BDI アーキテクチャでは、欲求はあらかじめ与えられているが、提案アーキテクチャでは、欲求が埋め込まれているの

は行動であり、概念レイヤーでの欲求は行動を欲求という概念を用いて解釈した結果にすぎない。BDI アーキテクチャにおける行動は意図の構成要素にすぎないが、提案アーキテクチャにおける行動は、概念レイヤーにおける欲求がそれに基づいて解釈されるものであるという点で、このアーキテクチャの基盤になっている。このように提案アーキテクチャは、BDI アーキテクチャを包摂している。

5. 進化的妥当性：行動から概念へ

第 1 節で、進化の過程を再現して心を実現することは現実的でないのでアーキテクチャが必要だと述べた。しかし、提案アーキテクチャは進化をまったく無視しているわけではなく、むしろ進化的に見ても自然なものになっている。本節では、そのことを示すために、提案アーキテクチャが行動ベースのアーキテクチャからどのように発展したものかを説明する。

5.1. 行動と記憶

行動ベースのアーキテクチャとしてもっとも有名なのはブルックスのサブサンプションアーキテクチャである[11]。サブサンプションアーキテクチャは、それ以前の伝統的なロボティクスのアーキテクチャとは大きく異なり、反射行動を積み重ね、環境と一体化することで、メモリがなくても知的な行動ができることを示し、行動ベースのアーキテクチャの優位性を知らしめた。

しかし、サブサンプションアーキテクチャによって実現できた知性は限定的なものである。サブサンプションアーキテクチャを実装したロボットは、欲求が行動に埋め込まれており、適切な環境下で欲求に従った行動ができる。しかし、欲求に従って行動できることが知性のすべてではない。少なくとも人間が持っているような知性は、環境をモデル化し、手続きやルールを用いることで、複雑な行動を実現する。そのためには、モデル化に必要なメモリがなければならない。つまり、サブサンプションアーキテクチャに基づいて心を備えていると言えるエージェントを実現するには、少なくともメモリを備えている必要がある。

アーキテクチャにメモリを備えさせるにあたり、参照すべきなのは人間の記憶の研究である。実際、哲学における自己と心の研究においても記憶は重視されてきた（代表例はロックである[5]）。よく知られているように、人間の記憶は、まず短期記憶と長期記憶に分けられる。短期記憶は短期間しか保持されないが、高解像度であり、感覚と密接に結びついていると考えられている。長期記憶は短期記憶とは違い、長期的に保持され、宣言的記憶と手続き的記憶に区別される。宣言的記憶は文章の形でデータとして保持され、手続き的記憶の方は、車の運転方法のようにスキルとして保存される。宣言的記憶はさらにエピソード記憶と意味記憶に区別される。エピソード記憶は自己の体験の記憶であり、時間や場所、感情と結びついて記憶される。それに対し、意味記憶は時間や場所、感情とは独立の抽象的なことがらの記憶である[14]。

こうした種類の記憶がどのように実現されているかは広く研究されているが、現時点では確実に正しい言えることはまだそれほど多くはないようである。しかし、記憶がより高次の知的行動を可能にするために進化によって獲得されてきたものだとすれば、以下で説明するように、提案アーキテクチャに一定の進化的妥当性があることがわかる。

5.2. 記憶の獲得

サブサンプションアーキテクチャで実現されているような低次の知性を備えたエージェントは、行動に欲求が埋め込まれており、感覚情報に従って行動することで、欲求の充足によりもたらされる報酬が最大化されるように反射行動ネットワークを更新する。この種のエージェントにとって、最初に獲得しやすい記憶は短期記憶だと考えられる。短期記憶は感覚情報と密接に結びついており、また短期間で破棄されるため、一時的に情報を貯蔵するだけで実現できるからである。短期記憶の獲得には、外部世界から得られる感覚情報だけでなく、記憶に保持された情報もネットワークの更新に利用できるようになるため、行動の結果を予測した行動が実現できるようになるという利点がある。

長期記憶は短期記憶とは異なり複数の種類に区別されるため、段階的に獲得されたと考えるのが妥当である。最初に獲得されるのは短期記憶と同様に行動と結びついている手続き的記憶であろう。短期記憶と手続き的記憶の違いは、短期記憶では個々の行動が単位となる（それに伴う感覚情報が貯蔵される）のに対し、手続き的記憶では複数の行動のチャンクが単位となる点である。貯蔵する記憶の長期化にはこうした整理が不可欠だが、これにより、欲求と行動を一対一に対応させるだけでなく、特定の欲求を満たすために複数の行動をすることが可能になる。これが意図（プラン）

である。つまり、意図とは、記憶を利用した、欲求を満たすための短い計画行動だ、ということになる。

5.3. 概念の獲得と行動の予測

宣言的記憶は手続き的記憶とは異なる仕方で獲得されたと考えるべきであろう。なぜなら、宣言的記憶は概念に関わっていると考えられるからである。このことは、行動予測を向上させるために段階的に発展していったと考えることで説明できる。

短期記憶と手続き的記憶は行動予測に役立つ。何も記憶がなければ予測は不可能だが、短期記憶があれば記憶されている相手の行動が予測できる。また、手続き的記憶には、自己の計画行動（意図）の結果を予測できることが不可欠である（意図を選択できるのはその結果が予測できるからである）。しかし、短期記憶や手続き的記憶による行動予測には限界がある。どちらも自己の行動に基づく予測であるため、自己とは異なる行動が可能な他者の行動予測には失敗するからである。

他者の行動予測には概念を用いることが有効である。実際、意図や欲求といった概念は古代ギリシャの頃から、われわれ人間が行動予測をするために用いている道具立てとして知られている[15]。概念は言語コミュニケーションを介して獲得される。つまり、意図や欲求といった概念を獲得し、それを用いて他者をモデル化することは、他者による行動予測を言語コミュニケーションによって学習した結果だと考えられる。他者が実際に行っている行動予測の学習結果であるがゆえに、概念による他者の行動予測は有効なのである。

概念による行動予測は他者だけでなく自己にも適用可能である。自己の欲求や意図を直接知覚し、完全にモデル化することができれば自己の行動は容易に予測できる。しかし、これにはかなりのコストが必要となる。また、このモデルで行動が予測できるのは自己だけである。それに対し、他者の行動予測に有効な概念は、自己のモデル化にも用いることができる上に、すでに獲得された概念を利用するのだから、それほどコストはかからない。しかも、自己と他者の行動原理がまったく異なることがない限り（言語コミュニケーションが可能である以上、その見込みは低いが）、他者の行動予測に有効であれば自己の行動予測にも有効であることが十分期待できる。

さらに、自己のモデル化により自己コントルールが実現できる。自己コントロールとは、欲求を認識しつつ、それを抑制する（その欲求に従った行動はとらない）ということである。行動ベースのアーキテクチャでは、たとえ記憶を備えていても、欲求に従わないことは別の欲求に従うことでしか実現できない。欲求の抑制には欲求以外の手段が必要なのである。概念によって自己の欲求をモデル化することにより、初めて欲求の抑制が可能になる。

6. ディスカッション

提案アーキテクチャの特徴は欲求が二種類あることである。また、この二種類の欲求は、通常は一致しない。そのため、提案アーキテクチャに従うエージェントには、自分が概念的に把握している欲求を満たすはずの行動をしても本能的欲求は満たされない、すなわち、自らの欲求に従おうとしても従えない、という事態が生じる。このようなパラドキシカルな状態が生じることは提案アーキテクチャの特徴である。本節では、二種類の欲求を措定する必要性をロボット工学、哲学、認知科学という三つの分野の観点から議論することで、提案アーキテクチャが特定の分野に留まらない学際的な価値を持っていることを示す。

6.1. 工学的観点からの議論

工学的観点からは二種類の欲求の必要性は、以下のように、①**実時間性**、②**柔軟性**、③**共感性**の三つの理由により説明できる（図 4）。

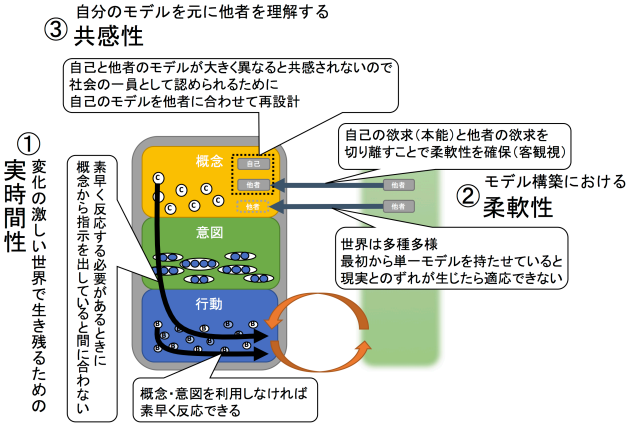


図 4 工学的観点から見た二種類の欲求の必然性

① 実時間性

概念レイヤーは複雑な行動をするために用いられる。そのため、概念としての欲求を用いた行動決定は、行動レイヤーのみで行う（行動に埋め込まれた本能的欲求に従った）行動決定に比べると時間がかかる。常に

行動決定に時間をかけてよいならば、BDI アーキテクチャやトップダウン型アーキテクチャのように、常に欲求（概念）から行動決定を開始しても問題ないかもしれない。しかし、空腹時に食事をするときなど、行動決定に時間がかけられない状況も少なくない。そして、行動決定に時間をかけてよいかどうかの判定にも時間がかけられない（そもそも完璧に判定しようとするとフレーム問題に陥る）。したがって、複雑な行動を実行するエージェントには、余裕があるときには概念から行動決定を開始するが、余裕がなくなれば自動的に行動レイヤーだけで行動を決定するようなアーキテクチャが必要になる。提案アーキテクチャでは、二種類の欲求により、これを実現している。

② 柔軟性

前述のように、再構成型アーキテクチャとは異なり、提案アーキテクチャでは世界のモデル化が完璧でなくても行動を決定できる。しかし、複雑な環境では、それに応じた複雑な行動をする必要があり、そのためには相応に複雑なモデルが必要になる。提案アーキテクチャのモデルは記憶に基づいて構成されるため、複雑なモデルをつくるには、実際の体験に基づく限定的な記憶を柔軟に活用しなければならない。このとき、概念としての欲求が本能的欲求を必ず一致する（すなわち、一種類の欲求しかない）のであれば、自己とは異なる欲求を持つ他者を含むモデルを作ることができなくなり、その結果、現実には確実に存在する自己と異なる欲求を持つ他者の行動に適応できなくなってしまう。本能的欲求と概念としての欲求を切り離し、後者の欲求を他者でも持ちうるものとして位置付けることにより、柔軟なモデル化が可能になる。さらに、自己が持ちうる欲求を他者が持ちうる欲求を区別しないことにより、自己の客観視が可能になるという利点もある。

③ 共感性

提案アーキテクチャは他者の存在、そして自己と他者を含む社会の存在を前提している。このことは、概念が言語コミュニケーションを介して獲得されるという点に反映されている。言語コミュニティ（社会）がなければ言語コミュニケーションも生じない。社会の一員として認められるには他者に共感されることが必要である。他者から共感されるために重要になるのは、他者と同じ行動原理に従っていることが当の他者に伝わることである。言い換えれば、他者から見て同じ欲求を持っているように行動することである。

そのためには、自己をモデル化する際に、純粋に自己についての記憶のみからモデル化するのではなく、他者に合わせてモデル化する必要がある。なぜなら、自己と他者の行動原理が共感を妨げるほど異なっている可能性があらかじめ排除されているわけではないため、自己についての記憶のみに基づくモデル化では、共感が得られない可能性が残るからである。概念としての欲求を本能的欲求から切り離せば、自己を他者に合わせて再設計することが可能なり、他者からの共感を導くように行動することも可能になる。

6.2. 哲学的観点からの議論

現代の哲学では、心については機能主義と呼ばれる立場が主流である[16]。機能主義によれば、心的状態はある種の機能的状態、すなわち、特定の入力に対し一定の出力を返す状態だとされる。機能的状態は計算論的に記述することが可能できるので実装可能であり、したがって人工知能研究と親和的だとされる。

機能主義にはいくつかの対抗理論があるが、代表的な対抗理論は解釈主義である（デネットも解釈主義者とみなされている[17]）。解釈主義によれば、心は他者の合理的に解釈した結果である。デネットは、他者の行動を予測する戦略として心的状態を帰属する「志向姿勢」があり、われわれ人間はその戦略を採用していると主張する。

機能主義と解釈主義は相容れない理論だとみなされている。しかし、提案アーキテクチャはこの両方を支持している。なぜなら、提案アーキテクチャは二種類の「心」を必要とするからである。例えば、行動に本能的に埋め込まれた欲求は機能的状態であり、機能主義を支持する。逆に、概念としての欲求は、まさにデネットの理論を念頭に置いたものであり、解釈主義を支持する。このことは、機能主義と解釈主義の論争が不適切であることを示唆する。提案アーキテクチャによれば、むしろ二種類の「心」があり、それが相互作用しているのが自己のあり方である。実際、二種類の心の相互作用は矛盾を生じさせるが、それが葛藤、迷い、意志の弱さなどの人間らしさを生んでいると考えられる[18]。

6.3. 認知科学的観点からの議論

認知科学的観点から見た提案アーキテクチャの意義

は「心の理論（ToM）」に関わる[19]。ToM は他者の心的状態を表現する能力のことであり、ToM を持っているかどうかの決定的なテストは、他者に誤った信念を帰属する課題だと考えられてきた[20]。しかし近年、従来の言語を使った課題は不十分であり、言語獲得前の幼児も誤った信念を帰属することができるという実験結果が得られたため、言語に依存した ToM を「明示的 ToM」、言語に依存しない ToM を「暗黙的 ToM」として区別されるようになっている[21]。

明示的 ToM と暗黙的 ToM がどのように異なるのか、両者を基盤となっている能力は同一なのか、それとも異なるのか、という問いは、現在熱心に研究されており、まだ確定的な回答は得られていない。提案アーキテクチャは明示的 ToM と暗黙的 ToM がまさにまったく異なるものである可能性を示唆している。なぜなら、提案アーキテクチャでは、言語的な認知能力は概念レイヤーに関わるものであり、言語に依存しない能力はそれ以外のレイヤーで実現していることになるからである。提案アーキテクチャで生じるパラドックスは、言語的な認知能力とそれ以外の認知能力が区別されることで生じていると考えられる。

7. まとめと今後の課題

本論文では、心と自己についての新しいアーキテクチャを提案した。提案アーキテクチャは、二種類の相容れない欲求があるという点でパラドックスを生じさせるという特徴を持つ。また、提案アーキテクチャは哲学と人工知能における研究の流れを統合したものであり、再構成型アーキテクチャや BDI アーキテクチャなど既存のアーキテクチャが抱える難点を持たず、知的生物の進化の観点からも妥当なものである。

加えて、提案アーキテクチャは、その大きな特徴であるパラドックスが工学、哲学、認知科学という三つの分野の関連から必要性を議論することができるという点で、学際的にも大きな価値を持つものである。

残念ながら、提案アーキテクチャを実装したロボットの開発はまだ着手し始めたばかりであり、解決すべき技術的課題も少なくない。また、実装を進めていく中で本アーキテクチャの不十分な点も発見されると予想される。特に、レイヤー間の関係については、実装にあたってさらなる明確化と洗練が必要である。今後こうした改良を行なっていくことで、提案アーキテクチャの妥当性が示されると考えている。

参考文献

[1] Sihvola, J., (2008) “Aristotle on the Individuality of Self,” in P. Remes and J. Sihvola (eds.) *Ancient Philosophy of Self*, Springer.

[2] Cooper, J., (1997) (ed.) *Plato: Complete Works*, Indianapolis: Hackett.

[3] D. W. Hamlyn (1968) (trans.) *Aristotle: De Anima*, Oxford: Clarendon Press.

[4] Descartes, R., (1641) “Meditation VI”, in *Meditations on the First Philosophy*, J. Cottingham (trans.), Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

[5] Locke, J., (1689) *An Essay concerning Human Understanding*, P. H. Nidditch (ed.), Oxford: Clarendon Press, 1979.

[6] Kant, I, (1781/1787) *Critique of Pure Reason*, P. Guyer and A. Wood (trans.), Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1997.

[7] Schopenhauer, A., (1818) *The World as Will and Representation*, J. Norman, A. Welchman, and C. Janaway (trans.), Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

[8] Minsky, M., (1986) *The Society of Mind*, Simon and Schuster, New York.

[9] Dennett, D. C., (1987) *The Intentional Stance*, MIT Press.

[10] Chalmers, D., J., (1996) *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*, New York: Oxford University Press.

[11] Brooks, R., (19896) “A robust layered control system for a mobile robot,” in *IEEE Journal on Robotics and Automation*, vol. 2, pp. 14-23.

[12] Singh, M., Rao, A. S., and Geoegeff, M., (1999) “Formal Methods in DAI: Logic-Based Representation and Reasoning,” In G. Weiß (ed.) *Multiagent Systems*, The MIT Press, pp. 331–376.

[13] Bratman, M., (1987) *Intention, Plans, and Practical Reason*, Harvard University Press.

[14] Squire, L. R., (2009) “Memory and Brain Systems: 1969–2009”, *Journal of Neuroscience*, vol. 29(41), pp. 12711–12716.

[15] Churchland, P. S., (1986) *Neurophilosophy: Toward a Unified Science of the Mind/Brain*. Cambridge: MIT Press.

[16] Levin, J., (2016) “Functionalism”, in E. N. Zalta (ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), URL = https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/functionalism/.

[17] Child, W., (1996) *Causality, Interpretation, and the Mind*, Oxford University Press.

[18] Stroud, S., (2014) “Weakness of Will” in E. N. Zalta (ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), URL = https://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/weakness-will/.

[19] Premack, D. G., and Woodruff, G., (1978) “Does the chimpanzee have a theory of mind?”, *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 1(4), pp. 515–526.

[20] Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., and Frith, U., (1985) “Does the autistic child have a ‘theory of mind’?”, *Cognition*, vol. 21(1), pp. 37–46.

[21] Low, J. and Perner, J., (2012) “Implicit and explicit theory of mind: State of the art”, in *British Journal of Developmental Psychology*, vol. 30, pp 1–13.

HRIにおける共感コミュニケーション実現のための感情モデルの提案
Emotion Model for Human-Robot Empathic Communication

日永田　智絵 †，長井　隆行 †
Chie Hieida, Takayuki Nagai
† 電気通信大学
The University of Electro-Communications
hchie@apple.ee.uec.ac.jp, tnagai@ee.uec.ac.jp

Abstract

Most people believe that robots have no emotions, and nor do they need them. However, we strongly believe that having emotions is essential for robots to understand and sympathize with the feelings of people, thereby allowing them to be accepted into the human society. In this paper, we propose a model of emotion based on some neurological and psychological findings concerning empathic communication between humans and robots. Then, we examine a method for generating affect for given visual stimuli using a recurrent neural network as a first step.

Keywords — Emotion Model, Human-Robot Communication

1. はじめに

一般に「ロボット」は，心つまり感情の無い存在と考えられている．そうした考えを体現するかのように，ロボット研究では感情について深く扱えずにいた．相手の情動を推定する手法 [1] や情動を表出する方法 [2] については，従来から研究がなされている．しかしながら，こうした研究の情動は作りこみである．作りこみでは社会的な感情の様な複雑な感情を作ることが困難であり，実際シンプルな基本情動のようなものしか実現できていない [3][4]．尾形らは，内分泌系モデルをロボットに実装し，情動を実現している [5]．また，浅田らは，作りこみではなく，人の多感覚情動信号からロボットが情動を学習する情動発達ロボティクスの研究を行っているが，これは情動の発達が中心であり，上位概念である感情は扱っていない [6][7]．しかし，ロボットが人間社会に受け入れられていくためには，相手の感情を理解・共感し，行動することが必要不可欠であり，シンプルな基本情動のようなものだけでは対応できない．よって本研究では，人–ロボット間の共感コミュニケーションに向けた感情モデルを提案する．将来的にはこの研究を通して，ロボットがどのように複雑な感情を持つか，相手の情動に基づいてどのように感情を変化させるか，そうした相互作用がどのようなコミュニケーションを引き起こすのかといったことを検討する．このことは，ロボットに感情を持たせるだけでなく，ロボットが人間の心的状態を真に理解するという意味でも必要不可欠である．これによってロボットが人の多様なあり方に寄り添い，人とロボットの双方が学習し成長していけるような関係性になることを期待している．

本稿では以下のような神経科学や心理学等の様々な分野の文献を基に感情モデルを作成した．心理学者の Bridges は乳幼児の観察を基に，情動が興奮を原点として分化していくと考えた [8]．神経科学者の Damashio は，情動が外部からの刺激の評価を効率的にするという仮説を立てた（ソマティック・マーカー仮説）[9]．大森は，感情とは意思決定のための価値計算システムであると提唱している [10]．また Ledoux は，快情動と不快情動では異なる脳部分が働いていることを明らかにしている [11]．Ekman は，文化に関係なく共通の基本 6 感情 (怒り，喜び，嫌悪，恐怖，悲しみ，驚き) が存在することを示した [12]．一般的にも知られている吊り橋効果では自身の身体反応の原因推論の際に，実際の原因とは異なった原因に帰着することで，感情の認知が変化するといわれている [13]．これらのことから，感情システムは，無意識のうちに起こる身体反応と，それを感情として認知するという段階に分かれており，生得的なシステムと学習により強化されるシステムが存在していると考えられる．上記を踏まえ，情動を刺激によって引き起こされる身体反応のラベル，感情を刺激と情動を用いた原因推論・未来予測のラベルと定義し，感情モデルを提案する．本稿では提案する感情モデルを実現する最初のステップとして，Recurrent Neural Network を利用した視覚刺激による情動生成を検討する．

2. 感情モデル

作成した感情モデルを図 1 に示す．感情モデルは以下の 3 層に分かれており，上記に示した文献を基に作成されている．

1 層：生得的反応層
刺激を受け，身体的反応を行う
2 層：経験層
刺激を受け，経験に基づいて生得的反応を抑制・強化する
3 層：予測層
次元圧縮された身体的反応（情動）と刺激に基づいて，原因推論・未来予測を行っている
この予測結果をカテゴライズしたものを人は感情として知覚している

第 1 層は反射的に反応する層であり，時間的に処理が最も早いが，エラーも多い．それに対し，第 2 層では過去の記憶にアクセスするため，第 1 層からの遅延があるが，経験に基づいて評価するため，エラーを減らすことができる．この 1 層 2 層から出力された一次表出を次元圧縮したものが情動である．つまり，従来研究の情動信号はこの一次表出のことを表しており，無意識下で行われるため，嘘をつくことのできない正直な反応となる．Pentland が提唱している Honest Signals はこの一次表出の一部と考えられる [14]．情動信号と情動の関係は次元圧縮しただけの関係であり，情動信号から情動を導くことができる．

こうして得られた情動が入力信号とともに原因推論，未来予測に使用される．吊り橋効果ではこの情動が異なる入力信号に紐づけられたため，未来予測が変化し，異なるカテゴリに分類されたため，恐怖から好意へと変化が起きたと考えられる．ここで生じたカテゴリは意識へと昇り感情として認知される．それに基づき行動を起こし，その結果で得られた状況から予測誤差を計算し，原因推論，未来予測の識別関数を学習する．過去につけた評価データは記憶として保存される．

3. 深層学習による情動生成

3.1 実験プロトコル

提案した感情モデルを実現する最初のステップとして，recurrent-attention model (RAM) [16] を利用した視覚刺激による情動生成を検討した．本研究では，画像刺激として International Affective Picture System (IAPS)[15] を入力とし、深層学習による評価関数の教師あり学習を行う．IAPS は人の画像だけでなく，虫や動物の画像や風景の画像，銃や暴力的な画像等が含まれている．このとき，教師として IAPS を人に対して見せ，印象を覚醒度と快不快度で評価した結果を用いる．つまりこれは，回帰モデルの学習である．入力は RGB とし，学習データを 24200 枚，テストデータを 100 枚とした．RAM ではアテンションを同時に学習するモデルとなっており，任意の感情値を出すためにどこに注視しているのかを学習することが出来る．今回のアテンション回数は 10 回とし，学習を行った．

3.2 実験結果・考察

ミニバッチサイズ 100 とし，2000epoch の学習を行ったネットワークを用いて，テストデータに対する推定を行った結果を図 2 に示す．ここで示している 0〜7 のカテゴリは IAPS の印象評価結果を特徴量とし，k-means clustering を用いて分類した結果である．正解データとテストデータを比較すると似た形状を再現できていることがわかる．また，カテゴリごとに結果を見ても，傾向は表せている．誤差平均は覚醒度が 0.48，快度が 0.46 となっている．この誤差はそれなりに小さいといえる．

4. ロボットへの情動の実装

4.1 実験プロトコル

情動生成モデルの検証のため，実際にロボットにモデルを実装し，自然なインタラクションの中でどのような反応を示すか検証した．ロボットには Baxter を用い，頭部の Kinect から画像を取得し，モデルに入力した．モデルから出力された値に応じて顔表情を変えるよう実装を行った．顔と感情値の対応は図 3 の通りである．今回は顔表情とモデル出力値の関係は作り込みとなっているが，今後は学習により獲得する予定である．モデルは 1 アテンションごとに値を出力する形とし，メモリのリフレッシュは行わなかった．

4.2 実験結果・考察

結果の一例を図 3 に示す．ぬいぐるみの種類に応じた出力や人の表情に対応した出力が見られた．これらはある種の好みの表現が出来ているとも考えられる．ぬいぐるみにおいては，色の変化が影響しているようにみえる．表情に関しては，人の表情に追従したような値が出力されており，情動伝染のような現象を再現していた．

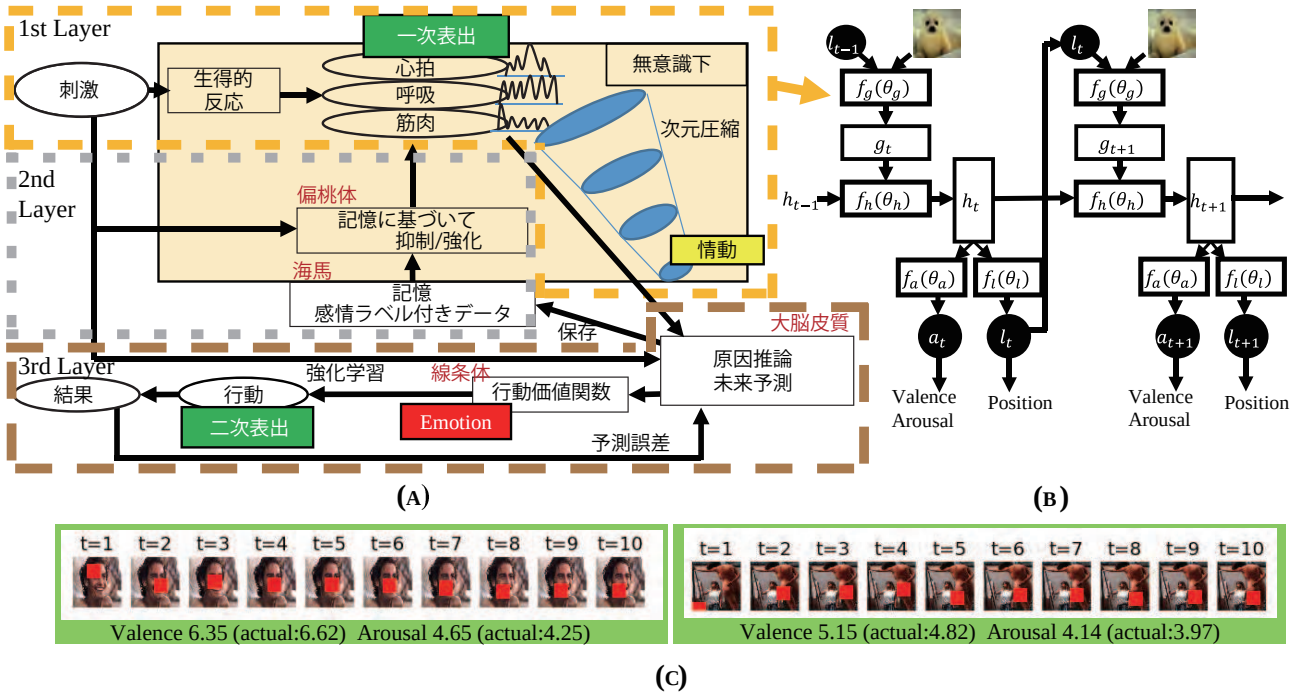


図 1　感情モデル（a）感情モデルの全体像（b）RAM による情動生成（c）結果の例

5.　色に対する情動反応

5.1　実験プロトコル

ロボットでの検証で色の変化が情動値に影響する可能性が示唆された．そこで，色画像をモデルに入力することでどのような出力が得られるのかを検証する．検証として，人のデータとの比較をするため，感情と色の関係を被験者実験により明らかにしている山下の研究のデータを用いる [17]．画像は HSV 色空間および LAB 色空間を用いて生成した．

5.2　実験結果・考察

5.2.1　HSV 色空間での検証

H は 37 段階（0〜36），S は 52 段階（0〜51），V は 52 段階（0〜51）とし，全 100048 枚の画像に対して，情動値を算出した．図 6 は，V を固定したときの H と S の変動による快度の変化を表現したものである．この結果より，V が大きくなるに従って，5 以下の不快の領域が減っていることがわかる．また，ある一定の色相に対して不快を示すことが示されている．この不快領域の部分はそれぞれ緑系統，青系統，紫系統である．

次に図 4 は，横軸を S，縦軸を V とし，快度を平均した値となっている．人の評価 [17] によると彩度が高くなるにつれて快度があがることが示されており，情動生成モデルによる出力も，同様の出力をしていることがわかる．

5.3　LAB 色空間での検証

L は 52 段階（0〜51），a は 51 段階（0〜50），b は 51 段階（0〜50）とし，全 135252 枚の画像に対して，情動値を算出した．図 5 は，横軸を a，縦軸を b とし，快度を平均した値となっている．人の評価 [17] によると無彩色に近い中央部分では不快になることが示されており，情動生成モデルによる出力も，同様の出力をしていることがわかる．これらの結果より，色画像にラベル付けをし，教師あり学習をしたわけではないが，色画像に対して，人と同様の反応を示していることがわかる．

6.　まとめ

本研究では，共感コミュニケーションのための感情モデルの提案をした．感情モデル実装の最初のステップとして，RAM を利用し，情動生成を行った．画像を入力し，覚醒度及び快度を出力するように RAM の学習を行った．結果として，画像特徴だけで，人の感じる情動の再現が出来ることが分かり，ロボットへの実装を通して，情動伝染のような現象や色による出力変化がみられた．今後は精度を上げた情動生成のため，

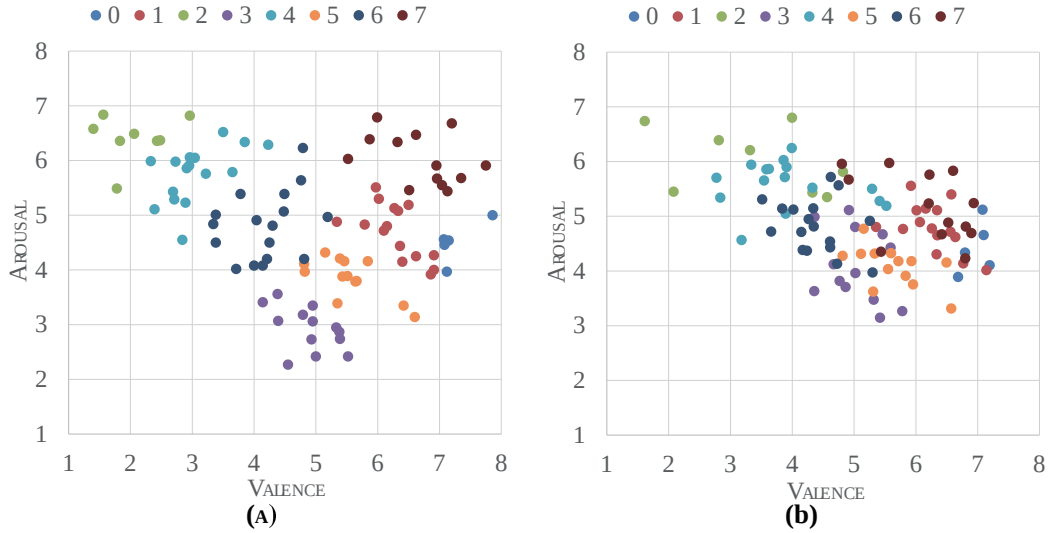


図 2　テストデータの出力結果（a）正解データ（b）RAM からの出力

被験者に画像を提示し，心拍など実際の身体情報を取得することで，モデルにて身体反応の生成を行う．また，記憶を用意し，2 層目の学習を行うとともに，実環境における報酬を予測するメカニズムを入れることで，3 層目の実現を目指す．これらを経て，全体の感情モデルの実装を行い，情動だけでなく社会的な複雑な感情の創発を目指す．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16J04930，JST CREST，新学術領域「認知的インタラクションデザイン学」の助成を受けたものです．

参考文献

[1] Picard, R.: Affective Computing, *MIT Press. Cambridge*, (1997)
[2] Breazeal, C.: Designing Sociable Robots, *The MIT Press*, (2002)
[3] Masuyama, N., Loo, C. K.: Robotic emotional model with personality factors based on Pleasant-Arousal scaling model, *In Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on. IEEE*, pp. 19-24 (2015)
[4] Woo, J., Botzheim, J., Kubota, N.: Verbal conversation system for a socially embedded robot partner using emotional model, *In Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on. IEEE*, pp. 37-42 (2015)
[5] 尾形哲也, 菅野重樹: 情動モデルを有する自律ロボット WAMOEBA －2 と人間との情緒交流, 日本機械学会論文集, Vol. 65, No. 633, pp. 166–172 (1999)
[6] 浅田稔: 情動発達ロボティクスによる人工共感設計に向けて, 日本ロボット学会誌, Vol. 32, No. 8, pp. 666–677 (2014)
[7] 堀井隆斗, 長井志江, 浅田稔: Restricted Boltzmann Machine を用いた多感覚情動コミュニケーション, 第 *30* 回人工知能学会全国大会, 1O5-OS-22b-2 (2016)
[8] Bridges, K. M. B.: Emotional development in early infancy, *Child development*, pp. 324–341 (1932)
[9] Damashio, A. R., Everitt B. J., Bishop D.: The Somatic Marker Hypothesis and the Possible Functions of the Prefrontal Cortex [and Discussion], *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, Vol. 351, No. 1346, pp. 1413–1420 (1996)
[10] 大森隆司: 人はなぜ感情をもつのか—行動決定における感情の計算論的役割—, 人工知能学会誌, Vol. 31, No. 5, pp. 710–714 (2016)
[11] Ledoux, J. E.: The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life, *Simon & Schuster*, (1998)
[12] Ekman, P., Wallace, F.V.: Constants across cultures in the face and emotion, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 17, No. 2, pp. 124–129 (1971)
[13] Dutton, D. G.: Some Evidence for Heightened Sexual Attraction under Conditions of High Anxiety, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 30, No. 4, pp. 510–517 (1974)
[14] Pentland, A. S.: HONEST SIGNALS —How They Shape Our World—, *The MIT Press*, (2008)
[15] Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N.: International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings, *Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida*, (1999)
[16] Mnih, V., Heess, N., Graves, A. and Kavukcuoglu, K.: Recurrent Models of Visual Attention, *Advances in Neural Information Processing Systems 27*, pp. 2204–2212, (2014)
[17] 山下真知子: 感情からイメージされる色彩について:—高齢者の回復期ケアを目的とした施設空間の色彩設計に関する研究—, 大手前大学論集, Vol. 9, pp. 289–316 (2008)

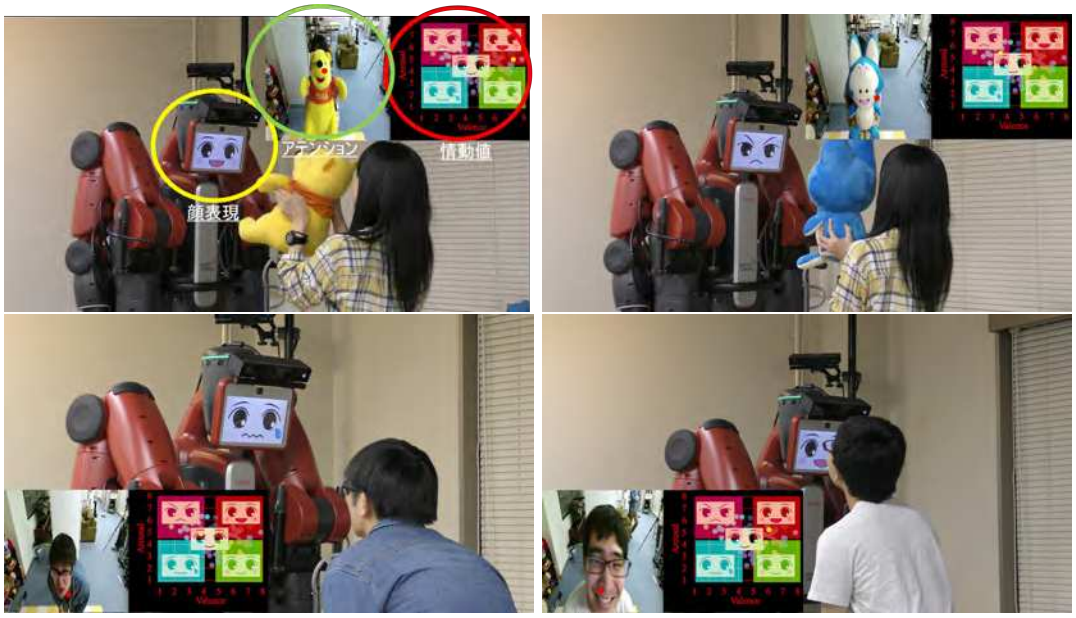


図 3　ロボットでの検証の様子

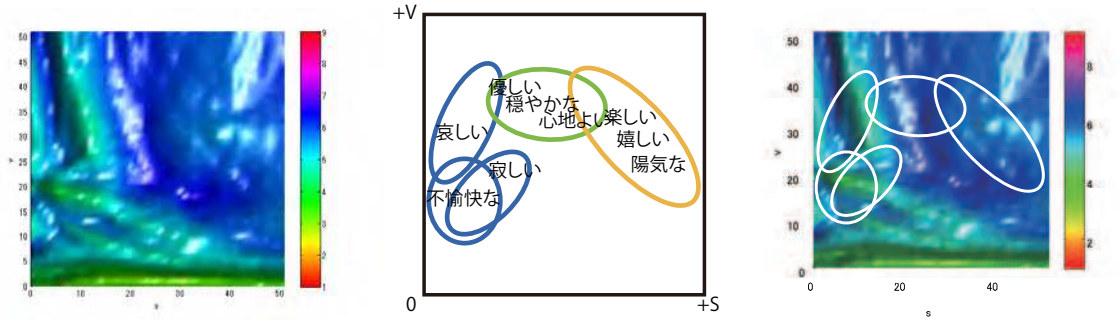


図 4　HSV 色空間に対する快度と人による評価 [17] との比較

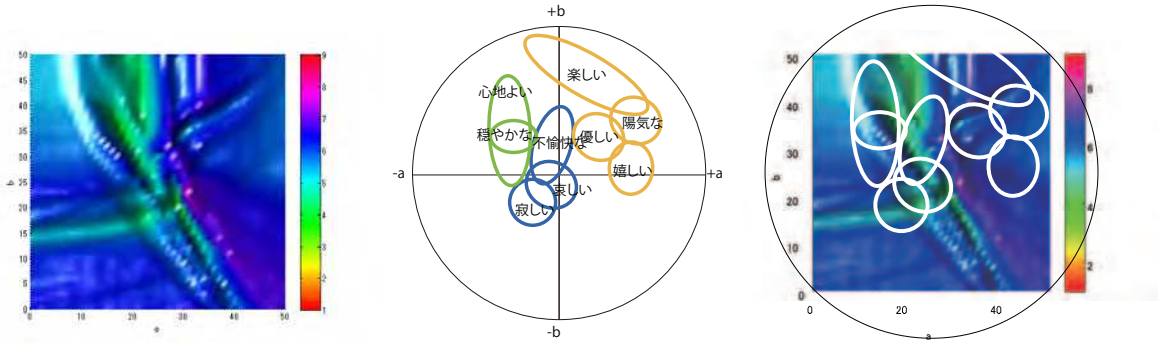


図 5　LAB 色空間に対する快度と人による評価 [17] との比較

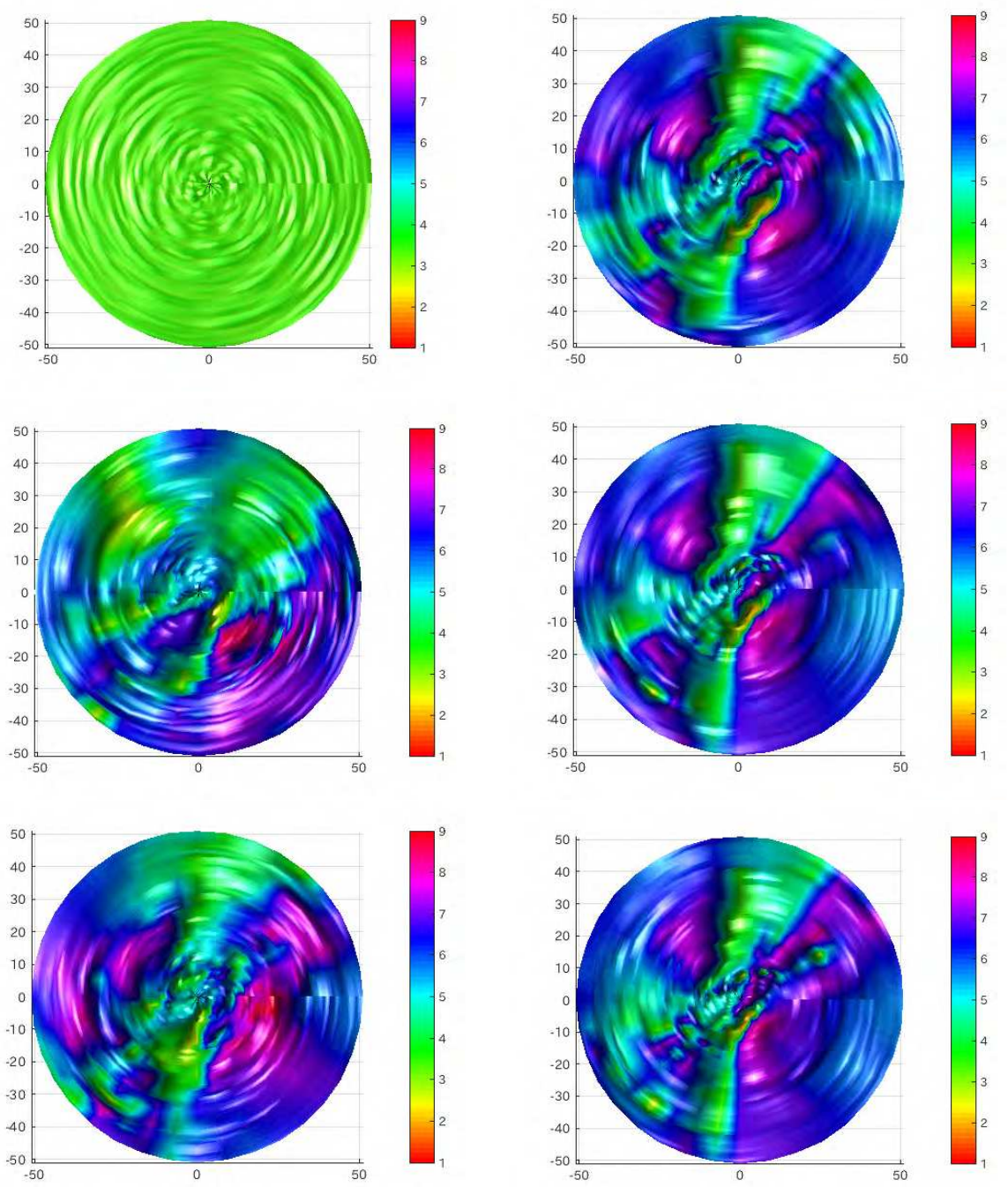


図 6　HSV 色空間に対する快度（1～9）　角度が H（0～360），半径が S（0～51），それぞれのグラフがある時の V（0～51）を表す．左列上から V0，V11，V21　右列上から V31，V41，V51

ロボットとの運動同期は共同注意を促進するのか？
Does motion synchronization with a robot facilitate attention processes?

大北 碧[†‡]，澤 幸祐[†]
Midori Ohkita, Kosuke Sawa
[†]専修大学，[‡]日本学術振興会
Senshu University, Japan Society for the Promotion of Science
m.ohkita.animalcognition@gmail.com

Abstract
We examined whether motion synchronization facilitates attention processes that are not related to (Experiment1) or related to communication (Experiment2). In both experiments, we conducted the synchronization task first. Participants sat in front of a monitor and tapped the keys on a keyboard. Then, the stimuli were presented on the monitor. Stimuli moved in accordance with the tapping movements of the participants. Next, we conducted attention tasks, the visual search task and gaze cueing task with the synchronization stimuli in Experiments 1 and 2, respectively. In Experiment1, we used the synchronization stimulus as the target in the visual search task. We predicted that if motion synchronization facilitates the attention process that is not related to communication, then the search for the synchronization stimulus would be more efficient than that for non-synchronization stimulus. In Experiment2, we used the synchronization stimulus as a cue in the gaze cueing task. We predicted that if motion synchronization facilitated the attention process that is related to communication, then the gaze cueing effect of the synchronization stimulus would be greater than that of non-synchronization stimulus.

Keywords —Motion synchronization, Attention

1. はじめに
集団で生活を営むヒトにとって，他者とのコミュニケーションは不可欠である。またそのコミュニケーションの中で，他者がどのような人物なのかを的確に認知することは，どの他者と関係性を築いていくかを決定する上で重要であろう。他者を認知する上で重要になる要素として，人格的特徴が挙げられ，基本的に温かい人が好まれ，優れた人が尊敬される［1］。また，顔や手足などの身体的特徴の魅力が高いだけで，知的と判断される傾向があったり［2］，公正さが求められる裁判においてさえ，身体的魅力が高い被告はより寛大な判決を受ける傾向があると指摘されている［3］。このように，人格的特徴や身体的特徴は，その他者の印象を判断したり，その他者に対する意思決定といった，意図を伴うような認知プロセスに影響を及ぼすことが明らかになっている。

また一方で，身体的特徴は，意図を伴わない，自動的な認知プロセスにも影響を及ぼすことが明らかになっている。例えば［4］では，画面の左右いずれかに顔画像を，もう一方に標的刺激として文字を呈示し，参加者には文字が成立していたか倒立したいたかを判断させた。このとき魅力が高い顔画像を呈示すると，魅力が低い顔画像を呈示するよりも，判断時間が長くなることから，自動的に魅力的な顔画像に注意が捕捉されることが示されている。このように，身体的特徴は，意図を伴わない自動的な認知プロセスにも影響を及ぼすことが明らかになっている。

ところで，他者を認知する上での，もう一つの重要な要素として，他者との同期性（もしくは類似性）が挙げられる。恋愛関係にあるカップルや夫婦において，身体的特徴や関心，社会的地位などが自身と釣り合った他者を選択する傾向があることから［5］，人格的特徴及び身体的特徴の同期性が，他者を認知する際に，影響を及ぼすことが明らかになっている。また人格的特徴や身体的特徴のような，他者がコミュニケーションを行う前からもつ特徴だけではなく，その他者とコミュニケーションを行う際に，運動的な同期（運動同期）が生じるだけでも，その他者の印象が良くなったり，ラポール（信頼性）が形成されることが明らかになっている［6, 7］。また，運動同期を他者と行うことで，その他者への接近行動が促進されることも明らかになっている［8］。このように，運動同期は，他者の印象を判断するといった，意図を伴うような認知プロセスに影響を及ぼすことが明らかになっている。しかしこれまで，意図を伴わない自動的な認知プロセスに影響を及ぼすのかは明らかになっていない。

そこで本研究では 2 つの実験を行い，自動的な認知プロセスである注意プロセスが，運動同期によって促進されるのかを明らかにする。まず実験 1 では，コミュニケーション場面を想定しない注意プロセスは運動同期によって促進されるのか，実験 2 では，コミュニ

ケーション場面を想定した注意プロセスは運動同期によって促進されるのかを，それぞれ視覚探索課題と視線手がかり課題を用いて検討する。なお実験 2 ではエージェントロボットとの運動同期によって，注意の促進効果を検討する。

2. 実験 1

ある視覚刺激と運動同期することによって，その刺激の印象は良くなるのか，またその刺激が自動的に注意を捕捉するのか（注意が促進されるのか）を検討する。具体的には，ある刺激と運動的同期が生じるような課題をおこなう。次に，同期した刺激（同期刺激）と同期しなかった刺激（非同期刺激）を標的刺激とする，視覚探索課題を行う。運動同期によって注意の自動的な捕捉が生じるならば，同期刺激が標的刺激の方が，非同期刺激が標的刺激の場合よりも，効率良く探索できると考えられる。

2.1. 方法

2.1.1. 参加者

参加者大学生 29 名で, 全員正常な視力を有していた（平均年齢：19.72 歳，SD：1.98；女性：19 名，男性 10 名）。

2.1.2. 装置

デスクトップパソコン（Lenovo 社製，Think Centre M72e small），モニター（NEC 社製，LCD-AS223WM-B5）を刺激呈示及び反応取得に用いた。モニター上では 100pixels で 24.8 mm であった。

2.1.3. 刺激

4 種類の図形（星形・五角形・四角・円）にそれぞれ目と口を付けたイラストを刺激として用いた（図 1；60×60 pixels）。視覚探索課題において，探索画面が呈示される前に呈示される黒十字も 60×60 pixels であった。

図 1 実験 1 で用いた図形

2.1.4. 手続き

Phase1：運動同期課題

運動同期課題では，モニター上に，4 種の内 2 種の図形を左右に呈示した。どの図形を運動同期課題で呈示するかは，参加者間でカウンターバランスをとった。参加者には，キーボードの F キーと J キーを交互にタッピングすることを求めた。その際参加者には，「両方の図形どちらも自分のタッピングに合わせて動くかもしれませんし，どちらも動かないかもしれません。またはいずれか一方が自分のタッピングに合わせて動くかもしれません。」と教示した。実際は，左右いずれか一方の図形が，参加者のタッピングに合わせて移動した。これ以降，タッピングに合わせて動いた図形を同期刺激，タッピングに合わせて動かなかった図形を非同期刺激と呼ぶ（図 2，左）。

運動同期課題の際，図形は左右上下に自動でランダムに移動した。上下運動は， 150ms で 0～5pixels 上下いずれかに移動した。左右運動は，実験開始から 30 秒までは，同期刺激・非同期刺激ともに，150ms で 0~2pixels 左右いずれかに移動した。30 秒から 90 秒までは，同期刺激は 0～4pixels，非同期刺激は 0～10pixels ランダムに移動した。90 秒から実験終了の 150 秒までは，同期刺激は 0～5pixels，非同期刺激は 0～20pixels ランダムに移動した。また同期刺激は，30 秒から 90 秒までは，参加者のタッピング後 200msec 後に，15pixels 移動し（F キーであれば左に，J キーであれば右に），90 秒から 150 秒までは，100msec 後に 25pixels 移動した。

運動同期課題後に，同期刺激・非同期刺激の図形に関する印象評定，及び，2 種類の図形はそれぞれ自分のタッピングについてきたと思うかについて紙に記述してもらった。印象評定の測定には SD 法（20 項目 7 件法）を用いた[9]。以下がその質問紙項目である。「1 意欲的な－無気力な 7＊」，「1 自信のある－自信のない 7＊」，「1 社交的な－非社交的な 7＊」，「1 うきうきした－沈んだ 7＊」「1 軽薄な－重厚な 7」，「1 無分別な－分別のある 7」,「1 心のせまい－心の広い 7」,「1 卑屈な－どうどうとした 7」，「1 親しみにくい－親しみやすい 7」,「1 近づきがたい－人なつっこい 7」,「1 かわいらしい－にくらしい 7＊」，「1 感じの良い－感じの悪い 7＊」，「1 親切な－不親切な 7＊」，「1 人の良い－人の悪い 7＊」，「1 責任感のある－無責任な 7＊」，「1 慎重な－軽率な 7＊」，「1 恥ずかしがりの－恥知らずの 7」，「1 消極的な－積極的な 7」，「1 短気な－気長な 7」，「1 なまいきな－なまいきでない 7」。1 がネガティブ，7 がポジティブになるよう，＊に関しては逆転項目として換算した。分析では，同期刺激と非同期刺激ごとに, 印象評定 20 項目の総合得点を求め，比較を行った。

Phase2：視覚探索課題練習

まず試行の開始とともに，白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと，探索画面が呈示された。探索画面上には，1 つの標的刺激と同一の妨害刺激が呈示された。妨害刺激数は試行によって 3，5，7，9 とランダムに変化した。標的刺激は全試行で呈示され，運動同期課題で用いた 2 種の図形のうちいずれかが呈示された。妨害刺激には，運動同期課題で用いていない，残り 2 種類の図形を用いた。参加者には，運動同期課題で呈示されていた図形のうち，左に呈示されていた図形ならばキーボードの F キーを，右に呈示されていた図形ならばキーボードの J キーを，正確かつ迅速に押すことを求めた。F キーもしくは J キーに反応すると，探索画面が消え，「正解」もしくは「不正解」と 1 秒間呈示され，1 秒間の試行間間隔の後，次の試行に移行した。練習は 8 試行行った（図 2，右）。

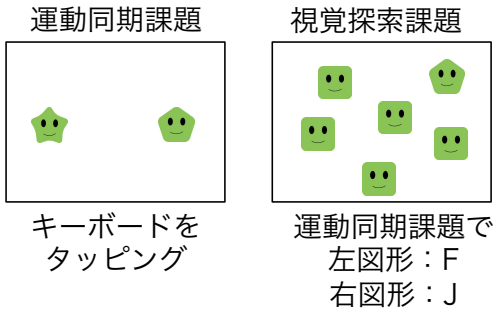


図 2 実験 1 の手続き

Phase3：視覚探索課題

正解・不正解フィードバックを呈示しないこと，試行間間隔を 2 秒間にしたこと以外の手続きは，Phase 2 と同様であった。課題は 128 試行行った（標的刺激条件 2 種【同期刺激・非同期刺激】×妨害刺激 2 種×妨害刺激数条件 4 種【3，5，7，9】×8）。分析では，探索画面が呈示され，キーボードの F キーもしくは J キーに反応するまでの時間を用いた（ただし正答試行のみ）。標的刺激条件ごとに各妨害刺激数条件の反応時間を求め，比較を行った。

2.2. 結果と考察

印象評定結果：まず印象評定に関する分析を行ったところ，同期刺激条件の方が非同期刺激条件よりも印象評定総合得点が高くなった（図 3）。続いて，印象評定総合得点に関する，対応のある t 検定を行ったところ，同期刺激条件と非同期刺激条件に有意な差が確認された（$t(28) = 6.20$, $p < .001$, $d = 2.03$）。これらの結果より，参加者と運動同期を行った同期刺激条件の図形の方が，運動同期が伴わなかった非同期刺激条件の図形よりも印象が良くなることが明らかになった。

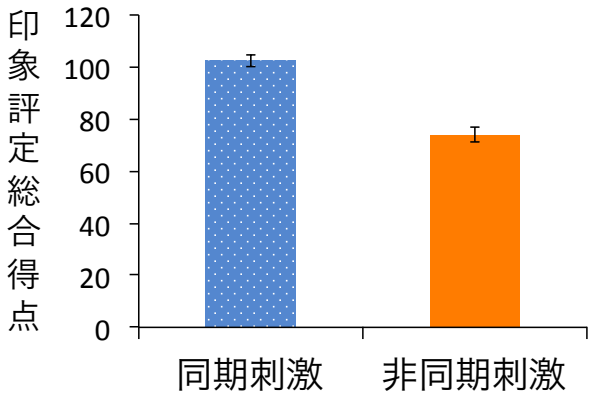


図 3 条件ごとの印象評定総合得点
（エラーバーは標準誤差を示す）

視覚探索課題結果：正答率に関する分析を行ったところ，全ての条件で 95%以上の高い正答率が確認された。次に，反応時間の分析を行った（図 4）。どちらも参加者内要因である，標的刺激条件と妨害刺激数条件を要因とする 2 要因分散分析を行ったところ，妨害刺激数条件では主効果が確認されたが（$F(3, 84) = 8.50$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.23$），標的刺激条件の主効果（$F(1, 28) = 1.57$, $p = .22$, $\eta_p^2 = 0.05$），交互作用は確認されなかった（$F(3, 84) = 1.16$, $p = .33$, $\eta_p^2 = 0.03$）。妨害刺激数条件において有意な主効果が確認されたため，Holm 法を用いて多重比較を行ったところ，妨害刺激数が 9 の条件のとき，他の条件との差が確認された（妨害刺激数 3–9，5–9：$p < .001$，妨害刺激数 7–9：$p = .007$）。従って，標的刺激条件に関わらず，妨害刺激数の上昇とともに反応時間が長くなることが確認された。

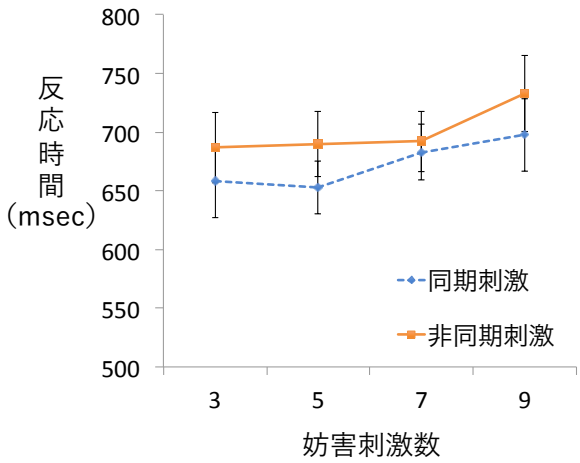


図 4 各条件の妨害刺激数ごとの反応時間
（エラーバーは標準誤差を示す）

以上の結果から，運動同期は，意図的な判断を伴う印象判断には影響を及ぼすが，意図的な判断を伴わない自動的な注意プロセスには影響を及ぼさないことが明らかになった。しかしながら本実験では，運動同期を生じさせた視覚刺激とのコミュニケーションを想定しない注意課題であった。一方，運動同期は，他者とある種のコミュニケーションが行われている場面といえる。従って，コミュニケーション場面における注意プロセスは，運動同期によって影響されるかもしれない。そこで実験 2 では，他者と運動同期することによって，その他者とのコミュニケーション場面における注意が促進されるのかを検討する。

3. 実験 2

他者の視線（注意）方向に自身の注意を向けることができる「共同注意」は，他者の興味や注意の対象を推測できることから，コミュニケーションの基幹となる認知である［9］。また，共同注意は，そのものがコミュニケーションの基幹となるだけでなく，言語獲得などの，他のコミュニケーション認知にも関わっている［10］。また，自閉症児においては，この共同注意の発達に障害があるため，コミュニケーションが成立しづらいとされている［11］。従って，共同注意は，コミュニケーション場面において，非常に重要な認知といえよう。またこの共同注意は，視線手がかり課題を用いた，実験室実験によって詳細に検討されている［12］。視線手がかり課題では，まずモニター中央に顔写真が呈示される。次に顔写真の黒目部分が左右に移動する（視線方向が左右に移動したように見える）。黒目の動き方には 2 つの条件が設けられ，次に呈示される標的刺激が呈示される方向に，黒目が移動する，視線一致条件と，標的刺激が呈示される方向とは反対に黒目が移動する，視線不一致条件を設けるのが一般的である。左右いずれかに標的刺激が呈示され，参加者は左右どちらに標的刺激が呈示されたかを答えた。結果は，視線一致条件の方が，視線不一致条件よりも標的刺激の検出が速くなった。また，黒目の移動（～200ms）後，すぐに標的刺激が呈示されても（刺激間間隔 ISI：0s），標的刺激の検出の促進が確認されたため，共同注意は自動的な注意プロセスと考えられている。

そこで本実験では，このコミュニケーション場面で生じる，自動的な注意プロセスである共同注意が，運動同期によって促進されるのかを検討する。まず，エージェントロボットの顔部分（顔イラスト）と運動同期課題をおこなった後，視線手がかり課題を行うことで，運動同期によって，視線手がかり課題における標的刺激の検出が促進されるのか（共同注意が促進されるのか）を検討する。そこで予備実験では，本実験で用いる顔イラストを用いて視線手がかり課題を行い，顔写真を用いた先行研究のように視線によって標的刺激検出が促進されるのかを検討した。本報告では，予備実験の結果について報告する。

3.1. 方法

3.1.1. 参加者

参加者大学生 16 名で，全員正常な視力を有していた（平均年齢：19.81 歳，SD：1.11；女性：11 名，男性 5 名）。

3.1.2. 装置

デスクトップパソコン（Lenovo 社製，ThinkPad T520），モニター（Dell 社製，REV A02）を刺激呈示及び反応取得に用いた。モニター上では 100pixels で 29.8 mm であった。エージェントロボットには，筑波大学・大澤博隆助教が作成したエージェントロボットを用いる（図 5）。

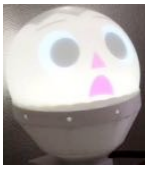


図 5 実験 2 で用いるエージェントロボット

3.1.3. 刺激

運動同期課題及び視線手がかり課題では 400×

400pixels の顔イラストを用い，エージェントロボットの球体部分に投影される顔のサイズと同程度の大きさになるようにした。視線手がかり課題において，探索画面が呈示される前に呈示される黒十字は 60×60 pixels であった。標的刺激に用いたアルファベットの T と L は 30pixels×30pixels であった。

3.1.4. 手続き

Phase1:視線手がかり課題練習

参加者には，モニターに対峙してもらい，視線手がかり課題を開始した。まず試行の開始とともに，白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと黒色十字が消え，顔イラストが 700ms 呈示された。顔イラスト呈示の後，アルファベットの T もしくは L を標的刺激として，顔イラストの左右いずれかに呈示した。参加者には，T が呈示されていたならば，ならばキーボードの F キーを，L が呈示されていたならばキーボードの J キーを，正確かつ迅速に押すことを求めた。F キーもしくは J キーに反応すると，アルファベットが消え，「正解」もしくは「不正解」と 1 秒間呈示され，1 秒間の試行間間隔の後，次の試行に移行した。練習は 6 試行行った。

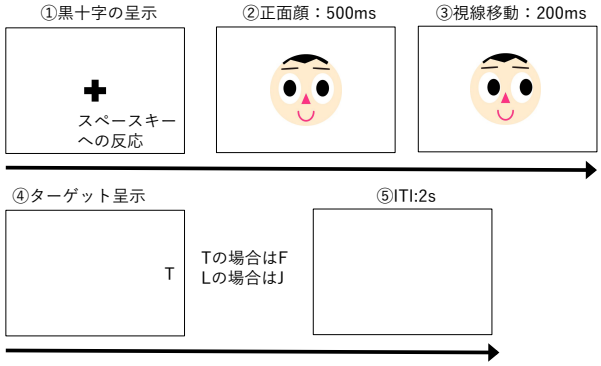


図 6 視線手がかり課題の 1 試行の流れ

Phase2:視線手がかり課題

試行の開始とともに，白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと黒色十字が消え，顔イラストが 500ms 呈示された。次に，200ms で黒目が左右に移動した。黒目の動き方には 3 条件設け，次に呈示される標的刺激が呈示される方向に，黒目が移動する，視線一致条件，標的刺激が呈示される方向とは反対に黒目が移動する，視線不一致条件，黒目が移動しない統制条件を設けた（図 7）。顔イラスト呈示の後，標的刺激の T もしくは L が顔イラストの左右いずれかに呈示された。F キーもしくは J キーに反応すると，アルファベットが消え，2 秒間の試行間間隔の後，次の試行に移行した（図 6）。

課題は 108 試行行った（視線条件 3 種【視線一致条件・視線不一致条件・統制条件】×標的刺激 2 種【T・L】×標的刺激呈示位置 2 種【左・右】×9 回）。分析では，探索画面が呈示され，キーボードの F キーもしくは J キーに反応するまでの時間を用いた（ただし正答試行のみ）。視線条件ごとに各妨害刺激数条件の反応時間を求め，比較を行った。

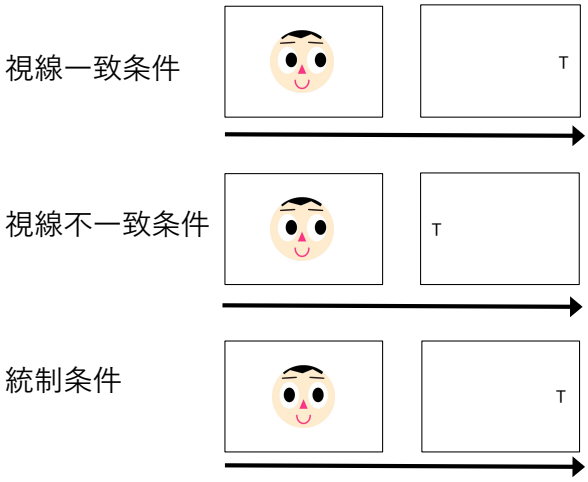


図 7 視線手がかり課題の条件

3.2. 結果と考察

視線手がかり課題における正答率の分析を行ったところ，どの条件でも 95%以上の高い正答率が確認された。次に，反応時間の分析を行った（図 8）。参加者内要因である視線条件を要因とする 1 要因分散分析を行ったところ，主効果が確認された（$F(2, 30) = 10.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.41$。主効果が確認されたため，Holm 法を用いて多重比較を行ったところ，視線一致条件と，他の条件との差が確認された（視線一致条件–視線不一致条件 : $p = .004$, 視線一致条件–統制条件 : $p = .009$）。以上の予備実験により，本実験で用いる，エージェントロボットの顔イラストを用いた視線手がかり課題においても，先行研究と同様に，視線一致条件において他の条件よりも，標的刺激の検出が速くなることが示された。また，黒目の移動（視線の呈示）は 200ms と非常に短い時間であることから，先行研究と同様に，自動的に注意が視線に捕捉されていることが示された。

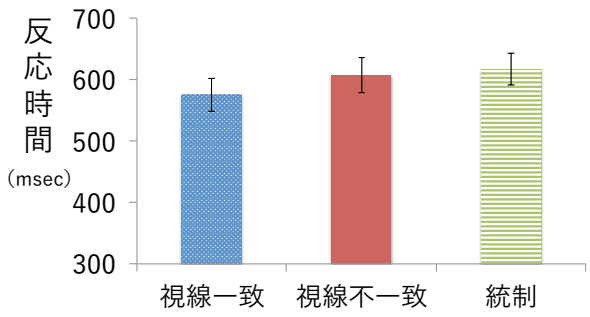


図 8 各条件の反応時間
（エラーバーは標準誤差を示す）

3.3. 今後の展望

以上の予備実験を踏まえ，本実験ではエージェントロボットの顔イラストとの運動同期課題を行った後，視線手がかり課題を行う。次より，運動同期課題の詳細を述べる。まず運動同期課題に先立ち，参加者にはエージェントロボットに対峙して座ってもらう。その際にエージェントロボットからの音声刺激による自己紹介を行う（自己紹介文：「こんにちは！エージェントロボットのロボくんです。今日は実験頑張ろうね！それじゃあ僕もモニターに移動するから，君もモニター前の席に移動してね」）。参加者がモニター前に移動したことを確認した後に，運動同期課題を開始する。モニター上にはエージェントロボットの顔イラストを呈示する。まず参加者には，音声刺激にて実験課題の教示を行う（運動同期課題教示：「キーボードの F キーと J キーを交互にタッピングしてね。君のタッピングについていけそうなら，君のタッピングに合わせて動くよ。」）。実際は，運動同期群では，顔イラストが参加者のタッピングに合わせて，左右に動き，非運動同期群では，顔イラストは参加者のタッピングとは無関連に動く。運動同期課題は 5 分間行う。運動同期課題の後，参加者をエージェントロボットに再度対峙してもらい，エージェントロボットの印象評定を行ってもらう。印象評定には，実験 1 で用いたものと同様のものを用いる。

4. まとめ

本研究では，自動的な注意プロセスが，運動同期によって促進するのかを明らかにした。まず実験 1 では，コミュニケーション場面を想定しない注意プロセスは，運動同期によって促進されるのかを検討した。ある視覚刺激との運動同期課題を行った後，その刺激に対する印象評定と，その刺激を標的刺激とする視覚探索課題を行った。結果は，運動同期によって印象は変化したものの，注意の捕捉は変化しなかった。従って，運動同期は，意図を伴うような認知プロセスには影響するが，コミュニケーションを想定しない，注意プロセスには影響を及ぼさないことが明らかになった。今後，コミュニケーション場面を想定した注意プロセスにおいて，運動同期が自動的な注意プロセスに影響を明らかにしていくことで，運動同期が影響を及ぼす認知の範囲を明らかにすることができると考える。

参考文献

[1] Aronson, E., Willerman, B., & Floyd, J, (1966) “The effect of a pratfall on increasing interpersonal attractiveness”, *Psychonomic Science*, 4, pp. 227-228.
[2] Talamas, S. N., Mavor, K. I., & Perrett, D.I. (2016) “Blinded by beauty: Attractiveness bias and accurate perceptions of academic performance”, *PloS ONE, 11,* e0148284.
[3] Mazzella, R., & Feingold, A. (1994) “The effects of physical attractiveness, race, socioeconomic status, and gender of defendants and victims on judgments of mock jurors: A Meta-analysis”, *Journal of applied social psychology, 24,* pp. 1315-1344.
[4] Sui, J., & Liu, C. H. (2009) “Can beauty be ignored? Effects of facial attractiveness on covert attention”, *Psychonomic Bulletin & Review, 16,* pp. 276-281.
[5] Walster, E., Aronson, V., Abrahams, D., & Rottman, L. (1966) “Importance of physical attractiveness in dating behavior”, *Journal of personality and social psychology, 4,* pp. 508.
[6] 大北 碧・高橋良幸・澤 幸祐 (2016) “じゃんけん課題における同調的な行動は個人空間距離を縮めるのか？”, 信学技法, 116, pp. 45-50.
[7] Chartrand, T. L. & Bargh, J. A. (1966) “The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction”, *Journal of personality and social psychology, 76,* pp. 893.
[8] Hove, M. J., & Risen, J. L. (2009) “It's all in the timing: Interpersonal synchrony increases affiliation”, *Social Cognition*, 27, pp. 949-960.
[9] Scaife, M., & Bruner, J. S. (1975) “The capacity for joint visual attention in the infant” *Nature*, *253*, pp. 265-266.
[10] Bakeman, R., & Adamson, L. B. (1984) “Coordinating attention to people and objects in mother-infant and peer-infant interaction” *Child Development*, *55*, pp. 1278-1289.
[11] 徳永 豊（2009）”重度・重複障害児の対人相互交渉における共同注意–コミュニケーションの基盤について–“ 慶應義塾大学出版会
[12] Driver IV, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999) “Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting” *Visual cognition, 6*, pp. 509-540.

随意・不随意行動に着目した 半自律テレプレゼンスロボットのふるまいの印象調査

Impression Evaluation of Semi-autonomous Telepresence Robots Focusing on Voluntary and Involuntary Behavior

大澤 正彦 †‡，滝本 佑介 †，奥岡 耕平 †，今井 倫太 †
Masahiko Osawa, Yusuke Takimoto, Kohei Okuoka, Michita Imai
† 慶應義塾大学
‡ 日本学術振興会特別研究員（DC1）
Keio University
Research fellow of the Japan Society of the Promotion of Science (DC1)
mosawa@ailab.ics.keio.ac.jp

Abstract

This research aims to clarify what kinds of behavior should be or should not be automated in telepresence robots. We develop a semi-autonomous telepresence robot extending the architecture to enhance the liveness of robots whose behavior consists of voluntary and involuntary actions. Impression evaluations used 20 videos of role play in a situation of small conference and we analyzed these videos in two ways. One is analysis in which the time axis is not disregarded and another is questionnaire by 40 research participants. In conclusion, we suggest that architecture to enhance the liveness of robots can be one of the human models of behavior generation.

Keywords — telepresence robot, voluntary, involuntary

1. はじめに

ロボットの社会的価値を向上させることは重要であり，そのためには人間がどう感じるかという認知科学的な知見を考慮してロボットやロボットの振る舞いをデザインする必要がある．

テレプレゼンスロボットと呼ばれる，遠隔地から人が操作するコミュニケーションを目的としたロボットは，ロボットの社会的価値を高めることが知られてきた [3]．なぜなら，テレプレゼンスロボットは遠隔操作者の社会性を引き継ぐためである．しかし単純な遠隔操作ロボットが社会的価値を獲得するためには常に人の存在が必要である．そこで，半自律テレプレゼンスロボットが有効と考えられる．半自律テレプレゼンスロボットは，実際に人間がいる場合に通常のテレプレゼンスロボットと同様に社会的価値を高められる．さらに人がいない場合にも人がまるで遠隔地にいるかのように振舞うことで，ロボットとコミュニケーションをとる人に対して「もしかしたら人がいるかもしれない」と思わせることで社会的価値を高めることができる．

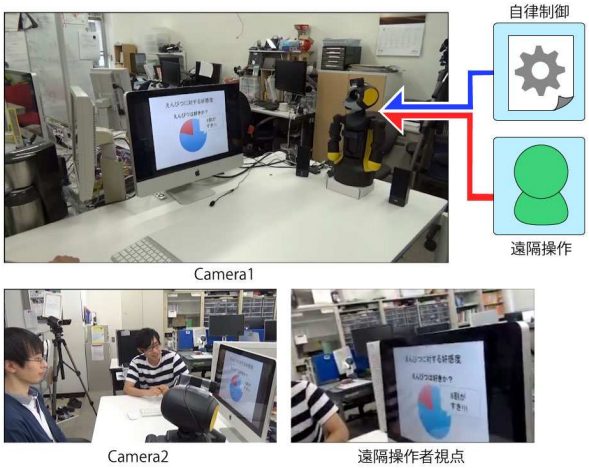


図 1　半自律テレプレゼンスロボットの振る舞い評価

テレプレゼンスロボットを自律動作させた場合の社会的存在感や遠隔操作者の操作対象に対する操作主体感に対する影響を調べた研究がある [6, 1, 7]．田中らの研究 [6, 1] では，直前に遠隔操作者がいる条件でコミュニケーションをとった会話相手は，発話の際の相槌を自動化させた場合も同様に遠隔操作者の存在を感じ，社会的存在感が向上することを報告している．中道らの研究 [7] では，頷きを自動化させた状態での遠隔コミュニケーションを試みており，自律動作の適切性が高い場合にはロボットに対して主体感を得ること

ができることを報告している．

しかしながら自律化を試みた研究 [6, 1, 7] では，いずれも相槌や頷きをあつかっているが，中道らが報告しているように自動化する動作の適切性が重要であり，適切性の基準については不明瞭である．例えば，相槌や頷きは人間が意識的にも無意識的にも表出するふるまいであり，意識的な表出の場合のコンテキストは複雑な場合が多く，遠隔操作者の意図を十分反映した適切なふるまいの表出は困難である．

そこで本研究では，半自律テレプレゼンスロボットを題材とし，人が自然に思うロボットの振る舞いについて調査する (図 1)．テレプレゼンスロボットの振る舞いを設計する上で随意運動と不随意運動は大きな差があることから，特にロボットによる自律的な随意運動と不随意運動がそれぞれ与える影響について詳細に検討した．

まず，随意運動と不随意運動を分解してそれぞれ自律機能を ON-OFF できるテレプレゼンスロボットを作成した．テレプレゼンスロボットとして利用したロボットは，著者らの一部が提案した随伴性行動生成アーキテクチャ[4] を組み込んだ Robovie-mr2[2] を改良したものである．

作成したテレプレゼンスロボットを少人数グループ会議のロールプレイングを行い，その映像を録画した．映像はいずれもおよそ 1 分程度であり，演者や条件を変えて合計 20 本作成した．そして作成した映像を 2 つの方法で分析した．1 つ目の分析は，時間軸をつぶさないロボットの振る舞いの可視化である．全ての動画（合計約 1,200 秒）に対して 1 秒ごとにロボットがどこを向いていたか，どのような振る舞いを表出していたか，そして発話の有無を記録し，シナリオの進行ごとに正規化した．また，分析結果を元に実験協力者に対してインタビューを行い，考察した．2 つ目の解析は，実験参加者 40 名に対して行ったアンケート調査である．

本論文の構成は以下の通りである．まず，第 2 章では [4] で提案した手法の詳細と，[4] を導入した半自律機能付きテレプレゼンスロボットについて説明する．第 3 章では少人数の会議を想定した評価実験について説明し，第 4 章では考察と展望について述べる．そして最後に第 5 章をまとめとする．

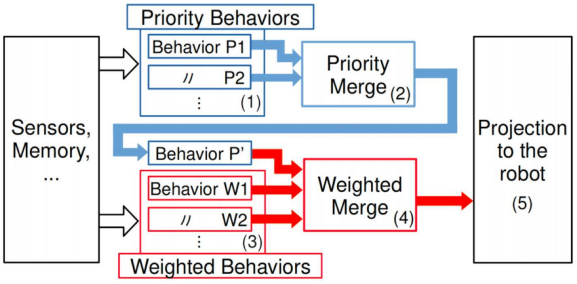


図 2　随伴性行動生成アーキテクチャ [4]

2. 随意・不随意行動に着目した半自律テレプレゼンスロボット

2.1 随伴性行動生成アーキテクチャ[4]

著者らの一部は，不随運動と随意運動を二階層で統合する振る舞いのモデルを提案している [4]．

ロボットが人間と円滑なインタラクションを行うためには，人間に違和感を覚えさせない振る舞いを行う必要がある．そのためには事前に指定された固定の動きをするだけではなく，人間の行動や周囲の環境の変化に対して即座に応答することが求められる．周囲の変化に対して即座に反応する行動は随伴性行動と呼ばれ，人間は随伴性を持つロボットに積極的に関わろうとする傾向がある．

随伴性行動は外界からの刺激に反応して任意のタイミングで生起する振る舞いである．しかし同一時刻に同一の部位を動かす振る舞いが生起すると競合が生じる．既存研究において競合する振る舞いの統合は行われているものの，単純な随伴性行動生成モデルでは十分な表現能力がない．一方で複雑なモデルでは行動の追加や修正にはモデルそのものを修正する必要があり，状況に応じた振る舞いの変更が困難であるという問題点が存在する．

[4] では随伴性を持つロボットの設計難易度を下げることを目的とし，随伴性行動生成アーキテクチャを提案した（図 2）．[4] は，競合する動きの中から部位ごとに一つのみを選択する優先度付けと，複数の動きを混合する重み付き平均化の 2 段階で振る舞いを統合する．また振る舞いを随意運動と不随意運動・反射運動に分類しアーキテクチャに登録することを合わせて提案している．

作成しているアーキテクチャは，事前に設定した随意的な行動と不随意的な行動を自動的に選択・統合して人とコミュニケーションをとることができる．現在は，顔や特定の物体の注視，アイコンタクト，共同注意，腕ふりといった随意的な行動と，瞬きや呼吸，

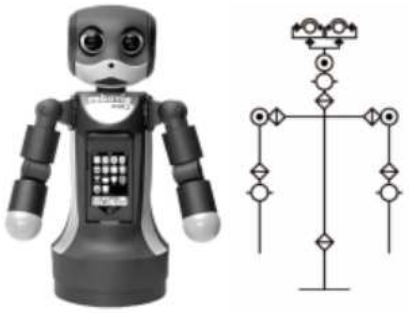


図 3　robovie mr2 の外見

サッカードといった不随意的な行動をそれぞれ実装している．

半自動テレプレゼンスロボットのように，人間とロボットの行動が協調したり，競合したりする条件を検証していく上で，解析する振る舞いの種類が人間と共通性を持っていることは重要である．したがって，[4] を拡張してテレプレゼンスロボットを設計し利用した場合のロボットの振る舞いに対して，人間の感じ方を調査することは有効と考えられる．

2.2　robovie-mr2

[4] では，提案したアーキテクチャを robovie-mr2[2] に組み込んで実験を行っている．また本研究でも，robovie-mr2 をテレプレゼンスロボットとして利用する．

Robovie-mR2 は 18 個のサーボモーターを備えており，眼球，まぶたの開閉，頭部，腕部，腰の回転を制御できる．一方カメラやマイクは標準で搭載されていないため，別途設置している．

2.3　テレプレゼンスロボットの概要

本研究では，robovie-mr2 に随意運動と不随意運動を二階層に組み込んだシステムをさらに拡張し，遠隔操作を行えるロボットを作成した（図 4）．

遠隔操作者の行動は随意運動として，ロボットの随意運動と同時に優先度付けされて選択される．その後，[4] と同様に重み付き平均化される．

聴講者としての自然な振る舞いは，プレゼンテーターの顔を見ることか，プレゼンテーションの画面を見ることのいずれかであると考えられる．

したがって，ロボットの自律行動として，人間の顔を検出し目を合わせる機能と，目が合っている人間が向いた先を推定して，向いた先を注視する機能 (図 5) が実装されている．遠隔操作者はどちらが発現するかを予測することができないため，多くの場合遠隔操作者とテレプレゼンスロボットの自律行動の間で競合が発生するようになっている．

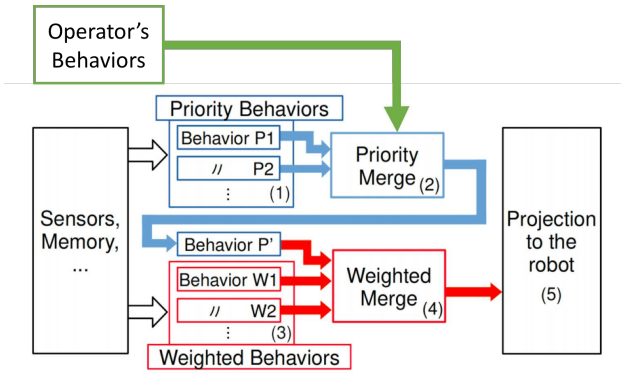


図 4　[4] を拡張したテレプレゼンスロボットのアーキテクチャ

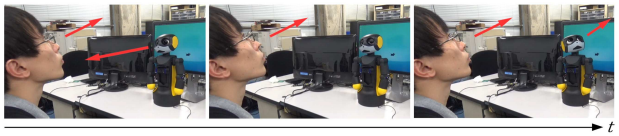


図 5　共同注意

3.　少人数会議のロールプレイングによる動作の適切性の検証

3.1　評価用映像の詳細

本実験は，会議を想定したロールプレイングによって行なった (図 1)．会議の参加者は 3 名であり，1 人が発表者を演じた．また，残りの 2 名のうち 1 名がテレプレゼンスロボットを用いて遠隔地から参加した．各参加者と機材の配置は図 6 に示すとおりである．

会議のシナリオによる影響を最小限に抑えるため，複数のシナリオを用意した．今回は「えんぴつの魅力」「けしごむの形状」という，いずれもおよそ 1 分程度のシナリオであり，いずれも表 1 に示す流れで進行した．以下,「えんぴつの魅力」シナリオを利用した実験条件をえんぴつ条件,「けしごむの形状」シナリオを利用した実験条件をけしごむ条件と呼ぶ．

プレゼンテーション中，発表者は明示的に「このグラフに注目してください (シナリオ (d))」とモニターに注意を向けさせることと,「○○さんはどう思いますか (シナリオ (e))」と聴講者に注目を向けさせることを一度ずつ行なった．

演者は，演者の技術やくせによる影響をなるべく削除するために，著者らのうち 3 名と，実験協力者 1 名

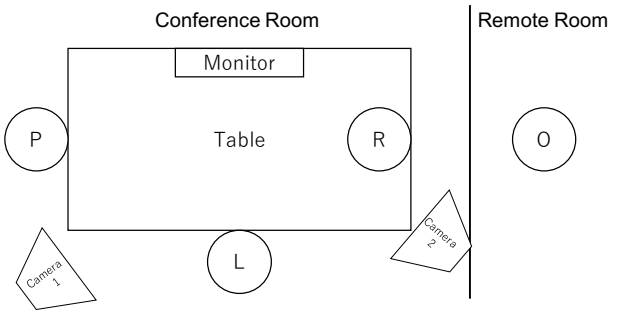


図 6　実験者と機材の配置．P:講演者, L:聴講者, R:テレプレゼンスロボット, O:遠隔操作者

表 1　シナリオの概要

シナリオ	内容
(a)	簡単な挨拶
(b)	遠隔操作者の確認
(c)	プレゼンの概説
(d)	データの紹介 (モニターへの注視を誘導)
(e)	聴講者に質問
(f)	遠隔操作者に質問
(g)	まとめ

が役割を交代で担当した．予備実験の結果から，講演者の振る舞いがロボットの自律動作に大きく影響することがわかっていたため，特に講演者の要因に着目して実験をデザインした．そこで実験協力者にはシナリオどうしの比較ができるよう，用意した 2 つのシナリオの両方について講演者を演じてもらった．一方，著者らは 2 人がえんぴつ条件，1 人がけしごむ条件の講演者を演じた．各実験条件は，演者や遠隔操作者の慣れの影響を極力避けるために，ラテン方格にしたがって実験条件の順序を決定した．

最も重視した検証項目として，テレプレゼンスロボットが随意運動に関して自律的に動く場合と動かない場合，および不随意運動に関して自律的に動く場合と動かない場合の合計 4 通りを調査した．

したがって 4 条件に関して 5 種類の演者・シナリオパターンを撮影し動画を作成した．動画はロボットを中心に映す視点 (図 6:Camera1)，講演者を中心に映す視点 (図 6:Camera2)，そして遠隔操作者が視聴しているロボット越しの視点の 3 つを同時に撮影している．分析や評価には Camera1 の視点を用い，そのほかの視点の映像は考察のために補助的に利用した．

3.2　時系列に応じた解析

3.2.1　実験協力者が講演者の場合

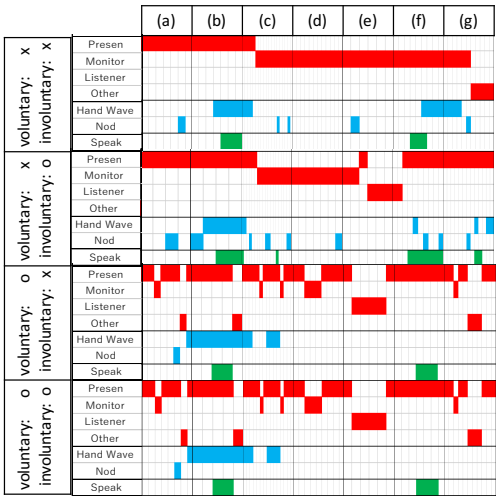


図 7　実験協力者が講演者の場合：けしごむ条件

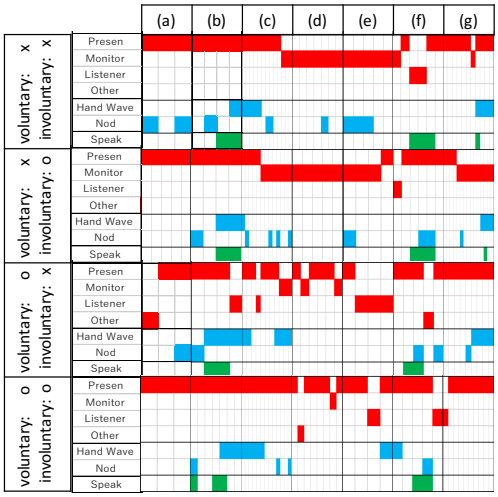


図 8　実験協力者が講演者の場合：えんぴつ条件

実験協力者が講演者を演じた場合の結果について，図 7 にけしごむ条件の場合を，図 8 にえんぴつ条件の場合をそれぞれ示す．

随意運動の条件では，いずれも視線が小刻みに揺れており，講演者, モニター, 聴講者のいずれも見ていないような場合も多く見受けられた．

一方自律的な随意運動がない条件では，いずれもシナリオ (c) の途中でモニターに視線をうつし，しばらくすると聴講者に目を向けるようなシナリオ (e) で聴講者に目を向けることを目指し，シナリオ (f) で講演者に質問を投げかけられた場合には講演者に視線を向けて話すという全体の傾向が見られた．

3.2.2 著者らが講演者の場合

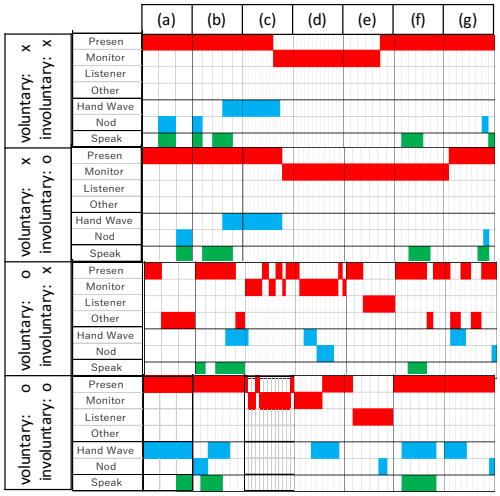


図 9 著者 1（ロボットのシステム開発者）が講演者（えんぴつ条件）の場合

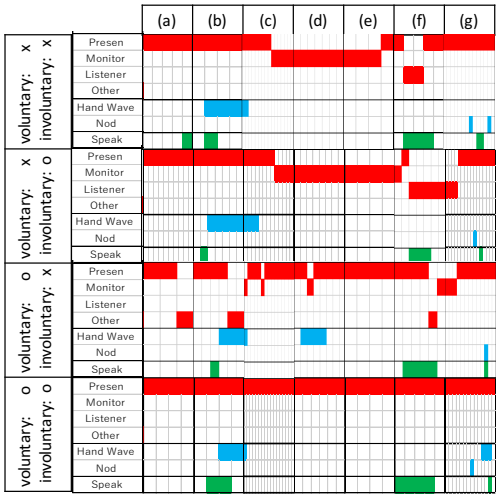


図 10 著者 2 が講演者（えんぴつ条件）の場合

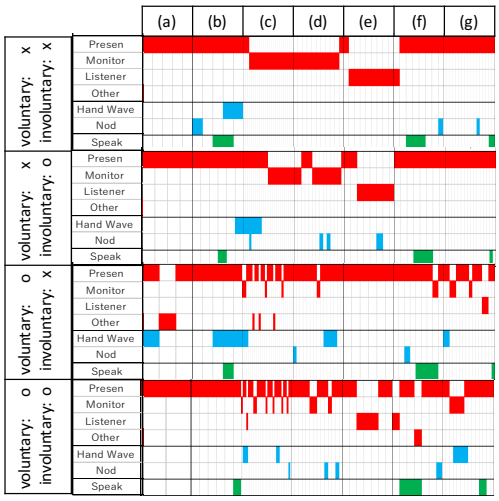


図 11 著者 3 が講演者（けしごむ条件）の場合

著者らがプレゼンテーターを担当した場合の結果について図 9〜図 11 にそれぞれ示す．

全体として，自律的な随意運動が表出されない条件では，誰が遠隔操作者を担当した場合にも各シナリオの進行に応じた視線の方向に個人ごとの傾向があることがわかった．例えばいずれの遠隔操作者もシナリオ (c) の似通ったタイミングでモニタに注視点をうつし，著者 2 と著者 3 はシナリオ (e) に向けて聴講者に注視点をうつした．

一方で，随意運動が自律的に表出される場合には各演者の視線の傾向は発見されなかった．

個別の解析をすると，著者 1 と著者 2,3 との間で大きな差が見られた．著者 1 はロボットの自律的な振る舞いの開発を担当したため，外部から思いのままにロボットを操作することができた．著者 1 が講演者を担当した際の自律行動がある 2 条件では，モニターへの注目を促すシナリオ (d) でモニターを注視する時間の割合と，聴講者に意見を訪ねるシナリオ (e) で聴講者を注視する時間の割合の平均が，83%を占めていた．一方，そのほかの 2 名が実験した場合にはほとんど講演者を注視したまま動かない場合や，きょろきょろとあちこちを見て回るような振る舞いがみられたため，モニターや聴講者を注視している時間の割合は著者 2 が 27%，著者 3 が 50%であった．

3.2.3 実験協力者へのインタビュー

ロールプレイング全体を通して実験協力者にインタビューを行ったところ，主に随意運動があるかないかの差を強く感じたことが報告された．

Conference Room にいながらロボットの振る舞いを観察していた際には，随意運動がある場合に小刻みな動きやカクカクとした動きが不自然に感じられたことが報告された．

一方 Remote Room からロボットを遠隔操作した際には，ロボットの自律随意運動がある場合には，自らの行動と競合する振る舞いが多く発現してしまい，遠隔操作に対するフラストレーションが大きいというコメントがあった．

3.3 実験参加者による主観評価実験

前節で利用した各動画に対する主観評価実験を行った．本実験において評価を行ったのは 19 歳から 28 歳 (平均 22.85 歳) の男性 22 名女性 18 名の計 40 名である．1 人の実験参加者は同一演者，同一シナリオの 4

表 2　質問リスト

Q1	全体としてロボットの振る舞いは自然でしたか？(1:不自然～7:自然)
Q2	ロボットの身振りのバリエーションは豊富でしたか？(1:貧困だった～7:豊富だった)
Q3	ロボットの身振りの頻度は適切でしたか？(1:極端に少なかった～7:極端に多かった)
Q4	ロボットの視線の向きは自然でしたか？(1:不自然～7:自然)
Q5	会議はスムーズに進行していましたか？(1:ぎこちなかった～7 スムーズだった)
Q6	ロボットが自律的に動いているように見えましたか？それとも人間が操作しているように見えましたか？(1:ロボットが自律的に動いているように見えた～7:人間が操作しているように見えた)
Q7	ロボットに社会的な価値を感じましたか (1:感じない～7:感じた)

条件全ての動画を視聴し，それぞれに対して評価を行った．なお，視聴順の影響をなくすために，カウンターバランスをとった．

ここで集めた合計 160 件の回答を元に統計解析を行い考察した．

各実験参加者は動画を 1 本視聴するごとに表 2 に示したアンケートに答えた後，任意で動画に対するコメントを記入した．

3.3.1　コメントによる全体の傾向

任意のコメント欄には合計 69 件のコメントが記入された．

多く挙げられた問題点として，テレプレゼンスシステム自体に対するものが数点あった．

1 つは声や動作の遅延に関するものである．遠隔操作者からロボットへの動作と音声の通信は別経路によって実装されており，特に実験時のネットワーク状況によって声の遅延が大きい場合が実際にあった．一方で動作の遅延に関しては遠隔操作者が即座に目的の動作を実現することができなかった影響が大きかった．したがってユーザインタフェースの改良も課題であることがわかった．

次に多く挙げられた指摘はロボットの動作音に関する指摘である．特にロボットの動きが多くなる条件では弊害になる可能性が複数の実験参加者から指摘された．

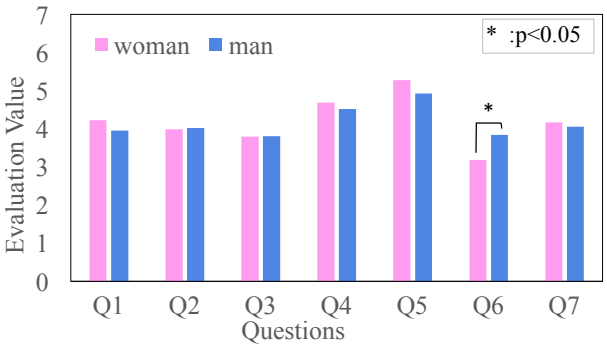


図 12　男女の違いによる比較

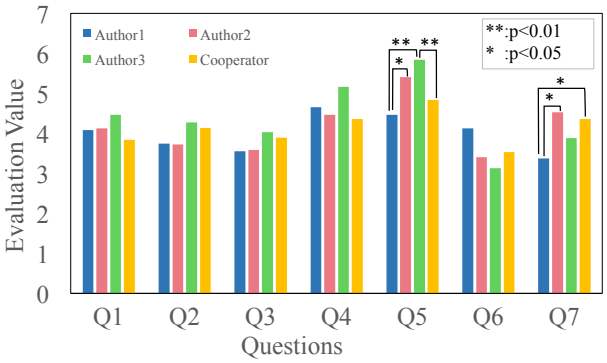


図 13　講演者の違いによる比較

3.3.2　実験参加者の男女間の比較

図 12 に男女間での印象の差を示す．男女間で各項目に関して評価したところ，Q6 のロボットが自律的に動いているように見えたか，遠隔操作しているように見えたかという点で有意差が認められた．女性の方が，ロボットが自律的に動いていると評価する傾向が示唆された．

3.3.3　演者間の比較

図 13 に講演者ごとの評価結果を示す．全 7 項目のうち，分散分析の結果 5% 有意水準で有意差が認められたのが Q5 と Q7 であったため，多重 t 検定を行なった．Q5 に関しては著者 3 と著者 1，著者 3 と実験協力者との間に 1%有意水準で，著者 2 と著者 1 との間に 5% 有意水準でそれぞれ有意差が認められた．Q7 に関しては著者 2 と著者 1 および実験協力者と著者 1 との間に 5% 有意水準で有意差が認められた．

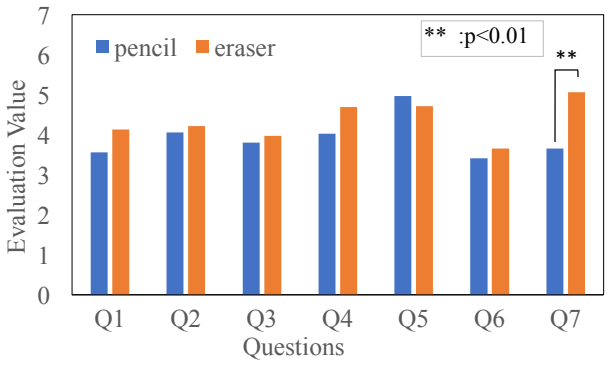


図 14　シナリオの違いによる比較 (実験協力者)

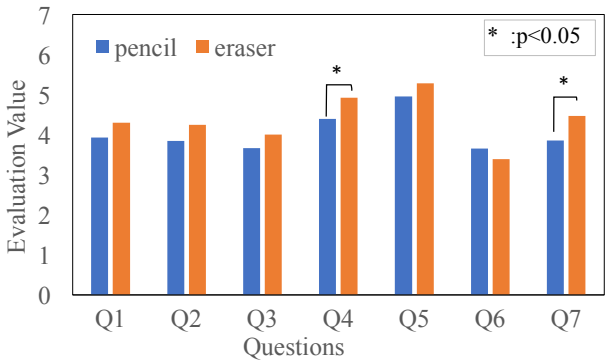


図 15　シナリオの違いによる比較 (全講演者)

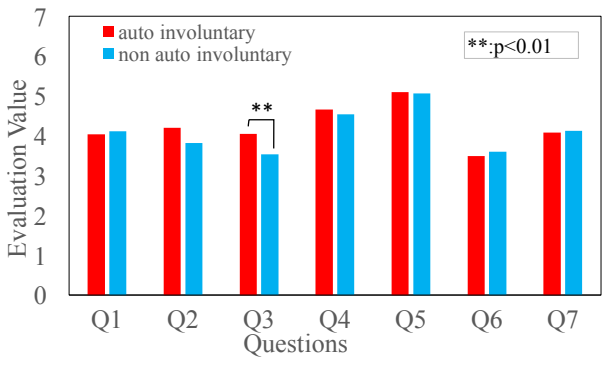


図 16　自律的な不随意運動の有無による比較

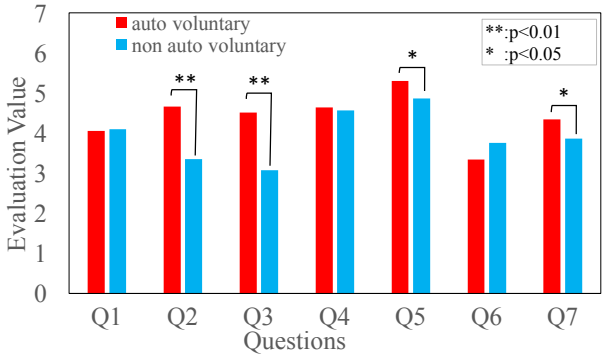


図 17　自律的な随意運動の有無による比較

Q5, Q7 を通して特に評価が低かったのが著者 1 によるものである．著者 1 は前述の通りシステムの開発者であり，最も自由自在に外部からロボットをコントロールできたため，著者 1 が講演者の場合にはロボットの挙動が頻繁に動いていた．しかしながら自由記述で過剰な動きに対してネガティブな印象を抱いている被験者が多く見られたことが影響している可能性がある．

また，Q5 の会議のスムーズさはロボット以外にも講演者の話術に左右される傾向も否定できず，著者 3 が高い評価を受けた要因の可能性がある．

3.3.4　シナリオ間の比較

実験協力者が講演者を担当した 2 つのシナリオ条件を比較した (図 14)．各アンケート項目ごとに t 検定を行なったところ，「ロボットに社会的価値を感じたか」という項目に 1% 有意水準で有意差が認められた．

一方図 15 に示した結果は，全講演者についてえんぴつ条件とけしごむ条件に分けて評価したものである．図 14 の結果と同様に Q7 に有意差が認められたほか，「Q4 視線の適切さ」にも有意差が認められた．

視線の適切さに関して有意差がでた要因として，シナリオの長さが影響している可能性がある．えんぴつ条件が平均で 53.7 秒であったのに対し，けしごむ条件は平均で 72.8 秒と長い傾向があった．一方視線を誘導するシナリオ (d) および (e) に費やした時間は，いずれの条件も平均で全体のおよそ 12% であった．したがって，けしごむ条件のほうが遠隔操作者に取ってゆとりのある操作ができたため，適切な視線誘導が実現できたことが予想される．

3.3.5　不随意運動の有無による比較

不随意運動の有無に関する比較を図 16 に示す．図 16 では自律的な不随意運動が実装されたことによって，動作の適切性が優位に向上した．

3.3.6　随意運動の有無による比較

随意運動の有無に関する比較を図 17 に示す．動作のバラエティでは 1%有意水準で有意差が認められている．一方動作の頻度では，自律的な随意運動の有無で 1%の有意差が認められているが，この項目に関しては 4 が最適値であることから，自律的な随意運動が完全にない場合には少なすぎて，反対に自律的な随意運動がある場合には多すぎるという結果となった．会

議がスムーズに進行したかおよびロボットの社会的価値に関する質問項目でも 5% 有意水準で有意差が認められた．

4. 考察

3.2 の実験結果では，実験協力者が報告したように自律的な随意運動の有無による影響が強く反映される傾向にあった．随意運動は人間の操作と矛盾や競合する場合が多く見られ，その結果ロボットの注視方向がばらつくという傾向が現れた．

3.3 では，まず男女，講演者，シナリオに対する違いを検証した．主に男女の違いではロボットの自立性に関する有意差が，講演者の違いでは会議のスムーズな進行やロボットの社会的な価値，シナリオの違いでもロボットの社会的な価値について有意差が認められた．

次に，ロボット自体の振る舞いに直接的な影響を与える自律的な随意・不随意運動の有無について影響を調べた．自律的な不随意運動が行われることで身振りの頻度が優位に適切になっていることが示唆された一方で，随意運動に関してはバリエーションは豊富になるものの，頻度はやや過剰と感じられることが示唆された．しかし，会議の進行についてもスムーズに見え，結果として社会的価値も優位に向上するという結果となった．

随意運動は人間の遠隔操作と競合するものであり，実際に実験協力者に対してロールプレイングの後に聞き取り調査をした際にも動作の競合によるフラストレーションが強く報告されていた．それにもかかわらず，外からロボットの振る舞いを観察した場合には優位に自然さが失われるという結果にはならなかった．

ここで新たな仮説として，[4] が人間の振る舞いに関する情報処理のモデルとしての有用性があがる．人間の随意運動と不随意運動は明らかに違う性質を持っており，随意運動は多くの場合 1 つの意図に伴った運動であり，同時に現れることは少ないが，一方不随意運動は，無意識に行われる運動であり，様々な運動が同時に表出される場合がある．

今回の実験結果は，外部から観察した場合には随意運動が自律的なものか遠隔操作者によるものかは別としてもただ 1 つ選択され，その後不随意運動と重み付き平均化されるという点で変わりがなかった．一方で遠隔操作者の立場では，自らが選択した随意運動とは異なる振る舞いが選択されるため，通常の振る舞いとは大きく異なる状況設定であった．そこで外部から観察した場合にあまり多くの違和感はなく，内部からは違和感が強かったという実験結果は，[4] が人間の情報処理のモデルとして有用な可能性をサポートする 1 つの要因になりうる．

今回得られた実験結果の多くで社会的価値に関する有意差が度々認められた．社会的価値に有意差が生じる要因について各要素の詳細なヒストグラムや数値比較を重ねて分析したが，各項目でなぜ有意差が生じるかというロジカルな説明を発見するには至らなかった．ヒストグラムでは複数の分布の混合分布に見える形状を取っていたことから，実験参加者がいくつかの解釈や評価基準でロボットの社会的価値を回答していた可能性が高く，実験方法の見直しが必要な可能性が高い．

一方で，今回の実験は人間が必ず遠隔操作する条件で調査を行なっているが，半自律テレプレゼンスロボットでは遠隔操作者がいなくなる場合を想定するケースがある．この場合には人間の動作と競合する問題が起こらないため，随意運動が有効な可能性があり，今後は調査の範囲を拡大化させていく予定である．

5. おわりに

本研究では，半自律テレプレゼンスロボットの振る舞いと，人の印象との関係を分析した．作成したテレプレゼンスロボットは随意運動と不随意運動をそれぞれ自動で表出できる随伴性行動生成アーキテクチャを拡張して，遠隔操作者の制御を受け入れられるように改良したものである．

実験では少人数の会議を想定したロールプレイングを行い，様々な条件で行なった映像を 2 種類の方法で分析した．結論として不随意運動も随意運動もいずれも自動化することでより豊かなロボットの振る舞いを演出できる一方で，随意運動を自動化した場合には遠隔操作者に強いフラストレーションがかかる場合があることを確認した．またこの結果は随伴性行動生成アーキテクチャが人間の振る舞い生成のモデルとしてとらえた場合につじつまがあうことを説明した．

今後はより一般化した議論ができるよう，実験条件や実験設定を改良していく予定である．

参考文献

[1] K. Tanaka, N. Yamashita, H. Nakanishi, and H. Ishiguro, (2016) ”Teleoperated or autonomous?: How to produce a robot operator ’s pseudo presence in hri.” In The Eleventh ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, pp. 133–140.

[2] R. Matsumura, M. Shiomi, K. Nakagawa, K. Shinozawa, and T. Miyashita, “ A desktop-sized communication robot:robovie-mr2, ” Journal of Robotics and Mechatronics, vol. Vol.28, no. No.1, 2016.

[3] T. Kashiwabara, H. Osawa, K. Shinozawa and M. Imai, (2012) ”TEROOS”, Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems-CHI’12, pp. 20001–2004.
[4] Y. Takimoto, K. Hasegawa, T. Sono and M. Imai, (2017) ”A Simple Bi-Layered Architecture to Enhance the Liveness of a Robot”, IROS.
[5] 今井倫太. (2013) ”ロボットが社会的に存在することの価値.” 日本ロボット学会誌 Vol.31 No.9 pp. 864-867.
[6] 田中一晶, 山下直美, 中西英之, 石黒浩, (2016) ”自律・遠隔操作の曖昧化によるロ ボット操作者との対話感覚の創出” 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 4, pp. 1108–1115.
[7] 中道大介, 西尾修一, (2016) ”遠隔操作型コミュニケーションロボットにおける頷き動 作の半自律化による操作主体感への影響”, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 2.

身体的なインタラクションを通した対人的な関係構築のプロセスに関する検討
Investigation of Interpersonal Communication in Embodied Interaction Based on Bi-dimensional Model

坂本 孝丈, 竹内 勇剛
Takafumi Sakamoto & Yugo Takeuchi
静岡大学創造科学技術大学院
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
dgs14010@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

We propose a model of the aspects of relationship adjustment at the initial stage of communication that is constructed of two parameters: the degree of the object's control and its acceptance. The values of these parameters are expressed by two orthogonal axes, and using an agent simulation we verified behavior corresponding to five conditions, each quadrant, and the origin of the axes. We acquired the behavior of an agent in a virtual environment with the genetic algorithm where the calculation manner of the fitness reflects the parameters of the model and simulated the interactions caused by the combinations of conditions. As an execution result of the simulation, we obtained several interaction patterns, which explain the actual communication scenes between humans or between human and artifacts.

Keywords — Interaction, Communication relationship, Genetic algorithm, Agent based simulation

1. はじめに

ロボットなどの人工物の振る舞いが多様化することに伴い，人工物の振る舞いの意図を人に伝達することの重要性が高まっている．人工物の意図を人に推測してもらうためには人–人工物の間に対人的な関係を構築する必要がある．しかし，対人的な関係を構築するために，その人にとってその人工物が「自身と関係を構築し得る存在である」と見做されなければならない．一方で，人同士ではたとえ相手が見知らぬ者であってもコミュニケーションを開始することが可能である．また，人混みではできるだけ他者とのやり取りが生まれないように振る舞うこともできる．本研究では，このようなコミュニケーションの初期段階における関係の調整の側面に注目し，このプロセスを明らかにすることを目的とする．

人同士の対話場面におけるコミュニケーションを開始するまでの一連の行動に関する研究が行われており [1]，このプロトコルをロボットに適用した研究も行われている [2]．これらの行動は対象とコミュニケーションを開始する目的がある場合に有効であると考えられる．しかし，人混みの例のような，コミュニケーションを開始したくない場面も考慮する必要がある．そこで，コミュニケーションの開始場面における内的状態とその内的状態に対応した振る舞いについて検討を行う．

先行研究 [3] ではコミュニケーションする意図がない状態で生じるインタラクションについて検証を行い，いくつかのインタラクションのパターンが示されている（図 1）．しかし，これらのインタラクションのパターンとインタラクション最中の実験参加者の内的状態の対応付けは困難である．そこで，本研究では内的状態の表現として図 2 に示すモデルを提案する．対人的なコミュニケーションにおいて互いの力関係の調整は重要な要因の一つとされている [4]．これに基づき，図 2 のモデルは相手に作用することに対する積極性の軸としてのコントロールと，相手のコントロールへの応答に対する積極性の軸であるアクセプタンスで構成される．本研究ではこのモデルのパラメータと行動の対応付けを遺伝的アルゴリズム（GA）により行う．これにより，ある行動が観測された場合の内的状態の推定が可能となり，人のインタラクション最中の内的状態の変化を分析できる推察される．そこから，コミュニケーションの初期段階における人の関係調整のプロセスを明らかにすることを目指す．本研究の発展することで，人同士の場合と同じように，自身の状態と相手の状態に応じて話しかけるか否かを判断することができるような人工物の設計が期待される．

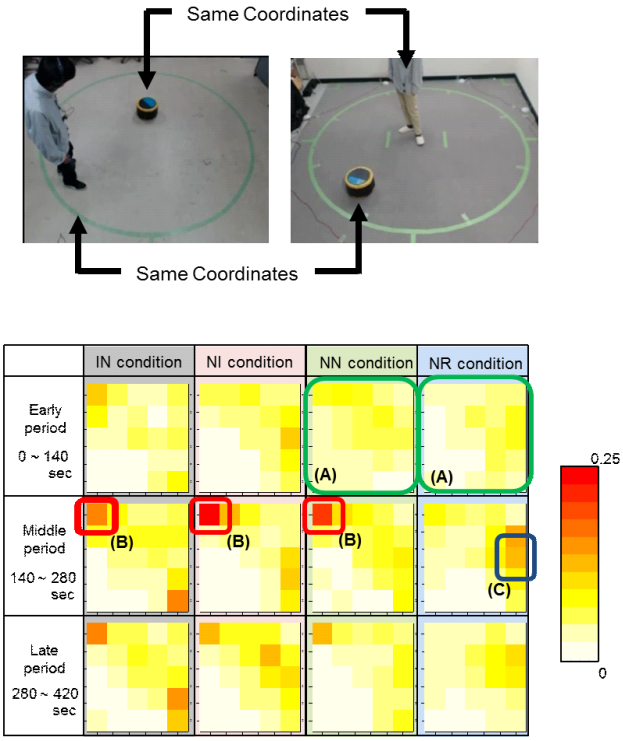


図 1　先行研究で示されたインタラクションの特徴

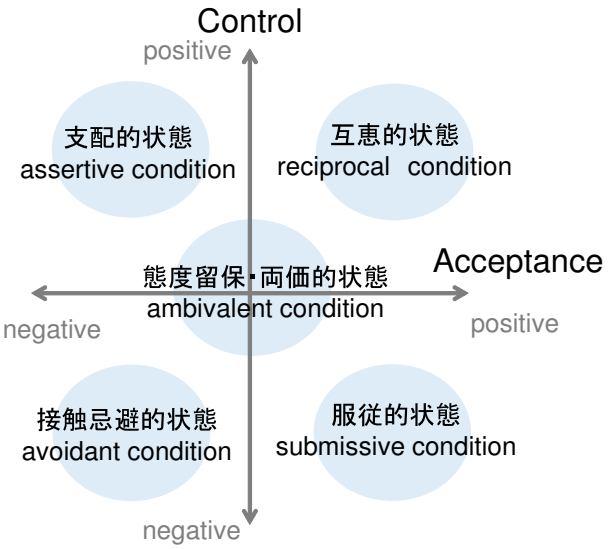


図 2　内部状態の表現に用いる 2 軸モデル

2. 背景

2.1 Relational Communication

人同士ではお互いに行動や関係を調整しながらコミュニケーションが行われる．人同士で取り交わされるメッセージには「内容」と「関係」に関する側面が混在しており，自身と相手が同じ場に存在している限り，お互いのいかなる行動もメッセージとして解釈可能となる [5]．それゆえに，相手と関係を構築するつもりがない場合であっても，「お互いに関わらない」関係を了承し合う必要がある．また，それまでに構築された相手との関係に応じて，解釈できるメッセージの意味合いが変容し，メッセージの解釈に応じて構築される関係も変容する．コミュニケーションにおける関係の構築プロセスに関する研究では，発話内容やジェスチャにおける関係制御（relational control）に注目したインタラクションの分析が行われている [6]．Rogers ら [7] により提案された RCCCS（Relational Communication Control Coding System）では，会話内のメッセージに対してその文法形式と反応モードに基づき，関係の定義を断定する方向を one-up（↑），相手の関係の定義を受け入れる方向を one-down(↓)，関係の定義を避ける方向を one-across（→）でコード化している．そこから，メッセージの組み合わせによって話者間の関係を記述し，人–人コミュニケーションにおける関係の調整のパターンについて検証が行われている．

本研究では，コミュニケーションを開始する前の初期段階における行動について検証する．この段階のインタラクションにおいては，会話場面のようなターンは構成されていないと考えられる．よって関係の定義の断定と受け入れの側面を平行して取り扱うことが可能なモデルを提案する．具体的には，図 2 に示した「相手の行動を制御すること」に対する積極性の軸と，「相手の制御を受け入れること」に対する積極性の軸との 2 軸のモデルについて検証する．2 軸の値をモデルのパラメータとし，本研究では各パラメータの正負の組み合わせと，原点周辺の領域の 5 つの状態について取り扱う．各状態を具体的なコミュニケーション場面に当てはめると以下のようになる．

- 支配的状態
  - 自分から話かけたいが相手からは話しかけられたくない状態．
  - 相手に影響を与えたいが相手からの影響は受けたくない状態．
- 服従的状態

  - 自分からは話しかけたくないが相手からは話しかけられたい状態.
  - 相手に影響を与えたくないが相手からの影響は受けたい状態.
- 互恵的状態
  - 自分から話しかけたいし，相手からも話かけられたい状態.
  - 相手に影響を与えたいし，相手からの影響も受けたい状態.
- 接触忌避的状態
  - 自分から話しかけたくないし，相手からも話しかけられたくない状態.
  - 相手に影響を与えたくないし，相手からの影響も受けたくない状態.
- 態度留保・両価的状態
  - 自分から話しかける，相手から話しかけられることに対して明確な希求がない状態.
  - 相手に与える影響，相手から受ける影響にについて明確な希求がない状態.

本研究では，手始めにこれらの状態に対応する行動を2つのパラメータの値の違いにより表現できるかを検証する．提案モデルのパラメータと振る舞いを対応付けるために本研究では身体配置に着目する．

2.2 身体配置

人同士のコミュニケーションにおいて，人は相手との関係に応じて距離を使い分けている [8]．また，距離や視線方向を互いに調整することで関係性の調整を行っている [9, 10]．Kendon は人同士のコミュニケーションにおいて一定の空間が形成・維持される現象をF 陣形と定義している [1]．これらのことから，本研究ではコミュニケーションの初期段階における内的状態と行動の対応付けに位置情報と身体方向を用いる．提案モデルのパラメータを行動に対応づけるためには，行動に対する評価を設定する必要がある．Kendon は，人の操作対象との間に設けられる正面方向の空間を操作領域（transactional segment）とし，この操作領域を重ねることで空間配置が維持されるとしている．そこで，操作領域内に対象を入れることで得られる利害をモデルのコントロールの軸の値に対応させ，対象の作業領域内に入ることをアクセプトの軸の値に対応させる．これを評価関数とし，遺伝的アルゴリズムの適合度の計算に用いることで，モデルの各状態と行動の対応付けが可能となる．以降では，遺伝的アルゴリズムおよびシミュレーションについて説明する．

3. 方法

提案モデルのパラメータに対応する行動を GA により仮想エージェントに獲得させる．仮想エージェントは2次元平面の仮想フィールド内で行動し，対象物との位置関係により利得を得る．この利得を計算する評価関数をモデルのパラメータに対応付けることで各状態に適応した行動を獲得させる．そこから各状態の行動の性質をシミュレーションにより検証する．適応した行動を獲得したエージェント同士を組み合わせシミュレーションすることで，内的状態の組み合わせによって生じるインタラクションの違いについて検証する．

3.1 仮想エージェント

図 3 に仮想エージェントの設計を示す．仮想エージェントは 30 ピクセルの円形で視覚センサ，接触センサ，操作領域を有する．視覚は半径 150 ピクセル中心角 150 度の扇形とし，半径と中心角でそれぞれ 5 分割した 25 領域のどこに対象が位置するかを判別する．また，対象の相対的な身体方向が八方向のうちいずれであるかを判別する．接触センサは対象と衝突している際に，死角を 5 つに分割した領域のどこに対象が位置しているかを判定する．また，対象の操作領域内に位置している場合の対象の位置を判定する．つまり仮想エージェントは対象の位置に応じてセンサ値として 210 の値を取得する． 操作領域は半径 60 ピクセル中心角 90 の扇形で表現し，対象が領域内にいる場合，後述する条件に応じて適合度が更新される．仮想エージェントの行動は，静止あるいは八方向への移動の 9 パターンと，身体方向の回転なし，左回転，右回転の 3 パターンを組み合わせた 27 種類でコード化する．一回で移動できる距離は 7.5 ピクセルで回転角度は 15 度である．仮想エージェントはセンサ値分である 210 要素の配列を持ち，各要素は 27 種類のコードのいずれかの値を取る．この行動のコードを GA により適合させる．

3.2 遺伝的アルゴリズム

図 4 に示す手順でモデルのパラメータに応じた行動を遺伝的アルゴリズムにより仮想エージェントに獲得させる．センサ値の配列を遺伝子配列とし，適合度の

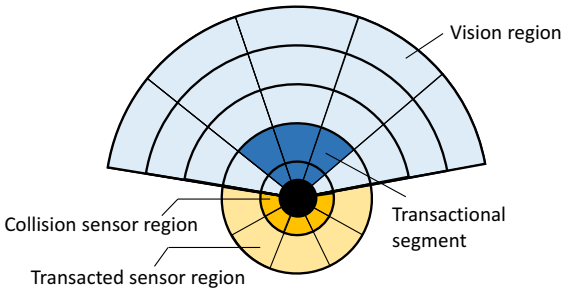


図 3　エージェントの設計

計算は 200 ステップの行動の結果から計算する．対象がセンサ内に位置しない場合のエージェントの行動はランダムとする．エージェントが行動するフィールドは一辺 300 ピクセルの正方形で平坦トーラスとする．各個体の評価に用いる適合度は以下の式から求める．

$$fitness = w_c t_p + w_a t_e - h_{cost} - h_{collision}, \quad (1)$$

$$t_p = \begin{cases} 1 & (\text{エージェントが対象の作業領域内にいる}), \\ 0 & (\text{Otherwise}), \end{cases} \quad (2)$$

$$t_e = \begin{cases} 1 & (\text{対象がエージェントの作業領域内にいる}), \\ 0 & (\text{Otherwise}), \end{cases} \quad (3)$$

w_c と w_a はモデルのコントロールとアクセプタンスの値，h_{cost} は移動に伴うコスト，$h_{collision}$ はターゲットと衝突した場合の損失を表す． h_{cost} は回転と移動のそれぞれに対して 1 かかり，静止している場合は 0 とする． $h_{collision}$ は対象と衝突した場合は 100，衝突しなければ 0 に設定する．ここで重要なのが w_c と w_a 値の設定である．2.1 節で取り上げた 5 つ状態に準じて 5 つの条件を設定する（図 5）．各条件 w_c と w_a の値を以下示す．

- 支配条件（支配的状態）：$w_c = 5, w_a = -5,$
- 服従条件（服従的状態）：$w_c = -5, w_a = 5,$
- 互恵条件（互恵的状態）：$w_c = 5, w_a = 5,$
- 忌避条件（接触忌避的状態）：$w_c = -5, w_a = -5,$
- 留保条件（態度留保的状態）：$w_c = 0, w_a = 0.$

対象が仮想エージェントの作業領域内にいる場合，コントロールが正の条件では適合度を加点，負の条件では減点する．仮想エージェントが対象の作業領域内にいる場合，アクセプタンスが正の条件では適合度を加点し，負の条件では減点する．これにより，モデルのパラメータと行動の対応付けを実現する．

一世代あたりの個体数は 200 とする．初期の遺伝子配列はランダムとする．一回の試行は 200 ステップであり，仮想エージェントと対象の初期の位置および身

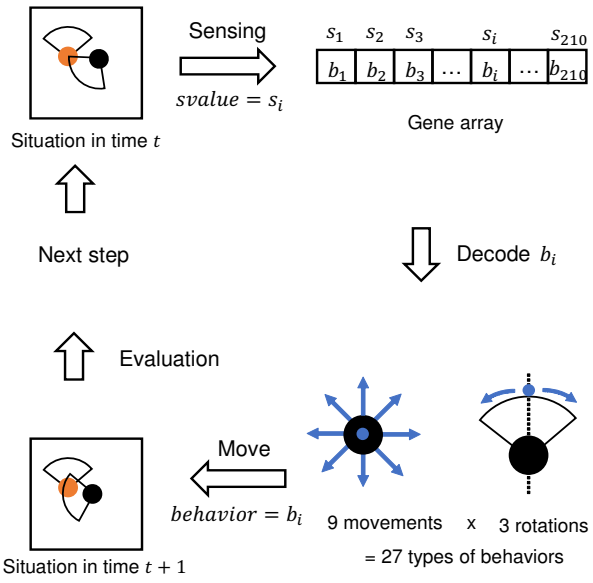


図 4　各ステップのエージェントの行動

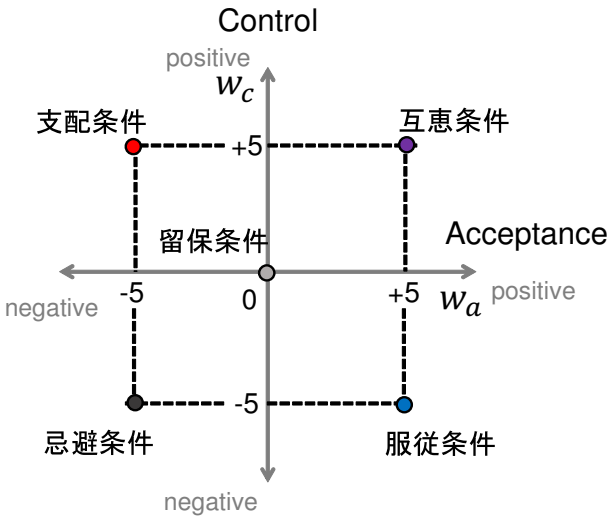


図 5　シミュレーションの条件

体方向はランダムとする．各個体の試行回数は 10 回とし，対象の動きは静止とランダムの 2 種類をそれぞれ 5 試行ずつ用いる．選択に用いる適合度は各ステップ，各試行の合計値とする．選択はトーナメント方式でトーナメントサイズは 10 に設定する．交差は交差確率 0.8 の一様交差で，変位は確率 0.03 でランダムに 10 個の遺伝子を対立遺伝子に書き換える．これを 5000 世代分繰り返し，各条件に適応した行動についてシミュレーションに基づき検証する．

3.3 シミュレーション

5つの条件の適応個体でペアを作りインタラクションをシミュレーションする．シミュレーションには前節と同様のフィールドと設定を用いる．各条件の仮想エージェントの行動は 5000 世代目の最適個体の遺伝子配列に基づく．一試行あたりのステップ数は 200 として，各組み合わせで 10000 試行のシミュレーションを行う．このシミュレーションにおいても遺伝的アルゴリズムと同様に式（1）の適合度の計算を行い，利益を得たステップ，害を受けたステップ，コストがかかったステップの変化について検討する．

4. シミュレーション結果

図 6 に各条件の組み合わせにより生じたインタラクションにおける利益，害，コストが発生したステップの割合の変化を示す．なお，グラフは上段が利益を得たステップ，中段が害を受けたステップ，下段がコストが発生したステップの 20 ステップごとの割合について 10000 試行分の平均と標準誤差を表している．また，条件については左から支配，服従，互恵，忌避，留保条件である．図 6 が示す主要な結果は以下である．

- 支配条件のエージェント
  - 利益が得られる割合が大きくなる相手は服従条件と互恵条件である．
  - 害を受ける割合が大きくなる相手は支配条件と互恵条件である．
  - コストがかかる割合が小さくなる相手は服従条件である．
- 服従条件のエージェント
  - 利益が得られる割合が大きくなる相手は支配条件と互恵条件である．
  - 相手が服従，忌避，留保条件の場合に利益が得られる割合は，支配条件や互恵条件のエージェントがこれらの条件を相手にする場合に比べて小さい．
  - 害を受ける割合が大きくなる相手の条件は服従条件と互恵条件である．しかし，支配条件のエージェントが害を受ける条件と比較してその割合は小さい．
  - コストがかかる割合が小さくなる相手は支配条件である．
- 互恵条件のエージェント
  - 利益が得られる割合が大きくなる相手は支配，服従，互恵条件である．
  - コストがかかる割合が小さくなる相手は互恵条件である．
- 忌避条件のエージェント
  - 害を受ける割合が大きくなる相手は支配，服従，互恵条件である．しかし，服従条件から害を受ける割合は他の 2 つの条件に比べて小さい．
  - コストがかかる割合が小さくなる相手は忌避条件と留保条件である．
- 留保条件のエージェント
  - コストがかかる割合が小さくなる相手は忌避条件と留保条件である．

この結果を踏まえて，シミュレーションにより得られたインタラクションのパターンは以下のように分類することができる．

- お互いに利益を得られるか，害を受けない配置に安定するインタラクション
- お互いに利益を得られるが，少なくとも一方が害を受けるためフィールド内を動き続けるインタラクション
- 一方のみが利益を得られ，他方が害を受け続けるためフィールド内を動き続けるインタラクション

各パターンについて実際に得られた仮想エージェントの運動軌道の例を図 7，図 8，図 9 に示す．なお，図中のグラフは上から，200 ステップを通した運動軌道，x 座標の変化，y 座標の変化，身体方向の変化である．

4.1 考察

前節の結果から，提案モデルを内部状態とした行動の獲得について考察する．一方のコントロールと他方のアクセプタンスが正の値で一致する場合は双方が利益を得ることができる関係であり，インタラクションは安定した配置で静止するためコストを支払う必要がなくなる．これは話かけたい人と話かけられたい人

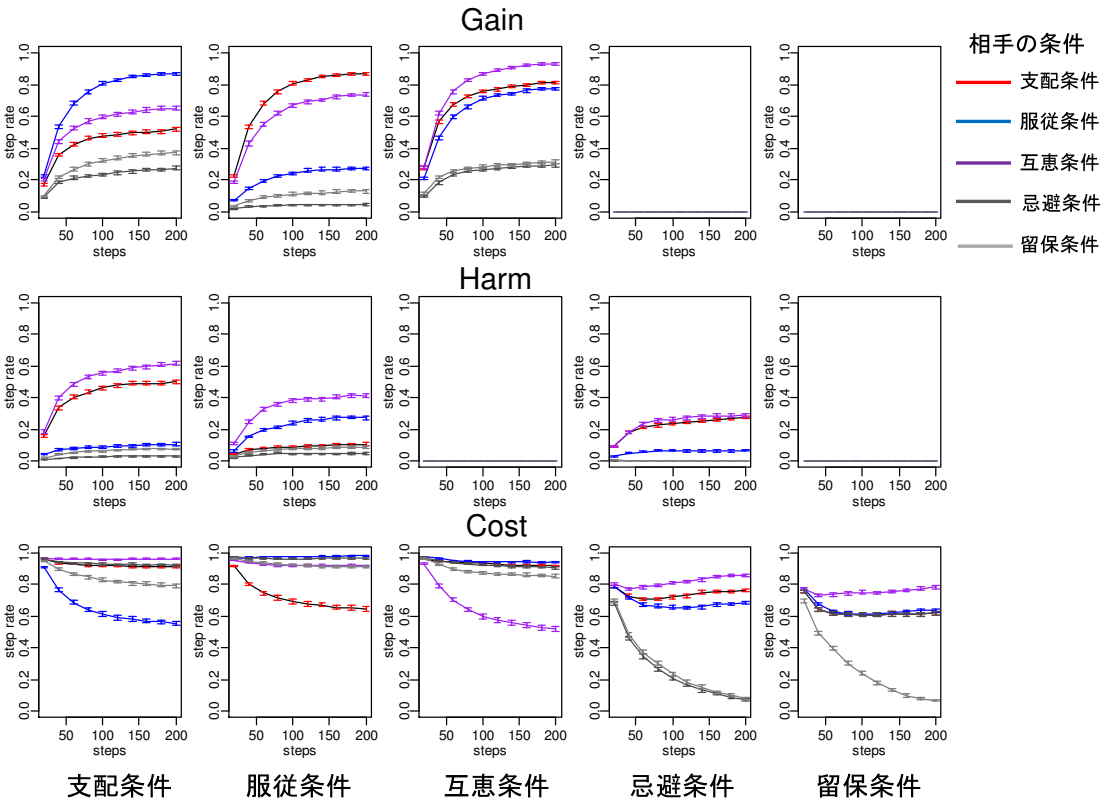


図 6　シミュレーション結果

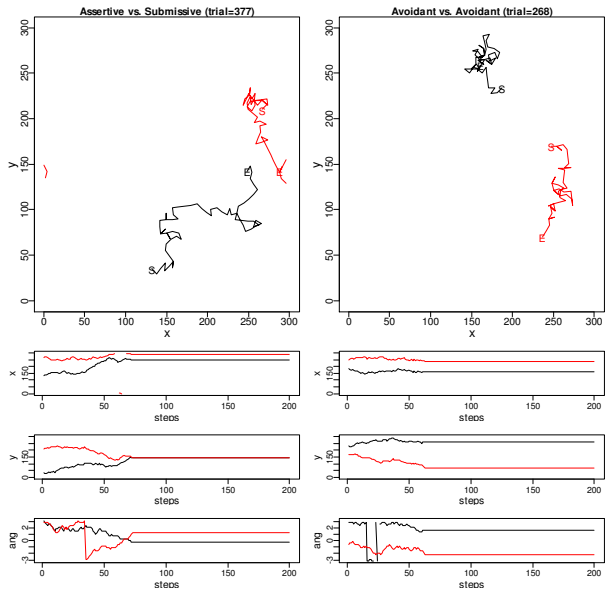


図 7　安定した位置に留まるインタラクションの例（左：支配–服従，右：忌避–忌避）

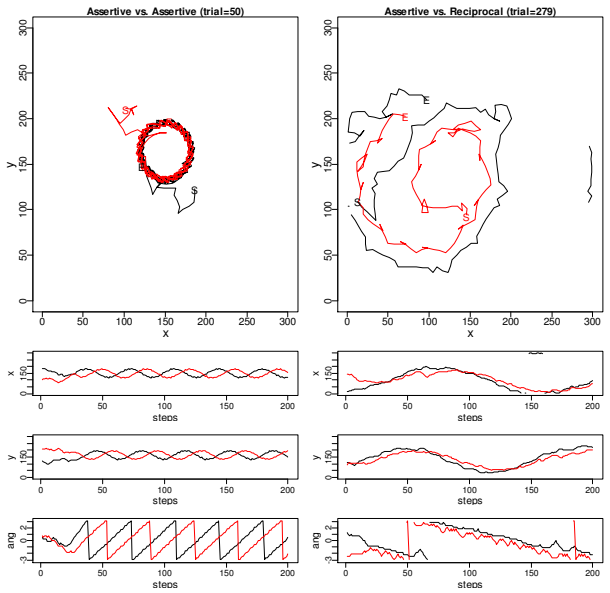


図 8　利害が競合するインタラクションの例（左：支配–支配，右：支配–互恵）

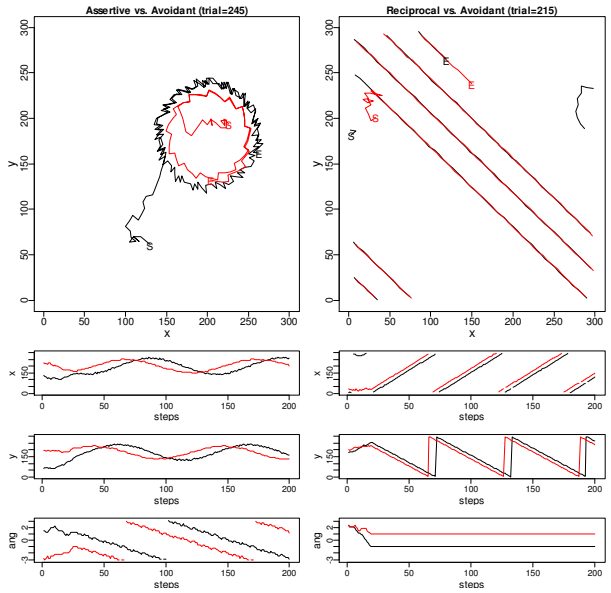


図 9　エージェント間で利害が分かれるインタラクションの例（左：支配–忌避，右：互恵–忌避）

が同じ場所にいる状態であり，初期のインタラクションからスムーズに会話に移行できるような関係といえる．

一方のコントロールと他方のアクセプタンスが負の値で一致する場合は，お互いに接近せずに害を与えない配置で静止するため，双方とも利益は得られないが害を受けるこもなくコストがかからない．これは，互いに相手を必要としていない状態である．会話が発生することはないがどちらも不快感を感じることがない距離の取れた関係といえる．

一方のコントロールが高く他方のアクセプタンスが低い場合，コントロールが高い方がアクセプタンスが低い方を追いかける関係となり，インタラクションが継続する．これは二者のうち一方だけが話をしたいと思っていて，話しかけれたくない相手を追いかけ続けることに相当する．実生活では相手のアクセプタンスが低いことが明らかとなった時点でコントロールが高い側が追いかけるのを止めるか，アクセプタンスが低い側が会話に嫌々ながらに応じるといった関係の調整が行われると考えられる．この自身の内部状態を変化させ関係の調整を行う過程について現段階のシミュレーションでは考慮できておらず，今後の課題である．

対象に接近するのは，コントロールとアクセプタンスの少なくとも一方が正の値を取る場合である．しかし，アクセプタンスが正の値を取る場合，相手のコントロールも正の値を取らない限り利益を得ることが困難となる．これは，アクセプタンスは相手の作業領域に入る必要あり，相手の視野内に入らなければならず，コントロールが負の相手には避けられてしまうことに起因する．このときの内部状態は相手から話しかけてもらうことに積極的な状態であり，話しかけるために相手の視野に入ろうとする人の行動と類似しているといえる．

以上のことから，提案モデルを内部状態とし GA により獲得した行動がコミュニケーションの初期段階における振る舞いと対応付けられる可能性が示された．今後，実際の人の行動データとシミュレーション結果の類似性を分析することで，提案モデルの妥当性を定量的に検証する．また，モデルのパラメータから行動を生成できたため，行動データからモデルのパラメータを推定することが可能となる．実際の人の行動データに対して提案モデルのパラメータの推定を適用することで，人のインタラクションを通した内部状態の変化について分析することができると考えられる．この点については先行研究のロボットを介した人–人インタラクションのデータを用いて検証を行う．

5.　まとめ

本研究では，対人的な関係を構築するための初期段階として，対象が自身とコミュニケーション可能であるか否かを判別するプロセスを明らかにすることを目的としている．この初期段階のインタラクションは，自身の内的状態と対象の内的状態の組み合わせによりパターンが決定すると仮定し，内部状態を表現するためのモデルを提案した．提案モデルは相手を制御することに対する積極性の軸であるコントロールと相手の制御を受け入れる軸であるアクセプタンスの 2 軸により構成される．本研究では，2 つのパラメータに応じた 5 つ条件について遺伝的アルゴリズムにより適応的な行動を獲得させた．そこから，それぞれの条件の適応個体の組み合わせにより生じるインタラクションの性質をシミュレーションにより検証した．結果として，2 つのパラメータの値の差異により，5 つの条件に適した行動を獲得できることが示唆された．今後，行動からモデルのパラメータを推定することで，実際の人の行動データを分析し，内部状態の変化のパターンについて検討を行う．これにより，自身と相手の状態に応じてコミュニケーションを開始するか否かを自律的に判断できるような人工物の設計が期待させる．

謝辞

本研究は，MEXT 科研費 26118002 の援助を受けたものである．

参考文献

[1] Kendon, A. (1990), “Conducting Interactions: Patterns of Behavior in Focused Encounters”, Cambridge University Press.

[2] Heenan, B., Greenberg, S., Aghel-Manesh, S., and Sharlin, E. (2014). “Designing social greetings in human robot interaction”, In Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems, ACM, pp. 855–864.

[3] Sakamoto, T. and Takeuchi, Y. (2017), “Initial Phase of Communication through Embodied Interaction with Simple-Shape Robot”. In Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. ACM, pp. 275–276.

[4] Burgoon, J. K., and Dunbar, N. E. (2006). “Nonverbal expressions of dominance and power in human relationships”, The Sage handbook of nonverbal communication, Sage.

[5] Watzlawick, P., Bavelas, J. B., and Jackson, D.D. (2011) “Pragmatics of human communication: A study of interactional patterns, pathologies and paradoxes”, WW Norton & Company.

[6] Rogers, L. E., and Escudero, V. (2014)“Relational Communication: An Interactional Perspective To the Study of Process and Form”, Taylor & Francis.

[7] Rogers, L. E., and Richard, V. F. (2014)“Analysis of Relational Communication in Dyads: New Measurement Procedures”, Human Communication Research, 1(3), pp. 222–239.

[8] Hall, E.T. (1966) “Hidden Dimension”, Doubleday Company. (日高敏隆, 佐藤信行 (訳)『かくれた次元』. みすず書房, 1970)

[9] Argyle, M. and Dean, J. (1965). “Eye-contact, distance and affiliation”. Sociometry, Vol.28, pp.289–304.

[10] Burgoon, J. K., Stern, L. A., Dillman, L. (2007). “Interpersonal adaptation: Dyadic interaction patterns”, Cambridge University Press.

ロボットとのリズム相互作用は子どもの描画に「目」を与える
Rhythm interaction with robot give "eyes" to children's drawing

伴　碧[†]，高橋　英之[‡]
Midori Ban, Hideyuki Takahashi
[†]同志社大学，[‡]大阪大学
Doshisha University, Osaka University
mban@mail.doshisha.ac.jp

Abstract
Children often recognize and treat a non-animate object as a living thing. Piaget named this phenomena “animism” and he reports some properties of objects (e.g. self-propelled movement) drive children’s animism. The concept of animism defined by Piaget only focused on independent properties of object. However children always interact with external objects and child’s animism is often driven in these interactions regardless of object’s independent properties (e.g. imaginary friend). Hence we must consider properties of interaction between child and objects for realizing children’s natural animism. We investigate how the interaction with mechanical robot influences the robot’s picture drawn by children.

Keywords — animism, rhythmic interaction, picture drawing

1. 目的
道端の石や太陽などの非生物に対して，幼児期の子どもは「生きている」など生命を認めてしまう。このような考え方はアニミズム（animism）と呼ばれ，幼少期の心理的特徴であることを指摘されている【1】。では，子どもはロボットという存在をどのように捉えているのか。

ロボットは機械であり無生物であるが，単なる物や動かない人形とは違い，無生物の特徴と，自発的に動くことができるという生物の特徴の両方を備えている【2】。実際に幼児がどのようにロボットを捉えているかを調査した研究に【3】がある。彼らは，ロボットなどの非生物と身近な生物について幼児期の子どもがどのような知覚をしているかを調査した。その結果，成人では生物・非生物についての「生きている」，「生きていない」という判断が明確であったが，一方で幼児は，非生物のなかでも「ロボット」に対する判断にのみばらつきがみられた。つまり，車や冷蔵庫のような非生物は「生きていない」という判断できるが，ロボットが「生きている」，「生きていない」という区別は，幼児にとって困難であることが示唆された。この結果から，子どもはロボットを，非生物ではなく，生物と同じように捉えていることが示唆される。

では，幼児期の子どもは，人工物であるロボットをなぜ生物として認識してしまうのであろうか。一つの理由として，これまでの実験で使用されてきたロボットに「顔（目）」があることが挙げられる。【3】で用いられた Robovie や，【4】の AIBO のように，これまでの研究で幼児に対して提示されたロボットには，目などの人間的特徴が付与されていた。このように，人間的特徴が付与されていることが，子どもにロボットを「生物」として認識させる可能性が挙げられる。

人間的な特徴以外にも，ロボットを生き物だと認識する要因として，相互作用が挙げられる。例えば【5】や【6】では，ロボットと人との相互作用を行った場合に，ロボットに対して心理的特徴を帰属したり，ロボットに対する乳児の注視時間が長くなったりすることが示されている。このようにロボットとの相互作用もまた，「生物らしさ」を感じる要因の一つであると考えられる。だが，【5】や【6】が人との相互作用に用いたロボットもまた，人間的な特徴を持つロボットであった。そこで本研究では，人間的な特徴を持たないロボットとの相互作用によって，子どもがロボットに対して「生き物らしさ」を感じるかについて検討を行った。

また，本研究では，相互作用の種類として，交互にタイコを叩くリズム遊びを用いた。なぜなら，個体間でリズムを共有することは，コミュニケーションにおいて重要な機能を担っていると考えられるためである。特に感覚や概念が発達途上の乳幼児において，リズムのような原初的な情報は重要なコミュニケーションのチャネルになることが考えられる【7】。そのため，リズムとそれにより喚起されるイメージの結びつきを調べることは，原初的な子どもの社会性とその発達について深く知ることにつながると期待された。

2. 方法
参加者

3 歳～5 歳の幼児 34 名（男児 16 名，女児 18 名）を対象とした（範囲：3:8~5:10）。

手続き

参加者の保護者には，事前に「子どもとリズム遊びをする相手がロボットであることを子どもには伝えない」よう連絡した。参加者がラポール部屋へと入室後，実験者は 10 分ほどラポールをとった。参加者が自発的に遊ぶようになり，笑顔が見られるようになった時点で，ラポールを終了し，その後，描画およびロボットとのリズム遊びを行った。

実験に際して，ラポール部屋とは別の部屋の，ロボットが配置された実験室に移動した。参加者（以下，子ども）は 30 秒間，リズム遊びの相手となるロボットを観察した。その後，ラポール部屋へ戻り，画用紙とクレヨンを子どもに渡し，「さっき見たものを描いて」と教示された。1 回目の描画および質問が終わった時点で実験室へ移動し，子どもとロボットがテーブルを挟んで対面になるように着席した（図 1）。

図 1. 子どもロボットとのリズム遊びの様子

その後，子どもには相手（ロボット）と交互にリズムよく太鼓を叩くように教示し，リズム遊びを行った。ロボットのリズムはほぼ一定であった。リズム遊びの際，子どもとロボットの太鼓叩きの打点を太鼓に装着した歪みセンサーにより計測，二つの太鼓の打点をマイコンボード（Arduino 社開発）により統合し，太鼓叩き行動の記録を行った。1 分間の太鼓叩きを用いたリズム遊びを計 3 回（合計 3 分間）行った後，ラポール部屋へと移動し，再び画用紙とクレヨンを子どもに渡し，「さっき遊んでいたものを描いて」と教示した。2 回目の描画および質問が終わった時点で，実験を終了した。

3. 結果

子どもの描画について，描画における「生き物らしさ」の指標には，子どもがロボットの絵に「目」を付与したか，否かを用いた。リズム遊びの前後で子どもが絵に目を付与したか否かについては，子どもへの聞き取りのなかで子ども自身が「目」の存在に言及した場合，「目を付与した」と判断した。分析には，リズム遊びの前後で子どもが絵に目を付与したかについて対応のあるノンパラメトリック検定を行った。その結果，ロボットとのリズム遊びの後で，子どもはロボットの絵に対して有意に目を付与する傾向が示された（p =.06；図 2）。

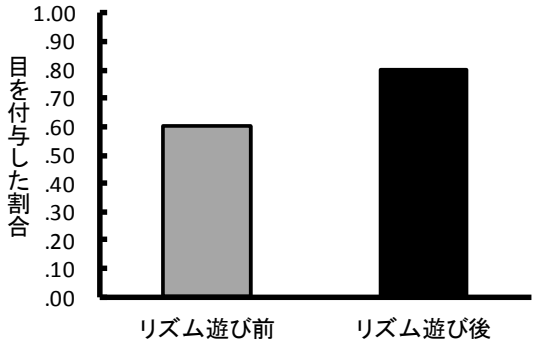


図 2. リズム遊び前後で描画に目を付与した割合

この結果から，ロボットとのリズム遊びは，ロボットに「目を付与する」という行動に変化をもたらしたことが示された。リズム遊びを通じて描画に目を付与した例を，図 3-1，3-2 に示す。

図 3-1. リズム遊び前の描画（5:8，男児）

図 3-2. リズム遊び後の描画（5:8，男児）

また，TD 児のみならず，ASD 児数名を対象に，同様の実験を行った。事例ではあるものの，ASD 児であ

っても TD 児同様に，リズム遊び後の描画に目を付与する子どもが見られた（図 4-1，4-2）。

図 4-1. リズム遊び前の描画（5:3，ASD 男児）

図 4-2. リズム遊び後の描画（5:3，ASD 男児）

以上のように，現在までの結果から，リズム相互作用が子どものイメージにどのように影響を与えるのかを調べる実験系と指標を作成することができた。しかし，上述の実験からは，ロボットが動いているのを見たから生きていると思った可能性もあり，相互作用という要因のみを取り出せたとは言い難い。そこで現在，統制群として，ロボットは動いているが，子どもと相互作用がない条件（統制群）を設けて実験を行っている。大会当日までに，実験群，統制群ともに例数を増やすことで，ロボットとの相互作用が子どものロボットに対するイメージに与える影響について議論を深めたい。

5. 参考文献

[1] Piaget, J. (大伴茂訳) 臨床児童心理学 2 児童の世界観，東京：同文書院 (1962).

[2] 林 創・今中菜七子，幼児期における他者の心の理解の発達 ーイラストのロボットを用いてー 岡山大学大学院教育学研究科研究集録，148，69-75. (2011).

[3] Katayama, N., Katayama, J., Kitazaki, M., & Itakura, S. Young Children's Folk Knowledge of Robots. *Asian Culture and History* 2, 111-116. (2010)

[4] 藤崎亜由子・倉田直美・麻生武, 幼児はロボット犬をどう理解するか：発話型ロボットと行動型ロボットの比較から発達心理学研究 18-1. (2007).

[5] Kahn, P. H., Jr., Kanda, T., Ishiguro, H., Frier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S., "Robovie, You'll Have to Go Into the Closet Now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48, 303-314. (2012).

[6] Arita, A., K. Hiraki, T. Kanda, and H. Ishiguro, Can we talk to robots? Ten-month-old infants expected interactive humanoid robots to be talked to by persons, *Cognition*, 95, B49-B57. (2005).

[7] Malloch, S., & Trevarthen, C. (2009). Musicality: Communicating the vitality and interests of life. Communicative musicality: *Exploring the basis of human companionship*, 1, 1-10.

子どもたちの主体性や成長の可能性を引き出すヒューマンロボットインタラクションの実現に向けて
Toward Realization of Human-Robot Interaction that Elicits Children's Independence and Potential for Growth

岡 夏樹†，塚本 亜美†，寺岡 弘貴†，鶴田 穣士†，廣田 敦士†，早川 博章†
市川 淳†，田中 一晶†，長井 隆行‡，大森 隆司※
Natsuki Oka, Ami Tsukamoto, Koki Teraoka, Joji Tsuruda, Atsushi Hirota, Hirofumi Hayakawa
Jun Ichikawa, Kazuaki Tanaka, Takayuki Nagai, Takashi Omori
† 京都工芸繊維大学，‡ 電気通信大学，※ 玉川大学
Kyoto Institute of Technology, The University of Electro-Communications, Tamagawa University
nat 'atmark' kit.ac.jp

Abstract
This paper describes a plan to create a robot that emergently interacts with children using a recurrent neural network and draws out children's identity and potential for growth. Preliminary experimental results of basic functions of emergent interaction are also reported.

Keywords — Emergent interaction, Recurrent neural network, Intrinsic motivation

1. はじめに

我々は、保育園での身体表現活動の現場で収集したデータを分析し[1]、子どもたちの社会的インタラクションの発達をモデル化する試みを継続中であり、将来、保育の支援に活かすことを目指している。この身体表現活動の指導者である潮木は、文献[2]の中で次のように述べている：「身体表現の活動は、身体の動きのボキャブラリーを発達させることにより、子どもたちの生まれつきの能力を引き出し、可能性を高め、自信を持たせることが目的である。指導場面では、自然と表現を楽しむ子どもたちがいる一方で、自己の感情を表現することへの戸惑いを感じ、活動に意欲的でない子どもたちにも出会ってきた。その中で、身体で表現することを子どもたち自身が楽しむためにはどのような援助・指導の方法があるのかを探る日々であった。」「自らの主体的な表現を、肯定的に捉えてもらえる環境の中で、それぞれの表現方法に沿った援助が行われ、子どもたちが人とのかかわりあいを楽しむこと、子どもたちがモノとのかかわりあいを楽しむことが、子どもたちがこととのかかわりあいを楽しむ経験が、表現を楽しむ力の基礎になると考えた。」

本研究の目的は、子どもたちの仲間として身体表現活動に参加するロボットを開発し、身体表現活動への参加に意欲的でない子どもが参加するきっかけや、身体表現を楽しむきっかけを提供したり、身体表現活動の場がより創造的になるよう支援したりする可能性を探ることである。具体的には、ロボットが受動的な動きと能動的な動きを適切に切り替えることにより、創造的な場の形成に資することを目指している。受動的な動きとして、子どもの主体的な表現をロボットがまねることにより、その表現を肯定的に捉えていることを示したり、能動的な動きとして、子どもたちの定型的な動きが続いたとき、新しい動きを主導したりすることを計画している。

その第一歩として、指導者による太鼓やピアノのリズムに合わせて歩行風に動く家庭用掃除ロボット（図1）の制作に着手した[3]。文献[3]のロボットは、あらかじめプログラムされた2通りのモード（人が出す音に同期してロボットが動くSynchronyモードと、各種の音楽におけるCall and Responseのように人とロボットが交互に掛合いをするTurn-takingモード）のうちの指定したモードでリズムに合わせて動くものであった。

図1：ロボットの動作

これに対して、本論文では、身体表現活動の場へのロボットの投入により、子どもたちのより豊かな成長の機会が提供できる可能性を探ることを目指し、2節にて、より創発的なインタラクションを可能にするロボ

ットの実現に向けての構想を示す。続いて3節で、リカレントニューラルネットワークを用いた創発的インタラクションの基本機能の試作（計算機上での試作のみ；ロボットへの実装はまだ）について述べ、4節でその評価実験について報告する。

2. 創発的なモード遷移に向けて

本研究では、Synchrony、 Turn-taking 各モードでのインタラクションの仕方を設計してあらかじめロボットに与えておくのではなく、学習により典型的なインタラクションの仕方（各モードでの典型的な行動）を獲得させておき、また、適切に設計した内部報酬を定めておくことで、人との相互作用の中で創発的にインタラクション・モードが立ち現れることを目指す。人とロボットのどちらが主導的にインタラクションするかの移り変わりも創発的に生じることを目指す。

2.1 リカレントニューラルネットワークによるモデル化

文献[3]の実装ではインタラクション・モードをキーボードからの入力により明示的に切り替えたが、本研究では下記で紹介する研究[4]を参考にして、Recurrent Neural Network with Parametric Biases (RNNPB) を用いて創発的なモード遷移を実現することを目指す。

Ito と Tani は、人型ロボットと人が、互いに動きを模倣しあうインタラクションを RNNPB を用いて実現した[4]。まずロボットに、人の周期的な動きとそれに対応するロボットの周期的な動きの時系列パターンを複数学習させた。複数のパターンは、それぞれ異なる Parametric Biases (PB)の値と対応する時系列パターンとして学習された。学習後、人とのインタラクション実験を実施し、学習済みの人の動作パターンを与えたときのロボットの動きや、学習時とは異なる人の側の新しい動きに対するロボットの動きが調べられた。学習済みの人の動作パターンを模倣できたこと、および、人の新しい動作パターンに対しては、1）学習済みの類似パターンの動きを生成する場合、2）学習パターンとは異なる新しい周期的な動作パターン（人の動きと同期）を生成する場合、3）不安定な動きをする場合―があることが報告された。

本研究で対象とするヒューマンロボットインタラクションを RNNPB で実装する場合の模式図を図 2 に示す。図中の r はロボットの動きに、h は人が出す音に、それぞれ対応するノード、p は PB ノード、c はコンテクスト・ノードであり、添え字の t、 t+1 は時刻を示す。学習時は Synchrony、 Turn-taking 各モードにおける r と h の時系列の例が与えられ、それらを予測できるようにリンクの重みと PB 値の学習が進む。インタラクション中は観測される h_{t+1} との誤差に基づき PB 値が変化し、それに応じて r_{t+1} が決まる。

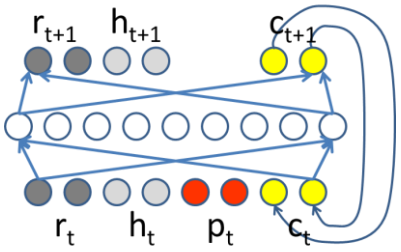


図 2：RNNPB の模式図

2.2 内発的動機づけの導入計画と予想される効果

我々は、以上のような感覚運動系の予測学習に基づくモード遷移に加えて、ロボットに内発的動機づけ[5、6、7、8]を導入して、ロボットと人の間の創発的なインタラクションを実現することを検討している。ロボットは「外部報酬と（内発的動機づけに対応する）内部報酬の和」の期待値が大きい行動を選択する。本研究では内部報酬として、1）Synchrony の心地良さに対応する報酬、2）Turn-taking の心地良さに対応する報酬、3）真似できたうれしさに対応する報酬、4）真似されたうれしさに対応する報酬、5）新奇性・親近性への選好に対応する報酬（予測誤差の変化に基づき計算；後述）等を導入することを予定している。これらの導入により、インタラクション・モード間の創発的な遷移や、インタラクションの主導権の自発的な移り変わりが実現できると考えている。

今後のシステムの実装は、モジュール組換を基本演算とするアーキテクチャ[9]（図 3）を使用する計画である。ここでのモジュールのいくつかは、時系列の予測・学習機能を持つものであり、PB を持たない通常のリカレントニューラルネットワーク(RNN)または RNNPB で実装する予定である。予測誤差の変化（図 4）に応じて、内部報酬が多くなるように、当該予測モジュール、および、関連するモジュールのゲートの開閉（モジュールの切換）を、以下の通り行うことで、新奇性・親近性への選好を表現する計画である。

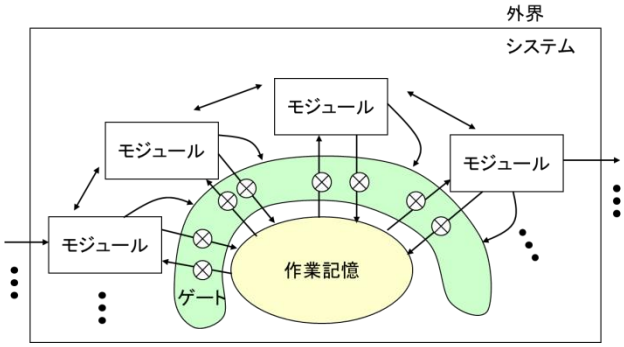


図 3：モジュール組換アーキテクチャ

A. 予測誤差が大きいままのモジュール：内部報酬が生じず、結果として内部報酬を生み出す他のモジュールに切り換わる。学習できそうにないので飽きた状態に相当。

B. 予測誤差が増加中のモジュール：内部報酬が生じず、結果として内部報酬を生み出す他のモジュールに切り換わる。予測対象（相手も含む）が変化したと考えられるため、その変化に応じた行動や内部情報処理をするモジュールに切り換わる。

C. 予測誤差が減少中のモジュール：内部報酬を生み出し続けるため、そのままそのモジュールを選択し続ける。学習進行中であるので、それへの選好（親近性への選好）を保ったまま学習を継続することに相当。

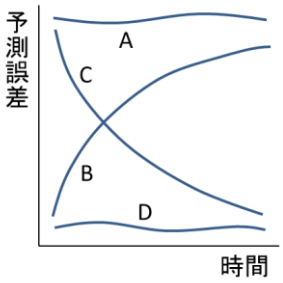


図 4：予測誤差の変化のパターン（4 通り）

D. 予測誤差が小さいままのモジュール：内部報酬が生じず、結果として内部報酬を生み出す他のモジュールに切り換わる。学習完了しているので、飽きて別の行動や内部情報処理をすること（新奇性への選好・好奇心）に相当。

なお、RNNPB をモジュールとして用いる場合は、モジュール内に複数の時系列パターンが分散的に埋め込まれているため、これらの選択に内部報酬による選好を加味するためには、その選好を何らかの方法で予測誤差に換算して PB の値を介して制御することになるだろう。

RNN や RNNPB による対人インタラクションでは、基本的には人の側が主体的な切換をして（図 5(a)左）、それをきっかけにロボットが対応した動作をすることになる（図 5(a)右）。このため、概ね、人主導のインタラクションが起こると思われる。ただし、人の動きが学習済みのものでなかった場合は、ロボットが新しい動きを始める（図 5(a)右下）可能性があり、それがロボット主導の動きのように感じられる可能性がある。また、ロボット主導のインタラクションが人の側の動きをきっかけに開始されるような時系列をあらかじめ学習させておくことは可能であると考えられる。ただし、これら 2 つのケースでは、ロボット主導に感じられる動作が行われた場合も、そのきっかけを与えたのは人であることに注意すべきである。

これに対して、内発的動機づけを付加したモデルでは、内部報酬をきっかけとしてロボットが動作する（図 5(b)）ことにより、（見かけ上でなく）真にロボット主導でインタラクションを開始できると考えている。具体的には、図 4 の D のようなケースでは、誤差を小さくするという規準で動作する学習システムは、現状を維持し続けるが、好奇心や飽きに相当する内発的動機を備えたシステムは、主体的にモジュールを切り換えることができるが、その結果予測不能に陥り、新しい動きを表出することになる。

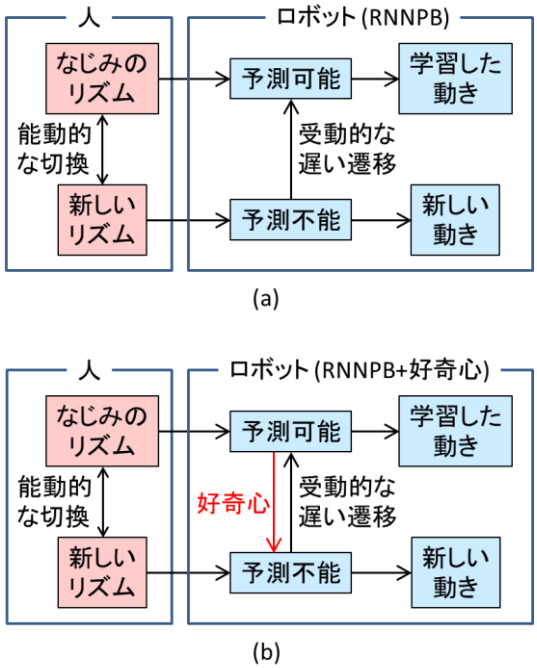


図 5：好奇心の追加の効果

リトミックにおいては、子どもが主体的な表現をした場合は、ロボットは少しの間の不安定な遷移を経て、それに追随する動きをすると予想している。これにより、子どもは自らの動きを肯定的に捉えてもらったと感じることを期待する。一方、子どもたちが受動的で定型的な表現を続けた場合は、ロボットは好奇心に基づき、強制的にモジュールを切り換え、結果として新しい動きをして、リトミックの場に刺激を与えることを期待する。以上のように、ロボットは自らが置かれた場の性質に応じた動き（主体的な動きに対してはそれを支持し、逆に受け身の動きに対しては自らが新たな刺激を生み出す）をすることにより、より豊かで子どもの成長を引き出すヒューマン - ロボット・インタラクションを実現できる可能性が高まると思われる。

3. RNNPB を用いた創発的インタラクションの基本機能の試作

RNNPB は通常の RNN と同様に BPTT (Back Propagation Through Time)学習法を用いるが、ネットワークの重みを更新するタイミングで PB 時系列の更新も行う[4]。PB 時系列とは学習する時系列の各ステップに対する PB 値の列であり、BPTT で PB ノードに伝搬した入力誤差を用いて次の更新式(1)(2)(3)によって計算される。

$$\delta\rho_t = k_{bp} \cdot \sum_{step=t-\frac{d}{2}}^{t+\frac{d}{2}} \delta_{step}^{bp} + k_{nb}(\rho_{t+1} - 2\rho_t + \rho_{t-1}) \quad (1)$$

$$\Delta\rho_t(s) = \varepsilon \cdot \delta\rho_t + \eta \cdot \Delta\rho_t(s-1) \quad (2)$$

$$p_t = sigmoid(\rho_t) \quad (3)$$

ここに、ρ_tはステップtの PB ノードの内部値、p_tはステップtの PB 値である。

式(1)の第 1 項は各ステップの PB ノードに伝搬した誤差信号δ^{bp}を一定ステップ分だけ足し合わせたものであり、局所的な誤差の影響ではなく系列が構造的に変化したときにだけ PB 値が変化するようになる。式(1)の第 2 項は前後ステップの値を用いて平均化を行い、PB 値が急激に変化するのを防いでいる。

式(2)は式(1)で求めた$\delta\rho_t$に基づいて最急降下法を用いて学習$s-1$ステップからsステップへの PB 時系列の内部値を更新する仕方を示している。式(2)で、εは学習率、ηは慣性項の係数である。

学習において全ての教示パターンについて予測エラーが最小化された場合、PB 時系列から教示パターンへのマッピングが自己組織化される。よって、収束した PB 値のみを RNN に入力する(入力信号は初期値のみを与え、次のステップからは自らの予測信号をフィードバックさせる)と PB 値に対応したパターンを生成することができる。

ここまでは、全時系列の入力と教師信号がわかっているオフラインでの RNNPB の学習について述べてきたが、本研究では PB ノードへの入力エラーから PB 値を更新する計算が 1 ステップごとにリアルタイムにできる必要がある。オフラインでは計算したいステップから前後数ステップ分のデータを用いて PB の計算を行っているが、オンラインでは過去のステップのデータのみで計算を行わなければならない。また、インタラクションの性質上計算時間に制約が生じるため、過去の全てのステップのデータを用いて計算するわけにもいかない。そこで、大谷[10]の方法に倣い、参照窓範囲を設定し、その範囲内の各ステップに対してオフラインでの PB の計算手法を適用し、参照窓範囲内のステップ分の PB 値を平均化したものを次ステップでの PB 値とするリアルタイム計算手法を用いた。まず W ステップ前 から現在 までの出力誤差列を逆伝播させて PB ノードへの入力エラーの列 を求める。PB ノードへの入力エラーの列 と W ステップ前 から現在 までの PB 時系列から、前述の式(1)～(3)を用いて学習 1 ステップ分の PB 時系列の更新を行う。そして、更新された W ステップ前から現在までの PB 時系列の平均をとってステップの PB 値とする。過去の時系列から求めた PB 値とリアルタイムに入力された入力信号から次のステップの予測を行い、次のステップで入力信号が入ってきたら予測と比較して出力誤差を計算する。出力誤差が求まったら、参照窓範囲をずらして、W ステップ前 から現在 までの出力誤差列から PB ノードへの入力エラー列を求め、参照窓範囲の PB 時系列更新を行う。このように、参照窓範囲をずらしながら更新した PB 時系列の平均値を次のステップの PB 値にすることを繰り返す。

4. 創発的インタラクションの基本機能の評価実験

本節では、通常の RNN と比較しながら、RNNPB の訓練例に対する学習結果と、未学習パターンへの反応を調べる。

4.1 実験設定

本実験における Synchrony モードは、人が演奏した 1 小節のリズムパターンから次の小節のリズムパターンを予測することにより、音と同期して動くものとする。Turn-taking モードは、人が演奏した 1 小節のリズムパターンと同じパターンで次の小節の間動く（人はその間休止する）ことを繰り返すものとする。

1 小節のリズムパターンは、8 分音符を最小単位とした 1/0 の記号列により表現する。4 分の 4 拍子の 1 小節内の 8 つの時点で、音符がある箇所は 1、そうでない箇所は 0 と表記される。図 6 にこの方式によるリズムパターン表現の例を示す。

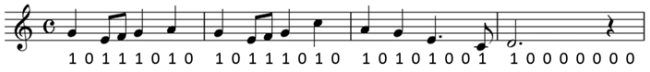


図 6：リズムパターンの表現方法（例）

ニューラルネットワークの構成（図 2 を参照）は、次の通りである：

RNNPB: h ノード 8、r ノード 8、p ノード 2、c ノード 18、中間層の隠れノード 30

また、PB の更新式(1)(2)(3)のパラメータの値は次の通り：

$k_{bp} = 0.2, \quad k_{nb} = 0.1, \quad d = 10$

$\varepsilon = 0.1, \quad \eta = 0.9$

比較した RNN は、上記の構成から PB を除いたものである。

学習データは、「さくらさくら」「もみじ」「きらきら星」「ちょうちょう」「ドナドナ」の 5 曲のリズムパターンを、Synchrony、Turn-taking の両モードに対して用意した。

Synchrony モードの学習データでは、入力層の h ノード（人の演奏に対応）と r ノード（ロボットの動きに対応）への入力は共通で、楽譜通りに 1 小節ずつ、順次入力される。出力層の h ノードと r ノードからの望ましい出力（教師信号）も共通で、1 小節先のリズムパターンである。

Turn-taking モードの学習データでは、入力層の h ノードと r ノードへの入力は交互にすべて 0 となる。最初のステップでは、h ノードには 1 小節目のパターンが、r ノードにはすべて 0 のパターンが入力され（すなわち、人が 1 小節演奏する間、ロボットは待機）、第 2 ステップでは、h ノードにはすべて 0 が入力され、r ノードには 1 小節目のパターンが入力される（すなわち、ロボットは前ステップの人の演奏を模倣し、人はその間待機する）。第 3 ステップでは、h ノードには 2 小節目のパターンが、r ノードにはすべて 0 のパターンが入力され、以下同様に続く。出力層の h ノードと r ノードからの望ましい出力（教師信号）は、次のステップのそれぞれの入力パターンであり、交互にすべて 0 となる。

以上の、5 曲×2 モード＝10 種類の訓練データの順番をシャッフルし、1 番目のデータをニューラルネットに入力して、ニューラルネットの重みと PB 値を更新、続いて 2 番目のデータを・・・。これを 10 番目のデータまで行うことを 1 エピソードとし、10000 エピソード繰り返して学習した。

また、未学習データとして、学習データに含まれない「春が来た」「富士山」の 2 曲のリズムパターンを、Synchrony、Turn-taking の両モードに対して用意した。

4.2 訓練例に対する学習結果

10 種類のどの訓練データに対しても、概ね正しい出力を予測できるようになったが、RNNPB の予測精度は、RNN と比べて若干落ちる傾向があることが分かった。

10 種類の訓練データに対する PB 値の分化の様子を図 7 に示す。似た時系列パターンの曲（「さくら」と「ちょうちょう」）の PB 値が近いことや、同じ曲の Synchrony、Turn-taking の両モードに対する PB 値が比較的近い位置にあることや、Synchrony モードの 5 曲の分布と、Turn-taking モードの 5 曲の分布が、それぞれある程度まとまりがあることが分かる。

また、PB 値から学習済みパターンを再生できるかを調べるため、PB 層に学習で得られた PB 値を入力し、入力層には初期値のみを与えて次の時刻からは自らの予測をフィードバックさせる閉ループによる計算を行った。その結果、10 種類のデータのうち、8 種類については、学習した時系列パターンが生成できていることが分かった。学習パターンが生成できなかった 2 種類のデータ（「さくらさくら」Synchrony モードと、「ちょうちょう」Synchrony モード）を調べると、この 2 つが汎化された同じパターンが生成されていることが分かった。この 2 種類のパターンに対する PB 値が非常に近い値であることが図 7 からも分かる。

4.3 未学習パターンへの反応

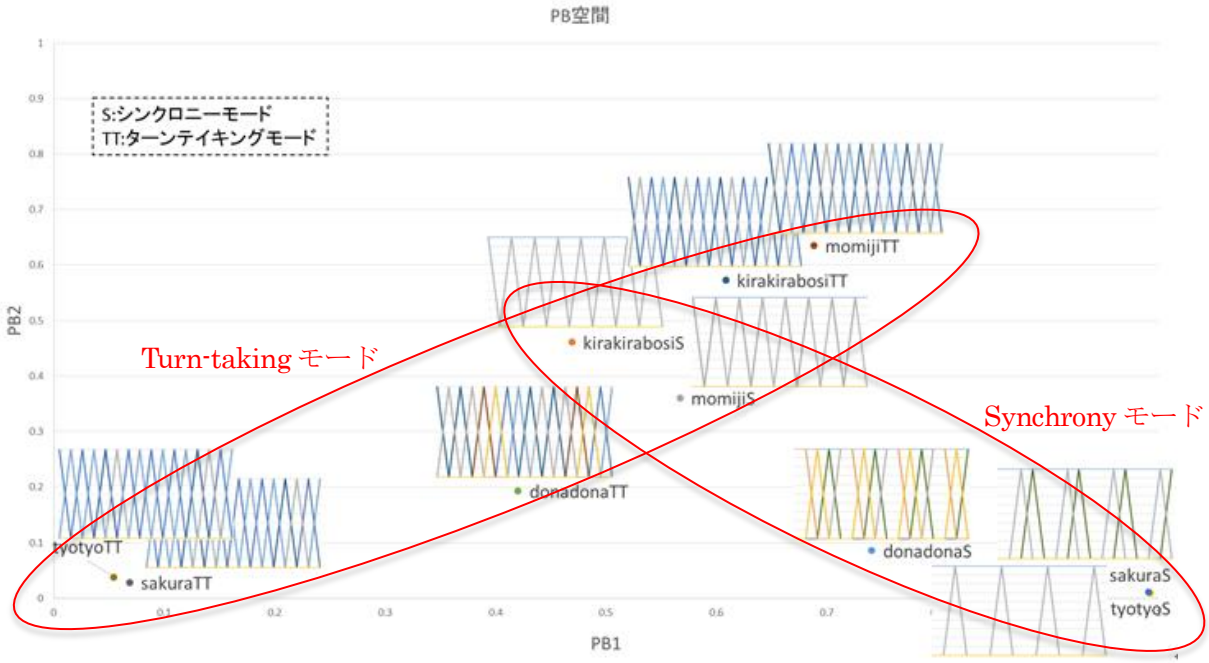


図 7：10 種類の訓練データに対する PB 値の分化の様子

未学習データである 4 種類のリズムパターン（「春が来た」Turn-taking モード、「富士山」Turn-taking モード、「春が来た」Synchrony モード、「富士山」Synchrony モード）から構成されるテストデータ（この記載順に各パターン 50 ステップずつの人側のリズムデータから構成した）を作成し、この入力に対するロボット側の出力動作を調べた。

RNN では適切なモード切り替えが起こらなかったのに対して、RNNPB では、人の側が Turn-take から Synchrony に切り換わった辺りで、両モードが混ざったような興味深い状態を経由して、Synchrony モードに切り替わる様子が観察された。両モードが混ざったような状態としては、次の 2 種類が観察された：1）待機状態と動作状態が混ざったような 0 が 7 個で 1 が 1 個だけのパターン、2）人もロボットも同時に動作する点では Synchrony だが、ロボットの動作が 1 小節前の人のまねになっている。

この実験時の PB 値の変化のグラフ（図 8）を見ると、最初は PB1 と PB2 の値が近いという Turn-taking モードに共通して見られる特徴（図 7）を示していたが、人の側のモード切り替えから少し遅れて PB1 と PB2 が異なる値となり、その変化の過程で上述の両モードが混ざったような動作を示していたことが分かる。

以上のことから、RNNPB の学習は、RNN の学習と比べて、2 種類のモードからなる訓練データの特徴をうまく捉えたものとなっていたため、未知のリズムパターンに対しても適切にモード切り替えができ、また、モード切り替えの過程で興味深いふるまいが創発したと考えられる。

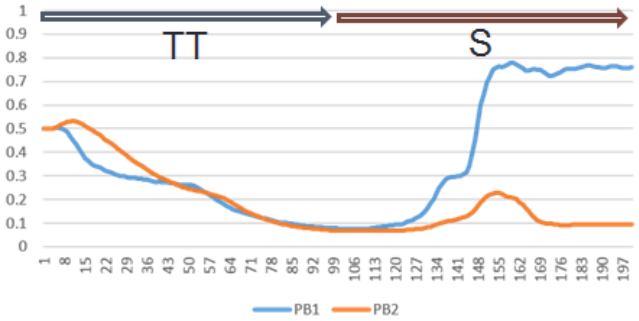


図 8：未知パターンに対する PB 値の変化の様子

5. まとめ

本論文では、RNNPB を用いて、未知パターンに対する創発的な反応が観察できたことを報告した。これにさらに内発的動機づけを付加し、ロボットに実装することにより、身体表現活動の場の様子に応じた適切な動作（主体的な動きに対してはそれを支持し、逆に受け身の動きに対しては自らが新たな刺激を生み出す）を可能にしたい。

このような適応的な動作を可能にしたロボットを身体表現活動の場に導入し、子どもたちの行動、インタラクション、社会的な関係性がどのように変化するかを、1）ロボット無し、2）受動的にまねをするだけの

ロボット、3) 常に主体的に（勝手に）ふるまうロボット―と比較して、観察・分析する計画である。

なお、今想定している掃除ロボットの歩行様の動作は、現在協力先の保育園で実施中のリトミックにおける身体表現活動の一部（リズムに合わせて歩いたり走ったり止まったりする）だけに対応したものである。止まった時に様々なポーズをとる活動、ボール、リボン、布など、モノを使った活動への対応は今後の課題である。

謝辞

本研究は科研費（25330260 および 26118003）の助成を受けたものである。

参考文献

[1] Zhang, B., Nakamura, T., Ushiogi, R., Nagai, T., Abe, K., Omori, T., Oka, N. & Kaneko, M., (2016) “Simultaneous children recognition and tracking for childcare assisting system by using Kinect sensors”, *Journal of Signal and Information Processing*, Vol. 7, pp. 148-159.

[2] 潮木玲奈, (2016) “幼児期における身体を通したかかわりあいの発現”, 玉川大学大学院教育学研究科修士論文.

[3] 寺岡弘貴, 高橋卓見, 石崎祐太, 高橋ともみ, 塚本亜美, 西村宏武, 早川博章, 廣田敦士, 古橋翔吾, 松尾星吾, 岡夏樹, (2016) “踊 Roomba ～インタラクション・モードの創発～”, 2016 年度情報処理学会関西支部 支部大会, B-102, 3 pages.

[4] Ito, M. & Tani, J., (2004) “On-line imitative interaction with a humanoid robot using a dynamic neural network model of a mirror system”, *Adaptive Behavior,* Vol.12, No.2, pp.93-115.

[5] Schmidhuber, J., (2010) “Formal theory of creativity, fun, and intrinsic motivation (1990–2010)”, *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development,* Vol.2, No.3, pp. 230-247.

[6] Gottlieb, J., Oudeyer, P.Y., Lopes, M. & Baranes, A., (2013) “Information-seeking, curiosity, and attention: Computational and neural mechanisms”, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.17, No.11, pp. 585-593.

[7] Kidd, C. & Hayden, B.Y., (2015) “The psychology and neuroscience of curiosity”, *Neuron*, Vol.88, No.3, pp. 449-460.

[8] 高井利将, 岡夏樹, 早川博章, (2016) “インタラクションを通した数の概念の獲得”, 2016 年度 人工知能学会全国大会（第 30 回）論文集, 1O4-OS-22a-3, 4 pages.

[9] Oka, N., (2002) “Apparent "free will" caused by representation of module control”, *No Matter, Never Mind. Proceedings of Toward a Science of Consciousness: Fundamental Approaches*, pp. 243-249.

[10] 大谷拓, (2005) “人とロボットの協調作業のための RNNPB による擬似シンボルの獲得”, 京都大学工学部情報学科特別研究報告書.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

〈不完結な発話〉の備える対話性について
Conversation Robot designed room for interaction

西脇 裕作†, 岡田 美智男†
Yusaku Nishiwaki, Michio Okada
†豊橋技術科学大学
Toyohashi University of Technology
nishiwaki@icd.cs.tut.ac.jp, okada@tut.jp

Abstract

We do not talk to friends or family as same as how we speak in front of the people; We don't prepare elaborately what we will talk. Additionally, Japanese language allows to skipping some words in a sentence. However, we can feel that the hearer understood what we meant, and can feel that we have talked to each other.

On the other hand, it is accepted that robots tell to human accurately. However, Do the robots need to speak correctly and accurately, when the human-robot communication is considered?

In this study, we focused on the dialogue between preschool child and the caregiver. In the dialogue, we can see that caregivers help child speech, and it leads that caregivers get information from the child. Our purpose is building incomplete utterance model inspired preschool child's utterance, and study the relationship between Human and Incomplete Robots.

We discussed the interactivity of incomplete utterance and how it works.

Keywords — Human-Robot Interaction, Incomplete Utterance, Interactivity

1. はじめに

私たちは普段相手と話すとき，どの程度正確に伝えようとしているのだろうか．研究発表のような自身の成果を正確に伝えたいような場面では，私たちは一から十まで相手に理解してもらえるように事前に抜け目なく準備するだろう．しかし友人や家族と話すときはどうだろうか．伝えたい事があったとしても十分に準備することはなく，所々省略して話すこともあるだろう．それでも私たちは相手と話した気になり，話を伝える事が十分できたと感じている．

人とロボットとではどうだろうか．近年では雑談の相手となるロボットも期待されているが，これまでのロボットは人に情報を正確に伝えることを目指してきたために，その話し方は発表者と聴講者のような関係性に基づくものが多い．筆者らは人とロボットとが雑談のような対話を行うためには新たな発話方略が必要だと考えている．

人がわかってくれるだろうと期待してロボットの発話を省略することについては多くの議論の余地が残されており，〈弱いロボット〉という概念を手がかりにロボットの発話を不完結にすることで，対話における人とロボットとの齟齬を顕在化させ，対話相手によって変化する齟齬を把握しながら対話を成立させる〈不完結な発話〉の構築を目指している．

これまで〈弱いロボット〉の概念を援用し，また幼児と養育者の関係性を手がかりにして，〈不完結な発話〉の構築を進めてきた．そしてインタラクション実験からその発話方略が人との対話の中でどのように働くのか分析を行っている．

本発表では，プラットフォーム〈Muu〉について説明し，またこれまで行ってきた〈不完結な発話〉のデザインと人と〈Muu〉とのインタラクションを観察して得た事例について報告する．そしてこれまでに得られた結果から対話性について考察を行う．

2. 研究背景

2.1. 弱いロボット

筆者らはこれまで〈弱いロボット〉と呼ばれる関係論的なロボットの研究を進めてきた[1]．〈弱いロボット〉とは「〜できる」を個体の能力として扱うのではなく，他者との関わりのなかで生まれる能力として着目し，他者からの支えを引き出すための設計やデザインを備えるロボットのことを指す．

〈弱いロボット〉はその個体が優れた能力を持っているわけではないが，周囲の人と関わりながら目的の達成を目指すロボットである．人からの関わりを引き出せるように設計されたデザインは，人々をインタラクションに引き込み，関係性の中で生まれる能力や現象を顕在化させてきた．本稿では〈弱いロボット〉の代表例として Sociable Trash Box, Talking-Ally の 2 つのタイプのロボットを例に挙げ，その概念について述べる．

（a）Sociable Trash Box

ゴミ箱ロボットとも呼ばれる〈Sociable Trash Box〉（以下 STB）は，〈弱いロボット〉として設計し開発された

ロボットである[2,3]. 図 1 に示すように〈STB〉には腕がついておらず自身でゴミを拾い集めることはできないが, カメラで人を見つけることができる. 人に向かって近づき振る舞いを行う過程で, 近くにゴミがあるときには拾ってもらうことがある. そしてゴミを入れてもらったときには入ったことをセンサで取得し身体を傾けお礼をする.

ゴミを第三項として人とコミュニケーションを取る〈STB〉は, 人に対して「ゴミを拾ってください」と音声で伝えることはせず, 人の支えを得てゴミを拾うことを達成してきた.

「拾ってください」と音声でロボットに命令されれば不快感を覚える人もいるだろう. しかしその命令のようなことを人に言わずとも, 能動的に行われた手助けに対してお礼をする〈STB〉は, 人からの手助けをさらに引き出す. また子ども達が複数の〈STB〉の近くに集まったときには, 各〈STB〉にゴミを分別して入れる様子も観察されている[3].

〈STB〉はゴミを自分で拾うことができない〈弱さ〉を持つが, 人の関わりを上手く引き出すようにデザインされ, その関わりの中でゴミを拾い集め, 時にはゴミの分別まで達成してきた.

（b）Talking-Ally

〈弱さ〉を発話に取り入れたロボットの一つが〈Talking-Ally〉という言いよどんでしまうロボットである[4]. 人同士の対話で見られる「えっと」「あの」等の言いよどみや言い直しは自然言語処理の分野でエラーと呼ばれてきたが, このエラーが相手との調整の結果として生み出されるものとして捉え直し, ロボットの発話中に人の視線がロボットに向けられているかどうかに応じて言いよどんでしまうロボットが〈Talking-Ally〉である. ニュースを伝えようとするロボットにとって言いよどみは情報を持たない余分なものであるが, 人の視線に応じて言いよどむことで, ロボットが聞き手に配慮して発話を行う印象が生まれることがわかっている[5].

言葉は聞き手となる相手に向けて発話されるものであるが, 人が話を聞いているかどうかを深く考慮せずに発話を行うロボットも作られていた. 〈Talking-Ally〉は言いよどんでしまい発話を行うロボットしては流暢に話せないという〈弱さ〉を持っている. しかしそれが聞き手となる人の存在を意識し, 聞き手への配慮を生み出した.

図 1 〈Sociable Trash Box〉

図 2 〈Talking-Ally〉

2.2. 内的説得力のある言葉

〈弱いロボット〉の概念に加えて人とロボットの対話を考えていくために援用したのがバフチンの研究である. バフチンは対話の参与者が交わす〈声〉に着目し, 社会的な相互作用を 2 つに分類している. 〈声〉が相手と交わることがなく常に承認と受容のみを要求する〈権威的な言葉〉と〈声〉が他者と交わり相手が新たに解釈する余地を持つ〈内的説得力のある言葉〉である.

この 2 つの分類は, 自分と相手がどのような関係性でインタラクションを行うかを示している. 前者の〈権威的な言葉〉は不活性で, その意味は完結し, 他者の新しい声と交わらないとされる[6, 7, 8]. それを用いるということは, 話し手は聞き手が誰であろうと同一の意味を伝えようとし, 相手にその承認を求めるようなインタラクションになる. そして後者の〈内的説得力のある言葉〉は「意味構造は完結したものではなく、開かれたものである。」[7, p. 165]とされ, 話し手が伝えようとする意味は不完結であり相手の解釈によってその意味が生み出されていく. つまり関わる相手によって生み出されるものが変わるような可能性を持つインタラクションになる.

これまでの発話システムには〈権威的な言葉〉の要素で作られたシステムが見受けられる. 多くの人に対し

て誤解を最小限にするための工夫がされ，情報を正確に伝えられるように設計されてきた．これは情報を伝えるという目的の上では一つの正解ではあるものの，聞き手との関係性を考える上では，誰にでも同一に伝えようとするために，その会話の場にいる聞き手の存在がなくなってしまう．

聞き手と共に会話の場を構築しようとするときにはその場にいる相手の存在をより必要とする〈内的説得力のある言葉〉の要素が必要になってくるだろう．

3. 研究目的

筆者らは「不完結な言葉は内的説得力を持つ」というバフチンの視点と，〈弱いロボット〉の研究を元にロボットの発話が備えられる不完結さについて議論を行ってきた．

本研究では，ロボットが一方的に何かを人に伝えようとするのではなくロボットの発話をあえて不完結にすることで，人とロボットとで情報や意味が生み出されていく共創的インタラクションの構築を目指している．ロボットは何かを伝えようと主体的に発話を行うものの，人に発話を支えてもらえることを期待する．そして人が単なる聞き手になるのではなくロボットの発話を支えることで対話が生まれ，ロボットを手助けするなかで楽しみを見つけることができると考えている．

4. 多人数会話プラットフォーム〈Muu〉

筆者らはこれまで多人数会話に基づくソーシャルインタフェースに関する研究を行い，図 3 に示すプラットフォーム〈Muu〉を用いて，人とロボットとで行う多人数会話の場について議論してきた[9, 10].

プラットフォームは 3 つの Muu と会話の場の情報を保持するサーバ PC で構成されている．3 つの Muu は独立しており，会話の場を参照するためにサーバ PC にアクセスし，他の Muu が話していないか，人が話しかけていないかを確認してから自分の発話を試みようとする．4.2 章に示すように内部状態モデルによって，Muu 間の話者交代は自動で行われる．

4.1. デザイン・ハードウェア

Muu は大きな目が特徴であり，ローレンツの幼児図式やミニマルデザインを基にして設計されている[11]. 本体には外装を支える為の骨組みがあり，またその骨組みにサーボモータが 2 つ取り付けられることで，うなずきと首振り，また視線を変えることができ，他者へのアドレス表示や社会的振る舞いを可能にしている．

図 3 〈Muu〉

クリーチャーのようなデザインを実現するために電源コード以外の構成部品は全て内部に格納されている．骨組みには Muu の目を表現するアクリルドームが取り付けられ，ドーム中央に Web カメラが搭載されている．また本体内部には，PC やモータを駆動させるための回路及び配線，スピーカーを搭載するスペースが確保されている．

4.2. 発話交代と内部状態モデル

プラットフォームは 3 つの Muu によって構成されているため，人に向かって話をしようとするときには話者交代が必要になる．この話者交代を実現するためにプラットフォーム〈Muu〉は，鯨岡が定義した自己充実欲求をもとにした内部状態モデルを備えている．

鯨岡によれば，自己充実欲求とは自身の欲求を満たしたいという人間の根源的な欲求の一つであると言われている[12]. プラットフォーム〈Muu〉では人に向かって話したいという欲求を定め，人に向かって話しているときには欲求が減少し，また人からの視線が向けられているときには欲求が高まり，そして人からの発話が行われたときにも欲求が高まるとした．この 3 種類の反応によって Muu の内部状態が変化し，ある一定の欲求を超えると発話を試みようとする．

この各 Muu が持つ内部モデルによって、人と顔を向けあっている Muu が優先的に話しながらも，常に同じ Muu が話さないようにすることを実現している．

5. 〈不完結な発話〉のデザイン

5.1. 幼児と養育者の関係

不完結な発話をデザインするために本研究で参考にするのが幼児と養育者の関係性である．その対話では幼児の言葉の不完結さを養育者が支えるような様子を観察することができる．

言語能力が発達途中である幼児は，助詞の扱いが上手くできないことや[13], 難しい文法を扱えないために一発話の長さが短くなるなど[14], その言葉は大人が話

表 1　A 条件：言葉足らずな発話条件

1：庭で、人が来るよ。
2：たくさんの人が来るよ。
3：兼六園は美しい庭だよ。
4：北陸地方ではたくさん降るんだよ。
5：雪がたくさん降るんだよ。
6：水分が多くて重いんだよ。
7：兼六園では仕事をするんだよ。
8：折れないように仕事をするんだよ。
9：毎年仕事をするんだよ。
10：雪吊りという仕事をするんだよ。
11：枝が折れないようにするんだよ。
12：今年も雪吊りが始まったんだよ。
13：1日から雪吊りが始まったんだよ。
14：先を縄で結んだんだよ。
15：柱を立てて結んだんだよ。
16：木は形になったんだよ。
17：傘のような形になったんだよ。
18：雪吊りをした木はね。
19：素晴らし景色ですとはなしたんだよ。
20：兼六園では仕事をするんだよ。
21：中旬まで仕事をするんだよ。
22：雪吊りの仕事をするんだよ。

すような言葉とは異なる．そのため幼児と養育者の対話を観察してみると幼児の発話のみを手がかりにして，どんなことを話そうとしているかを理解することが難しいこともある．

しかし養育者はその幼児と対話ができており子どもから様々な情報を引き出すことができている．その要因の一つに，養育者は幼児の発話をそのまま理解しようとしているのではなく，養育者が持つ情報をもとに聞き直したり，ある出来ことについて更に質問したりすることで幼児からの情報を少しずつ引き出していることがある．

幼児と養育者の対話では，幼児だけでは養育者に伝えようとしても伝えられず，養育者の能動的な関わりによって伝えることができている様子が観察できる．

5.2. 言葉足らずな発話

これまでの研究では幼児の言葉を参考に，(1) 簡単な文法構造を用いる (2) 一発話あたりの文節数を約 3 文節とする (3) 言いよどみを伴う，の 3 つの特徴を〈言葉足らずな発話〉としてプラットフォーム〈Muu〉に組み込み，インタラクション実験を行った[10, 15].

〈言葉足らずな発話〉は上に挙げた特徴を持つために，一つの発話では多くの情報を伝えられず「何が」「誰が」「何を」「どのように」などの情報が抜け落ちる

表 2　B 条件：前から 3 文節で区切る条件

1：天気を調べる人工衛星のね。
2：ひまわり 9 号が 2 日鹿児島県のね。
3：種子島宇宙センターからロケットで打ち上げたんだよ。
4：このロケットには宇宙兄弟というね。
5：マンガで有名な小山宙哉さんのね。
6：絵が 2 枚張ってあったんだよ。
7：小山さんは子ども達から将来のね。
8：夢をテーマにした絵やね。
9：絵や写真を集めたんだよ。
10：そして、集まった 3 万枚のね。
11：絵や写真を繋いでね。
12：繋いで大きな絵を作ったんだよ。
13：一枚は空に上るロケットでね。
14：もう一枚はそれを見てね。
15：元気よくジャンプするね。
16：ジャンプする子どもたちの絵なんだよ。
17：鹿児島県では写真や絵をね。
18：送った子どもたちがインターネットでね。
19：ロケットが打ち上げられるところをね。
20：打ち上げられるところを見たんだよ。
21：小学校 5 年生の女の子はね。
22：私の絵が沢山の人がね
23：協力して作ったロケットでね。
24：宇宙に行ったので嬉しいですとね。
25：行ったので嬉しいですと。言ったんだよ。

ことがある．しかし人と Muu の対話を観察すると，人はその欠けた情報に対して，聞き直しや質問を行うなどの発話が行われることを確認した．またそのインタラクションでは，少例ではあるものの，人の知識によってニュースが理解される場面も観察されていた．

6. インタラクション実験

しかしこれまでの実験では参加者の数が少なかったため，さらに対話インタラクションの観察を行った結果を本稿に示す．この実験では 1 つの Muu を利用し，Web ニュースを元に（A）言いよどみを除いた〈言葉足らずな発話〉を生成した条件と，（B）前から 3 文節ごとに区切って発話を生成した条件を用意した．Muu が行った発話を表 1 と表 2 に示す．

Muu は人の発話内容に関わらず表に示す順序で発話を行い，人からの発話が行われていない限り Muu の発話と発話の間は 3 秒間として，インタラクションの観察を行った．実験時の教示としては「ロボットが話しかけてきますので，会話をしてみてください」と伝えた．

表 3　A 条件の発話に対する質問内容

（Muu の発話の番号は表 1 の発話文の番号に対応している）

Muuの発話	人の発話内容			
1	誰が来た？	だれが来るの？		
2	何しに来たのかな？	ど、どこに？	ど、どこに？	どこから？
3	へー。どこにあるの？			
4	なにが降るのかな？	何が？		
7	何の仕事？	何の仕事をするのかな？	兼六園では何の仕事をするの？	何の仕事？
8	何が折れないように？	何が	何が折れないように？	
9	何ていう仕事？	誰がその仕事をするの？		
11	誰がそんな仕事をするの？			
12	いつからはじまったの？			
13	雪吊りってなに？	なにが始まったの？		
14	終わるのはいつ？			
16	どういう形になったの？	どんな形？		
19	誰が話したの？	うん、だれが？		
21	何まで？			

表 4　B 条件の発話に対する質問内容

（Muu の発話の番号は，表 2 の発話文の番号に対応している）

Muuの発話	人の発話内容	
1	何を調べる人工衛星なの？	
3	へー。いつ？	
6	何が貼ってあったの？	
9	どれ位集まったの？	何枚くらい集まったの？
11	な、な、何をつないだの？	
15	元気を何て？	
17	鹿児島県では何？（笑）	
21	うんうん。何て言ってたの？	

7.　結果

実験参加者は 8 名でありインタラクションのアノテーションを行ったところ，A 条件では 200 発話，B 条件では 225 発話を確認した．実験参加者は Muu の発話に対してあいづちやその他の発話を行っており，Muu の発話と発話の間に人が無言となった回数は，A 条件で 10 回，B 条件で 7 回である．

また発話内容について，研究室のメンバ 1 人を加え 2 名で集計を行った．「うん」「ふーん」「そうなんだ」等の短いあいづちが行われた回数は A 条件では 74 回，B 条件では 145 回であった．またこれまでの実験と同様に A 条件において B 条件と比べて人からの質問が多くなっており，A 条件では，28 回，B 条件では 9 回であった．その行われた質問内容を表 3 と表 4 に示す．

そして人の発話に見られる他の特徴として，Muu の発話内容をなぞり，一部分を繰り返す発話が両方の条件で見られ，A 条件では 31 回，B 条件では 19 回であった．また Muu の発話と人からの質問内容の対を見ると，Muu が A 条件の発話内容 2, 7, 8, 9 等に対して行われるような，「どこに？」「なんの仕事？」というのは，Muu の発話から欠けている部分に対しての質問であるが，Muu の発話内容 1, 21 等に対して行われた質問は，Muu が先に「庭で，人が来るよ」と発話したものの「だれが来るの？」と質問を受けていた．

8.　〈不完結な発話〉の備える対話性

これまでの実験と今回のインタラクションの観察の結果を踏まえて，〈不完結な発話〉が備える対話性について考察を行う．

まず対話への参与を引き出せているのかということについて，ロボットの発話を不完結にすることで，Muu に向けての質問が増えていることや，また短いあいづちが減少し，なぞり等が増えていることから，人の対話への参加に変化を与えられているだろう．

前から 3 文節で区切った発話ではあいづちが多い理由として，人がすんなりと理解ができるような発話を Muu が行っているために，あいづちが人からの支えとして現れ，不完結さを備える場合，欠けている部分があるためにすんなりとは理解が出来ない．その結果として Muu に向けて質問が行われ，また短いあいづちでは

なく，理解できた部分・聞き取れた部分の表出として，Muu が話したことを繰り返す発話を観察できたと考える．

次に，人から Muu に向けての質問や繰り返しを引き出せたことが，今後のシステムの発展として対話を生み出す可能性について述べる．

人から表出される発話が常にあいづちの場合，Muu は用意した発話を続けていくしか対話を継続させる方法がなく，一方的に話しかけるようなインタラクションになってしまう．しかし人から質問や繰り返しが行われることによって，発話元の情報の範囲で人からの支えに応じた発話が可能になる．また人からのなぞり・繰り返しに対して，それが Muu の話したことと一致していれば，Muu がそれに対してあいづちすることで，情報が正しく伝わったことを共有することができるだろう．

最後に，人からの質問について，Muu の発話の欠けた部分に向けて行われたものと，Muu の発話が聞き取れなかったために行われたものとの 2 つ違いがある．しかしどちらとも，人が聞き取ることができた部分をもとに質問されており，人がわからなかったことを聞いている点では同じ役割を持っている．

そのため，常に聞き取れなかったために質問が行われてしまえば音声としての問題があるが，聞き取れないことで行われる質問があることは大きな問題にはならないと考える．

本研究ではこれまで人の発話内容に応じて，Muu の発話内容を変化させることはしていない．今後の展開として，これまで集めた Muu の発話と人からの発話の連鎖を用いることで，Muu の発話によって引き出した人の支えに対して，さらに Muu が支えることが可能だと考えている．

9. まとめ

本研究では，私たちが日常で使っている言葉は不完結さを備えることができることに着目し，幼児と養育者の対話を参考にして，ロボットの発話が備えることのできる〈不完結さ〉について議論を行ってきた．そして構築した〈言葉足らずな発話〉をプラットフォーム〈Muu〉に組み込むことで，人とのインタラクション実験を実施し，対話における不完結さの影響がどのように現れるのか観察を行った．

インタラクションを観察すると，人の対話への参加の様子に以下のような変化が見られた．

- Muu の発話方略の変化によって，人からの対話への参加が発話内容の変化として現れることを確認した．あいづち回数の変化や，Muu に向けての質問の増減，またなぞりや繰り返しが変化として見られた．
- 人から引き出した発話内容について分析すると，〈不完結な発話〉を用いることで，質問や Muu の発話のなぞりが観察できることから，人が対話へより能動的な参加をしていた可能性が考えられる．
- 人からの質問内容を分析すると，発話内容のニュースを〈言葉足らずな発話〉のルールに従って分割することで，徐々に情報が人に示されるような様相を示していた．またそれによって，人からの質問は Muu の発話の欠けた部分に向けて行われることが確認できた．

本研究では人からの発話内容に対して，Muu の発話内容は変化していなかったが，人の発話内容に応じて Muu の発話を変化させることができる可能性を確認した．今後は，これまでのインタラクションで観察した事象を用いて，引き出した人からの発話を Muu がさらに支えることで発話の連鎖を生み出し，人と Muu との対話について観察していきたい．また同時に対話への参加態度について調査を行いたいと考えている．

謝辞

本研究の一部は，科研費補助金（基盤研究(B)26280102）によって行われる．ここに記して感謝の意を表す．また，本研究で示した発話内容の集計は，岡田研究室学部 4 年生板敷君に協力してもらった．彼にもこの場を借りて感謝の意を表す．

参考文献

[1] 岡田美智男, (2012) 『弱いロボット』（シリーズ ケアをひらく），医学書院.

[2] 吉田 善紀, 吉池 佑太, 岡田 美智男, (2009) “Sociable Trash Box : 子どもたちと一緒にゴミを拾い集めるロボット” ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 11, No. 1, pp. 27–36.

[3] 三宅 泰亮, 山地 雄土, 大島 直樹, デシルバ ラビンドラ, 岡田 美智男, (2013) “Sociable Trash Box：子どもたちはゴミ箱ロボットとどのように関わるのか:フィールドにおける調査結果とその考察” 人工知能学会論文誌, Vol.. 28, No.. 2, pp. 197–209.

[4] H. Matsushita, Y. Kurata, P. R. S. De Silva, M. Okada, (2015) “Talking-Ally: What is the future of robot’s utterance generation?” 2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), pp. 291–296.

[5] 蔵田 洋平, 松下 仁美, 小田原 雄紀, (2015) “Talking-Ally : 聞き手性をリソースとする発話生成システムの実現にむけて (特集論文 「いい加減」なインタフェース)” ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.. 17, No.. 1, pp. 159–170.

[6] Mikhail M. Bakhtin, M. Holquist, (1981), "The dialogic imagination : four essays" University of Texas Press.

[7] M. M. バフチン 伊藤一郎(訳), (1996)『小説の言葉』, 平凡社.

[8] ジェームス・V. ワーチ, 田島信元, 佐藤公治, 茂呂雄二, 上村佳世子, (1995) 『心の声―媒介された行為への社会文化的アプローチ』, 福村出版.

[9] 吉見健太, 山際康貴, 西脇裕作, P. R. S. De Silva, 岡田美智男, (2015) “多人数会話に基づくソーシャルインタフェースにおける会話調整について” ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp. 689–692.

[10] 西脇裕作, 吉見健太, 大塚信吾, 岡田美智男, (2016) “聞き手のアシストを引き出す幼児発話の不完全さとそのデザイン” ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp. 255–260.

[11] 岡田美智男, 松本信義, 塩瀬隆之, 藤井洋之, 李銘義, 三嶋博之, (2005) “ロボットとのコミュニケーションにおけるミニマルデザイン” ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.. 7, No.. 2, pp. 189–197.

[12] 鯨岡峻, (1997) 『原初的コミュニケーションの諸相』ミネルヴァ書房.

[13] 宮田 Susanne, (2012) “日本語MLU(平均発話長)のガイドライン : 自立語MLUおよび形態素MLUの計算法” 健康医療科学研究, No.. 2, pp. 1–17.

[14] 国立国語研究所, (1977) 『幼児の文法能力』東京書籍.

[15] 西脇裕作, 吉見健太, 岡田美智男, (2016) “言葉足らずの発話はなぜ人の心を引きつけるのか？,” HAIシンポジウム.

〈弱いロボット〉の研究：
人とロボットとの持ちつ持たれつの関係をめざして
Studies on Weak Robots for building Symbiotic Relations with Human

岡田　美智男†
Michio Okada

†豊橋技術科学大学
Toyohashi University of Technology
okada@tut.jp

Abstract

We are building sociable robots called “Weak Robot” that are human-dependent robots with incompleteness and weakness in functions. For example, though Sociable Trash Box cannot pick up garbage by itself, it can be collecting garbage by getting assistance from children. Similarly, iBones is a social robot designed for delivering tissues pack to passenger by getting help from a partner. And Talking-Ally is a social interface to organize utterance sequences considering the hearership from a partner.

In this paper, we discuss how these weak robots have social coupling and symbiotic relations with human.

Keywords — social robot, weak robot, symbiotic relations

1.　はじめに

これまで，「どこか不完全なのだけれど，なんだかかわいい，放っておけない……」というような感覚を抱かせる〈弱いロボット〉に着目し，こうした他者との関係を指向するソーシャルなロボットと人とのコミュニケーションや関係形成に関する研究を進めてきた[1-3]．自らではゴミを拾えないものの，子どもたちの手助けを上手に引き出しながら，結果としてゴミを拾い集めてしまう〈ゴミ箱ロボット〉，目の前を通り過ぎようとする人にモジモジしながらティッシュをくばろうとする〈アイ・ボーンズ〉，相手の目線を気にしながら，オドオドしながら話すようなロボット〈トーキング・アリー〉，フラフラと覚束ない様子で部屋の中を動きまわる倒立振子型ロボット〈ペラット〉などである．

これらのロボットに備わる〈不完結さ〉や〈弱さ〉は，周囲の人からの積極的な関わりや参加を引き出す上で，一種の「隙間」として機能しており，一緒に合目的的な行為を組織していく上での一つの「動因」ともなっていると考えられる．また，この関わりの中では人からの優しさや工夫を引き出すとともに，「手助けしてあげるのも，まんざら悪い気はしない」というような自己肯定感や「一緒に成し遂げることができた」というような達成感を与えてくれる．

本稿では，こうした〈弱いロボット〉と人とのインタラクションの事例をいくつか取り上げ，人とロボットとの「持ちつ持たれつの関係構築」に向けたアプローチについて検討する．

2.　〈弱いロボット〉とは？

2.1 ティッシュをくばろうとする〈アイ・ボーンズ〉

本研究で対象としている〈弱いロボット〉とは，どのようなものなのか．そのイメージを共有するために，まず次のような情景を考えてみたい．

ある街角に，小さなロボットがポツンと佇んでいる．そのロボットが手にしているのは，広告用のポケットティッシュ．どこかの店舗から依頼されてのことだろうか，目の前を足早に通り過ぎようとする人に，それを配ろうというのである．ただティッシュをくばろうとするも，人の忙しない動きになかなかタイミングが合わない．小さな手をわずかに差し出してみたり，また引っ込めたり……．仕事に自信が持てずに，オドオド，モジモジしている感じだろう．

そんな姿をかわいそうに思ってなのか，一人のおばあちゃんが足を止めてくれた．その様子をしばらくながめると，ロボットの腕の動きにタイミングを合わせるようにして，そのティッシュを優しく受けとってくれた．そうしてロボットの頭を軽く撫でながら，その場を離れていく．ロボットもおばあちゃんの後ろ姿を見送るようにして，小さく会釈をするのである．

図１　ティッシュをくばろうとする〈アイ・ボーンズ〉

この〈アイ・ボーンズ〉というロボットは，人の動きに合わせて俊敏な動きをするような高度な制御機能を備えるものではない．ティッシュをくばるというより，人から上手に受けとってもらうのに近い．ロボットにしてみれば，ただタイミングが合わずにモジモジしていただけなのである．

しかし侮れないのは，こうして周りの人からの手助けを上手に引き出しながら，結果として「ティッシュを人にくばる」ということを実現してしまう点である．一方で，おばあちゃんもこのロボットの手助けができたことに満足しているに違いない．私たちは他の人から手伝ってもらうのもうれしいけれど，誰かの手助けになれたり，一緒に何かを達成できたときもうれしい気持ちを抱くのだという．このロボットは人からの手助けや優しさを引き出すだけでなく，私たちに自己肯定感や達成感を与えてくれるようなのである．

2.2 子どもたちを味方にする〈ゴミ箱ロボット〉

子どもたちの手助けを引き出しながら，ゴミを拾い集めてしまう〈ゴミ箱ロボット〉の場合はどうだろうか[4]．このロボットも，ゴミを拾い集めるようなアームやゴミを見つけるための高精度なカメラやセンサーを備えているわけではない．それでも広場をウロウロと動きまわっていると，そのロボットの意図を勝手に察してか，子どもたちは辺りからゴミを探してきて，その〈ゴミ箱ロボット〉に投げ入れる．それに合わせて，ロボットもお礼を返すように頭を下げると，子どもたちはそのことに気をよくして，またゴミを探してきてくれる．このように，子どもたちを味方につけながら，結果としてゴミを拾い集めてしまう他力本願なロボットなのである．

〈アイ・ボーンズ〉と同様に，この「ゴミを拾おうとしても，拾えない」というような，「どこか不完全なんだけれど，なんだかかわいい，放っておけない」という姿は，結果として周囲の子どもたちの手助けを上手に引き出しながら，一緒にゴミを拾い集めるという行為を実現してしまう(=関係論的な行為方略)．と同時に，子どもたちも「手伝ったほうも，まんざら悪い気はしない」というような満足感を得ている．私たちはこの〈ゴミ箱ロボット〉の手助けをする中で，〈ゴミ箱ロボット〉はゴミを拾い集めるという目的を果たすことができると同時に，私たちもこの〈ゴミ箱ロボット〉を助けることができるものとして，この関わりの中で価値づけられるのである(=相互構成的な関係)．

図2　子どもたちを味方にする〈ゴミ箱ロボット〉

2.3〈お掃除ロボット〉と人との持ちつ持たれつの関係

いま各家庭に入り込みつつある〈お掃除ロボット〉は，部屋の中を勝手にお掃除してくれる便利なものだけれど，しばらく使用してみるとその〈弱さ〉もいくつか気になってくる．部屋の隅にあるコード類を巻き込んではギブアップしたり，椅子とテーブルの間の袋小路からなかなか抜け出せない．あるいは玄関の段差に弱く，そこから落ちてしまうとなかなか這い上がれない．そうしたことを把握すると，私たちはロボットのスイッチを入れる前にコード類を束ねたり，ロボットの進行の邪魔にならないように障害物を取り除き，椅子を整然と並べなおす．そうしたことをしていると，いつの間にか部屋の中は整然と片付いてしまう．このロボットの〈弱さ〉は，私たちにお掃除に参加する「余地」を与えており，一緒に部屋の中を片付けるというような共同性を引き出しているといえる．

ここで人とロボットとの関わりを見てみると，必ずしも部屋を上手に片付けることを競い合っていたわけではない．このロボットはコード類を巻き込みやすいというような〈弱さ〉を持ちつつも，床の上の誇りを吸い集めるという点では人の能力を上回っている．一方で，人は埃を吸い集めるような能力は持ち合わせていないものの，ロボットの先回りをしつつ，障害となる物を予見しながら取り除くような能力に長けている．その関わりの中では，お互いの〈弱さ〉を補いつつ，その〈強み〉を引き出しあうような，持ちつ持たれつの関係を生み出しており，そこではお互いの〈弱さ〉は隠れて見えなくなっている．まだロボットは人の〈弱さ〉を把握しているわけではなく，不十分ではあるけれど，こうした関係は人とロボットとの共生にむけて，とても興味深いことのように思われる．

3. オープンシステムとしての〈弱いロボット〉

このような「他者からの手助けを上手に引き出しながら，結果として合目的的な行為を組織してしまう，関係論的な行為方略を備えるロボット」のことを，筆者らは〈弱いロボット〉と呼んできた．その特徴の一つは，自らの中に能力や機能を完結させようとする「個体能力主義的なロボット」ではなく，むしろその一部は外に対して開かれているという「オープンなシステムとしての性質」を備えており，同時に，それを手助けする人もその関わりの中で支えられるような一種のカップリングを生み出している点にある．

また，これらの関係性については，以下のような３つの水準で議論することができる．

3.1 マクロスコピックな水準でみた〈弱さ〉

一つは，ロボットの個体としての機能や能力の〈不完結さ〉，つまりマクロスコピックな水準で見たときのロボットの〈弱さ〉である．「ティッシュを差し出そうにも，そのタイミングをうまく合わせられない」「自分でゴミを拾おうとしても拾えない」「コードを巻き込んでは，ときどきギブアップしてしまう」という，どこか不完全な振る舞いは，私たちから「思わず手助けしてしまう」というような行動を引き出している．

ここでの〈不完結さ〉や〈弱さ〉は，他者の関わりや手助けを引き出す「隙間」や「動因」として機能するとともに，そのロボットを助けることのできる者として，自らもまた価値づけられるような「相互構成的な関係」を生み出していると考えられる．

3.2 ミクロスコピックな水準でみた〈弱さ〉

もう一つは，「ティッシュを差し出す」という行為の意味や役割に内在する〈不完結さ〉である．例えば，〈アイ・ボーンズ〉の「ティッシュをくばる」という行為は，きわめて個人的な行為のようでありながら，自らの中で完結できるものではない．「ティッシュを差し出そうにも，その相手が受け取ってくれなければ，ティッシュを受け渡すことにならない．その意味で，自らの中で機能を完結しようにも，完結できないという制約がある．

このことは，ティッシュを受け取る側にも当てはまる．ティッシュを受け取ろうとしても，それをこちらに渡してくれなければ，受け取ることができない．その意味で，「ティッシュを受け渡す」という行為は，ロボットからの手助けと同時に人からの手助けを同時に必要とする社会的な相互行為と考えられる．

3.3 不完結な言葉に備わる内的説得力

本稿で取り上げた〈アイ・ボーンズ〉や〈ゴミ箱ロボット〉，〈お掃除ロボット〉などは，音声言語などを使用して明確なメッセージを表出するものではない．「ティッシュをどうぞ！」「ゴミを拾って！」「コードを片付けて！」というメッセージではなく，むしろその姿や振る舞いから推し量ってもらうのに近い．伝達的なコミュニケーションとしては，そのメッセージの担う意味はとても〈弱い〉ものだけれど，一方で，その意味は受け手に対して半ば開いたものであり，その解釈を半ば委ねつつ，相手にその解釈に参加する余地を与えているといえる．

ミハイル・バフチンは，その言葉の意味が自己完結しており，他者からの新たな解釈を引き出す余地を持たない言葉を「権威的な言葉」と呼んでいる[6]．一方で，その意味の不完結な言葉は，受け手との間で調整の余地を持ち，むしろ内的説得力を備えるという．ロボットから「ゴミを拾って！」と一方的に指示されるよりも，その気持ちを推し量る中で手助けすることのほうがむしろ納得して行動しやすいように思われる．

4. 相手の目を気にしながらオドオドと話す〈トーキング・アリー〉

前節で述べたように，「ティッシュを手渡す」というような社会的な相互行為の場面では，他者の手助けを上手に引き出しながら，合目的的な行為を組織するような〈弱いロボット〉と同様な構図が存在する．

普段の会話における発話連鎖の組織化においても，その意味の不定さを伴う発話を聞き手が上手に支え，同時に，相手から返される，意味の不定さを伴う発話を支えあう．あるいは，かつて観たことのある映画のストーリを一緒に思い出すような共同想起場面では，お互いの想起を補完しながら，一緒に思い出していく．これも他者の手助けを引き出しながら，合目的的な行為を組織していく点で，〈弱いロボット〉と同様の構図を備えており，お互いは持ちつ持たれつの関係にあるといえる．

こうした観点から，筆者らは〈弱いロボット〉の概念を社会的相互行為の場面に展開する試みを進めてきた．その中でも最もシンプルな形態は，相手に聞き手になってもらいながら，発話を行うという場面である．

ヒントにしたのは,「あのね, きょうね, がっこうでね, ねっ, きいてる？ あのね, せっ, せんせいがね……」と母親に懸命に語りかけていた子どもの姿である.

子どもが今日あったことを語ろうとするとき, お母さんからの「いま, あなたの話をちゃんと聞いていますよ」という表示は欠かせない.

相手の目を気にしながら発話を組織することを特徴とする〈トーキング・アリー〉[5]は, 子どもたちのたどたどしい発話のように, 相手の〈聞き手性〉をリソースとして, 一緒に発話を生み出すものである.

例えば「今度, 東京でのオリンピックの開催が決まった」というニュースソースを引用し,「あのね, こんどね, とうきょうでのね, オリンピックのね, かっ, かいさいがね, きまったんだって. しってた？」という発話を繰り出す. このとき, 相手はどこに関心を向けているのかを探り, 相手の視線が外れているときには,「あのね」「えーとね」などの言葉を駆使して, 相手からの関心を引くことを試みる. また相手の視線が外れそうなときには,「かっ, かいさいがね」というようなリスタートやポーズなどによって, それを維持しようとする.

相手の目線や表情を気にしながら, 言葉を一つひとつ選んだり, タイミングを計ろうとする姿はなにか臆病そうで弱々しくもある. くわえて, 言い淀みや言い直しを伴う非流暢なものとなる.

こうした非流暢な発話にどのような意味があるのか. 実際に, ロボットからのたどたどしい非流暢な発話を耳にしてみると, なにか懸命に聞いてもらおうという意志を感じる. また聞き手に対しての丁寧さや優しさも伝わってくる.

上記で議論したように, そのたどたどしさや〈弱さ〉は, 私たちの手助けを上手に引き出したり, 一緒に発話を作り上げるための参加の「余地」を残してくれる. 私たちも聞き手として参加することに, なにかうれしさを覚えるのである.

図3. オドオドと話す〈トーキング・アリー〉

5. まとめ

「どこか不完全なのだけれど, なんだかかわいい, 放っておけない」というような感覚を抱かせる〈弱いロボット〉の事例をいくつか紹介した.

「自らゴミを拾うことが難しければ, その周りのいる子どもたちに拾ってもらえばいいのではないか」という他力本願な発想から生まれた〈弱いロボット〉の概念は, これまでの多くの個体能力主義的なロボットから見ると特異なものだけれど,「他者の手助けを引き出しながら, 目的を果たしていく」ようなソーシャルなロボットとして捉えれば, 極めて素直なアプローチであるといえる. 特に, 会話場面やモノを受け渡しするような社会的相互行為の場面は,〈弱いロボット〉で議論されてきた図式がそのまま当てはまるものである.

ここで紹介した〈弱いロボット〉の事例では, 手助けする人と手助けされるロボットというように, 非対称の関係にあった. 今後は, 一緒に並んで歩く, 一緒に思い出を想起しあうなど,「他を支えつつ-支えられる関係」「持ちつ持たれつの関係」など,〈弱いロボット〉の概念を「対称な関係」「並んだ関係」に展開して議論していきたいと考えている.

謝 辞

本研究の一部は, 文部科学省科研費基盤(B)26280102の援助により行われている. ここに記して感謝申し上げます.

参考文献

[1] 岡田美智男, (2012)『弱いロボット』, シリーズ ケアをひらく, 医学書院.

[2] 岡田美智男, 松本光太郎編著, (2014)『ロボットの悲しみ コミュニケーションをめぐる人とロボットの生態学』, 新曜社.

[3] 岡田美智男, (2017)『〈弱いロボット〉の思考 ― わたし・身体・コミュニケーション』, 講談社現代新書, 講談社.

[4] Yamaji Y., T. Miyake, Y. Yoshiike, R. De Silva and M. Okada (2011) "STB: Child-Dependent Sociable Trash Box", International Journal of

Social Robotics, 3(4), 359-370.
[5] Ohshima, N., Y. Ohyama, Y. Odahara, R. De Silva and M. Okada (2014) “Talking-Ally: The Influence of Robot Utterance Generation Mechanism on Hearer Behaviors”, International Journal on Social Robotics, 7(1), 51-62.
[6] ミハイル・バフチン(伊東一郎訳) (1996) 『小説の言葉』、平凡社.

ロボットによる傾聴を通じた自己開示の促進
Promotion of self-disclosure through listening by robots

内田 貴久 †，高橋 英之 †，伴 碧 ‡，島谷 二郎 †，吉川 雄一郎 †，石黒 浩 †
Takahisa Uchida†，Hideyuki Takahashi†，Midori Ban‡，Jiro Shimaya†, Yuichiro Yoshikawa†，Hiroshi Ishiguro†
† 大阪大学，JST ERATO，‡ 同志社大学
†Osaka University, JST ERATO，‡Doshosya University
uchida.takahisa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

Abstract

Our research goal was to develop a robot as a listener in counseling situations. It is important to promote self-disclosure of clients to reduce their anxiety feelings. However, when a listener is human, clients sometimes hesitate to disclose intrusive topics due to embarrassment and self-esteem issues. We hypothesized that a robot listener, on account of its unique kind of agency, could remove mental barriers between the listener and the client, and promote in-depth self-disclosure about negative topics. In this study, we prepared two robots (an android and a desktop robot) as robot listener. First, we confirmed that subjects eagerly self-disclosed to these prepared robots from the numbers of spoken words about self-disclosure in preliminary experiment. And next, we conducted the experiment to verify whether it is possible to expose more of subjects' weakness to robots than humans. The experimental result suggested that robots can draw out subjects' self-disclosure about negative topics than the human listener.

Keywords — Self-disclosure, Conversational Robot

1. はじめに

本研究の目的は，ロボットが傾聴を行うシステムの開発である．傾聴を行うことのメリットの一つとして，話し手が聞き手に対して自己開示をすることによって，不安やストレスを軽減する効果が挙げられる．自己開示とは，自身の私的な内容に関する情報を聞き手に提示する行為である [1]．Jourard が自己開示はパーソナリティ健康に寄与する [1] と主張して以来，様々な研究でその関係が示されている (例えば，[2])．

さまざまな種類の自己開示の中でも，ネガティブな内容に関する自己開示を行うことは，抑うつや身体症状の軽減に効果があるとされている（[3], [4], [5]）．つまり，ネガティブな内容に関する自己開示を行うことは，被傾聴者の不安やストレス軽減に寄与すると考えられる．しかし，ネガティブな内容に関して自己開示を行うことは，必ずしも意欲的に行われるものではない．その理由として，例えば，自己に関するネガティブな情報を提示することによって，自分の相対的な立場を低めてしまう [6] ことが考えられる．つまり，不安やストレス軽減に効果的であるネガティブな内容に関する自己開示を傾聴者が引き出すことは，容易なことではない．

2. 仮説

そこで本研究では，この問題を解決するために，傾聴者としてロボットを採用する．人間が聞き手の場合，特に初対面の状況では，人間相手に自己のネガティブな内容に関する情報を提示することは，先に述べたように自分の相対的な立場を低める可能性を考えることから，意欲的に行われるものではない．その一因は，人間に対して社会的な関係を想起することが考えられる．一方，ロボットが聞き手の場合，話し手と社会的関係を有していることは想像しにくいと考えられる．つまり，ロボットが傾聴を行うことによって，被傾聴者は社会的立場の低下に注意を向けずに，人間よりも効果的にネガティブな内容に関する自己開示を引き出すことができると考えられる．

これを本研究の仮説とし，人間とロボットに対する被験者の自己開示傾向に関する検証を行った．傾聴ロボットとして，アンドロイドである ERICA（図 1(a)）と小型ロボットである CommU（図 1(b)）を採用した．本研究では，二つの実験を行った．最初に，ロボットに対してそもそも自己開示を行うのかを予備実験として調査した．そして，本実験として，人間とロボットを比較して被傾聴者はどのような種類の自己開示を行いたいと思うのかを検証した．最後に，得られた結果

(a) ERICA

(b) CommU

図 1　Robots

と各傾聴者（人間，ERICA，CommU）の印象評価をもとに考察を行った．

3.　予備実験

この実験では，人間がロボットに対して自己開示をどの程度行うのかを予備的に調査した．

3.1　実験条件

実験条件として 4 条件（人間条件，アンドロイド条件，小型ロボット条件，音声のみ条件）を用意した（図 2）．この実験には，人間条件に 5 名（男性 3 名，女性 2 名，平均年齢 19.2 歳），アンドロイド条件に 5 名（男性 4 名，女性 1 名，平均年齢 19.2 歳），小型ロボット条件に 6 名（男性 3 名，女性 3 名，平均年齢 22.2 歳），音声のみ条件に 4 名（男性 1 名，女性 3 名，平均年齢 18.3 歳）が参加した．各エージェントは被験者に対していくつか質問をし，それに対して被験者は答える．

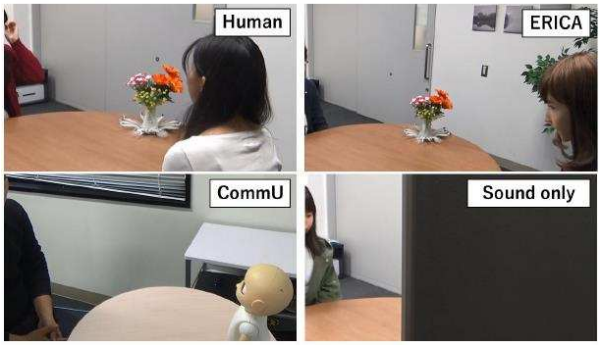


図 2　4 conditions

アンドロイド条件では，アンドロイド ERICA[8]（図 1(a)）を使用した．ERICA は発話する際，唇と頭部，胴体を声の韻律特徴と同期する形で動かす．ERICA の唇と頭部，胴体の動作は，Ishi ら [9] と Sakai ら [10] によって開発されたシステムによって発話音声に基づいて自動生成される．小型ロボット条件では，CommU を用いた（図 1(b)）．このロボットは約 30cm の卓上型ロボットであり，子供に似た小さな体を持つ．スピーカーを胸部に備えており，発話の際には唇を開閉する．音声のみ条件では，オーディオスピーカーを用いた．人間以外の音声に関しては，音声合成ソフトウェアを用いた．アンドロイド条件と音声のみ条件の発話音声には，HOYA 株式会社の VOICE TEXT ERICA[1] を用いた．小型ロボット条件の発話音声には，AITalk Chihiro[2] を使用した．

3.2　実験手順

各被験者は図 2 のように，4 エージェントのうちの 1 エージェントと机越しに対面した．そして最初に簡単な挨拶をした後，そのエージェントは被験者に対して自己開示に関する質問をする．この実験では，被験者間計画を採用した．丹羽によって作成された日本人用の自己開示質問項目 [11] のうち，趣味に関する質問群（Level I）から 2 つ，自身のネガティブな性格や能力に関する質問群（Level IV）から 3 つの質問をランダムに選択した．趣味に関する質問群（Level I）は自己開示する項目として難易度の低いものであり，否定的な性格や能力に関する質問群（Level IV）は難易度として高い項目である．各エージェントは被験者に対して，各質問に回答することを拒否可能であることも同時に伝えた．質問項目を下記に示す．

[1] http://voicetext.jp/
[2] http://www.ai-j.jp/

Level I: 趣味
- 好きなもの
- 休日の過ごし方
- 最近の楽しかったできごと
- 最近夢中になっていること
- 趣味にしていること
- 楽しみにしているイベント
- これから趣味としてやってみたいこと

Level IV: 否定的な性格や能力
- 自分の性格のすごく嫌いなところ
- 自分の性格のすごく嫌な部分が出てしまったできごと
- 自分の能力についてひどく気にやんでいること
- 能力不足が原因で，目標が達成できなかった経験
- 能力で劣等感を抱いているところ
- 能力に限界を感じて失望した経験
- 自分のせいで人をひどく傷つけてしまった経験

3.3 結果

各エージェントに対して被験者が行った自己開示の発話文字数を計算し，その平均値の大きい順に右から並べたものを図 3 に示す．エラーバーは標準誤差を示す．

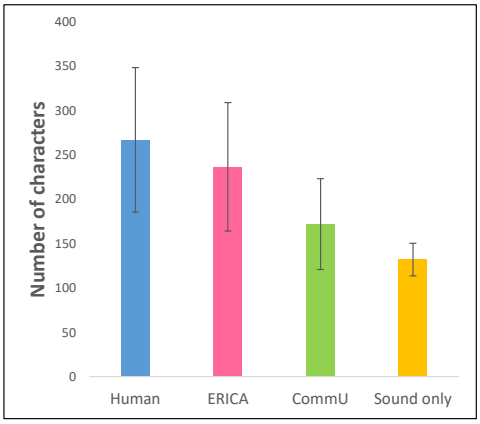


図 3 Length of Self-disclosure

3.4 考察

図 3 から，人間条件，アンドロイド条件，小型ロボット条件，音声のみ条件の順に発話文字数の平均値が多いことを確認した．さらに，音声のみ条件の発話文字数は特に少ないことが確認できた．この結果から，ロボットに対しても被験者は，一定の自己開示を行うことが示唆された．

4. 本実験

この実験の目的は，傾聴者としてロボットが人間よりも，被傾聴者のネガティブな内容に関する自己開示を引き出しやすいという仮説を検証することであった．予備実験の結果を踏まえ，この実験では音声のみ条件を除いた 3 条件（人間，アンドロイド，小型ロボット）で実験を行った．

4.1 実験条件

この実験には，15 名の被験者（男性 7 名，女性 8 名，平均年齢 20.5 歳）が参加した．人間条件，アンドロイド条件，小型ロボット条件において，先の予備実験と同じエージェント，同じシステム，同じ音声合成ソフトウェアを使用した．

4.2 実験手順

まず，被験者は図 4 のように人間，アンドロイド，小型ロボットと対面する．そして，各エージェントと順に挨拶をする．エージェントの位置と挨拶の順番はランダマイズした．挨拶のスクリプトを以下に示す．

人間: はじめまして．私はミドリと申します．どうぞよろしくお願いいたします．
アンドロイド: はじめまして．私はエリカと申します．どうぞよろしくお願いいたします．
小型ロボット: はじめまして．私はコミューと申します．どうぞよろしくお願いいたします．

図 4 Scene of experiment2

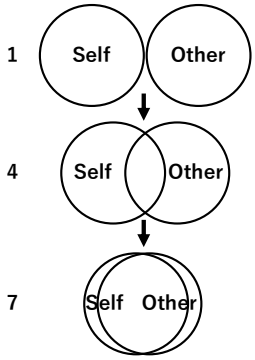


図 5　IOS

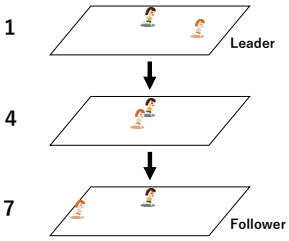


図 6　Leader-Follower Scale

その後，被験者を別室に誘導し，質問紙に回答した．質問紙の種類は，３エージェントに関する印象を評価するための質問紙と自己開示に関する質問紙であった．

エージェントに対する印象を評価するための質問紙は，各エージェントに対する印象が自己開示に与える影響を調べるために使用した．実際に使用したものは，IOS 尺度 [12]，Leader-Follower 尺度，Agency 尺度 [13] であった．IOS 尺度（The Inclusion of Other in the Self scale は，自分と対象の関係の近さを測る尺度である (図 5)．Leader-Follower 尺度は，被験者とエージェント間の leader-follower 関係を測るものである．図 6 に示すように，被験者とエージェントの位置関係がどのようなものであるかを図で示し，その中から選択する．例えば，図 6 において，４番は同等な位置関係を表し，１番はエージェントが被験者を先導する位置関係を，７番はエージェントが被験者に追従するような位置関係を表している．Agency 尺度は，対象エージェントを知的レベルと感情レベルの２軸にマッピングする (図 7）印象評価尺度である．

自己開示に関する質問紙は，榎本が作成した自己開示に関する 45 項目（ESDQ-45）を [14] 使用した．これは，日本人に代表的な自己開示項目を有している．各項目に関して，被験者は３エージェント（人間，アンドロイド，小型ロボット）の中から，どのエージェントに自己開示したい対話相手と思うかを選択した．

図 7　Agency Scale

45 項目の例を以下に示す．

知的な関心事, 現在持っている目標, 生きがいや充実感に関する事, 趣味としていること, 外見的魅力を高めるために努力していること, 心をひどく傷つけられた経験, 友人関係における悩み事, 人生における虚しさや不安, 孤独感や疎外感, 社会に対する不平・不満, 文学や芸術に関する意見, 職業的適正, 運動神経, 友人関係に求める事, 過去の恋愛経験

4.3　結果

まず，３つの印象評価質問紙 (IOS, Leader - Follower scale, Agency scale) の結果を図 8，図 9 に示す．

また事前に，この実験とは別の被験者 10 名（男性 2 名，女性 8 名，平均年齢 20.4 歳）に ESDQ-45 の各トピックがどの程度ポジティブかどうかを評価させ，上

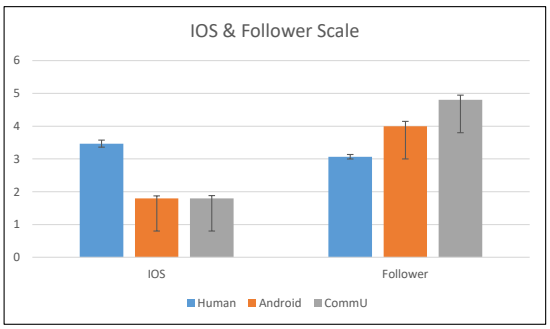


図 8　Result of IOS Scale and Leader-Follower Scale

図 9　Result of Agency Scale

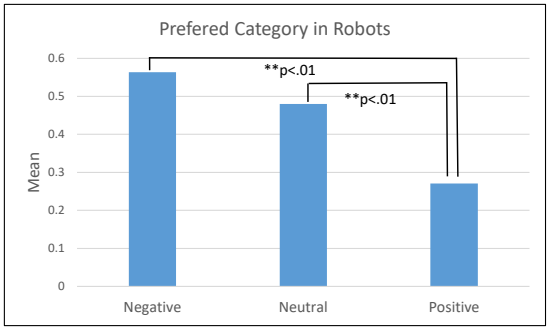


図 11　Prefered Category in Robots

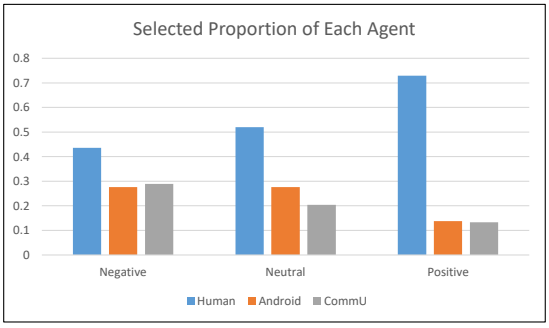


図 10　Category of Positive/Neutral/Negative

位 15 トピックをポジティブトピック，中位 15 トピックをニュートラルトピック，下位 15 トピックをネガティブトピックとして分類した．図 10 に各エージェントの被選択率をネガティブな内容の自己開示，ニュートラルな内容に関する自己開示，ポジティブな内容に関する自己開示の順に示す．この結果から，自己開示内容がネガティブになるほど，開示対象として人間の選択割合が低下し，ロボット（アンドロイド，小型ロボット）の選択割合が増加する傾向を確認した．

4.4　考察

各エージェントの印象評価に関して，図 8 から，IOS 尺度から被験者と関係が最も近いエージェントは人間であり，被験者とアンドロイド，小型ロボットの関係の近さは同程度であった．そして，Leader-Follower 尺度から，被験者はアンドロイドと同等なレベル，人間は少し Leader としての値が高いレベル，小型ロボットは高い Follower レベルとなっていることを確認した．さらに，図 9 から，アンドロイドは感情レベルが低い一方，知的レベルが高い，人間と小型ロボットは感情レベルが高い一方，知的レベルが低いことを確認した．

次に，自己開示項目をポジティブ·ネガティブ·ニュートラルの 3 カテゴリに分類し，それらに対して各エージェントがどの程度被傾聴者として選択されているかを示した図 10 から，人間の被選択割合はポジティブカテゴリで大きく，ロボットの被選択割合はニュートラル・ネガティブカテゴリになるほど大きくなっていることを確認した．そこで，ロボット条件（アンドロイド条件，小型ロボット条件）の中で，どのカテゴリ（ポジティブ・ニュートラル・ネガティブ）が選択されやすいのかを調べるために，分散分析（ANOVA）を行った．$p = 0.05$ で有意差が確認されたため，Ryan 法を用いて下位検定を行った．その結果，ネガティブトピック・ニュートラルトピックはポジティブトピックに比べて有意に選択される割合が高いことが確認されたその結果を図 11 に示す．

さらに，ネガティブカテゴリの中でも，榎本によって作成された ESDQ-45[14] であらかじめ分類された「情緒的側面」に関する自己開示項目を見てみると，小型ロボットは「心をひどく傷つけられた経験」と「情緒的に未熟と思われる点」，アンドロイドは「嫉妬した経験」の項目で最も被選択割合が高いことを確認した（図 12）．つまり，ネガティブな内容に関する自己開示の中でも，情緒的側面に関する項目では，人間よりも効果的に自己開示を引き出すことができることが示唆された．この結果の理由の一つとして，IOS 尺度と Leader-Follower 尺度から示される被験者とロボットの関係の距離が考えられる．つまり，被傾聴者よりも格下であるという印象が情緒的側面に関する自己開

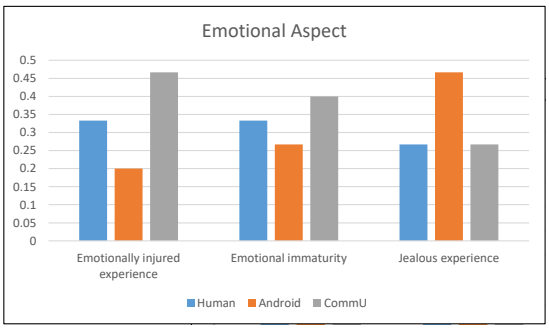


図 12　Emotional Aspect

示をより効果的に引き出すことができることが示唆される．

本実験では，初対面という仮定で人間とアンドロイド，小型ロボットの比較を行った．つまり，自己開示に関する評価は第一印象のみに基づいたものであった．ロボット傾聴システムを構築するためには，第一印象のみならず，ロボットがどのような対話を生成するかが重要になると考えられる．今後は，傾聴者としてどのような発話を生成すべきなのかという観点からの研究も進めていく予定である．

さらに，本実験の結果からは，被験者の自己開示傾向に関して，アンドロイドと小型ロボットにどのような違いがあるのかは分かっていない．Agency 尺度に関してアンドロイドと小型ロボットの印象の違いは明らかになった（図 9）が，それと自己開示項目の関係は明らかでない．今後はロボットのもつ特性の違いに焦点をあてた研究も進めていく予定である．

次に，今回の実験では人間条件で女性の実験者を採用した．それゆえ，人間条件の結果はこの実験特有の結果である可能性がある．したがって，例えば，男性実験者を傾聴者として採用するなどの実験デザインが今後必要となる．

最後に，本実験において，被験者は自己開示項目をどのエージェントに話したいかを一つ選択するものであった．つまり，被験者の選択が積極的に話したいものであったものか，そうでないかは分かっていない．そのため，今後の実験では，エージェントの選択だけでなく，被験者が各自己開示項目をどの程度話したい内容であるのかも調査する必要がある．

5.　結論

本稿では，ロボットを傾聴者として導入するために，人間とアンドロイド，小型ロボットを傾聴者とした際に被験者の自己開示態度がどのように変化するかを調査した．その結果，傾聴者としてのロボットは人間と同程度の自己開示に関する発話を引き出すことが可能であることが示唆された．さらに，自己開示項目に関して，ロボットはネガティブな内容に関する自己開示を引き出しやすく，その中でも特に，人間と比較して情緒的側面に関する自己開示を引き出しやすい傾向が示された．今後は，選択した話題に関する積極性も考慮した実験と各ロボットが持つ特性に焦点をあてた検証を行う予定である．

参考文献

[1] S. M. Jourard, (1971)“Self-disclosure: An experimental analysis of the transparent self,” John Wiley.
[2] P. C. Cozby, (1973) “Self-disclosure: a literature review.” Psychological bulletin, vol. 79, no. 2, p. 73.
[3] S. Cohen and T. A. Wills, (1985) “Stress, social support, and the buffering hypothesis.” Psychological bulletin, vol. 98, no. 2, p. 310.
[4] J. W. Pennebaker and S. K. Beall, (1986)“Confronting a traumatic event: toward an understanding of inhibition and disease.” Journal of abnormal psychology, vol. 95, no. 3, p. 274.
[5] R. L. Silver and C. B. Wortman, (1980)“Coping with undesirable life events,” Human helplessness: Theory and applications, vol. 279, p. 375.
[6] E. Hatfield, (1984)“The dangers of intimacy,” Communication, intimacy, and close relationships, pp. 207220.
[7] L. J. Wood, K. Dautenhahn, A. Rainer, B. Robins, H. Lehmann, and D. S. Syrdal, (2013)“Robot-mediated interviews-how effective is a humanoid robot as a tool for interviewing young children?” PloS one, vol. 8, no. 3, p. e59448.
[8] D. F. Glas, T. Minato, C. T. Ishi, T. Kawahara, and H. Ishiguro, (2016)“Erica: The erato intelligent conversational android,” in Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2016 25th IEEE International Symposium on. IEEE, pp. 2229.
[9] C. T. Ishi, C. Liu, H. Ishiguro, and N. Hagita, (2012)“Evaluation of formantbased lip motion generation in tele-operated humanoid robots,” in Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 23772382.
[10] K. Sakai, T. Minato, C. T. Ishi, and H. Ishiguro, (2016)“Speech driven trunk motion generating system based on physical constraint,” in Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2016 25th IEEE International Symposium on. IEEE, pp. 232239.
[11] 丹羽空，丸野俊一，(2010) “自己開示の深さを測定する尺度の開発” パーソナリティ研究, vol. 18, no. 3, pp. 196209.
[12] A. Aron, E. N. Aron, and D. Smollan, (1992) “Inclusion of other in the self scale and the structure of

interpersonal closeness.” Journal of personality and social psychology, vol. 63, no. 4, p. 596.
[13] H. Takahashi, M. Ban, and M. Asada, (2016) “Semantic differential scale method can reveal multidimensional aspects of mind perception,” Frontiers in Psychology, vol. 7.
[14] 榎本博明, (1997) “自己開示の心理学的研究,” 北大路書房.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

舞台表現における他者との相互作用に関する熟達者間差
Individual Differences of the Expert Dancers about the Interactions with Others in the Performing-Arts Domain

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

[†]東京大学大学院教育学研究科，[‡]東京大学大学院情報学環
[†]Graduate School of Education, University of Tokyo [‡]Interfaculty Initiative in Information Studies, University of Tokyo
daichi@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

In the performing arts, including dance, theatre, and music, performers present their art through complicated interactions with their co-actors, the audiences, music, and so on. We have been investigating the dynamics of these interactions, focusing on the battle scenes in breakdance as the target phenomenon, using the distance between two dancers as an index. In this study, we especially focused on the individual differences between each expert dancer, and reanalyzed the data of battle scenes in Shimizu & Okada (2017). The data of three expert dancers that had little missing values and many battle samples, were reanalyzed from the individual level. Results suggested that there were some individual differences between the experts, such as 1: the patterns of distances through whole one battle and 2: the patterns of distances in each turn (dynamics of the patterns in the battle). These differences seemed to match with the features of their dance movements, and show the fascination of their performances. We now plan to conduct the experiments to measure these differences much clearly.

Keywords — Individual Differences, Interactions with Others, Distance, Performing Arts, Break Dance

1. 問題と目的

ダンスや演劇といった舞台表現においては，共演者や観客，音楽といった様々な要素間での関わり合い・相互作用が営まれる．特にジャズや即興演劇，即興ダンス等，複数人で活動が営まれる即興活動領域では，その豊かな関わり合いを披露することにこそ，パフォーマンスの魅力的な点が存在すると考えられる（e.g., Bailey, 1980; Mendonça, & Wallace, 2007）．例えば，Mendonca & Wallace (2007)や清水・岡田（2013)では，他者の演奏や身体運動を即時的に抽出・改変し，自身の演奏・身体運動に取り入れることでより魅力的なパフォーマンスが披露されていく様が記されている。本研究では，ブレイクダンスのバトル場面を対象とし，その豊かな関わり合いの様相について，熟達者間の個人差に関する検討を行った．

上述の通り，外的要因，特に共演者との間で生じるやり取りの複雑さとその魅力については検討がなされているが，その多くの研究がデータを演者本人の言語報告に頼っているのが現状である．一方で，他者との即興的・即時的なやり取りは，意識・無意識両過程を通して営まれる，非常に複雑で多層的な過程であることが予想される(e.g., Bailey, 1980)．その過程の詳細やパターンを客観的に検討するには，無意識な過程も反映され，かつ外的に測定可能な指標が必要となる．

上記の目的意識から，清水・岡田（2017）では「踊り合う 2 者間の距離」に着目し，相互作用を捉える試みを行った．そこでは，バトル場面において一定距離を保ちながら近づく・離れることを繰り返しながらパフォーマンスを披露していく，という一定のパターンが見られること，そのパターンが時間経過と共に動的に変化していくことが示唆されている．一方で，熟達者複数名の平均に着目し，検討を行っているこの研究では，各熟達者が個別に有すると考えられ，かつパフォーマンスの魅力であるとも考えられる，個人的・独創的な方略については十分に検討出来ていない．本研究では，清水・岡田（2017）で検討したデータに追加・再分析を加え，バトル場面における 2 者間距離の取り方の個人差を抽出することを目指した．

2. 方法

2. 1. 協力者

日本国内の大会で優勝・準優勝等の入賞経験を有する熟達者 7 名 (A-G) が実験に参加した (平均年齢 : 27.43 歳). なお熟達者は, それぞれグループ 1 (A, B, C, D), グループ 2 (B, E, F, G) に分かれ，別日に実験に参加した．

2．2．手続き

グループごとに，4 名が総当りで計 6 回バトルを行った．総計として，2 グループ 7 名が計 12 回バトルを実施したことになる．実験は，東京大学の実験室を利用して実施した（図 1，図 2 を参照）．図 1 に示した通り，1 回のバトルにつき各ダンサーがターン制で計 3 個のパフォーマンスを披露している．実験では，距離について言及しないダミーの目的を与えた上でバトルを行ってもらい，その際の 2 者間距離をモーションキャプチャーシステム（OQUS300：赤外線式, QUALISYS 社, 図 3 参照）によって 200Hz の粒度で測定した（なお，実験・分析の詳細は清水・岡田（2017）を参照）．

3. 結果と考察

3．1．バトル全体を通した距離の特徴

今回は，データの欠損が少なく，距離データについて大部分を測定可能であった 3 名（B, C, G）を抽出して分析を行った（B：5 バトル，C：3 バトル，G：3 バトル）．バトル全体を通した 2 者間距離の時系列変化を図 4，ヒストグラムを図 5，各バトルの平均を図 6，各バトルの *SD* の平均を図 7 に示す．図から，3 名とも一定範囲を保ちつつ近づく，離れることを繰り返す様子が見られる一方で，熟達者 B, C と熟達者 G との間でその平均とバラつきに差異が見られることが分かる．特に熟達者 C は非常に狭い範囲内で近づく・離れることを繰り返していた一方で，熟達者 G はその範囲が相対的に広い様子が見られた．これは熟達者 G の踊りが大きく飛び跳ねまわる特徴を有している，という踊りの運動としての特徴とも合致する結果だと考えられる．

3．2．各バトルのターン間の距離の特徴

次に，各バトル内のターン間の差異・変化を検討した。図 4，図 8，図 9 に示されている通り，熟達者 B, C は基本的に全ターンを通じて一定距離を保ちつつ踊っていくこと，バトル後半

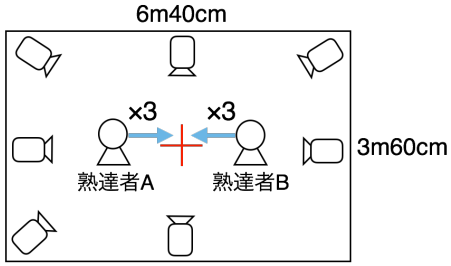


図1　実験環境

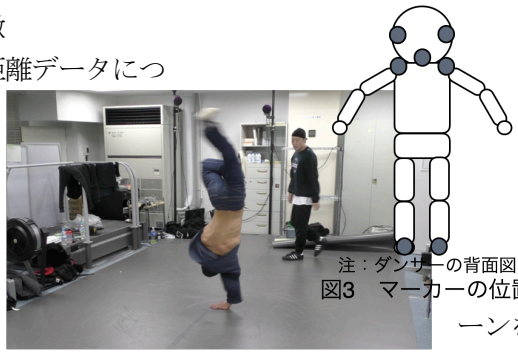
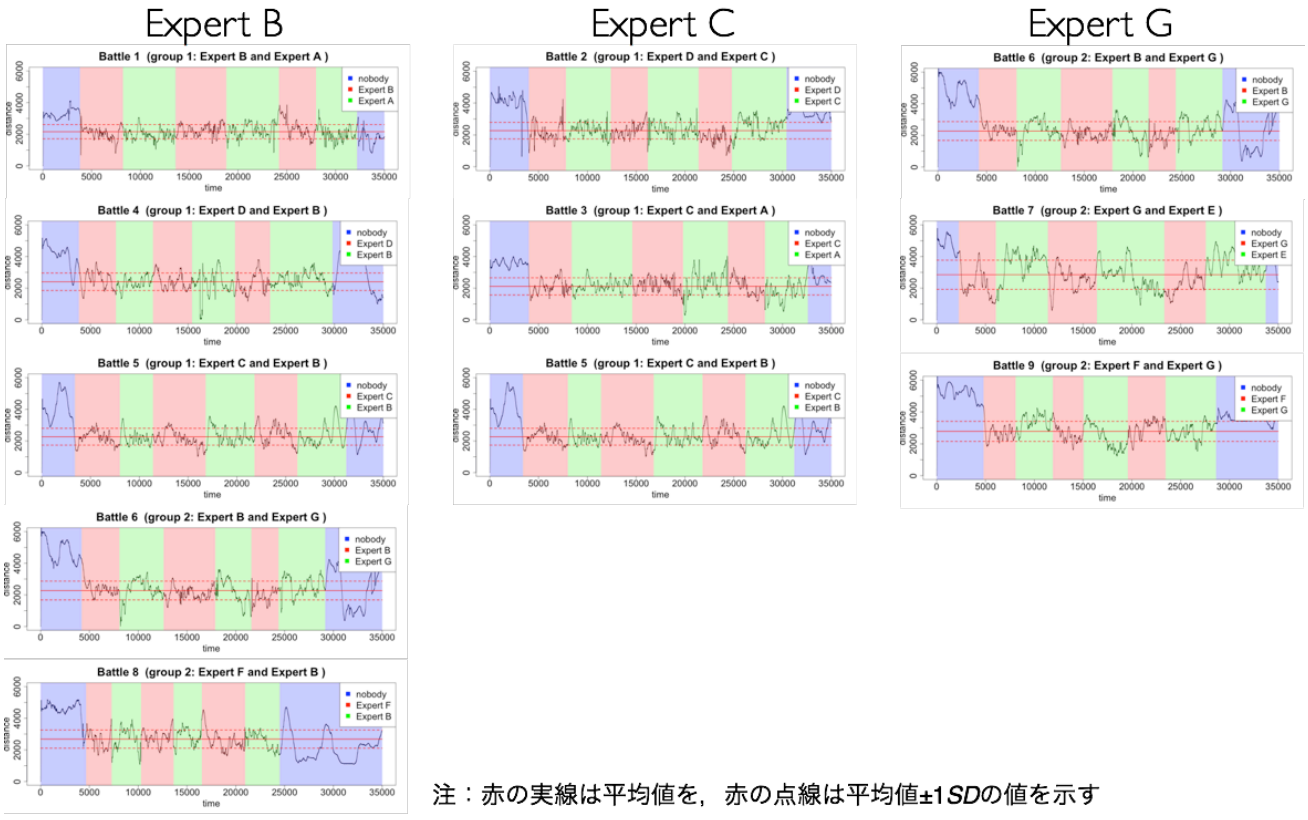


図2　実験の様子

図3　マーカーの位置

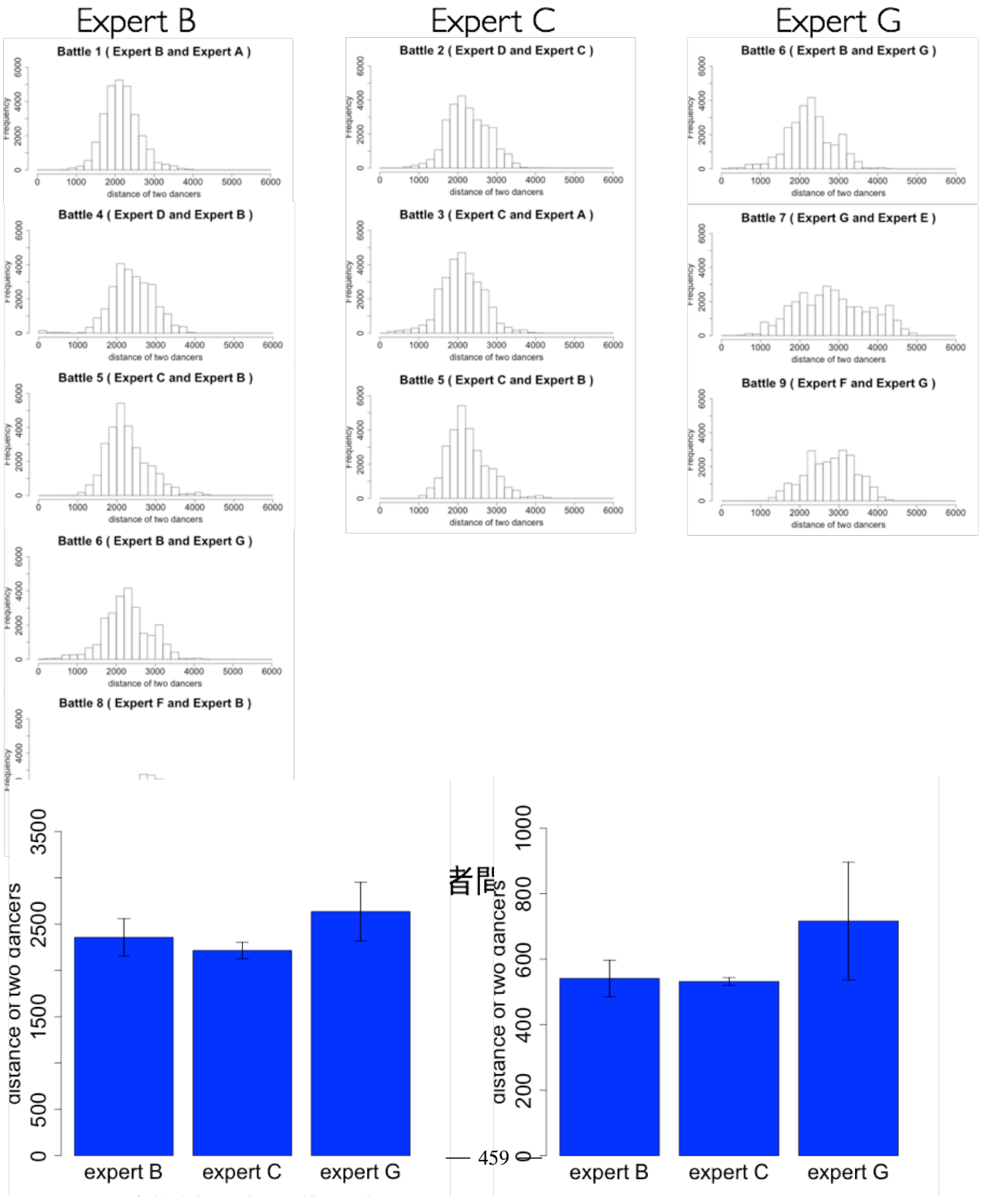


注：赤の実線は平均値を，赤の点線は平均値±1*SD*の値を示す

図4　各熟達者の各バトルにおける2者間距離

になるとそのバラつきが大きくなっていくことが分かる．これは清水・岡田（2017）における全熟達者の平均の傾向とも合致する結果である．一方で，熟達者Gはターン2において距離の取り方が変化している様子，バトルの前後半ではなく，ターン2とターン4においてバラつきが大きくなっている様子が見られた．他の熟達者に比べ，熟達者Gの方がより距離のパターンを活発に変化させつつ踊りを披露する傾向があると推測される．

4. 総合考察



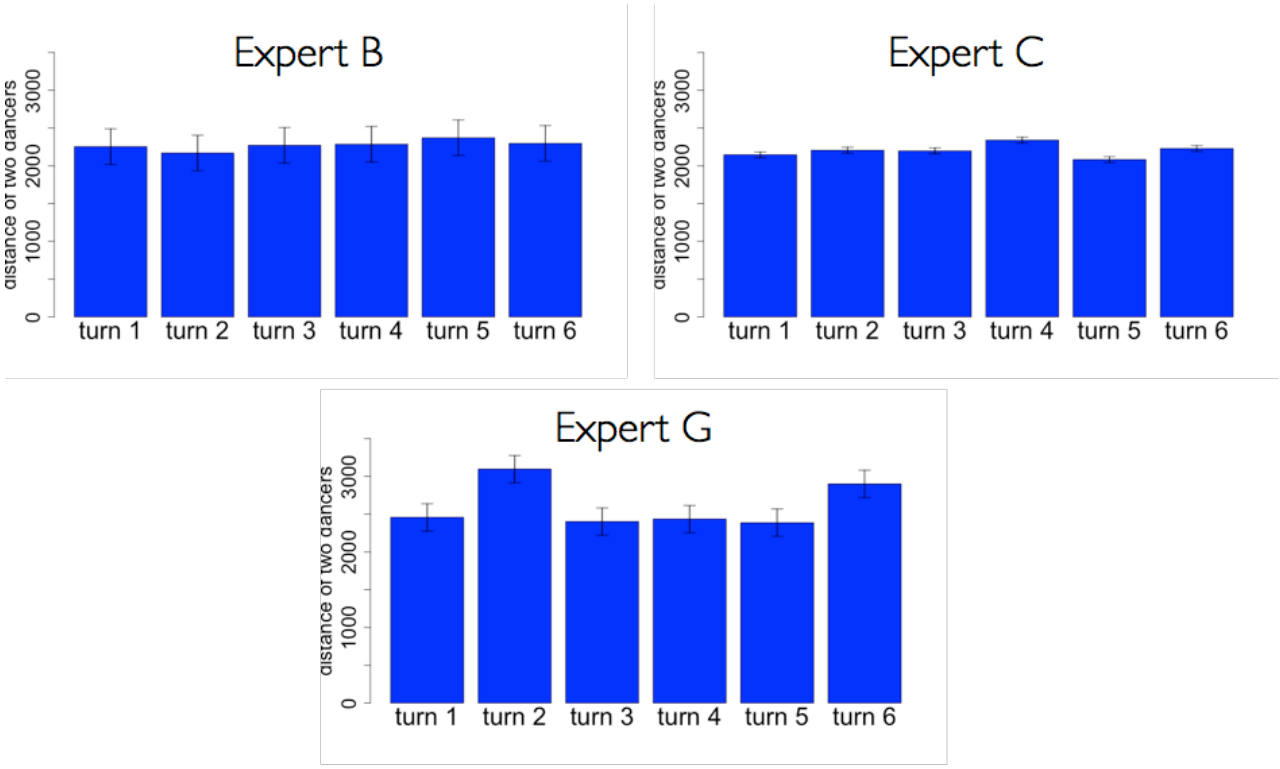


図8　各熟達者の2者間距離の平均（ターン間の差異）

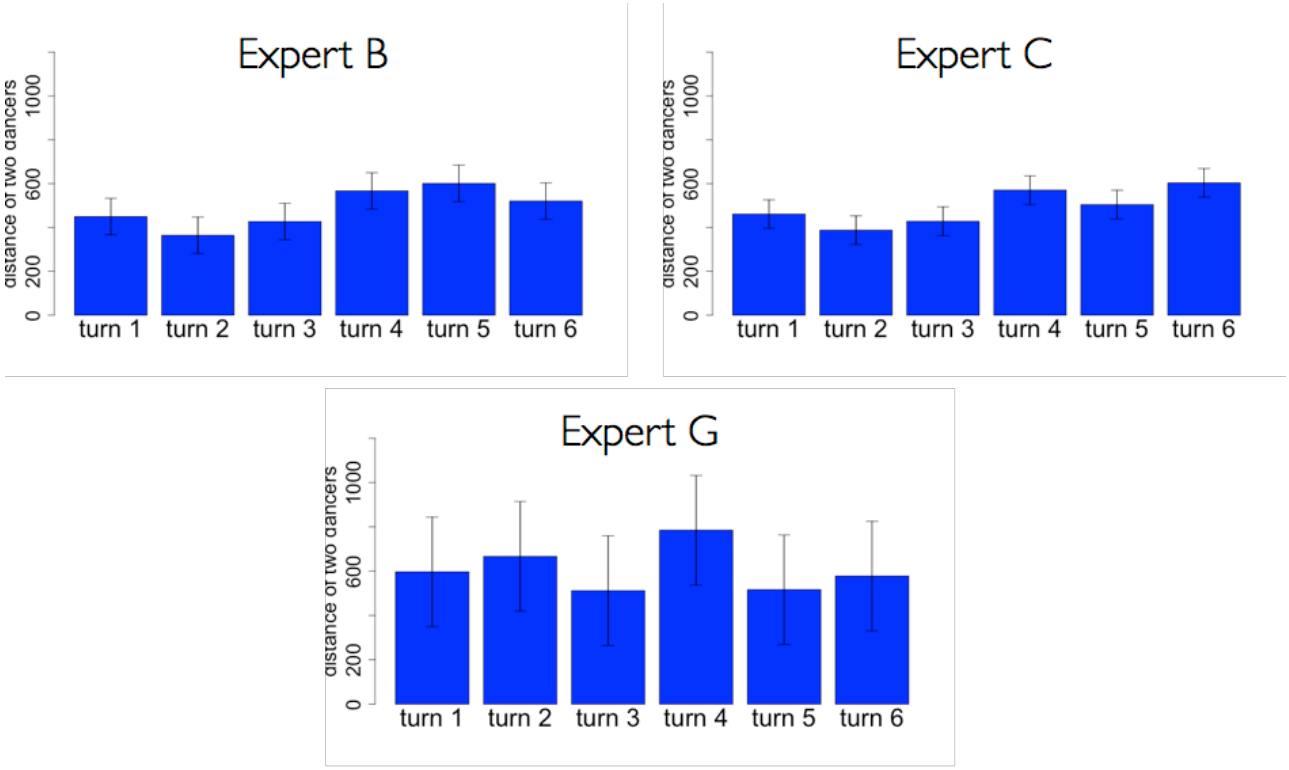


図9　各熟達者の2者間距離の*SD*（ターン間の差異）

本研究では，ブレイクダンスのバトル場面を取り上げ，その場で生じる他者との相互作用について検討を行った．特にその相互作用の方略について見られる個人差を取り上げ,「共演者との距離」という観点から検討した．結果として，熟達者は，距離の取り方に一定の共通した傾向を有しつつも，個性的なパターンやダイナミクスを有する可能性が示された．今後は個人差の抽出を目指す実験方法を洗練させ，実施していくと共に，測定するサンプル数やバトル数を増やし，各熟達者が有する独創的なパフォーマンスの魅せ方について更なる検討を行っていく予定である．

5. 参考文献

[1] Bailey, D. (1980). *IMPROVISATION*, Moorland Publishing, Buxton.
[2] Mendonça, & Wallace (2007). A Cognitive Model of Improvisation in Emergency Management, *Systems, Man and Cybernetics Part A*, Vol.37, No.4, pp.547-561.
[3] 清水 大地・岡田 猛 (2013). ストリートダンスにおける即興的創造過程, **認知科学**, Vol.20, No.4, pp.421-438.
[4] 清水 大地・岡田 猛 (2017). 舞台表現における共演者との相互作用, **人工知能学会第 31 回全国大会**, 101-OS-30a-1in2.

身体を積極的に利用した創造的鑑賞とその効果
Art appreciation through creative physical expression and its educational effects

中野 優子[†]，岡田 猛[‡]
Yuko Nakano, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院学際情報学府，[‡]東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo
nakanoyuko89@gmail.com, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp,

Abstract

In this study, based on our previous practice (Nakano & Okada, 2012), and in collaboration with a professional dancer, we designed an educational program to encourage people's creative appreciation for artwork that is difficult to interpret. The first author and a professional dancer conducted a workshop in which participants were encouraged to create physical expression while appreciating a piece of artwork. We analyzed the educational effects of the workshop in terms of whether it succeeded in helping participants to appreciate the artwork more fully through the process of inspiration. Based on Okada (2013), we define the process of inspiration as one of the inner processes that occurs when one interacts with and is stimulated by one's surroundings (such as another person's artwork). The process of inspiration evokes new images, ideas and emotions, increases motivation to express oneself, and increases self-reflection. We analyzed the educational effects using two types of data: five-point scale questionnaires administered before and after the workshop and participants' written responses to open-ended questions in the post questionnaire. The results show that our educational program awakens participants' inspiration processes and that creating physical expression while observing a piece of art improves one's appreciation of the artwork. This indicates that it is important to connect appreciation and expression in order to awaken people's inspiration processes.

Keywords — Physical expression, Inspiration, Artistic creation, Art appreciation, Artistic expressive education

1. はじめに

現代美術は分からないという声がよく聞かれる．このような見方がよくわからない芸術作品と，人はどのように出合えば良いだろうか．本研究では，身体表現の創作を通して芸術作品を鑑賞するワークショップを，芸術家と協働でデザイン・実施し，その教育効果を測定することで，新たな鑑賞の在り方を提案する．

1.1 自分の外側との出合い

見方がよく分からない作品とは，即ち自分のこれまでに築いてきた既存の価値観では捉えられないような「異質な」他者の仕事である．そのような「異質な」他者の仕事との出合いは，「触発」を引き起こす可能性がある[1][2]．ここでいう触発とは，「表現者が外的世界と触れ合う際に起こる内的プロセスの一つであり，他者の作品などの外界の事物に刺激されて，表現者の中に新しいイメージやアイデアが喚起されたり，感情が動いたり動機づけが高まったり，省察等の活動が引き起こされたりするようなプロセス」である[3]．「触発」は，表現・創作や鑑賞において重要な役割を果たすことが示唆されている[4][5]．

「触発」の生起には，他者作品の模写をするなど，時間をかけてじっくり対象と関わることが有効であると指摘されてきた[1][2][6]．つまり，実際に手を動かしながら他者の痕跡をたどるとか，長い時間をかけてじっくりと観察するといったように，他者の仕事と深く関わることが，自分のこれまでに築いてきた既存の価値観による制約を緩和し，表現の際の新たな着眼点を得ることにつながるのである[1][2]．

そこで本研究では，他者の作品と深く関わるための手段の一つとして，身体行為を積極的に利用して表現を創ることを通して作品を鑑賞する方法を提案する．作品との様々な関わり方が考えられる中で，身体表現を選択した理由は，自分自身の身体という媒体を積極的に利用することで，触発の構成要素である自分自身のイメージやアイディアの生起が促進されたり，自分についての省察が深まったりすると考えたからである．さらに，日常生活でも常に共にある自分自身の身体を積極的に利用し表現を創作することで，参加者のその後の生活にも応用しやすいことが考えられる．

1.2 教育プログラムのデザインの指針

我々は，身体を積極的に利用した表現を創作する教育プログラム（創作に着目したダンス教育プログラム）のデザインのために図１の指針を提案した[7]．本研究では，「異質な」他者の仕事（見方がよく分からない作品）とじっくり関わるということを促すため，この指

図 1　創作に着目したダンス教育プログラムのデザインの指針

針における教育的介入の要素の中でも，特に「環境を意識」や「環境の特徴の利用」に焦点を当てプログラムをデザインし，参加者の触発が引き起こされたのかどうかを測定する．

1.3 教育効果の測定と分析

ワークショップ冒頭とワークショップ後の質問紙調査の数量的分析によって，参加者に触発が起こったか否かを検討し，その後，触発の詳細を捉えるために，質問紙の自由記述部分についても分析を行う．

1.4 本研究の目的

以上の議論をふまえ，本研究では自分のこれまでの価値観では捉えられないような「異質な」作品と，身体を積極的に利用して表現を創ることを通して関わるという教育プログラムを，芸術家と著者らが協働でデザイン・実施し，それによりもたらされる教育効果を触発という観点から詳細に検討することを目的とする．

このことは，鑑賞者の態度を，従来のように作品を見るという，より受動的なものから，表現を創作するという，より能動的なものに変化させる取り組みである．そして，表現や創作と鑑賞を「触発」に着目して結びつけることにより，触発による芸術コミュニケーション[3]の活性化にも繋がると思われる．

2.　方法

2.1 対象とした芸術作品

今回の教育実践では，駒場美術博物館所蔵の作品『花嫁は彼女の独身者たちによって裸にされて，さえも』（図 2，以下通称の『大ガラス』と記述）を関わる対象の芸術作品として取り上げた．この『大ガラス』は，現代アートの父と呼ばれ，アートの概念を様々に拡張したマルセル・デュシャンの代表作である．『大ガラス』を選んだ理由は以下の通りである．『大ガラス』は，デュシャンの作品の中でも，高い評価を有する一方で，「最も難解な作品（p.32）」と言われ[8]，抽象度が非常に高く，一見しても内容が明確には理解しにくい作品であるといえる．したがって，本研究における教育実践において身体表現の創作を通して関わり合う「異質な」他者の仕事（見方がよく分からない芸術作品）としてふさわしいと考えた．

2.2 実践の概要とデザイン

教育実践は，東京大学駒場キャンパス駒場博物館にて「博物館で踊ろう！からだで鑑賞？」というタイトルで，2013 年 1 月 24，25 日（木，金曜日：それぞれ 18 時から 20 時）にワークショップとして行われた．

図 2　『大ガラス』（駒場博物館所蔵）

表1　ワークショップの概要（1日目）

時間	重視する教育的介入の要素	具体的な内容
2分		『大ガラス』を鑑賞
5分	導入	駒場博物館についての話（駒場博物館の折茂克哉先生）
17分		質問紙記入（事前調査）
2分		お互いの自己紹介
12分		簡単なストレッチ・呼吸
3分	身体の準備	音楽に合わせて，様々なリズムで博物館を自由に歩きまわる
4分半	身体を意識	リズムにのりながら，指，手首，ひじ，肩，首，胸，腰，ひざ，足先というように関節を順番に動かして自分の身体と向き合う
2分半		音楽にのって，擬態語をつぶやきながら，身体を動かす
3分		音楽なしで自分のリズムで，同様に擬態語をつぶやきながら，身体を動かす
4分		身体で『大ガラス』をなぞる
7分	環境を意識	2チームにわかれて，参加者それぞれが身体でなぞることで，自分の『大ガラス』を完成させる
10分		荷物の中のもの（例えばタオル，ペットボトル等）と視点を変えながら遊ぶ（“機能の解体と再構築”）
1分		上の感覚をもって『大ガラス』を眺めてみる
2分	メタ的制御有りの行為	親指はこうするなど，自分の身体の動きを自分で決めて動いてみる（“身体のデザイニング”）
5分		空間のどの位置で動きたいかを決めて動いてみる（“空間のデザインニング”）
10分	身体を意識	自由な姿勢で呼吸をする（瞑想的に，自分の身体との対話）
1分半		関節の動きと連動させて強い呼吸をする
7分	環境の特徴の利用	『大ガラス』と向き合って，自分の呼吸が変わるところ（どきっとするところ）をさぐる
18分	観客への発信	3グループにわかれて感じて動くことを大切に『大ガラス』と5分間自由に過ごす（パフォーマンス）
20分		質問紙記入（事後調査）
		※帰り際に，デュシャンと『大ガラス』についての資料配布

ワークショップには，1日目は16名，2日目は12名が参加した．両日ともに参加した参加者は8名（男性：5名，女性：3名）であった．参加者は，東京大学の大学生を中心に，他大学の大学生，ダンサー，会社員，小学校教諭など多様な背景を有していた．教育実践の目的は上述の問題意識をふまえて，「マルセル・デュシャンの『大ガラス』を身体で鑑賞すること，即ち身体を動かし自由に身体表現を創作することで『大ガラス』を鑑賞するという体験をすること」と設定した．このことにより，参加者に触発を引き起こすことを試みた．

教育実践の進行はダンスアーティストの美木マサオ氏が担当した．またデザインに関しては，美木氏と第一著者が上述したデザインの指針（図 1）に基づいて議論を重ねることで決定した．

ワークショップの内容は表1, 表2の通りであった．今回の実践のデザインで強調する教育的介入の要素は問題と目的で述べた通り，「環境（芸術作品）を意識」と「環境（芸術作品）の特徴の利用」であった．そこで，実践ではデザインの指針に基づきながらも，様々なアプローチで『大ガラス』との関わり（すなわち「環境を意識」と「環境の特徴の利用」）を促進するように工夫した．以下詳述する．

まず1日目には，マルセル・デュシャンや『大ガラス』について，参加者があまり背景知識を持たない状態で作品と関わり合うことで，参加者はどのように感じ，それが身体表現としてどのように立ち現れるのかということに焦点をあてた実践を行った．その理由は，ワークショップの目的が「『大ガラス』を身体で鑑賞すること」であったので，まずは背景知識がない状態で，純粋に身体がどう『大ガラス』を受け止め，それに対してどのように反応するのかということを体験することを強調したデザインとした．したがって，普段は作品のそばに立て掛けられている解説も，取り外してもらった．

詳述すると，まずは『大ガラス』と関わり合うための，「身体の準備」を行った．具体的な内容としては，ストレッチや，音楽のリズムにのりながら博物館を自由に歩き回るといった活動を行った．次に，指や手首，肩や腰，ひざなどの関節を動かすワーク（“Joints Control”［9］）を経て，参加者は自分自身の身体に意識を向けた（教育的介入の観点『知覚・省察』を促す要素である「身体を意識」）．次に，今回関わる環境である『大ガラス』を知覚・省察するために，『大ガラス』と向き合って立ち，『大ガラス』に描かれている線を自分の身体を使ってなぞるというワークを行った．これは，先行研究で模写の有効性が示されていたためである［1］．このことでまず参加者は『大ガラス』と身体を介して出合った（『知覚・省察』を実現するための要素「環境を意識」）．更に，「環境（今回は『大ガラス』）を意識」するための観点を増やすために，まず，参加者は機能が明確であるという点で対象として扱いやすいモノ（例えばペットボトルなどの自分の持ち物）を何か1つ持ち出して，本来の使い方ではない使い方をして遊んでみるというワークを行った．その後，物事を異なる視点から捉えるときに生じる感覚をダンス表現として具体化する（教育的介入の観点『行為・発信』）ということを体感するために，参加者は“身体のデザ

表 2　ワークショップの概要（2 日目）

時間	重視する教育的介入の要素	具体的な内容
2分半		お互いの自己紹介
3分	導入	『大ガラス』を鑑賞
11分半		デュシャンと『大ガラス』についての説明（東京大学大学院博士過程の瀧上華さん）
13分		質問紙記入（事前調査）
4分	身体の準備	ストレッチ
4分半	環境を意識	身体で『大ガラス』をなぞる
3分	内的表象を意識 メタ的制御無しの行為	『大ガラス』を観たときの印象を，『大ガラス』を直接見ずに動く
5分	環境の特徴の利用	創作のためのグループ分けと説明
6分	他者との協働作業	美木氏と第一著者によるデュオパフォーマンス
45分	メタ的制御有りの行為	参加者は，グループごとに美木氏らのデュオパフォーマンスを織り交ぜつつ，作品を創作する
24分	観客への発信	グループごとにパフォーマンス
12分		全員で振り返り
20分		質問紙記入（事後調査）

イニング”というワーク（自分自身の身体をどう動かすかを意識的に考えて動いてみるというワーク）を体験した．例えば，「親指をこのように動かそう」，「首はこのように動かそう」といった具合に自分で決めて動くのである．加えて，そういった動きを今自分がいる空間のどこで行うのかを，『大ガラス』との関係で決めてみるというワークを行った（『行為・発信』を実現し，促す要素の中の「メタ的制御有りの行為」）．

次に呼吸を行うことで，もう一度自分の身体を意識するということを行った．その理由を述べる．ワーク中盤では，環境を知覚・省察するための様々な観点をさぐったり，その知覚・省察したことを，具体的な行為として表していくというワークを行ったりして，様々なアプローチを経験し，いわばワークショップの最終目標である『大ガラス』と関わるための準備をしてきたといえよう．これらの経験を踏まえて，参加者が表現する主体として，これから『大ガラス』と更に深く関わることができるように，もう一度呼吸を通して，自分自身の身体を意識するということに立ち返った（『知覚・省察』を実現し促す要素「身体を意識」）．

その後，1 日目のワークショップの後半部分では，『大ガラス』との関係の中において，自分の身体感覚が変化する距離をさぐり，そのポイントで知覚・省察したことに基づき身体を動かすという活動を行った（『外界との関わり』を促す「環境の特徴の利用」）．具体的には参加者は『大ガラス』に各自の好きな場所で向かい合って，自分の呼吸が変わるような距離感（美木氏はこれを「ドキッとする」距離感と呼んでいた）を近くから遠くから，あるいは正面から横からと探り，その呼吸が変化すると感じる場所で身体を動かしながら『大ガラス』と自由に過ごすという活動を行った．このように，『外界（『大ガラス』）と身体を介して関わる』ことを行うために，『知覚・省察』（主に身体や環境を意識する），『行為・発信』のサイクルをテンポよく繰り返したことが 1 日目の教育実践のポイントであった．

2 日目は，参加者が 1 日目よりも多層的に『大ガラス』と身体を通して関わることができるように，『大ガラス』の背景知識を提供することを通して，内的表象を形成することを促したり，他者との協働作業という要素を増やしたりするといった工夫をした．以下詳述する．今述べたように，2 日目では，『大ガラス』についての背景知識を持った上で作品を「身体で鑑賞」し，更に参加者が『大ガラス』から発想を得たダンス作品を創作・パフォーマンスするという実践を行った（表 2）．背景知識については，ワークショップの冒頭部分で駒場美術博物館にて『大ガラス』の資料整理に携わっていた東京大学大学院博士課程（当時）の大学院生に，デュシャンという人物と『大ガラス』に描かれている内容について 10 分程度の説明をしてもらった．その後，1 日目の復習として『大ガラス』の視覚的・外的特徴を身体でなぞるワークを行い（『知覚・省察』を実現し促すための要素「環境を意識」），更にそれを発展させて『大ガラス』を直接観ることなく，その印象（背景知識も含めた上での印象）を身体で表現してもらった（『知覚・省察』を実現し促すための要素「内的表象を意識」と，『行為・発信』を実現し促すための要素「メタ的制御無しの行為」の組み合わせ）．ワークショップ中盤では，美木氏と第一著者によるデュオパフォーマンスを，後半に行う作品創作のための具体例として参加者に提示した．最後にワークショップ後半では，参加者は 5 人程度のグループを形成し，グループ毎に美木氏らによるデュオパフォーマンスを織り交ぜながら，『大ガラス』から発想を得たダンス作品を創作し，グループごとに発表した（『外界との関わり』を促す要素「他者との協働作業」，「環境の特徴の利用」と，『行為・発信』を促す要素「メタ的制御有りの行為」，

表 3　1 日目のプレの質問紙と 2 日目ポストの質問紙の平均値（標準偏差）の比較

	項目内容	プレ平均(*SD*)	ポスト平均(*SD*)	*t*値	*p*値	
1	この作品を観て，新しいイメージがわいた	2.88(.835)	4.13(.835)	-3.416	.011	有意
2	この作品を観て，新しいアイディアが生まれた	3.25(1.035)	4.25(.886)	-2	.086	有意傾向
3	この作品をもっと観てみたいと思う	3.75(.463)	4.00(.535)	-1.528	.170	
4	この作品について更に詳しく知りたいと思う	4.25(.707)	3.63(.744)	1.67	.140	
5	他の作品も観てみたいと思う	4.13(.991)	4.88(.354)	-2.049	.080	有意傾向
6	この作品に刺激を受けて，何か表現がしたくなった	3.13(.835)	4.00(.926)	-2.497	.041	有意
7	この作品を観て，自分の感情は動いた	3.13(.641)	4.38(.744)	-3.035	.019	有意

「観客への発信」の組み合わせ）．このように 1 日目の内容に基づきながらも，更に内的表象を意識して，行為したり，他者との協働作業を行うという要素を加えて，最終的には観客へ向けて発信するという発表会を行った．

なお，これらの実践のデザインは，講師と第一著者の 2 名でワークショップが開始される半年前からミーティングを実施し，議論を行った上で決定された．また，参加者の様子を考慮した上で，美木氏と第一著者との話し合いにより細部は修正，変更された．

2.3 教育効果についての検討方法

本研究では実践の教育効果（参加者の変化）を検討するために，ワークショップ冒頭とワークショップ後に行う質問紙をそれぞれ作成した．質問紙への記入は，それぞれのワークショップ各日の冒頭と最後に行ってもらった（表 1，表 2 参照）．ワークショップ冒頭の質問紙では，先述した岡田[3]の述べる触発の概念を基に，表 3（項目内容部分）に示すような触発に関する 7 項目を作成した． 他にも「作品を観て感じたこと」について自由に記述してもらい，最後にアートやダンスに対するイメージを尋ねる文章完成の質問も行った．

ワークショップ後の質問紙では，まずワークショップによって生じた変化を検討するためにワークショップ冒頭の質問紙においても尋ねた触発に関する 7 項目を用いた．これにより，参加者のワークショップに参加したことによる認識の変化を把握する．またワークショップ後の質問紙では上述の触発に関する 7 項目に加えて，「ワークショップは楽しかったか」という 1 項目，ダンス観（12 項目），表現活動観（11 項目），日常生活観（23 項目）に関する項目を追加し，更に，「最初に作品を観たときと，ダンス創作を通して観たときの違い」と「ワークショップ全体を通しての感想」を自由に記述してもらった．またワークショップ前の質問紙と同じアートやダンスに対するイメージを尋ねる文章完成の質問も行った．

分析では，本研究が強調する教育的介入の観点に直接関わる触発の項目のみを分析の対象とした．加えて，その触発の詳細を捉えるために，ワークショップ後の質問紙における自由記述部分（「最初に作品を観たときと，ダンス創作を通して観たときの違い」と「ワークショップ全体を通しての感想」）も分析の対象とした．

なお，ワークショップは 4 台のビデオカメラにより記録した．更に講師の美木氏には IC レコーダーを装着し，彼のワークショップ中の発話についても記録した．

3.　結果と考察

3.1 質問紙の結果

実践の評価（質問紙）にはワークショップに両日とも参加した 8 名のデータを用いた．まず「ワークショップは楽しかったですか」という質問項目（1 : 全くそう思わない－5 : そう思う）の回答の平均値は，5 件法で，1 日目が 4.53（0.80），2 日目が 4.90(0.29)と非常に高い数値であった．このことから今回のワークショップが参加者にとって楽しい経験であったことが示唆された．

次に詳細な結果（身体表現を創作することで『大ガラス』を鑑賞するというワークショップの事前と事後で参加者に触発が起こったか）について述べる．なお質問紙はワークショップ全体の効果を検討するために，1 日目プレの質問紙と 2 日目のポストの質問紙を分析の対象とした．項目ごとに対応のある *t* 検定を行い，ワークショップ前（プレ）と後（ポスト）の平均点の比較を行った．分析の結果，項目 1，6，7 においてワークショップの前と後の平均点の間に統計的に有意な差が，項目 2，5 においては有意な傾向を示す差がみられた（表 3）．サンプル数が 8 と少ないため，以下ではこの統計的に有意な差が観られた項目 1，6，7 と有意な傾向を示す差がみられた項目 2, 5 を合わせて変化が生じた項目として考察する．これらの変化が生じた項目から，参加者は『大ガラス』と積極的に関わり合うという体験を通して，『大ガラス』を観て新しいイメージやアイディアが生まれるようになったり，感情が動

くという体験をしたり，デュシャンの他の作品を観てみたいと思うようになったり，『大ガラス』に刺激を受けて，参加者自身が何か表現をしてみたいと思うようになったりしたということが分かった．一方で差が生じなかった項目は「『大ガラス』を更に観たいと思う」という項目と，「『大ガラス』について更に詳しく知りたいと思う」という項目であった．ではなぜ変化が生じる項目と，生じない項目があったのであろうか．変化が生じた項目については，なぜその変化が生じたのだろうか．このことについてワークショップのデザインと対応させながら考察する．

まず変化が生じなかった項目 3, 4 であるが，プレの質問紙における平均値を見てみると，表 3 より項目 3 が 3.75(0.463)，項目 4 が 4.25(0.707)と，もともと高い値を示しており，ワークショップを通して『大ガラス』への興味は維持されたために変化が生じなかったと考えられる．加えて，2 日間のワークショップを通じて，『大ガラス』を十分に観たり，知ったりしたという満足感があるのかもしれない．これらのことから，項目 3, 4 に関しては変化が生じなかったと考えられる．

次に変化が生じた項目の内，項目 1，2 の「『大ガラス』を観て，新しいイメージやアイディアがわいた」に関しては，以下の可能性が考えられる．美木氏は，「身体で『大ガラス』をなぞる」，それを発展させた「『大ガラス』を直接見ずに印象を思い浮かべて動く」というワークや，「自分の荷物（例えばタオル，ペットボトル等）を本来の機能とは違うものとして捉え直す」というワークを通して，『大ガラス』と関わるための「様々な捉え方」を，また「親指はこう動かすなど，自分の身体の動きを自分で決める」というワーク等を通して，「捉えた結果を行為（ダンス）として具体的に表す方法」を次々に提案した．このことにより，参加者は作品を漠然と観るだけではなく，『大ガラス』をどのように捉えたらよいのか，また捉えた結果どのように表現として動けばよいのかということに関する複数の観点が持てるようになり，積極的に『大ガラス』と身体を介して関わり合うことができ，その結果新しいイメージやアイディアがわくようになったことが推測される．

また，今回のワークショップで美木氏は，『大ガラス』と向き合って自分の呼吸が変わる距離感（ドキッとするところ）を探るというワークを行ったり，それを発展させてその呼吸が変わる距離において「『大ガラス』と関わり合って身体を動かすこと」というワークを行ったりしていた．その際美木氏は，必ず自分の内側で感情がわきあがってから動くように，感情がわきあがったと感じるまで待つようにとしきりに参加者に伝えていた．このことにより参加者は『大ガラス』に対して自分の感情が動くということに注意を向けるようになったことが考えられる．その結果として「この作品を観て、自分の感情は動いた」という項目（項目 7）の平均点が上がったと推察される．

「他の作品も観てみたいと思う」という項目（項目 5）の平均点が上昇したことに関しては，上述したようにそもそも参加者の『大ガラス』へ興味は終始高く，その興味が向いている『大ガラス』とワークショップを通して深く関ることにより，『大ガラス』の作者であるマルセル・デュシャンにも親しみを感じ，その結果デュシャンの他の作品にも興味がわいたものと思われる．このように，身体を通して作品と関わり合うという体験は，参加者の目の前にある作品だけではなく，それを生み出した制作者にも興味が向くという深い鑑賞に至る可能性があることが示唆された．

更に「この作品に刺激を受けて、何か表現がしたくなった」という項目（項目 6）に関して検討する．今回のワークショップでは 2 日目に，参加者はグループに分かれて『大ガラス』について他者と協働で作品創作を行った．このように参加者が表現者として主体的に作品創作に関わる経験が，更なる表現活動への意欲の高まりにつながったものと考えられる．

このように，今回のワークショップを通して，参加者は「『大ガラス』と自分の身体で関わり合うこと」を体験し，それにより新しいアイディアやイメージがわきあがったり，感情が動いたり，自分でも何か表現がしたくなったりした．更に作品だけでなく，それを生み出した制作者にも興味がわくようになり，他の作品を観てみたいと思うようにもなった．つまり，参加者は身体を活発に使って関わり合うことで，『大ガラス』に触発されたといえよう．では，実際に参加者はワークショップを通して具体的にはどのようなことを感じとったり，考えたりしたのか．次節では参加者の自由記述（「最初に作品を観たときと，ダンス創作を通して観たときの違い」と「ワークショップ全体を通しての感想」）を分析することで，今回のワークショップにおいて参加者が体験した触発の詳細について検討する．

3.2 自由記述

今回のワークショップを体験することで，参加者はどのようなことを感じ，どのような気づきを得たのだろうか．参加者が体験した触発の詳細を捉えるために，

表 4　自由記述の分析結果

カテゴリ	定義	言及した人(人) 1日目	2日目
作品への親しみ	作品を身近に感じ，興味・愛着がわくこと	3	2
細部への気づき	作品のより細部にまで目がいくようになること	5	3
作品の生命感の感受	作品に動きやリズムを感じるようになること	1	6
自分自身に対する気づき	自分が様々な発見をしていることに自分で気づくこと	2	1
作品との関係性の変化の実感	作品と自分の関係性が変化すること	1	1
新たなイメージの生起	身体表現による鑑賞を通して新たなイメージがうまれること	2	1
その他	どこにもあてはまらない	4	2

ワークショップに両日とも参加した 8 名の質問紙の自由記述部分（「最初に作品を観たときと，ダンス創作を通して観たときとの違い」と「ワークショップ全体を通しての感想」）を KJ 法により分類し，類似した項目を集めてボトムアップにカテゴリを作成し検討した（表 4）. その結果, 自由記述は, ＜作品への親しみ＞, ＜細部への気づき＞, ＜作品の生命感の感受＞, ＜自分自身に対する気づき＞, ＜作品との関係性の変化の実感＞, ＜新たなイメージの生起＞, ＜その他＞の 7 つのカテゴリに分類された. このうち特に, ＜作品への親しみ＞, ＜細部への気づき＞, ＜作品の生命感の感受＞といったカテゴリが多く言及された.

このことから，今回のワークショップにおいて身体表現を創作することで『大ガラス』と積極的に関わった体験を通して，参加者はより＜作品への親しみ＞を感じ，作品の＜細部への気づき＞や＜作品の生命感の感受＞といった作品の様々な側面に気づいたり，＜自分に対する気づき＞や，＜新たなイメージの生起＞といった自分自身の様々な側面に気づいたり，更には＜作品との関係性の変化の実感＞といった自分と作品の関係に対する気づきを認識していたことが明らかになった.

4. 総合考察

本研究では，自分のこれまでの価値観では捉えられないような「異質な」芸術作品と，身体を積極的に利用して表現を創るという方法で関わる，という教育プログラムを現役の芸術家と著者らが協働でデザインし，その実施によりもたらされた教育効果を，触発という観点から詳細に検討した.

質問紙の結果からは,「環境（『大ガラス』作品）を意識」,「環境（『大ガラス』作品）の特徴の利用」という教育的介入の要素を強調したワークショップを通して，新しいアイディアやイメージがわきあがったり，感情が動いたり，他の作品も観てみたい，自分でも何か表現がしたくなったといったように,『大ガラス』作品に触発されていた参加者の様子がうかがえた．更に自由記述の結果からは，その触発の詳細として，参加者は視覚的な印象から一歩踏み込んで，作品の細部や生命感といった深いレベルの特徴にまで気づくようになったり，自分自身に対する気づきを得ていたり，作品と自分の関係性の変化を実感したりというように，実に豊かな体験をしていたことが明らかになった．これらのことから，自分のこれまでに築いてきた価値観では捉えられないような「異質な」作品と出合う際に，身体を積極的に利用して表現を創るという方法は，その人の触発を引き起こすという意味で有効であることが示唆された．以下，教育プログラムのデザインと教育効果の関連について考察する.

4.1 教育プログラムのデザインと教育効果の関連

自分に対する気づき（特に，アイディアやイメージや感情に対する気づき）や，作品に対する気づきが生じたのは，教育プログラムのデザインの中でも,『大ガラス』と関わり合う上で，まず自分自身の身体や内的表象（感情やイメージやアイディア）を意識した上で作品と関わることを促すデザインが寄与していると思われる．美木氏はワークショップ後のインタビューにおいて「目で見るものって脳に直結しちゃうと思うんですけど，目以外のところで観たりとか，目で見たものを別のところに送るとか，なんかそういうのって脳に直結しないから，なんか考えるっていうことじゃなくなる気がしてて，ちょっと感じるっていう，僕の中でなんですけどそれは，考えるってことと感じることの違いってなんかそういうことな気がしていて，脳に直結して何か答えを出そうとするのか，それともなんかこう心臓がどきっとしたとか，なんかぞわってしたとか，なんかその身体の脳じゃないところに何か送られた何かみたいなことに行ったらいいなみたいなことが一番あった.」と語り, 呼吸をすることや, 身体の様々な部位・関節を意識して動かすということや,『大ガラス』に対して自分の呼吸が変化する距離感（ドキッとする距離感）を探るという作業を行った．その体験に

基づいて，更に『大ガラス』と直接向かい合わなくても，その印象を思い浮かべて身体を動かすという行為に発展させた．その際に，先述したように，美木氏の参加者への言葉がけでも，「必ず自分の内側で感情がわきあがってから動いてください」というものが多くあった．このような結果として，参加者からも「呼吸ということを意識することで作品の濃淡や色彩について，より深く捉えられるようになった気がする.」という感想や，「観るのではなく，感じることでこんなにも面白いものだということが分かった.」という感想，更には「作品を通して自己発見しているような感覚があった」といった感想が得られた．作品を「感じる」ということを，呼吸や心臓の鼓動といった自分の「身体を意識」することや，わきあがる感情への注視といった「内的表象を意識」することなどと結びつけて，1 つ 1 つワークにおいて丁寧に行っていったことが，参加者が「作品の特徴」と「自分の特徴」を強く意識することにつながり，自分に対する気づきや作品に対する気づきを促したと考えられる．これらのことを，ワークショップという 1 回 2 時間という時間をかけて繰り返し行ったことにより，作品と自分との関係性の変化に対する気づきをも促したと考えられる．実際に参加者の感想からは，「自分では見飽きて終わってしまう，その先まで感じに行けた（その先まで踏み込んで感じることができた）のはワークショップならではのことでした.」といった感想や，「作品を観るのではなく，作品に観させられている．作品が作品を作ろうとし，そこに飲みこまれ，作品の手足になっていく感覚」というような感想があげられた．このように，『大ガラス』と関わるにあたって，『大ガラス』との関係の中で自分の身体や内的表象を『知覚・省察』し，それに基づいて『行為・発信』するという教育的介入の観点が，自分や作品，自分と作品の関係性に対する気づきを促したと考えられる．

次に自分でも表現がしたくなったことや，他の作品もみてみたいと思うようになったといった，表現や鑑賞に対する動機付けが高まったことに対しては，協働作業を通して作品を創作し，それを観客に向けて発信するという発表場面をデザインに組み込んだことが寄与していると考えられる．つまり，これは参加者が一人の表現者としてワークショップに関わる必要があったことを意味する．美木氏はワークショップ後のインタビューにおいても，「自分が創るという視点が大切．ここだったらこうやって動きたいと思っちゃうとか，この絵に自分今感化されてる，身体動かしたいって思えたら，なんかもう 1 つ美術館や博物館に行く楽しみが増えるんじゃないかなと思って．そういう意味で身体で観るっていうふうにしたい．みんなが美術館で楽しむ要素を増やす，もう 1 つ感覚的なものを開くというか，そういうのは重視していた.」と語っていた．このように参加者が表現・創作を行う主体として作品と関わるということを促すために，協働作業を通して参加者自身に実際に作品を創作し，発信することを行わせた．このことに対して参加者の感想からも，「アート，ダンスという言葉を，自分を主語にして考えられるようになったと思います.」という感想や，「踊りを通して自分がこれで何を表現しようか？と考えたら，自分なりにではありますが，イメージがわきました.」という感想，「踊ろうとすることで作品をとても強く見た.」という感想もみられた．『大ガラス』の鑑賞に基づいて，他者との協働作業を通して実際に作品化し，それを発信したという体験は，参加者に自分が表現を行う主体であるということを強く意識させ，その結果自分でも表現がしたくなったり，同じ表現者としての作者について思いを巡らせたり，他の作品もみてみたくなったというように，表現や鑑賞についての動機づけの高まりが促進されたと考えられる．

4.2 本研究の意義と応用可能性

本研究によって，鑑賞と表現との関わりについて，「触発」という観点から実践的なアプローチにより明らかにできたことは意義が高い．特に，近年徐々に行われつつある美術館での鑑賞実践（例えば世田谷美術館の「誰もいない美術館で」[10] [11]や徳島県立近代美術館で行われている「体感的鑑賞法」[12]など）について，教育プログラムの具体的なデザインの指針とそれによってもたらされる教育効果という観点から実証的にサポートできたという点で，本研究は意味があるといえよう．

また触発を引き起こす体験として，模写だけではなく，身体表現を創作するという関わり方も有効であることを示した点も先行研究を発展させたといえよう．

4.3 本研究の限界と今後の展開

最後に，教育プログラムのデザインに関して，今回の実践の不十分であった点について述べる．身体表現を創作することがもたらす触発や鑑賞への効果に関してより一般的な知見を得るためには，今後，多様な対象作品を用いて検証する必要があるだろう．本研究では現代美術作品を対象としたが，音楽作品やダンス作

品などについても，更なる検討が必要であろう．

教育効果の測定に関しては，本研究では質問紙調査と，参加者の自由記述部分におけるコメントを分析することで，触発の心理的側面について検討した．今後は，参加者の身体的側面（例えばダンスパフォーマンスの質）の変化も捉える必要があるだろう．また，こういった教育プログラムでの体験が参加者のその後の生活にどのような影響をもたらすのかについても，長期的なスパンから教育効果を検討する必要があるだろう．

4.4 おわりに

今回のワークショップは，参加者だけでなくワークショップを行った講師である芸術家の美木氏にとっても自身の創作活動を進めていく上で，意味のある実践であったようだ．というのは，美木氏は今回のワークショップで自分の創作過程を，「ワークとして段階的に参加者に伝えながら開示していくことで，自分自身の創作過程を客観的に振り返ることができた」と語っていた．そのことにより，「機能の解体と再構築」という自分自身の創作活動のコンセプトを発見したという．この発見された創作コンセプトは，その後の創作活動においても，様々な形で意識されているようである．このように，創作に着目したダンス教育プログラムは，創作のメカニズムに注目しているために，そのメカニズムを講師として参加者に伝える芸術家にとっては，自身の創作についての説明活動として機能し[13]，プログラムをデザインする際に自分自身の創作過程自体を省察する機会となるようだ．その結果として，参加者の学習だけでなく，芸術家の創作活動をも促進するものになり得るという可能性がこのエピソードからは示唆された．

付記

本原稿は，中野優子・岡田猛（2016）．駒場博物館ダンスワークショップ「博物館で踊ろう！からだで鑑賞？」の実践とその効果．中小路久美代，新藤浩伸，山本恭弘，岡田猛（編）『触発するミュージアム-文化的公共空間の新たな可能性を求めて-』.149-162. 京都：あいり出版．を，修正・加筆したものである．

謝辞

本研究を行うにあたって，ダンスアーティストの美木マサオさん，ワークショップ参加者の皆さん，駒場博物館の関係者の皆さん，岡田研究室の皆さんに多大なご協力を賜りました．心より感謝いたします． また本研究は科学技術振興機構社会技術研究開発センター（RISTEX）の「文化的な空間における触発型サービスにおける価値創造」プロジェクト（代表中小路久美代）の助成を受けて行われました．

参考文献

[1] 石橋健太郎・岡田猛，(2010)“他者作品の模写による描画創造の促進”,認知科学，Vol. 17, No. 1, pp.196-223.
[2] Okada, T. & Ishibashi, K. ,(2016). “Imitation, inspiration, and creation: Cognitive process of creative drawing by copying others’ artworks”, Cognitive Science, doi:10.1111/cogs.12442.
[3] 岡田猛,(2013)“芸術表現の捉え方についての一考察:「芸術の認知科学」特集号の序に代えて”,認知科学, Vol.20, No.1, pp.10-18.
[4] 髙木紀久子・岡田猛・横地早和子，(2013)“美術家の作品コンセプトの生成過程に関するケーススタディ―写真情報の利用と概念生成との関係に着目して―”,認知科学, Vol.20, No.1，pp.59-78.
[5] Ishiguro, C., & Okada, T. , (under review). How can inspiration be encouraged in art learning?
[6] 岡田猛，(2016)“序：描くということ”，小澤基弘（編著）越境する表現 さまざまな場でのドローイング実践とその効果，pp.6-11. 京都：あいり出版.
[7] Nakano, Y., Shimizu, D., & Okada, T. , (2017) “Designing a creative dance program for non-dance majors”, In A. Manning (Ed.), Art and Design Education: Perspectives, Challenges and Opportunities, New York：Nova Science Publishers, Inc. pp.71–102.
[8] 平芳幸浩，(2009)“コラム…美術家の思想 マルセル・デュシャン”,美術手帖（編）現代アート事典 モダンからコンテンポラリーまで... 世界と日本の現代美術用語集，pp.32-33. 東京：美術出版社.
[9] 香瑠鼓，(2012) 脳とココロとカラダが変わる 瞬感動∞ワークショップ，東京：高陵社書店.
[10] 塚田美紀・小川智紀（編），(2009)“うたっておどるびじゅつかん―ワークショップ「誰もいない美術館で」の記録 3”. 東京：世田谷美術館.
[11] 塚田美紀・小川智紀（編），(2010)“美術館と出会う，それから？―ワークショップ「誰もいない美術館で」の記録 4”. 東京：世田谷美術館.
[12] 森芳功，(2009)“鑑賞支援における分析的要素，表現的要素，コミュニケーション的要素とその連関について：徳島県立近代美術館における鑑賞教育の実践から”,美術科教育学会誌，Vol.30，pp.411-423.
[13] Chi, M. T., De Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C., (1994) “Eliciting self-explanations improves understanding”, Cognitive science, Vol.18, No. 3, pp.439-477.

ラグビー高校日本代表チームにおける集団語と選手の身体意識の変容に関する研究

A Study on Jargons and Changes in the Body Image of Athletes in Rugby Junior Japan Team

山田 雅敏[†]，里 大輔[‡]，坂本 勝信[†]，砂子 岳彦[†]，竹内 勇剛[§]
Masatoshi Yamada, Daisuke Sato, Masanobu Sakamoto, Takehiko Sunako, & Yugo Takeuchi
[†] 常葉大学，[‡] SATO SPEED Inc.，[§] 静岡大学創造科学技術大学院
Tokoha University，SATO SPEED Inc.，Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
yamada@hm.tokoha-u.ac.jp

Abstract

This research aims to, focusing on jargons in sports coaching from the perspective of the relevant field, reveal the cognitive process in which an emergent body image generated through interactions between coaches and athletes is symbolized. This research employed Pearson's correlation coefficient as its analysis method with paying a close attention to the verbalization described by the members of the 42nd Japan national high school rugby team 2016 as its analytical resource.

Consequently, it was demonstrated that jargon factors regarding the consciousness of a stand-up motion and a preparatory running motion was influenced by the coaching contents provided by their coaches. In addition, it was found out that there was a strong correlation between the jargons with regard to the consciousness of a stand-up motion and that of a gathering motion. Further, it was suggested that there was a possible difference between the cognitive mechanism for consciousness and that for motions when the jargon contents are at the team level.

Keywords — interaction, body image, embodied knowledge, verbalization, jargon

1. はじめに

1.1 研究の背景

スポーツのコーチングとは，高度な技能の熟達を目指す選手と，手本となる動作のデモンストレーションや言語的指導によって，選手の認知的理解および，身体動作の変化を促し，自らの身体意識を共有を目指す指導者とのインタラクションと捉えることができる．

一方，両者のインタラクションにおいて，技能がどのように熟達してきたのかを意識的に説明することは，仮にその技能に熟達している指導者や，運動パフォーマンスが優れた選手であっても，難しい場合が多い．この理由として，身体動作に利用されている知覚情報のほとんどが，意識にのぼらない潜在的情報[1][2]であり，さらに，熟達させたい技能は，形式知として記述することが非常に難しい暗黙知の性質を含むためである[3][4]．

しかし，非意識的な潜在的情報や，暗黙知の性質の影響が大きいとはいえ，意識的な側面を無視することはできない[2]．技能の熟達において，自己観察は不可欠な条件であり，運動感覚の意識が言語によって捉えられた時に，身体の知覚が成立するとされる[5]．指導者による言語的指導に対して，選手は自らの身体動作の意識を形式知として言語化し，指導者に示すというアプローチが求められる[6]．

たとえば，先行研究によると，運動療法の領域における運動学習では，初期の認知段階に限り，言語的教示を含む外在的フィードバックを多用することが有効であることが明らかになっている[7]．また，諏訪（2005）は，現象学の視座から，意識的な言語化の試行が，技能の熟達に有効であることを示している[11]．

よって，コーチングにおける指導者と選手との身体意識の共有を探究するにあたり，指導者からの情報に対して，意識的に関わり合いながら，身体へと意味付けていく選手の認知的過程に焦点を当てて検討することが必要であると考えられる．

1.2 研究の目的

技能の熟達に関する意識的な側面から，指導者が自らの経験に裏付けられた身体意識を共有するためのツールである集団語に注目したい．集団語辞典によると，「集団語とは特定の社会集団・専門分野に特有な，

あるいは特徴的なことば」とある [12]．集団語を使う効果としては，仲間意識や親近感を生み出し，集団の結束力を強めるだけでなく [13]，指導者が選手と共有したい身体意識が，フォーカスされ易いというメリットがある．

コーチングにおいて，集団語を使う指導者の主たる目的は，集団語の形式知的な意味を選手に覚えさせることではなく，集団語というシンボル（言語記号）を通して，最終的に指導者自身の身体意識に基づいた体感を共有することにある．これは，集団語というシンボルが，単なる形式知としてラベリングされただけでなく，選手の身体意識へシンボルグラウンディングしたことを意味する．言い換えると，指導者と選手が，身体意識を共有する目的で作られた集団語が，単なるラベリングされた結びつきを超え，選手の身体意識へと接地し，新たな意味を持つ可能性があるという点から，コーチングは，指導者と選手との創造的なインタラクションと捉えることができる．

では，両者が創造的なインタラクションを行うとき，シンボルとしての集団語が，どのようにその機能を発展させ，選手の身体意識にシンボルグラウンディングしていくかの認知的過程については，未だ十分に明らかにされていない．

本研究では，第 42 期ラグビー高校日本代表（以下，高校日本代表）の高校代表選手（以下，選手）の言語化を分析リソースとして，コーチングにおける集団語が，選手の身体意識へシンボルグラウンディングしていく認知的過程を解明することを目的とする．

研究の意義として，この認知的過程を問うことは，コーチングの性質を知るのに大きく貢献すると考える．さらに，当該領域の視座から，共通した認知的過程が解明できれば，指導者が，選手の集団語に関する言語化を評価・判断することで，選手の熟達度合を予測できる可能性があるなど，スポーツの遠隔教育やテキストベースのコーチングへの応用も期待できる．

1.3 集団語とシンボルグラウンディング

ここで，本研究で注目する集団語を概括する．前述したように，集団語とは「特定の社会集団・専門分野に特有な，あるいは特徴的なことば [12]」とあるが，集団語は人為的に作られたものであり，社会集団の数ほどたくさん存在し，実に様々なものがある [14]．この集団語には，民俗芸能の技の熟達過程において介在する「わざ言語」[15] も，集団語の一つとして捉えることができるが，わざ言語は，その技能の世界に受け継がれている，独特の動作に関連づいた比喩によって表現される [15] のに対し，集団語は，必ずしもその必要はない．

たとえば，ラグビーという競技は，チーム戦略として生産的・効率的に成果を導くために，慣習的に集団語を作り出し，多用する競技特性があるが，高校日本代表も例外ではなく，チーム内で数多くの集団語が作られている．その中の一つである「FOG（フォグ）」という集団語に注目しよう．FOG は，「Fast Off Ground（地面から素早く立つ）」の略語で，「転んだ状態から，素早く，立ち上がること」という意味を持つが，FOG というシンボルで表現されなければならないという必然性はない．原理的には GOF でも OFG でも構わない．さらに，FOG というシンボルをいくら眺めても，意味が理解できることはなく，字義的な意味合いを離れている．

一方，コーチングが進むにつれて，FOG という集団語は，選手の身体を通して，次第に指導者と選手で共有されていく．指導者が，ある時，選手に対して，「もっと FOG！」と指導した瞬間，指導者が理想とする FOG の動作により近づき，選手はより素早く立ち上がることができたと体感するであろう．つまり，指導者が，FOG という集団語を用いて共有したいことは，立ち上がる際に生じるスピードや加速の体感となる．このような意味からも，コーチングにおける集団語は，単なる形式知の意味合いを持つだけではなく，選手の身体意識へとシンボルグラウンディングすることになる．

1.4 用語の定義

ここで，本研究におけるシンボルグラウンディングの定義する必要がある．認知科学事典によると，シンボルグラウンディングとは，「記号接地」と訳される [16]．本研究では，選手が身体を通して受容する感覚と，シンボルとしての集団語を用いて行う思考と，一体どのようにして結びつき，身体意識に接地した集団語を用いて，新しい集団語のシンボルの体系がいかに構築していくことができるのかということを，広義の意味でシンボルグラウンディングとして定義する [17]．

次に，身体意識についても，定義が必要となる．その理由として，「意識」という表現は，研究領域によって，多様な定義が存在ためである．そこで，身体意識を「自分自身の身体についての概念（ボディ・イメージ）」と定義する [18]．ゴーマン（1986）によると，自分自身の身体についての概念は，「可塑的で力動的な総

体であり，新しい知覚や新しい経験によって絶えず改変されている」としている [18].

1.5 本研究の流れ

2 章では技能の熟達と言語に関する先行研究を概観する．3 章では選手が記述した言語化の分析方法，4 章では分析結果，5 章では考察を行う．

2. 背景的理論と関連研究

2.1 本研究の背景となる理論

当該領域において，技能の熟達に関する身体固有性の議論がある [8]．技能の熟達とは，認知主体が身体を通して独自に学ぶ認知的過程であり，人それぞれ感じ方や考え方，着眼点が違うため一般化の議論が難しい．一方，認知科学や人工知能の領域は，再現可能な共通した知識を追求する科学の一領域であり [24]，技能の熟達と言語に関する研究を探究するためには，一般性を目指す姿勢も重要と考える．

そこで，本研究では，状況的認知（Situated cognition）[9][10] を理論として導入する．状況的認知の理論では，すべての知識が，社会的・文化的，および物理的コンテキストに結びついている活動に位置づけられており，知識と行動と切り離すことはできないとしている．

研究対象の選手は，国内の高校トップアスリートが揃う高校日本代表という社会的な集団で活動し，指導者は，集団語というシンボルを通して，自身の身体意識を選手と共有することを目指し，コーチングを行っている．よって，状況的認知の理論を背景に，集団語に注目することで，選手の認知的過程に一般性が見出せる可能性があると考えられる．

2.2 技能の熟達と言語に関する関連研究

当該領域において，技能の熟達と言語を研究テーマとして取り上げる際に，問題となるのが，技能の熟達に関する暗黙性 [3][4] である．加えて，言語の多義性・曖昧性・類似性など多様な性質も，研究を遂行するにあたり大きな課題となる．

これらの課題に挑戦し，知見を蓄積している先行研究が多数ある．たとえば，諏訪（2005）は，心的状態を観察するという現象学的試みによって，技能の熟達と言語化の関連性を明らかにしている [11]．また，北條（2015）らは，動作を簡略的・直感的に表現できるオノマトペに注目し，筆記のスキルの熟達度合とオノマトペによる言語化の関係性について調査を行っている [19]．さらに，大山（2012）は，フェルデンクライス・メソッドを題材に，身体知覚変容にについて，身体感覚の言語化をテキストマイニング分析し，身体知覚の言語的意識に関して，同じ表現に傾倒する可能性があるとの知見を導いている [20]．加えて，大矢ら（2016）は，投動作学習を題材に，自由記述をテキストマイニング分析した結果，単語抽出や言葉の連関を示し，集団の意識変容の傾向を明らかにしている [21].

3. 方法

3.1 仮説と分析の目的・流れ

本研究では，高校日本代表において使用された集団語が，選手の身体意識へとシンボルグラウンディングしていく共通した認知的過程がある，と仮説を立てた．その仮説を明らかにする目的のため，様相概念を理論モデルから共通した認知的過程を導き出す北（2016）の分析手法に倣い [22][23][24]，選手が記述した言語化の分析を試みた．

はじめに，選手に対して，運動実践を通して，身体が感じたこと，身体の動かし方や気づき・感想を，箇条書きで自由にできる限り言語化するように指示した．次に，得られた言語化のデータに対して，それぞれ分類（タグ）を行った．タグ付した各データを，順表現・逆表現・中間表現の 3 つの表現に分け，配点をした上で，定量化した．そして，タグ同士の関係を明らかにするために，タグごとの表現を重ね合わせ，日付単位で相関分析を行った．なお，分類によって，表記数の少ない場合に，統計的信頼性が低くなり，疑似相関の可能性を否定することができない．よって，定量的な相関分析に加え，定性的な側面から，選手が記述した言語化の確認も行った．詳しい表現の区分方法，配点方法に関しては，後述（第 3.4 参照）する．

3.2 分析リソース

3.2.1 研究協力者と言語化データの採取方法

研究協力者は，アイルランド遠征（2017 年 3 月 12 日〜3 月 27 日，アイルランド）に向けて召集された第 42 期ラグビー高校日本代表の選手である．アイルランド遠征に向けた合宿は，セレクション合宿（2017 年 1 月 31 日〜2 月 2 日，奈良県天理市），強化合宿（2017 年 2 月 14 日〜2 月 17 日，奈良県天理市）そして，直前合宿（3 月 8 日〜3 月 12 日，茨城県龍ケ崎市）の三

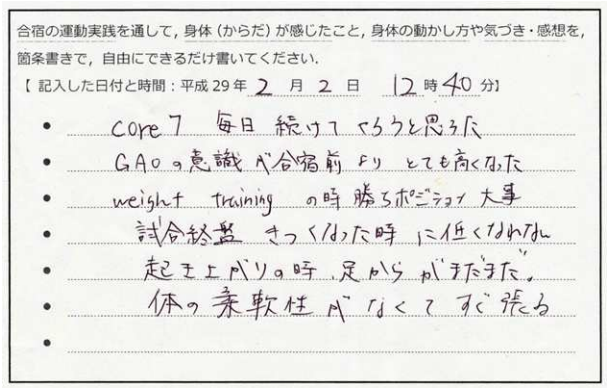
期，計 11 日間にわたり，実施された（図 1 参照）．

本研究では，セレクション合宿に参加した 38 名（フォワード FW は 20 名，バックス BK は 18 名．以下，フォワードは FW，バックスは BK と表記）から，セレクションを通過した 26 名（FW14 名，BK12 名）の内，三期全ての合宿に参加した FW 選手 12 名を対象に分析を行った．FW12 名の基本情報として，性別は男性で，年齢は 12 名全員が 18 歳（2017 年 3 月 12 日時点），平均身長が 179.1cm（s.d.=5.7），平均体重が 99.1kg（s.d.=7.8）であった [25]．

図 1　ラグビー高校日本代表の練習風景

選手に対して，合宿期間中の運動実践を通して，身体が感じたこと，身体の動かし方や気づき・感想を，箇条書きで自由にできる限り，指定の記録用紙に記録するように指示した（図 2 参照）．

選手の言語化を採取するにあたり，箇条書きで記録した理由は次の通りである．本研究は，高校日本代表スタッフの同意のもと，実施したが，研究倫理上，アイルランド遠征に向けて合宿を行う選手に与える記述の負担をできる限り最小限にすることを第一に考慮しなければならない．当初は，研究協力者にとって簡便で，研究者にとっても分析し易い方法である多肢選択法や SD 法などを用いることも視野に入れていたが，限られた選択肢しか表現できないという問題がある．これは，北（2016）が指摘するように，きわめて理論負荷的であり，選手が把握したことを十分に表現することは不可能である [24]．よって，選手の時間的負荷および，理論的負荷を極力少なくするため，箇条書きの自由記述によって，言語化のデータを採取した．


合宿の運動実践を通して，身体（からだ）が感じたこと，身体の動かし方や気づき・感想を，箇条書きで，自由にできるだけ書いてください．

【 記入した日付と時間：平成 29 年 2 月 2 日　12 時 40 分】

- core 7　毎日 続けて やろうと思った
- GAO の意識が 合宿前 より とても高くなった
- weight training の時 勝ちポジション 大事
- 試合終盤 きつくなった時 に低くなれない
- 起き上がりの時，足からがんばった．
- 体の柔軟性が なくて すぐ張る
-

図 2　高校日本代表選手が記述した言語化の例

3.2.2　分析対象とする集団語

FW 選手 12 名が記述した言語化のうち，集団語は，17 種類確認された．本研究では出現回数の多かった動作に関する集団語「走る準備（SAT，GAO）」，「起き上がり（FOG）」，「集まり（FEET，RELOAD）」「ディフェンス（TAKE SPACE，GACHI）」に注目し，分析を行った．分析対象の集団語が持つ形式知的な意味合いは，以下の通りである．

- 「走る準備」に関する集団語
  - SAT（サット）: 爆発的に前に出る姿勢．低く，早く加速するための準備動作のこと．
  - GAO（ガオ）: 走り出しのための腕振りの準備動作のこと．
- 「起き上がり」に関する集団語
  - FOG（フォグ）: 転んだ状態から，素早く立ち上がること．
- 「集まり」に関する集団語
  - FEET（フィート）: 崩れた状態から，素早く集まること．
  - RELOAD（リロード）: 素早く集まり，再ポジショニングすること．
- 「ディフェンス」に関する集団語
  - TAKE SPACE（テイク・スペース）: ディフェンスの時に，相手の攻撃スペースを奪うこと．
  - GACHI（ガチ）: ディフェンスの時に，インサイドブロックをすること．

残りの集団語に関しては，次の通りである．はじめに，長距離の 1000m 走の練習を意味する「1K」は「長距離走」に，走りのフォームを意味する「勝ちライン」・「C ライン」は「姿勢・フォーム」に，走り方を意味する「アングルチェンジ」・「C ステップ」は「走りの

動作」に，相手に対して，二人でタックルにいく「Wタックル」は「タックルの動作」にそれぞれ分類した．さらに,「親指インサイ」・「ハムキャッチ」・「ブル」・「シャーク」など出現回数が 1 回だった集団語は,「その他の動作」に分類した．

3.3 分析

3.3.1 言語化の分析前の準備

怪我や途中不参加などの選手を除く FW 選手 12 名が記述した言語化は，合計 369 得られた．分かりにくい表現や文法上の誤り，記載が見にくいなどの理由により，内容が分からない場合は，合宿期間中にフォローアップインタビューを実施した．その後，言語化データを日本語教育学を専門とする研究分担者（研究教育実績 25 年）が確認し，日本語の機能語について，誤用を正用に訂正した．

3.3.2 分類（タグ）の方法と結果

言語化の内容から判断し，分類の作業を行った．たとえば,「SAT が少しできた（66）」であれば,「走る準備の動作（集団語）」というタグに分類した（言語化データの内の括弧内の数字は，言語化データにそれぞれ与えた ID 番号）．複数の感覚や表現で構成されている場合，一つの言語化のデータに，複数タグに分類することを許容した．たとえば,「ガオの姿勢を取ることで，腕を使って素早く前に出れた（253）」であれば,「ガオの姿勢を取ることで」に対して「走る準備の動作（集団語）」,「腕を使って」に対して「手・腕の動作」,「素早く」に対して「スピード・加速の体感」,「前に出れた」に対して「スタート・前に出る動作」と，4 つにタグに分類した．

各データに対する分類は，先だって決定したものではなく，データを一つ一つ確認しながら探索的に作りあげた．具体的には，個々のデータに対して，仮のタグをつけ，一通り終了したら，タグの総数を集計し，少ないタグの合体，多いタグの細分化を行うことにより，各タグの分類が分析に適したものになるように調整を図った．

分類の結果，表 1 に示すように，選手が記述した言語化のデータは,「状況」「動作」「意識」「体感」「印象」の 5 つの大分類，44 に小分類された．

表 1　分類（タグ）の一覧

大分類	番号	分類(タグ)	順表現の内容	総数
状況	[1-1]	試合の状況	試合で･試合中	17
	[1-2]	辛い・厳しい状況	疲れた時･キツい時	19
動作	[2-1J]	走る準備の動作（集団語）	した･できた･使った	34
	[2-2J]	起き上がりの動作（集団語）	した･できた･使った	14
	[2-3J]	集まる動作（集団語）	した･できた･使った	9
	[2-4J]	ディフェンスの動作（集団語）	した･できた･使った	18
	[2-5]	スクラム・モールの動作	できた･組めた･もらえた	27
	[2-6]	タックルの動作	できた･伝わった･行けた	7
	[2-7]	ディフェンスの動作	できた･した	11
	[2-8]	身体全体の動作	できた･動いた･良かった	9
	[2-9]	手・腕の動作	振った･使えた･できた	17
	[2-10]	足・腿の動作	上がった･起きれた･動いた	26
	[2-11]	身体部位の動作	使えた･動いた	14
	[2-12]	姿勢・フォームの動作	できた･良かった･低かった	18
	[2-13]	走る動作	できた･走れた･のれた	51
	[2-14]	スタート・前に出る動作	出れた･できた･良かった	35
	[2-15]	起き上がりの動作	起きれた･できた･した	15
	[2-16]	長距離走	長距離･1K	15
	[2-17]	筋力・コア	した･できた･強い	26
	[2-18]	その他の動作	できた･当れた･つかめた	14
意識	[3-1J]	走る準備への意識（集団語）	意識した･できた･高かった	9
	[3-2J]	起き上がりへの意識（集団語）	意識した･できた･高かった	6
	[3-3J]	集まる動作への意識（集団語）	意識した･できた･高かった	4
	[3-4J]	ディフェンス動作への意識（集団語）	意識した･できた･高かった	4
	[3-5]	手・腕への意識	意識した･できた･高かった	15
	[3-6]	足・腿への意識	意識した･できた･高かった	13
	[3-7]	コア・重心への意識	意識した･できた･高かった	4
	[3-8]	姿勢・フォームへの意識	意識した･できた･高かった	19
	[3-9]	走りへの意識	意識した･できた･高かった	7
	[3-10]	スタート・前に出る意識	意識した･できた･高かった	3
	[3-11]	その他の意識	意識した･できた･高かった	9
体感	[4-1]	スピード・加速の体感	速かった･スピードがあった	40
	[4-2]	身体の軽さ・重たさ	軽かった	5
	[4-3]	力の伝わりの体感・安定感	伝わった･のれた･もらえた	6
	[4-4]	運動負荷・筋肉への刺激	効いた･ヤバかった･きつかった	7
	[4-5]	痛み・張り・違和感	痛かった･張った･疲労した	22
印象	[5-1]	目標・希望	したい･やる･する	30
	[5-2]	理解・認識	分かった･良かった･思った	21
	[5-3]	記録タイム	タイムが出た･記録更新した	8
	[5-4]	反省・実力差	しなければならない･悔しかった	14
	[5-5]	満足度・雰囲気	知れた･良かった	7
	[5-6]	声・アピール	声を出せた･アピールできた	5
	[5-7]	体力・スタミナ	体力があった･走り切れた	7
	[5-8]	追い込み・オールアウト	追い込めた･オールアウトできた	12

3.4 プロットグラフ作成

3.4.1 表現方法の区分方法

次に，3.3.2 の操作により分類された言語化のデータを，順表現・逆表現・中間表現の 3 つに分け，日付単位と関連したプロットグラフとして表現した．たとえば,「FOG を意識できた（122）」であれば,「起き上がる動作（集団語）」に分類し，順表現と評価した．「FOG が特に悪かった（47）」であれば,「起き上がる動作（集団語）」の逆表現と評価し，副詞の「特に」の表現を考慮した.「サットをもっと速くしたい（136）」や「スタートの爆発力のために，GAO が重要（265）」など，記述した時点で SAT や GAO ができているかどうかが判断することができない場合は，中間表現とした（図 3 参照）．

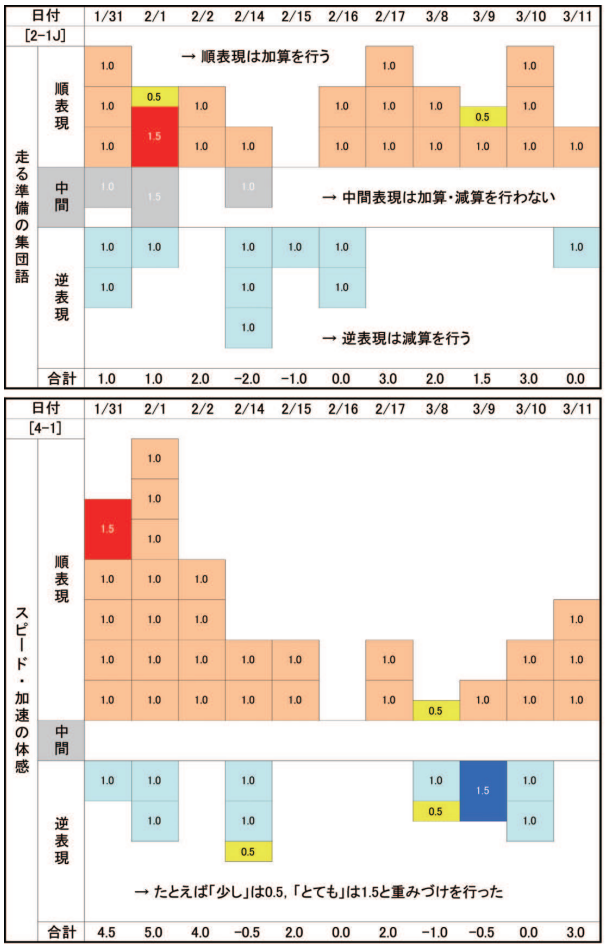


図 3　プロットグラフの定量化の方法

3.4.2　定量化の方法

各表現に対する定量化の方法として，順表現は 1.0 を加算，逆表現は 1.0 を減算した．言語化の中に表現されている「少し」や「とっても」などの副詞に関しては，次のように，重みづけを行った．「SAT が少しできた（66）」であれば，「少し」を考慮して 0.5 を加算した．「SAT を他の練習中でも十分に使えるようになってきた（282）」であれば，「十分に」を考慮して 1.5 を加算した．逆表現も同様に，「チンニングが少し苦手だと思った（230）」であれば，「少し」を考慮して 0.5，「コアがまだ全然なのがわかった（153）」であれば，「まだ全然」を考慮して 1.5 をそれぞれ減算した．中間表現に関しては，加算・減算の対象から除外した．

4.　結果

4.1　熟達に関して

本研究では，合宿期間中に，高校日本代表のスタッフが目標とする水準まで，選手の技能が熟達したことを前提に議論を行う．

はじめに，研究対象が，全国から選抜された高校日本代表の選手であり，さらに，セレクション合宿において，高校日本代表のスタッフの厳正なる審査により，38 名から 26 名へと選抜されている．また，監督をはじめ，FW コーチ，BK コーチ，テクニカルコーチ，スキル・コンディションコーチなどラグビー界の第一線で活躍する指導者がチームに帯同し，ドクター，スポーツトレーナーもスタッフとして加わっている．さらに，世界ランクでもトップレベルのチームが揃うアイルランド遠征で，2 勝 2 敗の戦績を残している（表 2 参照）[25]．加えて，傍証データとして，代表スタッフによる光電管を使った 10m 走の記録タイムは，セレクション合宿と直前合宿のタイムに有意な差（$t(12)=2.76$, $p<.05$）が認められ，記録タイムが上がった．以上の理由から，高校日本代表のスタッフが目標とする水準まで，選手の技能が熟達したと判断した．

表 2　アイルランド遠征の試合結果

試合	日付	会場（アイルランド）	対戦相手	得点	勝敗
第1戦目	3月15日	リムリック	マンスター代表	7 － 17	●
第2戦目	3月19日	ゴールウェイ	U19コノート代表	24 － 10	○
第3戦目	3月22日	ベルファスト	U19アルスター代表	20 － 5	○
第4戦目	3月25日	ダブリン	U19アイルランド代表	31 － 50	●

4.2　言語化の分析結果

分類間の関係性を調べるために，ピアソンの積率相関係数を求めると，図 4 のような結果となった．なお，詳細な相関係数と有意水準に関する結果は，文末の資料に記す．　はじめに，「[2-2J] 起き上がりの動作（集団語）」に関して，「[2-10] 足・腿の動作」と正の有意な相関（$r=.763$, $p<.01$）が見られた．また，「[3-1J] 走る準備の意識（集団語）」に関して，「[2-9] 手・腕の動作」（$r=.786$, $p<.01$）および，「[2-14] スタート・前に出る動作」（$r=.740$, $p<.01$）と正の有意な相関が示された．さらに，「[3-2J] 起き上がりの意識（集団語）」と「[3-3J] 集まる動作への意識（集団語）」との間に正の有意な相関（$r=.827$, $p<.01$）が認められた．一方，集団語と体感に注目すると，「[4-1] スピード・加速の体感」が，「[3-2J] 起き上がりへの意識（集団語）」（$r=-.603$, $p<.05$），「[3-3J] 集まる動作への意識（集団語）」（$r=-.704$, $p<.05$）とそれぞれ 5%水準による負の相関が見られた．

相関係数の絶対値は，全体に大きくなっており，最大のもので，「[2-9] 手・腕の動作」と「[2-14] スタート・

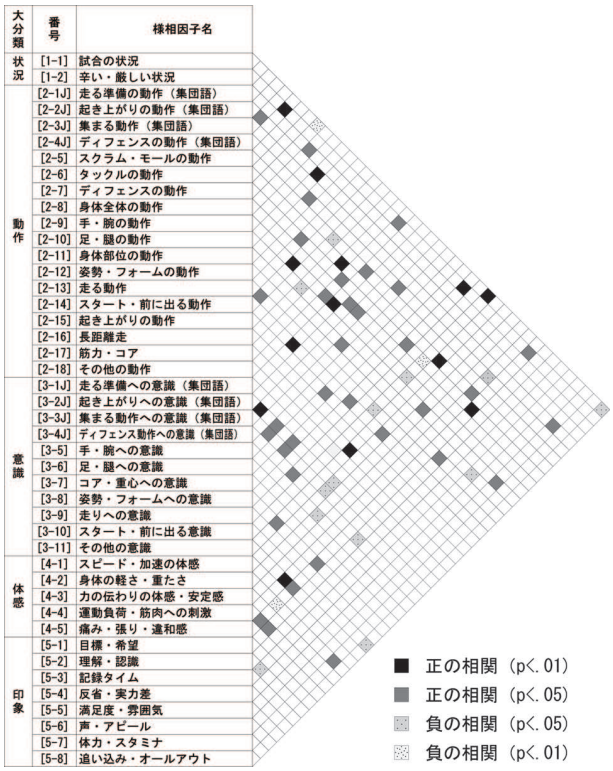


図 4　分類（タグ）の相関係数の塗り分け図

前に出る動作」の 0.94 である．これは，タグ（44 分類）と日付単位（11 日間）で分析したことが影響していると予想されるが，これ以上の細分化は難しい．タグによって，表記数の少ない場合もあることから，疑似相関の可能性を否定できない．よって，選手が記述した言語化の定性的なデータからの確認も必要となる．タグに分類された言語化以外にも，関連する動作や意識が記述された言語化も含め検討した結果，表 3，表 4，表 5 で示されるように，相関分析の結果を支持するデータが確認された．

表 3　「[2-2J] 起き上がりの動作（集団語）」と「[2-10] 足・腿の動作」

ID	選手	期間	日付	言語化	表現	
42	No.3	Ⅱ	2/14	足からFOGが疲れてくるとできなくなる	逆	逆
141	No.9	Ⅰ	2/1	寝て起きる時，足から起きるのができない	順	逆
163	No.9	Ⅲ	3/8	FOGのとき，まだ足から起きれない	逆	逆
168	No.9	Ⅲ	3/9	FOGでは，徐々に足から起きれていると思う	順	順
173	No.10	Ⅰ	2/1	足を意識したら，速く立てた	順	順
200	No.10	Ⅲ	3/9	足から起き上がれるようになった	順	
223	No.12	Ⅰ	2/2	起き上がりの時，足からがまだまだ	逆	逆
338	No.16	Ⅱ	2/14	足から立つことを意識したら，起き上がりやすかった	順	順
343	No.16	Ⅱ	2/16	足から立ち上がる	中	

表 4　「[3-1J] 走る準備の意識（集団語）」と「[2-9] 手・腕の動作」・「[2-14] スタート・前に出る動作」

ID	選手	期間	日付	言語化	表現	
1	No.2	Ⅰ	1/31	手を速く振ったら，スタートも速くなるのを感じた	順	順
29	No.3	Ⅰ	1/31	ガオの手の振り方が大事	中	順
68	No.4	Ⅰ	2/2	ガオからスタートできた．	順	順
74	No.4	Ⅱ	2/15	スタートの瞬間の腕の振りを意識した．	順	順
81	No.4	Ⅱ	2/16	試合を通してガオから出れた	順	順
84	No.4	Ⅱ	2/17	SATからのガオで腕を意識した．	順	順
114	No.7	Ⅱ	2/15	腕をいっぱい振って走ったら，いつもより前にでれた	順	順
123	No.7	Ⅲ	3/10	腕を多く振ったことで，前へ出れるような気がした	順	順
126	No.9	Ⅰ	1/31	SATを意識したら，前へ出やすくなった	順	順
208	No.12	Ⅰ	1/31	SATをしてGAOをすれば素早く前に出れた	順	順
213	No.12	Ⅰ	2/1	TAKE SPACEをする時に，GAOしていないと出にくい	逆	逆
249	No.12	Ⅲ	3/10	SATで前に出れた	順	順
253	No.13	Ⅰ	1/31	ガオの姿勢を取ることで，腕を使って素早く前に出れた	順	順
287	No.14	Ⅰ	2/2	きつい場面でSATを意識して前に出れた	順	順
292	No.14	Ⅱ	2/15	GAOや勝ちラインを意識して， 爆発的に出るのをできるようになってきた	順	順
320	No.15	Ⅲ	3/8	ガオが自然とできてきて，スタートダッシュができた	順	順
327	No.16	Ⅰ	1/31	ガオを意識することで，DFのアップの一歩目が勢い付いた	順	順

表 5　「[3-2J] 起き上がりへの意識（集団語）」と「[3-3J] 集まる動作への意識（集団語）」

ID	選手	期間	日付	言語化	表現	
22	No.2	Ⅲ	3/8	FOG，FEETの練習で，意識が高まった	順	順
87	No.4	Ⅲ	3/8	FOG，FEETが甘かった．	逆	逆
95	No.4	Ⅲ	3/10	試合の中で，FOG，FEETが意識してプレーできた	順	順
244	No.12	Ⅲ	3/8	FOG，FEETができなかった	逆	逆
288	No.14	Ⅰ	2/2	FOGを使って，リロードを速くできた．	順	順
299	No.14	Ⅲ	3/9	FOG，FEETを意識して，練習に取り組むことで， TAKE SPACEの場面で速く出られた	順	順
301	No.14	Ⅲ	3/10	FOG，FEETでSATの意識をすると起き上がりが速くなった．	順	順 順

5.　考察

15 人のメンバーから成り立つラグビー競技は，8 人の FW と，7 人の BK に大別されるが，本研究の対象とする FW の主な役割は，敵陣へ走り込みトライを試みる俊敏な BK にボールを渡すため，敵チームと激しくぶつかり合いながら，ボールを奪い合う役割となる．そのため，転んだ状態や姿勢を崩した状態から，スクラム（両チームの FW 選手がボールを間にして，肩を組み合い，押し合うプレー）や，タックル（相手に組みつき，倒すプレー）を行うなど，相手とぶつかり，倒れては，また素早く起きて，できる限り早く走って集まる運動動作を繰り返すプレーが特徴となる．

はじめに，「[2-2J] 起き上がりの動作（集団語）」に分類される FOG に関して，「[2-10] 足・腿の動作」との正の相関が認められた．FOG は，「Fast Off Ground（地面から素早く立つ）」を意味する．合宿中に高校日本代表のスタッフは，タックルやディフェンスなどによって相手と接触し，姿勢を崩した状態から，より素早く起き上がるために，足から起き上がる動作を指導している．選手の言語化を見ると，「FOG のとき，まだ足から起きれない（163）」，「FOG では，徐々に足から起きれていると思う（168）」「午前，FOG は足から（246）」，「FOG，だいぶできるようになった（250）」

などの言語化が確認された．よって，起き上がりの動作に関する集団語は，指導者の足・腿の動作に関する指導と関連があることが示された．

また，「[3-1J] 走る準備の意識（集団語）」に関して，「[2-9] 手・腕の動作」「[2-14] スタート・前に出る動作」と正の強い相関が示された．一般的に，スプリントで加速を得るために手の動きや振りが重要なポイントとなるが，高校日本代表のスタッフも，走るための準備を行う時に，ラグビー競技に有効な腕の姿勢・振り方を指導している．選手の言語化からも，「SAT をして GAO をすれば素早く前に出れた（208）」「ガオの姿勢を取ることで，腕を使って素早く前に出れた（253）」，「ガオが自然とできてきて，スタートダッシュができた（320）」などの言語化が確認された．よって，走る準備の意識に関する集団語の SAT や GAO は，指導者が指導した手・腕の動作と関連があり，スタート・前に出る動作が行われていることが明らかになった．

次に，「[3-2J] 起き上がりの意識（集団語）」は，「[3-3J] 集まる動作への意識（集団語）」と正の有意な相関が確認された．選手の言語化からも，「FOG，FEET の練習で，意識が高まった（22）」，「試合の中で，FOG，FEET が意識してプレーできた（95）」，「FOG，FEET を意識して，練習に取り組むことで，TAKE SPACE の場面で速く出れた（299）」などの言語化が見られた．「[2-2J] 起き上がりの動作（集団語）」と「[2-3J] 集まる動作（集団語）」も，正の有意な相関が示されていることから，倒れては，起きて走り，集まる動作を繰り返す FW 選手にとって，起き上がりと集まる動作に関する集団語の意識および動作は，互いに強い関係にあることが示された．ただし，FW のプレーは，起き上がりの動作があった後，集まる動作があり，その逆は考えにくい．つまり，両者の関係において，集まる動作が従属的と考えられる．

最後に，集団語と体感の関係性について考察する．起き上がりや集まる動きは，他の選手から遅れないように，集団としての連携が必要とされる．そのため，自身の動きと他の選手との間に生じるズレを，確認しながらプレーしていると予想される．分析結果から，「[3-2J] 起き上がりへの意識（集団語）」および，「[3-3J] 集まる動作への意識（集団語）」が，それぞれ「[4-1] スピード・加速の体感」との間に負の有意な相関が示された．一方，有意な相関がなかったものの，「[2-2J] 起き上がる動作（集団語）」と「[2-3J] 集まる動作（集団語）」は，それぞれ「[4-1] スピード・加速の体感」との正の相関が見られた．この結果から，選手が集団語の動作を行うよりも，集団語を意識して動く方が，選手のスピードや加速の反応が遅れることが示された．

6. まとめと今後の展望

本研究では，ラグビー高校日本代表の FW 選手が運動実践後に記述した言語化について，主に集団語に注目し，相関分析を行った．その結果，起き上がりの動作と走る準備の意識に関する集団語のタグは，過去に指導者から指導された指導内容に影響を受けていることが示され，また，起き上がりの意識と集まる動作への意識に関する集団語に強い相関が明らかとなった．さらに，集団語の内容がチームレベルの場合，体感の認知的過程は，他の選手が影響する可能性が示唆された．

今後の課題は，次の通りである．集団語が，選手の身体意識へとシンボルグラウンディングしていく認知的過程を明らかにするために，時間的変化を考慮した共起分析を行う予定である．また，本研究では FW 選手を対象に分析を行ったが，BK 選手の分析そして，FW 選手と BK 選手との比較も視野に入れている．

謝辞

本研究を遂行するにあたり，第 42 期ラグビー高校日本代表のスタッフおよび，選手の皆さまに多大なるご協力いただきました．ここに，謝意を表するとともに，今後のご活躍を祈念いたします．さらに，京都大学の北雄介先生には，分析手法に際し，多大なるご支援を賜りました．本研究は，JSPS 科研費 16K12986 の採択を受けたものです．

参考文献

[1] 樋口貴広，森岡周，(2008)“ 知覚の顕在性，潜在性と身体運動 ”，三輪書店，pp.17-76.
[2] 生田久美子，北村勝朗，(2014)“ わざ言語 －感覚の共有を通しての「学び」へ ”，慶應義塾大学出版会株式会社，永山貴洋執筆：第三章 スポーツ領域における暗黙知習得過程に対する「わざ言語」の有効性，pp.65-100.
[3] Michael Polanyi，(1966)“THE TACIT DIMENSION”，The University of Chicago Press，pp.3-25.
[4] 日本認知心理学会監修，三浦佳世編，(2010)“ 知覚と感性 ”，北大路書房，安藤花恵執筆：第 9 章 身体知 －習熟と伝承－，pp.213-236.
[5] クルト・マイネル著，金子明友訳，(1981)“ マイネルスポーツ運動学 ”，大修館書店，pp.123-127.
[6] 伊勢只義，塩野目剛亮，渡部信一，(2013)“ 運動学習におけるスーパースロー映像を用いた暗黙知の共有に関する一考察 ～エキスパート競技者と指導者を対象とした先行研究から～ ”，教育情報学研究，第 12 号，pp.13-18.
[7] 柳澤健編，(2006)“ 運動療法学改訂第 2 版 ”，金原出版，谷浩明：第 4 章 運動学習と介入戦略，pp113-121.
[8] 人工知能学会監修，諏訪正樹，堀浩一編著，伊藤毅志，松原仁，阿部明典，大武美保子，松尾豊，藤井晴行，中島秀之共著，(2015)，“ 一人称研究のすすめ 知能研究の新しい潮流 ”，近代科学社，pp.3-44.

[9] John Seely Brown, Allan Collins, Paul Duguid,（1989）“SITUATED COGNITION AND THE CULTURE OF LEARNING ”，University of Illinois，pp.1-21.
[10] James G. Greeno，Joyce Moore,（1993），“Situativity and Symbols : Response to Vera and Simon ”，COGNITIVE SCIENCE 17，pp.49-59.
[11] 諏訪正樹,（2005）“身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化 ”，人工知能学会論文誌，20 巻 5 号，pp.525-532.
[12] 米川明彦,（2000），“ 集団語辞典 ”，東京堂出版.
[13] 小矢野哲夫,（2006），“ 若者語は集団語か ”，日本語学，Vol.25，No.10，pp.14-24.
[14] 渡辺友左,（1982），“隠語の世界 集団語へのいざない ”，南雲堂，pp.11-27.
[15] 生田久美子,（2014），“「わざ」から知る ”，東京大学出版会，pp.93-105.
[16] 認知科学事典（2002），“ 認知科学事典 ”，日本認知科学会，p.431.
[17] 今井むつみ，佐治伸郎，山崎由美子，浅野倫子，渡邊敦司，大槻美佳，松井智子，喜多壮太郎，安西祐一郎，岡田浩之，橋本敬，増田貴彦，“言語と身体性 ”，岩波書店，今井むつみ執筆 : 第 1 章 言語発達と身体への新たな視点，pp.1-34.
[18] W. ゴーマン著，村山久美子訳,（1986），“ ボディ・イメージ ”，誠信書房，pp.1-7.
[19] 北條宏季，磯谷順司，戸本裕太郎，中村剛士，加納政芳，山田晃嗣,（2015），“ オノマトペによる筆記特徴の言語化に関する一考察 ”，人工知能学会論文誌，30 巻 1 号 SP2-J，pp.291-305.
[20] 大山康彦,（2012），“ フェルデンクライス・メソッドによる身体知覚変容に関する一考察 ～身体感覚の言語化についてのテキストマイニング分析～ ”，茨城キリスト教大学紀要 II，社会・自然科学 46 号 自然科学，pp.263-272.
[21] 大矢隆二，伊藤宏，百瀬容美子,（2016），“ 中学生の投動作学習を通した意識の変容 テキストマイニングによる分析 ”，常葉大学教育学部紀要第 36 号，pp.127-137.
[22] 北雄介，門内輝行,（2011），“ 様相因子による都市の様相の分析 都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その 2）”，日本建築学会計画系論文集，第 76 巻，第 661 号，pp.625-634.
[23] 北雄介,（2012），“ 経路歩行実験に基づく都市の様相の分析とモデル化に関する研究 ”，京都大学博士学位論文，pp.3-288.
[24] 北雄介,（2016），“ 都市歩行の研究に基づく「ありのままの認知」の研究方法に関する考察 ”，日本認知科学会第 33 回大会，OS14-4，pp.393-402.
[25] 公益財団法人日本ラグビーフットボール協会,（2017），“ 高校日本代表 ”，https://www.rugby-japan.jp/u18/，アクセス日 : 2017/5/9（UTC）.

資料1：分類（タグ）間の相関分析の結果

相関分析			状況[1]		動作[2]																		意識[3]									
			[1] 試合の状況	[2] 辛い・厳しい状況	[1J] 走る準備の動作（集団語）	[2J] 起き上がりの動作（集団語）	[3J] 集まる動作（集団語）	[4J] ディフェンスの動作（集団語）	[5] スクラム・モールの動作	[6] タックルの動作	[7] ディフェンスの動作	[8] 身体全体の動作	[9] 手・腕の動作	[10] 足・腿の動作	[11] 身体部位の動作	[12] 姿勢・フォームの動作	[13] 走る動作	[14] スタート・前に出る動作	[15] 起き上がりの動作	[16] 長距離走	[17] 筋力・コア	[18] その他の動作	[1J] 走る準備への意識（集団語）	[2J] 起き上がりへの意識（集団語）	[3J] 集まる動作への意識（集団語）	[4J] ディフェンス動作への意識（集団語）	[5] 手・腕への意識	[6] 足・腿への意識	[7] コア・重心への意識	[8] 姿勢・フォームへの意識	[9] 走りへの意識	[10] スタート・前に出る意識
状況[1]	[1]	試合の状況		-.433	.130	.046	-.026	.149	.532	.102	-.827**	.125	-.293	-.006	.065	-.120	-.541	-.264	-.573	-.445	.014	-.564	.084	.012	.054	.535	-.046	-.414	.080	-.347	.172	.763*
	[2]	辛い・厳しい状況			-.006	.046	-.032	-.555	.073	.100	.751**	-.077	.543	-.193	-.294	-.143	.486	.591	.193	.363	.039	.709*	.064	-.058	-.302	-.259	.383	.383	-.267	.847**	.116	-.42
動作[2]	[1J]	走る準備の動作（集団語）				.249	.326	.172	.099	.578	-.035	.723*	.221	.001	.268	.041	-.163	-.006	-.372	-.214	.144	.447	.209	.516	.375	.404	.244	.081	.403	-.024	-.053	-.19
	[2J]	起き上がりの動作（集団語）					639*	.252	.244	.128	.142	-.098	.438	.763**	.273	-.311	.473	.374	-.212	-.517	-.249	.393	.518	-.156	-.228	.462	-.372	.140	.373	.123	.370	-.34
	[3J]	集まる動作（集団語）						.334	.073	.168	.135	-.055	.205	.364	.013	-.078	-.018	.056	-.045	-.167	-.087	.404	.260	-.425	-.301	.333	-.407	.136	.071	-.214	.292	-.30
	[4J]	ディフェンスの動作（集団語）							-.180	-.272	-.303	.100	.219	.227	.605*	-.240	.027	.077	-.270	-.263	-.445	-.112	.362	.051	.232	.730**	-.496	-.397	.156	-.537	.436	-.27
	[5]	スクラム・モールの動作								.285	-.157	-.392	.254	.218	.195	.361	-.208	.377	-.673*	-.093	-.015	-.092	.608*	-.250	-.577	.242	-.364	-.260	-.163	.275	-.083	.42
	[6]	タックルの動作									.184	.289	-.130	.005	-.071	.412	.000	-.109	-.175	-.263	.756**	.183	-.031	.103	.056	-.105	.239	.239	.083	.301	-.190	.05
	[7]	ディフェンスの動作										-.202	.478	-.030	-.034	.083	.682*	.526	.346	.420	.093	.727*	.066	-.144	-.330	-.393	.054	.489	-.284	.679*	-.051	-.748**
	[8]	身体全体の動作											-.144	-.259	-.012	-.381	-.148	-.321	-.148	-.258	.079	.129	-.365	.617*	.667*	.209	.553	.000	.289	-.232	-.138	-.04
	[9]	手・腕の動作												.339	.326	-.148	.532	.935**	-.283	.036	-.490	.680*	.708**	.009	-.265	.365	-.221	-.111	.029	.563	.346	-.620
	[10]	足・腿の動作													.053	-.080	.390	.356	-.251	-.694*	-.267	.041	.559	-.307	-.256	.150	-.538	-.269	.354	.058	.109	-.10
	[11]	身体部位の動作														.046	.145	.245	-.351	.108	-.336	.084	.504	.405	.127	.638*	-.363	.000	.189	-.152	158	-.33
	[12]	姿勢・フォームの動作															-.359	-.118	.069	.325	.537	-.062	.198	-.030	-.136	-.389	-.117	.117	.020	.127	-.346	.16
	[13]	走る動作																.616*	.171	-.167	-.143	.456	.204	-.042	-.114	-.031	-.045	.223	.000	.596	.275	-.687
	[14]	スタート・前に出る動作																	-.352	.018	-.459	.507	.740**	-.184	-.477	.211	-.314	-.210	-.210	.668*	223	-.47
	[15]	起き上がりの動作																		.389	.377	.231	-.508	.093	.313	-.502	.447	.702*	.222	.096	.215	-.34
	[16]	長距離走																			-.012	.270	-.160	.078	-.154	-.310	.139	.417	-.363	.131	-.172	-.24
	[17]	筋力・コア																				-.020	-.388	.130	.265	-.412	.504	.472	.153	.235	-.059	.18
	[18]	その他の動作																					.308	.204	-.014	.069	.244	.548	.212	.570	.267	-.797**
意識[3]	[1J]	走る準備への意識（集団語）																						-.065	-.322	.505	-.527	-.293	.194	.295	.296	-.24
	[2J]	起き上がりへの意識（集団語）																							.827**	.237	.630*	.315	.630*	.026	059	-.18
	[3J]	集まる動作への意識（集団語）																								.188	.642*	.214	.671*	-.242	.230	-.10
	[4J]	ディフェンス動作への意識（集団語）																									-.231	-.231	.281	-.261	.603*	-.10
	[5]	手・腕への意識																										.500	.319	.308	086	.00
	[6]	足・腿への意識																											.319	.308	.171	-.42
	[7]	コア・重心への意識																												-.067	.343	-.14
	[8]	姿勢・フォームへの意識																													133	-.34
	[9]	走りへの意識																														-.32
	[10]	スタート・前に出る意識																														
	[11]	その他の意識																														
体感[4]	[1]	スピード・加速の体感																														
	[2]	身体の軽さ・重たさ																														
	[3]	力の伝わりの体感・安定感																														
	[4]	運動負荷・筋肉への刺激																														
	[5]	痛み・張り・違和感																														
印象[5]	[1]	目標・希望																														
	[2]	理解・認識																														
	[3]	記録タイム																														
	[4]	反省・実力差																														
	[5]	満足度・雰囲気																														
	[6]	声・アピール																														
	[7]	体力・スタミナ																														
	[8]	追い込み・オールアウト																														

*. 相関係数は 5% 水準で有意（両側）です。

**. 相関係数は 1% 水準で有意（両側）です。

集団スポーツを例とした現象の主体と観測者から見た認知過程
Cognitive process from perspectives of subject and observer in group sports

藤井 慶輔†
Keisuke Fujii

†理化学研究所 革新知能統合研究センター
RIKEN Center for Advanced Intelligence Project
keisuke198619@gmail.com

Abstract

Humans can achieve social works to interact with others who cannot be completely understood. In this paper, we will talk about examples of a group sport that is a complex social interaction with a clear context (i.e., rules). The cognitive process is categorized from the perspective of the subject of the phenomenon and the observer. For examples of a sport, the former is related with the player, and the latter is based on an observer such as in the statistics and physics. These two different viewpoints should be regarded as two sides of the same coin. Elucidating the two cognitive process may lead to understand not only sports but also the general cognitive process of humans, including social activities. In this paper, we first introduce the problems based on the two-player competition. Next, in two-group competition, we explain the cognitive process of a player in a sport and that of an observer viewing as a nonlinear dynamical system. Finally, we discussed in the unifying perspective.

Keywords — Social interaction, Dynamical system, Competition, Cooperation

1. はじめに

ヒトは完全に認識することが不可能な他者あるいは外部環境との相互作用を可能にすることにより、社会的あるいは生命的な活動を行える。本稿では、この過程で主体が対象を解釈し、意思決定などを行う認知過程について考えたいが、認知過程はその対象における文脈依存性が高いことが知られているため、一般的な議論を行うことが難しいことが予想される。そこで本稿では、文脈（ルール）が明確で、適度に複雑な社会的相互作用を行う集団スポーツに関して、例を挙げながら話を進める。この社会的相互作用は一般には言語を介したコミュニケーションと表現されるが、身体を伴うスポーツを議論の対象とすることで、言語に限定されない身体相互作用（インタラクション）として扱うことにする。

この認知過程について、議論のためその現象の主体の近くから見た認知過程と遠く離れた観測者から見た認知過程に分けて考える。現象の主体から見た認知過程とは、スポーツで言えば選手の視点に近い立場に基づく（選手本人も含む）。例えば選手が上手になるためにどのように判断して動けばよいか、上手な選手はどのように判断して動いているか（両者はしばしば混同されるが異なる）等に関わる認知過程であり、多様な解釈が可能な自然言語を比較的多く用いて記述される。逆に現象の主体から遠く離れた観測者から見た認知過程については、例えば選手の動きはある統計的法則に従い、あるいはある力学系でモデリングでき、未来の結果が予測できる等と観測者が認知する過程であり、主に意味や文法が明確に規定される形式言語をベースに記述される。ここでは現象の主体である選手の認知過程としばしば大きな乖離がみられる。ここで注意したい点として、前者が（選手の）個別性、後者が（どんな選手にも通ずる）共通性に対応するわけではなく、どちらの視点も個別的・普遍的な議論は可能である。言い換えると、唯一の客観的な視点は存在しないことを前提にして、大別して 2 つの視点から同じ現象を論じてみたいというのが本稿の趣旨である。

この現象の主体と観測者の視点は、認知の主体が異なるため異なる問題と一般には捉えられるかもしれないが、実際は表裏一体の関係である。例えば選手を教える者（コーチや選手自身も含む）の立場であればどうであろうか。コーチは直接的あるいは間接的に選手の立場に立ち（前者）行動を変容させ、結果として選手が良い成績（後者）を生み出すように導くため、現象の主体の近くからと遠くから見た視点の両方が必要である（あるいは別の視点として、個別性と共通性の両方が必要ともいえる）。つまり、認知過程を実世界の文脈で考えた場合、少なくとも 2 つの視点が必要ということになる（他者が多人数、外部環境が複雑であればさらに視点は増える）。特定の選手自身の視点だけに限定すれば、主観（一人称）と客観の問題としても考えられている[1]が、本稿においてはより普遍的に記述する立場から話を進めたい。また、このことはスポーツに限らず、様々な実世界の人間関係や外部環境との

相互作用に当てはまると言える。本稿では集団スポーツを題材に話を進めるが、この現象の主体と観測者から見た認知過程を考えることで、人間関係や社会的活動等を含め、ヒトの複雑な認知過程の理解に近づくと考えられる。

本稿では、まず二者の攻防を題材に、上記の問題が比較的わかりやすく、その問題点を克服した研究[2]に関して紹介する。次に集団スポーツそのものである二集団の攻防において、選手の認知過程を推定した（現象の主体から見た）研究の紹介[3]を行う。さらに、二集団の攻防を非線形力学系として観測者の（主体から遠くから見た）認知過程について紹介し、最後に両者を融合する今後の展望について議論する。

2. 二者の攻防

まず一般的に複雑な現象の説明が、大別すると 2 つの方法[4]で行われることをスポーツの二者の攻防を例にしながら話を進めたい。1 つは環境や状況を限定して得られたデータを解釈する、構成要素的な説明である。例えば相手が必ず右か左に行く状況を設定して（フェイントも含む）、その方向予測の正確さを測定し上手な選手の認知過程を説明する[5]ような方法である。この手法は明らかにしたい要素を正確に絞り込んでいれば有効であるが、二者の攻防ではお互いが相手の動きを予測し自分の動きを実行し続ける必要があり、その組み合わせの数も膨大になることから、この説明に限界があることも明らかである。そこでこの問題点を克服するもう 1 つの説明として、要素を限りなく単純化して生まれてくる複雑な振舞いの「全体」を見て、わかったと考える創発主義的な説明がある。例えば、鬼ごっこ[6]や剣道[7]などの複雑な振舞いを分解せずに、相手との詰め引きや互いに様子を見合う膠着状態を、ばねのように振舞う振動子モデルを用いて表現し、これらが二者の競争から生まれると観測者が認識するような方法である。しかし創発主義的な説明にも、構成要素的な説明ができないという問題点が存在する。例えば、「どの要素がどのように働けば、二者の攻防を制することができるか?」という問題に対して、「複雑な振舞いが創発する」と表現する創発主義的な説明は答えを与えてはくれない。

ここで先ほどの現象の主体と（遠い）観測者の視点を対応付けると、構成要素的な説明では状況を限定する行為は主体の視点であるが、対象をモデル化する行為は非限定的である（主に多様な解釈が可能な自然言語を用いて、様々な説明が実際には行われる）。創発主義的説明はその逆で、実世界に近い非限定的な状況を考える主体から遠い観測者からの視点を持つが、対象のモデル化はその動機からしばしば過剰に簡素にならざるを得ず限定的になる（主に意味や文法が明確に規定される数学のような形式言語で記述される）。1 章の議論と合わせると、上記の 2 つの説明はどちらかが優れているのではなく、お互いの問題点をお互いが補う関係にあり、同時に克服することが必要であると考えられる。現在の自然言語や形式言語で表現できる（もしくはできない）と結論付けることはできないため、状況や表現方法をできるだけ限定せずに、新たな枠組みを作るために最低限のシンプルさを有するモデルを考える必要がある。

そこで我々は 2015 年[2]に、二者の攻防において振動する駆引きの状態から、勝負が決まるまでの過程全体（図 1a）を理解することを目的とした研究を行った。詳細は省くが結論としては、動きたくても動きが遅れてしまう「移動しにくさ」という変数を導入し（図 1b）、相手の移動しやすさを認知して自分の行動を決定するモデルシミュレーションを用いて（図 1b,c）、二者間攻防を制する仕組みを明らかにした。これを現象の主体の視点でみた場合、自分が攻撃者として守備者が同じ運動能力を有していた場合、普通に動いても同じ動きをされると突破できないため、フェイント等を掛けて様子を見つつ、相手（守備者）が移動しにくい状態を見極める（あるいは創り出す）ことによって突破できるようになる、ということをモデルで説明したということになる。一方で主体から離れた観測者の視点で見た場合、1 つの振動子で表現された二者の駆け引きが、上記の局所的なきっかけによって壊れて勝敗が決した、と説明できる。この考察は現象の主体と（遠い）観測者の視点が矛盾なく成立し、お互いの視点を補完することを示している。

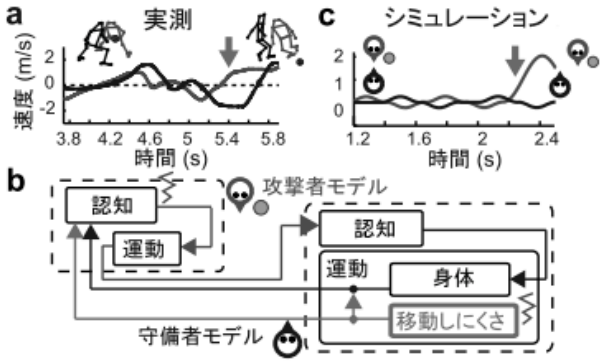


図 1 二者の攻防の実測とモデルシミュレーション

もちろん、この研究では 2 つの視点が矛盾なく成立することを示したのみで、二者の攻防の全てを理解したわけではなく、この研究を土台にして、様々な発展の可能性が考えられる。例えば、二者の認知過程がどのように推移しているのかは、視点をより主体に向けて認知要素をモデルに付加したり、あるいはデータから推定する手法などが有効だと考えられる。またさらに格闘技や人間関係などでは「二者が非対称に攻めながら守る」のは当然であり、枠組みを拡張する必要がある。このように他者や複雑な外部環境とのミニマルな相互作用である二者の攻防に関しても、未だ明らかになっていないことは多い。

3. 現象の主体から見た二集団の攻防

それでは他者の人数が大幅に増える、実際の集団スポーツにおける二集団の攻防において、選手の認知過程はどのように説明されるのであろうか？これまで二集団の攻防においては、特定のシュートやパス等のプレーの得点期待値[8]などを分析する研究や、映像に対する予測・判断等の認知過程の研究[9]などが行われていたが、そこに他者との相互作用は存在せず、状況が限定的なので正解とされる行動も限定的となる。実際の二集団の攻防では、全ての選手が全ての状況を把握することは難しい状況の中で、各選手があるきっかけで適切と思われる行動を取り、結果として柔軟なチームワークが創り出されると考えられるが、そのような認知過程を明らかにした研究は船乗りチーム[10]の記述的な研究を除きこれまで存在しなかった。

そこで我々は 2016 年に、集団スポーツの状況をできるだけ限定せずに、シュートを決める／防ぐために生まれるチームプレーを計測し、(現象の主体から見た)守備者の認知過程について検討した[3]。この研究では、球技の中では人数が少ないバスケットボールを対象に、5 対 5 のゲームにおける選手の位置情報を記録し、守備の移動を妨害する、スクリーンプレーと呼ばれる攻撃選手の動きに着目した。このプレー自体は攻撃と守備が 2 対 1 の単純なチームプレーであるが、これに対する守備の対処として、危機のレベルに応じて柔軟に役割を変化させるチームワークが観察された（図 2)。守備者の視点から説明すると、危機レベルが低い時には本来の役割を遂行するが、危機レベルが高くなると（一時的含め）役割交替し、最も危険な時は守備全体に目を向けてより大きな危機を防ぐ行動を取ったことを定量的に示した。主体から離れた観測者の視点から見ると、この結果は危機のレベルに応じて、適切に役割を切替え・重複させることで対処することが重要であることを示し、この選手の行動から推定された階層的な認知過程は、ヒトにしかみられない再帰的な意図の共有[11]によって行われていたことが推察された。

しかしこの認知過程は個別的である面も含み、一般化して表現するには問題が山積している。例えば主体から離れた観測者の視点から、この認知過程を非明示的にモデル化して再現することや、現象として汎用的に推定できる枠組みを構築する必要がある（個別的なプレーを認識する枠組みは我々を含めいくつか成功している[12, 13])。しかしまずは、二者の攻防の時と同様、新たな枠組みを作るために最低限のシンプルさを有するモデルを考える必要があると考えられる。

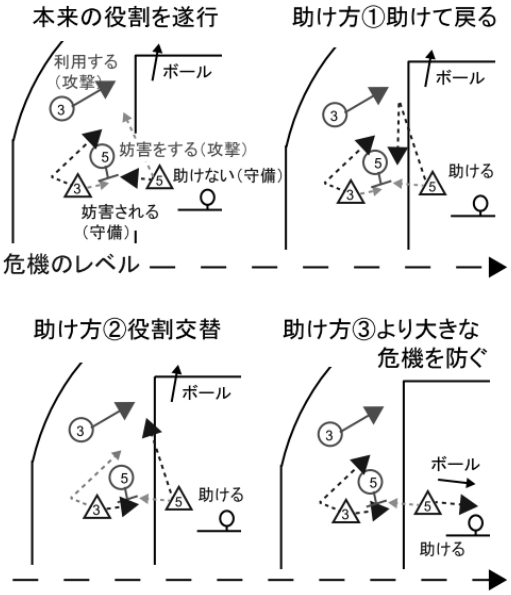


図 2 二集団の攻防（バスケットボール）から観察された、柔軟に役割を変化させる守備のチームワーク

4. 主体と離れた観測者から見た二集団

そこで次に競技者と大きく離れた（主体と離れた観測者の）視点で観測者の認知過程を考えることが必要になる。これまで集団スポーツにおいては、ある仮定（モデルやアイデア）の元に、集団全体の振舞いを記述する研究が幾つか存在した。例えば、各選手を質点とした時のチームの重心位置[14]や、各選手の支配領域[15]を用いて集団の行動を記述する研究が存在する。さらに部分的な集団の状況を限定して、例えばサッカーの 3 対 1 のパス回しにおいて、三者のチームワークがどのように生じるかを、時空間的な対称性の破れから説明した[16]研究がある。しかし実際のゲームで見

られるような、選手間の協力・競争的な相互作用を観測者が（外部から）定量的に認識するためには、より自由度の高い新たなモデルが必要である。

近年では計測技術と機械学習技術の発達により、自然言語処理などで発達した手法を用いて大量のデータから集団スポーツの選手位置データを分類する研究がいくつか見られる[17, 18]。しかしこれらは選手間の時間変化する相互作用を十分に表現したと言えない（機械学習）モデルであり、集団スポーツの最終目的である得点と関連付けることはできず、時間変化する相互作用を反映したモデルが必要とされてきた。

そこで我々は 2016 年に開発したシュートの入りやすさを示す複数の攻撃ー守備者間距離の時系列[3]を用いて、2017 年に非線形ダイナミカルシステムとしての特徴を写像した空間においてシュートの入りやすさ（成功確率）を計算する手法を開発した[19]。詳細は省くが、上記の時系列を用いて、正定値カーネルによる再生核ヒルベルト空間上での動的モード分解[20]を行い、攻撃間の非線形ダイナミカルシステムとしての類似度を表すカーネル[21]を計算する。そのカーネルに基づき各攻撃間の類似度をシュートの成功・失敗の頻度（それぞれ白と黒）とともに 2 次元上に可視化したのが図 3 である。白で示された得点確率の高い領域がいくつか存在することがわかる。シュート自体の確率もあるため、テストデータに対する得点結果の正解率は約 64%とそこまで高いものではなく、手法としての向上の余地も残されている。

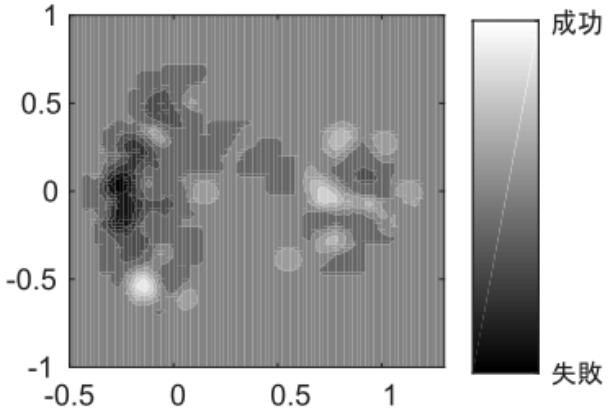


図 3 二集団の攻防の類似度と得点成否の頻度の例

しかし、枠組みとして選手の相互作用の時間発展の特徴からシュートの成否を予測できれば、シュートが入るように戦術を考えるコーチの認知過程を推定するための（少なくとも）第一歩になるのではないかと推察される。今後は（局所的な）選手の認知過程との関連を表現するモデルを構築できれば、現象の主体と観測者の視点を融合した認知過程の理解が進むのではないかと期待できる。

5. おわりに

ヒトの複雑な認知過程を理解する際には、現象の主体の視点と現象から離れた観測者の視点の両方が存在すると考えると、様々な視点が整理しやすい。しかしヒトの複雑な認知過程では、この 2 つの視点をどちらかに固定してしまった場合、本来明らかにしたかった過程が抜け落ちる可能性に注意する必要がある。内部観測[22]という考え方では、このような対象と観測者の関係は不可分であり、認識不可能な外部と接続していく過程・行為と説明される。複雑な認知過程のようにどのような表現が可能か結論付けられない対象を理解するためには、このように視点や状況をできるだけ限定せず、新たな枠組みを作れる最低限のシンプルさを有するモデルを考えていくことが、重要であると思われる。

参考文献

[1]小田伸午, (2002), "コーチングの教師学: 運動科学における 「主観」 と 「客観」(第 3 回日本教師学学会)". 教師学研究: 日本教師学学会誌. Vol.4, pp. 28-43.

[2]Fujii, K., et al., (2015), "Mutual and asynchronous anticipation and action in sports as globally competitive and locally coordinative dynamics". Scientific Reports. Vol.5.

[3]Fujii, K., et al., (2016), "Resilient help to switch and overlap hierarchical subsystems in a small human group". Scientific Reports. Vol.6.

[4]Clark, A. (1998) "Being there: Putting brain, body, and world together again". MIT press.

[5]Fujii, K., et al., (2014), "Anticipation by basketball defenders: An explanation based on the three-dimensional inverted pendulum model". European Journal of Sport Science. Vol.14, No.6 pp. 538-546.

[6]Kijima, A., et al., (2012), "Switching Dynamics in an Interpersonal Competition Brings about

"Deadlock" Synchronization of Players". Plos One. Vol.7, No.11.

[7]Yamamoto, Y., et al., (2013), "Joint Action Syntax in Japanese Martial Arts". Plos One. Vol.8, No.9.

[8]Goldman, M. and J.M. Rao. (2013) "Live by the Three, Die by the Three? The Price of Risk in the NBA". MIT Sloan Sports Analytics Conference.

[9]Williams, A.M. and K. Davids, (1998), "Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer". Research Quarterly for Exercise and Sport. Vol.69, No.2 pp. 111-128.

[10]Hutchins, E. (1995) "Cognition in the Wild". MIT press.

[11]Tomasello, M. and M. Carpenter, (2007), "Shared intentionality". Developmental Science. Vol.10, No.1 pp. 121-125.

[12]藤井慶輔ら. (2017)第 31 回人工知能学会全国大会 "集団スポーツの位置情報データを用いた機械学習による複数人協力プレーの識別", 第 31 回人工知能学会全国大会.

[13]McQueen, A., J. Wiens, and J. Guttag. (2014) "Automatically recognizing on-ball screens". in MIT Sloan Sports Analytics Conference.

[14]Yue, Z., et al., (2008), "Mathematical analysis of a soccer game. Part I: Individual and collective behaviors". Studies in applied mathematics. Vol.121, No.3 pp. 223-243.

[15]Kijima, A., et al., (2014), "Emergence of self-similarity in football dynamics". The European Physical Journal B. Vol.2, No.87 pp. 1-6.

[16]Yokoyama, K. and Y. Yamamoto, (2011), "Three People Can Synchronize as Coupled Oscillators during Sports Activities". Plos Computational Biology. Vol.7, No.10.

[17]Wang, K.-C. and R. Zemel. (2016) "Classifying NBA offensive plays using neural networks". in MIT Sloan Sports Analytics Conference.

[18]Miller, A.C. and L. Bornn. (2017)MIT Sloan Sports Analytics Conference "Possession Sketches: Mapping NBA Strategies", MIT Sloan Sports Analytics Conference

[19]Fujii, K., Y. Inaba, and Y. Kawahara. (2017) "Koopman spectral kernels for comparing complex dynamics: Application on multiagent in sports". in European Conference on Machine Learning and Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases.

[20]Kawahara, Y. (2016) "Dynamic Mode Decomposition with Reproducing Kernels for Koopman Spectral Analysis". Advances in Neural Information Processing Systems.

[21]Vishwanathan, S., A.J. Smola, and R. Vidal, (2007), "Binet-Cauchy kernels on dynamical systems and its application to the analysis of dynamic scenes". International Journal of Computer Vision. Vol.73, No.1 pp. 95-119.

[22]郡司ペギオ幸夫, 松野孝一郎, オットーE レスラー. (1997) "内部観測". 青土社.

住民，行政，学生の全てがウィンウィンとなる 地域創成プロジェクト「ミニ移動大学」
A Regional Revitalization Project “mini Nomadic University” which Fosters Win-Win Relations among Residents, Governments, and Students

國藤　進
Susumu Kunifuji

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

Abstract

This lecture introduces the mini Nomadic University, a four-day workshop with field-work for regional revitalization project. The project fosters win-win relations among students, residents, and government. The outputs of the project are NPO start-ups, community events, and byproduct creations such as JAIST goods. The participation in the project became a trigger for mind innovation.

Keywords — The Nomadic University, The W-shaped Problem Solving, Field Work, Regional Revitalization, Mind Innovation, Field Science

1. 住民，行政，学生のウインウイン関係を目指して

ミニ移動大学〔7,8,9〕は住民，行政のファシリテーション役を大学の学生・教員が担ってウィンウィン関係を構築する地域創成プロジェクトである．北陸先端科学技術大学院大学における 10 年間の試行を経て洗練され，基本的に学生は三泊四日のグループ・ フィールドワークを行い，高齢化社会で様々の課題を抱える各町の地域創生のアイデアを提示していく．その結果，住民，行政，と学生という異質の集団のワークショップから，三者間の相互理解が深まり，多くの地方の町で街おこし企画や地産地消のＮＰＯ[9]が動きだした．驚くべきことに参加した学生から，多くのコミュニティが生まれ，企業としての成功例[9]も続出した．すなわち学生のマインド・ノベーションが促進された．副産物 としてビジネスモデルを考えた大学グッズの商品化[9]も促進された．本小論では，野外科学[1]の立場での地方創成を成功に方法論を詳しく紹介し，ビフォアーとアフターを含む成功までの方法を分かり易く紹介する．

2. 移動大学とＷ型問題解決学

移動大学[2,3]は文化人類学者川喜田二郎（KJ）によって，Ｗ型問題解決学という方法論[1]と発想法ＫＪ法を武器に，「日本列島を教科書に」学んでいこうという壮大な構想の一環として生まれた．著者はその第一回「黒姫移動大学」の参加者である．「黒姫移動大学」には岡部聡，林義樹，岩政隆一，野村俊夫，小橋康章ら多くの人材が日本中から参画した．また移動大学の教科書にすべく，著者は黒姫移動大学Ｂユニット・リーダー牧島信一氏と組み，「問題解決学　KJ 法ワークショップ」[1]を執筆した．この本は 23 版まで出版され，当時ベストセラーとなった．

さて移動大学のモットーは「一, 創造性開発と人間性開放;二，相互研鑽；三，研究即教育・教育即研究；四，頭から手までの全人教育；五，異質の交流；六，生涯教育・生涯研究，七，地平線を開拓する；八，雲と水と」である. 移動大学は20 世紀中に二週間の本格版18回，縮小版 4 回の計 22 回行われたが，1999 年を最後に開催されていない．

もう一つの要点はＷ型問題解決学の進展である．人間の創造的問題解決は個人であれグループであれ，共通のプロセス・モデルが存在するというのが KJ の主張である. 筆者らは多くの移動大学の参加者・主催者の経験から，Ｗ型問題解決のプロセス・モデルを次のように微修正[6]した. ①課題提起ラウンドＲ1，②現状把握ラウンドＲ2，③本質追求ラウンドＲ3，④ネガ・ポジ変換本質追及ラウンドR3.5, ⑤構想計画ラウンドＲ4, ⑥具体策ラウンドＲ5，⑦手順の計画ラウンドＲ6，⑧実施ラウンドＲ7，⑨本質検証ラウンドＲ8，⑩振り返りラウンド Ｒ9 である．特に地域や組織の絡む問題では，R3.5 ラウンドの導入が必要であり，どのようなネガティブな本質もポジティブに表現し直し，元気の出るポジティブな課題解決提案をしていくことが必要である．

3. 「ミニ移動大学」教育のねらい

北陸先端科学技術大学院大学(JAIST: Japan Advanced Institute of Science and Technology)では，移動大学経験者の手弁当の応援を経て，2008 年以降，毎年夏休みに１回，ミニ移動大学[8]を開催しており，既に総計 10 回行った．最近の７回は主として夏休み四日間で行っている．学生の役割は住民と行政をつなぐファシリテータに徹することで，住民が動くための起爆剤となることである．

最初に行政側とのフォーマルな打ち合わせで協力を取り付けることから開始する．地方のある地域の課題の概略を掴むことから始める．関連する資料として町内会史，町内会議事録，人口動態，空き家マップ，特産品等の情報を入手する．ついで住民側の町内会役員会に出席し，住民側視点からの課題提起をしていただく．その際，学生・教員側のやれることを鑑み，課題を絞り込む．

行政および教員側から町内会にフィールドワークの協力依頼の回覧を徹底する．重点調査先は前もってアポインメントを取り，質問用のインタビューメモをとっておく．

四日間の基本スケジュール[7,9]は以下のとおりであるが，フィールドワークの前日にフィールドワークの目的，フィールドワーク注意事項，旅行保険適用範囲，レンタカー使用法，熊よけ鈴使用法の丁寧な説明が必要である．

初日（R１）：それぞれの町の課題を明確化するための予備的フィールドワークの日である．午前中，町内会有志の案内で，それぞれの町内を歩き，ふと気にかかることをメモし，写真をとる．午後に課題提起図解を作る．夕食後，ワークショップⅠ[7]を行う．町内会有志の前でその図解を外の目からみた内容として発表する．住民と学生は徹底的な議論を行うことで，アクティブ・ラーニングのセンスが双方ともに養われる．最後に町内会有志は，住民の視点で何が最重要の課題であるかを評価する．

二日目（R2）：午前中から午後にかけて，院生は本格的なフィールドワークを行う．初日ワークショップの住民の評価に基づき，現状把握のための写真を撮りまくり，インタビューを行う．スマホ等で撮った全ての写真は小型サイズで印刷する．この写真を用い，写真 KJ 法を行う．写真をもとに KJ 法の要領でまとめたのが現状把握図解である．

三日目（R3.5）：現状把握図解を見ながら，参加院生が集中的に地域活性化案を提案する．地域活性化案はアイデアイラスト図[7]として一人 3−5 案提案する．この日は朝から晩まで，3.5 ラウンドの KJ 法に集中する．

四日目（R3.5&R4）：午前中に 3.5 ラウンドのアイデアイラスト図解を完成する．午後は学生と住民とのワークショップⅡ[7]である．このワークショップでは真剣な議論が行われ，課題解決の提案が吟味される．まさに双方ともに真剣に議論する．最終的には，地域再生のための簡易ロードマップを住民に作成していただく．評価と発表はあくまで住民側である．

およそ１－２週間で学生は報告書を作成する．報告書はおよそ一ケ月後，貯内会にフィードバックされる．通常，町内会の集会場に掲示され，ロードマップに従い，実行可能なものから実行宇される．以上がフォロー図式でる．

大学院大学にふさわしい座標軸的教養として，どのような領域の問題にも適用できる創造的問題解決の方法論を，学生はミニ移動大学[8]で学ぶ．その効果も大きく，例えば課題発見力，アイデア生成力，チームワーク力，プレゼンテーション力，ディベート力などのアクティブ・ラーニングで必要とされるスキルを獲得することができる．

4. 「ミニ移動大学」運動の三種の教育効果

４．１ 院生意識改革

参加した院生が CommInnovation や Eureka という学内コミュニティ[9]を創設した．2009 年創設の前者は先輩が新入生を歓迎する「さくら祭り」（四月入学生）や「もみじ祭り」（十月入学生）となり，全学行事となった．後者は留学生の異文化交流サークルとなった．

「ハタブネ・コンサルティング」という院生 4 人からなる猪のジビエ料理の会社[9]が立ち上がり，羽咋市の支援で猪の解体工場を作った．その代表の吉村祐樹は金沢中心部の寺町に，猪の皮を使った財布やバッグ，および猪の爪を利用したキーホルダーの店を 2016 年 9 月に開店した．地元のしいのき迎賓館の「ジャルダンポール・ポキューズ」では，能登シシなどの能登の食材を使ったフルコースのフランス料理を提供している．

図１　能登しし

図２　イノシシ・レザーの加工品

４．２　住民意識改革

能美市泉台町ではNPO「えんがわ」（中川八郎代表）が立ち上がり，地産地消のスーパーを展開している．志賀町西浦地区の住民はNPOを作り，「秋の収穫祭」を行った．

能美市の粟生町や大成町といった問題意識の高い町内会役員のいる町では，最後のワークショップⅡで決めた実行計画表に基づき，いくつかの活性化プランを実行した．これはこの計画の評価主体が住民だったからである．

町内会と JAIST の協働作業も動いた．例えば辰口図書館「合格図書館」への JAIST 院生の学習支援協力が継続しているほか，灯台笹・岩本町の「竹の子祭り」への応援，両町の JAIST 向け「収穫祭」が開催された．

４．３　副産物の創造

2015 年度は宮竹町宮本酒造と協力し，宮本酒造の純米吟醸「夢醸」をベースに，JAIST 初の公認グッズである純米吟醸「先端」[9]を院生の原田　祥がラベル製作した．ラベルのネーミング，商標登録，デザイン，PR 戦略等で工夫し，JAIST のもつ「デザインの力」でどれだけ売り上げが伸びるかを模索している．「先端」は「地酒で乾杯！」の風土に合い，フルーティでおいしいと各種エベントでふるまわれ，好評・販売中である．

2016 年度は寺井町の和菓子屋「日本堂」髙田敦司社長の協力で，世界初の「もちもちカステラ」[9]を創作してもらった．このカステラは“日持ちすること，地元の特産品であるユズを使うこと，西洋の知と東洋の知の融合，ハラル対応，世界初の創作和菓子”という我々の提案するコンセプトのもと，髙田社長の熱意で製造された世界初の「もちもち感，しっとり感」のある創作カステラである．多くの女性陣の三回の試食に伴う，評価のフィードバックを経て改善・完成した．「ミニ移動大学 2016」終了後，院生の岡田侑里のラベル提案を参考に，プロのデザイナーが商品のパッケージを完成した．このカステラのパッケージには JAISweeTs というロゴが記載されている．

2017 年度は地元の要望を受け，筆者の住んでいる鶴来地区でミニ移動大学を開催することにした．その結果．白山市と JAIST で包括連携協定を 2017 年 7 月 4 日に結んだ．鶴来地区大国町の和菓子店「ひろの」の協力で，地元の特産品「こうじ」を使った JAISweeTs 第二号を探索中である．JAIST 院生がこの創作和菓子の包装や箱のデザインをする予定である．

5.　フィールドワークがウインウイン関係を創出する

アメリカのイノベーションファーム IDEO からスタンフォード大学に流れたデザイン思考[5]は，実は日本の自動車産業の方法論であるW型問題解決学を学んで方法論化[6]したものである．我が国の大学・大学院教育のベクトルがシフトしつつある．一つは知識のみならずスキルも教えるアクティブ・ラーニングの導入である．「ミニ移動大学」は最初の 7 年間は筆者の「副テーマ」として行った．この３年間は希望者も多くなり，JAIST の夏休み「集中講義」として行った．

フィールドワークを伴う 2 週間の「移動大学」教育を，3 泊 4 日の集中講義「ミニ移動大学」教育で，住民，行政，学生の全てがウインウインのもたらす地域創成プロジェクトの方法論を模索してきた．その結果，ビフォアー段階での行政，住民への十分な根回しとアフター段階での住民，行政への手厚いフォローアップがあれば，確実に行政，住民および学生の意識改革を起こせることを実証してきた．4 日間のフィールドワーク実践

図３　純米吟醸「先端」

図４　三種の創作和菓子

時に，経験豊かな「移動大学」，「ミニ移動大学」のOB,OGからなる応援団と複数名のTAからなるチームのアドバイスが学生の「野生の精神」を復活さすことも分かった．

社会人になった際に配属先のフィールドで遭遇する問題は，特定の専門分野の知識とスキルのみで解決できる問題は極めて少ない．問題の派生しているフィールドをじっくり観察し，そこから関連地域・組織を活性化するアイデアをスケッチで提案するやりかたが有効である．W型問題解決学の本質を四日間で経験させる「ミニ移動大学」参加は社会人になった際に役立つリベラルアーツを体感できる最高の教育機会である．

要約すると，ミニ移動大学参画で学生のみならず住民の意識改革が促進された．学生がフィールドに行き，観察する中で本当の課題解決の経験を積むことが重要である．深い知識とたくましいスキルを獲得することが，社会人になっても有用な究極のアクティブ・ラーニング教育である．

参考文献

[1] 川喜田二郎・牧島信一著, (1970) 問題解決学　ＫＪ法ワークブック，講談社.
[2] 川喜田二郎編著 (1971) 雲と水と　移動大学奮戦記，講談社.
[3] 川喜田二郎編著 (1971) 移動大学，鹿島研究所出版会.
[4] ハワード・ガードナー (2001) MI: 個性を生かす多重知能の理論，新曜社.
[5] トム・ケリー (2002) 発想する会社，早川書房.
[6] 國藤　進 (2015) 創造思考とデザイン思考の統合としてのアクティブ・ラーニング，“情報教育セミナー2015”，ニッショーホール.
[7] 山浦晴男 (2015) 地域再生入門―寄りあいワークショップの力，ちくま新書.
[8] 川喜田二郎記念編集委員会編 (2016) 融然の探検，清水弘文堂書房，Kindle(Amazon).
[9] 國藤　進，山浦晴男，三村　修，白肌邦生，由井薗隆也 (2016) ミニ移動大学　三つの効能，日本創造学会第 38 回研究大会論文集，pp.22-25.

共助マップ共創システムによる高齢住民の共助意識の啓発支援：石川県河北郡内灘町高齢者コミュニティ鶴親会における事例

Support to Enlighten Senior Citizens' Consciousness of Mutual Assistance by a Cooperative Map Co-Creation System: A case study of an Elderly Community "Kakushinkai" in Ishikawa Prefecture

田中 孝治[†]，尹 明睿[†]，堀 雅洋[‡]，浜崎 優子[§]，殿山 範子[¶]，池田 満[†]
Koji Tanaka, Mingrui Yin, Masahiro Hori, Yuko Hamazaki, Noriko Tonoyama, Mitsuru Ikeda
[†]北陸先端科学技術大学院大学，[‡]関西大学，[§]仏教大学，[¶]金沢医科大学（現 純真学園大学）
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Kansai University, Bukkyo University, Kanazawa Medical University
kjtanaka@jaist.ac.jp

Abstract
In Japan where the society is becoming super aging, senior citizens are required to play both roles of support-sending and support-receiving. In Japan that is entering a super aging society, senior citizens are required to play both roles of support-sending and support-receiving. In this study, we develop a cooperative map co-creation system for senior citizens. The system is highly compatible with the current activities of mutual assistance in an elderly community. We aim to support to enlighten senior citizens' consciousness of mutual assistance by introducing and conducting the system in the elderly community. In this paper, we will examine what kinds of mutual assistance consciousness are clarified by change the medium of map from paper to electronic one.
Keywords — Senior Citizen, Mutual Assistance, Cooperative Map

1. はじめに

超高齢化社会を迎える日本において，高齢者が安心して定住地で生活できる継続的な仕組み作りが求められており[1]，安全・安心なまちづくりには共助意識の啓発と醸成が不可欠である[2]．そのため高齢住民は，サポート受容者であると同時に，サポート提供者としての役割を担うことを求められる．そのため，共助コミュニティがその役割を担うためには，高齢者一人一人が地域に開かれた共助活動を意識する必要がある．石川県内灘町の高齢者コミュニティ（鶴親会）では，週１回，公民館で健康維持・住民交流を目的とした体操を行っている．鶴親会では，体操の休憩時間を用いて，毎月１回，住民同士が見守りを行うために，各世帯の居住人数に応じて地図上の世帯を色分けする共助マップ作りをペンと紙の地図を用いて行ってきた．

本研究では，現行の活動と親和性の高い高齢者共助マップ共創システム（共創システム）[3]を開発し，鶴親会に導入・運用することで，高齢者の共助意識の啓発支援を目指している．本稿では，現行の紙地図（共助マップ）から電子機器（共創システム）への媒体の変化が，参加者のどのような共助意識を明確化したのかについて検討を加える．

2. 鶴親会のコミュニティ活動

鶴親会は草の根的に生まれた高齢者コミュニティであり，コミュニティ参加者自身らで運営している．鶴親会のコミュニティ活動は，上述の通り，主に，体操活動やお楽しみ会といった健康維持活動，および，地域高齢住民の見守りや共助マップづくりといった地域共助活動の二つから構成されている．健康維持活動では，意識は自己内もしくはコミュニティ内に向けられる（自分たちに閉じている）（図 1）．一方，地域共助活動では，意識はコミュニティ外に向けられる（地域に開かれる）（図 1）．この意識の向きの違いは意識のし易さにも影響しており，コミュニティメンバーが必ずしも地域共助活動に意識を向けている訳ではない．Levasseur ら[4]は，先行研究のレビューに基づいて，高齢者の社会活動を五つに分類しており，その中で，レクレーション活動などの共通の目的のために他者と共同する活動，と，サポート提供やボランティア活動などの個人や集団を助ける活動を区分している．この境界には，サポー

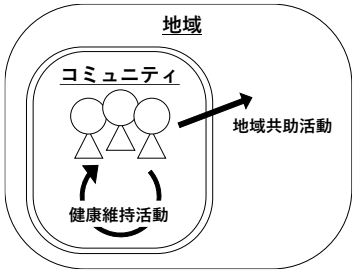
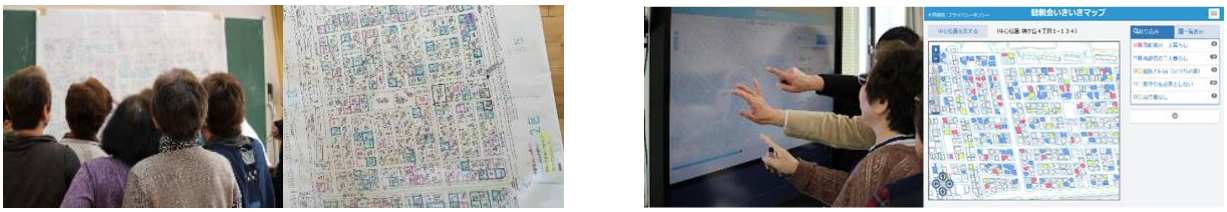


図１ コミュニティにおける健康維持活動と地域共助活動に対する意識の向き



(a) 共助マップ（紙媒体） (b) 共助システム（電子媒体）

図 2 地域共助活動

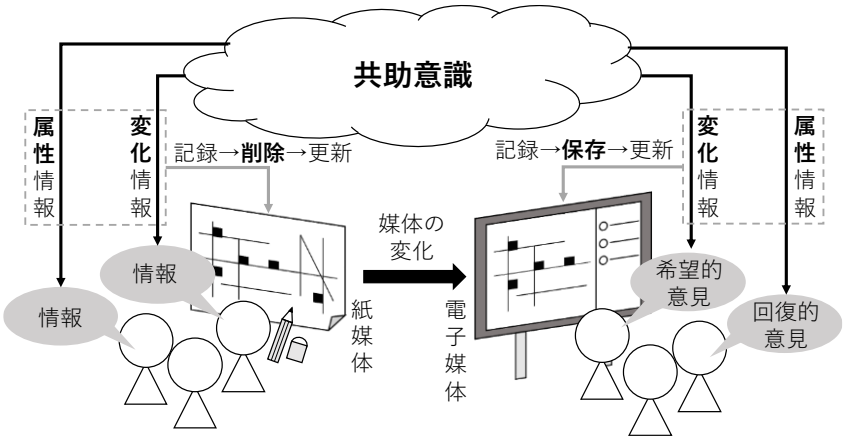


図 3 媒体の変化に伴う意見の誘発

ト提供者としての役割を担う利他的な活動であるか否かの違いがある．高齢者のボランティア活動への参加や利他的な行動がウェルビーイングの向上に繋がることは，多くの研究において報告されている[5] [6] [7]ことから，鶴親会においても，参加者は健康維持活動へ意識を向ける（タスク指向）だけでなく，地域共助活動に意識を向けること（共助指向）が期待されている．

鶴親会の共創マップ作りでは，模造紙サイズに拡大した紙の住宅地図を可動式の黒板に貼り出し，各世帯の居住人数（「高齢者一人暮らし」「親族と同居」）に応じて，地図上の世帯をマーカーで色分けする（図 2 (a)）．このとき，色分けだけではなく，「ここのおばあちゃんは，この前，施設に入所したよ」「ここのお年寄り日中一人暮らしだね」「ここはもう空き地じゃないよ」などの近隣の状況を確認し合い，必要に応じてペンを用いて地図上に記述する活動を行っている．記述した情報に更新があれば，消しゴムや二重線を引いて削除し，新たな情報を加筆している．

3. 共助マップ共創システム

鶴親会に導入した共創システムは，Web サイトとして実装された地図アプリである．鶴親会では，公民館に設置された 60 インチのタッチパネル・ディスプレイを用いて共創システムを利用している（図 2 (b)）．本システムでは，住宅地図上に表示された世帯区画をタップすることで，見守り区分（高齢者一人暮らし，高齢者二人暮らし，親族と同居（見守り必要），見守りを必要としない，居住者なし）などの共助に必要な情報を入力することができ，入力された見守り区分は住宅地図上の世帯区画で色分けして表示される．また，住宅地図には拡大縮小機能が実装されており，世帯区画の個別性と一覧性を担保している．入力した情報は日時と共に保存され，新たな情報に更新されたとしても，履歴としてシステムに保存されているため，日付を遡ってアクセス可能である．

なお，本システムは，Web アプリケーションであるが，セキュリティ管理によって，公民館での鶴親会参加者による使用のみに制限している．

4. 媒体の変化に伴う意見の誘発

本研究では，紙の地図から電子機器への媒体の変化が，住民からの現状の地図作りに近づけたいといった回復的意見と ICT ならこんなこともできそうといった希望的意見を誘発すると考えている（図 3）．高齢者が人工物への怖がりを感じることが知られている[8]が，一方で期待も感じていることが約 1 年間の運用（2016

年4月～）を通して確認できている．IT弱者の参加者（高齢者をIT弱者と一括りにするには注意が必要）にとっては，実現可能性に抑制されずに要望を挙げることができることから，「今まではできなかったけど，もしかしたら自分の思いが実現できるかもしれない」といった参加者の抱いていた共助への思いが現れることが期待できる．

本研究では，導入前ユーザーデザインレビューおよびシステムを運用してきた期間においてのヒアリング（現段階）とフォーカスグループ（予定）によって参加者から意見・要望を収集し，表出された意見がどのような共助の行為に結びついているかの調査を実施する（現時点ではヒアリングで表出された意見に解釈を加えた段階であり，今後，フォーカスグループによる調査を計画している）．

5. 調査

5.1. 意見収集

これまでのヒアリングによって，文字の大きさ，入力位置の低さ，文字削除ボタンの認識のしにくさといったユーザビリティ改善に関する意見，会員区別，性別，道路・公園への情報入力といったシステム改善に関する意見，退会者，死別，施設への入居といった共助意識に関する意見，ツバメの巣の調査への利用，公民館利用の活性化といったコミュニティ活動に関する意見が収集された．

共助の行為の際には，サポート受容者の「属性」と「変化」の情報が必要である．属性の情報とは，性別や会員区別といった時間経過が共助に関与しない情報である．変化の情報とは，死別，施設への入居といった時間経過が共助に関与する情報である．変化の情報は，サポート受容者にいつ何が起こったのかという経験に関する情報ともいえ，「配偶者が施設に入居して間もないから，今は，寂しい状態であろう」といった経験（変化）に起因したサポート受容者の状態を推測することに役立てることができる．

紙媒体利用時には，属性に関する情報は明示化されていたが，死別の情報といった変化の情報は，すべてを一枚の紙地図に表現しようとすると煩雑になってしまって情報の一覧性が損なわれるため，地図上には表現せず住民の記憶に依存していた．電子媒体を利用することによって，属性の情報に加えて，変化の情報の提示が可能になり，参加者からコミュニティの変化に対する意見が表出された．コミュニティの変化を共助に反映することで，サポート受容者の気持ちに寄り添った共助が可能になる．サポート受容者に対する変化の情報が共助に必要な情報として明示的に認識されることによって共助意識を高める一助になることが期待できる．

5.2. 表出された意見の解釈

5.2.1. 変化の情報

配偶者との死別の情報については，死別による残された人の思い（メンタルの状態，孤独感，生活上の不都合）を汲み取った支援を行うための意見と解釈することができる．高齢者の死別については，悲嘆，社会的引きこもり，環境や家族形態の変化への注意が必要である[9]．その中で，悲嘆については，悲嘆の長期継続，命日など個人を思い出す出来事による悲嘆の一時的再燃への配慮が必要である[10]．そのため，残された人の思いを汲み取るためには，いつ（時期）の情報が重要であり，配偶者との死別の情報は，共創システムにおいて，変化の情報として扱われることが期待できる．このとき，コミュニティ（鶴親会）との繋がりが保たれているため，変化の情報としての利用とインタラクションを通じて，思いを汲み取った共助行為が可能である．

また，退会者については，コミュニティ（鶴親会）との繋がりが希薄になる．年齢を重ねるほどサポート提供能力が低下することから，ある時点で受領者への役割転換が起こる[11]ことは，コミュニティ参加者の誰もが予測可能である．退会者の情報については，「サポート提供者（共助者）としての役割を果たすことができない旧参加者からは，サポート提供を求めずに，支援を継続したい」といったコミュニティに閉じない（地域に開かれた）共助意識の表れと解釈することができる．

5.2.2. 属性の情報

男女の区別については，例えば，「力が必要なサポートだから男性のAさんに頼もう」といったサポート提供者視点に立った共助意識や「サポート受容者Bさんは女性だから女性のCさんに頼もう」といったサポート受容者視点に立った共助意識の現れと解釈することができる．サポートは，交換される資源内容により，大きくは，情緒的サポートと手段的サポートの二つに区分される[12]．情緒的サポートとは，共感，安心，行為，尊敬などを示す行為であり，手段的サポートとは，サービスや実体的な援助を提供する行為である[12]．こうしたサポートの性質に合わせて，誰に（助けられる対象）に，誰が（助ける主体）が，何をするのか（共助の行為）を考えることで，適材適所を考慮した柔軟な共助

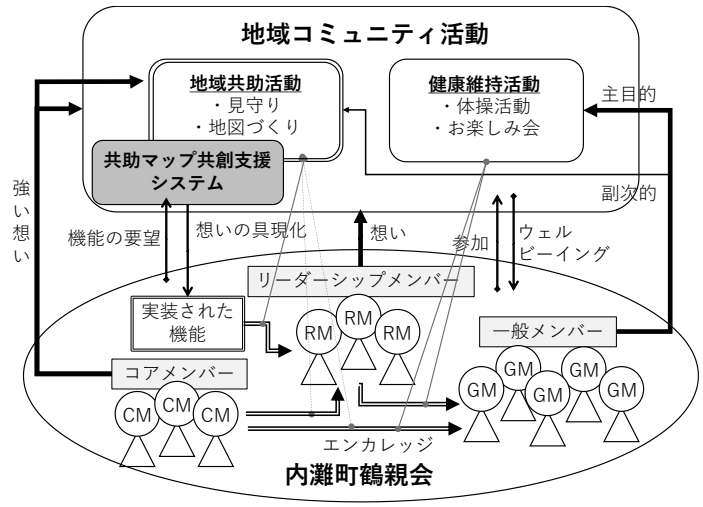


図 4　地域コミュニティ活動と共助意識の啓発についての仮説モデル

が可能になる．また，会員区別については，「会員でない高齢者住民の見守りができる」といったコミュニティに閉じない地域に開かれた共助意識の表れと解釈することができる．

5.　おわりに

本稿では，ヒアリングで表出された意見に解釈を加えた．コミュニティ参加者の意見の背後にある共助へ想いと筆者らの解釈には，幾分かの齟齬があることが想定できる．健康維持活動に対してのみに意識を向けている参加者は，地域共助活動に対する意識は低く，変化の情報として扱う方が好ましい情報を属性の情報として扱ってしまう恐れがある．参加者の意識を健康維持活動だけでなく地域共助活動にも向くようになることを促す環境づくりを支援することが今後の課題である．

高齢者による地域共助活動のための地図づくりでは，地域住民の主体的な参加と，地図づくりの意義の共有・合意が必要である[13]．地域共助活動における地図づくりは，完成度の高い（情報の網羅性の高い）地図づくりが目的ではなく，地図づくりを介してコミュニティ参加者の共助意識が啓発されることを目的とした活動であることが望まれる．そのため，鶴親会における共創システムのユーザ評価[14]と同時に，共創システムを介した共助意識の形成プロセスについて検討していくことが必要である．

筆者らは，共助意識形成プロセスの検討にフォーカスグループによる調査を計画している．調査を実施するに当たりコミュニティのメンバーを三つに区分する．地域共助活動の運営メンバーである共助指向のコアメンバー，健康維持活動の運営メンバーであるタスク指向のリーダーシップメンバー，健康維持活動のみの参加メンバーであるタスク指向の一般メンバーである．筆者らは，コアメンバーが他のメンバーの共助意識を啓発する環境として，共創システムが利用されていることを想定している（図 4）．生体の認知プロセスは常に外的世界と相互作用している[15]．コアメンバーが持つ地域共助活動に対する強い想いが，共創システムの機能実装として具現化され，共創システムを介して，他のメンバーの共助意識の形成が促されるプロセスを捉えることが今後の課題である．

参考文献

[1] 岩原 昭彦・内海 みよ子・水主 千鶴子・上松 右二・有田 幹雄 (2010) “大学生による介入が高齢者の生きがいの向上に及ぼす効果”，人間環境学研究, Vol. 8, No. 1, pp. 89-95.

[2] 西野 達也・桑木 真嗣 (2009) “ 高齢者通所施設利用者の生活からみたある地縁型地域における地域住民らによる共助のみられる共在の場に関する事例考察”,日本建築学会計画系論文集, Vol. 74, No. 642, pp. 1707-1715.

[3] 井手 優太・田中 孝治・堀 雅洋・浜崎 優子・殿山 範子・池田 満 (2016) “高齢者共助マップ共創システムのユーザーデザインレビューの分析”，第 41 回教育システム情報学会全国大会講演論文集，pp. 321-322.

[4] Levasseur, M., Richard, L., Gauvin, L., & Raymond, É. (2010) “Inventory and analysis of definitions of social participation found in the aging literature: Proposed taxonomy of social activities”, Social science & medicine, Vol. 71, No. 12, pp. 2141-2149.

[5] Okamoto, K., & Tanaka, Y. (2004) “Subjective usefulness and 6-year mortality risks among elderly persons in Japan”, The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, Vol. 59, No. 5, pp. 246-249.

[6] Gruenewald, T. L., Karlamangla, A. S., Greendale, G.

A., Singer, B. H., & Seeman, T. E. (2007) “Feelings of usefulness to others, disability, and mortality in older adults: The MacArthur study of successful aging”, The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, Vol. 62, No. 1, pp. 28-37.

[7] An, J. S., & Cooney, T. M. (2006) “Psychological well-being in mid to late life: The role of generativity development and parent–child relationships across the lifespan”, International Journal of Behavioral Development, Vol. 30, No. 5, pp. 410-421.

[8] 田中 伸之輔・原田 悦子 (2017) “高齢者が人工物利用時に示す「怖がり」: 実験室およびコミュニティ活動場面における人ー人工物間相互作用分析”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 19, No. 1, pp. 1-12.

[9] 平井 啓 (2016a) “死別”, 佐藤 眞一・権藤 泰之 (編) よくわかる高齢者心理学第 16 章, 社会４死と死別, ミネルヴァ書房, 京都, pp.160-161.

[10] 平井 啓 (2016b) “悲嘆と悲嘆からの回復”, 佐藤 眞一・権藤 泰之 (編) よくわかる高齢者心理学第 16 章, 社会４死と死別, ミネルヴァ書房, 京都, pp. 162-163.

[11] Morgan, D. L., Schuster, T. L., & Butler, E. W. (1991) “Role reversals in the exchange of social support”, Journal of Gerontology, Vol. 46, No .5, S278-S287.

[12] 小林 江里香 (2008) “高齢期の社会関係”, 権藤 恭之 (編) 高齢者心理学第９章. 朝倉書店　東京, pp. 151-169.

[13] 佐藤 美由紀・山田 薫・吉田 明弘・吉田 郭子・小野寺 さやか・ 河端 麻実・藤田 喜枝子・斎藤 恭平・芳賀 博 (2009) “住民主体の 「高齢者ささえあい地図」 づくりをとおした地域のエンパワメントとその支援”, 保健師ジャーナル, Vol. 65, No. 3, pp. 224-232.

[14] 久山 勝生・南 和輝・井手 優太・尹 明睿・田中 孝治・堀 雅洋・池田 満 (2016) “高齢者の健康自立を支えるコミュニティ形成のための共助マップシステムのユーザ評価”, 2016 冬季ＨＣＤ研究発表会予稿集, pp. 24-27.

[15] 原田 悦子 (2017, June) “認知研究のアイデンティティ: 認知心理学と認知科学の交流にむけて” 日本認知心理学会第 15 回大会ワークショップ, 東京

高齢者が人工物利用時に示す「怖がり」: 怖がり表出の人工物間比較
Older adults' *Timidness* to use new artifacts: Comparison with four artifacts' usability test data.

田中 伸之輔[†], 原田 悦子[‡]
Shinnosuke Tanaka, & Etsuko T. Harada
[†]筑波大学大学院人間総合科学研究科, [‡]筑波大学人間系
{Graduate School of Comprehensive Human Sciences, Faculty of Human Sciences}, University of Tsukuba
s1430365@u.tsukuba.ac.jp

Abstract
Although difficulties of older adults to use new artifacts have been attributed mainly to cognitive aging and/or perceptual- and physical aging in previous studies, there looks like emotional and/or motivational aspects of aging, too. Here, we focused on "timidness to use", which are observed in older adults' behaviors, inhibiting and/or interfering to using an artifact. In previous studies we analyzed usability test data of a copy machine (Figure1a; Tanaka & Harada, 2015), and a coffee maker (Figure1b; Tanaka & Harada, 2017). Older adults showed timid behaviors with those two artifacts, but troubles to use triggered by those timid behaviors have been observed only with copy machine. These results implied a hypothesis that timid behaviors were differently triggered by characteristics of artifacts. In this study, we added new two artifacts, a fruits cutter (Figure1c) and a stick mixer (Figure1d) that had the risk to injury, and executed a usability test experiment to perform the same analysis of previous studies. Results showed that few participants showed timid behavior in fruits cutter & stick mixer data, and it is implied that physical risks or simple automaticity may not be sources of timid behaviors.

Keywords — timidness to use new artifacts, older adults, human-artifact interaction

1. はじめに

高齢者が人工物（特に情報機器）を利用する際, 利用困難が発生するのはなぜだろうか. 従来, 知覚, 身体的側面 (Fisk et al., 2009/2013), 認知的側面 (熊田・須藤・日比, 2009; 原田・赤津, 2003) の加齢変化が利用困難に結びついていると指摘されてきた. 原田 (2009) はそれらの要素に「知識表象・メンタルモデルの差異」,「態度・メタ認知等の差異」を加え, 4 つの要因（層）が相互に影響しあいながら,「使いづらい現象を生み出す」ことを指摘した. しかし, 従来の研究では, 感情・動機づけの加齢変化が人 - 人工物間相互作用に与える影響やメカニズムについて検討が不足している.

田中・原田 (2015) は, 人工物（オフィス用複合機（図 1a)）の利用場面を, 高齢者ー若年者間で比較する実験室実験を行い, 高齢者において怖がり（「人工物利用の失敗を怖れる発話」,「操作をためらい, 手をひっこめる行動」,「必要以上に情報を確認

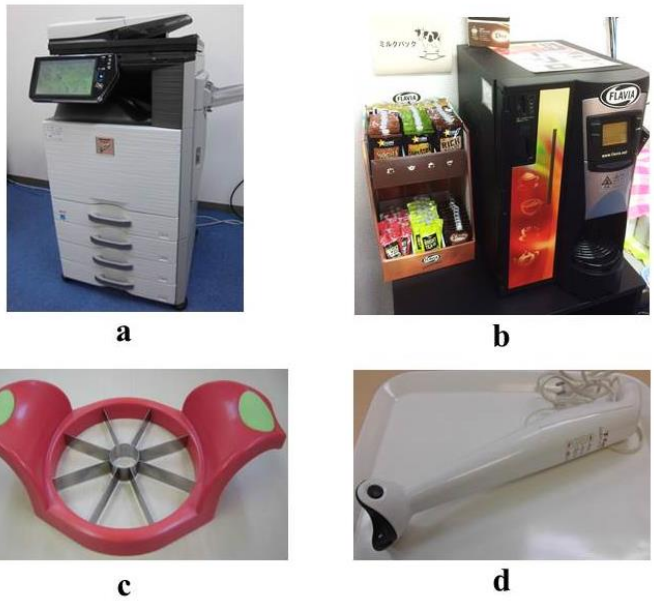


図 1 分析対象となった 4 つの人工物
（a.オフィス用複合機, b.コーヒーメーカー, c.アップルカッター, d.ミキサー）

する行動」）が多く現れること，怖がりの増大が人工物利用困難を招くことを示した．さらに，怖がり増大のメカニズムについて，加齢に伴う情報機器利用不安の増大という要因では説明が困難であることを示し，それに代わるものとして，動機づけにおける制御焦点（Higgins, 1997）の加齢変化が原因となる（Ebner, Freund & Baltes, 2006）という仮説を提案した．すなわち，「良い成果を挙げるべく行動を制御，利益の獲得に敏感な促進焦点（promotion focus）」から「失敗を避けるよう行動を制御し，失敗に敏感な防止焦点（prevention focus）」へシフトするために怖がりが発生すると考える．

田中・原田（2017）では，従来怖がりに言及した研究が，相対的に複雑な人工物のみを対象としており，実現可能な目標が複数存在するために「その人工物を使うと何ができるか」，利用目的が一意には分かりづらい人工物（例：複合機，ATM）を無前提に対象としてきたことを指摘した．このような複雑な人工物では，利用者自身の作動記憶に「その人工物を使って行いたい課題=目標（goal）」を維持し続ける必要があるため，怖がりの生起が目標の喪失を誘発することで，課題遂行の失敗が引き起こされるという現象が見られる．そこで，比較的単純な，すなわち，実現可能な目標が単一に見え，利用目的が一意に分かりやすい人工物であるコーヒーメーカー（図 1b）を取り上げ，先行研究同様に怖がりや人工物利用困難が発生するか検討した．その結果，複雑な人工物と同様，怖がり行動が発生することが明らかになったが，その一方，人工物の利用失敗は招かない（怖がりの発生が目標からの引き離しを引き起こすが，喪失までには至らない）ことが示された[1]．

このように，怖がり発生が招く利用失敗の有無は，利用の対象となる人工物の持つ特性に左右される可能性が考えられる．たとえば，自分の操作が導く結果の不明瞭性（いわゆるブラックボックス性）の要件（第 1 要件），利用目的（目標）の複数性の要件(第 2 要件)の 2 つを備えた人工物では，怖がりが利用失敗を招く可能性が高くなるのではないか．こうした人工物の特性と「怖がりによる利用失敗」との相互作用の可能性が示される一方で，怖がりの発生自体については，人工物のもつ特性によって発現の有無が変わるのか否かについては，いまだ不明である．

そこで本研究では，怖がりの生起を変動させる可能性をもつ要件をあらたに 2 種類設定し，それらを備える人工物でユーザビリティテストを実施し，怖がりの発生が人工物側の特性と交互作用するか否かを検討した．

今回，探索的に設定した，怖がり発生要件の一つは，間違った使い方をすると身体的な害，怪我の可能性がある，身体的リスク要件である（第 3 要件）．この要件を備えた人工物として，例えば，刃のついた人工物や，火を扱う人工物などが挙げられる．この要件について，新奇な人工物を利用する際，誤った操作をし，思わぬ動きをした場合に，自らを傷つけることがあることから，操作をためらう怖がりが発生すると予想される．当然，既に使い方知っている人工物であれば（日常的に使っている包丁やコンロなど）怖がりは発生しないため，この要件についても，第 1，第 2 要件と同様に，「新奇な人工物として接する際に」感じられる「身体的リスク要件」といえよう．

要件の二つ目は，自らの力で人工物を動かすか，自動（電動）で動くかという，自動・電動要件である（第 4 要件）．例えば，自らの力で動かすほうきと，ボタンを押せば自動で動く掃除機とでは，怖がり発生に大きな影響を与える可能性が考えられる．すべての動きを自分でコントロールできない，言い換えれば，自分が思っていない動きをする可能性がある場合，操作を行っても良いのかためらい，怖がりが発生する可能性がある．

これら 2 つの要件については，いずれもそれらを備えた場合に，怖がりが発生することが予想される．そこで本実験では，こうした二つの要件を操作した人工物として，アップルカッター（図 1c），ならびにスティックミキサー（図 1d）を取り上げた．カッターは自らの操作と結果が結びついており(第 1 要件の欠如)，目標は単一である（第 2 要件の欠如）が，刃を持つために，利用を間違うとケガをしてしまう可能性がある（第 3 要件）．ただし，自動（電動）ではない（第 4 要件の欠如）．一方，スティックミキサ

[1] 田中・原田（2017）では，人工物間で怖がりの発生を比較するだけでなく，実験室場面以外（コミュニティ活動場面）でも怖がりが発生することを示した．さらに，怖がりの発生には状況的要因が大きく影響する可能性も，新たに示された．

ーは，内部の構造は視覚化されていないものの，ボタン数や内部状況に関する情報は少数かつボタン操作と結果が 1 対 1 対応しており（第 1 要件の希薄性），利用目標は単一（第 2 要件の欠如）である．ただし，刃を持つために利用リスクがあり（第 3 要件），ボタンを押すと自動で刃が回転するために，電動の要件を備える（第 4 要件）人工物と考えられる．

以上の新しい二つの人工物のユーザビリティテストデータについて，比較のために，田中・原田（2015）で分析されたオフィス複合機，田中・原田（2017）で分析されたコーヒーメーカーの結果とあわせて検討を行った．

また，上記の観点に加えて，こうしたシンプルな，しかし具体的なリスクが視覚化された人工物であっても，加齢に伴う不安の増大と怖がりとの関係が見られないか（原田・田中，2015）検討するため，先行研究と同様に，不安の高い高齢者と低い高齢者を抽出し，比較検討を行った．

2. 方法

実験参加者

高齢参加者は「みんなの使いやすさラボ」登録者のうち，情報機器利用不安得点の高い高齢者（全登録者 171 名の平均+1SD）13 名（平均年齢 70.69 歳, SD=5.04），低い高齢者（全登録者 171 名の平均ー1SD）12 名（平均年齢 70.42 歳, SD=5.04）であった．対照群として，若年参加者は大学生 12 名（平均年齢 20.00 歳, SD=0.43）についても同様に実験を行った．いずれの年齢群についても，男女比が均等になるようランダムに群分けを行った．

実験対象人工物

1つ目は，リンゴの上にのせ，上から押し，力をかけることでリンゴを切ることが出来る，カッター（図 1c：幅 252mm×奥行 152mm×高さ 62mm×内径 132mm：下村企販株式会社，ギザ刃フルーツカッター），2 つ目は，カップの中に細かく切ったリンゴを入れて置き，その中に刃を入れ，刃の反対側にあるボタンを押すことで，リンゴをジュースにできる，スティックミキサー（図 1d：幅 65mm×奥行 52mm×高さ 380mm：T-fal, HB4401JP）であった．

実験課題

2 つの人工物を使って「リンゴジュースを作ること」が実験課題であった．下位課題として，カッターを用いた「リンゴを切ってください」という課題 1，スティックミキサーを使った「粗いリンゴジュースを作ってください」という課題 2，その後，アタッチメントの刃を取替え，「りんごを細かくすりつぶす」という課題 3 を実施した．本報告では，課題 3 の分析は割愛する．

実験手続き

実験は個別に実施された．発話思考法の説明・練習をおこなった後，課題 1，課題 2，課題 3 の順に実施された．いずれの課題も人工物は課題の開始まで参加者の目に触れないようカバーがかけられており，課題の開始とともに人工物が眼前に現れるよう提示された．これは，初めて実験対象人工物を見た際の反応について，時間経過を加えて観察するためであった．3 つの課題全てが終了した後，主観評価がなされた．

実験の様子は，天井に設置されたカメラによって記録された．なお，この実験の後，すべての参加者は田中・原田(2015)のオフィス複合機を用いた実験にも参加した．オフィス複合機の実験を含め，すべての実験は高齢者では約 90 分，大学生では約 60 分で終了した．

主観評価項目

実験機器の所有・利用経験　2 つの実験対象人工物それぞれについて，所有を「はい」「いいえ」の 2 択で，利用頻度を 4 件法（1.よく利用する～4.まったく利用しない）で尋ねた．

人工物の印象　2 つの実験対象人工物それぞれについて，利用後の印象を 6 件法で尋ねた．具体的な項目は，「おもしろい - つまらない」，「使いやすい - 使いにくい」，「もっと使ってみたい - もう使いたくない」，「わかりやすい - わかりにくい」，「便利な - 不便な」，「好き - 嫌い」の 6 形容詞対であった．

不安・緊張・困難さ　2 つの実験対象人工物それぞれの利用に対して，どの程度「不安」，「緊張」，「困難さ」を感じたか，課題前（機器を初めて見た時どのように感じたか）および課題後（機器を使い終えた今，どのように感じているか）の状態を 6 件法で尋ねた（1，まったく当てはまらない～6，とても当てはまる）．

3. 結果

全ての参加者は，二つの人工物のいずれについても「利用経験がない」ことが確認された．

課題の正否

表1 人工物ごとの怖がり発生頻度（コーヒーメーカーは高齢者データのみ）

実験対象人工物	課題	怖がり発生人数（割合）			回数
		不安高高齢者(N=13)	不安低高齢者(N=12)	若年者(N=12)	
カッター（c）	リンゴを切る	1名（7.7%）	1名（8.3%）	1名（8.3%）	年齢差なし
ミキサー（d）	ジュースを作る	3名（23.1%）	2名（16.7%）	1名（8.3%）	年齢差なし
複合機（a）	1.1枚コピー	8名（61.5%）	6名（50%）	3名（25%）	年齢差あり
	2.両面コピー	12名（92.3%）	11名（91.7%）	3名（25%）	年齢差あり
コーヒーメーカー（b）	飲み物を1杯入れる	22名(N=38)（59.5%）		—	—

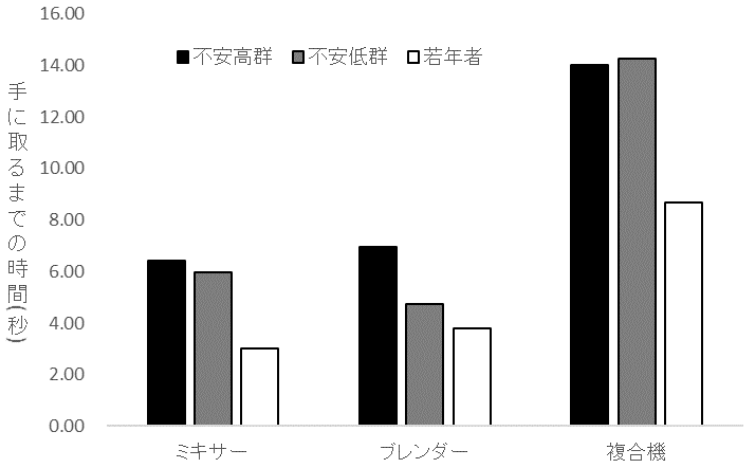


図1 人工物を手に取るまでの時間（秒）

表2 人工物の印象：主成分分析結果

	負荷量	
	第1成分	第2成分
おもしろい	0.75	−0.38
もっと使ってみたい	0.81	−0.27
好き	0.88	−0.10
便利な	0.71	−0.36
使いやすい	0.73	0.57
わかりやすい	0.58	0.73

カッターを用いた課題1について，全員が自力でリンゴを切る課題を達成しており，実験者からの介入を必要とした参加者はいなかった.

ミキサーを用いた課題2については，2 名の参加者に実験者が介入を行った（不安高群1 名，不安低群 1 名）．両者ともに，ミキサーを専用のカップ内に入れ，動かし始めることは成功していた．しかし，刃をりんごに当てる力加減がわからず，ミキサーを動かしても，りんごをすりつぶせない状況に陥ってしまったため，「りんごへの押し加減を工夫するとつぶすことができます」と介入を行った.

怖がり行動の分析

ビデオデータについて，全参加者の発話・行動プロトコルを書きおこし，先行研究で検討された怖がり行動（人工物利用を怖れる発話，操作をためらって手をひっこめる行動，必要以上の確認行動）の有無を，分析者1名が一貫した判断に基づき分析した．結果は，表1に示す ．

カッターにおいて怖がりが生じた人数は，合計で3名であり，内訳は「人工物利用を怖れる発話」を示した参加者が1名（不安低群女性），「人工物を操作しようとして出した手をひっこめる行動」を示した参加者が2名（不安高群1名，若年者1名;いずれも男性）であった．回数は3名ともに1回であった.

ミキサーにおいて怖がりが生じた人数は，6 名であり，「人工物利用を怖れる発話」を示した参加者が2 名（不安高群男性 1 名（2 回発生），女性 1 名），「人工物を操作しようとして出した手をひっこめる行動」を示した参加者が3名（不安高群男性1名，不安低群男性1名，若年者男性1名），上記2つ両方示した参加者が1名（不安低群女性）であった．回数は，4名が1回，2名が2回であった.

人工物間（カッター，ミキサー，複合機）で怖がり行動の有無に偏りが見られるか検討するため，不安高群高齢者・不安低群高齢者・若年者ごとにFisherの直接確率計算を行ったところ，高齢者高群（p<.05），高齢者低群（p<.05）において有意差が見られ，不安高低に関わらず，高齢者では複合機で怖がりが発生しやすくなる可能性が示された．この傾向は若年者では見られなかった.

また，カッター，ミキサーの人工物ごとに，参加者群間での怖がり行動の発生に偏りがあるか否かを検討したところ，いずれの人工物においても優位な偏りは見られなかった．表1より明らかなように，先行研究で扱った複合機・コーヒーマシンに比べ，怖がり発生は極めて少なく，床効果もあって，年齢

群, 不安高低群の差は見出されなかったといえよう.

行動潜時の分析

本研究では,「人工物を見てから手に取るまでの時間」を人工物に触れるまでのためらいの時間と捉え, 計測を行った. 各群での行動潜時の平均を図 1 に示す. この手に取るまでの時間について, 対数変換を行った値について, 参加者群（不安高群/不安低群/若年者）×人工物（カッター/ミキサー/複合機）の 2 要因混合分散分析を行った. その結果, 参加者群（$F(2,33)=3.32$, $p=.05$）, 人工物の主効果（$F(2,66)=36.89$, $p<.01$）が有意であった. 多重比較の結果, 参加者群においては, 不安高群, 不安低群と若年者の間（不安高群と若年群, $p=.02$; 不安定群と若年群, $p=.05$）で有意な差があり, それぞれ若年成人の方が潜時は短かったが, 不安高低群間には有意な差は見られなかった. 人工物については, 複合機と他の 2 人工物間での差が有意であり（カッターと複合機, $p<.01$; ミキサーと複合機, $p<.01$）, いずれの群でも複合機の潜時のみが長いことが示された. 交互作用は有意ではなかった.

主観評価結果

人工物の印象（イメージ） 3 つの人工物について評価した, 人工物の印象 6 項目について, 主成分分析を行った（表 2 ; 第 1 主成分の寄与率 55.81%, 第 2 主成分の寄与率 20.13%, 累積寄与率 75.94%）. 第 1 主成分は「好き」「もっと使ってみたい」などの負荷量が高く,「人工物への感性的評価」とし, 第 2 主成分は「使いやすい」「分かりやすい」などの負荷量が高いため「利用方法の理解容易性」とした. それぞれについて主成分得点を算出し, 参加者群（不安高群/不安低群/若年者）×人工物（カッター/ミキサー/複合機）の 2 要因混合分散分析を行った. 群ごとの平均値を図 2 に示す.

その結果, 第 1 主成分（人工物への感性評価）については人工物の主効果のみ有意（$F(2,68)=8.23$, $p<.01$）となった. 多重比較の結果, すべての人工物間で有意な差が見られ（すべて $p<.05$）, 複合機, ミキサー, カッターの順に「好ましい」評価であった. 第 2 主成分得点についても, 人工物の主効果のみ有意であり（$F(2,68)=60.79$, $p<.01$）, 多重比較の結果, カッターとミキサー, カッターと複合機の間でのみ有意差が見られた（いずれも $p<.05$）, 年齢や不安高低に関わらず, 複合機のわかりにくさが極めて高く感じられていることが示された.

緊張・不安・困難さ 3 項目について, 参加者群（不安高群/不安低群/若年者）×人工物（カッター/ミキサー/複合機）×課題前後（前/後）の 3 要因混合分散分析を行った. 緊張評価については, 人工物の主効果（$F(2,68)=24.34$, $p<.01$, $\eta^2=.42$）, 課題前後の主効果（$F(1,34)=30.31$, $p<.01$, $\eta^2=.47$）が有意であり, 交互作用は有意ではなかった. 人工物の主効果について, 多重比較を行ったところ, すべての人工物間で有意な差が見られた（カッター・ミキサー間では $p=.04$. それ以外 $p<.01$）. カッター, ミキサー, 複合機の順に緊張が高くなっていることが示され, その緊張感は利用前が高く, 利用後には低くなることが示された.

不安評価については, 人工物の主効果（$F(2,68)=54.21$, $p<.01$, $\eta^2=.74$）, 課題前後の主効果（$F(1,34)=29.53$, $p<.01$, $\eta^2=.47$）, および 2 次の交互作用（$F(2,34)=4.61$, $p=.02$, $\eta^2=.21$）が有意となった. 人工物の主効果について多重比較を行ったところ, すべての人工物間で有意な差が見られ（すべて $p<.01$）,

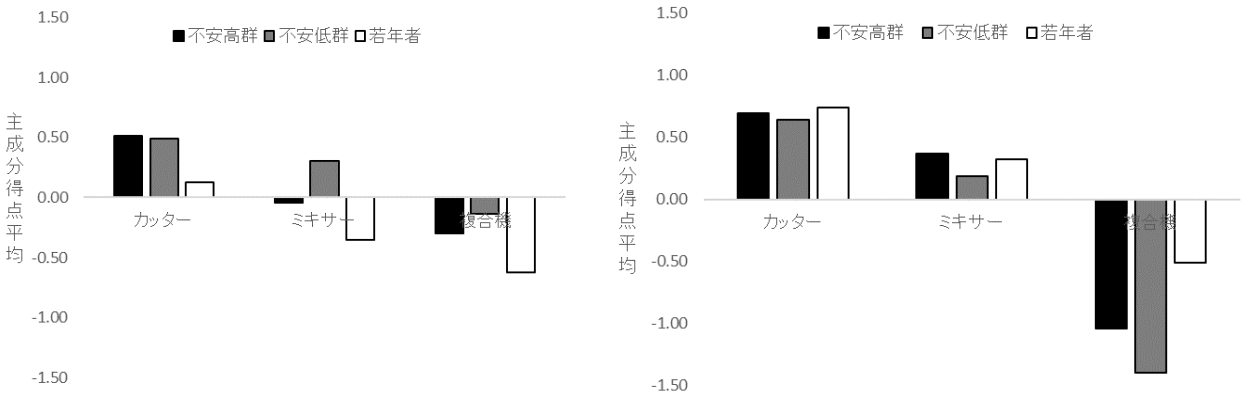


図 2 主成分得点平均値表（左図:第 1 主成分[感性評価], 右図:第 2 主成分[理解容易性]）

緊張感と同様に，カッター，ミキサー，複合機の順に不安が高くなっていること，利用の前後で不安感が変化することが示された．参加者群×人工物×利用前後の２次交互作用について，単純交互作用を検討したところ，若年者でのみ，人工物と課題前後の単純交互作用が有意であった（p=.01）．単純・単純主効果検定の結果，若年成人では，カッター，ミキサーにおいて課題前後に有意な差が見られたものの（ともに p<.01），複合機では前後に有意な差は見られなかった（p=.48）．高齢者ではこうした人工物間での不安感の利用前後の変化の差は見られなかった．

困難さ評価について，人工物の主効果（$F(2,68)$=82.31, p<.01, η^2=.71），課題前後の主効果（$F(1,34)$=17.72, p<.01, η^2=.34）および人工物×課題前後の 1 次交互作用（$F(2,34)$=5.72, p<.01, η^2=.14）が有意となった．人工物の主効果について多重比較を行ったところ，すべての人工物間で有意な差が見られ（すべて p<.01），カッター，ミキサー，複合機の順に困難度が高くなっていた．また，1 次の交互作用について単純主効果検定を行ったところ，カッター（p=.03），ミキサー（p<.01）においては課題前後で有意な差が見られたものの，複合機では見られなかった（p=.16）．この交互作用には参加者群との 2 次の交互作用はなく，いずれの参加者群にも同じ傾向が見られたと考えられる．

4. 考察

怖がり行動の有無について，行動分析の結果から，怖がりの発生自体についても，その有無が人工物側の特性と交互作用することが明らかとなった．すなわち，カッター・ミキサーは，複合機に比して怖がり発生人数が少なく，したがって，今回の新たに加えられた二つの人工物の持つ特性，すなわち第 3 要件としての「身体的リスク要件」は，いわゆる怖がりを引き起こすことはないことが示された．また，カッターとミキサーの間にも怖がり発生の上で，明確な差が見られていないことから，第 4 要因としての「自動性の有無」もまた，怖がり発生への関与可能性が低いと考えられる．表 3 からは，やはり，第 1 要件としての「自分の操作導く結果の不明瞭性，ブラックボックス性」の存在が，怖がり生起への関与可能性が高いものと推測される．

今回，導入した行動潜時，すなわち人工物を手に取るまでの時間については，人工物による差，ならびに年齢群の差が見られた．しかし交互作用が見ら

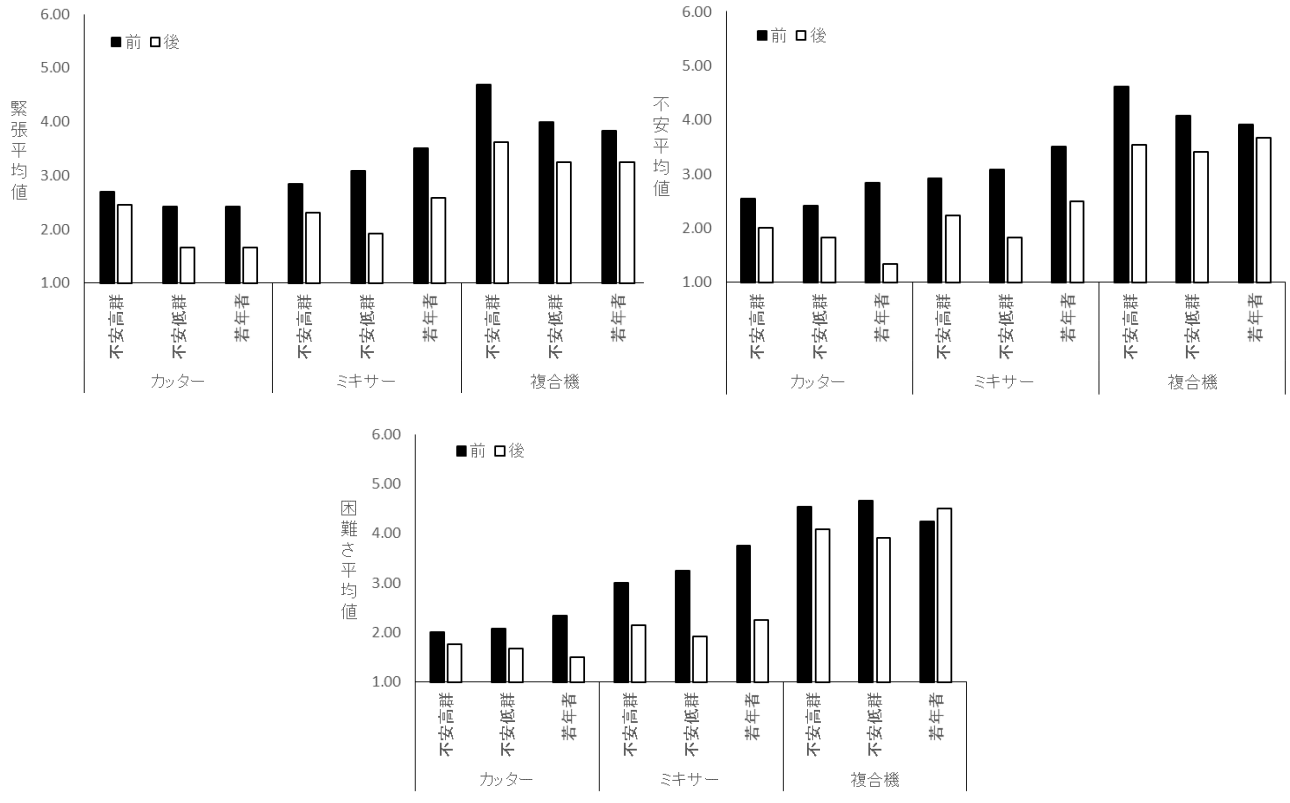


図 3 緊張，不安，困難さ項目平均値表（左上図：緊張，右上図：不安，下図：困難さ）

れなかったこと，ならびに行動上も怖がりの発生が極めて稀であったため，この反応の遅れは，純粋な加齢に伴う反応遅延の反映とする仮説も考えられるため，行動潜時と「高齢者に特異的に見られる怖がり」との関係は必ずしも明らかにはならなかった．今後，さらに人工物の種類を追加して行動潜時を測定し，また理論的な検討が必要とされよう．

これまでの研究をまとめると，怖がりの生起には，第1要件「ブラックボックス性」が寄与する可能性が高いこと，さらにそこに第2要件「利用目標の複数性」が加わったとき，利用失敗が引き起こされるという仮説モデルが導出されている．こちらについてもさらに検討を行っていく．このような人工物間の相違は，怖がりの生起・影響の有無が，単純にユーザ側の制御焦点のシフトだけからも説明をすることが難しいことが示されたといえよう．

主観評価の結果について，まずは，すべての項目で人工物間に評価の差が見られ，人工物が複雑になるにつれて評価が一貫してネガティブになっていることが確認できる．また，困難さの項目について，カッター，ミキサーでは課題前後で困難さが低下したが，複合機では困難さの低下は見られなかった．すべての参加者群において，複合機は利用後にも一定の困難さを感じていたといえる．

さらに，不安の項目では，年齢と人工物の間に交互作用が見られており，若年者のみ，カッター，ミキサーの利用前後で不安の低下が見られ，複合機では不安の低下が見られないという結果が得られた．怖がりの結果と照らし合わせて考えると，若年者にとって第1要件「ブラックボックス性」を備える人工物は，主観的な不安が課題前後で下がらない人工物であるが，行動としての怖がりは発生していない．すなわち，人工物間で主観的に感じる不安には差が見られるが，それは必ずしも怖がりの発現には結びつかないということである．一方，高齢者においては，不安の項目の得点が人工物間で異なるという結果は見られなかった．以上の結果から，怖がりと不安の独立性について補強された半面，特に高齢者において不安得点に交互作用が見られなかった点にから，年齢群と人工物の交互作用を念頭におき，今後更なる考察の余地があるといえよう．

本研究から得られた重要な示唆として，直感的には怖がりに関係をしていると考えられる身体リスク，自動性が，そのまま怖がりを引き起こしているわけではない，という事実がある．またこうした現象において，不安の高低については差がないという点も，繰り返し支持された点を強調しておきたい．このように怖がりを発生させるのに寄与する要件は，必ずしも「怖いと思う」感情に直接に感知しているのではなく，高次な認知過程をベースとして，こうした現象が発生している可能性が示されたといえよう．

今後要件をさらに整理し，高齢者における機器利用時の怖がり行動を「引き起こさない」デザインを考えていきたい．

5. 参考文献

[1] Fisk, A, D., Rogers, W, A., Charness, N., Czaja, S, J. & Sharit, A. (2009) Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches. Taylor & Francis Group, LLC
（福田亮子監訳, 伊藤納奈, 梅室博行訳 (2013) 高齢者のためのデザイン－人にやさしいモノづくりと環境設計へのガイドライン 慶應義塾大学出版会）

[2] Ebner, N. C., Freund, A. M & Baltes, P. B. (2006) “Developmental changes in personal goal orientation from young to late adulthood: from striving for gains to maintenance and prevention of losses.” Psychology and Aging. Vol.21, No.4, pp. 664-678.

[3] 原田悦子・赤津裕子, (2003) “「使いやすさ」とは何か: 高齢化社会でのユニバーサルデザインから考える”, 原田悦子（編著）“『使いやすさ』の認知科学”, 共立出版, pp.119-138.

[4] 原田悦子 (2009) 認知加齢研究はなぜ役に立つのか: 認知工学研究と記憶研究の立場から 心理学評論, Vol.52, No.3, pp.363-378.

[5] Higgins, E. T., (1997) “Beyond pleasure and pain.”, American Psychologist, Vol. 52, pp. 1280-1300.

[6] 熊田孝恒, 須藤智, 日比優子 (2009) 高齢者の注意・作動記憶・遂行機能と認知的インタフェース 心理学評論, Vol.52, No.3, pp.363-378.

[7] 田中伸之輔・原田悦子, (2015) “高齢者が人工物利用時に見せる「怖がり」: オフィス用複合機利用での若年―高齢者間比較を通して”, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, pp851-858.

[8] 田中伸之輔・原田悦子, (2017) “高齢者が人工物利用時に示す「怖がり」: 実験室およびコミュニティ活動場面における人－人工物間相互作用分析”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol 19, pp.1-12.

共進化のデザイン
Co-evolving design

水津 功[†]，齋藤 洋典[‡]
Isao Suizu, Hirofumi Saito

[†]愛知県立芸術大学，[‡]名古屋大学大学院情報学研究科
Aichi University of Arts, Nagoya University
ohgisi@gmail.com, saito@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract
Even if a designer interacts with his/her users, the designer does not necessarily fully understand the users essential deep needs. To examine factors interfering with important understanding, we introduced a shared decision making(SDM) method in the process of communication between a designer and the users.

Keywords — design, co-evolution, user absence decision , SDM , freedom of participation , satisfaction level

1. はじめに

私たちはまずユーザー不在のデザインに注目した。ユーザー不在とは、デザインの意思決定を行う時点においてそのデザインを実際に利用するユーザーが確定していないことをいう。一般的にデザインを、与えられた環境で目的を達成するために様々な制約の下に利用可能な要素を組み合わせてユーザーの要求を満たす対象物の仕様を生み出すこと（Ralph,Wand.2009）と定義するならば、ユーザー不在のデザインは不良設定問題に与えられた解と言える。しかしながら現実社会の中にはユーザー不在のデザインは極めて多数存在する。具体的には、量産を前提とした工業製品、居住者が確定する前に建設される建売住宅やマンション、利用者を特定しにくい公共施設などが挙げられる。

こうしたユーザー不在のデザインは、仮想ユーザーを想定し、ユーザーの要求を規格化することによって達成される。さらに工業製品などは、仮想ユーザーの想定条件を満たす被験者に対して試作品によるテストを行い、要求を満たしたか否かを確認し、より多くのユーザーの共感を得るような一般解を追求する。しかし、こうした取り組みは建築などのデザインでは通常行われない。こうしたユーザー要求の規格化とデザインの意思決定の簡略化は、ローコスト化、生産開発速度の向上、多様な製品の登場による選択肢の増加につながるが、それはユーザーの利益と言えるかは不明である。ユーザー不在のデザインには複数の問題点が含まれる。例えば、仮想ユーザーによる欲求の想定や、ユーザーテストにおける統計学的解析の欠如や、個別のユーザーとの間で起こる要求の不一致の未解消などがあげられる。特に既製品はユーザーの欲求の類型化によって達成されるために、ユーザーは自らの欲求を叶えるのではなく、欲求モデルを選択するだけである。あらゆる既製品デザインはこの類型化問題を抱えていると思われる。そこで、研究者らはユーザーが確定しないデザインにおいて、ユーザーの満足度をより向上させる方法として、ユーザーが確定した後にデザインの意思決定に参加する余地を計画的に残すデザイン＝余白のデザイン［1]を提案した。

余白のデザインは、高齢者介護施設の新築計画に対して考案され、具体的には計画時にユーザーが確定しない新築の介護付き有料老人ホーム A（以下施設 A）に適用された。これに対し、本研究ではユーザーがすでに確定している既存施設の改修を研究対象とし、この改修デザインに対してデザイナーとユーザーが意思決定を共有するための条件を検討した。

2. 既存特別養護老人ホームの調査

調査対象とした栃木県小山市に所在する特別養護老人ホーム B(以下施設 B)は居室 53、入居定員 126 名、従業員数 105 名、1977 年開設(築 40 年)、内外装と設備が老朽化したため現在大規模な改修を計画している。入居者の生活環境にはどのような人間社会の現象が存在し、何が望まれ、何が解決されていないのかに関し

写真.1 調査を行った施設 B の入居者

て多次元的な把握が必要であるため、平成 29 年 2 月に聞き取り調査と、参与観察を行った。調査の結果、施設 B では、デザイナーが欲求を探査するために行う対話やアンケート記入が可能な入居者は全体の 1 割程度であること、残りの半数は介護スタッフの介入があれば可能であることがわかった。入居者の要介護レベルは施設 A が自立～要支援～要介護 5 であるのに対し、施設 B は要介護 1 ～ 5 である。対話やアンケートが可能と判定した入居者についても家族や周囲の社会状況から自分の欲求を正しく他者に伝えにくい状況があることもわかった。一方、デザイナー側の読み取る能力やバイアスという問題も浮上した。ユーザーが確定していても、ユーザーの欲求が確定しなければ、デザインはやはり不良設定問題となる。ユーザーが確定しても欲求が確定しない場合のユーザーとデザイナーの関係について考察する。

3. ユーザーとデザイナーの関係

図 1 はユーザーが確定しているのに、欲求が確定しない場合のユーザーとデザイナーの関係を示す。この図は、ユーザーが自らの身体的状況や社会的状況の影響から欲求をデザイナーに正しく伝えられない可能性を示している。身体的状況とは具体的には加齢による認知力や言語化能力の低下等である。社会的状況とは、具体的には遠慮や倫理観、家族を慮る、知られたくない人、漠然とした他者に対する恐れ等があげられる。一方、デザイナー（図 1 の右図を参照）にはデザイナーが属する社会からの期待や評価に応えたい、

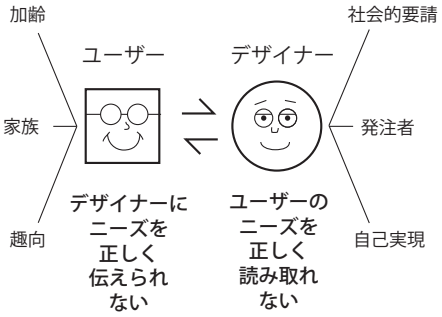


図.1 ユーザーとデザイナーの意思疎通の困難性

自分の望む作品を作りたいなどの自己実現への欲求があり、そうした自己実現の要求がユーザー欲求の読解にバイアスをかける可能性が考えられる。こうしたユーザー、デザイナー双方の背後にある状況がコミュニケーションに影響を与え、ユーザーの欲求を正しく確定することを困難にしていると思われる。

4. 意思疎通における利己と利他

ユーザーの欲求を満たすことがユーザーとデザイナーの共通の目標であるならば、双方の背後状況が隠蔽されたまま対話が行われ、結果的にユーザーの欲求は確定せず、満足の得られないデザインが実施されることは、双方にとって不利益と言える。これら双方の背後状況への向き合い方が相互理解の前進につながるか否かについて考察する。図. 2 はユーザーとデザイナーの双方が、互いの背後状況に対する関心の持ち方の組み合わせがどのような意思疎通の成立につながる

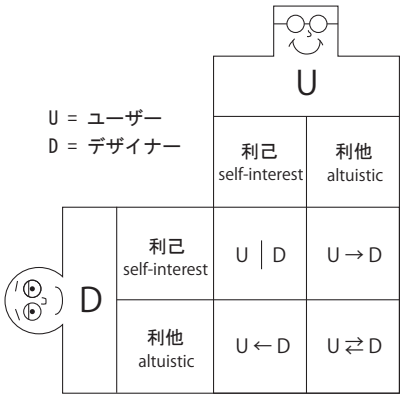


図.2 ユーザーとデザイナーの意思疎通

かの予測である。U|D は双方が相手の背後状況に対して無関心に接するため形式的、表面的な意思疎通となり目標は達成されない。U←D はデザイナーがユーザーの背後状況に関心を持ちより深い意思疎通が達成される可能性があると思われる。一方 U→D はユーザーがデザイナーの背後状況に関心を持つ場合で、具体的にはユーザーがデザイナーの言動や過去の実績を評価しておりユーザーは欲求の探査に協力的であると思われる。U⇄D は、双方が相互に背後状況を含めて関心を持ち、より深い相互理解が達成されると同時に、目標としたユーザーの欲求の確定に最も接近する意思疎通レベルと考えられる。しかし、双方が相手の背後状況を知ろうと努力することは、そうしない場合に比べて大きな負担になるとともに、より深い洞察力をもって相手の心理を把握する新たな技能獲得を双方に求める可能性がある。そこで、次に他の分野における研究を参照する。

5. 医療における意思決定研究との比較

医療分野では治療計画に対する意思決定をめぐり、

医師と患者の関係が研究されている。医療における意思決定には以下の 3 つのモデルがある（Charl.1997）[2]と言われている。

(1) paternalistic model：医師が決める
(2) informed decision making model：当事者が決める
(3) shared decision making model（以下 SDM）：当事者と医師が一緒に決める

paternalism（父性）とは専門的知識を有する医師に全て任せるという旧来の意思決定モデルであり、日本では根強いと考えられる。informed decision とは医師が治療情報を開示し患者が意思決定を行うというものである。患者が医師から説明を受け十分理解した上で自らの自由意志に基づいて医師と治療方針において合意すること（informed consent）は医療の現場においてもある程度一般化しているが、実際には患者側の主体的な意思決定と言うより、医療者が最善と考える選択肢に患者を同意させ、それが後で法的に問題視されないよう証拠書類を作成する作業に陥る危険性もあると指摘されている[3]。 SDM とは、患者が適切な治療を選択するに際して参加することが推奨されるプロセス、あるいは、患者と医師が患者の価値観と嗜好と同様に最善の科学的証拠を考慮に入れて医療の決定を一緒に行う協力プロセス（手嶋,2011）と解釈されている。一方 SDM に関心はあるが実際の導入における難点として、(a) SDM に費やした時間は治療費に反映されない、(b) 医療過誤訴訟を避けたい医療関係者の意向を情報提供することへの抵抗感等があげられている。[4]

医療における意思決定をめぐる状況には、デザインにおける意思決定と類似する点が多い。例えば、デザインにおいても、デザインは専門家であるデザイナーに任せるべきだという考えは根強い。これはデザインの意思決定における paternalistic model と言える。デザインの考え方や結論を複数示しユーザー側（デザインの場合は事業主の場合が多い）に選択させるケースは informed decision making model に類似する。このモデルでは選択の主体性はユーザー（事業者）側にあるにもかかわらずデザイナーの主体性が弱いことを不満とする意見が出やすい。デザイナーがユーザーとともに専門的な情報を共有しつつ、ユーザーの価値観や嗜好を取り入れることは、特定の個人のためのデザイン、例えば仕立て服や住宅設計などに普通に見られ SDM に近いと言える。この方法は満足度が高いものの手間がかかり高価になる為、ユーザー側がデザインに対する欲求を引き下げ、コストを下げる方を選択するという事態が生じる原因にもなる。対策としてデザイナーはユーザーの欲求を維持しつつコストを下げる努力を強いられるが、それに費やした時間や技術はデザイン報酬に反映されないばかりか、コストダウンによって事業予算が縮小されるとデザイン報酬が減少する場合もある。これらはデザイナーが SDM に積極的に取り組む上での障害となる可能性がある。

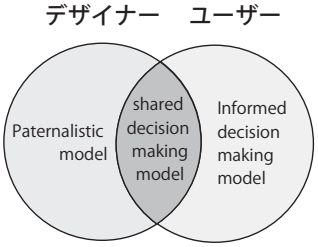


図.3 SDM のデザインへの応用

6. デザインにおける SDM の支援者

施設 B の調査では、介護スタッフに対する聞き取り調査も行った（写真.2）。介護スタッフは交代制であるため、様々な入居者情報を共有するツールを持っていた。例えば体温や排泄等の生理的な記録以外に、食事をとる時間、散歩などのルーティン行動の乱れ、家族の面会やイベント時の様子等の個別の観察と気付きを記録し共有していた(写真.3)。入居者のこうした日常

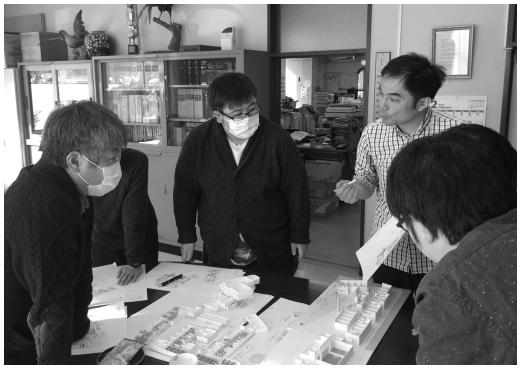


写真.2 施設 B の介護スタッフへの聞き取り調査

写真.3 介護スタッフによる入居者ごとの記録

の些細な出来事を知ることは、入居者が言葉にすることができない隠された欲求への理解につながるという。

また、介護スタッフは個人情報の一部を他の入居者にも見えるようにすることが、入居者間の関係作りを促進し居心地の良さにつながるという。こうした介護スタッフの行動や意識は全ての高齢者施設で実施されているものとは言えない。しかし施設 B の介護スタッフはデザイナーとユーザーの中間に立ち理解の促進や意図の伝達を支援する技術を十分保有しており、デザイナーとユーザーによる SDM を支援することが可能であると思われる。

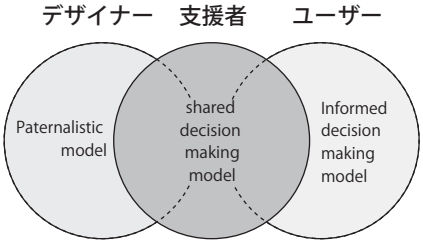


図.4 SDM の支援者

7. 結論

本研究はユーザーが確定しないデザインへの疑問から始まった。デザイナーがユーザーの欲求を満足させるためには、まずユーザーの欲求が何であるかを確定する必要がある。その意味でユーザーが存在しないデザインは不良設定問題と言える。量産を前提とする工業化社会は個別のユーザーに代わる類型化された仮想ユーザーのためのデザインを選択する方法論を発達させてきた。こうした類型化デザインは提供されるデザインと個別のユーザーの欲求との差を解消するものではないが、ユーザーはこの差を受け入れること、つまり望みすぎないこと（本来の欲求を抑制すること）で得られる工業化の恩恵（低コスト）を受け入れてきたと言える。

本研究では、デザイナーとユーザーとが抱えるジレンマを本質的に解消するために、ユーザーが確定していても欲求が確定しないケースについて調査した。施設 B では、ユーザーの老いがデザイナーとの意思疎通を困難にしていた。また、ユーザーおよびデザイナーには双方に独自の背後状況があり、意思疎通にバイアスがかかる可能性が確認された。

そこで、デザイナーとユーザーの関係に類似が認められる他分野の研究事例として医療における SDM を参照し、デザインへの応用を検討した。SDM 研究で指摘されていた問題、すなわち医師が SDM 導入に対して消極的になる要因は、デザインにも当てはまることが予想される。施設 B での調査では、介護スタッフはユーザーとデザイナーの対話を支援する能力が高いことを指摘した。介護スタッフはデザインにおける SDM の実践に貢献する可能性があると思われる。ただし、介護スタッフも個別に抱えている背後状況が支援に影響を与える可能性には留意する必要がある。例えば介護スタッフが過去に経験した事例から生じる思い込みや慣れはユーザーを正しく理解する妨げになり得る。表 1 は、デザインにおいてユーザーの欲求が不確定になる諸要因を示す。適切なデザインが完成するにはユーザー、デザイナー、およびその支援者が共に努力し進化する必要がある。今後は、デザインにおける SDM の実践において支援者がいかなる役割を示し得るかに注目し、より具体的なデータの収集に努める。

表. 1 ユーザー欲求の不確定に関わる諸要因

	要因	ユーザー	デザイナー	支援者
欲求の不確定要因	ユーザー不在	コストを抑制するために類型化された欲求の選択を受け入れやすい	手間のかかる個別対応を省略でき自己実現しやすい	手間のかかる個別対応を省略でき、仕事量が減る
	認識の困難	自分自信の欲求を正しく認識できない	ユーザーの欲求を正しく認識できない	ユーザーの欲求およびデザイナーの意図を正しく認識できない
	言語化の困難	自分自信の欲求を正しく言語化できない	ユーザーの欲求を正しく言語化できない	ユーザーの欲求およびデザイナーの意図を正しく言語化できない
	バイアス	自分の嗜好や価値観、自分を取り巻く社会状況の影響によるバイアス	デザイナーの嗜好や価値観、自分を取り巻く社会状況の影響によるバイアス	支援者自信の嗜好や価値観、自分を取り巻く社会状況の影響や思い込みによるバイアス

8. 参考文献

[1] 水津功, 齋藤洋典（2015）“余白のデザイン”, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, pp. 847-850

[2] Charles C, Gafni A, Whelan T. （1997）“Shared decision - making in the medical encounter:what does it mean? (or it takes at least two to tango) ” Soc Sci Med.Vol 44,pp681-692.

[3] 藤本修平,今法子,中山健夫（2016）“共有意思決定<Shared decision making>とは何か”,日本医事新報 No.4825,pp20-22

[4] 手嶋豊, (2011) “医療における共同意思決定について”, 神戸法学雑誌, Vol.60, pp. 436-454.

「世代間衡平」をめぐる協調的問題解決の可能性
Toward Collaborative Solutions for Intergenerational Equity

亀田達也†，齋藤美松†
Tatsuya Kameda, Yoshimatsu Saito
†東京大学大学院人文社会系研究科
The University of Tokyo
tkameda@l.u-tokyo.ac.jp

Abstract
"Intergenerational equity and sustainability" is one of core issues in recent social sciences [1][2]. If future generations are legitimate stake-holders of various resources on the earth, how should we consider their rights? When there is an intergenerational conflict of interests between us (the present generation) and them (future generations), we may be obliged by considerations of justice not to pursue policies imposing an unfair intergenerational distribution of costs and benefits. Here we discuss several possibilities to achieve this goal by considering potentially active roles played by elderly citizens in the present generation.

Keywords — Intergenerational equity, distributive justice, empathy, extended self-interests

1. はじめに

世代間衡平をめぐる問題が広く世間の関心を集めている．年金受給や医療費の負担に関わるこうした「生臭い問題」は，通常は，高齢者と若年層の利害対立に関わる問題としてフレームされ，社会科学の専管事項であると見なされやすい．しかし将来世代をこの議論のスコープに積極的に含めるかたちで，世代間衡平に対して，認知科学的に提言することはできないだろうか．現在，社会科学では「フューチャー・デザイン」という考え方が生まれている[3]．市場や民主主義のシステムは，将来世代がそれに参加できない以上，現世代が自分たちのためにすべての地球資源を使い果たす，極めてエゴイスティックな仕組みとして働く性質をもつ．そこでは高齢者も若年者も等しく，将来世代から資源を惜しみなく収奪する「現世代に属するエゴイスト」である．しかし，フューチャー・デザインの観点から，将来世代という「異質な存在」を代弁する役割を，高齢者こそが積極的に担うことができないだろうか．世代間衡平の問題を，現世代における高齢者と若年者の間の局所的葛藤としてではなく，将来世代との間のより大きな衡平問題として止揚する可能性を，認知科学的に探る道筋を考える．

2. 高齢者の認知的・動機的特徴

現在と将来の間の資源の分配について議論するための有効な概念に，時間割引(time discounting)の考え方がある．将来受け取る便益は現在受け取る便益に比べて割り引かれるため，人は一般に衝動的・近視眼的な選択を行いやすい[4]．興味深いことに，アメリカのデータによれば，こうした衝動性・近視眼性は，小学生 (12 歳) →大学生(20 歳) →高齢者(70 歳)と年齢が上がるにつれて，むしろ低減することが示されている[5]（図 1 参照）．逆説的にも「残り時間」が少ないはずの高齢者ほど，「将来を割り引かない」という知見である．

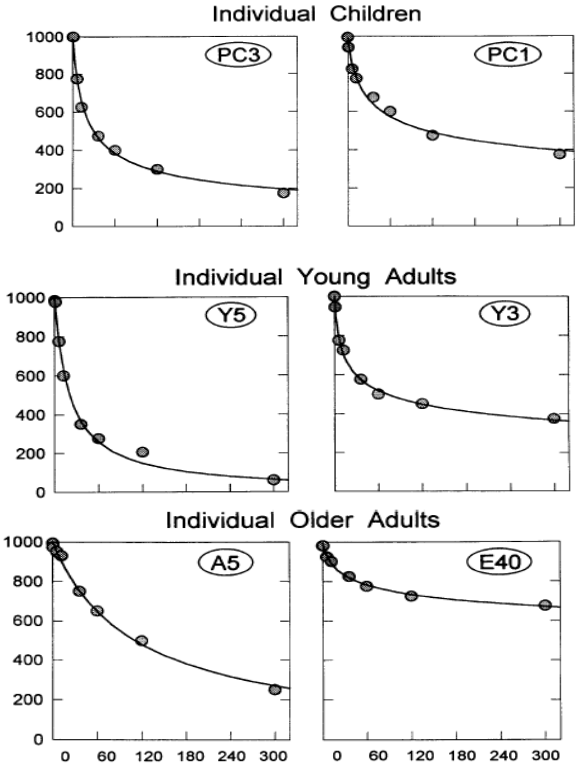


図 1. 将来の 1000 ドルは，現在の何ドルと主観的に等価か？ 年齢層による時間割引の違い (X 軸の単位は月：[5])

時間割引自体は，自己を受取人として，現在報酬と将来報酬の価値を比較するフレームワークである．また，上記のパターンが，文化的要因はもちろん，所得，階層，ネットワークといった社会経済的要因によって

強く規定される可能性も大きい[6]．しかし，高齢者ほど報酬を割り引かないという知見は，報酬の受取人を自分以外の将来の他者に設定する世代間衡平をめぐる問題に対しても，重要な含意をもつのではないか．

人はそもそも，「今・ここ・私」だけではなく，好むと好まざるとに拘わらず「将来・あちら・他者」の視点をついつい取ってしまう社会的な心の持ち主である[7][8]．加えて，社会心理学の存在脅威管理理論(terror management theory) [9]が論じるように，誰に対してもやがて訪れるべき「死のリアリティ」は，「自己を超えた何か」が永続することへの動機を増すのかもしれない．とすれば，高齢者は，その認知的・動機的特徴のゆえにこそ，現世代の中で将来世代を代弁する役割を積極的に担い得る可能性がある．この代弁者としての役割は，必ずしも利他動機を前提としない，拡張された自己利益（extended self-interests）の働きの副産物として生じるものであってもよい．重要なことは，いかに現世代のなかに将来世代のシリアスな代弁者を担保できるか，だからである．

3. 社会調査の実施計画

もちろん，このような「将来の他者」がどの範囲の他者にまで及ぶのかは経験的な問題だ．ナチュラルな視点取得 [7] は，直接的な血縁者（子，孫）を超えて，どれくらい離れた時間・距離（地理的，社会的距離）の他者に対して，またどれほどの規模の問題 (e.g., 地域のスケール〜地球のスケール) にまで働くのか．現在，私たちは，東京都文京区民を対象にこうした論点を検討するための予備的な社会調査を準備している．この調査では，文京区の一般サンプルを用いて，将来世代に対する関心がどの範囲で働くのかについて一連の質問を行う．また，代理権投票 [10, 11]と呼ばれる投票方式（図 2）についても賛否を問う．この投票方式は，親権者に子供の数だけ投票権を与えることで，間接的に未成年者にも投票権を与えようというアイデアに基づく投票方式である．

こうした一連の質問への回答内容が，回答者の人口属性（年齢，性別，家族構成など），社会経済的属性（収入，家計）によってどのように規定されるのか，まず基礎的なデータを得ることがこの調査の目的である．

代弁者を持たない将来世代に対する公正を実現するうえで，高齢者が積極的に果たし得るさまざまな役割可能性について，当日は，シンポジウムに参加される方々と，協調的なブレインストーミングを行いたい．

4. 参考文献

[1] Roemer, J., & Suzumura, K. (Eds.) (2007). *Intergenerational Equity And Sustainability*, Palgrave Macmillan.

[2] Tremmel, J. C. (Ed.) (2006). *Handbook of Intergenerational Justice*, Edward Elgar.

[3] 西條辰義 (2015). フューチャー・デザイン：七世代先を見据えた社会. 勁草書房.

[4] Doyle, J. R. (2013). Survey of time preference, delay discounting models. *Judgment and Decision Making*, 8, 116-135.

[5] Green, L., Myerson, J., & Ostaszewski, P. (1999). Discounting of delayed rewards across the life span: age differences in individual discounting functions. *Behavioural Processes*, 46, 89-96.

[6] Frederick, S., Loewenstein, G., & O'Donoghue, T. (2002). Time discounting and time preference: A critical review. *Journal of Economic Literature*, 40, 351-401.

[7] Kameda, T., Inukai, K., Higuchi, S., Ogawa, A., Kim, H., Matsuda, T., & Sakagami, M. (2016). Rawlsian maximin rule operates as a common cognitive anchor in distributive justice and risky decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 113, 11817-11822.

[8] 亀田達也 (2017). モラルの起源―実験社会科学からの問い. 岩波新書.

[9] Solomon, S., Greenberg, J., & Pyszczynski, T. (1991). A terror management theory of social behavior: The psychological functions of self-esteem and cultural worldviews. *Advances in Experimental Social Psychology*, 24, 93-159.

[10] Demeny, P. (1986). Pronatalist policies in low-fertility countries: Patterns, performance and prospects. *Population and Development Review*, 12 (supplement), 335-358.

[11] Kamijo, Y., Hizen, Y., & Saijo, T. (2015). Hearing the voice of future generations: A laboratory experiment of Demeny voting. *SDES-2015-8*, Kochitech.

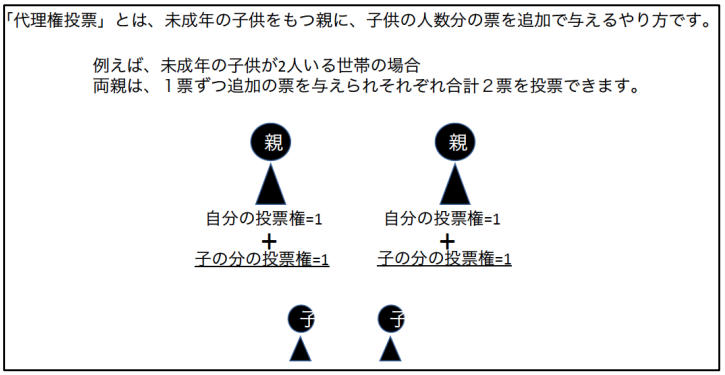


図 2. 代理権投票 [10]

脳波からみたカクチケル語の基本語順
Event-Related Brain Indices of the Canonical Word Order in Kaqchikel

安永大地†
Daichi Yasunaga
†金沢大学
Kanazawa University
daichi.y@staff.kanazawa-u.ac.jp

Abstract
The processing load of various word orders in Kaqchikel Maya was measured using event-related potentials. We observed a P600 effect for subject-verb-object (SVO) sentences as compared to verb-object-subject (VOS) sentences in both picture-sentence matching and sentence-picture matching experiment. These results suggest that VOS order is easier to process than SVO order. This is consistent with the traditional interpretation in Mayan linguistics that the syntactically determined basic word order is VOS in Kaqchikel. These findings also revealed that the processing load in sentence processing is greatly affected by the syntactic nature of individual languages.

Keywords — Sentence Processing, Event-Related Brain Potentials, Word Order, Kaqchikel, Field-Based Psycholinguistics

1. はじめに

世界には語順の制限が厳しい言語とそうでない言語がある。たとえば、英語や中国語は語順によって項名詞句の役割が示されるために、語順の制限が厳しい言語である。その一方で、日本語やドイツ語では、項名詞句が担う格の情報が顕在的で豊富であることもあいまって語順にかかる制約が比較的ゆるく、1 つの命題を表すのに複数の語順が可能な言語である。語順の制約が比較的ゆるい言語では、「その言語の統語的な基本語順は何か？」がしばしば話題になる。たとえば日本語では、主語（S）が目的語（O）に先行する(1a)が基本語順で、(1b)はそこから派生した複雑な構造を持つ文であることが統語理論の研究において示されている。また、心理言語学的な研究においても、様々な実験データに基づいて、同様の結論が導かれている。

(1) a. 先生が生徒をほめた。[SO 語順]
b. 生徒を先生がほめた。[OS 語順]

この研究では、グアテマラで話されているカクチケル語の基本語順が VOS なのか、SVO なのかを明らかにするために行った 2 つの ERP 実験の結果を報告し、VOS 語順が基本語順であるという議論を行う。

2. カクチケル語

カクチケル語は、マヤ諸語の一つであり、グアテマラの先住民族を中心に現在およそ 45 万人の話者がいると報告されている（Tay Coyoy, 1996[1]）。カクチケル語の文法に関する特徴として次のような事柄があげられる。

(i) 主要部標示型言語であり、主語や目的語を示す名詞は無標で、動詞に主語および目的語との一致標識が義務的に現れる。
(ii) 能格言語であり、他動詞の主語を標示する形態素（能格形態素；セット A）と自動詞の主語および他動詞の目的語を標示する形態素（絶対格標識；セット B）とに分けられる。動詞内部の一致標識の生起順序は「相-セット B-セット A-動詞語幹」である。

(2) X-ϕ-u-chöy ri chäj ri ajanel.
完了-B3sg-A3sg-切る 松の木 大工
"大工が松の木を切った。"

(iii) 語順の交替が自由で、他動詞文の場合、(2)の VOS 語順以外にも、(3a)SVO、(3b)VSO、(3c)OVS といった語順も文法的と認められる。

(3) a. [SVO] Ri ajanel x-ϕ-u-chöy ri chäj.
b. [VSO] X-ϕ-u-chöy ri ajanel ri chäj.
c. [OVS] Ri chäj x-ϕ-u-chöy ri ajanel.

これまでの分析では、それぞれの語順の統語構造は(4)のようになっていると分析されており、VOS が統語的に最も単純で、それ以外の語順はより複雑な構造をしていると分析されている（England, 1991[2], Aissen, 1992[3]）。

(4) a. [VOS]　　c. [[V gap$_i$ S] O$_i$]
　　b. [S$_i$ [VO gap$_i$]]　　d. [O$_i$ [V gap$_i$ S]]

カクチケル語の実使用場面では、VOS 以外の語順も数多く観察されており、観察される語順としては SVO が最も多いという報告もある。そこで、本研究では、カクチケル語話者が様々な語順を処理する際の処理負荷を事象関連電位を指標として測定し、そのデータに基づいてカクチケル語の基本語順について検討した。

3. 実験 1

統語的な基本語順を探るための方法の一つに、事象関連電位（ERP）を用いる方法がある。ERP は脳波の一種で、特定の認知処理に対して時間的に固定して特定の成分が観察されるという特徴を持つ。言語処理の中でも特に統語処理に関わる負荷が増大すると、P600 と呼ばれる陽性成分が観察されると言われている。本研究では、どの語順の文を処理する際に P600 が観察されるのかに基づいて基本語順を検討した。

図 1 実験で用いられた絵画の例：左側の二人は赤で描かれ、右側の人は青で描かれている。

実験 1 では、「絵画・文一致課題」を用いた ERP 実験を行った。この課題では、実験参加者はまず、パソコン画面に呈示された絵画を 3 秒間見る。そして、画面から絵画が消失したら、イヤホンを通じて、カクチケル語の文が呈示される。文の呈示後に参加者は、絵画と文の表す内容が合致していたかどうかをマウスで回答する。そして、参加者が文を聞いている最中の脳波を記録した。実験では、図 1 に示すような図を視覚呈示し、その後に(5)に示す文をカクチケル語話者に聴覚呈示した。

(5) a. [VOS]　Xkoyoj　ri xar　ri taq käq.
　　呼んだ　青　複数-赤
　　b. [VSO]　Xkoyoj ri taq käq ri xar.
　　c. [SVO]　Ri taq käq xkoyoj ri xar.
　　d. [OVS]　Ri xar xkoyoj ri taq käq.
　　"赤たちが青を呼んだ。"

それぞれの語順について、肯定反応（絵画と文の内容が合致するもの）となる刺激 48 文を作成した。さらに、絵画と文の内容が合致しない否定反応を 96 刺激作成した。これらの合計 288 文を実験参加者ごとにランダムに呈示した。

分析の対象となったカクチケル語話者は 16 名（全員右利き）で、特定の地域・村への偏りはなかった。

データの分析は、S・O・V の各文節の音声開始の瞬間を起点として、直前の 100 ミリ秒間の平均電位を基線にとり、呈示から 1,000 ミリ秒間を加算の対象区間とし、ERP を算出した。データの統計処理は、分析区間の平均電位量について、比較する 2 つの語順×電極部位を要因とする反復測定の分散分析を行った。

実験 1 でもっとも関心のある比較は、VOS 語順と SVO 語順の第 3 文節である。VOS 語順は、歴史的、理論的に基本語順だと分析され、行動指標を用いた聴解実験でも最も選好される語順であった（Koizumi et al. 2012[4], Kiyama et al., 2013[5]）。その一方で、SVO 語順は、現代のカクチケル語で最も使用される頻度が高く、話者にとっては最もなじみ深い語順と言える。もし、VOS が基本語順であるならば、SVO 語順が派生語順ということになり、その処理負荷がより大きくなると予測されるし、もし SVO が基本語順であるならば、VOS 語順でその処理負荷が大きくなり、それが ERP 成分にも反映されるはずである。

実験の結果、最も関心のある比較である、VOS 語順(5a)と SVO 語順(5c)の比較において、第 3 領域（VOS の S および SVO の O）では、SVO で P600 と考えられる陽性成分が観察された（図 2）。

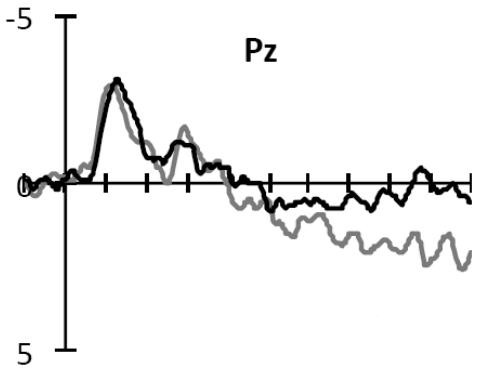


図 2 実験 1 における VOS 語順、SVO 語順の第 3 領域呈示から 1000 ミリ秒間の ERP 波形。濃い線が VOS 語順を示し、薄い線が SVO 語順を示している。横軸が潜時を示し、縦軸が電位量（陰性方向が上向き）を示している。

この結果は、VOS が基本語順で(4a)のような構造をしており、SVO は(4b)の構造をしていて、O が入力された後で S についての filler-gap 依存関係の構築を行っているために得られたと解釈することができる。もし、SVO が基本語順だとすれば、VOS は、$[[VO]_i\ S\ gap_i]$ のような構造を仮定することになり、S 入力後に VO を filler とした依存関係構築操作が行われるはずであるが、それを支持するような ERP 成分は得られていない。したがって、実験 1 で得られた結果は、カクチケル語話者の脳内に存在する基本語順は VOS だということを示していると考えることができる。

4. 実験 2

実験 1 の結果は、カクチケル語話者の脳内に存在する基本語順が VOS であることを示唆した結果であると解釈した。しかし、別の解釈も可能である。それは実験の手続きに由来する効果である。実験 1 では、画像を呈示したあとに音声を呈示する、絵画-文一致課題が用いられた。この実験手続きでは、画像が先行呈示されたことにより、実験参加者は、その画像の内容に基づいてあらかじめ心内で文を生成し、文聴解時には自分の心内にある文と実際に提示された文とのマッチングが行われていた可能性がある。文を聞いている際には文構造の構築を行っているのではなく、心内であらかじめ構築されていた文と実際に聞こえてくる文の語順が同じかどうかをチェックする作業をやっていただけの可能性があるというわけである。そして、心内であらかじめ構築されていた文の語順と、実際に呈示された文の語順が異なり、そのことが原因で処理負荷の大小に変化が生じた可能性がある。つまり、実験 1 の結果は、文解析にかかる処理負荷ではなく、コンテクストによって構築された期待と一致していたかどうかによって認知負荷が変化し、それが VOS と SVO の比較における SVO での P600 効果へと繋がったという可能性を示唆するものであり、さらなる検討が必要である。

実験 2 ではこの問題点の解消をはかるために、実験の手続きを変更し、文-絵画一致課題を用いた実験を行なった。この実験手続きは、先に文を音声呈示し、その後に呈示される画像の内容が先行して聞いた文の内容と合っているかを判断するものである。このような手続きを取ることで、少なくとも前段で指摘した可能性によって VOS 語順の処理負荷が大きくなったかどうかについては検討が可能である。

実験で用いられた画像刺激、文刺激については実験 1 と同様であった。分析対象は 16 名のカクチケル語話者（全員右利き）で、一部は実験 1 の参加者と重複していた。実験 1 と実験 2 の実施には数年の間があるため、特に影響はないと考えられる。また、脳波の記録方法、ERP の解析方法についても実験 1 に準じていた。

もし、実験 1 で観察された P600 効果が先に画像が呈示されたことによるコンテクスト効果でないならば、実験 2 でも SVO 語順の処理負荷が VOS 語順よりも大きくなり、P600 が観察されることが期待される。

実験の結果、最も関心のある VOS と SVO の第 3 文節同士の比較において、SVO 語順において P600 効果が観察された。

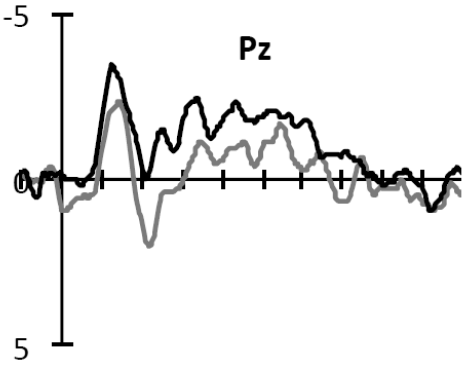


図 3 実験 2 における VOS 語順、SVO 語順の第 3 領域呈示から 1000 ミリ秒間の ERP 波形。濃い線が VOS 語順を示し、薄い線が SVO 語順を示している。横軸が潜時を示し、縦軸が電位量（陰性方向が上向き）を示している。

5. 考察

本研究では、カクチケル語話者の脳内に存在する統

語的基本語順がVOSなのかSVOなのかという問いに対して、電気生理学的な指標を得ることで、その答えを探ることが目的であった。

実験 1 の絵画-文一致課題において、VOS 語順に対して、SVO 語順で P600 効果が得られたことから、VOS がカクチケル語の統語的基本語順であることが示唆された。同時に、実験 1 の手続きの問題で、先にコンテクストとしての画像を呈示したことにより、画像に基づいて心内に構築された文の語順と実際に呈示された文の語順が異なり、それによって認知負荷が変化したという可能性があった。実験 2 ではこの可能性を検討するために、絵画-文一致課題を用いた ERP 実験を行なったが、コンテクストを与えない状態であっても、SVO の処理負荷が VOS の処理負荷よりも大きく、それが P600 効果に反映されるということが明らかになった。これら 2 つの実験結果に基づくと、カクチケル話者の脳内に存在する統語的基本語順は VOS であると考えることが妥当であると言える。

これまでに英語、日本語だけでなく、ドイツ語、フィンランド語、ロシア語、韓国語などにおいて、主語に目的語が先行する語順（OS 語順）は、目的語に主語が先行する語順（SO 語順）よりも処理負荷が大きいということが示されてきた（Yasunaga et al., 2015[6]参照）。OS 語順が SO 語順よりも処理負荷が大きい理由としては主に 2 つの可能性が考えられる。一つは、その言語の統語的基本語順が SO だから、そこから派生し、より複雑な構造を持つ OS の処理負荷が大きいという個別言語の統語構造に基づく解釈である。もう 1 つの可能性は、動作主は被動者よりも認知的にアクセスが容易であるので、動作主-被動者と並ぶ SO 語順のほうが処理が容易であるという人間に普遍的な認知特性に基づく解釈である。英語や日本語では、どちらの解釈に基づいても SO 語順が OS 語順よりも選好されることを予測し、結論を出すことができない。しかし、本研究が対象としたカクチケル語での実験結果を考えると、統語構造に基づく解釈のほうがより妥当ではないかということが言える。

参考文献

[1] Tay Coyoy, A. (1996) *Análisis de situación de la educación maya en Guatemala*. Guatemala:Cholsamaj.

[2] England, N. C. (1991). Changes in basic word order in Mayan languages. *International Journal of American Linguistics*, 57, 446–486.

[3] Aissen, J. L. (1992) Topic and focus in Mayan. *Language*, 68, 43–80.

[4] Koizumi, M., Yasugi, Y., Tamaoka, K., Kiyama, S., Kim, J., Ajsivinac Sian, J. E., & García Matzar, P. O. (2014) On the (non-)universality of the preference for subject-object word order in sentence comprehension: A sentence processing study in Kaqchikel Maya. *Language*, 90, 722–736.

[5] Kiyama, S., Tamaoka, K., Kim, J., & Koizumi, M. (2013) Effect of animacy on word order processing in Kaqchikel Maya. *Open Journal of Modern Linguistics*, 3, 203–207.

[6] Yasunaga, D., Yano, M., Yasugi, Y., Koizumi, M. (2015). Is the subject-before-object preference universal? An event-related potential study in the Kaqchikel Mayan language, *Language, Cognition, and Neuroscience*, 30(9), 1209–1229.

カクチケル語の基本語順と文理解 –fMRI 実験による検証–
A Sentence Processing Study in Kaqchikel Maya: An fMRI Study

金 情浩
Jungho Kim

京都女子大学
Kyoto Women's University
kimj@kyoto-wu.ac.jp

Abstract

The processing load of sentences with different word orders in the Kaqchikel Mayan language was investigated using functional magnetic resonance imaging. We observed higher cortical activations in the left inferior frontal gyrus for sentences with the subject-verb-object (SVO) word order as compared to sentences with the verb-object-subject (VOS) word order, suggesting that VOS is easier to process than SVO. This is consistent with the traditional interpretation in Mayan linguistics that the syntactically simplest word order is VOS in Kaqchikel, as in many other Mayan languages. More importantly, the results revealed that the preference for subject-object word order in sentence comprehension observed in previous studies may not be universal; rather, processing load in sentence comprehension is greatly affected by the syntactic nature of individual languages.

Keywords — basic word order, Guatemala, left inferior frontal gyrus, processing load, syntactic complexity

1. はじめに

日本語や韓国語など多くの言語において、主語－目的語の語順（SO 語順）のほうが、目的語－主語の語順（OS 語順）に比べ、文理解の際の処理負荷が低いことが知られている(SO 語順選好)。しかし、従来の文理解研究のほとんどは SO 語順を基本語順とする「SO 型言語」を対象にしているため、OS 語順に比べSO語順の処理負荷が低いの(SO語順選好)は、当該言語の基本語順が他の語順に比べ理解しやすいという個別言語の文法の影響によるもの（＝**個別文法説**）なのか、あるいは基本語順に関わらず SO 語順はどの言語でも理解しやすいという普遍的な認知特性によるもの（＝**普遍認知説**）なのかが分からない。そこで、OS 語順を基本語順にもつ「OS 型言語」の一つであるカクチケル語（グアテマラで話されているマヤ諸語の一つ）の母語話者を対象に fMRI による実験を行った。

2. カクチケル語の基本語順

カクチケル語（Kaqchikel）は、「動詞－目的語－主語」（VOS）語順を統語的な基本語順に持つとされている。Koizumi et al. (2014) と Kiyama et al. (2013) は、カクチケル語の母語話者を対象にした文理解実験で、VSO と SVO 語順の文に比べ、基本語順とされる VOS 語順の文の処理負荷が低い（反応時間が短い）ことを報告している。しかし、実際に一番よく使われる語順は SVO であり、VOS 語順の産出頻度はその次である（Kubo et al., 2012；久保他, 2015)。このことから、カクチケル語は VOS 言語から SVO 言語に移行中である、あるいはすでに移行済みであるという可能性がしばしば指摘されている（Maxwell and Little, 2006: 102)。

3. 実験

カクチケル語における語順と文処理負荷の関係を調べるために、カクチケル語母語話者を対象に fMRI を用いた実験を行った。

予測：カクチケル語の基本語順が VOS であるとすると，個別文法説と普遍認知説はカクチケル語の文処理負荷（文聴解中の脳活動）に関して次のような予測をする。

(1) 個別文法説： VOS < SVO
(2) 普遍認知説： VOS > SVO

被験者：グアテマラのアンティグア近郊に在住しているカクチケル語母語話者 17 名が本実験に参加した（1 名のデータは、技術的な問題で分析から外した)。被験者は全員右利きで医学的に聴覚機能に問題がないことを確認した。利き手調査はエディンバラ利き手テスト（Oldfield, 1971）を用いて行った。また、実験前にヘルシンキ宣言に沿って被験者全員に対し、実験装置の安全性と実験内容を十分に説明し、書面による同意を得た。

刺激文：意味的に自然な VOS 語順の他動詞能動文 52 文とそれに対応する SVO 語順の文 52 文，合計 104 文をターゲット文として作成した。それに、

意味的に不自然な 2 つの語順の他動詞能動文 24 組 48 文をフィラー文として加え，合計 152 文の刺激文を作成した。それらを男性のカクチケル語母語話者が読み上げたものを録音・編集して実験に用いた。

手順: 76 組 152 文の刺激文を 2 つのセッションに分けて 76 文ずつ聴覚呈示した。各セッションは、意味的に自然な文 52 文と意味的に不自然な文 24 文で構成された。被験者には直前に聞いた文が意味的に自然な文かどうかをできるだけ早く正確にボタン（YES/NO）押しで判断するよう指示した。各セッションは 2 つの語順条件（VOS 条件と SVO 条件）と Null 条件（凝視点を見つめるだけで何もしない）で構成され、イベント・デザイン（event-related design）で行われた。被験者が音声を聞き始めてからボタンを押すまでの時間を反応時間として記録した。すべての刺激文は E-prime を用いて呈示した。

fMRI 実験: 東北大学内の 3.0 T の MRI 装置（Philips Achieva Quasar Dual, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands）を用い、課題遂行中の脳活動の変化を EPI（echo planar imaging）画像によって撮像した。EPI 撮像の後、各被験者の全脳の形態画像（T1 強調画像）を撮像した。

4. 結果と考察

実験の結果、VOS 条件と Null 条件の比較でも，SVO 条件と Null 条件の比較でも、どちらの比較でも基本的に類似した領域（ブローカ野、ウェルニッケ野など）に賦活が見られた。これらの領域は従来から古典的な言語野として知られている領域と一致している。これは両語順の文の理解に関与する脳領域がほぼ同じであり、両語順の文の処理に必要な認知処理がかなりの程度共通していることを示唆する。

次に、個別文法説と普遍認知説を検証するために、VOS 条件と SVO 条件の直接比較を行った。その結果、「VOS - SVO」の比較では有意な脳活動領域が見られなかったが、「SVO - VOS」の直接比較で左脳の下前頭回（Left IFG）の活動が有意に上昇することが確認できた（図 1）。

この結果は、SVO 語順のほうが VOS 語順よりも処理負荷が高いことを示しており、個別文法説の予測と一致する。このことから、次のように結論付けることができる。（1）カクチケル語の統語的基本語順は現在でも VOS である。（2）普遍認知的要因よりも個別文法的要因のほうがカクチケル語の文処理負荷に与える影響が大きい。

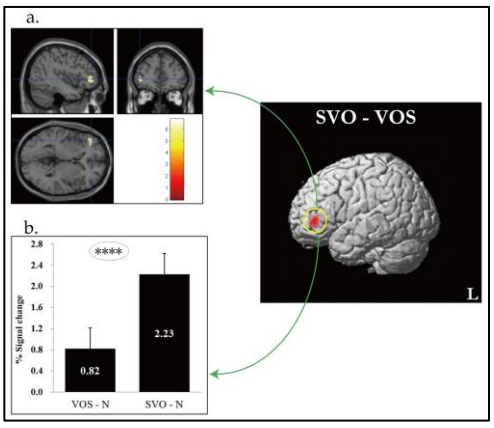


図 1　SVO-VOS の賦活領域

付　記

本研究は、科学研究費補助金（22222001,15H02603）の助成を受けて行われ、2016 年 10 月に論文として発表された（Koizumi, M. & Kim, J. (2016). Greater Left Inferior Frontal Activation for SOV than VOS during Sentence Comprehension in Kaqchikel. *Frontiers in Psychology*, 7-1541. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01541）。

参考文献

[1] Koizumi, M., Yasugi, Y., Tamaoka, K., Kiyama, S., Kim, J., Ajsivinac Sian, J. E., & García Mátzar, L. P. O. (2014). On the (non)universality of the preference for subject-object word order in sentence comprehension: A sentence-processing study in Kaqchikel Maya. *Language*, 90, 722-736. doi: 10.1353/lan.2014.0068

[2] Kiyama, S., Tamaoka, K., Kim, J., & Koizumi, M. (2013). Effect of animacy on word order processing in Kaqchikel Maya. *Open Journal of Modern Linguistics*, 3, 203–207. doi: 10.4236/ojml.2013.33027

[3] Kubo, T., Ono, H., Tanaka, M., Koizumi, M., & Sakai, H. (2012). How does animacy affect word order in a VOS language? Poster presented at the 25th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing, New York.

[4] 久保琢也・小野創・田中幹夫・小泉政利・酒井弘（2015）カクチケル語 VOS 語順の産出メカニズムー有生性が語順の選択に与える効果を通してー.『認知科学』, 22(4), 591-603

[5] Max well, J. M., and Little, W. E. (2006). Tijonïk Kaqchikel Oxlajuj aj – Curso de Idioma y Cultura Maya Kaqchikel. Guatemala City: Editorial Junajpu.

[6] Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.

タロコ語の聴覚文理解：語順と態の効果
Auditory sentence comprehension in Truku Seediq
The effect of word order and voice

小野 創
Hajime Ono
津田塾大学
Tsuda University
hajime@tsuda.ac.jp

Keywords — Truku Seediq, sentence comprehension, auditory, word order, voice, ergative, absolutive, Austronesian, endangered languages

概要

文処理研究の分野では、語順などの文の統語的性質が処理負荷に大きく影響することが知られている（例えば Frazier 1987, MacDonald 1994 等）。世界の言語の中で類型的に大多数を占める SO 言語（主語が目的語に先行する言語）では、目的語が主語に先行する語順で文が呈示された場合に処理負荷が増えることが観察されている（Bader & Meng 1999 等多数）。台湾の先住民族の言語の一つであるタロコ語（オーストロネシア語族）は、SVO 語順に加えて VOS 語順も可能であり、VOS 語順が統語的基本語順とされている（月田 2009）。タロコ語のような OS 言語（目的語が主語に先行する言語）において、どのような語順に対する選好性が見られるのかを調べることは、人間言語の文理解における処理負荷がどこまで言語システムの特性なのか、それともより一般的な認知特性によるものなのかを明らかにする上で非常に興味深い（久保他 2015）。

タロコ語母語話者は、タロコ語による読み書きを日常頻繁に行うことは少ないため、聴覚で文を呈示し、文の意味（自然か不自然か）について判断してもらい、反応時間を計測した。ターゲット刺激文は全て他動詞文であり、語順（SVO/VOS）と態（Agent Voice/Goal Voice）を操作し、4 条件からなる 48 セットの刺激文を用意した。

タロコ語は他のオーストロネシア語族の言語のように非常に豊かな態のシステムを持つ。動詞が Agent Voice (AV)形を持つ場合、動作主にあたる名詞句が主語位置に現れ、動詞が Goal Voice (GV)形を持つ場合、被動者にあたる名詞句が主語位置に現れる。結果の概要として、GV_SVO 条件に対する反応時間が GV_VOS 条件よりも遅く、この言語では目的語が主語に選好する語順に対する選好性が見られた。反応時間のパターンと統語的操作の複雑性の関連についても議論する。

参考文献

[1] Fraizer, L. (1987). Theories of syntactic processing. In J. Garfield (Ed.), Modularity in knowledge representation and natural language processing. Cambridge, MA: MIT Press.
[2] MacDonald, M., Pearlmutter, N., & Seidenberg, M. (1994). Syntactic ambiguity resolution as lexical ambiguity resolution. In C. Clifton, L. Frazier, & K. Rayner (Eds.), Perspectives on sentence processing. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
[3] Bader, M., & Meng, M. (1999). Subject-Object Ambiguities in German Embedded Clauses: An Across the Board Comparison. *Journal of Psycholinguistic Research*, 28, 2, 121−143.
[4] 月田尚美. (2009). セデック語（台湾）の文法. 東京大学博士論文.
[5] 久保拓也, 小野創, 田中幹大, 小泉政利, 酒井弘. (2015). カクチケル語 VOS 語順の産出メカニズム：有生性が語順の選択に与える効果を通して. 『認知科学』, 22 (4), pp.591−603. 日本認知科学会.

タロコ語文理解の処理負荷に及ぼす語順の影響：ERP および瞳孔反応を指標として

Word Order and Sentence Processing in Truku Language: Evidence from ERPs and Pupillary Responses

新国 佳祐[†]，矢野 雅貴[†‡]
Keiyu Niikuni, Masataka Yano
[†]東北大学，[‡]日本学術振興会
Tohoku University, Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)
keiyu@cog.is.tohoku.ac.jp

Abstract

This study explored the effects of word order (VOS order vs. SVO order) on the cognitive loads required to process Truku sentences. Truku language follows the verb-object-subject (VOS) basic word order, which allows us to investigate whether the subject-before-object (SO) word order is universally preferred to the object-before-subject (OS) order in sentence comprehension. We conducted two experiments in which the event-related brain potentials (ERP)/pupillary responses were recorded while the participants, who are native speakers of Truku, listened to Truku sentences. The results of the ERP experiment showed that SVO word-order sentences elicited a larger P600 effect than VOS order ones, suggesting that the word-order preferences in sentence comprehension are regulated by the language-specific (not universal) aspects of the basic word order.

Keywords — sentence comprehension, Truku language, word order, ERP, pupillometry

1. 目的

個別言語にはそれぞれに固有の基本語順が存在する。例えば，日本語は「太郎が花子を殴った」のような「S（主語）O（目的語）V（動詞）」語順が基本語順であると考えられており，基本語順から逸脱した「OSV（花子を太郎が殴った）」のような語順の文は，基本語順の文と比較して，処理に要する認知的負荷が大きいことが先行研究によって示されている[1]。日本語に限らず多くの言語は，主語が目的語に先行する SO 語順を基本語順に持ち，それらの言語においては OS 語順よりも SO 語順が文処理の際に選好されることが確かめられている[2,3,4]一方で，目的語が主語に先行する OS 語順を基本語順とする言語において，OS 語順が選好されるのか，それとも SO 語順が選好されるのかを実証的に示した研究は少ない。この点を明らかにすることは，言語にかかわらない人間の普遍的な認知特性が語順の選好性を規定している（普遍認知仮説）のか，それとも言語個別のパラメタ（基本語順）が語順の選好性を規定している（個別文法仮説）のかという問題の解決につながる。

本研究では，オーストロネシア語族セデック語の一つであり，VOS 語順を基本語順とするタロコ語の文理解において，SO 語順文／OS 語順文の処理にかかる負荷を比較することにより，普遍認知仮説 vs. 個別文法仮説の問題にアプローチする。タロコ語は以下(1a,b)のように，基本語順である VOS の S を V の前に移動することによって，SVO 語順を派生できる[5]。

(1) Actor Voice (AV)
“The red kicks the blue”

a. VOS:	qmqah	emqliyang niyi	ka
	kick.AV	blue DET	NOM
	embanah niyi		
	red DET		
b. SVO:	embanah niyi	o	qmqah
	red DET	FOC	kick.AV
	emqliyang niyi		
	blue DET		

ここで，タロコ語は，Actor 項（上記では，”the red”）を主語として扱う Actor Voice（AV）文の他に，Goal 項を主語として扱う Goal Voice (GV) 文が可能である。

(2) Goal Voice (GV)
“The red kicks the blue”

a. VOS:	qqahan	embanah niyi	ka
	kick.GV	red DET	NOM
	emqliyang niyi		
	blue DET		
b. SVO:	emqliyang niyi	o	qqahan
	blue DET	FOC	kick.GV
	embanah niyi		
	red DET		

実験では，語順（VOS／SVO）に加えてVoice（AV／GV）を実験要因として操作し，文を聴いている際のERP（事象関連電位）ならびに瞳孔反応を計測することにより，文処理中の認知的負荷についてオンライン指標に基づき検討する。SO語順が基本語順である言語においては，SO語順文理解時と比較してOS語順文理解時に，文の統語的処理負荷の大きさを反映するとされるERP成分であるP600成分の振幅値が大きくなることが報告されている[6]。ERP実験においてはこのP600成分に着目し，タロコ語文理解の際にその振幅が条件間でどのように異なるのかを検討する。また，認知的な処理負荷の大きさは，瞳孔径の変化（散大／縮小）からもモニターできることが知られている[7,8]ことから，瞳孔反応計測実験においては，ERP実験と同様の実験パラダイムのもと，文聴解時の瞳孔径変化量を条件間で比較する。

2. ERP実験

方法

参加者　右利きのタロコ語母語話者25名（男性7名，女性18名，平均年齢61.5歳，SD 12.5歳）が実験に参加した。

材料　(1)，(2)に示されるような他動詞文48文と，各刺激文が示す状況に関する絵を48枚用意した。刺激文に対応する48枚の絵のうち，24枚は文の意味内容を正しく描写しており，残りの24枚は，例えば動作主と非動作主が逆になっているなどの理由で文の意味内容と絵が示す状況とが一致していなかった。

手続き　1試行において，参加者は，語順（VOS／SVO）×Voice（AV／GV）の4条件のいずれかに割り当てられた文をイヤホンを通して聴き，後続してモニターに視覚呈示される絵が文の意味内容と合致しているかをボタン押し反応により回答した。実験を通して参加者は48の刺激文を4条件下のいずれにおいても呈示されたため，合計の試行数は192試行となった。刺激文の呈示順序はランダムであった。文の呈示中はモニター中央に表示される注視点を常に凝視し，かつ瞬きおよび眼球運動を極力起こさないよう教示した。

EEGの記録　Brain Products社製QuickAmp（サンプリングレート 1000Hz）およびキャップマウントのAg/AgCl電極を用いてEEGを計測した。探査電極は10-20法におけるF3/4, C3/4, P3/4, O1/2, F7/8, T3/4, P7/8，Fz，Cz，Pzの17か所に，VEOG／HEOG計測用の電極を左眼下／外側にそれぞれ設置した。オンラインでのEEG／EOGの記録には平均電位基準法を用い，オフラインでA1，A2（左右耳朶）の平均値に再基準化した。記録はDC-200Hzのバンドパスフィルタをかけて実施し，記録中は電極インピーダンスを10kΩ以下に保った。

分析　刺激文の後に呈示される絵に対して正しく反応できていなかった試行を分析から除外した。ERPは，VOS／SVO文構造における文末のS／Oに当たる(1)，(2)の下線部領域のオンセットにタイムロックして各試行のEEG波形を加算平均することにより算出した。ERP波形の算出にあたっては，まず各試行における分析対象領域オンセット-100ms～1000msのデータを切り出し，0.1Hz-30Hzのバンドパスフィルタを適用した。次に，[9]に基づく独立成分分析を行い，アーチファクトとみなされる成分を波形から除外した後，-100ms～0msをベースラインとして波形を補正し，参加者ごとに各条件で加算平均した。この際，±100μVを超える振幅値サンプルを含む試行のデータは分析から除外した。

加算平均して得られたERP波形に対して，分析対象領域オンセットから100-300ms，300-500ms，500-700ms，700-900msそれぞれの時間窓における平均振幅値について，正中線に位置する電極部位（Fz，Cz，Pz），傍矢状洞部に位置する電極部位（F3/4，C3/4，P3/4），側頭部に位置する電極部位（F7/8, T3/4, P7/8, O1/2）分け，それぞれ語順（VOS／SVO）とVoice（AV／GV）を参加者内要因に含む分散分析を行った。正中線電極の分析においては電極の前後位置3水準，それ以外の位置の電極の分析においては電極の前後位置3または4水準および左右位置2水準を分散分析の要因にそれぞれ含めた。分散分析においては必要に応じてGreenhouse-Geisserのεによる自由度調整を行った。

結果と考察

以下，分析時間窓ごとの主な統計解析の結果と，代表的な電極に関する全被験者の総加算平均結果を示す（図1）。

100-300ms時間窓　VOS語順条件よりもSVO語順条件で大きな陽性方向への波形のシフトを認める，正中線および傍矢状洞部での語順の主効果が有意であった（正中線：$F(1, 24) = 5.29$, $p < 0.05$ 傍矢状洞部：$F(1, 24) = 4.49$, $p < 0.05$）。

300-500ms時間窓　頭頂部・後頭部を中心として頭皮領域全体的に，VOS語順条件よりもSVO語順条件で振幅値が大きいことを認める，全領域での語順の主効

果（正中線：$F(1, 24) = 5.26$, $p < 0.05$，傍矢状洞部：$F(1, 24) = 4.41$, $p < 0.05$，側頭部：$F(1, 24) = 5.25$, $p < 0.05$）および語順×前後電極位置の交互作用（正中線：$F(1, 24) = 9.85$, $p < 0.01$, 傍矢状洞部: $F(1, 24) = 19.73$, $p < 0.01$，側頭部：$F(1, 24) = 11.28$, $p < 0.01$）が有意であった。また，SVO 語順条件＞VOS 語順条件の振幅値の差が, AV 条件よりも GV 条件で大きいことを示唆する，正中線・傍矢状洞部での語順×Voice の交互作用（正中線：$F(1, 24) = 4.54$, $p < 0.05$，傍矢状洞部：$F(1, 24) = 4.69$, $p < 0.05$）および傍矢状洞部と側頭部での語順×Voice×前後電極位置の交互作用（傍矢状洞部：$F(2, 48) = 7.07$, $p < 0.05$，側頭部：$F(3, 72) = 4.14$, $p < 0.05$）が有意であった。

500-700ms 時間窓　VOS 語順条件よりも SVO 語順条件で振幅値が大きいことを認める語順の主効果が側頭部において有意であった（$F(1, 24) = 4.26$, $p < 0.05$）。

700-900ms 時間窓　VOS 語順条件よりも SVO 語順条件で振幅値が大きいことを右半球においてのみ認める語順×左右電極位置の交互作用が，傍矢状洞部で有意であった（$F(1, 24) = 8.84$, $p < 0.01$）。

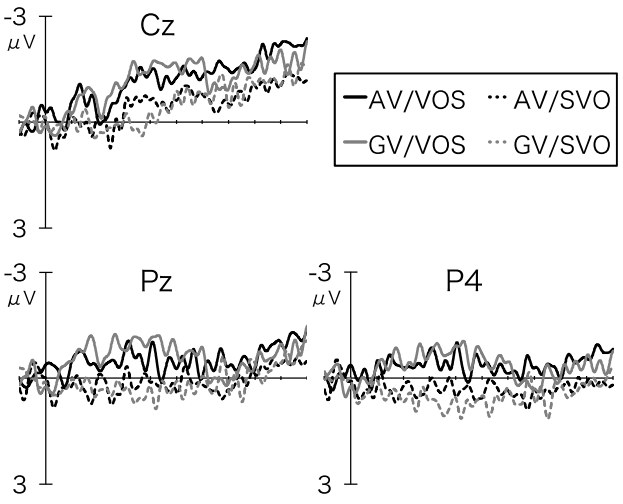


図 1　条件ごとの ERP 総加算平均波形. 横軸は分析対象領域オンセット-100～1000ms 間の時間を表す（目盛り当たり 100ms）.

以上のように，全時間窓を通して，VOS 語順条件よりも大きな陽性方向への ERP 波形のシフトが SVO 語順条件で認められた。潜時帯はかなり早いものの，この陽性成分を P600 とみなせば，VOS 語順を基本語順とするタロコ語の文理解においては, OS 語順文よりも SO 語順文で処理にかかる負荷が大きいと結論することができる。さらに，300-500ms 時間窓においては，VOS 条件と比較した際の SVO 条件でのこの陽性成分の大きさが, AV 条件よりも GV 条件で大きいことを示す交互作用効果を得た。

3. 瞳孔反応計測実験

方法

参加者　タロコ語母語話者 14 名（男性 5 名，女性 9 名，平均年齢 60.9 歳，SD 6.6 歳）が実験に参加した。

材料と手続き　用いた刺激文・絵と実験手続きは脳波実験と同一であった。ただし，刺激音声はイヤホンではなくスピーカーを用いて呈示した。

瞳孔反応の計測　非装着型のアイトラッカーTobii X3-120（サンプリングレート 120Hz[1]）を用いて文呈示中の瞳孔径（mm）を計測した。

分析　全参加者の右眼の瞳孔径を分析に用いた。分析対象時間窓は, (1), (2)の下線部領域のオンセットから，200ms-1400ms 間に設定した[8]。実験全体を通して，欠測サンプルが多い参加者 7 名分のデータを分析から除外した。また，サンプル欠測率が 50%を超える試行のデータを分析から除外した。

次に，[8]に従い，瞳孔径の計測サンプルを参加者ごとに標準化した後，分析時間窓中の経過時間を説明変数，標準化瞳孔径を目的変数とする単回帰分析により算出された傾きの値を，瞳孔径変化量として以降の従属変数に採用した。瞳孔径は認知的な負荷が大きくなると散大する[7,8]ことから，この瞳孔系変化量の値が大きいほど，分析対象領域の語の入力による認知的負荷の増大量が大きいと解釈できる。

算出された瞳孔径変化量について，語順（VOS／SVO）と Voice（AV／GV）を固定効果（各水準を-0.5／0.5 にコーディング），参加者と刺激文をランダム効果とする線形混合効果モデル分析を行った。上記二つの固定効果については交互作用を仮定し，さらに試行の系列順序および文-絵一致判断課題の正誤を固定効果としてモデルに投入した。

結果と考察

混合効果モデル分析の結果, Voice の主効果のみが有意であり（$\beta = 0.046$, $SE = 0.022$, $t = 2.03$, $p < 0.05$），語順および語順×Voice の交互作用は有意でなかった（ps > .10）。最終モデルの推定値をもとに算出した条件ごとの平均瞳孔径変化量を図 2 に示す。

[1] アイトラッカーの仕様により，瞳孔径計測はサンプリングレート 40Hz で行われた。

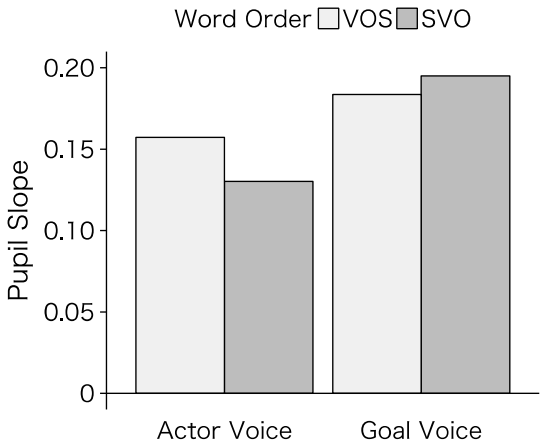


図 2 モデルから推定された条件ごとの平均瞳孔径変化量

ERP 実験でみられた SVO 語順文＞VOS 語順文の処理負荷量を示す結果は，瞳孔反応を指標とした場合には確認できなかった。しかしながら，ERP 実験における 300-500ms 潜時帯の結果と本実験の結果はいくらか整合的である。すなわち，(交互作用効果は有意ではないものの,) Voice 条件別に見ると，AV 条件では正の瞳孔径変化量（散大量）が VOS 条件＞SVO 条件であるのに対して，GV 条件では SVO 条件＞VOS 条件であるという非対称性がみられる。

4. 総合考察

ERP 実験においては，文処理の際に VOS 語順文よりも SVO 語順文で大きな陽性成分が観察された。この成分を P600 成分とみなす限りにおいて，OS 語順を基本語順に持つタロコ語では，SO 語順でなく OS 語順が処理の際に選好されると考えることができる。したがって，これまで主に SO 語順を基本語順とする言語を対象とした先行研究において確認されてきた SO 語順選好は，言語普遍的なものでなく，基本語順からの派生に伴う文の統語構造の複雑化が文処理における負荷の大きさ（選好性）の大部分を規定すると考えてよいだろう。この結論は，第 1 節で述べた個別文法仮説と整合的である。

ただし，ERP 実験における 300-500ms 時間窓分析および瞳孔反応計測実験の結果によって示された Voice による SVO 語順文-VOS 語順文間の処理負荷量差の非対称性は，語順の選好性がかならずしも言語個別のパラメタによってのみ規定されてはいない可能性を示唆する。(1)，(2)からも分かるように，タロコ語 AV-SVO 文および GV-VOS 文では，agent（動作主）項-patient（被動作主）項がこの順序で出現するのに対して，AV-VOS 文および GV-SVO 文では patient 項-agent 項の順序で出現する。仮に，文処理に要求される負荷量が，基本語順からの逸脱の有無だけでなく，agent 項と patient 項の出現順序によっても影響を受ける (agent-patient の順が選好される) と仮定すると，上記の非対称性は説明可能である。すなわち，AV 条件では，VOS 文は基本語順であるという点で処理に有利だが，agent-patient がこの順で出現しない（SVO 文はこの順で出現する）ことによる不利が差し引かれた結果, 処理にかかる総負荷量は SVO 文とそれほど変わらなくなる。対して，GV 条件では VOS 文は基本語順であるという点, agent-patient 順で項が出現する点いずれにおいても SVO 文より処理には有利であり, 結果として総負荷量は SVO 文よりもかなり小さくなると考えれば，実験結果とうまく整合する。

agent 項，patient 項の相対的出現順序が文処理における負荷量を規定するという考え方は，まさに人間の普遍的認知特性によって語順の選好性が規定されるとする普遍認知仮説と一致する。ゆえに，本研究の結果は，個別文法仮説を支持する一方で，これら二つの仮説を二項対立的に捉えるのでなく，言語個別のパラメタと人間の普遍的認知特性の相互作用を仮定することで，人間の言語処理の様式をさらに深く理解することができる可能性を示唆している。

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15H02603（研究代表者：小泉政利）の助成を受けたものです。また，実験装置の一部（アイトラッカー）は，沖縄国際大学・里麻奈美先生が所有するものを使用させていただきました。

参考文献

[1] Tamaoka, K., Sakai, H., Kawahara, J., Miyaoka, Y., Lim, H., & Koizumi, M., (2005) “Priority information used for the processing of Japanese sentences: Thematic roles, case particles or grammatical functions?”, Journal of Psycholinguistic Research, Vol. 34, No. 3, pp. 281-332.

[2] Bader, M., & Meng, M., (1999) “Subject-object ambiguities in German embedded clauses: An across-the-board comparison”, Journal of Psycholinguistic Research, Vol. 28, No. 2, pp. 121-143.

[3] Kaiser, E., & Trueswell, J. C., (2004) “The role of discourse context in the processing of a flexible word-order language”, Cognition, Vol. 94, No. 2, pp. 113-147.

[4] Erdocia, K., Laka, I., Mestres-Missé, A., & Rodriguez-

Fornells, A., (2009) “Syntactic complexity and ambiguity resolution in a free word order language: Behavioral and electrophysiological evidences from Basque”, Brain and Language, Vol. 109, No. 1, pp. 1-17.

[5] 月田尚美, (2009) “セデック語（台湾）の文法”, 博士論文

[6] Ueno, M., & Kluender, R., (2003) “Event-related brain indices of Japanese scrambling”, Brain and Language, Vol. 86, No. 2, pp. 243-271.

[7] Hess, E. H., & Polt, J. M., (1964) “Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving”, Science, Vol. 143, No. 3611, pp. 1190-1192.

[8] Engelhardt, P. E., Ferreira, F., & Patsenko, E. G., (2010) “Pupillometry reveals processing load during spoken language comprehension”, Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol. 63, No. 4, pp. 639-645.

[9] Chaumon, M., Bishop, D. V. M., & Busch, N. A., (2015) “A practical guide to the selection of independent components of the electroencephalogram for artifact correction”, Journal of Neuroscience Methods, Vol. 250, pp. 47-63.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

アート活動による能力開発の実践報告

Competency development through Art activities

有賀三夏[†‡]，永井由佳里[‡]
Minatsu Ariga, Yukari Nagai
[†]東北芸術工科大学，[‡]北陸先端科学技術大学院大学
Tohoku University of Art and Design, JAIST
arigaminatsu@gmail.com，ynagai@jaist.ac.jp

Abstract

The purpose of this research is to develop the methods of teaching art and design for students who are interested in participating in society. We will examine the creation of a curriculum that guides the formation of careers by means of active learning, which will lead the students to participate in society. An emphasis of this curriculum will be how people can contribute to their local community. By engaging in art activities that relate to improvement in environment, we propose an activity model which contributes to the development of problem solving abilities.

Keywords — Active learning, Art thinking, Multiple Intelligences

１．はじめに

芸術・デザイン系大学の特徴と問題

筆者の所属する大学にはデザイン工学部と美術学部があり、その学部の違いは所属学生の社会適応性において大きく異なる。各学生が所属する専門領域によって社会に対する自己との関わりの捉え方に違いがあることは既知のことであるが、特に美術科の学生（実践コースの日本画、洋画、版画、彫刻、テキスタイル、工芸のほか、総合美術）の学生は就学中の将来の目標としては、作家を目指している者が多いためか、社会的な意味での外より、内省としての内に注意を向けていることが多い。このような学生は、創造性や創造力を確かに持ってはいるが、１人仕事に長く時間を費やしているため、社会に適応するコミュニケーション能力などの基盤が乏しく、独創的な力が活かされるコンピテンスが養われていない。地域環境改善に関わるアート活動に学生たちを従事させることで、主体的な問題解決能力の育成に寄与する活動モデルを提案する。

２．主体的な問題解決能力の育成（社会参加を促す方法）

①社会と自己の関係

芸術大学という特殊な環境領域で学ぶ学生が自らの能力に向き合い、社会に求められる人材になるためには、ジェネリックスキルの必要性を自覚させるための、学生に適したアクティブ・ラーニング（AL）型キャリア形成カリキュラムの作成が必要である。芸術系の学生が持つ、専門性のある個人の技能や技量が利他的な社会貢献の活力に繋がれば、学生達の創造性や創造力が具体化されるとともに、地域社会にも彼らの特性に対する理解が得られるのではないかと考えた。

②動機づけについて

筆者は東北芸術工科大学に勤務し、芸術を創作する際の創造力に関わる思考プロセスを「芸術思考」と呼び概念化し［1］、芸術学部の大学生に対しての社会力の意識的な醸成、「社会に求められる人材」を目的とした教育プログラムを「芸術思考」のプロセスとその基盤となる多重知能理論の「８つの能力」の観点から実践を通して検証分析してきた。これにより芸術系の学生が持つ創造性や創造力を専門的能力とし、社会と接続させ「社会力」や「生きる力」として説明付けようと試みている。

多くの大学で PBL（Project-Based-Learning）などの AL が全国に普及し、試行されているが、芸術学部の学生には特有の文化や環境構成があり、PBL を導入する際にもまずそれを解明する必要がある。それを踏まえての AL こそ、精神や行動を質的に変容させるだけでなく、発達的変容の重要な契機となるのではないかと考えるに至った。同時にこれまでの実践の課程で、学生達が「大人になる過程で自然に身につくもの」と考えられてきた能力（行動力、考える力、など）[2]が意外と習得されていないことに気付き、前段階の準備が必要であると観取した。そこで、大学生という限られた時間の中で実施可能な基礎力と能力(技能と技量)を活かしつつ、社会性も同時に身に付く、知識・能力活用型の AL カリキュラムの作成を試みた。

３．知識・能力活用型 AL 実践の紹介

学生との AL 実践活動は 2014 年より始動し、以降主に 3 箇所(図１)との協働活動が継続している。企画に参加する学生は、大学の講義や演習時間終了後に課外授業として有志参加しており、学年や専門コースがそれぞれ異なるメンバーが 15 名ほど在籍している。企画ごとにメンバー構成の多少の変動があるが、リーダー的な役割を担う学生が常に 4 名ほどおり、積極的に後輩指導などをしている。学生達には、多重知能理論や芸術思考、アートセラピー、ホスピタルアート等の知識に関する座学の時間も設けている。

図１　活動の具体例

施設名	日本海総合病院	ボストン・チルドレンズミュージアム	よねおりかんこうセンター
場所	山形県酒田市	アメリカ, マサチューセッツ	山形県高畠市
開始年度	2016年7月	2014年3月	2015年4月
活動内容	・ホスピタルアート作成展示、 ・小児科病棟壁画作成	・ワークショップ企画実践 ・作品展示	顔出しパネル企画作成 イベント企画ワークショップ開催
参加学生(企画毎)	約50名	約15名	約50名

４．検証と今後の課題

チルドレンズミュージアムや日本海総合病院など、子どもの育成の一環や施設の環境改善に関連するアート活動に学生が参画する活動モデルを提案することで、実践事前事後における調査研究が可能となった。故に学生が自ら社会への貢献を目指すことにも繋がってきた。施設側（病院、博物館、公共施設など）とアート制作側が連携して調査を実施することで、一方側からの環境づくりではなく、現場で求められている要望を概念化し明瞭に可視化していくことができる。

アートに関わる領域の地域貢献として、デザインシステム構築のビジネスモデルなどが注目されつつあるが、技術系の作品がどのように社会的に貢献できるかに着目した関連研究は極めて少ない。先行研究として心理学者のミハイ・チクセントミハイがシカゴ美術館附属美術大学で学生の創造性について調査したフロー理論[3]を参考にし、現在の芸術大学の学生が将来社会に還元する創造能力や技術についても考察する。芸術系の学生の協力を得て、先行研究を参考に現在の芸術系の学生の心境変化をリアルタイムで調査することが可能である。

これまでもアートには人を癒す力があり、創造する行為は人間の治癒力を促進させる力があると言われてきた。しかし、アートの力についての証明は、その良さを作品単体で説明するだけでは理解されない。筆者の専門領域は、芸術、心理学、教育、キャリア教育に跨るため、従来の単領域での解説や解釈ではなく、実践研究によってアートを社会と学際的に結び付けることを目指している。多重知能理論の提唱者であるハワード・ガードナーによれば、知能とは「情報を処理する生物心理学的な潜在能力であって、ある文化で価値ある問題を解決したり成果を創造したりするような、文化的な場面で活性化されることができるものである。」と概念化している[4]。本研究においては、芸術やデザインを学ぶ学生が現代社会で価値ある成果を創造するための能力が十分に備わっていることを示しつつ、将来的には、創造性に関わる他の分野にも実践可能な汎用性のあるカリキュラムの作成という形でまとめていきたい。

参考文献

[1] 村山真理, 有賀三夏, 阪井和男, (2013) “生きる力を育む芸術思考”, 情報コミュニケーション学会, Vol.15, 2014年 11 月 8 日.
[2] “「社会人基礎力」育成のススメ”, (2006), 経済産業省, http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/2006chosa.pdf、2017.6.30 アクセス.
[3] Csikszentmihalyi, Mihaly. “The systems model of creativity: the collected works of Mihaly Csikszentmihalyi”, New York: Springer, 2015.
[4] ガードナー・H, (松村暢隆訳), (2001) , “MI:個性を生かす多重知能の理論”, 新曜社

3D イメージと 3D 印刷されたオブジェクトの利用が熟達者と初学者の空間的推論に与える影響

Influence of using 3D images and 3D-printed objects on spatial reasoning of experts and novices

前東晃礼[1]　三輪和久[1]　小田昌宏[1]　中村嘉彦[2]　森健策[3]　伊神剛[4]

Akihiro Maehigashi, Kazuhisa Miwa, Masahiro Oda,
Yoshihiko Nakamura, Kensaku Mori, Tsuyoshi Igami

[1] 名古屋大学情報学研究科，[2] 苫小牧工業高等専門学校創造工学科，
[3] 名古屋大学情報連携統括本部，[4]名古屋大学大学院腫瘍外科学
Nagoya University, Graduate School of Informatics
Tomakomai National College of Technology, Department of Engineering for Innovation
Nagoya University, Information and Communications
Nagoya University, Graduate School of Medicine
mhigashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

This study focuses on the influence of a three-dimensional (3D) graphic image and a 3D-printed object on the spatial reasoning of experts and novices. The spatial reasoning task of this study required doctors specializing in digestive surgery to infer cross sections of a liver with a 3D image and a 3D-printed object. The task performance was compared with that of university students who conducted the same task in Maehigashi et al. (2016). The results are discussed in relation to previous studies.

Keywords — External resources, 3D image, 3D print, Spatial reasoning, Expert, Novice

1. はじめに

空間的推論は，物体の形状や構造，物体間の物理的関係を推測することである[1]．ルート探索や坂道の傾斜角度の推測など，日常のあらゆる場面で空間的推論は行われている．空間的推論を行う際，人間は，空間的メンタルモデルを形成する．空間的メンタルモデルは，要素間の空間的関係の表象である[2]．空間的メンタルモデルを利用することにより，空間的な視点の獲得や方向付けが可能になる．

これまで，多くの先行研究が，外的資源の利用が，空間的メンタルモデルの形成に影響を与えることを示してきた．Tversky[3]は，ルート情報の記憶時に，外的資源として，文章よりも地図が用いられたとき，ルートの再現は正確になることを実験的に示している．また，John et al.[4] は，幾何学的構造の学習時に，外的資源として，2 次元(以下，2D)より 3 次元(以下，3D)イメージが利用されたとき，全体構造の理解は正確になることを実験的に示している．3D イメージの利用においては，複数視点の情報の獲得，奥行情報の獲得，さらに 2D イメージでは表現されない構造の特徴を把握することが可能であるため，全体構造の理解が促進されると考えられている．

近年，3D プリンタの登場により，コンピュータグラフィックスをオブジェクトとして複製することが可能になった．現在，様々な現場で，このようなオブジェクトが利用されている．しかし，外的表象として，この 3D 印刷されたオブジェクトの利用が，空間的推論に与える影響についてはあまり知られていない．

Maehigashi et al.[5]は，3D 印刷されたオブジェクト利用の効果について，大学生を対象にした実験を行った．その結果，人体臓器構造の学習時に，3D イメージよりもオブジェクトが利用されたとき，臓器構造の学習時間は速く，かつ構造の理解は正確であることが明らかになった．また，Maehigashi et al.[6]は，エスノグラフィの手法に基づいて，実際の外科手術の現場で，3D 印刷された人体臓器のオブジェクトの参照が，医師の認知活動に与える影響について検討を行った．記録された発話と身体動作について分析を行った結果，オブジェクトの参照は，患者の臓器構造の空間的メンタルモデルの精緻化，正確な臓器切除のシミュレーション，そして医師間の空間的メンタルモデルの共有を促進することが示された．

これまでの多くの先行研究は，様々な領域の熟達者が，空間情報の知覚，記憶，操作においてチャンク方略を利用して，初学者よりも高い課題パフォーマンスを示すことを実験的に明らかにしてきた[7][8]．Hegarty et al.[8]は，熟達者は，経験や知識に基づいて形成され

た空間的メンタルモデルを保持しており，この空間的メンタルモデルを利用することにより，チャンク方略を行うことが可能になることを示唆している．いくつかの先行研究は，このような熟達者の空間的メンタルモデルについて類似した概念を示している．Woods[9]は，放射線医師は，放射線学的特徴が統合，組織化され，検索可能である内的鋳型(mental matrix)を保持しており，病的な細胞の特徴を視覚的に管理し，統合することに長けていると述べている．また，Gobet and Simon[10]は，チェスマスターは，経験により獲得された盤面の典型(template)を持ち，大きな複数のチャンク情報の入力を可能にしていることを示している．

本研究の目的は，3D イメージと 3D 印刷されたオブジェクト利用時の熟達者と初学者による空間的推論について検討を行うことである．

2. 実験

2.1. 実験課題

本研究では，実際の肝切除手術現場を想定した空間的推論課題を実施した．実験課題は，Maehigashi et al.[5]と同一であった．参加者の正面には，患者が横たわる手術台を想定したメインデスクが設置され，右 90 度横には，器具台を想定したサブデスクが設置された．メインデスクには，3 つの箱が設置され，それぞれの箱に解答用紙と内部構造の見えない肝臓のオブジェクト(以下，ターゲット)が入れられた．サブデスクには，参加者が参照をする肝臓の 3D イメージが表示されたコンピュータ，または肝臓のオブジェクトが入れられた箱が設置された. 図 1 は, 3D イメージ, オブジェクト, ターゲットを示す.

図 1 : 3D イメージ(左)，オブジェクト(中)，ターゲット(右).

3D イメージは，CT(Computed Tomography)による患者の臓器計測によって獲得された肝臓データに基づいて，名古屋大学情報学研究科で開発された画像診断支援システム Pluto を使用して作成された. 最も太い血管である下大静脈とそこから枝分かれする 5 本の血管が青色で表現され，腫瘍が白色で表現された.

オブジェクトとターゲットは，3D イメージと同様の肝臓データに基づいて，3D プリンタを使用して作成された. オブジェクトは, 肝臓内部の構造が可視化され, 3D イメージと同様に, 最も太い血管である下大静脈とそこから枝分かれする 5 本の血管が青色で表現され, 3D イメージと同一箇所に，腫瘍が白色で表現された.

また，3D イメージと同一のデータから，3 つのターゲットが作成された．ターゲットは，患者の肝臓を想定して作成された．手術中に，実際の患者の肝臓内部を視覚的に確認することはできないため，ターゲットの内部構造を視覚的に確認できないように作成された. 3 つのターゲットのそれぞれの異なる位置に，肝臓を一周する線が描かれた．また，その線を境に分離された 2 つの領域を示す「A」と「B」の印がつけられた. なお，3D イメージ，オブジェクト，3 つのターゲットのセットが，異なる肝臓データに基づいて 2 セット作成された.

実験課題で使用されたテストは，Maehigashi et al.[5]と同一であった．上記の材料を使用して，2 種類のテストを実施した．1 つ目のテストは，血管の位置テストであった．参加者は，ターゲットの線に沿って肝臓を切断した場合, その切断面上に現れる血管の位置を, 解答用紙に描かれた切断面の輪郭上に示すことが求められた(図 2). その際，最も太い血管 である下大静脈を「○」，そしてそこから分岐する血管を「×」で示すことが求められた．2 種類の肝臓データに基づいて作成された各 3 つのターゲットでは，下大静脈 0 本と分岐血管 2 本，下大静脈 1 本と分岐血管 2 本，下大静脈 1 本と分岐血管 3 本が，正解として断面上に現れた.

2 つ目のテストは，血管の位置テストであった．参加者は，ターゲットの線に沿って肝臓を切断した場合，腫瘍がターゲットの「A」と「B」のどちらの領域に存在することになるかを解答することが求められた.

図 2 : 肝臓の切断面の輪郭(左)，実際の切断面(中)，血管の数を正確に示した参加者の解答(右).

2.2. 方法

2.2.1. 参加者と要因計画

参加者は，医師免許取得後 8 から 22 年(M=10.57)の現役の消化器外科医 22 名であった．本実験は，外的資源要因 2 水準(イメージ/オブジェクト)の 1 要因参加者

内計画であった.

2.2.2. 手続き

実験の手続きは，基本的にMaehigashi et al.[5]と同一であった．まず，参加者は空間認識テストを受けた．空間認識テストは，Guay and McDaniels[11]により作成された空間認識テストであった．このテストは，24 問から成る心的回転を要する課題であり，本実験では，3 分間でこのテストをできるだけ多く正確に回答することが求められた.

次に，練習課題を行った．イメージ条件では，参加者は，下大静脈 1 本と分岐血管 3 本の 3D イメージを使用して課題を行った．オブジェクト条件では，参加者は，同一データにより作成されたオブジェクトを使用して課題を行った．参加者は，まず，最短 1 分から最長 3 分の間に，サブデスク上で 3D イメージまたはオブジェクトを使用して，肝構造の観察を行った．その後，1 つのターゲットについて血管と腫瘍の位置テストを行った.

練習課題後の本課題では，参加者は，まず，最短 3 分から最長 5 分の間に，サブデスク上で 3D イメージまたはオブジェクトを使用して，肝構造を観察した．3 分経過後に，肝構造を十分に観察できたと参加者が判断した，または 5 分経過後に，参加者はメインデスクに向かって，3 つの箱の内の 1 つからターゲットと解答用紙を取り出して，血管と腫瘍の位置テストを開始した．各テストを行っている間，参加者は，3D イメージまたはオブジェクトを自由に参照することが可能であった．解答用紙には，血管と腫瘍の位置テストが記載されていた．1 つのターゲットについて解答が終了した後は，そのターゲットと解答用紙を元の箱に戻し，別の箱に入っているターゲットと解答用紙を取り出して，同様のテストを行った．3 つのターゲットについて，テストに解答して課題は終了した.

3D イメージとオブジェクトを使用する順序は，参加者間でカウンターバランスがとられた．また，3 つの箱に入っているターゲットと解答用紙のセットは，ランダムな順で配置された．2 種類の肝臓データの一方は 3D イメージに利用され，もう一方はオブジェクトに利用された．その組み合わせについても、参加者間でカウンターバランスがとられた．各課題の間に 5 分間の休憩がとられた．参加者は，できる限り正確に血管と腫瘍の位置テストを行うように教示が行われた.

さらに，実際の手術では，患者の肝臓を手術台の外へ持ち出すことは不可能であるため，課題中に，参加者が，ターゲットをメインデスクの範囲外に持ち出すことは禁止された．さらに，実際の手術では，医師らは，3D 印刷された肝臓のオブジェクトを患者の肝臓の真横に置いて，肝構造の確認を行うため[6]，オブジェクト条件では，オブジェクトをメインデスクに持ち入れることは許された.

3. 結果

本実験の参加者は，解剖学や医療の知識，そして医療経験を持つ現役外科医であった．そのため，本実験のデータを熟達者のデータとして用い，また，解剖学的知識のない一般大学生が，Maehigashi et al.[5]において，本実験と同一の課題を行った際のデータを初学者のデータとして用いて，以下の分析では，2(参加者:外科医/大学生)×2(外的資源:イメージ/オブジェクト)の分散分析を実施した．大学生を対象にした Maehigashi et al.[5]の実験では，外的資源要因は参加者間要因であったため，本研究の分析では，2 要因参加者間分散分析を行った.

まず, 学習時間について分析を行った. 学習時間は, サブデスク上で 3D イメージまたはオブジェクトを使用して，肝構造を観察した各条件における平均時間であった(図 3).

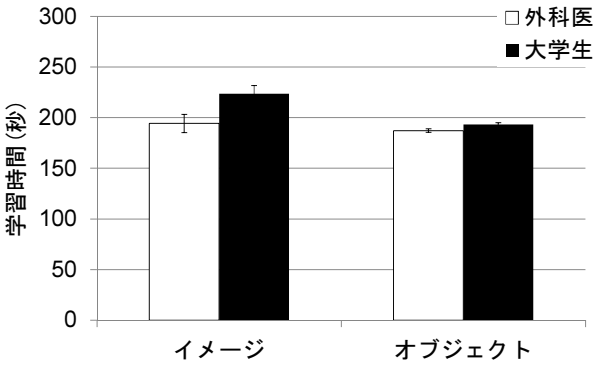


図 3：学習時間

その結果，交互作用が有意であった($F(1, 88)=4.75$, $p<.05$)．単純主効果検定の結果，イメージ条件では，外科医は大学生よりも学習時間が有意に短かった($F(1, 88)=14.84$, $p<.001$)．一方，オブジェクト条件では，外科医と大学生の間に学習時間の有意差はみられなかった($F(1, 88)=0.60$, $p=.44$)．また，大学生条件では，イメージよりもオブジェクト利用時に，学習時間が有意に短かった($F(1, 88)=15.70$, $p<.001$)．しかし，外科医条件では，イメージとオブジェクト利用時の学習時間に有意差はみられなかった($F(1, 88)=0.78$, $p=.38$)．さらに，

参加者要因の主効果が有意であり，外科医は大学生よりも学習時間は短いことが示された($F(1, 88)=10.67$, $p<.005$). そして, 外的資源要因の主効果が有意であり，3D イメージよりもオブジェクト利用時に，学習時間は短いことが示された($F(1, 88)=11.74$, $p<.001$).

次に，血管の位置テストに関して，下大静脈と分岐血管の各血管における血管数の乖離値を算出した．血管数の乖離値は，各条件で，参加者の記入した血管と正解の血管数の差分の絶対値を平均した値であった(図 4)．そのため，この値が 0 に近いほど血管数が正確に記入されたことを意味する．

下大静脈については，全ての外科医が下大静脈の数を正確に描き，乖離値は 0 であった．一方，分岐血管については，交互作用が有意であった($F(1, 88)=5.23$, $p<.05$)．単純主効果検定の結果，イメージ条件では，大学生よりも外科医の解答で乖離値は有意に低く，血管数が正確に描かれた($F(1, 88)=25.45$, $p<.001$)．一方，オブジェクト条件では，外科医と大学生の解答で，乖離値の有意差はみられなかった($F(1, 88)=3.28$, $p=.07$)．また，大学生条件では，イメージよりもオブジェクト利用時に，乖離値は有意に低く，血管数が正確に描かれた($F(1, 88)=9.80$, $p<.01$)．しかし，外科医条件では，イメージとオブジェクト利用時の乖離値に有意差はみられなかった($F(1, 88) =0.01$, $p=.92$)．さらに，参加者要因の主効果が有意であり，大学生よりも外科医の解答で乖離値は低かった($F(1, 88)=23.50$, $p<.001$)．そして，外的資源要因の主効果が有意であり，3D イメージよりもオブジェクト利用時に乖離値は低かった($F(1, 88)=4.58$, $p<.05$).

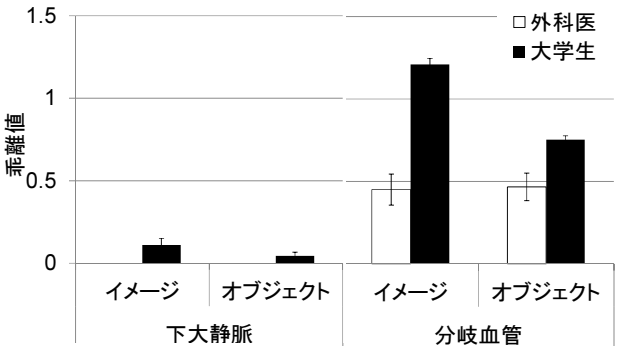


図 4：血管数の乖離値

さらに，腫瘍の位置テストについて，各テストで正しく腫瘍の位置が解答されれば，1 点が与えられた．腫瘍の位置テストの得点は，各条件における 3 つのターゲットに関するテストの合計得点の平均であった(図 5)．そのため，得点が高いほど，参加者は正確に腫瘍の位置を解答したことを意味する．

分析の結果，交互作用が有意であった($F(1, 88)=4.64$, $p<.05$)．イメージ条件では，大学生よりも外科医の得点が高かった($F(1, 88)=5.96$, $p<.05$)．一方，オブジェクト条件では，大学生と外科医の解答で得点に有意差はみられなかった($F(1, 88)=0.37$, $p=.55$)．また，大学生条件では，イメージよりもオブジェクト利用時に，得点は有意に高かった($F(1, 88)=24.27$, $p<.001$)．しかし，外科医条件では，イメージとオブジェクト利用時の得点に有意差はみられなかった($F((1, 88)=3.54$, $p=.06$)．さらに，外的資源要因の主効果が有意であり，3D イメージよりもオブジェクトを使用した際に得点は高かった($F(1, 88)=4.64$, $p<.05$)．参加者要因の主効果はみられなかった($F(1, 88)=1.69$, $p=.20$).

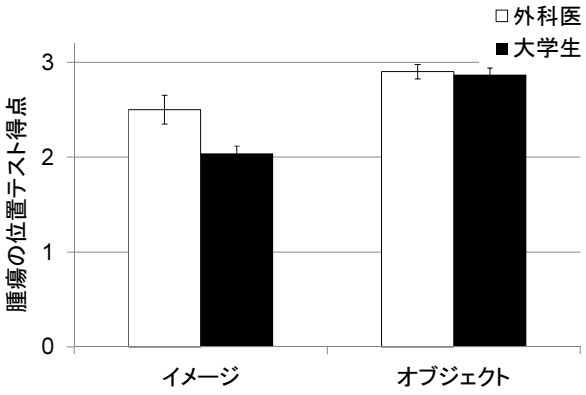


図 5：腫瘍の位置テスト得点

4. 考察

まず，血管と腫瘍の位置テストの結果，大学生は，3D イメージよりもオブジェクト利用時に，血管と腫瘍の位置の推測が正確であり，外科医と同等のパフォーマンスを示した．このような結果が得られた理由として，オブジェクト利用による認知負荷の削減と身体動作の影響が考えられる．

認知負荷の削減に関して，先行研究は，ヴァーチャル環境よりも実環境で，奥行き情報は豊富であり，人間の奥行きの認識は正確になることを示している[12]. 本研究の実験では，3D イメージを利用した際，参加者は，イメージが示す奥行情報を，内的に補足または修正した上で，イメージの情報をターゲットに対応づける必要があったと考えられる．一方，オブジェクトを利用する際には，参加者は，オブジェクトが示す情報を，内的に補足や修正することなく直接的にターゲットに対応づけることが可能であったと考えられる．そ

の結果，オブジェクト利用により，大学生は，認知的負荷を削減させて，内的操作により生じるエラーを削減したと考えられる．

次に，身体動作の影響に関して，Wohlschläger and Wohlschläger[13]は，幾何学図形の心的回転課題において，心的回転と一致しない方向につまみを回しながら解答するときよりも，一致した方向に回しながら解答するときの方が，解答時間は速いことを明らかにし，オブジェクトの内的操作に一致した身体動作が，迅速な内的操作を促すことを示した．本研究の実験では，コンピュータマウスによる 3D イメージの操作よりも，オブジェクトを持ち上げて回転させる動作の方が，内的操作との一致性は高く，その結果，空間情報の内的操作を円滑にして，内的操作のエラーを削減させた可能性が考えられる．

また，3D イメージとオブジェクト利用時で，血管と腫瘍の位置テストにおける外科医の推測の正確さには違いはなかった．先行研究では，熟達者は，知識や経験に基づいて形成した空間的メンタルモデルを保持していることが示唆されている[8]．本研究でも，外科医は，肝構造の空間的メンタルモデルを既に保持していたと考えられる．その結果，奥行き情報の不足した 3D イメージを利用した際も，その空間的メンタルモデルを駆使して，情報の不足を補い，オブジェクト利用時と同等に正確な推測を可能にしたと考えられる．

さらに，学習時間の結果，大学生の学習時間は，3D イメージよりもオブジェクト利用時に短く，外科医の学習時間と同等であった．上述のように，大学生は，オブジェクト利用により認知負荷を削減させ，またオブジェクト利用時の身体動作により，迅速に肝構造を学習することができたと考えられる．また，外科医の学習時間は，3D イメージとオブジェクト利用時で違いはなかった．外科医に関しても，上述のように，知識や経験に基づいて形成した空間的メンタルモデルを駆使して，3D イメージ利用時も，オブジェクト利用時と同等に迅速な学習が可能であったと考えられる．

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費(15H01614)の助成による．

参考文献

[1] Byrne, R. M. J., & Johnson-Laird, P. N. (1989). Spatial reasoning. *Journal of Memory and Language*, Vol. 28, No. 5, pp. 564-575.

[2] Tversky, B. (1993). Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models, In A. U. Frank and I. Campari (Eds.), *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS* (p. 14-24). Berlin: Springer-Verlag.

[3] Tversky, B. (1991). Spatial mental models. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (p. 109-145). New York: Academic Press.

[4] John, M. S., Cowen, M. B., Smallman, H. S., & Oonk, K. M. (2001). The use of 2D and 3D displays for shape-understanding versus relative-position tasks. *Human Factors*, Vol. 43, No. 1, pp. 79-98.

[5] Maehigashi, A., Miwa, K., Oda, K., Nakamura, Y., Mori, K., & Igami, T. (2016). Influence of 3D images and 3D-printed objects on spatial reasoning. *Proceedings of the 38th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, pp. 414-419.

[6] Maehigashi, A., Miwa, K., Terai, H., Igami, T., Nakamura, Y., & Mori, K. (2015). Investigation on using 3D printed liver during surgery. *Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, pp. 1476-1481.

[7] Chase, W., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Science*, Vol. 4, No. 1, pp. 55-81.

[8] Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., & Montello, D. R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, Vol. 19, No. 1, pp. 61-70.

[9] Woods, B. P. (1999). Visual expertise. *Radiology*, Vol. 211, No. 1, pp. 1-3.

[10] Gobet, F., & Simon, H. A. (1998). Expert chess memory: Revisiting the chunking hypothesis. *Memory*, Vol. 6, No. 3, pp. 225-255.

[11] Guay, R., & McDaniels, E. (1976). The Visualization of Viewpoints, Learning and Individual Differences, West Lafayette: The Purdue Research Foundation.

[12] Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 1, pp. 31–37.

[13] Wohlschläger, A., & Wohlschläger, A. (1998). Mental and manual rotation. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, Vol. 24, No. 2, pp. 397-412.

デジタル質感生成システム
Digital "Shitsukan" Generating System

谷 雄祐†，飛谷 謙介†，山﨑 陽一†，井村 誠孝†，長田 典子†
Yusuke Tani, Kensuke Tobitani, Yoichi Yamazaki, Masataka Imura, Noriko Nagata
†関西学院大学
Kwansei Gakuin University
tani.y@kwansei.ac.jp

Abstract
In this article, "shitsukan" means the contents that we feel from the object, such as glossy, gorgeous, and so on. It is still unknown the relationship between shitsukan and physical properties of objects and the way to control shitsukan. If we can control shistukan freely, companies can satisfy their customers and we can make really neat goods. Our purpose is to establish the technology that assist people who make something in controlling shitsukan. To do this, we are engaging in two research projects. One is psychological or kansei study, which aims to reveal the causality among physical and psychological properties. The other is computational study, which aims to construct the functions to convert the psychological impressions to the corresponding physical properties. In the psychological study, we executed the experiment of visual judgment of shitsukan. The stimuli and evaluated aspects were carefully selected to guarantee the external validity of the results. The evaluation factors were estimated by the factor analysis. In the computational study, the evaluation factors were related to the smaller number of physical parameters derived from the enormous number of measured values by multiple regression. Our candidates for the dimension reduction methods are Lasso and PLS regression. We confirmed that the former was better than the latter. And to extrapolate the physical parameter set corresponding to the factor that is larger/smaller than the observed value is our remained problem. Deciding the 3-dimensional structure of the texture surface from suggested image is also awaiting problem. This process is essentially an inverse problem, so we are dealing with the optimization method through trial and error.

Keywords — Shitsukan, Factor analysis, Multiple regression, Dimension reduction

1. はじめに
「木の質感（＝素材感）」,「質感がよい（＝何らかの、あるいは複合的な品質）」など「質感」とは非常に多義的に使用される単語であるが，本研究においては対象物に対して感知する光沢感，粗さ感など比較的低次な知覚レベルから，ふんわり感や高級感など高次な印象レベルまでの個々の内容を指す語として用いる．

質感は物の良し悪しや好ましさを評価，判断する上で，形や色，機能と同様に重要な意味を持つものである．それ故に，様々な製造場面において質感を制御する技術が求められてきた．しかし，多くの現場の実際はと言えば，特別な能力を有する一部の人間（デザイナー，職人など）が個別に有するノウハウやセンスに依存しているため，質感に変更を加えることは難しく，変更した効果を定量的に評価することも難しい．一般的な個人が行うモノづくりにおいても，自分自身が望んだような質感を実現することは容易なことではない．

画像に対して感じる光沢感の強弱が，その画像の輝度ヒストグラムの歪度という比較的単純な画像統計量と相関することを明らかにする[1]など，近年心理物理学，脳科学，計算機科学などの分野で質感を対象にした研究が盛んになっている．平成 20 年度に創設された科研費の種目である新学術領域研究においても，複合領域の課題として「質感脳情報学」（平成 22～26 年度）と「多元質感知」（平成 27～31 年度）が採択され，様々な質感関連研究が行われている[2][3][4]。

一方で，2009 年に基本特許の保護期間が終了したことにより，安価な 3D プリンタが個人ユーザー向けに販売されるようになって以来，デジタル技術を介したモノづくり（以降デジタルモノづくりと呼ぶ）が広まりを見せている．しかし，デジタル技術の難解さに加えおそらく上記のような理由もあって，あらゆる人々が自由にデジタルモノづくりを楽しんでいるとは言い難い．そこに，各個人が望むような機能，形状だけでなく質感を有するモノを自分自身で作ることが可能にするシステムがあれば，不満の残る大量生産品に囲まれて暮らさずとも済むだけでなく，愛着を持って使用することができ，生活の質（Quality of Life; QOL）の向上に繋がるだろう．また，大規模な生産者である企業にとっても，多様な顧客の要求に細かく対応した効率的な生産が可能になれば，大量生産によって在庫を抱えるリスクが低減し，限りある資源の有効活用に繋がる可能性がある．

2. 目的
そこで，我々はデジタルモノづくりにおいて所望の

質感を実現する枠組みとして，デジタル質感生成システムを提案する．本システムの要素研究として，人がモノに対して感じ取る質感と，そのモノの物理的な性質との関係性を明らかにするための研究と，質感と印象，さらにはそれらとモノの良し悪しや好みといった感性価値との関係を明らかにするための研究を，様々な素材を対象に行っている．具体的には，対象とする素材から網羅的かつ代表的なサンプルを抽出し，それらの質感や印象を評価する心理実験を行っている．心理実験の結果を因子分析することで質感認知に関する心理モデルの構築を行っている．

そして，心理実験に使用した評価対象の物理特徴量を抽出し，それらから因子得点を推定する予測モデル（モノ→感性の順方向プロセス）を構築する．これを利用して，ヒトがある質感や印象を抱くように既存のモノに変更を加える質感生成アルゴリズム（感性→モノの逆方向プロセス）を構築するための研究も併せて行っている (図 1)．本稿では，我々の取り組みのうち，質感評価実験の一例と，実験結果から構築した質感生成アルゴリズムのプロトタイプの概要について論じる．

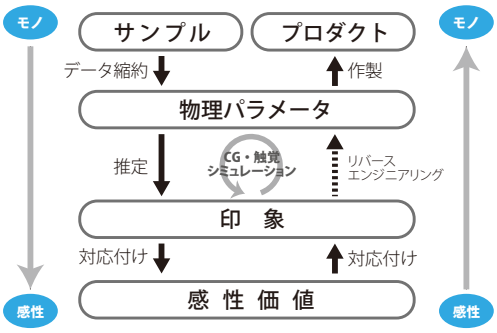


図 1　デジタル質感生成システムの概念図

3.　質感評価実験

質感評価実験において，評価対象となる実験刺激と評価内容である評価語の両方が代表的かつ網羅的であることを我々は重視している．一般的に心理実験においては，参加者のランダムサンプリングを前提とするか，参加者を想定する母集団において“一般的である”と見なすことで実験結果の外的妥当性を保証している．我々はさらに評価対象についても実験結果の外的妥当性を高めることで，実験結果から構築される心理モデルが評価対象となる素材（例えば布地や皮革など）全般に対して適用可能と見なせるようにしている．そのために実験刺激がその素材全体に対して適切なサンプルとなるよう所定の選定手続きによって選定している．評価内容についても関連研究を参考にしつつも恣意的に限定せず，対象となる素材に対して感じ得るあらゆる質感や印象，そして感性価値に対して適切なサンプルと言えるような評価項目を設定するために所定の手続きに基づいた選定をしている．以下では身近な題材である樹脂表面に刻まれた微小パタン（以降「テクスチャ」）を対象とした研究を例に，実験刺激の選定から質感評価実験に至る所定の手続きと実験結果の解析方法とそこから得られた知見について述べる．

テクスチャには滑り止めや傷の隠蔽と言った機能的な目的だけでなく，意匠性を高める目的もある．しかし，その物理的な特性と我々が感じる質感やそこからもたらされる価値との関係については未解明な部分が大きい．したがって，テクスチャの物理特性と質感の関係を明らかにし,さらには所望の質感からそれを実現するテクスチャの物理特性を導き出すことができれば，企業や個人の別なくモノづくりにおいて非常に有用であると考えられる．

実験刺激の選定のために，まず可能な限りの種類のテクスチャを収集し，それらを視覚的な類似度に基づいて分類する実験を行った．この実験では，サンプル群を二分することを繰り返すため，我々は繰り返し二分法と呼んでいる．3 名の実験参加者には主観的な類似度に基づいて分類するよう教示し，具体的な観点については一切支持をしなかった．3 名の参加者は同時に課題に取り組み，必要に応じて話し合いながら分類を決定した．分類が完了するごとに結果と分類基準を記録し，構成されたグループに対して同様の手続きを繰り返した．繰り返し二分法の結果，45 種のテクスチャが 10 グループに分けられ, その結果からデンドログラムを得た．デンドログラムに基づいて，テクスチャ間の距離を決定し，得られた距離行列に対して多次元尺度構成法（MDS）を適用し，テクスチャ群を多次元空間にマッピングした．デンドログラムに基づくグループごとに多次元空間における重心を算出し，各グループから重心に近いテクスチャを 2 つずつ，質感評価実験の刺激として選定した．

評価語を選定するために，繰り返し二分法により構成された 10 グループから 1 つずつテクスチャを提示し，それらに対して参加者が感じた質感と印象を可能な限り書き出す自由記述実験を行った．自由記述実験により得られた言語表現の表記を統一するなど整理した結果，5 名の参加者から 192 の言語表現を得た．次に，自由記述実験により得られたこれらの言語表現が，テ

クスチャの質感や印象を表現するのに適切かどうかを7段階で評価する適合度実験を行い，10名の参加者の結果から平均5以上,かつ4以下と評価した参加者が1名以下となった43語に，特に評価が知りたかった16語を加えた59語を得た．これら59の言語表現の全ての組み合わせについて，意味的な置換可能性を判断する距離測定実験を行った．組み合わせ総数が多かった（1,711）ため，一部重複を含む865対に分け,それぞれを1名分の試行数とした．11名の実験参加者の結果から得られた距離行列に対して,MDSとクラスター分析を行い，テクスチャ板評価空間について代表的かつ網羅的な19の評価語を選定した（表1）．

このようにして選定した標準的なテクスチャ群と標準的な評価語群を用いて，テクスチャの視覚的質感を評価する質感評価実験を行った．参加者はランダムな順番に提示されるテクスチャに対して，各評価語が表す質感の強度を「まったく感じない（0)」から「とても感じる（100)」の5段階で回答した．参加者は実験の目的を知らない20代の男女19名であった．

表1　質感評価実験で用いた評価語

粗い	いぼいぼした	美しい
乾いた	ぎざぎざした	規則的な
年寄りっぽい	しっかりした	重厚な
スポーティな	洗練された	でこぼこした
滑らかな	プログレッシブな	未来的な
かっこ悪い	すべすべした	若々しい
嫌いな		

各テクスチャに対する評価の平均を算出し,評価における潜在因子を推定するために因子分析（最尤法・プロマックス回転）を行った．因子分析の結果,3因子が抽出され，評価語の因子負荷量からそれぞれ「瑞々しさ」,「ざらざら感」,「好ましさ」と命名した．また，各テクスチャの因子得点に基づくクラスター分析結果より,テクスチャは4クラスターに分類された(図2)．

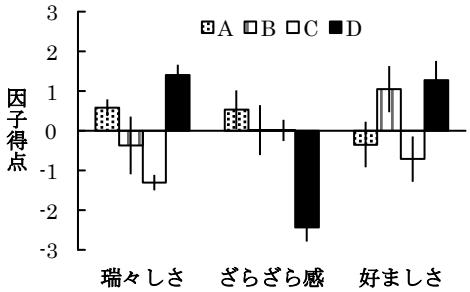


図2　各クラスターの因子得点

全20種のうち9種のテクスチャが全因子において得点の絶対値が小さいクラスターA に分類されたが，瑞々しくざらざら感が低く好ましいクラスターD には2種,瑞々しさはやや低いものの好ましいクラスターB には4 種のテクスチャが分類された．これらの結果は，物体表面に施された微細形状であるテクスチャの視覚的な質感が，その物体の好ましさに影響しうることを示している．

4.　質感生成アルゴリズム

テクスチャの3次元形状をレーザーによる高精度形状測定システム KS-1100（KEYENCE 社製）により計測し，平滑化フィルタリングにより測定ノイズを除去し，ハイトマップを取得した．ハイトマップと素材の反射特性（BRDF ; 双方向反射率分布関数）から CG 画像を作成し，特徴量を抽出した．本研究では特徴量として，人間の視覚特性と親和性が高く，質感研究だけでなく様々な視覚機能の研究において用いられる Portilla と Simoncelli による画像統計量（以下 PS 統計量[5]）を採用した．PS 統計量は周波数空間における画像の方位と位相情報を考慮した統計量であり，これらの中には統計量の自己相関や統計量間の相互相関なども含まれる．

予測モデルの構築にあたり，特徴量を説明変数，因子得点を目的変数とした回帰問題として扱う．PS 統計量が高次元かつ多重共線性を有することを考慮して，L1 型正則化法の一つである Lasso（Least absolute shrinkage and selection operator）回帰と，低次元の合成変数に変換する PLS（Partial Least Square）回帰の２種類の回帰分析手法を採用し，その精度を比較した．3 因子すべてにおいて Lasso 回帰によって構築された予測モデルの決定係数が PLS 回帰によるそれの決定係数を上回ったが,「瑞々しさ」因子については両者の差は僅差であり，いずれの予測モデルにおいても「好ましさ」因子の決定係数は低かった（図 3)．

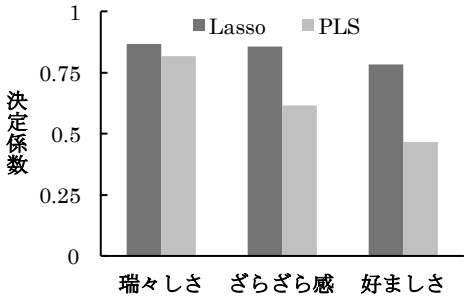


図3　次元縮約法の比較

ここまで述べた「モノ→感性」の順方向プロセスの予測モデルを用いて，所望の質感を有する物体（現段階では画像）を得る．具体的には既存のテクスチャの因子得点を増減させるように説明変数である画像統計量を増減させる．更新した画像統計量を用いて画像を合成する手法はPortillaとSimoncelliの手法[5]を応用している．この手法では，ホワイトノイズに対して画像統計量に対応したフィルタリングを再帰的に行うことでテクスチャ画像を生成する．生成結果から期待した効果が得られることを確認している．

5. まとめ

本稿ではデジタル質感生成システムの概要と要素技術確立のために行っている研究の成果と課題を述べた．デジタル質感生成システムとは，入力された質感の強度を物理量に変換することで，誰もが所望の質感を実現できるシステムである．今後普及することが予想される個人によるデジタルモノづくりにおいて，製品の満足度を高めることに貢献できると我々は考えている．

デジタル質感生成システムを実現するために，質感評価実験と物理計測を行っている．質感の強度と物理統計量の関係を，次元縮約と重回帰分析により定式化した．構築した重回帰式に基づいて所望の質感の強度を実現する物理統計量を推定した．推定された物理統計量群を用いて物体を合成する手法を開発した．

今後の課題としては視覚以外の感覚モジュールでの実現，対象素材の拡張は勿論だが，その前に定量的な質感制御手法の確立と 2 次元である画像から 3 次元形状を決定する手法の開発が挙げられる．前者については様々な強度で質感を操作した合成画像に対する質感評価実験により，質感生成アルゴリズムの効果検証を行いながら質感と画像統計量の関係式を改善する予定である．後者については，本質的に不良設定問題であるため有効な最適化手法を試行錯誤的に検討して行く．

参考文献

[1] Motoyoshi, I., Nishida, S., Sharan, L., Adelson, E. H., (2007) "Image statistics and the perception of surface qualities", Nature, Vol. 447, No. 7141, pp. 206-209.
[2] Nishio, A., Goda, N., Komatsu, S., (2012) "Neural selectivity and representation of gloss in the monkey inferior temporal cortex", Journal of Neuroscience, Vol. 32, No. 31, pp. 10780-10793.
[3] Tani, Y., Nagai, T., Koida, K., Kitazaki, M., Nakauchi, S., (2014) "Experts and novices use the same factors-but differently-to evaluate pearl quality", PloS one, Vol. 9, No. 1, e86400.
[4] Punpongsanon, P., Iwai, D., Sato, K., (2015) "Softer: Visually manipulating haptic softness perception in spatial augmented reality", IEEE transactions on visualization and computer graphics, Vol. 21, No. 11, pp. 1279-1288.
[5] Portilla, J., Simoncelli, E. P., (2000) "A parametric texture model based on joint statistics of complex wavelet coefficients", International Journal of Computer Vision, Vol. 40, No. 1, pp. 49-71.

デザイン行為のインデックスによるデザイン支援
Supporting design by design activity index

猪股 健太郎[†]，荷方 邦夫[‡]，佐藤 暢[†]，河崎 圭吾[‡]，長田典子[†]
Kentaro Inomata, Kunio Nikata, Toru Sato, Keigo Kawasaki, Noriko Nagata
[†]関西学院大学，[‡]金沢美術工芸大学
Kwansei Gakuin University, Kanazawa College of Art
inomata@kwansei.ac.jp

Abstract
Personal fabrication refers to the creation of products using ICT-tools by individuals. In order to support the users of such tools who are untrained in design, it is necessary to develop a support system that makes it possible to use expert knowledge on designing products. We selected 26 items from the values that are considered important for design (e.g., unique, modern; Inomata et al., 2016), and investigated the design activities for realizing these values. Eighty professionals in design participated in the survey. A total of 1938 items were collected as a result of the survey and the effective activities were classified into 5 groups; design activities about shapes, layouts, colors, textures and effects by KJ method. Because these category sets were consistent results of previous study, robustness of the construction of the design activities were confirmed. This suggests that these relationships between values and activities would be valid information for novice to design based on their objective.
Keywords — Design activity, Design support

1. 目的

近年，ICT ツールを用いたデジタルファブリケーション技術が発達してきており，一般の個人で利用が可能な Fab lab や Tech Shop といった 3D プリンタなど様々な工作機械を有する施設が世界中で整備されてきている。また，これまで専門的な知識や加工技術が必要だったものづくりが容易になることが期待され，既に個人的なものづくりや工業の個人化であるパーソナルファブリケーションの文化が拡がりつつあることも指摘されている(田中, 2013)。しかしながら，ものづくりの初心者にとっては，デザインを通して自らが目的とするものを自由に作り出すことは必ずしも容易ではなく，これを支援する手法が必要になることが考えられる(片平他, 2016)。これまでにもデザイン支援に関する検討はなされてきており，パーツごとの印象を明確にすることで最適なパーツ構成を推薦するもの(Jindo, Hirasago, & Nagamachi, 1995)，遺伝的アルゴリズム(田・森, 1995)やラフ集合(井上・原田・榎本・森, 2002)などの技法を用いたデザイン支援などが検討されてきている。近年ではデザイン解が一意に定まるように印象と物理特徴量を対応付ける試み(小森・川村・横山・森下, 2012; Mothersill & Bove, 2015)もある。しかしながら，いずれも領域固有性の高い研究が多く，充分に汎用性の高いデザインの支援が提供されているとはいえない。

汎用性の高いデザイン支援を行うための方策の一つとして，目指す印象を実現する定型的なデザイン行為に関する知識を体系化し，初心者に提供することが考えられる(猪股・李・荷方・長田, 2017)。これに関して，鷺﨑・山岡(2006)は，デザイナーの有するデザイン行為を形式知としてまとめることを目的として，以下の検討を行っている。まず，デザイン専門誌からデザインを評価する言葉を収集し，次にそれらを実現するにはどのようなデザイン行為を用いるかをアンケート調査によって収集している。収集されたデザイン行為を KJ 法によって体系化し，形状，構成，色彩，素材，表面処理の 5 つの表現方法に分類されることを報告している。このように体系化された形式知は，デザインの初心者にとっては自ら目的とするデザインを作成する際に有益であると考えられる。

ただし，初心者のデザイン支援に援用するという観点から，鷺﨑・山岡(2006)の知見は以下の点で課題があると考えられる。まず，彼らのデザイン行為の体系化では他職種間やデザイナー間でのイメージの共有などに貢献することが目的とされており，初心者のデザイン支援を前提にはされていない。このことから，体系化されているデザイン行為の中には”面を活かす”などの初心者には参考にしにくいと考えられるものも含まれており，より平易な表現で構成する必要がある。また，調査参加者が電化製品のデザイナーに限定されており，幅広い分野のデザイナーを対象とした検討が行われていない。

そこで本研究では，人工物のデザインの良さを規定する印象について，それらを促進するためのデザイナーの知識を体系化することを目的として，以下の調査的研究を行う。まず予備調査において，対応するデザイン行為を収集する印象を選定する。続く本調査では，

広い分野のデザインの専門家から記述形式による調査を行い，それらを集計することによって有効性の高いデザイン行為のインデックスを作成する。

2. 予備調査

人工物のデザインの良さの評価構造(Inomata, Lee, Nikata, & Nagata, 2016)の 8 つの各因子(基本的好感，剛健，スタイル感，示差性，ユーザビリティ，社会性，上質，進歩性)の負荷量の高い印象から，対応するデザイン行為を収集する印象を 4 ないし 3 項目選定した。選定の基準としては因子負荷量の高さを参照し，複数因子に負荷量の高い項目は対象外とした。さらに一般企業においてプロダクトデザインの経験があり，豊富な受賞歴をもつデザイナーによって，それぞれの印象を促進するデザイン行為を回答することの容易性が 3 段階で評価された。この結果に基づき，各因子への負荷量の高さが同程度の項目に関しては，より容易性が高い項目を選定した。これらの手続きにより，本調査で採用する 26 語の評価語が選定された(表 1)。

表 1. デザイン行為を収集する評価語

因子名	評価語
基本的好感	やさしい，柔らかい，明るい，なめらかな
剛健	地味な，硬い，粗い，複雑な
スタイル感	大人っぽい，クールな，高級感がある
示差性	個性的な，斬新な，目を引く
ユーザビリティ	使いやすそうな，コンパクトな，シンプルな
社会性	かわいい，羨ましがられる，華やかな
上質	深みのある，繊細な，一体感がある
進歩性	モダンな，未来的な，シャープな

3. 方法

参加者

一般企業で専門的なデザイン業務に従事した経験のあるデザイナー男女 80 名(平均年齢 47 歳)が調査に参加した。参加者は調査会社の仲介および美術工芸大学の卒業生を通じて募った。デザイン業務への従事経験の平均年数は 19 年(SD=10.7 年)であった。各デザイナーの専門分野とその内訳はグラフィックデザイナー35 名，プロダクトデザイナー26 名，ユーザーインターフェースデザイナー12 名，エディトリアルデザイナー7 名であった。

材料

予備調査にて選定された 26 項目の印象とそれらに対応するデザイン行為を記入する欄が設けられた調査票を用いた。

手続き

参加者は 26 項目の各印象について，それらを実現するデザインを作成することを要求された場合，どのようなデザイン行為を行うかできるだけ多く記入することを求めた。同様の内容の調査が郵送と Web 上にて実施した。

4. 結果

収集されたデザイン行為の総数は 1938 項目であった。これらについて同一のデザイン行為と解釈できる項目について度数を算出し，各評価語ごとに度数表を作成した。その際，回答のなかでも特に曖昧なものや，”経験を積めば自ずと出来るようになる”などの初心者には参照不可能なものは対象外とした。デザイン行為のカテゴリ構成を明らかにするため，研究者 3 名の KJ 法により分類を行った。その際，分類に影響がないよう，先行研究(鷭﨑・山岡, 2006)の集計結果はブラインドにされた。集計の結果，デザイン行為は 5 つのカテゴリに分類され，それぞれの行為の特徴から，形状，レイアウト，色，テクスチャ，エフェクトと命名した。

次に，5 つの各カテゴリごとにデザイン行為の構造を把握するため，以下の手続きでサブカテゴリに分類した。まず，各カテゴリに分類されたデザイン行為について研究者 2 名がそれぞれ独自に KJ 法を行い，合議の上で 4 から 6 種類のサブカテゴリを決定した。そのサブカテゴリの定義に従い，研究者 2 名の各デザイン行為を再度分類した。この各カテゴリごとのサブカテゴリの分類結果について，2 者の分類間の一致率を評価するためにカッパ係数を求めたところ，概ね高い結果が得られた(形状 84 項目：0.81，レイアウト 37 項目：0.70，色 123 項目：0.66，テクスチャ 101 項目：0.77，エフェクト 78 項目：0.65)。サブカテゴリの分類について，2 者間で結果の異なった項目について合議により再度分類を行い，最終的な分類結果を得た(表 2)。

5. 考察

本研究で得られた形状,，形状，レイアウト，色，テクスチャ，エフェクトの 5 つのカテゴリは，先行研究で示唆されている 5 つのカテゴリ(形状，構成，色彩，素材，表面処理)とほぼ対応するものであると解釈できる。カテゴリ名の違いについては，先行研究では電化

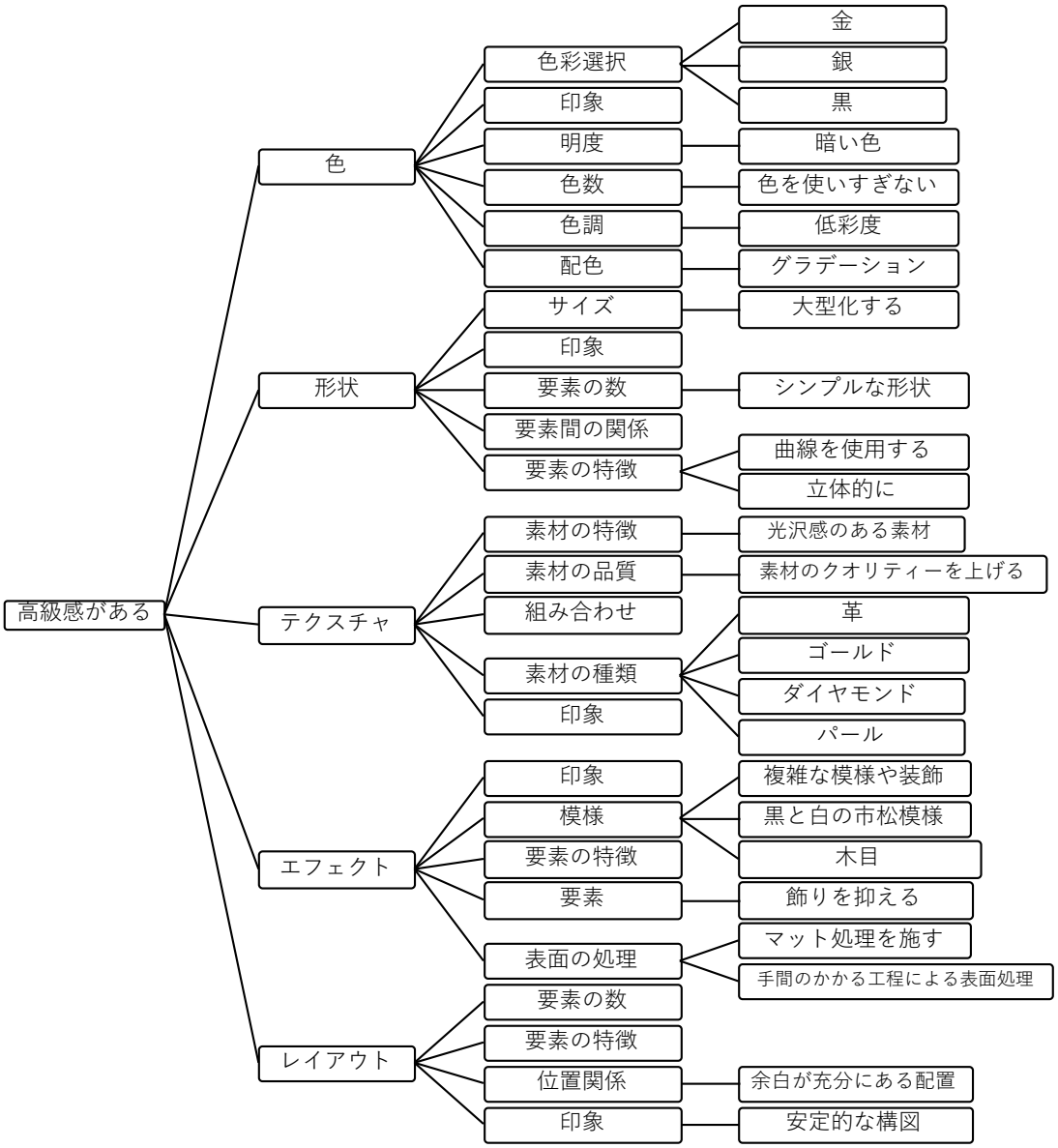


図 2. デザイン行為の体系化の例(高級感がある)

製品のデザインにとって親和性の高い表現を用いており，本研究で収集されたグラフィックなどの広い分野のデザイン行為をより反映するカテゴリ名とした。

先行研究のカテゴリ構造はブラインドであったにも関わらず，KJ 法の結果，類似のカテゴリが得られたことは，デザイナーが言語化するデザイン行為のカテゴリ構造が頑健であることを示唆する。今後は，頑健な構造を持つと考えられるデザイン行為の知識群を，初心者に呈示することの有効性を実験的に検証する必要がある。

本研究で体系化されたデザイン行為の効果については、以下のことが考えられる。大浦(2000)は，一般的な課題解決における課題領域は，創造性と技能性の 2 次元によって分類できることを指摘しており，このうち創造性の高さは課題解決のための手続きの定型化の程度が小さいことを指す。デザインについては，高い創造性との密接な関連が指摘されていることから(前川, 2015)，手続きの定型化の程度は小さいと考えられる。しかしながら，ある印象を喚起するためのデザイン行為は多様な選択肢による広い問題空間が想定されるものの，ある程度の定型化が可能であり，それらは先行研究(鷺﨑・山岡, 2006)や本研究でも同様の区分で分類された。このように多様でありながらもある程度定型化されたデザインの知識群は，デザイナーは記憶表象に基づく課題解決の資源として有している。しかし，初心者にはそのような記憶表象が資源として充分

ではないため，課題解決は大きく制約されることになる。そこで，関連する知識の提供を受けることは，初心者が直面する問題の解決を支援する可能性をもつ。すなわち，デザイン行為に関する情報提供は，Boden(1990)の指摘しているような歴史的にみても新たな物事を生み出す歴史的創造性(Historical Creativity)の支援には貢献しないものの，初心者にとっては個人内で新しく価値のある物事を生み出す心理的創造性(Psychological Creativity)の支援に貢献できることが考えられる。

今後の検討課題として，より詳細なデザイン行為の検討が挙げられる。本研究の結果，同じデザイン行為が複数の印象を実現する項目として体系化されているものが観察された。このことは，初心者がデザイン行為を参照することで，目的とは異なる印象が実現される可能性を示している。そのため，単独の印象のみを選択的に実現できるような，より詳細なデザイン行為の体系化を今後行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は国立研究開発法人科学技術振興機構の研究成果展開事業 COI プログラム「感性とデジタル製造を直結し、生活者の創造性を拡張するファブ地球社会創造拠点」の支援によって行われた。

参考文献

[1] 田中浩也. (2013). ディジタルファブリケーション: 8. パーソナルファブリケーション時代におけるものづくりのオープンソース化の動向と Fab Commons の提案. 情報処理, 54(2), 127-134.

[2] 片平建史・武藤和仁・李奈栄・飛谷謙介・白岩史・中島加惠・長田典子・岸野文郎・山本倫也・河崎圭吾・荷方邦夫・浅野隆. (2016). 3 次元造形物体の感性評価における主要因子. 日本感性工学会論文誌, 15(4), 563-570.

[3] Jindo, T., Hirasago, K., & Nagamachi, M. (1995). Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics. International Journal of Industrial Ergonomics, 15(1), 49-62.

[4] 田慕玲・森典彦.(1995)目標イメージに適する自動車の形態を探 索するデザイン支援システム-ジェネティックアルゴリズ ムによる製品形態の逆推論, デザイン学研究, 41, 6, 1-10, 1995

[5] 井上拓也・原田利宣・榎本雄介・森典彦. (2002). デザインコンセプト立案へのラフ集合の応用: 自動車フロントマスクデザインをケーススタディとした形態とイメージとの関係明確化. デザイン学研究, 49(3), 11-18.

[6] 小森政嗣・川村智・横山卓未・森下佳昌. (2012). 楕円フーリエ記述子を用いたボディソープボトル形状の分析と評価, 日本包装学会誌, 21(6), 479-492.

[7] Mothersill, P., & Bove Jr, V. M. (2015) An Emotive Form Design CAD Tool. In CHI Extended Abstracts The Form of Emotive Design, 339-342.

[8] 猪股健太郎・李奈栄・荷方邦夫・長田典子. (2017). コンセプトから連想される対象とその特徴の呈示によるデザイン支援, デザイン学研究, 63(5), 69-74.

[9] 鷲﨑健太郎・山岡俊樹. (2006). 電化製品を対象としたデザインイメージと造形表現方法の体系化. 日本感性工学会論文誌, 6(3), 47-52.

[10] Inomata, K., Lee, N., Nikata, K., & Nagata, N. (2016). Comprehensive value evaluation structure for artifact design, International Journal of Psychology, Vol 51(S1), 190, P0429.

[11] 大浦容子. (2000). 創造的技能領域における熟達化の認知心理学的研究 風間書房.

[12] 前川正実. (2015). デザイン対象の外部制約と内部制約の観点に基づく思考プロセスモデル. デザイン学研究, 61(6), 9-18.

[13] Boden, M. A. (1990). The creative mind: Myths and mechanisms. Weidenfield and Nicholson.

視線追従装置を用いた絵画の感性的評価手法の開発
Developing sensory evaluation of drawings using eye-tracking system

寺 朱美，安藤 裕，藤波 努，永井 由佳里
Akemi Tera, Yutaka Ando, Tsutomu Fujinami, Yukari Nagai

北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
tera@jaist.ac.jp, yutaka.andoh@jaist.ac.jp, fuji@jaist.ac.jp, and ynagai@jaist.ac.jp,

Abstract

We conducted an experiment to observe the eye movements when viewing paintings using the eye tracking device. Experiments were carried out on designers and general people, with still images, landscape paintings, portraits, abstract images, a total of 32 images on a display for 7 seconds, and eye movement measured at 1000 Hz / sec. As a result, due to the difference (congestion) between the X and Y axis of the left and right eyes, the design participants found that the value of the difference in the Y axis direction was significantly higher. On the other hand, it was found that the difference between the values of the X axis and the Y axis at the left and right eyes has a low correlation with the aspect ratio of the image.

Keywords — Art paintings, Eye-Tracking-System, Eye-Movement, Congestion and Convergence

1. はじめに

よい絵画との出会いは人々に感動をもたらす．しかしながら人々の感性にはそれぞれ個性があり，同じ絵画がすべての人に好まれるわけではない．人々は眼球を通して絵画を鑑賞し，好きかそうでないかを判断する．感性評価や眼球運動の研究領域において，それぞれに深い関わりがあることはよく知られ，これまでにも絵画鑑賞や状況判断時の眼球運動の研究が行われている[2][3][4]．高橋らは，視線分布の距離と好みの評定の相関係数の関係を調査した結果，絵画鑑賞者の視線の類似度と嗜好の類似度の間に一定の関係性があることを定量的に示した[2].

一般的に好きなもの，興味があるものを見ると，人は瞳孔が拡大するといわれている．中森らは，異なる表情の複数人の顔画像を提示し，好みの写真を見た時の実験参加者の瞳孔径を計測する研究を実施した．その結果，嫌いな画像の提示で瞳孔径が拡大することを明らかにし，瞳孔が感性を表現する場合の指標になりうる可能性を示唆した[3].

瞳孔径の計測は比較的簡便に行われるようになってきたが，一方で，瞳孔は環境の明暗によって影響されやすいという特性をもつ．絵画は本質的に色彩を基本とする芸術であることから，色彩の明暗に影響されない眼球運動を検出する必要がある．

そこで，本研究では絵画を見る時の眼球の動きを，輻輳という機能を通して観察する実験を行った．輻輳とは，一般的には，広い視野を一度に情報としてとらえる場合等に多用され，対象より近い場所に焦点を集める場合と，対象より遠くに焦点を集める場合が存在する．この機能を利用した研究として，和久井らの運転中の漫然運転を知る指標とする研究がある[4]．我々は，好き，あるいは嫌いな絵画と出会ったとき，人がどのように絵画を見るかを，輻輳という機能により分析した．

絵画を見る時の眼球運動を観察記録し分析することによって得られた知見は，感性評価を客観的な数値として分析する際の指標につながると考える．

2. 研究目的

輻輳について鵜飼は，「近見反応の 3 要素である調節・輻輳・縮瞳は，近見に際し同時に起こる．しかし，それらの各機能間のリンクは固いものではなく，柔軟なものである [1].」と述べている．また，「輻輳機能は個人差が大きく年齢とともに変化する機能である．[1]」と述べ，「広い範囲の研究者の研究課題として関心を呼んでいる[1]として，各機能の単独での解明の難しさを指摘している．

一方，通常の眼球運動は視覚情報取得のために行われ，両目は同じ場所に焦点を合わせることで，明確な像を結び，距離を認識することができる．輻輳は，多くは近見反応として扱われることが多いが，視覚を広く取得する際にも使われる機能で，左右それぞれの眼球が同一の場所に焦点を結ばず，X 軸座標と Y 軸座標の数値にそれぞれ差が観察される現象である．本研究では，絵画を見る時の眼球の動きを，

輻輳という機能を通して観察する実験を行う．また，美術デザイン関係者と一般人の眼球運動の違いを知るために両者を比較する実験を行った．今回の実験は研究倫理に関する規則に基づき被験者全員の同意書を得た上で実施した．

3. 研究方法

視線追跡装置を利用して絵画鑑賞時の眼球運動を計測し，分析する．方法を以下に述べる．

実験環境：実験は防音実験室で実施，視線計測機はEyeLink-Plus（顎台付）を利用し，ディスプレイから計測機器まで，ディスプレイの1.7倍を保持した．サンプリング周波数は1000msecである．

刺激提示：人物画，静物画，抽象画，風景画，それぞれ8点ずつ合計32点の画像を，各画像につき7秒間ディスプレイに表示した．実験者は被験者に，それぞれの画像を好きかどうか考えながら見るよう指示した．画像は被験者ごとにランダムに提示された．実験者は画像を見る被験者の眼球運動を記録した．被験者は，すべての画像を見終わった後で，実験の教示で指示された「この絵が好き」というアンケート項目に対して5段階で評価した．評価項目は黒須らの分類を参考にした[5]．また，アンケート用紙には実験で使用した各画像を記載した．

被験者の内訳：美術デザイン関係者8名，一般人（本学学生，本学職員）13名で，全員に美術デザインの学習履歴を問うアンケートを実施し，一般人と美術デザイン関係者を明確に区別した．

分析方法：左右両目で，X軸座標の値の差の絶対値，およびY軸座標の値の差の絶対値を，輻輳の幅として計測した．

4. 結果

4.1. アンケート結果

図1は，被験者がアンケートの「好き」という項目に5段階で評価した結果である．直線は美術デザイン関係者の平均の評価値を表し，点線は一般人の評価値を表す．デザイン関係者の評価平均は3.5ポイント，一般人の評価の平均は3.3ポイントで，人物画，抽象画でデザイン関係者の評価がやや高い傾向がある．

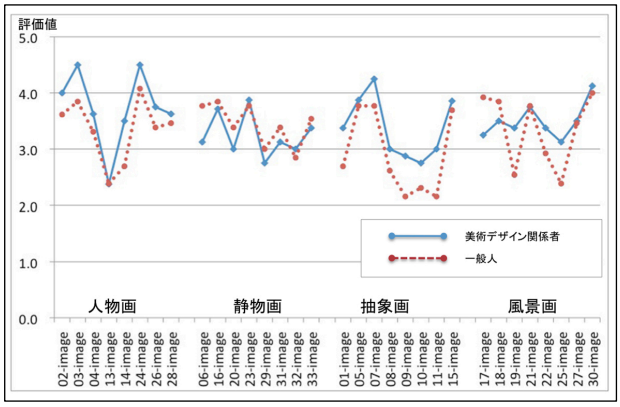


図1 「好きである」評価のグループ別平均値

両グループともに評価が低かった画像は，「人物画」のimage-13であった．一方，両グループとも評価が高かった画像は「人物画」のimage-24，「風景画」のimage-30であった．

4.2. 左右両目の輻輳

眼球運動における輻輳は，左右両目のX軸座標とY軸座標の値の差の絶対値を算出することで明らかになる．

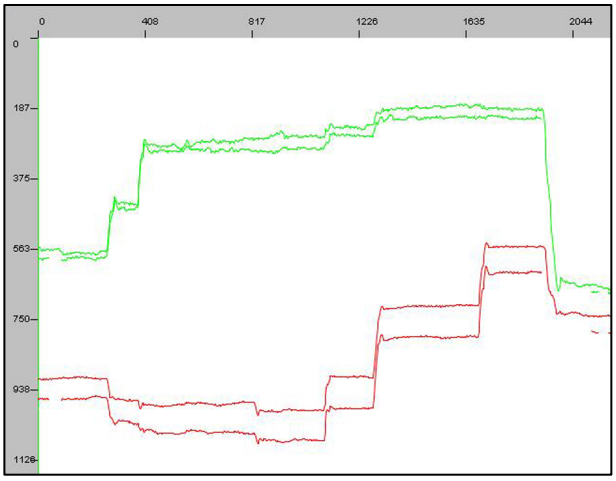


図2 左右両目の差分のグラフ（輻輳）

図2は，システムが作成する両目のX軸とY軸の輻輳の実際例である．本図のX座標は時間を，Y軸は視野角の数値を表す．また，図中の赤線は被験者がモニター上で画像を見ている時の，左右それぞれのX軸座標を表し，同様に緑の線は両目のY軸座標の数値を表す．この例はおよそ2秒間を取り出した

ものである．輻輳が発生した現象を観察すると，この被験者はY軸方向に比較してX軸方向に多く輻輳機能を使っていることを表す．

本研究の分析では，すべての被験者の視線データで，すべての画像から左右両目のX軸とY軸の差分を算出した．

4.3. 評価と左右両目のX軸とY軸の差分

表 1 は，画像が好きかどうかを問うアンケート評価の平均，および左右両目のX軸とY軸の差分の平均を表す．一般人はX軸方向で両目の差分が見られるのに比べ，デザイン関係者はY軸方向で両目の差分の値が大きいことがわかる．

表 1　評価の平均と両目の差分の平均

グループ	評価の平均	左右両目の 輻輳		X軸−差分	Y軸−差分
デザイン関係者	3.5	全画像	Ave.	38.8	48.6
一般人	3.3	全画像	Ave.	41.0	37.9

4.4. 画像別の左右両目の差分の比較

「人物画」「静物画」「抽象画」「風景画」で，左右両目のX軸方向とY軸方向の差分の値を比較した(図2)．図中の縦軸は差分の視野角，横軸は各画像を表す．青線はデザイン関係者，赤線は一般人を表す．

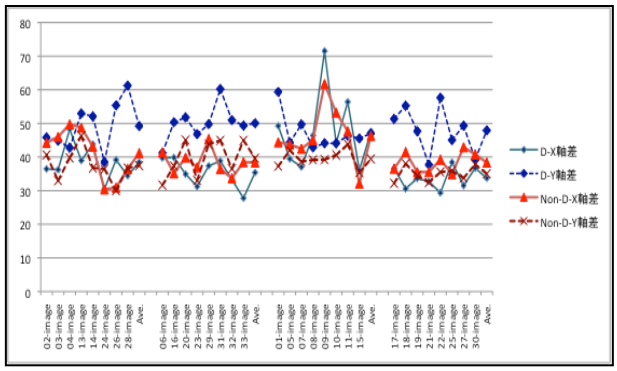


図 2　左右両目のX軸とY軸の差分の比較

図 2 から，一般人グループは，X軸方向の左右両目の差分の値がY軸方向の差分の値よりやや大きいか，殆ど同じであり，デザイン関係者は殆どの画像でY軸方向の差分の値が大きいことがわかった．また，「抽象画」では，デザイン関係者と一般人の両方でX軸方向の差分の値が高い傾向があることがわかった．

4.5. 「評価：好き」と左右両目の差分の値

アンケート評価が高かった画像と低かった画像それぞれ 3 点を選び，デザイン関係者と一般人，それぞれの左右両目のX軸とY軸の差分の値の平均を算出し，両者を比較した(表 2)．

その結果，デザイン関係者は，好きだと答えた画像のX軸方向とY軸方向の左右両目の差分の値，および好きではないと答えた画像のY軸方向の左右両目の差分の値が小さかった．一般人は，好きだと答えた画像で，Y 軸方向のみ両目の差分の値がわずかに高かったが，好きだと答えた画像のX軸方向の差分の値，および好きではない画像のX軸方向とY軸方向の両方で両目の差分の値が小さい結果であった．

表 2　「評価：好き」と両目差分の比較

グループ	評価	Ave.	画像	（種類）		X軸−差分	Y軸−差分
デザイン関係者	「高」	4.5	image−24	（人物）		33.4	43.4
		4.5	image−03	（人物）		36.8	54.5
		4.3	image−07	（抽象）		34.1	47.0
		…			Ave.	**34.8**	**48.3**
	「低」	2.4	image−13	（人物）		40.6	54.7
		2.8	image−29	（抽象）		50.5	39.7
		2.8	image−10	（抽象）		34.1	50.3
					Ave.	**41.7**	**48.2**
一般人	「高」	4.1	image−24	（人物）		27.4	39.6
		4.0	image−30	（風景）		45.7	42.6
		3.9	image−17	（風景）		38.5	34.2
		…			Ave.	**37.2**	**38.8**
	「低」	2.2	image−9	（抽象）		34.1	35.3
		2.2	image−11	（人物）		41.3	34.0
		2.3	image−10	（抽象）		34.8	35.5
					Ave.	**36.7**	**34.9**

4.6. 画像の縦横比

図 3 は，画像の横に対する縦の割合を表す．「1」より小さい値は「横長」を，「1」より大きい値は「縦長」を意味する．この結果から，「抽象画」だけが特別に横の比率が高いわけではないことがわかる．

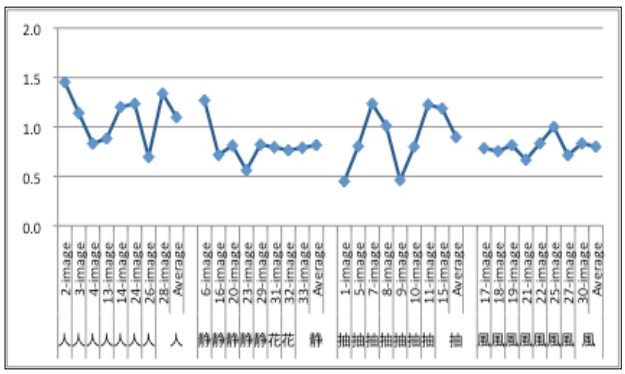


図 3　画像の縦横比

4.7. 画像の縦横比と「評価」の相関関係

「好き」という評価の高かった画像と，両目の X 軸と Y 軸の差分の値の相関係数を，デザイン関係者と一般人で比較した(表 3, 表 4)．その結果，一般人の X 軸の差分の値できわめて低い相関がみられる以外は，相関があるとはいえなかった．また，画像の縦横比と，両目の X 軸と Y 軸の差分の値の相関係数を，デザイン関係者と一般人で比較した結果，相関はきわめて低いことがわかった．

表 3 「輻輳」と「アンケート評価」の相関係数

「評価:好き」と「輻輳」	（相関係数）
D: X軸差分	−0.351119735
D: Y軸差分	−0.256780589
Non-D: X軸差分	−0.493181859
Non-D: Y軸差分	−0.319447263

表 4 「輻輳」と「縦横比」の相関係数

「縦横比」と「輻輳」	（相関係数）
D: X軸差分	−0.127626407
D: Y軸差分	−0.154337949
Non-D: X軸差分	−0.112048741
Non-D: Y軸差分	0.025961894

5. 考察

本研究は，画像を見る時の眼球運動を観察し，画像の評価を自動的に抽出する際に輻輳機能の利用が可能かどうかを調べる目的で実験を実施した．また，デザイン関係者と一般人の眼球運動を比較した．

まず，好きな画像とそうではない画像の両方の場合で特徴的な現象を検出することができた．結果をみると．デザイン関係者は一般人と比較して Y 軸方向で左右両目の差分が大きいことがわかった．また，好きという評価が高かった画像 3 点とそうではない画像 3 点で左右両目の差分の値を調べた結果，デザイン関係者は，好きだと答えた画像の，左右両目の X 軸と Y 軸方向の差分の値，および好きではない画像の，左右両目の Y 軸方向の差分の値が低かった．すなわち，デザイン関係者は，好きではない画像で輻輳を多用する傾向があった．一方，一般人は好きだと評価した画像で Y 軸方向の差分の値が高かった以外，すべての値が低かった．すなわち，一般人では，好きな画像で Y 軸方向に輻輳を多様したが，それ以外では輻輳機能を利用しない傾向があった．

また，今回の実験で，画像の縦横比と X 軸方向および Y 軸方向の左右両目の差分の値の間に相関はなかった．ここから，画像の縦長と横長によって，X 軸方向と Y 軸方向の輻輳の値が左右されるわけではないことが明らかになった．

中森らは，異なる表情の複数人の顔画像を提示し，好みの写真を見た時の実験参加者の瞳孔径を計測し，瞳孔が感性を表現する場合の指標になりうる可能性を示唆した[3]．しかし，同時に,「「好み」と「興味」の相関が見られたことが「興奮」によると考えれば，「嫌い」が「興奮」につながる可能性がある，と述べている[3]．

寺らの研究[6]で，中国人被験者と日本人被験者による輻輳機能の使い方の特徴が検出された．それは多分に被験者の専門性や環境の影響があることが推測される．本実験では,「好きな画像」と「そうではない画像」について眼球運動を分析したが，感性評価の「興味がある」という項目を取り入れなかった．これは中森らも述べているように[3],「興味がある」という評価の意味する範囲が非常に広いことを考慮したためである．しかし，左右両目の Y 軸方向の差分の値が，デザイン関係者で高い傾向を示したことは，絵画を見る際の眼球運動には「感性」と関係深い要素が存在することを示唆する．今後も「感性評価」と「輻輳機能」にに関する研究を深めることを課題とする．

参考文献

[1] 古賀一男, 中澤幸夫, 苧阪良二編, (1993.), “眼球運動の実験心理学”, 名古屋大学出版会
[2] 高橋英之, 西村望, 大森隆司, (2010), “絵画鑑賞時の視線の動きから嗜好を読み取る”, 日本認知科学会大会発表論文集(CD-ROM) vol. 27, N0.O4-2
[3] 中森志穂, 水谷奈那美, 山中敏正, (2011), “顔画像に対する好みは，瞳孔径にどう反映されるのか”，日本感性工学会論文誌 10(3), pp. 321-326
[4] 和久井秀樹,平田豊, (2011), "輻輳角を指標とした漫然状態検知",生体医工学会論文集，vol. 49 (5), pp. 693-702
[5] 黒須正明, 橋爪絢子, (2013), “感性表現用語の研究(1): 感覚表現用語, 感情表現用語との関係”, 日本心理学会第 76 回大会，予稿集
[6] 寺朱美, 深見友, 永井由佳里, (2016), “デザインにおける視覚情報の認知的研究－視線追跡装置を利用した日本人と中国人の比較分析－”, 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp. 666-669

美術初心者は抽象絵画をどう鑑賞するのか？ 発話に基づくタイムコースと解説文の効果の検討

How do art novice appreciate abstract paintings?: Analysis of time-course and effects of commentary based on free conversation

田中吉史
Yoshifumi Tanaka
金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology
tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

Beginners in art appreciation generally have “reality constraints,” in that, they show a strong tendency to insist on identifying the depicted object in the artwork with its realistic expression. In this study, we examined how the reality constraints effect appreciation of abstract paintings. Twenty-four pairs of college students viewed one of the two abstract paintings, by Kandinsky or Mondrian, and freely talked to one another while viewing the painting for five minutes. The verbal protocol was analyzed to examine the difference of the responses to the two paintings, and the time course changes of the topics during the conversation. In the appreciation of Kandinsky, the participants expressed difficulty of the painting most frequently in the beginning of the appreciation. The frequency of expressing difficulty decreased when they tried to interpret the depicted object as concrete objects. In the case of Mondrian, the participants tended to insist on identification of the colors referred to in the title and the focus on the subtle difference of color increased as time proceeded.

Keywords — cognitive constraints, art appreciation, creativity

1. はじめに

近年の美術理論や美術鑑賞教育では、作品観賞は鑑賞者自身が作品の新しい見方や新しい意味を発見する主体的な過程として捉えられる事が多い [1]。一方、美術鑑賞の初心者は、絵画に描かれた事物の特定に固執する傾向（写実性制約）があることが指摘されている [3, 5]。このような写実性制約を緩和することが、鑑賞者にとってより創造的な観賞を促すことになると考えられる。

一方、美術館での作品 1 点あたりの鑑賞時間は 40 秒程度という報告 [2] もあり、そうした短時間の観賞では、鑑賞者が作品からより多くの情報を読み取ることは難しいと考えられる。美術鑑賞の過程を理解するためには、観賞が時間的にどのように展開するのかという点を検討することも必要であろう。

田中 [4] は、解説文を読みながら絵画を鑑賞する経験が、絵画鑑賞時の思考内容に与える影響を検討した。美術初心者の大学生のペアを実験参加者とし、絵画とともに、それに描かれた事物に関する解説文を呈示される対象物解説文条件、絵画の構図や表現技法についての解説文を呈示される構図解説文条件、絵画のみ呈示される統制条件を設けた。それぞれの条件で 2 点の絵画を鑑賞したあと、新たに具象画と抽象画を 1 点ずつ鑑賞し、絵画鑑賞中の発話内容の分析を通して、観賞条件が絵画に対する反応にどう影響するかが検討された。その結果、具象絵画については、全体として、観賞開始時には題名を手がかりに絵画中の事物を同定しようとするが、時間経過とともにより色や形などの形式的側面への言及が増えること、また対象物解説文条件では個別の事物の同定に留まる傾向があるが、構図解説文条件では事物の解釈が多様化し、また事物間の関係についての言及も増加した。

本発表では田中 [4] が報告していなかった抽象絵画についての反応を分析する。具体的な事物の描かれていない抽象絵画の場合、解説文を読む経験がどのような影響をもたらすのか、異なる特徴を持つ 2 点の抽象絵画に対する反応を比較しながら、探索的に検討を行う。

2. 方法

参加者　実験には、美術初心者の大学生 48 人が友

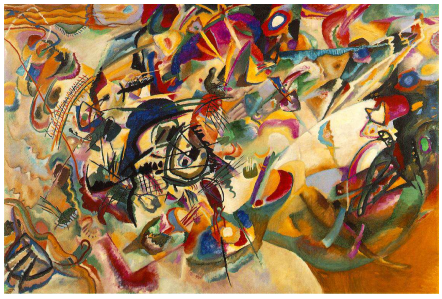


図 1　鑑賞材料：カンディンスキー/コンポジション VII

人同士の 2 人一組で参加した。実験後の質問紙調査によると、通常の学校教育以外で美術教育を受けた経験のある人はいなかった。また、 1 年あたりに美術館を訪れる回数は 0-1 回程度であった。

鑑賞材料　鑑賞材料として、田中・松本 [5] と同じ、ゴッホ「夜のカフェテラス」、ルノワール「ムーラン・ド・ラ・ギャレット」（以上、具象画）、カンディンスキー「コンポジション VII」、マティス「ピアノのレッスン」（以上、抽象画）の 4 点に加え、シスレー「夏の風景」（具象画）、モンドリアン「大きい赤の平面、黄色、黒、灰色と青によるコンポジション」（抽象画）の 2 点、合計 6 点を鑑賞材料とした。これらの絵画の画像を、下に作者名とタイトルを載せて、A3 サイズでカラープリンターにより印刷した。なお、本報告では、これらの 6 点のうち、後述する事前鑑賞フェーズ、事後鑑賞フェーズで呈示された 2 つの抽象画、カンディンスキー「コンポジション VII」（図 1、以下カンディンスキー）とモンドリアン「大きい赤の平面、黄色、黒、灰色と青によるコンポジション」（図 2、以下モンドリアン）を分析対象とした。カンディンスキーは、様々な色で曖昧な形のオブジェクトが多数含まれるもので、一方モンドリアンは、題名で言及された色の様々な大きさの四角形によって構成された幾何学的なものであった。

手続き　実験は、事前鑑賞フェーズ、解説文フェーズ、事後鑑賞フェーズの 3 フェーズからなった（表 1）。事前／事後鑑賞の絵画の組み合わせは、ゴッホとカンディンスキーを事前鑑賞、シスレーとモンドリアンを事後鑑賞に用いる条件と、絵画と事前／事後の組み合わせを逆にした条件の 2 つであった。解説文フェーズでは解説文の種類に 3 条件（統制条件、対象物解説文条件、構図解説文条件）設定し、ルノワールとマティスが呈示された。

参加者は 2 人でマジックミラーの前の長机に横に並んで着席し、机の上に置かれた絵画を見ながら自由に

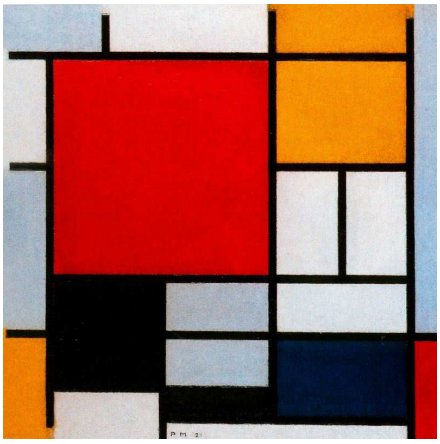


図 2　鑑賞材料：モンドリアン/大きい赤の平面、黄色、黒、灰色と青によるコンポジション

表 1　実験手続き：鑑賞フェーズ、解説文条件と絵画の組み合わせ

事前鑑賞フェーズ	解説文フェーズ	事後鑑賞フェーズ
ゴッホ、 カンディンスキー	ルノワール、 マティス ・解説文なし ・対象物解説文 ・構図解説文	シスレー、 モンドリアン
シスレー、 モンドリアン	ルノワール、 マティス ・解説文なし ・対象物解説文 ・構図解説文	ゴッホ、 カンディンスキー

会話した。なお、2 人のうち 1 人は話し手、もう 1 人は聞き手となり、主として話し手が気づいたことを話すこと、聞き手は相づちや問いかけを自由に行いながら話し手の発話を促すように教示し、相談して話し手と聞き手を決めてもらった。続いて、各絵画を 1 点につき 5 分ずつ見ながら、気づいたことを会話するように教示した。教示の後、事前鑑賞フェーズの絵画が 2 枚、解説文なしで呈示された。続く解説文フェーズでは、3 つの条件のいずれかで 2 点の絵画が（対象物解説文条件と構図解説文条件ではそれぞれの解説文を伴って）呈示された。続いて、事後鑑賞フェーズでは、2 点の絵画が解説文なしで呈示された。鑑賞中は、絵画に触れたり、指さしすることは制限しなかった。鑑賞中の様子は、マジックミラー越しで正面から録画・録音された。

3. 結果

3.1 分析方法

本報告では、事後鑑賞フェーズで呈示された 2 点の抽象画 (カンディンスキーとモンドリアン) に対する発話を分析する。なお、事前の教示では話し手と聞き手で役割を決めたが、聞き手も積極的に発言しているペアが多く、話し手と聞き手の発話にかなりの相互作用が見られた。そこで、以下の分析では、両者を区別せず、ペアの発話全体を分析することとした。

事前鑑賞フェーズでは、すべてのペアが解説文フェーズの前にカンディンスキーまたはモンドリアンを鑑賞しているので、それぞれの絵画について 12 ペアずつのデータを用いた。事後鑑賞フェーズでは、事前鑑賞では見なかった絵画について、解説文なし条件、対象物解説文条件、構図解説文条件に分かれており、それぞれの絵画と解説文条件の組み合わせで、4 ペアずつのデータを用いた。

まず、録音された会話をテキストデータに書き起こした。その際、方言や口語的な表現は適宜修正を行った。また、単純な相づち、絵画とは関係ない雑談などの発話は除外した。このテキストデータを、テキストマイニング用ソフトウェア「Text Mining Studio 5.2.1」を用いて分析した。日本語解析エンジンとして TMStudio3.2 を用いて形態素解析と係り受け分析を行い、この出力を基にこの後の分析を行った。

発話の意味内容についての分析では、内容語として名詞、動詞、形容詞を分析対象とした。各ペアの発話を時間軸に沿って話題ごとに分割してアイデアユニット (IU) に分け、アイデアユニットを単位としてその中での単語の共起関係に基づく分析を行った。また、各アイデアユニット中で生起した単語は 2 回以上出現した場合でも、1 回とカウントした。

また、鑑賞中の時間経過に伴う会話内容の変化を捉えるために、絵画を呈示してから 1 分ごとの時間ユニット 1-5（以下、単にユニット 1-5 と記す）にわけ、各時間ユニットで開始されたアイデアユニットをまとめて、発話の特徴の時間的推移を検討した。

3.2 カンディンスキーに対する発話

3.2.1 全体的な発話量

カンディンスキーに対する発話の時間ユニットごとの IU 数を表 2 に示す。分散分析の結果、交互作用が有意であり ($F(12, 80) = 2.11, p < .05$)、解説文なし条件 ($F(4, 80) = 2.59, p < .05$) と構図解説文 ($F(4, 80) = 3.86, p < .05$) の単純主効果が有意であった。Ryan 法による多重比較の結果、解説文なし条件ではユニット 2 はユニット 5 よりも IU が多く、全体にユニット 2 をピークに IU が減少する傾向が見られた。構図解説文では、ユニット 5 がユニット 3，4 よりも IU が多く、観賞時間の終わりになってから話題の変化が増加していた。

表 2 カンディンスキーにおける IU の時間的推移

時間ユニット	1	2	3	4	5
事前観賞	4.67	3.83	3.67	4.17	3.58
解説文なし	5.00	6.25	5.25	4.00	2.75
対象物解説文	4.00	2.75	3.75	2.75	3.00
構図解説文	4.75	5.25	3.00	3.75	7.25

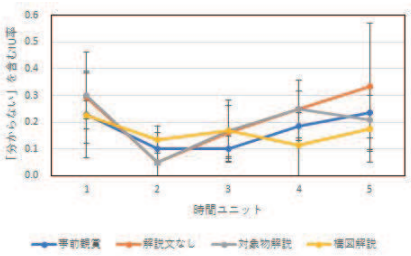


図 3 カンディンスキーに対する「分からない」発言の時間的推移

3.2.2 カンディンスキーにおける発話の内容的特徴

「分からない」発言 カンディンスキーにおいては、「分からない」という発言がしばしば見られた。そこで、各時間ユニットにおいて「分からない」という発話を含むアイデアユニットの比率の条件ごとの平均と標準誤差を求めた（図 3）。分散分析の結果、ユニットの主効果に有意傾向が見られ ($F(4, 80) = 2.41, p = .06$)、Ryan 法による多重比較の結果、ユニット 2 はユニット 1、ユニット 5 よりも「分からない」率が低かった。つまり、「分からない」という発言は、観賞開始直後に多く、その後ユニット 2 で大きく減少し、その後再び増加する、という傾向が見られた。

具体的な事物への見立て カンディンスキーに対する発話において頻繁に見られたのは、絵画中のオブジェクトを具体的な事物として解釈する (見立てる）ものであった。そこで、各参加者について、「っぽい」「〜に見える」という発言や、対象物を具体的な事物として断定する表現を含むアイデアユニットの比率を、時間ユニットごとに求め、条件ごとの平均と標準誤差を

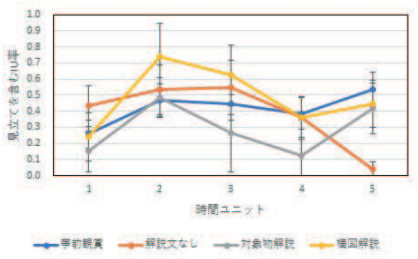


図 4　カンディンスキーにおける具体的な事物への見立ての時間的推移

求めた（図 4）。分散分析の結果、ユニットの主効果が有意で有り ($F(4, 80) = 2.58, p < .05$)、Ryan 法による多重比較の結果、ユニット 2 はユニット 1、ユニット 4 よりも具体的な事物として見立てたアイデアユニットが多かった。つまり、「分からない」発言とは対照的に、観賞開始直後は具体的な事物としての見立ては少なく、その後ユニット 2 で増加し、ユニット 4 まで減少したあと再びやや増加する傾向が見られた。

カンディンスキーにおける発話の特徴語の時間的推移
カンディンスキーに対する発話で、具体的にどのような単語が出現していたのか、またそれらは時間とともにどのように推移したのかを見るために、絵画を呈示してから 1 分ごとの時間ユニット 1〜5 にわけ、各時間ユニットで開始されたアイデアユニットをまとめて、発話の時間的推移を検討した。解説文条件別に、補完類似度に基づいて、時間ユニットごとの特徴語を求めた (表 3)。なお、最低信頼度を 60 とし、生起頻度 2 以上（事前観賞条件では参加者が 2 倍であることを考慮して生起頻度 4 以上）の単語を用いた。

いずれの条件においても、作者名、題名は冒頭のユニット 1 の特徴語となっていた。また、「分からない（わかる+ない）」は解説文なし条件以外の条件ではいずれもユニット 1 の特徴語となっており、図 3 で見た傾向が確認された。特徴語には全体に動詞が多く、名詞が少なかった。具体的な事物への見立てがユニット 2 で増加していたが、特徴語としてあまりあらわれていないのは、出現頻度が 1 の名詞が多く、特徴語として検出されにくかったためと考えられる。とはいえ「っぽい」「見る+できる」がユニット 2 から 4 で特徴語となっている箇所が多く、観賞直後よりは少し後になってから、具体物に見立てる発話が増加することが推察される。

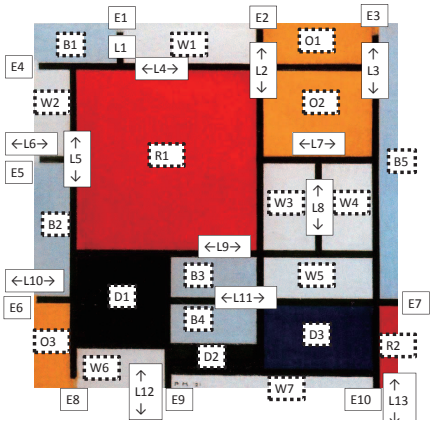


図 5　モンドリアン：指さし対象の符号

3.3　モンドリアンに対する発話

3.3.1　指さし対象の符号化

モンドリアンについては、発話に伴って生起する絵画中のオブジェクトの指さしについて、その対象が明確であった。そこで、指さされたオブジェクト（以下、指さし対象と呼ぶ）を符号化し、この符号を発話中の指示代名詞に置き換えて、発話の書き起こしの中に埋め込んで分析することとした。参加者が手を伸ばして絵画に近づけて手を手前に引くまでを 1 回の指さしとした。ただし、連続して複数の対象物を指す場合や、ある点から別の点まで、手を戻さずに動かす場合には、1 回の指さしとした。参加者の行動の録画を見ながら、指さしが生起したときに画面を一時停止しその対象や場所を特定した。この際、同時に現れる発話の内容も参考にした。これらの指さし対象を、他の発話と区別できるようにアルファベットを用いた表記により符号化した（図 5)。なお、以下の分析において、指さし対象の符号はいずれも一般名詞として処理された。

3.3.2　全体的な発話量

モンドリアンに対する発話の時間ユニットごとの IU 数を表 4 に示す。分散分析の結果、時間ユニットの主効果が有意であり ($F(4, 80) = 7.75, p < .05$)、Ryan 法による多重比較の結果、ユニット 1 は他のユニットよりも IU が多く、観賞の初期に最も話題の変化が多かった。観賞条件の主効果と交互作用は有意ではなかった。

表 3　カンディンスキーにおける各時間ユニットの特徴語 (補完類似度に基づく)

観賞条件	ユニット 1	指標値	ユニット 2	指標値	ユニット 3	指標値	ユニット 4	指標値	ユニット 5	指標値
事前観賞	コンポジション	17.262	なる	8.741	色	14.05	見る＋できる	15.037	人	11.659
	構成	14.239	気	5.946	青	9.039	感じる	13.857	ている＋ない	7.284
	7	10.97	汚い	5.235	黄色	7.675	いう	7.517	顔	6.799
	わかる＋ない	10.893	本当	5.235	緑	7.675	いる	6.486	知る＋ない	6.079
	カンディンスキー	8.551	水彩	4.714	羽	7.231	する	6.19	口	5.705
	ピカソ	8.268	いう	4.595	赤	6.312	絵	4.619	目	5.345
	すごい	6.576	ている	4.429	使う	5.899	思う	4.619	描く	4.14
	人	4.922	きれい	4.193	みる	5.867	ある	4.372	ある	4.029
	描く	4.157	感じる＋ない	4.193	っぽい	4.63	ておる	4.128	無い＋ない	3.78
	表す	3.751	線	4.193	多い	4.535	見る	3.734	難しい	3.766
	いう＋？	3.146	ある	4.073	難しい	4.535	描く	3.341	すごい	3.531
	無い＋ない？	2.541	あ	3.672	ておる	4.091	わかる	3.292	出る	3.282
	来る	2.381	見る＋できない	3.506	見る	3.679	完全	3.194	すぎる＋すぎる	3.157
	ている＋？	2.097	え	3.15	ベース	3.616	きれい	2.752	ベース	3.157
	チョウ	2.097	違う	3.15	背景	3.616	野菜	2.752	多分	3.157
	書く	2.097	する	3.031	無い＋ない	3.298	知る＋ない	2.407	部分	3.157
	抽象	2.097	良い	2.463	確か	3.235	あ	2.309	わけ	2.672
	適当	2.097	てしまう	2.274	来る	3.203	わかる＋ない	2.111	ロシア	2.672
	知る＋ない	2.059	青	2.108	感じる	2.917	っぽい	2.014	意味	2.672
	違う	1.937	いう＋？	1.753	カンディンスキー	2.759	全体的	1.867	違う＋？	2.672
			野菜	1.753	気	2.759			黒	2.672
解説文なし	構成	5.193	来る	8.182	見る＋できる	10.463	気	5.519	考える	5.884
	感じる	5.074	なる	4.241	見る＋できない	6.547	わかる	5.054	いう	5.872
	コンポジション	4.981	見出す	4.061	出る	5.7	色合い	3.835	意味	5.642
	人	4.319	方	4.061	いる	4.763	ある	3.483	すごい	5.17
	する	3.988	流れる	4.061	無い＋ない	4.237	カラフル	3.369	面白い	4.237
	7	3.683	ておる	3.136	虫	3.8	ている	3.194	わかる＋ない	3.754
	カンディンスキー	3.683	描く	3.136	鳥	3.8	意味	3.194	イメージ	3.293
	爆発	3.683	顔	3.076	這う	3.8	思う	3.194	良い	3.293
	名前	3.683	適当	3.076	こぼす	3.274	見る	2.728	ある	3.282
	ピカソ	3.14	良い	3.076	できる＋できない	3.274	なる	2.553	思う	3.051
	見る＋できる	2.69	ある	2.703	芸術	3.274	確か	1.798	気	2.821
	適当	2.596	ている	2.643	想像	3.274	おしゃれ	1.685	絵	1.866
	いる	1.934	感じる	1.718	多分	3.274	アイス	1.685	完璧	1.646
	っぽい	1.722	いる＋？	1.538	本当	3.274	パフェ	1.685	謎	1.646
	ている	1.722	くう	1.538	果物	2.747	化物	1.685	買う	1.646
	無い＋ない	1.391	めちゃくちゃ	1.538	野菜	2.747	家	1.685	風景	1.646
	あ	1.298	やばい	1.538	っぽい	2.016	行く	1.685	目立つ	1.646
	おしゃれ	1.298	サーカス	1.538	わかる	1.695	持つ	1.685	訳	1.646
	やばい	1.298	行く	1.538	見る	1.489	自由	1.685	確か	1.635
	サーカス	1.298	思いつく＋ない	1.538	あ	1.374	飾る	1.685	する	1.394
	パフェ	1.298	組み合わせる	1.538	いる＋？	1.374	捉える	1.685		
	家	1.298	捉える	1.538	くう	1.374	道	1.685		
	思いつく＋ない	1.298	道	1.538	めちゃくちゃ	1.374	謎	1.685		
	持つ	1.298			アイス	1.374	買う	1.685		
	自由	1.298			化物	1.374	髪の毛	1.685		
	飾る	1.298			完璧	1.374	風景	1.685		
	組み合わせる	1.298			髪の毛	1.374	目立つ	1.685		
	訳	1.298								
対象物解説文	カンディンスキー	6.668	ている	5.417	っぽい	6.558	わかる＋ない	5.588	わかる	5.586
	コンポジション	6.668	赤い	4.056	思う	4.456	いう	4.844	いう	4.989
	来る	6.069	ている＋ない	3.611	する＋べきではない	3.805	する	4.377	多い	4.339
	7	4.401	意味	3.611	ある	3.404	描く＋できない	3.821	いる	3.742
	出る	3.334	絵	2.75	確か	3.279	良い	3.821	無い＋ない	2.82
	聞く	3.334	描く	2.75	塗る	3.279	ている	2.422	なる	2.495
	無い＋ない	2.469	する	2.306	見る	2.753	絵	2.234	すごい	2.034
	見る	2.135	すごい	2.278	見る＋できる	2.228	7＋？	1.677	いく	1.708
	構成	2.135	ある＋？	1.806	色	2.028	イメージ	1.677	ている＋？	1.708
	絵	1.87	てしまう	1.806	なる	1.702	タイトル	1.677	トマト	1.708
	描く	1.87	トマト	1.806	ある＋？	1.377	哀しい	1.677	ドン	1.708
	わかる＋ない	1.737	映る	1.806	いく	1.377	気	1.677	哀しい	1.708
	いる	1.402	覚える	1.806	ている＋？	1.377	芸術	1.677	形	1.708
	する	1.27	気	1.806	イメージ	1.377	線	1.677	大きい	1.708
	7＋？	1.067	形	1.806	持つ	1.377	本当	1.677	野菜	1.708
	てしまう	1.067	芸術	1.806	水彩	1.377	印象	1.211	踊り狂う	1.708
	タイトル	1.067	持つ	1.806	線	1.377	楽しい	1.211	カラフル	1.247
	ドン	1.067	野菜	1.806	大きい	1.377	感	1.211	印象	1.247
	映る	1.067	いる	1.389	本当	1.377	人	1.211	楽しい	1.247
	覚える	1.067	確か	1.361	目	1.377	7	0.745	知る	1.247
	水彩	1.067	感	1.361	踊り狂う	1.377	ている＋ない	0.745	塗る	1.247
	目	1.067	知る	1.361			意味	0.745		
			適当	1.361			構成	0.745		
							使う	0.745		
構図解説文	わかる	8.8	っぽい	10.476	確か	5.192	本当	5.604	ている	6.02
	コンポジション	6.492	無い＋ない	4.043	わけ	4.617	気	5.227	タコ	3.982
	わかる＋ない	5.768	ていく	3.802	感じる	3.744	する	4.161	見る＋できる	3.428
	すごい	4.759	花	3.802	いる	3.459	多分	3.94	虫	3.334
	解説	4.617	海	3.276	色	2.451	中心	3.94	気持ち悪い	3.087
	必要	4.617	赤い	3.276	人	2.451	見る＋できる	3.784	近い	3.087
	7	4.184	いう	3.194	する	2.302	目	3.485	手前	3.087
	捉える	4.184	ておる	2.75	無い＋ない	2.302	ある	3.251	線	3.087
	出る	3.75	生き物	2.75	きれい	1.875	あ	3.03	飛ぶ	3.087
	良い	3.75	感じる	2.466	ている＋ない	1.875	なる	2.575	滲む	2.439
	思う	3.459	あ	2.224	オレンジ	1.875	いく	1.742	確か	2.038
	ごたまぜ	1.875	虫	2.224	黄色	1.875	きれい	1.742	人	2.038
	やる	1.875	見る＋できる	1.819	色合い	1.875	ている＋ない	1.742	する＋ない	1.791
	イメージ	1.875	いる	1.496	青	1.875	引っ張る	1.742	意味	1.791
	見る＋できる？	1.875	本当	1.496	置く	1.875	顔	1.742	描く	1.791
	色とりどり	1.875	え	1.375	適当	1.875	橋	1.742	来る	1.637
	置く	1.875	みる＋したい	1.375	南国	1.875	向く	1.742	見る＋できない	1.39
	適当	1.875	オレンジ	1.375	入る	1.875	首	1.742	ある	1.083
	入る	1.875	クラゲ	1.375	見る	1.584	動物	1.742	いく	0.895
	いう＋？	1.442	見る＋できる？	1.375	いう＋？	1.442	すごい	1.665	え	0.895
	カラフル	1.442	考える	1.375	カラフル	1.442	見る＋できない	1.665	ごたまぜ	0.895
	海	1.442	作る	1.375	行く	1.442			みる＋したい	0.895
	鮮やか	1.442	草	1.375	赤	1.442			やる	0.895
	中心	1.442	動物	1.375	鮮やか	1.442			イメージ	0.895
	付ける	1.442	謎	1.375					クラゲ	0.895
			難しい	1.375					引っ張る	0.895
									黄色	0.895
									顔	0.895
									橋	0.895
									向く	0.895
									考える	0.895
									作る	0.895
									首	0.895
									色とりどり	0.895
									色合い	0.895
									青	0.895
									草	0.895
									謎	0.895
									南国	0.895
									難しい	0.895

表 4　モンドリアンにおける IU の時間的推移

時間ユニット	1	2	3	4	5
事前観賞	4.83	3.33	3.17	2.00	2.00
解説文なし	5.75	2.50	3.25	2.00	2.25
対象物解説文	5.25	3.50	3.25	4.25	3.00
構図解説文	5.50	5.00	3.00	2.25	3.00

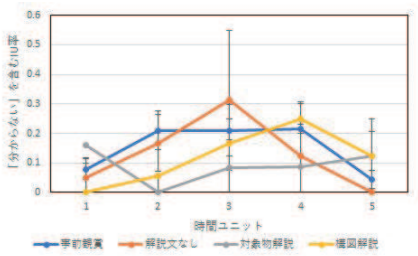


図 6　モンドリアンに対する「分からない」発言の時間的推移

3.3.3　モンドリアンにおける発話の内容的特徴

モンドリアンにおける「分からない」発言　カンディンスキーと比較するため、モンドリアンについても、各時間ユニットにおいて「分からない」という発話を含むアイデアユニットの比率の条件ごとの平均と標準誤差を求めた（図 6）。分散分析の結果、いずれの主効果も交互作用も有意ではなかった。つまり、カンディンスキーとは異なり、「分からない」が鑑賞時の時間的推移とともに明確に増減する傾向は見られなかった。

また、モンドリアンにおいては、カンディンスキーとは対照的に、絵画中のオブジェクトを具体的な事物として解釈する発話がほとんど見られなかった。

モンドリアンにおける発話の特徴語の時間的推移　絵画を呈示してから 1 分ごとの時間ユニット 1〜5 にわけ、各時間ユニットで開始されたアイデアユニットをまとめて、発話の時間的推移を検討した。解説文条件別に、補完類似度に基づいて、時間ユニットごとの特徴語を求めた (表 5)。いずれの条件においても、作者名、題名は冒頭のユニット 1 の特徴語となっていた。形式的要素に関する特徴語を見ると、ほとんどが色に関するものであり、それ以外の形に関するもの（正方形、長方形、四角、線など）は少なく、比較的後のユニットになってから出現する傾向も見られた。事前観賞、解説文なし条件ではユニット 2 から、構図解説文ではユニット 1 から、黒い線の端 (E1,E2...) が特徴語として挙がっているが、対象物解説文ではユニット 3 からであり、他の条件よりはやや遅れて言及されていた。

また、それぞれのユニットで、指さし対象とそれに対応する色名がともに特徴語となっており、それぞれの指さし対象の色について発話されていることが推測される。また、特にあとの方のユニットでは、同系統の色の指さし対象がまとまっている箇所が多かった（特に W1-W5）。

これらの指さし対象と単語との共起関係を見るために、「Text Mining Studio」の注目語分析を用いて、注目語として指さし対象を指定して条件ごとに共起ネットワークを作成した (図 7)。同系統の色の指さし対象どうしがリンクされており、そこに複数の色単語が結びついている箇所が多く見られる。このことから、同系色の色について、それが何色であるかを検討する発話がなされていることが示唆される。一方、黒い線の端 (E1,E2...) に関しては他の色の領域とのは孤立したネットワークを形成しており、色の検討とは全く別の話題として扱われていると考えられる。

4.　考察

カンディンスキーとモンドリアンに共通する傾向として、ユニット 1 で題名や作者への言及が集中していた点が挙げられる。これは具象画においても見られる傾向であり [4]、一般に絵画鑑賞の際にはまず題名や作者などの情報が確認されていることを示している。これは当然のことのようにも思われるが、同時に、鑑賞者は、絵画そのものだけを見るのではなく、題名や作者の情報を手がかりとして用いようとする傾向が強いと言える。鑑賞者は、絵画に含まれる情報からボトムアップ的に絵画を見ていくのではなく、題名などの言語的な情報を手がかりとして解釈しようとする。その意味では、鑑賞者にとって題名はかなり本質的な情報と言えるのかもしれない。

一方、カンディンスキーとモンドリアンでは、観賞過程に様々な違いがあることも明らかになった。カンディンスキーでは、鑑賞開始時にまず「分からない」という難解さを表明する発話が多く見られたが、その後、具体的な事物としての見立てが増えると、「分からない」という発話は減少した。また、見立てが減少すると「分からない」という発話は増加した。今回の実験に参加した美術初心者たちは、具体物としての解釈ができなければ「分からない」と感じ、具体的な事物としての解釈ができれば「分からない」とは感じにくくなるという傾向があると言える。つまり、ここでは写実性制約に基づく具体物としての解釈が、カンディンスキーの観賞過程をガイドしているとも考えら

表 5　モンドリアンにおける各時間ユニットの特徴語 (補完類似度に基づく)

観賞条件	ユニット 1	指標値	ユニット 2	指標値	ユニット 3	指標値	ユニット 4	指標値	ユニット 5	指標値
事前観賞	平面	12.744	色	9.294	B3	9.018	思う	8.016	絵	13.057
	コンポジション	12.149	E8	8.703	D2	8.691	SIGN	7.007	W4	8.596
	構成	12.149	E1	7.161	いう	7.366	描く	6.507	青	8.04
	黄色	8.683	E2	6.757	D1	6.876	9 時	6.003	多分	7.512
	大きい	8.578	E3	6.243	見る＋できる	5.938	わかる	5.505	価値	6.101
	【題名】	8.402	わかる＋ない	5.806	B4	5.223	黒い	5.503	B5	5.873
	赤	7.178	O3	5.729	B1	5.06	名前	5.006	W3	5.873
	灰色	5.217	やる	5.729	W7	4.896	PM21	5.004	W5	5.873
	モンドリアン	4.622	意味	5.215	O2	4.836	使う	4.504	L3	5.117
	入る	4.446	W6	4.811	W2	4.346	人	4.504	知る＋ない	4.79
	する	4.341	気になる	4.297	WHOLE	4.346	置く	4.504	R2	4.462
	B4	4.237	錯視的	3.892	わかる＋ない	4.062	21 歳	4.002	灰色	4.234
	描く＋できる	3.851	色＋ない	3.892	青	4.062	気づく	4.002	白	4.134
	まんま	3.361	続く	3.892	B2	3.958	黒い＋すぎる	4.002	赤	3.678
	リビング	3.361	描く	3.674	いう	3.631	塗る＋？	4.002	B2	3.478
	印象	3.361	E10	3.378	つながる	3.631	筆	4.002	確か	3.15
	絵＋？	3.361	E7	3.378	なる	3.631	線	3.504	テーマ	2.723
	教会	3.361	E9	3.378	気づく＋ない	3.631	L2	3.502	灰色＋？	2.723
	変	3.361	バランス	3.378	広がる	3.631	絵具	3.502	光	2.723
	率直	3.361	ピンク	3.378	買う	3.631	文字	3.502	高い	2.723
			影響	3.378	有名	3.631	話	3.502	混じる	2.723
			途切れる	3.378					飾る	2.723
									端っこ	2.723
									直線	2.723
									白＋ない	2.723
									美術館	2.723
									面白い	2.723
									話す	2.723
									滲む	2.723
解説文なし	平面	12.744	色	9.294	B3	9.018	思う	8.016	絵	13.057
	コンポジション	12.149	E8	8.703	D2	8.691	SIGN	7.007	W4	8.596
	構成	12.149	E1	7.161	いう	7.366	描く	6.507	青	8.04
	黄色	8.683	E2	6.757	D1	6.876	9 時	6.003	多分	7.512
	大きい	8.578	E3	6.243	見る＋できる	5.938	わかる	5.505	価値	6.101
	【題名】	8.402	わかる＋ない	5.806	B4	5.223	黒い	5.503	B5	5.873
	赤	7.178	O3	5.729	B1	5.06	名前	5.006	W3	5.873
	灰色	5.217	やる	5.729	W7	4.896	PM21	5.004	W5	5.873
	モンドリアン	4.622	意味	5.215	O2	4.836	使う	4.504	L3	5.117
	入る	4.446	W6	4.811	W2	4.346	人	4.504	知る＋ない	4.79
	する	4.341	気になる	4.297	WHOLE	4.346	置く	4.504	R2	4.462
	B4	4.237	錯視的	3.892	わかる＋ない	4.062	21 歳	4.002	灰色	4.234
	描く＋できる	3.851	色＋ない	3.892	青	4.062	気づく	4.002	白	4.134
	まんま	3.361	続く	3.892	B2	3.958	黒い＋すぎる	4.002	赤	3.678
	リビング	3.361	描く	3.674	いう	3.631	塗る＋？	4.002	B2	3.478
	印象	3.361	E10	3.378	つながる	3.631	筆	4.002	確か	3.15
	絵＋？	3.361	E7	3.378	なる	3.631	線	3.504	テーマ	2.723
	教会	3.361	E9	3.378	気づく＋ない	3.631	L2	3.502	灰色＋？	2.723
	変	3.361	バランス	3.378	広がる	3.631	絵具	3.502	光	2.723
	率直	3.361	ピンク	3.378	買う	3.631	文字	3.502	高い	2.723
			影響	3.378	有名	3.631	話	3.502	混じる	2.723
			途切れる	3.378					飾る	2.723
									端っこ	2.723
									直線	2.723
									白＋ない	2.723
									美術館	2.723
									面白い	2.723
									話す	2.723
									滲む	2.723
対象物解説文	モンドリアン	5.597	赤	6.507	見る＋できる	4.634	薄い	5.083	色	7.485
	コンポジション	5.006	O3	5.087	正方形	4.323	B5	4.493	絵	5.262
	灰色	4.493	オレンジ	4.72	微妙	4.323	白	4.493	O1	4.78
	黄色	3.902	R2	4.354	E3	3.861	ピンク	3.389	完全	4.15
	黒	3.902	ある	3.987	使う	3.861	濃い	3.389	難しい	4.15
	思い出す	3.902	大きい	3.987	確か	3.709	W3	3.236	O2	3.816
	抽象画	3.389	確か	2.887	線	3.398	W4	3.236	線	3.187
	平面	3.389	いう	2.52	いう	3.246	W1	2.798	思い出す	2.705
	B3	2.722	PM21	2.36	良い	2.935	W2	2.798	良い	2.705
	青	2.132	すごい	2.36	コンポジション	2.01	塗る	2.798	R1	2.371
	B4	1.618	タイトル	2.36	1	1.699	思う	2.646	W5	2.371
	D1	1.618	開ける	2.36	E6	1.699	赤	1.979	わかる＋ない	1.741
	D3	1.618	床	2.36	E8	1.699	B4	1.618	E6	1.593
	絵	1.618	R1	2.153	開ける	1.699	わかる	1.618	E8	1.593
	見る	1.618	W1	1.993	気がする	1.699	W6	1.104	W6	1.593
	1	1.104	W2	1.993	芸術	1.699	うそ	1.104	すごい	1.593
	PM21	1.104	無い	1.993	好き	1.699	タイトル	1.104	なる	1.593
	うそ	1.104	B5	1.627	四角	1.699	芸術	1.104	違う	1.593
	なる	1.104	D1	1.26	出る	1.699	床	1.104	決める＋ない	1.593
	違う	1.104	わかる	1.26	長い	1.699	配色	1.104	見る＋できない	1.593
	気がする	1.104	黄色	1.26	塗る＋ない	1.699			好き	1.593
	決める＋ない	1.104	見る	1.26					四角	1.593
	見る＋できない	1.104	黒	1.26					塗る＋ない	1.593
	出る	1.104							配色	1.593
	長い	1.104								
構図解説文	コンポジション	6.046	白	4.04	O2	7.168	L3	3.787	良い	6.484
	青	5.356	多分	3.758	O3	5.018	消しゴム	3.787	人	6.2
	作る	3.369	知る＋ない	3.758	W4	4.777	B3	3.565	描く＋できる	6.2
	平面	3.369	描く	3.758	B3	3.702	色	3.565	わかる＋ない	5.349
	大きい	3.272	おしゃれ	3.225	だよね	3.345	線	3.317	21	3.242
	気になる	2.775	思う	3.225	やる	3.345	W3	3.096	E3	3.242
	R2	2.181	白＋ない	3.225	D1	3.225	B5	2.847	E8	3.242
	ピンク	2.181	良い	2.693	W3	3.104	絵	2.847	インク	3.242
	違う	2.181	青	2.193	W5	3.104	R1	2.626	モンドリアン	3.242
	使う	2.181	WHOLE	2.161	見る＋できる	2.748	W4	2.626	合わせる	3.242
	黄色	2.084	すごい	2.161	R1	2.506	D1	2.377	知る	3.242
	灰色	1.987	見る	2.161	違う	2.15	B4	1.686	配色	3.242
	赤	1.987	構成	2.161	確か	2.15	E1	1.658	無理	3.242
	W6	1.587	ある	1.629	黄色	2.029	E2	1.658	SIGN	2.958
	すごい	1.587	D3	1.379	灰色	1.908	E7	1.658	おしゃれ	2.958
	見る	1.587	21	1.347	赤	1.908	L2	1.658	する	2.958
	構成	1.587	D2	1.347	B5	1.552	L9	1.658	タイル	2.958
	描く＋できる	1.587	O1	1.347	W6	1.552	インク	1.658	見る＋できる	2.958
	色	1.49	意味	1.347	B4	1.31	意味	1.658	ピンク	2.674
	D2	1.091	強い	1.347	L2	1.075	主張	1.658	確か	2.674
	E1	1.091	合わせる	1.347	L9	1.075	正方形	1.658		
	E2	1.091	出る	1.347	O1	1.075	長方形	1.658		
	E3	1.091	大きい＋？	1.347	インパクト	1.075	配置	1.658		
	E7	1.091	配置	1.347	黄色い	1.075				
	E8	1.091	本当	1.347	強い	1.075				
	インパクト	1.091	無理	1.347	見る＋しやすい	1.075				
	モンドリアン	1.091			主張	1.075				
	黄色い	1.091			正方形	1.075				
	見る＋しやすい	1.091			知る	1.075				
	出る	1.091			長方形	1.075				
	大きい＋？	1.091								
	配色	1.091								
	本当	1.091								

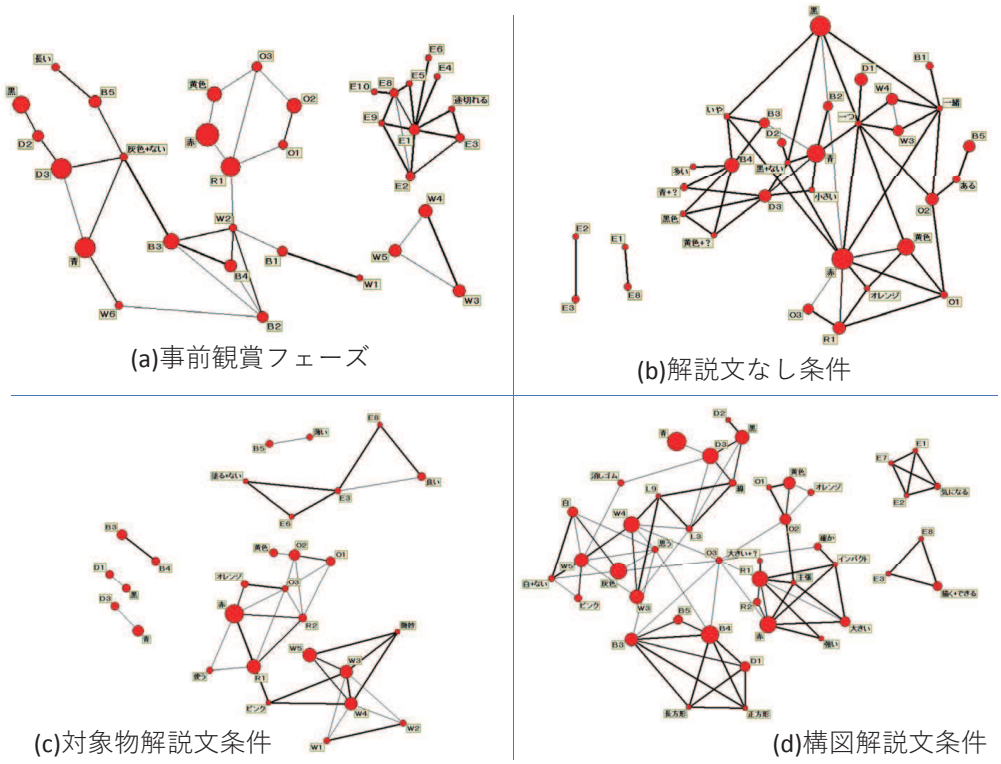


図 7　モンドリアンにおける指さし対象と単語の共起ネットワーク

れる。

モンドリアンに対する発話を見ると、全体に「分からない」という発話の頻度の時間的変動が有意でなかった。この理由の 1 つとして、モンドリアン作品は明らかに単純な図形のみによって構成されているために、具体物としての解釈そのものが困難であり、観賞においてこのような解釈が放棄された、ということが考えられる。もう一つの可能性は、何らかの具体物としての解釈は困難であるものの、題名に複数の色名が示されており、絵画中の何に焦点を当てるか（四角形などの領域の色）、ということが方向付けられたというものである。別の言い方をすれば、題名には、（外的な指示対象ではないけれども）描かれたものについての情報が含まれており、鑑賞者はそれを手がかりとして、絵画中のオブジェクトを解釈したために、カンディンスキーのような難解さを感じる事なく観賞した、という可能性がある。特徴語の分析（図 7）から、四角い領域の色の解釈と、黒い線の先端についての言及とがあまり関連せず別々に行われていることからも、題名から示唆された色についての解釈が、題名に明示されていない他の情報についての読み取りとは関連づけられることなく行われていることが示唆される。逆に言えば、カンディンスキーの難解さは、題名に、絵画に描かれたものについての手がかりが非常に少ないことにもよるのかもしれない。

これらのことをまとめると、美術初心者は、抽象画においても、絵画中の対象物を具体物として解釈するという方略をできる限り維持しようとする傾向が強いといえる。そして、具体物としての解釈が困難な場合には、絵画に対する難解さの印象が高まる、と考えられる。一方、モンドリアンに対して、難解さの表明（「分からない発言」）の変動がなく（むしろ全体にカンディンスキーよりも少なく）、絵画の形式的側面により多く注目されていたことについては、題名が手がかりとなっていたためなのか、描かれた事物の形態等が明らかに外的な事物として解釈できないためなのかは、今後さらに検討する必要があるだろう。

ただし、題名が強い手がかりになることは、同じ実験で用いられた具象絵画であるゴッホとシスレーに対する反応 [4] の分析からも示唆される。絵画中の具体的な対象物を指し示す題名（「夜のカフェテラス」）を持つゴッホの場合、観賞条件の差異が明確になり、単

に対象物の特定だけではなく、形式的要素へ言及や、全体的な構図に関する言及が見られた。しかし、具体的な対象物を指し示すのではない題名（「夏の風景」）をもつシスレーにおいては、絵画に描かれた対象物を特定しようとする発話が多くを占め、また、観賞条件による差異も明確ではなかった。具象画においても抽象画においても、題名は鑑賞者をガイドする強い手がかりとなると考えられるが、題名や解説文などの言語的な情報が、鑑賞者をどのように方向付けるか、またそれが絵画のスタイルとどのように相互作用するのか、という点についてはさらなる検討が必要であろう。

今回の実験では、解説文条件による違いはほとんど見られなかった。つまり今回の実験の範囲では、解説文条件の違いは抽象画の鑑賞にはあまり大きく影響することはなかった。今回の実験において、解説文フェーズでみた絵画（ルノワールとマティス）は、具象性の程度では大きく異なるけれども、題名はいずれも具体的な事物を示唆するものであった。つまり、これらの解説文フェーズの絵画を見る際にも、題名を手がかりとして対象物を特定する、という方略が繰り返し取られていたのかもしれない。このことから、抽象画の鑑賞に対して解説文を読む経験による違いがあまり起きなかったのかもしれない。これらの点については今後の検討課題である。

ところで、今回の実験で見られた反応のうち、観賞開始直後の時間ユニット（ユニット 1）の特徴を見ることで、Brieder ら [2] が報告しているような、現実の美術館での鑑賞行動で見られたような短時間の観賞の特徴が推測できる。観賞開始直後、美術初心者はまず題名と作者を確認し、それに基づいて絵画を見る。また、具体的な事物として解釈できないと感じると、「分からない」という傾向がある。ここから推測されることは、美術館での短時間での観賞では、鑑賞者は題名から読み取れる以上の情報を引き出していない可能性がある、ということである。実際の美術館での鑑賞をいかに深めるか、という問題にアプローチするためには、題名や解説文だけを検討するだけでなく、それらを用いた観賞が時間的にどのように展開するのか、という点についても検討することが必要であろう。

謝辞

本研究は JPSP 科研費 JP15K00213 の助成を受けたものです。また、本実験の遂行に際して、福井大学の湊七雄先生と金沢美術工芸大学の荷方邦夫先生から多くの有益な助言をいただきました。深く感謝いたします。

参考文献

[1] Arenas, A., （2001）“From Image to Mind:Reflection on the Relationship Between Art and Public” (木下哲夫 (訳) ”みる・かんがえる・はなす–鑑賞教育へのヒント”), 淡交社.
[2] Brieder, Nadal, Leder & Rosenberg(2014) “Art in time and space: Context modulates the relation between art experience and viewing time”, PlosOne, Vol. 9, No. 6, pp. 1-8.
[3] 石橋 健太郎・岡田 猛, （2010）“他者作品の模写による描画創造の促進” 認知科学, Vol. 17, No. 1, pp. 196-223.
[4] 田中吉史.(2016) “絵画鑑賞はどのように進むのか？発話に基づくタイムコースと解説文の効果の検討” 日本認知科学回第 33 回大会発表論文集
[5] 田中吉史・松本彩希, （2013）“絵画鑑賞における認知的制約とその緩和” 認知科学, Vol. 20, No. 1, pp. 130-151.

問題発見のシークエンス分析：野沢温泉道祖神祭りの準備活動の事例から

Sequence Analysis of Problem Findings: Case Study for Preparation Activity of Nozawa-Onsen Dosojin Festival

阿部 廣二†
Koji Abe

†早稲田大学
Waseda University
koji.abe03@gmail.com

Abstract

This study analyzed interactions of the process in which a problem has been gradually discovered in Nozawa Onsen Dosojin Festival preparatory activities. The object of the analysis was the problem of cutting the pillars of the lantern in making the "first lantern". As a result of the analysis, (1) a sequence of confirming the problem after obtaining awareness of the problem was found and (2) despite of sharing the concern of the problem through the sequence, the agenda setting was on hold. These results were discussed from the viewpoint of problem finding research and interaction research.

Keywords — Sequence Analysis, Nozawa-Onsen Dosojin Festival, Problem Findings

1 目的

本研究では、野沢温泉道祖神祭り（榎本・伝[1]）の準備活動において、問題が発見されていく過程を、微細な相互行為の分析を通して明らかにすることを目的とする。祭りの準備では、その後の準備の進行を滞らせる事態が生じることがある。例えば、準備していたはずの資材が足りなくなるなどの事態である。本報告では、こうした事態を「問題」と呼び、参与者らが問題を発見していくシークエンスを、微細な相互行為の観点から記述していく。

1.1 問題発見に関する先行研究

認知科学領域において、問題の解決や、その協同性に関する研究は複数行われている（植田・岡田[2]、富田・丸野[3]）。そのなかでも近年、問題発見の重要性を指摘する研究が行われるようになってきている(Suwa et al.[4]; 山崎・三輪[5])。問題発見とは、問題を解決する際のタスクや解決すべき問題を発見し、参与者間で共有することを指す (Simon[6])。こうした問題発見には、第一に「潜在的な問題の存在への気づき」、第二にある問題を解決すべきものとして取り上げる「アジェンダ設定」、第三に問題を解きうる形のものとして表現・定式化する「問題の表現・定式化」が含まれるという（Simon[6]; 高梨[7]）。高梨[7]は、日本科学未来館の展示制作に関わる複数の製作者のミーティング場面のアジェンダ設定の分析を通して、彼らが「気になる」という発話により、問題への気づきを表明し、参与者全体に問題がアジェンダとして共有されていく過程を示している。

高梨（2015）の研究対象は、新しい展示制作を行うチームのミーティング場面という、未だ存在しない新しいものを創造する実践であった。こうした実践では、問題は創造を生み出す要素の一つであり、積極的に問題を発見していくことが奨励されると考えられる。しかしながら、問題が発見される文脈は、他にも存在し得る。例えば、本研究が対象としている野沢温泉道祖神祭り（榎本・伝[1]）の準備活動は、基本的には、昨年度と同様の準備を正確にこなしていく、「正解」が存在するタイプの実践である。したがって、実践は、この「正解」から外れることなく進んでいくべきものとされ、そこから外れる「問題」は、出来る限り発見されないべきものであると位置づけられるといえよう。

こうした問題を発見しないようにする傾向は、野沢温泉に参与する参与者がしばしば用いる「段取りよく」という言葉に示されている。「段取りよく」という言葉には、以上で述べた「正解」に沿って、準備を円滑に進行し、問題を起こさないようにするという含意がある。祭りに参与する参与者、とりわけ現場を指揮する指南者は、しばしばこの「段取り良く」という言葉を口にする。

しかし、ここで注意しなければならないのは、段取りよく作業を進めていくことの難しさである。祭りは1年に一度しか行われない。また、参与者全員が膨大に存在する準備活動の全体を把握しているわけではない。したがって、理解不全のまま準備が進行すること

もある。すなわち、祭りの準備を段取りよく準備をすすめることが期待されるが、当の祭りの準備のほうは、大なり小なり問題が発生しやすい状況にあるといえる。

以上のような祭りの準備という状況において、問題が発生した時、その問題はどのように発見されていくのだろうか。本発表では、問題が発生した状況について、相互行為の観点から事例を記述し、以上の問いを探求していく。

2. 方法

(1)データ概略

毎年 1 月に行われる、野沢温泉道祖神祭りの準備活動を、手持ちカメラによって録画した映像を用いる。本研究では特に、2016 年 12 月に行われた「初灯籠作り」と呼ばれる活動を分析対象とする。初灯籠とは、前年に長男が誕生した家において、子供の成長を祈り、同級生たちが協力して作る、大きな灯籠のことである（図 1)。祭り本番では、クライマックスに、この初灯籠が、火のついた社殿と呼ばれる祭壇に突っ込むことになる。したがって、初灯籠は、祭りの中において、無くてはならない重要な存在であるといえる。

図 1 初灯籠

(2)収録日・時間

2016 年 12 月 11 日の午前 9 時ごろから午後 18 時まで 9 時間程度の録画を行った。撮影者は 1 名であり、筆者が担当した。

(3)参与者

長男が誕生した家の家族、及び灯籠作りの主体である同級生多数が参与していた。また、灯籠づくりの指南者や、祭り関係者も参与している状況であった。

(4)分析方法

まず、得られたデータを、時系列に沿って整理する。その中から、問題発見が行われたとかんがえられる場面を特定し、その詳細を、相互行為のシークエンス[1]の観点から記述していく。

3. 結果

3.1 全体の流れ

まず、分析の着眼点を示すため、当日の作業の流れを示す。当日は、準備参与者らは朝 8:00 に集合し、朝礼を行った。午前は（1）柱作り、(2) 灯籠につける飾り作り、(3) 松明作りに分かれて作業を行った（図 2)。

図 2 左上：柱作り、右上：飾り作り、下：松明作り初灯籠

松明とは、祭り当日に、社殿の周りで使用される火を持っていくための藁のようなもので出来た筒状のものである。初灯籠とは直接関係しないが、祭り当日に、初灯籠が置かれている場所から、松明に火をつけ社殿まで持っていくため、灯籠を作る場所と同じ場所で作っていると思われる。また、映像には残っていないが、近隣の施設にて、飾りである書き初め書きも実施されていることが、朝礼で述べられている。

午後には、まず飾りのついていない柱を立てることで、灯籠を立てる場所の確認が行われた。並行して初灯籠につけられる飾りの修正が行われた。その後、灯籠を実際に立て、飾りの位置の調節を行った。その調節と同時並行的に、灯籠と一緒に社殿まで持っていく幟を立て、様子を確認する作業が行われた（図 3)。最後に灯籠、幟の準備が完了したところで、集合写真を撮影が行われ、作業の全行程が終了した。

1 ここでいうシークエンスとは、会話分析や相互行為分析における連鎖構造とは異なる。問題発見に固有の連鎖構造を記述するためには、同様の構造を持つ事例のコレクションといった手続きが必要であると考えられるが、本研究ではそうした手続きを取っていない。したがって、そうした構造の指摘は今回の分析では難しく、ここではあくまで事例の流れを記述する意味で「シークエンス」という言葉を用いている。こうした専門用語の整理に関してはセンシティヴな問題であるため、今後の課題としたい。

図3 左上：位置決め、右上：飾り修正、下：写真撮影

3.2. 分析の着眼点:柱の長さ不足の気付きとその対処

ここで、本研究が分析で着眼する事例の概要を説明する。午後の灯籠を立て飾りの位置を確認する作業時に、柱の長さが足りないことが認識された。そして、その場で柱の継ぎ足しが行われた(図4)。本研究では、この柱の長さ不足と、その継ぎ足しの過程を問題発見及び問題解決と位置づけ、分析対象として着眼する。以下ではまず、この問題がどこで参与者らに志向されたのか、検証していく。

図4 柱の継ぎ足し

3.3 問題発見場面の特定

全体の作業のなかで、以上で示した問題に参与者が志向していると考えられる場面は、(1) 午前に柱を作るべく日本の柱を継いでいる作業場面、(2) 午後に灯籠を立て、飾りの位置を確認する作業場面である。その理由は、(1) では指南者によって短いことが指摘され、他の参与者によって、柱の長さの測り直しが行われていることである。こうした作業を通して、先行研究のいう「問題への気付き」が参与者らに示され、問題を共有されたといえる。(2) では、実際に柱の継ぎ足しが行われていることである (図4を参照)。実際に柱が継ぎ足されるということは、問題に参与者らの志向が向けられ、解決するための活動が開始されたということができる。

以上の2点のうち、本研究では、(1) 午前に柱を作るべく日本の柱を継いでいる作業場面に着目する。この場面では、興味深いことに、問題への気付きが共有されつつも、アジェンダの設定が行われなかった。すなわち、問題の解決が先延ばしにされた場面であるといえる。なぜこのような先延ばしが行われたのであろうか。ここでは、参与者らがどのように「問題の気付き」を共有し、問題を志向していることを示し合っていたのか、参与者らの相互行為を検討することで探求していく。

3.4 参与者らがどのように「問題の気付き」を共有したのか

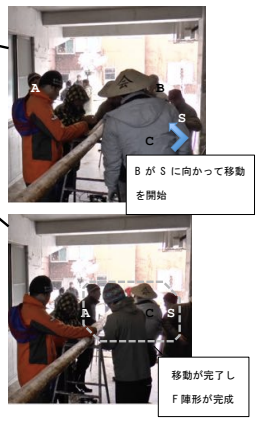
3.4.1 「柱の長さ」について会話する

ここでは、参与者らの「問題への気付き」について分析を行っていく。抜粋1は、灯籠作りの指南者が、柱づくりに初めて介入した場面である。

まず，01行目において，指南者（以下「S」）が，その場の参与者に対し，設計図を参照しながら、継ぎ合わせた木が全体でどの程度の長さなのかを質問することで、それが設計図と比較して足りるのかの確認を行っている．次に，Bは、Sの質問が終了したことと、Sがこの場に入ってきたことを確認し，Sの質問に対し「っとね」と応答を開始し、14行目で回答を与えている。次いで、CがSの方へ移動を開始している。その後，Cの移動が終了し，A，B，C、Sの4名が円になり、その後14行目にて，Bは01行目の質問に答えている。ここで、A、B、C、Sは、F陣形（Kendon[8]

抜粋1：指南者が介入を開始する事例。設計図を持ち、指南者が現場に入る。その後、その設計図を見ながら01行目の発話を開始する。

```
01 S:    全部でなん↑メーターだ ((C が動き始める))
02       (0.68)
03 S:    ん↑ん
04       (0.9)
05 B:    っとね
06       (0.47)
07 S:    (にげんはん？) ((C の移動が完了し、陣形が完成))
08 B:    =(ほてん) はねぇだから
09       (0.29)
10 B:    じゅ
11       (1.2)
12 B:    16と15だからぁ
13       (0.96)
14 B:    31だで
15 S:=>  それは、普通にまずいべや
16       (0.31)
```



）を形成したといえる。Kendon[8]は，人々が何かしらの活動を行うために，その活動に見合った空間である操作領域があることを指摘した。さらに，会話のよ

うな、他者と協同して行う活動では、互いの操作領域を共有するために，会話参与者が互いの立ち位置，参与者らが体の向きを利用・調整して，中央に共有する空間を持つ陣形を形成していることを発見し、この陣形を「F 陣形」と呼称した。抜粋 1 の前に、C は手前で作業する者に何かの部品を手渡した後、S の方への進行方向を変え、07 行目の冒頭において、A、B、S と向き合える場所に移動している。また、A も C が近づいてくるのを確認した後、08 行目の冒頭のタイミングで、一歩前に出ている。したがって、(1)B が S の質問に応答しており、(2)そうした B と S に対して、C は両者が見える位置に移動していること、(3)C の動きの直後に A が B、C、S に向けて一歩前身していることから、お互いが身体の向きを利用可能なように調節していると考えられ、F 陣形が形成されているといえる。すなわち、4 者での会話を行うための身体配置が形成されたといえる。さらにいうならば、この活動以前は、参与者らはそれぞれの活動に従事していた。つまり、ここで会話という活動に従事する身体配置が整備されたということは、参与者らが以前の活動を中断し、会話という活動に従事する必要があるという理解を参与者らが互いに示しあっているといえる。そして、S の発話は「柱の長さ」を確認していた。したがって、ここで参与者らは、自らが従事していた活動を取りやめ、「柱の長さについて会話をする」という活動に従事することしていたことになる。

01 行目の S の質問に対する B の応答を受け，S は「(長さがなんらかの理由で) まずい」という評価を与えている. 以上の F 陣形の完成と, S の評価を受けて，参与者ら 3 名(A、B、C)は，「柱の長さを確認する」という活動に従事することになる．以下、この活動について、発話のトランスクリプトおよび身体配置、身振りの観点から記述していく。まず、トランスクリプトから確認していく。

3.4.2. 柱の長さが短いことを確認する

抜粋 2 は、抜粋 1 の続きである。17 行目は前半部分が聞き取れず、記述が難しい[2]。次いで、19 行目の C の発話は、「納まる」や「ぴったり」といった、長さが適切であることを示す用語が用いられていること、また語尾に「じゃねん」という否定疑問が用いられて発話が組み立てられていることから、S の評価への疑問が示しているといえる。されている。また、「納まる」や「ぴったり」は柱の長さを示す形容表現だと考えられ、C は S の評価を「(長さが短すぎて) まずい」という意味として理解したといえる[3]。

抜粋 2 抜粋 1 の続き。基本的には、抜粋 1 で形成された F 陣形のまま、会話が行われる。

```
17 A:  (そま)ってかんじ
18     (0.43)
19 C:  ほかはね、[あの、(.)ここで、納まるから、=
20 S:           [(       )
21 C:  =ぐいぐいぴったり-[ぴったりじゃねん
22 S:                    [(                )
23     (2.2)
24 S:  (そいなら)=
25 C:=> =19 みじけえかもしんね[え[やな
26 S:                        [うん
27 A:                           [うん
28     (0.14)
29 S:=> それ以外もだ-だいたい短い
```

その後、C は S の評価への疑問を撤回し、「(長さが短くて) まずい」という S の評価を支持している。まず、不正確な聞き取りではあるが、24 行目で S は「そいなら」と発話している。この発話は、「〜なら」と、先行する C の発話と対比構造を作るように組み立てられていることから、C の疑問に対し、反論する準備をしているようにみえる。しかし、この対比構造が完成するより前に、S の発話に割り込む形で、C は「19 みじけえかもしんねえやな」と、柱が短いことを指摘する[4]。この指摘に対し、S と A は「うん」と同意を示す。さらに、S は 29 行目にて、「それ以外も大体短い」と、19 以外の柱も短いことを示している。

ここまでで、参与者らが、S の発話を基点として、「柱の長さが短くてまずいこと」について志向を向けてきたことを示した。以上のことから、「問題への気付き」の原初的な形態が示されたといえる。すなわち、指南者の「柱が短い」という評価を引き受け、その柱が短いことが問題である可能性について言及し、このことが問題である可能性があることを理解したことを示しているといえる。

3.4.3 柱の長さを確認する

[2] 抜粋 1 の 15 行目の S の発話から 0.31 秒しか空いていないこと、および F 陣形内にいることから、S の評価に対する何らかの応答であると考えられる。

[3] ここで、S が C の発話にオーバーラップして、何らかの発話を行っているが、聞き取りづらく、分析が難しい。よって、ここでは記述の対象としない。

[4] 19 はおそらく組み上がる 2 本の柱の内、下の柱のことを指している。

問題に対し、参与者が志向を向けたことが示し合わされた後、参与者らは次なる活動へ移行していく。以下ではこうした活動について、身振りと身体配置の観点から記述していく。まず、29 行目冒頭時点での身体配置について、図 5 に示す。

図 5 活動移行前

図 5 は、先ほどの分析と同様に、A、B、C、S の 4 名で、F 陣形が形成されている状態である。ここから、S が「それ以外も」と発話した時点で、C が一歩後ろに動き、身体を少し左側に開く（図 6）。この C の動きの直後、A は手を柱の先頭（A から見て左側）へ置き、視線も柱の先頭へ向ける（図 7）。

図 6 C が一歩後ろへ下がる（S は C に隠れている）

図 7 A が柱の先頭へ手を置き、目線を向ける

図 6 で示した C の身体の向きの変更は、これまで会話の参与者に向けられていた志向とは、別の志向が存在し得る存在があることを示している。このときの会話のトピックは「柱」であり、C の身体の向きも、それまで向いていた S の方面から、柱に向き直しているようにみえる。これらのことから、C は柱に志向を向けたといえる。より鮮明に柱への志向を示しているのは、A である。図 7 で示したように、A は柱に視線を向けると同時に、先頭に手を置いている。このことは、A が会話だけではなく、柱にも志向を向けていることを示している。

その後、1 秒程度の間が空いた後、B が A の方へ寄る（図 8）。その動きの直後に C が柱の中央へ移動する（図 9）。図 8 で B が A に寄ったことにより、それまで形成されていた F 陣形が解消されたように見える。これは、B が A の方を向き、S と C という会話参与者

図 8 B が A の方へ移動する（他の参与者に隠れて見えづらいが、B が A の方へ移動しているためである）

図 9 C が柱中央へ移動する

への志向がなくなったためだと考えられる。さらに、F 陣形の解消は、参与者が会話という活動への志向しなくなったこと、すなわち参与者らが、会話以外の活動を志向するようになったということができるだろう。では、参与者はこの後どのような活動に従事していたのだろうか。

B が寄ってきたのとほぼ同時のタイミングで、A は柱の中部に視線を向けている。このことにより、A も会話参与者へ志向を向けていないこと、および A が柱中央に志向を向ける必要がある活動に従事しようとしていることが示される。ここで A が従事しようとしている活動は、A の行為や、A と B の身体配置、「柱が短い可能性がある」という発話のトピックの観点から考えるならば、「柱を測り直す」という活動であると考えられる。その傍証に、この一連の行為の直後、C は柱の中央に移動している。そして、C は手に持ったメジャーを A に渡し、柱の長さを測り始める。このことは、少なくとも C は、先ほどの A の諸行為および身体配置が、柱を測るという活動を志向したと理解したことを示している。興味深いのは、この過程で、「測り直したほうがよい」など、発話レベルでの提案がなされていないことである。すなわち、参与者らは、身体配置や参与者の身体の向きを通した志向の変化のみで、この「測り直し」という活動への移行を達成していたといえる。さらに、抜粋 2 の解釈で示したように、参与者らは、発話によって「柱が短いこと」という問題への志向を示しあっている。にも関わらず、柱の長さを再度確認するという活動を行おうとしている。以上 2 点について、4 節考察部にて再度触れる。

以上の記述より、第一に柱の長さが短すぎることが問題であること、第二にそうした問題に対し、参与者らが身体配置や身振り、視線などを利用し、柱に志向を向け、柱の長さを測り直すという活動に従事していることが示された。

3.4.4 柱の長さが短いことに気づく

前項の分析で示したように、参与者らは柱の長さを測るという活動の従事することになった。測り直しはメジャーで行われ、計測は2分ほどかかった。そして、その結果、やはり「柱が短いこと」が示される。抜粋3は、柱が短いことが示された場面のトランスクリプトである。

抜粋3 柱の長さを測り終わり、やはり短いことが判明する。

01 C: 5の3、8なん
02 (0.71)
03 S: 8メーターかい、1メーター短えんか
(5.73)
04 B: 頭んだきゃそんなに切らなかったで
05 (3.16)

まず、01行目にて、Cが柱の後尾に立ち、「8なん」と測った柱の長さを報告している。その報告に対し、Sが02行目において「8メーターかい」と、「8」というCと同じ言葉を用いつつ、文面からはわかりにくいが、Sは発話に驚きを伴いながら確認を与え、「1メーター短えんか」と、再度問題である柱の短さを指摘している。

03行目のSの発話が行われた後、Cはメジャーを巻きながら、中央のA、B、D、Sが集まっている箇所へと向かい、04行目の「頭んだぎゃ」という発話が行われた時点で、再度参与者らが円形に集まっている（図10、11）。

図10 Cが右端でメジャーの片方を持ち、Aが中央で押さえている。

図11 Cが中央に戻り、F陣形が完成する。

ここでの円形の陣形は、第一にお互いの操作領域が重なるように参与者らが身体位置を調節していることから、F陣形であったといえる。

F陣形の完成後、04行目のAの発話は、03行目のSの指摘を受け、5秒以上の間を空け、「頭はそんなに切らなかった」と報告を行っている。この報告は、前述のSの指摘を踏まえると、Bが、柱が短くなってしまったことの言い訳をしているように見える。おそらくそう見えるのは、短いことが確認され、その原因についての探求が行われても良い位置で、Bがこの発話を行っているからであろう。すなわち、ここでの発話が、柱を切りすぎてしまったことの理由と関連付けられて聴かれるからこそ、この発話が言い訳のようにみえると考えられる。

3.4.5 小括

ここで、3.4の分析をまとめる。3.4.1では、Sの質問を基点としてF陣形が形成され、「柱の長さ」についての会話が行われていた。次いで、3.4.2では、Sの「まずい」と言う評価を基点として、柱の長さが短いことが参与者らの間で理解された事を示し、参与者らが問題へ志向したことを示しあっていることを示した。その後、3.4.3において、柱の短さを理解した参与者らが、陣形を解消し、身振りや視線などを用いて、柱の長さを測り直すという活動へと活動を移行させていた。最後に、3.4.4において、柱をメジャーで測り直した結果、やはり柱が短いことが参与者の中で確認され、再度F陣形が形成され、この「柱の短さ」について会話する身体配置が作り上げられていた。また、その中で、柱が短いことへの「言い訳」が行われていた。

問題への気付きが一度得られた後、再度問題を確認する活動を行うというシークエンスは、先行研究で指摘されてこなかった。ここでは、言うなれば、柱の長さを測り直すことを通して、参与者らは「再度、問題に気づくこと」を行なっていたと考えられる。この点については4節にて再度考察する。

3.5 問題への気付きを、参与者らがどのように評価したのか

3.5.1 アジェンダ設定を保留する

ここからは、3.4で示された問題の気付きに対して、参与者らがどのような評価を与えていたのかについて分析していく。

抜粋4は、抜粋3の直後に行われた、Sを中心とし

て、参与者らがアジェンダ設定を保留した場面のトランスクリプトである。

抜粋 3 までにおいて示したように、参与者内において、問題として、柱が短いことが共有されている。すなわち問題への気付きが共有されている状況にある。したがって、そうした共有された知識を資源として、問題を解決すべきものとして取り上げる「アジェンダ設定」に関するやりとりが行われてもよい箇所であるといえる。しかしながら、ここではそうしたアジェンダ設定が行われなかった。以下、発話を元にこの流れを検証していく。

まず、S は 10 行目で「ほいで」と発話の順番を取り、12 行目で「ねんじゃあ、これでやねえ、しょうねえ」と発話している。さらに、同じ 12 行目にて「な?」と付加疑問を追加し、周囲に同意を求めている。それに対し、13 行目で D が「や」と受け、「これで切っちゃったからね」と、柱をすでに切ってしまったことを報告している。この報告は、「これでやるしかないこと」の理由の説明のように聴こえる。これは、D が「や」と同意を示された後に続けて発話がなされていることと、それを受けて 14 行目において S が「うんうんうん、ねんだから」と、報告に対する確認を与えているためだと考えられる。以上のことから、ここでは、先の分析を通して示した問題への気付きに対し、参与者らが「アジェンダ設定を保留するべき」と評価していたと考えられる。

次に、15 行目において、B は「伸びが効かねえし」と発話を行っている。発話のみだとわかりにくいが、ここで B は切りすぎてしまった柱の切れ端を手に持ちながら発話を行なっていること（図 12）から、「(この切れ端を継ぐことで）伸びが効かねえし」と、柱を継いで伸ばすことの不可能性について指摘しているといえる。

図 12 B が柱の切れ端を持っている

その指摘に対し、S が 16 行目で「うん」と同意を示し、笑いが生じている。その後に、人名の発話が続いた後、21 行目で「お」と気付きを示した後、「こんだけ切ったんかい」と柱を切ったことについて、「こんだけ」という量的な表現を伴いながら確認を要求している。これに対し、B が「これさきっちょほせえんだよ」と、切り離した柱の先が細いことを報告している。この報告も、柱を切ってしまったことへの言い訳に聴こえる。これは、確認の要求に対し、確認を与えるべき場所で、この発話がなされているためと考えられる。ここで「確認を与えること」とは、「柱をこんだけ切ったこと」について確証することである。すなわち、ここで確認を与えると、柱を多く切ってしまったことに確証を与えることになる。したがって、確認を与えるのではなく、「先が細いこと」を報告することによって、確認を与えるのみならず、その言い訳も示しているといえる。

その後、S は「みじけんだ」と発話した後、左前に移動することで F 陣形から離脱する（図 13)。そして、「柱が真っ直ぐに組まれているかどうかを確認する」という次なる活動へ移行していく。

図 13 S が F 陣形から離脱する（上：離脱前、下：離脱後）

3.5.2 小括

3.5 の分析をまとめる。3.4 の分析において、「柱が短すぎる」という問題が共有され、アジェンダ設定がなされても良い状況が作り上げられていた。しかし、にも関わらず、3.5.1 で示したように、この事例ではアジェンダ設定を志向した活動は行われず、アジェンダ設定が保留されていたといえる。そして、アジェンダを設定せず、現状のままで準備を継続する理由が示さ

れた後、S が F 陣形から離脱することで、この問題に関する活動から、別の活動へ、参与者らの活動が移行していた。

先行研究では、相互行為を通して気付きを共有し、アジェンダを設定する事例は報告されている(高梨[7])。しかしながら、本事例において、参与者らは、この時点では「アジェンダ設定」をしていなかった。アジェンダ設定は、問題を解決すべきものとして取り上げる過程のことである。今回の分析で取り上げた事例において、参与者らは「柱が短い」という問題の解決を志向しているようには見えないからである。少なくとも、解決に資するような行為や、解決を志向する提案は未だ行われていない。この点について、次節にて考察を行っていく。

4 考察

4.1 結果のまとめ

前節の分析をまとめる。3.4 では、問題への気づきを共有していくシークエンスの記述を行った。そこでは、一度気付きが得られた後に、再度問題の確認を行うというシークエンスが見出された。次に 3.5 では、以上のシークエンスを通して参与者らに問題の気付きが共有されたにも関わらず、アジェンダ設定を保留するということが行われていた。以上の点について、第一に「問題発見研究」の観点から、第二に「相互行為から捉える問題発見」の観点から考察を行う。

4.2 問題発見研究

4.2.1 「初灯籠つくり」という実践全体からみた「柱が短いこと」

3.5 で示したように、今回取り上げた事例では、問題への気付きが共有されたにも関わらず、アジェンダ設定が行われていなかった。この点について考察を行っていく。

本研究の事例から確定的なことを言うことは難しいが、灯籠作りを俯瞰的な立場から捉えた場合、3.5 の段階でアジェンダ設定が行われなかったとしても、次の作業に進むことができると考えられる。3.1 の全体の流れで示したように、3.5 の後で、柱が関係する作業は、灯籠を立てる場所の位置を決める作業である。この灯籠の位置決めは、柱の長さが足りなくても、実行することが可能な作業である。このことから考えるならば、参与者らがアジェンダ設定を行わなかったのは、全体の作業を鑑みて、ここでアジェンダを設定し、問題解決に志向することが、必ずしも全体の作業進行に資さないという、参与者らの高度な状況判断に従った結果である可能性がある。当然ながら、これは俯瞰的に見た結果から言えることであり、相互行為に参与している参与者の視点に立った考察ではない。しかしながら、もし以上の考察が正しいとするならば、参与者らが何らかの判断基準を用いて、アジェンダを設定しないという選択を達成していたと考える事ができよう。今後は、相互行為の中に、アジェンダ設定をしないという選択の基準が存在する、もしくは参与者らがそうした基準を相互行為を通して相互につくりあげている可能性を視野に入れつつ、さらに問題発見の過程について検討していきたい。

また、当然ながら、野沢温泉道祖神祭りの事例においても、問題への気づきが共有された後、すぐにアジェンダとして設定される問題も存在している。こうした問題と、アジェンダとして設定されない問題は、どのように異なるのであろうか。この点については、両者のシークエンスを比較しながら論じていく必要があるだろう。こちらも今後の課題としたい。

4.2.2 問題を再発見する

3.4.5 で示したように、今回分析した事例では、問題への気づきが共有されているにも関わらず、再度問題の確認が行われていた。このことについて考察していく。これは、先行研究と、問題発見の文脈が異なることに起因していると考えられる。本研究が分析した事例は、「参与者ら柱を切りすぎてしまったことを問題として志向し、長さの再確認という活動がなされた後、問題の気づきが共有される」という事例であった。

先行研究において高梨 (2015) が指摘していたのは、これから作るべき展示など、未来の事象に関する問題であった。すなわち、「未来の展示で生じるかもしれない問題」について発見するという活動であった。したがって、新しい展示を作るのだから正解は存在せず、参与者らは創造的に問題発見、問題解決を行っていくことになる。しかしながら、本研究が対象とした野沢温泉道祖神祭りは、長い歴史を有するため、過去の活動を通したノウハウや設計図が存在する、「正解が存在する」活動である。

まず指摘しておきたいことが、第一に S に指摘されるまで、参与者らはこの問題に気付いていなかった点、

第二に問題が指摘されるまで、柱を切るという課題は、遂行済みの課題であると見なされていた点である。第一の点は、S に指摘された後、抜粋 2 において C が「ぴったり」などの表現を用いて S に対して疑念を示していたことからわかる。第二の点は、参与者らが、S に指摘される前に「柱が短い」という問題について言及していないことからわかる。以上のことから、今回の事例で生じていた問題は、「すでに遂行された課題について、課題遂行後に問題が発見された」事例であるということができる。こうした状況において、問題を指摘された側の参与者らは、「すでに遂行した課題」であるのだから、当該課題に対して、自分たちとしては出来る限りの成果物を出している状態である。その成果物に対して問題への気付きが見出された場合、出来る限りの成果物を出しているにも関わらず、問題が発生したということになり、課題を遂行したときよりも正確に問題について検証していく必要があるだろう。だからこそ、本研究が対象とした事例の参与者らは、メジャーという道具を用いて正確に柱を測り直し、「課題を遂行した時には気づかなかったような問題に気づく」ということを共同で達成していく必要があったと考えることができる。したがって、S によって気付きが示された後、再度問題の確認が行われたといえるのではないだろうか。

4.3 相互行為から捉える問題発見

本オーガナイズドセッション「認知科学で捉える相互行為」では、「相互行為においてリアルタイムに躍動しているはずの認知（とその体系的な姿）に踏み込んだ考察[5]」が求められている。そこで、最後にこの点について考察を行いたい。

1.1 において、祭りに参与する参与者、とりわけ現場を指揮する指南者は、しばしばこの「段取り良く」という言葉を口にすることを指摘した。この「段取り」について、上記では「正解」に沿って、準備を円滑に進行し、問題を起こさないようにすることを含意するとしたが、この含意について、修正する必要があるように思われる。本研究の結果から考えるならば、「段取りよく」とは、問題を起こさないようにするという含意よりも、「問題が生じそうになったとき、即座に共同的にその問題に取り掛かる」という姿勢を含意しているように思われる。

3.4.3 で示した F 陣形の解消、および参与者の柱への志向を用いた「柱を測り直す」という活動の移行は、言語を媒介せず、以上の身体的な所作を通して達成されていた。また、3.4.1 で示した F 陣形の形成も、「集まれ」のような号令はなく、S の発話を端緒として参与者らが陣形を形成していた。以上の事実は、祭りに参与する参与者が、問題が生じそうになる事象に対して、共同的にしかるべき立場を取り、素早く問題を志向しようとしていると解釈することができるのではないだろうか。

先行研究では、「潜在的な問題の存在への気づき」、「アジェンダ設定」、「問題の表現・定式化」という問題発見の流れが指摘されていることを上述した（Simon, 1945/1997; 高梨, 2015）。こうした諸段階が存在することは疑いようのない事実のように思われる。しかし、我々は他者と共同で問題解決を行なう際、現在従事している活動が、以上の諸段階のどこに位置しているのか、共有する必要がある。この共有のやり方は、「口頭で言語的に説明する」などの方法がありうるが、本研究の結果が示しているのは、「ひとまず次の活動に従事してしまうことにより、他者に現在の段階を示す」といった共有の方法であった。つまり、口頭で説明するのではなく、柱に志向を向けたり、既存の会話を支える F 陣形を解消したりすることにより、結果的に「柱を測り直す」という活動を志向していることが示し合わされ、現在の段階が共有されるという方法である。当然ながら、次の活動への志向は、単純な個人の志向ではない。相互行為のなかで他者に公共的に共有可能な形で示す形で志向される。祭りでは、相互行為の中の身体の所作を通して、以上の次の活動への志向が示し合わされていた。このことから考えるならば、以上の問題発見の段階の移行は、活動への従事を通した志向の示し合いという、相互行為によって支えられているということができるのではないだろうか。

[5]http://www.jcss.gr.jp/meetings/jcss2017/program.html#OS16

参考文献

[1]榎本 美香・伝 康晴 (2015). フィールドに出た言語行為論:「指令」の事前条件達成における相互行為性・同時並行性・状況依存性. 『認知科学』, **22 (2)**, 254-267.

[2] 植田 一博・岡田 猛 (編) (2000). 『協同の知を探る-創造的コラボレーションの認知科学』. 東京: 共

立出版.

[3] 富田 英司・丸野 俊一 (2005). 曖昧な構造の協同問題解決における思考進展過程の探索的研究. 『認知科学』, **12 (2)**, 89-105.

[4]Suwa, M., Purcell, T., & Gero, J. (1998). Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions. *Design Studies*, **19**, 455–483.

[5]山崎 治・三輪 和久 (2001). 外化による問題解決過程の変容. 『認知科学』, **8 (1)**, 103-116.

[6]Simon, H. A. (1945/1997). Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations (4th ed.). New York: Free Press. (桑田 耕太郎・西 脇 暢子・高柳 美香・高尾 義明・二村 敏子 (訳) (2009).『新版 経営行動―経営組織における意 思決定過程の研究』. 東京: ダイヤモンド社.)

[7]高梨克也 (2015). 懸念を表明する:多職種ミーティングにおける 野生の協同問題解決のための相互行為手続. 『認知科学』, **22(1)**, 84-96.

[8] Kendon, A. (1990). Spatial organization in social encounters: the F-formation system. in Conducting interaction patterns of behavior in focused encounters, 209-237. Cambridge University Press.

ふたつのアイデンティティ：「いまここの」コミュニケーションと認知科学
Two Forms of Identity: "Here and Now" Communication and Cognitive Science

南 保輔†
Yasusuke MINAMI
†成城大学
Seijo University
yminami@seijo.ac.jp

Abstract

Utilizing Goffman's treatment of identity, this article first presents interview data of overseas Japanese adolescents as a form of private, social identity and points out one of the basis of identification in interaction. Second it argues interactants obtain public identity of each other at onset. Finally, current and potential connections between identity studies and cognitive science are discussed.

Keywords — Social-Personal Identity, Private-Public Identity, here and now, Interaction, Interview, Cognitive Science

1. はじめに

南は，「相互行為」を「いまここのコミュニケーション」というかたちで理解しようとしている．これまで，海外帰国子女の文化的アイデンティティについて研究してきた．本発表では，アイデンティティ研究を，「いまここのコミュニケーション」とどう結びつけられるかを検討し，認知科学との結びつきを探りたい．

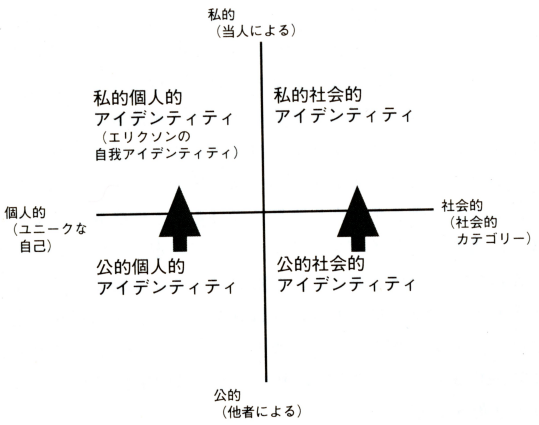


図1．アイデンティティの4類型
（註：矢印は役割取得を表す）

2. 2つのアイデンティティ

Goffman の整理[1]にそって2つのアイデンティティを分ける．それは，「同定 (identify)」する主体に基づく，「あのひとは何者か」という他者視点の「公的(public)アイデンティティ」と，「わたしは何者か」という本人視点の「私的 (private)アイデンティティ」である[2]．図1は，同定する対象（社会的カテゴリーか本人の個人誌か）をもうひとつの分類軸として，アイデンティティの4類型を考えている．

3. 海外子女のアイデンティティ

私的アイデンティティの例として，海外子女のアイデンティティを考える．海外で成長する「日本人」子女にとって自身が「何人」であるかということは大きな関心事である[3]．日本生まれの日本人の両親を持ちアメリカで生まれ育った16歳の高校3年生のAさん（女性）は，その母親も同席するインタヴューで「何人」かと問われて，「いまわからない」と回答した（抜粋1；調査については，[3]を参照）．

抜粋1　Aと母親とのインタヴュー①[1]

南：いま，あのう，ご自身としては：ん，ん，何人だというふうに
Ａ：それがいまわからないんですね：
南：あ：：：
Ａ：あのう，まえは，にほん，あのアメリカに住んでる日本人として，ま，ま：そうなんですけど
南：ん：
Ａ：やっぱり：家では日本のカルチャー
南：はいはい．
Ａ：で：外ではアメリカのカルチャーだから：
南：はい．
Ａ：どっちなのかな：と思って：

[1] トランスクリプト記号は以下のとおりである．「言葉：：」は音の引き延ばし，《》内は動きを含む作成者による注記を示す．

Aさんはアメリカ生まれでアメリカ国籍を持っている．「何人」と聞かれたときに問題となるのは，国籍ではなく「カルチャー（文化）」である．

そして，ここで話題となっているアイデンティティは，「私的社会的アイデンティティ」である．「わたし自身」を「日本文化」と結びつけて同定するものだからだ．このような「社会的アイデンティティ」に利用される社会的カテゴリーには，国籍や文化，性別などのほかに，「まじめな学生」といった社会的タイプのようなものもある．

文化的アイデンティティの判断根拠としては，文化的遺産（先祖の出自）と，だれかと比較しての異同判断がある．

抜粋２　Aと母親とのインタヴュー②

Ａ：で，アメリカ人としても，やっぱり，日本人がすごく強くて，
南：うん，うん．
Ａ：あの，ずっと，まあ，親も，おじいちゃんも，ひいおじいちゃんも，みんな日本人だからあ．あのう，ま，日本人なんだけどお．
母：《むつみのほうを向く》
Ａ：なんか，やっぱりいま，日本に住んでる，
南：うん，うん．
Ａ：わたしとおんなじ，年としては，あんまり日本人っていうかんじじゃないから．
南：うん．
Ａ：ほんと，どうなのかなあって，
母：ふふふ《小さく３回うなずく》
Ａ：《母親のほうを向いて》さいきんの，
母：《むつみを見て２回うなずく》うーん，ここ数ヶ月すごく，
《両手を上下に動かしながら》こうやっぱり，《むつみを向いて，うなずきあう》
南：うん．
母：アイデンティティを，
南：はい，はあはあはあ．
Ａ：《調査者に向かって》そうですね．
母：あの，探っているかんじがしますね．
Ａ：うん．アメリカに，あの，アメリカの学校．
南：はい．
Ａ：いまの学校行っててても．あの，やっぱり，みんなとちがうなあって，
南：うん．

比較の対象は，「いま，日本に住んでる」同年齢のひとたちと，アメリカで通っている高校の同級生とである．Aは，前者の日本人高校生ほどは「日本人」らしくないし，アメリカ人高校生の「みんなとちがう」と感じるのである[2]．

4.　私的アイデンティティと相互行為基盤

私的アイデンティティとは，「わたしは何者か」という本人の考えであり，これにアクセスするには上例のようなインタヴューが便利な方法である．

私的な社会的アイデンティティは，他者との比較に基づく異同判断だと前節で述べたが，その異同判断の際に参照されるのは，相互行為場面でのふるまいであることが多い．

抜粋３　Aと母親とのインタヴュー③

Ａ：けっこう思いますね．だから話すこととか．
南：はい．
《犬が出てきて少し中断される》
南：それはやっぱり，いま，ここいちに，１年ぐらい，ちょっと気になってきた．
Ａ：そうですね．まえはそんなに考えなかったんですけど，さいきん，はい，考え出しましたね．
南：ふーん．
Ａ：でなんか，日本の音楽もよく聴くようになったし．
南：はい，ああ．
Ａ：日本のテレビももっとよく見るようになったし．
南：はいはいはい．

抜粋３は抜粋２の続きである．「みんなとちがう」のは「話すこととか」である．つまり，話題が合わないというのである．

その話題とは，聞く音楽や見るテレビ番組である．Aが日本の音楽を聴き，日本のテレビ番組を見るようになって，アメリカ人の同級生と話題が合わなくなったということである．

青年期の若者にとっては，仲間と楽しく時を過ごせるというのはたいせつなことだ．典型的なアメリカ人は「ワイルドなこと」をするので，「おつきあい」がむ

[2] 本論においては取り上げられないが，C. H. CooleyやG. H. Meadらの論じた他者の視点・役割取得というメカニズムが作動していることは想定される．

ずかしいとAは話してくれた[3]．テーマパークに遊びに行って，朝３時までいるというようなことをする．アジア系の親はそのようなことを認めないので，結果としてアジア系同士で友だちになることが多いというのである．

このインタヴューの語りからうかがわれるのは，「いまここの」相互行為をともに行うことができるかが，「友だち」という関係でいられるかを左右するということである．つまり，アイデンティティの相互行為基盤がわかるのだ．

友だちづくりは青年期の若者にとって重大な関心である．これがうまくいかず「日本に帰りたい」と言い出した日本人子女もいる．抜粋４は，Ｂさん（女性）とその母親とのインタヴューからのものである．

抜粋４　Ｂと母親とのインタヴュー[3]

01 Ｂ： ん：(.) でもむかし（は）わたし日本に帰りたかった
02 　　 たよね：[高校時代
03 母： 　　 [ん：高校時代（　　）
04 Ｂ： え
05 母： 高校［２年ぐらいまで
06 Ｂ： 　　[中高ぐらいで
07 南： ん：
08 母： えと
09 Ｂ： あたしは日本に帰るとか (.) しか毎日いってなくて
10 南： あほんと：hhh
11 母： ん：
12 Ｂ： でそれで部活とかにはいって
13 南： ん
14 Ｂ： 友だちが増えて
15 南： ん：
16 Ｂ： (.) ん (.) なんか変わったよね：[：：
17 母： 　　 [(なんか) 急に
18 　　 [変わった（　）ね
19 Ｂ： [急に変わ [った
20 南： 　　 [ふ：ん
21 母： 最後の１年で急に変わったも［んね：
22 Ｂ： 　　 [ん：[ん
23 南： 　　 [ふ：ん
24 Ｂ： 急に変わっちゃって
25 母： ふ：ん
26 Ｂ： (.) でも変わってよかったと思ってる
27 南： ふ：：：ん
28 Ｂ： だってみんな日本に行く子は帰ってきたいとか
29 　　 ゆうしね
30 南： あ：：：：
31 Ｂ： タモとか hhhh
32 母： あみんなそうなんですよね
33 南： ん：：ん
34 母： 日本に帰ってきた (.) かたたちも
35 南： ん：
36 母： けっきょくやっぱり (.) なんかこうイメ—えがいて
37 　　 たイメージとちょっと[ちが 　　[ってね
38 南： 　　 [ふ：：：ん
39 Ｂ： 　　 [あはははは
40 母： 日本が (.) やっぱ暮らしにくくて
41 南： ふ：：[：ん
42 母： 　　 [ふ：：ん
43 Ｂ： ん：
44 南： でも《次のトピックへ》

Ｂは，日本で生まれて５歳のときに渡米した．このインタヴューの時点ではアメリカの小学校から中学，高校を経て大学に入学して１年の学生生活が終わったところである．

インタヴューでは，文化的アイデンティティの側面を調べるために言語使用の状況などをたずねていた．計算のときに使うのは日本語か英語かといった話題が一区切りしたところで，Ｂが自発的に話しだしたのが，上の抜粋４の 01-02 行である．

Ｂは，中学生や高校生のころに，「日本に帰る」と毎日のように母親に訴えていた（06, 09 行）．それが，高校の最上級生のころに言わなくなった．現地の高校で部活動に参加し友だちができたからだと言う．

私的アイデンティティは，E. H. Erikson の言う「エゴアイデンティティ」とほぼ重なる[4]．青年期に確立されたアイデンティティは，その後の生き方を大きく左右する．上のＢの場合は，万一Ｂの家族がＢの願いを受け入れて高校時代に日本に帰国していたら，その後の人生航路はかなり変わったものとなっていたであろう．

先のＡは，抜粋３の続きの抜粋５で，そのような予期的な思考，将来展望をしたことを述べている．

[3] 注１以外のトランスクリプト記号は以下のとおりである．「(.)」は短い無音区間，「[」，「]」は重なりの開始／終了地点，「＝」は２つの発話の密着，「h」は呼気音，「(言葉)」は聞き取りが確定できない発語，「(　　)」は聞き取り不能な発語，「言葉」は強勢を示す．

抜粋５　Ａと母親とのインタヴュー④

Ａ：はい．将来のこと考えてたら，ずうっとアメリカに生きていったら，やっぱり子どももアメリカ人として生まれて，

南：はい．

Ａ：その子どももきっとアメリカ人と生まれて，

南：はいはいはい．

Ａ：で，そのうちあんまり，日本人っていうのが，ひびいてこないのかなって

南：はいはいはい．

Ａ：思ったりして．

南：はいはいはいはい．

Erikson は，人生段階の青年期にアイデンティティの確立が課題となるとしたが[5]，Aはそのプロセスの渦中にあり，Bの語りはそういった時期を経た後の振り返りである．心地よく相互行為を行っていけるところをひとは選んでいくという南の知見[6]の事例となっている．

5.　インタヴューの連鎖分析

ここまでの議論では，相互行為「について」語られたデータを利用してきた．社会調査の方法としてのインタヴューは，社会生活そのものというよりも，社会生活「について」のものとなりがちである．

会話分析の方法のひとつに連鎖分析[4]がある．これをインタヴューに適用することで見えてくるものがある．抜粋４を提示されて，Douglas Maynard 博士はＢと母親とのリズムの良いやりとりを見いだした．「日本に帰りたい」と毎日のように言っていたこと，それが中学高校時代だったこと，そして，「高校２年生」をすぎて「急に」変わったことなど，Ｂと母親とが共同して発話を構築している．だからこそ，「変わってよかった」というＢの発話にたいしての母親の同意の不在が顕著となる．Ｂの発話を，インタヴュアーである南が受けとめることになっている（27 行）．

日本語を理解しない Maynard 博士がこのことを指摘しえたということは，連鎖分析の有効性をよく示している．ただし，このインタヴューのデータは音声記録のみであるため，Ｂの発話がだれに宛てられたものかの特定は困難だ．

Ａとのインタヴューは，録画記録もあり，Aが母親の同意を求めて視線を向けるというところがはっきりと確認できる．抜粋２で「さいきんの」と言いかけてAは母親に視線を向ける．そこで，母親は「うーん，ここ数ヶ月すごく，こうやっぱり，アイデンティティを，あの，探っているかんじがしますね」と言う．この発話の途中で，Aと母親は顔を見合わせてうなずきあい，Aは「そうですね」と同意発話をしている．母親から「アイデンティティ」ということばが出ていることにも注意したい．

Ｂの母親にはこのインタヴューの後数年してこのときのことを確認する機会があった．この場面を記憶していたわけではないが，娘のＢがアメリカで生きていくことになっていることについて，アンビヴァレントな想いを持っていることが感じられた．つまり，「変わってよかった」と母親として感じているわけではなかったということである[7]．

インタヴューをいまここのコミュニケーション，相互行為として捉えて分析することで，Ｂの母親のアンビヴァレンスに気づくことができた．娘の生き方についての母親の評価は，その後の機会に直接インタヴューすることでその一端を引き出すことがなされた．

6.　いまここの公的アイデンティティ

本人視点の私的アイデンティティは，インタヴューで引き出されるのにたいして，他者視点の公的アイデンティティは，相互行為場面のほかの参与者による同定に関わっている．

公的アイデンティティは，社会的カテゴリーを同定する社会的アイデンティティと，あるひとをその個人誌と結びつける個人的アイデンティティとを分けることができる[1]（図１）．これらの例として，ＮＨＫドラマ『てるてる家族』の一場面を取り上げる[5]．

抜粋６　春男とデービッドの初対面場面

《工場の外の光景》

[4] 「連鎖分析」にあたる英語は，「sequential analysis」と「sequence analysis」の２つの表現がある．Schegloff の隣接対（adjacency pair）は前者の代表とされている．本論では，行為の連鎖（関係）に着目する分析といったやや広い理解でこのことばを使っている．そのポイントは，発話・行為の受け手による先行当該発話・行為の理解に定位するという点である．

[5] 場面は昭和 22 年，復員後パン職人になることにした春男は，米軍基地のパン工場で働いている叔父の文治を頼って佐世保までやってきた．その初日である．なお，ナレーションは後に生まれることになる春男の四女冬子が務めている．

冬：これは，アメリカ海軍の基地のなかにあるパン工場（こうば）です.
《工場内の光景》
冬：佐世保に着いた翌日から，おとうちゃんはここで働きはじめました.
文：ここやねん.
《文治と春男が映る》
文：わりとこぢんまりとしてるやろ.
《文治と春男がアップ；春男はきょろきょろしている》
文：ここは菓子パンとケーキつくってんねや．何万人もいてるアメリカ兵たちの主食になる食パンは，別のおーきな工場（こうじょう）でつくってんねやで：.
《春男の胸を右手で軽くさわりながら》
文：おいおい.
《デービッドがやってくる》
文：ここの責任者のデービッドはんや.
《デービッドのアップ．そして，春男のアップ．また，デービッド》
デ：ミスター春男やな.
《さらに春男に近づいて》
デ：まいど．はじめまして．ナイストゥーミートユー.
《両手を広げて歓迎のポーズ．握手する．春男はあっけにとられている》
春：は：＝
デ：＝Nice to meet you.
春：ど：もど：も．《握手をしながらお辞儀をする》
春：ナイ，nice to meet you.
《かたわらの文治が顔をよせて言い聞かせるように》
文：デービッドはんはなあ，ケーキ職人の神様や.
《春男を向いて，やや得意げに》
文：ま，大阪弁は，わしがおしえてまんねけどな.
《背中越しだったデービッドがアップになる．やや言いにくそうに言う》
デ：よろしゅう，たのんまっせ.

初対面の春男にとっては，この人物の「アメリカ人」という社会的アイデンティティが問題となる．英語を話さないといけないと，緊張している様子がよくわかる．すでにデービッドと旧知の間柄である，叔父の文治にとっては「デービッドはん」であり，この人物と「ケーキ職人の神様」という個人誌とを結びつけるのが個人的アイデンティティである．ちなみに Goffman は，名前のことを「アイデンティティペグ」と言っている[1].

公的アイデンティティは，「いまここ」のコミュニケーションの基盤であり，これと深く結びついている．Sudnow は，その一瞥論の冒頭で，以下のように述べる[8].

> 日常に達成されている膨大な数の社会的相互行為にとって，ひとが，互いの行為や場面の特性，カテゴリー上の地位などを「一瞥で（at a glance）」，「理解する」能力は極めて重要なものである．(p. 259)

Sudnow の議論で本論にとって重要な点は２つある．ひとつは，「一瞥で」ということで，じっくりと時間をかけて注視したうえでの「理解」ではないということである．もうひとつは，ひとの「カテゴリー」理解（本論でいう公的アイデンティティ）は，なにをしているところかという行為や場面と不可分であり，同時に「理解」されるということである.

たとえば，歩道から車道へと出てきて，手を突き出して指を立てているひとは，タクシーを拾おうとしている「タクシー客」と理解することができる.

出会いにおいて自分が何者かを提示することも，そのコインの裏側として重要であり，Sudnow はそのような自己呈示を行うタイミングを主題としている．見るひとが「一瞥」するタイミングに合わせる必要があるのだ[8]．Sacks の成員性カテゴリー化装置論の元となった自殺防止センターへの電話データにおいては，電話をかけてきたひとが，センターに助けを求める有資格者であることを示すために，「だれも頼るひとがいない」という発話が着目された[9][6].

ある相互行為場面において，ある人が「何者である」かは，その相互行為の成り立ちを左右する．春男は乏しい英語語彙を探って，目の前の「白人」にどう話しかけるかを考えた．南の調査では，バイリンガルの帰国生が，英語で話しているところに日本語しか話さない日本人がやってきて，どのように言語選択をすべきかで大いに迷った経験があると話してくれた[7].

Sudnow の分析の事例では，通りで知人を見かけても，そのひとが「ウィンドウショッピング」をしているところなら，通りの反対側からわざわざ挨拶をしないという判断につながるとされた.

[6] この発話がなされる「タイミング」は，会話の最初のほうということになるだろう．電話をかけて，それを継続する資格を主張するものだからだ.

7. アイデンティティ研究と認知科学

本論では，Goffman を元にした４類型を手がかりにひとのアイデンティティと相互行為との関係を見てきた．最後に，「認知科学」はこれらにどうアプローチしているか，あるいはしうるのかを取り上げる．

実は，情報科学的な認知科学がいちばん関係するのは，４類型のうちここまであまり取り上げてこなかった公的個人的アイデンティティである．銀行ＡＴＭで使用されている指紋認証による本人確認がその例だ．あるひとが，口座所有者の○山△男であることを，登録された指紋パタンといまここで提示されている指紋パタンと照合して「同一人物」であるかを確認するものだからだ．

「私的個人的アイデンティティ」の事例として思い浮かぶのは，記憶障害の例である．是枝裕和監督作品『記憶が失われた時』（1996）の前向性健忘症の患者は，医療事故後に「エピソード記憶」ができなくなり，新しく生まれた実子が，自分の子どもであるということも「記憶」できない．2 時間まえに自分がしたこと，言ったことを覚えていないために，「自己」の「斉一性」や「一貫性（継続性）」の感覚を持てずにいる．記憶メカニズムという「認知科学」の中核的な対象に関わっている．

上述の２つの個人的アイデンティティは，現在の認知科学からのアプローチを想起しやすいものであるのとは対照的に，社会的カテゴリーとの同定である社会的アイデンティティは，認知科学からのアプローチがすぐには思いつかない．

ひとつ考えられるのは，行為者カテゴリーとしての社会的アイデンティティの例である．たとえば，選挙演説では，候補者の身辺警護のためにＳＰが観衆の動きを注視している．そういったなかに，不審な動きをする者がいれば，それを見つけて反応するということが必要だろう．

これを，カメラで撮影して行うという場合，「不審な動き」とは，たとえば，ポケットから拳銃を取り出す動きがあるだろう．この動きをする者を「狙撃者」あるいは「暗殺者」として同定しているということができるだろう．しかし，「赤ちゃんが泣いた」，「そのお母さんが抱き上げた」とカテゴリー化して，定式化し，「記述」する[10]にはどんな情報処理が必要なのだろうか．

そして，私的社会的アイデンティティがある．たとえば，「意思決定」にその可能性が感じられる．16 歳のＡが，将来アメリカの大学に行こうとするのか，それとも日本の大学に進むのか．アメリカで「日本人」として生きていくには，専門職に就くことが「有利」とされているために，医師になることを目指すのか．あるいは，ほかを専攻するのか．結婚相手は，日本人，あるいは日系人，あるいは日本文化とは無縁の「アメリカ人」とするのか．人生にはこういった選択，意思決定がみちあふれている．

南の恩師 Aaron Cicourel 博士はその論文集を『認知社会学』と題した[11]．「機能的成員性（functional membership）」という概念を提唱した Ward H. Goodenough は認知人類学者であった[12]．人文社会科学の関心のひとつであるアイデンティティ研究が認知科学において進められることを願って結びとする．

参考文献

[1] Goffman, E., (1963) *Stigma: Notes on the management of spoiled identity,* Prentice-Hall.
[2] 南 保輔, (1998) "「日本人」という公的社会的アイデンティティ：帰国子女の「日本人」意識を考えるために", 成城文藝, No. 161, pp. 160-148.
[3] 南 保輔, (2010) "アメリカの「日本人」高校生の文化的アイデンティティと社会化経験：コミュニケーションエコロジー調査から，コミュニケーション紀要，No. 21，pp. 1-34.
[4] Erikson, E. H., (1959) *Identity and Life Cycle*, International Universities Press.
[5] Erikson, E. H., (1963) *Childhood and society*, Norton.
[6] 南 保輔, (2000) 海外帰国子女のアイデンティティ：生活経験と通文化的人間形成，東信堂.
[7] Minami, Y., (2007) "Discourse of change among young Japanese sojourners: A case of 'I've changed.'", The Seijo Bungei, No. 200, pp. 278-256.
[8] Sudnow, D., (1972) "Temporal parameters of interpersonal observation," *Studies in social interaction,* Free Press, pp. 259-279.
[9] Sacks, H., (1972) "An initial investigation of the usability of conversational data for doing sociology," Studies in social interaction, Free Press, pp. 31-74.
[10] Sacks, H. (1972) "On the analyzability of stories by children", *Directions in Sociolinguistics,* Holt, pp. 325-345.
[11] Cicourel, A. V., (1974) *Cognitive Sociology: Language and Meaning in Social Interaction*, Free Press.
[12] Goodenough, W. H., (1957) "Cultural anthropology and linguistics", *Report of the Seventh Annual Round Table Meeting in Linguistics and Language Study*, Georgetown University, pp. 167-173.

他者への化粧行為と雑談
Makeup on someone else and talk with them

天谷 晴香†
Haruka Amatani
†国立国語研究所
National Institute for Japanese Langauge and Linguistics
amatani.haruka@gmail.com

Abstract

When applying a makeup on someone else than oneself, there may be many findings to the makeup-doer on its processes, especially if they are not professional. Analysing the video with a daughter doing her mother's makeup, I found trial-and-error moments which ended up leading better consequences. What is interesting about these trials is that timing of utterances and hand movements appeared to be carried out very carefully toward the makeup-doee. There were delays of utterances and hesitation of hand movements in association with long gazes. The carefulness of the makeup-doer will be argued with conflict between two activities in multiactivity and also with creativity of makeup through trial and error.

Keywords — Multiactivity, Multimodality, Makeup

1. はじめに

化粧行為の結果として，いつも予測通りの仕上がりが得られるわけではない．特に慣れない他者への化粧では，各行程において予測外の結果が得られることが多い．予測外の結果に対して化粧行為者は，化粧品や化粧道具，方法を変更することで対応していく．その際，行為者はタイミングを見計らって被行為者の同意を得ながら当初の計画を修正していく．

他者への化粧行程において行為者は、好ましい結果に対しては反応しやすい．好ましくない結果に対する反応については直接的な言及は避けられる．被行為者の感情を害することなく結果を報告するため、行為手は間を測る．

被行為者の感情に考慮して施術者が間を測る場面を分析した先行研究に，[1]がある．[1]では，美容サロンにおける眉脱毛の施術場面をビデオ分析している．次の行程に移るのにクライアントの協力が必要だが，クライアントが雑談を続けているためそれを無理に中断しないように, 施術者の手や視線は, 宙に留まったり，同じ場所を複数回行き来したりした．

プロのサロンに限らず，素人であっても，感情に配慮しようとする行為者の姿勢は変わらない．また，[1]が主張するように，プロの施術で用いられる「感情労働」は，日常の人間関係の構築において各人が自主的に行っているものである．

特定の活動を行いながら，雑談を行うことは非常に日常的な行為である．マルチアクティビティ（複合活動）について，[2]は複合活動における各活動が並行して進行したり，一方が他方に埋め込まれたりしながら，全体で複合活動を形成していると述べている．

他者に行う化粧行為は，魅力的なメイクに到達する目的がある一方で，雑談を行いながらその場の人間関係を快適に保つことも重要視される点である．このため，化粧と雑談の複合活動においては，基本的に化粧が雑談に優先されるものであるが，場面によっては雑談が化粧に優先される．例えば，雑談の切れ目を待って化粧が次の行程に移るなどである．[1]が「感情労働」と呼ぶものは，このような複合活動内の各活動の調整時に生じていると考えられる．

2. 方法

2.1 データ

一方が他方の化粧をしている参加者２名の発話と行動を記録，分析した．２名は母と娘で，娘が母に化粧を行った．ビデオは全体で約 28 分 30 秒のうち，今回報告するのは，開始 10 分から始まる約 3 分 30 秒の抜粋部分である．

2.2 化粧動作アノテーション

化粧動作をタグ付けする際、ジェスチャー単位([3][4]ほか)を援用した．化粧動作の最も大きな単位である化粧動作ユニットは、化粧行程のひとつに相当するものとする．例えば「眉を描く」「口紅を塗る」などである．

本分析において受容な化粧動作の単位は，化粧動作ユニットである．化粧動作ユニットを構成するものに化粧動作句，さらにその下位に化粧動作区間がある．これらの，よりミクロな単位は化粧動作ユニットの境界を決定する時に参照される．

2.3 視線アノテーション

視線のアノテーションには、[5]に基づき、２種類のタグを用いた。移行区間と安定区間の２つである。移行区間は視線が対象に向かって動き始めた時点から視線が留まるまでの区間であり、安定区間は視線が対象に留まっている区間である。

本研究において視線が重要になるのは、参与者が施した化粧の出来を確認する場面である

2.4 発話アノテーション

化粧行為中の発話は日本語話し言葉コーパス(CSJ)における転記基準を採用した．会話データ中の「:」は長音，「%」は撥音，「(L)」は笑いを表す．また( )内の数字は無音区間を示し，単位は秒である．

以下に，データの抜粋部分(10 分 02 秒～13 分 28 秒)の発話を示す．D は娘で化粧行為者，M は母親で被化粧行為である．

01D で こっちが チーク。
02M 今のは何やったっけ。
03D 今のもチークやけど。
04D ま ここかも コンシーラーする人いる。
05M ふーん。
06D なんか 鼻の赤みを消すとか。
07M ふーん。
08D そういう派の人 コンシーラーいっぱい使う派の人と
09M うん。
10D なんか その
11D スキンケアで で 美肌を目指しましょうっていう
12<１色目のほお紅を塗り始める>
13M うん。
14D だから: そういうコンシーラーとかあんまり使わんでも元の肌をきれいに。
15M うん。
16D なるといいねっていう。
17M ふーん。
18D とかいう(L ね)。
19M (8.44)
20M うちの職場のすごいきれいな人。
21M すんごいきれい。
22D うん。
23M お化粧も相当 上手なんだと思う。
24D うん。
25D 何歳ぐらいの人?。
26M 三十代後半で
27M CA してはったって。
28D ふーん。
29M CA じゃないか。地上 地上業務員?。
30D やってる友達いる。
31 (10.46)
32M うん。
33M すんごいきれいな人。
34M コンシーラーいっぱい使ってはりそう。
35 <１色目のほお紅を塗り終える>
36D あー。(L)
37D ほうやろうね。
38D 気にしてやると思う。
39M まぶしくて よく見れない。(1.96)顔。
40M きれいやな%と思って。(0.64)きれいやなと思って。
41M よく見れない。まじまじと。
42 (10.33)
43D 眉毛を描きます。
44 <眉を描き始める>
45D まあ あんまりまじまじと見ても あれやけどよ。
46 (23.82)
47M うん。
48 (24.65)
49D あんま 変わんないね。
50M うん。
51D この カクッてなってるのは そういうふうに生えてるん？
52M 生えてるんよ。
53M ほれを取ったらってゆわあるけどな。
54D うん。
55M うーん。
56M ほれ取ったら間が持たんのよね。顔が。(L)
57D うん。
58M アクセントなのよね。
59D うん。
60M はしっこ ここ こうね。カクッてなってるやろ。
61D うん。
62 <眉を描き終える>
63D これ描きすぎると眉毛犬みたいになる。
64D (L)
65M (L)
66M 口紅 自分の出そうか。

67D うん。
68D ほうやな。
69D チークもお母さんのピンクのやつの方がいいかもしれん。
70M うん。
71M じゃあ 出そうか。
72D うん。はい。
73M それも色はいいんやけど すごくちょっと白っぽいんよ。
74M あんまりつかないのよね。
75＜2色目のほお紅を塗り始める>
76D うーん。
77D おてもやんみたいになってしまう。お母さん。
78M うん。
79＜2色目のほお紅を塗り終える>
80D やっぱり 自分に似合う色えらんでやーるんや。
81M (うなずき)
82D (うなずき)

3. 分析

データの抜粋部分に伴う化粧行為は，最初にほお紅を塗ってから，眉を描く行程を経た後，ほお紅の色を変えて塗り直し終えるまでの過程が含まれている．

3.1 で，最初のほお紅の色に対する評価発話が遅れて現れていることを示す．

3.2 で，評価発話の遅延を，雑談と化粧行為の境界の不一致の観点から論じる．

3.3 で，評価発話の遅延を，化粧行為における試行錯誤と創造性の観点から論じる．

3.1 評価発話の遅延

最初のほお紅を塗布したあと，出来について言及しない．行為者の視線は対象部位を見ているが，被行為者がしている話題にあいづちを打って 36 行目で「あー」と言いながら笑い，出来に関する発話をせずに、次の眉を描く行程に移行している．

行為者が次にほお紅ついて切り出すのは，その時点から約 1 分 45 秒後のことである．眉を描く行程が一通りおわった際に，被行為者から 66 行目に「口紅、自分の出そうか？」という被行為者所有の化粧品への言及があったことに乗じて，描き終わった眉を右手でさわりその直後に左手で両頬を交互にさわりながら 69 行目の「チークもお母さんのピンクのやつの方がいいかもしれん」と発話する．この時，視線はさわっている頬に向かっている．

2 色目のほお紅をつけた後，80 行目の「やっぱり自分に似合う色を持ってやーるんやな」とその色が似合うことと最初のほお紅が合っていなかったことを示唆する発話している．

発話以前に、結果を確認する視線が主に 2 度の区間に分かれて見られる。発話は 2 度目のあとに行われている。2 度目の確認は、視線や顔だけでなくからだ全体を使って大きく行われ、これは被行為者の注意を引くための動作であると考えられる。行為者は上体を大きく逸らして、被行為者の顔を凝視している．

3.2 雑談と化粧行為の境界の不一致

ある化粧行程の望ましくない結果に対して、化粧行為者は直接的な言及を避け，被行為者にすぐに伝えることをしなかった．中期的な時間軸をもって，望ましくない結果を回復する方策を探っている様子が伺える．

まず，4 行目から 18 行目までの D の語りに対するセカンドストーリーとして，M は 20 行目で「職場のすごいきれいな人」に関する語りを始めている．この語りの途中に D は最初のほお紅を塗り終えている．この時点で，D はほお紅の色があまり M の肌の色にマッチしていないことに気づいているはずだが，その評価を発話で示していない．この評価は，80 行目の「やっぱり 自分に似合う色えらんでやーるんや。」でようやく婉曲的に示される．

この遅延のひとつの理由は，35 行目で D が 1 色目のほお紅を塗り終えてからも，M の語りが 41 行目まで続くことにあるだろう．M の語りが続いているため，D はほお紅の色に対する評価をするターンを得られずにいる．ここに，雑談の境界と化粧行為の境界の不一致が見られる．不一致のために，うまく評価のターンが得られていないと考えられる．

3.3 化粧行為における試行錯誤と創造性

遅延のもうひとつの理由としては，35 行目で 1 色目のほお紅を塗り終えた時点では，D は望ましくない出来に対する対応策を持っていないということにあるだろう．66 行目で M が自分の口紅を持ち出す提案をした時にはじめて，D は，ほお紅についても M 所有のものを用いれば望ましい出来になるのではないかという案を得たと考えられる．

この例は，試行錯誤がよりよい結果に結びついた例

である．別の選択肢の可能性が提示されたために，行為者は望ましくない出来を修正する機会を得ている．一方で，その化粧行為中に，回収されない望ましくない出来も複数あると考えられ，それらについては発話で表現されることなく，望ましくないまま最終の出来を迎えていると考えられる．

4. まとめ

本稿では，他者への化粧行為中に生じた，ある行程への出来の評価発話の遅延の例を挙げ，複合活動における各活動間の境界の不一致について論じた．また，成功した試行錯誤という観点から同じ例を分析した．

他者への／による美容行為は，よい出来に仕上げる目的が最優先事項としてある一方で，行為途中で行為者と被行為者の関係性が良好に保たれる必要も大きい．[1]は，行為者の関係性構築能力の高さが，プロの美容サロンがクライアントに選択される大きな条件になると述べている．素人による美容行為は，素晴らしい出来になることは当初からプロほど期待されていないために，さらに関係性を保つ会話が重視されるだろう．このように複合活動は，その参与者の性質や目的に応じて，各活動間の優先度合いが変化する．

日常的な関係性維持の方策が見られる，会話を伴う複合活動としての他者への化粧行為を今後も分析していきたい．

参考文献

[1] Toerien, M.. & Kitzinger, C. (2007). Emotional labour in action: Navigating multiple involvements in the beauty salon. *Sociology, 41(4)*, 645-662.

[2] Mondada, Lorenza. (2011). The organization of concurrent courses of action in surgical demonstrations. In Streeck, J., Goodwin, C., & LeBaron, Embodied Interaction: Language and Body in the Material World (pp. 207-226). Cambridge University Press: Cambridge, U.K.

[3] Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible Thought as Action*. Cambridge University Press: Cambridge, U.K.

[4] 細馬宏通. (2008). 非言語コミュニケーションのための分析単位–ジェスチャー単位–.『人工知能学会誌』, 23(6), 390-396.

[5] 菊地浩平. (2011). 視線アノテーションマニュアル.

協働作業において相手の環境との関わり方を観察する
ー野沢温泉村道祖神祭りの準備における氷点下の木遣りの事例からー
Observing Other's Encountering the Environment during Collaborative Work: A Case study in Sub-zero Timber Hauling at Nozawa Village

高梨 克也
Katsuya Takanashi
京都大学
Kyoto University
takanasi@sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp

Abstract
This article presents a case study in collaboration for timber hauling observed in a field investigation on a traditional festival in Nozawa village. It includes two different types of studies. One is a consideration on how each individual worker performs his bodily action and finds errors in his actions from affordance point of view. The other is an analysis of how workers as co-participants of social interaction can coordinate these bodily actions with each other. The former concludes the importance of haptic-motional perception in actions, and this bring an implication for how recognition of other's affordance should be interwoven into the latter analysis of workers' mutual coordination as social interaction.

Keywords — Other's Affordance, Collaboration, Haptic -Motional Perception, Social Interaction, Nozawa Village

1. はじめに

従来，相互行為分析においては，とかく会話のような参与者間の関わりが焦点となりやすく，相互行為の際に各参与者がそれぞれ周囲の環境とどのように関わっているかという側面は二次的な扱いを受けることも多かった．他方，生態心理学などのように，主体と環境との身体を用いた関わり方を対象とする研究においては，環境と関わる行為主体同士の間での相互行為の重要性には十分に目が向けられてこなかった．そこで，本稿では，自然な環境で行われた協働作業の相互行為場面の微視的分析を通じて，これらの 2 つのアプローチの融合が不可欠であることを例証することを試みる．本稿で対象とする木遣りの協働作業においては，二者が掛け声と動作を合わせる「相互行為」としての側面と，各行為主体が自身の身体動作を通じて「環境と関わる」側面とが相互浸透しているが，そこでは行為主体の身体行動における触覚-運動感覚が特に重要な要となる．

2. 概要

2.1 調査・分析対象

北信州野沢温泉で毎年1月 15 日の夜に行われる道祖神祭りのための準備作業場面を収録したビデオデータを分析対象とする．1 年間の祭事の中心的な作業は社殿を組み上げることであり，その準備・執行は 42 歳，41 歳，40 歳になる男性で編成される「三夜講」と呼ばれる 100 名程度の集団によって行われる（榎本・伝 2015）．今回対象とする 2016 年度は 42 歳の励翔会が祭りの主たる執行者（世話人）であり，年下の 41 歳の真心会と 40 歳の光駿会が見習いである．

1 月 15 日の昼に上棟式，夜に祭りが行われるが，今回分析する場面はその前日の1月 14 日の社殿組み作業のうちの一部であり，15 時頃に約 12 分間にわたって行われた．励翔会副委員長らの指示に従い，真心会の 2 人組が，既に以前の作業日に道祖神場に搬入され，保管されていた材木の山の中から 1 本ずつを引き出し，横に並べていく．これらの材木は桁材として社殿の組み上げの工程で使用されるが，その際に桁材を美観よく並べるためには，ここでの桁材の選択と順序の判断が極めて重要になる（図 1）．

図 1 社殿と桁材

この判断は副委員長の責任で行われるため，年少組の真心会の 2 人は副委員長が判断しやすいように材木を取り出して並べていく必要がある．材木は長さが 2 メートル以上で，垂直方向に半分に割られている．二人なら抱えて運搬することも不可能ではないが，かなりの重量があり，本数も多いため（対象場面の中では 6 本），副委員長の指示「引き出しゃいいから」に従い，鳶口（とびぐち）（図 2）を使って 2 人で引き出して運ぶ方法が選択される．鳶口とは長さ 1.5〜2m ほどの木製の棒の先にトビの嘴のような金属製の金具が取り付けられた道具であり，丸太や原木など木材の移動・運搬・積み上げや，木造の建築物の解体や移動（曳き屋）に使用される．鳶口を使って木材や丸太などを動かすことを「木を遣り廻す」または「木遣り」という．

図 2 鳶口

2.2 協働作業の基本的パターン

一般に，身体を用いた協働作業においては，次の α と β を融合することが必要である．その意味で，協働作業は常に三項関係的である（図 3）．

α．身体行動面：各自が身体行動の行為主体として環境と関わる
β．相互行為面：自身の身体行動を相手と協調させる

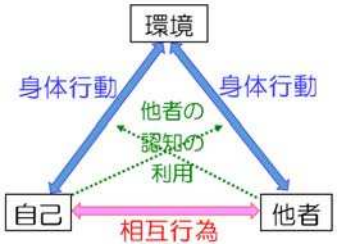


図 3 協働作業の三項関係

まず，α について，各自の主要な身体行動は，A. 鳶口の材木への「打込み」，B. 鳶口を使った材木の運搬のための 2 種類の「ストローク」である．B では，各材木の保管場所からの垂直方向（木の垂直方向と同じ）での「曳出し」（フェーズ 1，図 4）と，この材木と直行する向きに地面に設置された土台となる材木の上での水平方向の「スライド」（フェーズ 2，図 5）という連続する 2 種類の協働作業が行われる．

図 4 フェーズ 1「曳出し」

図 5 フェーズ 2「スライド」

ここでの作業上の中心は B にあり，A はそのための前提条件となっている．A の中心は，各作業者が材木の所定の位置に鳶口の先を設置することであり，これは柄を持って振ることにより，鳶口の先を材木の目掛けた位置に「打込む」ことが基本となる（ただし，材木の運搬方法によっては下から添える場合も見られ，スライドの途中では土台の段差を越えるために，鳶口を一旦手放し，手で材木を持ち上げることもある）．

次に，相互行為的協調（β）の最もクリティカルな時間的ポイントは，身体行動の焦点である B の曳出しとスライドのそれぞれのストロークの冒頭の瞬間に二者が「力を揃える」ことである．そのための相互行為上の手続きがとして，ここでは，これらのストロークの身体運動の際，二者が「せーの，よいしょ」という掛け声を合わせるという方法が用いられていると考えられる

ここでの協働作業の基本的な時間構造は図 6 のようになる．以下では，これらの身体行動の側面と相互行為の側面について，まずは個別に分析した上で，最後に両側面がいかにして統合されているのかについて考察する．

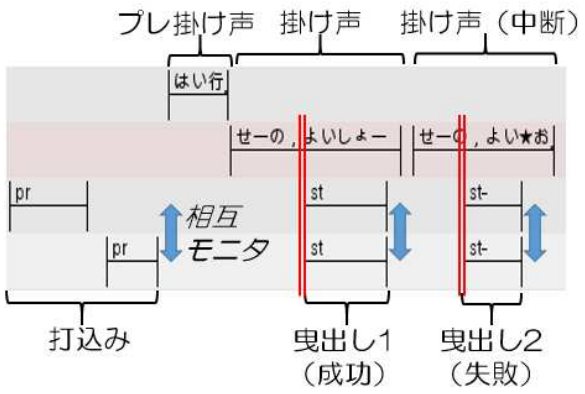


図 5 木遣りの時間構造

3. 準備段階での相互調整

はじめに，相互行為的側面として，互いの準備状態についてのモニタリングについて分析する．

上述のように，曳出し，スライドの両フェーズとも，毎回の協働行為の核心部分は「掛け声＋ストローク」にあるが，協働作業とは言っても，そこに含まれる身体行動のすべてを二者が同期させなければならないわけではない．実際，ここでの協働作業において，両者がタイミングを合わせなければならない決定的瞬間はストローク（4.2 節で詳しく見るように，特にその冒頭）とこれに伴う掛け声後半の「よいしょ」の 1 点だけであると考えられる．逆に，鳶口の打込みについては，上述のように，これは身体行動の面から見てもストロークのための前提条件であるため，各自が鳶口を打込むタイミング自体を完全に同期させる必要はない[1]．そのため，相互行為上の調整として必要となるのは，ストロークの開始点までの間に互いの打込みの準備状態についてのモニタリングを終えておくことである．これが可能な理由としては，まずは相手の打込みが終わっていることを互いに視覚的に確認できるという点が考えられるが，視覚的モニタリングという点については，第 5 節で保留を述べたい．

4.1 節で見るように，今回の分析対象範囲では，計 86 回の「掛け声＋動作（ストローク）」（の試み）が観察されているが，掛け声の前半の「せーの」の開始前の段階までに各行為者による鳶口の打込みという準備が整っていない事例は 1 つもない．つまり，「せーの」の開始までに両者ともがストロークの準備ができていることを互いに確認し終えているのである．

[1] 実際には，両者の鳶口の打込みは互いに相手に遅れないよう，相次いで行われることが多いが，これは身体運動上の要請ではなく，相互行為の進行性に関する規範によるものであるとみなされるべきである．

さらに，掛け声「せーの，よいしょ」の直前に「行きまーす」のような「プレ掛け声」ともいうべきものが観察される場合もある．これには「行きまーす」などのみのものとこれを第一部分とする応答「はい」などが続く場合の両方があるが，いずれの場合にも，興味深いのは，プレ掛け声の開始から前半の「せーの」までの区間の間で中断が起こっているのもわずか 1 回のみであるという点である．この 1 回も，最初の材木 1 のスライドの最初のストロークの直前のものであり，一方がプレ掛け声を掛けた段階で，もう一方が運搬方法について別の方法を提案するという，最初の試行に特有のものとみなせる．つまり，掛け声前半の「せーの」の直前までに両者が互いに準備が整っていることをモニタできているのと同様に，プレ掛け声についても，その開始前までの段階で両者の準備状態についての相互モニタリングが完了しているのが基本であると考えられる．これを可能にする有力な方法のひとつは「準備が遅れていると思われる方の作業者がプレ掛け声を開始する」というものだが，このデータではプレ掛け声の発話者を特定するのが困難なケースも多いため，この点は今後のより詳細な検討に委ねたい．

4. 身体動作とその失敗

前節で分析した協働行為の準備段階における相互行為において，中断や後戻りがほとんど見られなかったのとは対照的に，協働作業の核心を担う，鳶口の「打込み」や材木の「曳出し」「スライド」といった身体動作においては比較的頻繁に「失敗」が観察される．この失敗は，直接的には身体行動のレベルでの失敗なのだが，このレベルで一方もしくは双方の行為主体の身体動作に失敗が生じた場合には，協働作業の速やかな中断と再開という新たな相互行為的調整が必要になる．そこで，まず本節では，これらの身体行動において失敗が生じる原因について分析する．ついで，次節では，こうした身体行動上の特徴を踏まえた上で，失敗に対する相互行為上の対処について考察する．

4.1 身体動作の失敗の傾向

材木 1〜6 のそれぞれを対象とした「曳出し」「スライド」と，その準備となる「打込み」における行為と失敗の回数を表 1 にまとめる．

フェーズ 1 の曳出しでは材木自体が長いこと，フェーズ 2 のスライドでは水平移動距離が長いことにより，1 本の材木に対する曳出しやスライドは一息に行える

表 1 各フェーズの行為・失敗回数

材木	フェーズ 1：曳出し			フェーズ 2：スライド		
	打込失敗	行為	行為失敗	打込失敗	行為	行為失敗
1	1	7	2	1	2*	0
2	1	8	2	1	11	4
3	3	6	1	2	8	1
4	3	7	2	0	6	1
5	0	10	3	0	6	0
6	0	8	2	2	7	1
計	8	46	12	6	40	7

*：作業方針変更により中断

わけではなく，連続する複数回の「掛け声＋ストローク」によって行われる．そこで，この一回一回の「掛け声＋ストローク」を「行為」としてカウントした．「行為失敗」の下位分類については 4.3 節で改めて述べるが，「行為失敗」の中には掛け声前半「せーの」の開始から動作がストロークに至る直前までの間に鳶口が抜けてしまった事例も含めている．また，個々の作業者のストロークの失敗を個別にカウントするのではなく，二者にうちの少なくとも一方にこうした失敗が見られた場合を協働行為としてのストロークの一回の失敗としてカウントしている．

鳶口の「打込み」については「打込失敗」の回数のみをカウントしている．第 3 節で見たように，打込みは各作業者が個別に事前に行っておくべき準備である．また，ストローク（「行為」）は複数回連続して行われることが多いが，ストロークの直前に毎回鳶口の打込みを行うのは効率的でなく，むしろ「一度の鳶口の打込みだけで連続する複数回のストロークを賄える（打込み直しをしない）」ことが志向されているようにみえる．これに伴うジレンマについては 4.3 節で述べたい．

4.2 アフォーダンスから見た失敗の要因

ここでは，「曳出し」と「スライド」のそれぞれのフェーズにおけるストロークの失敗について，アフォーダンス（Gibson, 1979）の観点から検討する．

今回の身体運動には 3 箇所の「接点」がある．

1．両手で鳶口の柄を持って操作する
ただし，盲人の杖における道具の透明性の例（Dreyfus, 1991）と同様，重要なのは手と鳶口の関係自体ではなく，鳶口という道具を介して，運搬対象物の材木を触知しているという点である．

2．鳶口の先を材木に打込む
これから行うストロークの種類に応じて，適切な位置と深さで鳶口を打ち込む（添える）．位置が材木の移動方向・方法とミスマッチだと材木が動かなかったり鳶口が抜けたりする（4.3 節）[2]．

3．材木が地面や土台の上を移動する
抵抗の大きさ（重力感）は地面や土台と材木のそれぞれの表面の状態に応じて異なる．

3 に関して特に重要なのは，当日の悪天候である．これらの作業は朝から続いていた吹雪の中で行われており，気温も日中でも氷点下であったため，地面には積雪があり，移動させる材木や土台の材木の表面は凍結していることが多い．この点を踏まえるならば，これらのストロークにおいて失敗が生じやすい原因としては，曳出しとスライドのいずれにおいても，今回の作業ではストロークの冒頭の瞬間に最大の力を込めること（瞬発的運動）が特に強く求められざるを得ないという点が考えられる．もちろん，対象物の移動や運搬などにおいては，その身体動作の最初の瞬間に最も大きな力がかかるのが一般的ではあるが，次のような理由で，今回の曳出しとスライドでは特にこれが顕著にならざるを得ないはずである．

まず，曳出しの際の地面の抵抗としては「雪上」での作業であることが問題となる．雪はその表面上で物体を動かす際，その動き始めにおいては砂や土などよりも大きな抵抗になる可能性がある反面で，一旦動き出すと今後は氷と同様に「滑らせる」ことをアフォードする場合もある．他方のスライドは，基本的に土台となる材木の上での移動であり，この土台の表面は（そして移動させる材木の方の表面も）凍結しているため，最初の瞬間にだけ力を注げば後はかなり小さな力で移動させることができる．これが，今回の曳出しとスライドの作業で瞬発的運動の側面が強くなる理由である．

さて，こうした瞬発的運動には奇異な点がある．特に今回のストロークのように高い瞬発性が求められる運動の場合，物体操作中にある程度の力を均等に掛け続ける持続的運動の場合のように，力を込めてみてから，そのフィードバックとしてこれらの重量や抵抗を知覚し，必要ならば力の大きさを増大させる（リカバーする），ということはほぼできない．その意味で，瞬発的運動のストロークにおいては，その最初の瞬間が

[2] さらに，曳出しでは鳶口の打込みの向きが材木の繊維方向に対して水平方向であるため，より抜けやすいのに対して，スライドでは垂直方向のため，より抜けにくいということも考えられる．表 1 で曳出しの方が行為失敗の率が高いのもこの点によるのかもしれない．

いわば「分水嶺」であり，これを越えると行為は後戻りがきかない．そして，ここからは，ストロークの最初の瞬間にどの程度の大きさの力を掛けるかという運動コントロールのためには，触角-運動感覚において，材木の重量感や地面の抵抗力について予測を事前に持っていなければならないということが帰結する．この点については，第5節で改めて考察する．

4.3 ストロークの失敗の種類

各ストロークの持つ上記のような運動学的特性により，その失敗に見られる特徴を理解できるようになる．

まず，失敗が生じるタイミングとしては掛け声「よいしょ」＋ストロークの最中が多くなるが，これはストロークの冒頭の瞬間の力の集中という点から直接的に理解できる．また，失敗の種類（原因）としては，鳶口が抜ける（st-）と段差や地面の抵抗などにより材木が移動しない（st/）の2種類が典型的であるが，前者についてはストロークの最初の瞬間により大きな力を掛けるほど鳶口が抜けやすくなるということが考えられ，後者については逆にこの最初の瞬間の力が小さすぎることに起因するとみなせるだろう．さらに，第3節で見たように，掛け声の開始までに互いの準備状態のモニタリングを終えているという点も，このストロークの最初の瞬間に二者が最大の力を「揃える」ことに志向していることから説明できるだろう．このように，協働作業に見られる相互行為的特徴は身体運動上の特徴に深く根ざして決まってくるものである．

次に，ストロークの失敗に対する修復方法としては，st-では鳶口の打込み直しが必須であり，st/ではそのまま再試行される場合と単純な水平方向での曳出しやスライドから垂直方向への持ち上げを含むものへと運搬方法が変更される場合とが見られる．なお，材木が動かない st/は二者が共通に経験する問題であるのに対して，鳶口が抜ける st-は一方の作業者のみに起こりうる問題である．一方の作業者のみに問題が生じた場合にも，もう一方の作業者もその瞬間に動作を中断することの方が多いが（st*），ごくまれに，問題の生じていない方の作業者のみがストロークを継続することもある．また，曳出しでは一方にトラブルがあるともう一人だけでは動かせないのに対して（ごく少数の例外あり），スライドで一方にトラブルがあった場合には，もう一方はストロークを継続することも可能だが，その場合材木が平行にならず，中断していたもう一方のみがストロークを再度行うことになる．

なお，鳶口の抜け（st-）を防止するには，そもそも鳶口をより深く刺せばよさそうだが，そこにはジレンマもある．4.1節で述べたように，曳出しやスライドのストロークは抜けなどの問題が生じるまでは一度打込んだ位置をそのまま使って継続的に行われるものの，その繰り返しの回数はせいぜい3，4回であるため，深く刺しすぎると，今度は鳶口の先を抜く手間が大きくなってしまうのである．実際，こうしたケースが材木1の曳出しの終了時に二者ともに観察されていることから，作業者たちは鳶口の打込みが深くなりすぎないという方向の志向も持っている可能性がある．

4.4 ストローク失敗による中断のタイミング

ここで興味深いのは，ストロークの失敗の際にどのタイミングで協働作業が中断しているかである．上述のように，ストロークは掛け声の後半の「よいしょ」と同期するが，より詳細に見ると，ストロークが開始されたすべての試行でストロークの冒頭と「よいしょ」の冒頭が一致していることと，成功した試行では両者の持続長もほぼ一致していることが分かる．従って，逆に言えば，「よいしょ」の途中のどのタイミングでこの掛け声が中断されているかという点にストロークの失敗の状況が顕在化するといえる（表2）[3]．

表2 ストロークの失敗と中断のタイミング

	フェーズ1：曳出し			フェーズ2：スライド		
	せーの	よいしょ途中	よいしょ末	せーの	よいしょ途中	よいしょ末
二者 st-	1	1	1			
一方 st-	2	4	2	1	2	1
両者 st/			1			1
その他				1		1
計	3	5	4	2	2	3

材木が動かず両者のストロークが停止した st/では掛け声自体は「よいしょ」の最後まで到達しているのに対して，（少なくとも一方の）鳶口の抜けによる中断である st-の場合には「よいしょ」の途中で掛け声も中断するケースも多く見られることが分かる．st/では材

[3] 細馬(2016)にも掛け声「よいしょ」についての考察がある．そこでは「しょ」という破擦音の引き伸ばし可能性を利用して両者が力を込めるタイミングを調整していることが指摘されているが，興味深いことに，本稿で分析している協働作業ではストロークの冒頭と「よいしょ」の冒頭とが一致するのが基本で，むしろ「しょ」の部分は失敗の場合の中断の相互行為的調整に関わっている．この違いは，ここでの作業では，ストロークの冒頭の瞬間に両者の力を最大化することが強く志向される瞬発的なものである（4.2節）ということによると考えられる．そのこともあり，第3節で述べたように，今回の作業では掛け声の前半部分の「せーの」は不可欠である．

木が動かないことに原因がある以上，とりあえず掛け声の最後まで力を込め続けるのは自然である．これに対して，st-では，一方でも鳶口が抜けてしまうとその瞬間に二者ともが協働作業自体を断念するのだと考えられる．しかし，掛け声は二者が同時に掛けていると仮定するならば，二者ともが st-の場合だけでなく一方のみの場合にも「よいしょ」の途中で掛け声が中断するというのはやや不思議な現象である．そのためには，相手の鳶口が抜けたことにもう一方の作業者が瞬間的に気づくことができなければならないと考えられるからである．次節ではこの問題について検討する．

5. 身体運動の失敗の顕在化と触覚

5.1 行為者自身の知覚

第 4 節で詳しく見たように，一連の協働作業の中で個々の作業者が担う中心的な身体動作は「掛け声＋ストローク」に先立つ鳶口の「打込み」とストローク自体に相当する「曳出し」「スライド」である．これらは共に材木という対象物の操作であり，しかもこの操作を鳶口という道具を介して行うものである．そのため，二者の間の相互行為としてではなく，個々の作業者による身体動作としての側面に目を向ける場合，対象物との間に距離がある視覚という感覚モダリティよりも，自身の身体動作感覚や対象物や道具との間の触覚の方が行為の遂行状況の把握やその失敗の顕在化がより速やかに行われうると考えられる．ましてや，作業当日は朝から猛吹雪であり，作業者の視界は終始かなり限定されていた．また，日中でも氷点下であったことから，身体動作の際に地面や材木，土台などの凍結の状況を知覚する上でも触角の重要性は高まっている．

4.2 節の最後で示唆しておいたように，行為者はストローク冒頭の瞬間にどの程度の力を込めると材木がどのように動くはずかに関する予測を抱いていると考えられる．この点に関連して，まず Gibson(1966)は，身体運動を通じてさまざまなモダリティでの環境情報を能動的にピックアップするための運動と感覚の統合的な仕組みのことを「知覚システム」を呼ぶが，その中の一つである「触覚システム」は主体が環境と自身の身体の両方についての情報を得ることを可能にする装置である．触覚システムは，視覚や聴覚などのような特定の感覚モダリティに特化した受容器官を持たないが，逆にいえば，両手と全身体とが運動器官であると同時に知覚器官となっており，さまざまな運動方法で「触る」ことにより，対象物の材質や重さについての能動的知覚が可能になる．こうして得られる情報は筋の作用力に由来するものであるため，触覚は他のいかなる知覚よりも強く遂行と融合しているといえる．さらに，岩村(2001)は，感覚受容と運動制御とが不可分の関係にあるという Gibson(1966)に由来する考え方に基づき，この考え方を特に触覚を焦点として展開している．その中で特に重要な考え方は，探索的な触行動においては運動指令の問題が重要であり，触覚で得られた情報がこの情報をもたらした当初の運動指令と整合しているのかを照合する仕組みが必要である，という主張である．第 4 節で考察したような，自身の身体運動の「失敗」は，こうした予測や照合のメカニズムがなければそもそも認識できないはずである．

この点を前提とするならば，鳶口の先が材木から抜けてしまった st-の場合，当該の行為者自身にとっては，鳶口が抜けたという事実は視覚よりもむしろ，「鳶口の柄に込めた力に対する材木の重さによる抵抗の突然の消失」という触覚-身体運動感覚を通じて経験される側面の方が大きく，またその方がはるかに迅速かつ正確なのではないかと考えられる．他方，st/の場合，掛けた力のわりに材木が動いていないことが鳶口を通じての重量感や抵抗力として知覚されるはずである．特に重さの感覚については，自身の運動に関する事前の予測と運動時に実際に生じる知覚との間の比較が重要である（岩村 2001）．この抵抗力は直接的には材木と地面や土台との接点において生じているものだが，行為者にはこれが鳶口と手との接点を通じて知覚される．

さらに，鳶口の打込みについても，当日の天候は猛吹雪で，気温は日中でも氷点下であり，材木や土台には積雪や凍結が見られるため，特に鳶口が刺さりにくく，また滑りやすくなっている．また，視界も極めて不良で，自分の鳶口の先を十分に確認することも難しい．しかし，鳶口を打込む際，行為者自身は自分の鳶口の先から柄を通じて手に伝わる触覚や，さらには鳶口を打込んだ瞬間の材木からの反響音も手掛かりにできると考えられる．鳶口の打込みの成否についてもまた，視覚だけなく，触覚や聴覚などの他の感覚モダリティにおいて経験されている側面が無視できない．

以上のように，少なくとも，当該の作業環境と運動の性質に関する限り，行為者自身にとっては，その身体行動の失敗は視覚よりも触覚（や聴覚）によってはるかに確実かつ迅速に顕在化すると考えられる(図 7)．

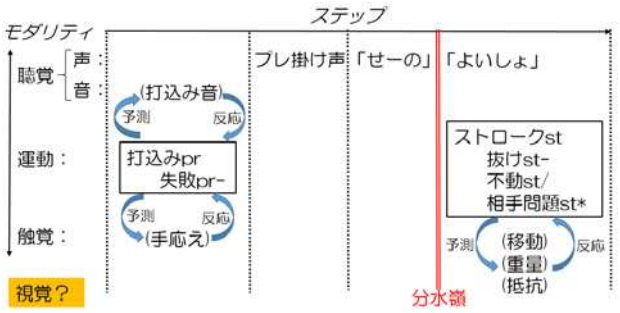


図 7 行為主体にとっての知覚-運動ループ

5.2 相手の失敗への気づきをもたらすもの

さて，残された問題に進もう．

既に述べてきたように，これらの行為の失敗は，直接的には各行為主体の身体行動のレベルでの失敗なのだが，このレベルにおいて一方もしくは双方の行為主体の身体動作に失敗が生じた場合には，協働作業の速やかな中断と再開という，相互行為レベルでの調整という課題が新たに生じることになる．こうした調整の前提となる，相手の身体動作の成功/失敗状況についての認知は，他の多くの協働作業では視覚的なモニタリングを通じて行われていると考えられ，また，実際従来はこの方向での研究が多かったが，5.1 節で見たように，今回の作業では，二者の身体運動が材木という共通の操作対象を通じて直に関わり合っており，また，吹雪の中という視界のきかない状況での作業であるため，相互行為上の調整においても，特に触覚や運動感覚という感覚モダリティを介しての相互モニタリングの可能性を検討する必要があるだろう．

例えば，4.3 節で見たように，自分の鳶口の場合だけでなく，相手の鳶口が抜けてしまった場合にも，掛け声が途中で中断され，問題のなかった方の作業者のストロークも中断することが多いが（st*）．これは相手の鳶口が抜けた際の重量感や抵抗力の変化が，抜けの生じた行為者自身についてだけでなく，もう一方の行為者にも（彼の鳶口がまだ刺さったままならば）鳶口を通じて知覚できるからなのではないかと想像される．実際，このように考えるのでなければ，掛け声「よいしょ」の最中に，鳶口が抜けていない作業者も速やかに掛け声を中断できる場合があるという事実（4.4 節）は説明しがたいと思われる．操作対象の材木自体が動かなかった st/の場合についても，その事実は触覚-運動感覚的な知覚において，この協働作業に従事する二者にとって平等に認識される（すなわち，瞬時に相互顕在化（Sperber&Wilson, 1995）する）はずである．

さらに，ストロークの準備段階での鳶口の打込みという，二者が個別に行えばよい身体行動についてさえも，その際の運動-触覚-聴覚の間のループ（図 7）は，行為者自身にとって経験できるだけでなく，各行為者によるこうした経験が相手の知覚についての推測をも可能にしている可能性があるだろう．実際，ある打込みによって鳶口が十分に刺さったかどうかという点は，撮影者・分析者にとってさえもその反響音によってある程度推測できることが多い．

5.3 他者の認知の利用の観点から

2.1 節で述べたように，身体を用いた協働作業においては，各自が身体行動の行為主体として環境と関わるという「身体行動」の側面と自身の身体行動を相手と協調させるという「相互行為」の側面とを融合することが求められるが，この融合においては「他者の認知の利用」が有効な役割を果たしているのではないかと考えられる．

「他者の認知の利用」とは「観察可能な他者の振る舞いなどからその認知状態についての情報を獲得することを通じて，環境についての情報を間接的に獲得すること」であるが（高梨 2010），他者が環境内の対象物と関わる際のアフォーダンスの利用の仕方を観察できることがこの行為主体に対する援助行動の必要性やその方法の判断を可能にすることもある（高梨 2015）．この点は協働作業にも同様に当てはまるだろう．

ある行為者にとってのアフォーダンスの知覚を他者が知覚できるかという問題は「社会的アフォーダンス」と呼ばれ，近年研究が増えつつある（Creem-Regehr et al,(2013)．しかし，研究数もまだ少なく，また実験室環境での他者の視覚についての推測の研究が中心であるため，自然な環境での，特に他者の触覚や聴覚に関する認知の研究は皆無である．加えて，相互行為分析の観点からは，単に他者の認知が理解できるという点に留まるのではなく，これが相互行為上の課題の解決のためのリソースとしてどのように相互行為文脈に埋め込まれているかを解明する必要もある．

本稿で身体行動の「失敗」に着目してきたのは，これが単に協働作業という相互行為の遂行上のトラブルとなるからだけではない．むしろ重要なのは，こうした失敗が，まずは当該の行為主体自身にとって，それまで意識していなかった環境の諸特徴が意識される契機となるのではないかという点である．Gibson(1966)は，行動をするための「遂行的」な運動ものと環境情

報をピックアップするための「探索的」な運動とを区別しているが，この観点からは，本稿で対象とした身体行動の「失敗」は，遂行的だった運動の失敗によって，それまで意識化されていなかった，遂行に潜在的に伴っている環境「探索」という側面が顕在化してくる，という価値を持っていると考えられる．特に「触覚装置は，行為遂行の制御に溶け込んでいるので，私たちは，その知覚を生じさせる能力に，内観では気づかない．だから，私たちは，意識において視覚システムが優位を占めることを許している」(Gibson, 1966；邦訳 p.155）が，行為の失敗はそれまで意識が向けられることの少なかったこの感覚モダリティの重要性を行為主体自身にとって再認識させることになるだろう．

そして，このような身体行動の失敗を契機とした知覚システムのモード変更によって新たな環境情報がもたらされるという経験をそれぞれの行為主体が有していることこそが，協働という相互行為における相互理解を支えるマルチモーダルな認知基盤となっているのではないだろうか．こうした視点に立たない限り，各行為主体による身体行動や環境知覚というモメントと参与者間での相互行為というモメントとは，単に接ぎ木されただけの状態に留まり，両者の不可分な融合のさまが解明されるには至らないと思われる．

このことを相互行為分析の側から見れば，協働作業の相互行為分析において，これを構成している身体行動のもつさまざまな運動-感覚モダリティでの経験の諸特徴を詳細に把握しておくことは，決して単なる不要な回り道ではないということになる．協働行為が相互行為だけで遂行できるなどということはない．

6. 方法論的問題：まとめにかえて

本オーガナイズト・セッションのテーマは「認知科学で捉える相互行為」である．そこで，最後に，本稿の考察に関連した方法論上の問題提起を行いたい．

相互行為分析では参与者の「相互的志向 mutual orientation」に関わらない事態の記述は慎まれるべきである．教科書的にはこれは正しい主張だろう．しかし，いざより具体的な分析「技法」のレベルに進むと，この原則については不安な面も感じられてくる．特に参与者が複雑な生活環境とさまざまなモダリティで関わっている場合，分析者がこれらの多様なモダリティにおける参与者の志向を的確に掬い出せているのかという点に確信を持つのはなかなか難しいからである．

通常の相互行為分析とは異なり，本稿では，特に第4節で，各行為主体の身体行動のレベルでの認知について詳細に検討した．それは，相互行為に参与している各行為主体の触覚や運動感覚は，通常コミュニケーションで中心的な役割を担う聴覚や視覚に比べれば，行為者自身にとっても観察者にとっても顕在化しにくく，それにもかかわらず，各自の身体行動や参与者の間での相互行為を支える基盤となる重要なリソースを提供しているのではないかという可能性が想像されたためである．各行為主体の身体知をその具体的な環境との出会いに即して抽出していった上で，これらが相互行為に関連したリソースとして（どのように）用いられているかをチェックしていく，という行き方もあってもよいのではないかと思われる．

謝辞 本研究は科研費基盤(B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」（代表：榎本美香）の補助により行われた．

参考文献

[1] Creem-Regehr, S. H., Gagnon, K. T., Geuss, M. N. & Stefanucci, J. K. (2013) Relating spacial perspective taking to the perception of other's affordances: Providing a foundation for predicting the future behavior of others. *Frontiers in Human Neuroscience,* vol. 7, Article 596.

[2] Dreyfus, H. L. (1991) *Being-in-the-World: A Commentary on Heidegger's Being and Time, Division I.* The MIT Press.（門脇俊介（監訳），『世界内存在―『存在と時間』における日常性の解釈学―』, 産業図書, 2000）

[3] 榎本美香・伝康晴(2015)「共同体〈心体知〉の経年的変化に関する分析～相互行為データと当事者の内省的叙述を手がかりに～」,『日本認知科学会第32回大会論文集』, 1010-1019.

[4] Gibson, J. J. (1966) *The Senses Considered as Perceptual System.* Houghton Mifflin Company.（佐々木正人・古山宣洋・三嶋博之（訳），『生態学的知覚システム：感性をとらえなおす』, 東京大学出版会, 2011）

[5] Gibson, J. J. (1979) *The Ecological Approach to Visual Perception.* Houghton Mifflin Company.（古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬晃（訳），『生態学的視覚論：ヒトの知覚世界を探る』, サイエンス社, 1985）

[6] 細馬宏通(2016)『介護するからだ』（医学書院）

[7] 岩村吉晃(2001)『タッチ』（医学書院）

[8] Sperber, D. & Wilson, D. (1995) *Relevance: Communication and Cognition, 2nd edition.* Blackwell.（内田聖二他（訳）『関連性理論－伝達と認知－（第2版）』, 研究社出版, 1999）

[9] 高梨克也(2010)「インタラクションにおける偶有性と接続」,『インタラクションの境界と接続：サル・人・会話研究から』（木村大治・中村美知夫・高梨克也（編著），昭和堂），39-68.

[10] 高梨克也(2015)「他者を環境とともに理解する」,『動物と出会うII：心と社会の生成』（木村大治（編），ナカニシヤ出版），55-75.

失語がある人の生活場面のエスノメソドロジー・会話分析研究（2）
Daily Life Scenes of a Person with Aphasia from Ethnomethodological and Conversation Analytic Perspectives（2）

西澤 弘行† 坂井田 瑠衣‡ 川嶋 明子*
Nisisawa Hiro Yuki, Sakaida Rui, Kawasima Akiko

†常磐大学人間科学部コミュニケーション学科,‡日本学術振興会／慶應義塾大学環境情報学部,
*西武学園医学技術専門学校言語聴覚学科
†Department of Communication Faculty of Human Science Tokiwa University,
‡Japan Society for the Promotion of Science/ Department of Environment and Information Studies Keio University,
*Department of Speech and Hearing Sciences The Seibu Gakuen College of Medical Technology
nisisawa@tokiwa.ac.jp

Abstract

From ethnomethodological and conversation analytic perspectives, observing and analyzing life scenes of a person with aphasia, we show the way in which that person and others collaboratively achieve each local act and understanding with various modalities, and other rich resources. We focus on four phenomena in the conversation: 1) using adverbs solely with or without gesture, 2) using one fixed expression “maane” (“kind of”, “well” or “I should rather think so”) with or without delay, 3) laughter which closes turn sequence, 4) showing understanding at proper position in turn sequence.

Keywords — Aphasia, Collaborative Achievement, Life Scenes, Ethnomethodology, Conversation Analysis

1. はじめに

本稿では，失語がある人，S さん（トランスクリプトでは「佐藤」，ともに仮名，50 代男性，脳梗塞により右片麻痺，ブローカータイプ．現在は維持期）の実際の生活場面の一部を観察し，エスノメソドロジー・会話分析（EMCA）の立場から観察・分析・記述する．

発症前に S さんが行なっていた陶芸教室を再開できるかの試行として始められた教室での様子を，著者らは継続的に録画・録音してきた．

失語症臨床に於ける検査場面や訓練場面では，以下のような特徴があると想定される．

・これらの場面での基本的な方向づけは“言語能力”を検査すること・訓練することであり，コミュニケーションすることへは必ずしも方向づけられていない．
・失語がある人（以下「当人」と表記）が主として用いることが期待されているモダリティーは言語に限定されており，当人も検査者・訓練者も言語モダリティーに注目するように方向づけられている．
・検査場面では事前に用意された正解が，訓練場面では設定された目標がある．
・参与者のアイデンティティーは，当検査される人・訓練を受ける人ー検査する人，訓練をする人であり，前者は基本的に独力で発話することが規範とされている．
・行われる行為は限定された行為（例えば検査場面では「反応」）である．
・以上のような特徴の故もあって，用いられる資源は限られている」．

これらの特徴を想定するのは，本稿の目的を分かりやすく説明するためである．失語症臨床に於ける検査場面や訓練場面についても本稿と同様の EMCA の立場からの研究を行なう必要があり，それを計画している．しかし，本稿と同様に EMCA の立場からの研究は，これらの特徴をモデルや仮説として検証しようとするものではない．そうではなくて，特徴の記述は，観察・分析の結果である．

一方，実際の生活場面では以下のような特徴が観察された．

・この場面での基本的な方向づけは陶芸を行なうという実践であり，そのためのコミュニケーションへと方向づけられている．
・当人とその他の参与者が用いるモダリティーは言語に限定されておらず，表情，身振りなども自由に用いられ，当人もその他の参与者も様々なモダリティーに注目するように方向づけられている．
・解決すべき課題（作業プランの作成，作業手順の

説明，作業の方法の説明など）は，具体的であり，その場その場で作られる．

・参与者のアイデンティティーは教師ー生徒であり，様々な行為，洞察，理解，そして実際の様々なふるまいが，利用可能なすべての資源を用いて，協働で作られる．

本稿および本稿と連続する研究では，Sさんによるオノマトペーや身振りによる説明，また実際に手を出してやってみせること，生徒からの質問に対する答えをSさん以外の参与者がSさんと協働的に作り上げていくこと（あるいは，答えに辿り着けずに「諦める」こと）などが，具体的にどのように達成されていくのかを，録画・録音データと詳細なトランスクリプトを用いて，ことばとことば以外のモダリティーの表現形式，その形式が行なっている行為，その行為が解決している相互行為上の課題は何かを分析することによって示していく．

2. 分析

今回注目する現象（形式）は次の4つである：

1) 身振りを伴ったあるいは伴わない副詞の単独の使用
2)「う：：ん」などによる反応の遅延を伴ったあるいは伴わない，一種の定型表現「まあね」の使用
3) 連鎖を閉じる笑い
4) 理解を適切な位置で示すこと

2.1 副詞（＋身振り）

断片1 陶芸作品が焼くと小さくなるという説明

01 佐藤：**まあこのまま，《作品を指さす》**
02 **《親指と人差し指を向かい合わせる》**
⇒03 **：さらに．《親指と人差し指を近づける》**
→04 坂上：**さらにちっちゃくなる**
05 佐藤：**うん**

01行目で佐藤は「さらに」という副詞のみを産出している．この発話の前に作品の大きさを示すことが明確な身振り「《親指と人差し指を向かい合わせる》」を行なっている．「さらに」の音調はターンが終わることを示す音調である．「《親指と人差し指を近づける》」の身振りは「さらに」と同時である．動詞（「小さくなる」）の意味は身振りで示すことが可能である．狭い意味での失語（自体）の問題のひとつが構文であるとすれば，ここではそれを補っていると言える．受け手は「さらに」を繰り返すことで，「適切に聞いていたこと」を示し，加えて，身振りで示された動詞の意味を言語化し確認する．05行目で坂上の理解が正しいことを佐藤が承認している．

断片2 作品を削ったので軽くなってきた．まだ削るのか，という質問と答え．

→01 坂上：**ちょっと軽くなってきたでしょう？**
⇒02 佐藤：**もっともっと**
→03 坂上：**もっともっ(ha)と(ha)ha ま まずここ？**
04 佐藤：**うんうんうん [そう**
05 坂上： **[まず どうしよう ここ**
06 **ちょっと あ： さきにこっち？さきに**
07 **こっちを 今ね さきにこっちを**
08 **いま： 落としたんです．**
09 佐藤：**うん はいはい**
10 坂上：**うん：**
11 **：(1.0)**
⇒12 佐藤：**まだまだ**
→13 坂上：**まだまだ もっともっとね**
14 **はい りょうかいです．**
15 **：(.)**
16 佐藤：**HE**

01行目は「もうこれ以上削らなくてよいか」という許可の求めである．02行目は「まだ削り続けなさい」であり，許可の求めの却下であり削り続けることの指示である．03行目の「もっともっと」は02行目の「却下」と「指示」の理解を示している．05行目から07行目で坂上は今まで行なった作業の説明をすることで，次にどこを削るべきかを佐藤に聞いているように見える．11行目の前で佐藤は坂上の作品を手にして見て，置きながら「まだまだ」と言う．これは「どこではなくまだまだすべて削れ」という指示と聞くことができる．これに対して，坂上は「まだまだ」を繰り返すのみでなく「もっともっと」も繰り返すことで佐藤の指示を理解したことをより明瞭に示している．

この断片が断片1と異なる点は，身振りが伴わないことと，受け手が構文化しないことであるが，参与者間で間主観的理解が達成されていることは2つの断片ともに同じである．

2.2 （反応の遅延「う：：ん」）＋まあね

断片 3　作品に色を今日付けるのか，という質問と答え.

（トランスクリプト中の nd は,その直前の発話と共起している頷きを示す．以降の断片でも同様．nd は 1 回の頷き. nd2 など nd の後に数字がある場合は頷きの回数を示す.）

→01　増田：あれ？　せん−　これ今日磨いた−
→02　　いろ−　いろ？＝
⇒03　佐藤：＝[うん nd
**　04　増田：＝[つけるの**
⇒05　佐藤：はいはい

これは反応が遅延していない例である．断片 4，5 と比較していただきたい.

増田の 01，02 行目の質問に対して 03 行目で即座に反応している．2.4 で述べる「理解を適切な位置で示すこと」の例でもある．佐藤は 02 行目で増田が「いろ（色）」と言った時点で，増田の発話が「先生，今日，自分（増田）は作品を磨いた後で色を付けるのか」という質問であると理解して, 03 行目で頷きながら「うん」と言っている．これが 04 行目の増田の「つけるの」と重複したために，04 行目で明確に「はいはい」と返事をやり直している．01 行目の増田の発話はかなり「崩れた」発話である. それでも佐藤は，理解が可能な最も早い位置という意味に於いて適切な位置で反応している.

以下，断片 4 と 5 では反応の遅延の後に一種の定型表現である「まあね」が続く事例を見る.

断片 4　作品の高台（糸底）の広さについての質問と答え.

→01　坂上：広い方がいい
⇒02　　：(1.0)
⇒03　佐藤：う：：ん　まあね nd2

01 行目で坂上は，自分が削っている高台（糸底）の広さ（直径のことと思われる）について質問している．したがって 02 行目の（1.0）の間は坂上に質問を宛てられた佐藤の沈黙である. この沈黙とこれに続く「う：：ん」により反応は遅延されている. 優先組織の観点からは 03 行目の TCU は非優先的な特徴を示している．その故にこの位置の「まあね」は，01 行目の質問に対する端的な（あるいは完全な）肯定には聞こえない．音調的にも何らかの「躊躇」に類するものに聞こえる．とは言え，明確な否定にも聞こえない. 結局，肯定でも否定でもない，どちらでもない応答として聞ける. むしろ，質問に答えることを回避していると聞くことができる. 高台の適切な広さについての説明をことばによって行なうことが困難なために，説明をすることを回避するやり方である可能性がある.

重要なことは，まったく答えなかったり，「分からない」と言ったりするのではなく，答えていながら非優先的な組み立てをすることで，「はい／いいえのどちらでもない応答」として聞こえるようにしていること，そして，それには端的に「はい／いいえ」で答えられない何らかの理由ないしは困難が存在することを示していることである. ちなみに，トランスクリプトにはないが，このあと，受け手である坂上は，1 秒以上の沈黙のあと別の質問を始めている.

次の断片 5 では，困難さの内容が若干異なっている.

断片 5　ろくろから完成した作品をどうやって切り離して移動させるか.

→01　高崎：かたてでどうやってやんですか
⇒02　佐藤：う：：：んまあね nd（.）こう　こう

01 行目はやり方を問うている．形式的にも「どう」のある，所謂「疑問詞疑問文」である．したがってここでは，そもそも「はい／いいえ」のうちの非優先的な応答故の遅延ではなく，「やり方をことばでうまく説明できないこと」を遅延と「まあね」で示していると聞くことができる（ただし，ことばでうまく説明できないのは，失語症の故なのか，それとも，そもそも微妙なやり方をことばで説明するのが難しいのかは，現段階では分からない）．尚，「こうこう」の部分では「手つき」を実演している.

この 2 つの事例では，「まあね」の持つ「応答の曖昧さ」が何らかの「困難」を伴っていること，その困難さの内容は「ことばによって詳しく説明すること」であることを示していたが，次の断片 6 では，むしろこの表現形式の「曖昧さ」そのものが焦点化されている．連鎖の構造もやや複雑である.

断片 6　作品を紙やすりでこすっているが細かい箇所に指が入らない.

→01　増田：**ここのところってさあ**
　02　佐藤：**うん**
　03　　：**(2.0)**
→04　増田：**こうやって（.）磨くしかないの**
⇒05　佐藤：**う：：：ん**
　06　　：**(.)**
　07　増田：**haha[ha**《振り返って佐藤の顔を見る》
　08　佐藤：　**[うん**
　09　増田：**ね[え**
⇒10　佐藤：　**[まあね：**
　11　　：**(2.0)**
　12　増田：**指が太いから入っていかない**
　13　佐藤：**hahahaha**

01，04 行目は断片 4 と同じ「はい／いいえ」の応答を求める質問であるが，質問の形式は一種の否定疑問であるが，「他の選択肢（別の方法での磨き方）を示せ／示してほしい」という要求／要望と聞くことができる．05 行目の「う：：：ん」は断片 4 と同様に明らかな応答の遅延のように聞こえるが，07 行目の増田の笑いは，この「う：：：ん」を，（否定疑問に対する非優先的な応答，すなわち肯定の答えのための遅延とは聞かずに,）自らの要求／要望に応えられないことの表明であると聞き，その表明を受け入れたことを表すための笑いと聞くことができる．この笑いは 05 行目の表明，即ち，自らの要求／要望の拒否を，「笑うべきこと＝仕方ないこと」として取り扱うことを表明している．この表明に対する佐藤の応答（08 行目）が，若干早くかつ弱かったために，09 行目で増田は自らの笑いを言語化し「拒否の受け入れ」を表明するが，これに対する佐藤の応答が「まあね：」である．ここで増田が行なうべきことは，自らの要求／要望に対する佐藤の拒否が正当なものであることを明確にすることである．にもかかわらず，10 行目で「まあね：」という「曖昧な」表現を選択したために，12 行目では，増田はここでのやりとりが笑うべきものであることを明確な言語表現として表すのである．それは一種の自己卑下をともなった冗談であり，これを笑いことができるのはまさに佐藤である．佐藤は 13 行目で大きく笑うことで冗談を理解したことを示し，同時に，05 行目の自らの拒否を増田が「仕方ないこと」として受け入れたことへの理解も示す．さらにこの笑いは 2.3 で述べる「連鎖を閉じる笑い」の例でもある．

2.3　連鎖を閉じる笑い

断片 2（再掲）　作品を削ったので軽くなってきた．まだ削るのか，という質問と答え．

→01　坂上：**ちょっと軽くなってきたでしょう？**
⇒02　佐藤：**もっともっと**
→03　坂上：**もっともっ(ha)と(ha)ha ま　まずここ？**
　04　佐藤：**うんうんうん　[そう**
　05　坂上：　　**[まず　どうしよう　ここ**
　06　　**ちょっと　あ：　さきにこっち？さきに**
　07　　**こっちを　今ね　さきにこっちを**
　08　　**いま：　落としたんです.**
　09　佐藤：**うん　はいはい**
　10　坂上：**うん：**
　11　　：**(1.0)**
⇒12　佐藤：**まだまだ**
→13　坂上：**まだまだ　もっともっとね**
　14　　**はい　りょうかいです.**
　15　　：**(.)**
　16　佐藤：**HE**

16 行目を佐藤は坂上のそばを離れて（顔も坂上の方ではない向きを向いている）歩き出しながら発している．身体的な志向性は坂上になくてもこの笑いは坂上に向けられているように見える．12 行目の佐藤の「指示」を 13，14 行目で坂上は「了解」し（まさに「了解です」と発話している），連鎖を閉じている．ではこのいったん閉じられた連鎖のあとの笑いは何か．直観的にはある種の後方拡張として聞くことができる．笑いの対象は，断片 2 全体で交わされた内容，すなわち，「（大分がんばったが）まだ削らなければならない」という事柄である．そのことを笑うべきこととしているのである．なぜか．削り続けることはある種の困難さを伴う．その困難なことを指示した佐藤は，坂上の「はいりょうかいです」という若干可笑しな表現に対しての笑いとも理解できる位置で笑ことによって，「その困難さは笑うべきことである，すなわち，重大なことではない」と自分の指示の正当性を主張すると同時に，坂上に対してある種の共感を示していると聞くことができ

る．そして，発話連鎖と活動の連鎖を閉じている．

尚，発話ではなく笑いが用いられていることについては，少なくとも以下の 3 つの可能性が考えられる．ひとつ目は，失語があるが故にこのような方法を用いて代替し，（良い意味で）やり過ごすことができているという可能性であり，ふたつ目は，失語でなくても用いることができる（汎用的な）方法のうち，失語があってのも用いることができる方法を，適切な位置やタイミングで（ある意味で，失語がない人と同様に）利用できている可能性であり，みっつ目は，ふたつ目との区別が難しいが，この笑いは失語の有無とはそもそも関係がないという可能性である．断片 6 の笑いについては，みっつ目の感触がより強い．いずれにせよ限段階ではこれらの可能性を絞り込む根拠は未だ少ない．ここではこれらの笑いが現にこのような働きをしていることを記述した．

2.4 理解を適切な位置で示すこと

断片 7 作品のプラン作り

01 坂上：**ゆ：のみ茶碗じゃなくっ[て： nd**
((この発話の初めで作品を右手で持ち上げる))
02 佐藤： **[うん nd**
03 坂上：**大きい（.）[てつき＝[手がないカップ**
《「カップ」で左手を握り拳にして 1 回振る，頷き 1 回》
04 佐藤： **[うん nd [うんうんうん nd3**
05 （.）
⇒06 佐藤：**あああ：＝nd4**
07 坂上：**＝もあり？nd**
08 佐藤：**はい. 《大 nd》**
09 坂上：**そうだとするとすこし：ここが[：**
《この発話の初めで作品を右手から左手に持ち替え，「すこし」で，右手を作品の底に当てて，その後小さな叩くような動作を続ける》
10 佐藤： **[うん nd**
11 坂上：**広い方が[：nd**
⇒12 佐藤： **[う：んうん[うん《大 nd》nd**
13 坂上： **[安定がいいですよ**
14 **ね？**
15 佐藤：**う：ん nd そう（だ）ね**
16 坂上：**なぜかっていうとまえに：**
17 **：(1.0)**
⇒18 佐藤：**あああああああああ nd4**
19 坂上：**なんかね：花器作るとき不安定だった**

01 行目から 07 行目までで坂上は自分の作品を湯飲み茶わんから取っ手のないカップに変更してもよいかと聞いている．03 行目までではカップの説明だが，坂上の行なおうとしている行為は許可を取ることであり，それは 07 行目で完結する．06 行目で佐藤はカップの説明を理解したことを表明している．12 行目では 13 行目で坂上が述べている内容を適切に「先取り」して，理解を示している．15 行目で坂上は 13 行目までの内容の理由を説明し始めるが，16 行目の 1.0 秒の間で佐藤は視線を中空に置き，「何かを思い出そうといている」ことをしているように見える．その直後の 17 行目で，佐藤は 4 回の頷きを伴う非常に強い調子の発話を行なう．これは，坂上と佐藤が共有してる（はずの）過去の経験を「思い出し」そして「（理由と問題点を）理解した」ことを明確に示している．

3. おわりに

本稿では，1）身振りを伴ったあるいは伴わない副詞の単独の使用，2)「う：：ん」などによる反応の遅延を伴ったあるいは伴わない，一種の定型表現「まあね」の使用，3) 連鎖を閉じる笑い，4) 理解を適切な位置で示すこと，という 4 つの現象に焦点化して観察・分析・記述を行なった．これらの現象はすべて，参与者たちによる協働によって行なわれ，そのことによって間主観的理解が達成されている．重要なことは，そのような間主観的理解の達成がそれぞれの事例に於いてローカルに（局所的に）観察可能なデータとして見出すことができることであり，これは EMCA が認知科学と接する地点の一つである考えられる．

付記 1）本稿は第 43 回日本コミュニケーション障害学会学術講演会での発表の内容をより精緻化したものです．2）S さんと陶芸教室の参加者のみなさまに感謝しています．3）データを幾度も見ていただき貴重なご意見をいただいているビデオデータセッション@成城大学（主催：南保輔（成城大学），運営：秋谷直矩（山口大学））参加者のみなさまに感謝しています．

猿田彦の舞における拍子方の相互行為分析：野沢温泉湯澤神社例祭の事例から

Analysis of Performers' Interactions in Sarutahiko's Dance: Examples from Nozawa Onsen Yuzawajinja-Reisai

寺岡 丈博 †，伝 康晴 ‡，榎本 美香 †
Takehiro Teraoka, Yasuharu Den, Mika Enomoto
† 東京工科大学メディア学部，‡ 千葉大学大学院人文科学研究院
† School of Media Science, Tokyo University of Technology
‡ Graduate School of Humanities, Chiba University
†{teraokatkhr, menomoto}@stf.teu.ac.jp, ‡ den@chiba-u.jp

Abstract

In this study, we investigated performers' interactions in Sarutahiko's dance, which is one of the Kagura dances performed at the Nozawa Onsen Yuzawajinja-Reisai. During a session, the actor of Sarutahiko performs four kinds of dances, the other actors assist his dance, and the instrument players play *hayashi* (festival music) on Japanese flutes and a drum. The *hayashi* contains a particular phrase called *Kaeshi*, in which the players adjust their musical performances with each other at the beginning and the actor adjusts his dance with the music at the end. We analyzed the tempo of *Kaeshi*, and the other musical parts, and the timing of dances in 19 sessions. We also analyzed dance performances and assistance between two actors. As a result, we found i) that the players' improvisational adjustment was accomplished by sharing the beats during the last long tone just before *Kaeshi*, ii) that the actor's adjustment with players was loosely achieved depending on situations, and iii) that the actors' interaction accomplished by their cognitive predictions was related to open-communication.

Keywords — interaction, kagura, dance and instrumental performance, open-communication

1. はじめに

我々人間は日常の中で，他者と行動のタイミングを合わせるような相互行為の機会が頻繁にある．一般的な会話を例として挙げると，話し手の発話のタイミングに合わせて聞き手は頷きや視線で応答し，その発話が終わるタイミングで話し始める．また，視線や仕草に加えて「話したい」「聞きたい」などの態度が解釈されることで発話の順番交替が選択され，このような参与者間の相互行為が会話の場を成立させている [2, 6, 8]．会話のような言語を主とする活動だけでなく，身体的行為や動作を参与者間で協調させる共同活動は他にも様々ある．Clark[1] はワルツを踊ったり，カヌーを漕いだり，ピアノ二重奏を演奏したり，恋したりする二人を挙げている．伝統芸能においてもこのような共同活動は見られる．日本では，神楽・田楽・能・歌舞伎における舞と拍子の協奏が該当する．このような共有活動を成り立たせるためには，体得した舞や拍子の型を表出させるだけでなく，他の参与者が発する非言語情報を認知し，自己の身体動作を協調させる必要がある．本研究では，野沢温泉村で受け継がれてきた湯澤神社例祭の神楽を対象に，このような参与者間の相互行為に焦点を当てる．

湯澤神社例祭 [3] は，重要無形民俗文化財に指定されている道祖神祭りと同時期の江戸時代中期から後期の間が由来とされており，毎年 9 月 8 日に宵祭（燈籠祭り）が，翌 9 日に本祭が行われる．宵祭では，お練りで神楽を含む燈籠行列が行われ，本祭では神楽と神輿巡礼が行われる．これらの祭礼は，昔から村人にとって信仰的行事はもちろんのこと大きな娯楽の機会にもなっていた [5]．現在，総元締めと執行は，野沢組惣代と三夜講（42 歳厄年が中心となった 3 学年から成る男性組織）がそれぞれ担っており，野沢温泉村の共同体にとって道祖神祭りと同様に最も大切な行事の一つである．

本研究では，燈籠祭りと本祭の両方で行われる神楽，猿田彦の舞について分析を行う．猿田彦の舞は，宵祭では燈籠行列の道中で 4 回，本祭では湯澤神社で 1 回の計 5 回行われる．1 回の舞につき，猿田彦命が 4 種類の舞（手剣舞，剣舞，刀舞，松明舞）を行い，最

図 1　猿田彦の舞（注連縄の手前が舞方，奥が囃子方）

後に松明で注連縄に火を点けて刀で切る（シメキリ）．舞を実施する拍子方は，村に住む二十代から三十代までの若者であり，猿田彦命を舞う舞方が 4 名，笛と太鼓で囃子を奏でる囃子方が 7 名（笛 4 名，太鼓 3 名）の計 11 名から構成される（図 1）．拍子方を次代に引き継いだ場合は，舞楽保存会後見人として後進の指導に当たる．このような仕組みで「わざ」が世代を超えて脈絡と受け継がれてきているため，舞の型や囃子の旋律・拍子はいずれも決まっている．しかし，舞方の状況（「刀が腰に差さらない」,「松明の火が消える」など）や拍子の速さによって時間的には毎回異なっている．それにも関わらず，囃子と舞がずれて終わることが一切ないことを踏まえると，参与者間の相互行為により何かしらの調整が行われていると考えられる．

先行研究では，囃子間（笛と太鼓の奏者間）と舞方囃子方間（猿田彦命と太鼓の奏者間）における相互行為による調整を明らかにした [7]．一方で，分析データが限定的だったため状況に依存した緩やかなものとしていた．そこで本研究では，分析データを増やし，囃子方間と舞方囃子方間に加えて舞方間の相互行為についても分析を行い，動的に変化するテンポや状況の下でどのように対処されているのかを明らかにする．

2.　猿田彦の舞の拍子方

2.1　舞方

舞方は 4 人で構成されており，燈籠行列で 4 箇所ある要所（十王堂前，大灯籠下，大湯前，湯澤神社鳥居下）に対して，猿田彦命として舞う場所がそれぞれ 1 人ずつ決まっている．本祭では，猿田彦の舞は湯澤神社鳥居下の 1 箇所でのみ行われるため，この場所の舞方は宵祭と本祭の両方で舞うことになる．猿田彦命を演じる際，舞方は頭にニワトリが乗った兜を被り，天狗の面を付けて，白装束の上に赤い陣羽織を着て舞を行う．最初は手剣で舞い（手剣舞），次に剣を持ち（剣舞），続いて刀に持ち替え（刀舞），そして左手に火のついた松明を持ち，振り回しながら注連縄の前まで進む（松明舞）．最後に，松明で注連縄の御幣を燃やした後に刀で断ち切って（シメキリ），舞を終える [3]．なお，猿田彦命以外の舞方 3 人は，団扇を持つ尻尾持，剣と刀を持つ道具持，松明を持つ松明持という異なる役割をそれぞれ担い，舞の箇所ごとに順次役割を交代する．

2.2　囃子方

囃子方は，笛が 4 人，太鼓が 3 人の計 7 人で構成されている．囃子を奏でる際，笛は前後二列で 4 人が同時に吹き，前列左に位置する奏者が指揮者の役割を兼ねており，囃子の次の旋律や伸ばした音を切る際に合図を出す．一方，太鼓は 3 人のうちの 1 人が叩き，2 回の「返し」ごとに打ち手が順に入れ替わる．返しとは，同じ囃子を繰り返す際に区切りとして奏でられるフレーズを指す．ただし，返しの直後に太鼓を叩きながら打ち手が入れ替わるため，囃子が中断することはない．また，打ち手が笛の奏者とお互い視線を合わせて奏でることはなく [1]，舞方の猿田彦命を見るのもシメキリの際のみである．このシメキリの際に猿田彦命を見るのは，猿田彦命が刀で注連縄を切ったと同時に囃子を止めることを目的としている．

3.　映像資料

表 1 は，2013 年から 2016 年までの宵祭（9 月 8 日）と本祭（9 月 9 日）の収録データから，猿田彦の舞の部分を抜粋した映像資料の詳細（日付，開始・終了時間，場所）である．猿田彦の舞は，猿田彦命が静止している中で囃子が奏でられるところから始まり，シメキリで終わる．囃子はシメキリの終わりまで延々と繰り返されるが，最初に奏でられる時と繰り返される時には，その前に必ず返しが入る．この返しの旋律と拍子は囃子とは全く異なり，囃子間を区切る役割となっている．回によって，囃子が繰り返される数が異なるためシメキリの際の囃子を「囃子 (終)」とすると，舞と囃子の構成は図 2 のように表すことができる．表 1 における開始時間から終了時間は，返し 0 が始まる時間からシメキリが終わるまでの時間を指し，この区間を舞の範囲とする．

先行研究 [7] では，2013 年と 2014 年は十王堂前のみ，2015 年は全ての場所（十王堂前，大灯籠下，大湯

[1] 打ち手によっては笛の指揮者を見ることがあるが，笛が太鼓を見ることはない．

表 1　映像資料の詳細

日時		場所
2013/09/08	20:28:53 - 20:48:32	十王堂前
	21:11:39 - 21:31:34	大灯籠下
	23:20:16 - 23:39:44	湯澤神社鳥居下
2013/09/09	13:24:07 - 13:41:46	湯澤神社鳥居下
2014/09/08	21:13:57 - 21:33:38	十王堂前
	21:09:27 - 21:27:28	大灯籠下
	21:56:43 - 22:16:22	大湯前
	23:02:35 - 23:21:40	湯澤神社鳥居下
2014/09/09	13:23:12 - 13:42:30	湯澤神社鳥居下
2015/09/08	19:59:21 - 20:17:22	十王堂前
	20:44:05 - 21:01:40	大灯籠下
	21:28:08 - 21:46:05	大湯前
	22:20:48 - 22:39:38	湯澤神社鳥居下
2015/09/09	13:29:23 - 13:44:50	湯澤神社鳥居下
2016/09/08	19:56:24 - 20:15:26	十王堂前
	20:45:41 - 21:03:44	大灯籠下
	21:35:13 - 21:54:30	大湯前
	22:40:48 - 22:59:27	湯澤神社鳥居下
2016/09/09	13:29:52 - 13:47:20	湯澤神社鳥居下

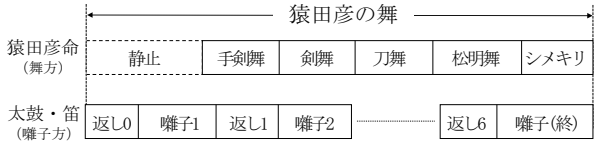


図 2　舞と囃子の構成

前，湯澤神社鳥居下）の計 7 回分を用いていた．それに対して，本研究はデータを拡充させ，4 年間の計 19 回分のデータ [2] を対象とした．各映像は同一場面を異なるアングルから複数のデジタルビデオカメラで撮影しており，手動で同期した映像と音声を注釈作成ソフト ELAN に取り込んで分析を行う．

4.　分析 1：囃子方間の相互行為

囃子の旋律と拍子は，全て同じにも関わらず，1 回の舞にかかる時間（開始時間〜終了時間）は毎回異なる．分析 1 では，先行研究で扱った 2015 年のデータに加えて 2013 年から 2016 年までのデータに対し，囃子と返しのテンポ変化に基づいた囃子方間の相互行為について分析を行う．

4.1　方法

図 2 の区間における太鼓の打音から，打ち手が太鼓を叩いたタイミングをアノテーションし，返し 0 から返し 6 までと囃子 1 から囃子 (終) までの各打数を求める．次に，返しと囃子の各区間における打間の平均時間を求め，1 分間あたりの拍数を計算することでテンポを bpm（beats per minute）で求めた．

[2] 2013 年は大湯前のみ収録データなし．

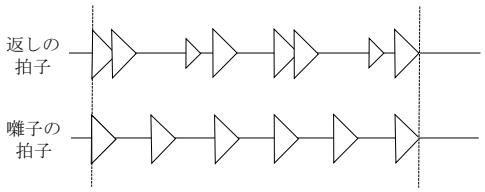


図 3　返しと囃子における拍子の関係

一定の間隔で拍子を打つ囃子に対して，返しは大小 8 つの拍子から構成されており，間隔も一定ではない．しかし，返し 6 以降で猿田彦命が松明舞を舞っている場合，囃子の旋律が終わると「返しなし」となり，囃子が繰り返される．この返しなしの区間では，笛の旋律は返しと同じ旋律なのに対して，太鼓の拍子は囃子と同様に一定の間隔で 6 つ刻まれる．すなわち，図 3 のように返しの区間は囃子の 6 拍分に相当する．なお，拍子の鳴り終わりを正確に計測することは困難なため，ここでは 8 打目が鳴る直前までの時間を 5 拍分として返しのテンポを計算した．また，囃子と返しのテンポを求める際，返しなしの区間は旋律と拍子の組み合わせが他の囃子と返しと異なるため除外した．

4.2　結果

表 2 と表 3 は，2013 年から 2016 年までの各場所で行われた猿田彦の舞の囃子と返し区間のテンポを示している．まず囃子に着目すると，2013 年の囃子 1 は順に 122.5bpm，115.0bpm，119.4bpm，120.6bpm であるのに対して，囃子 (終) に該当する囃子 8 は 124.1bpm，123.2bpm，117.2bpm，115.2bpm となっており，テンポがどれも速くなっていた．2014 年と 2015 年も全て場所において同様に囃子 (終) が囃子 1 よりも速くなっていたが，2016 年は総じて囃子 (終) と囃子 1 ではテンポにほとんど変化が見られなかった．

一方，返しに関しては，2013 年は返し 0 に比べて返し 6 のテンポが大灯籠下以外は遅くなっていた．2014 年〜2016 年も全ての場所で返し 6 のテンポが遅くなっており，特に 2016 年は他の年よりも差が顕著で返し 0 に比べて約 10bpm もテンポが遅くなっていた．

また，返しにおける笛と太鼓の出だしについて，2013 年〜2016 年の 4 年分において全ての返しを調べたところ，全 132 箇所中 2015 年の鳥居下夜の返し 4 を除いて，131 箇所で一致していた．返しに入る直前は，旋律を奏でる笛が音を長く伸ばしており，笛と太鼓の出だしが一致しなかった 1 箇所以外は，伸ばし始めて 8 拍後に返しに入っていたことを確認した．

表 2　猿田彦の舞（2013 年と 2014 年）の囃子と返し区間におけるテンポ (bpm)

	2013					2014				
	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼
囃子 1	122.5	115.0	–	119.4	120.6	123.9	121.1	120.9	118.5	121.4
囃子 2	123.5	123.2	–	121.7	120.6	123.9	122.0	121.6	119.6	122.0
囃子 3	122.9	122.4	–	123.0	124.2	120.8	122.3	121.8	119.1	121.3
囃子 4	121.9	122.0	–	122.1	122.6	120.7	121.9	121.5	117.8	121.6
囃子 5	121.8	122.5	–	122.2	121.8	120.9	123.6	123.4	120.8	123.3
囃子 6	121.0	123.9	–	121.2	121.9	121.0	124.3	124.0	122.3	123.3
囃子 7	123.7	123.6	–	122.8	123.3	126.0	124.4	124.8	120.9	126.9
囃子 8	124.1	123.2	–	124.4	123.2	128.4	126.3	–	–	–
返し 0	121.3	115.8	–	123.0	120.5	121.9	120.0	117.6	118.3	119.0
返し 1	121.3	121.5	–	115.8	116.6	115.4	118.6	114.5	110.1	115.0
返し 2	119.8	122.4	–	117.6	117.6	114.5	117.6	114.9	111.5	114.1
返し 3	118.7	119.0	–	119.5	121.0	115.3	112.4	113.2	112.5	119.0
返し 4	118.0	116.7	–	117.2	117.6	114.4	111.9	112.8	110.0	114.5
返し 5	114.2	98.0	–	117.6	113.8	110.3	117.2	115.8	115.6	111.3
返し 6	114.0	118.1	–	117.2	115.2	112.4	–	112.4	115.0	113.6

表 3　猿田彦の舞（2015 年と 2016 年）の囃子と返し区間におけるテンポ (bpm)

	2015					2016				
	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼
囃子 1	118.8	120.8	119.2	118.7	114.8	113.9	117.8	118.4	114.3	115.0
囃子 2	120.0	121.3	117.6	119.1	111.5	112.6	116.7	118.4	113.3	115.2
囃子 3	122.2	123.8	121.5	121.6	114.4	116.0	115.6	118.0	117.4	118.5
囃子 4	121.4	123.4	121.4	120.4	114.6	116.2	115.1	115.2	117.1	119.2
囃子 5	121.3	124.8	120.5	123.1	120.2	115.6	119.8	115.3	116.1	118.0
囃子 6	121.9	123.4	122.7	122.1	120.0	113.0	118.7	113.5	113.2	116.4
囃子 7	123.2	123.2	124.8	121.2	121.7	112.9	117.5	118.0	113.7	115.9
囃子 8	–	125.3	–	124.0	122.6	114.0	116.9	118.5	112.9	–
返し 0	115.3	120.0	115.1	121.4	120.8	113.8	115.4	114.9	117.6	114.5
返し 1	121.8	113.5	116.5	108.7	112.4	106.5	107.7	104.2	105.9	104.2
返し 2	123.8	111.2	120.6	110.3	109.2	104.3	107.3	105.5	105.5	107.9
返し 3	112.7	119.7	114.1	115.9	110.3	107.1	101.0	104.9	107.8	110.0
返し 4	113.7	120.4	110.2	122.8	107.3	105.4	103.4	106.2	110.3	109.0
返し 5	110.5	116.7	115.7	116.3	116.3	102.2	105.5	112.7	104.3	104.3
返し 6	111.4	114.3	113.0	115.7	114.7	102.2	104.7	103.8	106.6	104.7

4.3　考察

2013 年から 2015 年までの 3 年間は，舞の序盤（返し 0・囃子 1）と比べて終盤（返し 6・囃子 (終)）では，囃子はテンポが速くなっていたのに対して，返しはテンポが遅くなっていた．2.2 節で説明したように，太鼓の打ち手は，最初の返し（返し 0）を叩いた後に別の打ち手と交替する．その後は 2 回の返しを叩く毎に打ち手が入れ替わるため，図 2 の返しと囃子の順番を踏まえると，3 人の打ち手は「返し 0・囃子 5〜返し 6」と「囃子 1〜返し 2・囃子 7〜」と「囃子 3〜返し 4」をそれぞれ担当していたことになる．つまり，返し 0 と返し 6，囃子 1 と囃子 (終) は，それぞれ同じ打ち手が叩いていたといえる．舞の序盤は太鼓の音は小さいが，終盤では大きな音で叩かれているため，テンポが速くなってしまうきらいがあり，囃子のテンポが変化した主な理由として挙げられる．また，打ち手は音の強弱に関わらず，猿田彦命のペースを乱さないように拍子を一定の間隔で刻む必要がある．囃子のテンポが終盤で速いと感じた場合は，急にテンポを戻すのではなく異なる拍子に切り替わった際すなわち返しでテンポを調整する可能性がある．そのため，舞の終盤では速くなった囃子に対して，返しのテンポをより遅くし，結果的に序盤と比べて返しと囃子のテンポの相対的な差が大きくなったと考えられる．

一方で，2016 年の 5 回分は序盤と終盤のテンポの関係は，囃子はほとんど変化していないのに対して返しは終盤に大幅に遅くなっていた．一見，2013 年〜2015 年の傾向と異なっているように見える．2016 年は囃子の変化量がほとんどない分，返しの変化量が大きいため，囃子と返しを合わせた相対的なテンポ変化の幅は同程度と考えられる．ゆえに，舞の序盤に比べて終盤の返しと囃子のテンポ変化の差が顕著になることが，通時的かつ共時的な特徴といえる．

このように変化するテンポの中で，返しの入りが笛と太鼓の囃子方間で一致するのは，相互作用が返しに入る前から働いているからである．図 4 で表すように，高い頻度で笛が音を伸ばしてから 8 拍後に返しに入っていたことを踏まえると，笛の奏者は音を伸ばしている間に太鼓の拍子を聞いてカウントしているとい

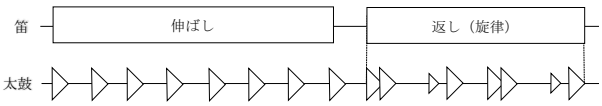


図 4　返しの入りにおける笛と太鼓の関係

える．さらに，囃子と返しのテンポが異なるため，太鼓の打ち手は返しに入った後に笛の旋律を聞いて拍子を打っている可能性が高い．以上より，返し直前から返し区間中における囃子方間の相互行為により，動的なテンポの変化に対応していると考えられる．

5.　分析 2：囃子方舞方間の相互行為

舞方の猿田彦命は，手剣舞・剣舞・刀舞の開始時に両手を合わせて拍手する所作を行うため，この所作を舞の区切りとみなすことができる．2015 年の 1 年分を中心に分析した先行研究 [7] では，手剣舞と刀舞の始まるタイミングが緩やかな調整の下で返しと一致するとしていた．ここでは 2013 年から 2016 年の 4 年分にデータを増やした上で分析を行う．

5.1　方法

猿田彦命について拍手の準備 (preparation) とストローク (stroke) をアノテーションし，太鼓の拍子との時間的関係を抽出する．準備は，猿田彦命が両手を腰（図 5 左）から正面まで動かして合掌する（図 5 右）までの動きを指す．この準備区間に，返しを構成する太鼓の 8 打のうち，何打目から何打目までが含まれるかを調べた．

5.2　結果

表 4 と表 5 は，手剣舞と刀舞における拍手の準備区間に返しの太鼓の何打目から何打目までが含まれるかをまとめたものである．2013 年の十王堂を除いた 18 箇所で，手剣舞の拍手の準備は全て返し 1 の間に行われ，いずれも打 8（返しの最後）で終わっていた．どれも返しが半分まで進んだ後に拍手の準備が始まり打 8 まで続く．すなわち，返しの打 5 あるいは打 6 から動き出して最後の拍子（打 8）と合掌のタイミングが一致していた．なお，2013 年の十王堂前は返しの終わりの拍子（打 8）と同時に拍手の準備が開始し，終了は返し後となっていた．

一方，刀舞では，拍手が返し 3 と一致しているのは 13 箇所で，それ以外の 6 箇所では囃子中に刀舞が始

図 5　猿田彦命の拍手（左が準備開始時，右が準備終了時）

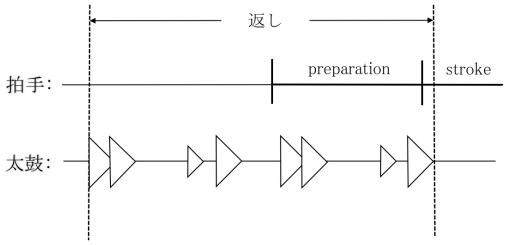


図 6　拍手と返しの拍子との関係

まっていた．また，拍手と返しが一致している 13 箇所のうち，2015 年十王堂を除いた 12 箇所は，手剣舞と同様に返しの打 8 に向けて拍手の準備が完了していた．残る 1 箇所（2015 年十王堂）は，打 4 で開始した拍手の準備を打 5 で終了しており，準備の所作が他と比べて急速なものであった．

以上より，手剣舞と刀舞の開始時に舞方の拍手は，原則として準備の開始を返しの中間に，準備の終了（合掌）を返しの末尾にそれぞれ一致させていることが分かった（図 6）．

5.3　考察

2013 年十王堂を除くと，2013 年から 2016 年のどの箇所においても手剣舞における拍手の準備終了点（合掌）は返し 1 の末尾（打 8）に合わせていた．この手剣舞の開始にあたる拍手は猿田彦命にとって舞を始める最初の所作（図 2）であり，舞の進行状況や場所の影響を受けてタイミングに差が生じることは考え難い．鳥居夜と鳥居昼の猿田彦命は同じ舞方が務め，他の箇所は全て舞方が異なることを踏まえると， 2013 年十王堂の猿田彦命は返し 1 の末尾に拍手の準備開始点を合わせていたと解釈するのが自然である．いずれにせよ，2013 年から 2014 年のどの猿田彦命も準備の

表 4　猿田彦の舞（2013 年と 2014 年）における拍手の準備区間と太鼓の関係

	2013					2014				
	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼
手剣舞	打 8-(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	–	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 4-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 4-打 8(返し 1)
刀舞	囃子 4	囃子 4	– –	打 5-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	打 4-打 8(返し 3)

表 5　猿田彦の舞（2015 年と 2016 年）における拍手の準備区間と太鼓の関係

	2015					2016				
	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼	十王堂	大灯籠	大湯	鳥居夜	鳥居昼
手剣舞	打 6-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 4-打 8(返し 1)	打 5-打 8(返し 1)	打 4-打 8(返し 1)
刀舞	打 4-打 5(返し 3)	囃子 4	打 5-打 8(返し 3)	囃子 4	打 5-打 8(返し 3)	打 4-打 8(返し 3)	打 2-打 8(返し 3)	打 5-打 8(返し 3)	囃子 4	囃子 4

開始点もしくは終了点を返し 1 の末尾に合わせていることから，囃子方によって返し 1 の末尾の拍子が奏でられる点に拍手の所作を舞方が合わせる相互行為が通時的かつ共時的な特徴といえる．

刀舞の拍手に関しては，2014 年以外はどの年も返し 3 後の囃子 4 で開始していたのが 2 箇所ずつ計 6 箇所あった．これらは，どれも刀舞を始める準備が，本来の一致点である返し 3 までに終わっていなかった．先行研究 [7] でも事例として挙げた「刀を腰に差す」動作の他に,「猿田彦命の兜の位置を他の舞方が直す」動作に時間がかかったことが，返し 3 に間に合わなかった要因になっていた．猿田彦命は面とともに側面の長い兜を被っており，舞の動作で兜の位置がずれることで視認性がより悪くなる．6 箇所のうち 3 箇所の場所は階段の上り下りを必要とする鳥居下だったことからも，場所という物理的な側面が影響したと考えられる．一方で，拍手の準備が返し 3 に間に合った 13 箇所では，手剣舞の時と同様に返しの末尾に準備終了点を合わせていた．このことから刀舞の拍手に関しては舞の進行状況に依存しており，返し 3 に間に合えば末尾に拍手の所作を合わせるくらいの緩やかなものといえる．

6.　分析 3：舞方間の相互行為

猿田彦命を舞う以外の舞方 3 人（尻尾持・道具持・松明持）のうち，尻尾持には手剣舞からシメキリまでの間に何度か猿田彦命に近づいてサポートする役割がある．例えば，松明舞の時は猿田彦命の後方に尻尾持が待機し，猿田彦命が振り回した松明から火の粉が飛散した際に団扇で扇いで火の粉を払う．ここでは，このような猿田彦命と尻尾持の間の相互行為について分析を行う．

6.1　方法

尻尾持は，手剣舞・剣舞・刀舞の間，他の舞方（道具持・松明持）と一緒に猿田彦命の後方（注連縄を前方とした場合）で団扇を持ちながらしゃがんで待機し，舞と舞の区切りの際には猿田彦命を団扇で扇ぐ．また，松明舞の時は猿田彦命の後方について移動し，松明の火の粉を団扇で扇ぐ．このような団扇を持つあるいは使う役割の他に，猿田彦命に剣や刀，松明を手渡す役割がある．そのため，舞の各区切りの部分と松明舞における尻尾持の動作をアノテーションし，猿田彦命が行う舞の所作との時間的関係を抽出し，両者の相互行為について微視的な分析を行う．

6.2　結果

分析の結果，両者の相互行為は猿田彦命が道具を受け取る時と松明を持って移動する時の 2 種類の場面で確認できた．図 7 と図 8 は，それぞれ前者と後者を表す事例である．以下では，これらの図とともにトランスクリプト [3] を用いて説明する．

【事例 1】(2014 年大湯)

```
01 T: #+(1.1)                    *(0.3)#+(0.4)
   s: P の前方に立っている---->*左手を差し出す----->
   p: -+S の方向を向く-------------->+立ち上がる-->
   図 #a                              #b
02 T:    #       #*(0.4)  +                    #
   s: ---------->*左手を出したまま待機する------->
   p: ------------------->+S の元へ移動する------>
   図    #c       #d                          #e
```

事例 1 は，猿田彦命が尻尾持から松明を受け取る場面である．猿田彦命は 01 行目で，右手で刀を持ち左

[3] 大文字の T の行には猿田彦命と尻尾持の動作開始における間隔時間が記述され,「(数字)」は秒数を示す．小文字の s，p の行にはそれぞれ猿田彦命 (S) と尻尾持 (P) の動作が記述され,「*」は猿田彦命の,「+」は尻尾持の動作の変化点,「->」は同一動作の継続を示す．なお,「#」は対応する図の位置を示す．

(a) (b) (c) (d) (e)

図 7　猿田彦命（左）が尻尾持（右）から松明を受け取る場面の動作（事例 1）

(a) (b) (c) (d)

図 8　猿田彦命（中央）の反転に伴い尻尾持（手前）が移動する場面の動作（事例 2）

手を腰に当てた状態で，正面（注連縄の方向）を向いて待機し，その後方で尻尾持が火のついた松明を受け取っている（図 7(a)）．そして，猿田彦命が左手を差し出そうと動き始めた 0.3 秒後に，尻尾持が身体を正面に向けながら立ち上がり始めている（図 7(b), (c)）．02 行目で左手を差し出し終わった時には，既に尻尾持はほとんど立ち上がっている（図 7(d)）．この立ち上がりの動作に続いて猿田彦命の元へ移動し，差し出された左手に松明を渡している（図 7(e)）．

【事例 2】(2016 年大湯)

```
01 T: #                +(1.1) #     *(0.1)
   s: 松明を掲げる----------------->*左に反転する->
   p: しゃがんでいる->+腰を浮かせる-------------->
   図 #a                    #b
02 T:   +(2.3) #      *(0.3) +       #
   s: ---------------->*前方の右足を上げる-------->
   p: ->+右に移動する-------->+S 後方で中腰になる->
   図          #c                    #d
```

事例 2 は，猿田彦命が右向きから左向きに身体を反転させ，前方（注連縄方向）に進む場面である．猿田彦命は 01 行目で，注連縄に向かって右側に身体を向けた状態で松明を左手で上に掲げて静止し，尻尾持はその右後方でしゃがんで松明の燃え具合と猿田彦命の所作を見ている（図 8(a)）．その後すぐに尻尾持は腰を浮かせ（図 8(b)），猿田彦命が松明を下に振り回すとともに身体を反転させる動作を追って，尻尾持は右方向（つまり猿田彦命の後方）に移動する（図 8(c)）．そして，身体を左側に向けた猿田彦命は松明を後方に掲げるとともに前方に位置する右足を高く上げ，尻尾持は中腰の姿勢で次の所作に備えている（図 8(d)）．

6.3　考察

事例 1 と事例 2 の分析を通して，2 種類に大別した舞方間の相互行為で共通している点は，猿田彦命の所作の遷移を他方の尻尾持が把握した上で動いていることである．事例 1 では，猿田彦命が左手を差し出す動作の開始 0.3 秒後に尻尾持が立ち上がる動作を始めている．猿田彦命は前方を向いて一切後方を見ておらず，尻尾持が松明を受け取ったことも確認していないことから，猿田彦命は周りの環境に依存せずに自分のペースで左手を差し出したといえる．一方，尻尾持は松明を受け取った後に前方に向くとともに静止することなく立ち上がろうとし，猿田彦命が左手を差し出す動作の終了時にはほとんど立ち上がっていた．このことから猿田彦命と尻尾持の動作がほぼ同時に始まっていたと捉えることができる．すなわち，尻尾持は猿田彦命の次の動作（左手を差し出す）のタイミングを把握した上で立ち上がっており，認知的予測に基づいた行為といえる．事例 2 においても，猿田彦命が左に反転し始める 1.1 秒前には，尻尾持がしゃがんでいた状態か

ら腰を浮かし始めていたことから，同様に認知的な予測に基づいていることを示している．

認知的予測に基づいている点で 2 種類の相互行為は共通しているが，その一方で両者の指向性は異なっている．事例 1 のタイプでは，猿田彦命は尻尾持から道具（松明）を受け取り，尻尾持は猿田彦に道具（松明）を手渡すことをそれぞれ目的としている．つまり，各々の行為（左手を差し出す・道具を持って立ち上がる）がもう一方の参与者に指向されている．しかし，事例 2 のタイプでは，行為の指向先が必ずしも互いではない．猿田彦命は身体の向きを注連縄方向に対して右側から左側（もしくは左側から右側）に反転させながら前方（注連縄の方向）に歩を進める．進行方向に向かって，左右の側面に身体の正面を向けることから，この行為は左右を取り囲む観客に指向されている．他方，尻尾持は猿田彦命が身体を反転するタイミングを予測して事前に腰を浮かせ，この反転動作直後に猿田彦命の後方に移動することから，もう一方の参与者に指向されている．さらに，尻尾持は猿田彦命が反転する方向と同じ向きで猿田彦命の後方に移動し，移動した直後は猿田彦命が向いている正面に対して真後ろ近くで中腰になる．これは，左右の観客に配慮していると捉えることができる．つまり尻尾持は行為によって指向先を他方の参与者あるいは観客に切り替えている．

以上から，舞方間の相互行為は認知的予測に基づいている点で共通している一方で，指向先が参与者間同士と観客で異なる面がある．このような身体的相互行為の指向性は，岡本ら [4] が提唱する漫才やラジオ番組におけるオープンコミュニケーションの性質に似ているともいえる．ゆえに，今後は猿田彦の舞の前後で行われる道中や舞方同士の練習など他の場面を対象に，オープンコミュニケーションとしての違いについて比較していきたい．

7. まとめ

分析 1 より，舞の序盤と終盤におけるテンポが，囃子と返しでは相対的に変化することが通時的かつ共時的な特徴であることを確認した．このようにテンポが変化する状況にも関わらず，返しの入りについて時間的関係を抽出した結果，全 132 箇所中 131 箇所で笛と太鼓の入りが合っていた．これは返し直前の音の伸ばしに対して，囃子方間で拍数を共有しているためである．さらに返し末尾についても笛と太鼓が一致していたことから，返しの入りの他に区間内でも囃子方間で相互調整が行われていることが分かった．

また，分析 2 より囃子方舞方間（太鼓と猿田彦命）においては序盤の手剣舞開始時の返し 1 と刀舞開始時の返し 3 で相互調整が行われていることを確認した．前者の返し 1 では，末尾の拍子に猿田彦命の拍手の準備（開始点もしくは終了点）が全 19 回分で一致していた．それに対して，返し 3 では 2014 年を除いた 3 年分で一致していなかったのが計 6 回分あった．刀舞は舞の中盤にあたるため進行状況に依存するため，後者は前者の相互行為に比べて緩やかなものといえる．

そして，分析 3 より舞方間（猿田彦命と尻尾持）では，刀や松明などの道具を猿田彦命が受け取る場面と，松明を持って移動する場面で 2 種類の相互行為を確認した．両者とも認知的予測に基づいている点で共通していた一方で，指向先が前者はお互いの参与者に対して，後者は参与者と観客が切り替えられていた．このことから，舞方間の相互行為はオープンコミュニケーションの性質に近いことが示唆された．

このように，本研究では拍子方の全組み合わせで相互行為の特徴を明らかにした．今後は，舞以外の道中や舞方の練習などに対して舞方間の相互行為を分析し，舞中と比較していきたい．

謝辞 野沢組惣代・舞楽保存会・猿田彦拍子方・三夜講の皆様に感謝します．アノテーションには国立国語研究所の石本祐一氏の協力を得ました．記して感謝します．本研究は，科研費基盤 (B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」（2015〜2017 年度，代表：榎本美香，研究課題番号：15H02715）の補助を受けています．

参考文献

[1] Herbert H. Clark (1996). *Using Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
[2] 伝康晴 (2007). 多人数会話におけるしぐさの語用論. 月刊言語, Vol.36,No.12, pp.48–55.
[3] 野沢温泉村教育委員会 (2014). 野沢温泉村の氏神様. 社会福祉法人ながのコロニー.
[4] 岡本雅史, 大庭真人, 榎本美香, 飯田仁 (2008). “対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析”, 知能と情報, Vol.20, No.4, pp.526-539.
[5] 斉藤武雄 (1982). 奥信濃の祭り考. 信毎日新聞社.
[6] T. Stivers, N.J. Enfield, P. Brown, C. Englert, M. Hayashi, T. Heinemann, G. Hoymann, F. Rossano, J.P. de Ruiter, K.-E. Yoon, and S.C. Levinson (2009). “Universals and cultural variation in turn-taking in conversation,” *Proceedings of the National Academy of Science*, vol.106, pp.10587–10592.
[7] 寺岡丈博, 伝康晴, 榎本美香 (2016). “猿田彦の舞における舞方と奏方の即興的調整：野沢温泉燈籠祭りの事例から”, 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp.207-212.
[8] 徳永弘子, 武川直樹, 寺井仁, 湯浅将英, 大和淳司 (2013). “会話における参与役割志向態度に基づく順番交替分析”, 知能と情報, Vol.25, No.5, pp.889-900.

「わかっている」ことを示すこと：知覚の不均衡における認識の擦り合わせ
Displaying “Being Aware”: The Construction of Mutual Understanding under the Imbalance of Perceptual Modality

坂井田 瑠衣†，西澤 弘行‡，南 保輔*
Sakaida Rui, Nisisawa Hiro Yuki, Minami Yasusuke
† 日本学術振興会／慶應義塾大学，‡ 常磐大学，*成城大学
† Japan Society for the Promotion of Science/Keio University, ‡ Tokiwa University, *Seijo University
lui@sfc.keio.ac.jp

Abstract
In this paper, by virtue of observation and analysis of social interactions in a street-walking training session, we show the way in which a visually impaired person and a sighted person (an orientation and mobility specialist) construct their mutual understanding, under the imbalance of perceptual modality, i.e., the visually impaired cannot utilize the sense of vision while the sighted can.

Keywords — Imbalance of Perception, Social Interaction, Visually Impaired

1. はじめに
本稿では，視覚障害者に対する歩行訓練場面の相互行為を観察し，視覚障害者と晴眼者の間に知覚の不均衡が存在する状態において，いかにして双方の認識が擦り合わせられるのかを考察する．ここでの「知覚の不均衡」とは，個人間で利用可能な知覚モダリティが異なる状態にあることを指す．

歩行訓練とは，視覚障害者が独力で歩行できるよう，晴眼者である視覚障害生活訓練等指導者 (以下，歩行訓練士) が訓練施設の内外において訓練する活動である．本稿では，街路において視覚障害者が独力で歩けるようになるために，歩行訓練士がそれらの空間的構造を説明している場面を観察する．

晴眼者である歩行訓練士に最も原初的な意味で求められるのは，視覚を利用できない視覚障害者に対し，「今ここ」の環境についての情報を自らの視覚に基づいて説明することである．この過程で歩行訓練士は，視覚障害者の歩行の手がかりになりうる環境情報について説明する．他方，視覚障害者は聴覚や触覚，平衡感覚や嗅覚，さらには自らの前提知識などを手がかりとして，環境についての情報を自主的に知覚している．つまり，歩行訓練士と視覚障害者の両者に利用可能な知覚モダリティが非対称な状態において，異なる知覚モダリティを手がかりに各々が認識していることになる．そのため，視覚障害者に認識できていないと歩行訓練士が考えることが，実際には視覚障害者に認識できていることがある．両者にこのような認識の不一致が生じた時，当事者たちはどのような方法で双方の認識を擦り合わせることができるのだろうか．

本稿では，歩行訓練士が行う環境についての説明に対し，視覚障害者がその説明内容 (の一部) を「わかっている」ことを示すことで，両者の認識が摺り合わせられていく過程を観察する．これにより，利用可能な知覚モダリティの異なる人々の知覚体験が共有される実践を例証し，知覚の不均衡を越えた相互理解が達成される過程の一端を明らかにする．

2. データ
本稿では，歩行訓練研究プロジェクト[1]が日本国内の街路で撮影した映像データを事例分析する．本稿で観察する全ての事例は，視覚障害者である猪平 (仮名) と歩行訓練士 (以下，訓練士) による，ある日の歩行訓練活動から抜粋されたものである．なお，猪平は全盲の視覚障害者である．

図 1 猪平と訓練士が差し掛かった交差点

この日は，最寄り駅から自宅まで徒歩で帰るための新たな経路を確認したいという希望が猪平から出され

ていた．訓練に先立ち，猪平と訓練士は共に自宅までの経路を歩いて一往復し，訓練する経路を確認した．その直後に改めて最寄り駅から訓練が開始され，すぐにやや複雑な構造の交差点に差し掛かった (図 1)．本稿で観察する全事例は，その交差点の構造について訓練士が猪平に説明している場面からの抜粋である．

3. 「わかっている」ことを示すために利用可能な 2 種類の資源

視覚障害者が訓練士の説明を「わかっている」ことを示すために利用できる資源は何種類かあるだろう．著者らが観察したところ，少なくとも以下 2 種類の資源が利用されるようである．一つは視覚障害者自身による「今ここ」の知覚であり，もう一つは視覚障害者が既に持っている知識である．4 節の事例 1, 2 では「今ここ」の知覚を，5 節の事例 3 では既有知識をそれぞれ資源として，視覚障害者が「わかっている」ことを示す場合に見られる認識の擦り合わせを例証する．

4. 視覚障害者が「今ここ」の知覚に基づいて「わかっている」ことを示す場合

本節では，視覚障害者が自らの「今ここ」の知覚に基づいて「わかっている」ことを示す事例を観察する．

4.1. 事例 1

事例 1[1]では，訓練士が右前方の交差点上でトラック (ミキサー車) が一時的に立ち往生していることを説明する．それに対し，猪平はそのトラックの存在を既に認識できていることを示す．

事例1

01	**訓練士**	**んで信号が変わる(.)と:，(0.2)**
02		**今度左から来るんです[ね．**
03	**猪平**	**[は]いはい．**
04		(2.4)
→ 05	**訓練士**	**ただ，(0.3) 今真ん中に，(1.1) トラックが**
→ 06		**[止まっちゃって]**
→ 07	**猪平**	**[そうですね中(h)]途(h)半端[に]**
08	**訓練士**	**[はい**

[1] トランスクリプト記号は以下のとおりである．「(0.0)」は無音区間の秒数，「(.)」は短い無音区間，「[」，「]」は重なりの開始／終了地点，「言葉::」は音の引き延ばし，「言-」は言葉の途切れ，「>言葉<」はスピードが速い発話，「° 言葉 °」は小さい音声，「(h)」は笑い，「,」は少し下がって弾みがつく音，「(言葉)」は聞き取りが確定できない発語を示す．

まず訓練士は「んで信号が変わると，今度左から来るんですね」(01，02 行目) と発話し，交差点の信号が変わり，次に左方向から自動車が走り出す順番になったことを説明する．しかしここで，2 人の右前方には右前から来ていたトラックが一時的に立ち往生しており，左側の自動車はまだ走り出すことができない (図 2)．そこで訓練士は，「ただ，今真ん中に，トラックが止まっちゃって」(05，06 行目) と発話し，その状況を説明する．それに対し，猪平は訓練士の「止まっちゃって」(06 行目) に重なる形で「そうですね中途半端に」(07 行目) と発話し，そのトラックの存在を既に認識できていることを示す．

図 2 事例 1 における交差点の状況

猪平が訓練士の発言順番 (05，06 行目) の完了を待たず，トラックを知覚できていることをいち早く示したのはなぜだろうか．05 行目で訓練士は，「ただ，(0.3) 今真ん中に，(1.1) トラックが」と，かなり大きな間 (pause) を空けながら発話している．映像を見ると，この時，訓練士は右前のトラックの進行を注意深く観察しているようにも見える．ここでは，トラックの立ち往生という交差点の説明が滞りうる出来事，いわば「異変」が生じている．このため，訓練士は目の前の状況を確認しながら，この「異変」をどのように説明すべきか，言葉を選んでいるようである．あるいは，この異変をそもそも猪平に説明すべきかどうかを迷っているようにも聞こえる．

ここでなぜ訓練士が説明に躊躇しているのかは，おそらく猪平には (さらには分析者にも) 明確には認識できていない．しかし，この発話の組み立てからは，少なくともその状況が何らかの理由で「説明しづらい」ものであることが認識できるだろう．そこで猪平は，

訓練士から「トラック」という単語が発せられた直後に，そのトラックの存在を認識できていること，すなわち訓練士がやや苦心しながら説明しようとしている内容は既に認識できていることをいち早く示し，相互行為連鎖の進行性 (progressivity) に貢献しようとしたのだと考えられる[2].

なおこの時，猪平が果たして本当に (他の車両ではなく)「トラック」が止まっていることを認識できていたかは定かでない．しかしおそらく，猪平は聴覚によってトラックを「トラック」として認識できていた可能性が高い[2]．実際，猪平の「そうですね」(07 行目) という発話の組み立てからは，まさにそれが「トラック」であることを認識していたかのように聞こえる．しかもここでは，立ち往生している車両が実際に「トラック」であるかどうかではなく，そのような何らかの車両が交差点に立ち往生しているという異変自体が問題になっている．訓練士が「ただ, (0.3) 今真ん中に, (1.1)」(05 行目) と躊躇しながら説明していることで示唆されていた何らかの異変の実態が，「トラック」(05 行目) という訓練士の発話と自ら知覚していたエンジン音が統合されることで理解可能になった可能性がある．そこで猪平は，状況を既に認識していたように聞こえる形式 (「そうですね」) を用いて確認を与えたと考えられる．

さらに猪平は,「そうですね」に続けて「中途半端に」(07 行目) という表現を用い，トラックが立ち往生しているという状況をも詳細に理解していることを示す．単に訓練士の説明 (の開始) に対して「そうですね」と確認を与えるだけでなく,「中途半端に」という，自らの知覚に基づく認識を付加することで，いわば訓練士の説明内容 (「真ん中に」「止まっちゃって」) を格上げ (upgrade) しているようにさえ聞こえる．何らかの対象の評価 (assessment) を行う連鎖において，ある評価発話に対して他者が格上げされた評価発話を産出することは，評価に対する強い同意として聞かれる[3]．他方，本稿のような教示場面の場合，単に同じ対象を対等な立場から「評価」しているわけではない．そのため, 視覚障害者が訓練士の説明を格上げすることは, 訓練士の説明に不足があると示唆しているようにも聞こえかねない．しかしここで，猪平の「中途半端に」は，訓練士の説明に極めて同調的に応接された発話に聞こえる．訓練士が「トラック」についての説明に躊躇していたことに加え，両者の間で利用可能な知覚モダリティが不均衡であることが，それぞれの認識を積極的に示し合うことを適切な行為にしているのかもしれない．

実際，このように猪平がトラックを知覚していることを積極的に示すのに対し，訓練士は「はい」と承認を与え,「トラックが止まっちゃって」という発話以上の説明を続けることをやめている．ここで訓練士は，猪平と訓練士の間にトラックについての相互理解ができていると認識し，トラックについてそれ以上説明する必要がないと判断したと考えられる．

このようにして，歩行訓練士が説明しようとする内容を視覚障害者が既に知覚できていることを示し，それに対して訓練士が承認を与えることで，両者の異なる知覚モダリティによる各々の認識が擦り合わせられているのがわかる．

4.2. 事例 2

事例 2 では, 訓練士が説明しようとしている「バス」の存在を猪平は既に認識できていることを示す．これに対し，訓練士は猪平の認識とはやや異なる説明を続ける．

事例2

	01	猪平	[(いま-)]
	02	訓練士	[°nn] ますね:,° (0.6) °んん°
	03		(1.0)
→	04	訓練士	>ちょうど< バ:ス:
	05		(0.8)
→	06	猪平	は[:い](.)止まっ[てますね]
→	07	訓練士	[が:] [来まし]たけれども
	08		(0.3)
→	09	訓練士	はい.
	10		(0.7)
	11	訓練士	バス通りからず:[::っと
	12	猪平	[は:::]::
	13	訓練士	はい.
	14	猪平	はい.
	15		(0.9)
	16	訓練士	左行きました:.
	17		(1.0)
	18	訓練士	はい.
	19		(1.1)

[2] 映像データを視聴してみても，例えばトラックとバスのエンジン音の相違は分析者にも明らかである．

20 訓練士 なので（.）>まあ<右斜め，(1.0)
21 前から左に，
22 猪平 はい[はい
23 訓練士 [かけ]て，(0.5)
24 音がしてると思います．
25 猪平 はい．
26 訓練士 はい．

まず，訓練士は「nn まですね:[3]」(02 行目) と発話し，現在差し掛かっている交差点について何らかの説明を開始しようとする．その後，訓練士は「>ちょうど<バ:ス:」(04 行目) と発話し，今まさに交差点に現れているバスについての説明を開始する．これに対し，猪平は「は:い (.) 止まってますね」(06 行目) と発話している．ここで猪平は，まず「は:い」と確認を与えることで，交差点に現れている「バス」を認識していることを示すとともに，続けて「止まってますね」と発話することで，そのバスが交差点に停車していることを認識していることをも示す．ここで猪平は，訓練士が視覚に基づいて説明しようとしているバスの存在を，視覚以外の知覚モダリティ (おそらくエンジン音などの聴覚) によって認識していることを示している．一方，猪平による認識の示しに並行し，歩行訓練士は，やや異なる説明を与える．訓練士は，猪平の「は:い」(06 行目) に重なる形で「が:」(07 行目) と発話し，04 行目からの発話を継続しようとする．その後，訓練士は「来ましたけれども」(07 行目) と発話する．ここで訓練士は，バスは交差点に「止まっている」というよりは「来た」と認識していることを示している．

事例 1 の 07 行目と同様，ここでも猪平は，バスの存在を認識していることを，訓練士の発言順番 (02〜05, 07 行目) が完了しない段階でいち早く積極的に示す．訓練士の「nn ますね:，(0.6) んん (1.0) >ちょうど<バ:ス:」(02〜04 行目) という発話の組み立てからは，事例 1 と同様，当座の状況が「説明しづらい」ことが示唆されている．その後，0.8 秒のやや長い間が置かれたところで (05 行目)，猪平は訓練士の発話の継続を待たず，「は:い (.) 止まってますね」(06 行目) と発話する．ここで猪平は，訓練士の言葉探し (word search) に対して「助け舟」を出すことを試みているように見える[4]．猪平は訓練士が対処している「説明しづらさ」が「バス」に関するものであることが理解でき，さらに 0.8 秒の間が置かれることで，訓練士にその説明しづらさが依然として残っていることをも理解できただろう．その時点で「止まってますね」という助け舟を出すことにより，その「バス」の存在が既に認識できていることを示す．ここでも事例 1 と同様，相互行為連鎖の進行性に貢献しようとしたと考えられる．

しかしこの直後，両者の間には些細な認識のずれが顕在化する．両者ともバスの存在を認識している一方，猪平はバスが「止まってますね」(06 行目) と表現しているのに対し，訓練士はバスが「来ましたけれども」(07 行目) と表現している．このずれは，両者が認識の手がかりにしている知覚モダリティの相違によるものであろう．実際，映像を確認すると，このタイミングでバスは右手方向から彼らに接近してきている．訓練士は視覚を手がかりにバスの動きを認識しているため，聴覚を手がかりにしている猪平に比べて，バスが接近していることをいち早く認識したと考えられる．

ただし，このように訓練士と異なる認識を示した猪平に対し，訓練士は「はい」(09 行目) と承認を与えることで，同調的な態度を示す．これにより，バスが「止まっている」のか「来た」のかという差異はともかく，バスの存在の認識が (訓練士から猪平への説明によってではなく) 各々の自発的な知覚によってなされていることが，両者に共有されている．

加えて，ここで訓練士が「来ました」という表現を用いているのは，その後に続けようとしている説明に接合させるためであるとも考えられる．その後の訓練士の説明は，「バス通りからずっと」(11 行目)，「左行きました」(16 行目)，さらに「なので まあ右斜め 前から左に，かけて，音がしてると思います」(20，21，23，24 行目) と続く．ここで訓練士は，現在「右斜め前」の「バス通り」から「左」方向に自動車が走行しているタイミングであることを説明している．つまり，バスが (「止まっている」のではなく)「来た」という表現は，訓練士が説明しようとしている自動車の走行状況を具体的に描写するためのものであったと考えられる．

訓練士がこのような説明を続けようとするのに対し，猪平はかなり早い段階で，その説明の継続に対する同調的な態度を示す．訓練士の「バス通りからず:::っと」(11 行目) に重ねる形で，猪平は「は:::::」(12 行目) と発話し，自らの認識状態の変化を示す[5]．ここで，猪平はバスの存在を自らの知覚によって認識していた一方，それが「バス通りから」「来た」ことについては，

[3] 「今ですね:」と発話しようとしたと思われる．

訓練士の説明によって認識できたことを示している．さらに，その後に続く訓練士の説明に対する猪平の反応は，「はい」(14，25 行目) あるいは「はいはい」(22 行目) という短い応答トークンに終始している．06 行目で「は:い (.) 止まってますね」と積極的に自らの認識を示していた猪平は，12 行目の「は:::::」を境に，訓練士の説明を聞きながらその場の状況を把握することに注力しているようである．

こうして視覚障害者は，歩行訓練士が直面する「説明しづらさ」に対して自らの認識を積極的に示し，相互行為連鎖の進行性に貢献する一方で，訓練士のさらなる説明に対しては自らの認識状態の変化を示すとともに同調的な態度を見せる．これにより，自らの知覚による情報と訓練士による説明内容を適宜統合しながらその場の状況を理解しようとしていることがわかる．

5. 視覚障害者が既有知識に基づいて「わかっている」ことを示す場合

本節では，視覚障害者が自らの既有知識に基づいて「わかっている」ことを示す事例を観察する．事例 3 で訓練士は，彼らがこれから横断しようとしている歩行者用信号の継続時間が短いということを説明している．それに対し，猪平はそのことを既に認識していることを示す．

事例3

→	01	訓練士	でこのh信号[のじか]ん とっても
	02	猪平	[°(うな)°]
→	03	訓練士	みじかい[です
→	04	猪平	[みじ]かいですね[:
→	05	訓練士	[は]いもう
	06		(0.9)
→	07	訓練士	変わっちゃ[いました]
→	08	猪平	[あ:::]
	09		(0.2)
	10	訓練士	なので10秒も，(0.2) ないぐらい．
	11		(0.4)
	12	猪平	うん．

まず訓練士は，歩行者用信号が点滅し始めたことを視覚的に認識し，「この h 信号の時間 とっても短いです」(01，03 行目) と発話する．これに対し猪平は，訓練士の発話末に重なる形で「短いですね:」(04 行目) と確認を与える．ここでの猪平にとって，歩行者用信号が点滅し始めたことを自らの知覚に基づいて認識することは困難であり，またこの場所は猪平自身が日常的に利用している交差点であることから，この歩行者用信号の継続時間が短いという前提知識に基づいて確認を与えたと考えられる．

ここでの訓練士の「この信号の時間 とっても短いです」という発話は，「信号の継続時間が短い」ことが今まさにわかったのではなく，既にわかっていた情報として伝えているように聞こえる組み立てとなっている．同時に，伝えられる側 (猪平) はその情報を知らないことを前提にした発話の組み立てでもある．猪平には信号の色が変わる様子が見えていないため，訓練士はこのように情報を知らない相手に伝える発話形式を採ったと思われる．しかし，これに対して猪平は，「短いですね:」という，「信号の継続時間が短い」ことが既にわかっていたことを示す形式で応じる．つまりここで猪平は，信号が短いという説明を新情報として受け止めていない．

このような猪平の反応に対し，訓練士は「はいもう (0.9) 変わっちゃいました」(05〜07 行目) と発話することで，「信号が短い」ことは訓練士自身の「今ここ」の視覚に基づく認識であることを証拠立てる．すなわち，訓練士は実際に信号の継続時間が短かったことを根拠に「この信号の時間 とっても短いです」と発話したことが明らかにされる．これに対して猪平は，「あ:::」と発話し，自らの認識状態が変化したことを示す[5]．つまり猪平は，訓練士が「信号が短い」ことを既に知っていたのではなく，訓練士自身の「今ここ」の知覚に基づいて説明していたということを，この時点で初めて認識するのである[6]．ここで両者は，「とっても短いです」(01，03 行目)，「短いですね:」(04 行目) というやりとりを，「もう変わっちゃいました」(05，07 行目)，「あ:::」(08 行目) というやりとりによって，やり直しているようにも聞こえる．

さらに続けて訓練士は，10 行目で「なので 10 秒も，ないぐらい」と発話する．ここでの「なので」は，直前の猪平の「あ:::」という反応に応接されたものであろう．訓練士は，信号が「もう変わってしまった」こと (およびその説明が猪平に受け止められたこと) を踏まえつつ (「なので」)，01，03 行目でいったん説明していた信号の「短さ」を，「10 秒もないぐらい」と具体的な描写によって詳細化している．これに対し，猪平は「うん」(12 行目) と発話し，説明を受け入れる．

まとめると，訓練士の「信号が短い」ことの説明を

猪平が既にわかっていた情報として受け止めたことに対し，訓練士は「今ここ」で信号が短いことを認識できる出来事 (「もう変わっちゃいました」) が生じており，それは「10 秒もないぐらい」ものであることを説明する．これによって猪平は，当該信号の継続時間が単に短いという既有知識に加え，信号が実際に変わるまでの時間感覚をリアルタイムに体験し，その継続時間が 10 秒以下であることを知ることで，当該信号についての新たな知識を蓄積できたと考えられる．

6. 総合議論

歩行訓練場面において歩行訓練士に求められる実践は，自らの視覚に基づいて「今ここ」の環境の情報を説明することであり，対する視覚障害者は，歩行訓練士の説明に適宜理解を示しながら，その説明を利用して当該街路についての知識を積み上げている．しかし，そこでは知覚の不均衡を原因とした認識の不一致がしばしば生じ，その擦り合わせのための実践が見られる．そのような試みは，自らの知覚体験を通した認識を顕にするとともに，知覚体験の異なる相手の認識に寄り添うことで，知覚モダリティが不均衡な相手との相互理解を構築する過程に他ならない．

他方，歩行訓練士は，視覚障害者が自らの知覚や既有知識に基づいて「わかっている」ことを示すのを受け止めた上で，さらなる説明を続けたり，説明を詳細化したりする．これにより，歩行訓練士は視覚障害者の「今ここ」の認識状態を踏まえ，より適切な (relevant) 環境の情報を提供していると考えられる．本稿で観察してきたような認識の擦り合わせが適宜行われることで，歩行訓練士が視覚障害者に対し，「今ここ」においてより適切となる説明を提供することが可能になっているのだろう．

謝辞

本稿の執筆にあたり，樫村志郎氏，岡田光弘氏をはじめとする成城大学データセッションの参加者のみなさまから有益なコメントをいただきました．ここに記して感謝いたします．

参考文献

[1] 西澤弘行・南保輔・坂井田瑠衣・佐藤貴宣・秋谷直矩・吉村雅樹, (2016) “視覚障害者と歩行訓練士の相互行為の中の触覚についての覚え書き”, 現象と秩序, No. 5, pp. 15–32.

[2] Jefferson, G., (1984) “Notes on some orderlinesses of overlap onset”. In D’Urso, V. & Leonardi, P. (eds.), *Discourse Analysis and Natural Rhetoric*, pp. 11–38. Cleup Editore.

[3] Pomerantz, A., (1984) “Agreeing and disagreeing with assessments: Some features of preferred/dispreferred turn shapes”, In Atkinson, J. M. & Heritage, J. (eds), *Structures of Social Action*, pp. 57–101. Cambridge University Press.

[4] 串田秀也, (1999) “助け船とお節介: 会話における参与とカテゴリー化に関する一考察”, 好井裕明・山田富秋・西阪仰 (編), 会話分析への招待, pp. 124–147. 世界思想社.

[5] Heritage, J., (1984) “A change-of-state token and aspects of its sequential placement”, In Atkinson, J. M. & Heritage, J. (eds), *Structures of Social Action*, pp. 299–345, Cambridge University Press.

[6] 西阪仰, (1997) 相互行為分析という視点: 文化と心の社会学的記述, 金子書房.

階層的概念構造の展開と抑制：認知言語学の観点からみた再帰性／志向性

Development and Restraints of Layered Conceptual Structures: A Cognitive Linguistic Approach to Recursion and Intentionality

長谷部 陽一郎
Yoichiro Hasebe
同志社大学
Doshisha University
yhasebe@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

The present paper discusses problems regarding recursion and intentionality in the natural language, with special attention given to sentences containing multiple embeddings of grammatical constructions, each headed by a verb of psychological states, such as 'think' and 'believe,' and reporting verbs, such as 'say' and 'tell.' Though it has been traditionally argued that one of the most striking features of the human language faculty is the ability to handle such sentences with any number of embeddings, layerings of reporting/psychological verb constructions could be problematic in terms of their acceptability and/or interpretability. This paper presents a cognitive linguistic account of the conceptual structures behind (in)felicitous instances of such complex structures, and sheds some light on this underexplored area of study.

Keywords — recursion, intentionality, grounding, embedding, cognitive linguistics

1. はじめに

本稿で扱うのは，(1) のような表現の背後にある認知構造である．

(1) a. We know that Taro thinks that Hanako said that he was lying.
b. 自分がウソをついていると花子が言ったと太郎が思っていることを私たちは知っている．

(1a) は英語，(1b) は日本語の例だが，いずれにおいても思考や発話の内容を補文形式で述べるタイプの動詞が多重的な入れ子構造を作っている．英語では *think* や *believe*，日本語は「思う」や「考える」によって代表される動詞群を「思考動詞（psych verb）」と，英語では *say* や *tell*，日本語では「言う」や「述べる」によって代表される動詞群を「報告動詞（reporting verb）」とそれぞれ呼ぶことにする．そして，多重的な心理・報告動詞構文の背後にある階層的概念構造が形成されるメカニズムと抑制されるメカニズムの両方について考察の目を向ける．

伝統的に生成文法（generative grammar）の枠組みでは，(1) のような埋め込み文を生成できることが，ヒトの言語能力の最も特筆すべき性質であると主張されてきた．[1] 文構成にかかわる規則を再帰的に適用することで，原理的に無限の長さの文を組み立てることができる．実際には延々と続くような長大な文が発せられることはないが，それは記憶容量の制約，注意の散逸，あるいは何らかのエラーによるものであり，ヒトの言語器官は本質的にあらゆる長さの文を生成できると論じてきた（Chomsky 1965, 1995）．

このように自律的な生得的能力としての言語能力を想定する生成文法と異なり，認知言語学（cognitive linguistics）では言語の使用は必ずしもそれだけのために発達したモジュール的な機構ではなく，ヒトという種に与えられた一般認知能力の協働的作用と，歴史的時間の中で認知的に動機付けられた慣習の存在を中核として成立しているとみる（Langacker 1987, 1991; Tomasello 2003）．

認知言語学の言語観は生成文法のそれとは大きく異なっているが，埋め込み構造を含む文は確かに存在しており，二重，三重の埋め込みが原理的に可能であることも事実である．したがって，認知言語学においても，言語表現の再帰性の問題に目を向ける必要があ

[1] より正確には，「埋め込み文を含む様々な統語的併合（merge）を再帰的に遂行する能力を持っていること」であるが，ここでは生成文法の詳細には立ち入らないことにする．

る．[2]

ただし，本稿では言語の再帰構造全般に関して論じるのではなく，(1) のような多重的な心理・報告動詞構文に焦点を当て，ヒトにとっていわゆる「心の読み合い」がこれほどまでに重要なものであるにも関わらず，なぜそれを言語的に表現する際には各種の制約が生じてくるのかを明らかにしたい．

認知言語学の立場をとる Tomasello（1999）によると，種としてのヒトが持つ最も重要な能力は，自然的な環境の中で自らの「心」の存在を知り，さらにそれと同形の把握が「他者」にもあてはまると理解することである．そうであるなら，(1) のように「心の読み合い」の過程を辿るような発話は，ヒトならではの能力の自然な反映である．しかし，実際の言語活動において，多重的な埋め込み構造を持った文の発話は必ずしも無制限に行われるわけではない．(1) のような表現の解釈にはそれなりの認知的負荷がかかる．個人差はあると思われるが，このような文を，日常的で一般的な状況での発話の例として考えるのはやや難しい．[3]

そこで以下では，認知言語学の観点から，多重的な心理・報告動詞構文の形成にかかわる階層的な概念構造の働きを観察することを通じて，どのような要因が心理・報告動詞構文の自由な多重化を妨げているかを検討する．また，Searle による一連の言語哲学的論考で示される志向的状態（intentional state）との関連についても触れ（Searle 1983; 1998），「心の読み合い」を遂行する基本的な認知能力を有しているはずの私達にとって，それらをリテラルに言語化することがなぜ必ずしも容易でないのか考察していきたい．

2. 多重的な埋め込み構造の展開

認知言語学において「心の読み合い」を扱う多重的埋め込みを含んだ文が一般的にどのように分析されるのかを確認するため，まず Langacker（2008）で示された認知文法（Cognitive Grammar）の枠組みを用いた分析の概要を示す．(2) は多重的埋め込みを含む文の例である．

(2) Alice said that Bill believes that Cindy claims that Doris swallowed a spider.

Langacker（2008）は図 1 のような図式を用いてこの文の概念構造を示している．

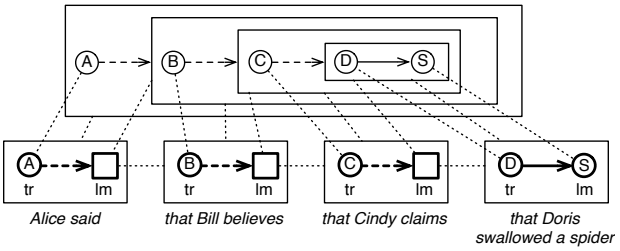


図 1 多重的な埋め込みを含む文の概念構造

Langacker (2008) はこのような埋め込み文の構造が逐次的に処理されていくことを強調する．認知文法では言語の概念構造には A/D(autonomous/dependent)-alignment と呼ばれる階層的な依存関係があり，これが順次解決されていくプロセスとして捉えるのである．*Alice said* という部分表現は，*Alice* を トラジェクター (tr) とした概念構造を立ち上げる．トラジェクターとはある概念構造の中で最も高い際立ちを得る要素である．しかしその構造の中で第二の際立ちを得るランドマーク（lm）となる要素はまだ詳述されていない．そこで，後続する *that Bill believes* がこれに具体性を与え，当初の依存関係の解決をもたらす．しかし *that Bill believes* によって展開される概念構造は内部に新たな依存的要素を含んでおり，後続する要素 *that Cindy claims* による充足を待たねばならない．最終的に *that Doris swallowed spider* という節により，すべての A/D 関係が解決し，文として成立するための構造的な要件を満たす．

上記の分析は生成文法におけるそれとは大きく異なる．認知文法では A/D-alignment の展開を，規則により駆動されるものとは捉えていない．A/D-alignment はあくまで認知主体の概念化（conceptualization）のプロセスを特徴づけるものである．認知文法において，他動詞文の概念構造は最も高い際立ちを持つ要素であるトラジェクターと，それに次ぐ際立ちを示すランドマークから構成される．そしてそれらが，概念要素の主要なタイプである thing と relation のいずれかとして自律した安定状態を得たならば，文が談話の中で一回的な意味付けを得るために必要な作用であるグラウンディング（grounding）を受けることができる．

なお，図 1 には複数の矢印が要素と要素の間に施されている．このような矢印はいずれも志向的な関係を意味する．実線は一般的にある種の物理的な作用があることを含意するが，破線の矢印はその方向性が心的なものであることを意味している．

さて，図 1 にも示されているように，(2) には多重的な補文構造が含まれている．しかし，こうした文は

[2]認知言語学の立場から言語における再帰性について論じた研究としては Harder（2010），中村（2013），長谷部（2016）などがある．

[3](1b) に関しては「自分」という語に固有の問題がこの文の解釈にかかる認知的負荷を増大させている可能性はある．日本語の「自分」と埋め込み文・引用文とのかかわりについては長谷部（2007）を参照されたい．

果たして実際の談話の中でどれだけ使用されるだろうか．(2) で表現可能な内容的意味は，通常ならば別の形で表現されるのではないだろうか．

次の (3a) を考えてみよう．上の (2) に比べるとシンプルな文である．[4]

(3) a. Bill says Jack says it's OK.
b. It's OK. Jack says so. At least, that's what Bill says.

この文に構造的な問題はない．しかし，多くの場合，同じ内容は (3b) のように，複数の文を連ねることにより表現されることだろう．

Tomasello（1999, 2003）によれば，ヒトは自然的な環境において自発的に「他者の心」を理解する能力を得た．そしてこのことがヒトが言語を獲得するにあたり重要な役割を果たした．ではなぜ，心理・報告動詞の多重的な使用が必ずしも自然な発話に結びつかないのだろうか．もちろん，記憶保持の問題も関わっていると考えられる．しかし Langacker（2008）が論じるように，多重的な埋め込み文であっても逐次的な処理がなされるのであれば，記憶への負荷の問題は必ずしも決定的な事項ではない．発話が企図されたように理解されるためには，発話内容に参与する要素を逐一記憶に留めておく必要はある．しかしそのことは複数の文と代名詞を用いて表現したとしても基本的には同様である．そこで以下では，心理・報告動詞の多重的使用に関わる制約についてより詳しくみていく．

3. 埋め込み構造とグラウンディング

前節では Langacker（2008）で多重的な埋め込み構文の認知プロセスを示すために用いられた例文 (2) を取り上げ，このような文が実際に発話される可能性は必ずしも高くないことを指摘した．このことに関係するとみられる様々な概念のうち，最も重要なものは，グラウンディング（grounding）である．[5] グラウンディングとは，認知文法における概念要素の主要タイプである thing と relation を談話の場面の「いま・ここ」に接地させる．thing はグラウンディングを経て定形名詞句（nominal）を形成し，relation はグラウンディングを経て定形節（finite clause）を形成する．

例えば，*desk* という名詞それ自体が表す意味内容は thing 要素の 1 つのタイプに過ぎず，談話世界における実体性をもたない．しかし，*a desk, desks, the desk, that desk* のように冠詞や接辞と結合し，適切なグラウンディングの過程を経ることで，インスタンスとしての生を受ける．同様に，*she+come* という relation は，*she comes, she came, she will come* のように必要な形式的要件を満たすとき，同時に談話における「いま・ここ」との結び付きを得て，実質的で一回的な意味を有する概念構造としての役割を果たせるようになる．

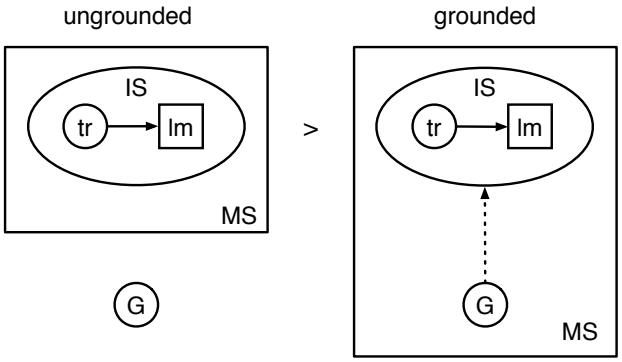


図 2 グラウンディング

図 2 はトラジェクター（tr）とランドマーク（lm）を含んだ relation のグラウンディングを図式化している．まず，左側の ungrounded な概念構造に着目しよう．ここで tr と lm を取り囲む IS は直接叙述領域（immediate scope of predication）を表す．IS は表現の意味に直接関わる（＝プロファイルされた）要素を含む領域であり，しばしばオンステージ領域（onstage region）あるいは客体的場面（objective scene）とも呼ばれる．G はグラウンドを表す．グラウンドとは，いわば発話の「いま・ここ」であり，談話とその参与者，そしてそれらを取りまく直接的な環境の総体を意味する．また MS は最大叙述領域（maximal scope of predication）を表している．MS は言語表現が実際に指し示す対象だけでなく，背景的な知識として表現の意味構築に何らかの形で関わりを持つ要素を包摂する領域である．グラウンディングされていない段階での概念構造では，G がこの MS 内に取り込まれていないことがポイントとなる．これは，グラウンドされていない要素は，談話における一回的な意味構築のプロセスに参与していないことを意味する．[6]

次に，図 2 の右側にある grounded な概念構造に目を向けると，ここでは G が MS に含まれている．ただしここでも G は IS の内側には入っておらず，IS の外側から，オンステージ領域と志向的な関係を結ぶ

[4] (3) は Harder（2010）より．

[5] グラウンディングの詳細については，Langacker（1985, 2002）が詳しい．

[6] オブジェクト指向プログラミングの用語をメタファー的に用いるなら，グラウンディングとは，言語の概念構造というプログラムの中で，すでにあるクラスからインスタンスを生成するような作用だと言うことができる．

(＝破線矢印)．なお，グラウンディングという意味作用は，認識の主たる対象として前景化するものではなく，プロファイルされた対象に談話空間における認知的な位置付けを与えるべくあくまでオフステージで行われることに注意が必要である．[7]

英語に関しては一部の表現カテゴリーが典型的なグランディング叙述詞として挙げられている (Langacker 1985, 2002)．thing のグラウンディングに関わる要素としては指示詞（*this, that, these those*）や冠詞（*the, a,* unstressed *some*, zero)，一部の数量詞（*all, most, some, no, any, every, each*）がある．また，relation のグランディングに関わる要素としては時制の接辞や法助動詞の類（*may, will, shall, can, must*）がある．

これらのグラウンディング叙述詞には，本稿で扱う問題に関係する興味深い特徴がある．

(4) a. Jennifer noticed that **this** wall **needs** a new coat of paint.
b. Rachel said that **this** piano **needed** tuning.

上の (4a) は *notice* という心理動詞を軸にした埋め込み構造を含む．*Jennifer* を主語とする主節と補文標識 *that* に続く補文はそれぞれグラウンディングを受けている．ここで補文の方に注意を向けると，まず，主語の *this* は thing タイプのグラウンディング叙述詞である．また，動詞 *need* に付加された接辞の*-s* は relation タイプのグラウンディング叙述詞である．これらのグランディング叙述詞の働きにより概念要素が「どこに」接地しているかを考えてみよう．言うまでもなく，心理・報告動詞の補文の内容は，その動詞の主語が表す主体の思考もしくは発話内容である．しかし，補文内のグラウンディング要素により接地する先は，動詞 *noticed* の主語である *Jennifer* にとっての「いま・ここ」ではなく，(4a) の発話者にとっての「いま・ここ」であり，(4a) における *this* は *Jennifer* にとっての「これ」ではなく，あくまで発話者にとっての「これ」を意味する．

また，*this wall needs a new coat of paint* という補文の時制が示す「現在」は *Jennifer* にとっての現在でなく，やはり話者にとっての現在である．したがって，問題となっている *wall* は，この文が発話された時点においてもやはり塗り直しを必要としていることになる．

同様のことは (4b) についても言える．違いは補文内の時制が過去になっていることだけである．ここでの「過去」も，報告動詞 *said* の主語が指す *Rachel* にとっての過去ではなく，(4b) の話者にとっての過去である．したがって，*Rachel* が言及した *piano* が現在も調律を必要としているかどうかは定かではない．

このように，英語におけるグラウンディングは文の埋め込み構造の内部に入り込んで作用するため，1 節および 2 節で示したような定形節の多重埋め込みを含んだ文の場合，形式的には単純な入れ子構造に過ぎないように見えても，実際には階層ごとにやや異なった性質を帯びることになる．なぜなら，階層が増えるごとに，扱われる内容が発話者の直接経験から離れていくにもかかわらず，定形節としてグラウンディングを受けている以上，表現中で用いられる要素は一様に話者自身の「いま・ここ」に紐付けられることになるからである．[8]

なお，類似した現象は英語だけでなく日本語にも観察される．

(5) a. 社長は今回のプロジェクトで山本部長が大いに**活躍なさった**ことを十分知っておられる．
b. お母様が帰っていらしたら，田中が**お礼を申していた**とお伝え下さい．

日本語でどのような要素がグラウンド叙述詞としての役割を果たすかは，必ずしもはっきりしていない．[9] しかし，一般に敬語と呼ばれる表現の類は，対象となる要素を話者自身の認識や談話世界と紐付けるため，日本語におけるグラウンディングと何らかの関わりがあると考えられる．そのような敬語表現は，心理・報告動詞を軸にした埋め込み文における補文内部においても形式や構造を保持するという特徴がある（cf. 廣瀬 2016)．(5a) の「活躍なさった」は話者にとっての敬意を反映した尊敬表現であり，(5b) の「申していた」も同様に話者の側にある相手への敬意から来る謙譲表現である．いずれも補文内部に生起しながら，その概念的な位置付けの基準点が，心理・報告動詞が表現する事態（「知る」「伝える」）の主体ではなく話者自身に

[7]例外的な場合もある．一人称および二人称代名詞は，それ自体がグラウンドの一部であり，要素を位置付けるための基準点を構成する要素が，同時に位置付けられる対象にもなっている．また，後の議論に関連することであるが，いわゆる発話行為文もそのような性質を持つ．

[8]Fauconnier（1997）のメンタル・スペース理論は，このような概念構造の多重的な入れ子構造が示す様々な興味深い特徴を扱った，もう一つの認知言語学的アプローチである．

[9]時枝文法（時枝 1941）における「辞」の概念は認知文法におけるグラウンディングの概念と部分的に共通する．しかし，時枝が「辞」とする要素の範囲は，認知文法でグラウンディング叙述詞と定義される要素の範囲よりも広い．日本語におけるグラウンディングに関する予備的な考察については長谷部（2016）を参照．

求められる点で，先に考察した英語の補文内に生起するグラウンディング叙述詞の性質と一致する．

以上のような，英語や日本語におけるグラウンディングのメカニズムは，心理・報告動詞構文の（過度な）多重化に対して，概念構造構築のレベルである種の制約がもたらされる可能性があることを示唆している．

4. 思考動詞の発話行為的意味

本節では，思考・報告動詞の多重化の抑制に関わるとみられるもう 1 つの要因に言及する．*think* や *believe* などの思考動詞は，本来的に一人称的／主観的な行為や状態の表現である．一人称主語と共に用いられるとき，これらの動詞は補文によって表される命題に対して必ずしも直接的な関わりをもたないが，その一方で，補文の内容を核とした発話行為の遂行に貢献する要素として機能するという特徴を持っており，むしろこちらの機能が語の意味の重要な側面となる．しかし，多重的な補文構造の内部に埋め込まるとき，そうした意味の側面は失われ，客観的事態としての意味の側面のみが前景化してくることになる．このことも思考動詞が多重的な補文構造の中で用いられる際の制約につながっているとみられる．

次の (6) は主節で用いられる心理動詞が発話行為的意味を生じさせている例である．いずれも，単に事実を述べているだけではなく，ある種の言語行為を遂行するような発話である．

(6) a. I know this is a stupid question, but do you think we can really make it? [責任の回避]
b. We recognize that we need to provide an alternative learning environment. [同意・確認]
c. I believe a strong will helps us realize our dream. [願望の表明]

先に思考動詞はそれによって導かれる命題の意味内容に大きく寄与しないことがあると述べたが，(6) のような例ではこれが当てはまる．正しく意味内容を伝えるという観点からみれば，*I know, I believe, we recognize* といった表明は不要であるとさえ言える．しかし，それでもなおこれらの表現が用いられるのは，それぞれの表現の語用論的意味が価値を持っていることの現れである．

Langacker（2008）は，文の発話の背後には図 3 のような階層的構造があると仮定し，グラウンディングを受けた客観的内容は，発話イベントにおいて一つの機能単位として発話行為シナリオの中に位置付けられると論じている．このモデルが言語使用の認知プロセスを正しく表しているとすれば，内部的にどれだけ複雑な構造を持っていたとしても，文は全体として 1 つの機能単位として発話行為シナリオに位置付けられることになる．これは，本節で示した思考動詞の多重的な補文構造がもたらす違和感の原因に関する説明と一致する．

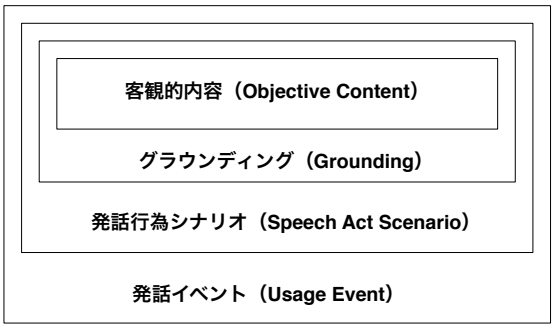


図 3 発話の階層構造

5. 心理・報告動詞構文の多重化の事例

ここまで，心理・報告動詞の類の多重的な埋め込みにかかわる制約の要因について考察してきたが，本節では逆に，そうした構造を持った文が実際に発話されるとき，どのような特徴を見出すことができるかについて触れておきたい．

認知言語学的に言えば，補文とは把握された事態概念に一定の「まとまり」を与え，ひとつの客体的な概念要素として上位の概念構造に参与させる文法的仕組みである．前節までに述べた，心理・報告動詞の多重的な埋め込み構造が生じさせる不自然さの要因は，端的に言えば，補文内に含まれる心理・報告動詞が主語要素による補文内容に対する「一人称的把握」を想起させることで，そのような「まとまり」の形成を阻害することにあると言える．

一方，心理・報告動詞の一人称的把握の側面ではなく，客体的な行為事象としての側面に焦点が当てられるなら（そしてそれを支える文脈的背景が得られるなら），多重的な補文構造を形成することに必ずしも重大な障害は生じないと予測できる．次の (7) と (8) はコーパスから得られた，そのような多重的埋め込み構造の実例である[10]

[10] これらの例は TED Corpus Search Engine（TCSE）を用いて採取した．先行する談話文脈から切り離した形では的確に意味を把握することが困難な場合があるため，ここでは TCSE から得られる日本語訳と共に示す．TCSE の詳細については Hasebe（2015）を参照．

(7) Research **tells us that** the more a woman **believes that** everyone gets PMS, the more likely she is to erroneously report that she has it. [TED: 2214]
研究では誰もがPMSになると信じている人の方が自分はPMSだと誤って訴える傾向があります.

(8) One of the governors of one of the states **told** me **that** he didn't **realize that** more women were, in fact, literally sitting on the side of the room, which they are, and now he made a rule that all the women on his staff need to sit at the table. [TED: 1906]
ある州知事の方には女性の多くが文字通り部屋の隅に座っていることに気付かなかったと言われました.今では女性スタッフ全員をテーブルに着かせると決めました.

(7) における補文内の *a woman believes that ...* は学術的な調査結果の一部として述べられた一般的記述である.主語である *a woman* は特定の女性を指す要素ではなく,*believes that* 以下の補文の内容との間に「一人称的把握」はほとんど想起されない.

次に (8) の *One of the governors of one of the states told me that ...* の方はやや状況が異なるが,ここでは,社会的に重要な地位にある人物がある事柄に「気付いていなかった」という事実性が発話のポイントになっており,補文内の *he didn't realize that ...* から想起され得る一人称的把握の度合いはやはり減じられていると言える.

主節の動詞が主体的な把握を想起させるものであることはもちろん問題とならない.またそれらは語用論的意味を担う非命題的な要素となりやすく (cf. Langacker 2009),直下の補文内に主体的な把握を想起させるような構造が埋め込まれること状況を許容することも多い.

(9) Sometimes in the media, and even more rarely, but sometimes even scientists will say that something or other has been scientifically proven. But **I hope that** you **understand that** science never proves anything definitively forever. [TED Corpus: 2644]
メディアが時として使う表現でありさらに稀とはいえときに科学者も使う表現に何かが「科学的に証明された」という言い方があります.ご理解いただけると思いますがサイエンスが何かを断定的に証明しそれが永遠ということはありません.

(10) I am a writer and I'm also an English teacher, which means I think about words for a living. You could **say that** I get paid to **argue that** the language we use matters, and I would like to argue that many of the metaphors we use to talk about love—maybe even most of them—are a problem. [TED Corpus: 2661]
私は作家で英語教師でもあります.言葉について考えるのが仕事ということです.私達が使う言語の重要性を 説くことで稼いでいるようなものです.私は私達が恋愛について語る時に使う—多くのメタファーにはあるいは大部分かもしれませんが—問題があると思っています.

上の (9),(10) の各例においては,多分に語用論的な役割を担い,また多かれ少なかれ慣用的な表現として確立されている主節表現に対する補文として,もう1つの補文構造が埋め込まれている.このように,適切な条件が揃いさえすれば,心理動詞・報告動詞の補文構造の多重化も,十分に容認可能で自然な理解を妨げない表現を生むと言える.

6. 概念内容の表示と志向的意識

ここで本稿の最初に示した問いに立ち戻って考えてみたい.認知言語学的な言語観ををとる Tomasello (1999) は,「他者の心」の存在を自然環境の中で理解できることがヒトの技術発達や言語発達を促したと論じる.また Corballis (2011) は,自然言語の構造に観察される再帰性は,いわゆるマキャベリ的知性—すなわち「心の読み合い」の必要性から発達した対人・社会関係的な知性—に起源があると論じた.ではそうした「心の読み合い」の把握を1文のうちに言語化することが,なぜ必ずしも自然な発話につながらないのだろうか.

もし表現しようとする概念が私たちにとっておよそ把握不可能であったり,あるいは現実的にあり得ないものであるなら,この問いは意味をなさないだろう.しかし,私たちは日常的にある程度高い次数の「読み合い」を行っている (cf. Corballis 2011).[11] このことは,洗練された形で言語を使いこなすようになる段

[11] Corballis (2011) は,言語を可能にするヒトの認知能力のうち最も重要なものは,社会的な「心の読み合い」に適応した再帰構造の処理能力であり,ヒトは最大で 5 次または 6 次の再帰構造を処理可能であると論じる.

階以前の幼児が示す認知能力に目を向ければ明らかである．

子供は母語を生後 12 ヶ月頃の時期に発し始めるが，それに先立つ 9 ヶ月頃にそれまでは見られなかった様々な振る舞いを示すようになる．例えば，周囲に対して協調的な態度を示したり，自分の行為の障害になるような物体に周囲の注意を喚起したりするようになる．そして最初の言葉を発し始めるころには，はっきりと他者の視線の存在を意識し始め，「他者の視点」から対象物をみることができるようになってくる．このことは，視線の追従や，指差しといった形で観察される．さらに生後 13〜15 ヶ月の時期になると，自らの視線に対する他者の気づきを意識できるようになる．この段階では，自分の意図や目的に対する周囲の反応から何かを学んだり，あるいはそれに応じて何かを伝えたりするようになる．図 4 は，幼児のこのような認知発達のプロセスを表している（Tomasello 1999）[12]．

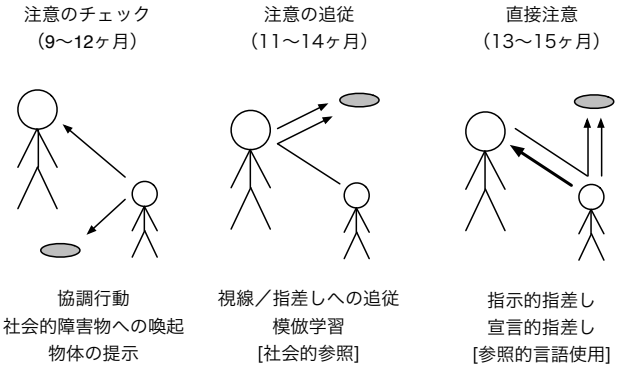


図 4　幼児の認知発達

ここで，13〜15 ヶ月の段階というのは，最初の言葉こそ発せられているものの，文法的な洗練からは遠く，高次の埋め込みを含む文などは兆候も見られない段階である．しかし，図 4 の右側に示されるような指示的あるいは宣言的な指差しが可能であるためには，基本的な「心の読み合い」の能力が獲得されていなければならない．そうした指差しの背後にある幼児の認知的到達をあえて言語的に表現するなら，次のようになるだろう．

(11)　子どもは対象 X をみている自分をみている他者の存在を理解できるようになる

つまり，言語によるコミュニケーションに参画するには，最も基本的な部分で (11) のような理解が常に求められる．ところが，そのような基本的な理解をあらためて言語化するとなると必ずしも簡単にはいかない．意識の水面下で生じている「心の読み合い」を明確に意識し，さらに再帰的な埋め込み構造によって表現することがなぜそれほど困難なのだろうか．

英語や日本語の構造的な性質にもとづいた提案はすでに示した通りである．しかし，この問題をヒトの認知に関するより基本的なレベルでの議論と結びつけるなら，Searle（1983, 1998）がいう志向的状態（intentionality）の概念との関係が重要なものとして想起される．志向的状態とは世界を構成する自己以外の様々な事物・事象に関する—あるいはそれらに向けられた—心的状態であるが，Searle（1998）は言語に関わる志向的状態には大きく分けて次の 2 つのモードが存在すると論じている．

(12)　a. 世界から言葉への一致
(world-to-word direction of fit)
b. 言葉から世界への一致
(word-to-world direction of fit)

(12a) の「世界から言葉への一致」とは，主体が信念（belief）や仮説（hypothesis）を抱くときにとる志向的状態のである．信念とは何らかの根拠や確信と共に保持される世界の在り方の像であり，仮説とは暫定的に措定された像である．一方，(12a) の「言葉から世界への一致」とは，欲求（desire）や意図（intention）と関連付けられる志向的状態である．

様々な発話の中で，遂行文（宣言，誓約，謝罪，etc.）に対して，陳述文は談話領域における情報管理の一貫として主に情報を（再）提起するという目的でなされる．陳述文も遂行文としての側面を持っていると言えるが，基本的に両者はある程度明瞭に区別し得る．遂行文は「言葉から世界への一致」を目指す手段であり，陳述文は「世界から言葉への一致」を目指したものである．

では，*say* や *believe* といった心理・報告動詞を用いて命題的な概念を言語化するとき，これら 2 種の志向的状態はどのように関わってくるのだろうか．一見すると，こうした心理・報告動詞はもっぱら「世界から言葉への一致」の表現である．第 1 に，*say* や *believe* といった動詞は，主語として表現される主体が補文の内容を信念や仮説として持っていることを含意するからである．第 2 に，*say* や *believe* といった動詞を含む文を発話する話者は，その発話内容を信念の一部として—たとえ Grice 的な会話の公理に基づく「構え」としてであっても—真であるとして述べていると期待さ

[12]図 4 に付された説明は Tomasello（1999）の日本語版（『心とことばの起源を探る』大堀壽夫・中澤恒子・西村 義樹・本多啓訳，勁草書房）を参考にした．

れるからである．

しかし，*say* や *believe* といった心理・報告動詞の概念構造は一人称的な経験と関連付けられている．それゆえに，これらの動詞が一人称で用いられるとき「字義的な意味」は希薄になる．例えば，(13) における *I said* および *I think* は客観的な意味内容の観点からすると冗長である．仮に (14) のように述べたとしても実質的な命題内容は変わらない．

(13) a. I said you must finish it today.
b. I think she will come back to work soon.

(14) a. You must finish it today.
b. She will come back to work soon.

こうしたことから，一人称表現と共に用いられる心理・報告動詞の価値は，客観的な意味内容よりもむしろ語用論的な機能にあると言える．それらは字義的には「世界から言葉への一致」の志向的状態を反映させた陳述表現でもあるが，それと同時に，世界のうちに何らかの結果状態が生起することを企図した発話行為（説得，主張，補足，etc.）を生むような手段として，すなわち「言葉から世界への一致」の志向的状態を表示する手段として機能しているのである．この点が心理動詞や報告動詞の重要な特徴であり，そのような特徴ゆえに，構造的には再帰的な埋め込みを許すが，実際には様々な制約を伴うという興味深い事実が生じてくるものと考えられる．

7. おわりに

言語に特化したモジュール的機構を想定しない認知言語学的の観点に立つと，英語や日本語の文法は，意図した目的が発話によって達成される蓋然性がもっとも高くなるよう，歴史的な時間の中で漸進的に構成・調整されてきたと考えられる．表現すべき対象が複雑化すれば，当然それに応じた言語的仕掛けが求められる．言語の再帰構造はそのような仕組みの一つであろう．

しかし，たとえ原理的に可能であっても，実際の言語使用において多重的な埋め込みは様々な要因により抑制される．本稿では，再帰構造の中でも心理動詞および報告動詞を軸とした補文関係が多重に埋め込まれるタイプの再帰構造に焦点を当て，考察を行った．また，これらの動詞には本来相反的な 2 つの志向的状態の生起が関わっていることが，様々な制約の要因となっている可能性を示した．

本研究は未だ発展段階にある．ここで扱った問題は言語学，心理学，哲学などの領域で長らく議論されてきた種々の事柄と関係が深い．歴史的な伝統の中で多くの知見が集積されているが，理論的枠組みや術語の違いがある．これらを統合して新たな展開を試みることが求められる．加えて，定量的な観点からの調査・考察も必要であろう．

さらに，異なる「話法」の性質について検討することも重要である（cf. Vandelanotte 2009）．間接話法，直接話法に加えて，文学作品などでは自由間接話法，自由直接話法といった話法がしばしば用いられる．様々なスタイルによる概念の表示の分析を通じて，多重的な補文構造の性質や，それが選択される語用論的な動機といったものがより明確になると期待される．

参考文献

[1] Chomsky, N. (1965) *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.

[2] Chomsky, N. (1995) *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: MIT Press.

[3] Corballis, M. C. 2011 *Recursive Mind: The Origins of Human Language, Thought, and Civilization*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

[4] Fauconnier, G. (1997) *Mappings in Thought and Language*. Cambridge: Cambridge University Press.

[5] Harder, P. (2010) “Over the top: Recursion as a functional option”, *Recursion and Human Language*. Berlin: Mouton de Gruyter, 233-244.

[6] 長谷部陽一郎. (2007) 「日英語の話法選択について—認知的接地の観点から—」,『表現研究』, 第 86 巻, pp. 20-29.

[7] Hasebe, Y. (2015) “Design and implementation of an online corpus of presentation transcripts of TED Talks”, *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, Vol. 198, No. 24, pp. 174-182.

[8] 長谷部陽一郎. (2016) 「言語における再帰と自他認識の構造—認知文法の観点から—」,『ラネカーの (間) 主観性とその展開』, 東京: 開拓社, pp. 269-304.

[9] 廣瀬幸生. (2016) 「主観性と言語使用の三層モデル」,『ラネカーの (間) 主観性とその展開』, 東京: 開拓社, pp. 333-355.

[10] Langacker, R. W. (1985) “Observations and speculations on subjectivity”, *Iconicity in Syntax*. Amsterdam: John Benjamins, pp. 109-150.

[11] Langacker, R. W. (1987) *Foundations of Cogni-*

tive Grammar, vol. 1, *Theoretical Prerequisites*. Stanford: Stanford University Press.

[12] Langacker, R. W. (1991) *Foundations of Cognitive Grammar*, vol. 2, *Descriptive Application*. Stanford: Stanford University Press.

[13] Langacker, R. W. (2002) "Deixis and subjectivity", *Grounding: The Epistemic Footing of Deixis and Reference*. Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 1-28.

[14] Langacker, R. W. (2008) *Cognitive Grammar: A Basic Introduction* Oxford: Oxford University Press.

[15] Langacker, R. W. (2009) *Investigations in Cognitive Grammar*. Berlin: Mouton de Gruyter.

[16] 中村芳久. (2013) 「認知モード・言語類型・言語進化—再帰性 (recursion) との関連から—」, *Kanazawa English Studies*, 第 28 巻, pp. 1-16.

[17] Searle, J. R. (1983) *Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

[18] Searle, J. R. (1998) *Mind, Language, and Society: Philosophy in the Real World*. New York: Basic Books.

[19] 時枝誠記. (1941)『国語学原論』, 東京: 岩波書店.

[20] Tomasello, M. (1999) *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[21] Tomasello, M. (2003) *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[22] Vandelanotte, L. (2009) *Speech and Thought Representation in English: A Cognitive-Functional Approach*. Berlin: Mouton de Gruyter.

言語の長相関に内在する再帰的生成過程
Long-Range Correlation Underlying Language and Recursive Generative Processes

田中久美子
Kumiko Tanaka-Ishii
† 東京大学先端科学技術研究センター
RCAST, University of Tokyo
kumiko@cl.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

経済、地震、気象など、自然発生的な時系列に対して知られている物理学上の特性として、長相関がある。長相関は、与えられた時系列の任意の二つの部分が、離れていても類似性を持つという、再帰的な性質を示唆する。本発表では、CHILDES コーパスや音楽、プログラミングといった人間が生成した時系列に長相関が成り立つことを示す。その原因を考えるため、数学的生成過程を複数考え、ある単純な再帰的なふるまいが関わっている可能性を示す。

Keywords — 長相関, CHILDES corpus

1. はじめに

経済、地震、気象など、自然発生的な時系列では、大域的な統計法則が成り立つことが知られる。自然言語にもそのようなものが知られており、冪則の形式をとることが多い。冪則とは、ある時系列に対して、異なる二変量の関係を両対数で観測した時に、線形の関係が現れる性質をいう。Zipf 則 [Zipf(1965)]、Heaps 則 [Heaps(1978)] [Herdan(1964)] は代表的で古くから知られるものである。

言語に関する大域的な統計法則の中で、比較的近年に計測できるようになったものに、長相関がある。長相関とは、与えられた時系列の二つの部分が、それがどんなに離れていても一定の類似性を持つ性質をいう。この定義からも、長相関は再帰的な概念であり、時系列のフラクタル的性質を検証するための一つの方法論でもある。長相関はもともとは Hurst が水量データの解析に用い [Hurst(1951)]、以来、経済時系列、地震、気象など、数値時系列に対して計測方法が考案されてきた。一方で、自然言語は数値時系列ではないため、長相関を算出する適切な方法が、長い間わからなかった。近年この点の研究が進み、自然言語の時系列を単語の間隔で捉えることにより、計算可能となった。本稿では、まず、この方法を用いて、さまざまな種類の自然言語に関するデータの中に、Zipf 則、Heaps 則、長相関が成立することを示す。

その上で、なぜこのような法則が言語において成立するのか、本研究では Simon の生成モデルを元に議論する。Zipf 則の成立に関しては、Mandelbrot が、コミュニケーションの全体最適化が背景にあるとして説明している。しかしながら、発話の時々で、発話全体を見通した上で最適化をしているとは、にわかには考えられない。人が毎回毎回行う発話行為の中に何か隠された「からくり」のようなものがあり、その行為は実は全体最適化につながる行為であり、人はその行為を学ぶことにより言語を使えるようになる、と考える方が自然ではなかろうか。本稿では、その「からくり」として何があるのかを数学的生成過程を通して考える。

なお、本稿の元論文は英文で現在投稿中の内容となる。本稿はこれのポイントをまとめ、また関連事項を付記したものである。

2. 言語に成り立つ３つの大域的な統計法則

本稿では、自然言語について成り立つことが報告されている Zipf 則 [Zipf(1965)]、Heaps 則 [Heaps(1978)]、長相関の三つの大域的な統計法則を考える。Zipf 則とは、与えられた文書に対し、u を単語の頻度順位、その単語の頻度を $F(u)$ とすると、

$$F(u) \propto u^{-\xi}, \quad \xi \approx 1.0 \tag{1}$$

との性質が成り立つことである。一方、Heaps 則は、文書中の語彙量と文書量の関係であり、m を文書量, $V(m)$ を語彙量として、

$$V(m) \propto m^{\zeta}, \quad \zeta < 1.0 \tag{2}$$

が成り立つという性質である。特に、自然言語の場合には、指数 ζ が、1.0 よりもかなり小さい点に特徴がある。

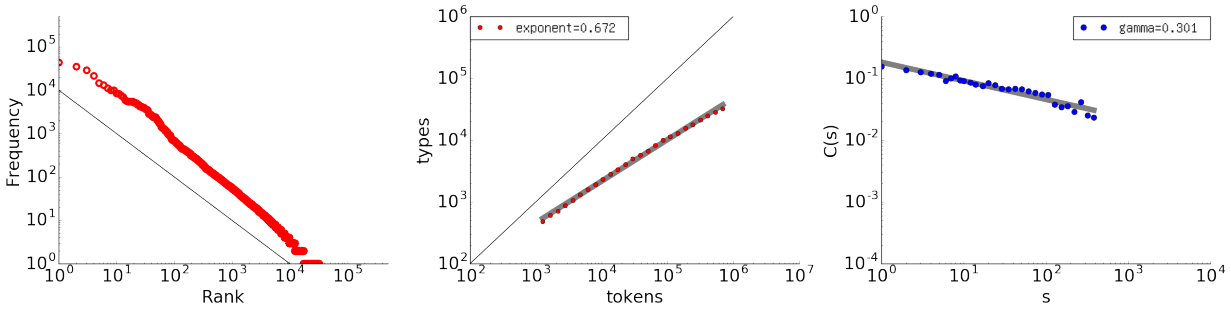


図 1　レ・ミゼラブル全文 (フランス語) で成り立つ 3 つの大域的な統計法則 : 左から Zipf 則、Heaps 則、長相関。

例として、レ・ミゼラブルの場合を図 1 に挙げる。左の図がレ・ミセラブルの順位頻度分布を示す。横軸は順位、縦軸は頻度を表し、赤い点群がデータの実プロットである。下側の細い黒い線が傾き-1 の直線を表している。赤プロットと、黒直線を比較すると、上の定義のとおり、順位頻度分布においては冪指数はほぼ-1.0 にに近いことがわかる。

中央の図は文書量に対する語彙量を表している。横軸は文書量、縦軸は語彙量で、赤点群がレ・ミゼラブルの実プロットである。図中の黒直線は傾き 1.0 であるが、それとの比較では、赤プロットの傾きは小さい。傾きを算定すると、0.672 となり、回帰直線を赤プロットの背後に薄いグレーで示している。

長相関とは、与えられた時系列の中の二つの (長い) 部分列が、ある程度離れていても似ているという再帰的な性質を表す。歴史的に、Hurst 法 [Hurst(1951)] や、Detrended Fluctuation Analysis [Kantelhardt *et al.*(2001)] [Kantelhardt(2002)] などさまざまな検出方法があるが、それぞれの手法の問題なども近年では明らかとなり、昨今では、最も基礎的な自己相関関数で計測するのが妥当であると報告されている [Lennartz and Bunde(2009)]。$R = r_1, r_2, \ldots, r_N$ を時系列として、その平均と分散を μ,σ とすると、自己相関関数は、

$$C(s) = \frac{1}{(N-s)\sigma^2} \sum_{i=1}^{N-s} (r_i - \mu)(r_{i+s} - \mu) \qquad (3)$$

で定義される。つまり、距離 s の開きがある二つの時系列部分の共分散を時系列の分散で正規化しており、すなわち、距離 s の二つの時系列の類似度を計算するものである。これが、

$$C(s) = C(1)s^{-\gamma}, s > 0 \qquad (4)$$

つまり、距離 s に対して、冪となる時、長相関があるという。

この自己相関関数を自然言語にどのように適用するかが長く問題であった [Ebeling and Pöschel(1994)] [Altmann *et al.*(2009)] [Altmann *et al.*(2012)]。近年の報告によると、単語の間隔時系列に対して、極値解析を適用することにより、長相関がある場合には安定してそれを観測することができる [Tanaka-Ishii and Bunde(2016)]。具体的には、文書中の稀な単語集合を考え、集合に含まれる単語群全てを用いて間隔の時系列を構成して R とする。これに対して自己相関関数を計測することで、長相関を観測することができる。 [Tanaka-Ishii and Bunde(2016)] に基づき、以下、本稿で示す長相関は、文書長の 1/16 の単語を稀な順からとり、それをもとに、間隔時系列を構築し、自己相関関数を計測したものである。

図 1 の右図はこのようにして得られた長相関である。横軸は距離 s、縦軸は $C(s)$ である。距離に対して類似度が冪でしか減少しない、つまり、どこまで s を大きくしても、一定の類似性が見られることがわかる。たとえば 0 と 1 がランダムに現れるバイナリ時系列の場合には、類似度 $C(s)$ は、0 付近の正負の小さな値をとることになる。図は両対数であるので、当然正の領域のみを示している。つまり、レ・ミゼラブルの自己相関関数は、負の値は一切現れず大きく正となっており、しかも、どの距離 s をとっても時系列は類似していることを示している。

[Tanaka-Ishii and Bunde(2016)] では、十の長い単著の文学作品においては長相関がよく成り立つことが報告されている。また、筆者の未発表の研究ではあるが、Gutenberg プロジェクトから長いテキストを 1000 以上得て、それに対して長相関を調べたところ、長相関が成り立たないものはむしろ珍しく、おしなべて長相関が見られることがわかっている。

3.　幼児の発話、音楽、プログラム

以上のような統計法則は、実は自然言語に関連する、他の人間のコンテンツでも成り立つ。本節では、

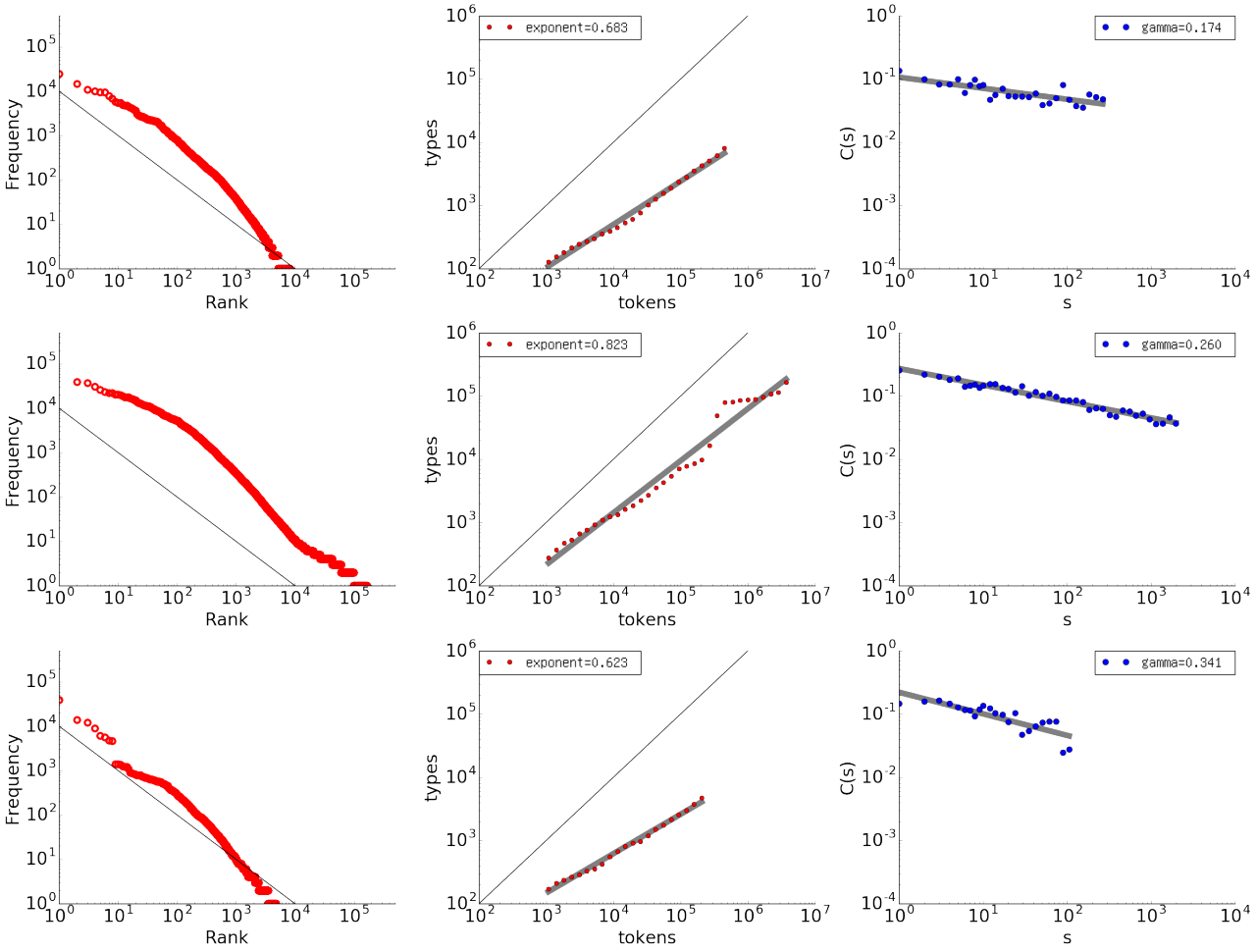


図 2　CHILDES コーパスの Thomas の発話 (上)、Lisp(中央)、バッハのマタイ受難曲 (下) での三つの大域的な統計法則。

三つの異なる例として、CHILDES コーパス最長の発話データである Thomas のデータ、プログラムの Lisp コード、バッハのマタイ受難曲、を挙げる。

図 2 は、それぞれのデータの順位頻度分布 (左)、文書量に対する語彙量 (中央)、長相関 (右) を上から順に表している。

CHILDES コーパスは、前処理をほどこし、XXX などとなっている部分を削除している。また、Lisp については、世界中の Lisp のソースを集め、その上で、プログラムコードは、コピー&ペーストで生成されることも多いため、大きな重複のみ削除するなどの処理を施し、括弧を削除したデータを時系列としている。最後に、マタイについては、MIDI データからおこしているが、前処理にかなりの恣意性がある。今回は、複数に重なる楽器ごとの旋律を、一旋律として単純につなげた状態で時系列としている。

結果の図は、前節のレ・ミゼラブルの結果と、どれも若干異なりはする。たとえば、幼児の発話は、順位頻度分布がレ・ミゼラブルのそれよりも上に凸の傾向が強いし、Lisp では、語彙の増大が途中で不連続になってもいる。しかし、おおまかには、これらの人由来のデータにおいて、3 つの大域的な統計法則が成立するといっても過言ではないであろう。事実、順位頻度分布の傾きは-1.0 に近いといえるであろうし、文書量に対して語彙量が増大する傾きは自然言語同様に 1.0 よりは小さい。そして、長相関はどれにも現れており、自己相関関数に負値は現れない。

同様の傾向を CHILDES コーパス最長の 10 人のデータ、10 の長い交響曲、他のプログラムコード (C++や python など) で調査したところ、それぞれに個性はあるが、やはりおおまかな傾向は一致する。

言語、音楽、プログラムなどはどれも人の記号活動を基礎とする。また、幼児の発話は、文法や語彙の使用もたどたどしい。にもかかわらず、これらにおいてこのように 3 つの統計法則が成立する理由は何であるのか。

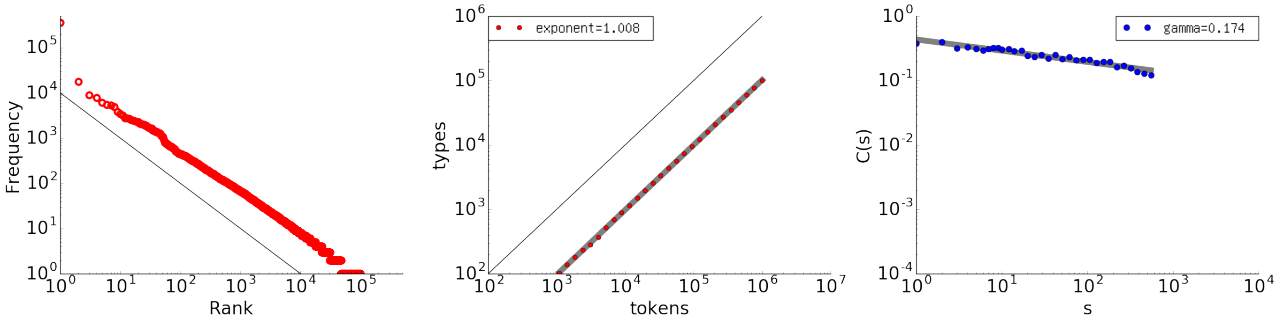


図 3　$\alpha = 0.10$ の場合に Simon モデルを用いて 100 万要素生成した時系列における順位頻度分布、文書量に対する語彙量、長相関。

4. Simon モデルとその変種

Zipf 則の成立原因については、Mandelbrot の [Mandelbrot(1952)] の論が有名である。Mandelbrot はコミュニケーションの効率を最良にすることにより、Zipf 則を導くことができることを数学的に証明した。言語の背景に、効率化の概念があることは、言語学上同時期に他の論も知られる [Martinet(1960)]。とはいえ、Mandelbrot の論は Zipf 則のみを説明し、特に法則の中でも長相関との関係は明らかではない。

しかしながら、果たしてコミュニケーションを全体最適化するようなことを我々は行って発話をしているだろうか。むろん、発話に意図がある以上、その意図に沿って、なるべく話が伝わるように工夫して話をするだろう。しかし、毎回の発話において、発話の最後の部分まで見通して、全体最適化を行っているかは疑問である。特に、幼児の発話においても冪則は成立するのである。すると、むしろ、発話一回一回の行為に何かがあり、それは、結果として全体として最適化をする行為となっており、そのような行為の仕方を子供は学ぶのである、と考える方が自然であろう。すると、大域的な統計法則の成立原因を考える上では、一回一回の発話行為を考察することが必要となる。その基礎的なモデルとしての数学的生成過程の統計的ふるまいを考察することが一つの手がかるとなるだろう。

基礎的な数学的生成過程には、マルコフ過程やポアソン過程、再生過程など含まれるが、以上はいずれも語彙数が有限のモデルである。自然言語は発話に応じて新規語彙が常に導入される系であり、だからこそ、Heaps 則が成り立つ。

語彙数が無限に増える生成過程の代表には、複雑系科学の先がけとして提案された、Simon モデル [Simon(1955)] がある。以下、紙面の幅の関係から、簡略的な記法をとる。K_t を時刻 t における (単語や文字など) 要素数とし、時刻 t までに要素 i が現れた数を $S_{t,i}$ とする。時刻 $t = 0$ では、

$$K_0 = 1, \quad S_{0,1} = 1, \quad S_{0,i} = 0, \quad i = 1, 2, 3 \ldots$$

として生成を始める。Simon 過程は、時刻 $t > 0$ においては、α を与えられたパラメータとして、

$$\begin{aligned} P(\text{新規単語を生成}) &= \alpha, \\ P(\text{要素 } i \text{ を生成}) &= (1-\alpha)\frac{S_{t,i}}{t}, i = 1, \ \ldots, K_t. \end{aligned}$$

と生成する。上の一行目は、事前に決めた α の確率で、新規単語を生成することを表す。二行目は、それ以外の $1 - \alpha$ の確率で、それまでに生成した時系列から無作為に一つ要素をサンプリングすることに相当する。式上は、各要素を、過去に現れた頻度に比例する割合で選択する、という定義であるが、それは無作為選択と同じことである。

Simon 過程を $\alpha = 0.1$ として、100 万要素生成し、図 3 に、左に順位頻度分布、中央に文書量に対する語彙量、右に長相関を示している。Zipf 則がだいたい成り立つこと、また語彙量が増大する傾きが 1.0 であることは、数学的に証明されており、理論どおりといえる。長相関は、その処理工程が複雑であるため、証明は困難であるが、実験的に成り立っていることが図からわかる。この三つのグラフを見ると、Simon モデルは自然言語の特性をふまえているかにみえる。

しかしながら、自然言語と決定的な差があり、それは文書量に対して語彙量の増大速度が早すぎるという点である。通常、自然言語の Heaps 則の傾きは 0.55-0.75 くらいであり、1.0 ということは筆者の知る限り観測されたことはない。とすると、語彙量の増大速度を抑えたモデルを考える必要がある。

この点を改良したモデルは、Pitman-Yor 過程として知られている [Pitman(2006)]。Pitman-Yor 過程は、2000 年代に Bayes 推定 [Teh(2006)] [Goldwater *et al.*(2009)] の枠組みとして自然言語処

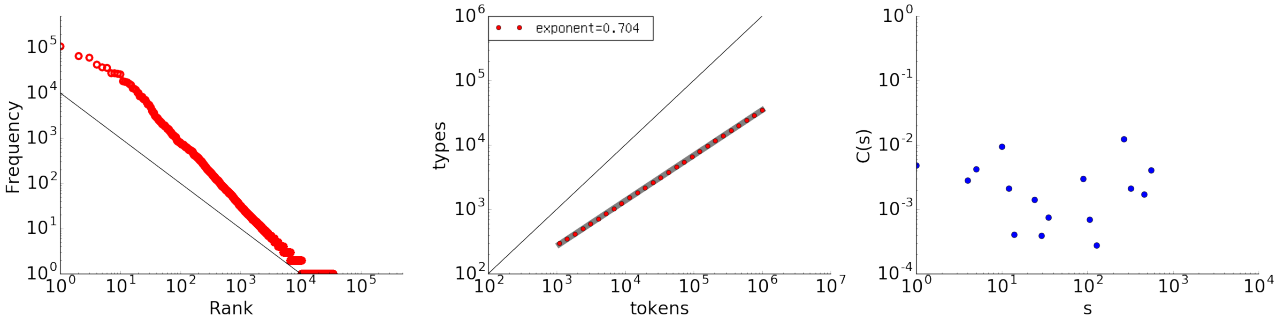


図 4　$a = 0.68, b = 0.80$ として Pitman-Yor モデルを用いて 100 万要素を生成した時系列の、順位頻度分布、文書量に対する語彙量、長相関。

理で用いられた。Pitman-Yor 過程は Simon モデル同様に $t = 0$ から始まる。$t > 0$ においては、事前に与えられたパラメータ a,b に対して、

$$P(\text{新規単語を生成}) = \frac{aK_t + b}{t + b},$$
$$P(\text{要素 } i \text{ を生成}) = \frac{S_{t,i} - a}{t + b}, i = 1, \ldots, K_t$$

として生成される。Pitman-Yor 過程では、各単語が現れた単語の回数を a だけ小さく捉え、その分を新規単語の生成確率として割り振る。また、順位頻度分布は、実データではどれも右上凸の構造をしているが、Pitman-Yor はこの点をモデル化するため、パラメータ b を導入し、b が大きいほど、大きく凸になるように工夫されている。Pitman-Yor 過程は、Simon のような無作為サンプリングに基づく過程ではないため、各単語の現れ方を毎回の生成ごとに統計として保存せねばならず、この意味で、計算機上でも Simon モデルよりも生成速度が遅いのが特徴である。

Pitman-Yor 過程を $a = 0.68, b = 0.80$ の場合として、100 万要素生成した。$a = 0.68$ としたのは、a とだいたい同じ傾きで語彙が増大することを、数学的に示すことができるからである。図 4 に左から、順位頻度分布、文書量に対する語彙量、長相関が示されている。中央の図から、語彙量は傾き 0.704 で増大しており、$a = 0.68$ に近い値となっている。また、左図の順位頻度分布の右上凸の性質は、$b = 0.8$ の場合でも少し現れていることがわかる（さらに b を大きくすると、Thomas の例のように大きく湾曲させることができる)。一方で、長相関については消えてしまっている。a,b のパラメータを網羅的に変化させ、時系列を生成して試したが、Pitman-Yor 過程では長相関がまったく成り立っていない。

Simon で語彙量が早く増大し過ぎ、一方で、Pitman-Yor で長相関が成立しない、との状況から、二つのモデルを折衷した生成過程を考える。最も単純なものとしては、$t > 0$ において、a,b をパラメータとして、

$$P(\text{新規単語を生成}) = \eta, \quad where \ \eta = \frac{aK_t + b}{t + b}$$
$$P(\text{要素 } i \text{ を生成}) = (1 - \eta)\frac{S_{t,i}}{t}, i = 1, \ldots, K_t$$

が考えられる。一行目の新規単語生成確率は、Pitman-Yor どおりで要素の語彙数 K_t にしたがって減衰させ、二行目の、すでに現れている要素 i の生成確率は Simon どおりに過去に生成した時系列からの無作為サンプリングにより行う。折衷モデルの生成では、既存単語の生成は Simon 同様であるため、生成は高速に行うことができる。

折衷モデルを用いて、Pitman-Yor の場合同様、$a = 0.68$ and $b = 0.80$ として、100 万要素を生成した。この時系列の順位頻度分布、文書量に対する語彙量、長相関を図 5 に示す。中央の語彙量の増大速度が、自然言語同様に 1.0 よりも小さく実現されている。一方で、右図の長相関も成立している。長相関の傾きがやや小さいなど若干の差はあるが、自然言語の大域的な統計法則を質的に満たす一つの数学的生成モデルとして、折衷モデルがあることになる。

数学的生成過程は、自然言語の生成過程とは根本的に異なるものではある。とはいえ、自然言語で成り立つ大域的な統計法則が成り立つものに関しては、自然言語の生成過程を考えるヒントが隠されていると考えてもよいだろう。以上の論からは、長相関を生成する一つの生成過程は、「新規単語を導入しながら、過去から無作為にサンプリングする過程」であることが示唆される。実際、Simon でも、折衷モデルでも無作為サンプリングにより、既存単語を生成している。一方の、Pitman-Yor は無作為サンプリングでは生成できない。過去の時系列からの無作為サンプリングは、前述のように、計算上も各単語の統計をメモリ上に格納する必要がないため、効率がよい。無作為サンプリ

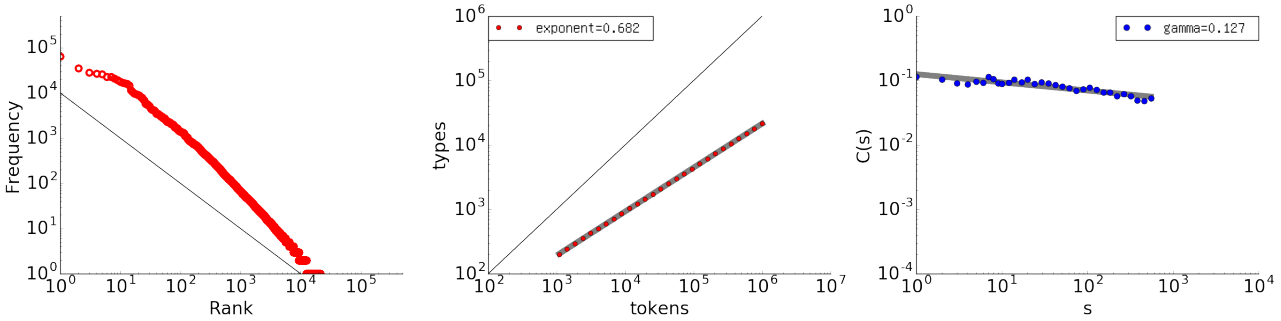


図 5　Pitman-Yor モデルの新規単語導入率に、Simon モデルの既存の単語生成確率を合わせた、折衷生成過程における、順位頻度分布、文書量に対する語彙量、長相関。$a = 0.68$ and $b = 0.80$ の場合、100 万要素。

ングの効率の良さは、人においても同様である可能性はあるだろう。そして、無作為サンプリングの本質とは、自己の過去の発話を再利用する再帰的な過程である。実際の人間の発話は、むろんのこと、無作為サンプリングからはかけはなれてはいようが、無作為サンプリングが人間の言語の長相関に何らかの意味で関わる可能性を否定するものではないだろう。つまり、本稿の最初に述べた、一つ一つの発話行為の背景にある「からくり」として、過去の発話からの再帰的なサンプリングがあるのかもしれない。

5.　結論

本稿では、Zipf 則、Heaps 則、長相関という自然言語の三つの大域的な統計法則を確認し、特に近年計測が可能となった長相関に視点を当て、大域的な統計法則を満たすような数学的生成過程を考えることにより、自然言語の性質を考えた。長相関とは、時系列中の部分列の類似性、つまり自己相似性を表す一つの性質である。

上述の三つの大域的な統計法則は、自然言語の単著文書だけでなく、言語的な人間の他の記号過程の例として、幼児の発話、プログラムソース、音楽などでも成立する。なぜこのような大域程な統計法則が成立するのかに関しては、発話全体の最適化の観点からの論が知られている。しかし、発話とは逐次に行うもので、未来の発話を含む全体の最適化を前提とする論には疑問が残る。すると、逐次発話の中に大域的な統計法則を成立させる何らかの要因があるだろう。

逐次の発話のモデルとして、数学的生成過程を考えた。最も基礎となる Simon モデルでは、大域的な統計法則は特に文書量に対する語彙量の増大速度が早すぎる一方で、美しい長相関が観測された。語彙増大速度を抑えた Pitman-Yor モデルでは、今度は長相関が成立しなかった。そこで、Simon モデルと Pitman-Yor モデルを折衷した単純な生成モデルを考えたところ、自然言語の大域的な統計法則を大まかに満たす時系列を生成することができた。状況を総合すると、新規単語を導入しながらも、既存の単語を過去の発話から再帰的に無作為サンプリングを行う過程が、長相関を成立させる要因 となっていることが考えられる。自然言語の発話過程と、過去の発話からの無作為サンプリングとの関わりを考察することが、今後の認知科学上の課題となりえる。

参考文献

[Altmann *et al.*(2009)] Altmann, E.G. , Pierrehumbert, J.B. , and Motter, E.A. (2009). Beyond word frequency: Bursts, lulls, and scaling in the temporal distributions of words.

[Altmann *et al.*(2012)] Altmann, E.G. , Cristadoro, G. , and Esposti, M.D. (2012). On the origin of long-range correlations in texts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **109**, 11582–11587.

[Ebeling and Pöschel(1994)] Ebeling, W. and Pöschel, T. (1994). Entropy and long-range correlations in literary english. *Europhys. Letters*, **26**, 241–246.

[Goldwater *et al.*(2009)] Goldwater, S. , Griffiths, Thomas L. , and Johnson, M. (2009). A baysian framework for word segmentation: Exploring the effects of context. *Cognition*, pages 21–54.

[Heaps(1978)] Heaps, H. S. (1978). Information retrieval: Computational and theoretical aspects, academic press. page 206208.

[Herdan(1964)] Herdan, G. (1964). *Quantitative Linguistics*. Butterworths.

[Hurst(1951)] Hurst, H. E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, **116**, 770–808.

[Kantelhardt *et al.*(2001)] Kantelhardt, J. W. , Koscielny-Bunde, E. , Rego, H. H. A. , Havlin, S. , and Bunde, A. (2001). Detecting long-range correlations with detrended fluctuation analysis. *Physica A*, **295**, 441–454.

[Kantelhardt(2002)] Kantelhardt, J. W. et al. (2002). Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A*, **316**, 87.

[Lennartz and Bunde(2009)] Lennartz, S. and Bunde, A. (2009). Eliminating finite-size effects and detecting the

amount of white noise in short records with long-term memory. *Physical Review E*, **79**(066101).

[Mandelbrot(1952)] Mandelbrot, B. (1952). An informational theory of the statistical structure of language. *Proceedings of Symposium of Applications of Communication theory*, pages 486–500.

[Martinet(1960)] Martinet, André (1960). *Elements de linguistique générale*. Colin.

[Pitman(2006)] Pitman, J. (2006). *Combinatorial Stochastic Processes*. Springer.

[Simon(1955)] Simon, H.A. (1955). On a class of skew distribution functions. *Biometrika*, **42**(3/4), 425–440.

[Tanaka-Ishii and Bunde(2016)] Tanaka-Ishii, K. and Bunde, A. (2016). Long-range memory in literary texts: On the universal clustering of the rare words. *PLOS One*. `http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0164658`.

[Teh(2006)] Teh, Y.W. (2006). A hierarchical bayesian language model based on pitman-yor processes. In *Annual Conference on Computational Linguistics*, pages 985–992.

[Zipf(1965)] Zipf, G.K. (1965). *Human behavior and the principle of least effort: An introduction to human ecology*. Hafner.

心の理論と実行機能：誤った信念課題と抑制を中心に
Theory of mind and Executive function: Focused on False belief tasks and inhibition

郷式 徹
Toru Goshiki

龍谷大学
Ryukoku University
goshiki@let.ryukoku.ac.jp

Abstract

We did enormous studies on theory of mind using mainly False Belief (FB) Tasks for the past 30 years. We have understood that it develops via the stage to make an erroneous answer for FB tasks (under 4 years old), the stage that the reason of the answer cannot say, but answers it correctly (4-7 years old), and the stage when can explain the reason of the answer after having answered it correctly (more than a primary schoolchild). As a reason after such stages, the relationships of executive function and the language (thought) for the intuitive processing for the intentionality is gradually becoming clear. This report introduces the situation of the theory of mind study that spread from toddlers for adulthood mainly on relations of FB tasks and Inhibition.

Keywords — Theory of Mind, Executive Function, False Belief task, Inhibition

1. はじめに

心の理論（Theory of Mind）は，1978 年に Premack と Woodruf により提唱され［1］，Wimmer と Perner が 1983 年に誤った信念課題（False Belief task）を開発したことで発達的研究が始まり［2］，その後，自閉症児を対象とする研究へも広がった［3］。その後 30 年にわたり霊長類学，発達心理学，精神医学，障害児教育学だけでなく，脳神経科学，ロボット学など広範囲にわたって心の理論に関する研究が展開されてきた。

2. 心の理論と誤った信念課題

「心の理論」は，アメリカの霊長類学者 David Premack により「チンパンジーは心の理論を持つか」という論文の中で，初めて用いられた［1］[1]。Premack らは，動物の中でも高度な知能を持ち，集団生活を営むチンパンジーは，他のチンパンジーや人間の心の状態（mental state）を推測することができるのではないかと考えた［1］。そして，自己及び他者の目的・意図・知識・信念・思考・疑念・推測・ふり・好み等の内容が理解できることを「心の理論を持つ」と定義した。「理論（Theory）」ということばが使われたのは，心の状態は直接に観察できるものでなく，電気や磁気の法則のように推論に基づいて構成されるものであること，また，さまざまな現象が科学の理論によって予測できるように，他者の行動の予測がある種の法則（心の理論）に基づいて行われるものであることを強調するためであった。

Premack らによる心の理論の提唱を受けて，Wimmer と Perner は誤った信念課題を開発して幼児期の心の理論の発達過程を調べた［2］。Perner らが用いた誤った信念課題は次のようなものである。

マクシは，お母さんの買い物袋をあける手伝いをし，〈緑〉の戸棚にチョコレートを入れた後，遊び場に出かけました。マクシのいない間に，お母さんは戸棚からチョコレートを取り出し，ケーキを作るために少し使い，その後それを〈緑〉ではなく〈青〉の戸棚にしまいました。お母さんは卵を買うために出かけました。しばらくしてマクシは，お腹をすかせて遊び場から戻ってきました。

この話を子どもに聞かせた後，「マクシは，チョコレートがどこにあると思っているでしょうか？」という質問に対して，子どもが正しく〈緑〉の戸棚を選ぶと，マクシの誤った信念（思い込み）を正しく推測することができたということになる。この質問に 3 歳児は正しく答えられなかったが，4 歳～7 歳にかけて正答率が上昇した。

その後，誤った信念課題を用いて幼児を対象とした膨大な数の研究が行われた。誤った信念課題を用いた 178 の研究を取り上げて行われたメタ分析では，それ以外にも影響を及ぼす要因はあるものの誤った信念の理解に最も大きな影響を及ぼすのは年齢であり，4～7

[1] 2008 年に発表された「チンパンジーは心の理論を持つか―30 年後に」という論文の中で，他者には「何が見えているのか」，「何を知っているのか」，「何がしたいのか」等を理解することは，チンパンジーにもできる場合があるが，他者の誤った信念を理解することはできないことが示された［4］。

歳で正答率が上昇することを示された［5］。

3. 本当に4歳までは誤った信念を理解しないのか？

4 歳未満の子どもが誤った信念を理解しない―少なくとも誤った信念課題を通過しない―という主張に対して，Onishi と Baillargeon は「15 ヶ月児はすでに（少なくとも原始的かつ潜在的な形では）表象的な心の理論を持っている」と提唱した［6］。彼らは乳児に実験者が緑色の箱におもちゃを入れるのを見せた。その後，乳児はおもちゃがその箱から隣の黄色の箱に（ひとりでに）移動するところを見たが，その場面を実験者も見ている場合（「正しい信念」）と見ていない場合（「誤った信念」）があった。

15 ヶ月児は，実験者が，おもちゃが黄色の箱に移動するのを見ていた（正しい信念を持っている）のに緑色の箱に手を伸ばした場合，または実験者がおもちゃが移動するのを見ていない（誤った信念を持っている）のに黄色の箱に手を伸ばした場合，並んだ箱をより長く注視した。乳児がより長い時間注視するのは，「実験者が以前の事象から予測される結果に則した行動を取るはずだ」という乳児の予想に反しているからだと解釈され，乳児が実験者の意図を理解していることを示しているのだと考えられた［6］。

Baillargeon らの示した結果と解釈，特に解釈には多くの反論があるものの，「4 歳未満の子どもが誤った信念を理解しない――少なくとも誤った信念課題を通過しない」というそれまでの定説に衝撃を与えた。しかし，Baillargeon らの研究以前にも誤った信念課題中の子どもの視線を計測した研究はあり、そこでは，3 歳児が質問に誤答するにもかかわらず，正しい場所を見ることが示されていた［7］。つまり，問題は「4 歳未満の子どもは潜在的には誤った信念を理解しているかもしれないのに，なぜ誤った反応をしてしまうのか？」に変わった。

4. 実行機能と心の理論

この問題に対して，瀬野と加藤は実行機能の発達の観点から検討している［8］。瀬野と加藤は誤った信念課題で「主人公（他者）は物を見つけようとしてどこを探すか」を尋ねる際に，場面全体を大きな箱で覆った。すると，通常の誤った信念課題では誤ってしまう 3 歳児でも正しく答えることができた。この結果から，3 歳児の誤った信念課題への誤反応は，自分の知っている「物の場所」に対する反応への抑制の困難がその一因であることが示された。

欺き課題を用いて反応への抑制の困難を検討した研究もある［9］。欺き課題では，子どもと実験者と実験協力者の立会いの下，２つの箱のうち片方にボールを入れ，ふたを閉じる。実験協力者の不在中に，実験者は子どもに実験協力者をだまそうと促し，ボールをもともと入っていた箱からもう一方の箱へ移動させる。その後，戻ってきた実験協力者に対して，子どもは実際には入っていない箱を示すことによって，実験協力者が誤った信念を抱き，その結果ボールの入っていない箱を開けるようにふるまうことが求められる。Carlson らは，指さしではなく，目印となるものを箱の上に置かせたり，または矢印を使用して子どもに答えさせたりというように，間接的な回答をさせることで，子どもの成績が上昇することを示した［9］。この結果は，子どもにとって対象の入っていない箱を指さすという行為の抑制が難しいとともに目印や矢印といった間接的な回答方法にすると抑制の負荷が減るのだと解釈された。

これらの研究は誤った信念課題に誤答する 3 歳児は他者の（誤った）信念を理解しているが，自分自身の知識（信念）を抑制して，適切な反応を行うことが難しいのだと主張している。

これまでも心の理論の発達を支える中心的な認知機能として実行機能（executive function）は取り上げられてきた（例えば，[5] 参照）。発達心理学の中では，実行機能とは，目標に到達するために行動や思考の計画，調整，コントロールなどを行う自己制御過程の総称であり［10］，問題解決をする際に目標へ向けて必要のない思考や行動を抑制し，必要な情報を保持し続けるといった働きを担うものと定義されてきた。例えば，誤った信念課題において，登場人物の心的状態を推測するためには，課題のストーリーを覚えておくことや，自分の知識への注意（注目）を抑制し，登場人物の考えていることに注意を向けることが必要になる［11］。

成人を対象とした研究においては，実行機能をある状況において優位な行動や思考を抑制する働き（抑制機能：inhibition），課題を柔軟に切り替える働き（シフティング：shifting），ワーキングメモリに保持されている情報を監視し，更新する働き（アップデーティング：updating）の 3 つの下位機能から構成された制御過程とみなす考え方が一般的である［12］。幼児期

の実行機能の下位機能においても，抑制制御（inhibitory control），認知セットの切り替え（set shifting)[2]，ワーキングメモリ（working memory)[3] に分類されるとされている［13］（表１）。

表 1.　実行機能の下位機能の定義と対応する課題

下位機能	定義	幼児を対象とした課題
抑制制御（inhibitory control）	優勢であるが不適切な情報や反応を抑制する機能 衝動的な反応を抑制する機能	昼/夜課題，ハンドゲーム， タワー課題，贈り物遅延課題
認知セットの切り替え（set shifting） 認知的柔軟性（cognitive flexibility）	ある次元から別の次元へ柔軟に思考や反応を切り替える機能	ウィスコンシン・カード分類課題の簡易バージョン，DCCS（Dimensional Change Card Sorting）
ワーキングメモリ（working memory）	入力される情報を処理しながら，一方で正確に保持しておき，必要なときに適切な情報を活性化させる機能	数逆唱課題，単語逆唱課題，数唱・ラベリング課題

小川（2016）より引用［11］

大きく二つの面から実行機能と心の理論（誤信念課題）の関連が注目されてきた。それは，両者の発達の時期が重なっていることと，両者が脳の同じ領域で処理されている可能性があることである［14］。実行機能の発達には，幼児期後半，児童期後半（10 歳前後），青年期の三つのピークがあり［15］，心の理論も，幼児期後半には誤信念課題や欺きが可能に，児童期後半には「太郎さんが『次郎さんは【○○だ】と思っている』と思っている」といった二次的（誤）信念を理解できるようになるとともに，話者の気持ちを推し量る必要があるイヤミや皮肉の理解ができるようになる。青年期には，微妙な感情を読み取る，他の人の気持ちを汲み取る，といったことができるようになる。また，幼児の実行機能と心の理論については，右前頭葉および右側頭－頭頂接合部といった右半球機構の急速な成長が関係しているらしい［16］。さらに，心の理論課題に困難を示す自閉症スペクトラム児がウィスコンシン・カード分類課題やハノイの塔のような実行機能の課題に困難を示す［17］。

これまで，心の理論課題と実行機能課題の相関を検討する研究が盛んに行われ，年齢や性別，言語能力を統制してもプランニングやワーキングメモリのような他の下位機能に比べて，葛藤抑制の機能と心の理論課題の成績との関連が強いことが示されてきた［9］［17］［18］。つまり，心の理論と関連するのは実行機能の中でも特に抑制制御の力で，誤った信念課題では自分の知識を抑制し，相手の知識について考えることが必要になるからであると言える［11］。

また，心の理論では判断の基準となる対立する視点のうち，一方の視点から推論を形成し，他方は無視するという，認知的柔軟性が必要だと考えられるが，心の理論課題と同様の認知的柔軟性が必要であるが心的状態の理解を含まないDCCS（Dimensional Change Card Sorting）課題[4]を用いて成績の発達的変化を比較したところ，DCCS の成績と心の理論課題の成績は非常に相関が高く，心の理論と認知的柔軟性との関連が示唆された［19］［20］。

さらに，心の理論課題と数逆唱課題(例えば，［21］）や単語逆唱課題［22］の成績の相関が高いことが示され，ワーキングメモリとの関連を指摘されている。なお，縦断研究においては 3 歳時点での心の理論課題の成績は，4 歳時点での実行機能課題の成績を予測しなかったが，3 歳時での実行機能課題の成績は，4 歳時での心の理論課題の成績を予測した［18］。

5.　誤った信念課題への反応の発達的変化

３歳児は大人と同じ心の理論を持っているのに，実行機能の未成熟のために誤った信念課題に誤答するとは言えない。別府と野村は幼児に誤った信念課題を実施し，回答に対する理由づけを求める課題を求めた［23］。その結果，定型発達児の場合，誤った信念課題への反応は，誤答し，回答理由も言えない段階（4 歳

[2] 成人におけるシフティングに相当

[3] ワーキングメモリは，成人の研究では，音韻ループや視覚・空間スケッチパッドなどの下位システムと中央実行系を含む機能全体を指す用語として用いられているのに対し，発達研究においては，実行機能の下位機能としての言語や視覚的情報の保持と活性化の働きをワーキングメモリと呼ぶ場合が多く，名称の使われ方が異なる［11］。

[4] DCCS は，ウィスコンシン・カード分類課題と非常によく似た課題であり，子どもにカードを分類するルールの切り替え（例えば色から形へ）を求める課題

未満)，回答の理由は言えないが正答する段階（４～７歳)，正答した上で回答の理由を説明できる段階（小学生以上）を経ることが示された。これに対して，別府は，回答理由は言えないが正答する段階を理由は言えないが何となく相手の心が理解できるという直観的心理化(intuitive mentalizing)の段階，正答した上で回答の理由を説明できる段階を「◎だから△と考える」という論理的思考による理由づけが可能である命題的心理化(propositional mentalizing)とし，定型発達の場合，まず直観的心理化を獲得し，それを保持・洗練しながら命題的心理化を獲得すると考えた［24］[5]。

別府・野村（2005）の研究では乳児は対象とされていないが，発達の初期から直観的心理化の萌芽があることは，視線を指標とした研究［6］［7］からも推測される。ただし，実行機能の未成熟により４歳までは誤った信念課題に対して自身の知識（信念）に基づいた優勢だが不適切な反応（物が入れ替えられた場所を指さしてしまう）を抑制して，他者の（誤った）信念に基づいた適切な反応を行うことが難しい。実行機能の成熟により適切な反応（誤った信念課題に正答すること）はできるようになるが，それは自分の知識（信念）というより目立つ（優勢な）表象――知覚的な表象――の抑制が可能になったことによって，十分に意識的（すなわち，言語による論理的思考もしくは命題的表象）とは言えない自動的な処理としての直観的心理化による処理が表面化してきたに過ぎない。

脳神経機構の観点からは，「潜在的(implicit)心の理論ネットワーク」と「顕在的(explicit）心の理論ネットワーク」という２種類の処理機構がそんざいするという主張が示されている［25］［26］。この仮説によれば，直観的心理化を可能にしているのは「潜在的心の理論ネットワーク」の働きで，その後で「顕在的心の理論ネットワーク」が発達し，誤信念課題をクリアできるようになると考えられる。現在，信念課題を用いて「顕在的心の理論ネットワーク」と「潜在的心の理論ネットワーク」を検討したところ，「顕在的心の理論ネットワーク」に関わっているのは mPFC（medial prefrontal cortex；内側部前頭前野），TPJ（temporo-parietal junction；側頭頭頂接合部）であり，「潜在的心の理論ネットワーク」に関わっているのは aSTS（anterior superior temporal sulcus；前部上側頭溝），pSTS（posterior superior temporal sulcus；後部上側頭溝）および楔前部(precuneus)である可能性が示されている［26］。

6. 児童期以降の誤った信念の理解

より複雑な心の状態についての推測として，二次的（誤）信念と呼ばれる「他者Aが『他者Bが〔○○〕と考えている』と考えている」ことの理解がある［26］。二次的（誤）信念の理解を調べるために，例えば，ジョンとメアリーという子どもが登場する物語を聞かせ，「メアリーはアイスクリーム屋さんが公園にいると思っている，とジョンは思っている」という２段階の誤解（物語の途中でアイスクリーム屋さんが公園から教会に車で移動するため）が分かるかどうかを調べる課題では，５歳までの正解率が19%，６歳で66%，７歳で78%，８歳で88%，９歳で94%となる。このように二次的（誤）信念の理解は，一般的に6～7歳までできない。

子どもにとっての二次的誤信念の難しさは，二次的誤信念の命題を含む命題という階層的・再帰的な構造のためだけではなく，自身の知覚や行動・経験を切り離す，すなわち，抑制したうえで，論理（言語）的な推論を行うという難しさと関係があるかもしれない。

心の理論の発達に関する研究の多くは幼児を対象としており，児童期の研究も散見される。ただ，少なくとも誤信念の理解に関して大人は完全にできるものとして扱われてきた。しかし，大人においても他者の心（的状態）の推測は完全なものでないことが指摘され始めている［27］［28］。Birch＆とBloomは誤った信念課題を成人向けに改修した。改修点は物の収納される箱が２つから４つに増やされていること，主人公（他者）の不在時に物を主人公が入れた箱（青い箱）から他の箱（赤い箱）に移動するが移動後に箱の位置が変更されることである。その結果，成人でも戻ってきた主人公が物を探す先として「青い箱」ではなく，「最初に青い箱があった場所にある（他の色の）箱」を選ぶという誤りを犯した［27］。また，物の収納される箱をギターケース，ケーキの箱，ランドセル，ピザの箱に

5 知的障害の無い自閉スペクトラム症児は，誤答し，回答の理由は言えないが正答する段階を経ることなく，回答理由も言えない段階から正答した上で回答の理由を説明できる段階へと進むという定型発達児とは異なる発達プロセスを示した。そして，自閉スペクトラム症児者は，直観的心理化を獲得できないまま，一定程度の言語能力[5]が獲得されてくると，言語・論理的思考を用いて命題的心理化のみを形成する［23］。

変更し，移動される物をギターに変更した研究では，主人公がギターケース以外の箱にギターを入れた後にギターがギターケースに移動された場合，多くの成人が戻ってきた主人公が探すのは「ギターケース」だと答えた［28］。すなわち，「人は物を探すときに最後にそれを置いた場所を見る」とか「ギターはギターケースに入っている（ケーキの箱には入っていない）」といった常識と一致する状況の下では，他者の誤信念に対する推測が自分自身の知識（物が本当にある場所）に影響を受けることが示されている［27］［28］。

7. 心の理論と実行機能：誤った信念課題と抑制を中心に

ヒトはかなり初期（少なくとも 1 歳前後には）から他者の志向的な行動に注意を払うことができる［29］。こうした他者の志向的な行動への注目は「潜在的心の理論ネットワーク」の萌芽もしくは基盤であると思われる。しかし，「潜在的心の理論ネットワーク」が，他者の行動がその人の心的状態（知識や予想）と関連があることに対する理解と解釈できるような Baillargeon らの示した乳児や視線を指標とした 3 歳児［6］の誤った信念課題への反応を可能にするためには，「人は物を探すときに最後にそれを置いた場所を見る」といったパターンの学習が必要だと思われる。すなわち，「潜在的心の理論ネットワーク」は完全に生得的なものではなく，学習による志向行動のパターンのデータベースを含めたものであると主張したい。と同時に他者の志向的な行動への注意を抑制することが必要になる。そのためには注意の意識的なコントロールが必要で，初期の実行機能の発達と関連するかもしれない。

4〜6 歳には，実行機能の発達により自身の知識を抑制して他者の知識（誤った信念）に注意を向けることができるようになる。その結果，「潜在的心の理論ネットワーク」の出力結果を自身の行動（反応）へ反映することができるようになり直観的心理化（別府・野村，2005）が（他者，すなわち，研究者から）観察可能になる。しかし，言語的な説明，すなわち，明確な反省的な思考もしくは内省的な自己意識における心的状態の表象ができるのは児童期以降である。そして，この内省的な自己意識における心的状態の表象化および表象の操作が命題的心理化であり，「顕在的心の理論ネットワーク」の成熟によって可能になるものと考えられる。

一方，「顕在的心の理論ネットワーク」の成熟により命題的心理化が可能な成人ですら完全に誤った信念の理解を行っているわけではない。他者の視線への自動的な注意（追従）や表情への注目といった「潜在的心の理論ネットワーク」の作動もしくは出力結果を完全に抑制することはできないし，子どもに比べて膨大な経験を通して学習されてきた志向的行動のパターンのデータベース――「人は物を探すときに最後にそれを置いた場所を見る」とか「ギターはギターケースに入っている（ケーキの箱には入っていない）」といった常識など――の影響も無視できない。こうしたデータベースは命題的心理化，すなわち「顕在的心の理論ネットワーク」における他者の心的状態の推測でも必要となる一方で，自身の知識（信念）や直観的心理化による誤った反応の抑制を妨げることもありうる。

今後，直観的心理化（潜在的心の理論ネットワーク）と命題的心理化（顕在的心の理論ネットワーク）のメカニズム，そしてそれらと抑制との関連を精緻化することが必要である。なお，心理化（心の理論ネットワーク）のメカニズムの検討には志向的行動のパターンのデータベースがどのように位置づくのか，また，その構成仮定も発達研究上の課題となるだろう。

8. 参考文献

[1] Premack, D. & Woodruff, G., (1978). “Does the chimpanzee have a theory of mind?”, Behavioral and Brain Sciences, 1, 515-526.

[2] Wimmer, H., & Perner, J., (1983) “Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception.”, Cognition, 13, 103-128.

[3] Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U., (1985) “Does the autistic child have a “theory of mind”?”, Cognition, 21, 37-46.

[4] Call, J., & Tomasello, M., (2008) “Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later”, Trends in Cognitive Sciences, 12, 187-192.

[5] Wellman, H. M., Cross, D., & Watson, J., (2001) “Meta-analysis of theory-of-mind development: The truth about false belief.”, Child Development, 72, 655-684.

[6] Onishi, K., & Baillargeon, R., (2005) “Do 15-month-old infants understand false beliefs?”, Science, 308, 255-258.

[7] Clements, W A, & Perner, J., (1994) “Implicit understanding of belief.”, Cognitive Development, 9, 377-395.

[8] 瀬野由衣・加藤義信，(2007) “幼児は「知る」という心

的状態をどのように理解するようになるのか？――「見ること―知ること」課題で現れる行為反応に着目して” 発達心理学研究, 18, 1-12.

[9] Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L., (2004) “Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3”, Developmental Psychology, 40, 1105-1122.

[10] Carlson, S. M., (2005) “Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children”, Developmental Neuropsychology, 28, 595-616.

[11] 小川絢子, (2016) “実行機能と心の理論”, 子安増生・郷式 徹（編）, “心の理論：第2世代の研究へ”, 新曜社, 65-78.

[12] Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D., (2000) “The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis”, Cognitive Psychology, 41, 49-100.

[13] Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D., (2008) “Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure”, Developmental Psychology, 44, 575-587.

[14] 郷式 徹, (2016) “心の理論を支える構造と物語：未来への展望”, 子安増生・郷式 徹（編）, “心の理論：第 2 世代の研究へ”, 新曜社, 187-202.

[15] 小川絢子, (2007) “幼児期における心の理論と実行機能の発達”, 京都大学大学院教育学研究科紀要, 53, 325-337頁

[16] シーガル, M. （著）, 外山紀子（訳）, (2010) “子どもの知性と大人の誤解:子どもが本当に知っていること”, 新曜社.

[17] Hughes, C., (1996) “Control of action and thought: normal development and dysfunction in autism: a research note”, Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37, 229-236.

[18] Hughes, C., (1998) “Finding your marble: does preschoolers’ strategic behavior predict later understanding of mind”, Developmental Psychology, 34, 1326-1339.

[19] Frye, D., Zelazo, P.D., & Palfai, T., (1995) “Theory of mind and rule-based reasoning”, Cognitive Development, 10, 483-527.

[20] Müller, U., Zelazo, P. D., Hood, S., Leone, T., & Rohrer, L., (2004) „Interference control in a rule use task: Age-related changes, labeling, and attention”, Child Development, 75, 1594-1609.

[21] Davis, H. L., & Pratt, C., (1995) “The development of children’s theory of mind: The working memory explanation”, Australian Journal of Psychology, 47, 25-31.

[22] 小川絢子・子安増生, (2008) “幼児期における「心の理論」と実行機能の関連性：ワーキングメモリと葛藤抑制を中心に”, 発達心理学研究, 19, 171-182.

[23] 別府 哲・野村香代, (2005) “高機能自閉症児は健常児と異なる「心の理論」をもつのか：「誤った信念」課題とその言語的理由付けにおける健常児との比較”, 発達心理学研究, 16, 257-264.

[24] 別府 哲（2016） “心の理論の否定形発達”, 子安増生・郷式 徹（編）, “心の理論：第 2 世代の研究へ”, 新曜社, 157-172.

[25] Apperly, I. A., & Butterfill, S. A., (2009) “Do Humans Have Two Systems to Track Beliefs and Belief-Like States?”, Psychological Review, 116, 953-970.

[26] Schneider, D., Slaughter, V. P., Becker, S. I., & Dux, P. E., (2014) “Implicit false-belief processing in the human brain”, Neuroimage, 101, 268-275.

[27] Perner, J., & Wimmer, H., (1985) ““John thinks that Mary thinks that…”: Attribution of second-order belief by 5-to 10-year-old children”, Journal of Experimental Child Psychology, 39, 437-471.

[28] Birch, S. A. J. & Bloom, P., (2007) “The curse of knowledge in reasoning about false beliefs”, Psychological Science, 18, 382-386.

[29] Goshiki, T., (2016) “Effects of knowledge of common practice on adults’performance in false belief tasks”, Bulletin of the society for educational studies in Ryukoku university（龍谷大学教育学会紀要）, 15, 25-40.

[30] Stack, J., & Lewis, C., (2011) “False belief reasoning or false positives at 10, 14, 18, & 22 months”, Paper presented at the Society for Research in Child Development. Montreal, Canada, April.

2 つの再帰「階層的埋め込み」「自己参照」: その適応的機能の差異とヒトにおける実現

Two recursions, "hierarchical embedding" and "self-reference": Difference of their adaptive functions and implementations in humans

外谷 弦太[†]，浅野 莉絵[‡]，橋本 敬[†]
Genta Toya, Rie Asano, Takashi Hashimoto
[†]北陸先端科学技術大学院大学，[‡]ケルン大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, University of Cologne
{toyagent, hash}@jaist.ac.jp

Abstract

Recursion is often understood in two ways: “hierarchical embedding” as a structure and “self-reference / self-invocation of a function” as an operation. In the controversy surrounding recursion in language and in comparison between the abilities of humans and animals, these two types of recursion were sometimes confused and misunderstood. To avoid the confusion, it is necessary to clarify the difference between these two. The former refers to the structure itself, and the latter the operation to produce the structure. In this presentation, we demonstrate that the conceptual essence of recursive operation is not the existence and generation of a certain hierarchically embedded structure but the creation of new embedded structures indefinitely. Additionally, it is indicated that the ecological environment of humans was likely to make the latter adaptive, and the human brain has a neural infrastructure that realizes the recursive operation.

Keywords — Recursive Operation, Hierarchical Embedding, Adaptive Function, Cognitive Control

1. はじめに

再帰の解釈には，構造としての「階層的埋め込み」と，操作としての「ある関数の自己参照・自己呼び出し」という二種類が考えられる．言語文における「再帰」論争やヒトと動物との比較認知実験において，二つの再帰はときに混同され，ときに誤解されてきた[1][2]．この先，再帰に関する研究で同様の混乱を招かないためには，前者が構造そのものを指し，後者が構造を作り出す操作を指すということの差異を明確にしておかねばならない．本発表では，再帰的操作の概念的な本質は，ある階層的埋め込み構造の存在やその生成ではなく，新たな埋め込み構造を無限に創り出せることにあることを主張する．そして，ヒトの生態学的環境は後者を適応的にするものであった可能性が高く，また，ヒトの脳には再帰的操作を実現する神経基盤が備わっていることを示す．

2. 再帰的操作の機能と比較認知

現在の理論言語学（生成文法）において再帰は，「語要素の組み合わせによって生成された句や文を，別の語要素と組み合わせる」という再帰的組み合わせ操作「Merge」として定義されている[3][4][5]．これは，ある操作（ここでは組み合わせ操作）によって作られたものを操作対象とし，その操作自身を適用する，すなわち関数の用い方でいうと自己参照・自己呼び出しするという点で，組み合わせの再帰関数の一種と捉えることが可能である．

この再帰的な組み合わせ操作は物体操作のレベルでもヒトで特異的に観察され，ヒトの生態学的環境において適応的機能が存在することが推測される[6]．物体を組み合わせる操作に関する再帰的操作の進化シミュレーションを用いた研究から，Toya & Hashimoto (2015)は，新奇な埋め込み構造を生成・探索することが適応的な場合に，再帰的操作が選択され得ることを示している[7]．

ヒトと動物の埋め込み構造生成・探索の比較からは，ヒト以外の動物は新奇な構造の生成・探索に対して適応しているわけではない可能性が高いと考えられる．動物が生成する複雑な埋め込み構造の代表例として，ジュウシマツのさえずりがある．ジュウシマツのメスは歌要素を反復するだけの線形性の高い歌よりも，線形性の低い複雑な歌を好む[8]．そのため，ジュウシマツのオスは歌要素を組み合わせたチャンク，チャンクを組み合わせたフレーズ，フレーズを組み合わせた歌全体という埋め込み構造をもつ複雑な歌を歌う[9]．しかし，歌を親から学習するジュウシマツは，歌の階層ごとに異なる処理規則を脳の各部位に学習し，それに則る形で埋め込み構造を生成しており，これは，学習した規則から大きく外れる構造を生成できないという点で，再帰的操作と本質的に異なっている[10]．ジュウシマツの歌は全て求愛のための信号であり，ヒトの

言語のように多様な意味を持つ必要がない[11]. 親鳥がもつ複雑な歌の学習に特化した結果，このような階層的な学習–再生のシステムが形成されたと考えられる．

3. ヒト脳の再帰的操作メカニズム

対して，学習により習慣化した埋め込み構造にとどまらない柔軟な構造の生成・探索が可能なヒトの脳は，要素の選択・組み合わせ・並べ替えという再帰的操作に必要な機能を有していると考えられ，少なくとも運動・行動については，これが実証的に示されつつある．ヒト脳における被殻と尾状核からなる背側線条体は，特定の実行機能や運動機能，刺激応答学習などを含む認知を担い，将来的な報酬の手がかりに対して動機づけを与える黒質緻密部や腹側被蓋野，側坐核とともに，新たな運動の組み合わせをエンコードするとされている[12][13][14]. 線条体ニューロンは直接路，間接路，ハイパー直接路のシグナルを介して視床ニューロンや大脳皮質と連携し，必要な運動と不必要な運動の選択を行っているとされる[15][16]．そして，大脳基底核から視床を経由し大脳皮質に繋がるループ回路が，運動・行動要素の並べ替えを行うと考えられている[12]．これらの回路によって生成される運動が，新たな運動系列の一部となることで，関連する回路の参照・呼び出しが自己言及的に行われ，再帰的な操作が実現される．

4. 新奇性創出のための再帰的操作

なぜヒトは再帰的操作が可能なのか．その理由を考えるために，埋め込み構造を「探索する」場合における再帰的操作の適応性に注目する．ヒトは身体と環境の関係を道具の使用や制作によって調整することで，遺伝的進化による形態自体の変化を介さず生存・生殖資源へのアクセス方法の変化を可能としている．ある手順を生成する関数を，別の手順を生成する際に参照・呼び出しできるということは，探索コストの削減という形で適応的に機能するだろう．ここから，様々な状況に適した道具を創造する際，その新奇な制作手順を探索するという目的において，再帰的操作が適応性を発揮したという仮説を主張する．この能力の汎化の先に，社会的知能，計算，言語，そして芸術のような場に応じたインスタンスをその場で生成・探索する創造的活動があると推測することもできる．ゲーム的状況において相手の予想を覆すには，それまでにない戦略を打ち立てねばならないし，この世に存在する数や計算手順を全て記憶することは不可能である．言語に関しても計算と同じことが言える．芸術は創造性を惹起するための装置という側面を持ち，ゆえに新奇性が常に求められている．こうした推測は，行動，言語，音楽，計算能力が部分的に神経基盤・メカニズムを共有するという仮説と一致する[17][18][19].

結論として，ヒトは「組み合わせた要素を別の要素と組み合わせる」という自己参照的な「再帰的組み合わせ操作」の能力を有しており，それは埋め込み構造の学習–再生システムにはない創造性をもたらしていると言える．再帰的思考には，学習した埋め込み構造を生成できるだけでなく，様々な埋め込み構造を新たに創り出せるという事実が求められる．

参考文献

[1] 藤田耕司, (2012), “統語演算能力と言語能力の進化”, 藤田耕司，岡ノ谷一夫編『進化言語学の構築―新しい人間科学を目指して』, pp. 55-75.

[2] Martins, M. D., (2012), “Distinctive signatures of recursion”, Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol. 367, No. 1598, pp. 2055-2064.

[3] Chomsky, N., (1993), “A minimalist program for linguistic theory”, In: Hale, K. and Keyser, S., editors, The View from Building 20: Essays in Linguistics in Honor of Sylvain Bromberger, pp. 1-52.

[4] Chomsky, N., (2013), “The Dewey Lecture 2013: What kind of creature are we?”, The Journal of Philosophy, Vol. CX, pp. 645-700.

[5] Everaert, M. B. H., Huybregts, M. A. C., Chomsky, N., Berwick, R. C., & Bolhuis, J. J., (2015), “Structures, not string: Linguistics as part of the cognitive sciences.”, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 19, pp. 729-743.

[6] Greenfield, P. M., (1991), “Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior”, Behavioral and Brain Sciences, Vol. 14, pp. 531-551.

[7] Toya, G. & Hashimoto, T., (2015), “Computational study on evolution and adaptability of recursive operations”, In International Symposium on Artificial Life and Robotics 20th (CD-ROM), pp. 68-73.

[8] Okanoya, K. (2010), 『さえずり言語起源論　新版 : 小鳥の歌からヒトの言葉へ』, 岩波書店.

[9] Okanoya, K. (2004), “The Bengalese finch: A window on the behavioral neurobiology of birdsong syntax”, Annuals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1016, pp. 724-735.

[10] 奥村哲，山下祐一，岡ノ谷一夫，谷淳 (2011), “実験モデルとしての鳴禽類の歌制御システム”, 日本神経回路学会誌, Vol. 18, No. 3, pp. 135-146.

[11] Berwick, R. C., Okanoya, K., Beckers, G. & Bolhuis, J. J., (2011), “Song to Syntax: The Linguistics of Birdsong”, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 15, pp. 113-121.

[12] Graybiel, A. M., (2000), “The basal ganglia”, Current Biology, Vol. 10, No. 14, pp. 509-511.

[13] Graybiel, A. M., (2005), “The basal ganglia: learning new tricks and loving it”, Current Opinion in Neurobiology, Vol. 15, No. 6, pp. 638-644.
[14] Malenka, R. C., Nestler, E. J., Hyman, S. E., Sydor, A. & Brown, R. Y., (2009), Molecular neuropharmacology: a foundation for clinical neuroscience, McGraw-Hill Education books.
[15] Nambu, A., Tokuno, H. & Takada, M., (2002), “Functional significance of the cortico-subthalamo-pallidal 'hyperdirect' pathway”, Neuroscience Research, Vol. 43, No. 2, pp. 111-117.
[16] Nanbu, A., (2008), “Seven problems on the basal ganglia”, Current Opinion in Neurobiology, Vol. 18, No. 6, pp. 595-604.
[17] Fitch, W, T. & Martins, M, D., (2014), “Hierarchical processing in music, language, and action: Lashley revisited”, The Year in Cognitive Neuroscience, Vol. 1316, pp. 87-104.
[18] Asano, R. & Boeckx, C. (2015), “Syntax in language and music: What is the right level of comparison?” Frontiers in Psychology, Vol. 6, pp. 1-16.
[19] Fujita, K., (2016), “On the parallel evolution of syntax and lexicon: A Merge-only view”, Journal of Neurolinguistics, Vol. 43, pp.178-192.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

心の状態についての再帰的推論は独立した推論なのか：高次の志向性を伴う「論理–数学的」課題との関連

Is recursive reasoning of Theory of mind independent? Relationship with mathematical tasks of higher order orientation

時田　真美乃[†]，平石 界[‡]
Mamino Tokita, Kai Hiraishi
[†]信州大学，[‡]慶應義塾大学
Shinshu University, Keio University
m_tokita@shinshu-u.ac.jp

Abstract

This study aims to clarify that logical thinking and Theory of mind in recursive reasoning are related. Preceding studies have shown that recursive thinking is very important in human reasoning. However, no method has been proposed to compare inference of other areas in recursive reasoning. We employed a reasoning task with the "Amount guessing game" embedded in a social context and compared it with iterative processing task. We also analyzed the relationship with a Japanese Version of the Machiavellianism Scale. The results showed that,1) High scorers in the iterative process tasks also had high scores on the task of theory of the mind. 2) A little relation between the correct answer rate and the average value of the Machiavellianism scale. It was suggested that logical thinking and Theory of mind in recursive reasoning are related.

Keywords -recursion , theory of mind, descision-making

1. はじめに

心の状態についての再帰的事象を認識する能力には,論理-数学的知能が関連するだろうか．心の状態についての推論には,「私は（読者が（この著者は勘違いしている）と思っている）ことを知っている」という再帰的な構造を含むものがある．このような心的状態の理解における再帰性については,社会的知能に関する研究として,Perner & Wimmer(1985)による「心の理論」の視点からの研究が関係する．「心の理論」における研究では誤った信念課題をもとに2次的信念を調べる「2次的信念課題」を開発され,その理解においては6歳から9歳にかけて正答率が上がることが示された[1]．またその後,再帰的な心的状態の理解は7歳から可能になることが示された[2].

また,ADHD や失語症,AD といった症例と再帰的な心の理論の推論の理解の困難さとの関連を示す研究もある[3]-[4]．一般的な成人も対象とした高次の心的状態の志向性の理解については,まだ多くの研究がなされていないが,その限界性については5次であるという結果が示されている[5].

著者らは大人を対象として,ゲーム課題を用いた高次の志向性を伴う心の理論の課題を開発し調査してきた[6]-[7]．Monty Hall Problem を題材にした課題や,インディアンゲームを題材にした課題である.その中で,2〜3次の志向性をもつ課題は多くが正答するが,4.5次の課題になるとその正答率が下がり簡易な推論が使用される傾向も見られた．一方で,これらの正答率と論理数学的な課題との関連は調査していなかった．再帰的な事象に関する論理数学的な思考と心の状態についての思考の研究の重要性は過去にも言及されており[8],本研究では,金額当てゲームによる他者の信念を類推する課題を開発し,3次および5次の志向意識水準を用いた回答の割合と,論理-数学的課題(for 文)の 5次までの多重ループ課題との正答の割合の関係性を分析することとした.

2. 本研究の目的

本研究では,「論理-数学的な推論」と「心の状態についての推論」それぞれの再帰的推論に共通性があるかを探る，という大きな目的の中で，それぞれの推論を使用する課題を用意し,課題の正答率やマキャベリズムの得点において同じ傾向,あるいは異なる傾向が見られるかを分析することとした．したがって本研究の目的は以下の2点とする.

(1) 「論理-数学的推論」を使用する反復処理課題において高次の再帰的推論の正答率が高い人は,心の状態の高次の再帰的推論についても正答率が高い傾向があることを確認する.
(2) 心の状態の高次の再帰的推論についての正答率

が高い人は,マキャベリアニズム尺度の得点も高い傾向があることを確認する.

(1)については, 再帰的な推論を使用する「論理-数学的」課題として, プログラミング言語の基本的な制御構造の反復処理である for 文の多重ループに相当する課題を選んだ. ただし,プログラミング言語に依存せず, プログラミングの知識は全く使用せずに回答することができるものとした. (2)については, マキャベリアニズム尺度（日本語版）[9] を実施した. また比較として,批判的思考態度尺度[10] とサイコパシー尺度[11]についても調査することとした.

3. 手続き

3.1 実施課題

「論理-数学的」推論課題としての反復処理課題については,次に示す内容とした.

[問題]1 から 7 までの数字の書かれたカードがある. このカードから異なる 5 枚のカードを選び 5 桁の数字を作る組み合わせを考える. 5 つの数を小さい順に並べて考えるとき、次の組み合わせは最初から何番目に出てくるか.

① 1 2 3 4 7
② 1 2 3 5 7
③ 1 2 5 6 7
④ 1 3 5 6 7
⑤ 2 4 5 6 7

本課題においてはプログラミング言語の基本的な制御処理である for 文の,再帰的な構造を捉えて正しい回答を実施することとなる. 5 問の課題が順に 1 次～5 次の志向性と対応している.

また, 心の状態の推論課題については,まず金額当てゲーム 1 の課題を開発した（図 1）.

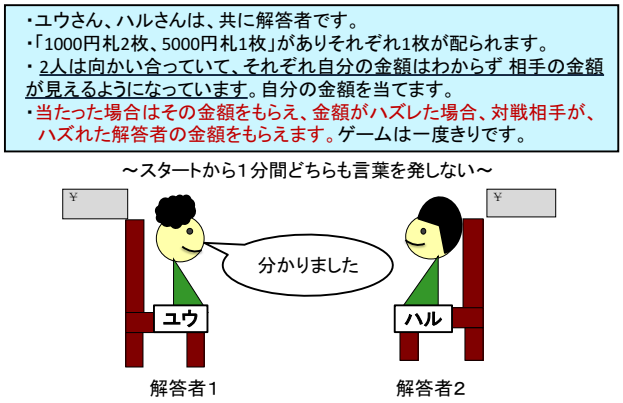


図 1 金額当てゲーム 1 （3 次）

文脈の出題者から解答者 2 人に金額が配布され, 出題者が 2 人に「自分の金額がわかった時点で言ってください」と話す状況において,1 分ほど経ってもいずれも言葉を発しない状況が示される. その上で, 解答者 1 が「わかりました」と予想した値を発言するという文脈となる. この文脈においては,心の状態についての志向性の 3 次までが使用可能となる.

また, この課題をさらに次元を高いものとして金額当てゲーム 2 の課題を開発した. 金額当てゲーム 1 に前提条件を追加したものとなる. （図 2）

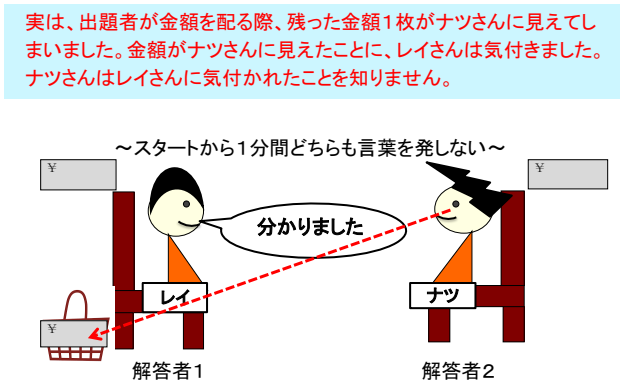


図 2 金額当てゲーム 2 追加条件（5 次）

この文脈においては,心の状態についての志向性の 5 次までが使用可能となる.

これらの課題をもとに,「回答者のどちらが金額をもらえる可能性が高いか」「それぞれの金額はいくらであったと考えられるか」の 2 つの設問を設けた. また,いずれの設問も回答には 3 つの選択肢を用意した. 1 つ目の設問に対する選択肢は「解答者 1」「解答者 2」「同じ」の 3 つとなり,2 つ目の設問に対する選択肢は「解答者 1:1000 円,解答者 2:1000 円」

「解答者 1:1000 円,解答者 2:5000 円」「解答者 1:5000 円,回答者 2:1000 円」の 3 つとなる.

またこれらの心の理論の正答との関連は図 3 に示す.

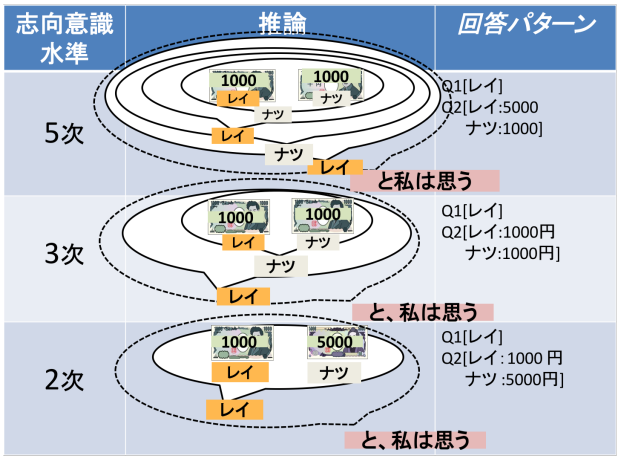


図 3　志向意識水準と回答パターンの関係

心の状態についての再帰的推論を実施した場合は,図 3 のような回答パターンが考えられ,金額ゲーム 1 においては,3 次の志向性（志向意識水準）,金額ゲーム 2 においては,5 次の志向性を使用した回答を正答とした.

3.2 実施環境

実施環境は大学の授業内で初年次学生に対して行った．尺度については資料配布により実施し,課題については,別の日に WEB による一斉回答を実施した．参加者は 104 名.（男性 85 名,女性 19 名）平均年齢は 18.0 歳であった.

4.　結果

4.1 「論理−数学的課題」と「心の理論課題」の比較

金額ゲーム 1 ,2 における回答は表 1 の通りとなった.

表 1　金額ゲーム 1,2 の回答率

回答群	金額ゲーム1	金額ゲーム2
解答者1	57.5	11.5
解答者2	9.4	77.4
同じ	32.1	9.4

いずれの課題も課題内で統計的有意差が確認され(p<0.001)また,課題間においても,表 2 の結果と合わせて,心の状態についての再帰的な推論としての正解に対応する回答が最も多い結果であった.

表 2　金額ゲーム 1,2 の正答率 2

回答群	金額ゲーム1	金額ゲーム2
1000円,1000円	87.5	20.2
1000円,5000円	10.4	14.2
5000円,1000円	1.9	64.2

この一般的な回答の結果については,従来の研究結果と一致する結果であった．その上で,今回比較した「論理-数学的」課題との関連の分析結果を示す．反復処理課題について 5 問とも正答したのは 31 名となり,全体に対して 29.8%であった.

次に,「論理-数学的」課題の正答者における金額ゲームの解答を比較した結果を表 3 , 4 に示す.

表 3　「論理-数学的」課題と比較した回答率 1

回答群	金額ゲーム1		金額ゲーム2	
	for文5点満点	for文5点未満	for文5点満点	for文5点未満
解答者1	61.3	54.3	14.3	11.4
解答者2	9.7	10.0	85.7	78.6
同じ	29.0	35.7	10.7	10.0

表 4　「論理-数学的」課題と比較した回答率 2

回答群	金額ゲーム1		金額ゲーム2	
	for文5点満点	for文5点未満	for文5点満点	for文5点未満
1000円,1000円	90.3	87.1	19.3	21.4
1000円,5000円	6.5	11.4	12.9	15.7
5000円,1000円	3.2	1.4	67.7	62.9

表 3 ,表 4 は「論理-数学的」課題としての反復処理(for 文)の満点の群とそうでない群とを比較した結果である．結果は,金額ゲーム 1,2 いずれもにおいて,for 文 5 点満点の「論理-数学的」課題の正答者については,心の理論の正答率も高いという傾向が見られた.

4.2 マキャベリアニズム尺度との関連

また,尺度についての結果を次に示す．全体の結果は批判的思考程度の平均値は,108.9(*SD*=15.6),マキャベリアニズム尺度の平均値は,77,4(*SD*=10.8),サイコパシー傾向の平均値は 47.6(*SD*=8.9)であった．また「論理-数学的課題」及び心の状態についての課題との関連における平均値について表 5 に示す.

表 5　各尺度の平均値と課題の関連

尺度	全体	for文5点満点	for文5点未満	ToM正答	ToM不正答
批判的思考態度	108.9	108.5	109.8	111.0	106.8
マキャベリアニズム	77.4	79.0	76.8	78.8	76.1
サイコパシー	47.6	47.3	47.6	47.2	47.8

表５における「ToM 正答」とは,金額ゲーム１の設問２問共に心の理論の課題として正答した群となる.

この結果から,「論理-数学的課題」「心の理論の課題」いずれもにおいて正答した群のマキャベリアニズムの平均値の方が若干高い傾向が見られた.

5. おわりに

これらの結果から, 筆者らの開発した課題において,「論理-数学的」思考を使用する反復処理課題の高次の再帰的推論の正答率が高い人は, 心の状態の高次の再帰的推論についても正答率が高い傾向があることが示された. また,心の状態についての正答率が高い群も, 論理数学的課題の正答率が高い群も,マキャベリアニズム尺度の平均得点においても若干高い傾向があることが確認された.

これらの結果から, 再帰的事象の推論の一部について, 社会的知能と論理−数学的知能が共通領域として存在する可能性と, 共通領域があるかはわからないが, 論理−数学的な再帰的思考能力の高い人は, その知能を使用して, 社会的知能の課題を解いている可能性も考察される. 一方で, 本研究は再帰的推論を使用する課題に対する推論結果の一例に過ぎず, 今後さらなる実証的な研究を重ねての議論が必要となる.

参考文献

[1] Perner,J.,&Wimmer,H.(1985) “John thinks that Mary thinks that…”:Attribution of second-order beliefs by 5-to-10-year-old children, Journal of Experimental Child Psychology,39,437-471.

[2] 林創 (2002) 児童期における再帰的な心的状態の理解, 教育学研究,50,43-53.

[3] Stephanie Caillies, Vincine Bertot,Jacques Motte,Christine Raynaud and Michel Abely (2014) “Social cognition in ADHD: Irony understanding and recursive theory of mind” , Research in Developmental Disabilities, Vol. 35, pp. 3191-3198

[4] Zoltan Banreti, IIdiko Hoffman and Veronika Vincze (2016) “ Recursive Subsystems in Aphasia and Alzheimer’s Disease: Case Studies in Syntax and Theory of Mind” , frontiers in Psychology, Vol.7.pp1-21

[5] Natjan Oesch , Robin I.M. Dunbar (2017) “The emergence of recursion in human language : Mentalising Predict recursive syntax task performance” , Journal of Neurolinguistics , Vol43,pp95-106

[6] 時田真美乃(2006), 確率判断課題における「心の理論の優先性」:Monty Hall Problem の変形問 題を用いて;認知科学,Vol13,No1,pp125-128 2006

[7] 時田真美乃,平石界 (2015) 推論課題における情報優位者の存在と「心の理論」の回答の関係性,日本人間行動進化学会

[8] 林創 (2003) 再帰的な事象についての心理学的考察,京都大学大学院教育学研究科紀要,49:290-302

[9] 中村敏健,平石界, 小田亮,齋藤慈子, 坂口菊恵, 五百部裕, 清成透子, 武田美亜, 長谷川寿一(2012), マキャベリアニズム尺度日本語版の作成とその信頼性・妥当性の検証, パーソナリティ研究 第 20 巻,第 3 号,pp233–235

[10] 杉浦義典・佐藤 徳 (2005). 日本語版 Primary and Secondary Psychopathy Scale の妥当性 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, pp407.

[11] 平山るみ,楠見孝(2004), 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響, 教育心理学研究, Vol.52,No. 2 pp186-198

「脳／心理」 - 「記号／文芸」 - 「社会／制度」をつなぐ物語生成
Narrative Generation Connecting “Brain/Mentality” - “Symbol/Literature” - “Society/Constitution”

小方 孝
Takashi Ogata
岩手県立大学
Iwate Prefectural University
t-ogata@iwate-pu.ac.jp

Abstract

This article describes the overview of Narrative Generation Connecting “Brain/Mentality” - “Symbol/Literature” - “Society/Constitution and the authors’ future plans of narrative generation study. This is related to the “multiple narrative structures model” by the author that aims to design and develop systems and models of narrative generation. This session is also had to aim at various possibilities of future collaborative activities by the organizers and other members in addition to academic goals.

Keywords — Narrative Generation, Multiple Narrative Structures, Narrative Generation System

1. はじめに

本稿では主に，オーガナイズドセッション「「脳／心理」 - 「記号／文芸」 - 「社会／制度」をつなぐ物語生成」の趣旨と概要を述べる．これは全体として，物語生成のモデルとシステムを多層的・多重的に構築しようとする筆者の多重物語構造モデル (Ogata, 2016)に関わるものである．このセッションはまた，オーガナイザー及びその他の関与者による将来に向けたアカデミック以外のものも含めた様々な協働・共同可能性を模索することも間接的な目的としている．

2. 趣旨と概要

本オーガナイズドセッションでは，2015 年（「前衛表現の理論・実装・認知」，企画 : 小川有希子・小方孝）及び 2016 年（「情報学／物語学―「人工作者」の時代のために―」，企画 : 小方孝・川村洋次・金井明人）に引き続き，物語生成・コンテンツ生成・テキスト生成等に関連する話題を取り上げる．

近年，国内外において，新聞記事を自動で書くシステムの実用化，小説執筆を支援するシステムを使った小説作品の販売，特定の作家風の文章を自動で作るシステムの宣伝等のニュースがしばしば耳に入るようになった．これらを支える学問的基盤として，物語生成や文章生成は，特に人工知能・認知科学・自然言語生成さらには創造性との関連でかなり古くから多くの研究が蓄積されて来ている．アイルランドの作家ジョナサン・スウィフトによる『ガリヴァー旅行記』では揶揄的に扱われていた「文書自動製造機」は，現在では既に現実のコンテンツ制作やそのビジネス化の課題になりつつある．

2015 年のセッションでは，映画・小説・演劇・音楽・歌舞伎等の物語生成やコンテンツ生成に関する話題を，特に「前衛性」（及び「反前衛性）」の観点から捉え，議論した．小方個人にとっては物語は前衛的なものであると言うよりは「月並み」なもの，平凡なものであり，議論は中枢に触れたところで時間切れになったため，本来この続きが再び小川有希子氏によって企画されるべきであろう．また昨年（2016 年）のセッションでは，歌舞伎・小説・映画・俳句・比喩テキスト・ゲームのような文学芸術分野の物語のみならず，広告や経営の物語生成の問題にも踏み込んだ議論を試みた．これらの試みは，多彩な物語コンテンツを，物語生成やコンテンツ生成という一貫した共通基軸により検討し，将来的に，機械による／機械と人間との協働による，物語生成を目指すという点で，一つのストーリーを成していた．その意味で今年の企画に直接つながる．今年の新しさは，さらに脳・心理のレベルが明示的に加えられたことである（精神医学やニューラルネットの分野）．

このように本企画は以上のストーリーに続くものであるが，今回は，物語生成・コンテンツ生成に幾つかのレベルを明示的に設ける―具体的には，脳神経科学や心理学と関わるレベル，記号ないし記号学と関わるレベル（文芸すなわち文学・芸術・娯楽等としての物語の世界がここに含まれる），社会や制度と関わるレベル（広告や経営，物語の社会的流通，さらに社会儀礼や制度の物語等が含まれる），という 3 つのレベルを設ける．それぞれの概要を以下に示す―

- 「記号／文芸」としての物語生成やコンテンツ生

成の方法の分析・技術・モデル化・システム化等の考察や提案―対象として，物語，小説，エッセイ，詩，短歌，俳句，ゲーム，マンガ，映像，音楽，画像，写真，日記，スケジュール，手紙，音楽，広告，新聞記事，ツイート等々が考えられる，

- 「脳／心理」（脳神経科学や心理学）の観点からの物語生成やコンテンツ生成の方法の分析・技術・モデル化・システム化等の考案や提案―発達・学習障害や自閉症スペクトラム障害等の物語や物語生成の観点からの検討，ニューラルネットワークや深層学習等の方法に基づく物語生成やコンテンツ生成への新しいアプローチの提案等を含む．
- 「社会／制度」の観点からの物語生成の方法の分析・技術・モデル化・システム化等の考案や提案―マーケティング・広告関連の物語生成，経営戦略論や経営組織論における物語生成・物語戦略論やストーリー戦略論等，物語論的な社会制度論，芸能を含む物語やコンテンツの社会的流通・展開等の問題と関連する．制度の問題について最後の部分で触れる．

本オーガナイズドセッションは，物語生成やコンテンツ生成のための人工知能技術・システムの設計・開発の基礎として，脳 - 記号 - 社会をつなぐ物語生成の多層的・多重的全体モデルを志向するという点で認知科学的な意義を持つ．認知科学の特徴とされる学際性もしくは学問領域横断（＋縦断）性はその当然の前提ないし帰結である．

発表者は，これらいずれかのレベルにおける，あるいはこれらを貫通するものとしての，物語生成・コンテンツ生成の具体例や方法等を提示する．そして議論を通じ，レベルごとの物語生成・コンテンツ生成の特徴や，各レベルを貫通する共通特徴を明らかにすると共に，従来から認知科学が強調して来たように人間の全体性に物語生成・コンテンツ生成という視角から迫る．

3. セッションの構成と内容

セッションでは，それぞれ以下のタイトルで，9 人のオーガナイザ及び一般公募からの 2 人の研究者が発表を行う―

- 「脳／心理」 - 「記号／文芸」 - 「社会／制度」をつなぐ物語生成（小方孝，岩手県立大学）
- 俳句生成の認知科学的考（新田義彦，日本大学）：新田は以前から俳句の実作にも取り組んでおり，この経験をも踏まえて俳句自動生成の研究に着手している．また，昨年の本セッションでは，今後の物語生成（の研究，実作）が取り組むべきは，現状の日本において権威的グループが喧伝しているような，いわば「軽い物語」や（子供向け）ゲームの物語ではなく，例えば戦後日本の諸事件（重い物語）を物語として改めて取り上げるような，試みであるという意見に，筆者は刺激を受けた．ここでの俳句を起点に，方法は異なるが，以降詩歌（阿部），単文（浅川）と進む．
- 詩歌は記号学的確執の夢を見るか? (阿部明典，千葉大学)
- 変分自動符号化モデルと符号一複合モデルによる短文対話モデル（浅川伸一，東京女子大学）
- 広告映像技法と好感要因の変遷–社会調査データからの分析（川村洋次，近畿大学）: 経営学的及びマーケティング学的観点を交えて，社会における物語生成の問題を扱う．
- 開発焦点の収束・拡散とプロタイピング（廣田章光，近畿大学）: 川村と同じく経営学的，マーケティング学的観点から物語生成の問題に接近する．
- 認知的転換に向けた映像修辞（金井明人，法政大学）:「認知的転換」は，映像修辞の領域を超えて，これ以降の青木，清野・松本，小野・小方の発表にとっても基軸概念になるかも知れない．
- 学習困難とストーリー生成（青木慎一郎，岩手県立大学）: 青木は岩手県立大学の健康サポートセンターにおいて長年に渡り発達障害や学習障害の学生の支援に取り組んで来たが，最近では筆者と共に物語やストーリーの観点から発達障害や学習障害にアプローチするプロジェクトを開始した．今回は，青木及び次の清野・松本が，発達障害や学習障害における言葉の問題や概念理解・構成などの問題を，物語生成を切り口として論じる．
- 発達障害者に関する自由記述文のテキスト分析と物語生成（清野絵・榎本容子，高齢・障害・求職者雇用支援機構）
- 【一般応募】味わいの表現生成を支える重層的意味づけ構造における身体部位の相（福島宙輝，慶応義塾大学大学院）:「意味づけ」を「重層的に」捉える点が興味深い．
- 【一般応募】驚きを生み出すギャップ技法

—TRPG に基づく物語自動生成ゲームにおけるストーリー生成機構の開発—（小野淳平，岩手県立大学大学院・小方孝，岩手県立大学）:「驚き」は認知的転換をもたらす一つのありふれた方法であり，一見単純であるが故に逆に多様な論点に開かれている可能性がある．発達障害や学習障害を巡る問題も，驚きと関連しているように思われる．

小方の場合は，まず以上のような企画全体の目標・狙いを提示した上で，現在研究開発中の統合物語生成システム (Ogata, 2016)という物語生成の認知・計算モデルをベースとして，“「脳／心理」 - 「記号／文芸」 - 「社会／制度」をつなぐ物語生成”の問題に，接近する．具体的には，統合物語生成システムを「脳／心理」 - 「記号／文芸」 - 「社会／制度」の一種の階層モデルの観点から論じてみたい．

また，「制度」については明示的に取り上げられていないが，恐らく昨年（2016 年）のオーガナイズドセッションにおける新田の発表内容の一部—日本の戦後の諸事件を取り上げて物語として整理し直すという作業—は，制度の問題への一つの回路を示唆している．極端な言い方であえるが，「物語生成システムの社会的展開」のように言う場合，物語生成システムを既存の社会（制度）の中で流通・展開されることを意味するが，「物語生成システムの制度的展開」のように言った場合，それは既存の制度に密着するかそれともそれに反抗するかの差異（現実的な意味では極めて大きな差異）があるとはいえ，社会や制度を意識的・相対的に把握するという意味合いが含まれて来る．「物語」という言葉を使用するからには—それは当然，談話の一種に内包されるべき言語学的範疇の一部，でのみあるわけではなく，筆者は当然のように，柳田や折口や三島や中上やが言った物語という言葉の「伝統」を踏まえて一連の研究を遂行している—，認識や思惟の射程は当然そこまで届いていて然るべきであろう．

4. おわりに

この共同セッションを一つのベース乃至起点として，今後さらに認知科学としての，多重的・重層的物語生成の研究・開発（システムや実作）・展開を進めて行く予定である．共同著作，研究会（再）立ち上げ，システム開発プロジェクト，企業・大学共同など，様々な可能性が考えられる．

参考文献

Ogata, Takashi (2016). Computational and cognitive approaches to narratology from the perspective of narrative generation. Ogata, T. & Akimoto, T. Eds. Computational and Cognitive Approaches to Narratology. 1-74. Hershey, PA: IGI-global.

俳句生成の認知科学的考察
A Cognitive Scientific Consideration on HAIKU Composition

新田義彦* 小方孝**
Yoshihiko Nitta Takashi Ogata

*言語研究アソシエーション **岩手県立大学
Association for Language Research Iwate Prefectural University
nitta.yoshihiko@nihon-u.ac.jp t-ogata@iwate-pu.ac.jp

Abstract

This article presents a consideration on natural language generation and interpretation from a viewpoint of cognitive science. Typical example is taken from HAIKU, very short Japanese artistic fragmental sentence.

Keywords —— HAIKU, Cognitive Science, Classical AI approach, natural language generation

概要

認知科学の主要分野である言語生成・言語理解の分野においては，近時，統計的アプローチが隆盛を極めている．手作りベースの古典的人工知能のアプローチは，自然言語表現の多様性に対処できないというのが，主な理由のようである．

本論文では，日本の古典的芸術文というべき「俳句」を例に採り，統計ベースの大量コーパス処理にはできない機能的強みを持つ，古典的人工知能アプローチについて考察した結果を報告する．

俳句生成における認知科学的側面の追究というと，堅苦しく聞こえるが平板な言い方をすれば，句作・句の発信に込められるメッセージを読み解くことである．

俳句は極限まで短縮された断片文であることから，その含意するメッセージ性は高くない，むしろメッセージ（＝何らかの情報伝達意図や主張）を持たぬ，高雅簡潔な感懐を軽やかに詠むことが好ましいと考えられてきた．しかしながら語句の表層に隠された深部を，オントロジー（古典的な歳時記を含む）を参照しながら読み解くと濃厚芳醇なメッセージが内包されていることに気付く．

注意すべきは，メッセージは句の原作者の意図から独立して汲み上げてもよい，という点である．原作者の意図を歴史的にさかのぼり考証しながら学問的に解釈することは，芭蕉の句のような古典句の場合には重要である．しかし，元来俳句は，原作者が周辺状況や作句の意図を随伴させて提示する文芸ではない．句は単独に孤立して提示され，読者の自由な解釈を歓迎する文芸である．現代において多産され続ける俳句の場合には特にこのことが言えよう．

俳句のブーム，海外における俳句の人気の遠因の１つに自由なメッセー性を上げてもよいように思う．本論文ではメッセージの読み解きの具体例，メッセージを組み込む工夫（機序）と共にメッセージの分類（カテゴリ化）の試みについて報告する．

キーワード

俳句，語句構成，認知科学的側面，メッセージ性，情報量，メッセージのカテゴリ化，面白い俳句と退屈な俳句の違い

１．はじめに

俳句は極限まで短縮された断片文であることから，その含意するメッセージ性は必ずしも高くない，と考えられてきた．しかし，俳句群の基底にある共通の知識，典型的には歳時記などのオントロジーで表現されている知識に思念の翼を広げると，存外に濃厚なメッセージが汲み取れ，俳句の面白さをあらためて実感できることが多い．俳句に濃厚なメッセージが盛り込まれているということは，（少し飛躍のある約言ではあるが）俳句もまた情報学的に取り扱うべき「物語論」の有効射程に入るということである．（cf.[23]，[26]～[32]）

俳句のごとき芸術的文が，平常の文，特に数学や化学のような学問的文よりも大きなメッセージ性を持つ理由の一端は，その創作過程における工夫（推敲）にもある．

たとえば，芭蕉の紀行句の傑作，

閑（しずかさ）や岩にしみ入（いる）蝉の

声　　(奥の細道)
の初案は,
　　山寺や岩にしみつく蝉の声
再案は,
　　さびしさや石にしみつく蝉の声
であった. 不変な語句は「蝉の声」だけである. (山本健吉　1977 p. 160) は, この句の解釈文で,

「……　蝉の声の他は何も聞こえず, …… その幽寂さの表現は「岩にしみいる」と微に入った表現となっている. 蝉の声が岩にしみいるとは, 同時にあたりの閑さがしみいることであり, そこには, ひそまり返った趣で大地に岩が存在する. そこに立つ作者の肺腑にも, 自然の寂寥そのものとして深くしみ入るのでざる.」

と述べている. この解釈はまさしく句のメッセージを巧みに汲み出した典型例である. 昼夜を分かたず物理的・精神的騒音に取り囲まれて生活することを余儀なくされている, 我々現代人にとって, このメッセージは, 一服の清涼剤の効果を齎す. 俳句の現代的意義, 俳句が招来する仮想空間の意義はまさにこのようなメッセージにあると主張したい.

話が前後するが, メッセージとは,「言語その他の記号 (コード) によって伝達される情報」のことである (岩波書店　広辞苑第４版). 俳句の提示する情報は, 芸術的感懐を読者に伝えるための情報であると言える.

このような考え方に沿って, 俳句のごとき芸術的短文の持つメッセージを, 平常文や学術文と対比しながら考察することにする. 俳句のごとき芸術的短文を取り上げた大きな理由は, 下記のように言える.

1)　俳句のようにきわめて短い断片文には, 元来, 主語＋補語, 述語＋対象, 主体＋修飾 (限定), といったような完成した文構造が存在しない. それにも拘わらず, 完備した平常文よりも大きなメッセージ (説得力) を持つ理由は何か.

2)　俳句のごとき断片文を構成する語句が, それ自身だけで自律的に何らかのメッセージを断片文に持ち込むのではないか, という仮説を立てて検証してみたい.

3)　詩文を構成する語句を支配している語彙空間として, 歳時記オントロジーを取り上げてみたい. 語彙空間は人脳に存在する知識ベースと言い換えてもよい.

4)

２. 俳句の形式的意味

俳句を形式的に解釈するとは, つまり俳句を芸術的文とは見なさず, 平常文, 学術的文としてその意味を形式的に捉えることである. 俳句の形式的意味は下記のように,「核文の抽出 (同定)」と「核文の間の意味的関係の推測 (概略的同定)」という２段階形式で捉えることができる. (新田義彦(2012-3)および新田義彦(2013-2)) の記述を下記に引用する.

俳句文をＨとする.

1)　Ｈから, 対峙する２つの核文Ｋ１とＫ２を抽出すること,

そして

2)　核間関係Ｒを導出すること.

俳句の (函数型文法による) 形式的解釈は,

　　Ｈ＝　M(K1,R,K2)

のように表すことができる.

解釈の逆は, 生成である. 俳句は２つの核文Ｋ１とＫ２から, 関係Ｒを加味して形式的に生成することができるとも言える.

つまり俳句の生成は, 核文Ｋ１とＫ２にメタ文Ｍ () を適用する (＝作用させる) ことである.

Ｋ１およびＫ２は, 俳句Ｈと比べると理解しやすい平易な単純文である. したがって, 上記の変換は, 平易な核文を, 風雅に凝縮された俳句に翻訳する過程, と見なすこともできる. この翻訳は, 同一言語内翻訳 (つまり書き換え) である.

逆に俳句Ｈから　核文Ｋ１とＫ２, そして核間関係Ｒを抽出することは, 俳句Ｈに　メタ文Ｍ () の逆函数　M^{-1}( ) つまり　invM( ) を施すことに相当する.

invM: H →（K１，R，K２）

逆函数 invM（）を導出することがすなわち俳句の形式的解釈となる．

俳句の形式的解釈は，実は俳句の平常文による翻訳とも見なせる．この場合，翻訳は同一言語内翻訳であっても異言語（たとえば英語）への翻訳であってもよい．要するに限界まで凝縮変形されている擬似文を，通常の文や平易な文に還元することが，すなわち翻訳である．

再論してまとめると，

H＝M（K１ R K２）

という変換により，自明の意味を持つ核文Ｋ１およびＫ２から，美的に凝縮された俳句Hが翻訳出力される．

核文の異言語への翻訳結果Ｔｒａｎ（Ｋ１）やＴｒａｎ（Ｋ２）を経由して，もとの俳句Hの異言語への翻訳Ｔｒａｎ（H）を形式的に入手することも可能である．この場合は，俳句の形式的意味解釈を，異言語により行ったと見なすことができる．

具体例を示す．

１）抗（あらが）はず極暑の人とならんとす 藤沢周平

平常文への翻訳結果は，たとえば，「じたばたせずに酷暑の夏に馴染もう」である．

藤沢周平氏の２０代の句．結核療養中であったから，猛暑の夏はつらかったのだろうと想像する．「暑くてたまらん」と音を上げぬ我慢が，この俳句の持つメッセージの骨格をなしている．藤沢周平句集（1999）には，療養生活の折々の人生観照が素直な句として数多く詠みこまれており素朴な感銘を受ける．

２つの核文Ｋ１とＫ２は：

Ｋ１＝ 極暑に抵抗しない

Ｋ２＝ 人生（生活）をやっていこう

Ｒ ＝ Ｋ１のような様式でＫ２をする．

上記のＲは，Ｋ１がＫ２を連用修飾しているとも言える．意外性のない素直な句であるが，この素朴さが静かな感銘を誘起する．

.

２）夏立つや光も風もみどり色 新田透舟

平常文への翻訳結果は，たとえば「夏がきたのだろう，光も風も緑色に輝いている」のようになる．

Ｋ１＝ 夏立つ（夏が来た）

Ｋ２＝ 光も風も緑色に見える

Ｒ＝Ｋ１と判断する理由をＫ２が述べる

文字通りの素朴句であるが，平常文との対比がしやすいので記載した．１）と２）に共通することであるが，一体に夏の句は，素朴単純で複雑な構成を持たぬ方が却って豊かなメッセージを伝達できるようである．

３）冬の日のまあるく沖の小島かな 今富節子

平常文への翻訳は「冬の日の沖の彼方に，まん丸な形の島が見える」

Ｋ１＝ 冬の日に沖を見ている

Ｋ２＝ まあるい島が見える

Ｒ＝ Ｋ２という事態の時をＫ１が与える．Ｋ１がＫ２を連用修飾している．

「沖に浮かぶ丸い小島」というように散文的に言わず，“まあるく”という情感のある修飾をしたことにより，幾何学的情報（つまり丸い形状）とは異なる芸術的メッセージが生まれる．

３．基底にあるメッセージの推定困難性

メッセージは一般に何らかの物語を基底に持っている．早速例を挙げよう．

５） 豪傑に翠かすむや筑波山 透舟

上記４）は，ある物語を基底に置いて，筆者が句作したものである．やはり素朴な句であるからその形式的解釈は簡単であろう．「ある豪傑がいて，彼が見晴らしている筑波山が碧に霞んでいる．季節は初夏，山々には新緑が溢れている」．しかしこの豪傑が

どのような人物か，強そうな益荒男であろうこと以外は未知である．現代人なのか髷を結った武将なのか，なぜ筑波の山を眺望しているのか，等々想像の射程は広い．

物語の基本要素は，登場人物（この場合は「豪傑」），事件，事態，時と場所（この場合は「筑波山」が眺望できる地点），そしてストーリ（話の筋書き）などである．未知の物語要素が多数残る．

種明かしをすれば，上記俳句の基底に据えた物語は，饗庭篁村(あえば　こうそん）の随筆「隅田の春(1928-8)」に記述されている明治期３月２０日の軍人壮行式典の話である．3 月であるから物語の季節は蘭春である．

随筆の一部を下記に引用する．出所は青空文庫である．語句の読みが二重鍵カッコ≪≫で挿入されているため若干読みにくさがあるが，そのままにしておいた．俳句の基になった文は，上から１２行目に存在する．

> 三月二十日，今日《けふ》は郡司大尉《ぐんじたいゐ》が短艇遠征《たんていゑんせい》の行《かう》を送るに，兼《か》ねて此壮図《このさうと》に随行《ずゐかう》して其景況《そのけいきやう》並《なら》びに千島《ちしま》の模様《もやう》を委《くは》しく探《さぐ》りて，世間《せけん》に報道《はうだう》せんとて自《みづか》ら進みて，雪浪萬重《せつらうばんちよう》の北洋《ほくやう》を職務《しよくむ》の為《ため》にものともせぬ，我《わ》が朝日新聞社員《あさひしんぶんしやゐん》横川勇次氏《よこかはゆうじし》を送らんと，朝《あさ》未明《まだき》に起《おき》出《いで》て，顔《かほ》洗《あら》ふ間《ま》も心せはしく車を急《いそが》せて向島《むかふじま》へと向《むか》ふ，常《つね》にはあらぬ市中《しちう》の賑《にぎ》はひ，三々五々｜勇《いさ》ましげに語《かた》り合《あ》ふて，其方《そのかた》さして歩《あゆ》む人は皆《みな》大尉《たいゐ》の行《かう》を送るの人なるべし，両国橋《りやうごくばし》にさしかゝりしは午前七時三十分，早《は》や橋の北側《きたがは》は人垣《ひとがき》と立《たち》つどひ，川上《かはかみ》はるかに見やりて，翠《みどり》かすむ筑波《つくば》の山も，大尉《たいゐ》が高き誉《ほまれ》にはけおされてなど口々《くち／〃＼》いふ，百｜本《ぽん》杭《ぐひ》より石原《いしはら》の河岸《かし》，車の輪も廻《まは》らぬほど雑沓《こみあひ》たり，大尉《たいゐ》は予《よ》が友《とも》露伴氏《ろはんし》の実兄《じつけい》なり，また此行中《このかうちう》に我《わが》社員《しやゐん》あれば，此勇《このいさ》ましき人の出を見ては，他人の事と思はれず，我身《わがみ》の誉《ほまれ》と打忘《うちわす》れられて嬉《うれ》しく独《ひとり》笑《ゑみ》する心の中《うち》には，此群集《このぐんしふ》の人々にイヤ御苦労さま抔《など》と一々《いち／＼》挨拶《あいさつ》もしたかりし，・・・(以下略)

作者の紹介：(同じく青空文庫から引用)
江戸下谷竜泉寺町生まれ. 読売新聞社に入社後，その才能を買われ，1886（明治 19）年「当世商人気質」を連載し作家デヴュー. 江戸文学の流れを継承しつつ, 西洋文芸の要素を早くから取り入れた. 幸田露伴をして篁村の親友・坪内逍遥とともに「明治二十年前後の二文星」と呼ばしめる. 劇評家や江戸文学史研究家，翻訳家としても知られる．（大久保ゆう）

物語から俳句に向かう行程は比較的に容易（滑らか）であるが，逆向きは困難で多様性の壁が立ちはだかる．元の俳句４）から明治期の軍人壮行の場面を想像することは通常困難であろう．

作者つまり筆者は，この句の中に，明治期の町中に溢れていた高揚感，前進発展する国家に寄せる期待感というメッセージを塗り込めたつもりである．このような高揚感は平成の現代にはその断片すら存在しないという慨嘆のメッセージを読み取ってもらえれば筆者の満足はこの上ない．このような作句意図と解釈，つまりメッセージの組み込みと吸出しにおける自由度と多様性が俳句の醍醐味と言えよう．

４．具体例による俳句のメッセージの抽出

１）軒を出て犬寒月に照らされる　藤沢周平
Ｋ１＝犬が軒を出る
Ｋ２＝犬が寒月に照らされる
Ｒ＝　Ｋ１という事象の結果がＫ２である，Ｋ１とＫ２が時系列で並んでいる．

俳句の持つメッセージのインパクトの強さは，少し乱暴に要約すれば，配置されている語句の意外性や斬新性に比例する場合が多い．「軒」と「犬」はそれ自身意外性の低い語である．「寒月」は少し斬新性が高い．

このように個々の構成語が平凡な日常性を持っているにもかかわらず，この俳句全体は強いメッセージを発揮する．その理由は，「軒を出る犬」「寒月に照らされる犬」という描写の持つメッセージ性，斬新性，読者に「おや！何故だろう，犬は何を思っているのだろう」と思わせる意外性にあると分析したい．さらに言えば，藤沢氏は，犬の振る舞いを客観的に観察しているのではない．孤独の匂いを纏いながら歩く犬の姿に己を仮託し何かを思う，というメッセージを出しているのである．

２）桐の花踏み葬列が通るなり　同上
Ｋ１＝葬列が桐の花踏む
Ｋ２＝葬列が通る
Ｒ＝ Ｋ１とＫ２が同時に起きる．

「葬列」という語が断然に高い意外性，そしてメッセージ性を持つ．他の語「桐の花」「踏み通る」のもつ若干低い日常性を弱化している．「葬列が（無慈悲，無頓着にも）桐の花を踏みつけて通り過ぎて行った」という虚無感が，強いメッセージとして読者に伝わる．さらに読み込むと，葬列の中心にある棺の中に己を仮置して強い虚無のメッセージを発散させているようである．

３）死火山の朱の山肌冬日照る　同上
Ｋ１＝死火山の山肌は朱色
Ｋ２＝死火山の山肌に冬日が照る
Ｒ＝ Ｋ１とＫ２が並列して[死火山を]描写．

「死火山」，「朱の山肌」，「冬日」は，それなりに斬新性の高い非日常語である，「照る」という語は日常語であるが．斬新性・意外性の高い語をまとめて句全体のメッセージ性を高揚し，同時に句の完成度を極大化している．「死火山」という自然物の中に「死の予感」というメッセージを埋め込んでいる．

４）風出でて雨后の若葉の照りに照る　同上
Ｋ１＝風が出る
Ｋ２＝雨后の若葉が照りに照る
Ｒ＝ Ｋ１とＫ２が並列して[若葉を]描写，　Ｋ１が原因でＫ２が結果と観るも可．

「風」「若葉」は日常語．「雨后」は旧字の使用が若干の斬新性を発揮しているが，それでも陳腐な日常語である．「若葉の照りに照る」という語反復の効果により何らかのメッセージを込める工夫がなされている．失礼な言い方ではあるが，凡庸な句として片づけられそうになるが，作者の抱える「死の予感」「人生の虚無感」に思いを致すと，強いメッセージが読者に伝わる．若々しい生命感・躍動感の裏側には，死の虚無感が存在するのだというメッセージが感じられる．

５）聖書借り来し畑道や春の虹　同上
Ｋ１＝聖書を借りて来る
Ｋ２＝畑道を歩く
Ｋ３＝畑道に春の虹がかかる
Ｒ＝ Ｋ１，Ｋ２，Ｋ３すべて[聖書と作者をめぐる]描写，　情景描写から作者の思念が滲み出ている．

「聖書」は若干の意外性を持つ語であるが，「畑道」「春の虹」は平凡な日常語である．「聖書を借りてきて畑道を歩いて帰る」という語連鎖が，一気に日常性の極小化を実現している．さらに「畑道の上空には春の虹が掛かっている」という描写が牧歌的なメッセージを添えている．聖書を借りてくる作者の姿に，死と虚無の影のメッセージを読み取るのは深読みであろうか．

６）鴨の背に小さき広さありにけり　今富節子

（鴨の背，L）（小さき広さ，A）（ある，Ｐｒｅｄ）
Ｋ１＝鴨の背を見ている
Ｋ２＝鴨の背に小さな広さがある
Ｒ＝Ｋ１の結果Ｋ２に気付いた.

Ｓ＝鴨の背には小さな広さがあることに気が付いた.かわいいと思う.

生きとし生きるものの愛おしさを，小さな背中から観照した句である.局所を描写する語「鴨」,「背」,「小さい」,「広さ」などは，それなりの頻用性を持つ日常語であるが，それらを連結した観察文「鴨の背に小さな広さがある」が，意外性を引き出し強いメッセージを打ち出している．局所観察から生命現象の極大を語る手腕は見事である． 淡い哀感の味付けのあるメッセージに詩情も込められている.

7）割箸の少し抗う秋の風 同上
Ｋ１＝割箸が[割られまいとして]少し抗う
Ｋ２＝秋の風が吹く
Ｒ＝事象Ｋ１発現しているとき事象Ｋ２が発生した

Ｓ＝秋の風が吹いている食事時，なぜか割箸が割りにくい.

「割箸」「秋の風」「割箸が割りにくい」などの語句は，意外性の低い日常語句である．しかし「秋風が吹いている食事時に，割りにくい割箸を少し訝しく思う」という語りの全体には，得も言われぬメッセージが見事に込められている．日常生活に偏在する詩情を呼び起こすメッセージと言うべきか.

8）匂ひなきことのうれしき桜かな 同上
Ｋ１＝桜には匂いがない
Ｋ２＝Ｋ１をうれしく感じる
Ｒ＝事象Ｋ１の結果Ｋ２が発現

Ｓ＝桜には匂いがないが，それを好もしく感じる.匂いを発散させないのは散り際が潔い桜に相応しい.

「匂い」,「桜」,「うれしい」という語はありふれた日常語である．このような凡庸な日常語を並べて，全体として斬新なメッセージを持つ句を作り上げる手腕は少し神業に近い．俳句の持つ神秘性・蠱惑性の一端かもしれない.

9）一枚をゆらしてあそぶ芋の露 同上
Ｋ１＝一枚の芋の葉を揺らして遊んでいる
Ｋ２＝露が芋の葉の上で遊んでいる
Ｒ＝事象Ｋ１はＫ２の結果である

Ｓ＝芋の葉が揺れているが，それは葉の上で露が遊んでいるからだ.

「一枚」,「ゆらす」,「あそぶ」は．メルヘンに登場する詩語である.「芋の露」は俳句に頻出する俳語である．それにも拘わらず結果の句には，心安らぐ童謡のようなメッセージが込められている.

１０）スチャタスチャタ印刷機の音の夏 同上

「芭蕉庵のある江東区の白河に住んでいたころ、駅までの道には印刷屋さんが何軒かあり、いつも音がしていました。夏のある日、窓が大きく開いていて女子高生が中を覗いていました。スッチャッタスッチャッタ、と音の写生ができましたが、私の大好きな駄洒落風でもあります。「スチャタスチャタ」としてみて、これで少しさりげなくなったかな、と、自画自賛です。
この句は朝日新聞の大岡信「折々のうた」にのり、「いきなり機械音だが楽しい」と書いていただいたことが思いがけなく嬉しいことでした。」

と今富節子氏は「俳句カンタービレ」で述べている.

大岡信氏が言うように機械音の描写の斬新さもさることながら，この句が見事に写し取った昭和３０～４０年代の日本の街角の光景と空気，が最大の魅力だと筆者は確信している.

活版印刷機をインクまみれで操作する印刷屋が多数ある時代．小学校の同窓にも印刷屋を営む家の人が２人いたことを思い出す.

現代はスマホを片手で操作しながら女子高生が高層ビル群の谷間を闊歩する時代．古き良き時代は遠

くに飛び去ってしまったというメッセージを，筆者は読み取りたい.

１１）棺一基四顧茫々と霞みけり 大道寺将司

１２）鬼を呑む夕べ哀しき曼珠沙華 同上

１３）縮みゆく残（のこん）の月の明日知らず 同上

風雅、超然、余裕などの古典的俳句の特質とは無縁の、極北に位置する句である．極限の荒涼の美を持つメッセージが幽鬼のごとく出現する．作者が若い時に起こした非社会的事件を知れば，基底にある重い諦念のメッセージに辿り着くかもしれない.

５．古典句におけるメッセージ

芭蕉の著名句（cf.[24][33]）を数例取り上げる．すでにおびただしい数の研究がなされていて，史実に基づく厳密なメッセージの解釈が確立しているものが多いが，しばしそれらの蘊蓄を忘却して，自由気ままに現代生活になじむメッセージを汲み出してみるのもよいだろう.

１）白（しら）げしにはねもぐ蝶の形見哉
杜国との別れに送られた句．杜国は貞亨元年の芭蕉に尾張訪問時に蕉門に帰し，「冬の日」に参加，芭蕉に愛されたという（cf.[33]p.42）.

２）牡丹蕊（しべ）ふかく分出（わけいず）る蜂の名残哉
「野晒紀行」所収．熱田の桐葉の許より東に下る時の別れの句．初案：牡丹蕊深く這出る蝶の別れ哉.
真蹟：牡丹蕋分這蜂の余波哉．そして掲出句に至る．著しい字余りは芭蕉の情の深さを表現しているという（cf.[33]p.43）.

上記２句は別れのメッセージを強く含意している．別れはいつも強い情感を伴うものである.

３）雲雀（ひばり）より空にやすらふ峠哉
初案では，雲雀（ひばり）より上にやすらふ峠哉　とある．空は上方を意味する方言である．いつも上方から人間を見下ろして鳴いている雲雀を，今日は俺が見下ろしているぞ，という少しユーモラスな自慢のメッセージが込められている．『笈の小文』によれば多武峰より龍門に越す臍峠（ほそのとうげ）にて貞享５年３月の吟．（cf.[33]p.71）.

４）愚案するに冥途もかくや秋の暮
不肖私の考えでは冥途もまたこのような暮秋に似ているのであろう．軽い語りではあるが死後の世界を述べているのであるから、それなりに厳かなメッセージが込められていると解すべきか．現代人の冥途（死生観）は多様であるからどのようなメッセージを汲み取ろうと勝手ではあるが.

５）おもしろうてやがてかなしき鵜舟哉
下敷きにしている物語は，謡曲『鵜飼』の鵜の段の文句．面白さから悲しさへの急変がアピールポイントである．鵜飼の老人が旅僧の前で罪障懺悔する語りと闇路を帰途につく哀愁の場面が有名．（cf.[24]p.126）人生の盛り楽しき時代を終えて老愁期に入った者の，未だ達観の境地には至っていない心境がすなおにメッセージに込められていると解すべきか.

６．オントロジー的部分空間の例

俳句のような断片文を，文法的要素が完備した通常文のように解釈できる理由は，オントロジー的部分空間の参照にある．オントロジーの基本部分は歳時記や辞典などにより与えられる．成文化しているオントロジー以外に，句作者がもつ人生経験のような無定形な物語知識もオントロジーとして重要である.

形式的解釈の観点から，個々の句作者の持つ人生物語を集成することは難しいが，その断片を内省的に推量して描写することは可能である．そのごく一部を素描すると下記のようになる.

寒月 ← 冬の月[広辞苑 第５版]
← つめたくさえた月[広辞苑 第５版]
← 語 冬

死火山 ← 死んでしまっている火山
← 有史時代に一度も活動した記録のない火山を言った語.現在は使われていない[広辞苑 第５版]
活火山 ← 現在活動中，および過去約２千年以内に噴火した火山．日本には七十余の活火山がある．十勝岳・有珠山・伊豆大島・浅間山・阿蘇山・桜島など[広辞苑第５版]
聖書 ← 生きるための教えを説いている書
← 人生に悩みが生じたときに読むべき書
← 精神の平穏を導く書
鴨 ← カモ目カモ科の鳥のうち，比較的小形の水鳥の総称[広辞苑 第５版]
← 季語 冬
← 小さい生き物 ← けなげに生きる ← 愛しく思う
割箸 ← 下端から半ばほどの所まで割れ目を入れ，使うときに割って２本とする箸．杉・竹などを用いる[広辞苑 第５版]．
← ２つに割れぬと困る．食事の妨げになりじれったく感じる．
桜 ← ・・・春，白色・淡紅色から濃紅色の花を開く.八重咲きの品種もある．古来，花王と称せられ，日本の国花とし，古くは「花」といえば桜を指した．・・・[広辞苑 第５版]
← 堂々とした花の王様であるが，通常の花の美質の基本的特徴であるはずの匂い・香りを周囲に振り撒かない．
← それを[散り際の潔さと共に]好もしく奥ゆかしく感じる．
芋 ← 葉 ← 露をのせている ← ゆれる (俳句的な情景の典型)

７．俳句のメッセージのカテゴリ分類

機械翻訳研究の分野で開発されている語彙分類体系が，カテゴリ分類の基礎になると考えているが，十分な検討が終わっていないので本論文で取り上げず，後報に回すことにする．

未だ私的予想・直観の域を出ないが，筆者がこれまでに邂逅した俳句群においては，下記のような傾向があるようである．

古典句の多くは，風雅・懐古・余裕・感動・諦観・諦念・無私・無欲・貧乏・脱俗・伝承・風習・洒脱・信仰・仏心・神意・厭世・無常 のカテゴリに属する．

現代句は，愛情・希求・欲望・愛欲・恋情・憧憬・驚愕・意外・落胆・絶望・慙愧・懊悩・喪失・驚嘆・喜怒・哀楽・希望・怨嗟・罪悪・懺悔・狂喜・僥倖・満足・冒険・破壊・建設・戦争・平和 にもその創作域を拡張している．

換言すれば，控えめで無私淡泊に「風景に託して己の心情を軽く語る」姿勢を離れて，感情や欲望を直截に吐露する方向に，現代俳句は爬行しているように見える．

８．おわりに

俳句のような芸術的文は，日常の場で使われる文と比較してその含意するメッセージ情報の量が圧倒的に大きいことを示した．また情報量の増長には俳句歳時記（俳句オントロジー）の作用が寄与することも示した．

オントロジーの持つメッセージをカテゴリ分類すれば，俳句のごとき芸術文のカテゴリ分類も可能となると予想される．このようなカテゴリ分類は今後の課題としたい．

本論文では，従来，閑雅で淡泊な情景描写を旨として読者の感性への強烈濃厚なアピールは控えるのが美徳のように考えられてきた俳句に潜む，強烈な個性をもつ濃厚なメッセージを汲み出す試みの一端を示した．

このような濃厚なメッセージを内蔵する俳句の存在が，近年隆盛を極める統計的自然言語処理を重視する認知科学に対する要塞の礎をなし，きめ細やかな古典的人工知能アプローチが闊歩できる知的空間を保持しているように筆者は思う．

俳句の持つメッセージのカテゴリ化が次の課題である．

参考文献

[1]Kinyon, A. (2001) “A Language-Independent Shallow-Parser Compiler,” *Proc. 39th ACL Ann. Meeting (European Chapter)*, pp. 322-329.

[2]Marcus, M. P. (1980) *A Theory of Syntactic Recognition for Natural Language*, The MIT Press.

[3]Mihalcea, R. and Simard, M. (2005) “Parallel Texts,” *Natural Language Engineering* 11(3), pp. 239-246.

[4]Moon, R. (1987) *The Analysis of Meaning*, in: Sinclair (ed.), Chapter 4, pp. 86-103.

[5]Nitta, Y. et al. (1982) “A Heuristic Approach to English-into-Japanese Machine Translation,” in: J. Horecky (ed.). *Proc. COLING 82 (at Prague) (=Proceedings of the 9th International Conference on Computational Linguistics)*, North Holland Publishing Company, pp. 283-288.

[6]Nitta, Y. et al. (1984) “A Proper Treatment of Syntax and Semantics in Machine Translation,” *Proc. of COLING 84 (at Stanford)) (=Proceedings of the 10th International Conference on Computational Linguistics), Association for Computational Linguistics*, pp. 159-166.

[7]Nitta, Y. (1993) “Referential Structure: A Mechanism for Giving Word-Definitions in Ordinary Lexicons,” in: *Language, Information and Computation*, LSK (Linguistic Society of Korea).

[8]Nitta, Y. (2002a) “A Study of Semantic Typology Patterns and their Transformations,” *Economic Review of Nihon University*, 71(4), Nihon University, Tokyo, pp. 131-155.

[9]Nitta, Y. (2002b) “Problems of Machine Translation: From a Viewpoint of Logical Semantics,” *Economic Review of Nihon University.*, 72(2) Nihon University, Tokyo, pp. 23-42.

[10]Nitta, Y. (2002c) “A Study of Descriptive Language for Sentence Patterns,” *Economic Review of Nihon University*. 72(3), Nihon University, Tokyo, pp. 35-59.

[11]Saraki, M. and Nitta, Y. (2005) “The Semantic Classification of Verb Conjunction in the ″Shite″ Form,” *Proceedings of Spring IECEI Conference*, IECEI Japan.

[12]伊藤正雄(1976-4)『俳諧七部集　芭蕉連句全解』, 河出書房新社.

[13] 今富節子(2005 - 11)『多福――今富節子句集』角川書店.

[14] 今富節子 (2016 - 10)『目盛』, 本阿弥書店.

[15]大道寺将司,『棺一基』, 太田出版 (2012)

[16]大道寺将司,『残(のこん)の月』,太田出版(2015)

[17]新田義彦(2003-10),「オントロジー知識を基礎とする質問応答システムの検討」(“A Study of Question-Answer Systems Based on Ontology Knowledge”) 『経済集志』 Vol.73 No.3, 日本大学経済学部 (2003-10) pp. 29-88.

[18]新田義彦(2012-3)「俳句の意味の形式的解釈の試み」(“An Essay on a Formal Interpretation of HAIKU”), 電子通信情報学会・２０１２総合大会　於　岡山大学,『Ａ－１３　思考と言語　セッション論文集』.

[19]新田義彦(2013-2) 「不言の美文 ――俳句における省略の機序」(“Silence of Beautiful Sentences----The Mechanism of Omission in HAIKU”), 電子情報通信学会・『思考と言語研究会 ＆ ことば工学研究会 論文集』 於 明治大学・国際総合研究所.

[20]新田義彦(2016-9)「浅い解析を出発点とする俳句の形式的解釈」,『経済集志』Vol.86 No.3, 日本大学経済学部

[21]新田義彦(2017-4)「俳句の持つエントロピーについて」,『経済集志』Vol.87 No.1, 日本大学経済学部

[22]藤沢周平(1999-3)『藤沢周平句集』, 文芸春秋.

[23]ロトマン, Ｙｕ．M. (1978) (原著) (磯谷　孝訳) 文学理論と構造主義, 勁草書房

[24]山本健吉 (訳) (1977-ｉ)『芭蕉名句集』日本古典文庫１７,　河出書房新社

[25]饗庭篁村(あえば　こうそん)(1928-8)「隅田の春」青空文庫所収(アクセス：2017-02-28), http://www.aozora.gr.jp/cards/000374/card47032.html　底本：『明治の文学』, 筑摩書房(2003-4), 親本：『饗庭篁村全集』春陽堂(1928-8)

[26] ジャン=ミシェル・アダン (著) 末松壽, 佐藤正年 (訳),『物語論――プロップからエーコまで』, 文庫クセジュ 873, 白水社(2004)

[27]Genette, G., *Discourse du re´ceipt, essai de me´thode, Figures Ⅲ*. Paris: Seuil. (ジェラ＾ル・ジュネット (著) 花輪光, 和泉凉一　訳,『物語のディスクール：方法論の試み』, 水声社(1985))

[28] 小方孝、金井明人,『物語論の情報学説――物語生成の思想と技術を巡って』、学文社 (2010-10)

[29] 新田義彦, 「物語と非物語の差異に関する雑感」, 人工知能学会・第 49 回ことば工学研究会資料, 於　岩手県盛岡市プラザおでって (2015-9-26)pp. 65-74

[30] 新田義彦,「非物語から物語を引き出すこと」, 人工知能学会・第 50 回ことば工学研究会資料, 於　千葉大学・人文社会学系総合研究棟 (2015-12-18)pp. 117-123

[31] 新田義彦,「謎解きによる物語性の抽出について」, 電子情報通信学会・総合大会於九州大学・予稿集、D-5 (2016-3-15～19)

[32] 新田義彦,「抽象的概念の理解に役立つ物語性について」, 情報処理学会第 78 回全国大会論文集 6B06　慶応大学矢上キャンパス (2016-3-10(木) ～12(土))

[33] 赤羽学　(編・著)『松尾芭蕉』蝸牛　俳句文庫９, 蝸牛社 (1993)

詩歌は記号学的確執の夢を見るか?
Do Poems Dream of Semiological Feud?

阿部 明典 †
Akinori Abe
† 千葉大学 文学部行動科学コース/ドワンゴ人工知能研究所
Division of Behavioral Science, Faculty of Letters, Chiba University/Dwango Artificial Intelligence Laboratory
ave@ultimaVI.arc.net.my, ave@chiba-u.jp

Abstract

In this paper, I discuss the possibility of computational literature generation. The generation is based on the conept of the intertextuality by Kristeva. By the simple example of Japanese Waka generation the possibility is shown. In addition, to such generation, the feature of abduction is applied. Then it will be possible to generate literature by abduction. By the abductive procedure, it will be possible to generate new or novel story.

Keywords — intertextuality, abduction, artificial poet

1. はじめに

本セッションでは、物語生成・コンテンツ生成に就いて様々な観点から議論を行うことになっている。その議論は、以下のようなレベルから行うことになっている。オーガナイザの小方の提案では、以下のように、物語生成・コンテンツ生成の幾つかのレベルを明示的に設けている。

(1) 脳神経科学や心理学と関わる物語のレベル,
(2) 記号学と関わる物語のレベル (文学・芸術・娯楽としての物語の世界)
(3) 社会と関わる物語のレベル (広告や経営や社会儀礼の物語等が含まれる)

本論文では、小説や詩歌の生成に関して、特に、(2) に示す記号学と関わる物語のレベルで議論を行う。

様々な所で、詩や小説の生成に於いて、Julia Kristeva の間テキスト性 (intertextuality) [10] に就いて言及してきた。何故かと言うと、本人 (Kristeva) は余り認識していないかもしれないが、これ程コンピュータに適した考えはないからである。

Kristeva は、以下のように間テキスト性を定義している。

> The word's status is thus defined horizontally (the word in the text belongs to both writing subject and addressee) as well as vertically (the word in the text is oriented towards an anterior or synchronic literary corpus)... each word (text) is an intersection of words (texts) where at least one other word (text) can be read... any text is constructed as a mosaic of quotations; any text is the absorption and transformation of another.

肝は、"each word (text) is an intersection of words (texts) where at least one other word (text) can be read... any text is constructed as a mosaic of quotations" のあたりで、つまり、それまでに作られた文学作品の断片の再構築 (mosaic of quotations) で新しい作品が出来てしまうのである。ピースの自動構築/再構築 (つまり、trial and error) はコンピュータにとって非常に得意な分野である。基本的に、NP complete の世界ではあるが、最近はコンピュータの性能が上がってきているので、昔程大変ではなくなってきている。小規模なものであれば、それほどひどくない時間で生成できるはずである。[4, 6] 等でコンピュータによる和歌自動生成の可能性に関して議論してきた。間テキスト性の可能性を示すのが目的であったので、乱数に近い手法を使った生成を行っていた。次節に示すが、結構いい "作品" を生成することができていた。しかし、乱数だけでは、流石に知的であるとはいいがたい。従って、本論文では、更に、人間の知的処理である、アブダクションを入れてみようと考える。以下の節で先ず、間テキスト性による作品の生成の可能性に就いて言及し、そして、アブダクションの導入によるより高度な作品の生成の可能性に就いて議論する。

2. Abduction

Peirce は、アブダクションを哲学的観点から、the operation of adopting an explanatory hypothesis と定義した [14]。

> ...abduction is an operation for adopting

an explanatory hypothesis, which is subject to certain conditions, and that in pure abduction, there can never be justification for accepting the hypothesis other than through interrogation.

2.1 Computational abduction

Peirce の定義で、重要なことは、*explanatory hypothesis* である。つまり、アブダクションとは、何かの説明という行為を通じて行われるのである。Peirce は計算機でのアブダクションに関しては推定しなかったが、20 世紀の最後の方に (つまり、第二次 AI ブームと言われていた頃) 様々なアブダクション・システムが提案された。それらは、Theorist [15] and ALP (Abductive Logic Programming) [9] である。

ALP も Theorist も仕組みは大体似ているので、ここでは、Theorist に就いて記述する。Theorist は、計算機上での仮説推論システムと考えられている。仮説推論は、説明的推論で、無矛盾な仮説集合を仮説候補集 (仮説ベース) から生成し (集め、選択し)、与えられた観測を説明するのである。生成された仮説集合は答え (解) であり、観測を説明できる。Theorist の推論メカニズムは以下の通りである。

$$F \nvdash O. \qquad (O \text{ は } F \text{ だけでは、説明できない}) \tag{1}$$

$$F \cup h \vdash O. \qquad (O \text{ は } F \text{ と } h \text{ で説明できる}) \tag{2}$$

$$F \cup h \nvdash \square. \qquad (F \text{ と } h \text{ は無矛盾である}) \tag{3}$$

ここで、F は、事実 (fact) と呼ばれ、常に正しい。一方、h は、仮説 (hypothesis) と呼ばれるもので、常に正しい訳ではない。これは、仮説ベース (hypothesis base) H ($h \subseteq H$) に含まれている。O は、観測であり、推論系で説明されるものである。$\square$ は、空文である。$F \cup h \vdash \square$ の時、 F と h は、矛盾している。つまり、共存できないのである。この場合、h は棄却される。

2.2 Clause Management System (CMS)

Clause Management System (CMS) [16] は、Reiter and de Kleer により提案され、データベース管理のフレームワークである。この管理フレームワークはアブダクションと同じ動きをする。CMS は、推論系で欠けていて、必要な minimal clauses を説明のためにある状況下で示す。つまり、CMS をアブダクションとして使うと、欠けている仮説を生成できる可能性があるのである。

CMS のアブダクション的推論過程は、以下の通りである。

$$\Sigma \not\models C, \tag{4}$$

(C (観測) は Σ だけでは説明できない)

の時に、CMS は、Σ に対して、minimal clauses set S を生成し、以下の式を満足させるようにする。

$$\Sigma \models S \vee C, \tag{5}$$

$$\Sigma \not\models S. \tag{6}$$

($\neg S$ は、Σ に含まれない。)

S minimal support clause と呼ばれる。そして、$\neg S$ は、欠けている仮説集合と看做すことができ、C を Σ の中にある世界 (知識ベース) で説明するのである。従って、 $\neg S$ は、アブダクションで生成された (abductive) 仮説集合と考えることができる。仮説推論を行う時、仮説候補を準備する必要がある。しかしながら、CMS をする際にはそのような仮説候補を準備する必要なない。しかし、生成された仮説集合はいつも正しい訳ではないし、時には、最小過ぎることもある。従って、CMS を使う場合は、仮説集合の選択を注意深くしないといけない。

2.3 Abductive Analogical Reasoning (AAR)

上記したように、CMS は、最小の仮説集合 (minimal hypothesis set) を生成するだけである。という訳で、いつも満足いく仮説を得られる訳ではない。従って、Abductive Analogical Reasoning (AAR) を提案した [3]。この推論では、論理的、類推的な手法で欠けている仮説を生成する。仮説生成過程は CMS と似ている。生成された知識集合の構造は、既知の知識集合

と類似している。AAR のフレームワークでは全く知らない仮説ではなく、やや知らない仮説を生成するのである。更に、類推写像を導入することで、新しい仮説の評価をすることができるようになる。これは、一般に仮説推論で使っている Occam's Razor のような最小な節が一番いいという評価とは違った評価法である。例えば、explanatory coherence [19] のような評価がに可能なる。

AAR の推論機構は以下のようになる。但し、紙数の都合で、ここで使われている記号に関しては、[3] を見ていただきたい。

ある観測 O が与えられた時に、

$$\Sigma \not\models O, \qquad (O \text{ はΣだけでは説明できない}) \tag{7}$$

である時は、Σ (背景知識) は、O. を説明するためのなんらかの節を欠いている。従って、AAR は、 以下を満たすような minimal clauses S を生成する。

$$\Sigma \models S \vee O, \tag{8}$$

$$\neg S \notin \Sigma. \tag{9}$$

結果は、CMS が出すものと同じである。この結果は、常に正しいと認められた仮説集合ではない。この仮説を正当化するためには、既知の知識集合からの類推写像を利用することになる。

$$S \vdash\!\!\rightarrow S', \qquad (S' \text{ は類似写像を使って } S \text{ から変換したものである}) \tag{10}$$

$$\neg S' \in \Sigma, \tag{11}$$

$$S' \vdash\!\!\rightarrow S'', \tag{12}$$

$$\Sigma \models S'' \vee O, \tag{13}$$

$$\neg S'' \notin \Sigma. \tag{14}$$

O は $\neg S''$ により説明され、これは、仮説集合と看做せる。この新しい仮説集合は正当化されている。この仮説集合は、正しいと思われている (authorized (よく知られている)) 知識集合に似た構造をしており、それからアブダクションで論理的に得られたものであるからである。

3. 計算機による作品自動生成の可能性

3.1 間テキスト性による作品の生成の可能性

Julia Kristeva の指摘した間テキスト性 (intertextuality) [10] が、コンピュータに非常に適した考えであるということを「はじめに」で述べた。それに基づいて、コンピュータの作品自動生成の可能性に関して、様々な所で議論してきている ([4, 6] 等)。ここでは、主に乱数的な生成に関して議論してきた。出鱈目である乱数でも驚くほど上手くいくのである。素材としての断片が良ければ。素材の良さとして、小倉百人一首を使った例を再掲する。

乱数と書いたが、100 程度では乱数にならないので、ソートを使った。恐らく、乱数と大して変わらないと思う。作り方は、元の歌を 5-7-5-7-7 に分解し、句の位置を保存しないように、全てをまぜてソートした。その上で、5-7-5-7-7 の中で、7 を 300 個まとめて昇順、5 を 200 個まとめて、降順にソートし、5 の 1-100 番までを上の句、7 の 1-100 まで 2 番目、5 の 101-200 を 3 番目、7 の 101-200 を 4 番目、7 の残りを下の句に置くように再構成しただけなのであるが、以下のものが出来上がった。

- 世の中は あまりてなどか しだり尾の この世のほかの 富士の高嶺に
- 春過ぎて うち出でて見れば 音にきく 常にもがもな ものや思ふと
- 鳴く鹿の 尾上の桜 命にて ながながし夜を 山の奥にも
- 手向山 からくれないに 明けぬれば はげしかれとは わが身ひとつの
- 初霜の 衛士のたく火の 奥山に つらぬきとめぬ紅葉なりけり

季節等の制約を入れていなので、季節が合わないのもあるが、このように、なんとなくいい “作品” ができてしまうのである。素材に使った百人一首に使われていることばが美しいのと、何気に本歌取りに近いこととなっているからだと考える。

本歌取りの効果をなくすために、更に、分解して、歌を全て連結して、漢字こみで、4 文字に分け、をれを 5 × 133 のマトリクス、つまり、133 の歌らしきものにし、あいうえおに関して “降順、昇順、降順、昇順、降順” として夫々を並べ変えると以下のようになる。

- 淡路島か くに君が 知る忘れ くなりぬ 昔なりけ
- 三笠の山 じ今はた 山の峰に せもが露 山おろし
- 祈らぬも とづれて 関わたの て若菜つ を命にて
- るらむ誰 に雲がく る人にせ に朽ちな るも別れ
- な小倉山 らけかな なぎに焼 る白菊の に匂ひぬ
- かりほの 白妙の衣 がむれば 暮るるも がれつつ
- あらねど 龍田の川 あぢきな 猪名の笹 あだ波は

このあらりになると、「咳をしても一人」以上に破格になってしまうが、却ってポップかもしれない。少なくとも、cut up の雰囲気はかなり出ていると思う。これがいいかどうかは、読者の判断となると思うが、人間が作る作品も以前指摘したが [5]、どのような作品も結局は、プロモーターの努力もあるが、それに共感した鑑賞者が善し悪しは決めることになるので、このような作品も良いと言われるかも知れない。

最近では、**Scrivener** (`https://www.literatureandlatte.com/scrivener.php`) のようなコンピュータ上の支援ソフトを使うことで、アクセスのいいデータベースとして、物語の大筋の流れなどの一貫性管理を行うツールとしてコンピュータを使っている。しかしながら、人間の作家として、完全にコンピュータに作品の作成を依頼していることはないと思われる。ここは、知性、感性のある人間としては、最後の砦であろう。しかし、凡人が例えば、学校、幼稚園、老人ホームなどで急に何か作品を披露しないといけなくなった場合は、そうは言っていられない。

従って、上記に示した作り方はかなり有効なのであるが、人間は作品生成に於いてランダムに断片を繋げている訳ではない (と思う/信じたい)。そこには、様々な熟考があるはずである。どういう流れにするか、どのような表現を使うかなど。ここは、恐らく論理的、つまり、記号学的考慮が働いているはずである。

3.2 計算機上のナラトロジに於けるアブダクション

前節に示したように、アブダクションは無矛盾な仮説集合を生成 (選択)、合成することで実現される。つまり、それまでに行われた会話や作られた文学作品の断片や新しく生成した断片の再構築を論理的にすることと考えて好い。従って、アブダクションにより、会話生成や文学作品の生成をすることが出来る。文学作品の生成に関しては、間テキスト (intertextuality) という概念を導入した。そこで示されている文学の特性である “text as a mosaic of quotations construction and absorption and transformation of another text” と云うことはアブダクションを使うことで比較的容易に実現できる。つまり、乱数による生成は簡単であるが、余り面白くない。しかしながら、論理的生成に関しては、アブダクションにより実現できる。例えば、ゴールや結末が示されている場合、それを説明するために、仮説と看做すことが出来る引用 (quotations) をアブダクションにより生成できるのである。このタイプの推論は、自然言語処理に適用できる。例えば、アブダクションを利用した自然言語処理が色々提案されてきた [17, 18, 7, 12, 13]。それらは、自然言語解釈、理解、そして、言語を誤解していることの修正をするシステムである。例えば、Hobbs の abductive interpretation は、テキストの解釈とは、そのテキストが正しいことの最小の説明であるという考えに基づいている。テキストの解釈はアブダクションにより、そのテキストに一貫性がある (coherent) ということを証明することにより行われる。しかしながら、自然言語処理にアブダクションを適用する中で更に面白い分野は、対話生成である。Lascarides と Oberlander は、簡単な対話生成をアブダクションで行う手法を提案している [11]。この手法では、対話の解釈は defeasible rules を用いてアブダクションにより行われ、対話生成は、非単調な演繹的チェックとアブダクションにより行われる。

3.3 アブダクションによるユーモアつきの対話生成

インタラクティブに発話を行き交わす会話生成に関しては、以前、AAR の応用として示したことがある [1]。更に、ユーモアつきの対話生成にアブダクションを適用した [2]。このフレームワークでは、直前の会話の構造 [1] が参照されることにより新し会話が生成される。更に、ユーモアつきの会話は AAR により生成される。この会話生成過程を簡単な例で示す。先ず、観測の説明をアブダクションにより行う。直前の会話の参照は行わない。知識ベースに以下の節が入っていると仮定する。

$\neg danger\_baby \coloneq make\_sleep\_baby.$
$danger\_baby \coloneq swallow\_baby\_pen.$
$\neg pen \coloneq swallow\_baby\_pen.$
$write\_letter \coloneq pen.$
$pencil.$

[1] この例では、簡単化のために、節は知識ベースに単純にセーブされているだけである。構造性はない。

$\neg danger\_baby$ という観測がなされた時は、AAR (CMS) で生成される仮説のひとつは、$make\_sleep\_baby$ である。しかし、現在の文脈 (医療行為としておく) が [2]「書く」に変化すると、観測は、$write\_letter$ に変わる [3]。そして、AAR により、生成される仮説は、$write\_letter$:- $pencil$ となる。なぜなら、$pens$ がないからである。しかしながら、pen は $pencil$ に似ている。従って、新しい仮説である $write\_letter$:- $pencil$ が AAR により生成されている。

上記の推論は、実は、A 氏と医者の間のユーモアつきの会話の例を AAR の推論として示したものである。実際の会話は以下のようになる。

A 氏:「先生、早く来てください。赤ん坊がペンを飲み込んでしまったのです。」
医者:「わかった。すぐ行く。それまでどうすればいいかわかるかね?」
A 氏:「はい、ペンを使っています」

上の結果を知っていれば、他のユーモア付きの会話を、上の対話を参照することで AAR で生成することが出来る。

もう一つの知識ベースに以下の節が含まれていると仮定する。

$\neg ache\_B$:- $stop\_bleeding\_B$.
$ache\_B$:- $penetrate\_B\_nail$.
$\neg nail$:- $penetrate\_B\_nail$.
$task\_B\_carpentry$:- $nail$.
$screw$.

この場合、普通の文脈 (医療行為) に於いては、観測が $\neg ache\_B$ の場合は、AAR (CMS) で生成される仮説のひとつは、$stop\_bleeding\_B$ となる。上記の対話の例があるので、文脈の変更は、上記の例を見ながらすることが出来る。もし、文脈が $carpentry$ に変化した場合、観測は、$task\_B\_carpentry$ になる。そして、AAR により生成される仮説は、$task\_B\_carpentry$:- $screw$ になる。何故なら、ここに、$nails$ はないが、$nail$ は、$screw$ に似てるので、このようになる。B 氏と医者の間の会話は以下のように表現できる。

B 氏:「先生、早く来てください。釘が手に刺さってしまったのです。」
医者:「わかった。すぐ行く。それまでどうすればいいかわかるかね?」
A 氏:「はい、ネジを使っています」

[2] AAR のフレームワークでは現在の文脈は自動的には獲得できない
[3] この操作も AAR のフレームワークではできない (考慮していない)

対話生成過程は以下の 3 つの段階的推論により成り立つ。

1) 演繹
本編の直前の会話である。現在の文脈は、アブダクションをする前に獲得されないといけない。つまり、この演繹をしている間に現在の文脈は獲得されないといけない。本論文では、文脈の獲得に関しては、議論しない。このようなことは、学習 (帰納推論) により出来るはずである。
2) アブダクション (AAR)
ここでは、質問に対する回答をおこなう。観測は、質問に対応し、答えは、仮説となる。アブダクションは、上記の文脈でアブダクションが実行され、答えを返す。このプロセスは、アブダクションで仮説を生成するという意味で、非常に自然である。
3) アブダクション (AAR)
ここでは、もう一つの文脈で、もう一つのアブダクションを行う。前の状況とは異なった状況で推論を行う。従って、知識ベースには、必要な知識はない。AAR は、ここで、重要な役割を果たす。

図 1 に上記の文脈の変化を伴う会話の概念図を示す。

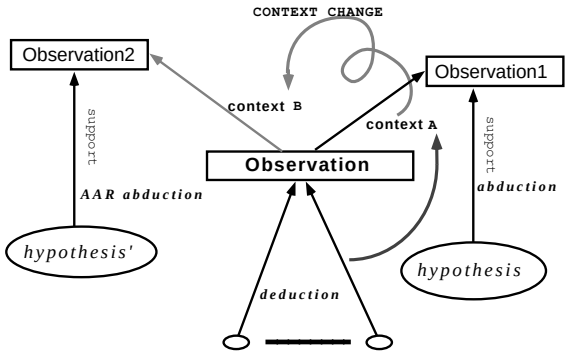


図 1　文脈の変化を伴う会話生成

このシステムは、ジョークを含む会話の生成のために考えられた。このようなアプリケーションは会話の活性化に使うことが出来る。そして、この処理は普通の会話にも同様に使うことができる。勿論、この手法により、会話に更に感情が付加される。更に、上記のアプリケーションは、状況の変化に対応した推論に基づいたものとなっている。適切な状況の変化は、我々の考えをより良い方向へと導く。従って、このタイプの状況推論を使うと、ジョークを作ることが出来るだけではなく、ある刺戟を与えることができ、新奇な活動を発現することができる。

3.4 アブダクションによる作品の生成の可能性

上記で述べたことは、アブダクションと類推推論でユーモアつきの対話を生成することであった。対話とは、お互いが物語りをすることであり、作品、つまり物語へと考えを広げることができる。つまり、作品を小さな単位に分け、夫々に小さな帰結を作り、それを説明できる仮説を生成することにより、作品の断片を作るのである。例えば、仮説推論 (Theorist[15]) の記述の仕方を使って、作品の生成に関して、

$$\text{文の繋がりなどの規則など} \cup h \vdash \text{一応の帰結} \quad (15)$$

という形式で書くことができる。

簡単な例で、示す。一応の帰結として、「空腹を満たす」を使うと、¬ナイフ、夏みかん (道端) の状況では、h は、{ 採る (夏みかん (道端)), 皮をむく (爪, 夏みかん (道端)), 食べる (夏みかん (道端))} のような仮説集合[4] になるであろう。この仮設集合を繋いだ程度では粗筋くらいにはなるかも知れないが、とても、小説や詩にはならない。しかしながら、適当な過去の作品の断片を見つけることができると、なんとか作品が仕上がると思う。例えば、中原中也の「月夜の浜辺」を使ってみる。中也の詩は以下の通りである。

月夜の晩に、ボタンが一つ
波打際に、落ちていた。

それを拾って、役立てようと
僕は思ったわけでもないが
なぜだかそれを捨てるに忍びず
僕はそれを、袂たもとに入れた。

月夜の晩に、ボタンが一つ
波打際に、落ちていた。

それを拾って、役立てようと
僕は思ったわけでもないが
　　月に向ってそれは抛ほうれず
　　浪に向ってそれは抛れず
僕はそれを、袂に入れた。

月夜の晩に、拾ったボタンは
指先に沁しみ、心に沁みた。

月夜の晩に、拾ったボタンは
どうしてそれが、捨てられようか?

この詩に先程生成した仮説を当てはめてみると、以下のようになる。

月夜の晩に、夏みかんを一つ
道端に、見つけた。

それを採って、役立てようと
僕は思ったわけでもないが
なぜだかそれを捨てるに忍びず
僕はその皮を、ナイフが見つからず、爪で剥いた。

月夜の晩に、夏みかんが一つ
道端に、なっていた。

それを採って、役立てようと
僕は思ったわけでもないが
　　月に向ってそれは抛ほうれず
　　草叢に向ってそれは抛れず
僕はそれを、口に入れた。

月夜の晩に、採った夏みかんは
爪先に汁が沁しみ、お腹に満ちた。

月夜の晩に、採った夏みかんは
どうしてそれが、捨てられようか?

などと出来るかもしれない。上記は、仮説生成以上の話が追加されているが、基本的にことばの入れ替えであり、再構築とは言い難いかも知れない。しかしながら、入れ替える候補は、アブダクションにより生成されている。それを再構築の時に使ったと考えればよい。又、追加されている事象は、更にアブダクションや類推を行うことで生成できる。ここで行ったことは、元の作品の枠組みを残しているので、パスティーシュとも考えることができる。従って、ある作品を参考にして、アブダクションを行うことで、パスティーシュ実現の可能性も出てくるのである。

更に、出来た詩をカットアップしても面白いと思う。

[4] 仮説生成には、仮説ベース、知識ベースを準備し、例えば、仮説推論の拡張版である AAR 等を使うのであるが、ここでは、細かい説明を省く。

そうすると、[4] で示したような、和歌の再構築のような話になると思われる。コンピュータなら、このような切り貼りは、プログラム次第で色々出来ると思う。

ここに示したものは、説明のために、手動で行っているが、仮説推論を行うとこのような推論になると思われる。又、ここに示したのは、作品の生成モデルの一つの可能性ではあるが、コンピュータで作品を (半) 自動生成するという観点からでは、面白いのではないかと思うし、かなり発展性があると思われる。

4. おわりに

本論文では、間テキスト性に基づいた作品生成の可能性に就いて議論した。最初に分解した作品をランダムにつなぎ直すことで新たな作品を生成することに就いて議論した。そして、アブダクションを行うことで、さしあたってのゴールを説明できる仮説を生成し、それを既存の作品に適用することで、新たな作品を生成する可能性に就いて議論した。アブダクションは人間の知的生産を反映する思考法であり、これに基づいた推論を行うことで、人間が行う知的で自由な生産活動をコンピュータの上でまだ、簡単な問題だけかも知れないが実現可能である。この手の問題を解決するには、まず、知識ベースの構築などが必要であるが、**Scrivener** のようなシステムを利用することで、世界知識としての知識ベースの構築は比較的楽になるかも知れない。

参考文献

[1] 阿部 明典 (1997) “Abduction に於ける仮説選定の基準 — Over the Occam’s Razor —”, 第 55 回情処全大, *Vol. 2, 6AH-4, pp. 573–574*

[2] Abe A. (1998) “Applications of Abduction”, *Proc. of ECAI98 Workshop on Abduction and Induction in AI, pp. 12–19*

[3] Abe A. (2000) “Abductive Analogical Reasoning”, *Systems and Computers in Japan, Vol. 31, No. 1, pp. 11–19*

[4] 阿部 明典 (2005) “コンピュータと感性 (III)”, 人工知能学会研究会資料,*SIG-LSE-A502-5-2, pp. 33–36*

[5] 阿部 明典 (2008) “実は、作品は観賞者が創る? 介在者が創る????”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-A801-11-6, pp. 121–128*

[6] 阿部 明典 (2010) “小説の生成に就いて”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-A903-16-8, pp. 129–134*

[7] Hobbs J. R. et al. (1993) “Interpretation as Abduction”, *Artifi. Intell., vol. 63, pp. 69–142*

[8] Rolf Jensen (1999) “*The Dream Society: How the Coming Shift from Information to Imagination Will Transform Your Business*”, Mcgraw Hill

[9] Kakas A. C., Kowalski R. A. and Toni F. (1992) “Abductive Logic Programming”, *J. of Logic and Computation, Vol. 2, No. 6, pp. 719–770*

[10] Kristeva J. (1980) “*Desire in Language: A Semiotic Approach to Literature and Art*”, Columbia University Press

[11] Lascarides A. and Oberlander J. (1992) “Abducing Temporal Discourse”, *Proc. of 6th. int’l Workshop on Natural Language Generation (LNAI-587), pp. 167–182*

[12] McRoy S. and Hirst G. (1993) “Abductive Explanation of Dialogue Misunderstandings”, *Proc. of EACL93, pp. 277–286*

[13] McRoy S. W. and Hirst G. (1995) “The Repair of Speech Act Misunderstandings by Abductive Inference”, *Comput. Linguistics, vol. 21, No. 4, pp. 435–478*

[14] Peirce C.S. (1955) “*Philosophical Writings of Peirce*”, Dover

[15] Poole D., Goebel R., and Aleliunas R. (1987) “Theorist: A Logical Reasoning System for Defaults and Diagnosis”, in *The Knowledge Frontier: Essays in the Representation of Knowledge (Cercone N.J., McCalla G. Eds.), pp. 331–352*, Springer Verlag

[16] Reiter R. and de Kleer J. (1987) “Foundation of assumption-based truth maintenance systems: preliminary report”, *Proc. of AAAI87, pp.183–188*

[17] Stickel M. E. (1988) “A Prolog-like System for Computing Minimum-Cost Abductive Explanations in Natural-Language Interpretation”, *Proc. of Int’l Computer Science Conf., pp. 343–350*

[18] Stickel M. E. (1989) “Rationale and Methods for Abductive Reasoning in Natural Language Interpretation”, *Proc. of INt’l Scientific Symp. “Natural Language and Logic”(LNAI-459), pp. 233–252*

[19] Thagard P. (1989) “Explanatory coherence”, *Behavioral and Brain Sciences, 12, pp. 435–502*

変分自動符号化モデルと符号ー複合モデルによる短文対話モデルの比較

Comparison Between Variational Autoencoder and Encodder-Decoder Models for Short Conversation

浅川 伸一
Shin asakawa
東京女子大学
Tokyo women's Christian university
asakawa@ieee.org

Abstract

We examined the dialogue generation models. Specifically, vanilla recurrent neural network, sequence-to-sequence, and variational autoencoding models were taken into account. Since these models are frequently employed in this areas, we tried to consider the possibility all of them as cognitive models.

Keywords — Neural Network Language Models, Variational Autoencoder, Discourse models

1. はじめに

会話，あるいは対話には文の理解と生成との両者が含まれる。したがって会話モデルには自然言語処理 (NLP) と機械学習の知識との両者が必要なると考えられる。従来研究では，領域特殊性，領域特化した特定の領域に限定されたモデルが多かった。従来研究とは異なり，Vinyals らはニューラルネットワーク言語モデル (RNNLM) に基づく短文対話モデルを提案した ([19], 図 1).

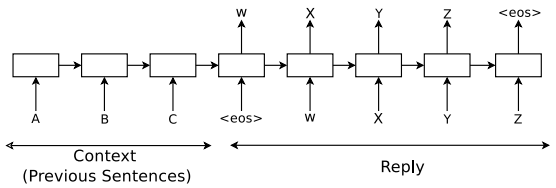


図 1　sequece to sequence モデルの概念図 [19] を改変

このモデルは本質的に翻訳モデル Sequence-to-sequence[18] の枠組みである。したがって翻訳モデルと同程度には領域に依存しない対話モデルを作成しうる端緒が開かられたと見做しうる。

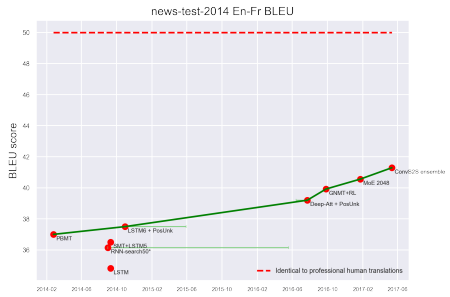


図 2　最近の翻訳モデルの性能の発展 https://github.com/AI-metrics/AI-metrics を改変

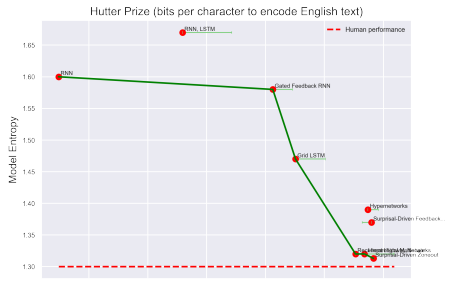


図 3　Hutter Prize データセットにおけるモデル性能の発展 https://github.com/AI-metrics/AI-metrics を改変。赤点線は人間の成績を示している

図 23 に近年のモデル性能の進展を示した。ビデオゲームにおいては人間の成績を遥かに凌駕するモデルが出現している [15] のと同じく，言語理解においても人間の成績に近づいていることが分かる。そこで以下では，対話モデルに用いられる基本モデルの幾つかを概観し整理することを試みる。

2. RNN 参照モデル

Mikolov の RNNLM [12] は NLP における性能評価の参照モデルとなっている。RNNLM は教師あり学習モデルであり，機械翻訳 [18, 1]. および画像脚注付

け課題 [20, 5] における言語材料を符号化可能である。RNNLM においては，一時刻前の単語と隠れ層の時間発展による条件付き確率を最大化するように学習が行われる。モデルは次に来る単語を予測することを学習する。バニラ RNN 参照モデルによって一定の性能が期待できるが，このモデルは文章ののベクトル表現を獲得しているわけではない。このモデルは単語の逐次入力表現から，中間層の時間発展に基づく分散表現を獲得し文章生成を行う。RNNLM は事前知識の作り込みを必要とせず内部表象の確率モデルを獲得し，長期依存などの複雑な系列のモデル分布を学習することができる。しかし，RNNLM ではトピックモデルや高次の統語特徴などの大域的で解釈可能な特徴を表現することはできない。

3. ベクトル埋め込みモデル

文章の分散表象を獲得するためのベクトル空間モデル (vector space model) には，少なくとも以下に示す 4 つのモデルが提案されている。

1. Paragraph Vector[9]
2. Skip-Thought[8]
3. Variational Autoencoder[7]
4. Sequence Autoencoders[10]

Paragraph Vector モデルは word2vec[14, 13, 11] の枠組みを用い，単語の意味表象の替わりに，段落の意味表象を得るモデルである。word2vec と同様 RNN モデルではない [9]。Skip-Thought モデルも教師なし学習モデルであり，ターゲットの隣接文による条件付き文章生成を行うモデルである [8]。通常の自動符号化モデルは大域的な意味特徴を効率的に抽出することは難しい。変分自動符号化モデルを用いて潜在変数 z を変化させた場合に解釈可能な中間的表現が得られるか否かを評価の難しい問題でもある。Sequence autoencoders は，教師あり事前訓練を用いる [4] ことで文章生成が実現されている [10]。このモデルでは，符号化関数 φ_{enc} と確率モデル $p(x|z=\varphi(x))$ とを用いて所与の例文 x についての尤度 z を最大化するように訓練が行われる。このモデルでは encoder も decoder には RNN が用いられた。

4. 変分自動符号化モデル

変分自動符号化モデル (VAE) は生成モデルである [7]。事前確率を定める潜在変数 z を用いることで，適切な分布が生成されるように学習がなされる。VAE は自動符号化モデルにおける関数 $\varphi(x)$ を学習可能の事後認識モデル $q(z|x)$ で置き換えたモデルである。通常 z は正規分布に従い，分散行列が対角行列であること，すなわち各潜在変数が独立であることを仮定する。VAE では z がニューラルネットワークによって定まると仮定する。VAE は文章を固定点として表現することはせず潜在空間上で任意の分布に従うと考える。VAE は $q(z|x)$ で与えられる変動を小さくするように学習が進行する [16]。事後確率分布を事前確率 $p(z) \propto G(\mu=0, \sigma=1)$ を近似するよう，変分下限を目標関数として以下の式 (2) を用いる。

$$
\begin{aligned}
L(\theta; x) &= -\mathrm{KL}\left(q_\theta(z|x) \| p(z)\right) \\
&\quad + \mathbb{E}_{q_\theta(z|x)}\left[\log p_\theta(x|z)\right] \qquad (1) \\
&\leq \log p(x). \qquad (2)
\end{aligned}
$$

モデルが事前確率の下で妥当な確率を有する潜在空間内のあらゆる点から適切な文章を符号化しうるようにする。

VAE モデルを使用した以下の実験では，Kingma らは [7] の正規分布のリパラメトライゼーションを提案した。彼らは確率勾配降下法でモデルを訓練し，各勾配ステップで、単一のサンプルを用いて再構成コストを推定した [7] の事後分布のコスト関数のカルバックライブラーダイバージェンス項を計算する。

[3] は大域的特徴を連続的な潜在変数に明示的に取り込む RNNLM の拡張モデルとしての VAE を提案した。VAE を用いれば，複雑な推論問題を解く必要がある。

Bowmman のモデルは変分自動符号化モデルのアーキテクチャーを使ってこの問題を回避し，変分推論の技法を用いた。[7, 6, 17]。潜在変数を持つ強力なニューラルネットワーク生成モデルのための実践的な訓練手法が用いられた。

5. 変分自動符号化モデルによる推論

N 個の独立同一分布に従うデータセット $\boldsymbol{X} = f\left\{\boldsymbol{x}^{(i)}\right\}_{i=1}^{N}$ をなしていると仮定する。$\boldsymbol{x}$ は連続分布でも離散分布でも良い。$\boldsymbol{x}$ は観測不可能な潜在確率変数 $\boldsymbol{z}$ から確率的に生成されたものとする。生成過程は以下の 2 段階からなる:

1. $z(i)$ は事前分布 $p_\theta(\boldsymbol{z})$ から生成される
2. $\boldsymbol{x}^{(i)}$ は同一の条件付き分布 $p_{\theta^*}(\boldsymbol{z})$ より生成される

事前分布 $p_{\theta^*}(\boldsymbol{z})$ と尤度 $p^*_\theta(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{z})$ はパラメトリックな分布族であり $p_\theta(\boldsymbol{z})$ と $p_\theta(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{z})$ と確率密度関数は殆ど至る所で θ と $\boldsymbol{z}$ に関して微分可能であるとする。

生成過程は未知であると仮定する。従って θ^* と潜在変数 $\boldsymbol{z}^{(i)}$ は未知である。

簡単のため，周辺分布と事後分布とは以下のように求めることが可能であると考える。

1. *Intractability*: 周辺尤度の積分 $p_\theta(\boldsymbol{x}) = \int p_\theta(\boldsymbol{z}) p_\theta(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{z})\ d\boldsymbol{z}$ は intractable なので，周辺尤度に関する微分が不可能である。事後分布 $p_\theta(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x}) p_\theta(\boldsymbol{z}) / p_\theta(\boldsymbol{x})$ も intractable であるので EM アルゴリズムを適用不可能である。積分できないので平均場変分ベイズのアルゴリズムも適用不可能である。これら intractabilities は複雑な尤度関数 $p_\theta(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{z})$ を持つ非線形項を持つ多層パーセプトロンなどのような場合は一般的である。
2. 大規模データ *t*: 確率的勾配降下法を適用するには大規模なデータセットにおいては小規模なミニバッチに基づくパラメータの更新には不向きである。モンテカルロ EM のようなサンプリング手法では収束に要する時間が長く，計算コストがかかる。

これを解決するために以下の 3 点を考える。

1. パラメータ θ の効率的な最尤推定 (ML) または最大事後推定 (MAP) は，システムの隠れ状態から生成される確率過程を推定し実データを模したデータを生成する data that resembles the real data.
2. パラメータ θ の選択と $\boldsymbol{x}$ 所与の元で潜在変数 $\boldsymbol{z}$ の効率的な事後推定。データ表象と符号化のために有益
3. 変数 $\boldsymbol{x}$ の効率的な周辺化量の推定。$\boldsymbol{x}$ の事前分布に基づくあらゆる推定問題で効率の良い周辺化推定量が必要となる。コンピュータビジョン，画像処理，画像生成などでも頻繁に用いられる。

上記の問題を解くため認識モデル $q_\phi(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x})$ を導入する。これは事後確率 $p_\theta(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x})$ の変分推論による平均場近似と見做しうる。パラメータ ϕ は明示的に計算することはできないが，再認モデルのパラメータ ϕ とパラメータ θ の同時分布を導入し学習させる手法を提案した。

符号化理論によれば，非観測変数 $\boldsymbol{z}$ は符号の潜在変数による表現であると考えることができる。データ $\boldsymbol{x}$ が所与のとき，コード $\boldsymbol{z}$ の値から任意の分布 (通常は正規分布を仮定する) を生成するので，再認モデル $q_\phi(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x})$ は確率的符号器であると考えることが可能である。同様に $p_\theta(\boldsymbol{x}|\boldsymbol{z})$ はデータ点 $\boldsymbol{x}$ についての確率的復号器と見做しうる。

6. 変分下限

周辺化尤度は個々のデータ点の周辺化尤度の総和 $(\log p_\theta(\boldsymbol{x}^{(1)}, \cdots, \boldsymbol{x}^{(N)}) = \sum_{i-1}^{N} \log p_\theta(\boldsymbol{x}^{(i)}))$ からなり，以下のように表現される:

$$\begin{aligned}\log p_\theta\left(\boldsymbol{x}^{(i)}\right) &= D_{\mathrm{KL}}\left(q_\phi\left(\boldsymbol{z}\middle|\boldsymbol{x}^{(i)}\right) \middle\| p_\theta\left(\boldsymbol{z}\middle|\boldsymbol{x}^{(i)}\right)\right) \\ &\quad + \mathcal{L}\left(\theta, \phi; \boldsymbol{x}^{(i)}\right) \qquad (3)\end{aligned}$$

上式右辺第一項はカルバック=ライブラー情報量である。KL 情報量は非負であるので，右辺第二項 $\mathcal{L}\left(\theta, \phi; \boldsymbol{x}^{(i)}\right)$ は変分下界と呼ばれ，以下のように表記される:

$$\begin{aligned}\log p_\theta\left(\boldsymbol{x}^{(i)}\right) &\geq \mathcal{L}\left(\theta, \phi, \boldsymbol{x}^{(i)}\right) \qquad (4) \\ &= \mathbb{E}_{q_\phi}(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x})\left[-\log q_\phi(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x})\right] \\ &\quad + \log p_\theta(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{z}), \qquad (5)\end{aligned}$$

上式は以下のように書くことができる。

$$\begin{aligned}\mathcal{L}\left(\theta, \phi, \boldsymbol{x}^{(i)}\right) &= -D_{\mathrm{KL}}\left(q_\phi\left(\boldsymbol{z}\middle|\boldsymbol{x}^{(i)}\right) \| p_\theta(\boldsymbol{z})\right) \\ &\quad \mathbb{E}_{q_\phi(\boldsymbol{z}|\boldsymbol{x}^{(i)})}\left[\log p_\theta\left(\boldsymbol{x}^{(i)}|\boldsymbol{z}\right)\right] \qquad (6)\end{aligned}$$

下限 $\mathcal{L}\left(\theta, \phi; \boldsymbol{x}^{(i)}\right)$ は変分パラメータ ϕ と生成パラメータ $\boldsymbol{\theta}$ について微分可能であるので最適化することができる。この変分下限を ϕ について微分するには通常のナイーブベイズモンテカルロ法による勾配の推定量は以下のようになる。

$$\begin{aligned}\nabla_\phi \mathbb{E}_{q_\phi(\boldsymbol{z})}\left[f(\boldsymbol{z})\right] &= \mathbb{E}_{\phi(\boldsymbol{z})}\left[f(\boldsymbol{z}) \nabla_{q_\phi(\boldsymbol{z})} \log q_{\phi(\boldsymbol{z})}\right] \\ &\sim \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} f(\boldsymbol{z}) \nabla_{q(\phi)} \log q_\phi\left(\boldsymbol{z}^{(l)}\right) \qquad (7)\end{aligned}$$

ここで $\boldsymbol{z}^{(l)} \sim q_\phi\left(\boldsymbol{z}\middle|\boldsymbol{x}^{(i)}\right)$ である。この勾配の推定量は分散が大きい [2] ので，計算は簡単ではない。

7. 自動符号化変分ベイズモデル

難しい事後分布を持つ潜在変数と大きなデータセットが存在する場合，有向確率モデルで効率的な推論と学習が可能であろうか。[7] は大規模データセットに対応する確率的変分推論の学習アルゴリズムを提案した。軽度の微分可能な条件下では，難しいタスクでも動作する。 彼らは以下の 2 点を強調している：

1. 変分下限のリパラメトリゼーションが通常の確率的勾配降下法により最適化可能な下限推定量をもたらすこと
2. 独立な標本点ごとに連続潜在変数を持つデータセットに対して事後推論，近似推論モデル（認識モデルとも呼ばれる）の下限推定を用いて，使用

して難解な事後確率を効率良く推定可能であること

図 4 は変分自動符号化モデルのプレート表記法である。

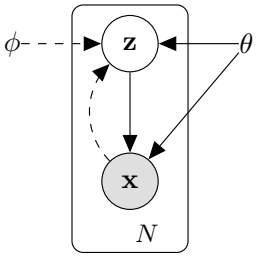


図 4　VAE

通常の階層ベイズモデルと異なり可観測変数 $\boldsymbol{x}$ から潜在変数 $\boldsymbol{x}$ へも有向線が伸びている。これにより変分自動符号化ベイズモデルは推定する手法が限定される。

8.　変分自動符号化言語モデル

[3] はそれまで画像分類に用いられてきた変分自動符号化モデルを文章に適用した。画像と文章との相違から困難であると思われる点を指摘し，標準的な言語モデルにおいては大域変数が必要ではないことを示した。彼らのモデルは大規模コーパスにも適用可能である。再帰的ニューラルネットワークを用いた文章生成モデル (RNNLM) では逐次的に一語づつ単語を生成することが行われるが，Bowman らは変分自動符号化に基づく RNNLM を提案した [3]。このモデルは文章全体を表象する潜在分布を仮定し，以下の 3 点のような文章の性質を表現することが可能である。

1. スタイル
2. トピック
3. 文全体の統語論的特徴

文章の表象についての分布からのサンプリングにより，決定論的で多様な文を生成可能である。潜在空間上で変数を変化させながら，逐次観察すれば，自然が文章の変動が観察可能であった。モデルは文章表現の潜在空間モデルであると見做しうる。加えてこのモデルでは文章の穴埋め問題に対して適切に答えることが可能であることが示された。Bowman らのモデルを変分自動符号化言語モデルと呼ぶ。図 5 に変分自動符号化言語モデルの概念図を示した。

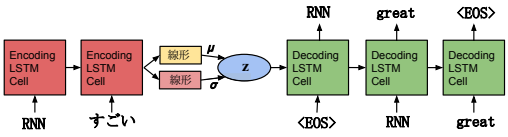


図 5　変分自動符号化言語モデルの概念図

Sequence-to-sequence 翻訳モデル [18] と異なる点は，ソース文とターゲット文との間に潜在変数を示すパラメータ μ と σ が存在し，かつ両者が潜在空間へ射影し $\boldsymbol{z}$ を形成しているコトである。$\boldsymbol{z}$ からターゲット文が生成される。

9.　考察

大域潜在変数を導入することで変分自動符号化モデルはターゲット文を抽象化し，表現が柔軟になることが期待される。この特徴は通常の言語モデルは持たない。定量的な評価を含めて対話文，物語生成に対する貢献を評価していく手法の確立が求められている。

References

[1] Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. Neural machine translation by jointly learning to align and translate. In Yoshua Bengio and Yann LeCun, editors, *Proceedings in the International Conference on Learning Representations (ICLR)*, San Diego, CA, USA, 2015.

[2] David M. Blei, Michael I. Jordan, and John W. Paisley. Variational bayesian inference with stochastic search. In John Langford and Joelle Pineau, editors, *Proceedings of the 29th International Conference on Machine Learning (ICML-12)*, pages 1367–1374, New York, NY, USA, 2012. ACM.

[3] Samuel R. Bowman, Luke Vilnis, Oriol Vinyals, Andrew M. Dai, Rafal Jozefowicz, and Samy Bengio. Generating sentences from a continuous space. *arXiv:1511.06349*, May 2016.

[4] Andrew M Dai and Quoc V Le. Semi-supervised sequence learning. In C. Cortes, N. D. Lawrence, D. D. Lee, M. Sugiyama, and R. Garnett, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 28*, pages 3079–3087. Curran Associates, Inc., 2015.

[5] Jeff Donahue, Hendricks, Lisa Anne, Sergio Guadarrama, Marcus Rohrbach, Subhashini Venugopalan , Kate Saenko, and Trevor Darrell. Long-term recurrent convolutional networks for visual recognition and description. In *Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE Conference*, Boston, Massachusetts, USA, 2015.

[6] Karol Gregor, Ivo Danihelka, Alex Graves, Danilo Jimenez Rezende, and Daan Wierstra. DRAW: A recurrent neural network for image generation. In *Proceedings of the 32 nd International Conference on Machine Learning, JMLR*, volume 37, Lille, France, 2015.

[7] Diederik P. Kingma and Max Welling. Auto-encoding variational bayes. *arXiv:1312.6114v10*, May 2014.

[8]Ryan Kiros, Yukun Zhu, Ruslan Salakhutdinov, Richard S. Zemel, Antonio Torralba, Raquel Urtasun, and Sanja Fidler. Skip-thought vectors. *arXiv:1506.06726*, 2015.

[9]Quoc Le and Tomas Mikolov. Distributed representations of sentences and documents. *arXiv:1405.4053v2*, May 2014.

[10]Jiwei Li, Thang Luong, and Dan Jurafsky. A hierarchical neural autoencoder for paragraphs and documents. In *Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers)*, pages 1106–1115, Beijing, China, July 2015. Association for Computational Linguistics.

[11]Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. In Yoshua Bengio and Yann Lecun, editors, *Proceedings in the International Conference on Learning Representations (ICLR) Workshop*, Scottsdale, Arizona, USA, May 2013.

[12]Tomaś Mikolov, Stefan Kombrink, Lukaś Burget, Jan "Honza" Černocký, and Sanjeev Khudanpur. Extensions of recurrent neural network language model. In *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, Prague, Czech Republic, May 2011.

[13]Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S. Corrado, and Jeff Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In C. J. C. Burges, L. Bottou, M. Welling, Z. Ghahramani, and K.Q. Weinberger, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 26*, pages 3111–3119. Curran Associates, Inc., 2013.

[14]Tomas Mikolov, Wen tau Yih, and Geoffrey Zweig. Linguistic regularities in continuous spaceword representations. In *Proceedings of the 2013 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies NAACL*, Atlanta, WA, USA, June 2013.

[15]Volodymyr Mnih, Korya Kavukchuoglu, David Silver, Andrei A. Rusu, Joel Veness, Marc G. Bellemare, Alex Graves, Martin Riedmiller, Andreas K. Fidjeland, Georg Ostrovski, Stig Petersen, Charles Beattie, Amir Sadik, Ioannis Antonoglou, Helen King, Dharshan Kumaran, Daan Wierstr, Shane Legg, and Demis Hassbis. Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, 518:529–533, 2015.

[16]Tapani Raiko and Mathias Berglund. Techniques for learning binary stochastic feedforward neural networks. *arXiv:1406.2989v3*, Apr 2015.

[17]Danilo Jimenez Rezende and Shakir Mohamed. Variational inference with normalizing flows. In *Proceedings of the 32 nd International Conference on Machine Learning, JMLR*, volume 37, page 15301538, Lille, France, 2015.

[18]Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, and Quoc V. Le. Sequence to sequence learning with neural networks. In Z. Ghahramani, M. Welling, C. Cortes, N.D. Lawrence, and K.Q. Weinberger, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, volume 27, pages 3104–3112, Montreal, BC, Canada, 2014.

[19]Oriol Vinyals and Quoc V. Le. A neural conversational model. *arXiv:1506.05869*, 2015.

[20]Oriol Vinyals, Alexander Toshev, Samy Bengio, and Dumitru Erhan. Show and tell: A neural image caption generator. In *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Boston, MA, USA, 2015.

広告映像技法と好感要因の変遷－社会調査データからの分析
Transition of Commercial Film Techniques and Favorable Factors: An Analysis based on the Social Survey Data.

川村 洋次
Yoji Kawamura

近畿大学
Kindai University
kawamura@bus.kindai.ac.jp

Abstract

The CM Research Institute conducts a favorable factor survey based on 15 types of favorable factor indicators (performers/characters, story development good, humorous etc.) unified from 1997, for the evaluation of the advertisement expression of TV commercial (CM). In this research, the relation between those indicators and CM techniques (story, mise-en-scène, editing, sound, etc.) is organized, and the characteristics and transition of CM representation and technique are summarized based on survey data.

Keywords — Commercial Film Technique, Commercial Film Effect, Favorable Factor, Favorable Factor Survey, Diachronic Transition

1. はじめに

テレビ広告映像（CM）の映像技法と効果については，川村（2004；2007；2009a；2009b；2015），Stewart & Furse（1986）などにより研究されているものの，CM を網羅的に評価する作業には膨大な時間と労力が必要となるため，映像技法とその効果について体系的に研究する試みは十分に行われていない．一方，広告ビジネスにおいて，CM 総合研究所（1997～2008）は，映像技法そのものではないが，好感要因を枠組みとした CM 表現の網羅的な評価システムを構築している．好感要因を評価指標とした網羅的社会調査データベースをもとにして映像技法の効果や変遷を探るという研究アプローチもあるかもしれない．

本研究では，CM の映像技法がどのような効果をもたらすのかを体系的に解明することを目指し，社会調査データ（CM 好感度調査）を基に，好感度を獲得してきた CM の映像技法がどのような傾向にあるのか，どのように変遷してきたのかについてどのようなことが分析できるのかを考察したい．本研究は，1997～2008 年における CM 好感度調査で新作トップテンに選出された広告映像 1440 本のデータを基に，映像技法・効果の通時的変遷，想起数との関係，企業別比較について考察する．

2. CM 好感度調査データの項目

CM 好感度調査のデータとしては，1997～2008 年における月毎のトップテン CM（合計 1440 本：10 本×12 カ月×12 年）に対する 1000 人あたりの想起数（男性全体、男性の 6～12 歳、13～19 歳、20～29 歳、30～39 歳、40～49 歳、50～59 歳、60 歳以上、女性全体、女性の 6～12 歳、13～17 歳、独身 18～24 歳、独身 25～59 歳、主婦 39 歳以下、主婦 40～49 歳、主婦 50～59 歳、60 歳以上）、好感要因数（出演者・キャラクター、ユーモラスなところ、セクシーだから、宣伝文句が印象的、音楽・サウンドが印象的、商品にひかれた、説得力に共感した、ダサイけど憎めない、時代の先端を感じた、心がなごむ、ストーリー展開が良い、企業姿勢にウソがない、映像・画像が良い、周囲の評判も良い、かわいらしい）がある．

3. 好感要因と映像技法・効果の関係

CM 総合研究所（1997～2008）が設定している好感要因は 15 種類であるが、3 種類（時代の先端を感じた、企業姿勢にウソがない、周囲の評判も良い）は、好感要因として選ばれる割合が少なく（川村，2009a）、他の要因と合わせて分類するものがないと考え、表 1 に示す関係として分析することを考える．これらの関係・分類が良いかどうかは今後検討する必要がある．

表 1 好感要因と映像技法・効果の関係

映像技法・効果		好感要因
映像技法	広告内容（メッセージ・商品）	宣伝文句が印象的，説得力に共感した，商品にひかれた
	広告内容（ストーリー）	ストーリー展開が良い
	演出（人）	出演者・キャラクター
	演出（背景）	映像・画像が良い
	音響	音楽・サウンドが印象的
映像効果	雰囲気（ユーモラス）	ユーモラスなところ，ダサイけど憎めない，心がなごむ
	雰囲気（かわいい）	かわいらしい，セクシーだから

4. 広告映像技法・効果の通時的変遷

1997～2008 年において新作トップテンランキングされた CM の広告映像技法･効果の変遷を図 1 に示す.

全体として大きな割合を占めたのは，雰囲気（ユーモラス）27%，演出（人）25%であった．この図だけでは，年推移による変化が捉えにくいため，これらの割合と年との相関を分析してみた．広告映像技法・効果と年との相関係数を図 2 に示す．正の相関（年と共に増える傾向がある）は，演出（背景）と雰囲気（かわいい），負の相関（年と共に減る傾向がある）は，演出（人）と雰囲気（ユーモラス）であった．出演者・キャラクターより印象的な画像・映像，ユーモラスよりかわいい雰囲気が好感要因として評価されるようになってきている.

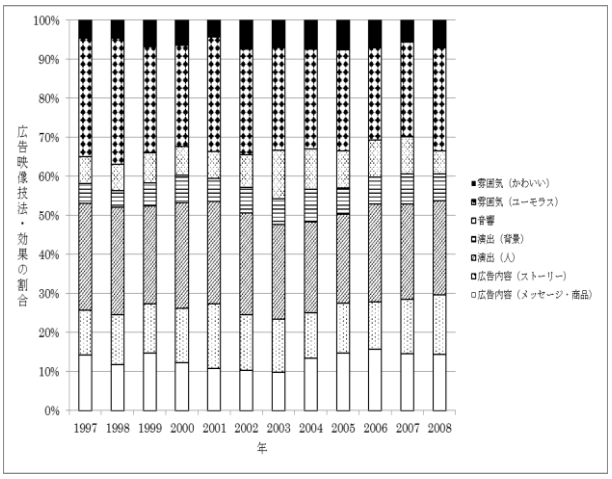


図 1　広告映像技法・効果の変遷

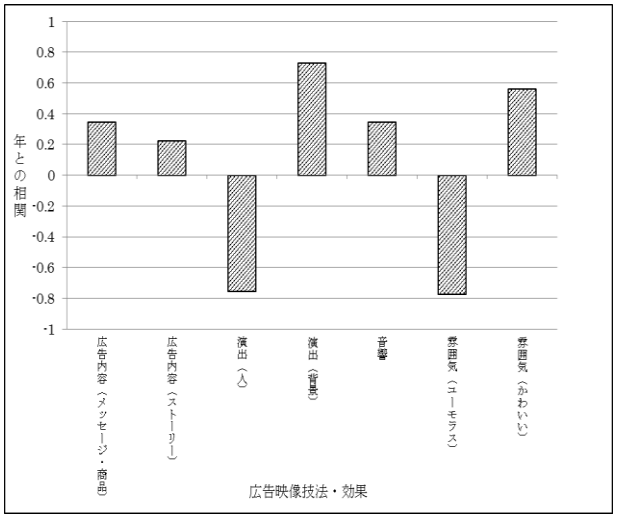


図 2　広告映像技法・効果と年との相関

5. 想起数と広告映像技法・効果

CM の想起数に影響している広告映像技法・効果を回帰分析した．想起数を被説明変数，各映像技法・効果を説明変数とした影響係数を図 3 に示す．また，男女別に影響係数を比較した（図 4）.

想起数に最も影響するのは，広告内容（メッセージ・商品）であり，次いで演出（背景）であった．男性は，演出（背景）が想起数に影響する度合いが高く，女性は，演出（人），音響，雰囲気（かわいい）が想起数に影響する度合いが高い.

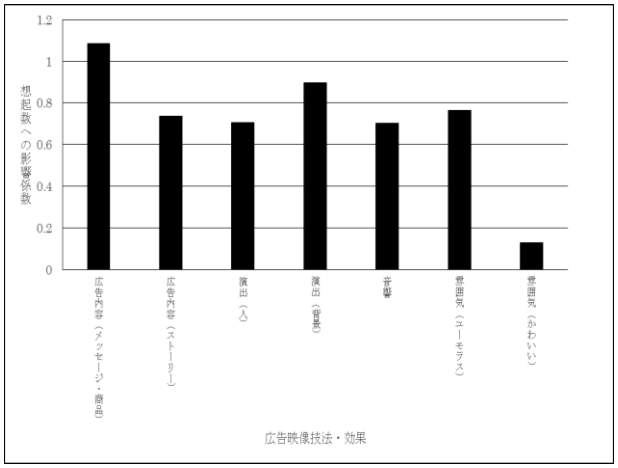


図 3　想起数への広告映像技法・効果の影響係数

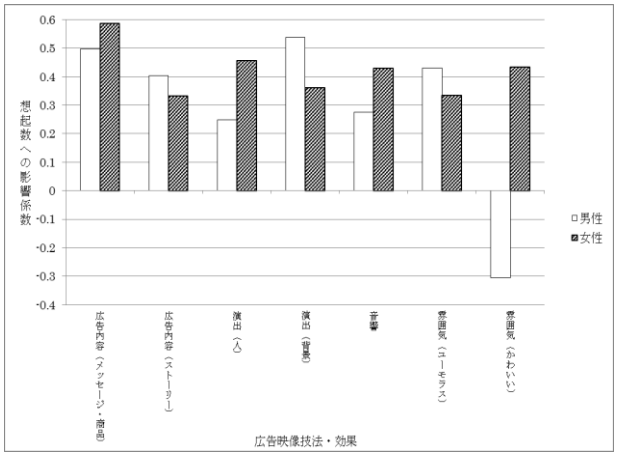


図 4　想起数への影響係数の男女比較

6. 広告映像技法・効果の企業比較

1997～2008 年において新作トップテンランキングされた CM を最も多く出稿している業種は飲料であり，それらの企業（10 社）の広告映像技法・効果を比較した（図 5）．図では，各映像技法・効果の全体平均を 1 とした場合の各企業の広告映像技法･効果を比較した.

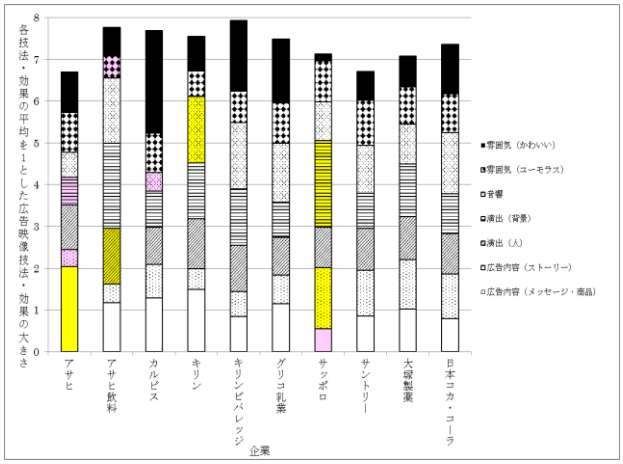


図 5　広告映像技法・効果の企業比較

アサヒ（主な商品はビール）は，広告内容（メッセージ・商品）の割合が大きく，広告内容（ストーリー）の割合が小さい．アサヒ飲料（主な商品は缶コーヒー）は，演出（人）と演出（背景）の割合が大きく，雰囲気（ユーモラス）の割合が小さい．カルピス（主な商品はヨーグルト飲料）は，雰囲気（かわいい）の割合が大きく，音響の割合が小さい．キリン（主な商品はビール）とキリンビバレッジ（主な商品は缶コーヒー）は，音響の割合が小さい．サッポロ（主な商品はビール）は，広告内容（ストーリー）と演出（背景）の割合が大きく，広告内容（メッセージ・商品）と雰囲気（かわいい）の割合が小さい．サントリーと大塚製薬は，全体的に平均的な割合であった．

7.　考察

4.～6.において集計した内容を踏まえ，広告映像技法・効果毎に知見を考察する．

①広告内容

広告内容（メッセージ・商品）は，好感要因の割合はそれほど大きくないが（図 1），想起数に最も影響を及ぼし（図 3），その影響度は男女とも大きい（図 4）．一方，広告内容（ストーリー）は，好感要因の割合はそれほど大きくなく（図 1），想起数に影響を及ぼす度合いは他の技法と比較して同等である．また，好感要因の割合は時代に左右されることがない傾向にある．広告内容（メッセージ・商品）に力を入れているのは，アサヒ（ビール）であり，広告内容（ストーリー）に力を入れているのは，サッポロ（ビール）である（図 5）．

②演出

演出（背景）は，好感要因の割合は大きくないが（図 1），想起数に大きく影響を及ぼしている（図 3）．一方，演出（人）は，一番大きな好感要因であるが（図 1），想起数に影響を及ぼす度合いは他の技法と比較して同等である（図 3）．これらの影響度は男女で異なり，男性は演出（背景）を，女性は演出（人）に影響される傾向がある（図 4）．これらは近年，演出（人）による好感要因は減少，演出（背景）による好感要因は増加の傾向にある（図 2）．演出（人）に力を入れているのは，アサヒ飲料（缶コーヒー）であり，演出（背景）に力を入れているのは，サッポロ（ビール）である（図 5）．

③音響

音響は，好感要因の割合は大きくなく（図 1），想起数に影響を及ぼす度合いは他の技法と比較して同等であり（図 3），その影響度は女性が大きい（図 4）．音響の好感要因は，時代に左右される傾向がある（図 1）．音響に力を入れているのは，キリン（ビール），キリンビバレッジ（ペットボトル茶，缶コーヒー），アサヒ飲料（缶コーヒー），グリコ乳業である（図 5）．

④雰囲気

雰囲気（ユーモラス）は，大きな好感要因であるが（図 1），想起数に影響を及ぼす度合いは他の技法と比較して同等であり（図 3），その影響度は若干男性が大きい（図 4）．一方，雰囲気（かわいい）は，想起数に影響を及ぼす度合いは低く（図 3），その影響度は男女で差が大きい（図 4）．これらは近年，雰囲気（ユーモラス）による好感要因は減少，雰囲気（かわいい）による好感要因は増加の傾向にある（図 2）．雰囲気（ユーモラス）については，アサヒ飲料（缶コーヒー）を除き，どの企業も一定の力を入れる傾向があり，雰囲気（かわいい）に力を入れているのは，カルピス（ヨーグルト飲料），キリンビバレッジ（ペットボトル茶，缶コーヒー），グリコ乳業である（図 5）．

8.　まとめ

本研究では，CM 好感度調査のデータを基に，映像技法・効果の通時的変遷，想起数との関係，企業別比較について考察した．CM の好感要因指標は，視聴者の印象を測定するために設定されたものであるが，（厳密ではないが）好感要因指標を広告映像技法・効果として分類・分析することにより，企業（広告主あるいは広告会社）の意図や戦略，広告映像技法の特徴や全体的な広告映像効果を分析することができる．

今回の研究では広告映像技法・効果のみの集計を行

ったが，その時代の世相と広告映像技法・効果の通時的変遷との関係分析，企業のコンセプトや戦略と広告映像技法・効果との関係分析，ターゲットと広告映像技法・効果との関係分析などを行えば，企業が目指す差別化・ブランド戦略が機能しているかどうかのチェック，新しいポジショニングやブランド構築を行うための発想支援が行えるのではないかと考える．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金基盤研究（C）の「映像修辞に基づく広告映像制作支援情報システムに関する研究」（課題番号：22500102）による研究助成を受けている．

参考文献

[1] CM 総合研究所, (1997～2008) “今月の新作 TOP10 とそのクリエイター”, 月刊 CM INDEX, Vol.12, No.1～Vol.23, No.12, 東京企画.
[2] 川村洋次, (2004)“広告映像の修辞の分析－広告映像制作支援情報システムの構築に向けて－”, 広告科学, No.45, pp. 122-139.
[3] 川村洋次, (2007)“広告映像の技法・修辞と効果に関する研究”, 認知科学, Vol.14, No.3, pp. 409-423.
[4] 川村洋次, (2009a)“記憶に残る広告クリエイティブ要因の分析－最近 12 年の CM 好感度調査データを基に”, 日経広告研究所報, No.245, pp. 28-34.
[5] 川村洋次, (2009b)“広告映像の内容技法と編集技法の分析－広告映像制作支援情報システムの構築に向けて－”, 広告科学, No.50, pp. 16-32.
[6] 川村洋次, (2013)“広告映像における演出技法の視聴実験”, 文学と認知・コンピュータ研究会Ⅱ（LCCⅡ）第 30 回定例研究会予稿集, pp. 30G-04-1-5.
[7] 川村洋次, (2015)“飲料の広告映像の技法の分析”, 日本広告学会第 46 回全国大会報告要旨集, pp. 67-70.
[8] Kawamura, Yoji, (2016) “An Attempt of the Commercial Film Production Support System Based on the Image Rhetoric of Commercial Film”, Computational and Cognitive Approaches to Narratology, pp. 117-138.
[9] Stewart, David W., & Furse, David H., (1986) “Effective Television Advertising: A study of 1000 commercials”, Lexington Books.

開発焦点の収束・拡散とプロタイピング[1]

廣田章光‡
Akimitsu Hirota
Professor, Doctor of Commerce Science
‡近畿大学　経営学部　商学科
KINDAI University (Osaka Japan)
Faculty of Business Administration
akhirota@bus.kindai.ac.jp

Abstract
Recent studies focusing on problem solving have shown the occurrence of innovation in situations where the problem does not clear (Ishii 1993, 2009, 2014, Lester and Piore 2004, Von Hippel and Von Krogh 2016). This research focus on the innovation in situations where problems are not clear.
Through product development case study for Super Top Athletes,
Considering factors of convergence and diffusion of development focus and considering relationship with value creation.
In addition, he pointed out the existence of three dialogues: user, developer, user and developer. And the synchronization of the development focus in those dialogs leads to “converge”, and asynchrony of the development focus leads to “diffusion”.

Keywords
Need Solution pairs,Product development, Prototyping, Co-creation, converge and diffusion

1. はじめに

製品開発研究はニーズが明確になった状況において、ソリューションをいかに効率的に創造するかに関心が集まっていた。しかし現実の開発では、顧客のニーズが明確でないまま開発をスタートさせなければならない状況も存在する（石井 1993, Lester and Piore　2004)。本研究では開発者と 1 人のユーザーとの共創による開発事例を採りあげる。事例を通じて開発者とユーザーがプロトタイプを介して行われる「対話」に注目しその焦点がどのように存在し、焦点が度のように創造されるかについて確認、考察をする。

2. 調査概要

本研究では、スポーツ用具製品の中でも「陸上スパイク製品」を対象に、その開発のプロセスについて調査を行った。注目した製品は 1997 年に開発され、新たな価値次元を提供した製品である。発売当初は国内上位大会でのシェア率は 80%、中高生の大会でも 50%と普及した製品である 。そして、そしてこの製品の価値次元は現在も主流である。調査事例は次のような特徴を持つ。

第 1 に、特定企業の 1 人の開発担当と 1 人のユーザーが新たな価値を創造するプロセスが確認できること。

第 2 に、価値創造のプロセスにおいてプロトタイプ（製品）を通じた対話が確認できること。

第 3 に、対話を分析する対象は、1 製品プロジェクトではなく、複数の連続したプロジェクトであること。さらに、複数プロジェクトには、同一ユーザーと同一開発担当の関係が維持されること。

第 4 に、同一カテゴリー製品の異なる企業の類似例を同様に調査し、企業間で比較を行うことが可能なこと。

当該企業の 1985 年～1997 年の 13 年の間に開発された、最上位製品 17 製品についてディーラー、販売店向け資料（カタログ）を元に調査を行う。そして調査結果を開発者が内容確認し、その結果を反映した。さらに、トップアスリートとの契約時点である 1991 年から、革新的な製品が開発された 1997 年までの開発がどのように進んだのについて、開発担当者および関係者延べ 22 名に複数回のインタビュー調査を行った。

■調査方法の選択

調査では、ディーラー、販売店向け資料（カタログ）から確認した新機能をイノベーションと定義し、内容を記述した。個々のイノベーションとしてのふさわしさ、および内容は、開発者に確認を行い、開発者の意見をもとに修正を行った。その資料をもとに各イノベーションが生まれたプロセスを、開発者に対するインタビューによって確認した。インタビューでは、いつ、誰の、何をきっかけに、どのような試行錯誤を経てイノベーションにたどり着いたのかを詳細に確認した。きっかけと変化については、言葉だけでなく、観察及びその注目した内容、ユーザーと開発者および開発者間の意見交換、フィードバック、さらにイ

[1] 本研究は、平成 29 年度　科学研究費助成金（挑戦的萌芽研究　「デザイン・ドリブン型開発におけるプロトタイピングと価値創造に関する研究」（課題番号　16K13392）の成果の一部である。

ノベーション間の関係を含めて確認をした。インタビュー調査は、事前に質問を決定していたが、インタビューイーからの収集情報にあわせ、イノベーション内容を追加、変更する半構造化の形式で行った。また、複数の開発者あるいは開発関係者から同一内容を調査し、信頼性確保に努めた。インタビュー調査は音声記録を行い、文字に変換する作業を行った。さらにインタビューの文字情報から対話、イノベーションに関連する行為や事象に関するキーワードをカードに一点ずつ列挙しKJ法を使用し考察をした。

3. 「たった 1 人の市場」ーエクストリーム・ユーザーに向けた製品開発

オリンピックあるいは世界大会への出場あるいは、出場を狙える水準の高い身体能力を持つアスリートを、ここではトップアスリート呼ぶ。その中でも世界記録を争う世界の頂点に位置するスーパートップアスリートは、一般の人々あるいはアスリートには困難な製品使用環境で製品を使用する。そのような体験は一般の人々にとって「特殊な体験」(Hippel 1988) である。そのような特殊な体験を有する人々は「エクストリーム・ユーザー」と呼ばれている (Tim 2009)。

スーパートップアスリートは、スポーツ用品メーカーがアスリートと高い契約料を支払い製品使用契約する。製品使用契約を結ぶことによって、契約アスリートは試合ではそのメーカーの製品を使用する。そしてメーカーは契約アスリートが良い記録を出せるためにあらゆる資源を投入し製品開発を行う。特に、世界記録を出せそうなスーパートップアスリートに向けた製品は、そのアスリートのニーズを聞き入れたオーダーメイドに近い製品となる。

このような製品の開発の多くは、一回の大会だけではなく、数年の期間で複数回の大会向けの製品を試行錯誤しながら開発を行う。そのプロセスでは多数のプロトタイプが開発される。今回の調査では、陸上短距離競技向けの製品開発を採り上げる。陸上短距離競技のアスリートの目標は、「誰よりも速く走る」の一点である。

■開発における「収束」領域の存在

それでは「速く走るための」陸上スパイクシューズを開発するためには、何をどのようにすれば良いかを決めなければ製品開発の行動はできない。1960 年代から陸上スパイク製品を開発しているスポーツ用品メーカーの株式会社アシックス（以下、アシックス）には、速く走るためのスパイクシューズの開発枠組みが存在した。8 つの機能として社内外に公表、浸透させていた。8 つの機能とは、「衝撃緩衝性」、「グリップ性」、「フィット性」、「通気性」、「軽量性」、「屈曲性」、「安定性」、「耐久性」である 。米国のランナー向け雑誌が製品評価をした時に使用した項目に、アシックスの経験を加えて体系化した。

新製品は開発毎に、全てゼロから開発しているわけではない。それまでの製品をもとにその製品を進化させる開発行動によって製品が開発される。そのため特定機能、特定部位に注目し、その部分を進化させる開発が行われる。陸上スパイクシューズでは、先の 8 つの機能の中でも「グリップ力」が開発の中心となっていた。そのため開発行動は、製品部位が、走路（トラック）面と陸上スパイクのソール（底）部分、特に前足部ソールと呼ばれる部分に開発の力点が集中する行動となっていた。開発行動が集中する対象をここでは「開発焦点」と呼ぶ。

当時は、走路に対するグリップ力を高めることが「速く走ることができる」陸上スパイクと信じられていた。従来の陸上スパイクの開発において、グリップ力を高めることがユーザーの評価につながり販売数量増加につながった経験は、製品の前足部ソールと走路面との関係に、開発組織そして開発者は常に注目することになる。

一方、ユーザーについても同様の現象が確認される。先にも触れたように契約アスリートのニーズに耳を傾け、徹底的にそのニーズに応えた製品を開発する。アスリートのニーズも当初は、グリップ力に関する内容が多かった。開発者はユーザーのニーズを確認する場合に何をユーザーが重視するかわからない。そのためユーザーが言葉として発するニーズに注目する。ユーザーが発するニーズがグリップに関するあるいは製品の前足部ソールに関する内容であれば、開発者はその内容と製品部位に注目することになる。つまり、ニーズを聞く側もニーズを発する側も同じ、陸上スパイクの前足部ソール部分と走路面（トラック）とのグリップに関する「共通した領域」で行われる。

これらの行動は、スーパートップアスリート向けの専用シューズ開発でも継続される。

■ニーズ創造と開発行動の継続

アシックスは、1991 年にスーパートップアスリートと契約した。そのアスリート向けに開発した製品では、1992 年バルセロナオリンピックでは、一位の座も、世界記録も達成できなかった。オリンピック終了後に、オリンピック向けに開発した製品の使用感をユーザーに確認する。ユーザーからは「グリップ力は良くなったと思う。しかし反発性（Repellence）がない」との言葉が伝えられた。この言葉は、従来のグリップ力に関するニーズとは異なるものだった。しかし開発者には「反発性」の意味が理解できない。そのため開発者は、

着地した時に走路面から跳ね返ってくる力の大きさが小さいことを問題として認識した。その問題に対応する解決として、シューズソールがドーム状の凸面になった機能を搭載したプロトタイプを開発した。シューズソールと路面の圧縮を高めてユーザーに返ってくる力を増やすことを考えたのである。この開発者の行動から、グリップ力とは異なる反発性と言うニーズに提示されても、問題発見と解決の対象となる製品部位は変化していないことを示すものである。

■「回転動作」への気づき

「反発性」という問題が何なのかを理解できないまま、スーパートップアスリート走行動作を1/100 秒まで測定可能な高速度カメラデータをもとに解析をする。その結果、高速度カメラの画像に足の回転動作が含まれていることに気づく。その後、大学生などのアスリートの現場の観察調査を行う。靴紐が切れるぐらい締めて足と靴を一体化する大学陸上部選手の行動が目にとまる。大学生アスリートにその行動の理由を確認すると「（走行中に）靴の中で足がぶれてしまう」の発言だった。これらの情報が結び着き、スーパートップアスリートがニーズとして発言した「反発性」の理由は、シューズ内部における足の回転動作によるものであることが明らかになる。従来の陸上スパイクシューズ開発では回転動作は考慮されていなかった。

■インサイトと「収束」

走行動作における回転動作の存在と動作によるシューズの強度不足、足との一体化不足という問題が明らかになる。これらの問題を解決するため、樹脂一体成形によるソールそして、シューズと足を一体化するベルトを取り付けることを解決としてプロトタイプを開発し実験を行った。その結果はシューズを履いてないほどの一体感と、脚力が路面に無駄なく伝わる感覚をユーザーにもたらした。これらの機能は、従来のグリップ力を高めるという収束対象に加え、回転動作時においても変形し難く、シューズと足が一体化する収束対象を生み出す。この考えかたに基づいた製品は、1997 年デビューする。その後、現在に至るまで、これらの価値次元を持つ製品が、陸上スパイク製品市場の中心となっている。

4. 考察

まずは、本事例から確認される項目を整理しておこう。

第1に、開発における、製品の特定部位、特定機能への収束の行動が確認されることである。第2、に、収束行動は、開発者とユーザーの両者に存在することである。第3に、両者の収束対象はプロトタイプを通じて対話している場合がある。第4に、収束行動が停滞する段階が存在することである。第5に、収束行動が停滞するきっかけは、両者の収束対象の違いの発生による可能性がある。

この製品開発プロセスには、3つのプロセスが存在する。第1に、「反発性」というニーズ情報をユーザーが表現するまでのプロセス、第2に、「反発性」というユーザーのニーズ情報に対して開発者の行動が変化しないプロセスと、第3に、変化するプロセスである。これらのプロセスとプロトタイプとの関係に注目し考察を進めよう。

■情報を送受信する枠組みの存在

従来の陸上スパイクの開発では、グリップ力を高めることが速く走ることにつながると考えられ、その機能を高めるための製品開発を繰り返してきた。グリップ力を高めるため、当初は契約選手の足の形状や要望に対応し、グリップ力をより高くするための開発を繰り返していく。開発者もユーザーに対してグリップ力に関する使用感を確認する。ユーザーもグリップの状況に注目し使用感を確認する。グリップに注目しながら開発を進める。開発者とユーザーをつなぐものはプロトタイプである。

これらの情報の創造を積極的に認識し、情報を送信する、受信するプロセスには、認識枠組みの存在が確認できる。このように、ユーザーと開発者の間で、ニーズを送信、受信する枠組みが形成される。そしてこの枠組みは一度、形成されると継続される場合がある。

このように開発者、ユーザーが意識を向ける製品（プロトタイプ）のある機能や部位が存在する。そして開発者、ユーザーは、その機能や部位の状態を確認する行動を行っている。この行動をここでは、「対話」と呼ぶ。試行錯誤の中で問題を定義しながら解決を見出す中では、「対話」というプロセスが重要である（石井 1993、Lester and Piore2004、石井 2009）。対話は一見すると人と人との対話が想定される。しかしそれ以外にも「人（目論見）と資源との対話」（石井 1993 p.165）、人が対象に棲み込むことよって「人とモノとの対話」（石井 2009 p.228）が存在する。石井（1993）の言う、自身の構想（目論見）と資源との対話は、自身が達成したい内容（目論見）と実現するための有する「（その時点に）たまたま持ち合わせた資源」（石井 1993 p.163）との間で対話が行われ、「資源集合が読み替えられ組み替えられ」（石井 1993 p. 165）、「事前の構想（目論見）と妥協を重ねながら」（石井 1993 p. 165）実現可能性のある領域を探索する。

■3つの「対話」の存在

陸上スパイクシューズの場合は目的が限定されるため対話は、「より速く走る」ことにある。

開発者、ユーザーはそれぞれ、プロトタイプ（製品）の特定の機能や部位と対話している。一方、ユーザーは、プロトタイプを試用する行動においてプロトタイプの特定の機能や部位と対話していると言える。開発者、ユーザーが意識を向ける機能や部位は、同じ時期には、開発者とユーザーが共有している場合が多い。しかし常に一致しているかは開発者、ユーザーともわからない。一致している場合もあれば一致していない場合があると言うのが現実に近いと考えられる。

一致しているのか一致していないのかを相互が理解するため、第3の対話が存在する。この対話は、開発者とユーザーとの間で行われる対話であり、従来の開発者、ユーザーに閉じた対話とは異なる。この対話では、ユーザーはプロトタイプ使用時に生まれた感覚を言葉や身振りで表現し、開発者に伝える。開発者はユーザーの表現を理解するために、プロトタイプを使って確認をして理解を試みる。

■対話のずれを生み出すきっかけ　ー「特殊な経験」のもとでの「実現できていない感覚」

エクストリーム・ユーザーである、スーパートップアスリートは、開発者が経験できない「特殊な経験」（Hippel 1988）の中で製品を使用し自らの目標を達成しようとする。今回の事例での「特殊な経験」とは、新たな世界記録をつくる、オリンピックなど世界中が注目する大会で所属する国を背負いながら戦う、同じ水準のアスリートとの競争、持って生まれそしてその後の努力によって獲得した身体・精神力などをあげることができる。

今回のイノベーションのきっかけとなったのは、スーパートップアスリートから発せされた「反発性」と言うニーズ（言葉）である。「反発性」とは、自分の脚力がダイレクトにトラックに伝わり、前に進む自身の動作がイメージとしてある。しかしその動作が何らかの理由によって現実にはできない。その理由はユーザー自身も説明できない場合がある。さらに実現した動作もうまく表現することができない。何度も開発者がユーザーに要望を確認するが、実現したい動作（走り方）に関する要望は提示されていない。

回転動作の存在が開発者に認識されることによって、次のようなことが説明できるようになる。回転する足の動作が、シューズと足の一体性を失わせる。あるいはシューズの剛性が弱いため変形する。このことによって、ユーザーの力がトラックに伝わらず、自身の前に進もうとする動作が思いどおりにできない現象を発生させる。ユーザーが描く動作と現実との差を言葉として表現できたものが「反発性」として表現された。つまり、体が感じ取った不足する感覚を、言葉として表現したものと考えることができる。「反発性」ユーザーの中に実現したい動作が存在し、その動作の感覚と実現できている動作の感覚の差と、その差を埋めるために必要な要素を言葉として表現したと考えることができる。

人間は言葉にできるより多くのことを知ることができる。そして知ったことの多くは言葉に置き換えることができない（Polanyi 1967）。しかし自己表現する適切な手段を与えられることによって、言葉に置き換えられない認識も伝えることができる場合がある（Polanyi 1967）。

開発者が経験できない、「特殊な経験」の中でユーザーはプロトタイプ（製品）を使用し、その使用した感覚を表現し、その表現を製品に反映することを繰り返す。身体動作と知覚との関係（河本 2002 p.226）で眺めるとこの中でユーザーが行っている試行錯誤は、知覚の形成、動作の形成、ならびに知覚と動作の連動の形成の3つを形成（河本 2002 p.226）しようとしていることが考えられる。

■「拡散」に向けた行動とインサイト

この事例の新たな価値持つ製品の開発では、スーパートップアスリートがニーズとして発言した「反発性」がきっかけになっている。しかし開発者は、「反発性」が何を示すのかを理解できない。そのような状況において、高速度カメラデータから回転動作の存在を発見する。その後の、大学生などのアスリートの現場の観察調査では、靴紐を切れるぐらい締める行動と、その理由を示す「足がぶれる」と言う言葉を引き出す。

「足がぶれる」とはユーザーが走行中の靴の中での足にもたらされた現象に対する体性感覚（鈴木 2016b p.21）を、言葉として表現したものと考えられる。また、靴の紐を強く締めるアスリートの行動は、ユーザーの「足がぶれる」ことへの対策として創造したものである。また、アスリートが使用する製品の中にソール部に亀裂が入った現象が確認される。これらのユーザーの発言、現象が開発者内部に「内的表象」（鈴木 2016a p.29）として保持される。開発者が、高速度カメラ画像の回転動作の存在や、アスリートの観察調査においてアスリートの発言や行動に注目したのは、「反発性」という言葉が、開発者の行動に何らかの影響を与えたと考えられる。例えば、高速度カメラのような測定装置は、大量のデータを収集でき、人間の目では確認できない情報を低速再生することによって、人間に見えるようにする。しかし情報量が多いため、観察する人間は何に注目するかをある程度限定する必要がある。グリップに注目すれば前足部のソールと走路の部分に注目する。そのため足の回転動作の存在には何らかの手

がかりがなければ気づくことは難しい。しかしこの足の回転動作の存在は、ユーザー自身は自己表現（Polanyi 1966）できていない動作であり、無意識的(Polanyi 1966)に行っていた動作である。この回転動作は、内的表象における言語化することが難しい手続き的知識（鈴木 2016a p.33）と考えられる。

開発者にとっては、直線を走行する陸上100メートル競技では、足の動きは前後だけと理解されており、回転動作の存在は意識されることはなかった。しかし、これらの気づきをもとに、開発者がプロトタイプを手にとって回転動作を擬似的に生み出してみると、シューズの中央部分に負荷が集中ししわが寄ることに気づく。この気づきが反発性、足がぶれるという言葉が、足の回転動作に伴うシューズの変形であることを理解することにつながる。つまりユーザーが自身の製品使用による体感した情報をもとに、言葉として発した「反発性」、「足のぶれ」とは、足の回転動作によってシューズ内部で足がずれてしまうことや、シューズが変形してしまう現象をユーザーが体感した情報を言葉として表したのである。スーパートップアスリートが発した「反発性」、アスリートが発した「足がぶれる」、靴紐を強く締めて走る様子、製品の亀裂が結び着き、創造的瞬間（インサイト）につながったのである。

■開発者とユーザーの収束行動と拡散行動

今回の事例では、製品開発行動において収束行動と拡散行動の存在が確認できる。収束行動とは、速く走るためのシューズが特定の機能、特定の製品部位と結び着き、開発行動が特定の機能と部位に収束する行動である。開発行動が、グリップ力という機能と、グリップ力を向上するためにシューズの前足部ソール部分に収束する。

もう一つは、従来とは異なる機能、製品部位に拡散する行動である。ユーザーから「反発性」あるいは「足がぶれる」といった発言や、「靴紐を強く締める」行動、「シューズのソール部に亀裂やしわが寄る」現象と言った断片的な情報に注目し始め、それらの情報の中からインサイトにつなげる行動である。これらの拡散行動によって、「脚のパワーを路面にロス無く伝える」価値を創造し、足の回転動作に対する変形の抑制と、足とシューズの一体化という機能を創造する。

今回の事例では、収束行動から拡散行動につながるもう一つの発見がある。それは開発者と同時にユーザーにも収束行動が確認できること、そして開発者と同じように拡散行動に変化する場合があることである。

■対話の「ずれ」と拡散行動の起点

さらに、開発者、ユーザーは、同じプロトタイプを介して、同じ収束領域対話を行っている。開発者は収束対象をもとにプロトタイプを開発し、ユーザーに対してその使用に関するフィードバックを求める。ユーザーはそのため、開発者と類似する収束領域に意識を払うことになる。

一方で、ユーザーが使用時に、あるいは開発者が試作時あるいはユーザーを観察して、何らかの気づきを得た場合には、それを言葉やプロトタイプとして表現できる場合がある。しかしそれは従来の収束対象や領域では説明ができない場合がある。しかしその表現をきっかけとして、開発者とユーザーの対話が変化する。今回の事例では「反発性」というニーズ表現がきっかけとなっている。この「反発性」という言葉は、スーパートップアスリートによる特殊な環境でのプロトタイプあるいは製品の使用による特殊な経験を通じて得られた感覚（鈴木 2016 p.21）がもとになっている。

■対話における収束対象の非同期が生み出すイノベーション

ユーザーと開発者が一対一で対話し、継続的に製品を開発する今回の事例では、ユーザー側に新たな情報が生成され、それが従来の収束対象では解決できないような問題である場合は、相互が対話している対象に違いが発生する（非同期）。対象が異なる状態で対話をする場合、相互の対話は困難となる可能性が高い。

そのため対話が困難になる状態をきっかけとして、開発者は収束対象の存在に気づき、ユーザーの対話の対象の探索を開始する。これが開発者の試行錯誤のきっかけとなるのである。

5. 結論

本研究で明らかになったことは、以下の 5 点である。プロトタイプあるいは製品を使用する、開発する人々が別れている場合、

第 1 に、3 つの対話の存在が確認された。

①ユーザーは、プロトタイプ（製品）を使用する行動を通じて対話を行っている。

②開発者は、プロトタイプ（製品）を開発する行動を通じて対話を行っている。

③ユーザーと開発者は、プロトタイプを媒体として対話を行う。

第 2 に、各対話は、プロトタイプ（製品）の特定機能、部位を対象に行っている。

第 3 に、①あるいは②の、あるいは両方の対話の対象が変化した場合、③の対話に円滑に進まない場合がある。円滑に進まないとは、ユーザーがニーズを開発者が理解できない場合、開発者のソリューションをユーザーが理解できない場合である。

第 3 の状況が発生した場合、対話の構造を再構築する必要が発生する。そのきっかけは、今回の事例のように、ユーザーの表現した「反発性」のニーズであったりする。このようなある対話構造が成立する

ためにここの対話における対話対象が同じである同期状態になっている場合と、対話対象が部分的に異なる非同期の状況になっている場合が存在する。第 4 に、非同期の状態が新たな対話対象と対話構造を探索するきっかけと手がかりとなる場合がある。第 5 に、非同期の促進には、プロトタイプ（製品）変化や環境変化の存在と共に、ユーザーの設定が重要と考えられる。

参考文献

[1] 石井淳蔵 (1993,2004)『マーケティングの神話』、岩波文庫。

[2] 石井淳蔵 (2009)『ビジネスインサイト』、岩波新書。

[3] 石井淳蔵 (2014)『寄り添う力』、碩学舎。

[4] 竹田陽子 (2000)『プロダクト・リアライゼーション戦略』白桃書房。

[5] 鈴木宏昭(2016a)『教養としての認知科学』、東京大学出版会。

[6] 鈴木宏昭(2016b)「プロジェクション科学の展望」、2016 年度日本認知学会第 33 回大会。

[7] 河本英夫(2002)『メモタルフォーゼ』、青土社。

[8] 廣田章光(2010)「イノベーションにおける「近似」対象と「近似」方法の創発-競泳水着開発競争とイノベーション創発-」、季刊マーケティングジャーナル 116、日本マーケティング協会。

[9] 廣田章光(2011)「「エクストリーム・ユーザー」発見枠組みとリード・ユーザー」日本商業学会 2011 年度全国研究大会報告論集、日本商業学会。

[10] 廣田章光 (2013)「価値創発型イノベーションと顧客ニーズ制約 -価値創発促進における「対話」のマネジメント-」日本商業学会 2013 年度全国研究大会報告論集、日本商業学会。

[11] 廣田章光 (2016)「製品デザインプロセスにおけるプロトタイプの実現ーラピッド・プロトタイピングの実現要因」日本商業学会 2016 年度全国研究大会報告論集、日本商業学会。

[12] 廣田章光 (2017a)「ニーズとソリューションの同時性 と対話のトライアングルーユーザー・イノベーションによる踏み間違い動作を解消する自動車ペダル「ナルセペダル」の開発」、マーケティングジャーナル vol.36 No.4 日本マーケティング学会。

[13] 廣田章光(2017b)「創造的瞬間（ビジネス・インサイト）におけるプロトタイピングの役割 -踏み間違い動作を抑制する自動車ペダル「ナルセペダル」の開発事例-」、日本商業学会 第 67 回 全国研究大会報告論集。

[14] Brown,Tim(2009) Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation, Harper Business（千葉敏生訳『デザイン思考が世界を変える』早川書房)。

[15] Clark,Kim B. and Fujimoto,T.(1991) *Product Development Performance,* Harvard Business School Press（田村明比古 訳 (1993)『製品開発力』,ダイヤモンド社)

[16] Goshi, K. and Katsuya M.(2011) Safe Driving Education System by Multimedia and Network, Proceedings of The 2011 International Workshop on Smart Info-Media System in Asia (SISA 2011), Keynote Speech

[17] Lester, R. K. and M. Piore(2004) Innovation The Missing dimension Harvard University Press（依田直也 訳(2006)『イノベーション』,生産性出版)

[18] Luchs,Michael G., Scott Swan Abbie Griffin(2015) Design Thinking: New Product Development Essentials from the PDMA 1st Edition, Wiley-Blackwell.

[19] Planyi,M.(1966),The tacit dimension,(高橋勇夫訳(2003)、『暗黙知の次元』、ちくま学芸文庫)。

[20] Hirota,Akimitsu(2015), New consumer product market creation by “design thinking”, PDMA annual conference 2015.

[21] Hirota,Akimitsu,Masaaki Takemura,Manabu Mizuno(2017), “Design Prototyping: Reducing the uncertainty in ″fuzzy front end″ stage of product development”, ISPIM innovation forum 2017.

[22] Takemura, Masaaki,Akimitsuh Hirota,Manabu Mizuno,(2017)” Developing a Cardio Simulator: More real and quicker” ISPIM Innovation Conference 2017.

[23] Von Hippel E. (1988) The Sources of innovation, Oxford University Press. (榊原清則訳 (1991)『イノベーションの源泉』, ダイヤモンド社)

[24] Von Hippel E.(1994) ″ ″Sticky information″ and the locus of problem solving : Implications for Innovation″, Management Science, vol. 40.

[25] Von Hippel E.(1998)” Economics of Product Development by Users:Impact of “Sticky” Local Information, Management Science, vol. 44, No. 5 (May) p. 629-644.

[26] Von Hippel E.(2005) *Democratizing*

Innovation, MIT Press.（サイコムインターナショナル訳（2005），『民主化するイノベーションの時代』、ファーストプレス）

[27] Von Hippel E. and G.Von Krogh (2016) ″CROSSROADS-Identifying Viable “Need-Solution Pairs”- Problem Solving without Problem Formulation″ Organization Science 27(1) pp.207-221.

[28] Schumpeter,Joseph A.(1926) *The Theory of Economic Development, Cambridge* ,MA Harvard University Press（塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳(1977) 『経済発展の論理』岩波文庫)。

認知的転換に向けた映像修辞
Film Rhetoric for Cognitive Transition

金井 明人
KANAI Akihito
法政大学
HOSEI University
kanai@hosei.ac.jp

Abstract

In this paper, the rhetoric of the film is analyzed especially from the perspective of cognitive transition relate to narrative story and non-story. The classification of the transition techniques and the cutting techniques can be used to compose various narrative film rhetoric.

Keywords — Transition Technique, Cutting Technique, Story, Narrative, Film Rhetoric

1. はじめに

映像の認知を，広義の物語に関する認知処理における切断と転換の観点から本発表では論じる．ここでいう広義の物語とは，事象の連鎖としてのストーリー以外に，撮影や編集，演出といった映像の諸要素の連鎖や，それにより生じるイメージの連鎖も物語として捉える概念である [1]．また，切断や転換は，物語の認知をストーリーの認知に留まらず，多重化・多様化するための概念である．金井・小玉 (2010) などで切断技法を中心に映像修辞の認知と生成を論じてきたが，それを拡張するための転換技法に本発表では特に注目する．

映像の受け手は，ストーリー以外も含めた広義の物語を何らかの形で認知的に処理する．人は映像の全てを均一に処理することはできないので，映像の受け手がその物語に接するにあたって，特定の認知的方略を採用している．一般には，登場する人物を中心に映像に接する認知的方略や，出来事を中心に一貫したストーリーを構築していく認知的方略が用いられることが多い．だが，これらの認知的方略に受け手を留まらせるのではなく，その認知的方略を変更させていくことで，複数の物語認知を生じさせることができる．そのために，映像を見ている過程で，受け手に認知的方略を変更させる技法である切断技法が，映像修辞上に導入されている．切断技法は，映像の時間的連鎖に関する切断，空間に関する切断，映像と音など他の媒体との関係における切断の 3 つの種類がある [2]．切断技法はアートフィルムなどの特定の作品において固有性の高い技法として用いられることもあるが，映画の予告編や広告などでも多用されている一般的な技法でもある [3]．切断技法によって，映像の受け手に映像の細部のストーリー以外の要素や第三の意味に注目させることができるのであるが，そのような認知を想定しない受け手であれば，認知的切断によって生じる違和感のみに留まってしまい，複数の物語認知につながらないこともある．切断技法では強い違和感のみを受け手に生じさせてしまう場合があるといえよう．

完全なストーリーに関する認知の切断には至らないまでも，一時的に人物やストーリー以外の要素に注目させる技法もある．多くの映像で用いられているのはむしろこのような修辞であるといえるかもしれない．例えば，食事や喫煙シーン，人間以外の動物や人工物，時間に関する技法，自然，身体，運動感覚，特殊効果などの強調・挿入が，映像のストーリー上でなされている場合，映像の受け手はストーリーの処理を緩和しつつ，ストーリー以外の要素にも注目していくことになる．本発表はこれらの，切断までには至らない，認知的方略の部分的な転換に向けた映像修辞を，転換技法として特に論じ，物語生成につなげることを目的とする．

2. 転換技法

ある映像の一つのショットに対し，その受け手は，映像そのものの細部を認知しても，そこで何が起きて何が語られているか（物語言説）に注目して認知しても，さらにその全体とのつながりとしてストーリー（物語内容）の観点から認知しても良い．さらにはそれらの認知を同時に処理していくこともできる．

切断技法は，完全にストーリーに関する処理を切断し，映像そのものの細部や物語言説を強調する技法であるため，受け手は認知的切断を強く意識することになる．それに対し，切断を強く意識せず，ストーリー

の処理を行いつつ，その処理を緩和し，映像そのものの細部や物語言説を中心とした処理への認知的転換を行わせる映像上の修辞技法を，本発表では転換技法と定義する．

認知的転換は，ストーリーに関する連続性を保ちつつ，ストーリーに留まらない要素を同時に含む修辞によってなされる．登場人物が起こす行動に関連しながらも，登場人物の行動やそれに基づくストーリーに留まらない認知をさせる技法である．

転換技法は，物語上のある場面に何を挿入するかに関し，以下の様な観点から分類することができると考えられる．

登場人物の環境 自然環境や建物など．
登場人物の周囲の人・生物・天然物・人工物 環境に何が存在しているか．
登場人物の細部 身体の強調など．
登場人物の認知 主観や感覚の強調など．
登場人物の行動を説明する映像修辞 登場人物に付加される映像修辞．

転換技法が用いられる場面においては，ストーリーの切断はなされていないので，登場人物の行動には連続性が保たれている．その中で，登場人物を囲む全体の環境・環境に存在している事物・登場人物の身体，の内のいずれかの要素，または複数の要素を挿入する技法をまずは転換技法として捉えることができる．あるいはそれらが登場人物の内的な認知として示す技法や，映像修辞として情報を付加する技法も転換技法となり得る．

例えば，食事・喫煙・恋愛表現はこれらの全ての要素を含み，映像作品の物語中に頻繁に挿入されている．食事のシーンであれば，どのような場において，何を誰と食べるのか，どのように食べ物を写しているのか，登場人物がどのように口に入れるのか，についてなどを提示する修辞技法になる．また，その人物の味覚に関する認知が，テッロプやナレーションなどの映像修辞を駆使して示される．ここでは受け手のストーリーに関する認知処理の切断まではされないが，食という行為をめぐる映像の細部や物語言説を多様・多重に認知することで，ストーリーに関する処理を緩和する認知的転換が生じることになる．

転換技法によって，受け手は映像の物語を，ストーリーを中心に均一的に処理するだけではなく，映像内の空間や時間の連鎖，あるいは映像そのものの連鎖としても処理していくことが可能になる．

3. 転換技法と物語生成

物語生成においては登場人物を設定し，その登場人物が関わる事象と事象に従属する語りを基にして連続性を構成する，ストーリー的な側面が強調された物語をまず考えることができる．事象をどのように連鎖させるかに関しては，様々な物語文法を設定することなどで制御する．

言語のみに留まらない，映像における物語生成ではストーリーではなく，切断的観点を基準にすることもできる．複数の映像ショットが提示されれば，受け手はそこに物語を見出していく認知的特質があるため，切断的特質を利用しても物語生成が可能である [4]．登場人物にとらわれず，一つの連鎖として事象を提示しない，ノンストーリータイプの物語を生成する場合に相当する．

ノンストーリータイプの物語では要素間の切断的な関係 (切断技法) を，事象のつながりよりも優先することで, 受け手の視点を変化させていくことが重視される．切断技法は，ストーリー的側面からノンストーリー的側面に視点を設定させるので，複数のストーリーの共存や，ストーリーに留まらない物語が可能になる．さらに，ノンストーリー的な物語生成では物語における時間を，ストーリー上の時間ではなく, 現実と過去，そして受け手との認知的な関係によって強調することによってノスタルジアに関する認知を生じさせることもできる．物語と時間，現実との関係を様々に設定できることが一つのストーリーに留まらない切断技法による物語生成の意義である [5]．

それに対し，転換技法は，一つのストーリーに対し，認知の多重性・多様性を生じさせるための技法である．一つのストーリーの認知を，単なる行動・事象の連鎖の認知に留まらせない．登場人物の行動に対して，ストーリー的側面だけでなく，世界や社会，環境へ向けた視点を受け手に設定させるためにもこれらの転換技法が必要になる．とはいえ，切断技法の様に異化効果にまでつながる必要はなく，あくまでもストーリーの枠の中をはずれない範囲のものでもある．そのため，物語生成においては，物語文法を拡張し，転換技法を挿入することによって，認知的転換に向けた映像修辞を構成していくことができる．また，切断技法は，転換技法を用いた一つ一つのストーリーをつなぐための技法としても位置付けることができる．

4. おわりに

映像の受け手が，その物語に接するにあたって，認知的転換が生じない場合はむしろ少ないはずである．

映像の受け手は均一的にストーリーの処理のみを行うわけではない．転換技法は，物語処理における不均一性を意図的に生じさせるための技法であるから，その種類は膨大なものになる．本発表での分類はまだ仮説的なものであるので，さらなる分析や実験・物語シミュレーションが必要である．

参考文献

[1] 小方孝・金井明人 (2010).『物語論の情報学序説 -物語生成の思想と技術を巡って』学文社.
[2] 金井明人・小玉愛実, (2010) “映像編集のデザイン　―ストーリーと切断をめぐって”, 認知科学, 17(3), pp.444-458.
[3] 金井明人 (2016). “映画のプロモーションにおけるストーリーと切断の認知的関係の考察　ー是枝 裕和監督作品の予告編を中心に”, 日経広告研究所報 289 号, pp. 25-32.
[4] 金井明人 (2008). “映像編集の認知科学”,『映像編集の理論と実践』, 金井明人・丹羽美之 (編), 法政大学出版局, pp.13-38.
[5] Kanai, A. (2016). “Non-Story, Nostalgia, and Film Cognition: Nostalgia-Based Narrative Rhetoric Composition”, In T.Ogata and T. Akimoto (Eds.), Computational and Cognitive Approaches to Narratology, IGI Global, pp. 376-390.

学習困難とストーリー生成
Learning difficulty and Story generation

青木慎一郎†
Shin-ichiro Aoki
†岩手県立大学
Iwate Prefectural University
midorigi@iwate-pu.ac.jp

Abstract

In this study, I examined "story generation" from an academic viewpoint for university students with learning difficulty due to ASD, ADHD, or associated learning disorders; however, many other examples of undiagnosed disorders exist. Such students are unable to develop associations among others and with the environment, based on their "Self". I considered this based on data from a recent study on memory studies and working memory studies. Consequently, I could explain their tendency as "difficulty in story generation." Therefore, the answer to questions regarding story generation is indispensable to support students with such a learning difficulty.

Keywords — Learning difficulty ASD ADHD LD（Learning disorder） Story generation Memory Studies Working Memory Studies

1．大学生の学習困難の特徴

認知機能に基づく学習困難は近年大学生についても検討されている。ここでは、学習困難者とは自閉症スペクトラム障害（ASD）と診断される場合のような極端な例ばかりではなく、ADHD、LDそして診断はされない例も含めて、「知能は高いが認知機能の特性から学習に困難を感じている学生」と幅広く捉えて述べることとする。学習困難に主に関係するのは認知機能だからである。

例えば、ASDの人達について「臨機応変、状況に応じて見通しや計画を変更することの困難」という説明がされることが多い。これを「学習困難」について考えてみる。高橋[1]によると、学習困難を示す大学生には以下の特徴があるとされる。①重要なものとそうでないものの区別・部分と全体との関係がわからない。②知識はあっても、必要な場面でそれを使ったり、わかりやすくまとめたりといったことがうまくいかない。③知識はあるのに、「あなたの考え（意見）は」と問われると答えられない。④作業や課題の指示にあいまいな部分があると、どうしてよいかわからない、等である。筆者が経験した大学生の学習困難事例でもこれらの特徴に共通することが多い。

ところで、上記の高橋[1]による「重要なものか否か、部分と全体、その場面で必要か否か、指示のあいまいな部分」のそれぞれを判断するために求められるものはなにかという点について考えてみたい。これらは、「自己の成立により他者や環境との関係性を操作する」ということによって、初めてできる諸判断だろう。つまり、上述の諸傾向の中核には、③知識はあるのに、「あなたの考え（意見）は」と問われると答えられない、という「自己の成立に基づく判断」に困難があるものと考えられる。

2．記憶研究における自己に関する知見

それでは、「自己の成立に基づく判断」が可能となるメカニズムとはどのようなものなのだろうか。まず、記憶研究をとりあげ、次にワーキングメモリー研究を取り上げる。これらの二つの研究は近年注目されている。まず、記憶研究は脳科学を背景としている。記憶研究は脳の活動という観点から、比較的長期の記憶を取り上げるものである。これに対して、ワーキングメモリー研究とは神経心理学分野の研究である。これも、記憶を取り上げているが、対象は短期的記憶であり、例えば学習のような能動的な心的活動として捉えるものである。

上述の「自己の成立に基づく判断」が可能となるメカニズムについては、長期の記憶を取り上げる記憶研究が適しているようである。Frith, U. &Frith, C. D. [2]は「自伝的あるいはエピソード的形式の記憶は過去の心的状態を（目の前の）現実から切り離して明確に表象する」と述べ、「自伝的記憶からの検索は脳内のメンタライジング領域を活性化する」と対応して活動する脳領域をも明示している。この現実とは別の表象が想起できる（現実とは別ものとして長期記憶から距離を置くことで、目の前の現実の処理ができる）ということが「自己の成立に基づく判断」に不可欠である。

堀内[3]は自己が成立するための記憶の仕組みにつ

いて「自伝的記憶、自己概念は自己物語として物語化され、語りを介して他者や社会に伝えられ、個人間で共有された記憶となる」として、自己とストーリー生成との関連について述べている。また、「主体的な想起意図を持つことによって、自伝的記憶がいつでも想起できるという確信が自伝的記憶の想起に関する主体感や自己効力感の源になる」としている。

このように記憶研究は、上述の「あなたの考え（意見）は」と問われた時に答えられるような「自己の成立」についてそのメカニズムを示していると言えるだろう。つまり、抽象的な自己概念である意味記憶と具体的な自伝的記憶であるエピソード記憶が自己物語としてストーリー的に統合され、しかも他者と共有されることによって自己が成立するということになる。

また、熊谷[4]は、自伝的記憶という情報構造に基づく「時間とともに一回性のものとして変わり続けているが、連続している自己」があることを指摘している。また、「連続している自己」については「経験した断片的エピソード記憶を因果論的・目的論的なフォーマットによって統合してできる」という、自己というストーリー生成のメカニズムとも考えられるような指摘をしている。

3．ワーキングメモリー研究からの知見

ワーキングメモリーがASDやADHDそしてLD等の発達障害と関係していることが指摘されており、児童についての教育面での支援方法としての活用も多い。したがって、学習困難のある大学生の支援に関しては、それを短期的・能動的な心的活動として捉えようとするワーキングメモリーの研究が有効と思われる。

ワーキングメモリーは、課題内関連情報の保持と課題目標の保持との二つから成り立つと考えられている。課題内関連情報の保持とは、課題内で発生する必要情報の保持である。例えば暗算の途中で繰り上げの値を覚えておくこと等である。一方、課題目標の保持とは、「今何をしなければならないか」についての情報の保持であり、例えば暗算の目標は「計算問題を解く」ということになる。

橋本[5]は、発達障害者が日常生活の中で、ワーキングメモリーが小さいことによっておこる傾向として次のような特徴を挙げている。「活動内容を忘れやすい、指示が覚えられない、複雑で長い文章が覚えられない、課題を最後までできない、ケアレスミスが多い、活動を順序立てて行うことが困難、時間をモニターしながら，スケジュールに従って行動できない、複数のことを同時にできない」とし、その原因を「注意の持続と記憶と処理の容量配分」にあるとしている。このように、ワーキングメモリー研究は記憶研究と比べると、より短期的であり、能動的・具体的な学習活動に言及している。

ワーキングメモリーとはコンピュータをアナロジーとした研究でもある。ワーキングメモリー研究の立場からは、学習困難学生の能力の偏りの本態は、大まかには次のように説明できる。認知機能のメモリーを①短期記憶（ワーキングメモリー、コンピュータで言えばＣＰＵ）による状況に応じた変更、よりも②長期記憶（コンピュータで言えばハードディスク）による当初の見通し計画、に偏って配分してしまう。また、③注意への配分不足の可能性もある。なお、これに関連して2013年の新しいDSM-5の診断基準においては、注意の異常（集中しすぎ・注意散漫）および多動性は、ASDを有する人によくみられるとされている。

4．ストーリー生成という観点

上述のワーキングメモリー研究の立場からは、ストーリー生成という発想はあまり出てこない。筆者は、ワーキングメモリーをストーリー生成の観点から説明すれば、上述のように短期的であり能動的な心的活動としてストーリー生成のメカニズムについて説明することができると考える。そのことが教育支援に結びつきそうである。ワーキングメモリーからみた「ストーリー生成」については、課題目標を保持・消去しながら、課題内関連情報を操作（保持・消去）することによってストーリーを生成するということになるだろう。つまり、学習困難学生の場合は、課題目標についての保持の過剰と課題内関連情報についての保持の過剰による、いずれも長期記憶への偏ったメモリー配分がストーリー生成の困難をもたらしていると考えられる。重要な点は、課題目標保持も課題内関連情報操作（保持・消去）も短期的な記憶であることで機能しているという点である。橋本[4]の言う「記憶と処理の容量配分」のうちの処理がその操作にあたると考えられる。

筆者はこれまで学習困難学生の主に論文作成の支援を行ってきた。これらの学生は知識においては豊富である。論文を構成するためのいわば部品にあたるような、多くの先行研究の諸内容、自身の研究諸結果とそれからの諸考察を記憶として保持している。しかし、次のような操作の過程での困難をきたしてしまう。例えば、①先行研究の理解等の途中で出てきた課題に拘って完璧に理解し記憶しようとして、肝心の自分の論

文の方の話は先に進めなくなる（些事拘泥型）や②当初の研究目標に拘って、研究途上で必ず出てくる、対象選定条件の変更や調査結果等による研究目標の修正に強い抵抗感があるため話がすすめられなくなる（修正抵抗型）が見られる。

これらの学生の場合、こちらが話を引き出すような対話をすると、それに応じてまとまりのある話として構成していくことができる。この様子からは「ストーリー生成が困難である」と見ることができる。しかし、発達障害の１つであるアスペルガー障害当事者の綾屋[6]は当事者との対話を通じて「当事者研究を積み重ね『語りと承認によって得られる自己感』を得てきた」と述べている。つまり、当事者どうしではストーリー生成が可能なのである。ということは、上述の堀内[3]による記憶研究によって示された、自己物語としてストーリー的に統合され、それが「他者と共有される」ことによって自己が成立するという見解と同じである。したがって、ここで見られる「ストーリー生成の困難」とは、当事者とそうでない者との間では、ストーリー生成に差異があることを示しているだけないのかもしれない。つまり、ストーリー生成の困難というよりも差異なのである。差異であるとすれば、我々が当然のものとして前提としているようなストーリー生成自体についての検討が必要となる。そもそもストーリー生成とは何かという根本的な問題が問われるのである。

熊谷[7]は「ASD では予測の精度が誤差の精度と比べて低い」としている。筆者の経験からこれを解釈すると、これとは逆の「誤差の精度が予測の精度と比べて低い」もあるのではないかということを感じる。これもストーリー生成に関連することと思われる。当日に具体例を提示する予定であるが、誤差の精度に拘るあまり、当初の予測が曖昧になる場合と、予測の精度に拘るあまり、誤差に無頓着、あるいは受け入れられないという場合がある。この当初の予測（ワーキングメモリーにおける課題目標）と実際の誤差の取り扱い（ワーキングメモリーにおける課題内関連情報の操作）が社会関係、対人関係におけるストーリー生成と密接な関係がありそうである。

ここで上述の内容をまとめ、筆者の論文作成支援の経験から想定されたワーキングメモリーの特徴による学習困難の２類型をまとめる（表１）。ここで、ワーキングメモリーにおける「自己の成立」を再確認すると次のようにまとめられる。課題目標を保持・消去しながら、課題内関連情報を操作する（保持・消去）ことによって、自己が成立する。このことにより他者や環境との関係性を操作することができる。この際、ワーキングメモリーにおける課題目標保持・消去も課題内関連情報操作も短期的な記憶によるということが重要である。すでに述べているように、長期記憶に偏って配分してしまうと長期的な保持のみに専念してしまう。そのためには長期記憶から距離をおくことができることが必要となる。

表１．学習困難特性の二類型

学習困難特性	些事拘泥型（論文特性）	修正抵抗型論文特性）
情報処理時の適正な容量配分困難	課題内関連情報の保持に偏る*1（長期記憶）	課題目標の保持に偏る*3（長期記憶）
	課題目標の保持困難*2	課題内関連情報の保持困難*4
情報感覚特性	聴覚情報優位	視覚情報優位
誤差の精度・予測の精度	予測の精度が誤差の精度と比べて低い	誤差の精度が予測の精度と比べて低い

ところで、この当初の予測について熊谷[7]が「現実との間の期待誤差が動因となって予測が学習される」と述べている点も注目される。つまり、この「期待誤差」が予測を学習するためのきっかけなのである。その意味で「期待誤差」を言い換えたものともいえる、「ギャップ」や「驚き」からのストーリー生成メカニズムについて検討することがきっかけともなりそうである[8]。また、学習困難学生には表１のように、情報感覚特性として、聴覚情報優位と視覚情報優位がみられる。ストーリー生成メカニズムの検討においても、映像による視覚情報と、言語による聴覚情報の両者を取り入れることが重要と考えられる。

５．まとめ

このような「ストーリー生成の困難」というよりも「ストーリー生成の差異」かもしれないという、「ストーリー生成」の課題を解決するにはどうしたらよいのだろうか。現在のところ①学習をマニュアル化する②視覚情報が得意の方には図示、聴覚情報が得意の方には箇条書き③対話によって自らストーリーを作ること

が出来るような話し方等の学生の特性に応じた試行錯誤の対応を重ねている段階である。この解決のために必要なのは、上述のように、そもそもストーリー生成はどのようにして行われるのかという問いへの答えである。つまり、我々が当然のここと考えているストーリー生成の、いわば「メタ」の階層についての解答が必要となるのではないだろうか。もし、そのようなストーリー生成のメカニズムを、例えばＡＩ化するようなことができれば「ストーリー生成の差異」による困難を支援する手段となる可能性もあるだろう。

[1]高橋知音 (2012) 発達障害のある大学生のキャンパスライフサポートブック P13-14 学研教育出版
[2]Frith, U. &Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology ob mentalising. Philosophical Transactions of the Royal Society of London
[3]堀内孝 (2011) 自己が成立するための記憶の仕組み 子安増生・大平英樹編著ミラーニューロンと＜心の理論＞ 新曜社
[4]熊谷晋一郎 関係としての身体 大澤真幸編著 身体と親密圏の変容 p89-90 2015年
[5]橋本創一 発達障害者の生涯発達とワーキングメモリ 老年精神医学雑誌25：536－542, 2014
[6]綾屋紗月 (2013) 当事者研究と自己感 石原孝二編 当事者研究の研究 p207 医学書院
[7]熊谷晋一郎 (2017) CREST「認知ミラーリング：認知過程の自己理解と社会的共有による発達障害者支援」のキックオフシンポジウム 2017年3月より
[8]小野淳平・小方孝 (2017) テーブルトークロールプレイングゲームのストーリー生成モデルに基づく物語自動生成ゲームの開発に向けて. 認知科学 (掲載予定)

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

味わいの表現生成を支える重奏的意味づけ構造における描画表象の分析

福島 宙輝†
Hiroki Fukushima
†慶應義塾大学
Keio University
fh@keio.jp

Abstract
In this chapter, the author proposes a multifaceted representation model for the sensory domain of taste, especially the taste of sake. The author aimed at bridging the domain of taste and the domain of words, and, on the basis of the findings of the first-person-singular study, proposed that the pictorial description, together with the verbal description, can achieve the aim. As the results of the study, the author found the difference between the manner of description of the PTG (Primary Taste Group for sake; sweetness, umami, and acidity) and the STG (Stimulus Taste Group; astringency and dry). The PTG tend to described in curvy Shapes, by contrast,the STG tend to represented in linear Patterns.
Keywords — The Taste of Sake, Multifaceted Representation, Pictorial Description, Verbal Description

1. はじめに

ソムリエや日本酒のテイスターなどに見られる味覚感覚の言語表象化という課題は，以下のプロセスとして捉えられがちである．すなわち，

1. 対象に味の情報があり，
2. 感覚器を通じて香気成分を受容し，
3. 香りを同定し
4. 香りに対応するコトバを当てはめる

といったプロセスである．この過程の前提となっているのは感覚と表現の二項的なモデルであり，このモデルに従う限り，「正しい知覚」に対する「正しい表現」があるだろうという神話が常につきまとう．

しかし，実際には我々の感じる味や香りは曖昧であり，味を表現する言葉のセットが事前に準備されているということもあり得ない．筆者は，酒の味は酒そのものに内在しているのではなく，個人的なイメージとして一杯ごとに呑むものの前に「立ち現れる」ものであると考える．換言するならば，対象（本論においては実世界の日本酒）は主体（呑み手）と独立には存在し得ないという考え方である．

本研究において筆者が目指すのは，対象としての酒そのものを客観的な手法によって明らかにすることではなく，「経験された味」「現象としての味」のモデルを提案することである．本稿では，日本酒を例題として，味わいの一人称的な記述から味の表象生成モデルを提案したのち，モデルの各論として味の言語表象・非言語表象・身体の関係性を議論する．

味覚表現の難しさ

自然言語は視聴覚を基軸とした記号系である．言語の基本的なはたらきの一つには，差異の体系による世界の分節化が挙げられるだろう．言語は一般化，差異化，類型化のはたらきによって世界をわける力をもつ．例えば言葉の上でネコはイヌと差異化され（背後にあるのはこれもネコ，あれもネコという一般化であり，差異化と一般化は表裏一体である），またイヌはオオカミと差異化される．また，ネコ，イヌ，オオカミは「動物」というカテゴリに類型化され，「果物」と差異化される．このように，差異化は言語にとって基本的な原理であり，多かれ少なかれすべての感覚器官からの情報に対して機能するものである．差異化の力というものを各モダリティに想定したとき，ヒトにおいて最も有力なものは視覚であろう．味覚のように差異化の能力，あるいは弁別能力が相対的に低い感覚器官は言語上もそれに対応する言葉が少なく，例えば日本語では味覚を直接的に表す言葉は，いわゆる基本五味にコクやえぐみなどといった語を含めてもせいぜい 10 語ないし 20 語程度と限定的である．

このように，味覚の言語化の難しさは，言語を中心に考えてみると，「味を表す言葉のすくなさ」と「味覚の差異化能力の低さ」という二点にあるように思われる．しかし，味覚の言語化への扉が完全に閉ざされているかというと，そうではないだろう．

2. 味の多面的な表象モデル

味わいの認知過程は，対象と感覚器官に閉じたものではなく，他の感覚情報を含む高次認知の中に埋め込まれている．したがって，味わいの表象モデルも，味覚だけでなく他の感覚領域，言語領域，非言語領域，モノとしての身体，表象された身体，身体の延長としての器，味わっている環境など，あらゆるものごとを含んだものとなる(図1).

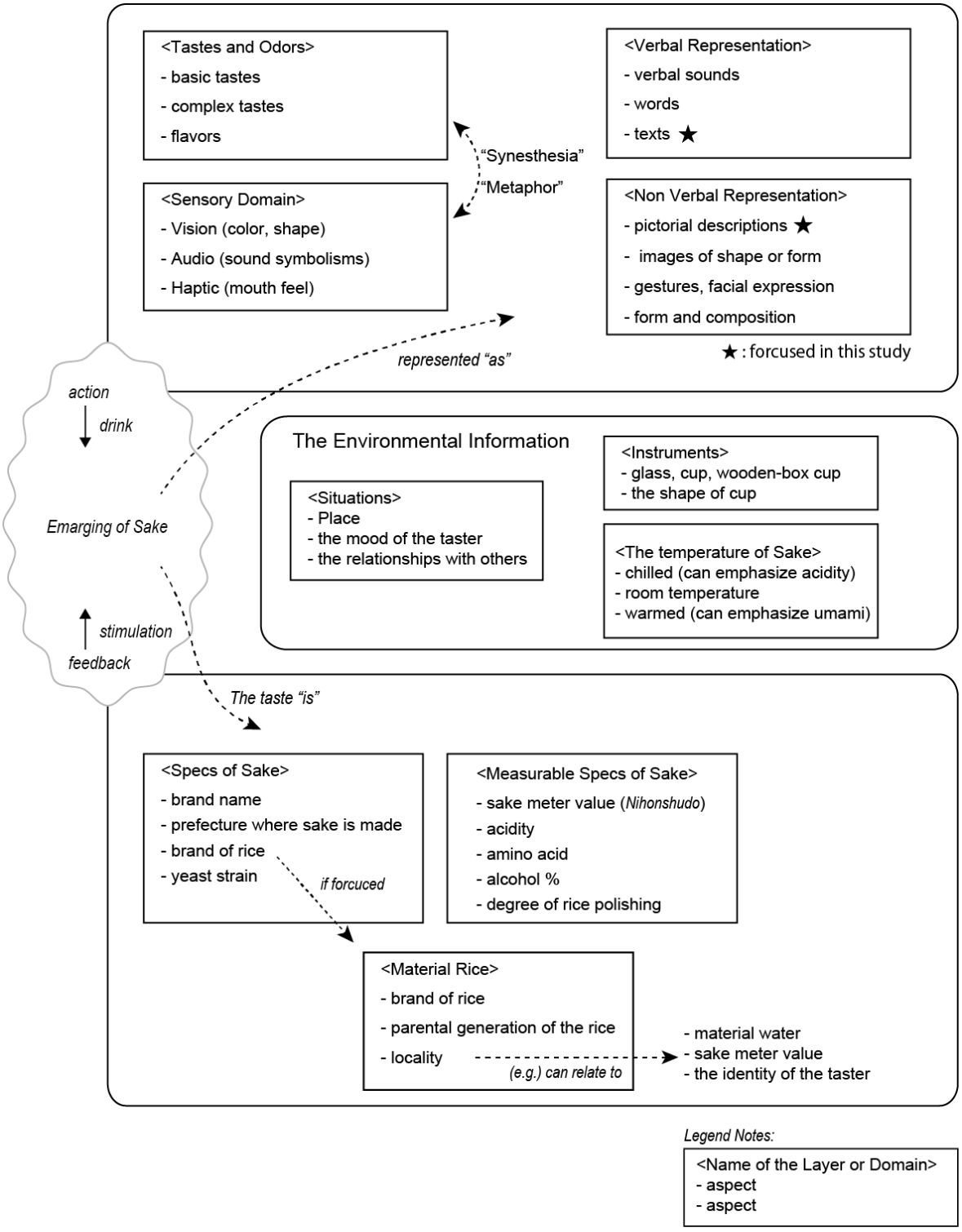


図 1

なお図 1 では各領域は分かれて描かれているが，一度の味わいの経験は多様な表象の総体として生起することに注意されたい．

味覚の非言語的表象のなかでも近年注目されているのは，形による表象(see [1], [2], and also [3] for review)と色による表象(see [4] for review)である．形と味の感覚間対応(crossmodal correspondences)に関しては，いわゆるブーバキキ効果の実験に用いられるような，角張った図形と丸みを基調とする図形から，味の印象に沿うものを選択させるという実験が主に行われている．これらの実験の結果として，多くの実験で甘味と丸い形が，苦味と酸味に角張った形が対応するということが示唆されている．あるいは Bremner らの研究[2]ではナミビアのヒンバ族での文化人類学的な研究によって苦味が丸い形として表象されることが示されるなど，今後も形と味の対応に関してはその普遍性を含めて研究が期待される分野である．

味覚分野におけるブーバキキ的効果の研究はこのように興味深い結果を多く示しているが，その実験手法と解釈に関しては疑問符を付さざるを得ない研究が多いことも事実である．これまでの研究で標準となっている，対立する特徴を有した 2 種ないし複数種の図形を見せた上で，味と対応するものを選択させる課題(forced choice task)の実験手法の抱える問題は，主に以下の二点に集約される．すなわち，

1. 形のどの部分と味のどの要素が対応しているのかが不明であること
2. 対応づけの根拠，動機が不明であること

である．

この問題点を克服するために，本研究では選択課題ではなく描画法による表象生成課題を実施する．ただし描画(非言語表象)はそれのみでは何が描かれているかといった分析が困難であるため，描画とともにおおむね 200 字程度のテイスティングコメント(言語表象)を付すものとする．

この生成課題ののち，描画表象と言語データを対応付ける分析を実施し，どの味がどういった描画要素によって記述されるかを分析する．

3. 描画生成課題による非言語表象研究の手法

描画タスクは以下の手順によって実施された．

1. 酒の基本データを記述(銘柄名，呑んだ日付など)
2. 酒を味わう
3-a. テイスティングコメントを言葉で記述する
3-b. 酒の描画表象を記述する(この際，描画には補助的に言葉によるキャプションが施されることもある)
4. 補足データとして記述の自信度と，その酒への好感度を 5 件法で記録

図 2 に描画データの例を示す．この描画表象は，第三者からは何を描いているか解読したり，事後的に分析することは困難であると思われる．したがって，本研究のような生成課題においては被験者(描画者)とその分析者が同一人物であるか，そうでなくとも被験者の描画意図が理解できる程度に被験者や対象(日本酒の味)に精通した者が分析者となることが求められる．本研究のように感性，感覚の内省的な報告を基本とした認知過程研究では，このように被験者と分析者が同一人物であるか，分析者が被験者と系を一にして感覚を共有できる関係性であることが必須である．このような分析は一種の一人称研究[5]と捉えられる．

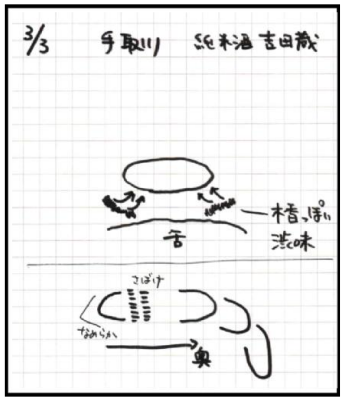


図 2

描画要素とその特徴

描画の分析にあたり，本研究において見出された描画要素を表 1 に示す．

なお表に示されているのは実際に出現した例のみであり，描画表象として出現の可能性はあるが今回は出現しなかった要素(たとえば「立方体」など)は含まれていない．

表 1

要素	特徴	例
線	Angularity	線分
		角
		矢印
	Roundness	波線
		自由曲線
		曲線矢印
平面 (2D)	Angularity	直線閉図形
		曲線閉図形
		面矢印
		とがった
	Roundness	円
		楕円
立体 (3D)	Angularity	(本実験では出現無し)
	Roundness	球
		湾曲形
		雲形
パターン 塗り	Angularity	線
		スクリブル
		ハット
	Roundness	曲線
	Others	点
		塗りつぶし

描画要素が示すもの

前項の要素列挙によって，一枚の描画に含まれる要素を単位とした分析が可能となった．次なる疑問は，それぞれの描画要素が何を示しているかという点である．それぞれの描画要素の示す意味とも言うべきものについては，以下の分類が可能である．

- 味の要素
- 味やテクスチャ刺激の象徴的な記述
- 味の輪郭線

これらは基本的には酒を飲んだときに得られる口中での酒の形や刺激を描画した際に得られる記述である．このような要素を基本として，以下のような補足的な描画，文字によるキャプションが示される．

- 向き(味の動く方向など)
- 軸(描画平面の軸を「先→奥」「上→下」のように示す)
- 時間軸
- 動きの象徴的な記述
- 力(力の向きを矢印で示すなど)
- 口内部位，身体部位
- 場所の指示(舌先を矢印で示し，「ここで感じる」など)
- 視点の説明

図 4 に「手取川」の記述例を示す．図に示されているように，この図からは以下の 7 つの要素が見出される．平面(楕円)，パターン(スクリブル)，身体部位(舌)，パターン(線)，動き(線によって喉に向かう動きが示される)，向き（矢印による奥方向の指示）の 7 要素である．

以上のように，たとえば図 4 では「楕円」によって「(何かの）味の要素」が，「スクリブルパターン」によって「木香っぽい渋味」が示されるといったような描画要素とそれが示す内容の対応が分析可能となった．

描画と言語の表象機序

ここまでの分析で，描画表象の構造分析に向けて筆者は，描画表象の要素群とその意味するものの分類群を示した．本項では日本酒を例題とした複層的な表象構造の分析に向け，描画表象と言語表象の統合的な分析を実施する．分析の観点は，「一杯の酒に対して何が描画として表象され，何が描画的に表象されづらいか」という点である．

酒に対して描画表象と言語的表象を(ほぼ)同時に与える場合，味わいと表象の関係性は

A) 描画と言語の両方によって表象される
B) 言語によってのみ表象される
C) 描画によってのみ表象される
D) どちらでも表象されない(データとして存在しない)

となろう(表 2).

表 2 言語表象と描画表象の関係性

		言語記述	
		記述有	記述無
描画記述	記述有	**A**	**C**
	記述無	**B**	D

本研究では, A と B の対応関係の分析によって, 味の表象における言語表象と描画表象の関係性を明らかにする.

A と B の特徴, すなわち描画によって記述されやすい味の要素と, 描画によって記述されづらい味の要素を分析するため, 筆者は言語記述(総頻度 5,551 語)を「描画として記述されている語(A に対応)」と「描画として記述がない語(B に対応)」の 2 群に分類した. 分類は文節レベルで実施し, 手作業で行った.

本研究では, Case A と Case B 双方の特徴語を分析することによって, 何が描画として表象され, 何が描画的に表象されづらいかを明らかにする.

特徴語の導出はジャッカード係数によって行う. なおジャッカード係数の算出及び本研究で実施したすべての形態素解析, 自然言語処理は KH Coder [6]によって実施した.

一般的な傾向

ここでは, ジャッカード係数を参照しつつ A, B それぞれの特徴語から描画と言語による表象機序に関する一般的な傾向を確認する. なお本分析においては Case A, Case B それぞれにおけるジャッカード係数が 0.075 以上の語を特徴語とみなして分析をすすめる.

味に関する名詞

味わい表現における名詞の基本的な機能は味の要素を指摘することにあると考えられる. 言語記述に加えて, 味の要素は描画によっても記述されるため, 表 3 と表 4 の比較からは言語と描画のそれぞれの相において表現されやすいものが明らかとなる. A 群(描画でも表現されるもの)と B 群(言語によってのみ表現されるもの)に特徴的な, 味に関する名詞を抜き出すと以下のとおりとなる.

A : アルコール, 渋味, 渋, 酸

B : 味, 酸味, 旨味, 甘味, 香り

日本酒のテイスティングコメントにおいては, 「アルコール」は「辛さ, 辛味」と解釈される. 渋みに関しては, ワインにおいてはボディを構成する味としてもっとも重要な味の要素の一つであるが, 日本酒では本来は出してはいけない香りとして考えられている. 近年では微量の渋味は味に輪郭を与えるものとして受け入れられている.

こうした日本酒の味の特性をふまえると, A 群の特徴語は, 日本酒にとっては基本的ではない, 補助的な味, あるいはアルコールの辛味や渋味のように, 基本五味ではない「刺激としての味」ということがわかる.

一方で B 群の名詞は, 日本酒の原料である米に由来する「甘味」, そして発酵に由来する「旨味」「酸味」というように, 日本酒にとって主要な味が特徴的である. この傾向を踏まえると, A 群に見られる「酸」は味としての酸味というよりはむしろ, 刺激としての酸を指摘するものであると解釈できるだろう.

味の形を絵で表すにあたって, 例えば酸味や甘味「そのもの」を描画として示すことは困難である. 図 3 に特徴的であるが, 描画としては味の輪郭や形, 場所などを記述した上に, 何を記述したかが分かるように引出線や「糖」「甘」「苦」といった注釈を加えることがしばしばある(このケースでは図として甘味が描かれているとみなす).

以上から, 味に関する名詞については, 日本酒における主要な味は描画によって記述されづらいという傾向があり, テクスチャや刺激としての味は描画的に記述されやすいという傾向が確認された.

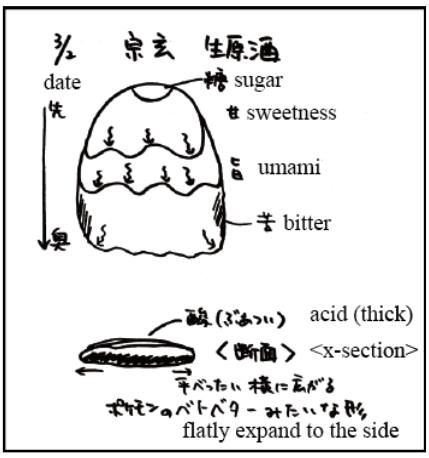


図 3

表 3

	語	品詞	総頻度	A 頻度	*J*
1	舌	名	55	37	.446
2	広がる	動	18	15	.221
3	最後	名	24	15	.203
4	奥	名	21	14	.194
5	表面	名	13	12	.182
6	口	名	17	12	.171
7	中心	名	16	11	.157
8	舌先	名	11	9	.134
9	ｱﾙｺｰﾙ	名	14	9	.129
10	鼻	名	17	9	.123
11	入る	動	10	8	.119
12	渋み	名	10	8	.119
13	喉	名	13	8	.114
14	渋	名	14	8	.113
15	酸	名	14	8	.113
16	喉元	名	7	7	.108
17	形	名	9	7	.105
18	空間	名	7	6	.091
19	伸びる	動	8	6	.090
20	真ん中	名	6	5	.076
21	丸い	形	6	5	.076
22	揺れる	動	6	5	.076
23	硬い	形	6	5	.076
24	保つ	動	6	5	.076
25	上がる	動	6	5	.076

表 4

	語	品詞	総頻度	B 頻度	*J*
1	味	名	56	29	.341
2	感じる	動	29	16	.225
3	酸味	名	24	13	.188
4	旨味	名	25	13	.186
5	感じ	名	11	10	.170
6	飲み込む	動	11	9	.150
7	甘み	名	17	9	.136
8	思う	動	9	8	.136
9	残る	動	8	7	.119
10	輪郭	名	14	7	.108
11	飲む	動	6	6	.103
12	印象	名	7	6	.102
13	米	名	8	6	.100
14	酒	名	8	6	.100
15	きれい	形動	8	6	.100
16	甘い	形	8	6	.100
17	少し	副	9	6	.098
18	旨い	形	10	6	.097
19	発泡	名	11	6	.095
20	上	名	12	6	.094
21	透明	形動	12	6	.094
22	香り	名	12	6	.094
23	濃い	形	6	5	.085
24	思える	動	6	5	.085
25	抜ける	動	8	5	.082
26	軽い	形	9	5	.081

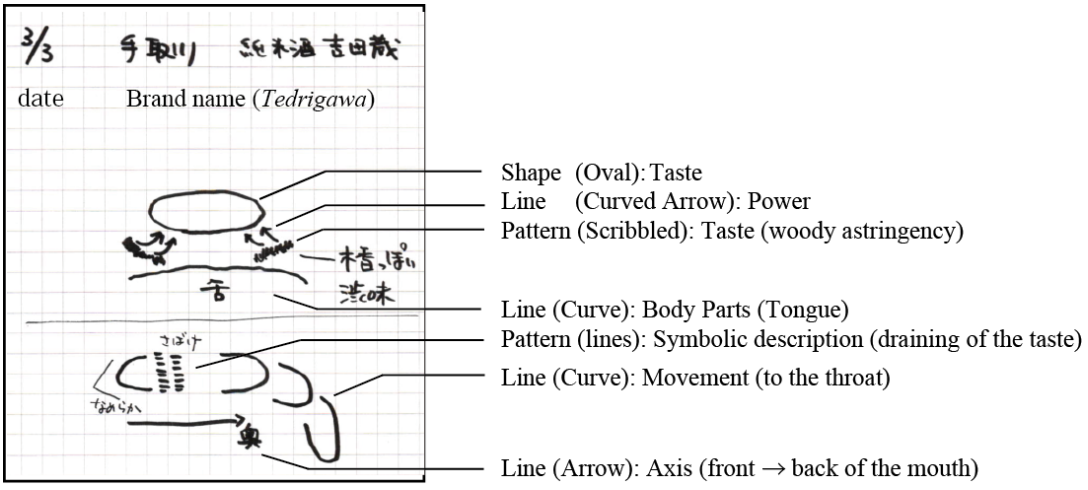


図 4

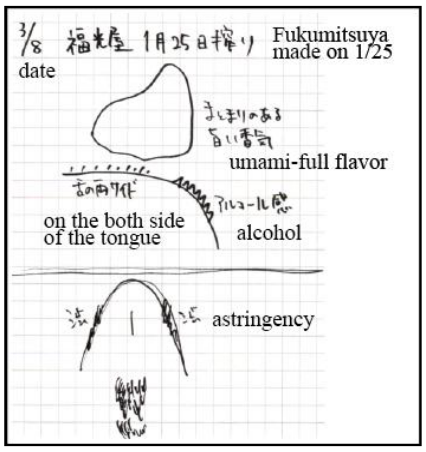


図 5

空間・身体部位に関する名詞

味に関する名詞とともに A，B 両群の特徴語として多く挙がったのは，以下の例に見られるような，空間や身体部位に関する名詞であった．

A) 舌，奥，表面，口，中心，舌先，鼻，喉，喉元，真ん中

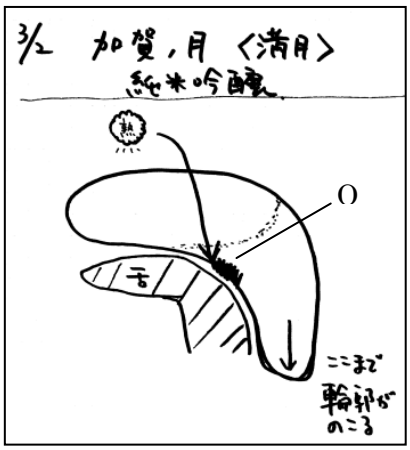
B) 上

これらの空間や身体部位の語は，例えば「白い渋味を舌の表面で感じる」のように，一つの例文の中に組み合わせて用いられることもある．

A，B を比較すると，A に身体部位の語が顕著に多く出現することが確認できる．すなわち空間や身体部位に関する名詞は，描画的にも言語的にも記述されうるということである．ただし言語が「舌の両サイドの裏」というように線条性をもって語を並べて場所を指摘していくのに対して，描画表象においては舌の断面図を描いたり，直感的に口中の部位を指し示すというように，描画と言語での表現様相の違いが見られる．

図 6 では，舌と喉のあいだ（O）が線パターンによって示されている．この部位は言語記述では「舌の付け根の裏側あたり」と記述されている．このような身体部位の記述は，選択式のブーバキキタスクのような味と形の関係性の研究においては顧みられてこられなかったが，例えば「とがった味」に関しても，単なる視覚的イメージなのかそれとも刺激として実際に感じているのか，そのとがりをどこで感じるのかといった身体性を欠いては分析として片手落ちと言わざるを得ない．

筆者は，今回の分析を含むこれまでの味覚の内省的言語化の記述分析(筆者以外の記述者によるものを含む)から，APPENDIX に示すような 100 を超える身体部位を確認している．



豆乳に漬かっていた絹ごし豆腐のような，濃くもなめらかな入り．味噌の米麹の粒を一粒だけ噛んだときにぽっと出るくらいの熟成香が鼻をよぎる．全体として特筆すべきはなめらかな入りからのおちついた丸い輪郭．この輪郭よ．心地よい丸．言いたくはないが，酒の名が体をたしかに表している．その練れたおだやかな熟成香は徐々に渋味に姿を変えて舌の付け根の裏側あたりで感じられる．喉越しというより喉通りという名前をつけたいほどに，落ちていく際までころりとした輪郭が保たれている．

図 6

動詞

A，B それぞれにおける特徴的な動詞はそれぞれ以下のとおりである．

A) 広がる，入る，伸びる，揺れる，保つ，上がる，覆う，引く，引き締める，触れる，開く，引っ張る，流れる

B) 感じる，飲み込む，思う，残る，飲む，思える，抜ける，言う，出す，食べる，合わせる，持つ，練る

動詞については，その機能において両群に違いが確認できる．A 群の動詞は全般にわたって「口の中での味の動き」を示す働きを持つ語である．

一方で B 群の動詞，すなわち描画によって表されづらい動詞としては，「感じる，思う」などといった味の印象を表すものに加え，「飲み込む，飲む」のように「身体の動き」を示す動詞に特徴があると考えられる．

味の動きとは口中での味の経時変化である．筆者らのこれまでの研究[7]では音象徴語が味の変化を副詞的に修飾することが示されており，本研究の結果とも呼応する結果と言えよう．これらの結果を踏まえると，言語表象と非言語表象としての描画表象，そして感覚に近い言語仕様としての音象徴の使用はそれぞれが関連しあい，味わいという経験に対して複層的な相互表象を行うことが示唆されるだろう．

4. 味わいの多面的表象分析

ここまでの分析をふまえ，本項では言語表象と描画表象をさらに詳細に分析する．

両表象相の関係性を示すため，ここでは「どの描画要素によって何が示されているか」を分析する．分析はまず全描画に対して描画要素を抽出し，次に一つ一つの要素が何を表しているかを描画内のキャプション及び言語記述から明らかにし，マトリックス(図 11)にカウントする．

結果として54枚の描画からは175の描画要素が見出された．マトリックスに示すとおり，味は甘味，旨味，酸味，渋味，苦味，辛味に分類され，出現パターンの近さによって主要味群（甘味，旨味，酸味）と刺激味群（苦味，渋味，辛味）に二分された．他の味に関しては出現が少なかったためにグルーピングからは除外された．

マトリックスから見られる各群の特徴は以下のとおりである．

主要味群

1. 平面(57%)，とりわけ曲線閉図形が最も多用される．
2. 甘味，酸味は楕円として表象されやすい
3. Roundness が 70%と，丸みを帯びた図形によって表象されやすい

刺激味群

1. パターン(58%)，とりわけ線パターンとスクリブルパターンが最も多用される
2. 辛味は「とがった形」「線パターン」「スクリブルパターン」で記述される
3. Angular が 73%と，角張った形が好まれる．

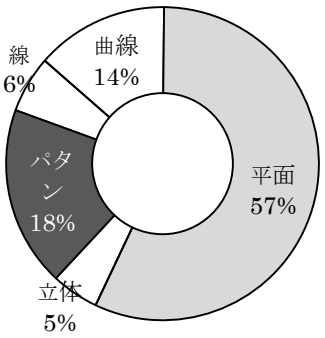


図 7：基本味群の要素構成

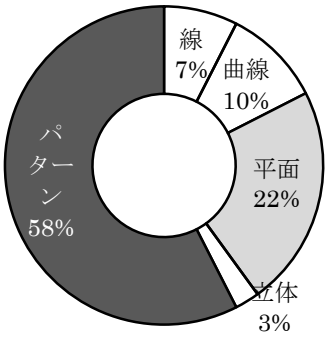


図 8：刺激味群の要素構成

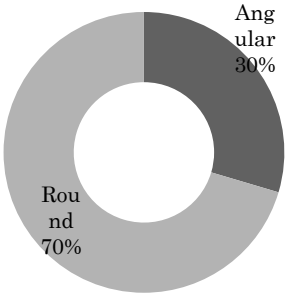


図 9：基本味群の Roundness/Angular 構成

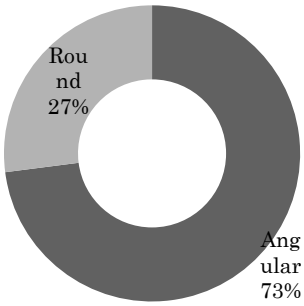


図 10：刺激味群の Roundness/Angular 構成

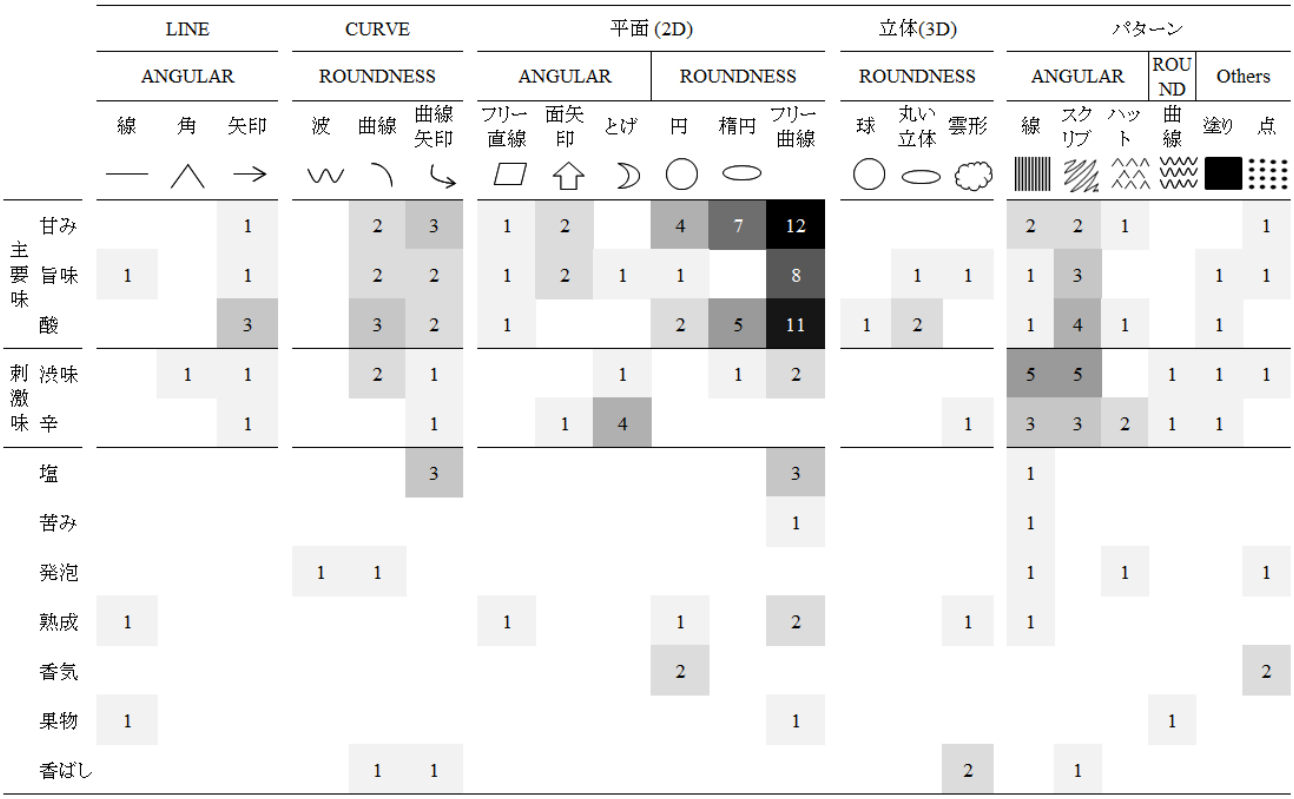


図 11

5. まとめ

本研究では，味覚と形の感覚間象徴対応関係(crossmodal correspondence between taste and shape)において従来行われてきた，選択式のブーバキキテストに対して，生成課題によるアプローチを試みた．言語表象，描画(非言語)表象，そして身体という多面的な表象の分析から，従来は Angular 図形として表象されると考えられてきた旨味，酸味に関して，日本酒の味わいにおいては両者が主要味であることに着目し，これまでの定説とは逆に Roundness として表象される可能性を示した．また辛味，渋味などの刺激としての味はこれまで研究の対象とされてこなかったが，両者が描画表象によって象徴的に角張った形に対して記述される可能性を示した．

本研究は，従来官能評価で用いられてきた単体の試薬としての味刺激を用いるのではなく，実際の飲食物における呈味を刺激として用いた．味刺激はそれ単体で存在するものではなく，例えば渋味が好ましいとされるワインと，避けるべきとされる日本酒ではその表象特性は異なるものと考えられる．本研究は日本酒における主要味と副次的刺激味を区別することで，ある味を多様な味の関係性の中で捉える手法を提案した．これにより味と形の多面的表象研究に新たな道を開いたものと考える．

参考文献

[1] C. Velasco, A. Woods, J. Liu, and C. Spence, “Assessing the Role of Taste Intensity and Hedonics in Taste – Shape Correspondences,” vol. 29, pp. 209–221, 2016.

[2] A. J. Bremner, S. Caparos, J. Davidoff, J. de Fockert, K. J. Linnell, and C. Spence, “‘Bouba’ and ‘Kiki’ in Namibia? A remote culture make similar shape–sound matches, but different shape–taste matches to Westerners,” *Cognition*, vol. 126, no. 2, pp. 165–172, Feb. 2013.

[3] C. Velasco, A. T. Woods, O. Petit, A. D. Cheok, and C. Spence, “Crossmodal correspondences between taste and shape , and their implications for product packaging ：A review q,” *Food Qual. Prefer.*, vol. 52, no. 4, pp. 17–26, 2016.

[4] C. Spence *et al.*, “On tasty colours and colourful tastes? Assessing, explaining, and utilizing

crossmodal correspondences between colours and basic tastes," 2012.
[5] 諏訪正樹, 堀浩一, and 伊藤毅志, 一人称研究のすすめ. 東京: 近代科学社, 2015.4, 2015.
[6] 樋口耕一, "テキスト型データの計量的分析," 理論と方法, vol. 19, no. 1, pp. 101–115, 2004.
[7] 福島宙輝, 田中茂範, "味覚表現における音象徴語の使用原理," 人工知能学会誌, vol. 31, no. 6, 2016.

Appendix

	部位
唇	唇
	上唇の裏
	下唇の裏
	下の歯と唇の間
舌	舌の後ろ半分
	舌前半分
	舌先
	舌奥
	舌の左右，舌の両サイド
	舌側面
	舌の真ん中
	舌の襞
	舌の裏
	舌の上
	舌の表面
	舌上
	舌のまわり，周辺部
	舌の奥左右
	舌の上の方
	舌の付け根
	舌の付け根の裏側
	舌先の裏
	舌の下
	舌の下奥
	舌の中央の先寄り
	舌の中盤
	舌の中心
	舌の中心線
	舌の根元
	舌の奥際
	舌脇の奥
頬	頬の内側
	頬の裏左右
	頬の裏奥
	頬の左右
	頬の横
喉	喉
	喉元
	喉奥，喉の奥
	喉の起点
	喉の入り口
	喉の奥と口の中央の間
鼻	鼻
	鼻の奥
	鼻腔
	鼻腔の奥
	鼻奥
	鼻腔の入り口
	鼻先
	鼻の前の中空
	鼻の粘膜
	鼻の空洞
	鼻腔の内側
口蓋	硬口蓋
	軟口蓋
	舌と硬口蓋の間
	硬口蓋と軟口蓋の間の窪み
口	口
	口の中，口中
	口の中心の少し浮いた所
	口先，口の先
	口腔上方
	口全体，口腔全体
	口の周り
	口中奥
	口腔内
	口腔の表面
	口腔のど真ん中
	口腔の前方
	口中の前の方
	口の入り口から左右にかけて
	口の前方
	口の左右
	口の中空
	口の前の方全体
	口の奥
	口の入り口あたりの輪っか
	口の左右の奥
	口の奥の方
	口の前の方
	口の真ん中あたり全体
	口の前方
	口の奥の上
顎	上顎
	上顎の奥
	上顎の左右
	上顎全体
	上顎左右奥
	上顎の表面
	上顎の前から奥

驚きを生み出すギャップ技法 —TRPGに基づく物語自動生成ゲームにおけるストーリー生成機構の開発— Gap Techniques that Generate Surprise: Toward Development of a Story Generation Mechanism in an Automatic Narrative Generation Game Based on TRPG

小野 淳平†, 小方 孝‡
Jumpei Ono, Takashi Ogata
†岩手県立大学大学院, ‡岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g236m001@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract
The authors focus on the mechanism of story generation that Table-talk Role Playing Games (TRPG) possesses, recommending an automatic narrative generation game based on it. In this paper, the authors suggest a "gap technique" in producing surprise in story generation that is intentionally based on the analysis that a surprising action is born from the difference (gap) between prepared story framework and generated story determined in TRPG.

Keywords — Automatic Narrative Generation Game, Narrative Generation, Table-talk Role Playing Game, Integrated Narrative Generation System

1. はじめに

多くのゲームはストーリーを持つ．そのストーリーは，ユーザの選択による展開の幅を持つが，最終的には開発側が用意した筋書きに沿った展開に収束するものが多い．しかし松永[1]によれば,『まったく筋書きがなく，デザイナーが意図しないかたちで個々のプレイにおいてその都度生じる物語』が注目され始め，開発者が予め用意しないストーリーに対する要求が高まっている．何度もユーザがゲームを楽しむことを目的とした，ゲームにおける様々な要素の自動生成は今までに多く試みられており，諸々の要素の名前，町や洞窟の構造，登場人物の行動，ストーリーの展開の変化等様々な例が挙げられる．

テーブルトークロールプレイングゲーム (Table-talk Role Playing Game: TRPG) は複数人のユーザが対話することによってゲームが進行するアナログゲームである．他のゲーム同様に用意されたストーリーが存在するが，ゲームの進行過程において，ストーリーが用意した筋から外れ，想定と異なるストーリーとなる場合も多い．著者らが提案する TRPG に基づく物語自動生成ゲーム (Automatic Narrative Generation Game: ANGG)[2][3][4]は，TRPG におけるストーリーの変化のモデルをストーリー生成の方法として導入したゲームである．ANGG はユーザの入力・操作に基づき，登場人物, 物, 場所や時間といった要素を自動的に用意し，ストーリーを生成する．これはゲームの進行そのものが物語生成であり，出来上がった物語は一つの物語として利用され，あるいは何らかの物語のもととして利用することが可能である．

さらにANGGは筆者らが開発している統合物語生成システム (Integrated Narrative Generation System: INGS)[5] を援用する．INGS は物語の概念構造（ストーリー及び物語言説）や物語の表層表現を生成するシステムである．ストーリー生成では，ストーリーの構造を表現するパラメータを入力とし，その入力と近似したパラメータを持つ構造のストーリーを生成する．物語言説機構もまた入力パラメータにより構造を生成する機能を持ち，さらに語り手と聴き手の相互やりとりによる生成戦略が存在する．しかしストーリー生成機構では，物語言説機構の持つ機能のような戦略性はまだない．そこで ANGG において，一連の機能を援用して開発を行うことで，ANGG における結果をフィードバックし, INGS により戦略的なストーリー生成の方法を与える．

2. 物語自動生成ゲームとギャップ技法

TRPG は，ストーリーの進行を管理する役であるゲームマスター (Game Master: GM) がストーリーの枠組みを用意し，ストーリーを進行させる役であるプレイヤー (Player: PL) がその内容を拡張することを基本の流れとするアナログゲームである．このゲームでは，ストーリーの枠組みにおける流れとストーリーの進行

過程に，しばしばギャップが生まれ，そのギャップが驚きとストーリーの変化を生み出す．

図 1 は ANGG におけるストーリー生成機構の概念図である．ストーリーの枠組みを GM 機構が用意し，PL 機構は与えられた情報から枠組みを拡張する．ANGG においてユーザは GM 機構ないし PL 機構のどちらかに位置付く場合，両方に位置付く場合，両方に関与しない場合がある．これまでの成果では GM 機構をユーザ，PL 機構はコンピュータとし，小野・小方はストーリーにギャップを与える技法を試作し，ギャップから生まれる驚きの調査を行った[6].

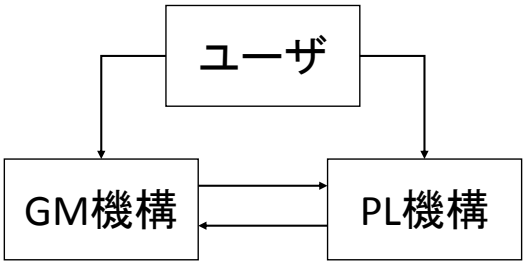


図 1　ANGG におけるストーリー生成機構の概念図

PL 機構は表 1 のような試作技法を持つ．試作技法は PL 機構が提案する場面を変形するためのストーリー技法であり，ギャップ技法の提案に向けた仮の技法である．ANGG では，ストーリーの枠組みや生成されるストーリーを場面連鎖と呼ぶ．場面連鎖は二つ以上の，ストーリーを時間的及び空間的に区切る場面で構成されており，場面は一つ以上の事象で構成された木構造へ展開される．なお上で述べた調査では簡略化のため，場面一つを事象一つで表現した．そのため場面に対する技法と事象に対する技法は同一のものとして扱っている．

表 1　試作技法の概要[6]

名称	処理内容
人の変化	事象の構造における，人物に当たる要素を変化
物の変化	事象の構造における，物に当たる要素を変化
場所の変化	事象の構造における，場所に当たる要素を変化
事象の変化	事象の構造における，動詞に当たる要素を変化
場面の変化	GM 機構による内容を，別の場面によって達成する
場面連鎖の構造の延長	場面連鎖の構造における，ある二つの場面の間をできるだけ長くするような変化
場面連鎖の構造の省略	場面連鎖の構造の一部を省略する

また INGS[5]は，ギャップ技法の使用の有無によらず，事象の生成において利用する．INGS は，三つの機構とそれらが利用する各種辞書及び知識ベースによって構成される（図 2）．ある場面に含まれる事象生成では，物語の内容を作り出すストーリー生成機構及び事象生成で参照する概念辞書[7]を利用する．

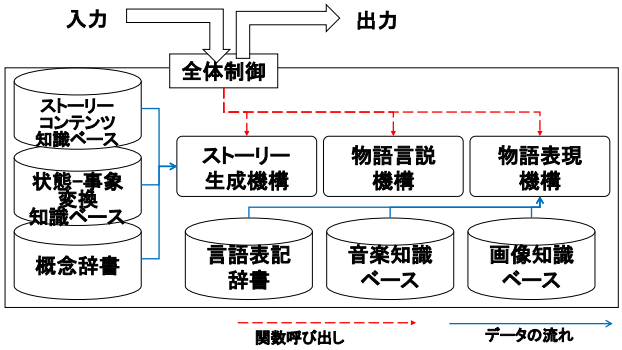


図 2　INGS アーキテクチャの概要

概念辞書は，動詞や名詞等の語彙に関する意味（概念）を体系的に格納した辞書である．特に現状の ANGG は，図 3 に示す動詞概念辞書及び名詞概念辞書を利用する．動詞概念は動詞概念辞書の末端の要素であり，動詞に関する格の構造，その格が取り得る制約条件及び文型パターンを持つ．格構造はその動詞概念の必須格を表す構造であり，各々の格は後述する名詞概念辞書の中間概念によって構成される制約条件を持つ．

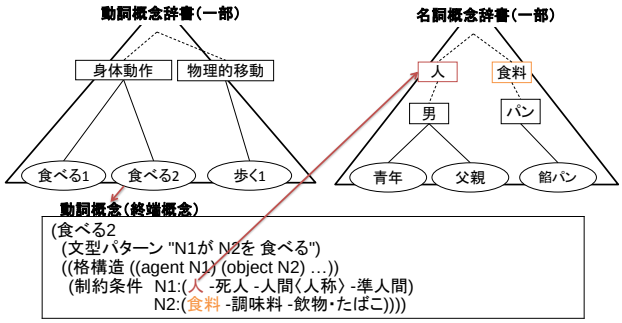


図 3　INGS における動詞概念辞書と名詞概念辞書の構成と関係

名詞概念辞書は，実際にストーリーで現れる名詞概念を終端概念とし，さらに終端概念を束ねるカテゴリである中間概念を持つ．制約条件は，図 3 のように後者の概念と結びつく．事象生成では，動詞概念の格ご

とに，制約条件から名詞概念辞書の特定の範囲が参照され，参照された範囲から終端概念が一つ選ばれた後に，具体的な要素（人，物，場所等）が生成される．

3. 驚きの種類に基づくギャップ技法の整理

筆者らは表 1 の試作技法から生み出された驚きを分析し，ストーリー全体におけるギャップと驚きは概ね比例関係にあることを明らかにして，ギャップの構造による驚きの強弱と効果に関して考察した[6]. 3.1 節ではその考察について述べ，3.2 節以降にて，その考察に基づくギャップ技法の提案を行う．

3.1 驚きの種類

以上の分析では 20 人の被験者に，一つのストーリーと，それと異なる 10 種類のストーリーをそれぞれ比較してもらい，どのような点で驚きを受けたかを調査した[6]．さらに被験者の回答を分類し，比較的多い項目（「A. 単一の動詞」，「B. 単一の事象」，「C. 反復する事象」）及びストーリーの全体的な構造の変化（「D. ストーリーを引き延ばす事象」，「E. ストーリー流れを分断する事象」）に関して考察した．以下に考察をまとめる．

A. 単一の動詞 : 動詞一つが驚きを与えた例．印象的な動詞が驚きを与えた場合である．しかし，一つの事象が持つ名詞と動詞の関係が驚きを与えたと推測できる場合がある．

B. 単一の事象 : 事象一つが驚きを与えた例．「A. 単一の動詞」と類似する例が多い．

C. 反復する事象 : 同一の事象が隣接したことが驚きを与えた例．反復する事象そのものに多くの被験者が驚きを感じたが，ストーリー全体の驚きに対して与えた影響は小規模であった．

D. ストーリーを引き延ばす事象 : ストーリー中の事象の数の増加に関する驚き．事象の増加数と驚きの強さは概ね比例関係にあった．

E. ストーリーの流れを分断する事象 : 試作技法により挿入された事象が原因で前後の繋がりが切断された例．金井が述べた切断技法[8]と関連があり，自由記述では「流れがおかしくなるほど」あるいは「対極的な現象が記述されている」と驚きが強くなると回答を得た．ストーリー全体の驚きを大きく高める場合とそうでない場合があり，驚きの位置が関係すると考える．

3.2 ギャップ技法の分類

これまでに試作技法によるギャップ及び驚きの関係について明らかにした．さらに試作技法の組み合わせなどに相当するメタレベルのギャップ技法を，3.1 節で紹介した知見に基づき提案する．表 2 はここで提案するギャップ技法の一覧である．

表 2 提案するギャップ技法

名称	方法	手続き
(1) 印象的な動詞概念を利用した事象生成	印象の強い動詞概念の利用	状態の大きな変化を持つ動詞概念を利用して事象を生成する.
	関係のちぐはぐな名詞概念の利用	動詞概念の持つ制約条件から外れた名詞概念を利用して事象を生成する.
(2) 驚きを持つ事象の生成	動詞概念の変化	一つの事象を生成した後に，それに含まれる動詞概念を任意の方法で変化させる.
	名詞概念の変化	一つの事象を生成した後に，それに含まれる名詞概念を任意の方法で変化させる.
(3) 場面連鎖の構造の延長	反復的事象によるストーリーの拡張	ある事象 X について，それと同様の事象 Y を挿入する.
	新規の事象によるストーリーの拡張	ある事象 X について，X に含まれる動詞概念と共起関係が強い動詞概念を持つ事象 Y を挿入する.
	切断的な事象によるストーリーの拡張	ある事象 X について，X に含まれる動詞概念と共起関係が弱い動詞概念や名詞概念を持つ事象 Y を挿入する.
(4) 場面の変化	別方法による目標達成	ある場面をその内容を達成できる別の場面へ変化させる.
(5) 場面連鎖の構造の省略	既存の場面の省略	任意の場面一つを省略する.

表 2 のギャップ技法は試作技法（表 1）に対して，驚きの分類 A，B から技法 (1) 及び技法 (2) を定め，人・物・場所・時間・事象・場面の変化はそれぞれ技法 (1) 及び技法 (2) から呼び出される手続きとした．加えて表 1 における場面連鎖の構造の延長を，驚きの分類 C，D，E により詳細化した．これらの結果，表 1 の技法では意図せず生成された驚きに対して，ギャッ

プの構造から驚きの制御を可能とする．例えば部分的な驚きのみを必要とする場合は，技法 (3) より「反復的事象」を用いる．これに対してストーリー全体の驚きも必要とする場合は，技法 (1) の「印象の強い動詞概念の利用」や，技法 (3) の「切断的な事象によるストーリーの拡張」を用いることが考えられる．技法 (4) 及び技法 (5) は，データの不足による考察不足のため，その拡張を今後の課題とする．

3.3 実験

ギャップ技法が生み出すギャップの値を計測するため，各ギャップ技法ごとに，単一の技法を利用した生成を繰り返し行い，生成されたストーリーにおけるギャップの値を計測する．

使用するギャップ技法は表 2 にまとめた五種類の技法であり，各々10 ずつストーリーを生成し，それぞれのストーリーにおけるギャップの値を計算する．

図 4 に，ギャップ技法の適用例を示す．この例では GM 機構が用意した「枠組み」に対して，技法 (3) における「切断的な事象によるストーリーの拡張」を適用することで，図 4 における下線が引かれた場面（事象）が挿入された「結果」が生成された（下線部の事象以外はギャップ技法を使わずに生成された事象）．

枠組み	学生の鈴木が OL の文香を大通りで誘拐する。 探偵が鈴木と家屋で争う。 文香が家屋で助かる。
結果	学生の鈴木が OL の文香を大通りで誘拐する。 文香の父親に似た鳥が現れる。 探偵が鈴木と家屋で争う。 家屋の棚が光る。 探偵が文香を家屋で救助する。 文香が家屋で助かる。

図 4　ギャップ技法の適用例

ギャップの値の計算は，動詞及び名詞の共起関係情報を利用する．ギャップ技法を使わずに生成した基準となるストーリーと，ギャップ技法を使用して生成したストーリーを比較し，共起関係の情報を用いることでその差を量的に示す．詳細は，別稿[6]に譲る．なおここでは図 5 に示したストーリーを基準とする．

3.4 結果と考察

表 3 は各技法ごとのギャップの値の平均を示したものである．ストーリーの全体における事象の数を変化させる技法 (2) 及び技法 (5) は，他と比較してギャップの値が大きくなり，技法 (1) 及び技法 (2) は，事象の数の変化が伴わないため比較的ギャップの値が小さい．また技法 (4) は，さらに類似した動詞概念が使用される傾向にあるため，他よりもギャップの値が小さい．以上の内容が技法によるギャップの大きさの確認となる．ここからあるストーリーにおけるギャップの大きさを制御することを考える．また，技法適用した回数による驚きの変化を調査する．

父が家屋で狼に困る。 息子のアランが家屋で父を励ます。 父が「アランが外出する」ことを禁止する。 アランが家屋で泥を洗う。 アランが牧場で衣服を乾かす。 狼が牧場で羊を襲う。 アランが狼を待ち構える。 アランが狼を襲う。 アランが狼を殴る。 狼が逃げる。 アランが狼を逃がす。 父がアランを称える。

図 5　ギャップの量を計算するうえでの基準となるストーリー

表 3　各技法におけるギャップの量の平均

技法	ギャップの値の平均
(1) 印象的な動詞概念を利用した事象生成	0.19
(2) 驚きを持つ事象の生成	0.19
(3) 場面連鎖の構造の延長	0.58
(4) 場面の変化	0.10
(5) 場面連鎖の構造の省略	0.60

4.　まとめ

本稿での成果より GM 機構に対して驚きを与え，ストーリーの流れを大きく変化させるなど，ギャップ技法の選択による驚きの制御を試みることが可能になる．今後は驚きの強弱を制御したストーリー生成の方法を考察し，またこれまでの成果で未調査部分の驚きの効果を追及する．例えばストーリーの序盤のギャップによる驚きの効果や，比較的事例の少ない驚きの分類に関する考察が挙げられる．

参考文献

[1] 松永 伸司 (2015). ナラティブを分化する―ビデオゲームの物語論―.『「分析哲学と芸術」研究会公開研究会「ゲームのナラティヴ／音楽のナラティヴ」講演資料』. レクチャー2.

[2] Ono, J. & Ogata, T. (2016). Architecture of a Narrative Generation System based on a TRPG Model: The Use of an

Integrated Narrative Generation System for Knowledge Acquisition (Preliminary Version). *Bulletin of Networking, Computing, Systems, and Software*. 5(1), 40-48.

[3] 小野 淳平・小方 孝 (2016). TRPG 方式に基づく物語自動生成ゲームにおける場面連鎖拡張機構の試作. 『人工知能学会全国大会（第 30 回）予稿集』. 1K4-OS-06a-6.

[4] 小野 淳平・小方 孝 (2016). 世界設定を変化させることによる 複数ストーリーの生成. 『DiGRA JAPAN 夏季研究発表大会 2016 予稿集』. 63-66.

[5] Ogata, T. (2016). Computational and cognitive approaches to narratology from the perspective of narrative generation. In Ogata, T. & Akimoto, T. (Eds.). *Computational and Cognitive Approaches to Narratology*. Hershey, PA: IGI-global. 1-74.

[6] 小野 淳平・小方 孝 (2017). 「ギャップ技法」を利用して「驚き」を作り出すストーリー生成の方法―テーブルトークロールプレイングゲームに基づく物語自動生成ゲームへの一アプローチ―. 『認知科学』. (印刷中)

[7] Ogata, T. (2015). Building Conceptual Dictionaries for an Integrated Narrative Generation System. *Journal of Robotics, Networking and Artificial Life*. 270-284.

[8] 金井 明人・小玉 愛実 (2010). 映像編集のデザイン―ストーリーと切断をめぐって―. 『認知科学』. 17(3), 444-458.

負荷が制約緩和に与える影響
Effects of Working Memory Load on Constraint Relaxation in Insight Problem Solving

小田切 史士[†]，小出諒[‡]，鈴木 宏昭[§]
Hitoshi Otagiri, Hiroaki Suzuki
[†]青山学院大学社会情報学研究科，†東京大学学際情報学府‡，[§]青山学院大学
Graduate School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, University of Tokyo, Aoyama Gakuin University
chrono_brake@hotmail.co.jp

Abstract
Previous research has revealed that burdens on working memory ironically facilitate insight problem solving, while the opposite results have also been obtained. The discrepancy might be due to the dependent variables. These previous studies mainly focused on very rough first approximate measures, such as the solution rates and/or time as dependent variables. In this study, we aimed at the effects of working memory load on insight problem solving, focusing on the rates of constraint relaxation and its time course differences that have been proved to be more sensitive to the fluctuations during insight problem solving (Suzuki & Hiraki, 2003). The results showed that burdens on phonological loop or central executive did not produce facilitative effect. However, the burdens on the different components of working memory resulted in different relaxation patterns.
Keywords — Insight Problem Solving, Implicit Learning, Dual Task, Working Memory

1. 洞察問題解決

1.1 創造的思考としての洞察問題解決

洞察問題解決とは非定型的な解法の発見が必要とされる問題のことで，解決者は自身の状態を適切に認識することができずにインパス（行き詰まりの状態）へと陥ってしまいがちである．

制約論的アプローチ [1][2] によれば，問題解決時には不適切な制約が初期には適応されてしまうため，解決者はインパスに陥る．しかし試行を繰り返す過程で徐々に制約の強度が緩和され，適切な操作の確率を上昇させていくことで，最終的に解決へと至る．問題解決者はこの制約の緩和を意識化出来ていないため，解決に至った際には唐突にひらめいた様な印象を伴うのだと考えられる．

1.2 洞察問題解決における無意識的側面

制約の緩和は無意識下で行われており，解決は主として解決者の意識を離れ，潜在的な学習によってなされていると考えられる．事実，洞察問題解決における人間の意識と無意識には乖離が起きていることが示されている．例えば現在の解決の進行度合いに対する意識的な評価を行わせると，上手くいっていない者は自身の行為を高く見積もる一方で，解決へと向かっている者は低く評価することが報告されている [3]．また意識と行為に乖離が生じているだけではなく，無意識下の処理が意識上における処理よりも先行していることを示唆する事例も報告されている [4][5]．

また解決者の無意識に働きかけることを目的として，サブリミナルカットを挿入した動画や，Tsuchiya & Koch [6] の連続フラッシュ抑制（Continuous Flash Suppression，CFS）を用いて，問題解決を促す画像の閾下呈示を行うと，パフォーマンスが向上することが示されている [7][8][9]．これらの事例から，人間は閾下呈示された情報を，ワーキングメモリのような何らかの記憶貯蔵庫に保持し，問題解決中に参照していたと考えられる．

潜在情報とワーキングメモリの関係を調べるために，Suzuki et al [10] は閾下情報がワーキングメモリと同じリソースを共有していたかどうかを検討した．実験は CFS によって洞察問題のヒント画像を閾下呈示する際に，閾上では干渉課題として画面に呈示される四角形の位置に対応したキーを入力するタッピング課題を行わせた．タッピング課題を行うことで，実験参加者のワーキングメモリの容量がそちらに割かれてしまう．そのため閾下情報がワーキングメモリに保持されるのであれば，容量がタッピング課題で圧迫され，保持が出来なくなると予想された．しかし結果は，閾下呈示のみを行った被験者よりも干渉課題も行った被験者の成績の方が向上するというものだった．また更には，閾下呈示は行わずにただタッピングを行っただけでも，洞察問題解決が促進されることが示された．

1.3 ワーキングメモリと洞察問題解決

Suzuki et al [10] の結果は，潜在的なヒント情報が無くとも，ワーキングメモリへの負荷によって，解決が促進される可能性を示唆していると考えられる．ワーキングメモリへの負荷が，課題パフォーマンスを向上させるというのは直感に反することではある．しかし，例えば不注意盲（Inattentional blindness）がワーキングメモリの負荷によって改善することが報告されており［11］，また洞察問題解決においても Ball et al [12] は解決者が自身の方略を言語化してしまうとパフォーマンスが悪化することを踏まえ［13］，解決者の音韻ループに負荷をかけることで，内部言語化を妨害した状態で洞察課題に取り組ませたところ，パフォーマンスの向上が得られている．

その一方で，ワーキングメモリ容量と洞察問題解決の成績には正の相関が存在することや，負荷が問題解決時に干渉的に働くことを報告した事例も存在している［14][15][16］．また，高いワーキングメモリ容量は洞察・非洞察を問わない共通の性質（例えば初期の問題表象の構築など）に貢献するが，解答や問題表象の再構築といった，洞察特有の性質に対しては妨害的に働くことを示した研究も存在しており［17][18］，ワーキングメモリの負荷や容量と洞察の関係性については，更なる検討の必要がある．

1.4 負荷によるプランニングの抑制可能性

負荷の影響について，意見が分かれている理由の 1 つとして，行為レベルでの分析が充実していないことが考えられる．ワーキングメモリと洞察問題解決の関係性を検討した研究の多くは，「解決者数」や「解決時間」の観点から分析が行われることが多く，ワーキングメモリへの負荷が被験者の行為，即ち制約緩和の過程に対して，どのように影響を及ぼしていたのかを分析したものが少ない．制約の動的緩和理論［2］によれば，問題解決初期には制約が作用することで，不適切なオペレータが適用されてしまう．しかし試行を重ねることでゴール制約（現状とゴールに対するイメージの適合度合いの評価）からのフィードバックが生じ，制約の強度を更新されるため，初期制約から逸脱する確率が上昇するとされている．この一連の流れにおいて，ワーキングメモリへの負荷が，どの時点に対して影響を及ぼすのかを検討する必要がある．

負荷によって何が起こった結果，洞察問題解決を促進することが考えられるだろうか．可能性の 1 つとして，中央実行系がプランニングを行うのが負荷によって抑制され，制約の緩和が促されるというのが挙げられる．ロンドン塔課題のような非洞察的な問題解決を行う際，中央実行系に負荷をかけると，問題解決中に余計な手が増加することが報告されている［19］．またチェスの次の一手を考える際に，視空間スケッチパッドか中央実行系に負荷をかけると，思いつく手が悪化することも報告されている［20］．制約は人間の自然な傾向性に基づいていることや［2］，洞察へと向かっている者は自身の状況に対して，意識的な評価が低い傾向があることを踏まえると［3］，負荷によってプランニングが抑制されることで，通常の問題解決時には傾向性にそぐわない行為や，評価の低い行為が悪手という形で増加していると考えられる．反対に洞察問題解決の場合は，制約に基づいた行為が行いにくくなり，かえって逸脱を促すことが出来ると考えられる．

そこで本研究は閾下呈示が無くとも，ワーキングメモリへ負荷をかけることが制約の逸脱を促し，その結果として洞察問題の解決を促進するかどうかについて実験を行った．実験は参加者を構音抑制群，ランダム生成課題群，統制群の三条件に分け，条件毎に異なる負荷をかけることで，洞察問題解決の成績を比較した．構音抑制とは課題の遂行中に，「あいうえお」等の言い慣れた語を繰り返し呟かせることで，ワーキングメモリ内の音声情報を保持する音韻ループを主に使用不能にすることである．対してランダム生成課題とは，一定の範囲の数字を出来るだけ多様な順番で口にさせ続ける等，ランダムな操作を行わせることで、中央実行系に負荷をかける課題である．

仮説として，ワーキングメモリに負荷をかけた被験者の問題解決中の制約の逸脱率が上昇し，成績が改善することが予想される．またランダム生成課題群に関しては，注意資源の分配などを担当する中央実行系に負荷がかかるため，プランニングを大きく抑制し，構音抑制群よりも制約の逸脱率が高まることが予想される．

2. 方法

2.1 実験参加者

青山学院大学に通う大学生および大学院生 37 名中，使用した洞察課題の経験を有する 1 名と，途中で解決を放棄した 1 名を除く，35 名を分析対象とした．その結果，統制群 11 名，構音抑制群 12 名，ランダム生成課題群が 12 名となった．

2.2 課題・装置

洞察課題として小出・鈴木 [21] が使用した六角形と 12 枚のコイン課題を用いた（図 1）．この課題は全ての辺に対して，それぞれ 4 枚ずつになるようにコインを配置することが求められる．正解に至るためには辺の上ではなく，各角に対して接するようにコインを配置し，また内と外で挟む必要がある．しかし問題解決者は，辺の上にコインを一列に並べてしまうことから抜け出すのが容易ではないため，インパスに陥ってしまうこととなる．

課題は iPad の画面上に表示され，大きさはコインが直径 55 ピクセル，六角形が縦 480 ピクセル，横 415 ピクセルだった．各コインはドラッグによって操作することが可能となっており，画面の下方には課題の説明文として，「12 枚のコインを六角形の全ての辺それぞれに 4 枚ずつ並べる」ことと「コイン同士を重ねてはいけない」ことが常に表示されていた．

また数字の暗唱のタイミングを知らせる為に，デジタルメトロノームが，iPad から左に 1m 離れた位置に置かれた．メトロノームは 1 秒毎にビートを刻むように設定されていた．

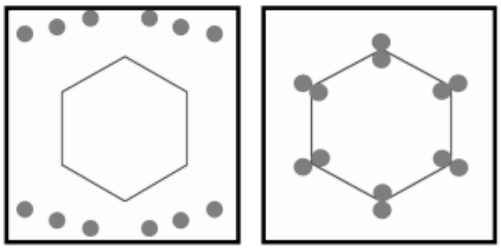


図 1　実験課題（左図が初期状態. 右図は正解配置）

2.3 手続き

最初に 3 分毎に 1 分半の休憩を取る形で，合計 9 分の挑戦時間の間に，課題を解くことが出来るかどうかを調べることを伝えた．その後，iPad の置かれているテーブルへと実験参加者を誘導し，課題についての説明文を音読させた．音読終了後，指でコインをドラッグすることで操作が可能なことと，初期状態に戻したい場合は，リセットボタンを押せばいいことを説明した．

課題についての説明が終了後，実験参加者を統制群，構音抑制群，ランダム生成課題群の三つ条件のいずれかに振り分け，メトロノームを起動して合計 9 分間の課題挑戦時間に行う二重課題の説明を行った．構音抑制群には音が鳴る度に 1 から 5 の数字を 1 つずつ順番に口にすることを繰り返すように指示し，ランダム生成課題群に対しては、音が鳴る度に 1 から 5 の数字を出来るだけランダムになるように意識しながら，1 つずつ口にすることを求めた．また統制群に対しては，音を無視するように指示を出した．

3 分毎の試行と 1 分半の休憩時間はストップウォッチで計測された．課題挑戦時間中に，実験参加者が正解に辿り着いたと申告した際には，ストップウォッチを一時停止した上で正誤を伝えた．この時，解答が誤っていた場合はストップウォッチを再開し，挑戦を継続させた．

実験終了後，使用した洞察課題経験の有無や，数字の暗唱を行う際に特別な工夫を行っていたか等，実験中の様子についてのアンケート調査を行った．なお，課題挑戦時の様子は，参加者の顔が映らないように配慮する形で，ビデオ撮影を行った．

3. 結果

3.1 解決率・解決時間

課題の解決率において，群間に有意な差はなかった．解決率は統制群が 18.1%（11 人中 2 名），構音抑制群が 25.0%（12 名中 3 名），ランダム生成課題群が 16.6（12 人中 2 名）であった[1]．なお人数が少ないため，解決時間の平均の比較は行わないが，参考までに各群の解決時間を記すと，統制群が 4 分 26 秒と 8 分 48 秒，構音抑制群が 2 分 22 秒，4 分 8 秒，4 分 18 秒，ランダム生成群が 6 分 27 秒と 8 分 45 秒であった．

3.2 制約緩和率

3.2.1 分析の規準

負荷の影響は解決率には見られなかったものの，行動レベルでは制約の緩和を促していた可能性が考えら

[1] 正解者としてはカウントしていないが，正解に辿り着いていた者が他に 2 名存在している．1 名は構音抑制群の被験者で，休憩期間中に，口頭で正解配置を報告したため，次の挑戦時間の際にその配置を行うように促したところ，やはり正解ではないと思い直した．もう 1 名はランダム課題生成群の被験者で，各頂点からコインを大きく離す形で正解配置を行ったため，各辺に触れる形に直すように促した結果，解決に至れなくなった．

れる．そこで実験参加者がコインを操作する際に，制約の逸脱がどの程度起こっていたかについて，分析を行った．

分析にあたり，参加者がコインに指をつけて，少しでも動かした場合，その指を離すまでをもって 1 試行と定義した．その上で全体の平均試行数±2SD までの範囲の試行数の参加者を分析対象とした．その結果，統制群の 2 名が分析対象から除外された．

指を離した時に，コインが六角形の辺の上ではなく，内側か外側に接するように置かれていた場合は，制約の緩和としてカウントした．また辺に触れずに離れているか，或いはコインの縁が辺の上に乗っていたとしても，10 ピクセル程度までは誤差として許容することとした．

また小出・鈴木 [21] では制約の緩和はコインを辺の内側に並べることと，辺を挟んで辺の外側と内側とで対になるように置くことであると定義していた．しかし前者に関しては，一部の参加者から実験後のアンケートにて「外側の角に置くのが，辺に並べるというルールに違反しているように思えて，内側に置くよりも抵抗があった」という趣旨の報告を受けたのを踏まえ，制約の緩和は「内側に置いた場合」だけでなく「外側に置いた場合」，そして「内側と外側を合わせた場合」の三種類に対して分析を行った．また後者に関しては解決に至る時以外には，全くと言っていいほど発生しなかったため，今回の分析からは割愛した．

3.2.2 全体の制約緩和率

9 分間全体の試行における「内側に置いた場合」，「外側に置いた場合」，「内と外の合計」のそれぞれ三種類の制約の逸脱率を図 2 に示した．辺の内側への逸脱は統制群が 9.0%，ランダム生成課題群が 9.6%なのに対して，構音抑制群が 18.6%となり，約 2 倍へと高まっている．一方，外側に対してはランダム生成課題群が最も高く，それぞれ統制群が 7.1%，構音抑制群が 14.5%，ランダム生成課題群が 23.0%であった．そして，内と外の合計に関しては負荷ありの両群が共に同程度の逸脱率を示しており，統制群のおよそ 2 倍にまで達している（統制群 16.1%，構音抑制群 32.7%，ランダム生成課題群 32.6%）．

条件を独立変数，制約の緩和率を従属変数として，それぞれの逸脱率に対して，一元配置分散分析を行った．その結果，「内側に置いた場合」の制約の逸脱率において，統制群とランダム生成課題群に対する構音抑制群の差が有意傾向であった（$F(3,30)=3.200$, $p<0.1$）．即ち，実験全体を通して，構音抑制群は内側への制約の逸脱が促進されていたことを示唆している．その一方で，「外側に置いた場合」と「内と外の合計」には有意差は認められなかった．

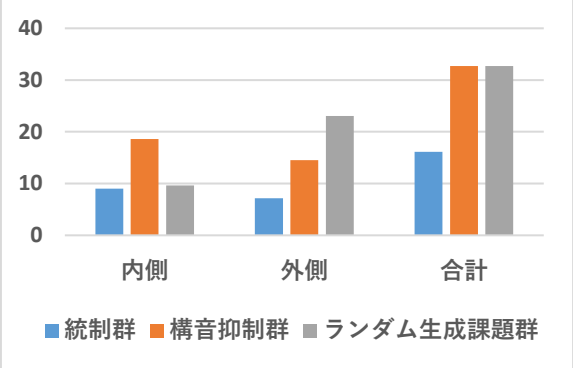


図 2 制約の緩和率（9 分間）

3.2.3 各 3 分の挑戦時間における制約緩和率

3 分×3 回の課題解決時間を「序盤」「中盤」「終盤」と定義し，それぞれの段階における制約の逸脱率を集計した．

まず内側に関しては（図 3），構音抑制群が中盤以降において，安定して高い逸脱率となった（統制群 11.3%, 20.7%，14.9%．構音抑制群 10.3%，22.0%，22.7%．ランダム生成課題群 6.2%，11.0%，16.3%）．段階毎に参加している人数が異なるため，それぞれの段階に対して個別に一元配置分散分析を行ったところ，いずれにおいても有意差はみられなかった．

続いて図 4 を見ると，外側に関してはランダム生成課題群が常に高い逸脱率を示している（統制群 1.4%, 12.3%，8.8%．構音抑制群 13.3%，13.4%，6.4%．ランダム生成課題群 24.6%，22.1%，21.6%）．内側の時と同様に，一元配置分散分析を行ったところ，序盤におけるランダム生成課題群と統制群の差が有意であった（$F(3,30)=3.894$, $p<.05$）．即ち，ランダム生成課題によって中央実行系へ負荷をかけた結果，他の条件とは異なり，問題解決の初期の時点から，外側への制約の逸脱を促していたことが示された．

「内と外の合計」においても，一元配置分散分析を行ったが，有意差はみられなかった（図 5 参照．なお統制群 7.3%, 24.3%, 20.3%. 構音抑制群 23.7%, 37.0%, 31.3%. ランダム生成課題群 30.9%, 33.4%, 38.0%）．

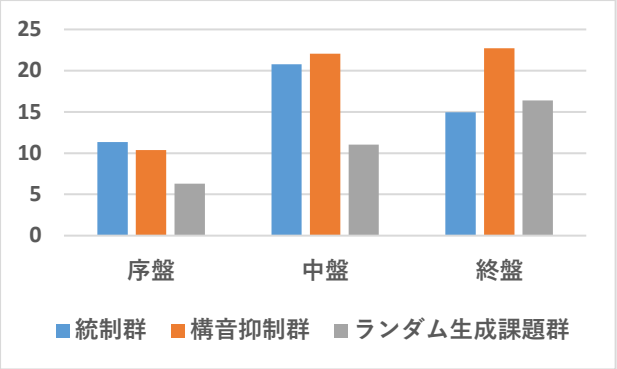


図 3 各段階における内側の制約緩和率

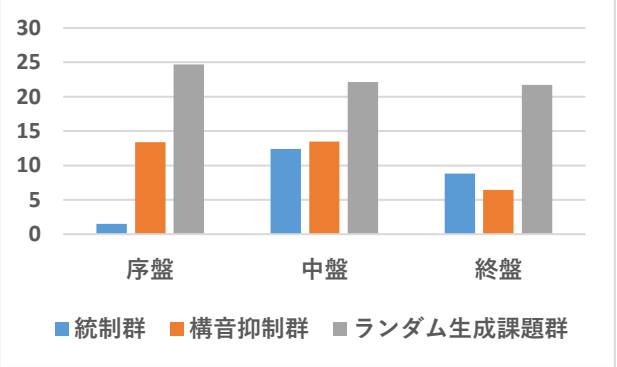


図 4 各段階における外側の制約緩和率

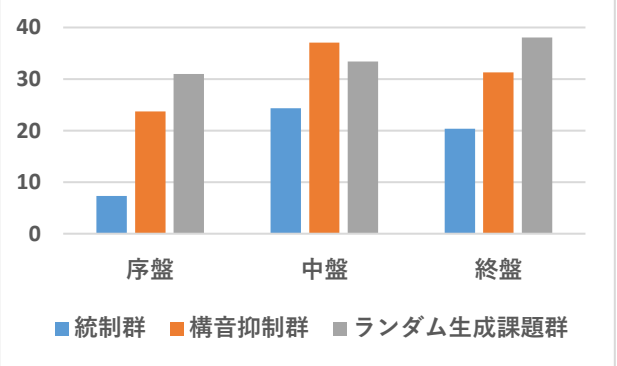


図 5 各段階における制約緩和率（内と外の合計）

3.2.4 ぶれの発生率

実験中，構音抑制群とランダム課題生成群にて，一度配置したコインの位置を修正する動きが度々見受けられた．また負荷有りの条件に振り分けられた一部の実験参加者から「意図した位置からコインがずれてしまい，位置を直す必要が度々あった」という旨の発言が得られている．

もし仮に負荷による影響で，コインが辺の上からずれてしまう傾向が生じていたとすれば，そのずれの度合いが大きい時には，実験参加者が意図しない形で制約の緩和を起こしていたことになる．そこで各条件間でどの程度，コインの配置にずれが生じていたのかを集計し，その平均を比較した．基準としては一度コインを辺の上で停止させた後に、指が離れたかどうかを問わず，辺に対して垂直方向にそのコインの位置を直す動きがあった場合，ずれが生じていたとみなした．

その結果，9 分間における各条件のずれの生じた割合は統制群が 6.3%なのに対して，構音抑制群は 18.2%，ランダム生成課題群は 20.2%となり，負荷がある時には約 2 割程度の試行において，ずれが生じていたことが示された．条件を独立変数，ずれの発生率を従属変数として，一元配置分散分析を行ったところ，統制群に対する両群のずれの発生率が有意に高まっていた（$F(3,30) = 10.208, p < .01$）．

4. 総合考察

本研究は，洞察問題解決に取り組む際に，ワーキングメモリへ負荷をかけることで，解決が促進される可能性を検討した．具体的には実験参加者を三つの条件に分け，メトロノームの音に合わせて，構音抑制群は「1−5」の数字を機械的に繰り返させ，ランダム生成課題群はランダムに「1−5」の数字を繰り返させた．また統制群はメトロノームの音を無視して問題に挑戦させた．

結果はまず解決者数において，条件毎の差はみられなかった．また辺の内外を問わない全体の制約の緩和率に関しても，負荷のあった両群は統制群に比べて約 2 倍の緩和率となっていたものの，統計的には差がみられなかった．差が有意とならなかった理由としては，課題の説明文の影響が考えられる．本研究では休憩時も含めると，統制群は合計 12 分の間，説明文を吟味し直す機会があった．対して負荷ありの条件の場合，負荷と並行して問題解決中に説明文を読むことは非常に困難であり，中には 3 分間の挑戦時間の殆どを，説明文を読み直すことに費やしてしまったという者もいた．そのため統制群に割り当てられた実験参加者の一部は，説明文を何度も読み直し，ルールについての解釈を改めることで，他よりも有利な状況となっていたと考えられる．事実，統制群の中でも緩和率の比較的高い被験者は，問題文を何度も読み直し，「六角形に対する課題だから，辺の内側の六角形の面積を利用するのではないかと判断した」，「全ての辺とあるから，対角線も含めて考えるのではないかと判断した」など，問題に

ついて再解釈していたことを報告している．

更に辺の内側と外側で制約の緩和率を分けてみると，まず内側への緩和率は，構音抑制群が高まっていたことが示唆された．また辺の外側への制約の緩和率に関しては，ランダム生成課題群が高い傾向を有しており，実際に問題解決初期においては，統計的にも有意に高まっていたことが示された．そのため解決率に差はないものの，少なくとも負荷によって制約の緩和が促されていたと考えることが出来る．

しかし今回の実験結果が，仮説通りにプランニングを抑制したものによるのかについては，いくつか疑問の余地が残されている．第一に 9 分間全体における辺の内外を含む制約の緩和率は，前述の様に統制群に対して約二倍へと高まっていたものの，構音抑制群とランダム生成課題群の差は殆どなかった．構音抑制群に関しては Ball et al [12] と同じく方略の内部言語化を妨げることで制約の緩和が促されていたことも考えられる．そのため同程度の緩和率となったランダム生成課題群もまた，方略に対する内部言語化が阻害されたことが原因と考えることが出来るかもしれない．しかし内側と外側のどちらかに制約の緩和が偏っていたのかを見た時に，構音抑制群は内側に偏っていた一方で，ランダム生成課題群は外側への偏りがみられた．この差異が偶然によるものと考えるよりも，両者の緩和を促した理由は質的に異なっていたと考える方が自然と言えるだろう．ただし，この違いが内部言語化とプランニングの抑制によるものなのかは，現時点では明確ではないため，今後更なる検討が必要である．

次に負荷によって自身の行為の制御を失っていたために，制約の緩和が起こっていた可能性が考えられる．今回，負荷有りの条件において，コインを意図した場所に置くことができずに，ずれてしまう現象が度々生じていた．ずれの度合いが大きい時には，辺に接する形で置いた状態となっていた．勿論，殆どのずれはコインの位置を多少修正する程度のことであり，ずれの発生頻度が増加することが，必ずしもイコールで制約の緩和となっているわけではなく，またその時の緩和自体は本人が意図したものではない．しかし服部・織田 [22] はメロディの同定課題を行いながら洞察問題に取り組ませた場合，被験者が意識的には目の前にある解決のためのヒントの存在（問題文を囲む枠線の形状）には気付いていないにも関わらず，成績が向上することを示している．そのため，ずれの発生頻度が有意に高まっていたということは，毎回ではなくても制約が緩和した状態を目にする機会を生じさせることになり，それが潜在的に評価されることで，緩和を促すヒントとなっていた可能性が考えられる．プランニングを抑制することが緩和に影響したのか，それともずれが緩和に影響していたのかは，今後検討していく必要があるだろう．

またワーキングメモリへの負荷が及ぼす影響は，使用する洞察課題の性質に左右されることも踏まえると [6] , 今回の結果が使用した課題の性質による影響を受けていた可能性も否定しきれない．今後はこれらの点も踏まえて，負荷と使用する洞察課題の組み合わせ方も考慮していくことで，より詳細に検討する必要があるだろう．

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤（B）(15H02717) の助成を受けて行われた．また査読者の御二人には，本研究に関する非常に有益なご指摘を頂いた．そして被験者の募集にあたり協力をして頂いた，多くの方々に心よりの謝意を示したい．

参考文献

[1] Knoblich, G., & Ohlsson, S. (1999). Constraint Relaxation and Chunk Decomposition in Insight Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **25**, 1534-1555.

[2] 鈴木 宏昭・開一夫 (2003) 洞察問題解決への制約論的アプローチ．*心理学評論*, **46**, 211-232.

[3] Metcalfe, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **12**, 623-634.

[4] Siegler, R. S. (2000). Unconscious insights. *Current Directions in Psychological Science*, **9**, 79–83.

[5] 寺井 仁・三輪 和久・古賀 一男 (2005) . 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程, *認知科学*, **12**, 74-88.

[6] Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages, *Nature Neuroscience*, **8**, 1096-1101.

[7] 西村 友・鈴木 宏昭 (2004). 洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理. *日本認知科学会第21回大会発表論文集*, 42-43.

[8] Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2013). Effects of subliminal hints on insight problem solving. *Psychonomic Bulletin & Review,* **20**, 790-797.

[9] 鈴木 宏昭・福田 玄明 (2013). 洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討. *認知科学*, **20**, 353-367.

[10] Suzuki, H., Fukuda, H., Miyata, H., & Tsuchiya, K. (2014). Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task. *In Proceeding of the 36th Annual Conference of Cognitive Science Society*, 2955-2960.

[11] De Fockert, J., & Bremner, A. J. (2011). Release of inattentional blindness by high working memory load: Elucidating the relationship between working memory and selective attention. *Cognition*, **121**, 400–408.

[12] Ball L. J., Marsh J. E., Litchfield D., Cook R. L., Booth N. (2015). When distraction helps: evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving. *Thinking & Reasoning,* **21**, 76–96.

[13] Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 166 – 183.

[14] Murray, M. A., & Byrne, R.M.J. (2005). Attetion and working memory in insight problem solving. *Proceedings of Cognitive Science Society*, **27**, 1571-1575.

[15] Chein, J. M., Weisberg, R. W., Streeter, N. L., & Kwok, S. (2010). Working memory and isight in the nine-dot problem. *Memory & Cognition*, **38**, 883–892.

[16] De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, **38**, 656 – 669.

[17] Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The nature of restructuring in insight: An individual–differences approach. *Psychonomic Bulletin and Review*, **13**, 66–73.

[18] DeCaro, M. S., Van Stockum, C. A., & Wieth, M. B. (2016). When higher working memory capacity hinders insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **42**, 39-49.

[19] Phillips, L. H., Wynn, V., Gilhooly, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (1999). The role of memory in the Tower of London task. *Memory,* **7**, 209–231.

[20] Robbins, T., Anderson, E., Barker, D., Bradley, A., Fearneyhough, C., Henson, R., Hudson, S., & Baddeley, A.D. (1996). Working memory in chess. *Memory and Cognition*, **24**, 83–93.

[21] 小出 諒・鈴木 宏昭 (2016). 洞察問題解決における潜在的情報処理についての生理指標を用いた検討. 2016年度日本認知科学会第33回大会発表論文集.

[22] 服部 雅史・織田 涼 (2013). 認知的負荷が洞察をもたらすとき 洞察問題解決におけるプライミングと二重課題の効果. *日本心理学会第77回大会発表論文集*.

なぜ図の特定の知覚的パターンが意味をもつのか
What makes particular perceptual patters in diagrams meaningful?

下嶋篤
Atsushi Shimojima
同志社大学文化情報学部
Faculty of Culture and Information Science, Doshisha University
ashimoji@mail.doshisha.ac.jp

Abstract

One of the main utilities of diagrammatic representations consists in their ability to convey global meanings through perceptual patterns formed by multiple graphical elements. We take a logical approach to clarify how particular patterns in diagrams carry meanings in the first place, and explore the psychological implications of our findings.

Keywords — global reading, diagrammatic reasoning, graph comprehension, visualization

図表現においては、個々の図要素が情報を伝えるだけでなく、複数の図要素の集まりが特定の知覚的パターンを形成し、抽象的であるが重要な情報を伝えることが知られている。たとえば、添付の棒グラフ（図1）では、個々の棒が特定の物質の月ごとの価格を伝えるだけでなく、右４本の棒が右下がりの階段形状を形成し、価格の下降傾向を伝えている。また、添付のデータ地図（図２）では、個々の黒点の位置がコレラ死亡者の家の位置を示すと同時に、黒点が図上のいくつかの領域に集積していることが、対応する地域における死亡者の家の集積を示している。

月々の物質の価格や死亡者の家の位置といった個別の情報に対し、物質の価格の下降傾向や、死亡者の家の集積といった抽象的な情報は図の「高次の情報」などと呼ばれる [1, 2, 3, 4, 5]。また、個々の図要素から具体的な情報を読み取る「ローカル読解」に対し、複数の図要素が形成する知覚的パターンから高次の情報を読み取る「グローバル読解」あるいは「マクロ読解」が区別される [6, 7]。Pinker [8] はローカル読解だけでなくグローバル読解も可能にする心的機構のモデルを提案し、一般にグラフの読み取りの難易度はグローバル読解のスキーマの獲得のしやすさに依存するとした。また、Ratwani et al. [7] は、ローカル読解が知覚的・認知的操作の単一のサイクルで行われるのに

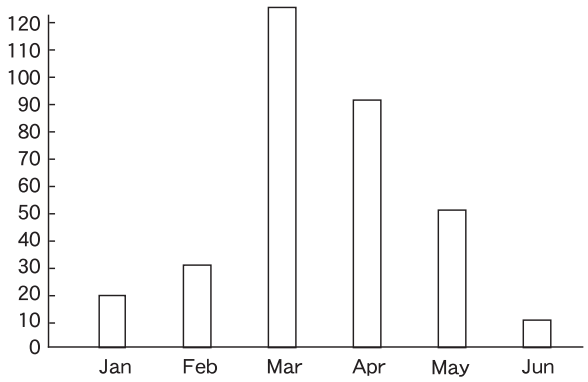


図 1　棒グラフの例。右 4 本の棒が右下がりの階段形状を形成していることが、対応する期間の価格の下降傾向を意味している [8]。

図 2　データ地図の例。黒点が図上のいくつかの領域に集積していることが、対応する地域における死亡者の家の集積を示している [10]。

対し、グローバル読解は複数のサイクルを要することを実験的に確かめ、両者の違いの経験的な証拠を示した。また、Sugio [9] は脳活動データに基づき、ローカル読解よりもグローバル読解の方がより高度な認知的制御を要することを示唆している。これらの研究により、図表現のグローバル読解の心理学的機序が徐々に明らかになりつつある。

しかし、これらの心理学研究においては、その目的上、図上に形成された知覚的パターンが特定の意味をもつという現象そのものに焦点があてらていない。たとえば、添付の棒グラフにおいて、右４本の棒の先端が右下がりの階段形状をなしていることが、それに対応する期間に価格が下降傾向にあることを意味しており、それ以外の情報を意味しないのはなぜであろうか。

この問題は、読み手がその知覚的パターンからどのような情報を読み取るかとは独立の問題であって、読み手がそれを読み取るからその意味が存在するというわけでないことに注意したい。たしかに、読み手が棒グラフの右下がりの階段形状から、価格の下降傾向ではなく、誤って価格の上昇傾向を読み取った場合でも、それに続く判断や意思決定はそれに基づいて行われ、プロセスの円滑さに支障はないかもしれない。しかし、後者の読み取りに基づく判断や意思決定は誤っている可能性が高く、長期的には負の効果をもたらすであろう。つまり、知覚的パターンから高次の情報を読み取ることの正の効果は、知覚パターンが真に意味する情報を読み取った場合のみに存在するのである。読み手が読み取る内容とは独立に決まる意味の存在がなければ、こうした効果の違いはないであろう。

本研究の主張は、図上の知覚的パターンの意味の決定という基礎的な問題に立ち返って明らかにすることで、かえって、グローバル読解に必要な心理的条件や、グローバル読解に関連するいくつかの重要な心理的現象の機序に光が当たるというものである。

この点を明らかにするために、本発表では、図上の知覚的パターンが特定の意味をもつという現象に対し、論理学的な観点からの説明を試みる。具体的には、Shimojima (2015) の派生的意味の理論を拡張して、ある図表現の系を利用する際にまず共有される「基本的な意味規約」から、高次の情報の読み取りを支持する意味規則が論理的に帰結することを示す。このモデルは、論理的帰結関係という客観的な基礎の存在を示すことによって、高次の意味の存在を、読み手が実際にそれを読み取るかという問題と独立の現象として説明する。

このモデルに従えば、図要素の選択や配置に関する統語的規約が、高次の情報に必要な論理的帰結関係を結ばせる重要なリンクをなしており、このことから、図の高次情報に関わる次のような現象が論理的に説明できる。すなわち、図のデザインによって、（１）高次の情報が豊かになったり乏しくなったりすること、（２）新しい概念的パターンの学習が促進されたりされなかったりすること、（３）成立しない高次情報の誤った読み取りが誘発されたりされなかったりすること、である。こうした現象は、ここで例に挙げた棒グラフやデータ地図だけではなく、様々な統計チャート、表、領域図、連結図、形象図において見られ、本発表で提示するモデルは、図表現における高次情報の処理に関する様々な現象の体系的な理解が可能であることを示している。

参考文献

[1] J. Bertin, (1973) *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps.* Madison, WI: The University of Wisconsin Press.

[2] J. Bertin, (1981) *Graphics and Graphic Information Processing.* Berlin: Walter de Gruyter.

[3] H. Wainer, (1992) “Understanding graphs and tables,” *Educaional Researcher*, vol. 21, pp. 14–23.

[4] J. T. Guthrie, S. Weber, and N. Kimmerly, (1993) “Searching documents: Cognitive processes and deficits in understanding graphs, tables, and illustrations,” *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 18, pp. 186–221.

[5] W. S. Cleveland, (1994) *The Elements of Graphing Data.* Summit, NJ: Hobart Press.

[6] E. R. Tufte, (1990) *Envisioning Information.* Cheshire, CN: Graphics Press.

[7] R. M. Ratwani, J. G. Trafton, and D. A. Boehm-Davis, (2008) “Thinking graphically: Connecting vision and cognition during graph comprehension,” *Journal of Experimental Psychology: Applied*, Vol. 14, No. 1, pp. 36–49.

[8] S. Pinker, (1990) “A theory of graph comprehension,” in *Artificial Intelligence and the Future of Testing*, pp. 73–126, Hilsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.

[9] T. Sugio, (2014) “Neural mechanisms of global reading,” in *International Conference on Theory and Application of Diagrams: : Eighth International Conference, Diagrams 2014*, pp. 198–212, Berlin: Springer.

[10] E. R. Tufte, (1983) *The Visual Display of Quantitative Information.* Cheshire, CN: Graphics Press.

先行オルグと閲読後の内容討議での役割による理解の差（Ⅱ）

教示による討議集団内対人態度の変容

光田 基郎[1]
([1]大阪教育福祉専門学校)

キーワード：散文理解，内容討議の役割,類推

Elaboration of instructional aids in computerized text comprehension tasks(II)

Motoo MITSUDA[1]
([1]Osaka Technical College of Childcare and Welfare, Osaka 544-0023)

Key Words: Collaborated text reading, analogy, instruction

This study showed effects of leadership on collaborative text comprehension remarks. Detrimental effects of affinity on analogy use were stressed.

目 的：散文閲読後に小集団で内容討議する際の集団内の役割（指導者,参加者,全員対等）と教示による集団内対人態度の変化を指摘する。閲読内容の想起では全員に下記の詳細な手掛かりを与え，討義による不完全な初期理解の共有の低減を試み,小集団討議での対人態度と類推の関連を指摘する。
方 法：(a)「実業の日本」誌’92より「情報量と分析の必要性」を述べた箇所を書き改め,「湾岸戦争前にトルコは石油関係の利害と無縁ゆえにイラク軍動員の噂から隣国侵攻を予測したが,米国は衛星で軍の移動を見ても石油価格操作での示威と誤解した。日本政府は欧米と商社の情報に頼るゆえに,通産省役人が職務上知り得た情報を目安に株のｲﾝｻｲﾀﾞｰ取引しても役所向けに予め操作された情報を過信して大損した例や，マスコミの報道が記者クラブで事前に操作された情報ゆえに不確実なのと同然。賢明な商社幹部はトルコ帝国の官僚支配から類推してソ連崩壊を予測し,徳川家康は戦時の情報途絶に備えて常に忍者を確保し,情報分析は参謀の他に僧や女性の知恵も活用」の内容31文を保育専門学校生51名に画面で閲読させて,7-8人の小集団で10分間の内容討議を求めた。(b)1/3は全員対等の討議群,残る各群内の3-4名はﾌｧｼﾘﾃｰﾀｰ,それ以外は生徒役である。半数の群は事前に上記の「情報量と分析の必要性」に関する先行オルグを与えた。閲読後は全員に「石油関連の利害と無縁なゆえ，砂漠の住民の噂からイラク軍の意図を隣国侵攻と判断したトルコと,軍の動きを衛星で見た後,石油価格の操作意図での示威と思う米国の類似度を５段階評定せよ」など上記の文に下線で示す７項の特徴を明示し，上記の集団内の役割と教示の組み合わせ計６群別に項目間の類似性判断とその確信度評定値を得てｄ’に換算した。(c) 集団内対人態度は，思考動機,同調，内面に配慮,討議と思考意欲，集団内と個人別にﾘｰﾀﾞｰ（ﾌｫﾛﾜｰ）ｼｯﾌﾟ，課題志向性と親和性の評定値を求めた。（ｄ）文の逐語/推理再認検査６項,その下位技能（閲読と無関係の類推,「d,c,e,b?」の系列の推理，「松，杉,桧と樅→横」の過剰類推ほか(日本心理学会’17で発表)の各々に選択反応とその確信度を求めた。
結 果：(a)(ｲ)図１は上記の集団内課題志向性評定値（d’）である。２要因(教示ｘ集団内の役割)分散分析して,2要因交互作用(5%)が得られた。この結果は，ﾌｧｼﾘﾃｰﾀ役が無教示条件で高い課題志向性を示すほか,教示効果が生徒役で顕著に示された結果に関しては,閲読内容の討議から生じた不完全な初期理解の共有がﾌｧｼﾘﾃｰﾀｰによって是正されたと言えよう。(ﾛ)課題志向性の自己評定値と類推との相関を求めて２要因共分散分析した結果,2要因交互作用が得られた。この相関係数値の各々は，教示条件下のﾌｧｼﾘﾃｰﾀ役(.502) > 生徒役(.259)>対等(.039),無教示でﾌｧｼﾘﾃｰﾀ役(.539) > 生徒役(-.624)=対等（-.637）を示す。小集団内で感じられた課題志向性の評定値と類推値と類推得点との相関係数値も上記と同様の相互作用(5%)を示した。(c)集団成員の親和性と周囲の評価への不安から沈黙する態度得点との高い相関係数値(5%)からは,生徒役が教示の有無に関わらず自らの発言に対する反応を意識する態度を指摘し得よう。(d) 教示と役割別に集団内のﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟの評定値と上記の親和性の相関を求めて２要因共分散分析した結果,役割の主効果（5%）を得た。

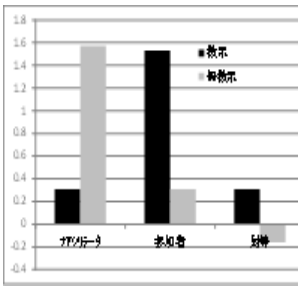


図1. 集団の課題志向性(d')

この結果は教示の有無を問わず,生徒役の相関係数値が最大,教示条件では参加者以外は負の相関係数値を示す結果と対応。(e)表１は上記の推理再認成績が平均値以上かを従属変数とした判別分析である。ﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟ,親和性と課題志向性は再認成績を平均値に従って分類する操作に貢献しない結果及び,類推と教示の係数値に参加者とそれ以外の群と差を示す。

表１．推理再認成績の区分(数値は正準判別関数係数値)

	集団内対人態度	知識操作(日心発表)
ﾌｧｼﾘﾃｰﾀ	不安(4.72),人中でも自分の内面に配慮(5.54),頭を使う（-8.18),教示（.59)	逐語再認(-11.27),類推(-3.16),視点変更(9.58),分類基準（5.94) Wilksのラムダ値：.126
参加者	教示(8.64),思考動機(-4.86),内面に配慮(11.62),不安(18.91),目立ちたがり(-16.134)	知識利用(27.04),類推(-18.86),歴史が得意(-12.67),過剰類推(9.12) Wilksのラムダ値：.000
対等	教示(-3.31),頭を使う(-15.30),不安(14.10)評価への不安(-11.86)	知識（12.80），文字系列(17.83)，類推(2.61) Wilksのラムダ値：.019

考 察:参加者群の特徴として，教示に対するメタ認知的な反応として課題志向性の向上は顕在化する反面,類推の不適切さと自己不信並びに討議での他人の評価への配慮から消極的になる傾向を指摘し得よう。結論として,「情報の量と分析」に関する教示を具体的に理解し,上記の文から「商社幹部もトルコも不十分な量の情報を分析に成功」と理解し,内容討議で発言する過程に到達し得ず,閲読内容の構造に関する推論をも含めた検索と写像範囲の理解が不十分な場合には,作業記憶の負荷増も危惧された。以上に関して,Baddeleyの作業記憶観が入力文の統語/意味的処理の枠組を与えたと同様,散文理解での類推の実験の指針となり,作業記憶も活用し得よう。

文 献：Baddeley, A. 2003. Working memory: Looking back and looking forward. Nature Reviews Neuroscience, 4, 829-839.

学びの 3 層構造と習熟化に伴う包含的関係について

3-level structure of learning and inclusive relation caused by proficiency

宇野 正明

Masaaki Uno

代々木ゼミナール
Yoyogi seminar
masaaki_uno@outlook.jp

Abstract

The purpose of this study is to reveal the whole structure of learning from the qualitative changes in learning strategy by students' proficiency. First, I presumed that the whole characteristics of their learning would be composed of 3 levels in quality, and made the investigation items based on it. Then I confirmed that if there was any correlation between the items classified into different levels, their progress of proficiency led to enhancing awareness of learning at any level. Second, I analyzed their qualitative changes taking notes or writing essays which were caused by the proficiency. By the method stated above, I found that even if students employ the same learning strategy, there are different meanings attached according to their levels and that there is an inclusive relation in which those who are proficient use the lower level of learning method.

Keywords – high school student(高校生)、inclusive relation (包含関係)、junior high school student(中学生)、learning strategy(学習方略)、 proficiency(習熟)、whole structure of learning (学びの全体性)

1. はじめに

質的な面から学習の広がりを考えた時、「今このやり方が大事だと思っていること」だけでなく、「気づいてはいないが本当は大事なこと」、あるいは「今は役立たないが将来的には役立つこと」も含めて“学びの全体性”ということにする。学習に関するこれまでの研究は「今このやり方が大事だと思っていること」に焦点を絞り、条件を可能な限り統制しながら場面を設定し、統計処理したデータを議論することで科学の土俵に乗せようとしてきた。この結果、緻密な学習モデルが数多く提案され華々しい成果を上げてきた。他方、「気づいてはいないが本当は大事なこと」や「今は役立たないが将来的には役立つこと」については、顧みられることはほとんどなかったのではないか？教育学の理論では子どもを部分・断片化して考える傾向にあるという。（行動主義心理学は）知識・技能を構成要素に分節化したうえで系統化しようとし、（認知心理学は）合理的知性を身体や精神性から切り離して特権化してきたと吉田は警告している(吉田,1999)。

実際に出会う生徒は肉体をもつ一人の人間としてそこに立ち、統制された場面に縛られることなく自由に動き回り、部分でありながら全体であり、過去や未来にも開かれた連続した存在としてそこにいるのである。全体性を問題にしながらも、評価の基準を教条的なものや不可知的なものに置かないで、生徒の実態に寄り添った学びの捉え方ができないかという提案が本稿の目的である。

2. 学びの全体性と習熟の捉え方

2.1 先行研究

学習内容を質ごとに分類しようとしたものにBateson の学習理論(Bateson, 1987)がある。 G.Batesonは抽象レベルが異なる事柄は並列では扱えないという論理階型を用い、学習をコミュニケーションの立場から捉え 0～Ⅳの 5 段階に分類した。Bateson の学習理論では学習した内容でなく学習のプロセスを問題にしているため、高尚なことを学んでもそこに留まれば限りなく学習 0 となる。中学であれ高校・大学であれ、講義形式の授業は学習Ⅰとなる。それに対して小学校の授業は知的好奇心の重視や合意形成を目指し

て、多様な教材やグループ学習・調べ学習などの授業形式を用いることが多く学習Ⅱが中心となる。特別支援学校やNPO法人立学校では、意味や価値を重視し主体の変容を目指すことが多く学習Ⅲの傾向が強い(成田,2016)。

一方、既成の様々な教育理論を大きな枠組みで分類する試みの一つにMillerの3層包括論(Miller,1988)がある。J.P.Millerは、原子論、プラグマティズム、実存主義や現象学という3つの思想的立場から、教育理論をトランスミッション(伝達)、トランスアクション(交流)、トランスフォーメーション(変容)の3つの型に大別した。3つの型はBatesonの学習Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの概念とそれぞれ共通する部分が多いと考えられる(吉田,1999)。Millerの視点のユニークさは、一つの立揚を選べば他の立場をとれない排他的な選択の関係として三つの立場を考えず、一つの立場が他の立場を内部に含み入れていく包含関係にあると見る点にある(Miller,1988)。トランスアクション(交流)は問題解決の過程で基本的知識の保持を目的としたトランスミッション(伝達)を利用しやすい形に整え、さらにトランスフォーメーション(変容)は俯瞰する視野を保つことで認知的な志向の強いトランスアクション(交流)の特性をより生かすことができると考えている。

2.2 学びの3層構造についての理論的考察

全体性といってもなかなかイメージすることが難しい。そこで本稿では、学びの全体性を前述したBatesonやMillerの3層構造で考えることにする。学びの質の違いを3つの層構造からなると仮定することで、層と層との関係を取り上げることが可能になる。つまり学びが習熟する過程とは下位の層とは独立して上位の層が付け加わることなのか、あるいはMillerが言うように下位の層に上位の層が重なり上位の層が下位の層を調整するといった包含する関係で進行するかを検証できることになる。

Batesonの学習理論は数理論理学を背景にし、Millerの3層包括的論は教育諸理論の分類といった理論的考察から出発しており、いずれも現場の実践的な研究から出発したわけではない。また具体的な学習場面に対応する詳細な記述があるわけでもない。したがって妥当性のある調査項目を作成するためにも、理論的考察が不可欠である。そこで3つの層を各々学び1、2、3と名付け、心理学的立場の違いを念頭に置きながら、動機、学習方略、評価・見方の3の観点から整理することを試みた。学び1、2、3はBatesonの学習Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに、またMillerの伝達、交流、変容にそれぞれ対応させた内容となっている。

(1) 学び1

Batesonの学習Ⅰ、Millerの伝達に対応する内容。単語を文法に従って使う、計算式に従って数値計算するなど、既成の文脈の“枠”の中に、学んだ言葉や技を整理して入れることで知識や行動パターンを増やす学習過程。

主な心理学的背景 行動主義心理学

動機 テストで高得点をとる、ほめられる、仲間から一目置かれるなど外発的動機づけが中心となる。

学習方略 目標を明確にして集中する、暗記する、単純反復練習、決まった時間勉強する、分からないことを友達や先生に聞くなど、浅い処理の学習方略をとる。

評価・見方 正解と一致するかどうか、外に現れた行為やテストの点数で評価など、客観を重視する。

(2) 学び2

この学習はBatesonの学習Ⅱ、Millerの交流に相応する内容である。学び2は自らの言葉で関連づけ意味づけする過程である。知識を自由に使えるようにするため、文脈の“枠”に入れた知識と知識を自分の言葉で積極的に関係づけ、さらに主観的な評価を加え強化する段階である。場面ごとに会話の内容を使い分けられる、複数の解法から最適な解法を選択し解く、習慣や性格の形成などの学習過程。

主な心理学的背景 認知(発達)心理学

動機 分かることが面白い、知力を鍛える、将来の自分に役立つなど内発的動機づけが中心となる。

学習方略 比べることや理解すること、使いやすくまとめる、手続きの流れを型としてまねる、段取りを立て計画的に実行する、分からないことを自分で調べるなど、学び1の浅い処理の学習方略に対し深い処理の学習方略をとる。

評価・見方 主観による主観の客観化が問題となり、肯定的な評価や見方が取れる生徒は、客観的な課題に対し能力や運に思えたことを努力の領域に帰属させることで積極的に対処する。しかし、結果に対して否定的な見方を取る生徒は、客観を主観にとって都合よく解釈し自分の現状を肯定しようとする。都合のよい解釈が一度できてしまうと自律的にそれを強化する方向に向かう傾向があり、修正することはなかなか難しくなる。

(3) 学び3

Batesonの学習Ⅲ、Millerの変容に相当する。確立し

た自己を一度否定することから始まる点が学び 2 とは異なる。以前の自己を根本から問い返しアイデンティティを再確立する場面、一度獲得した言葉をさらに国や文化の違いを考慮しながら使い分けできることなどがあげられる。これまで作り上げてきた文脈の“枠”だけでなく、習慣や性格も一度白紙化して原点から自己を作り直すなど、目的論的に自己を再構築する学習である。

主な心理学的背景　現象学的心理学

動機　ここに立ち止まれないといった強い危機感を背景にしながら、自己実現や普遍的な価値との一体化、さらにアイデンティティへの渇望などの達成動機づけ(何者かになる)が中心となる。

学習方略　先達の人格や作品、自己の真の姿と深く関わることで立ち現れる出会いや対話、気づき、自覚など。今の自分にはできないことを前提とし、それでも向き合うことで浮き上がってくる多層的な世界と自己との間主観的対話。

現状に立ち止まるなら自分は存在できないといった究極の場面や悟り、突然の啓示など学び 3 に該当するが再現できないものは今回の考察にはいれない。

評価・見方　できないことを積極的に評価できるか、できないかでその後の方向性が大きく異なる。できないことを積極的に意味づけできるなら、これまで作り上げてきた自己を一度白紙に戻してでもできる方法を見つけたいと試行錯誤を続けることができる。すると、以前は見えなかった多面的な関係に気づき自己の拡張やアイデンティティの再確立に向かうことも可能になる。一方、できないことを放置したままなら停滞が、拒否するなら虚偽や隠蔽、やけっぱちになるなど結局アイデンティティの拡散に至る。

2.3　調査項目の作成

上記の理論的考察に従い、学び 1〜3 について調査項目の作成に取り掛かった[1)]。学びの全体性を問題にする観点から、生徒の一日の行動を学校だけでなく家庭にも広げて考え、できるだけ広い視点に立って学習行為を拾い上げることにした。まず授業形式として一斉授業だけでなくグループ学習の場面も想定した。また、自主・家庭学習や定期テスト、学習の習慣づけなど授業以外の場面も考慮した。教科による違いが予想されたので、英数国を担当する 3 人の講師に調査紙を見てもらい教科に偏らない方略だけを選択した。

以上のような過程を経て質問紙 SANZO を作成した。学び 1 を“増”、学び 2 を“蔵”、学び 3 を“造”という 3 つの漢字に対応づけることで生徒が層ごとの質の違いを把握しやすいよう工夫した。学びの質の違いごとに学習方略をそれぞれ 20 項目ずつ合計 60 項目の具体的な内容に落とし込んだ質問紙 SANZO を作成した[2)]。それをもとに生徒が「(1) 全くできていない」「(2) できている場合が少ない」「(3) できている場合が多い」「(4) よくできている」の 4 件法を自己評価する形にした。

2.4 基本の学習方略の選択

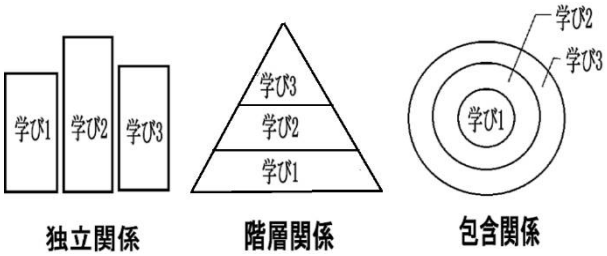
“ノートをとる”“まとめる”“繰り返す”の 3 方略を、以下の①〜③の基準から基本の学習方略に選んだ。

① 中学生でも高 3・予備校生でも共通してよく使う学習方略であること
② 文字資料として検討できるもの
③ 筆者の経験から個人のばらつきが大きいと感じている方略であること

学年が上がるごとに集団における習熟の差は広がると考えられるため、習熟の程度で影響が受けやすい方略の選択として特に③を重視した。

2.5 本研究の枠組み

理論的考察から学びの全体性を学び 1 〜3 の 3 層構造と仮定したが、それは実際の学習をどこまで反映しているのだろうか？また、学び 1〜3 は層構造をしていると考えたが、独立した 3 つの要素の集まりといった独立した関係ではないのか？さらに、層構造としても下層の変化は上層に影響するが、上層の変化は下層に影響しない階層関係にあるのか、それとも上層の変化も下層に影響する包含関係なのか？ 経験を多く反映させている場合を習熟段階、そうでないものを初期段階とし、習熟段階は学習の全体性をより反映した状



1) 中学生では自己の再構築や多相関の関係への気づきなど学び 3 そのものは発達的に難しいと考え、できないことと向き合いそれを乗り越えようという姿勢があれば条件づきで学び 3 とした。

2) SANZO の項目の前の数字例えば 1⑨なら、学び 1 の⑨番目の項目を表す。

態という立場から考える（Alexander, P. A., Graham, S., & Harris, K. R. ,1998）。まず 2.4 で選択した“ノートをとる”“まとめる”“繰り返す”といった基本の学習方略について、初期段階と習熟段階に注目する。次に学びの 3 層構造を仮定することで、初期段階と習熟段階における学びの質の変化を十分に捉えることができるか否かで理論の有効性を検討する。さらに仮定した 3 層が独立関係にあるのか、階層関係にあるのか、あるいは包含関係にあるのか、いずれかを判定するのが本稿の目的である。

まず研究 I では 2.3 で触れた SANZO の全 60 項目の中から基本の学習方略に関係する重要項目をそれぞれ 1 つずつ選び、中学生と高 3・予備校生の項目間の相関係数を比較する。中学生のデータを初期段階、高 3・予備校生のデータを習熟段階として、習熟の進行により方略に関する意識づけが 3 層構造全体に広がることを確認する。

研究 II では基本の学習方略が、実際の場面でどのように使われるかを生徒のノートや作文を材料に検証する。ここでは歴年齢より経験の差を中心に考え、学年が同じでも経験を多く反映させている状態を習熟段階、そうでないものを初期段階として扱う。3 層構造の上層の学びが行使されると、包含関係すなわち下層の学びが利用しやすい形に整理され生かされていく過程を確認していく。

3. 研 究 I

3.1 目 的

本研究では“ノートをとる”“まとめる”“繰り返す”という 3 つの基本の方略について、習熟に伴う意識づけの変化を調査紙 SANZO のデータから検証する。“ノートを取る”方略については「学び 1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている」“まとめる”方略については「学び 2⑧なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている」さらに“繰り返す”方略は「学び 3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない」をそれぞれに対応する重点項目として選び、残り 59 項目との相関係数を中学生と高 3・予備校生それぞれについて計算する。ここでは、前者を初期段階、後者を習熟段階と考えることとする。

習熟の進行により方略に関する意識づけが 3 層構造全体に広がることを、相関係数が高い項目が層を超えて現れるかどうかで確認する。さらに、3 つの層が層構造にあるのか独立した関係にあるのかを、習熟段階に初期段階で相関係数が高かった項目が一貫して内包されるか否かで判断することにする。

3.2 方 法

調査対象・時期 学習の初期段階として中学生を、習熟段階として高 3・予備校生を選択し調査をおこなった。中学生は進学を重視した福島県の中高一貫私立中学 1 年～3 年（12 歳～15 歳）を対象とし平成 26 年～28 年にそれぞれ 7 月と 12 月の年 2 回、質問紙による調査を行った。

高 3・予備校生（17 歳～30 歳）については平成 24 年～28 年に筆者が直接教えてきた塾や予備校の生徒を対象とした。全員が大学受験を学習の目的とし、中学生とは全く異なる集団に属する。データ数は外れ値や欠損値を除き中学生が合計 401 件(男 233 名分　女 168 名分)、高３・予備校生が 101 件(男 70 名分　女 31 名分)である。

調査内容 学びの質を学び 1～3 の 3 つのレベルに分け、それぞれ 20 項目ずつ、合計 60 項目の具体的な学習方略に落とし込んだ質問紙 SANZO を作成した(2.3)。それをもとに 4 件法で自己評価する形で調査を実施した。

重要項目の決定 基本的な学習方略に対応する項目を、SANZO の 60 項目の中から 重点項目として選んだ。“ノートを取る”については学び 1 のレベルから「学び 1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている」、“まとめる”については学び 2 のレベルから「学び 2⑧なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている」さらに“繰り返す”は学び 3 のレベルから「学び 3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない」をそれぞれ選択した。

3.3 結果と考察

3 つの重点項目を基準に、60 項目すべてについて高 3・予備校生と中学生全体、さらに縦断的に中学 1 年、2 年、3 年時のデータとの相関係数を求めた。表 1 に「1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている」と 60 項目との相関係数の結果を示す。

多くの項目と弱い相関を示す. 20 以上の相関が見られる。これは他の重点項目についても同様である。そこで、違いを際立たせるため相関の強さが中程度の以上すなわち相関係数が. 40 以上の項目を選び出し、学びのレベルごとに中学生(全体)と高 3・予備校生別にまとめ表 2 に示した。以下では、表 2 のデータをもとに考察を進める。

表 1 1⑨との項目間相関係数

	高校3・予備校	中学 全体	中学 1年	中学 2年	中学 3年
1①授業に集中できている	.21*	.24**	.25**	.10	.23*
1②音読を正確にすることができている	.26*	.28**	.24**	.35**	.50**
1③先生の話を正確に聞くことができている	.22*	.22**	.19*	.26**	.25*
1④板書をノートに書こうとしている	.27**	.29**	.21**	.20*	.46**
1⑤最初から最後まで授業に集中できている	.21*	.24**	.15*	.16*	.32**
1⑥他人の話を集中して聞くことができる	.22*	.16**	.19*	.11	.25*
1⑦他人の話を最後まで聞くことができる	.27**	.13**	.15	.18*	.30**
1⑧他人の話を正確に聞こうとしている	.30**	.16**	.20**	.02	.28**
1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1⑩ノートの文字を丁寧に書いている	.73**	.67**	.72**	.66**	.79**
1⑪黒板の内容を最後まで正確に書けている	.42**	.37**	.44**	.29**	.46**
1⑫宿題を忘れずにやることができている	.30**	.18**	.21**	−.02	.25*
1⑬家庭学習を毎日２時間以上できている	.20*	.15**	.08	.15	.12
1⑭学んだ知識を使おうとしている	.35**	.12*	.13	.08	.18
1⑮与えられた課題を確実にこなしている	.27**	.20**	.20*	.17*	.22*
1⑯授業の解答を見本に真似をして覚えようとしている	.40**	.28**	.19*	.26**	.27**
1⑰5分前行動ができる	.13	.19**	.03	.24**	.32**
1⑱忘物をしなくなっている	.19	.34**	.25**	.28**	.39**
1⑲道具やノートを使いやすいように整理している	.53**	.42**	.44**	.42**	.39**
1⑳上達には反復練習が必要だと知っている	.38**	.12*	.06	.08	.33**
2①テストの成績に成果が見られる	.20*	.07	.07	.09	.22*
2②繰り返しノートを見直している	.49**	.26**	.14	.33**	.25*
2③問題練習やテストの間違いをノートに書き込んでいる	.36**	.15**	.08	.27**	.13
2④間違いの原因を模範解答と比較して見つけられる	.13	.20**	.16*	.11	.34**
2⑤自分に都合の悪いことも聞き入れようとしている	.27**	.14**	.17*	.15	.23*
2⑥成長には都合の悪いこともよく聞く態度が必要と知って	.26**	.23**	.26**	.20*	.21*
2⑦こうだからこうなると筋道を大切にしてノートを書ける	.48**	.36**	.35**	.41**	.40**
2⑧なぜそうなるのか根拠を理解して文章を読み取れている	.22*	.14**	.13	.08	.19
2⑨知識の定着を上げるため、反復練習をすることができる	.32**	.13*	.03	.05	.29**
2⑩辞書や参考書の上手な使い方・調べ方を知っている	.40**	.19**	.12	.19*	.39**
2⑪テストで相手にわかりやすく筋道を立てた解答を書ける	.30**	.14**	.19*	.13	.20
2⑫テストで同じ間違いを繰り返さなくなっている	.09	.14**	.09	.09	.13
2⑬わかる・知っている・知らないを区別して学習している	.28**	.08	.05	.11	.18
2⑭知らないことを調べるだけでなく書いて記録している	.23*	.19**	.19*	.16	.15
2⑮納得できない、わからないことを自分で整理しようとし	.25**	.14**	.25**	.13	.10
2⑯なぜそうなるのかの根拠を上げて文章をまとめられる	.18	.11*	.14	.07	.18
2⑰相手の話を理解しながら、話し合うことができる	.29**	.19**	.16*	.20*	.22*
2⑱努力した事柄と結果を関連付けて評価できる	.18	.14**	.21**	.14	.24*
2⑲努力と結果の関連を話して説明できる	.09	.09	.17*	.13	.18
2⑳努力と結果の関連を文章で説明できる	.19	.12*	.21**	.16	.10
3①「将来の職業」か「希望大学」を決めている	.11	−.01	.10	−.11	−.08
3②自分の適性や学力レベルを理解している	−.04	.11*	.31**	.03	.02
3③現実味のある学習計画を組み立てている	.17	.15**	.05	.21*	.19
3④自分の方法に自信をもっている	.04	.08	.15	.08	.08
3⑤間違いを認め相手の意見を受け入れられる	.24*	.15**	.05	.09	.22*
3⑥不安や迷いを自分の判断で解決しようとする	.05	.14**	.24**	.15	.13
3⑦予想点数と実際の点数がほぼ一致する	.14	.12*	.02	.09	.36**
3⑧必要に応じて教材探しや先生に質問をする	.15	.19**	.14	.22**	.34**
3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない	.25**	.07	.05	−.03	.15
3⑩解決できない場合、他の手段を探そうとする	.07	.23**	.31**	.05	.30**
3⑪ものごとの優先順位をつけて努力できる	.19	.08	.04	.09	.11
3⑫必要なら新しい習慣を自分で身につける	.15	.12*	.21**	.08	.06
3⑬採点者の意図を考えて答えを工夫している	.09	.09	.17*	.14	.13
3⑭自分が間違えるパターンを発見・整理している	.00	.14**	.16*	.09	.17
3⑮自分の力を出し切るための工夫を考えている	.17	.12*	.27**	−.04	.14
3⑯試験の失敗の原因をみつけ、次に生かしている	−.11	.11*	.26**	−.01	.13
3⑰応用力を高めるために自分で知識を整理している	.20*	.14**	.17*	.11	.21*
3⑱他に応用できる「考え方」を自ら作ろうとする	.14	.07	.17*	.04	−.06
3⑲相手を説得できるような反論を考えられる	.02	.11*	.17*	.15	.14
3⑳状況で自分と相手のどちらが変わるべきか考えられる	.16	.17**	.17*	.18*	.15

**. 相関係数は 1% 水準で有意 (両側)
*. 相関係数は 5% 水準で有意 (両側)

は相関係数が. 40
は相関係数が. 50
は相関係数が. 60～以上

表 2 重点項目と相関係数が. 40 以上の項目

重点項目	学びのレベル	相関係数が. 40以上の項目 中学生（全体）	高３・予備校生
1⑨ ノートを見やすくバランスよく書いている	学び1	1⑩** 1⑲	1⑩*** 1⑪ 1⑯ 1⑲*
	学び2		2② 2⑦ 2⑩
	学び3		
2⑧ なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている	学び1		1③
	学び2	2⑦ 2⑯ 2⑰	2①* 2④ 2⑦ 2⑪* 2⑫ 2⑬ 2⑯* 2⑱ 2⑲ 2⑳
	学び3		3⑰* 3⑱ 3⑲
3⑨ 上達のための反復練習に努力を惜しまない	学び1		
	学び2	2⑨*	2⑨ 2⑮ 2⑱
	学び3		3⑰

は.40～.49 *は.50～.59 **は.60～.69 ***は.70以上

「1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている」（中学生（全体）と高３・予備校生との比較）

まず中学生の場合、同じ学び 1 内の「1⑩丁寧に文字を書く」や「1⑲道具を使いやすく整理する」など作業的内容と中程度の相関が見られる。つぎに高３・予備校生では学び 1 の中学生と同じ項目 1⑩、1⑲を含みながらそれ以外にも、「1⑪黒板の内容を正確に書く」さらに学び１の「1⑯解答を真似する」、「2②繰り返しノートを見る」など内容を正確に受け取ろうとする態度や「2⑦筋道を大切にしてノートを書く」「2⑩上手な調べ方を知っている」など、関連づけや知識の効率的な獲得との項目間で中程度の相関が見られる。「ノートをバランスよく書く」という方略は中学(全体)では学び１の範疇にある項目とだけ中程度の相関が見られるが、高３・予備校生では学び１の内容だけでなく、レベルを超えて学び２の関連づけや構造化などを問題にした学習でも意識づけされることがうかがえる。

表１を見ると、中学生と高３・予備校生で比較するだけでなく、中学生の中でも１年、2 年、3 年と学年が上がるごとに、相関係数が高い項目が学び１から学び２のレベルに広がっていることがわかる。

「2⑧なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている」（中学生（全体）と高３・予備校生との比較）

中学生では「2⑦筋道を大切にしてノートを書く」、「2⑯根拠を上げて文章をまとめる」など文字や図を使い関連づけることと「2⑰理解しながら話し合える」といったコミュニケーション能力との間に中程度の相関が見られる。一方高 3・予備校生では 2⑰を除いて、中学生と同じ項目 2⑦、2⑯を内包しながら、「2① 成績に成果が見られる」「2⑫間違いを繰り返さなくなる」「2⑱ 2⑲ 2⑳努力と結果を関連づける」など評価と対策の向上、さらに、「2⑬わかる…を区別して学習」や「3⑰ 3⑱自ら応用力を高める」など関連づけの深まりといったことでも認識されている。さらに「1③先生の話を正確に聞ける」との相関から単に知識を正確に受け取るだけではない授業活用法がうかがえる。また、学びのレベルを超えて広がる傾向は、1⑨の場合と同様に中 1、中 2、中 3 と中学で学年が上がるごとに強まることが確認できた。

「3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない」（中学生（全体）と高３・予備校生との比較）

中学生の場合、「2⑨知識を定着させるための反復練習」と中程度の相関が見られるだけで、学び１や学び 3 レベルの項目との相関は見られない。“繰り返す”は、ほとんどの生徒にとって知識定着のための方略とだけ意識づけされている。しかしながら高３・予備校生では他の重要項目と同様に「2⑨知識を定着させる」を組み込みながら、さらに「2⑮わからないことを自分で整理する」「3⑰応用力を高めるために知識を整理する」など積極的な関連づけや「2⑱努力と結果を評

価する」といった評価の改善のための手段としても“繰り返し”方略を認識していることがうかがえる。こうした学びのレベルを超えての広がりは、1⑨、2⑧の場合と同じように中学の学年が上がるごとに強まることも確認できた。

以上のことから、高3・予備校生にとって“ノートをとる”“まとめる”“繰り返す”といった方略は、中学生の作業的な内容を含みながらも、より幅広い手段との関連づけ、細部にわたる構造化、評価の改善のための方略としても積極的に意識づけしている姿が浮かび上がってくる。学びの全体性を3層構造と仮定することで、習熟の進行による学びの質的広がりを確認できた。さらに、習熟段階は初期段階の相関係数の高い項目を一貫して内包しているので、3つの層は独立した関係にあるのではなく、層構造をつくることがうかがえる。

4. 研 究 Ⅱ

4.1 目 的

“ノートをとる”“まとめる”“繰り返す”といった基本の方略は、実際の学習場面でどのように使われ、習熟によりどんな表現の違いとなって現れるのだろうか。本研究では“ノートをとる”は実際の「授業ノート」“まとめる”は定期テストのための「まとめノート」“繰り返す”は「受験の回想文」を題材に研究Ⅰの項目と対応づけながら分析をおこなう。3層構造の上層の学びがなされたとき、下層の学びがどのように組み込まれ生かされるのか包含される過程を確認していく。ここでは歴年齢より経験の差を中心に考え、学年が同じでも経験を多く反映させている状態を習熟段階、そうでないものを初期段階として扱う。

4.2 方 法

調査対象 ノートや作文には当時の書いた本人の思考過程が残っていることが多く、丁寧に読み解けばある程度再現が可能である。筆者の家では長男と長女の小学生から大学受験にいたるノートや作文を保管していたためこれを用いた。長男は平成3年6月、長女は平成6年12月生まれで、いずれも公立中学と県立高校を卒業後、大学へ進学している。

調査内容 研究Ⅰで取り上げた重要項目との相関を参考に、筆者の長男や長女の中学時代の授業ノートや定期テストためのまとめノート、受験の回想文を検討する。研究1で重要項目に挙げた「1⑨ノートを見やすくバランスよく書いている」は中学時代の「授業ノート」から考察を加える。研究Ⅰで文字や図を使った関連づけや整理項目との相関が高かった「2⑧なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている」は定期テストのために自主的にまとめた「まとめノート」を分析の対象とした。さらに、「3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない」は長男が大学受験を振り返った「回想文」から検証を進める。

4.3 結果と考察

「授業ノート」の検証 長男の中学1年5月と中学2年9月の数学授業ノートをそれぞれ図1と図2に示す。中学1年5月のノートを見ると、すき間を嫌うように多様な色を使い埋め尽くそうとしている。よく見ると見出しは黄、例題は白地、練習問題は茶で塗りつぶし、小見出しは赤、内容は青で囲み、小問の番号は青の○囲みというように内容ごとに様々な色を使いわけている。一方、例題や練習問題の番号が上下でずれているが、それは気にしていないようだ。こうした特徴をもつノートを『枠づけ・色分けノート』ということにする。表1を見ると中学1年では「ノートをバランスよく書く」は「1⑪黒板の内容を最後まで正確に書ける」との相関係数が比較的高い。自分の好みを優先しノートを色別しているわけでないと想像できる。中学に入学直後で授業内容がよくわからず、知識と知識につながりをつけることができないため、内容に重みを付けない枠や色で隙間なく分類したのが『枠づけ・色分けノート』と考えられる。

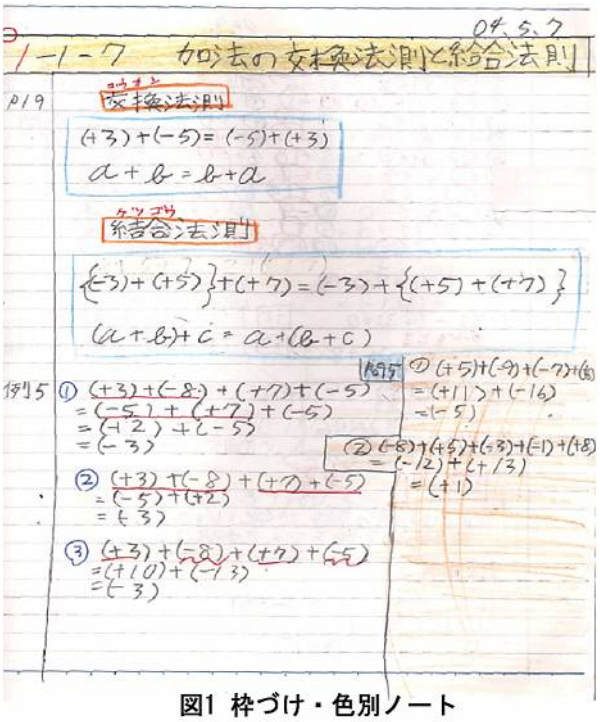


図1 枠づけ・色別ノート

数学授業ノート（中学1年5月 長男）

中学2年9月のノートを見ると、“ノートをとる”方略の習熟段階を示していると考えられる。

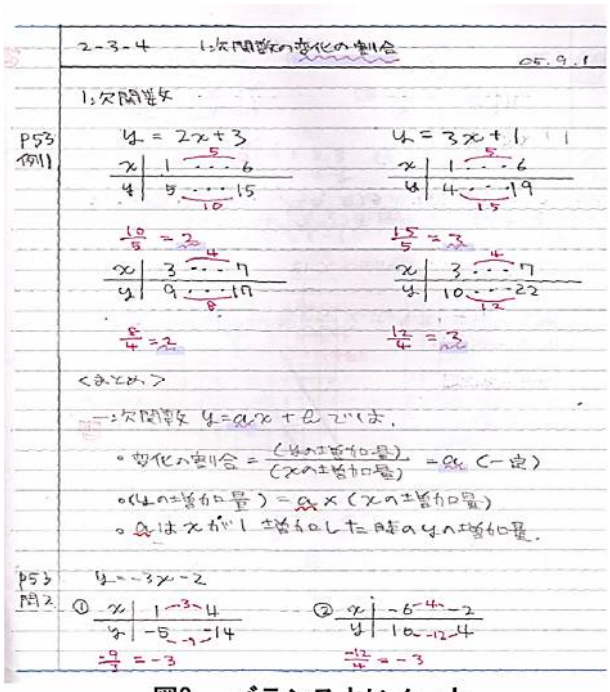


図2　バランスよいノート
数学授業ノート（中学2年9月　長男）

すき間を多くとり、数字や文字を上下左右でバランスよく書いている。数字は黒、同じ関係を示すものは赤というように色を使い分け、一見して内容が把握できる構成になっている（項目 2⑦）。＜まとめ＞の下にある演習問題の解答は授業板書のやり方と同じ書き方、色使いで書き、授業の考え方を真似する意図がうかがえる（項目 1⑯）。さらに橙の波線（網をつけて強調）はノートを繰り返し見て、この分野の共通項目を確認するため後からつけたものと考えられる（項目 2②）。このノートからは、教師の伝えることを型として受けとめ、筋道をつけて書き、関連づけて理解し、まねて演習を繰り返すという数学の授業を理解するときの連続した手続きの流れが明確な方針となって伝わってくる。

まとめノートの検証　中学 2 年のときの長女の理科まとめノートを図 3 に、同じ分野の長男のまとめノートを図 4 に示す。これは授業ノートのように板書を写し取るものと違い、定期テスト対策として自主的にまとめたものである。先に長女のノートを上の図から順に見ていくと磁石による磁界を赤で、電流による磁界を青で、その下に力の向きを青で表す図があり、最後にフレミングの左手で電流を赤、磁界を緑、力を青で示している。左手と上の図では電・磁・力の色使いがばらばらで統一性がなく、両者を関連づけて理解しようという意志は感じられない。また、見直しで書き込んだキャラにも再び左手が登場するが覚えるための注意で終わっている。このノートはまとめること自身が目的で、資料集の図をそのまま書き写し、気づいたことを書き込みしてまとめたものと考えられる。

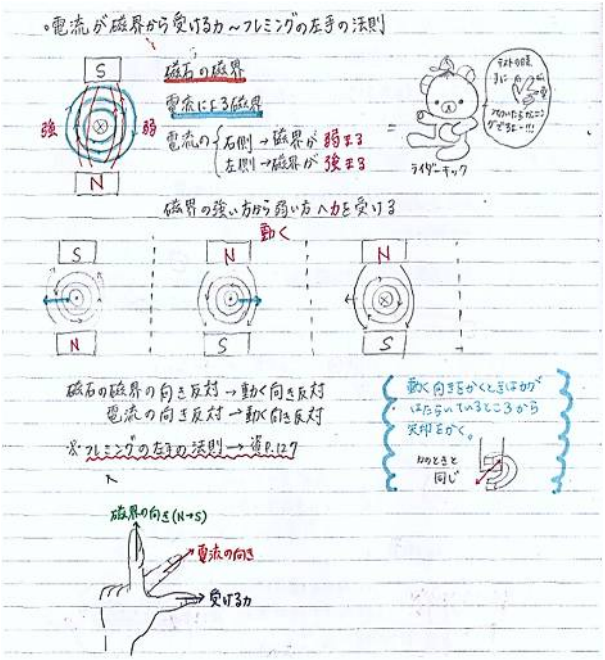


図3　壁新聞型まとめノート
電磁気分野（中学2年　長女）

長男のまとめノート（図 4）をみると、左に電流と磁界、力の関係を書いた図、右にフレミングの左手を書き電・磁・力をそれぞれ赤・青・緑の統一した色で

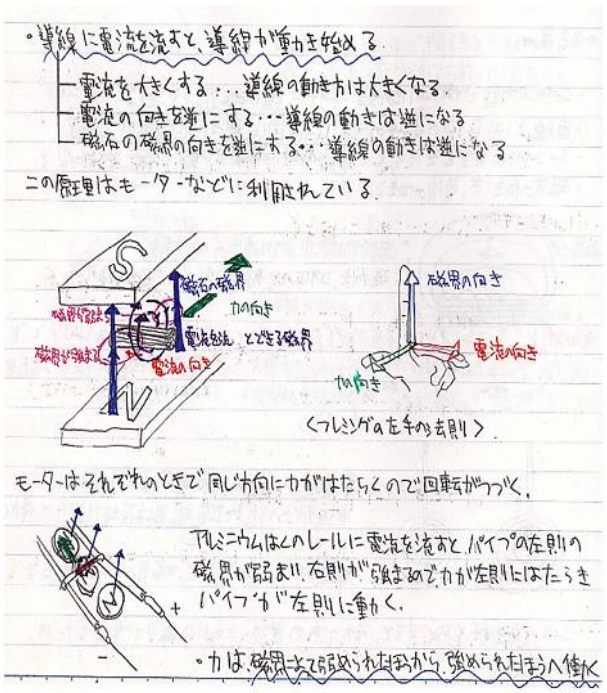


図4　予見・対策型まとめノート
電磁気分野（中学2年　長男）

示すことで、両者の関係が一見して分かる配慮がなされている。これは下のリニアモータの原理を書いた図でも一貫している。また、図で表されなかったことは箇条書きにし、忘れそうな部分には波線を引くなど、問題を解くことを前提にした整理の特徴が顕著に見られる。

経験を生かす視点から考えると、長女のノートは“まとめる”の初期段階、長男のノートは習熟段階と考えられる。長女は関連した知識や気づいたことを同じ場所に書く形でまとめているが(項目 2⑯)、迷いなく答えるには根拠を押さえ一貫性を持たせることが必要なことや、自分の知識の誤りを事前に修正することへの配慮はない。まとめノートは覚えるための知識をまとめただけで終わっている。実際この時期の長女はテストで同じ間違いを何度も繰り返し、失敗や誤った経験を活かすことはできないでいた。

長男のノートの特徴は理解を深めるために知識と知識を自ら関連づけて整理する(項目 2⑬、2⑮、2⑯、3⑰)だけでなく、テストで正解率を上げるために事前に様々な問を予見し、それに迷いなく答えるための準備としてまとめノート作りをしている点にある。実際にテスト対策として何冊かの問題集を解き、発見した間違いから自らの知識の穴を埋め、修正し、本番では同じ間違いを繰り返さない意図をもってまとめている(項目 2⑫、1⑯)。

回想文の検証 問題や原因が分かれば、対処法を考えることはある意味容易である(2⑮、2⑱)。しかし、問題や原因が分からないまま状況だけが悪化する場合、解決は困難を極めることになる。長男が大学受験の際全国模試で結果が出ず、その後どのように自分を立て直したのか高校 3 年 11 月期を振り返った回想文を以下に紹介する。

大学受験を振り返った回想文

(大学 1 年　6 月　　長男)

「なんといっても○○大模試です。なまじ夏の駿台の○○大実践模試では B 判を取っていましたし、そこから 3 カ月ほど過去問の演習を進めてきた、という自負もありました。受験勉強を開始した当初は、秋の大きな 3 つの模試(代ゼミ、駿台、河合)のうちのどれか一つででもB判定が出れば御の字だろうなどと考えていたのですが、目標は大幅に上方修正され、3 つ A 判定をそろえよう(こんなとんでもない目標を立てられるのも地方在住による無知によるものです)なんてものになっていました。結果からいうと、駿台、河合は散々なものでした。どこか、これだけ過去問を解き重ねてきたのだから解けて当然(これも今から思い返してみるととんでもない思い上がりです)といった気持ちがあったために、いざ問題が解けないと焦りが生じ、さらにその焦りが問題を解くのを妨げるという悪循環に陥りました。また、もうひとつ自分のウィークポイントが明らかになりました。(粗削りな発展の部分はともかくとして)知識として定着していてしかるべき基礎の部分が、塗りつぶしきれないまま大きな穴として残っていたのです。幸いなことに、代ゼミの○○大プレまでには時間がありました。この間にするべきことはもちろん、基礎の洗い直しです。この時期は受験期の中でも一番つらかったです。努力してきたはずなのに結果が出ず、それまでのすべてを否定された気になりました。かといって無気力になるわけにもいかず、それまでの自分の尻拭いをしなくてはならないのです。モチベーションが上がるわけがありません。こうして、難しい精神状態の中で○○大プレを受けることになりました。

結果から言うと、この精神状況がプラスに働きました。駿台と河合での失敗の原因となった過剰な自信が吹き飛び、問題に対して謙虚な気持ちで臨むことができたのです。そのため解けなくても当然だと焦ることもなくなりました。思い返してみると、この河合・駿台と代ゼミの間の 2 週間というのは僕の受験の中でも大きなポイントだったと思います。先の模試で結果が出なかった原因はどこにあるのかということを分析・反省し、適切な対処法を施し、そして後の模試での結果に結び付けることが出来たからです。この 2 週間により、僕は自分の強みが、失敗を反省してそれを改善する能力にあることを自覚しました」

学び 3 は努力しているのに結果が出ず、原因がどこにあるかわからない状況を前提にする。何ができるか先が見えないのに、それでも進まなければ自分の未来が見えてこないところに本人は立たされる。この場面で長男がとった行為は、自分のプライドを捨てて過去の失敗した模試を繰り返し解き、受験当時の自己を追体験して失敗の原因がどこかに隠れていないか探ることである。“繰り返す”中で、傲慢さが答案を丁寧に解くといった基本をないがしろにし、少しのつまず

きがより多くの混乱を生み出す原因であったことに気づく。さらに謙虚さが、隠れて見えない原因に気づく方略として重要であることを理解することになる。

5. 学習方略から見た習熟過程

ここでは研究Ⅰと研究Ⅱの結果を踏まえ方略に対する習熟の進行と包含する過程について再度考察を加える。

5.1 “ノートをとる”の習熟過程

研究Ⅰの重点項目「ノートをバランスよく書く」の初期段階は、丁寧に書くや元の場所に置くなど空間的な整えが意識づけの中心にあった。習熟するとそれに留まらず関連づけや構造化する認識とも関係した。

研究Ⅱで取り上げた実際の授業ノートでは初期段階と習熟段階を「枠づけ・色分けノート」と「バランスよいノート」の比較で考えた。前者は講義の内容が未消化で比較や理解する以前の段階にあり、知識と知識を並列に整理・分類したときの表現の1つと捉えた。後者は理解するだけにとどまらず、自分が使いこなせるように手順を真似ることに集中し、理解➔解法の仕方の模倣➔確認➔演習といった一連の手続きを連続した流れとして再現したものと考えた。知識をつながりの無い並列的な分類から、実際の場面で自分が使うことを意図しながら手続きの流れの中に組み込む授業ノートに変化している。ここには、分類された知識(学び1)を包含しながら、どの順番でどう使うかという一段上の処理(学び2)がなされていることがうかがえる。

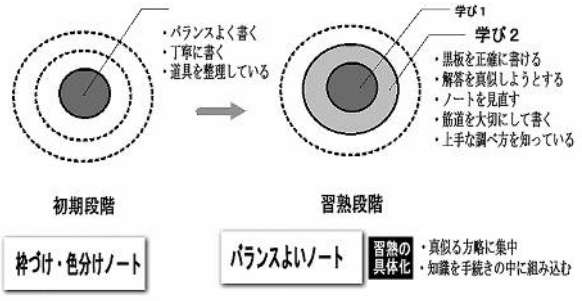


図5 授業ノートの習熟過程

5.2. “まとめる”の習熟過程

研究Ⅰの重点項目「2⑧なぜそうなるか根拠を理解して文章が読み取れている」では文字や図を使った関連づけへの段階から、習熟することでさらに評価と対策の向上にも関心が集まることを確認した。

研究Ⅱでは 定期テストのためのまとめノートを取り上げ初期段階の「壁新聞型まとめノート」と習熟段階の「予見・対策型まとめノート」を比較検討した。「壁新聞型まとめノート」では関連した知識や気づいた事柄を同じ場所にきれいにまとめて書くことに意識が向いているが、細かな点まで関係づけようとする積極的な意図を感じ取ることができない。また、予見される課題にどう対処するかという視点が見られない。一方、「予見・対策型まとめノート」では知識と知識を自分の言葉や概念で細部にわたりつなぎ合わせ構造化している。さらに正解率を上げるため先を読んで問題を予想し対策を立て、演習を重ねて実際の場面で迷いなく答えることまで想定したノート作りをしている。未知の課題や先の見えない未来といった白地図を、これまでの経験や知識(学び1)を自分の言葉で法則化しそれを延長し書き上げようとしている(学び2，3)。ここでも習熟化により上位の学びが下位の学びを包含し、それをより生かす構造ができていると考えたい。

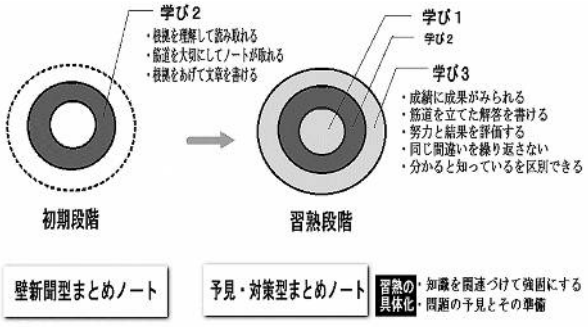


図6 まとめノートの習熟過程

5.3 “繰り返す“の習熟過程

研究Ⅰ「3⑨上達のための反復練習に努力を惜しまない」は初期段階では、「知識の定着」のための作業といった意識づけしかなかった。しかし習熟すると関連づけの強化や評価の改善でも認識さている[3)]。“繰り返す”ことで習慣化し、難しかったことが簡単にできるようになるだけではなく、抽象化が進みより広い視野から問題を考えられるようなるためと想像できる。

受験のように自分の将来が左右される状況で、できないことを受け入れながらそれでも先に進みたいという強い目的志向があるとき、条件付きでない学び3[1)]が現れることがある。研究Ⅱでとりあげた大学受験の回想文では、自分はできるという思いを否定しなが

3) 習熟段階で学び1の1⑳「反復練習が必要」との相関も.37と比較的高い。

ら失敗した自己との対話を“繰り返す”ことで、これまで見えてこなかった本当の原因が浮かび上がってきた。“繰り返す”ことで出来て当然(学び2)という自分の傲慢が失敗の原因であることに気がつき(学び3)、基本を大事にしながら(学び1)から自分を再確立しようとしている(学び3)。このように“繰り返す”という作業は上位の学びから包含している低い学びを俯瞰して、より広い視野に立った原因の探究や自己の再確立にも利用されている。

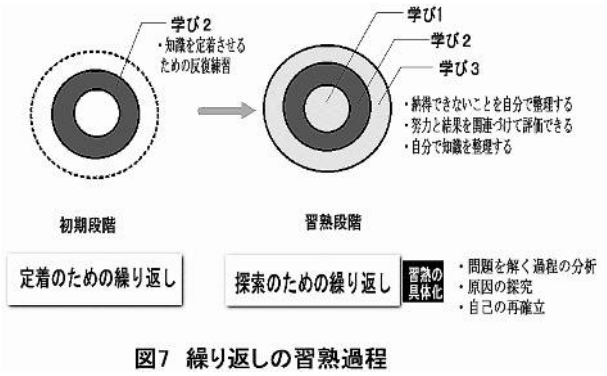


図7 繰り返しの習熟過程

6. 総合的考察

学びの全体性を質的に異なる 3 層構造からなると仮定することで、次のことを確かめることができた。習熟の進行により方略に関する意識づけが質的にも広がる傾向を認め、理論の有効性を確認できた。すなわち、同じ学習方略を用いても、習熟の違いで異なる意味付けがなされていること。さらに“ノートをとる”は学んだ知識を並べる状態から手続きの流れに組み込む方向に、“まとめる”は既成の枠を使った整理から積極的に枠を拡張し先を予見し対策を立てる向きへ、“繰り返す”は知識の定着から見えない原因を探索するというように、単純な方略でも習熟することで上位の学びが下位の学びを生かす包含関係をとりながら層を形成していく。

学びの全体性を 3 層構造からなると仮定したところから今回の研究は出発しているが、本当に 3 層構造なのかの検証はしていない。今後の研究課題である。また学びの 3 層構造を調査紙 SANZO という 60 個の調査項目に落とし込んできた。生徒の学びの実態との関連を見ながら、更なる項目の吟味やルーブリック評価など SANZO の項目と評価法の見直しが必要であろう。

学習方略をどの層の学びと関連づけられるかによって、学習プロセスへの関わり方や活用力が大きく異なる。例えば“繰り返し”方略を知識の定着だけに限定して考える教師は、思考力や判断力を求める課題では繰り返すことは無駄と考えるかもしれない。“繰り返し”方略は知識の定着にも役立つが、それだけでなく、気づかなかった知識どうしのつながりが見え関連づけが起きることを理解している教師は、繰り返すことで作品の理解や自己と対話が進むことを強調するだろう。生徒の立場から言えば知識を覚えるときだけ“繰り返し”方略を使う生徒と、自分の間違いや手がかりを発見したいときにも“繰り返し”方略が使えることを知っている生徒では、応用力に決定的な差が生まれることになる。本研究がこうした理解に少しでも貢献できたらと願う。

参考文献

[1]吉田敦彦 ホリスティック教育論 日本評論社 1999 274-300

[2] Bateson, G. 佐伯泰樹 佐藤良明 高橋和久(訳) (1987).精神の現象学(下) 学習とコミュニケーションの論理カテゴリー 思索社 399-442

[3]成田喜一郎 教職大学院における「カリキュラム研究」の成果と課題 : 理論と実践の架橋・往還への「みち」 2008-2015 東京学芸大学教職大学院年報 2016 Vol.4 1-12

[4] Miller, J. P. 吉田敦彦 中川吉春 手塚郁恵 (訳) (1988). ホリス ティック教育ーいのちのつながりを求めて 春秋社

[5] Alexander, P. A., Graham, S., & Harris, K. R. (1998). “A perspective on strategy research : Progress and prospects”, Educational Psychology Review 10,129-154,

[6] Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. 塚野洲一 伊藤嵩達 (訳) 自己調整学習ハンドブック 北大路書房 2014

進化シミュレーションで獲得した効用関数検証のための分析と実験について

Analysis and Experiments for Validation of The Utility Function Acquired by Evolutionary Simulation

鶴島　彰
Akira Tsurushima
セコム株式会社　IS 研究所
SECOM CO., LTD. Intelligent Systems Laboratory
a-tsurushima@secom.co.jp

Abstract

Using evolutionary simulation, Tsurushima and Komatsuzaki generated a human behavior model under dangerous situations, and provided a hypothesis that humans act risk acceptingly between risk and profit. The aim of this paper is to verify the validity of their human behavior model. Since their model is abstract, it is difficult to directly verify it. Therefore, we took two-step procedure. First, applying multi-attribute utility theory to this model, we elicited several properties form it, and then verify those properties by psychological experiments. In this paper, we report the results of multi-attribute utility analysis and the results of preliminary experiments conducted for psychological experiment design.

Keywords — Evolution, Human Behavior, Multi-attribute Utility Theory, Contingent Valuation Method

1.　はじめに

鶴島・小松崎 [1] は、生物のライフヒストリに注目した進化シミュレーションにより、進化の過程で人類が獲得したと思われる危険な状況下での行動モデルを生成し、このモデルの分析により人間は危険と利益のトレードオフ状況で危険選好的な行動を取り、この傾向はライフヒストリの単純な生物ほど強くなるとの仮説を提唱した。彼らの想定では、シミュレーションモデルに組み込むエージェントのライフヒストリを、人間のそれと近いものにすることによって、人間が獲得したと想定される行動を進化させることができるとしている。しかし彼らが進化させたとする行動モデルは、いわゆる構成論的ロジックにより生成されたものにすぎず、仮に生物のライフヒストリが特定の行動の進化に強く影響を与えるという理論を受け入れたとしても、生成された結果（行動モデル）が人間のなんらかの行動を反映していることは自明ではない。行動モデルが、なんらかの人間行動を表現していると主張するためには、少なくとも実際の人間行動との比較検討を通した妥当性の評価は必須であると思われる。

しかし彼らの行動モデルは、抽象的な数値をベースにした進化計算の結果であり、それらの数値を生物の特定の形質や行動と結び付けるのはきわめて困難である。そのため、行動モデルと具体的な人間の行動を直接比較することは難しい。

我々は、二段階に分けたアプローチを採ることにより、間接的にこの行動モデルの妥当性評価を試みる。まず第一段階として、この行動モデルを危険と利益を属性とした効用関数と見立て、多属性効用理論 [2] を適用して、効用関数の意思決定理論的な性質について分析する。そして第二段階として、これらの性質が人間の被験者でも成り立つかを実験により確認することを試みる。本稿では、この実験に向けての予備実験とその結果について報告する。

2.　遺伝子プール

鶴島・小松崎 [1] は、危険な状況での行動を、便益 (b)、コスト (c)、安全 (s) の三つ組み（フィールドとよぶ）の数値で表した選択の問題として抽象化した。$(b, c, s) \in \mathbb{R}^3$ は、シミュレーションパラメータ（s と c の最大値をパラメータとして様々な環境を設定する）で与えられた一様分布からランダムに選ばれ、エージェントは日々、自身のエネルギーから引かれていく基礎代謝量を補うために、400 個のフィールドの中からひとつを選ばなければならない（$b - c$ がエネルギーに加算される）。エネルギー (e) が 0 になるとエージェントは死亡するし、選んだフィールドの s の逆数で表される死亡確率の実現によって死亡することもある。つまり、フィールドの選び方の巧緻によりエージェン

ト生存期間は左右され、子孫を残す確率も変化する。

エージェントは遺伝子セット $GS \triangleq (\sigma, \Pi, \Omega)$ を持ち、σ は性決定遺伝子、$\pi \in \Pi$ はルール遺伝子、$\omega \in \Omega$ はルールスコアである。この中で、フィールド選択をコントロールするのがルール遺伝子 (π) で、エージェントがフィールドを選択する際、選ぶべきフィールドの範囲を限定している。たとえば、以下のルール遺伝子

$$(e \geq 50) \wedge (c \geq 10) \wedge (s < 15) \wedge (c < 20) \wedge (b < 100)$$

は、エネルギーが 50 以上の時、コストが 10 以上かつ安全が 15 未満、コストが 20 未満、便益が 100 未満の範囲から任意のフィールドを選ぶことを意味する。ルールスコア (ω) は、各ルールの優秀さを表す値であり、ルール毎に一つずつ付いており、それまでにそのルールが環境から獲得したエネルギー $(b - c)$ を加算した値である。$1 \leq |\Pi| \leq 6$ かつ $|\Pi| = |\Omega|$ であり、サイズはエージェントによって異なる。フィールドの選択は、まず ω によるルーレット選択で Π の中（一つ以上のフィールドを満たす π のみ）からひとつの π が選ばれ、次に π が満たすフィールドの中からひとつのフィールドがランダムに選ばれる。

σ, π は、一定長の二進数でコード化されており、交叉、突然変異などのオペレーションを経て、子孫に遺伝する（Ω は内部変数なので遺伝しない）。

シミュレーション終了時刻 T に生存しているエージェントの集合を A_T とし、すべての $a \in A_T$ の有する Π_a の要素の和集合 $\Re = \bigcup_{a \in A_T} \Pi_a$ を遺伝子プールとよぶ。遺伝子プールは集団 A_T が、フィールドを選択する際の行動の傾向を表しているとみなせる。

図 1 に遺伝子プールの例を示す。横軸は便益とコストの差（利益：$b - c$）、縦軸は安全 s をそれぞれ規格化したもので、この空間に全ての $\pi \in \Re_T$ を重ね合わせて作図したものである。図の明るい部分ほど多数のルールに共通に含まれる領域であり、エージェントに選択される傾向が高い事を表している。図は Q1,Q2,Q3,Q4 の領域に分かれているが、Q1 は利益も大きく安全性も高い、エージェントにとって有利な領域で、Q3 はその反対である。図 1 では、Q1 がもっとも明るく、Q3 がもっとも暗いことから、この進化は合理的であると考えられる。一方、Q2 と Q4 はトレードオフの関係にあり、安全性が低く利益が大きい Q4 が、その反対の Q2 よりも明るいことから、鶴島・小松崎 [1] は人間は進化の結果、危険選好的な行動を獲得したと考えた。

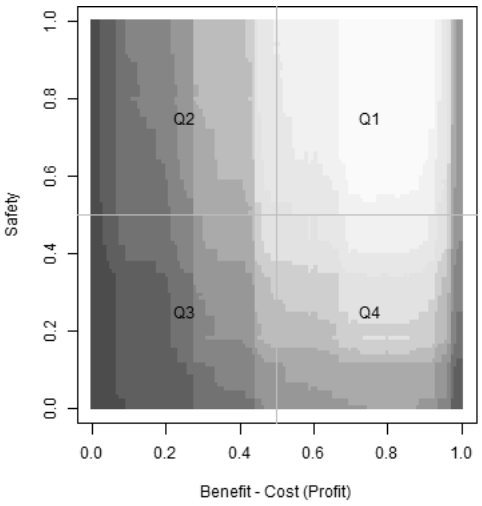


図 1　遺伝子プールの例

3. 頻度関数

$\Re$ は、エージェントの集団が、安全と利益で特徴づけられたフィールドを選ぶ際の行動のモデルと考えることができる。エージェントがあるフィールドを選ぶという事は、そのエージェントがそのフィールドが有する安全と利益を選好する遺伝子を持つ事を意味する。複数の遺伝子の条件を満たすフィールドは、そうでないフィールドよりも選ばれやすく、高いルールスコアを持つ遺伝子の条件を満たすフィールドは、そうでないフィールドよりも選ばれやすい。これらを利用して、我々は行動の頻度を表す基数的関数を組み立てることができる。

便益 B、コスト C、安全 S の変数を持つ次のような関数を考えよう。

$$F(B, C, S) = \sum_{i \in A_T} \sum_{j \in \Pi_i} \dot{\omega}_j^i g_j^i(B, C, S) \qquad (1)$$

ただし

$$g_j^i(B, C, S) = \begin{cases} 1 & \text{エージェント } a_i \text{ のルール遺伝子} \\ & \pi_j \text{ が } B, C, S \text{ を満たす} \\ 0 & \text{上記以外} \end{cases} \qquad (2)$$

さらに

$$\dot{\omega}_j^i = \frac{\omega_j^i}{\sum_{k \in \Pi_i} \omega_k^i} \qquad (3)$$

とする。この関数は、B, C, S で表されるフィールドが A_T により選択される頻度を表す。

ここで新しい変数 $P = B - C$ を導入し、二変数 P, S からなる次の関数を定義しよう。

$$\tilde{F}(P,S) = \sum_{i \in A_T} \sum_{j \in \Pi_i} \dot{\omega}^i_j \tilde{g}^i_j(P,S) \tag{4}$$

ただし

$$\tilde{g}^i_j(P,S) = \begin{cases} 1 & \exists b \exists c (P = b - c \ \wedge \ g^i_j(b,c,S) = 1) \\ 0 & \text{上記以外} \end{cases} \tag{5}$$

P と S を 0 から 1 で規格化すれば、これは図 1 を表したものになる。

図 1 のそれぞれの領域 Q_l に含まれる P と S の範囲を、P_{Q_l}, S_{Q_l} のように表すとすると、各領域 l が選ばれる相対的な頻度 $\check{q}_l$ を下記のように数値化することができる。

$$q_l = \int_{y \in S_{Q_l}} \int_{x \in P_{Q_l}} \tilde{F}(x,y) dx dy \tag{6}$$

$$\check{q}_l = \frac{q_l}{\sum_{m=1}^{4} q_m} \tag{7}$$

図 1 の各領域は式 7 により、$\check{q}_1 > \check{q}_4 > \check{q}_2 > \check{q}_3$ と評価される。x が y よりも選好される事を $x \succ y$ で示すとすると、エージェントのフィールド選択行動は $Q1 \succ Q4 \succ Q2 \succ Q3$ と表すことができる。$Q4 \succ Q2$ から、危険選好的な行動が進化したことがわかる。さらに $\check{q}_4/\check{q}_2 = 1.65$ より、危険選好の度合いは 1.65 倍であるといえる。我々は、$\tilde{F}(\cdot)$ を安全と利益の間の行動頻度を表した関数と考え、これに基づいて $\Re$ を表す効用関数を推定していく。

4. 人口が安定する場合

効用関数の推定に入る前に、鶴島・小松崎 [1] のシミュレーション結果のうち人口の安定したケースについて考えよう。

定義 1 （人口の安定）次の条件を満たしたとき人口が安定するという。

$$|A_T| > 0 \ \wedge \ CV(|A_t|_{0.2T < t \leq T}) \leq 0.2$$

ただし $CV(\cdot)$ は変動係数、A_t は時刻 t のエージェントの集合である。

鶴島・小松崎 [1] は、様々なシミュレーションパラメータの組み合わせを試す事により、人口が安定するパラメータの範囲を絞り込み、人類が進化した環境は、このパラメータの範囲のどこかにあると考えた。彼ら行った 350 ケースのシミュレーションのうち人口の安定したケースは 130 ケースあったが、そのの全てにおいて $Q4 \succ Q2$ であり、$\check{q}_4/\check{q}_2$ は平均が 1.715 で標準偏差が 0.201 と小さかった。このことから、人口が安定するシミュレーションパラメータであれば、結果として得られる遺伝子プールに大きな差はないと考え、環境のパラメータを特定をすることなく、人類が獲得した行動がリスク受容的であると結論付けた。

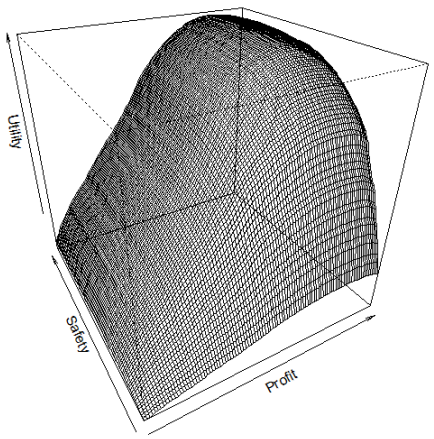


図 2 人口が安定した 130 ケースから得られた頻度関数 $\hat{U}(\dot{P}, \dot{S})$

この考えに基づき、我々も人類が獲得した遺伝子プールとして、人口が安定した 130 ケースの平均を選ぶ。このときこの 130 ケースには、幾つかのシミュレーションパラメータの違うケースが含まれている。そのため、図 2 の両軸の範囲をどう揃えるべきかという問題が生じる。

例えば、安全の最大値が 40 と 20 の二つのケースで得られた遺伝子プールにおいて、前者では図 1 の縦軸のトップが 40 であり、後者のそれは 20 である。この二つの遺伝子プールを合成する際、後者の縦軸を半分に縮小してから前者と重ね合わせるべきか否か。

この問題に対する我々の考えは、シミュレーションパラメータとして設定した値による調整は行わず、それぞれのシミュレーションにおける最大値同志、最小値同志を直接併せ（すなわち全てのシミュレーション結果を規格化した状態で併せ）て合成するというものである。

理由として以下を上げる。

1. リスク行動はそもそも相対的なものである。それは外界の何か特定の量を基準に決まるものではなく、進化したそれぞれの環境全体に対して相対的にしか定義できないだろう。何かの基準があるとすれば、それは環境における期待値であろう。
2. シミュレーションで環境を表現するのに使った便

益、コスト、安全は、抽象的な概念であって、それぞれに対応する物理量が現実世界に存在するというものではない。抽象的な量であれば、その絶対値にあまり意味はなく、最大値と最小値という範囲で捉えるのが妥当であろう。

だから、図 1 のように、遺伝子プールの両軸は絶対的な値ではなく、0 から 1 の間の相対的な量によって定義される。人口の安定したシミュレーションで得られた 130 ケースの遺伝子プールを、この様にして合成した頻度関数を図 2 に示す。

二つの変数 P,S を 0 から 1 の間で正規化したものを $\dot{P}$、 $\dot{S}$ とし、$\dot{P}$ と $\dot{S}$ を使って式 4 を変形したものを $\hat{F}(\dot{P},\dot{S})$ とすると、図 2 を表す頻度関数は

$$\hat{U}(\dot{P},\dot{S}) = \sum_{e\in E} \hat{F}_e(\dot{P},\dot{S}) \tag{8}$$

となる。ただし E は人口が安定したシミュレーション結果の集合、さらに $\hat{F}_e$ は個々のシミュレーション結果 e に関する $\hat{F}$ とする。以後、表記の煩雑さを避けるために、式 8 の $\hat{U}(\dot{P},\dot{S})$ をドットなしで $\hat{U}(P,S)$ のように記述する。さらに、最大値を 1 、最小値が 0 で正規化した $\hat{U}(P,S)$ を用いる。

5. 多属性効用分析

MCDM や MAUT など、複数の属性間のトレードオフを分析する多様な研究 [3, 4] が行われてきた。本稿では Keeney and Raiffa の多属性効用理論（MAUT）[2] に基づいて、構造のわからない頻度関数 $\hat{U}$ を分析する。

MAUT は、von Neumann と Morgenstern の期待効用理論 [5] を、対象を特徴づける属性が複数の場合へと拡張したものである。この理論は、人間の中に効用関数の存在を仮定し、それを数学的な関数の形式で取り出すことを目的とする一連の理論体系である。

MAUT では、通常、人間の意思決定者にいくつかの質問をし、その答えを手掛かりに数学的な制約条件を構成し、数値関数の形に構成していく [6]。しかし本稿では、人間の意思決定者の代わりに進化シミュレーションで得た $\hat{U}(P,S)$(式 8) を使い、その分析結果に基づいて真の効用関数 $U(P,S)$ を推定していく。

5.1 分解表現

複数の変数をもつ効用関数を直接同定する事は非常に困難である。そのため MAUT では、目指す多属性効用関数が、それぞれの単一変数からなる関数の合成である分解表現が可能かどうかについて調べる。

ここで、本稿で扱う効用関数は安全と利益を二つの変数にもつので、まずそれぞれを変数とする効用関数について考える。安全も利益も人間にとっては値が大きいほど有用であるので、これらの効用関数はどちらも単調増加型であると考えるのが自然である。ところがシミュレーションで求めた $\hat{U}(\cdot)$ は、厳密には単調増加にはなっていない。鶴島・小松崎 [1] では、環境から得るエネルギー（利益）を表すのに、便益とコストの二つの確率変数の差をとっている。ところが、どちらの確率変数も一様分布に従うため、その差である利益は厳密な一様分布ではなく、両端の頻度が小さい台形型をしている。そのため、利益の最大値と最小値の付近は頻度が低くなってしまい、この部分を選択するルールの進化が抑制される。その結果、進化した $\hat{U}(\cdot)$ は、利益の両端が少し下がってしまい、厳密には単調増加にはならない。しかしこのことは、シミュレーションモデルの構造に起因する制約なので、以下の分析で使う $\hat{U}(\cdot)$ には、変数が大きくなる方向では値が最大値よりも下がらないような修正を加えた。

多属性効用関数の分解表現を考えるとき、鍵となる概念が効用独立性 [7] である。我々の例を使うと、S が P と効用独立とは、$P=p$ を固定した時、S の条件付き選好が p の値によらず変わらない性質をいう。

効用独立性は確実同値を調べることにより確認することができる。確率 $p_1,p_2,\cdots,p_n$ でそれぞれの結果 $x_1,x_2,\cdots,x_n$ を生ずるくじの不確実な結果を $\tilde{x}$、結果の期待値 $\bar{x}$ とすると、$\bar{x}$ と無差別であるような確実な結果 $\hat{x}$ を確実同値とよぶ。本稿では、$\hat{U}(\cdot)$ を使って確実同値を次のように定義しよう。

定義 2 （確実同値）F を S と P からなるベクトルとした時、$\tilde{F}$ の確実同値 $\hat{F}$ とは

$$\hat{U}(\hat{F}) = E[\hat{U}(\tilde{F})], \quad or \quad \hat{F} = \hat{U}^{-1}E\hat{U}(\tilde{F}). \tag{9}$$

多属性効用関数の効用独立性は、一方の変数を固定したとき、他方の変数上で定義されるくじ (lottery) の確実同値が、固定した変数の値を変えても変化しないことで確かめることができる。

図 3 は、一方の変数を $0.1, 0.2, \cdots, 1.0$ に固定したとき、他方の変数上で 0.2 と 0.7 が 等確率で生じるくじの確実同値（×）を表したものである。この例において、$\tilde{S}$ の平均は 0.3063 標準偏差は 0.0025、$\tilde{P}$ の平均は 0.4234, 標準偏差は 0.0025 だった。くじの値を変えていくつかの実験を繰り返したところ、標準偏差の最大値は 0.0084 で、ほとんどの場合はより小さな値だった。以上の結果から、どちらの変数においても、確実同値は他方の変数の値によらず変わらない事が確

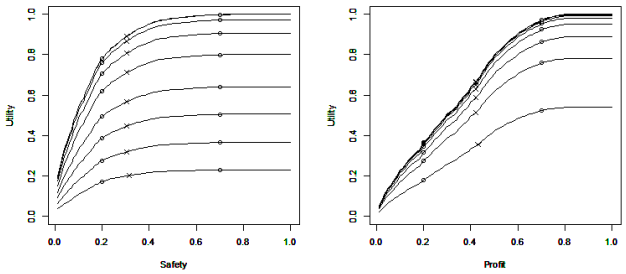


図 3　$\hat{U}(\cdot)$ 上の確実同値 ($\times$) は他方の変数の変化に対して独立である.

認され、$U(\cdot)$ は相互効用独立であると考えられる。

仮説 1 $U(\cdot)$ は、S と P に対して相互効用独立である。

すなわち、$U(\cdot)$ は S と P のそれぞれを変数とする二つの関数 $u(S)$ と $u(P)$ の合成関数として構成することができる。

条件付き効用関数の形状から、それぞれの変数に対する意思決定者のリスクに対する態度を分析することができる。

さらに幾つかの言葉を定義しよう。

定義 3（リスク回避）下記の条件のとき、意思決定者はリスク回避的であるという。

$$\hat{U}[E(\tilde{F})] > E[\hat{U}(\tilde{F})] \tag{10}$$

リスク回避的な意思決定者は、くじの期待値を不確実なくじそのものよりも好む。意思決定者がリスク回避的であるなら、彼の効用関数は凹関数である。$\hat{U}[E(\tilde{F})]$ と $E[\hat{U}(\tilde{F})]$ を比較することにより、さらに図 3 の観察により、$\hat{U}(\cdot)$ は両方の変数に対してリスク回避的であるといえる。

仮説 2 $U(\cdot)$ を構成する $u_s(S)$ と $u_p(P)$ は、どちらもリスク回避的である。

定義 4（リスクプレミアム）くじ $\tilde{x}$ のリスクプレミアム RP とは、くじの期待値と確実同値との差である。

$$RP(\tilde{x}) = \bar{x} - \hat{x} = E(\tilde{x}) - \hat{U}^{-1}E\hat{U}(\tilde{x}). \tag{11}$$

リスクプレミアムとは、リスク回避的な意思決定者が不確実性を避けるために進んで支払う量のことである。表 1 はそれぞれの変数を $0.3, 0.4, \cdots, 0.7$ としたとき、その値に ± 0.2 を加算した値が 等確率で生じるくじの平均と確実同値とリスクプレミアムを示したものである。ここから、S の値が変わってもそのリスクプレミアムは変化しない（不変型リスク回避的）が、P の値が大きくなるにつれそのリスクプレミアムは大きくなる（増加型リスク回避的）ことが観察される。

表 1　$RP(\tilde{S})$ は不変だが、$RP(\tilde{P})$ は P の増加に伴って大きくなる

$\bar{S}$	$\hat{S}$	$RP(\tilde{S})$	$\bar{P}$	$\hat{P}$	$RP(\tilde{P})$
0.3	0.184	0.116	0.3	0.309	-0.010
0.4	0.297	0.103	0.4	0.397	0.003
0.5	0.384	0.116	0.5	0.466	0.034
0.6	0.472	0.128	0.6	0.522	0.078
0.7	0.572	0.128	0.7	0.591	0.109

これらは $\tilde{U}(\cdot)$ を構成する二つの関数 $U(S)$ と $U(P)$ の形状の制約条件となる。

仮説 3 $u_s(\cdot)$ は不変型リスク回避関数、$u_p(\cdot)$ は増加型リスク回避関数である。

5.2　多属性効用関数

仮説 1 から、この関数は以下のような多重線形表現で表すことが可能である。

$$U(S,P) = k_s u_s(S) + k_p u_p(P) + k_{sp} u_s(S) u_p(P) \tag{12}$$

もしも k_{sp} が 0 ならば、この関数は加法的表現を持ち、そうでないなら乗法的表現を持つ。k_s, k_p, k_{sp} を推定するために、$\hat{U}(\cdot)$ と $u(\cdot)$ を 0 から 1 の間でスケーリングする。最も好ましい結果を $F^* = (S^*, P^*)$, 最も好ましくない結果を $F^0 = (S^0, P^0)$ とすると、$\hat{U}(F^*) = 1, \hat{U}(F^0) = 0, u(S^*) = 1, u(S^0) = 0, u(P^*) = 1, u(P^0) = 0$ となる。

確率 p で F^*, 確率 $(1-p)$ で F^0 が生じるくじと無差別な (S^*, P^0) を考えよう。

$$p_s U(F^*) + (1-p_s)U(F^0) = U(S^*, P^0) \tag{13}$$

$U(F^*) = 1$ と $U(F^0) = 0$ と式 13 より左辺は p、$u(S^*) = 1$ と $u(P^0) = 0$ と式 12 より右辺は k_s。ゆえに、

$$p_s = k_s = U(S^*, P^0). \tag{14}$$

同様にして

$$p_p = k_p = U(S^0, P^*). \tag{15}$$

シミュレーション結果 $\hat{U}(S^*, P^0) = 0.0496$ と $\hat{U}(S^0, P^*) = 0.1956$ から、$k_s \simeq 0.0496$ 、$k_p \simeq 0.1956$ である.　さらに $k_s + k_p \neq 1.0$ から、$\hat{U}(S,P)$ は乗法形となる。

仮説 4 $U(\cdot)$ は乗法型表現を持つ（加法型表現は持たない）。

表 2　推定した $u_s(\cdot)$ と $u_p(\cdot)$ のパラメータ

	a_s	b_s	c_s
$u_s(\cdot)$	0.9081	6.5316	1.0080
	a_p	b_p	c_p
$u_p(\cdot)$	1.0370	2.0770	-0.0118

乗法形をもつ効用関数は、次のように因数分解することができる。

$$kU(S,P)+1=(kk_su_s(S)+1)(kk_pu_p(P)+1) \quad (16)$$

$U(S,P)$ と式 16 の左辺は戦略上同等であることに注意しよう。ここで、この式に S^* と P^* を代入すると、

$$k+1=(kk_s+1)(kk_p+1). \quad (17)$$

ゆえに

$$kk_sk_p=1-k_s-k_p. \quad (18)$$

式 12 の $k_{sp}=kk_sk_p$ と置き換えると、$k_{sp}=0.7548$.

さらに $k_{sp}>0$ から、S と P は相互に補完的であると言える。

仮説 5 $U(\cdot)$ の変数 S と P は相互に補完的である。

これは (S^*,P^*) と (S^0,P^0) が 等確率で発生するくじ L_1 と (S^*,P^0) と (S^0,P^*) が 等確率で発生するくじ L_2 があったとき、常に L_1 が選好されることを意味する。言い換えれば、一方の変数のみ最大化したときの効用の増加分は大きくなく、両方の変数を同時に増加させなければ効用の増加につながらない。図 2 の形状からも、このことは明らかだろう。

式 12 の推定を完了するため、最後に、二つの単属性効用関数 $u_s(\cdot)$, $u_p(\cdot)$ を推定しよう。仮説 3 から関数の形状として、不変型危険回避関数である前者には指数関数を、増加型危険回避関数である後者には二次関数を選んだ。

$$u_s(S) = -a_s\,e^{-b_sS}+c_s \quad (19)$$

$$u_p(P) = -a_pP^2+b_pP+c_p \quad (20)$$

推定した式 19 と式 20 のパラメータを表 2 に与える。さらに図 4 に式 12 の形状を示す。

6. 検証

多属性効用関数 $U(\cdot)$ の推定過程で得られた仮説 1〜5 が、人間の被験者においても成り立つかどうかを確認することで、鶴島・小松崎 [1] の結果の妥当性について検討する。

危険と利益の多属性効用関数を人間の被験者を使って評価するためには、何らかの形で生命の損失を伴うような危険を数値評価したり、生命と利益（具体的な金額）とのトレードオフを評価することが避けられない。しかし、人間の被験者からこのような評価を引き出すことは簡単ではない。

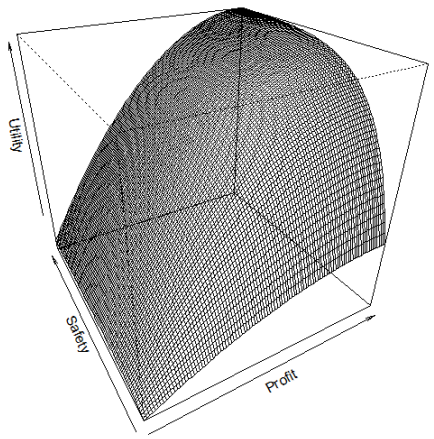


図 4　推定した効用関数 $U(S,P)$

政策分析や政策科学などの分野において、生命の損失と利益のトレードオフに関する研究が積み上げられている [8, 9]。これらの分野では、ヘドニック賃金法（Hednic Wedge Method）や仮想市場評価法（Contingent Valuation Method）を使って、市場データや人間の被験者から支払意思額（Willingness To Pay）を引き出して効用関数を推定し、確率的生命価値（Value of Statistical Life）を評価している。

これらの研究を参考に、本研究では、仮想市場評価法をベースとした質問紙を開発することにより、上記の仮説の評価を試みる。本稿では、人間の被験者を使ったこの様な評価を目的とした予備実験の内容と結果について報告する。

7. 予備実験

仮想市場評価法とは仮想的な財の取引を想定し、アンケート調査などによって被験者の支払意思額を引き出すことにより、財の効用を計測する手段である。市場の存在しない財を含め、あらゆる財の評価に適用できるという利点がある半面、信頼性や正確性を確保するのが難しく、様々なバイアスを取り除く工夫が必要となる [10]。今回の予備実験は、仮想市場評価法の適用、および作成した質問内容の有効性や適切さを評価する目的で行われた。

7.1 手法

仮想市場評価法による質問紙は、通常、被験者の支払意思額をいかに正確に引き出すかに注目して設計される。しかし今回の予備実験の目的は、支払意思額の評価ではなく、仮説1〜5の妥当性の評価である。そのため、質問紙における問題の設定や表現は、仮想市場評価法の実例 [11] を参考にしたが、具体的な質問内容や想定は、通常、仮想市場評価法で行われているものとは大きく異なるものとなった。以下、予備実験で使用した質問紙の内容について説明する。質問紙は、死亡確率を低減できるセキュリティ商品を想定した後、様々に条件を変化させた新しい想定を示し、質問を繰り返すという方法で作成されている。

想定 0 身に着けているだけで交通事故で死亡する確率を 6/100,000 から 5/100,000(-17%) に低減させる架空のセキュリティ商品を想定させ、支払意思額（月額）を尋ねる。

想定 1 無料ボランティアとして、被験者がセキュリティ商品のフィールドテストに参加したと想定し、死亡確率を 6/100,000 から 5/100,000(-17%) に低減させる商品（タイプ１）と 4/100,000(-33%) に低減させる商品（タイプ２）のどちらかを選ばせる。

想定 2 被験者がタイプ 2 を選び、さらに 100 個の商品の中から任意に一つを選び装着したと想定する。しかし後になって、タイプ 2 は 100 個中 50 個が本物で 50 個がダミーだった事、さらにタイプ 1 は 100 個すべてが本物だったことが明らかになる。この情報が提示された段階で、1. タイプ 1 を選んでいれば良かったと思うか、2. タイプ 2 を選んでいて良かったと思うか、3. どちらでも同じと思うかを質問する。

想定 3 現在装着しているタイプ２（本物かダミーか分からない）を、死亡確率を x%低減さる事のできる別の商品（本物）と交換するかどうかを質問する。x に入る数値を 2%から 32%まで 3%刻みで変え、回答は１．交換したくない、２．どちらかというと交換したくない、３．どちらともいえない、４．どちらかというと交換したい、５．交換したい、の五段階から選ばせる。

想定 2a・想定 3a 想定 1 の無料ボランティアという想定を変更し、被験者が支払意思額の 12 倍の金額を受け取ってフィールドテストに参加していると想定しなおしたうえで、想定 2 と想定 3 の質問を繰り返す（それぞれ想定 2a、想定 3a とする）

想定 4 被験者の一般的なリスク態度に関する質問をする。4 − 1．確率 0.5 で 10,000 円が当たる宝くじと、無条件で 5,000 が貰えるオプションのどちらを選ぶかを訊く。4 − 2．4 − 1 の宝くじの確実同値を訊く。4 − 3．確率 0.5 で 60,000 円が当たり外れると 50,000 円が貰える宝くじと、無条件で 55,000 円が貰えるオプションのどちらを選ぶかを訊く。4 − 4．4 − 3 の宝くじの確実同値を訊く。

想定 4a 想定 1 のタイプ 2 のセキュリティ商品を装着しているという想定（死亡確率が 33%低減している想定）の下で想定 4 と同じ質問をする。回答をそれぞれ 4a − 1、4a − 2、4a − 3、4a − 4 とする。

想定 5 これまでベースになってきた交通事故死亡率が 6/100,000 から 3/100,000 に低減された状況を想定し、その状況の下で想定 3 と同じ質問（交通事故死亡率を 3/100,000 から 2/100,000(-33%) 低減させるセキュリティ商品の効果が確率 0.5 で実現する状況）をする。

想定 6 これまで出た想定（死亡確率については 0%削減と 33%削減、利益については報酬なしと報酬あり）の組み合わせに関する質問。A.0%削減と報酬なし、B.0%削減と報酬あり、C.33%削減と報酬なし、D.33%削減と報酬ありの四通りを考え、1．0.5 ずつの確率で A と D が現れるくじと、2．0.5 ずつの確率で B と C が表れるくじのどちらを選ぶかを訊く。

想定 0 と想定 1 は抵抗回答を排除する目的で導入した。想定 0 で極端な支払意思額（0 円など）を答えた回答、想定 1 でタイプ 1 を選んだ回答は抵抗回答とした。

想定 3 と想定 3a は、P で条件付けされた S に対する確実同値を尋ねる質問である。同様に、想定 4 と想定 4a は、S で条件付けされた P に対する確実同値を尋ねる質問である。

想定 2 と想定 2a は S に対するリスク回避性を、異なる P 水準に対して尋ねている。同様に想定 4 − 1 と想定 4 − 2 は、P に対するリスク回避性を異なる S 水準に対して尋ねている。

想定 3 と想定 5 は、S の水準が変化したときの S に対する確実同値の変化を尋ねている。同様に、想定 4 − 2 と想定 4 − 4 は、P の水準が変化したときの P に対する確実同値の変化を尋ねている。両方とも確実同値を測定することにより、リスクプレミアムの変化を評価することを意図している。

予備実験では、フィールドテストで選んだタイプ 2 の商品 100 個のうち、50 個が本物で 50 個がダミーであるというやや特殊な状況設定を行った。これは安全性に対するリスク回避性を計測するために導入した工夫で、安全性の水準が確率的に変化するという想像が難しい状況を、なるべく被験者がイメージしやすいよう具体的な状況設定に置き換えたものである。なお安全性そのものも確率的な概念であるため、確率的概念である安全性がさらに確率的に変化する、という状況は自明なものとは言えないが、本稿においてはこれ以上踏み込んだ議論は行わず、利益（金額）に対するリスク回避性と同様に扱う。

さらに、想定 3、想定 3a、想定 5 においては、被験者の確実同値を引き出すために、2%から 32%まで 3%刻みの数値に対して、5 段階で交換したいか否かを尋ねた。これは確率的に変化する安全性というものに対する確実同値という、理解の難しい概念に対する反応を引き出すための工夫である。回答を、「交換したくない (1)」から「交換したい (5)」のように 5 段階の数値に置き換え、ロジスティック曲線で回帰させたうえで、その中央値である 3(どちらともいえない) をとる値を求め、被験者の確実同値であるとした（図 5）。また、ロジスティック曲線の回帰に失敗するような回答（全て同じ値など）は、異常回答であるとした。

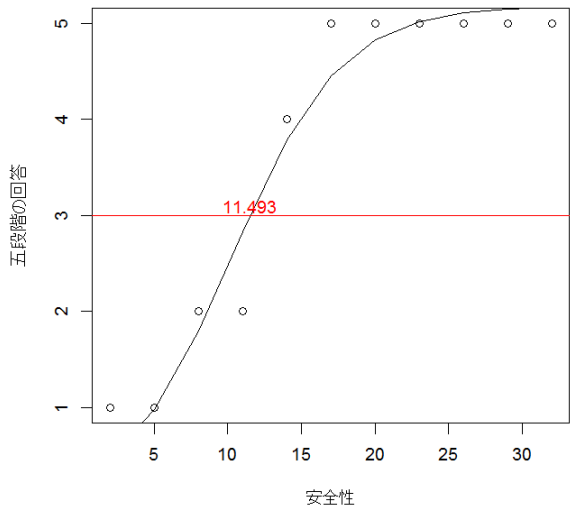


図 5　（回答の例）五段階の回答をロジスティック曲線で回帰させ、3 をとる値を確実同値 (11.493) とする

8.　結果

20 代から 50 代までの成人男女（筆者の同僚の会社員）25 人にアンケート質問紙を送り 21 人から回答を得た。このうち、想定 0 と想定 1 により抵抗回答、異常回答を除いた有効回答数は 8 人（38%）であった。

仮説 1

仮説 1 に関連する想定は、想定 3、想定 3a、想定 4 − 2、想定 4a − 2 がある。前者二つは P で条件付けされた S の確実同値を、後者二つはその反対を評価している。

表 3　仮説 1 に関する回答

被験者	想定 3	想定 3a	想定 4-2	想定 4a-2
1	18.273	18.273	3000	3000
2	14.966	14.966	5000	5000
3	18.011	18.011	5000	5000
4	17.248	17.248	1000	1000
5	17.972	7.143	5000	5000
6	17.306	17.306	4500	4500
7	14.913	14.913	5000	5000
8	11.493	10.811	2000	2000

想定 3 と想定 3a の結果を見ると、ほどんどの被験者が二つの質問にほぼ同じ値を回答しているが、被験者 5 のみ 7.143 と大きく異なる値を回答している。想定 4 − 2 と想定 4a − 2 については全員が二つの想定で同じ答えをしている。被験者 5 を異常値と考えれば、条件変化によっても確実同値はほぼ変わらないので実験の結果は仮説 1 の内容と整合的と考えることができる。

結果 2

想定 2 は S に対するリスク回避性を、想定 4 − 1 は P に対するリスク回避性を調べる質問である。一方、リスク回避的であれば確実同値は平均値よりも小さくなり、リスク受容的であれば確実同値は平均値よりも大きくなる事から、想定 3 と想定 4 − 2 も形を変えたリスク回避性に関する質問ととることができる。

想定 2 の結果は、8 人中 2 人がリスク回避、1 人がリスク受容、そして 5 人がリスク中立であった。確実同値については、リスク受容の 2 人は確実同値が平均値よりも小さく、リスク受容の 1 人は僅かに大きかった。リスク中立と回答した 5 人については、確実同値が 14.91 から 18.27 という、くじの平均である 17.0 からやや広い範囲に分散した。

想定 4 − 1 については、リスク中立を表す選択肢を用意しなかったため、回答がバラついたが、想定 4 − 2 に対して 5,000 円と回答したものをリスク中立であると解釈すると、8 人中 4 人がリスク回避であり、4 人がリスク中立であった。

仮説 2 では S も P も両者ともリスク回避的となっていたが、予備実験の結果を見ると、どちらについても必ずしもリスク回避的であるとはいえず、むしろリスク中立的である可能性を示唆する回答だった。

仮説 3

想定 3 と想定 5 により、安全水準の変化に対するリスクプレミアムの変化を測定する。8 人のうち確実同値が増加したもの 3 人、減少したもの 3 人、変わらないもの 2 人であった。なお本件に関しては考察に譲り、ここではこれ以上の結果は記さない。

想定 4 − 2 と想定 4 − 4 により、利益の水準の変化に対するリスクプレミアムの変化を測定する。8 人のうち利益の水準の増加に伴いリスクプレミアムが減少したもの 4 人、不変だったもの 4 人で、増加したものは 0 人だった。全員が不変もしくは減少だったものの、両者を対応のある t 検定で分析した結果 P 値は 0.118 であり、この結果のみからリスクプレミアムは減少する（両者に差がある）とするのは不十分であろう。なお仮説 3 においては、$u_p(\cdot)$ は増加型リスク回避とされており、予備実験の結果は整合的ではなかった。

仮説 4・仮説 5

仮説 1 の結果から効用関数 $U(\cdot)$ が乗法型表現を持つことは明らかである。一方、加法型表現を持つか否かは、式 12 の k_{sp} の値を調べることになるが、これを直接評価するのは難しいので、代わりに想定 6 として (S^*, P^*) と (S^0, P^0) が等確率で発生するくじと、(S^*, P^0) と (S^0, P^*) が等確率で発生するくじのどちらを選好するかという質問で置き換えた。さらにこの質問の答えは結果 5 の代替的か、補完的かの回答とも繋がるものである。

予備実験の結果は、8 人全員が選択肢 2 を選び、仮説 4 については「加法型表現を持たない」となり整合的だったが、仮説 5 については補完的ではなく「代替的」という結果が得られ整合的ではなかった。

9. 考察

予備実験の経験は、仮想市場評価法の難しさを印象付けるものだった。まず有向回答率が 38%と低く、想像以上に抵抗回答、異常回答が多かったことから、仮想市場評価法に伴うバイアスを取り除くことが困難であると感じた。今回の設定で扱っている安全性が 6/100,000 と非常に小さな値のため、その変化率を想像することが困難であるとの意見があった。

仮説 1 については、予備実験の結果は相互効用独立という仮説を支持するものであった。安全と利益において、一方の水準の変化が他方に影響するとは考えづらいので、これは予想通りの結果であった。回答者の中には、想定 3 と想定 3a の欄を結んで「変わらない」と書いたものもあったので、あえて二回にわたり確実同値を訊かないで、変わるか変わらないかを答えさせるだけでも良かったかもしれない。

仮説 2 については、安全も利益もリスク中立的という結果となり、両者ともリスク回避的であるとの仮説と反するものとなった。特に想定 4 − 1 については、期待効用理論などで出てくる意思決定者のリスク態度を評価する質問と同じものなので、明確なリスク回避性が表れると期待していたにもかかわらず、そうでなかったのは意外だった。予備実験の参加者が少数だったこと、被験者が理系の研究者という特殊な集団だったことなど、検討すべき問題は残されている。特に、確率的概念である安全性が確率的に変動するという、イメージしにくい概念の取り扱いについては、より深い考察が必要だと考える。

仮説 3 については、シミュレーションで得られた、「$u_p(\cdot)$ は増加型リスク回避関数」という仮説そのものに疑問があった。想定 4 − 1 と想定 4 − 3 の質問は、いわゆる共通結果効果 (common consequence effect) の一種で、選好関係が変化する現象のひとつである。そのため選好結果が変化することは不思議ではないが、通常ならば利益水準が大きくなるにつれリスクプレミアムが小さくなる（リスク回避性が弱くなる）のが自然と思われるが、シミュレーション結果はその反対であった。予備実験の結果は仮説 3 を支持せず、リスクプレミアムが不変もしくは減少するというものだった。しかし t 検定の結果から、減少型リスク回避とまでは言いきれない状況であった。そもそも仮説 2 において、利益についてのリスク回避性そのものが肯定されていない状況で、減少型か増加型かを議論する意味は大きくないといえる。

シミュレーション結果で「$u_p(\cdot)$ は増加型リスク回避関数」となったことは、鶴島・小松崎 [1] のシミュレーションモデル上の限界である可能性がある。5.1 節において、便益とコストの差である利益 (P) が両端が下がった台形型の分布であることを指摘した。多属性効用分析を行うにあたっては、$\hat{U}(\cdot)$ を単調増加になるよう修正して扱ったが、そもそもこれらの要因が最終的

に得られた $u_s(\cdot)$ や $u_p(\cdot)$ の形状に影響を与えている可能性は否めない。

想定 3 および想定 5 は、安全水準の変化に対するリスクプレミアム変化を測定する目的の質問である。ベース水準が想定 3 では 6/100,000、想定 5 では 3/100,000 と異なるが、どちらも −33% の変化が等確率で発生する状況を提示している。本予備実験では、微小な確率の変化を表現するために、質問において割合（パーセント）表現を使っているが、リスクプレミアムの変化を正しく計測するには、ベース水準の対して、等しい変化幅（割合ではなく）をもった状況を設定する必要がある。そのため想定 5 では、−33% ではなく −66%（どちらも変化幅が 2/100,000 となる）の変化を提示すべきであった。予備実験の結果では確実同値の増加が 3 人、減少が 3 人、不変が 2 人であったが、リスクプレミアムの測定方法に問題があるのでこの結果そのものにあまり意味はない。むしろ、本来の半分の幅の変化で顕著な差が見られなかったことから、−66% の変化を使って測定した場合に、リスクプレミアムが増加するという結果が出ることも想像される。しかし、この場合においても、−66% というパーセント表現が、本来よりも変化を拡大させるバイアスになる可能性も考えられる。

仮説 5 は 8 人全員が選択肢 2 を選んでいるが、これは最も予想外の回答だった。シミュレーション結果では、安全と利益は補完的なもので、どちらか一方のみを上げても効用は高まらず、両者を同時に増加させる必要があるというものだった。ところが予備実験の結果はこれに反し、両者を同時に上げるよりも、どちらか一方のみを集中して上げる方が効用の増加が大きいという代替的なものだった。しかし本来、安全と利益は互いに代替の効かないもので、どちらか一方だけあれば満足できるというものではない。そのためこの結果は不自然で、今回設計した質問紙の想定が、本来意図したものを計測していない可能性が考えられる。被験者への実験後のインタビューで、商品のフィールドテストに参加するという設定自体に、既に参加するというコストを支払っているという感覚があり、そのためなんらかの便益を受け取ることによってコストが補償されるべきだという感覚を持ってしまい、安全も利益もその補償のための「何か」にすぎないという思いがあったという意見が得られた。この感覚が正しければ、安全を受け取るべき利益の一種と考えてしまい、その結果、代替的な反応を返してしまった事が考えられる。また、シミュレーションモデルで想定していた安全は、非常に危険な状況から非常に安全な状況まで広い範囲をカバーする概念であったが、本予備実験で想定した状況は極めて微小な範囲での安全性の変化であった。この両者の違いが、結果の差になって表れた可能性も考えられる。

10. おわりに

今回の予備実験により、仮想市場評価法適用の難しさと問題点が明らかとなった。今回得られた問題点を精査し、よりバイアスを配した質問紙の設計に繋げていくとともに、それらをシミュレーションモデル自体の弱点への指摘としても受け止め、構成論的手法と経験的手法の両方の視点から、危険の下での人間行動の解明へと結びつけていきたい。

参考文献

[1] 鶴島彰 and 小松崎常夫, “リスク状況下での行動の進化とライフヒストリ,” **認知科学**, vol. 23, no. 4, pp. 377–394, 2016.

[2] R. L. Keeney and H. Raiffa, *Decision with multiple objectives : preferences and value tradeoffs*. John Wiley and Sons Inc., 1976.

[3] V. Chankong and Y. Y. Haims, *Multiobjective Decision Making: Theory and Methodology*. North-Holland, 1983.

[4] J. Wallenius, J. S. Dyer, P. C. Fishburn, R. E. Stuer, S. Zionts, and K. Deb, “Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: recent accomplishments and what lies ahead,” *Management Science*, vol. 54, no. 7, pp. 1336–1349, 2008.

[5] J. von Neumann and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, 1944.

[6] R. L. Keeney, “A decision analysis with multiple objectives: the mexico city airport,” *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 4, pp. 101–117, 1973.

[7] ——, “Utility independence and preferences for multiattributed consequences,” *Operations Research*, vol. 19, pp. 875–893, 1971.

[8] W. K. Viscusi, *Fatal Tradeoff*. Oxford University Press, 1992.

[9] ——, “The value of risks to life and health,” *Journal of economic literature*, vol. 31, no. 4, pp. 1912–1946, 1993.

[10] L. Venkatachalam, “The contingent valuation method: a review,” *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 24, pp. 89–124, 2004.

[11] 交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書, “内閣府政策統括官（共生社会政策担当）,” 2007, http://www8.cao.go.jp/koutu/chouken/h19/houkoku.pdf.

変則事例に対する記述的対処方略に関する実験的検討
Empirical Investigation of Descriptive Handling Strategy on Anomalous Instances

松林 翔太[†]，三輪 和久[†]，寺井 仁[‡]
Shota Matsubayashi, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai
[†]名古屋大学，[‡]近畿大学
Nagoya University, KINDAI University
matsubayashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract
In this research, we conducted an experiment to investigate the nature of descriptive handling strategy on anomalous instances, as opposed to explanatory handling strategy. We manipulated the difficulties of the task and the experience in learning anomalous instances. The results showed that the descriptive strategy is more useful for learned anomalous instances in complex tasks than deliberate handling.

Keywords — Anomalous Instance, Descriptive Handling Strategy, Explanatory Handling Strategy, Difficulty, Experience

1. 導入

1.1. 変則事例と対処

私たちは日常生活において，予想も考えもしなかった想定外の事例を目にすることがある．想定とは物事を考えるために制約条件を加味した上で意図的に作られる境界であり，それを超えた領域が想定外とされている [1].

ここでは想定外のことが起きる状況を構造的に捉えるため，ユーザがあるシステムを利用する場面を考える．システムは一般に，データの入出力とその間でデータの処理や加工を行う処理部から構成されている．入力に対して出力は一意に決まり，同一の入力であれば出力も常に一定である．この入出力はユーザから観察可能であるが，処理部にあたる内的なメカニズムは一般に観察することができない．そのため，ユーザの想定を超えて，システムが変則的な出力を発する状況に遭遇することがある．変則的な出力が観察される原因として，システムに不具合がある場合や，システムは正常だがユーザの理解が誤っている場合が考えられる．

出力は入力に対して一意に決まるため，特にユーザの理解が誤っている場合は，変則的な出力はその後も再発生する可能性がある．そのような状況において，ユーザはどのような行動を取るのか．ここではコンピュータを使用中に発生するフリーズを例として挙げる．フリーズが繰り返し発生する状況において，再度フリーズが発生することを見越して行う行動は大きく二つに分けられる．ひとつめは，タスクマネージャやログを確認することでフリーズが起こった原因を探るもので，これは根本的な解決を試みる行動である．ふたつめは，フリーズから復旧したときの手順を記憶し，再発生時にはそれを思い出して復旧を試みる行動である．この両者の決定的な違いは，今後起きるかもしれない変則的な事例に備えて，いま目の前に生じている変則的な事例を処理するときの方略に起因すると考えられる．本研究では，直近の変則事例に対して行われるそのような処理を「対処」, その対処を規定する方略を「対処方略」とする．そして，変則事例に対する対処方略として，入出力の表面的な特徴の記述を試みる「記述的対処方略」と，入出力関係の背後にある構造の説明を試みる「説明的対処方略」を定義し，その性質や役割について検証を行う (表 1).

以降では，ここで示した変則事例とその対処が先行研究においてどのように扱われてきたのかを記す.

表 1　対処方略の比較

	記述的対処方略	説明的対処方略
対象	入出力 表面的特徴	メカニズム 深層的構造
視点	短期的 個別的	長期的 全体的
活動	記憶 例外化	推論 抽出

1.2. 先行研究における変則事例と対処

変則的な事例が観察された際，私たちはどのような反応を見せるのかについては様々な刺激が用いられて検証が行われている.

行動理解・目標推定の領域では，空間上を移動する物体の運動軌跡が用いられている．これらの研究では，

物体が空間上のある地点で突然屈折する様子を観察させると，そのような挙動変化を見せる物体に注意が向けられること [2] や，その物体はある目的を持って経由しているなどの下位目標が喚起されることが知られている [3]. つまり，変則的な挙動に対して私たちは自然と注意が向き，その背後にある関係性を自ら推論すると言える.

似た現象は物語文を用いた文章理解の領域でも見られている. 文脈と一致しない結末が提示される場合は，一致する結末が提示される場合と比較すると，その内容の伝達に要する時間が長いことが知られている．これは，一致しない結末を伝達する場合には，その結末を弁明または正当化する言及が増えるためであると指摘されている [4]. 文章理解の領域においても，想定とは異なる変則的な出来事は，私たちの推論を自然と促すことが分かる.

法則や理論の導出を主目的とする科学的発見の領域においては，変則的な事例に関して多くの研究が行われている．この領域では，実験や観察を通して得られた，自身が持つ仮説や説明にそぐわない変則的なデータのことを Anomalous data と呼んでいる [5]. また Anomalous data に対する反応として，それを妥当なデータとして受け入れて説明を加える「再解釈」や「仮説変更」などのほか，妥当なデータと認めず説明も行わない「無視」や「除外」なども分類されている [6]. 現象理解の観点からは，説明的理解と記述的理解の二つが区別されている．説明的理解はその現象が生じた背後にある構造を説明することによる理解である一方，記述的理解はその現象の表面的な性質や特徴を記述することによる理解とされる [7].

科学の主目的は正しい法則や理論の導出である．それゆえ，重要な発見のためには Anomalous data を受け入れる積極的な姿勢が重要であるとされている [5][8][9]. つまり，目の前の変則事例がどのようにして生じたのか，その構造を説明的に対処することこそが科学的発見において有効であるとされている．その一方，正しい法則や理論を発見する過程において，変則事例を無視または除外するなどの表面的な理解に留める対処は有益ではないとされることが多い.

1.3. 現実場面における変則事例と対処

変則事例に対して，科学的発見では説明的な対処が有効であるとされてきた．しかし現実場面で生じる変則事例やその対処を考えると，説明的な理解を試みる対処が必ずしも有効ではないと考えられる．再度，コンピュータフリーズの対処を例に挙げる．システム構成が非常に高度で複雑な場合は，タスクマネージャなどを用いて原因を探ろうと労力をかけても，ユーザの理解が及ばない可能性がある．その他，特定のフリーズだけが頻発する場合は，構造的な理解よりもその復旧方法を表面的に記述的に理解するほうが経済的かもしれない.

実際，記述的な対処は現実場面で多く用いられている．例えばコンピュータのサポートの一環として，ナレッジベースと呼ばれるデータベースが用いられている．このデータベースにはあるユーザが経験した不具合やバグの発生から復旧に至るまでの経緯が蓄積されており，別のユーザはその経緯を参照することができる．このとき，データベースを利用しているユーザは必ずしも構造的な理解を試みてはいないが，記述的な対処方略をうまく使いこなし，対処を行っている．またシステムの保守運用を行う現場では，「運用対処」と呼ばれる対処が行われている．システムの不具合を根本的に解明・改修する本格対処の見込みが立たないとき，運用対処はその本格対処が行われるまでの一時的な対処として，その場をしのぐための重要な役目を持っている．このように現実場面では構造的な理解に及ばずとも，表面的な特徴を記述的に理解する行動が有効に用いられていることが分かる.

1.4. 目的

行動理解や文章理解の領域では，私たちは変則事例を目にすると，その背後にある関係性について自然に説明を行うことが示されている．そして，その説明の質が求められる科学的発見の領域においては，重要な規則や法則の発見につながる説明的対処が有効であるとされてきた．その一方，表面的な理解に留まる記述的対処は，科学的発見や規則発見の領域ではあまり重視されてこなかった．しかし，高度に複雑化したシステムを利用する際にユーザが目にする変則事例などは，たとえ労力をかけたとしても理解が及ばない可能性がある．そのような現実的場面では変則事例を記述的に対処することが経済的かもしれない.

そこで本研究では，変則事例に対する二つの対処方略として，記述的対処方略と説明的対処方略を定義し，特に前者が持つ性質や役割について検証を行った（表1）．記述的対処方略は変則事例の入出力，つまり観察可能な表面的な特徴に着目し，変則事例を記憶するこ

とで，次に同様の事例が現れたときにはその記憶に基づいた処理を行う．一方，説明的対処方略は入出力の間にある観察できないメカニズム，つまり背後にある構造に着目し，入出力の間に介在する関係性を推論する．それにより構造全体を把握し，それに基づきその後の変則事例の処理を行う．

実験では両方略の性質を検証するため，教示によってそれぞれの方略を促し，様々な状況における課題成績を比較した．状況として，同一の変則事例を過去に観察したことがあるか否かの「過去経験の有無」と，入出力関係が分かりやすい状況と分かりにくい状況として「課題の難易度」を操作した．

2. 実験

2.1. 方法

2.1.1. 刺激

実験刺激として位置予測課題を作成した．参加者はまず観察フェーズにおいて途中で屋根の下を通るボールの動きを確認し (図 1)，その後のテストフェーズでボールが屋根の下を通った後に到達する位置を正確に予測することが求められた (図 2)．刺激は，観察可能な入出力としてボールのスタート・ゴール時の位置と方向，観察不可能なメカニズムとして屋根の下の構造で構成されていた．

観察フェーズで提示されるボールは，スタート時の射出方向のままゴールする場合が大半だが，稀に屋根の下で屈折することがある．急激な軌跡変化は注意を引き構造を喚起することから [2][3]，本実験ではこれを変則事例として設定した．実際，屈折パターンは屋根下に隠された物体の位置と形状で一意に決まり，その物体を正しく推論できれば屈折パターンを予測することができる．

2.1.2. 参加者

学部生 46 名が実験に参加した. 実験は最大 6 名の小集団ごとに実施した．

参加者が用いる対処方略を教示により操作し，24 名を記憶条件，22 名を推論条件にランダムに振り分けた．記憶条件の参加者には，観察フェーズで表示されるボールのスタート・ゴール時の位置と方向を示す矢印を記憶するように教示を行った (図 1 左)．これにより，観察可能な入出力の記憶に主に焦点が当てられることが期待される．一方，推論条件の参加者には，観察フェーズで表示されるボールの軌跡を示す点線を確認し，屋根の下に隠れている物体を推論するよう促した (図 1 右)．また物体について推論した内容をアンケートにて報告するよう求めた．したがってこの条件の参加者は，軌跡を決める観察不可能なメカニズムに着目し，その構造を推論するよう促されていた．

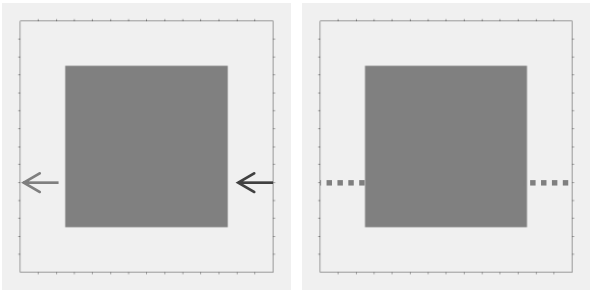


図 1 観察フェーズの確認画面 (左: 記憶条件，右: 推論条件)

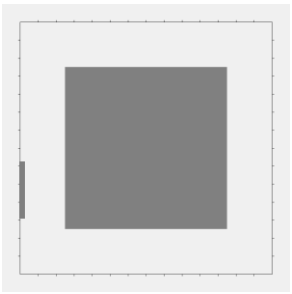


図 2 テストフェーズの予測画面

2.1.3. 手続き

課題は観察フェーズとテストフェーズの二つから構成されていた．

観察フェーズで参加者はまず，ボールがスタートしてからゴールするまでの動きを動画で観察した．その後，自動的に確認画面に移行し，参加者はここで方略教示に従って事例を観察した (図 1)．この確認画面に関して，記憶条件はスタート・ゴールを示す矢印が，推論条件はスタートからゴールまでの軌跡を示す点線がそれぞれ表示された．この表示の差は各条件の方略使用をより確実に行うために実施された．なお，情報量に関しては両条件で等価である．確認が終わった参加者がマウスでボタンをクリックすると，次の試行が始まる．1 ブロックは 12 試行で構成され，うち 3 試行が屈折事例であった．

観察フェーズ 12 試行を終えると，続いてテストフェーズに移行する．テストフェーズでは，ボールがスタートし屋根の下に入った時点で一時停止し，外枠上にパドルが表示される (図 2)．参加者はボールのゴール

位置が含まれるよう，左クリックでパドルを移動させるよう求められた．右クリックで確定するとすぐに次の試行が始まるため，予測の正誤フェードバックは与えられなかった．なお，パドルがデフォルトで表示される位置は，スタート時の位置と方向から仮に直進した場合のゴール位置であった．つまり規範的には，屈折事例のみパドル移動が必要な状況であった．テストフェーズは 1 ブロック 12 試行で構成され，うち 6 試行が屈折事例であった．

テストフェーズで提示される事例に関して，ひとつめの状況設定として同一事例の過去経験の有無を操作した．具体的には，テストフェーズの屈折事例 6 試行を未知事例 3 試行と既知事例 3 試行に分け，その予測成績の差を比較した．未知事例は全試行を通して初めて提示される事例であり，屋根の下の物体が推論できていなければゴール位置を予測することは困難である．一方，既知事例は直前の観察フェーズで提示された同一の事例であり，物体を推論できていなくても記憶さえしていれば予測が可能である．

状況設定のふたつめとして，課題の難易度を操作した．実際には，屋根の下の物体の形状が四角であるため屈折パターンが少なく比較的単純な易課題（図 3 左）と，形状が円であるため屈折パターンが多く複雑な難課題（図 3 右）を設けた．

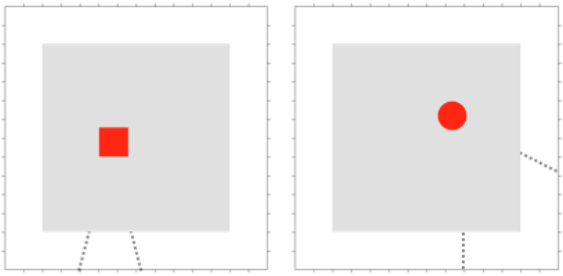


図 3　屋根下に設定された物体とその屈折パターン例（左：易課題，右：難課題）

実験の流れは以下の通りである．まず実験の概要を説明し，このときの方略教示により参加者を記憶条件または推論条件に振り分けた．合わせて，練習課題を通してマウス操作の練習を十分に行った．その後，易課題として，観察フェーズ 12 試行とテストフェーズ 12 試行を 1 ブロックとし，5 ブロックを連続で実施した．ただしブロック 1 だけは観察フェーズ・テストフェーズともに屈折事例は 1 試行も提示されなかった．これは屈折事例を変則事例と参加者共通に認識させるための操作であった．また推論条件のみ，各テストフェーズ終了後に屋根の下の物体について分かったことをアンケート用紙に記入させた．易課題 5 ブロックを終えた後に小休憩を挟み，難課題を実施した．難課題の手続きは易課題と全く同一であった．なお，難課題を開始する前に，易課題のときから事例が一新されることを教示した．事例の提示順序はブロック内のみランダム化されたため，あるブロックで提示される事例は参加者間で共通だが，その順序は参加者間で異なっていた．

2.2.　仮説

変則事例に対する二つの対処方略には状況によってそれぞれ向き・不向きがあるか，課題成績を従属変数として検証を行う．本実験では，テストフェーズにおいてパドル内にその事例のゴール位置を含めることができた予測成功回数を課題成績とする．また，ブロック 5 の屈折事例 6 試行（未知事例 3 試行・既知事例 3 試行）のみを分析対象とした．これは，屋根下の物体を推論する場合は変則事例を予測できるまでに一定数の事例が必要なためである．

まず本実験で操作した二つの状況設定，つまり過去経験の有無と課題の難易度が課題成績に影響するならば，以下のような結果が予想される．第一に，構造が比較的単純な易課題における予測成績は，記憶条件よりも推論条件のほうが高いだろう．また，この差は特に未知事例において顕著だろう．初めて提示される未知事例は記憶に基づく予測は困難であり，構造の推論が必須と考えられるためである．第二に，構造が複雑な難課題においては逆に，推論条件よりも記憶条件のほうが予測成績は高いと予想される．この傾向は直前に一度観察した既知事例で顕著だろう．熟達の先行研究では，複雑な状況においては規則発見を試みるより，事例を経験するほうが知識を得やすいとされている [10]．事例の記憶を促された記憶条件は，たとえ複雑な状況であっても，既知事例に対して多くの知識を得ることができるため，推論条件よりも課題成績が高くなると考えられる．

その課題成績を得るまでに要したコストとして，ブロック 2 から 5 の観察フェーズにおいて，屈折事例の確認画面が表示されてから参加者が確認を終えてボタンを押すまでの観察時間も合わせて検証する．これは記述的方略を用いた際には提示された矢印に関して繰り返しリハーサルを行う時間であり，一方，説明的方

略を用いた際には過去の事例を複数想起し共通する関係性を抽出する時間であると考えられる．処理する事例数の多さゆえに，説明的方略のほうが記述的方略よりも観察時間が長くなることが予想される．

2.3. 結果

マシントラブルなどでデータ欠損のあった 3 名を分析から除外し，記憶条件 24 名と推論条件 19 名を分析対象とした．

2.3.1. 予測成績

各状況それぞれにおけるブロック 5 の屈折事例の予測成績について，t 検定を通して条件間の差を検証した (図 4)．その結果，易課題においては未知事例に関して条件間に有意差が認められたが（$t(41) = 3.7$, $p < .001$), 既知事例では有意差は見られなかった（$t(41) = 0.9$, *n.s.*)．つまり易課題の未知事例に関して，推論条件は記憶条件よりも課題成績が高かった．一方，難課題の未知事例に関して条件間の差が有意な傾向であり ($t(41) = 1.9$, $p < .10$)，既知事例に関しては差が有意であった（$t(41) = -3.5$, $p < .005$)．つまり，難課題においては特に既知事例に関して，記憶条件は推論条件より課題成績が高かった．以上より，構造が単純な状況における変則事例の予測は説明的方略が記述的方略よりも有効であり，構造が複雑な状況では逆に，記述的方略が説明的方略よりも予測が正確であることが明らかになった. また, その差を生じさせる要因としては, その変則事例を過去に一度経験したことがあるか否かが重要であった．具体的には，単純な状況では過去に経験のない事例で，複雑な状況では一度経験した事例で，対処方略による課題成績に差が生じていた．

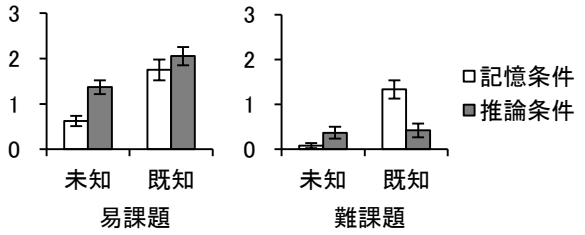


図 4 ブロック 5 における予測成績（成功試行数）

2.3.2. 観察時間

ブロック 2 から 5 における屈折事例の観察時間について，易課題・難課題それぞれで t 検定を通して条件間の差を検証した (図 5)．その結果，易課題・難課題それぞれにおいては条件間に有意な差が見られた ($t(41) = 2.6$, $p < .05$; $t(41) = 2.1$, $p < .05$)．つまり仮説通り，推論条件のほうが記憶条件よりも屈折事例の観察時間が長いことが分かった．この傾向は課題の難易度による影響は受けなかった．したがって，記述的方略は説明的方略に比べ，状況の複雑さによらず，適用するためのコストが小さいことが明らかになった．

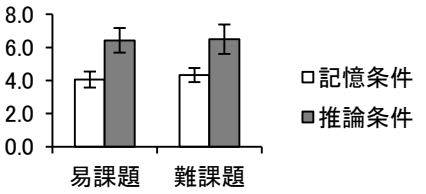


図 5 ブロック 2〜5 における 1 試行あたりの平均観察時間（秒）

3. 考察

今回の実験では変則事例に対する対処方略を教示により操作し，記述的対処方略と説明的対処方略の性質について検証を行った．その結果，方略適用時のコスト，つまり観察時間は課題の難易度によらず，記述的方略のほうが説明的方略よりも小さいことが明らかになった．一方，課題成績は課題の難易度や経験の有無の影響を受けていた．具体的には，説明的方略は状況が単純な場合，それまでに経験のない変則事例についても正しく予測できていた．逆に複雑な状況において記述的方略は，過去に経験した変則事例の再発生時を正確に予測できていた．

コストと課題成績の釣り合いから捉えると，説明的方略は単純な構造であればコストをかけることでメカニズムを把握し，今後起こりうる変則事例を予測できるという利点がある．ただ，複雑な構造では多くのコストをかけたにもかかわらず，記述的方略には未知事例・既知事例いずれの成績も及ばなかった．他方，記述的方略は主に過去事例の記憶に基づいた処理が行われるため，経験のない変則事例の予測は困難だった．しかし，記述的方略の大きな利点として，説明的方略よりもコストが小さく，たとえ複雑な構造であっても過去に目にした変則事例の予測はより正確であることが挙げられる．

3.1. 先行研究との比較

本実験で実験刺激として用いた位置予測課題には，

大きな特徴が二つある．

第一に，変則事例の存在である．今回の手続きでは，観察フェーズにおいて 12 試行中 3 試行のみが屈折し，テストフェーズでは屈折が予想される場合のみパドルの移動を自発的に行わなければならなかった．これは，屈折事例を「ごく稀にしか起きない例外的なエラー」と捉えることも可能であったと言える．規則に従わない例外のカテゴリ学習に関して，非論理的な規則を持つなど複雑な構造では，汎化に基づく規則表象より記憶に基づく事例表象のほうが適していることが示されており [11]，これは本実験結果とも一致する．

ただ，これらの研究では変則的な事例を正しく判別できるか否かを課題成績とする一方，本研究では変則事例の発生を正しく予測できるか否かを課題成績としている．ただし，この違いはあるものの，本研究で扱った対処の過程には，カテゴリ分類が含まれていると考えられる．本課題では変則事例のみ操作が必要であったため，効率的に記憶しようと試みる際には変則事例か否かの分類が重要である．一方，構造の推論を試みる場合，変則事例の判別はあまり重要ではない．今回の課題で言えば，屋根下の物体に当たらず直進のままゴールする事例も，「その軌跡上には物体がない」ことを示す大きな手がかりになる．また推論を通して構造が把握できれば，その共通規則で全事例を予測できるため，事例の分類は行う必要がなくなる．参加者が各事例をどのようなカテゴリ分けを行っていたかが分かれば，変則事例の対処過程がより詳細に検証できるかもしれない．

本課題の第二の特徴は，説明的方略のみならず，記述的方略を用いても一定の成績が得られる点である．前述の通り，科学的発見またはそれを模した規則発見の領域では，初期段階では取り入れられなかった Anomalous data をいかに取り込み，その後いかに全体を説明する共通規則を見つけ出すかに主に焦点が当てられてきた [12][13].

また熟達の領域においても，成績向上に最も効率的だが心的労力を要する行動として，Deliberate practice と呼ばれる概念が提唱されている [14]．これは熟達者になるために必須の行動で，具体的にはあらゆる情報を受け入れて着目する，失敗可能性のある新規な方法を試すなどが含まれている．これらの行動は本研究で定義した説明的方略に起因するものと考えることができる．その一方，記述的方略に対応する，失敗可能性が低い既存の方法を実践する心的労力の小さい行動に関する概念は提唱されていない．しかし今回の実験結果から，複雑な状況においては記述的方略のほうが有効であることが示されており，Deliberate practice の対極にある行動が持つ役割についても焦点を当てることで，熟達や知識獲得の過程をさらに詳しく検証できるかもしれない．

3.2. 今後の展望

本実験では，教示により記述的方略と説明的方略の使用を促し，条件間で性質や役割について検証を行った．しかし現実的な場面では，状況に応じた自発的な方略選択が必要になることは自明である．課題の難易度に沿って方略を使い分けることができるか否かなど，記述的方略が持つ役割について今後も検証が必要である．

4. 結論

変則的な事例に対して，表面的な入出力に着目する記述的対処方略と，構造的なメカニズムに着目する説明的対処方略を定義し，それぞれの性質について実験を通して検証を行った．その結果，課題の難易度が低く単純な場合は説明的方略のほうが課題成績は高かった一方，複雑な場合には記述的方略のほうが要したコストも小さく，成績が高いことが示された．特に，従来研究ではあまり重要視されてこなかった記述的方略の性質を明らかにすることができた．

参考文献

[1] 畑村洋太郎, (2011) “「想定外」を想定せよ！ 失敗学からの提言”, NHK 出版.
[2] Howard, C. J., & Holcombe, A. O., (2010) “Unexpected changes in direction of motion attract attention”, Attention, Perception, & Psychophysics, Vol. 72, No. 8, pp. 2087-2095.
[3] Baker, C. L., Saxe, R., & Tenenbaum, J. B., (2009) “Action understanding as inverse planning”, Cognition, Vol. 113, No. 3, pp. 329-349.
[4] Clary, E. G., & Tesser, A., (1983) “Reactions to Unexpected Events: The Naive Scientist and Interpretive Activity”, Personality and Social Psychology Bulletin, Vol. 9, No. 4, pp. 609-620.
[5] Thagard, P., (1995) “Conceptual revolutions”, Princeton University Press.
[6] Chinn, C. A. & Brewer, W. E., (1998) “An Empirical Test of a Taxonomy of Responses to Anomalous Data in Science”, Journal of Research in Science Teaching, Vol. 35, No. 6, pp. 623-654.
[7] Simon, H. A., (1998) “Discovering Explanations”, Minds and Machines, Vol. 8, No. 1, pp. 7-37.
[8] Hempel, C. G., (1965) “Aspects of Scientific

Explanation, and Other Essays in the Philosophy of Science”, Free Press. (長坂源一郎訳, (1973) “科学的説明の諸問題”, 岩波書店)
[9] Hempel, C. G., (2001) “The philosophy of Carl G. Hempel: studies in science, explanation, and rationality”, Oxford University Press.
[10] Reber, A. S., Kassin, A. M., Lewis, S., & Cantor, G., (1980), “On the relationship between implicit and explicit modes in the learning of a complex rule structure”, Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, Vol. 6, No. 5, pp. 492-502.
[11] Erickson, M. A. & Kruschke, J. K., (1998) “Rules and Exemplars in Category Learning”, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 127, No. 2, pp. 107-140.
[12] 寺井仁, 三輪和久, & 古賀一男, (2005) “仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程”, 認知科学, Vol. 12, No. 2, pp. 74-88.
[13] 寺井仁, 三輪和久, & 松林翔太, (2015) “説明転換における事実参照に関する実験的検討”, 認知科学, Vol. 22, No. 2, pp. 223-234.
[14] Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C., (1993) “The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance”, Psychological Review, Vol. 100, No. 3, pp. 363-406.

なじみ深さ，知識 ～統計モデルによる推論プロセスの検証～
Familiarity, knowledge ~investigations of inference processes by statistics models~

白砂 大[†]，本田 秀仁[†]，松香 敏彦[‡]，植田 一博[†]
Masaru Shirasuna, Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka, Kazuhiro Ueda
[†]東京大学，[‡]千葉大学
The University of Tokyo, Chiba University
m.shirasuna1392@gmail.com

Abstract

The present paper investigated the inference processes of familiarity-based (i.e., familiarity-matching) and knowledge-based inferences, using both behavioral experiment and quantitative modeling. We found that participants tended to use a familiarity-matching heuristic and that not only "familiarity" but also "unfamiliarity" of target objects could be a valid inference cue. We also found that, when making inferences, participants tended to use multiple attributes as inference cues in difficult problems and a single attribute in easy problems (like "Take The Best" strategy). The possibility of revealing new human inference processes and extending human inference models is discussed.

Keywords — Heuristic, Familiarity, Familiarity-matching, Knowledge, Inference processes, Modeling

1. Familiarity を利用したヒューリスティック

ヒューリスティックとは，意思決定の際に短時間で近似解を得るための単純・簡便な推論方略のことである。人間の用いるヒューリスティックに関して近年，主観的な記憶(e.g., recognition, familiarity)に基づく推論方略が提唱され，またその合理性も広く議論されてきた (e.g., Goldstein & Gigerenzer, 2002; Honda, Matsuka & Ueda, 2017)。例えば「人口の多い都市はA 市・B 市のどちらか」という二者択一課題が与えられた際，「選択肢を再認できるか」や「どちらの選択肢の方がなじみ深いか」という点を手がかりとし，人間は再認できた方またはよりなじみのある方の選択肢を選ぶ傾向にある。

このような対象に対するなじみ深さ，すなわち familiarity は，正答を導くうえで特に有用な推論手がかりであるとされる(e.g., Honda et al., 2017)。Familiarity を利用したヒューリスティックとして，Shirasuna, Honda, Matsuka & Ueda (in press)は「familiarity-matching」と呼ばれる新たな推論方略を提唱した。Familiarity-matching とは，二者択一課題において問題文と選択肢の双方で対象が提示された(e.g.，「X という都市がある国は国 A・国 B のどちらか」)際に「問題文で提示された対象に，より近い familiarity を持つ方の選択肢を選ぶ」とする推論方略をいう。すなわち familiarity-matching では，複数の対象に対する「familiarity の類似性」に基づく推論が行われている。

この familiarity-matching について，Shirasuna et al. (in press)では，実際に二者択一課題において familiarity-matching の選択傾向が見られること，また「attribute substitution」という枠組み(e.g., Kahneman & Frederick, 2005; Honda et al., 2017; 詳細は 3.2 節にて後述)に基づき，特に実験参加者が「難しい」と感じた問題に対して familiarity-matching が用いられやすいことをそれぞれ示している。しかしながら，参加者が単に正答を知っていたり(i.e., 都市 X は国 A にある)，具体的な知識や情報を利用して解いたり(i.e., 都市 X は英語圏に属するだろう)した可能性は考慮されていない。そのため，familiarity-matching に関する推論プロセスについて，より詳細に検証する必要があると考えられる。

本研究では，familiarity-matching を利用したと考えられる推論モデル，および知識を利用したと考えられる推論モデルをそれぞれ想定し，各モデルが実際の選択をどの程度予測するか，また「知識を利用した」と考えられるケースを排除したうえでも familiarity-matching が実際の選択を予測しうるかについて，行動実験を通して検証を行った。

2. 方法

2.1 実験参加者

私立大学の学部生 26 名(うち女性は 11 名)が参加した。年齢は，平均 21.15，標準偏差 1.43 であった。

2.2 課題および手続き

参加者は，下記の「二者択一課題」「familiarity 測定課題」および「知識課題」の 3 つをこの順に回答した。課題はすべて PC 画面上で行われた。所要時間は，教示等も含めて 1 時間程度であった。

・**二者択一課題**:「X という都市がある国はどちらか 国 A　国 B」という二者択一形式の問題 1 問ずつ画面上に提示され，参加者はどちらか一方の選択肢を選ぶことを求められた。選択後，参加者は「その問題をどの程度難しく感じたか」という主観的困難度(以下「Difficulty」；後述の attribute substitution の議論に基づき測定)について，「0(非常に易しい)-100(非常に難しい)」の VAS (Visual analog scale)で回答することを求められた。Difficulty に回答したのち，参加者が画面下方の「次へ」ボタンを押すと，次の問題へ移行した。課題は全部で 120 問あり，60 問経過時点で休憩が設けられた。課題開始前と休憩後には，それぞれ 5 問の練習課題も挿入された。なお，課題は Shirasuna et al. (in press)に基づいて作成された。

・**familiarity 測定課題**: 二者択一課題で使用された都市(120 都市)または国(20 か国)が画面上に 1 つずつ提示され，参加者はその都市/国が自身にとってどの程度なじみがあるかを，「0(全くなじみがない)-100(非常になじみがある)」の VAS により回答した。課題は 140 問(120 都市+20 か国)あり，70 問経過時点で休憩が設けられた。また，課題開始前と休憩後にはそれぞれ 4 問の練習試行も導入された。

・**知識課題**: 二者択一課題で使用された都市または国が画面上に 1 つずつ提示された。参加者は，都市については，その都市に合致すると思う「国」「地域」「言語圏」および「宗教」を，国については，その国に合致すると思う「地域」「言語圏」および「宗教」を，それぞれ択一形式で回答した。分からない場合は「分からない」という選択肢を選ぶよう求められた。課題は 140 問(120 都市+20 か国)あり，50 問，100 問経過時点でそれぞれ休憩が設けられた。また，課題開始前と各休憩後にはそれぞれ 4 問の練習試行も導入された。

3. 結果および考察

3.1 familiarity の利用

以下，問題文で提示された対象に対する familiarity を Fam(Q)，選択肢で提示された対象に対する familiarity を Fam(A)，Fam(B)とそれぞれ表記する。

3.1.1 familiarity-matching

まず，二者択一課題において，familiarity-matching による予測と実際の選択パターンとがどの程度一致していたかという「予測の一致率」を，参加者ごとに算出した。Familiarity-matching による予測とは，「Fam(A)と Fam(B)のうち，より Fam(Q)に近い方の選択肢が選ばれる」ことである[1]。例えば，Fam(Q) = 60，Fam(A) = 75, Fam(B) = 20 である場合，Fam(A)の方が Fam(B)よりも Fam(Q)に近いため，familiarity-matching では選択肢 A が選ばれる。すなわち familiarity-matching の推論モデルD_{FM}は，下記の式

$$D_{FM} = |\mathrm{Fam(Q)} - \mathrm{Fam(A)}| - |\mathrm{Fam(Q)} - \mathrm{Fam(B)}|$$

により定義され，$D_{FM} < 0$ のときは選択肢 A が選ばれることを，$D_{FM} > 0$ のときは選択肢 B が選ばれることを，それぞれ予測する。

この予測が，実際に各参加者が行った選択(全 120 問)とどの程度一致しているかを算出した(図 1 上; 横軸は参加者を，縦軸は予測の一致率を，それぞれ示す)。結果として，参加者 26 名における予測の一致率の平均は 86.5%(図 1 上点線)であり，また予測の一致率がチャンスレベルの 50%(図 1 上赤線)を上回った参加者は 26 名中 24 名であった。この結果は参加者の多くが familiarity-matching に従っていたことを示唆するものであり，Shirasuna et al. (in press)の結果にも一致していた。

Familiarity-matching は，「familiarity の類似性」すなわち「Fam(Q)と，Fam(A)または Fam(B)との距離」に基づく推論であり，先行研究のような「選択肢間の比較」(e.g.,「人口の多い都市は A 市・B 市のどちらか」という形式の人口推定課題; Goldstein & Gigerenzer, 2002)とは異なる形式の推論であるといえる。Fam(Q)と，Fam(A)または Fam(B)との距離が選択の根拠にな

[1]「familiarity-matching を利用できる」ケースに焦点を当てたため，ここでは |Fam(Q) − Fam(A)| = |Fam(Q) − Fam(B)| となるものを除外して分析を行った。

るという点で，familiarity-matching では，問題文で提示された対象の存在が，Fam(Q)の値の高低によらず最終的な選択に直接関与していると考えられる。そのため familiarity-matching の特色として，「unfamiliarity」な側面の有用性，すなわち問題文で提示された対象が familiar であっても unfamiliar であってもそれが有用な推論手がかりとして働きうることが挙げられる。

3.1.2 Fam(Q)の閾値に基づく方略との比較

ただし，「複数の対象に対する familiarity をマッチさせる」という点では，「Fam(Q)の閾値」に基づく推論，具体的には「Fam(Q)が一定の閾値以上(以下)であった場合，より familiar(unfamiliar)な選択肢を選ぶ」という方略も想定される。この方略の場合，familiarity-matching とは異なる選択をする可能性がある。例えば Fam(Q) = 40，Fam(A) = 60，Fam(B) = 10 で，Fam(Q)の閾値が 50 であったとする。このとき，Fam(A)の方が Fam(B)よりも Fam(Q)に近いため，familiarity-matching では選択肢 A が選ばれる。一方で Fam(Q)は閾値よりも小さいため，上述の推論方略ではより familiarity の低い選択肢 B が選ばれる。

Fam(Q)の閾値に基づくこの方略を「Thresholded-familiarity-matching (以下「TFM」と表記)とすると，その推論モデルD_{TFM}は，下記の式

$$D_{TFM} = \begin{cases} \cdot max\left(Fam(A), Fam(B)\right) & (if\ \ Fam(Q) > threshold) \\ \cdot min\left(Fam(A), Fam(B)\right) & (if\ \ Fam(Q) < threshold) \end{cases}$$

により定義され，D_{TFM} = Fam(A)なら選択肢 A が選ばれることを，D_{TFM} = Fam(B)なら選択肢 B が選ばれることを，それぞれ予測する[2]。以下の分析では，この threshold を「その参加者内における Fam(Q)の中央値」とした。

しかしこの TFM は，Fam(Q)が最終的な選択に直接的には影響しないという点で familiarity-matching とは異なると考えられる。上式からも分かるように，TFM は主に「選択肢間の比較」すなわち「Fam(A)と Fam(B)のどちらがより大きい(小さい)か」という形の推論であり，問題文で提示された対象は「『より familiar な選択肢』と『より unfamiliar な選択肢』のどちらを選ぶか」という方針の決定にしか関与していない。そのため，問題文で提示された対象の familiarity(unfamiliarity)が持つ推論手がかりとしての有用性は，比較的低いと考えられる。

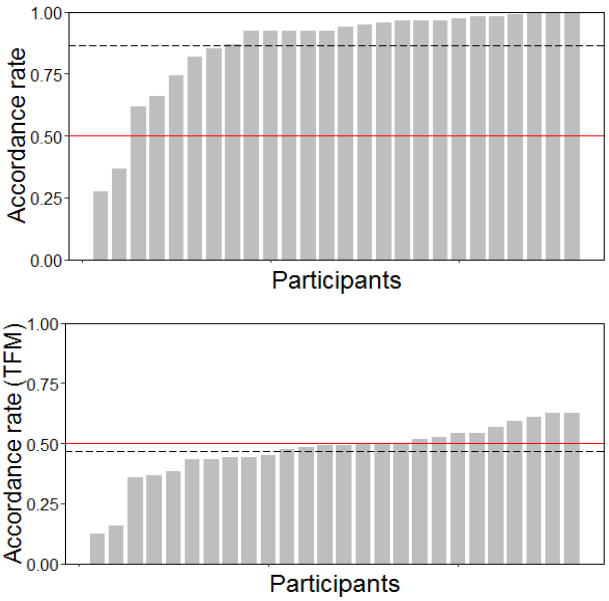


図 1 D_{FM} (上)とD_{TFM}(下)の，それぞれによる予測の一致率。いずれのグラフも，横軸は参加者，縦軸は予測の一致率，点線は一致率の平均，それに赤線はチャンスレベルの 50%を，それぞれ示す。

Familiarity-matching の方が TFM よりも多く利用されていれば，人間が「unfamiliarity」な側面をも有用な手がかりとして用いている可能性がより支持されるといえるだろう。そこで，先と同様の形で，TFM による予測(i.e., D_{TFM})の一致率を参加者ごとに算出した(図 1 下; 横軸は参加者を，縦軸は予測の一致率を，それぞれ示す)。結果として，参加者 26 名における予測の一致率の平均は 46.8%(図 1 下点線)であり，また予測の一致率がチャンスレベルの 50%(図 1 下赤線)を上回ったのは 26 名中 9 名のみであった。よって，参加者の多くが「選択肢間の比較」よりも「familiarity の類似性」に基づく推論(i.e., familiarity-matching)をしていたことが示された。このことから，人間が familiar な側面だけでなく unfamiliarity な側面も推論手がかりに利用している可能性が，より強く示唆されたといえる。

[2] ここでは，「Fam(Q) = threshold (i.e., 参加者内の中央値)」または「Fam(A) = Fam(B)」となるケースを除外して分析を行った。

3.2 知識の利用

観測データ上は familiarity-matching に従った選択をしていても，参加者が本当に familiarity に基づいて推論していたとは限らない。実際には，参加者は単に正答を知っていたり，何かしらの知識や情報を用いたりしていた可能性もある。

また，先行研究では「attribute substitution」という枠組みが議論されている(e.g., Kahneman & Frederick, 2005; Honda et al., 2017)。Attribute substitution とは，問題に答えることが難しいとき，人間はその問題を，もっともらしい解を導き出してくれそうな属性に置き換えて推論するという考え方である。一般に，Difficulty の高い問題では主にヒューリスティックが利用されやすく，Difficulty の低い問題では主に知識が利用されやすいとされている(Honda et al., 2017)。

以上をふまえて次に，参加者が回答した問題を Difficulty の高い問題と低い問題とに分けた。そのうえで，「具体的な知識を利用した」ことを想定した複数の推論モデルを当てはめ，各モデルが実際の推論パターンをどの程度予測するかを検証した。以下では，二者択一課題で得られた Difficulty の値がその参加者内の中央値よりも高かった問題を「Difficult Problem」，低かった問題を「Easy Problem」とそれぞれ定義する[3]。

3.2.1 TTB (Take The Best)

TTB (Take The Best; e.g., Goldstein & Gigerenzer, 2002)とは，意思決定者が，選択肢に関するすべての属性を考慮するのではなく，ある属性を一方の選択肢が持ち他方の選択肢が持たないという場合に，その時点でその属性を持つ方の選択肢を選ぶとするヒューリスティックのことである。本分析では，知識課題で得られた回答を用いて，TTB に基づく推論モデルD_{TTB}を下記の式により定義する。

$$D_{TTB} = \begin{cases} \cdot M(CouA) - M(CouB) \ \ (if\ M(CouA) - M(CouB) \neq 0) \\ \cdot w1 * M(RegA) + w2 * M(LanA) + w3 * M(RelA) \\ \quad - w1 * M(RegB) - w2 * M(LanB) - w3 * M(RelB) \\ \qquad\qquad (if\ M(CouA) - M(CouB) = 0) \end{cases}$$

ここで，「Cou」「Reg」「Lan」「Rel」は，それぞれ問題文で提示された対象(i.e., 都市)に対する「国」「地域」「言語圏」「宗教」の回答を示し，$w1$，$w2$，$w3$は各属性に対する重みづけ係数である。また「M(Attribute)」は，括弧内の属性に関して「問題文で提示された対象に対する回答」と「選択肢 A または B に対する回答」とが一致していれば 1 を，一致しなければ 0 をとる(e.g.,「国」での回答が，問題文で提示された対象と選択肢 A とで一致していれば M(CouA) = 1，一致していなければ M(CouA) = 0)。このモデルでは，$D_{TTB} > 0$ なら選択肢 A が選ばれることを，$D_{TTB} < 0$ なら選択肢 B が選ばれることを，それぞれ予測する。

まず，各属性への重みづけ係数の値を 1 または 0 として，D_{TTB}による下記 4 つの推論方略を想定した。

- TTB Country:「国」で回答した国名が 2 選択肢内にあった場合，その国を選ぶ(i.e., M(CouA) − M(CouB) ≠ 0 のケース)。
- TTB Region:「TTB Country」を利用できなかった(i.e.,「国」での回答が，2 選択肢内になかった，または「分からない」であった)が，「地域」での回答が問題文で提示された対象と一方の選択肢とで一致(「分からない」を除く)していた場合，その選択肢を選ぶ(i.e., $w1 = 1, w2 = w3 = 0$ のケース)。
- TTB Language:「TTB Country」を利用できなかったが，「言語圏」での回答が問題文で提示された対象と一方の選択肢とで一致(「分からない」を除く)していた場合，その選択肢を選ぶ(i.e., $w2 = 1, w1 = w3 = 0$ のケース)。
- TTB Religion:「TTB Country」を利用できなかったが，「宗教」での回答が問題文で提示された対象と一方の選択肢とで一致(「分からない」を除く)していた場合，その選択肢を選ぶ(i.e., $w3 = 1, w1 = w2 = 0$ のケース)。

これらのモデルを，Difficult Problem, Easy Problem ごとに各参加者に対して当てはめ，実際の選択をどの程度予測できたかを示したのが図 2(「TTB Country」から「TTB Religion」まで)である。まず，Difficult Problem と Easy Problem とで顕著な違いが見られた

[3] Difficult Problem に該当した問題は 1435 問，Easy Problem に該当した問題は 1505 問であった。Difficulty の値がその参加者内の中央値と等しかった問題は分析から除外したため，Difficult Problem と Easy Problem の合計は全 3120 問(=二者択一課題 120 問×参加者 26 名)には一致しない。

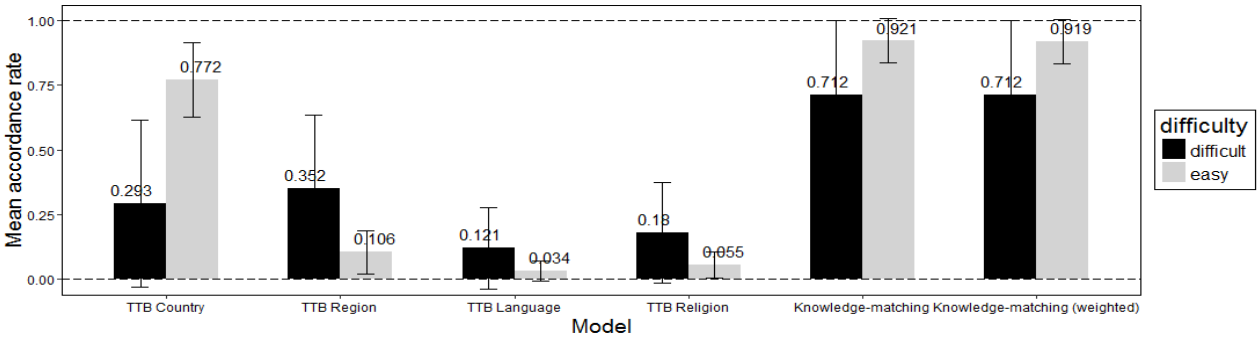


図 2　知識を利用した場合の各モデルにおける，予測の一致率の平均(Difficult Problem は N= 21，Easy Problem は N= 26)。黒色のバーは Difficult Problem に，灰色のバーは Easy Problem に，それぞれ該当した問題であり，グラフ中の数値は予測の一致率の平均値を，エラーバーは標準偏差を，それぞれ示す。

のは TTB Country モデルであった。TTB Country モデルは，参加者が「選択肢を見なくても，問題文で提示された対象(都市名)を見ただけで正答(その都市が該当する国)が分かった」ケースで適用されやすいと考えられるため，Difficult Problem の多くは「すぐに正答が分からなかった問題」であり，Easy Problem の多くは「すぐに正答が分かった問題」であったといえる。

また，Difficult Problem と Easy Problem のいずれにおいても TTB Region モデル, TTB Religion モデル, TTB Language モデルの順に実際の選択を予測できていたことから，「国」以外のどれか一つの属性に注目する(i.e., TTB 的な推論を行う)場合，参加者は「地域」「宗教」「言語圏」という 3 属性をこの順に重視していたことが示唆される。ただし，これら 3 属性のモデルによる予測の一致率を TTB Country モデルによる予測の一致率と比較した際，Difficult Problem では TTB Country と同程度であったのに対し, Easy Problem では TTB Country の方が顕著に高かった。このことから参加者は，比較的「難しい」と感じた問題では「国」以外の属性も考慮して推論をした一方, 比較的「易しい」と感じた問題では「国」以外の属性を考慮しない TTB 的な推論をしたことが示唆される[4]。

3.2.2 Knowledge-matching

続いて，意思決定者が，(正答(国)が分からないときに)どれか一つの属性に注目するのではなく 3 属性すべてを考慮に入れるという，下記の「knowledge-matching モデル」を想定する[5]。

① 「国」で回答した国名が 2 選択肢内にあった場合，その国を選ぶ(i.e., TTB Country モデル)。
② ①を満たさない場合, 2 選択肢に対する属性(「地域」「言語圏」「宗教」)の回答が，問題文で提示された対象に対する属性とより多く一致(「分からない」を除く)している方を選ぶ。

すなわちこの knowledge-matching は，D_{TTB}における $w1 = w2 = w3 = 1$ のケースにあたる。また，①または②を満たした場合を「知識を利用できた」ケース，①も②も満たさなかった場合を「知識を利用できなかった」ケースと定義した。先と同様に，これを Difficult Problem，Easy Problem ごとに各参加者に対して当てはめ，実際の選択をどの程度予測できたかを算出した(図 2;「Knowledge-matching」)。結果より，Difficult Problem，Easy Problem のいずれにおいても高い一致率となったことから, 参加者は, 具体的な知識を利用できる状況では何かしらの知識を利用する傾向にあったことが示された。特に Difficult Problem においては，先の 4 つの TTB モデルによる予測の一致率と比べて knowledge-matching モデルによる予測の一致率が大

[4] これら 4 つの推論モデルおよび後述の knowledge-matching モデルにおいては，「何かしらの具体的な知識を利用できた」ケースに絞って分析を行うため，「知識を利用できなかった(後述の knowledge-matching モデルにおいて①にも②にも該当しなかった)」ケースは除外した。これにより，分析対象となった参加者の数は，Difficult Problem で 21 名(5 名除外)，Easy Problem で 26 名(除外者なし)となった。また全体の中で「知識を利用できた(後述の knowledge-matching モデルにおいて①または②に該当した)」ケースは，Difficult Problem で 146 問(平均 6.95 問，標準偏差 6.24)，Easy Problem で 803 問(平均 30.9 問，標準偏差 12.4)であった。

[5] ただし，そもそも「知識を利用できた」ケースは全体として多くなかったため(脚注 4 参照)，参加者は，この二者択一課題において具体的な知識や情報をあまり使わずに推論を行っていたことも考えられる。

きく上昇していることから，参加者は，その問題を難しいと感じたときには様々な属性を総合的に考慮していた，すなわち「複数ある属性がどの程度一致しているか」という観点から推論していた可能性が示唆される。

続いて，この knowledge-matching モデルにおいて，「国」以外の 3 属性に対する重みづけを変化させた。具体的には，本分析では TTB Region, TTB Language, TTB Religion それぞれにおける予測の一致率の平均値をD_{TTB}の$w1$，$w2$，$w3$にそれぞれ代入し(i.e., Difficult Problem では$w1$ =0.352，$w2$ =0.121，$w3$ =0.186，Easy Problem では$w1$ = 0.106，$w2$ = 0.034，$w3$ = 0.055 として)，同様の分析を行った(図 2;「Knowledge-matching (weighted)」)。しかし，重みづけありの予測の一致率は重みづけなしの予測の一致率とほぼ等しかった。このことは，複数の属性に関する一致度に注目する(i.e., TTB 的な推論を行わない)場合，参加者は特定の属性を重視または軽視せず，どの属性も同程度に重視していたことを示唆する結果といえる。

3.2.3「知識を利用できない」状況での familiarity-matching

最後に，「知識を利用できなかった」ケースにおいて familiarity-matching がどの程度利用されていたかを検証した。先に述べたように，familiarity-matching に従った推論パターンが観測されたとしても，実際には参加者は，familiarity ではなく知識に基づく推論をしていた可能性がある。そこで，knowledge-matching モデルにおける①または②に該当しなかったケースに絞って，familiarity-matching による予測(i.e., D_{FM})の一致率を参加者ごとに算出した(図 3)。結果として，一致率の平均は 87.4%であり，一致率がチャンスレベルの 50%を上回った参加者は 26 名中 24 名であった。「知識を利用できた」とされる状況を排除してもなお familiarity-matching により多くの選択パターンを予測できたことから，参加者の多くが二者択一課題において familiarity-matching に従った推論をしていたことが，より強く示唆されたといえるだろう。

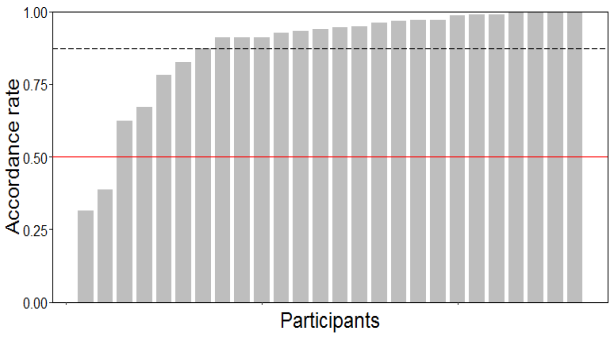


図 3 「知識を利用できなかった」ケースにおける，D_{FM}による予測の一致率。横軸は参加者，縦軸は予測の一致率，点線は一致率の平均，それに赤線はチャンスレベルの 50%を，それぞれ示す。

4. 総合考察

本研究では，二者択一課題で問題文と選択肢の双方で対象が提示された際に，人間が familiarity を利用した場合，および知識や情報を利用した場合におけるそれぞれの推論について，そのプロセスをモデル化することで比較・検証した。

まず，familiarity-matching の推論モデルに関して，参加者の選択パターンをよく予測できたことから，人間は推論の際に familiarity-matching を利用しやすい可能性が示された。さらに，「familiarity の類似性」に基づく推論モデル(i.e., D_{FM})の方が，「Fam(Q)の閾値」に基づく推論モデル(i.e., D_{TFM})よりも予測の一致率が高かったことから，問題文で提示される対象が familiar であることだけでなく unfamiliar であることも，推論に直接影響を与える有用な手がかりとなることが示唆された。

次に，知識を利用した推論モデルに関して，Difficulty が高い問題では knowledge-matching モデルが推論パターンをよく予測できたことから，問題を「難しい」と感じた際に人間は「複数の属性に関する一致度」に基づいて推論していることが，一方 Difficulty の低い問題では TTB Country モデルが推論パターンをよく予測できたことから，問題を「易しい」と感じた際に人間は TTB 的な方略に従って推論していることが，それぞれ示唆された。さらに，「知識を利用できない」と考えられる状況においてもなお familiarity-matching モデルが多くの推論パターンを予測できたことから，知識に基づく回答によって familiarity-matching に従った推論パターンが観察されたわけではないことも示唆された。

本研究は，選択肢で提示される対象だけでなく問題文で提示される対象にも注目したという点で特色があるといえる。問題文で対象が提示される二者択一課題の場合，参加者は選択肢を見ずに問題文を読むだけで正答が分かる場合もあり，「選択肢を見た際にどう推論するか」だけでなく「問題文を読んだだけで正答が分かるか」という 2 つのステップを含む推論モデルを想定

できる。また，familiarity-matching が「familiarity の類似性」に基づく推論方略であることから，3.1 節でも分析したように，対象に対する familiar な側面だけでなく，従来は有用とされていなかった unfamiliar な側面も，有用な推論手がかりとなりうる。本研究は，上記 2 つの特徴を持つために，比較・検証可能な人間の推論モデルを拡張すること，および「よく知らない」場合でも時に合理的推論を行えるという先行研究の知見(e.g., Less is more effect; Goldstein & Gigerenzer, 2002)を拡張することに，それぞれ貢献していると考えられる。

本分析では，モデルが実際の選択をどの程度予測するかという予測の一致率から，人間の推論プロセスを検証した。今後は，実験参加者数を増やしたうえで，各モデルの精度(e.g., Honda et al., 2017; Pachur & Aebi-Forrer, 2013)および Bayesian model weight によるモデル選択の証拠の強さ(e.g., Honda et al., 2017; Kass & Raftery, 1995)などに基づき，推論プロセスについてより詳細に検証する必要があるだろう。

謝辞

本研究は，科学研究費補助金(基盤研究(A), 16H01725; 基盤研究(B), 25280049，若手研究(B), 16K16070; 新学術領域，16H06569; 基盤研究(B), 16H02835)からの助成を受けて実施された。また，福田玄明氏(東京大学)から貴重なコメントを頂戴した。ここに謝意を記す。

参考文献

Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: The recognition heuristic. *Psychological Review, 109*(1), 75–90. https://doi.org/10.1037//0033-295X.109.1.75

Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Memory-based simple heuristics as attribute substitution: Competitive tests of binary choice inference models. *Cognitive Science, 41*(S5), 1093-1118. doi: 10.1111/cogs.12395

Kahneman, D., & Frederick, S. (2005). A model of heuristic judgment. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 267–293). New York: Cambridge University Press

Kass, R. E., & Raftery, A. E. (1995). Bayes Factors. *Journal of the American Statistical Association, 90*(430), 773–795.

Pachur, T., & Aebi-Forrer, E. (2013). Selection of Decision Strategies After Conscious and Unconscious Thought. *The Journal of Behavioral Decision Making, 26*(5), 477-488. doi:10.1002/bdm.1780

Shirasuna, M., Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (in press). Familiarity-matching in decision making: Experimental studies on cognitive processes and analyses of its ecological rationality. *Proceedings of the 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.

仮想オブジェクトを介した視覚的コミュニケーションにおけるターンテイクダイナミクスの分析

Analysis of turn-taking dynamics for visual communication via virtual objects

入江 諒 †, 金野 武司 ‡
Ryo Irie, Takeshi Konno
† 金沢工業大学, ‡ 電子情報通信工学科
Department of Electronics, Information and Communication Engineering
b1443804@planet.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

What kind of characteristics do humans read from others in determining their "human-like movements"? In this study, we designed an experiment that allows participants to visually interact with others through a virtual object. As a result of the experiments between humans and between humans and a computer that performs random movements, movements of an object between humans tended to show coordination. Moreover, compared to the movements between a human and a computer, they were confirmed to show significantly higher correlation coefficient. However, the analysis of movement patterns and the questionnaire collected from the study participants reveal that higher correlation coefficient is not sufficient to assess human-like movements, and there is a need for quantitative assessment by switching the role, that is, turn-taking of the leader-follower relationship in the coordination movement.

Keywords — Human-like movements, Turn taking, Human-computer interaction

1. はじめに

インターネットを介して大勢の人が参加することのできるコンピュータゲームでは，人が操作するキャラクタだけではなく，計算機のアルゴリズムで動くキャラクタがいる．そういったキャラクタは見るだけで計算機が動かしていると分かることが多い．しかし，それがどういった特徴によるものであるのかは良くわかっていない．人は他者の動きの観察から人らしさをどのように感じ取っているのだろうか．

人の動作の三次元計測によって人らしい動きを解明しようとする研究 [1, 2] は多いが，人の動作は非常に複雑であり，計測されたデータから人らしさを感じる本質的な要素を抽出することは難しい．これに対して，飯塚 [3, 4, 5] は指の動きと触覚のみを通じた二者間でのインタラクション実験を実施している．この実験で飯塚は人どうし，および人と人記録データでの実験を行ない，その結果から，相手が人であることを認める重要な要素として応答的なターンテイクがあることを指摘している．しかし飯塚らの研究は，視覚的動作パターンにおける人らしさの知覚的動作特徴を明らかにするには至っていない．

そこで我々は，飯塚らと同様に単純なインタラクション環境を用意しつつ，視覚的なチャネルにおいて二者の運動の相互作用の変化パターンを計測する実験を設計し実施する．この実験において，相手を人だと判断する際の動作特徴を調査するために，人どうしのインタラクション実験と共に，人と計算機でのインタラクション実験を実施する．さらに，人と計算機の実験では，計算機の動きを人とは明らかに異なるようにする．こうすることで，人どうしの動きを計算機の動きとの差として明確に特徴づけられるようにすることを狙う．次節以降では，上記の考えに基づいて設計した実験室実験について説明する．

2. 実験室実験

実験では二人の参加者が背中合わせに設置されたコンピュータ端末の前に座る．両者の端末の画面上には中央に直径約 16[mm] の円形のオブジェクトが横並びに 2 つ配置される（図 1）．それぞれの円は一方を自分が操作し，他方を相手が操作する．自分が操作する円はオレンジ色で，相手の円は緑色で表示される．円はテンキーパッドの矢印ボタンによって左右にのみ動かすことができ，自分の円の位置の変化は相手に直ちに反映されるようになっている．また，円は互いにすり抜けることができないようになっている．飯塚らの研究 [4] では互いの移動場所がすり抜けられるように

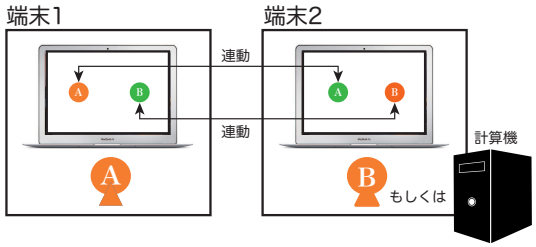


図 1　実験環境

なっているが，視覚的動作特徴として「押す／押される」の関係としてターンテイクを表現できるようにするためにこのような設定とした．

2.1　実験手続き

参加者は，コンピュータ端末越しに簡単なゲームに取り組むことが説明され，最初に操作に慣れるための練習を 90 秒間を上限に行なった．参加者は 90 秒を 1 セッションとして，計 15 セッションに取り組んだ．このうち，初めの 5 セッションは人どうしで行なわれ（人–人条件），残りの 10 セッションでは相手が人と計算機で 5 回ずつランダムに入れ替わった（人–計算機条件）．人–計算機条件で参加者は，相手が計算機になる場合には二人ともが計算機を相手とした．また，人–計算機条件では，1 回のセッションが終わるたびに，相手が人であったか，計算機であったかについてのアンケートに答えた．このアンケートでは，同時にそのように判断した根拠となる動作特徴を自由記述で答えた．1 セッションごとの正解についてはフィードバックしなかった．初めの 5 セッションが終わった後で，参加者には相手が人であるか計算機であるかがランダムに入れ替わることが伝えられた．同時に参加者には相手が人であるのか計算機であるのかを判断すると共に，自分が人であることを相手に伝えようとするように指示された．

2.2　実験設備と計算モデル

実験システムは MATLAB に Psychtoolbox [6, 7, 8] を組み合わせて構築した．モニターは EIZO 製 FlexScan EV2316W を用い，画面サイズは 510 × 290 [mm]（1920 × 1080 [pixel]）だった．描画更新のサンプリング時間は 10[msec] とした．1 サンプリング時間あたりの円の移動距離を 10 [pixel] としたため，人が操作する円の移動は 270.8[mm/sec] の等速度運動であった．

計算機が動かす円は，サンプリング時間ごとに ±15[pixel] の範囲でランダムに移動するようにした．従って，最大移動速度は 406.2[mm/sec] であった．このような動作にすることで，人の動かし方とは明らかに異なる動きを実現した．

2.3　参加者

実験には 5 ペア（計 10 名）が参加した．参加者はいずれも金沢工業大学の男子学生で年齢は 21〜22 歳（平均=21.3, SD=0.458）であった．また実験は全て同大学で行なわれた．

2.4　結果

参加者が体験した 15 セッションのうち，相手が人もしくは計算機とランダムに入れ替わった後半 10 セッション（人–計算機条件）における正答率は 76%だった．そのうち，人の動きに対する正答率は 72%であり，計算機の動きに対する正答率は 96%だった[1]．この結果は，人の動作と計算機の動作が異なるものとして認識されたことを示している．

参加者が実際にどのような動かし方をしたか，その特徴的な例として人–人条件のグラフを図 2 に，人–計算機条件のグラフを図 3 にそれぞれ示す[2]．人どうしでは，2 つの円の位置が同調して動く様子が多く観察された．他方，人–計算機条件では，計算機がランダムウォークするため，人どうしで見られる動作とは大きく異なるパターンとなっている．図 3 で興味深いのは，セッションの前半で人の方が機械に合わせて小刻みに円を移動させつつも，セッションの後半では本来の人らしい動きに変わっていることである．

円の動かし方についてのパターンを見ると，両者には同調度合いについて違いがあるように見える．そこで，2 つの時系列についてピアソンの積率相関係数を算出してみる．人–人条件での 5 セッションの相関係数は平均 0.816（$SD = 0.073$），人–計算機条件での 10 セッションのうち，人どうしでの 5 セッションの相関係数は平均 0.783（$SD = 0.093$），計算機相手での 5 セッションの相関係数は平均 0.329（$SD = 0.041$）だった（図 4）．この 3 条件について参加者内計画による分散分析を実施すると，有意な主効果が確認

[1] ただし，ペア 5 の人–計算機条件での人どうしで行なった 4 回目のセッションで，一方の参加者が全く円を動かさないことがあったため，このセッションは外れ値として以降のデータ分析から除外した．

[2] これらの例では，いずれも人は人と，計算機は計算機と正しく認識した．

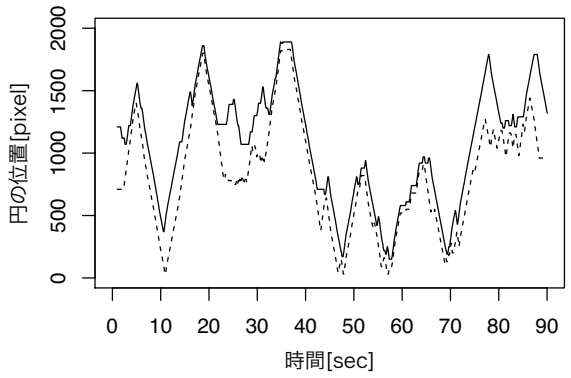


図 2　人どうしでの円の移動パターン

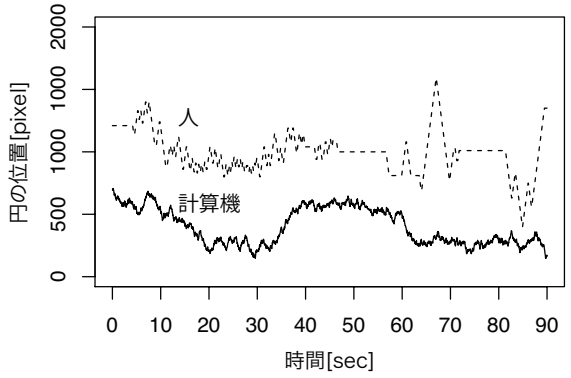


図 3　人–計算機での円の移動パターン

された（$F(2,8) = 51.01$, $MSE = 0.007$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.905$）．Holm 法を用いた多重比較の結果，人どうしでの相関係数についての 2 つの平均値には有意差がなく，人どうしと人–計算機の間の相関係数の平均には有意差があった（$p < .05$）．この結果は，人どうしでの動きの特徴の 1 つとして，時系列間の相関の高さがあることを示している．

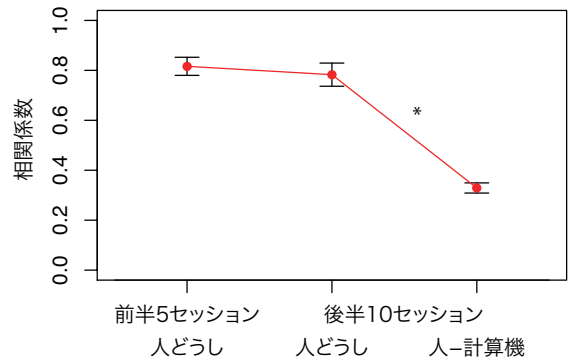


図 4　人–人条件，人–計算機条件での相関係数．$* p < .05$.

3.　議論

結果より，人らしい動きの特徴が相関係数の違いに表れるような同調的な動きにあることがわかった．では，2 つの時系列が同調的でありさえすれば，人は相手を人が動かしていると判断するだろうか．人–人条件での正答率が 72%であったことを考えると，同調だけでは相手を人と判断することはできないのではないかと考える．事例としてはまだ少ないが，人–人条件で，相関係数が高いにも関わらず相手を計算機と判断したケースがあった．人–計算機条件で人と対した 5 セッションにおいて，人ではなく計算機だと答えたのは，5 ペア 10 人中 8 人で，14 セッションあった（28%）．また，一人当たりの間違える頻度は平均 1.4 回（$SD = 1.17$）であり，特定の人に誤回答が偏っていたのではなかった．このとき，誤回答したセッションでの相関係数の平均は 0.813（$SD = 0.228$）だった．これは，相関係数が高いにも関わらず誤回答をすることがあったことを示している．

誤回答をしたときの判断の根拠を尋ねたアンケートでは，「あまりついてこなかった」，「動きがぎこちなかった」，「相手が自分の動きに合わせてくれなかった」，「動きを合わせてこなかった」，「自分が止まっているときの動きが不自然」といった記述が見られた．これらは自分の動きに対して相手からの応答が返ってこないことを根拠として相手を計算機と判断していたことを示しているのではないだろうか．

相手の動きに応答的になることについて，同調傾向は確かに重要な要素の一つであるが，相関係数はその傾向を適切に表現するには不十分であることが考えられる．また，一方向的な同調ではなく，交互に主従関係が入れ替わることも重要であると考えられる．図 3 に示した動作パターンは，人–計算機条件での一事例だが，人は最初に計算機のパターンに同調するような動きを見せつつも，途中から今度は自分のターンであるかのように，相手が自分に同調してくるかどうかを試すような動きをしている．これに対して計算機が全く応答しなかったことから，相手を計算機と判断したのではないかと考えられる．以上のようなことから，ただ同調するのではなく，「押す/押される」の役割の交代が行われること，すなわち，ターンテイクのパターンの繰り返しが重要なのではないかと考える．また，このパターンを定量的に抽出することが，人らしい動きの特徴解明に必要になるものと考えられる．

4. 結論

我々は，視覚的な動作において，人が他者に「人らしい動き」をどのような特徴から感じ取っているのかを調査するために，コミュニケーションチャネルを限定し，仮想的なオブジェクトを介して他者とインタラクションする課題を設計し実施した．結果，オブジェクトの操作に関して，人どうしでの動作パターンには同調傾向が現れることが確認された．この同調傾向は，人と計算機の動作パターンと比較した場合に，2者間の時系列パターンの相関係数の高さとして表現できることを確認した．しかし，同時に人どうしの同調パターンを適切に特徴付けるには相関係数の尺度では不十分であることも確かめられた．アンケートの記述および動作パターンの観察からは，同調の主従関係が一方向ではなく交互に入れ替わること，すなわちターンテイクの重要性が示唆された．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費基盤研究（B）「個性を持つロボットの制作による＜心と社会＞の哲学」／課題番号 15H03151 の助成を受けた．ここに記し謝意を表します．

参考文献

[1] H. Joo, H. Liu, L. Tan, L. Gui, B. Nabbe, I. Matthews, T. Kanade, S. Nobuhara, and Y. Sheikh (2015) “Panoptic studio: A massively multiview system for social motion capture,” *In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 33343342.

[2] 仲地 一世, 片上 大輔, 竹内 勇剛 (2011) “Kinect センサを用いた自分らしさ認知の解析, ” 27th Fuzzy System Symposium, 128-133.

[3] T. Forse,H. Iizuka, and T. Ikegami (2014) “Embodied social interaction constitutes social cognition in pairs of humans: A minimalist virtual reality experiment”, *Scientific reports*, 4:3672, 1-10.

[4] 飯塚 博幸 (2014) “複雑系アプローチによる他者の認識とコミュニケーションの創発,” 計測と制御, 53(9), 821-827.

[5] 飯塚 博幸, 安藤 英由樹, 前田 太郎 (2012) “身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発,” 電子情報通信学会論文誌, J95-A(1), 165-174.

[6] Brainard, D.H. (1997) “The Psychophysics Toolbox,” *Spatial Vision* 10, 443-446.

[7] Pelli, D.G. (1997) “The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies,” *Spatial Vision* 10, 437-442.

[8] Kleiner M, Brainard D, Pelli D, 2007, “What’s new in Psychtoolbox-3?” Perception 36 ECVP Abstract Supplement.

学習者・保護者・研究者による協調的学習問題解決の事例研究
Case Studies on Collaborative Learning Problem Solving by Learner, Parent and Researcher

髙岸　悟
Satoru Takagishi

放送大学
The Open University of Japan
takagisi.satoru@gmail.com

Abstract

This study is to solve the learning problem of junior high school students by learner-parent-researcher collaboration. I had three case studies. In those studies, two students were able to improve it and the other continues solving.

Keywords — collaborative learning, problem solving, constructive interaction, cognitive counseling

1.　はじめに

「教育心理学は，人の賢さの仕組みを解明し，人が賢くなる過程を明らかにして，その過程の質を高めることによって人を今より全体としてもっと賢くしようとする実践的な研究領域である.」(三宅・三宅, 2012). このような実践として，以下の例がある.

1.1　アン・ブラウンの FCL プロジェクト

FCL とは，″Fostering Community of Learners″（学習者コミュニティの育成）の略である．文章読解において，モニタリングによるメタ認知が可能な「相互教授法」を開発し，建設的相互作用を引き出すジグソー法の中に取り入れた.

このプロジェクトを通して子どもたちは，仲間と一緒に議論することによって活用できる科学の知識を獲得し，さらに，自発的に発展課題を見つけていく「発展的達成型」ゴールを目指すようになった.

1.2　ブランスフォードのジャスパープロジェクト

″THE IDEAL PROBLEM SOLVER″という問題解決方法を開発し，それを使い算数や数学の問題をクラスの友達と一緒に解決していけるようなドラマを用いた教育実践である.

ドラマではジャスパーという主人公が遭遇する困難を解決していく．それを見ながら，クラスの友達と一緒に議論し，速さや確率などの数学的知識を自然に獲得してゆく.

1.3　スカーダマリアとベライターの知識構築プロジェクト

″Computer Supported Intentional Learning Environment″や″Knowledge Forum″を開発し，ネットワーク上の電子黒板を用いて作文しながら，生徒たちが共有した問題の理解を深め，知識を構築していけるような教育実践である.

結果として，言語や作文の質・量ともに向上し，教科の内容や概念を理解し，協調的問題解決力も生まれた．さらに，自発的に大人が解けないような問題提起も行うという,「発展的達成型」ゴールの見本でもある.

1.4　三宅なほみの CoREF プロジェクト

建設的相互作用理論（miyake, 1986）をもとにして作られた「知識構成型ジグソー法」という型を用い，クラスの一人ひとりが自分の考えを深化させていく教育実践である.

知識構成型ジグソー法の基本形は，生徒の既存の知識や３つか４つの知識を部品として組合せることで解けるような問い（課題）を教師が設定し，生徒は①まず問いの答えを書き②エキスパート活動で担当分野を理解し③ジグソー活動で意見交換・統合し④クロストークで発表し⑤最後は一人で問いに対して答える，である.

現在，ネットからも利用可能な協調学習授業デザインハンドブックには，研究教材（小中学校 411，高等学校 1,040）があり，小中高等学校で使えるようになっている．さらに，初期研修会や教材開発・授業運営の研究会も充実している.

1.5　板倉聖宣の仮説実験授業

仮説実験授業は「授業書」にそって行われる．たとえば，ある実験において実験前にクラスの一人ひとりが答えを予想し，その理由を出し合って討論したあとで，実験によって正解をだし，理論を深めていく.

理科から始まった仮説実験授業だが，現在，算数・社会・音楽などの他の教科へ進展している．また，教材や研修・研究会も充実している．

1.6 市川伸一の認知カウンセリング

認知カウンセリングとは，認知心理学の情報処理的人間観とカウンセリングマインドを融合させた個別学習支援・指導である．カウンセラーは共感・傾聴・自立支援を心がけてクライアントに接し，学習内容の意味理解・思考過程・メタ認知を重視して学習指導を行う．またカウンセラーは，自己診断・仮想的教示・診断的質問・図式的説明・比ゆ的説明・教訓帰納などの基本的な技法を用い，学習観を練習量重視から方略重視へ，丸暗記傾向から意味理解重視へ，結果重視から過程重視へ，失敗落胆傾向から失敗活用へとクライアントを導く．

大学の学習相談室から出発し，学校の中の学習相談へ，そして，現在では地区の教育センターでの学習相談へと広がっている．学習支援員は，教育研究者・院生，学校教員，大学生と幅広いが，ケース検討会によって支援力向上や教育界への問題提起を行っている．

2. 研究の目的

「協調的問題解決場面では，一人のやることを他者がモニターせざるを得ない状況の中で，一人のやる具体的な状況に即した解が必然的に他者によって『より抽象的なレベル』で再解釈されることが確認されている（役割分担による抽象化段階説）」（三宅・三宅・白水，2002）．

「知識構成型ジグソー法の中で，3 人が異なった部品を持ち寄って共通の問いについて意見交換・統合するジグソー活動」（CoREF）

「カウンセラーは共感・傾聴・自立支援を心がけ・・・基本的な技法・・・を用い，・・・失敗落胆傾向から失敗活用へとクライアントを導く.」（認知カウンセリング）

以上の三点を融合することによって，役割分担が異なる三者が意見を持ち寄り，カウンセリング技法を取り入れ，相手の立場を理解し議論すれば，学習問題解決に向け，大きな力になるのではないか．

2.1 目的

①学習者・保護者・研究者の協調により学習者がより賢くなれる型を作ること．

②その型を用いて学習者が自らの学習上の問題解決を主体的に行うことができるようになること．

2.2 学習者

①まず自分の学習上の問題点を明確にする．

②目標を定め，いつ・どこで・何を・どのように・どの程度までやるかの計画（Plan）をたてる．

③実行（Do）し，記録する．

④一定期間後に評価（Check）し，改善（Act）し，再度計画を立て直す．

⑤以上の②～④をくり返す（PDCA サイクル）．

⑥ただし，自分でできるようになるまでは保護者ならびに研究者の支援を仰ぐ．

⑦基本的に，自分の好きなこと以外は，指示待ち，決められない，熱中できないなどの傾向が見られる．

2.3 保護者

①学習者の幼いときからの個人的な経験・知識をよく知っている．

②学習者に対して指示的になりやすい．

③学習者が考えているのを待てない，急がせる傾向がある．

④基本的に，学習者がより賢くなることを望んでいる．

⑤学習に関しては指示しないで見守る．

2.4 研究者

①学習者の事実を重視する．

②学習方略の知識がある．

③学習者・保護者の個人的な知識が少ないので客観的・第三者的な見方が可能である．

④基本的に，学習場面において親子関係がうまく機能することを望んでいる．

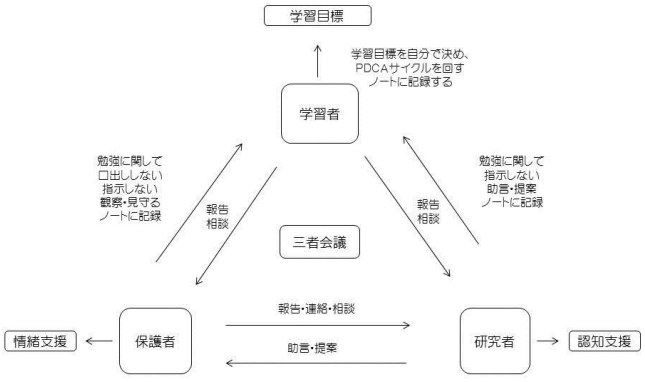


図 1

3. 事例（１）中１女子

「英語は大嫌い，でも点数を上げたい（母・子)」

3.1 第一回三者会議

Ｌ（学習者）：英語はきらい．でも，テストで良い点数が取りたい．ノートは取っているが授業内容はぜんぜんわからない．スポーツ好き．母と一緒に勉強はしたくない.

Ｐ（保護者）：Ｌと一緒にワークをやったときは点数がとれた．自分でやるといいながら，やらなかった．やればできるはず.

Ｒ（研究者）：Ｌは英語で数字と曜日は言えるが，月の名前は言えない．スペルが書けたのはほんの一部．前回のテスト問題と解答用紙，教科書，ノート，プリント，ワークなどの学習関連資料が見たい.

結論：Ｌは学習関連資料を持参しＲとともに学習分析の後に学習方針をつくる．Ｐは学習に関しては見守る.

3.2 学習分析→学習方針

①前回のテストでは，50 数問中正解が 7 問（おもにリスニングで得点）→できていない部分を教科書・ノート・ワークから探す→次には何をやればいいだろうか，考えてみて？

②授業ノートはきちんとしている→内容を理解するにはどうしたらよいだろうか?→まず，疑問があったら質問すること，また，まとめ直したり，内容を他の人に説明してみたりする.

③提出ワークは答えを丸写し→テスト前に時間が足りなくて，提出のために答を写した（ワークの使い方が教科書・ノートの理解確認のためというのは知っていた）.

④教科書の英文には読み仮名だらけ．→単語の発音・アクセントが覚えられない．→会話ができない.

⑤教科書の使い方を知らない．→教科書には文法のまとめや単語グループ，一日の生活，地図案内，基本英文一覧など覚えやすい工夫がある.

⑥辞書の使い方を知らない（発音記号の読み方は全く習っていない）．→同じ単語を何度も引いてもいい．→だから，スペルも違った意味もあることも覚えることができる.

⑦文法もほとんど理解していない．→文法が分かるとリスニングはもっとよくわかるようになる．教科書に文法のまとめがあるのを知ってる？日本語と比較したことはある？

3.3 計画

二人で学習分析と今後の方針を話し合ったあとで，学習者に計画を自分なりに考えてもらった.

①教科書の英文をノートに写し，それを日本語にする.

②文法（現在進行形，一般動詞に過去形）を理解する.

③ワークをやる.

④間違いをやり直す.

3.4 第二回三者会議

Ｌ：英文は途中で Read（本文の訳 3 倍の文章）を省略した．文法の理解はできた．ワークはまちがいが多かったので，やり直しがあまりできなかった．その結果，今回のテスト 50 数問中，正解が 21 問，その正解は選択問題のみであって，英文を書くところはできなかった.

Ｐ：学習に関しては見守ることはできた．点数は上がったが，その後，ほとんど勉強はしていないようだ.

Ｒ：初めの英語の知識のなさには驚いたが，教科書の書き込みやノートの書き方を見れば，授業中のまじめさがわかった．「本文を１行ずつ読んで日本語に直してみて」とか「現在進行形ってなんだっけ？」，「過去形のつくり方を説明して？」などの聞き役にまわり，書くことはやらなかったので，テスト結果には納得．計画をだいたい実行できたし，もの覚えも良かった.

結論：このまま続けること．次の目標は，英語が書けるようになること.

4. 事例（２）中２女子

「理科と社会の勉強のやり方がわからない（母・子)」

4.1 第一回三者会議

Ｌ（学習者）：英語・数学・国語は平均点以上だが，理科・社会は平均点より１０点以上低い．スポーツクラブ．小さいころからそろばんを習っている.

Ｐ（保護者）：３人兄弟のいちばん上，家の手伝いや下の子たちの面倒をみる．明るく負けず嫌いな性格.

Ｒ（研究者）：前回のテスト問題と解答用紙，教科書，ノート，プリント，ワークなどの学習関連資料が見たい.

結論：Ｌは学習関連資料を持参しＲとともに学習分析の後に学習方針をつくる．Ｐは学習に関しては見守る.

4.2 学習分析→学習方針

①社会は教科書・ノートを使わずにプリント授業．→プリントは教科書以上に詳しく，よくまとめられている．→読んだり見たりでは情報量が大きく覚えきれない．→できるだけ図や表を使って自分でまとめ直す．できれば，問題形式にする.

②理科はきちんとノートをとっているが内容（飽和，

光，圧力・浮力など）がよくわかっていない．→「飽和って何？」とか「光の性質は何？」「凸レンズを使ってできる像ってどんなのがあった？作図できる？」などを他の人に説明できるようになる．
③英語・数学・国語に比べて理科・社会の学習量，学習時間が圧倒的に少ないことが判明．→英語・数学は毎日予習・復習していた．→理科・社会も少し付け加える．

4.3 計画

①社会はプリントから自分が分かりやすいように図や表を使ってまとめ直す．
②理科はノートの復習で分かったことを人に説明してみる．
③ワークはまとめや復習が終わってからやる．
④ワークの間違い直しをやる．

4.4 第二回三者会議

L：毎日の家庭学習に理科・社会を少し加えた．だいたい計画通りできた．理科・社会とも中２の範囲では７割以上正解，平均点を越えた．理科では中１の復習が出て，やはり前回同様できなかった．
P：学習に関しては見守ることはできた．はじめて全教科すべて平均点を越えた．
R： 運動クラブで疲れていても，食後，早めに自室に戻り予習・復習を続けているというノートに，そのときの自分の気持ちも書いてあって，それを読んで感動した．あとは，自分の将来について考えたり調べたりしてほしい．
結論：勉強に対しての自信が出てきた．このまま続けてほしい．応用問題にもチャレンジしていく．

5. 事例（３）中３男子

「勉強はできないが普通程度の公立高校に合格させたい（母)」

5.1 第一回三者会議

L（学習者）：高校へは行きたい．親の言うようにお金のかからない近所の公立校，できれば中堅校．学校の成績は下位．授業中ノートは取るが内容は分かってない．字が小さく，筆圧も弱く，読みにくい．勉強で好きなのは，数学の図形と理科の実験，嫌いなのは覚えることが多い英語．でも，勉強で特にこまっていることはない．
P（保護者）：性格はおとなしくやさしくゆったりしている，無口でめんどうくさがりで，競争心はない．末っ子なので依頼心が強く受け身的で精神的に幼い．家の手伝いは犬の散歩，洗濯物の取り入れ，ゴミ捨てだが，洗濯物以外は親に言われてからやる，朝は親に起こされる．
R（研究者）：学習者・保護者・研究者による協調的学習問題解決の図を見せて，自立学習サイクルを目指すことを説明．自主性・自己決定・自己選択・改善が学びの第一条件．

三者それぞれが相手とのコミュニケーションを通して自分自身の考えを深めていく．

受験をポジティブに考え，自分を良くしていく絶好のチャンスにしたい．今までの自分を振りかえり，これからの自分を考え，良い習慣を身につける（勉強，生活，家族，友人)．

幼い自己中心的な考え方．⇒そんな自分を一段上から見つめどう改善させてゆくか（メタ思考)．

結論：
①三者各自記録ノートを準備し，協調的問題解決を目指す．
②千葉県公立高校の受験システムの学習．
③1 年生からの積み上げ学習ではなく，興味関心のあるところからの学習．
④生活改善（朝は自分で 6:30 に起きる，言われる前にゴミ捨て・犬の散歩をする)．

5.2 初期の計画

①記録ノートをつくる．
②千葉県公立高校の受験システムを調べる．
③行きたい高校について調べる．
④入試過去問題の理科の電気をやる．
⑤家の手伝いをする．

5.3 第二回三者会議

L：記録ノートをつくり，千葉県公立高校の受験システムを調べたが，行きたい高校については調べていない．入試過去問題の理科の電気の勉強は少しやったが途中でやる気はあったが忘れた．家の手伝いはだいぶ進歩したが，記録できていない．
P：ゴミ出しに比べて犬の散歩は父親に言われてから行くことが多かった．勉強に関しては口出ししなかった．ノートは白紙．
R：記録を残す理由・間違いから学ぶ利点の説明．勉強を，たとえば友達やビデオ・食事・犬の散歩とくっつけてみたらどうか，と助言した．
結論：Ｌは家での勉強（理科，数学）を少しずつ増やす．Ｐは少しずつでいいから勉強をやってほしい．Ｒはとにかく自主性・自己決定・自己選択・改善が第一．

5.4 次の計画

①学校の定期テスト（国語・数学・英語・理科・社会）.
②中３数学と理科.
③家の手伝いをする.

5.5 第三回三者会議

Ｌ：定期テストの結果は，国語・英語・社会が赤点，数学も前回よりかなり下がった．家の手伝いは進歩し，記録もしっかりできた.

Ｐ：ゴミ出し・犬の散歩は大進歩．勉強に関して指示することはなかったが，今回のテストの結果は残念だ．志望校についても考え直す必要がある.

Ｒ：高校での授業や成績が心配．学校の授業を第一としてはどうか．また，理数系で実験が好きなことから工業高校の進路もあるのではないか.

結論：Ｌは学校の授業の復習をやった後でワークを解く．期末テストで赤点をなくす．高校見学に行く．模擬試験を受ける．ＰとＲは，やはり学校の授業中心で進めたほうが良い.

5.6 次の計画

①学校の授業（ノート・教科書・プリントなどの資料）の復習.
②期末テスト（国語・数学・英語・理科・社会）対策.
③模擬試験と志望高校.

6. 結論

(1) 生徒によっては，学習資料（学校のテスト問題・答案，ノート・教科書・プリント類など）をもとに私たちに説明しているうちに，自分の学習状況に気づき，初めから保護者・研究者の援助を必要としない場合もあった.
(2) 家庭学習の習慣というのは，各家庭・各個人によって環境条件が異なり，一〜二カ月で変えるのは，人によっては非常に難しいことを改めて気づかされた.
(3) 今回の学習上の問題で，親子の相談と親の相談の場合があった．前者に比較して後者の行動変容がかなり少なかった．しかし，そのことを原因として考えるには，データ数や条件において不備である.

7. 今後の課題

(1) 学習者・保護者・研究者の進行状況が一覧できるようなシートがあれば会議の進行がもっと良くなった.
(2) 三者会議を月に一回としたが，もっと柔軟性があってもよかった.
(3) 本研究に興味を持った人たちと研究会をつくりたい.
(4) 協調的な問題解決において，ラポールは非常に重要であり、場の雰囲気で感じることはできるのだが，その客観的指標を見つけることはできなかった.

謝辞

本研究におきましては，放送大学大学院の三宅先生，東京大学の白水先生，そしてゼミのみなさまには，たくさんの助言とたくさんの励ましの言葉をいただきました．また，個別指導の面では，東京大学の市川伸一先生ならびに市川研のみなさまから認知カウンセリングの手法のご指導をいただきました．ここに記して感謝の意を表します.

参考文献

[1] 三宅芳雄,(2012)“教育心理学特論”,放送大学教育振興会.
[2] 三宅なほみ・三宅芳雄・白水始,(2002)“学習科学と認知科学”,Cognitive Studies,9(3),328-337.
[3] 白水始・三宅なほみ・益川弘如,(2014)“学習科学の新展開：学びの科学を実践学へ”,Cognitive Studies 21(2),254-267.
[4] 市川伸一,(2014)“学力と学習支援の心理学”,放送大学教育振興会.

P1-10F の論文は 1209〜1213 頁に掲載されています。

透明性錯覚におけるメッセージ内容と見積もりフレームの相互作用

阿部慶賀
Keiga Abe

岐阜聖徳学園大学
Gifu Shotoku Gakuen University
keiga.abe@gmail.com

1. 研究の背景

私たちは他者とコミュニケーションを取るとき、自分の意図が他者に知られる、伝わる見込みを過大に見積もる傾向を示す場合があり、この現象は「透明性錯覚」（Gilovich, et al, 1998）と呼ばれる。日常的な場面での例を挙げるならば、悪事を働いた者が他者に目撃されているように感じたり、メールや手紙での情報発信時に、著者が期待するほど読者が意図を読み取ってくれないと感じるのも、透明性錯覚によるところが大きい。

この透明性錯覚の効果を左右する要因としては、受け手と伝え手の間に共有された情報基盤があること（武田・沼崎, 2009）や、緊張感や顔のこわばりなどの主観的体験の強さ（遠藤, 2007；鎌田, 2007）が挙げられる。これらの先行研究は伝え手や受け手の特性に着眼している。一方、メッセージの内容や伝達の文脈といった要因に着眼した検討例としては、発話での情報伝達より文字での情報伝達の方が透明性錯覚が生じやすいとするKruger & Epley(2005)、Eメールでの情報伝達において褒め言葉よりも皮肉で起こりやすいことを示した岡本・佐々木(2007)などが挙げられる。

本研究はこれらの先行研究を踏まえ、見積もり時のフレームについて検討を行う。先行研究では伝達の手段（メディア）の違いや内容の違いを扱っているが、情報を伝えようとして発信しているのか、情報がバレないように発信しているのかという情報発信の目的に触れたものは少ない。同じ情報発信の場面でも、ストレートに好意や感謝を伝えたい場面もあれば、気恥ずかしさから伝わらないことを期待して情報発信する場面もある。また、口喧嘩のように相手に直接悪意、敵意をぶつけたい場面もあれば、陰口のように相手には気づかれずに憂さ晴らしとして情報発信したい場面もある。気持ちを伝えたい場合には相手に情報が伝わる見込みを見積もることになるが、相手に察知されないことを期待する場合は、情報がバレない見込みを見積もることになる。この点に関しては、「アジアの病気」問題に代表されるフレーミング効果(Tversky & Kahneman, 1981)の研究にあるように、同じ問題構造でありながら、文脈や表記のみを変えるだけで判断が変わってしまうことも知られている。以上から、判断の文脈の違いが透明性錯覚にも影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、メッセージ内容と情報発信の目的の枠組みが透明性錯覚の強さに与える影響を検討した。具体的にはメッセージ内容について、受け手にとって好ましいもの（褒め言葉）と好ましくないもの（貶し言葉）の2種類を設定し、伝え手がそのメッセージを伝えようとする文脈に置かれているのか、隠す文脈なのかによって透明性錯覚の程度に違いが生じるかどうかを心理学実験によって検討した。

仮説としては、以下の4つの仮説を挙げる。まず、他者に悪意が読み取られないように警戒することには、脅威を作りにくくするという点で適応的であると考えられるため、「貶し言葉の漏洩」の見込みは同じ漏洩の見積もりでも「褒め言葉の漏洩」より高く見積もられると予想した（仮説１）。一方、他者に好意が伝わることは、協力者が見つかるという点で適応的であると考えられ、伝え手にとっても受け手にとっても望ましいことであるため、「褒め言葉の伝達」の見込みは同じ伝達の見積もりでも「貶し言葉の伝達」より期待されやすく、高く見積もられると予想した（仮説２）。

また、情報発信の目的の枠組みに着眼して見た場合、同じ貶し言葉でもそれを伝えようとするより、隠そうとする方が敵対するものを増やしにくく、「漏洩する見込み」に過敏になっている方が適応的なため、より高く見積もられると予想した（仮説３）。褒め言葉の場合では、隠し通すことを期待するより、伝わることを期待する方がその後の他者との協力関係を作る上で有用であることから、「伝わる見込み」の方がより高く見積もられると予想した（仮説４）。

2. 実験

2.1 方法

実験協力者： 仮説および透明性錯覚についての事前知識を持たない大学生32人（男性10人、女性

22人、平均年齢18.7歳）が参加し、うち教示に反した1名を分析から除外した。

課題： 実験では発声を禁じた状況下での伝言課題を行った。具体的には伝え手が表1のメッセージを口元の動きだけで表現し、受け手がそれを見て当てるという課題であった。メッセージは褒め言葉と貶し言葉のそれぞれについて5種類を用意した。いずれも母音と文字数が同じであるため、口の動きだけで当てるのは難しく、単純計算上での的中率は20％となる。これらのメッセージの中から、ランダムに選ばれた1つを伝えるよう伝え手に教示した。伝え手が伝達する際は、マジックミラーによって仕切られた 2 部屋を用意し、一方の部屋に伝え手1人が待機し、もう一方の部屋に受け手の大学生30人が待機した。マジックミラーで仕切られているため、伝え手からは受け手の反応は確認できず、受け手から一方的に伝え手の様子が見えるようになっていた。ただし、受け手が別室に存在することを確信させるために、実験前に受け手たちが実験室へ入室する様子を見届けさせた。伝言課題を行う時、伝え手には、貶し言葉（褒め言葉）を漏洩させない（伝える）という状況を想定しつつ、自然な速さと表情で発信するよう教示した。

なお、メッセージが褒め言葉、貶し言葉として受け取られるか確かめるために、51名の調査協力者による事前調査を行い、メッセージの好ましさを0（貶されていると思う）から10（褒められていると思う）の11件法で評定させた。各メッセージの評定値の平均値と、基準となる5点からの差についてt検定を行ったところ、褒め言葉はいずれも有意に5点より高く、貶し言葉は有意に低い結果となった（表1参照）。

受け手は伝え手が5種類のメッセージのどれを選んだのかを伝え手の口の動きから推測した。その際、伝え手は自分の選択したメッセージを相手に的中される見込みを、受け手は的中する見込みを0から100までの101件法で見積もらせた。その際、教示を伝達フレームと漏洩フレームの2パターンで提示した。前者では伝え手に「選んだメッセージが伝わった見込み」を、受け手には「相手のメッセージが読み取れた見込み」を回答するよう教示した。後者では伝え手には「選んだメッセージがばれた見込み」、受け手には「相手のメッセージを見破った見込み」を回答するよう教示した。

2.2 手続き：

課題の説明の後、伝言課題を行った。伝言課題では、メッセージタイプ（褒め･貶し）と見積もりのフレーム（伝達･漏洩）の 4 回を行い、それぞれの回で伝え手と受け手の役割を交代し、全員が伝え手と受け手の両方の役割を経験した。課題の順番はランダム化した。

3. 結果

送り手の的中見込み（図1内、黒地の棒グラフ）では伝達フレーム下の褒め言葉と漏洩フレーム下の貶し言葉が特に過大評価されていた。見積もりフレームとメッセージタイプの二要因分散分析の結果、交互作用が有意となった($F(1,30) = 15.14, p < .001$)。単純主効果検定の結果、同じ伝達フレーム下でも褒め言葉は貶し言葉より有意に高く見積もり($t(30) = 2.193, p < .05$)、同じ漏洩フレーム下でも貶し言葉は褒め言葉より有意に高く見積もる結果となった($t(30) = 3.550, p < .01$)。一方、メッセージタイプ別でのフレームによる違いを比較したところ、同じ貶し言葉でも伝達フレームと漏洩フレームの間に有意な差は見られなかった（$t(30) = 1.133, p = .266, n.s.$)。また、同じ褒め言葉でも伝達フレームと漏洩フレームの間に有意な差は見られなかった($t(30) = 1.360, p = .184, n.s.$)。なお、受け手（図1内、白地の棒グラフ）についてはメッセージタイプの主効果（$F(1,30) = 0.019, p = .891, n.s.$)、見積もりフレームの主効果（$F(1,30) = 0.331, p = .570, n.s.$)、交互作用ともに有意差は見られなかった($F(1,30) = 1.471, p = .235, n.s.$)。

透明性錯覚が生じたことの確認として、実際の受け手の的中率（図1内、斜線網掛けの棒グラフ）を基準として伝え手の的中率の見積もりとの差異についてt検定を行ったところ、貶し言葉を伝達する条件下では有意差は見られなかった($t(30) = 0.826, p = .415$)。褒め言葉の伝達（$t(30) = 7.140, p =< .001$）、貶し言葉の漏洩（$t(30) = 5.566, p < .001$)、褒め言葉の漏洩（$t(30) = 2.059, p < .05$）では実的中率より有意に高く的中率を見積もる結果となり、透明性錯覚が生じたものと考えられる。また、同様に受け手の的中率の見積もりについてもt検定を行ったところ、いずれの条件下でも有意に実的中率より高く的中率を見積もっていた（貶し言葉伝達：$t(30) = 2.305, p < .05$、褒め言葉伝達：$t(30) = 7.107, p = .001$、貶し言葉漏洩：$t(30) = 4.234, p < .001$、褒め言葉漏洩：$t(30) = 3.292, p = .01$)。このことから、受け手側に透明性錯覚が生じていたことが確認された。

表 1 伝言課題で用いたメッセージと事前調査での好ましさ評価

メッセージ	好ましさ
あなたは あたまがいいね	$7.941(t(50) = 10.866, p < .001)$
あなたは かがやかしいね	$8.196(t(50) = 10.980, p < .001)$
あなたは なかなかいいね	$7.588(t(50) = 11.448, p < .001)$
あなたは はなばなしいね	$7.691(t(50) = 13.431, p < .001)$
あなたは わかわかしいね	$7.627(t(50) = 10.492, p < .001)$
あなたは かなりうざいな	$1.843(t(50) = 21.545, p < .001)$
あなたは からみづらいな	$2.196(t(50) = 13.259, p < .001)$
あなたは たまにくさいな	$1.588(t(50) = 23.811, p < .001)$
あなたは まさにふかいだ	$1.275(t(50) = 44.150, p < .001)$
あなたは やはりくらいな	$2.118(t(50) = 17.238, p < .001)$

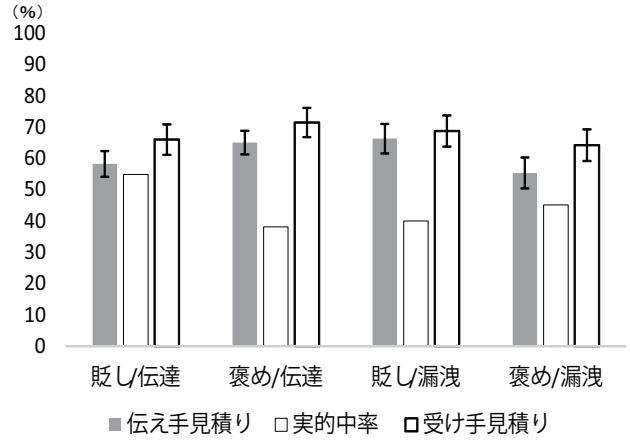


図 1 伝達課題でのメッセージ的中率見積り平均値と実的中率（エラーバーは標準誤差）

4. 考察

実験の結果、善意・好意は伝わるという楽観さの一方、悪意はばれやすいものとして見積もるという悲観さの両面が見られた。好意の伝達を過大評価するのは、褒め言葉は受け手にとっても他者との協調機会の前兆ともとれる情報であるため、受け入れられる見込みが高くなると期待したためであろう。一方、悪意の漏洩を過度に恐れるのは、敵対する他者を増やすことを避け、敵視する相手にその敵意を気づかれないようにするという意味でもリスクの低い適応的な態度が表れたものと考えられる。これらは本研究の仮説 1・2 を支持する結果であった。一方、本研究の仮説 3・4 として挙げた、同じメッセージ内容での伝達フレームの違いについては支持的な結果は得られなかった。

特に貶し言葉の伝達という条件下では透明性錯覚も生じていなかったが、これについては、実的中率が他の条件に比べて高かったことや、参加者にとって貶し言葉を伝達しようとするという状況自体が、褒め言葉を伝えたり、貶し言葉を隠したりする状況に比べて馴染みがないものであることなどが原因として挙げられる。強いて挙げれば強い敵意を抱く相手に嫌味を言う場面などがありうるが、今回の実験状況では伝え手・受け手が相互に親しみを抱きやすい大学生同士を集めたため、このことが実的中率の向上と実験状況の不自然さの両方に影響したと思われる。

これらの結果に対して受け手の側では、情報受信の見積もりに主効果・交互作用は見られず、文脈や内容の違いによる影響は表れなかった。その一方、伝え手側と異なり、どの条件下においても実的中率より高く的中率を見積もっていた。この結果は、情報を伝達したいのか、隠したいのかという文脈の違いは伝え手側にとっての問題であり、受け手側の問題ではないことが影響したと考えられる。情報の受け手は、悪意も好意も気づきやすく敏感になることで敵や協力者を見落としにくくなる。そういった意味で適応的な意義がある。よって、いずれの条件においても見積もりの過大評価が行われたのであろう。

本研究ではメッセージの内容について褒め言葉と貶し言葉に分けて比較を行ったが、日常場面でのメッセージのやりとりでは、こうした明確な褒めや貶しだけでなく、どちらにも取られうる曖昧なメッセージも多く、むしろそうしたメッセージが他者からの誤解やネット炎上に代表されるトラブルの原因になりうる。今後はこうした曖昧なメッセージを用いた場合での再検討も行う必要がある。

参考文献

[1] Kruger, J. & Nicholas Epley (2005). Egocentrism over E-mail: Can we communicate as well as we think?, *Journal of Personallity and Social Psychology*, **89**(6), 925-936.

[2] 遠藤由美 (2007). 自己紹介場面での緊張と透明性錯覚. 『実験社会心理学研究』,**46**,53-62
[3] Gilovich, T., Savitsuky, K., & Medvec, V. H. (1998). The illusion of transparency: Biased assessments of other's ability to read one's emotional states. *Journal of Personality and Social Psychology*, **75**, 332-346.
[4] 鎌田晶子 (2007). 透明性の錯覚:日本人における錯覚の生起と係留の効果.『実験社会心理学研究』,**46**,78-89.
[5] 岡本真一郎・佐々木美加 (2007). Eメールと透明性の錯覚:皮肉の伝達における言語・非言語情報の役割, 『社会言語科学会第19回大会発表論文集』, 22-25.
[6] 武田美亜・沼崎 誠 (2009). 共通基盤知覚がさまざまな内的経験の透明性の錯覚に及ぼす影響. 『対人社会心理学研究』, **9**, 55-62.
[7] Tversky, A. & Kahneman, D.(1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, **211**, 453-458.
[8] Wason, P.C. Reasoning. In B.Foss(Ed.), *New horizons in psychology*. London, Penguin, 1966

沈黙は金，金額は壁：寄付における“最低いくら”のアンカリング効果
Silent is gold, seeing is better: a further exploration of an anchoring effect of minimum payment information.

中村國則，下田幸樹
Kuninori Nakamura, Koki Shimoda
成城大学社会イノベーション学部
Faculty of Social Innovation, Seijo University.
knaka@seijo.ac.jp

Abstract
Stewart (2009) found evidences for anchoring effect of minimum payment information that decisions about repayments are “anchored” (Tversky & Kahneman, 1974) upon minimum payment information and people would repay less than they otherwise would and incur greater interest charges. On the basis of Stewart’s (2009) study, this study examined whether anchoring effect of minimum payment information would differ between “affect rich” and “affect poor” situation (e. g., Rottenstreich & Hsee, 2001), To accomplish this, the current study required participants to answer payment value for donation to save stray dogs under conditions where the affect rich/poor situations were manipulated by presentation of pictures of the dogs (Experiment 1) Results indicated that the anchoring effect occurred both in the affect rich and poor conditions.

Keywords — Anchoring and adjustment, minimum payment,

1. はじめに
募金活動やクラウドファンディングといった不特定多数からの寄付は有効な資金調達の方法の１つとして定着している．この寄付を募る際，支払金額を少しでも多くするために“最低○○円から”といった形で最低金額を明示して寄付を募ることがしばしばある．しかし Stewart (2009)は，クレジットカードの返済という場面では，この最低金額の設定が意図に反して逆に支払いの額を下げてしまうことを明らかにした．彼の研究によれば，最低金額として設定される値(“£5.42“)が，逆に支払う側にとっては額を決めるアンカー(Tversky & Kahneman, 1974)となり，この値に引きずられて結果的に最低金額を表示しない場合よりも支払い金額が低めてしまうという．このような最低金額のアンカリング効果は頑健で，Navarro-Martinez, Salisbury, Lemon, Stewart, Mathews, & Harris (2011)は，返済に関する詳細な情報を付け加えたとしても弱まらないことを報告している．では，このような最低金額のアンカリング効果が寄付という行為にも当てはまるのだろうか．本研究の第一の目的はこの点を検討することにある．

そして本研究のもう一つの目的は，画像といったような寄付対象の情報が寄付金額にどう影響するかを，この最低金額のアンカリング効果との関連で検討することである．Hsee & Rottenstreich (2004)による思考の二重過程理論(Kahneman, 2011)からの説明によれば，画像といった情報を付け加えると判断対象に対する感情移入を高め，判断が数値ベースではなく感情ベースになるとされる．もしこのような説明が本研究で扱うアンカリング効果にも該当するならば，寄付対象の情報を画像などによって詳細に呈示すると，“最低金額”のような数値情報の影響は弱められることが予測できる．同時に，寄付金額を高めるための方法としての“最低金額”が，画像の提示といった手法と比較してどの程度大きいか，といった定量的な面の分析も可能となる．そこで本研究は，寄付対象に画像を提示して説明する条件とそうでない条件を設定し，条件間で寄付金額がどう変動するか，そして最低金額の値の影響がどう働くかを検討した．

2. 方法
同種の実験経験のない私立大学生 196 名（男性 86 名、女性 110 名）が実験に参加した．刺激として“動物の殺処分をゼロにするために設立された架空のプロジェクトに対する寄付金額のアンケート”を用いた．このアンケートは保健所の内部と殺処分の現状についての文章を添付した質問紙(“資料あり条件”)と，添付されていない質問紙(“資料なし条件”)の 2 種類，およびアンカーについてはアンカー無し条件，低アンカー（500 円）条件，高アンカー（1000 円）条件の 3 条件，都合 6 種類の質問紙を用意し，実験参加者はこれらのうちの１つを受け取るようにした．Figure 1 に実際に

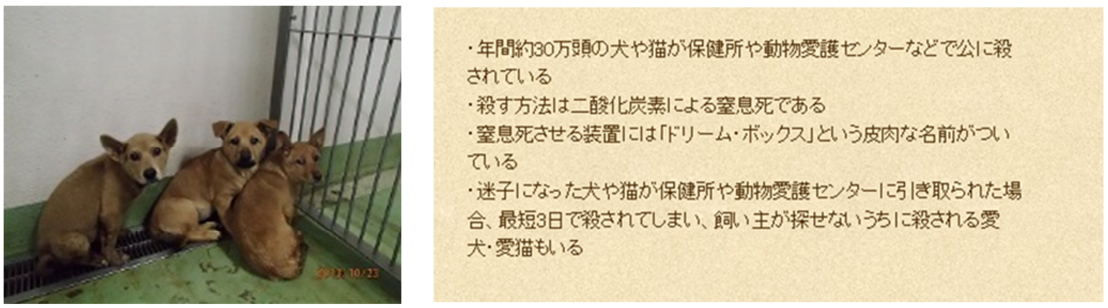


Figure 1　資料ありアンカーなし条件の質問紙

提示した刺激の例を示す．資料なしアンカーなし条件には 27 人、資料なし低アンカー条件には 27 人、資料なし高アンカー条件には 26 人に協力してもらった。資料ありアンカーなし条件には 39 人、資料あり低アンカー条件には 38 人、資料あり高アンカー条件には 39 人割り当てられた。

参加者は，Figure 1 に示された架空のクラウドファンディングのプロジェクトに関する文章を読んだのち，“あなたはこのプロジェクトにいくら寄付しますか？”という問いに対して具体的な金額を記入する形で回答した．

3. 結果および考察

本研究の主要な知見は大きくまとめると(1)寄付という行為についても最低金額のアンカリング効果を確認し，“最低幾ら”と強調することがかえって支払金額を低くする働きがあること，(2)この最低金額のアンカリング効果は，刺激に画像を用いている場合にも生じること，の 2 点となろう．これらの知見は Stewart (2009)の知見を再現すると同時に，最低金額のアンカリング効果が寄付対象を画像で提示するといった，寄付者の対象への感情移入を高めた状況でも生じることを示した点で，現象の成立範囲を拡大したものと位置づけることができる．

一方で，本研究結果ではアンカー要因と資料要因の交互作用は有意にはならなかった．このような結果は，アンカーの様な数値情報の影響が画像の有無によらないことを示し，Hsee & Rottenstreich (2004)の知見とは合致しないといえる．無論，今後のより詳細な検討を要するものの，二重過程モデルにおける“数値”“感情”といった概念の整理を促す知見と位置づけられるかもしれない．

4. 引用文献

[1]Hsee, C. K., & Rottenstreich, Y. (2004). Music, mugger, and panda. on the affective side of psychology. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 23-30.

[2]Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.

[3]Navarro-Martinez, D., Salisbury, L. C., Lemon, K. L., Stewart, N., Mathews, W. J., & Harris, A. J. (2011). Minimum required payment and supplemental information disclosure effects on consumer debt repayment decisions. *Journal of Marketing Research*, 48, S60-S77.

[4]Stewart, N. (2009) The Cost of Anchoring on Credit-Card Minimum Repayments. *Psychological Science*, 20, 39-41.

[5]Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.

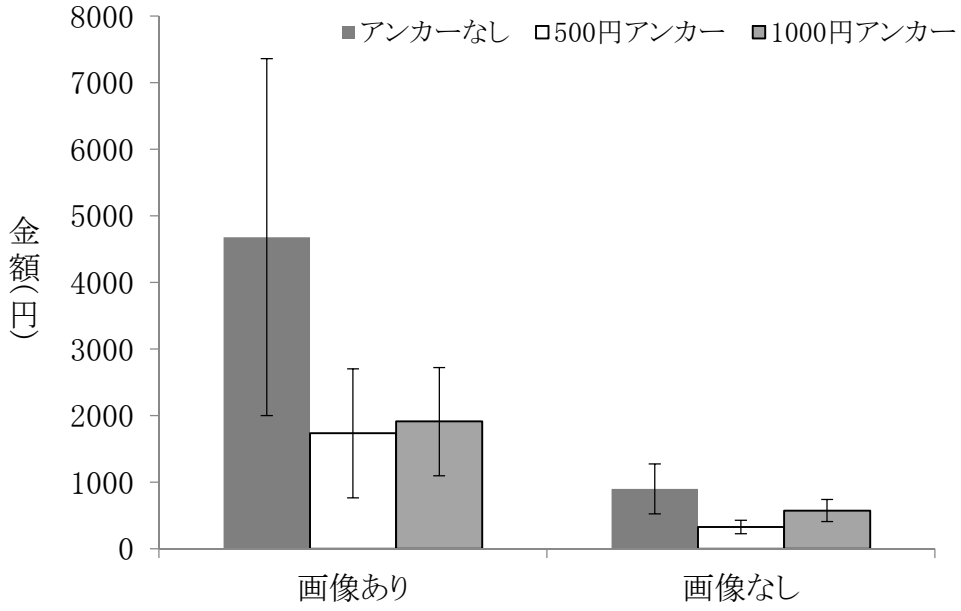


Figure 2　各条件の平均寄付金額

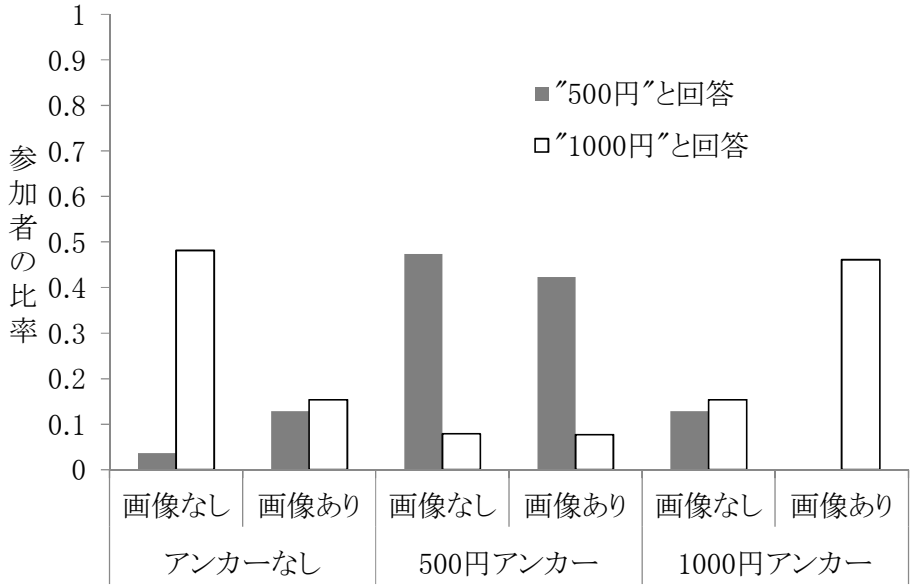


Figure 3　各条件でアンカーの値を回答した参加者の比率

読み時間と統語・意味分類
Between Reading Time and Syntactic/Semantic Categories

浅原 正幸†，加藤 祥†
Masayuki Asahara, Sachi Kato
† 人間文化研究機構 国立国語研究所
National institute for Japanese Language and Linguitics, Japan
masayu-a@ninjal.ac.jp

Abstract

This article presents the contrastive analysis between reading time and syntactic/semantic categories in Japanese We overlaid the reading time annotation BCCWJ-EyeTrack and a syntactic/semantic category information annotation on the 'Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese'. Statistical analysis based on a mixed linear model showed that verbal phrase tends to be shorter reading time than adjective, adverbial phrases or nominal phrases. The results suggest that the preceding phrases associated with the presenting phrases promotes the reading process to shorten the gazing time.

Keywords — Reading Time, Syntactic Category, Semantic Category, Readability

1. はじめに

従来の文処理研究は，仮説を立てたうえで適切な作例を作成し，作例に対する被験者の読み時間を検証する確認的データ分析 (Confirmatory Data Analysis) により進められてきた。以下では『現代日本語書き言葉均衡コーパス』[10](以下 BCCWJ) に対する読み時間アノテーション BCCWJ-EyeTrack [3] と分類語彙表番号アノテーション [16] を重ね合わせ，探索的データ分析 (Exploratory Data Analysis) により，統語・意味分類が読み時間に与える影響について検討を試みる。

前者の読み時間アノテーションは，BCCWJ 新聞記事コアデータ 21 記事を刺激として，日本語母語話者 24 人分の読み時間を収集したものである。自己ペース読文法に基づく SELF データと，視線走査法を単語出現順に集計しなおした FFT(First Fixation)・FPT(First-Pass)・SPT(Second-Pass)・RPT(Regresion Path)・TOTAL データの 6 種類からなる。

後者の分類語彙表番号アノテーションは，BCCWJ の短単位と長単位に対して語義の曖昧性を人手で解消しながら国立国語研究所で整備されている分類語彙表 [18, 19] の分類番号を付与したものを，文節単位に写像（文節最右要素もしくは文節に含まれる要素）したうえで分析する。

この 2 つのデータの重ね合わせを行い，被験者と呈示サンプルをランダム効果とした，線形混合モデルによる対照比較を行った。

以下 2 節では利用するデータである BCCWJ-EyeTrack と BCCWJ に対する分類語彙表アノテーションについて説明する。3 節では統計分析手法について説明する。4 節では結果と考察を示す。5 節にまとめと今後の研究の方向性について示す。

2. 利用するデータ

2.1 BCCWJ

利用するデータは『現代日本語書き言葉均衡コーパス』(BCCWJ)[10] とそれに対する各種アノテーションである。ここでは BCCWJ について説明する。BCCWJ は，現代日本語の書き言葉を適切なサンプリング手法で集積した均衡コーパスである。このうちコアデータは人手による形態論情報 (短単位・長単位・文節境界) が付与されている。

本研究ではコアデータのうちの生産実態に基づきサンプリングされた新聞記事サンプル (PN_core) を用いる。新聞記事サンプルの一部には，以下に述べる読み時間の情報アノテーション (BCCWJ-EyeTrack) と分類語彙表番号アノテーションが付与されている。

2.2 BCCWJ-EyeTrack

BCCWJ-EyeTrack [3](表 1) は， BCCWJ の新聞記事サンプルに読み時間データを自己ペース読文法と視線走査法により，日本語母語話者 24 人分の読み時間を付与したものである。以下，データの詳細について説明する。

表 1　データ形式

列名	データ型	摘要
surface	factor	出現書字形
time	int	読み時間
logtime	num	読み時間 (常用対数)
measure	factor	読み時間の種類
sample	factor	サンプル名
article	factor	記事情報
metadata_orig	factor	文書構造タグ
metadata	factor	メタデータ
length	int	文字数
space	factor	文節境界空白の有無
subj	factor	実験協力者 ID
setorder	factor	文節境界空白の呈示順
dependent	int	係り受け関係
sessionN	int	セッション順
articleN	int	記事呈示順
screenN	int	画面呈示順
lineN	int	行呈示順
segmentN	int	文節呈示順
is_first	factor	最左要素
is_last	factor	最右要素
is_second_last	factor	右から 2 つ目の要素

自己ペース読文法は，他の文節をマスクしたうえで 1 文節単位を逐次的に呈示する読み時間測定手法である。読み戻しができないため，文節単位の読み時間がそのままデータとなる。このデータを SELF と呼ぶ。

視線走査法で取得したオリジナルのデータから文字の半角単位に Start Fixation Time （注視開始時刻）と End Fixation Time （注視終了時刻）と Fixation Time （注視時間）を得る。このデータを国語研文節単位でグループ化しなおした注視順データを集計して，テキスト生起順データに加工する。テキスト生起順データは以下の 5 種類からなる。

- First Fixation Time (FFT)
- First-Pass Time (FPT)
- Regression Path Time (RPT)
- Second-Pass Time (SPT)
- Total Time (TOTAL)

説明のために図 1 の例を用いる。

First Fixation Time (FFT) は注視範囲に視線が 1 回目に停留した注視時間である。例中の「初年度決算も」の FFT は 5 の注視時間となる。

First-Pass Time (FPT) は，注視範囲に視線が 1 回目に停留し注視範囲から出るまでの総注視時間である。出る方向は右方向でも左方向でも構わない。例中の「初年度決算も」の FPT は 5, 6 の注視時間の合計である。

Regression Path Time (RPT) は，注視範囲に視線が 1 回目に停留し，注視範囲に再度停留して次に右切片から出るまでの総注視時間である。左側に戻る場合には再度注視範囲に戻るまで合算する。例中の「初年度決算も」の RPT は 5, 6, 7, 8, 9 の注視時間の合計である。左側に戻っても再度注視範囲に停留しない場合は合算しない。例中「上回り,」の RPT は 4 の注視時間である。

表 2　分類番号の構造 「この」(分類番号: 3.1010)

類	部門	中項目	分類項目
相 (3)	関係 (.1)	真偽 (.10)	こそあど (.1010)

Second-Pass Time (SPT) は，注視範囲に 1 回視線が停留し，注視範囲から出たあと，2 回目以降に注視範囲に停留する総注視時間である。例中の「初年度決算も」の RPT は 9, 11 の注視時間の合計である。尚，FPT + SPT が次に説明する Total Time になる。

Total Time (TOTAL) は注視範囲に視線が停留する総注視時間である。例中「初年度決算も」の RPT は 5, 6, 9, 11 の注視時間の合計である。

テキスト生起順データにおいて，サッケードの時間は集計しない。

これらの読み時間情報 (time, logtime) に対して，出現書字形 (surface)・記事情報 (sample, article)・文書構造 (metadata_orig, metadata) のほか，出現書字形文字数 (length)，文節単位の空白の有無 (space)，実験協力者 ID (subj)，係る文節数 (dependent)，実験協力者ごとの呈示順序 (sessionN, setorder, articleN, screenN, lineN, segmentN) ，画面水平方向の位置 (is_first,is_last,is_second_first) を付与したデータを分析に用いる。係る文節数は BCCWJ-DepPara [1] のものを用いる。

2.3　BCCWJ に対する分類語彙表番号アノテーション

『分類語彙表』[18] は「語を意味によって分類・整理したシソーラス（類義語集）」である。初版はおよそ 33,000 語を収録していたが,『分類語彙表–増補改訂版–』[19] は区切り文字を含めて 101,070 件からなる。本研究では分類語彙表増補改訂版の CSV データ [1] を用いる。

『分類語彙表』は表 2 に示す分類番号を用いて，単語の分類項目の体系的位置づけを行う。分類番号は，1-4 の最初の 1 桁が「類」と呼ばれ，品詞 (統語的分類) を表す。1 が名詞の仲間である体の類を，2 が動詞の仲間である用の類を，3 が形容詞・形容動詞・副詞・

[1] http://pj.ninjal.ac.jp/corpus_center/archive.html#bunruidb

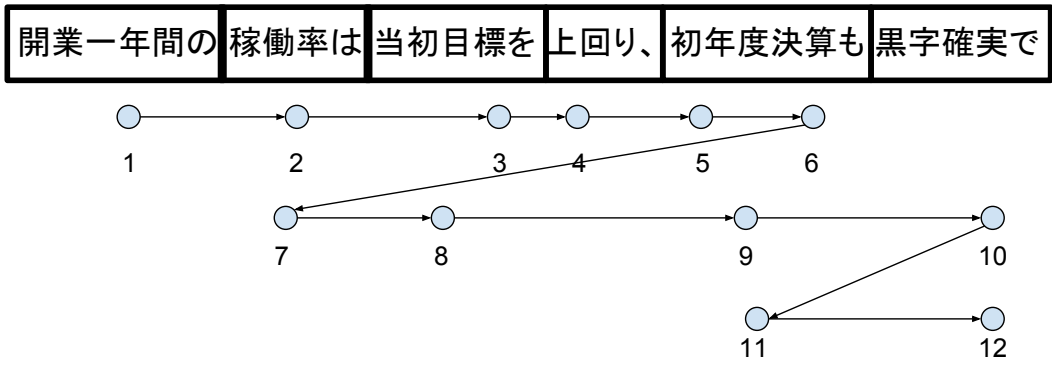


図 1　読み時間の集計方法

連体詞などの仲間である相の類を，4 が接続詞・感動詞などのその他の類を表す。ピリオドをはさんで 4 桁からなる数値が意味分類を表す。意味分類のうち 1 桁目は「部門」と呼ばれ，.1 が抽象的関係 (関係) を，.2 が人間活動の主体 (主体) を，.3 が精神および行為 (活動) を，.4 が生産物および用具 (生産物) を，.5 が自然物および自然現象 (自然) を表す。また，意味分類のうち 2 桁目までを「中項目」と呼び，4 桁目までを「分類項目」と呼ぶ。さらに，増補改訂版より分類項目の下位分類として,「段落」が定義されている。

BCCWJ のコアデータの一部に対して『分類語彙表』の分類番号を付与する作業が進められている [16]。分類語彙表を人手で UniDic の語彙素番号に対応させたデータ [17] により同データの短単位と長単位の両方について，可能な分類番号を枚挙し，人手で語義の曖昧性解消を行うとともに，未定義の部分に追加して分類番号を付与する。

本分析には BCCWJ に対する分類語彙表番号アノテーションデータの長単位データに基づき，文節内再右自立語の分類番号を分析対象とする。統語分類として「類」(WLSPLUWA と呼ぶ) を用い，意味分類として「部門」(WLSPLUWB と呼ぶ) を用いて，統計分析を行う。

3.　統計処理

まず，対象は BCCWJ-EyeTrack の全データとする。データの前処理として，`metadata` が {`authorsData`, `caption`, `listItem`, `profile`, `titleBlock`} のものを除外した。さらに視線走査実験結果の 0 (fixation がない対象) のデータポイントを除外した。

分析は常用対数時間に対して線形混合モデルに基づいて行う [4]。モデリングには R の lme4 パッケージを用いた。最初に一度モデル化したうえで，標準偏差 ± 3.0 を超えるデータポイントを除外した。`subj` と `article` をランダム切片として，次のような式に基づき分析を行った。なお，ランダム切片に対する係数の組み合わせによるモデル選択は行っていない。

```
logtime ~ space * sessionN + length + dependent
  + is_first + is_last + is_second_last
  + articleN + screenN + lineN + segmentN
  + WLSPLUWA + WLSPLUWB
  + (1 | subj) + (1 | article)
```

4.　結果と考察

4.1　結果

表 3 に結果を示す。

まず，分類語彙表番号以外の情報を確認する。

視線走査法においては FFT 以外のものについて，空白ありのほうが読み時間が短くなる。単純に読み時間を短くするという観点でリーダビリティを上げるには，文節間に空白を入れたほうがよい。文節長は FFT 以外について，長くなればなるほど読み時間が長くなる。これは，文節長が長くなればなるほど，表示面積が大きくなり，視線が停留する確率が線形に高くなるためだと考える。係り受けでは FFT 以外について，多くの係り受けがある文節ほど読み時間が短くなる。これは後に述べる Anti-locality 現象 [7] の追認である。レイアウト情報 (is_first, is_last, is_second_last) は，折り返しの視線移動に基づく影響を勘案するものである。 最左要素 (is_first) に関しては SPT 以外で読

表 3　線形混合モデルに基づく分析結果

	Dependent variable:					
	logtime					
	SELF	FFT	FPT	SPT	RPT	TOTAL
space=True	−0.001	−0.006	−0.017***	−0.039***	−0.018***	−0.029***
空白あり	(0.002)	(0.004)	(0.005)	(0.009)	(0.006)	(0.005)
length	0.086***	−0.003	0.135***	0.022***	0.115***	0.130***
文節長	(0.001)	(0.002)	(0.003)	(0.005)	(0.003)	(0.003)
dependent	−0.008***	−0.003	−0.016***	−0.016***	−0.012***	−0.018***
係り受け	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.006)	(0.004)	(0.003)
is_first	0.052***	0.019***	0.090***	−0.027**	0.030***	0.069***
最左要素	(0.004)	(0.006)	(0.008)	(0.013)	(0.009)	(0.008)
is_last	0.033***	−0.009	0.014*	−0.052***	0.088***	−0.007
最右要素	(0.004)	(0.006)	(0.008)	(0.016)	(0.010)	(0.008)
is_second_last	−0.010***	−0.001	0.034***	−0.005	0.045***	0.034***
右から 2 番目の要素	(0.004)	(0.006)	(0.007)	(0.012)	(0.008)	(0.007)
sessionN	−0.022	−0.022	−0.041*	−0.036**	−0.049*	−0.047*
セッション順	(0.021)	(0.016)	(0.024)	(0.018)	(0.025)	(0.024)
articleN	−0.028***	−0.004	−0.005	−0.002	−0.007	−0.001
記事順	(0.005)	(0.004)	(0.007)	(0.007)	(0.007)	(0.008)
screenN	−0.029***	−0.004	−0.018***	−0.015***	−0.017***	−0.025***
画面順	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.006)	(0.004)	(0.003)
lineN	−0.010***	−0.010***	−0.018***	−0.018***	−0.007**	−0.018***
行番号	(0.001)	(0.002)	(0.003)	(0.005)	(0.003)	(0.003)
segmentN	−0.004***	0.003***	−0.005***	−0.009***	−0.013***	−0.012***
セグメント番号	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.002)	(0.002)	(0.001)
WLSPLUWA2	−0.047***	−0.038***	−0.096***	−0.029**	−0.088***	−0.101***
用の類	(0.004)	(0.006)	(0.007)	(0.014)	(0.009)	(0.008)
WLSPLUWA3	−0.036***	−0.003	−0.056***	−0.034*	−0.054***	−0.071***
相の類	(0.005)	(0.008)	(0.010)	(0.020)	(0.012)	(0.010)
WLSPLUWA4	−0.031*	−0.020	−0.127***	−0.238**	−0.137***	−0.189***
その他の類	(0.018)	(0.033)	(0.040)	(0.100)	(0.049)	(0.042)
WLSPLUWAFALSE	−0.030	0.020	−0.075	−0.031	−0.109	−0.160**
分類語彙表未登録語	(0.019)	(0.061)	(0.076)	(0.299)	(0.092)	(0.079)
WLSPLUWB.2	0.001	0.014**	0.018**	0.011	0.005	0.018**
主体	(0.004)	(0.006)	(0.007)	(0.013)	(0.009)	(0.008)
WLSPLUWB.3	−0.007**	0.015***	0.024***	0.012	0.021***	0.023***
活動	(0.003)	(0.005)	(0.006)	(0.011)	(0.007)	(0.006)
WLSPLUWB.4	0.017***	0.005	0.022*	0.009	0.018	0.037***
生産物	(0.007)	(0.010)	(0.013)	(0.021)	(0.015)	(0.013)
WLSPLUWB.5	0.014	0.034**	0.017	0.054	0.024	0.040**
自然	(0.010)	(0.015)	(0.019)	(0.034)	(0.023)	(0.020)
space1:sessionN	−0.016	0.044	0.059	0.060*	0.061	0.061
	(0.042)	(0.031)	(0.049)	(0.035)	(0.050)	(0.048)
Constant	2.790***	2.299***	2.532***	2.456***	2.603***	2.672***
	(0.022)	(0.017)	(0.026)	(0.023)	(0.027)	(0.026)
Observations	17,628	13,232	13,232	4,769	13,232	13,232
Log Likelihood	7,177.714	1,336.057	−1,506.614	−1,020.231	−4,082.304	−2,123.398
Akaike Inf. Crit.	−14,307.430	−2,624.114	3,061.228	2,088.462	8,212.607	4,294.796
Bayesian Inf. Crit.	−14,120.770	−2,444.344	3,240.998	2,243.739	8,392.377	4,474.565

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

み時間が長くなり，最右要素やその隣の要素 (is_last, is_second_last) では FPT, RPT, Total などで読み時間が長くなる傾向にある。呈示順 (sessionN, articleN, screenN, lineN, segmentN) は，基本的に進めば進むほど読み時間が短くなる。これは実験協力者が実験に慣れてきた効果であると考える。

次に分類語彙表の類 (統語分類) について確認する。全ての読み時間指標について，用の類 (WLSPLUWA2) は体の類 (WLSPLUWA1) に対して，有意に読み時間が短くなる傾向がみられた。また相の類 (WLSPLUWA3) は FFT 以外で体の類に対して有意に読み時間が短く，SPT 以外で用の類に対して有意に読み時間が長い傾向がみられた。

最後に分類語彙表の部門 (意味分類) について確認する。抽象的関係 (WLSPLUWB.1) に対して主体 (WLSPLUWB.2)・活動 (WLSPLUWB.3)・生産物 (WLSPLUWB.4) が FFT, TOTAL に関して読み時間が長い傾向がみられた。

4.2 考察

ここでは主に読み時間が短くなる部分について検討を行う。

Anti-locality は先行文脈に係り元文節（単語）が多い要素ほど読み時間が短くなるという現象であり [7]，最初にドイツ語の二重目的語構文で報告され [8]，さらに日本語においても再検証された [13]。このような読み時間の短縮は，主辞後置言語において，係り元要素が多い要素を読むのに負荷がかかるという予測 [5] や，後続する主辞の処理コストは先行文脈の数の影響を受けないという予測 [11] などの，ワーキングメモリモデルによって説明できない現象であった。この現象はサプライザル [6, 9] の説明と親和性があるが，二重目的語構文における動詞述語の読み時間についてのみ報告されてきた。直接目的語と間接目的語の二つの係り元要素が先行する動詞述語のほうが，直接目的語のみ係り元要素が先行する動詞述語の読み時間より読み時間が短い。しかし，この結果は anti-locality を示す必要条件であるが，十分条件ではない。

文献 [3] では，均衡コーパスと係り受けアノテーションを用いることにより，より一般化した設定で anti-locality 現象を調査した。BCCWJ-DepPara [2] と読み時間データの重ね合わせから，係る文節数が多い文節ほど読み時間が短くなることを報告した。

本研究では，統語分類において，体の類＞相の類＞用の類の順で読み時間が短くなる傾向が確認された。体の類は一般に「モノ」などを表す名詞の仲間で，動詞や形容詞などの述語の項になりうる一方，修飾詞や項を取りうる句は限定的である。また判定詞などを取り名詞述語文を構成するが，相の類は形容詞・形容動詞・副詞・連体詞の仲間で，ガ格を取り述語になるものと修飾詞にのみなりうるものがある。用の類は動詞の仲間で，一般に節末などに出現し，項を取ることが多い。

係り受けと統語分類の結果は，先行要素記憶の負荷に基づくワーキングメモリモデルよりも，先行要素が後置要素を予測するモデルのほうが妥当であることを示唆している。言い換えると，修飾詞になったり，項を取ったりする用の類のほうが，予測されやすいということを反映している。係り受けを重ねたうえでも，この差が出ているのは，日本語において項が省略されていることによるものと考える。

また，意味分類においては，抽象的関係が他の要素よりも読み時間の短縮される傾向がみられた。関係は二項を取りうる要素であること，特に関係名詞の項は陽に表層にあまり出現しないことを反映している。

文献 [15] では，読み時間と節境界の対照を行い，節末で読み時間が短くなる傾向を報告している。一般に，項や修飾詞をとる用の類は節末に出現するため，今回の結果と親和性がある。文献 [14] では，読み時間と情報構造の対照比較を行い，ブリッジングなどにより想定可能情報や共有情報と比べて，情報の受容者側にとっての非共有情報の読み時間が長くなることを報告している。項や修飾詞を取りうる句は想定可能情報や共有情報になりやすいことと相関があると考える。

5. おわりに

本研究では，テキストの読み時間の傾向を分析するために，均衡コーパスに対する読み時間情報と分類語彙表番号アノテーションの対照比較を行った。結果，統語分類に対しては，体の類＞相の類＞用の類の順に読み時間が短くなる傾向がみられた。また意味分類（部門）に対しては，抽象的関係で読み時間が長くなる傾向がみられた。

今回の分析は，頻度主義的な統計分析手法である一般化線形モデルを用いた。今後，読み時間のモデリング手法として階層ベイズモデル [12] を用いて，分析を行いたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP25284083,JP17H00917 の助成を受けたものです。また，本研究の一部は国立国語研究所コーパス開発センター共同研究プロジェクトによるものです。

参考文献

[1] Masayuki Asahara and Yuji Matsumoto. BCCWJ-DepPara: A Syntactic Annotation Treebank on the 'Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese'. In *Proceedings of the 12th Workshop on Asian Langauge Resources (ALR12)*, pp. 49–58, 2016.

[2] Masayuki Asahara and Yuji Matsumoto. Bccwj-deppara: A syntactic annotation treebank on the 'balanced corpus of contemporary written japanese'. In *Proceedings of the 12th Workshop on Asian Language Resources (ALR12)*, pp. 49–58, December 2016.

[3] Masayuki Asahara, Hajime Ono, and Edson T. Miyamoto. Reading-Time Annotations for 'Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese'. In *Proceedings of COLING 2016, the 26th International Conference on Computational Linguistics: Technical Papers*, pp. 684–694, 2016.

[4] R. H. Baayen. *Analyzing Linguistic Data: A practical Introduction to Statistics using R*. Cambridge University Press, 2008.

[5] E. Gibson. Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, Vol. 68, pp. 1–76, 2008.

[6] J. Hale. A probabilistic earley parser as a psycholinguistic model. In *Proceedings of the second conference of the North American chapter of the association for computational linguistics*, Vol. 2, pp. 159–166, 2001.

[7] L. Konieczny. Locality and parsing complexity. *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 29, No. 6, 2000.

[8] L. Konieczny and P. Döring. Anticipation of clause-final heads. evidence from eye-tracking and srns. In *Proceedings of the 4th International Conference on Cognitive Science*, 2003.

[9] R. Levy and E. Gibson. Surprisal, the pdc, and the primary locus of processing difficulty in relative clauses. *Frontiers in Psychology*, Vol. 4, No. 229, 2013.

[10] Kikuo Maekawa, Makoto Yamazaki, Toshinobu Ogiso, Takehiko Maruyama, Hideki Ogura, Wakako Kashino, Hanae Koiso, Masaya Yamaguchi, Makiro Tanaka, and Yasuharu Den. Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese. *Language Resources and Evaluation*, Vol. 48, pp. 345–371, 2014.

[11] K. Nakatani and E. Gibson. An on-line study of japanese nesting complexity. *Cognitive Science*, Vol. 34, No. 1, pp. 94–112, 2010.

[12] Tanner Sorensen, Sven Hohenstein, and Shravan Vasishth. Bayesian linear mixed models using stan: A tutorial for psychologists, linguists, and cognitive scientists. *Quantitative Methods for Psychology*, Vol. 12, pp. 175–200, 2016.

[13] S. Uchida, E. T. Miyamoto, Y. Hirose, Y. Kobayashi, and T. Ito. An erp study of parsing and memory load in japanese sentence processing – a comparison between left-corner parsing and the dependency locality theory –. In *Proceedings of the Thought and Language/the Mental Architecture of Processing and Learning of Language 2014*, 2014.

[14] 浅原正幸. 読み時間と情報構造について (ちょっとみじかめ). 第 23 回言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 911–915, 2017.

[15] 浅原正幸. 読み時間と節境界について. 第 154 回言語学会年次大会発表論文集, pp. 46–51, 2017.

[16] 加藤祥, 浅原正幸, 山崎誠. 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』に対する分類語彙表番号アノテーション. 第 23 回言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 306–309, 2017.

[17] 近藤明日子, 田中牧郎. 分類語彙表・unidic 見出し対応表の構築 – コーパスへの網羅的・系統的な語義情報付与を目指して –. 第 23 回言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 90–93, 2017.

[18] 国立国語研究所（編）. 分類語彙表. 秀英出版, 1964.

[19] 国立国語研究所（編）. 分類語彙表 –増補改訂版–. 大日本図書, 2004.

コミュニケーションシステムの形成における意図せぬ模倣の役割
The Role of Unintended Imitation in Generating a Shared Communication System

森田 純哉[1]，金野 武司[2]，奥田 次郎[3]，鮫島 和行[4]，李　冠宏[5]，藤原 正幸[5]，橋本 敬[5]
Junya Morita, Takeshi Konno, Jiro Okuda, Kazuyuki Samejima, Guanhong li, Masayuki Fujiwara, Takashi Hashimoto

[1] 静岡大学，[2] 金沢工業大学，[3] 京都産業大学，[4] 玉川大学，[5] 北陸先端科学技術大学院大学
Shizuoka University, Kanazawa Institute of Technology, Kyoto Sangyo University, Tamagawa University, Japan Advanced Institute of Science and Technology,
j-morita@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

This paper presents a simulation study focusing on implicit memory in the formation of a new communication system. In the models presented here, two agents aim to achieve their common goal by exchanging messages composed of two gures whose meanings are not de ned in advance. The effect of implicit memory was studied with two different symbolic processes implemented in ACT-R. The results indicate that the difference caused by the symbolic processes is reduced when the implicit memory are incorporated into the model. We also found the effect of implicit memory on the creation of an isomorphic communication system shared among the agents. These ndings suggest some roles of implicit memory in the formation of a human communication system.

Keywords — Communication; imitation; implicit process; ACT-R

1. はじめに

人間は共通する言葉をもたない他者とでも，コミュニケーションを成立させることができる．共通のゴールに向けた相互作用を繰り返すことで，自己と他者で共通の記号システムが形成される．こういったコミュニケーションシステムは，どのような認知機能によって導かれるのだろうか．この問いに答えることは，人間の社会性や言語の成立に関する科学的理解に貢献し，さらには協調作業の支援やコミュニケーションの障害に関する臨床的な応用にも繋がる [1]．本発表では，記号コミュニケーションの成立に関わる実験データを再現するシミュレーションを行うことで，この問題を検討する．本研究での検討を示す前に，背景となる先行研究を示す．

2. 先行研究

2.1 実験データ

金野ら [2] が示した実験を対象とする．この実験で，参加者は二人がペアになり，それぞれが別のコンピュータ端末を介して参加した．各画面には縦 2 列，横 2 行に配置されたの 4 つの部屋が表示され，いずれかに自分が操作できる駒が配置された． 一回のラウンドで，参加者は，メッセージの受信と送信，駒の移動を一度ずつ行なった．メッセージは，事前には意味が定まっていない 2 つの図形を組み合わせることで作成された．一方が送信したメッセージは直ちに他方の画面に表示され，後者は前者のメッセージを参照しつつ送信メッセージを決定した．メッセージ交換が終わったのちに，両者は駒を上下左右いずれかの方向へ一斉に動かした．移動の結果，位置が合えばポイントが加算され，合わなければ減算された．ポイントが一定の値に達するか，制限時間に至るまで課題が続けられた．

2.2 モデル

Morita ら [3] は，認知アーキテクチャである ACT-R [4] の上で上記の実験を再現し，2 体のエージェントが相互作用するモデルを構築した．エージェントは各ラウンドにおける行動（メッセージ作成，移動）を，事例ベースの意思決定に基づいておこなう．ここで事例ベースの意思決定は，過去に成功したラウンドで得た知識を宣言的記憶に蓄え，現在のラウンドの行動決定に利用することを意味する．本モデルでは，事例における自己の振る舞いをそのまま現在の状況に適用する方略，自己と他者の役割（メッセージ交換の先手後手）を入れ替えた状態で事例を利用する方略（役割反転模

倣 [5]）を，ACT-R の手続き知識に記述した．シミュレーションの条件として，役割反転模倣を方略として用いることのできるモデル，用いることのできないモデルを用意した．金野らの結果と比較したところ，前者においてより良いデータとのフィッティングが得られた．

2.3 先行研究のモデルの問題点

上記モデルにおける行動の決定は，純粋に記号処理的なプロセスとして記述される．このようなプロセスの問題は，決定に関与するルール（手続き知識）が複雑化することである．パートナーからメッセージを受け取っていない時の決定，パートナーからメッセージを受け取った後の決定，両者のメッセージがそろった後の決定のそれぞれで必要なルールが異なる．さらに，過去の事例と現在の状況でどのようなマッチングを利用すれば良いか，場面ごとにルール化せねばならない（現在位置だけが一致する事例を検索するか，位置に加えて自分のメッセージが一致する事例を検索するか，自分のメッセージだけでなくパートナーのメッセージが一致する事例を検索するか）．模倣を入れた場合，マッチングのルールはさらに複雑化する．これらの状況を網羅するルールを構築し，優先順位を決めた上で適用することで，モデルのパフォーマンスは向上する．ただし，このようなモデリングを，記号の数も決まっていない，会話のターン数も決まっていない現実のコミュニケーション課題に適用することは困難である．

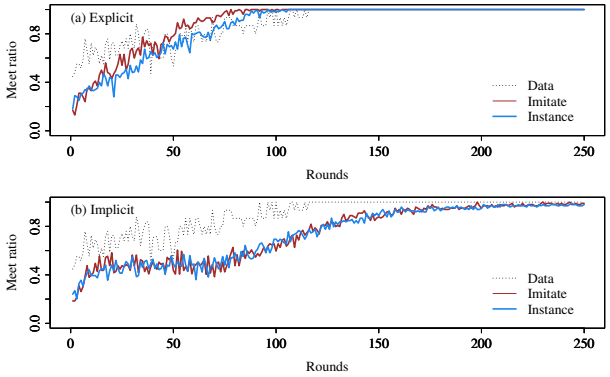


図 1 成功率の推移

3. 提案モデル

本研究では上記の先行研究の問題を踏まえ，コミュニケーションシステムの形成に関与する別のプロセス

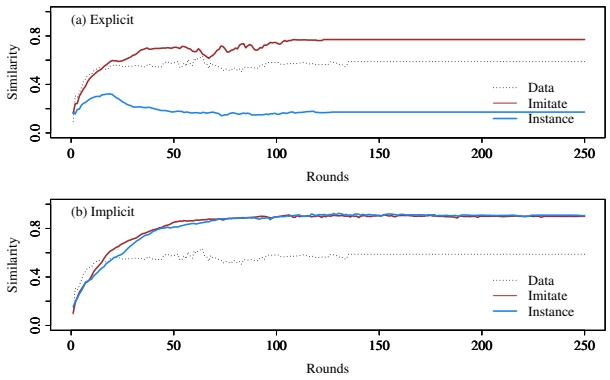


図 2 ペア内でのメッセージ共有度の推移

を検討する．ここで検討するプロセスは「意図せぬ模倣」である．人間は意識せずとも他者の考えに影響され，結果として他者と同じ振る舞いをしてしまうことがある．こういった自他の記憶の混在は，精神病理学的には，ソースモニタリングエラーの一種と捉えられ，種々の精神疾患との関係が指摘されている [6]．

こういった意図せぬ模倣，すなわち暗黙的な記憶によって生じる模倣のプロセスは，ACT-R に実装される活性化拡散と呼ばれる機能を用いることでシミュレーションできる可能性がある．活性化拡散とは，宣言的記憶に保持される事例に対し，現在のワーキングメモリ（ゴールバッファ）から活性値を伝播するプロセスである．活性の伝播において，構造的・関係的な情報は無視され，頻度のみが考慮される．本研究の課題でいえば，誰がどの場面で用いたのかに関わらず，同じ部屋あるいは同じ図形（記号）が情報に含まれる事例が検索されやすくなる．こういった活性化拡散のプロセスによって，自他の記憶の混在が生じ，模倣と同様の効果が得られる可能性がある．同時に，単純な頻度ベースのマッチングによって，2.3 で掲げた複雑化の問題も軽減できる．

4. シミュレーション実験

暗黙的な記憶のプロセスは，人間のコミュニケーションシステムの形成にどのような役割を果たすか．また，先行研究で観察された明示的な模倣の効果は，暗黙的な記憶のプロセスによって，どのように変化するか．これらの問いを検討するために，暗黙的な記憶の有無 (Explicit 条件 vs. Implicit 条件) と模倣の有無 (Instance モデル vs. Imitate モデル) を独立に操作するシミュレーション実験を実施した．Explicit 条件における Instance モデルと Imitate モデルは，基本的に

は先行研究のモデルと同様である[1]．Implicit 条件はその両モデルに対して，活性化拡散のプロセスを加えている．

図 1 は金野らのデータ（グレーの点線）を基準としつつ，各シミュレーション条件における各モデルのラウンドごとの成功率（同じ部屋に移動できた割合）を示している．データ数は 14，モデルの実行数はそれぞれ 100 であった．いずれの条件においても，成功に至ったペアのみを分析の対象としている．Explicit 条件の両モデルは人間よりも早く成功率が最大に達しているのに対し，Implicit モデルの成功率は人間よりも遅く最大に達している．さらに注目すべきこととして，Explicit 条件において，Imitate モデルは Instance モデルよりも各ラウンドにおいて高い成功率を示しているのに対し，Implicit 条件において，その差は観察されない．

図 2 はメッセージの共有度（2 者間で利用した記号の共有度）を示している．メッセージに利用した図形の頻度ベクトルを構築し，ペア内での内積を 20 ラウンドのウインドウ幅で計算している．この値が高ければ，実験に参加した両者で均質なコミュニケーションシステムが構築されていたことになる[2]．逆にこの値が低い場合は，両者で異なる言語を用いたコミュニケーションが行われいる状況に相当することになる．人間のデータをみれば，コミュニケーションの繰り返しによって，一定の程度まで共有度が向上することが示される．Explicit 条件の場合，共有度の向上を再現できたのは Imitate モデルのみであった．それに対して，Implicit 条件の場合，Imitate と Instance に差は観察されず，両者ともに共有度が高い位置まで向上することが示される．

5. まとめ

シミュレーション結果として注目すべきは，Implicit 条件において，二つのモデル間で行動の差が観察されなかったことである．Explicit 条件と Implicit 条件で保持される記号的プロセスに，本質的な差はない．それにも関わらず，Implicit 条件においては明示的な模倣の効果が消失する．このことは意図的な模倣をせずとも，自他の経験が混在し，結果として両者で均質なコミュニケーションシステムが構築されると解釈される．

このように暗黙的な記憶の導入により，模倣の効果を一部で代替する結果が得られた．ただし，暗黙的な記憶を導入することで，人間のデータとの対応が低下しているようにもみえる．成功率においては人間よりも低い値となり，メッセージの共有度としては人間よりも高い値となった．この理由を探り，人間のコミュニケーションシステムの形成における暗黙的な模倣の役割を追求するためには，個人差も含むより詳細な行動データの分析が必要になる．

将来的な研究においては，自閉症傾向などのコミュニケーションと関連した個人特性を実験時に取得し，コミュニケーションシステムの形成プロセスとの関連を検討していく．自閉症児において，自他の境界の認識が曖昧さなどの特徴も指摘されており [7]，本研究で示された暗黙的な模倣との関連を指摘できる可能性がある．

[1] 先行研究において操作されたルールの強化学習に関わるパラメータはオフにしている．

[2] 金野らの実験では，図形と部屋の対応などが，コミュニケーションシステムとして構築される．たとえば「上の部屋は▲で示す」などのルールが構築される．

参考文献

[1] Galantucci, B., & Garrod, S. (2011). Experimental Semiotics: A Review. Frontiers in Human Neuroscience.
[2] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬 (2014). 言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ. 計測 と制御, Vol. 53, No. 9, pp. 801–807.
[3] Morita, Konno, Hashimoto (2012). The Role of Imitation in Generating a Shared Communication System, Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 779–784.
[4] Anderson, J. R. (2007). How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe. Oxford University Press.
[5] Tomasello, M. (1999). The Cultural Origins of Human Cognition. Harvard University Press.
[6] Baron-Cohen, S. (1985). Social Cognition and Pretend Play in Autism. Doctoral thesis, University of London.
[7] Johnson, M. K., Hashtroudi, S., & Lindsay, D. (1993). Source Monitoring. Psychological Bulletin, 114(1), 3–28.

異なる評価法によるリスク態度の変化: 意思決定者の信念推定に基づく認知プロセスの分析

Shift of risk attitude in the different evaluation method: Analysis of cognitive processes by estimation on decision maker's belief

大貫祐大郎[†]・本田秀仁[†]・松香敏彦[‡]・植田一博[†]
Yutaro Onuki・Hidehito Honda・Toshihiko Matsuka・Kazuhiro Ueda

[†]東京大学, [‡]千葉大学
The University of Tokyo, Chiba University
onuki-yutaro32@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

The present study examined how decision makers shifted their risk attitudes by manipulating evaluation methods, namely joint evaluation (JE) and separate evaluation (SE). In particular, using a behavioral experiment and computational simulation study based on its result, we examined cognitive processes for decision makers who engaged in JE or SE gambles. We found that beliefs for uncertain events shifted depending on evaluation methods, and this shift was produced by differences in risk attitudes. Psychological mechanisms that produce different judgments or evaluations between SE and JE are discussed.

Keywords — Risk Attitude, Separate Evaluation, Joint Evaluation.

1. はじめに

これまでの認知科学や行動経済学を中心とした研究では, 人間が示す意思決定の多くの特徴が明らかにされてきた. その特徴の一つに, リスク態度が挙げられる. リスク態度とは, 意思決定時の確率情報に対する主観的な重みづけのことを指す. 例えば, 20%で 1 万円が当たるギャンブルに関して, 当たる確率は十分に高いと判断する人もいれば, 低いと判断する人もいるだろう. このようなリスク態度の違いによって, 意思決定時にリスク志向的, またはリスク回避的になることが先行研究で明らかにされている.

このようなリスク態度は個人差のみならず, 個人内でも文脈に依存して変化することが明らかにされている. 例えば, Rottenstreich and Hsee (2001)は情動的な文脈と, 情動との関わりが少ない文脈とではリスク態度が大きく異なることを議論している. 前者は, 好きなタレントとキスができるか否かの affect-rich なギャンブル, 後者は 20%で 1 万円が当たるような通常のギャンブル課題が当てはまる. また近年, 情動との関わりが少ない通常のギャンブル課題においても, 実験課題の違いによって, 個人内でリスク態度が変化することが議論されている. Stewart, et al. (2014) は, ギャンブル課題を実施する際, 実験参加者に異なるギャンブルを呈示することによってリスク態度が変化することを示している. リスク態度は一見すると個人特性を示す変数のように感じられるが, 文脈の違い, または, 同じ文脈であっても呈示する刺激の違いによってリスク態度は変化することが明らかになっている.

本研究では, ギャンブル課題に対して異なる評価法を用いることによるリスク態度の変化についての検証を行う. 本研究が注目する異なる評価法とは, 並列評価 (joint evaluation, 以下 JE) と単独評価 (separate evaluation, 以下 SE)である. JE とは, 評価する対象を同時に 2 つ以上呈示して評価させる方法である. 例えば, 「リンゴ, オレンジ, それぞれどのくらい好きですか?」のように同時に評価させる.一方で SE とは評価する対象を 1 つ呈示し, それを評価させる方法であり, 「リンゴをどのくらい好きですか?」, 「オレンジをどのくらい好きですか?」のように, それぞれを単独で呈示して, 1 つのみを評価させる. 対象への評価は JE, SE の違いによって変化し, 選好が逆転する場合があることも知られている. 例えば, JE ではリンゴの方に高い評価を与える一方で, SE ではオレンジの方を高く評価する, といった現象が起こりうることが示されている (Hsee, 1996). この知見, またリスク態度は様々な要因によって変化する知見を踏まえると, ギャンブル課題に対してリスク態度を測定する方法が JE であるか, あるいは SE であるかの違いによって, リスク態度が変化する可能性が考えられる.

そこで, 本研究では, リスク態度を測定する際, JE または SE を用い, リスク態度がどのように変化するのかについての検証を行う. また, 測定法の違いによっ

て生じる認知プロセスの変化をモデルベースで分析を行う.

2. 行動実験

2.1. 実験参加者

大学学部生 682 名が実験に参加した.

2.2. 実験課題・刺激・手続き

本研究では, 行動実験を通じてリスク態度を測定した. 具体的には, 確実性等価(Certainty equivalent, 以下 CE)を測定した. CE とは確率的に利得が決まるギャンブルと同等の価値を持つ金銭対価のことを示す. 例えば, 選択肢(A)「20%で 1 万円が貰える」ギャンブルと, 選択肢(B)「確実に 1000 円貰える」との間の選択で差異を見いだせない場合, 1000 円がこのギャンブルに対する CE となる. そして, CE が高いほどリスク志向的であることを示す. 例えば, 「20%で 1 万円が貰える」ギャンブルに対する CE が 2000 円の X さんと, CE が 1000 円の Y さんでは, ギャンブルをするのか, あるいは確実に 1500 円を貰うのか, という場面で, X さんはギャンブルをすることの方を好み, 一方で Y さんは 1500 円貰うことの方を好むことからもわかるように, 高い CE を示すということは, 確率的に利得が決まるギャンブルを好む, つまりリスク志向的であることを示す.

本研究では, ある確率 p で 1 万円を貰えるギャンブルと, 確実にいくらかを貰える選択肢を同時に呈示し, どちらを選択するかを尋ねることで CE を推定した. 具体的には,「X 円もらう」(X 円については 9500 円から 500 円まで 500 円毎に呈示),「確率 p で 1 万円もらえるギャンブル」のうち, どちらを選択したいかを尋ね,「X 円もらう」からギャンブルへ選択が切り替わる金額の中央値を CE として仮定した(例:「1500 円もらう」の呈示時にはこちらが選択され,「1000 円もらう」の呈示時にはギャンブルが選択された場合, CE は 1250 円とした). また, 確率値としては, 1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%, 計 11 の値が呈示された.

JE 群(47 名)には 11 のギャンブルすべてが呈示され, 選択が尋ねられた. 一方で SE 群(635 名)は 11 の値(1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%)のうち, いずれかの値についてのギャンブルが呈示され, そのギャンブルに対する選択を尋ねた. JE 群では一人の参加者から 11 のギャンブルにおける選択データが得られるが, SE 群では原則一人の実験参加者から, 11 の値(1%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 99%)のうち, 一つの選択データを得ることしかできないために, JE 群よりも SE 群の方が実験参加者の数は多くなっている.

2.3. 結果

11 の確率値に対する CE 値の平均値を図 1 に記す. 2 つの条件で CE の傾向が異なることがわかる. 具体的には, 低い確率では SE 条件のほうがリスク志向的になっているにも関わらず, 高い確率ではリスク態度が逆転して JE 条件のほうが高い値を示していた. このように, リスク態度はリスク態度の測定法によっても変化する可能性が示された.

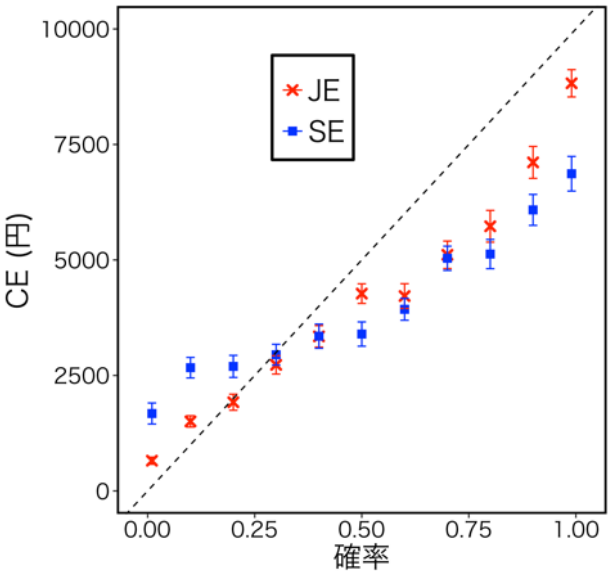


図1. 実験結果(CEの平均値)エラーバーは標準誤差

3. モデルに基づく意思決定者の信念推定

2 章で示した通り, JE と SE ではリスク態度が異なる可能性が示された. この結果は, リスク態度の測定法が異なると, 異なる判断プロセスが生み出されている可能性を示している. そこで本節では, モデルベースで実験参加者の判断プロセスを分析する.

3.1. 意思決定モデル: Decision by Belief Sampling

本研究では, Decision by Belief Sampling モデル(Honda, Matsuka, & Ueda, 2017, 以下 DbBS)に基づいて分析を進める. DbBS モデルは確率値に対する主観

的評価を表現するモデルであり，以下のような 2 つの仮定を置いている．まず，意思決定者は不確実性事象に対して，何らかの信念を持っており（図 2A 参照のこと），これをベータ分布で表現する．例えば，図 2A の Example 1 はある意思決定は不確実性事象に対して，「起こるか，起こらないかのどちらか」のような極端な信念を示し，Example 2 (4)は，意思決定者は事象が低い（高い）確率が生じる，また Example3 は事象が 50%くらいの確率が生じるという信念を持っていることを示している．

次に，意思決定者は信念によって比較対象を構成し，ターゲットとなる確率値は比較対象との比較で評価される．例えば，野球の打率 3 割，盲腸の手術の成功率 3 割，それぞれの値に対する評価を想像してほしい．前者は高く感じるが，後者は非常に低く感じる．この例は前者においてはターゲットの 3 割という値を評価する際,「2 割台の打者が多い」「3 割台の打者は少ない」といったようなことを思い浮かべる．つまり，比較対象として多くの 2 割台のバッター，少ない 3 割台のバッターが想定され，結果として 3 割という値に対して高い評価値が与えられていると考えられる．一方で盲腸の手術の場合は高い確率（場合によっては 100%）で成功するということが想定されるため，これらの確率と比較するために 30%は非常に低い評価になると考えられる．DbBS では比較対象が信念によって構成されると仮定する．

そして DbBS ではベータ分布で信念を表現しているので，ターゲットの主観的評価は累積分布関数によって表現される（図 2B を参照）．

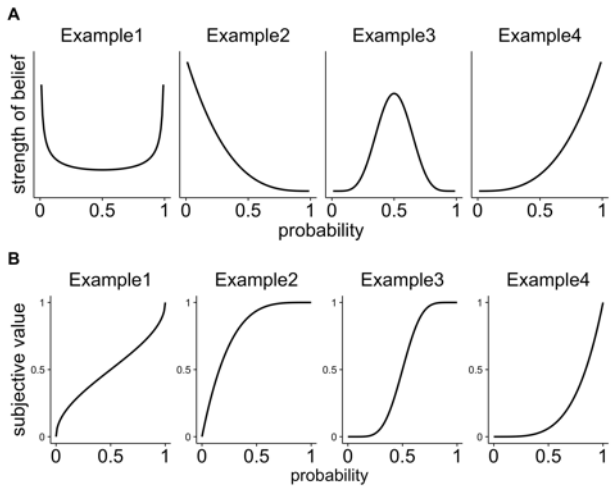


図 2. DbBS の具体例．A は信念（ベータ分布），B はターゲットとなる確率への主観的評価（ベータ分布の累積分布関数）を示す．

3.2. パラメータ推定

本研究では，確率 p で 10000 円もらえるクジに対する CE が y 円であったら，以下のような関係式が成立すると仮定する。

$$y^{\alpha} = 10000^{\alpha} w(p) \qquad (1)$$

ここで α は金銭に対する主観的価値（価値の逓減）を表現するパラメータであり，また *w(p)*は確率 *p* に対する主観的な重みである．本研究では *w(p)*は DbBS における主観的価値と仮定する．

JE 群の実験参加者に対しては，11 の確率値に対する CE の値を最もよく説明する数式(1)のパラメータを推定する．すなわち，価値関数のパラメータ α，またベータ分布の 2 つのパラメータ（a, b）を求めた．求める際，α は 0.04 から 1 まで，0.04 ごと 25 通り，また a, b については 0.1 から 10 まで，0,1 ごと 100 通り，これらのすべての組み合わせ（即ち，合計 250000 通り）に対するグリッドサーチを行い，実験参加者一人一人の観察データに対して最もフィッティングがよいパラメータの組み見合わせを探索した．

SE 群については，SE 手続きで 11 の確率に対して CE に関する選択を求められた仮想の実験参加者 1000 人分を以下の手続きでシミュレートした．11 の各確率値で観察データから求めた CE の平均値，標準偏差を持つ正規乱数によって，仮想の CE 値を 11 の確率値に関して求める．この際，矛盾を生じないパターンのみを採用する（つまり，$p_1 < p_2$ の場合，それぞれに対する CE である CE_{p1}, CE_{p2} は $CE_{p1} \leqq CE_{p2}$ となるようにする）．このような形でシミュレートした仮想の 1000 人分のデータに対して，JE 群の実験参加者のデータと同様の手続きで 3 つのパラメータを推定した．

なお以下では，モデルへのフィッティングのよいデータのみ分析を進める．具体的には，モデルのフィッティングはモデルの予測と観察データ間の R^2 で評価し，0.5 以上のフィッティングを示したデータを分析に用いた．（JE 群では行動実験の参加者 47 名中の 44 名，SE 群では仮想実験参加者 1000 名中の 787 名）

3.3. 推定されたパラメータの分析：α

まず，金銭への価値関数のパラメータである α について，実験参加者ごとに推定された値に基づいて実際の金銭の主観的価値を求め，実際の金額と主観的価値の間の関係性からクラスター分析を行った．誤差と説

明力の関係から JE, SE 群ともに 2 クラスターを採用した．その結果を図 3 に記す．A では各クラスターにおける，実際の金額に対する主観的価値の平均値を示し，B では各クラスターにデータが分けられた割合を示してある．図 3A からわかるように，全体的な傾向は群間で類似しており，1 つのクラスターはほぼ線形の価値関数，もうひとつのクラスターは価値の低減が大きいという特徴があった．また，図 3B からわかるように，各クラスターに分けられた割合に大きな違いはない．以上の結果は，評価方法によって，金銭に対する主観的価値は大きく変化しない可能性を示すものである．

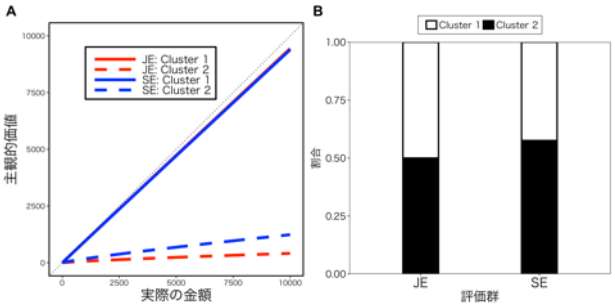


図 3. 推定された α のクラスター分析の結果．A: 各クラスターの実際の金額に対する主観的価値の平均値．B: 各クラスターにデータが分けられた割合．

3.4. 推定されたパラメータの分析：DbBS モデル

次に，DbBS モデルのパラメータに関して，推定された値に基づいて実験参加者ごとに確率値に対する信念の強さ（ベータ分布の密度）を求め，確率値と信念の強さの関係性からクラスター分析を行った．誤差と説明力の関係から JE, SE 群ともに 2 クラスターを採用した．その結果を図 4 に記す．A では各クラスターにおける，確率値に対する信念の強さの平均値，B では各クラスターの，確率値に対する主観的価値の平均値，そして C は各クラスターにデータが分けられた割合を示してある．信念に関して，全体的に決定論的な傾向，つまりギャンブルは“当たる”か“ハズレ”のような信念が持たれやすいことが示された．しかしながら，この傾向は群間で差異が見られることがわかる．例えば，図 4B を見てみると，JE 群では確率値と主観的価値の間で線形関係に近いといえるクラスター1 に半数以上のデータが分類されたが，SE 条件では線形関係に近いクラスター2 が 3 割程度であった．

以上をまとめると，評価条件によってリスク態度が変化し，JE で評価することによって，決定論的に考えやすい不確実性事象に対する信念が弱まる可能性が示唆された．

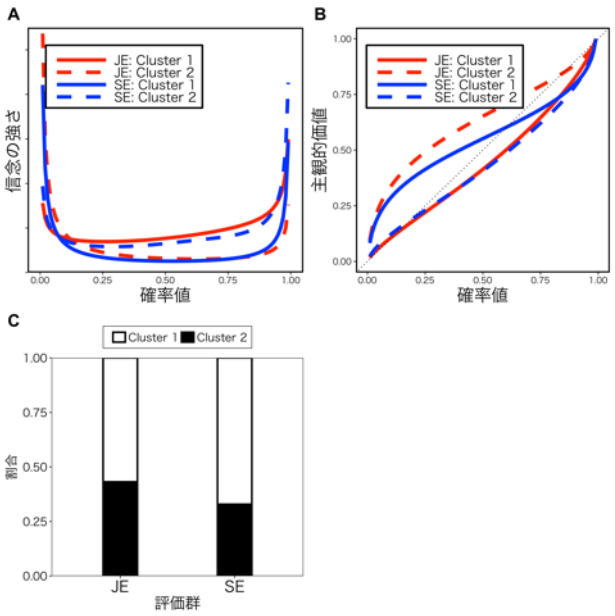


図 4. 推定されたベータ分布のクラスター分析の結果．A: 各クラスターにおける確率値に対する信念の強さの平均値． B: 各クラスターにおける，確率値に対する主観的価値．C: 各クラスターにデータが分けられた割合．

4. 総合討論

本研究では，リスク態度を測定する際，確率値を同時にすべて呈示する JE と，実験参加者個別に評価してもらう SE のそれぞれを用いてリスク態度を測定する際，これら呈示方法がリスク態度にどのような影響を与えるのかについて検討した．結果として，評価法によりリスク態度は変化し，その変化は不確実性事象に対して人が持つ信念の変化から捉えられる可能性が示された．この結果は，人間のリスク下における決定行動を考えていく際に新たな視点を与えるものである．

JE, SE による判断や選好の変化は先行研究で従来から議論が行われている．多くの研究は判断や選好が変化することの議論，即ちアウトプットの違いについて多くの議論がなされてきたが，一方でそのようなアウトプットの違いを生み出す判断プロセスについての議論は非常に少ない．この理由の一つは，SE を用いた評価については原則一人の実験参加者から一つのデータを得ることしかできないために，モデル分析にかけるのに十分なデータを得ることが非常に困難な点にある．本研究では行動実験データ，“仮想的”な実験参加者のシミュレーション，そして認知モデリングの手法を用

いることで，このような困難を克服する方法を提案しており，意思決定研究に新たな貢献を与えていると考えられる．

参考文献

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金、基盤研究 A（課題番号 16H01725）、若手研究 B（課題番号 16K16070）による支援を受けて実施された。

参考文献

[1] Hsee, C. K. (1996). The evaluability hypothesis: An explanation for preference reversals between joint and separate evaluations of alternatives. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 67*, 247–257.

[2] Rottenstreich, Y., & Hsee, C. K. (2001). Money, kisses, and electric shocks: On the affective psychology of risk. *Psychological Science*, 12, 185–190.

[3] Sher, S., & McKenzie, C. R. M. (2014). Options as Information: Rational Reversals of Evaluation and Preference. *Journal of Experimental Psychology: General, 143*, 1127-1143

[4] Stewart, N., Chater, N., & Brown, G. D. A. (2006). Decision by sampling. *Cognitive Psychology, 53*, 1–26.

[5] Stewart, N., Reimers, S., & Harris, A. J. L. (2014). On the Origin of Utility, Weighting, and Discounting Functions: How They Get Their Shapes and How to Change Their Shapes. *Management Science, 61*, 687–705.

[6] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2017). Decisions based on verbal probabilities: Decision bias or decision by belief sampling? *Proceedings of the 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society.*

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

球状の野菜や果物は

どのように幼児に識別されるのか？

年少児から小学１年児を対象にした横断的な一調査

How are the spherical vegetables and fruits distinguished by infants?

A Cross-sectional research

from most young kindergarten children to first grade elementary school students

牛久香織
Kaori Ushiku

心泉學舎　発達科学 Lab.
Developmental Science Lab.,　Shinsengakusha. Corp.

kaori_ushiku@shinsengakusha.co.jp

Abstract

A Cross-sectional research using some silent reproductive immediate images based on color and shape suggested that as for the color there are relatively many cases are recognized before what the thing is, and they pay attention to an approximate shape from early stage but their judgment was depended on their taste. So they had to wait after middle grade of kindergarten that they can use the knowledge of how to eat or knowledge of the size.

This research is examined on infant's recognition about the spherical vegetables and fruits that was based on size, section plane, visual features, tactile features, taste features, menu used as a food ingredient, knowledge about the season time, and color.

As a relust, it was suggested that the method of indentifying objects of the same type shape differs depending on the object. It so also speculated that color and size are important criteria when indentifying objects of the same type shape.

Keywords/ cross-sectional research(横断的調査), cognitive development (認知発達), development(発達)

1. はじめに

前段階の調査として,「形が既に与えられているぬり絵に色をぬる行為は自らの内在化した心像を外在化して描画像を完成させる行為であり仕上げたとされるぬり絵はその者の内在化した心像の再生と言えるのではないか」との視点から幼児の静物に対する認識についての横断的な調査（牛久,2016）を行った.対象は年少児から小学１年児であった.その結果,1)それが何であるかを認識する前にそのものの色を認識している場合が比較的多いこと,2)おおよその形状には早期から注目していてもそれが何であるかを判断するには本人の嗜好に依るところが大きいこと,3)食べ方についての知識や大きさについての知識などを駆使する・おおよその形状ばかりではなくさらに踏み込んで観察して詳細な形状に注意を向けるなどの行為に基づいてそれが何であるかを正確に判断できるようになるのは年中児以降であること,が示唆された.

そこで球状の果物や野菜が識別されていく過程において五感から得られる情報はどのような関わりがあるのかについて確認したいと考えた.なお,本研究における「識別」とは「これは何である」と答えることができることであると定義する.

2. 調査

2-1.目的

球体の野菜や果物がどのように認識されていくのか,年少児から小学１年児までの４学齢において調査する.

2-2.方法

2-2-1.対象

2017年4月1日時点で満3歳児（学齢年少児）から満6歳児（学齢小学１年児）の4学齢男女各15名合計120名(平均月齢61.85ヶ月,標準偏差13.92)を対象とした.

2-2-2.期間と場所

2017年6月1日（木）から2017年6月26日（月）まで都内保育園・幼稚園・児童館の蛍光灯下において行った.

2-2-3.刺激

1） 球状の野菜及び果物の選択

ミニトマト・りんご・さくらんぼ・みかん・グレープフルーツ・レモン・玉ねぎ・キャベツ・男爵イモを選択した.選択の基準は,前調査で識別が困難であった赤い球状の野菜及び果物から前調査の回答結果を元にミニトマトりんご・さくらんぼの3種類を選択し,それらに加えて幼児にも親しみのある球状の柑橘類からみかん・グレープフルーツ・レモンの3種類,家庭の常用野菜から球状の野菜である玉ねぎ・キャベツ・男爵イモの3種類を選択して計9種類とした.

2)線画刺激

パソコンソフトのIllustratorを用いて1辺１０㎝四方の正方形の用紙に中心位置を揃えて半径5㎝の円内に入るように同じ描き手によって球状の野菜及び果物の黒の線画を作成して使用した.図１に示す.

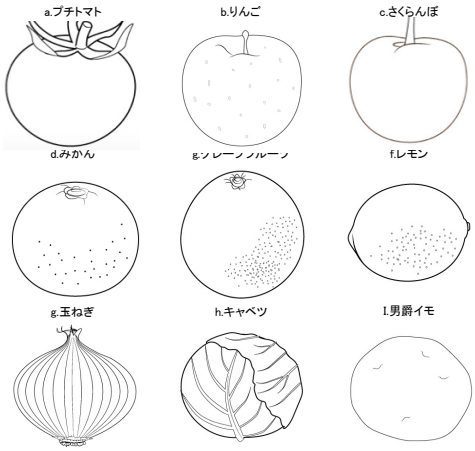


図 1　球場の野菜と果物の線画刺激

知識を確認する描画として一つに上下に縦方向に向けて切断した際の描画を用意した. 図 2 に示す.

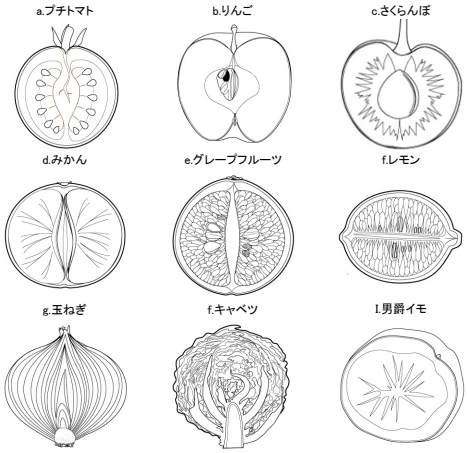


図 2　縦断した場合の切断面の線画刺激

切断面の描画を取り入れた理由として, 多くの保育園や子ども園において 1 歳児以上に野菜や果物を包丁で切る作業を再現させるままごと道具が取り入れられていることがある. ままごと道具の野菜や果物には切断面に簡易な切断図が描かれており, 球状の野菜や果物の切断面の様子は身近に触れていると言うことができる. そこで球状の野菜や果物の切断面をどの程度に認識できている段階であるのかを確認することを目的とする.

加えて, 各野菜と果物の食べ方の描画を取り入れた. 図 3 に示す.

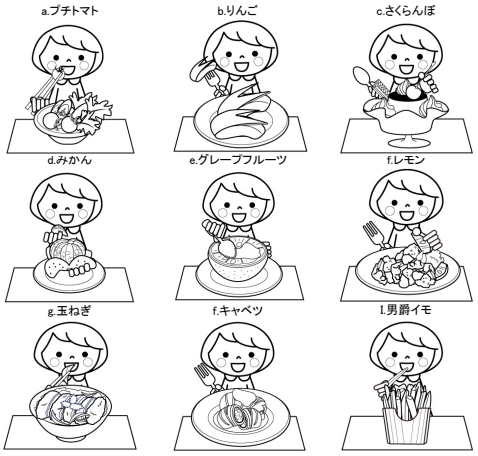


図 3　食べ方（献立）の線画刺激

各野菜と果物の食べ方の一例についての描画を取り入れたのは素材と献立の一致によって食物としての野菜と果物の理解をはかる目的である.

3) 色刺激

前調査同様にサクラクレパスふとまき 16 色を用いた. 本調査では 2017 年 3 月 6 日(土)から 21 日（日）の期間に中学生以上男女各 15 名計 30 名（平均年齢 29.94 歳, 標準偏差 14.08）を対象に事前調査を行い, 9 品目に適切な色を前調査と同様の手法で設定した. 設定した適切な色を表 1 に示す.

表 1　球状の野菜および果物に適切な色

野菜名/果物名	適切な色
a.りんご	赤・黄・黄緑
b.プチトマト	赤・橙・黄・黄緑・緑・紫
c.さくらんぼ	赤・橙・黄
d.レモン	黄・黄緑・緑
e.みかん	橙・黄・黄緑・緑
f.グレープフルーツ	黄・橙・黄緑・緑
g.キャベツ	白・黄緑・緑
h.玉葱	白・肌・茶・黄土
i.男爵いも	肌・こげ茶・黄土

混色を行なっていた場合においては,混色後の色及び混色した複数色について確認をする.

4) 言葉刺激

2017 年 3 月 6 日（土）から 21 日（日）の期間に適切な色を設定した事前調査に参加していない中学生以上男女各 15 名計 30 名（平均年齢 30.73 歳,標準偏差 15.48）を対象に事前調査を行い,さらに市販されている乳幼児を対象とした絵本における果物や野菜についての表現をも参考に協議して触覚・視覚・味覚・嗅覚・聴覚の代替えとしての知識情報の 5 分野から各球状の野菜及び果物を想起させる言葉刺激を決定した.さわった印象（＝触覚）に基づく言葉刺激を表 2 に示す.

表 2 さわった印象（＝触覚）に基づく言葉刺激

ミニトマト	皮が張っていて今にも破けそう ツルツルしている
りんご	硬いけれどフォークは簡単に突き刺せる ザラザラしている
さくらんぼ	柔らかく押すと潰れてしまいそう つるつるしている
玉ねぎ	皮はパリパリしている 中身はツルンツルンしている
キャベツ	硬くてなめらかな手触り 筋がある、葉が一枚一枚厚く硬くてパリンとしている
男爵イモ	ゴツゴツしてデコボコしている 硬くて生のままでは箸が突き刺せそうにない
みかん	ツブツブしているけれどなめらかではある 皮は手で剥けて柔らかく押したら潰れそう
グレープフルーツ	つぶつぶがあるけれど触った感じはつるつるしている どちらかというと柔らかいけれど手で皮は剥かないし押しても潰れない
レモン	つぶつぶがあるうえにゴツゴツしている 硬くて爪を立てても皮は剥かない

手で触れたり押したり掴んだりした結果から得られた印象が得られた.

見た印象（＝視覚）に基づく言葉刺激を表 3 に示す.

表 3 見た印象（＝視覚）に基づく言葉刺激

ミニトマト	まんまるに近いものや細長いまるのものがある 大人が手で作るokの輪の部分ぐらいの大きさ ツヤツヤして色も濃くて目立つ
りんご	上は大きくて下に向かって小さくなっていく 上の真ん中は凹んで茎がついている 大人は片手で持てるけれど自分たちは両手でないと持てない
さくらんぼ	茎でくっついて二つ一緒になっていることがよくある 宝石みたいにキラキラ輝いている 大人の黒目ぐらいの大きさで丸い
玉ねぎ	皮が縦方向に何枚も重なっている 上が棒をつけたみたいに尖っている 大人の片手に乗るけれど軽くはない
キャベツ	シュークリームみたいな形で何枚も葉が重なっている 一番奥に葉っぱを集める芯がみえる 大人でも両手ではないと持てない大きさ
男爵イモ	葉が出ているところが凹んでいる ゲンコツみたいな形をしている 大人は片手で持てる、自分たちも片手で持てる大きさのものがある
みかん	横に長いまるの形 上の方にヘタがついている 大人の片手に包める大きさから片手にははみ出る大きさまである
グレープフルーツ	まんまるに近いものも横に長いものも縦に長いものもある まんまるではなくていびつにデコボコしているものが多い 大人が両手で持つぐらいの大きさ
レモン	横に引っ張ったような形 両はしにヘタがある 大人の片手に入るかはみ出すぐらいの大きさ

大きさや形についての情報も含まれ線画刺激と重複している部分もあるが,視覚からの理解と言葉による理解の別が確認できるため敢えて削除せずに残した.

食べた印象（＝味覚）に基づく言葉刺激を表 4 に示す.

表 4 食べた印象（＝味覚）に基づく言葉刺激

ミニトマト	噛むと皮が破れる感じが伝わって水分が口に広がる 甘いけれど草のような味もする
りんご	サクサクしていて噛み応えがある 噛むと果汁が出てきて甘く蜜が入っているものもある
さくらんぼ	柔らかくて水分もあるけれどジュースは作れるほどではない とても甘いけれど熟していないと酸っぱい
玉ねぎ	生で食べるとシャキシャキしているけれど焼いたり茹でたりするとシャクシャクしてくる 生で食べると苦味があり火を通すと甘みがでる
キャベツ	生で食べるとパリパリしているけれど焼いたり茹でたりするとはクッタリしてくる 味の表現は難しいけれど葉っぱ類の味だと思う
男爵イモ	生では食べられず水分は全くない、茹でるとホクホクになるがボロボロしてこぼれやすい ご飯や麺類に近い味
みかん	大きいものは甘くて小さいものは甘酸っぱいものが多い 外の皮を剥いてから房に分けて袋ごと食べる人と袋から中身を出して食べる人がいる
グレープフルーツ	つぶつぶして水っぽく食べていて荷重がとぶことがある 甘さもあるがどちらかというと酸っぱいので砂糖をかけて食べる人もいる
レモン	そのまま食べることはなくて果汁を何かにかけたり混ぜたりする 口がすぼんで目を閉じてしまうほど酸っぱい

果物については甘いと酸っぱいについての段階評価を取り入れることも検討したが,野菜においてはどちらの味覚にも当てはまらないため果物それぞれの甘さや酸っぱさを言葉でできる限り表現することを試みた.

嗅いだ感じ（＝嗅覚）に基づく言葉刺激は香りを言葉で表現することは困難であると判断し,香りの有無を確認し,香りがあるとした場合にはさらにその香りをかぎわけられるか否かを確認することにした.

旬の季節についての知識確認（＝聴覚の代替）に基づく言葉刺激を表 5 に示す.

表 5. 旬の季節についての知識（聴覚の代替え）

に基づく言葉刺激

ミニトマト	春から夏にかけて一番多くみられるが1年中手に入る
りんご	本来は冬だけど1年中手に入る
さくらんぼ	夏の初め 6月頃
玉ねぎ	本来は春だけど1年中手に入る
キャベツ	本来は冬から夏までだけど1年中手にはいる
男爵イモ	本来は夏から春だけど1年中手に入る
みかん	秋の終わりから冬
グレープフルーツ	春に増えるけれど1年中手に入る
レモン	本来はクリスマスからお正月だけど1年手に入る

野菜や果物の季節感は年代によって大きく異なっており, より若い年代において個々の野菜や果物に季節感を持たない割合が増加する傾向が見て取れた. 言葉刺激は季節感が一定でないことを示せる表現にした.

これら言葉刺激は調査協力先の保育士・幼稚園教諭・学童指導員に言葉の難度を確認してより理解を促せる言葉への変換を行なってある.

4)分析時の大きさの判定基準

色刺激及び言葉刺激の選択のための事前調査時に調査協力者に 9 品を 1 つずつ購入したのち各自で縦の周長・横の周長・斜めの周長を計測することを依頼し, 合計周長で算出した結果に基づき大きさの順番を決定した. 大きい順にキャベツ・グレープフルーツ・りんご・玉ねぎ・レモン・みかん・男爵イモ・ミニトマト・さくらんぼ, となった.

2-2-4. 手続き

まず球状の野菜及び果物の線画刺激を見て色をぬる.

次に切断面の線画刺激及び食べる際の姿を描いた線画刺激から適切な線画を選択し, 言語刺激から当てはまる言葉を選択する.

さらに 9 枚の線画を大きい順に並べる. 最後にそれが何であるかを答える.

3. 結果

3-1. ぬった色

学齢を一要因とした分散分析の結果, 9 品すべてにおいて 0.001%水準で有意差が認められた.

3-2. 切断面の描画選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, りんごとみかんは 0.001%水準で, ミニトマトは 0.1%水準で, キャベツと男爵イモは 5%水準で有意差が認められた.

3-3. 献立の線画選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, みかんを除く 8 品が 0.001%水準で, みかんは 0.1%水準で有意差が認められた.

3-4. 大きさの判断結果

学齢を一要因とした分散分析の結果 0.001%水準で有意差が認められた.

3-5. 触覚に基づく言葉刺激選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, 玉ねぎ・男爵イモ・レモンは 0.001%水準で, ミニトマト・りんご・さくらんぼ・キャベツは 0.01%水準で有意差が認められた.

3-6. 味覚に基づく言葉刺激選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, ミニトマト・りんご・さくらんぼ・玉ねぎ・キャベツ・男爵イモ・グレーフプルーツは 0.001%基準で, みかん・レモンは 0.01%水準で有意差が認められた.

3-7. 視覚に基づく言葉刺激選択結果

ミニトマト・さくらんぼ・玉ねぎ・キャベツ・男爵イモ・レモンは 0.001%水準で, りんご・みかん・グレープフルーツは 0.1%水準で有意差が認められた.

3-8. 嗅覚に基づく言葉刺激選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, ミニトマト・男爵イモは 0.001%水準で, グレープフルーツは 0.1%水準で有意差が認められた.

3-9. 旬の季節についての言葉刺激選択結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, ミニトマト・りんご・さくらんぼ・男爵イモ・みかんは 0.001%水準で, 玉ねぎ・キャベツ・グレープフルーツ・レモンは 0.1%水準で有意差が認められた.

3-10. 名称回答結果

学齢を一要因とした分散分析の結果, 9 品すべてにおいて 0.001%水準で有意差が認められた.

3-11. 重回帰分析結果

識別できる基準である「これは何であると言える」に至るにはどのような項目が作用するのかを知るために, 名称を目的変数として重回帰分析を行った.

3-11-1. ミニトマトの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 55, $F(9, 110)$=14. 86 であり p<0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 4 に示す.

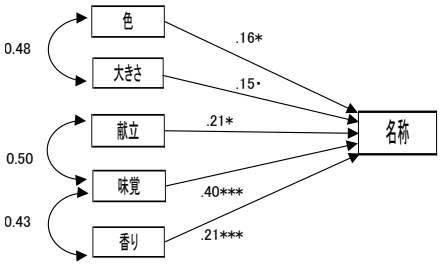


図 4　名称を目的変数とした重回帰分析結果（ミニトマト）

3-11-2. りんごの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 52, $F(9, 110)$=17. 68 であり p<0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 5 に示す.

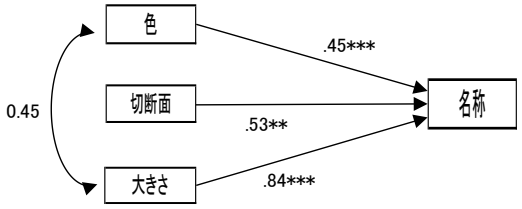


図 5　名称を目的変数とした重回帰分析結果（りんご）

3-11-3. さくらんぼの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 59, $F(9, 110)$=17. 68 であり p<0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 6 に示す.

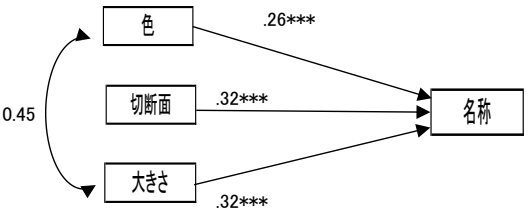


図 6　名称を目的変数とした重回帰分析結果（さくらんぼ）

3-11-4. 玉ねぎの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 66, $F(9, 110)$=23. 42 であり p<0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 7 に示す.

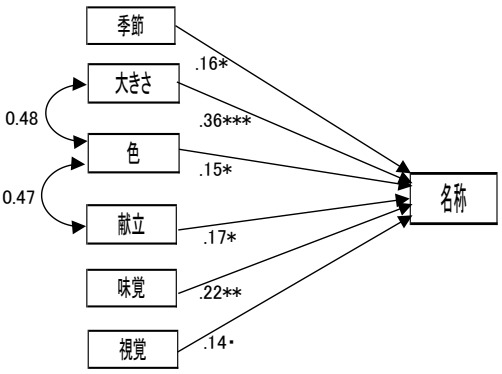


図 7　名称を目的変数とした重回帰分析結果（玉ねぎ）

3-11-5. キャベツの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 59, $F(9, 110)$=17. 64 であり p<0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図

を図 8 に示す.

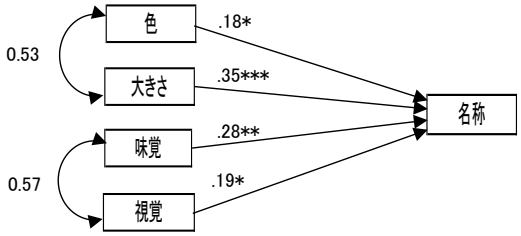


図 8　名称を目的変数とした重回帰分析結果(キャベツ)

3-11-6. 男爵イモの重回帰分析結果

決定係数はR^2=. 61, F(9, 110)=19. 05 であり p ＜0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 9 に示す.

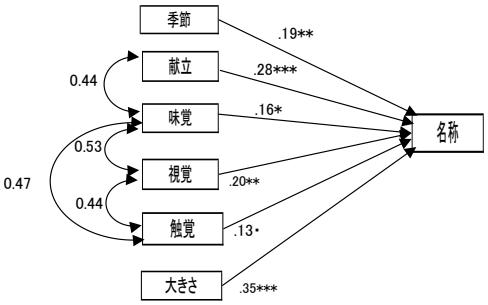


図 9　名称を目的変数とした重回帰分析結果（玉ねぎ）

3-11-7. みかんの重回帰分析結果

決定係数は R^2=. 80, F(9, 110)=8. 48 であり p ＜0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 10 に示す.

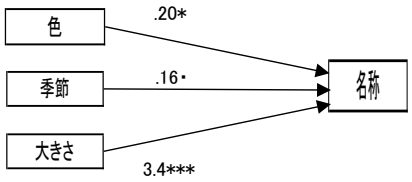


図 10　名称を目的変数とした重回帰分析結果（みかん）

3-11-8. グレープフルーツの重回帰分析結果

決定係数はR^2=. 58, F(9, 110)=16. 89 であり p ＜0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 11 に示す.

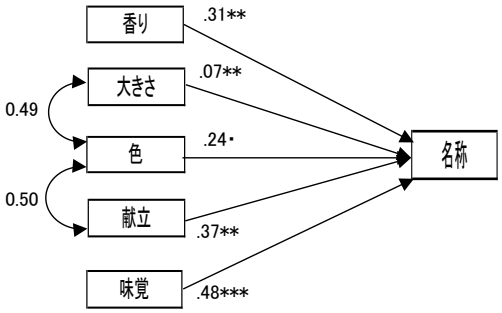


図 11　名称を目的変数とした重回帰分析結果(グレープフルーツ)

3-11-9. レモンの重回帰分析結果

決定係数はR^2=. 51, F(9, 110)=12. 59 であり p ＜0. 001 と 0. 01%水準で有意であった. パス図を図 12 に示す.

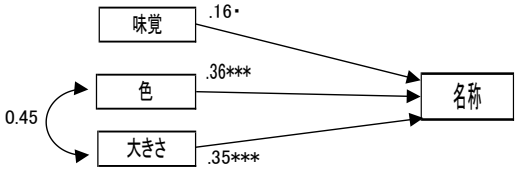


図 12　名称を目的変数とした重回帰分析結果（レモン）

3. 結論

同種の形状の対象について識別する手立ては対象によって異なることが示唆された. だが, 9 品のうち男爵イモを除く 8 品に置いて識別の手段として色が用いられており, さらに 7 品において色と大きさに相関関係が見られることから同種の形状の対象を識別する際には色と大きさが重要な判断基準になると推測される.

4. 今後の展望

本研究において静物を識別する上で色は重要な識別手段であることが確認された.そこでぬり絵をその者の内在化した心像の再生として考えるにあたり描画技術の発達との兼ね合いを改めて検討した上で,さらに学齢を下って乳児において静物が色と形によってどの

ように識別されているかを検討していく.

5.参考文献

牛久香織(2016)「幼児はどのように静物を認識していくのか？形と色に基づく静止の再生的直後心像を用いた横断的な一調査」(日本認知科学会第 33 大会発表論文)

いしかわこうじ(2008)「くだものいろいろかくれんぼ」ポプラ社

いしかわこうじ(2011)「野菜いろいろかくれんぼ」ポプラ社

平山和子(1981)「くだもの」福音館

平山和子(1982)「やさい」福音館

作 真木文絵　絵 石倉ヒロユキ(2008)「お野菜トントン岩崎書店

作 真木文絵　絵 石倉ヒロユキ (2008)「くだものぱっくん」岩崎書店

きうちかつ(197)「やさいのおなか」福音館

きうちかつ(2007)「くだものなんだ」福音館

“レモン”より“檸檬”を買いたい：日本語表記の希少性と可読性が食品認知に与える影響
I want to buy “檸檬” more than “レモン”: Effects of rarity and readability in Japanese script on food cognition.

本田 秀仁†, 藤崎 樹†, 植田 一博†
Hidehito Honda, Itsuki Fujisaki, Kazuhiro Ueda
†東京大学
The University of Tokyo
hitohonda.02@gmail.com, bpmx3ngj@gmail.com, ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract
We examined how the Japanese script affected food cognition. In particular, we examined the effect of difference in Japanese script (Kanji or Katakana) on evaluations for fruits (lemon or kiwi). We found that rarity of Japanese script enhanced willingness to buy. However, such effect was not observed when a script was rare as well as difficult to read. Thus, these results indicated that not only rarity of script, but also readability of script affected food cognition.
Keywords — effect of Japanese script; food cognition; rarity effect; readability effect

1. はじめに

対象の表現法によって，私たちの判断や推論等が変化する興味深い様々な現象が報告されている．例えば，Alter & Oppenheimer (2008)はニューヨークの都市のイメージについて“New York”と通常のフォントで記述した場合と，“New York”のように読みにくいフォントで表記した場合では記述されるイメージが変化することを示した．また Hsee & Rottenstreich (2004)はパンダを救うためにいくらまで寄付をしてもよいかを尋ねる際，パンダの数を写真で呈示する場合と抽象的なドットで表現する場合に回答が異なることを示している．このように，対象の表現法は私たちの認知プロセスに影響を与えていることが報告されている。

また同様に，食品認知においても対象の表現法は重要な役割を示していることがマーケティング研究において知られている．Pocheptsova, Labroo, and Dhar (2010)は，商品名のフォントの読みやすさを操作することによって，その食品に対する購買意欲が変化することを示している．

本研究では，これらの知見に基づき，日本語の表記法が食品認知に与える影響について検討を行う．Honda, Fujisaki, Matsuka, and Ueda (under review)は，日本の都市の表記が思考に与える影響について実験的に検証を行った．具体的には漢字で都道府県名を記述する場合（例：北海道）とカタカナ（例：ホッカイドウ）で記述する場合で認知プロセスにどのような影響を与えるのかを検討したところ，思考の典型性に違いが生じることが示された．本研究では、Honda et al. (under review)で観察された日本語表記の効果を食品認知の文脈で検討を行った．具体的には，レモンとキウイの表記を漢字またはカタカナで呈示して（図１参照のこと），その果物に対する認知にどのような変化が見られるのかを検討した．

本研究では表記の効果について，以下のような仮説を立てた．レモンとキウイは通常，カタカナで表記する．よって，漢字で表記することは非典型的である．この非典型性は商品の希少感を生み出し，商品の評価を高めるのではないかと予測した．しかしながら、漢字の場合，非典型性と同時に，読めるか否か，つまり可読性にも違いがある．レモンの漢字表記である「檸檬」は日常生活でも目にする漢字であり，多くの人は読むことはできると考えられる．一方，キウイの漢字表記である「彌猴桃」を読むことができる人は非常に少ないと思われる（実際，著者らは実験前に読むことができなかった）．読むことができないのは再認ができない状態であり，再認ができない対象への選好は下がることが知られていることを踏まえると（Goldstein & Gigerenzer, 2002），「彌猴桃」のような読めない漢字には商品の評価を高める効果はないのではないかと予測した．

先行研究では購買意欲に対する対象の表現法の効果が観察されている（Pocheptsova, Labroo, & Dhar, 2010）。よって，上述の日本語表記の効果は購買意欲においては期待されるが（即ち、レモンでは漢字表記が購買意欲を高め、一方ではキウイではそのような効果は観察されない），本研究では食品認知と密接な関係があると考えられる食品の高級感，および美味しそうに感じるか、の各問いに対して同様の効果が見られるのかを探

索的に検証する．

図 1. 実験で用いた刺激の例．ここでは一般的な値段（300 円）の果物の刺激を示している．

2. 方法

レモンとキウイの表記を漢字またはカタカナで呈示して（図 1 参照），その果物をどの程度買いたいかという購買意欲（Willingness to buy, 以下 WTB），高級感，また美味しそうに感じるかを尋ねた．同時に呈示された表記の可読性（どのくらい読むのが簡単か），またどの程度日常的に目にするかの接触頻度についても回答を求めた．これらはすべて 10 件法で回答が求められた．

実験では表記に加え，レモン・キウイの価格として一般的な金額の 300 円と，高級品の果物の金額 3000 円の 2 水準を設定して，表記の効果を検証した（つまり，レモン・キウイそれぞれ金額 2 水準×表記 2 水準の計 4 水準）．実験は web 上で実施され，各水準 75 名，合計 300 名の人が回答した．

3. 結果・考察

図 2 に可読性，接触頻度に関する評定の結果を示す．まず可読性に関して，基本的にはカタカナのほうが読むのが容易と判断された（$p < .01$）．一方で，レモンについては，カタカナ表記よりは低いものの，漢字表記は全体的に高い評定なので（中央の 5.5 よりも高い），読むのは容易と判断されていたといえる．一方で，キウイの場合は漢字表記の評定は非常に低く，読むのが非常に困難な漢字であったといえる．また接触頻度はキウイ，レモンともカタカナ表記のほうが接触頻度の評定値が高く，すなわち漢字表記のほうが希少であると判断された．

次に商品の評価項目の結果について図 3 に記す．まず WTB に関して，レモンの場合は値段に関係なく，漢字のほうが有意に WTB は高かった（$p < .05$）．しかしながら，キウイでは表記の効果については統計的に有意な効果は観察されなかった（$p > .1$）．このように，レモンでは漢字表記で購買意欲を高め，キウイではこのような効果はない，という予想通りの表記効果が観察された．次に，美味しそうに見えるか，また高級感については統計的に有意な効果は観察されなかった（$p > .1$）．これらは刺激の影響が強く現れた可能性が考えられる．例えば，美味しさには果物の画像そのものが強い影響を与え，また高級感には値段が強い影響を与えた可能性がある．

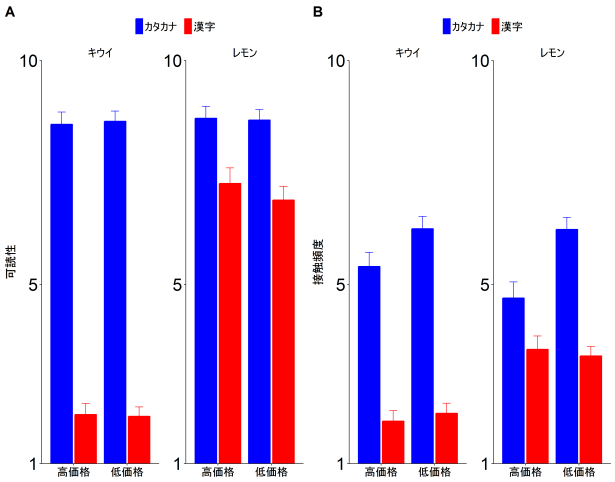


図 2. 可読性・接触頻度の評定の平均値. A は「可読性」，B は「接触頻度」を示している．

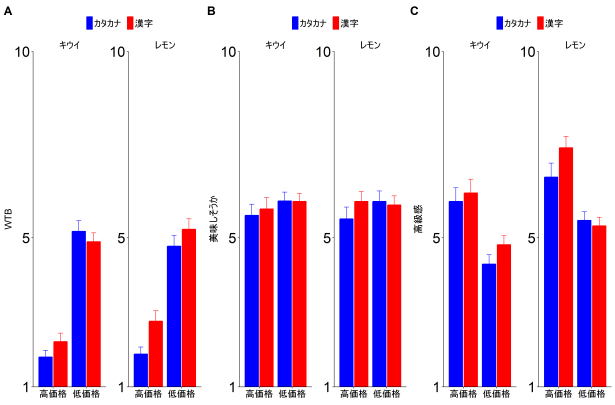


図 3. 果物への評価の平均値. A は「WTB」，B は「美味しそうに見えるか」，C は「高級感」を示している．

4. 結論

日本語の表記は食品認知に影響を与えることが示された．特に本研究の結果からは，表記の希少性と可読性が相互に影響を与え，希少であり，かつ可読な表記は商品の購買意欲を高める効果がある可能性を示した．今後は，希少性・可読性が食品認知に与える影響について，効果の一般性やまた食品の性質との交互作用などを明らかにしていく必要があると考えられる．

謝辞

本研究の一部はロッテ財団奨励研究助成，ならびに科学研究費補助金，基盤研究(A) (課題番号 16H01725)による支援を受けて実施された.

参考文献

[1] Alter, A. L., & Oppenheimer, D. M. (2008). Effects of Fluency on Psychological Distance and Mental Construal (or Why New York Is a Large City, but New York Is a Civilized Jungle). *Psychological Science, 19*, 161–167.
[2] Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: The recognition heuristic. *Psychological Review*, *109*, 75–90.
[3] Honda, H., Fujisaki, Matsuka, & Ueda, K. (2017). The Japanese script and typicality of thought. *Manuscript submitted for publication*.
[4] Hsee, C. K., & Rottenstreich, Y. (2004). Music, Pandas, and Muggers: On the Affective Psychology of Value. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 23–30.
[5] Pocheptsova, A., Labroo, A. A., & Dhar, R. (2010). Making Products Feel Special: When Metacognitive Difficulty Enhances Evaluation. *Journal of Marketing Research*, *47,* 1059–1069.

高齢者のスマートフォンの利用学習過程 −グループ学習型講習会の介入効果の検討−

The influence of group working on learning of smartphone usage on older adults.

須藤智† ・大木朱美‡ ・新井田統‡

Satoru Suto, Sumaru Niida, Ooki Akemi

†静岡大学, ‡(株)KDDI総合研究所

Shizioka University, KDDI Research, Inc.

suto.satoru@shizuoka.ac.jp

Abstract

The aim of the current study was to investigate the effects of a group working-based intervention program for older adults to promote in usage of smartphones among older adults. In this intervention program, older adults participated were required to take pictures in the park for making a portfolio with the coach. This study required 16 older adults to use smartphones for 4 weeks and 9 older adults participated the intervention program once in the second week. All participants participated in the usability test twice (at first and last week).

In the correct performance of 20 basic functions (on/off, telephone, camera, browsing etc.), the intervention group performed better than the control group in last usability test. And intervention group has positive subjective assessments (amusement, communication with others, etc.) for the intervention program. However, the intervention did not affect time of using a smartphone during 4 weeks. In our poster, we will discuss the method of intervention for promoting the learning of use of smartphones.

Keywords — learning how to use smartphone, cognitive aging, communication between older adults.

1. はじめに

高齢社会の進展に伴い様々な情報機器の高齢者対応が求められている。その中でもスマートフォンは、最も身近な情報端末となる可能性が高く, 高齢者対応とその普及が急務である。しかし、平成 27 年度の情報通信白書では、60 歳代以上のスマートフォン利用率は 20%程度であると報告されていることからも、その対応と普及はまだ十分に進んでいる状態とは言えない。

これまで情報機器の高齢者対応として、加齢に伴う知覚・身体機能の低下、認知機能の低下に対する対応がインタフェースやマニュアルについて行われてきた。しかし、このような対応を行っても、高齢者ユーザにとっての使いにくさは十分に取り除けておらず, 日常的に「使いにくい」と感じる人工物になっており, そのような状況が現在の情報機器の高齢者ユーザへの普及を阻害していると考えられる。

高齢者ユーザが情報機器をスムーズに利用できる状況を生み出すためには, 高齢者ユーザが日常生活における「使いにくさ」の問題を解決していく必要があると考えられる。そのためには, (1) 日常生活レベルでの高齢者の利用過程での使いにくさの問題を明らかにし, その問題を解決すること, (2) 実際の利用過程においてその使い方の学習を支援するための方法を検討するという 2 点が考えられる（須藤ら, 2014)。本研究では, 特に(2)の利用過程における学習の支援方法を探索的に検討することを目指す。

講習会による支援は, ユーザの利用学習過程に介入し学習機会を提供しようとする考え方である。これまでに行われている支援として, テキストを利用した講習会形式の高齢者向けパソコン教室[1]や携帯電話, スマートフォン教室[2]が実施されている。講習会の形式を考える際, 受講者数の規模, 教材の種類の有無, 端末の利用の有無, 参加者間のインタラクションの有無, 教授者の関わり方, 扱う内容といった様々な要素を検討し設定する必要がある。これらの要素をどのように選択するのかについては, 究極的・理想的な姿があると考えられるが, 現状の講習会を発展させ, 将来的に事業者等が実施可能なレベル・規模を想定して決定するというのも一つの考え方であると考えられる。そこで本研究では, 少人数規模の講習会の実施デザインを考えたいという動機の元, 高齢者向けの小規模のグループ学習形式の講習会の実施方法, 効果について検討することとした。

グループ学習形式の講習会についての先行研究として 4 週間のタブレットの継続型ユーザビリティテストの期間中に毎週 1 回の複数ユーザのタブレットについての情報交換のできる高齢者だけ(調整役の実験者のみ参加, 具体的な操作などの説明は行わない)の交流の場についての利用学習への影響が検討されている[3]。実験の結果, 交流の場では, 「日常でどのようにタブレットを使ったのか」, 「タブレットをどのように利用できるか」といった利用イメージを共有する会話が確認されると共に交流の場としては楽しい場であることが示された。

また, 日常的な利用において生じた問題解決を参加者同士で行おうとする会話も見られたが, 具体的な問題解決につながる行為は発生せず, 問題解決ができない状況が認められた。しかし，その場合は,「できないこと」に対する感情的負担感を低下させる相互の会話が生じていた。また，このような交流の場のへの参加の有無は 4 週間後の操作成績には影響を及ぼさないことが示された。

以上の結果からは, 高齢者同士のみで交流しながら情報機器に関する学習機会は高齢者にとっては受け入れやすい学習機会であるが，操作上の問題について解決し実際に「使うことができる」という水準まで操作学習を引き上げる効果はなかった。その理由としては，操作上の問題解決場面において，高齢者同士だけでは十分にその問題を解決できない場合があったためであると考えられる。この問題を解決するためには，適切に操作上のアドバイスや問題解決の情報を提供する支援者が高齢者同士のグループ学習場面に必要であった可能性が考えられる。

そこで，本研究では，操作上のアドバイスをしたり，場を問題解決の方向に向け，問題解決の情報提供をする支援者をグループ学習の場に取り入れ，その学習の場がスマートフォンの操作学習にどのような影響があるかを検討することとした。実際に講習会の学習促進効果を検討するために，本研究では，スマートフォンの約 4 週間の継続型ユーザビリティテストの過程の中で，2 週目に講習会に参加する講習会群と，比較対照群として同じ日程でテストルームにおいて個別面談で操作上の問題について対応する個別面談群を設定し，比較した。また，第 1 週目と 4 週目に事前・事後ユーザビリティテストを実施し，基本的な操作については 1 週目のユーザビリティテストの課題実施を通して一度経験した状況を設定した。

2. 方法

参加者：講習会群 9 名（男 4，女 5 名、平均年齢 68.11 歳）と個別面談群 7 名（男 4、女 3 名、平均年齢 70.14 歳）の 2 群が参加した。すべての参加者はスマートフォンを所有していなかった。すべての参加者は視力・身体機能に問題はなく，MMSE(Mini Mental State Examination)は 26 点以上であり健常高齢者であった。

利用端末：シニア向けアンドロイドスマートフォン。

実験スケジュール：参加者は、約 4 週間実験に参加した。1 週目に来室した際に、プロフィールを含む質問紙記入、事前ユーザビリティテスト（約 60 分）に従事した。2 週目（参加者毎に異なるが 1 週目のテストから 4 日～7 日後に実施）、講習会参加者は講習会と質問紙記入、個別面談群はインタビューと質問紙記入に従事した。講習会は約 90 分であった。4 週目は、すべての参加者が質問紙記入と事後ユーザビリティテスト（約 60 分）に従事した。

ユーザビリティテスト課題：すべての課題を表 1 に示した。1 週目のテストでは、ボタン操作、電話、カメラ操作、アプリのインストール、ブラウザ操作等の 20 個の基本課題を実施した。4 週目のテストでは、基本課題に加えて、地図、メール、天気予報の確認等の 9 個の応用課題を実施した。

表 1　ユーザビリティテスト課題 (基本課題, 応用課題)

基本	電源オン
基本	スリープ解除
基本	ロック解除
基本	スリープモードにする
基本	電源オンからホーム画面まで
基本	電話を掛ける
基本	電話を切る
基本	電話に出る
基本	マナーモードを設定する
基本	「カメラ」で写真を撮影する
基本	撮影した写真を「写真」アプリで表示する
基本	表示した写真を拡大する
基本	表示した写真を縮小する
基本	「playストア」アプリを起動する
基本	アプリ内でアプリを検索する
基本	アプリをインストールする
基本	インストールしたアプリを起動する
基本	役所のホームページを閲覧する
基本	スリープモードにする
基本	充電する（USBケーブル）

応用	20秒間の動画を「カメラ」で撮影する
応用	撮影した動画を「写真」アプリで再生する
応用	「地図アプリ」を起動する
応用	現在地から駅までの経路の所要時間を調べる
応用	明日の天気を調べる
応用	「eメールアプリ」を起動する
応用	eメールを送信する
応用	届いたメールを閲覧する
応用	本日のニュースを一つ調べる

質問紙：1 週目に年齢，健康状態等のプロフィールの質問紙を実施した。1 週目と 4 週目にスマートフォンの操作のスムーズさ（電源，ホームボタン等のハードウェア操作，電話利用，カメラ利用，文字入力，ブラウザ利用等，17 項目）についての主観評価（6 段階）で構成された質問紙を実施した。

日記：利用期間中，スマートフォンを利用した日については，できる限り日記を記入することを求めた。日記については，スマートフォンへの負担感，不安感，楽しさの 6 段階評価と，新しく知ったこと，困っていること，疑問に思うこと，改善してほしいこと，ここはいいなと思うところ, スマートフォンを使っていて焦ったところ, 感想の自由記述で構成されていた。（※本研究では日記データについては解析をしない。）

操作ログ：実験期間中，スマートフォンの操作ログを記録した。ログデータにはアプリ名とそのアプリの操作時間が記録されていた。操作ログには個人情報は含まれていなかった。

講習会の概要：本研究では，現実的に事業者が提供可能

な規模感を前提とし，既存の講習会を発展し支援者 1 名（＋補助者数名）と参加者 3 名で構成されるグループ学習形式の小規模の講習会を実施した。講習会の内容としては，これまで携帯電話事業者らの CSR（Corporate Social Responsibility）活動の中で，テキストに沿った操作系列を確認しながら操作学習する講習会が行われていたので，実際に日常場面での使い方を擬似的に体験できるような状況と課題を設定し，その状況の中で操作を学習できる内容を設定した。具体的な課題としては，①テストルームの外の庭でスマートフォンを持ちながら散歩し，カメラアプリを使って風景等の写真撮影をする。②撮影後，写真アプリと印刷アプリの使い方のテキストを使った説明を受けた後，それぞれ撮影した写真を印刷する。③最後に印刷した写真を実際に画用紙に貼り付け，会場近辺の様子のポートフォリオ（図 1）を作成し，相互に見せ合うことを求める課題であった。

講習会では、参加者同士で互いに操作を教えあったり、自由に会話することは許可され，そのことは会の最初に伝えられた。支援者は講習会の進行だけでなく，具体的な操作について問題解決のための情報提供は積極的に行った。

個別面談の概要：個別面談は，実験者と参加者が対面形式で行われた。面談では，1 週間分の日記を参加者と実験者が互いに確認しながら，参加者に面談時に解決したい問題を参加者に伝えてもらった。問題解決については，後の操作学習を阻害するようなクリティカルな問題については実験者が主となって解決し，マニュアルを読めば解決できる問題については自力で解決できるように，マニュアルを使いながら解決できる方向づけを行った。

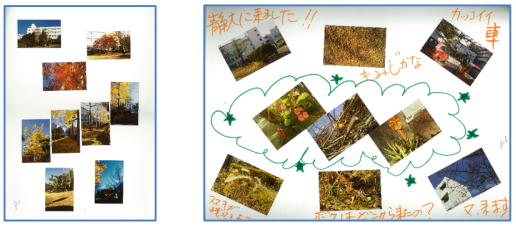


図 1 グループ学習時のポートフォリオの例

3. 結果・考察

3-1. 講習会参加の操作学習への影響

操作ログをもとに 4 週間の総アプリ利用時間と総アプリ起動回数，アプリ 1 回起動当たりの利用時間の群ごとの平均値について群間差を t 検定したところ，すべてにおいて有意差は認められなかった（表 2）。

次に，講習会で利用したカメラ関係のアプリについての利用時間等への影響を検討するために，カメラ・アルバム・印刷アプリの 4 週間の総合計利用時間（講習会時のデータは除いた）を分析したところ、有意傾向であったが個別面談群よりも講習会群の方がよりカメラ関係のアプリ利用時間が延びる傾向が示された（t(14)=1.78, p=.096, d=.85）（表 3）。利用回数については有意差は認められなかった。

表 2 4 週間のアプリの利用時間・回数について

		個別面談群(7)	講習会群(9)	p	効果量
総アプリ利用時間（時間）	MEAN	29.90	24.19	n.s.	d=.28
	SD	(25.29)	(13.61)		
総アプリ起動回数（回）	MEAN	1794.43	1353.78	n.s.	d=.38
	SD	(1406.71)	(789.66)		
アプリ1回起動毎の利用時間（秒）	MEAN	63.50	67.67	n.s.	d=..17
	SD	(19.22)	(25.44)		

表 3 カメラ関係アプリの利用時間・回数について

		個別面談群(7)	習会群(9)	p	効果量
カメラ関係アプリ総利用時間（分）	MEAN	55.7	116.89	p=.10	d=.85
	SD	(47.85)	(79.75)		
カメラ関係アプリ総起動回数（回）	MEAN	67.29	108.00	p=.16	d=.72
	SD	(48.88)	(57.29)		

次に，講習会への参加が「スマートフォンをスムーズに利用できる」という主観評価にどのように影響するかを検討するために，主観評価の平均値について分析を行った。1，2，4 週目にテストルームへ来訪した際に記入を求めた操作のスムーズさに対する主観評価（17 項目）の平均値（図 2）について群（2）×週（3）の分散分析を行った。その結果，週の主効果のみが認められ（$F(2,28)=8.47$，$p<.01$，$Mse=3.52$，$\eta_p^2=.377$），Holm 法による多重比較を行った結果，2 週目と 4 週目が 1 週目よりも有意に高いことが示された（$p<.05$）。

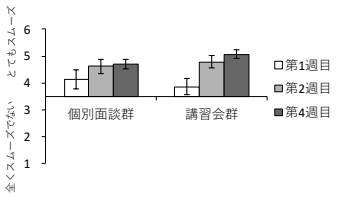


図 2 操作のスムーズさについての主観評価の平均値

講習会群だけでなく，個別面談群においても共に 2 週目において評価が向上した理由として，2 週目の主観評価は両群ともに面談とグループ学習前に実施しており，この値は両群ともに約 1 週間の自宅利用での学習のみが影響していることが挙げられる。この結果からは，1 週間程度の自宅利用で，スムーズにできるという感覚はある程度高い水準まで上昇し，その後天井効果で安定したと考えられる。また，後述の操作成績のデータからは主観評価が実際の操作パフォーマンスにはズレがあ

る可能性があり,高齢者の操作スキルの評価する指標として主観データを利用することには限界がある可能性が示唆される。

講習会への参加が実際の操作学習へどのような影響を与えるかをユーザビリティテストの課題成績を用いて検討した。テストでは,課題目標達成に合致した操作系列で操作をした場合を成功,間違った操作系列で操作し最終的に成功した場合をリトライ成功,最終的に操作できなかった場合をミスとした。

基本課題の 20 課題の操作について,成功数について群(2)×週(2:事前・事後テスト比較)の分散分析を行ったところ,交互作用[$F(1,14)=6.61, p<.01, Mse=3.87, \eta_p^2=.32$]が有意であった。交互作用が有意であったので,下位検定を行ったところ,4 週目の間に群間差が認められ,講習会群においのみ 1 週目より 4 週目で有意に向上することが示唆された[$F(1,14)=27.80, p<.01, Mse=3.87, \eta_p^2=.78$] (図 3)。応用課題は,4 週目のみ実施したので,群間の成功数の平均値について t 検定を行ったところ群間差は認められなかった (図 4)。

基本課題について講習会群の 4 週目の成功数が有意に高かった結果は,基本課題の中にはカメラの操作を求める課題が含まれており,その課題の成績が影響している可能性が考えられた。そのため,カメラ・写真アプリ 4 課題の成功数について群(2)×週(2)の分散分析を行ったところ,群の主効果が有意傾向[$F(1,14)=3.11, p=.10, Mse=.17, \eta_p^2=.18$],週の主効果[$F(1,14)=33.61, p<.01, Mse=.56, \eta_p^2=.71$]が有意であった(図 5)。カメラ・写真アプリ 4 課題において顕著な講習会群の効果が明確に認められなかったこの結果からは,講習会への参加がスマートフォンの操作の全体的な操作学習を促進した可能性が示唆される。しかし,そのメカニズムは現時点での解析では明らかでなく,さらなる検討が必要である。

また,応用課題においては,群間差が認められなかった。この結果からは,1 回の講習会参加での操作学習の範囲は限定的であると考えられる。その影響のある範囲については,より詳細な分析が必要であろう。

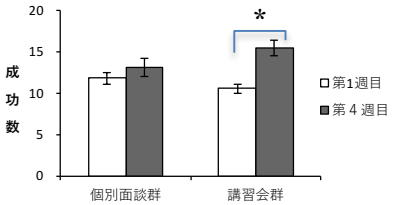


図 3. 基本課題 20 課題の群×週の平均値

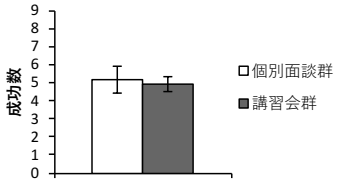


図 4. 応用課題 9 課題の群毎の平均値

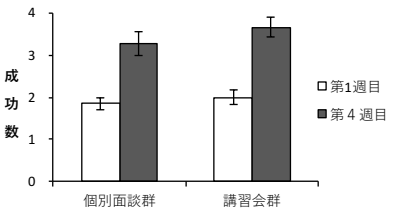
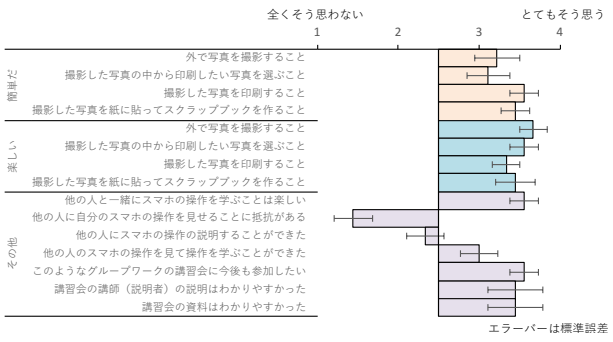


図 5. 基本課題におけるカメラ関係 4 課題の群×週の平均値

3-2. 講習会について

講習会に対する主観評価:講習会に対する主観評価を求めた (表 4)。その結果,「他の人にスマホの操作を説明することができた」の項目以外は,肯定的な評価がなされた。最も値が高かったのが「外で写真を撮影することは楽しい」であり,このような体験的な活動は肯定的に評価されることがわかった。また,「他者の操作の様子を見ることができた」,「他者にスマホの操作を説明すること」については,他の項目と比べてそう思うという評価はなされなかった。これらの結果からは,今回のような講習会の形式は高齢者に受け入れられるデザインだったといえるが,スマホの操作を相互に説明する,見せ合うという部分については十分でないデザインであったと言える。さらに,参加者間同士の相互作用をどう発生させるのかについてその方法を考えて行く必要があるだろう。

表 4　講習会に対する参加者らの主観評価



講習会の発話と行動の特徴:グループ学習時の発話と行動について書き起こしを行い,グループ学習の特徴を検討した。まず,外でカメラアプリを利用して撮影するフ

ェーズにおいては,支援者らに対してシャッターの押し方，撮影できているかといった初歩的な質問から，逆光撮影方法やズーム撮影などより写真撮影の方法まで支援者や補助者への発問が多くみられた。参加者同士の会話としては,スマートフォンの操作についての会話よりも景色や撮影する対象についての会話が多くみられた。また，撮影時には，シャッターを長押しして連写モードで撮影してしまう,指がレンズに掛かるなどの日常利用で実際に起こりうる操作上の問題について気づく参加者がおり，その問題については，グループ活動時にも他者と共有しようとする発言がみられた。

撮影後のテストルームでの印刷,ポートフォリオ作成のフェーズでは，須藤ら（2014）の知見と同様に，実際にカメラをどのような場面で使うのか,カメラ以外の機能をどう使うのかその利用イメージに関する情報共有の会話がみられた。写真を印刷する場面では，他者が写真を印刷する様子を観察しながら,自らも印刷する様子がみられた。印刷時には写真の明るさなどが気になる発話があり参加者がその発話をきっかけにアプリの具体的な操作について支援者に尋ねる様子がみられた。

以上のグループ学習時の様子について整理すると,参加者のグループ学習では,参加者同士の会話と参加者対支援者らの会話の内容が異なっていた。参加者同士では,利用イメージに関する会話や問題解決の具体的な方法を除いた操作上の問題点を共有する会話がある一方,参加者対支援者では,操作上の具体的な問題解決を求める問いかけの会話が生じていた。支援者という存在がこの明確な参加者の発話内容の差異を生み出していると考えられる。

また,参加者同士で画面上の操作方法をお互い見せ合うという行為は行われなかったが,プリンタの用紙設定等の大きな動作については相互に観察しあう行為が見られた。これは端末のサイズの問題，参加者同士の距離の問題から画面上での操作レベルは共有しにくい状況があり,大きな行為については観察できるという問題が影響していると考えられる。

また，実際の日常場面を擬似的に体験させることで,日常レベルで実際に起こりうる操作上の問題点に気づき解決しようとする状況が認められた。体験場面を設定することで,テキストを使った座学レベルでは経験できない課題に直面させ,その問題解決が行われる可能性が示唆される。

個別面談について：(※個別面談群の発話については詳細な分析が終わっていないため詳細の記述は行わない)個別面談では参加者からは,講習会群と比較すると操作上の問題についての発話の具体性が欠けていた。その理由として,日記を見ながら問題状況を想起することが求められるようであり,記憶負荷が高い状況が影響していた可能性が考えられた。

4. まとめ

本研究の結果からは,その詳細なメカニズムについては明らかではないが,日常的な活動の疑似体験を伴うグループ学習型の講習会は,高齢者のスマートフォンの操作学習を促進する可能性,その講習会は高齢者に受け入れられる可能性が明らかになった。促進効果のメカニズムの可能性として,体験学習場面での学習者の主体性の効果,支援者らの支援が実際にその場で生じた問題を即時に解決するという即時性等が考えられる,今後さらにそのメカニズムを検討していく必要がある。

最後に本研究の結果にもとづき,シニア向けスマートフォンのグループ学習型講習会のデザイン指針を議論したい。本研究の結果からは，講習会において「日常的な利用において生じる操作上の問題を体験できる状況を設定すること」が一つ目の指針として提案できる。操作系列だけを学習するような状況だけでは,十分にその人工物のメンタルモデルが構築されない可能性が示唆され,より現実的な問題解決を伴う状況を設定することで,より適切なメンタルモデルが構築される可能性がある。第2の指針として，支援者の存在が促進効果に影響していたと考えられる結果からは，「体験場面での問題解決では，知識・スキルを持った支援者が即時に支援すること」が提案できる。第3の指針として，高齢者が楽しく参加できる場は,学習のきっかけを生み出していたことから，「高齢者同士が会話でき，交流の場とすること」も提案できる。今後，以上の指針をさらにブラッシュアップし,現実的に実施できる規模の範囲で最適な指針を提案したい。

5. 引用文献

[1]小川晃子（2001)高齢者IT講習の効果分析　岩手県立大学社会福祉学部紀要，4(1)，19-30.

[2]日経産業新聞（2015）スマホ,シニア市場開拓,KDDI,講習会を充実. 2015年1月8日.

[3]須藤智・原田悦子・田中伸之輔・安達悠子・日根恭子（2014）. 高齢者によるタブレット型端末の利用学習：新奇な人工物の利用学習過程に影響を与える内的･外的要因の検討. 認知科学，21(1)，62-82.

マルチタスクとしての調理に現れるマイクロスリップ
Microslip in Cooking Behavior as Multitasking

沼口 裕太†，諏訪 正樹‡，坂井田 瑠衣‡†
Yuta Numaguchi, Suwa Masaki, Rui Sakaida

†慶應義塾大学環境情報学部，‡日本学術振興会

†Faculty of Environment and Information Studies, Keio University,
‡Japan Society for the Promotion of Science,
t14679yn@sfc.keio.ac.jp

Abstract

In this paper, we observed the behaviors of multitasking, i.e. cooking multiple items in a kitchen, and analyzed the way in which microslips occurred in the cooking process. The cooking behaviors were categorized in the following three ways: what the task of the behavior was, and what kind of the upper/lower-level act the behavior accomplished. The numbers of microslips appearing at every transition of the three categories were counted. As a result, the numbers of microslips at the transition of the tasks and the lower-level acts were larger than that of the upper-level acts, and it was suggested that microslips are likely to occur at the transition between tasks or lower-level acts in multitasking.

Keywords — Ecological psychology, Micro Slip, Affordance

1. はじめに

マイクロスリップとは、生態心理学者のリード(1992)らによって探究された現象である。鈴木(2001)によると、マイクロスリップとは「必ずしもスムーズに進行せず、しばしば行動の流れの淀むような場面」と定義されているが、著者らはより肯定的に、行動が妨げられることで流れが「淀む」のではなく、複雑な状況下でも行動を進めるために身体が状況に適応する結果として生じる現象であると考えている。例えばものを掴む動作において、手前のものにちょっと触れただけで別のものをつかむような様子などが挙げられる。これは、日常生活の状況に埋め込まれた認知活動における動的対応力（諏訪, 2015）を捉えるために相応しい例題である。

状況の複雑さには、環境の複雑さとタスクの複雑さがある。環境の複雑さとはものの数や配置、環境への慣れなどで構成される。乱雑に散らかった作業場や普段とは異なる場所などは、生活者にとって複雑な環境である。タスクの複雑さは、タスクの手順の細かさや種類、作業への慣れなどで構成されている。例えば日常生活の中で我々はお茶を入れる、服を着るといった比較的単純なタスクから車の運転など複雑なタスクまで様々なタスクをこなしている。

マルチタスクは複数のタスクを１つずつ切り換えながら行うことであるため、１つのタスクに専念する場合に比べて手順が複雑になる。１つのタスクであれば、タスクを達成するために必要な行動を順番に積み重ねていけば良いが、マルチタスクの場合は他のタスクにも気を配らなければならない。どのタスクをどのタイミングでどこまでやるかを他のタスクの状況を加味しながら考えていくことが求められる。また、並行して行うタスクはしばしば競合する。マルチタスクではタスク間の競合をうまく避けながら、複数のタスクの段取りを考えて進行させていく必要がある。

マルチタスクの事例として、調理行動を挙げることができる。限られた時間の中で、複数の品目を並行して調理し、その合間に使用した調理器具の洗浄や食器の収納などを行う。他の品目の調理状況に気を配りながら、調理の段取りを決めていかなければならない。

第一著者自身、自炊のため日常的に調理をしており、このように複雑な状況下でマルチタスクを行う際には、予定調和的には進行しない。そこで本研究では、第一著者が自宅で行った調理行動の場面を用いて、マルチタスクにおける手の動きのマイクロスリップについて分析する。

本稿では、2 章で研究データの取得方法や調理が行われた状況について説明し、３章でマイクロスリップと行動の階層構造を分析する。その結果をもとに４章で階層構造とマイクロスリップの関係について考察する。

2. 実験概要

マルチタスクである調理行動のマイクロスリップを観察するという趣旨から、第一著者の自宅での調理行動を分析対象とした。調理は左からシンク、まな板、

IH クッキングヒーターが一列に並ぶ調理台で行った。まな板の奥には水切りが置かれ、箸やスプーンなどのカラトリー類はまな板の下にある引き出しに、皿やコップなどの食器類は上部に設置された棚に収納されている。

図１　撮影した調理場

本実験では調理者の左右の手で発生するマイクロスリップを観察するため、まな板の真上と、シンクの左の二箇所にカメラを設置し、撮影する。設置したカメラから撮影した調理場が図１である。カメラを二台使用するのは、真上のカメラから死角になる箇所を減らすためと、調理者の身体の向きや視線なども撮影するためである。また、マルチタスクとしての調理行動を損なわないために、調理環境を事前に整えることはしなかった。例えば、使用する調理器具を全て洗浄して片付けすぐに使用できる状態に整えたり、頻繁に使用する調理器具を余分に用意したりといった行動は行わなかった。

分析対象はカレーそうめんと、とんこつ鍋、里芋の甘煮を調理する行程を撮影した映像である。カレーそうめんは、余っていたカレーに出汁などを加えて味を整え、そうめんを加えたものである。とんこつ鍋とは、にんじん・いんげん・ニラ・青梗菜・豚肉を市販の鍋の素を加えて煮込んだものである。里芋の甘煮は、里芋の皮を剥いて煮込んだものである。

撮影した映像は、とんこつ鍋に使用する野菜を出したところから始まり、とんこつ鍋・カレーそうめんの調理を終え、里芋の甘煮を煮込む前までの 48 分 19.3 秒で、画面外に出るなど観察不可能な時間帯を除く 45 分 5.2 秒を分析した。

3.　分析

分析するためのデータは、会話分析ソフトウェア ELAN[1] を用いて、撮影した映像に図２のようにアノテーションを付与し、抽出する。付与するアノテーションは、右手のマイクロスリップ、左手のマイクロスリップ、目的、上位行為、下位行為、右手の動作、左手の動作の７つである。マイクロスリップについては 3.1. 節でその定義を説明し、3.3.節で抽出したマイクロスリップについて論じる。また、目的、上位行為、下位行為の行動の階層構造については、3.2.節で説明する。撮影した映像は 30fps で、アノテーションは１フレーム (1/30 秒)ごとに確認して付与している。

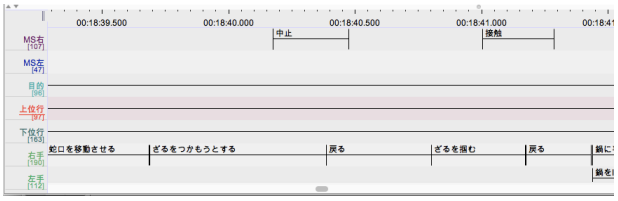


図２　ELAN でのアノテーションの記入例

3.1.　マイクロスリップの定義

リードらはマイクロスリップを手の動きに従って、軌道変更、躊躇、接触、手の形の変化の４種類に分類している。本研究では、リードらの分類を踏まえ、マイクロスリップとして以下の４種類を抽出した。

- 手の運動軌道が急速に変化する様子（軌道変更）
- 動作が途中で僅かに停止する様子（躊躇）
- 手がある対象に無意味に触れたあと、別の対象へ移る様子（接触）
- 動作が達成される前に中止され、手が引き戻される様子（中止）

先行研究では手の形の変化もマイクロスリップの種類として抽出しているが、今回の研究では手の形の変化は接触や軌道変更、躊躇のマイクロスリップに含めている。

左右の手の動きに着目し、上記の定義に従って映像データの中から該当する場面を抜き出し、右手のマイクロスリップ、左手のマイクロスリップの注釈層にアノテーションしていく。計 111 個のマイクロスリップを抽出した。

3.2.　行動の階層構造の分類

調理における行動は、調理行動と片付け行動の２種類に分けて考えることができる。調理行動とは、特定の品目を調理する上で必要な行動である。一方の片付け行動とは、調理器具や食材をしまう行動、調理器具を洗う行動のことで、調理に直接必要ではない行動である。

洗うという行為を例に、両者の違いを説明する。とんこつ鍋の調理で、野菜を煮るために使用する鍋が汚れており洗う必要がある場合、この洗うという行為は

片付け行動ではなく調理行動である。煮るという調理行程に直接必要な行動だからである。一方、にんじんの皮を剥き終わった後、特に使う予定のない皮むき器を洗う行為は片付け行動に分類する。これは皮むき器を洗うという行動が別の調理に直接必要な行動ではないからである。

今回の実験では、行動の階層構造として動作、下位行為、上位行為、目的の４つを設けた。

(1) 調理行動における階層構造の分類

行動の最小単位を動作と呼ぶことにする。動作とは「環境や対象物に最小の変化を１つ与える運動」と定義する。例えば、掴む・押す・離す・切る（包丁の１往復）などである。

単体の動作では調理行動において大きな変化を生むことはないが、いくつかの動作が行われることで調理行動において機能的な１つの変化を生みだす。このような動作のまとまりを下位行為とする。下位行為には、いんげんを袋から出す・にんじんの皮を剥く・炒めるなどが挙げられる。にんじんの皮を剥く場合を例にとると、この下位行為は、皮むき器を掴む・にんじんを掴む・皮むき器をにんじんに当てる・皮を剥く（１往復の動作）×n 回といった動作で構成されている。

下位行為には順番を前後入れ替えても成立するものが多い。また、下位行為は必ずしも完了されてから次に移るわけではなく、分割されて交互に入れ替わりながら行われるような下位行為も存在する。例えば「にんじんの皮を剥く」と「にんじんを切る」のように、使う本数分先に皮を剥いてしまう場合だけでなく、一本ごとに皮を剥いて切る場合も調理行動は成立する。つまり、上位行為を達成する上で下位行為には固定的な流れは存在しないと言える。

下位行為は他の複数の下位行為とともに、調理の進行において１つの区切りとなるステップを構成している。そのようなステップを上位行為とする。例えば、にんじんを袋から出す・にんじんの皮を剥く・にんじんのヘタを落とす・にんじんを切る・にんじんをざるに移すという下位行為によって、にんじんにおける加熱調理に必要な行程、すなわちにんじんの下準備という上位行為が構成されている。

上位行為が全て達成されることで、その品目の調理は完了する。すなわち、上位行為のレベルは、調理行程のモデル化された手順を表していると言える。(ただし、調理における手順とは半順序である。例えばとんこつ鍋の調理において、食材の下準備→加熱調理の順番は定まっているが、にんじんの下準備とニラの下準備の順番は定まっていない。) 上位行為は調理行程におけるプランニングされた認知過程と言える。

上位行為が順に遂行されることで、調理が進行し品目が完成する。従って、今回の調理行動における目的は、調理する品目を１つのまとまりとしてカレーそうめん・とんこつ鍋・里芋の甘煮の３つであり、それぞれの調理に関わる上位行為によって構成される。目的は下位行為や上位行為と違い、調理品目が異なるために独立性が強いと言える。料理番組にあるような、１つの品目の調理が終了してから次の品目に移るという進行と違い、今回の調理行動はマルチタスクであるため、常に複数の品目が並行して調理されている。動作レベルでは１つの品目の調理に従事しているが、調理環境では並行して進行する品目がある。

今回の調理における各目的の上位行為、下位行為の分類は以下のようになった。

表１　とんこつ鍋の調理の階層構造

目的：とんこつ鍋	
上位行為	下位行為
インゲンの下準備	インゲンを袋から出す
	インゲンを洗う
	いんげんのへたを取る
	いんげんを切る
	いんげんをカゴに移す
青梗菜の下準備	青梗菜をバラす
	青梗菜を洗う
	青梗菜を切る
	青梗菜を移す
ニラの下準備	ニラを袋から出す
	ニラを洗う
	ニラを切る
	ニラを容器に移す
にんじんの下準備	にんじんを袋から出す
	にんじんの皮を剥く
	にんじんのヘタを落とす
	にんじんをきる
	まな板を置き直す

	水切りの位置を調節する にんじんをざるに移す
肉の下準備	肉を取り分ける
加熱する	寸胴鍋を洗う 鍋を加熱する 肉を加える にんじんを加える 炒める 菜箸を洗う 味を整える スープを加える 煮る 青梗菜を加える

表２　カレーそうめんの調理の階層構造

目的：カレーそうめん	
上位行為	下位行為
そうめんを茹でる	お湯を沸かす そうめんをいれる そうめんをかき混ぜる ざるを洗う そうめんをあげる
カレー汁を作る	鍋を洗う カレーに出汁を加える カレー汁を移す
合わせる	カレー汁にそうめんを加える かき混ぜる
再加熱する	鍋を移す お湯を入れる ほぐす

表３　里芋の甘煮の調理の階層構造

目的：里芋の甘煮	
上位行為	下位行為
里芋を洗う	里芋を袋から出す 泥を落とす（洗う）
里芋を茹でる	鍋を移動する お湯を沸かす
	里芋を茹でる
里芋の皮を剥く	手で皮を剥く 皮むき器で皮を剥く 落ちた里芋を洗う 包丁で芽を取る 里芋を洗う カゴに移す

(2)　片付け行動の階層構造の分類

片付け行動は調理行動のように段階的に進行していくものではないため、片付け行動に上位行為・下位行為は存在しない。しかし、調理においては、洗い物や収納などは調理と並行してこまめに進めておくのがよいとされる。本研究においても、調理者は調理行動の合間に片付け行動を行おうという意図を持っている。片付け行動は、調理行動のように明確な進行は持たないものの、常に潜在的に存在している目的である。調理をマルチタスク化している要素のひとつである。

従って本研究では、片付け行動も１つの目的として扱う。

3.3.　行動の継ぎ目とマイクロスリップの関係

(1)　行動の継ぎ目の定義

階層構造において、目的、上位行為、下位行為が切り替わる瞬間を階層の継ぎ目とする。例えばとんこつ鍋の調理行動からカレーそうめんの調理行動に変化する瞬間がこれに当たる。継ぎ目には図３に示したように、以下の３種類が存在する。

- 目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目(A)
- 上位行為かつ下位行為の継ぎ目(B)
- 下位行為の継ぎ目(C)

継ぎ目がこの３種類になるのは、目的、上位行為にはそれぞれ固有の上位行為や下位行為が存在し、例えば目的が切り替わると上位行為・下位行為も別の上位行為・下位行為に切り替わるためである。上位行為の切り替わりも同様に、下位行為の変更を伴う。

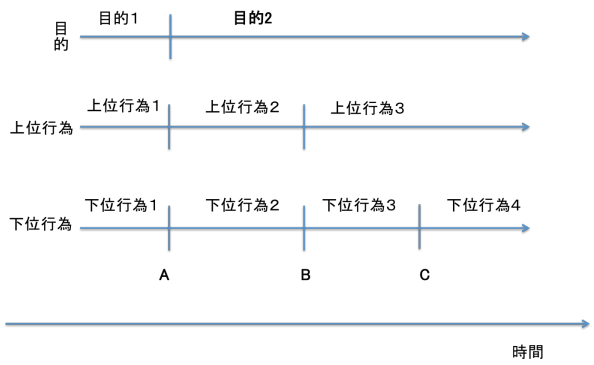


図３　継ぎ目の参考例

(2)　継ぎ目付近で出現するマイクロスリップ

継ぎ目とマイクロスリップの位置関係を調べる。継ぎ目の１秒前の時刻から継ぎ目の１秒後までの２秒間を継ぎ目区間とする。この継ぎ目区間内にマイクロスリップが存在するとき、この継ぎ目を「マイクロスリップが出現する継ぎ目」と呼び、このマイクロスリップを「継ぎ目付近に出現するマイクロスリップ」とする。

全 111 個のマイクロスリップのうち、継ぎ目の付近で出現するマイクロスリップは 46 個存在した。これは全マイクロスリップの 41.4%に相当する。本研究では、行動の階層構造とマイクロスリップの関係性を調べるため、継ぎ目付近で発生した 46 個のマイクロスリップを対象に分析を進める。

まず、先述の３種類のそれぞれの継ぎ目付近で発生するマイクロスリップの数を求める。ただし、継ぎ目の付近で出現するマイクロスリップが、マイクロスリップの付近に階層の異なる継ぎ目が複数存在する場合は、より上位の階層をそのマイクロスリップの付近に存在する継ぎ目とする。例えば、図５のように１つのマイクロスリップが「目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目」の付近にも「上位行為かつ下位行為の継ぎ目」の付近にも存在している場合は、上位の階層構造である目的の継ぎ目を優先し、「目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目」付近に出現するマイクロスリップとする。

図 4 複数の異なる階層の継ぎ目

目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近に出現するマイクロスリップは 29 個、上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近に出現するマイクロスリップは 2 個、下位行為の継ぎ目付近に出現するマイクロスリップは 15 個存在した（図 5）。

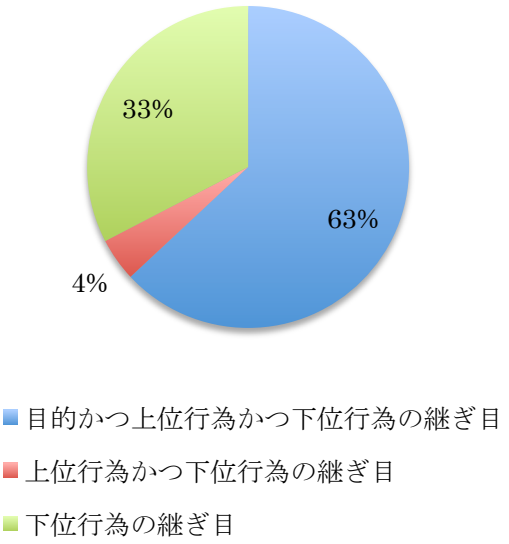


図 5　継ぎ目付近に出現するマイクロスリップの内訳

(3)　継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの数

先の結果から目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目や下位行為の継ぎ目に比べて、上位行為かつ下位行為の継ぎ目の付近に出現するマイクロスリップの数が少ないことがわかった。しかし上位行為はモデル化された調理手順を表しているため、もともとの総数も少ない。そこで各継ぎ目の数を数え、継ぎ目１つあたりに出現するマイクロスリップの数を分析する。

観察した映像において、目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目は 71 個、上位行為かつ下位行為の継ぎ目は 11 個、下位行為の継ぎ目は 51 個であった。

継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの数は、目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目で 0.41 個、上位行為かつ下位行為の継ぎ目で 0.18 個、下位行為の継ぎ目で 0.29 個となった。

表 4　継ぎ目１つあたりのマイクロスリップ

	A	B	C
継ぎ目の数	71	11	51
マイクロスリップの数	29	2	15
継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの出現数	0. 41	0. 18	0. 29

仮説：目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目と下位行為の継ぎ目では、継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの出現数が多く、逆に上位行為かつ下位行為の継ぎ目では継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの数が少ない。

上記の仮説に基づき、３種類の継ぎ目それぞれの、継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの数には違いがあるという仮説を、x^2 検定を用いて検定する。上位行為かつ下位行為の継ぎ目で出現するマイクロスリップの数は他の２つの継ぎ目に比べて少なかったが、有意な差は認められなかった（$x^2(2)= 3.14, p>0.1$）。また３種類の継ぎ目から２つの継ぎ目を選び比較したが、目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目と上位行為かつ下位行為の継ぎ目、上位行為かつ下位行為の継ぎ目と下位行為の継ぎ目、下位行為の継ぎ目と目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目それぞれに出現する継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの数に有意な差は見られなかった（順に $x^2(1)=2.08, p>0.1$, $x^2(1)= 0.573, p>0,1$ $x^2(1)=1.68, p>0.1$）。

4. 考察

今回は、上位行為の継ぎ目の数が少なく有意差が得られなかったが、表４の継ぎ目１つあたりのマイクロスリップの出現数の差は、上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近ではマイクロスリップが発生しにくく、逆に目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近と下位行為の継ぎ目付近ではマイクロスリップが発生しやすい可能性がある。この場合、継ぎ目付近におけるマイクロスリップの出現し易さの違いは、目的、上位行為、下位行為の性質が影響していると考えられる。

下位行為の継ぎ目の付近で出現するマイクロスリップよりも、上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近で出現するマイクロスリップが少なくなる理由は、上位行為の継ぎ目の有無に関係している。まず、下位行為の継ぎ目では後に続く可能性のある下位行為はいくつも存在しており、複数の行為の選択肢があると言える。そのため、下位行為の継ぎ目ではマイクロスリップが発生しやすくなる可能性が示唆される。

しかし、上位行為とは調理におけるモデル化された手順としてのまとまりであるため、下位行為に比べると行為の切り替わりは固定的である。そのため上位行為かつ下位行為の継ぎ目では、上位行為が行為のプランニングとして機能し、下位行為の継ぎ目における多様な行為の可能性との接触を抑えていると考えられる。

目的かつ上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近と上位行為かつ下位行為の継ぎ目付近で出現するマイクロスリップに差が生まれる理由として、目的の切り替わりの影響が挙げられる。階層構造において目的レベルはマルチタスクの性質を反映している階層である。調理でのマルチタスクでは、複数の目的が並行して進行しているが、決して調理者は２つの目的を同時に処理しているわけではない。従って、ある目的を行うとき、他の目的は中断されている状態だと言える。つまり目的の継ぎ目とは中断している目的のどれを再開するのかを選ぶという認知的な処理が発生するため、マイクロスリップが多く発生する可能性がある。

5. おわりに

今回の研究では有意差はでなかったものの、調理では目的と下位行為の切り替わりがマイクロスリップの出現を増やし、逆に調理行動のモデル化された手順を表している上位行為ではマイクロスリップが少なくなる可能性が示唆された。

今後はより多くのデータを分析することで、上記のマイクロスリップと行動の階層構造の関係について解明したい。

また、今回の分析では、継ぎ目におけるマイクロスリップの出現のしやすさに焦点を当てたが、継ぎ目におけるマイクロスリップの出現密度についても考察の余地があると考える。例えば、マイクロスリップには、単発のマイクロスリップが現れる場合もあれば、２つのマイクロスリップの出現間隔が１秒や２秒となるような、群発して現れるマイクロスリップも存在する。今後はこのような性質を持つマイクロスリップについても分析を進めていきたい。

参考文献

[1] 鈴木 健太郎, (2001) “行為の推移に存在する淀み－マイクロスリップ” 佐々木正人, 三嶋博之 (編) . 『アフォーダンスと行為』, pp. 48-84, 金子書房.

[2] 鈴木 健太郎, 佐々木 正人, (2001) “行為の潜在的なユニット選択に働くタスク制約 : 日常タスクに観察されるマイクロスリップの分析”, 認知科学, Vol. 8, No. 2, pp. 121-138.

[3] 諏訪 正樹, (2015) “一人称研究だからこそ見出せる知の本質”, 諏訪 正樹・堀 浩一 (編著), 伊藤 毅志・松原 仁・阿部 明典・大武 美保子・松尾 豊・藤井 晴行・中島 秀之 (共著), 『一人称研究のすすめ —知能研究の新しい潮

流―』, pp. 3–44. 近代科学社.

創作経験は鑑賞過程をどのように変容させるか –心理・生理指標の複合的アプローチによる検討–

How Experience of Artmaking Change Art Appreciation Process: A Combined Approach Using Psychological and Physiological Measures

松本 一樹[†]，ルトコフスキ トマシュ[‡]，岡田 猛[†]
Kazuki Matsumoto, Tomasz Rutkowski, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院教育学研究科，[‡]BCI Lab
[†]Graduate School of Education, The University of Tokyo, [‡]BCI Lab
k-matsumoto@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In current study, we conducted an experiment to examine the difference between the process of art appreciation in case that the viewer has some experience of artmaking and that the one does not have. As a result, the participants who experienced artmaking during the experiment tended to rate artworks highly in comparison to those who without such experience. Furthermore, in order to investigate the cognitive mechanisms underlying this change, we conducted analysis using both electroencephalogram (EEG) and psychological measures, and then found that recognition of the art production process behind the artwork could be closely related to aesthetic impression formation as an important factor.

Keywords — Art, Appreciation, EEG, Mu Suppression

1. 問題と目的

芸術に関わる経験や専門的知識は、作品を鑑賞して得られる印象の個人差を説明する要因として重要視されてきた[1][2]。この背景には、熟達者と初心者の鑑賞の仕方の差異について取り上げた研究の存在がある。たとえば、同じ芸術作品に対して、熟達者は初心者よりも、好みの判断や抱く感情という点で全体的に作品をポジティブに評価する傾向があることが報告されている[3] [4]。こうした現象の解釈として、[2]は「訓練によって芸術の熟達者は芸術作品をより良く理解できるようになり、それは快楽に関わる評定に明らかに影響する」と述べている。また、[1]の提唱する鑑賞のモデルに沿って考えれば、芸術に関わる経験が鑑賞者に知識をもたらし、それが鑑賞者の作品理解を促進して最終的にその作品への良い印象につながるというプロセスが想定できる。このように、芸術に関わる経験や専門的知識は、「理解」を通じて、作品に対するポジティブな印象の形成に貢献するということが先行研究では主張されている。

しかしながら、作品の「理解」という概念は多義的であり、熟達者と初心者の鑑賞の差を説明する上で問題を含んでいる。[5][6]は作品と同時に提供する情報の操作を通して鑑賞者の作品の意味内容の理解が好みの判断にどう影響するか検討したところ、その効果は小さくかつ不安定なものとなっている。また、前述の研究とは逆に、鑑賞者にとって意味を理解し難く曖昧に感じられる作品の方が好まれ易いという結果を示した研究もある[7]。これらの「理解」を扱った研究に共通することとして、実証の過程で、「理解」を実質的に「作品の表す意味内容について、鑑賞者が分かったと思う主観的な状態」に限定してしまっているという問題点がある。つまり、「理解」のこれとは異なる側面を見ない限り、「作品をより理解できる熟達者が初心者よりも作品にポジティブな印象を持つ」という説明は十分たりえないと言えるだろう。

[8]の議論によれば、鑑賞者が作品を理解する仕方には、創作プロセスの理解というものも含まれると考えられる。これは作品に反映されている、その作品が創作されるプロセスにおいて関わった創作者の行為や思考についての理解を指す。具体的には、どのような身体的な技術・労力や発想上の工夫が作品の背後にあるかについて認識することがこれにあたる。特に、[8]は熟達の程度に応じて鑑賞者は作品の背後を理解して鑑賞できるようになる（彼らの用語によれば、“artistic design stance” を用いるようになる）可能性について言及している。さらに、ここで認識された創作プロセスは美的印象とも関連を持つと考えられる。[6]によれば、鑑賞者に対して作品と同時に提供する情報を操作し、その作品の創作プロセスがより困難なものであると認識させると、その作品への好みの判断も向上するという結果が報告されている。

以上のことを考え合わせると、熟達者と初心者の鑑賞を比較したとき、次のような差異が生じている可能

性が考えられる。まず、鑑賞者に作品の創作経験が無い場合、鑑賞中に自らの経験に基づいた作品の創作プロセスの表象は欠如する。すると、作品の背後にある様々な技術、労力、工夫などを看過することとなり、その困難性も相対的に低く見積もってしまい、結果的に作品の印象もネガティブに寄る。一方で、鑑賞者に作品の創作経験がある場合は、鑑賞中に自らの経験に基づいて作品の創作プロセスの表象を形成し、自他の比較を行いながらそれについて評価する。すると、認識された創作プロセスの内実に応じて、作品の印象もポジティブからネガティブまで変動するようになる。以上のような想定の下では、芸術作品（特に、鑑賞者の内在的な基準に照らして優れていると認められるもの）に対して熟達者が初心者よりもポジティブな印象を持つという現象について、説明可能になるだろう。

本研究はこうした想定を実証的に検討することを目的とする。すなわち、作品の鑑賞に先立って、鑑賞者に作品創作の経験を与える介入を行ったとき、それが鑑賞過程全体にどのように影響を及ぼすか、実験的に検証するのが本研究の目的である。さらに、ここまでの議論を踏まえ、次のような仮説を立てた。

i) 作品創作を経験した鑑賞者は、鑑賞時に作品の創作プロセスにより意識を向けるようになる。
ii) また、作品の質が一定の水準に達している前提のもとではその創作プロセスを高く評価し、
iii) それに応じて作品の印象（好みの判断・感情）もポジティブになる。

以上、i)～iii)を仮説として本研究は検証する。

脳波の有効性

作品の創作プロセスに対してどう意識を向けているかを測定する上で、鑑賞者の主観報告に頼るのみでは、鑑賞者がうまくメタ認知できていない部分まで捉えきれないという問題がある。そこで、[9]の方法を参考に、脳波の分析によって作品の創作プロセスを認知的に処理する様子を捉えることを試みた。視覚的注意を向ける対象（その研究においては絵画が用いられた）に創作行為の痕跡が存在するとき、それに反応して感覚運動野が活動しそれを反映するμ波と呼ばれる成分が抑制される（以下μ抑制と表記）という結果を[9]は報告している。本研究ではこれを応用し、鑑賞における作品の創作プロセスの理解のあり方の変化をμ抑制の測定を通じて考察する。この際、[9]では検討されなかった部分として、作品の主観的な印象を測定する評定尺度との相関も含めて本研究では分析を行う。また、視覚野の活性を示すとされる後頭のα波の抑制（以下α抑制と表記）も、μ抑制と比較する形で今回は同時に分析を行うこととした。

2. 方法

芸術を専攻としない大学生・大学院生 45 名（男性 35 名女性 10 名、うち 4 名は装置の不具合のため、脳波に関する分析からは除外した）を対象に、作品の創作経験を独立変数とする 1 要因被験者間デザインの実験を行った。独立変数の操作については、(1)実際の創作家の創作行為に近い種類の経験（作品に関する独自のアイデアを生む過程を含む。以下「創作条件」と表記）(2)遠い種類の経験（指示通りの手順に従って制作・複製のみを行い、独自のアイデアを生む過程は含まない。以下「複製条件」と表記）(3)経験無し（無関係の課題を行う。以下「統制条件」と表記）の 3 水準を設定した。

図 1　実験中に呈示した創作折り紙作品の例

今回実験で扱う素材として、（創作、鑑賞共に）創作折り紙を使用した（実際に実験参加者が鑑賞した作品の例として、図 1 を参照）。創作折り紙とは、折り紙から何をどうやって折るか自ら考えた上で折るものであり、発想における独創性（いかにユニークな作品を折るか）と身体的な技術（いかに綺麗に折っていくか）の両側面を含むという点で芸術の基本的要素を備えていると考えられる。また、創作に際して紙以外の道具が必要とされず、実際の作業も机の上で紙を折ることに限られるため、短時間の実験内でも参加者が精神的

な負担を感じず取り組める創作活動として適していると判断し、採用した。

実験参加者は上記の3つの条件のいずれかにランダムに割り当てられ、プレ・ポストの2回の測定（作品鑑賞）の間に、条件ごとに決められた課題を約40分間行った。プレ測定では5枚、ポスト測定では29枚の全て異なる創作折り紙作品の写真を、1作品につき10秒間モニター上に呈示した。

従属変数として、以下の4種類の指標を測定した。

① 美的印象：作品に対する好みの判断、感嘆した程度、美しさの判断
② 作品の創作プロセスへの評価：作品の独創性と、身体的な技術のそれぞれについての評価
③ 鑑賞中に作品の創作プロセスに意識を向けた程度：発想上の工夫と、身体的な技術のそれぞれについて、どの程度意識を向けていたか
④ 脳波：ポスト測定で作品を呈示している間に記録

上記のうち、①〜③は7段階の評定尺度法で回答を得た。③は手続きの都合上、参加者ごとに29個の作品全てに対して全体的にどの程度意識を向けたかについて質問した。また、プレ測定では、美的印象を扱う上で代表的な尺度である①の「好み」に限定して回答を得た。

脳波については、[9]と同様の領域をカバーする目的で、国際10-20法に基づき、Fpzをアース、左耳を基準電極として、6箇所（F1, F2, C3, C4, Pz, Oz）の測定を行った。特に、[9]の結果分析に合わせて、C4とOzにおける8Hz~13Hzの成分を抽出し、それぞれパワー値を算出した上で、それをベースライン（モニターに作品が呈示される前に十字が表示されている間の測定値）のそれに対応する値で除し、常用対数変換した数値を、μ波・α波の「抑制スコア」とした。この数値が0より小さければ、ベースライン時から作品鑑賞時にかけてμ抑制ないしα抑制が生じていることを示している。

3. 結果

心理指標（①〜③）について、それぞれの項目において参加者ごとに平均値を算出した上で、以下の結果を得た。

プレ測定における好みの評定値（5作品の平均）に条件間で有意な差は見られなかった。

プレ測定における好みの評定値を共変数として、ポスト測定における好みの評定値について共分散分析を行った結果、条件間で有意な差が見られた（$F(2, 41) = 4.44$, $p < .05$）。また、多重比較（Williamsの方法）の結果、創作条件、複製条件、統制条件の順に有意に評定値が高かった（より作品を好みだと判断する傾向にあった）。

また、その他の指標についても1要因分散分析を行ったところ、美しさ、創作プロセスへの評価（発想面）については有意傾向、感嘆については有意な差が見られた（表1）。

表1 ポスト測定における各評定値の条件ごとの平均値と分散分析の結果

		創作条件	複製条件	統制条件	*F*値
①美的印象	好み※	3.73 (0.35)	3.54 (0.51)	3.29 (0.56)	4.44 *
	感嘆	3.51 (0.47)	2.94 (0.70)	2.98 (0.61)	4.17 *
	美しさ	3.61 (0.55)	3.50 (0.59)	3.16 (0.59)	2.44 †
②評価	独創性	3.89 (0.62)	3.51 (0.47)	3.40 (0.77)	2.45 †
	身体的技術	3.29 (0.72)	3.58 (0.53)	3.15 (1.07)	1.12
③意識	発想	4.73 (1.33)	3.53 (1.77)	3.73 (1.90)	2.18
	身体的技術	2.73 (2.19)	2.33 (1.80)	2.93 (1.49)	0.41

()内は標準偏差

† $p < .10$, * $p < .05$

※「好み」のみ共分散分析の結果を記載

さらに、美的印象と創作プロセスの評価の相関を全参加者について算出したところ、（好み-独創性）$r = .32$,（好み-身体的技術）$r = .13$,（感嘆-独創性）$r = .78$,（感嘆-身体的技術）$r = .37$,（美しさ-独創性）$r = .56$,（美しさ-身体的技術）$r = .36$という結果となり、好み-身体的技術以外は全て有意な相関を示した。

続いて脳波の分析結果を記す。μ波（C4）、α波（Oz）の抑制スコアについて参加者ごとに平均値を算出したところ、全参加者の平均および標準偏差はそれぞれ（μ抑制）$M = -0.18$, $SD = 0.22$、（α抑制）$M = -0.21$, SD

= 0.16 となり、全体的にμ抑制およびα抑制が生じていることが示された。また、これらの値について1要因分散分析を行なったところ、条件間で有意な差は見られなかった。

さらに、心理指標との相関として、作品ごとに平均抑制スコアを算出し、作品ごとの好みの平均値との相関を計算した。μ波については創作条件においてのみ抑制スコアと好みに有意な負の相関（$r = -.37$, $p < .05$）が見られた一方、α波については統制条件においてのみ有意傾向のある負の相関（$r = -.32$, $p < .1$）が見られた。創作プロセスへの評価や創作プロセスに意識を向けた程度とは有意な相関を示さなかった。

4. 考察

本研究は作品の創作経験の有無および経験の内容がどのように作品の鑑賞に影響を与えるか検討した。作品への好みについて、創作条件、複製条件、統制条件の順に有意に高い評定値が得られたことから、鑑賞に先行する創作経験によって作品からポジティブな印象を得やすくなること（さらにその経験が実際の創作家の辿った過程に近いものであるほどその効果が強まること）が示唆された（仮説 iii)）。さらに、この効果は好みの判断のみならず作品への感嘆の感情についても生じていたと考えられる。

さらに、条件間で作品の創作プロセスへの評価（発想面）の差にも有意傾向があり、なおかつ創作プロセスへの評価と美的印象との間に正の相関が見られた。このことから、作品創作を経験すると鑑賞している作品の創作プロセスを高く評価するようになり、それがポジティブな美的印象をもたらしていることも示唆されるだろう（仮説 ii)）。

一方で、鑑賞中に作品の創作プロセスに意識を向けた程度の評定値については条件間で有意な差は無く、この結果からは仮説 i) は支持されないものとなった。このような結果となった原因としては、この項目については作品ごとに質問することができず、その分参加者が鑑賞中どこに意識を向けていたかのメタ認知も正確に遂行されなかった可能性が考えられる。

脳波の分析をした結果、絵画を見ている時のμ抑制を計測した[9]と同様の結果が再現されていることが確認された。この結果より、μ抑制には芸術作品の鑑賞に共通した認知活動が反映されていることが示唆される。また、このμ抑制の程度に条件間の有意な差異は認められなかったことから、この認知活動はどのような鑑賞者にも同様に自動的に生じる性質のものである可能性がある。

μ波の抑制スコアと作品に対する好みとの相関に創作条件でのみ有意な負の相関（鑑賞中にμ波が強く抑制されるにつれて好みの程度が高くなる）が見られたことから、創作を経験した鑑賞者は、作品の好みを判断するための認知的な基盤に変化が生じている可能性がある。比較対象として、統制条件で好みと有意傾向の相関を示した後頭のα抑制は、視覚的な注意全般の増大を反映していると解釈できる[10]。このことから、統制条件では、作品を好むかどうかは、鑑賞者に対象がどのように見えているか、鑑賞者がどれだけ積極的に対象を見ようとしているかといった部分と相関すると考えられる。その一方で、[9]にあるようにμ抑制が創作行為の痕跡を観察することから引き起こされるとすれば、創作条件では、作品の創作の痕跡を手掛かりに、（発想面も含めた）創作プロセスを鑑賞者がどれだけ積極的に捉えようとしているかという部分が、好みと相関していると考えられる。このように、見えているものの受容に限定された鑑賞の仕方から、（特に好みの作品に対して）背後にある創作プロセスへ積極的に意識を向けようとする鑑賞の仕方へと変化が生じると考えれば、今回得られた結果は仮説 i)とも整合的である。また、熟達の程度に応じて作品の背後を認識・理解して鑑賞するようになるという[8]の提出した理論に対しても、本研究はこれを裏付ける有力な実証的根拠を提供することとなった。

参考文献

[1] Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D., (2004) “A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments”, British Journal of Psychology, Vol. 95, No. 4, pp. 489-508.

[2] Lindell, A. K., & Mueller, J., (2011) “Can science account for taste? Psychological insights into art appreciation”, Journal of Cognitive Psychology, Vol. 23, No. 4, pp. 453-475.

[3] van Paasschen, J., Bacci, F., & Melcher, D. P., (2015) “The influence of art expertise and training on emotion and preference ratings for representational and abstract artworks”, PloS One Vol. 10, No. 8.

[4] Silvia, P. J., (2006) “Artistic training and interest in visual art: Applying the appraisal model of aesthetic emotions”, Empirical Studies of the Arts, Vol. 24, No. 2, pp. 139-161.

[5] Russell, P. A., (2003) “Effort after meaning and the hedonic value of paintings”, British Journal of Psychology, Vol. 94, No. 1, pp. 99-110.

[6] Jucker, J. L., Barrett, J. L., & Wlodarski, R., (2014) “ ‘I

Just Don'T Get it': Perceived Artists' Intentions Affect Art Evaluations", Empirical Studies of the Arts, Vol. 32, No. 2, 149-182.
[7] Muth, C., Hesslinger, V. M., & Carbon, C. C., (2015). "The appeal of challenge in the perception of art: How ambiguity, solvability of ambiguity, and the opportunity for insight affect appreciation", Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, Vol. 9, No. 3, pp. 206-216.
[8] Bullot, N. J., & Reber, R., (2013). "The artful mind meets art history: Toward a psycho-historical framework for the science of art appreciation", Behavioral and Brain Sciences, Vol. 36, No. 2, pp. 123-137.
[9] Hoenen, M., Lübke, K. T., & Pause, B. M., (2017) "Sensitivity of the human mirror neuron system for abstract traces of actions: An EEG-study", Biological Psychology, Vol. 124, pp. 57-64.
[10] Klimesch, W., (1999) "EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis", Brain Research Reviews, Vol. 29, No. 2, pp. 169-195.

他者からの見えが指示詞使用に与える影響 —レーザーポインターの使用による検討—

Influence of the other's perspective to using demonstratives: Examination by using a laser pointer

森山 信也[†], 安田 哲也[‡], *小林 春美[†]
Shinya Moriyama, Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi
[†]東京電機大学大学院, [‡]十文字学園女子大学
Graduate school of Tokyo Denki University, Jumonji University
h-koba@mail.dendai.ac.jp

Abstract

Demonstratives such as *this* ("*kore*" in Japanese) or *that* ("*are*") are important for quick identification of referents and studied in terms of the physical distance from the speaker to the referent. However, recent studies suggest aspects other than physical distance are also important, and whether use of demonstratives are modulated by ego-centric view (based on the speaker's viewpoint) or socio-centric view (based on both of the speaker and the hearer) has been debated. In this study, we investigated whether the use of demonstratives is ego-centric or socio-centric using a laser pointer. The reason is that the laser pointer's light can be controlled so that the easiness of joint attention between the speaker and the hearer can be accordingly controlled.

In Experiment 1, the participant pointed at the target with and without using a laser pointer and produced demonstratives. In Experiment 2, whether the use of demonstratives change when the light pointed by the laser pointer can be seen from the hearer or not was controlled. The result of Experiment 1 showed that the use of the laser pointer did not expand the range of the use of the demonstrative *this*. The result of Experiment 2 was that whether the light of the pointer was visible from the hearer did not influence the speaker's use of demonstratives.

The results support the ego-centric account, however, the possibility of unnatural nature of using pointers in the present experiment (i.e., the pointer was fixed on the table) was discussed.

Keywords — Demonstratives, Tool-Use, Ostension

1. 目的

「これ」「あれ」などの指示詞は，話し手のいる地点や状況から見たなんらかの対象物を指示する際に使われる言葉である．人間の指示詞の使い分けは極めて柔軟であり，状況に応じて様々な使い方がされる．日本語においては，通常，近い対象物に対して「これ」「この」などのコ系列の指示詞を，遠い対象物に対しては「それ」「その」などのソ系列または「あれ」「あの」などのア系列を使用することがわかっている(佐久間, 1955)．また，話し手が棒等の道具を用いた場合，コ系列の指示詞の使用範囲が拡大することが示されている(遠藤, 1988, 1989)．

単に対象物との距離だけでなく，可触性や可視性，所有権等の，距離以外の影響も指示詞の使用に影響することが示されている (Coventry, Valdés, Castillo, & Guijarro-Fuentes, 2008; Coventry, Griffiths, & Hamilton, 2014) ．そもそも指示詞使用が自己中心的(Ego-centricity; Lyons, 1977 他)すなわち自分の視点からの対象物の見えのみに基づき，距離依存的に指示詞を使用するか，または社会中心的(Socio-centricity; Diessel, 2006 他)すなわち他者と自分両方の対象物の見えに基づいて指示詞を使用するかについては，現在もなお議論されている(Peeters & Özyürek, 2016).

本研究では，指示詞使用が自己中心的なのか社会中心的なのかを調べることを目的とした．そのために，指示詞使用で影響が高いとされる「操作可能性(遠藤, 1988)」に注目した．操作可能性とは，「話し手が，身体・補助物等を用いて，対象を，聞き手にわかるように明瞭に指し示すことのできる可能性」と定義されている(遠藤, 1988, 1989)．よって操作可能性が高いと，直示性(Ostension; Sperber & Wilson, 2008)が高くなり，その結果，共同注意(Tomasello, 2008)が成立しやすくなることが予測される．本研究で直示性とは，操作可能性の定義の一部を利用して，「話し手が，身体・補助物等を用いて，対象を，聞き手になにかを伝えようという明確な意思をもって明瞭に指し示すこと」と定義する．指示詞使用が社会中心的な解釈で行われている場合，例えば共同注意が成立した場合に，共同注意が行われていなかった場合と比較して，指示詞使用が変化することが考えられる．一方，共同注意がなされても指示詞使用が変わらない場合は，対象物までの距離に基づく自己中心的な指示詞使用が行われていると考えることができる．

そこで本研究では，相手からの対象物の見えを考慮した指示詞使用について検討するために，「レーザーポインター」を利用することにした．光を対象に照射す

ることにより，直示性の操作が可能なレーザーポインターを用いることで，他者からの見えの効果を検討できるようにした(実験 1, Table 1)．また，直示性が高い場合での，他者からの見えを操作し，指示詞使用における他者との相互作用の影響を検討できるようにした(実験 2, Table 2).

実験 1 では，指示詞使用が自己中心的かについて検討するために，話し手（参加者）がレーザーポインターを用い，レーザーポインターから光を出さない状態と光を出した状態でそれぞれ対象物を指させ，話し手の指示詞使用が変わるかどうかを調べた．レーザーポインターの光で対象物を指示することで指示詞使用に影響が出た場合，例えば光を出して対象物を指した場合に近称指示詞「これ」の適用範囲が拡大するなど，指示詞使用に変化があるならば，他者との共同注意が明確にできるために社会中心的な使用を行っていることが考えられる．一方，光の有無で指示詞に変化がない場合は，自己中心的な使用を行っていることが予測される．

実験 2 では，対象物に関し指示を行う場合の直示性が，他者からの見え，すなわち対象物との共同注意の強さの影響を受けるかを検討した．対象物が光を反射する状態と光を反射しない状態を用意し，参加者に，それぞれの対象物をレーザーポインターで指させ，光の反射の状態によって指示詞使用が変わるかどうかを調べた．光の反射の有無，つまり共同注意の成立の有無に関わらず，指示詞使用に変化がない場合，指示詞使用は距離依存的である自己中心的な方略によって行われていると考えられる．一方，光の反射がある条件のみ指示詞使用に変化がある場合は，話し手が聞き手と明確に共同注意を成立させることができるため，指示詞使用は社会中心的な方略を用いて行なっていると考えることができる．

表 1　実験 1 で検討した条件

		直示性	
		高(光有り)	低(光無し)
聞き手(実験者) からの見え	有り	○	N/A
	無し	N/A	○

○：本研究で検討した条件

表 2　実験 2 で検討した条件

		直示性	
		高(光有り)	低(光無し)
聞き手(実験者) からの見え	強	○	N/A
	弱	○	N/A

○：本研究で検討した条件

2.　実験 1

2.1 参加者

理工系大学の学部生・大学院生 24 人(平均年齢 21.9 歳)が参加した.

2.2 刺激

着色した石膏製の箱を 6 つ，テーブル上で参加者の腹部の位置から 50cm, 100cm, 150cm の各距離に 2 つずつ並べた(Figure1).

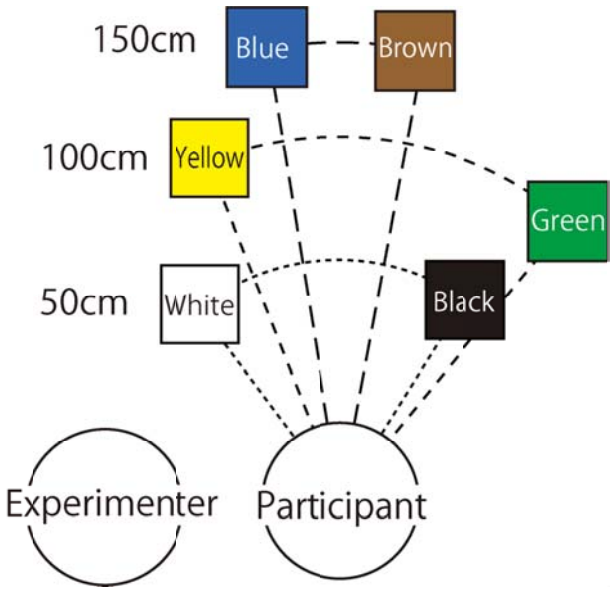


Figure 1：箱の配置(例)

石膏製の箱は一つの面が球状に掘削されており，その面に直径 5mm ほどの小さな穴を開けた紙で蓋をしてあった(Figure2a, 2b 右)．この加工を行うことで，空洞放射の効果を得られ，レーザーポインターの光を反射する程度が限りなく低くなる．これは実験 2 の要因を統制するために行ったものであり，光を反射する条件では，反射しやすくなるよう反射体(黒色消しゴム)を穴部分に設置した．なお実験 1 では，この製作した箱の背面を利用した(Figure2b 左).

レーザーポインターにはプラスチック製の台座を取り付け，安定して事物を指し示すことができるように

した．さらに，参加者の返答を一定の形式にしやすくするため，これ/それ/あれを選択するような指示詞カードを作成した．

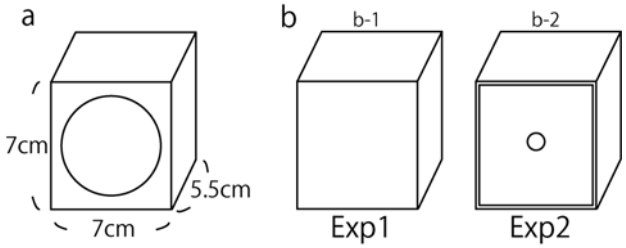


Figure 2：実験で使用した刺激

注．a: 内部が球状に中空になっている直方体，b-1: a の箱の背面，b-2: a に穴の開いた紙を張り付けた状態．実験 1 では b-1 が，実験 2 では b-2 が参加者に向いていた．

2.3 手続き

石膏製の箱を，穴が開いていない面が参加者から見えるように並べた．

実験者は参加者にレーザーポインターから光を出さない状態で「○○(○○は箱の色)の箱を指してください」と指定した箱を指させ，「あなたが私に○○(○○は箱の色)の箱を取って欲しいとき，なんと言いますか．」と問い，指示詞カードを見せ，これ/それ/あれ から選ばせた．教示文をこのように共同注意が関係する文とすることで，共同注意が自然に起きやすい状況を提示した．これを 6 試行行った．次に実験者は参加者にレーザーポインターから光を出した状態で箱を指させ，「あなたが私に○○色の箱を取って欲しいとき，なんと言いますか．」と問い，これ/それ/あれ から選ばせた．これを 6 試行行った．

2.4 実験 1 の結果

実験 1 における各指示詞の使用率を Figure 3 に示す．指示詞の「これ」「それ」「あれ」の使用回数(回)について，レーザーポインターの光の有無(2)と距離(3: 50cm / 100cm / 150cm)を参加者内要因とし，2 要因分散分析を行った．

その結果，全ての指示詞について距離の主効果のみが有意であった(「これ」:$F(2,46)= 84.87$, $p < .001$; 「それ」:$F(2,46)= 4.67$, $p < .05$; 「あれ」:$F(2,46)= 87.88$, $p < .001$). 多重比較の結果,「これ」は 50cm の箱($M = 1.48$, $SD = 0.63$)に対して最も多く使用され，100cm の箱($M = 0.25$, $SD = 0.39$)と 150cm の箱($M = 0.13$, $SD = 0.34$)の使用は変わらなかった.「それ」は 100cm の箱($M = 0.67$, $SD = 0.64$)に対して最も多く使用され，50cm の箱($M = 0.42$, $SD = 0.50$)と 150cm の箱($M = 0.19$, $SD = 0.41$)の使用は変わらなかった．「あれ」は 150cm の箱($M = 1.69$, $SD = 0.48$)に対して最も多く使われ，次に 100cm の箱($M = 1.08$, $SD = 0.64$)に対して多く使われた．一方，50cm の箱($M = 0.10$, $SD = 0.29$)に対してはあまり使われなかった．他の効果に有意な差は見られなかった．レーザーポインターで事物に光を当てたとしても，指示詞の使用は距離依存であり，自己中心的な指示詞使用であったと考えられた．

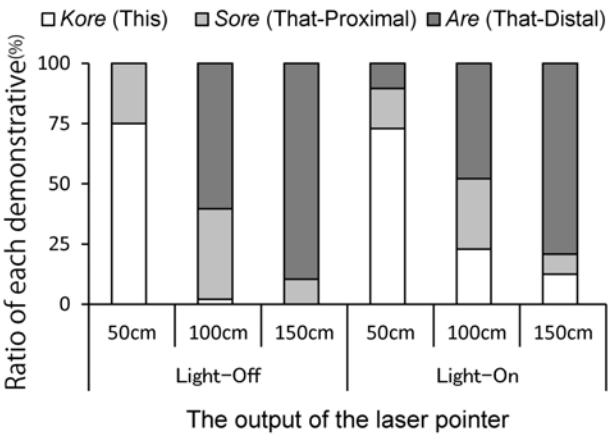


Figure 3：レーザーポインターからの光の有無と各距離における各指示詞の使用率(実験 1)

3. 実験 2

3.1 参加者・刺激

参加者と刺激は実験 1 と同様であった．

3.2 手続き

実験 1 で並べた石膏製の箱を反対向きにし，小さい穴を開けた紙が張ってある面を参加者に向けた．

実験者は最初に参加者に全ての箱の中に消しゴムが入っていると伝えた．実験者が「○○色の箱の穴を指してください」と参加者に伝えた後，参加者はレーザーポインターを利用し箱に貼り付けてある紙に開いている穴を光で指させた．実験者は「あなたが私に箱の中の消しゴムを取ってほしい時，なんと言いますか．」と言い，指示詞カードを見せ，これ/それ/あれ から指示詞を参加者に選ばせた．これを 6 試行行った．

3.3 実験 2 の結果

実験 2 における指示詞の使用率を Figure 4 に示す．指示詞の「これ」「それ」「あれ」の使用回数(回)につい

て，事物からの光反射の見えの有無(2)と距離(3: 50cm / 100cm / 150cm)を参加者内要因とし，それぞれ 2 要因分散分析を行った．

その結果，全ての指示詞について距離の主効果のみが有意であった(「これ」:$F(2,46)= 17.33$, $p < .001$; 「それ」:$F(2,46)= 3.92$, $p < .05$; 「あれ」:$F(2,46)= 32.91$, $p < .001$). 多重比較の結果,「これ」は 50cm の箱($M = 0.42$, $SD = 0.43$)に対して最も多く使用され，100cm の箱と 150cm の箱（共に $M =0.02$, $SD = 0.10$）に対する使用は変わらなかった．「「それ」は 50cm の箱(M = 0.38, SD = 0.42)に対して，150cm の箱(M = 0.13, SD = 0.30)に対してよりも多く使用されていた．50cm の箱(M = 0.38, SD = 0.42)と 100cm の箱(M = 0.29, SD = 0.36)，100cm の箱(M = 0.29, SD = 0.36)と 150cm の箱(M = 0.13, SD = 0.30)では，使用は変わらなかった．「あれ」は 150cm の箱($M = 0.85$, $SD = 0.35$)に対して最も多く使用され，次に 100cm の箱($M = 0.69$, $SD = 0.38$)に対して多く使用されていた．50cm の箱($M = 0.21$, $SD = 0.36$)に対してはあまり使用されなかった．他の効果に有意な差は見られなかった．事物からの光の反射があった場合もなかった場合も指示詞使用に影響がなかったことから，この場合でも指示詞の使用は距離依存であり，自己中心的な指示詞使用であったと考えることができる．

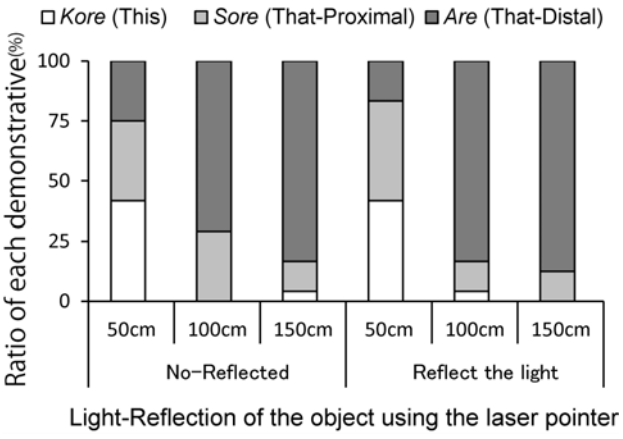


Figure 4：レーザーポインターからの光の反射の有無と各距離における各指示詞の使用率(実験 2)

4. 総合考察

本研究では，レーザーポインターを使うことによって，指示詞使用には直示性に加え，他者からの見えについての視点が必要なのかを検討した．また，直示性が高い場合での，他者からの見えを操作し，指示詞使用において社会的中心性が観察されるかを検討した．その結果，レーザーポインターで光を当てた場合も当てなかった場合も，指示詞使用に変わりはなかった．またレーザーポインターで光を当てた場合に，対象物からの反射光が他者から確認しやすかった場合も確認しにくかった場合も，指示詞使用に変わりがなかった．よって，今回の実験においては，指示詞の使用は距離依存であり，自己中心的な指示詞使用であったと考えることができる．

指示詞の使用に関しては，今回の 2 つの実験結果からは自己中心的なものであるという可能性が考えられるが，Ostension（直示）の視点から考えると今回の実験デザインに問題が含まれていた可能性がある．今回の実験では条件を安定かつ統一させるため，レーザーポインターを台座に固定して行った．そのため，レーザーポインターのスイッチを押すことはあったが参加者は基本的にレーザーポインターに手を添えるだけであった．レーザーポインターを通常の使用法のように，手で保持して自由に動かして指示することはできなかった（参加者の指示行動は積極的な指示行動ではなかった）．よって，参加者が指示を行ったとき，相手になにかを伝えようとする直示的な要素が不十分であった可能性がある．レーザーポインターを参加者自身が自由に動かせるようにした場合，Ostensive な伝え方になるため，社会中心的な指示詞使用が観察される可能性も考えられるので，今後検討を要する．

5. 謝辞

本研究は，MEXT 科研費 新学術領域研究 領域番号 4903 課題番号 17H06382「言語の発達過程の認知科学的研究」，JSPS 科研費 基盤研究(C) 16K04318 (HK)、及び若手研究(B) 26870549 (TY)の一部助成を受け行なわれた．

6. 参考文献

[1] Coventry, K. R., Griffiths, D., & Hamilton, C. J.(2014). “Spatial demonstratives and perceptual space: Describing and remembering object location.” *Cognitive Psychology*, 69, 46-70.

[2] Coventry, K. R., Valdes, B., Castillo, A., &Guijarro-Fuentes, P. (2008). “Language within your reach: near-far perceptual space and spatial demonstratives.” *Cognition*, 108, 889-895.

[3] Diessel, H. (2006). “Demonstratives, joint attention, and the emergence of grammar.” *Cognitive. Linguistics.* 17, 463–489. doi: 10.1515/COG.2006.015

[4] Lyons, J. (1977). “*Semantics*,” Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.

[5] Michael Tomasello (2008). “*Origins of Human Communication.*” A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.

[6] Peeters D. & Özyürek A. (2016). “This and that revisited: a social and multimodal approach to spatial demonstratives.” *Frontiers in Psychology*. 7:222. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00222
[7] Sperber, D., & D. Wilson. (2008). “A deflationary account of metaphors. In R. W. Gibbs (Ed.), *The Cambridge Handbook of Metaphor and Thought*.” (pp. 84–108). New York: Cambridge University Press.
[8] 遠藤めぐみ (1988). 指示詞コ・ソ・アの使い分けにおける操作可能性と聞き手の非人格化の影響. 心理学研究, 59, 199-205.
[9] 遠藤めぐみ (1989). 対話者の操作可能性から見た指示詞ソの使用. 教育心理学研究, 37, 61-66
[10] 佐久間鼎 (1955). “日本語のかなめ—音韻と語法の法則.” 刀江書院

共通点の探索が創造的なアイデア生成に及ぼす影響
Effects of commonality search on creative idea generation

山川 真由†, 清河 幸子†
Mayu Yamakawa, Sachiko Kiyokawa
†名古屋大学大学院教育発達科学研究科
Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University
yamakawa.mayu@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract
The purpose of this study was to investigate the effect of commonality search on idea generation. Forty-two undergraduates were assigned to two conditions: commonality search and word association (control group). The participants in the commonality search condition were asked to list commonalities between a towel and nine unrelated words. The participants in the word association condition were asked to list words they remembered from each cue word provided to them. Then, as a measure of creative idea generation, they were asked to generate unusual uses of a towel. Two raters scored the saliency of the commonalities and the words that the participants listed, and three other raters scored the feasibility, originality, and attractiveness of the ideas that the participants generated. The results showed that the participants in the commonality search condition found less salient features than those in the word association condition. However, there were no significant differences in the quality of the ideas between the two conditions. We concluded that commonality search leads to finding less salient features of objects and additional instructions linking commonality search with idea generation are needed in order to improve its effectiveness in idea generation.

Keywords — Idea generation, Commonality search

1. はじめに

人は様々な場面でアイデアを生み出すことが求められる。アイデアを生み出すことが必要となる状況の 1 つに問題解決に必要な資源が不足している状況が考えられる。こうしたときには，手元にある資源を柔軟に活用することが重要となる。しかし，柔軟な活用をすることは自発的には生じにくいことから，それを促す方法を開発する必要がある。そこで，本研究ではそうした状況を想定し，日常的によく目にする対象の，通常とは異なる使用法を考える際に有効な方法を検討する。

Nijstad & Streobe (2006) によれば, アイデアを生成する最初のステップとして，入力された課題情報に関連する知識が個人の意味ネットワーク内で活性化する。そして活性化した知識に基づいてアイデアが生成される。したがって，活性化する知識の量や質が生成されるアイデアの質に影響を及ぼすと考えられる。すなわち，活性化する知識の量が増えれば，生成されるアイデアの量が多くなり，通常では着目しないような顕在的でない知識が活性化することで，それに基づいた独自性の高いアイデアが生成されると考えられる。

Yamakawa & Kiyokawa (2016) では，顕在的でない知識を活性化させるための方法として，関連性の低い 2 つの対象間での共通点探索を提案し，その効果を検証している。具体的には，対象のもつ特徴を探索する課題において，1 つの対象から連想する場合と，関連性の低い 2 つの対象間で共通点を探索する場合で，列挙される特徴の顕在性の程度を比較している。その結果，列挙された特徴の顕在性は共通点を探索した条件においてより低くなった。すなわち，共通点を探索することにより，対象のもつ顕在的でない特徴の活性化が促されたと言える。このことを踏まえると，独自なアイデアの生成を促進するための方法として，関連性の低い 2 つの対象間での共通点を探索することが有効であると考えられる。Yamakawa & Kiyokawa (2016) では，顕在的でない特徴の活性化までは検討されているものの，生成されるアイデアの量や質に及ぼす影響は検討されていない。そこで本研究では，関連性の低い 2 つの対象間での共通点の探索が，活性化する知識の顕在性と生成されるアイデアの量や質に及ぼす影響を検討する。

2. 方法

実験計画

アイデア生成の前に設けられた特徴探索フェーズにおける活動の種類を要因とする 1 要因 2 水準参加者間計画であった。活動の種類として，共通点の探索を行う条件（以下，共通点探索条件とする）と，連想語を列挙する条件（以下，連想語列挙条件とする）を設定した。

実験参加者

大学生 42 名 (男性 21 名，女性 21 名，平均年齢 19.6

(*SD* = 2.10) 歳) であった。各条件 21 名ずつになるようランダムに割り当てた。

手続き

実験は 1 人ずつ実験室で実施した。実験全体に関わる説明をした後，特徴探索フェーズ，アイデア生成フェーズ，事後説明の順に行った。

特徴探索フェーズ アイデア生成課題に取り組む前に「タオル」の特徴を考える課題を行った。共通点探索条件では，PC 画面上に呈示される単語ペアについてその共通点を考えるように求めた。単語ペアは 9 ペアあり，それぞれ「タオル」と関連性の低い単語 9 語（「テレビ」，「メロン」，「ブラシ」，「ワイン」，「キムチ」，「モグラ」，「マイク」，「パンダ」，「ベンチ」）の対で構成された。単語ペアの呈示順は参加者毎にランダム化した。参加者には思いついた共通点を回答用紙にボールペンを使って書き出すよう求めた。回答用紙は単語ペア 1 組につき A4 用紙 1 枚で，10 個分の回答欄を設けた。制限時間は単語ペア 1 組につき 1 分 30 秒であった。

連想語列挙条件では，PC 画面上に呈示される単語から連想されるものごとを考えるように求めた。呈示される単語は，共通点探索条件と同様であった。「タオル」とそれ以外の語を交互に呈示した。「タオル」以外の語の呈示順は参加者毎にランダム化した。参加者には思いついた語を回答用紙にボールペンを使って書き出すよう求めた回答用紙は 1 つの単語につき A4 用紙 1 枚で，20 個分の回答欄を設けた。制限時間は 1 つの単語につき 45 秒であった。

アイデア生成フェーズ アイデア生成フェーズは 2 条件で共通であった。参加者には「タオルの普段とは異なる使用法」を考えるように求めた。思いついたアイデアを回答用紙に書き出すように求めた。回答用紙は，A4 用紙 1 枚に回答欄を 10 個設けたものであり，回答用紙 5 枚で 1 冊の冊子とした。特徴探索フェーズにおいて活性化した知識の活用を促すため，「アイデアを思いつかなくなった場合には，先ほどの課題で考えたタオルに関するものごとを活用してみてください」と教示した。制限時間は 15 分であった。

3. 結果

活性化した知識の量と顕在性

はじめに，共通点として列挙された記述を「タオル」からの連想語として評価できるようにするため，記述の一部を修正した。「どちらも」「～という点で共通している」という表現があるものはその表現を削除し，特徴の記述だけが残る形に修正した。これに該当する記述は 57 個であった。また，文字や音韻に着目したもの（例：「3 文字のカタカナ語である」「～文字目の母音が共通している」など），記述が完了しておらず意味がとれないもの，共通点になっていないと第 1 著者が判断したもの（例：「タオルはワインが染みやすい」など）は除外した。これに該当する記述は 57 個であった。残った記述について，研究の目的を知らない，心理学を専攻する大学院生 2 名がその顕在性を 7 段階（1～7 点）で独立に評定を行った。顕在性は「自分自身にとってどのくらい思いつきやすいかの程度」と評定者に呈示した。「意味がわからない」などの理由で評定者のうち 1 名でも評定不能とされたものは分析から除外した。これに該当する記述は 10 個あった。

共通点の探索が知識の活性化の量に及ぼす影響を検討するため，列挙された内容の数の条件別平均値をウェルチの t 検定により比較した。その結果，連想語列挙条件 ($M = 61.43$, $SD = 21.83$) の方が，共通点探索条件 ($M = 20.05$, $SD = 9.76$) に比べて，列挙された内容の数が有意に多かった ($t(28) = 7.93$, $p < .001$)。

共通点の探索が活性化する知識の顕在性に及ぼす影響を検討した。記述ごとに評定者 2 名による評定値の平均値を算出し，さらに参加者ごとに平均値を算出して個人の得点として分析に使用した。活性化した知識の顕在性の条件別平均値をウェルチの t 検定により比較した。その結果，活性化した知識の顕在性は，連想語列挙条件 ($M = 4.68$, $SD = 0.44$) の方が，共通点探索条件 ($M = 3.82$, $SD = 0.57$) に比べて有意に高かった ($t(38) = 5.50$, $p < .001$)。すなわち，共通点探索条件の方が，より顕在的でない知識が活性化していたと言える。

生成されたアイデアの量と質

参加者によって記述されたすべてのアイデアについて，研究の目的を知らない，心理学を専攻する大学生 3 名が実現可能性，独自性，面白さの 3 つの観点からそれぞれ 7 段階（1～7 点）で独立に評定を行った。実現可能性は「そのアイデアが実現しやすいと思う程度」，独自性は「他の人では思いつかないだろう，珍しいと思う程度」，面白さは，「そのアイデアを面白い（なるほど・魅力的だ）と思う程度」として評定者に呈示した。意味がわからないなどの理由で 1 名の評定者が評定不能としたアイデアは残りの 2 名による評定を使用し，2 人以上の評定者が評定不能としたアイデアは分析から除外した。前者にあたるアイデアが 19 個，後者にあたるアイデアが 3 個あった。

表 1　アイデアの質の条件別平均値
（括弧の中は標準偏差）

	連想条件	共通点探索条件
実現可能性	6.57 (0.18)	6.48 (0.32)
独自性	2.67 (0.49)	2.94 (0.85)
面白さ	2.23 (0.44)	2.38 (0.71)

共通点の探索が生成されるアイデアの量に及ぼす影響を検討するため，アイデア数の条件別平均値をウェルチの t 検定により比較した。その結果，連想語列挙条件 (M =14.66, SD = 8.21) と共通点探索条件 (M = 15.76, SD = 6.11) とでは有意な差は見られなかった (t (37) = .49, p = .31)。

共通点の探索が生成されるアイデアの質に及ぼす影響を検討した。各アイデアについて 3 名による評定値の平均値を算出し，さらに参加者毎に平均値を算出して個人の得点として分析に使用した。実現可能性，独自性，面白さの各条件別平均値（表 1）についてウェルチの t 検定により比較した結果，実現可能性，独自性，面白さのいずれの指標においても，有意な差は見られなかった（実現可能性：t (31) = 1.07, p = .15, 独自性：t (32) = 1.22, p = .12, 面白さ：t (34) = 0.79, p = .22）。

4. 考察

本研究では，関連性の低い 2 つの対象間で共通点を探索することが活性化する知識の顕在性と生成されるアイデアの量と質に及ぼす影響を検討した。その結果，対象の特徴を考える段階においては，共通点の探索によって，顕在的でない特徴の活性化が促進されたことが示された。これは，Yamakawa & Kiyokawa (2016) と一致するものであった。しかし，アイデアの量や質については共通点の探索による効果は見られなかった。

この結果は，特徴探索フェーズにおいて顕在的でない知識が活性化したとしても，アイデア生成においてその知識が活用されなかったことにより生じた可能性が考えられる。本研究では，アイデア生成の際に特徴探索フェーズで活性化した知識の活用を促すため，「アイデアを思いつかなくなった場合には，先ほどの課題で考えたタオルに関するものごとを活用してみてください」と説明した。しかし，この教示だけでは活性化した知識の活用が十分に促進されていなかった可能性がある。すなわち，アイデア生成フェーズにおいて新たな活性化が生じてしまったために，生成されるアイデアの量や質に条件間で違いが見られなかったと考えられる。そのため，顕在的でない知識に基づいたアイデアを生成するためには，さらなる介入が必要であると言える。例えば，特徴探索フェーズとアイデア生成フェーズをわけるのではなく，特徴を 1 つ発見するごとにそれに基づくアイデアを考えるようにすることで，活性化した知識を積極的に活用することができるようになる。このような設定をしたうえで，共通点の探索がアイデアの量や質に及ぼす影響を検討する必要がある。

参考文献

[1] Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2006). How the group affects the mind: A cognitive model of idea generation in groups. *Personality and Social Psychology Review*, 10, 186-213.

[2] Yamakawa, M. & Kiyokawa, S. (2016). Effects of commonality search on activated knowledge for idea generation. Abstracts of the Psychonomic society (Poster presented at Psychonomic Scoiety's 57th Annual Meeting. Boston, Massachusetts, USA), 21, 168.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

5人人狼における村人の意思決定過程の研究
How do villagers make decision in the game of 5-players' werewolf?

杉本　磨美†，伊藤　毅志†
Mami Sugimoto, Takeshi Ito
†電気通信大学
University of Electro-Communications
sugimoto@minerva.cs.uec.ac.jp, ito@cs.uec.ac.jp

Abstract

"Werewolf" is a communication game in which players divided into two groups advance discussion while hiding roles and aim to survival. In this research, we used "five-players' werewolf" as an example and examined how villagers who don't possess special abilities make decisions, using an experiment.

As the result, a model that is making decisions considering "logical rationality" and "economic rationality" was led as a hypothesis. "Logical rationality" is an act of examining the logical contradiction of the remark by others, and "economic rationality" is a criterion for how villagers are most likely to win.

Keywords — Werewolf, five-persons' werewolf, logical rationality, economic rationality,

1. はじめに

「人狼」は、近年研究対象として注目を集める多人数不完全情報ゲームである。プレイヤは互いの役職を知り得ない（役職によっては一部を知ることが出来る）状況下で、目的の異なるプレイヤ同士が会話を通して意思決定を行う。ゲーム情報学の分野では、人狼知能プロジェクトが 2013 年から始められ[1]、人工知能の新しい研究テーマとして注目を集めている。

人狼ではプレイヤごとに情報量の差があり、情報を持つプレイヤによる他プレイヤの説得や、ウソの情報を用いた騙りによる誘導などが行われる。確定した情報を持たないプレイヤは勝率や論理性などを考慮し、他者の発言の論理的な矛盾などを参考に意思決定を行う。しかし、熟達したプレイヤ同士のプレイでは論理的矛盾が生じず、それ以外の何らかの情報を用いて意思決定を行っていると思われる。

このような状況において、実際の人間プレイヤがどのように考えて、意思決定を行っているのかを認知科学的手法で調べる研究はまだ殆ど行われていない。本研究では、人狼ゲームにおいて役職による情報を持たない「村人」に焦点を当て、村人がどのように考えて投票の意思決定を行っているのかについて調べていく。

2. ５人人狼とは

2.1. 人狼の歴史

「人狼」は、1986 年にソビエト連邦のモスクワ大学心理学者 D. Davidoff 氏によって考案された、市民とマフィアが争う「Mafia」というゲームに由来する。もともとは、情報が不均衡をテーマにした高校生向けの授業で、生徒の数人に「密約」を結んでもらい、その密約の内容を議論によって推理させるというもので、そのうち、この議論では、密約の内容よりも「誰が密約したのか」に興味が集中することに気が付き、「Mafia」というゲームが誕生したとのことである[1]。

これがヨーロッパに広がり、多くのローカルルールが付与され、その後、1997 年頃アメリカの Andrew Protkin 氏によって、「村人に紛れ込んだ狼男」というストーリーが導入され、ルールが整備されていった。2000 年代に入り、現在のような「人狼」のゲームが確立されていった。

2.2. 人狼のルールと 5 人人狼

「人狼」とは、事前に決められた公にされていない役割を持つプレイヤが、二つの陣営に分かれ、コミュニケーションによって自分の陣営を有利に導こうとするコミュニケーションゲームである。

ゲームのルールは統一化の動きもあるが、ローカルルールも多い。一般的な「人狼」では、人狼陣営は、“人狼”と“狂人”、村人陣営は、それ以外のプレイヤに分かれる。役職を持つ村人としては、“占い師”、“霊媒師”、“狩人”などがあり、役職を持たない“村人”も存在する。勝利条件は、村人側が人狼を全滅すること、人狼側は人間と人狼の数が同数になることである。

ゲームは勝敗が決まるまで、以下の昼夜のターンを繰り返す。昼のターンでは、全員で議論を行い、処刑する人を投票で決める。夜のターンは、人狼側が人狼以外の一人を選んで襲撃し、占い師は生存中の一人を占い人狼か否かを知る。霊媒師は、処刑された人が人狼か否かを知り、狩人は自分以外の一人を指定して守ることが出来る。もし、人狼側が襲撃した人と狩人が指定した

人が同じであった場合、その夜は誰も死亡しないこととする。処刑された人、襲撃が成功した人は死亡扱いとなり、それ以降ゲームには関与できなくなる。

プレイヤの人数に応じて、役職やそれぞれの役職の人数も変化する。上述したようにローカルルールも非常に多い。そこで、研究対象として「人狼」を考えるために、人狼知能プロジェクトでは、レギュレーションの統一化が図られている。人狼知能プロジェクトでは、これまで、15 人で行う「人狼」が一般的であったが、人数も役職も多くなり、分析は困難を極める。そこで、本研究では、プレイ人数を 5 人に絞った「5 人人狼」を対象にすることにした。ちなみに、5 人人狼でも人狼の基本的な要素を保持していることが指摘されており[2]、村人の思考過程を集中的に調べるためには、適度なテーマであると考えた。

5 人人狼における役職とそれぞれの能力について、まとめたものが表 1 である。

表 1　5 人人狼の役職と能力

役職	人数	能力
村人	2	なし
占い師	1	夜ターンに自分以外のプレイヤー人を指定し人間か人狼か知ることができる
人狼	1	夜ターンに自分以外の生存するプレイヤー人を襲撃できる
狂人	1	なし（占われても村人と判定される）

また、5 人人狼のゲーム進行を表したものを図 1 に示す。

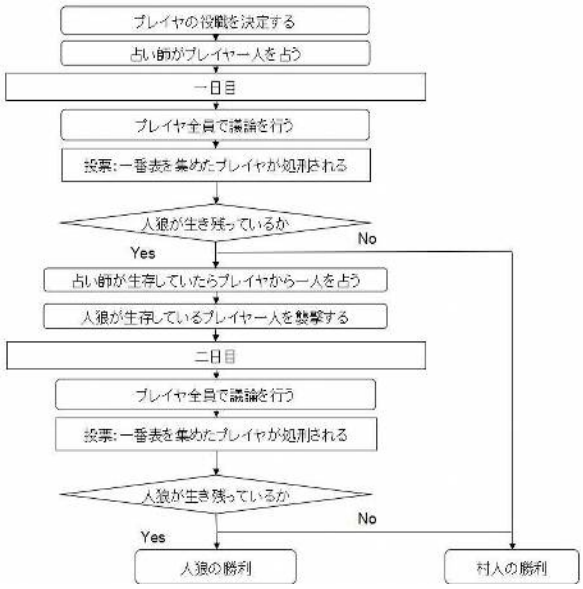


図 1　5 人人狼の進行

0 日目の夜に占い師が一人を占った状態からゲームが開始される。1 日目の昼では、一般の人狼と同様に議論が行われ、議論終了後処刑される人を投票で決定する。1 日目の夜には、（生き残っていれば）占い師がまた一人を占い、人狼が 1 人を選んで襲撃する。2 日目の昼の時点では、生き残っている人数は 3 人であり、2 日目の昼の議論終了後一人を処刑するため、生存者が 2 名となる。この時点で村人か人狼のどちらかの勝利条件を必ず満たすことになるので、最長でも 2 日で決着がつくゲームであると言える。

3. 関連研究

人狼を題材としてプレイヤの思考過程を直接調べようとする研究はまだない。しかし、稲葉らは Web 上の人狼 BBS を題材にして、プレイヤの会話にタグをつけ議論の構造を分析する研究を行っている[2]。

稲葉らは、人狼ゲームで各陣営の勝利に大きく影響する「占い師の占い先」、「処刑対象とする投票先」に関する発話を対象に、占い先を意味する「inspect-プレイヤ」、投票先を意味する「vote-プレイヤ」、これらの否定を意味する「inspect-not-プレイヤ」、「vote-not-プレイヤ」の 4 つのタグを付与した。これらのタグを用い、プレイヤ間の発話の付与タグが完全に一致、もしくはどちらかの部分集合である場合を同調した発話、主張する占い先、投票先がすべて異なる場合、または一方が指定した対象をもう一方が否定した場合を反駁した発話と判定し、議論の構造を分析した。

その結果、発話数の点では人狼は人間と比べ反駁の割合が多く、ゲームの勝敗で分類したところ、人狼が勝利したゲームでは反駁が同調より多くなっていることがわかった。また同調・反駁した発話の対象が人狼か人間か区別して分析した結果、人狼は人狼対象の投票先の発話には同調より反駁を行い、占い先の発話でも同調の発言がより少ないことが判明した。このことから、人狼プレイヤは比較的反駁が多く、同調しづらいことが明らかになった。

稲葉らの研究では、議論中の投票先、占い先についての発言を対象に分析を行っている。しかし、それ以外の発言については、分析が行われていない。本研究では、殆ど情報を持たない村人を対象としているので、同調、反駁をする根拠を持たないプレイヤである。したがって、それ以外の種類の発言についてもタグを付けて、分析を行っていく必要がある。

また、エージェントが行う意思決定に関する研究と

して、伊藤らの研究があげられる[3]。伊藤らは、会議スケジューリングを題材とした研究で、説得について、以下のように述べている。「説得側が送信したメッセージを説得される側が受け取り、説得される側が自分の知識や信念を変更し、説得のメッセージに同意すること」としている。説得が成立するには、エージェントの行動が「経済的合理性」や「論理的合理性」を満たしていることが前提にあるとされる。

人狼ゲームでは、処刑するプレイヤを議論後の投票で決めるため、プレイヤは自分の意図に沿うように他のプレイヤを説得、誘導する必要がある。役職による確定した情報を持たない村人は、情報を持っているであろう特殊な役職の他プレイヤからの説得や誘導に大きく左右される。

本研究では、伊藤らの「経済的合理性」や「論理的合理性」の観点を参考に人狼プレイヤの意思決定過程を詳細に調べていく。

4. 予備実験

4.1. 目的

5 人人狼において、村人が重要な意思決定を行うゲームを同定する。実際に、どのようなゲームのパターンがありそうか、分析対象となりうるゲームのパターンを明らかにする。また、ゲームの進行を記録する手法を提案する。そして、会話内容を調べ、どのようなタグが付けられるのかを検討する。

4.2. 方法

5 人人狼のプレイ経験のある公立はこだて未来大学の学生、男女 10 名（男性 8 名、女性 2 名）を実験対象に、以下の手順で実験を行った。

1) 男性 4 名、女性 1 名でグループを作成し、2 つのグループで交互にゲームをさせた。
2) 各グループ 7 ゲームずつ、合計 14 ゲーム行い、その様子を動画に撮影した。なお、ゲーム中の議論一回の時間は 3 分間とした。
3) 動画からプレイヤの行動をゲームの記録（棋譜）としてエッセンスを抽出し、記述する。
4) その棋譜を分析し、分析対象と成り得るゲームを明らかにする。
5) 分析対象のゲームの発言を文字に起こし、発言内容に仮のタグを付け、意味の類似したタグを統合した。

なお、4）で分析対象と成り得るゲームとは、ゲーム中に村人が十分に考える余地があったと思われるゲームと定義する。

4.3. ゲームの記録方法の提案

今後、多数のゲームを扱っていく上で、ゲームの進行を見通せる表現形式があると、便利である。ここでは、ゲームの進行やプレイヤの行動や発言の最低限の流れをなるべくシンプルにわかりやすく記録する方法を提案する。

プレイヤの重要な言動とそれに対応する符号を以下のように設定する。

a) 役職のカミングアウト
…CO：【役職名】
b) 人狼の襲撃
…＞＞【プレイヤ番号】
c) 占い師の占い先と占い結果
…Div＞【プレイヤ番号】【W or V】
d) 投票時の投票先
…【プレイヤ番号】

また、役職名に対する符号は、「村人」…V、「占い師」…D、「人狼」…W、「狂人」…M とする。

これらを使って、プレイヤの行動を表現する。以下に、いくつかの例を示す。

＜例 1＞あるプレイヤが占い師であることをカミングアウトした場合。
CO：D

＜例 2＞人狼が 3 番のプレイヤを襲撃した場合。
＞＞3

＜例 3＞あるプレイヤが 4 番のプレイヤを占って人狼であると発話した場合。
Div＞4W

4.4. 棋譜と対象とするゲーム

実験から 14 ゲーム分の棋譜が得られた。実際に動画から得られた棋譜のうち 2 例を以下の表 2、表 3 に記載する。

表 2　グループ 1 ゲーム 4

プレイヤ番号	1	2	3	4	5
役職名	人狼(W)	狂人(M)	占い師(D)	村人1(V1)	村人2(V2)
キャスト	4	5	2	1	3
0日目夜			Div＞1		
1日目昼間					
仮投票	1	3	3	5	5
					CO:V
1日目投票	5	2	3	5	5
1日目夜	＞＞2		Div＞3		
2日目昼間				CO:V	
	CO:V				
2日目投票	3			4	4
				win	win

表3　グループ1ゲーム5

プレイヤ番号	1	2	3	4	5
役職名	人狼(W)	狂人(M)	占い師(D)	村人1(V1)	村人2(V2)
キャスト	5	1	3	2	4
0日目夜			Div>5		
1日目昼間					CO:V
			CO:D		
			Div>5W		
1日目投票	3	3	5	5	5
			win	win	win

上記の棋譜見ると、グループ1のゲーム4ではゲームが二日間にわたり、二日目の昼では人狼と村人だけが生存し、占い師や狂人の情報がないまま村人が思考する余地があることがわかる。

一方グループ1のゲーム5では占い師が人狼を当てるだけに留まり、狂人や人狼は何の対抗策も示さずに、そのまま人狼が処刑されている。

本研究の対象としたいゲームは、村人が何らかの意思決定を行っているゲームであるため、グループ1ゲーム4は分析対象と成り得るゲーム、グループ1ゲーム5は対象外と分類すべきであろう。つまり、以下の2つの条件を同時に満たすものを分析対象とするゲームとする。

1）初日に2人以上の占い師のカミングアウトがあること。

2）初日に人狼が処刑されず、2日目に進んでいること。

その結果、分析対象とするゲームは、グループ1ゲーム4,6,7,グループ2ゲーム7。分析対象外のゲームは、グループ1ゲーム1,2,3,5,グループ2ゲーム1,2,3,4,5,6となった。

上の結果から、分析対象とするゲームについてタグ付けを行った。

4.5. 発言のタグ付け

以下にグループ1ゲーム4の発言の一部を抜粋する。

＜前半略＞

4(W)：だって、なんだろうね　（ゲームの流れ）

3(V)：うん（相槌）、あー　（感嘆）

5(M)：不毛な感じする　（感想）

1(V)：うーん、ランダムだと　（方針）

4(W)：いや別にいいんだけどさ　（感想）

5(M)：さっき処刑されたから　（過去のゲーム）

＜以下略＞

ここに見られるような「ゲームの流れ」、「方針」、「過去のゲーム」、「感嘆・相槌」や、これ以外にも、「同意」、「疑い」などの、一般に人狼ゲームで見られる発話が多数見つかった。これらは、本実験でも利用できる可能性が高いと予想される。

一方で、ゲームの進行にあまり関係のない「感想」などのタグもかなり多く見られた。これは参加者の5人人狼の習熟度に関係すると思われる。今回実験に参加した学生は習熟度は問わず、ルールは知っているものの、数回しかプレイしたことのない初心者の学生も多く存在した。つけられたタグのうち、「感想」などのゲームとはあまり関係のない発言が多いことから、初心者同士のプレイのため何について話せばよいのか理解していなかったことが強く推察される結果となった。

4.6. 考察

今回の予備実験から、ゲームの進行を示す棋譜の記法を提案し、それによってゲームの分類が容易になったことが示された。この記法は、ゲームの進行を理解する上で役に立つものであることが示された。

また、人狼というゲームにおける意思決定の研究を行う場合、プレイヤの熟達度がある程度必要であることも示された。ルールを覚えただけでは、人狼というゲームを理解したとは言い難い。それぞれの役職で何をすべきかをある程度理解しないと、ゲームを理解してゲームに沿った意思決定ができないことが示唆された。

5. 本実験

5.1. 目的

5人人狼において、村人がどのように投票先を決定していくのか、ゲーム中の発話と終了後のインタビューから分析して、村人の意思決定過程を明らかにする。

5.2. 方法

5人人狼を十分に習熟した公立はこだて未来大学の学生12名（男性11名、女性1名）を実験対象とした。実験参加者には、5人人狼の基本的なプレイを十二分に理解してもらうために、最低でも10回位上のプレイ経験を積んで貰った。

参加者を重複のある3グループに分け（但し一人あたり最大でも2グループに参加とする）、交代で以下の手順を繰り返し、実験を行った。

1) 5人人狼を行わせ、その様子を動画に撮影した。この実験では一回の議論の時間を5分とした。

2) ゲーム終了後、2日目まで生き残った村人役の一人にゲーム中の動画を見せながら、どのように投票先を決めたのかをインタビュー形式で訊ねて発話させた。

ゲーム中の会話とインタビューにおける村人の発言の分析は、以下のように行った。

ゲーム中のプレイヤの会話は、プレイヤごとに時間経過に沿って文字に起こし、発言内容に合わせたタグで符号化した。使用したタグは他研究のものに[4]、予備実験の結果から、必要と思われるものを追加した。付録１に使用したタグをまとめている。

インタビューの発言は、ゲーム中のプレイヤの会話を符号化したものの隣に文字で起こした。この発言の記述開始地点は、インタビュー中に再生していたゲーム中の動画に合わせた。

5.3. 結果

13 ゲーム行い、分析対象となりうる 6 ゲームでインタビューを行った。そのうち本研究の趣旨に合うゲーム、すなわち２日目に村人が意思決定をすることでゲームの勝敗が決まってしまうゲームを中心に、ゲーム中の会話のタグ付け分析を行った。表１は対象とした一つのゲームの棋譜である。

表４　分析対象となったゲームの棋譜

プレイヤ番号	1	2	3	4	5
役職名	人狼	占い師	村人	村人	狂人
0日目夜		Div>1			
1日目昼間	CO:D	CO:D			CO:D
	Div>3V	Div>1W			
					Div>3W
		Sus>5			
			Sus>5		
	Sus>2				
			Sus>1,2,5	Sus>1,2,5	
		Vote>2			
			Vote>5		
				Sus>1,2,5	
	Vote>2	Vote>1	Vote>5		
1日目投票	5	1	5	5	3
1日目夜	>>3	Div>3			
2日目昼間	Div>2W				
2日目投票	2	1		1	
	lose	win	win	win	lose

このゲームの進行を見てみよう。このゲームでは、1 日目に、占い師の他に、人狼と狂人が占い師とカミングアウトした。狂人のカミングアウトのタイミングが少し遅れたために、その後、疑われることになる。

占い内容を見てみると、プレイヤ 2 の占い師はプレイヤ 1 の人狼をいきなり見つけていて、人狼はプレイヤ 3 の村人を村人と主張し、狂人はプレイヤ 3 を人狼だと主張する。狂人と人狼の二人の主張が食い違う展開となる。村人プレイヤ 4 は、この状況下で、一日目の投票先を決めなければならなくなる。

また、２日目には、プレイヤ 1 は、プレイヤ 2 を占って人狼だと判定し、プレイヤ 2 はすでに人狼を当てているので、他の判定結果について言及しなかった。プレイヤ 4 から見て二人とも論理的には破綻していない。この状況でどちらかに投票先を決めなくてはならない状況となる。プレイヤ 4 は、これまでの他者の発言だけから、意思を決定しなくてはならないプレイヤであり、本研究の典型的な研究対象である。そのため、このゲームを中心に分析を進めることにした。

プレイヤ 4 へのインタビューしたところ、プレイヤ 4 が見たこのゲームの流れが見えてきた。それを以下に、概要を説明する。（●は客観的観察内容で、○は主観的内容を表す。）

＜１日目＞
- ●プレイヤ 2 は自分の占い結果から 1 番への投票を主張
- ●プレイヤ 3 はどのプレイヤから見ても疑わしく、人狼でなくても勝利に近づくと 5 番を主張
- ●プレイヤ 1 は自分を人狼としているから 2 番が怪しいと主張
- ○プレイヤ 2 の説明に共感
- ○プレイヤ 3 の説明を辻褄があうと感じる

＜２日目＞
- ●プレイヤ 1 は 2 を人狼と判定
- ●プレイヤ 2 は自分が生きている理由をプレイヤ 1 が 2 を人狼と言ってプレイヤ 4 に自分へ投票されるように仕向けるためと主張
- ○プレイヤ 2 の説明がプレイヤ 3 の説明と合致すると感じる
- ○プレイヤ 1 に対する共感が 2 日を通して無い

表５　プレイヤの発言の集計結果

キャスト	1	2	3	4	5
役職	人狼	占い師	村人	村人	狂人
総発言数	78	91	65	45	13
OT除く	49	60	42	24	5
割合	63%	66%	65%	53%	38%
非論理的発言	0	5	1	2	0
同調	15	4	5	6	1
反駁	4	4	1	0	0
他者を対象にした発言	対象:2 7 M(2):W(2),Ex(2):7	対象:1 17 FT(1W),W(1):8 Ex(1):Vo(1):6 2日目:1が3を襲撃した理由:2 対象:5 5 M(5):5	対象:5 10 M(5),W(5):4 Vo(5),Ex(5):6	とくになし	とくになし
視点を含めた	9	15	7	4	1
IS	6	12	5	0	0
OS	3	3	2	4	1
その他	意見を聞く(MS)	意見を聞く(MS)	意見を聞く(MS)	意見を聞く(MS)	なし
	0	3	3	2	
	自身の主張 11 CO(D):5 IS:6			状況確認 11 OS:4 CS:7	

また、プレイヤの発言数を集計したものが表５である。これを見ると、プレイヤ2、3がプレイヤ１に比べてかなり発言数が多いことが認められた。内容を見ると、プレイヤ１と２は、いずれも論理的な破綻は見られなかった。

5.4. 考察

プレイヤ４（村人）の思考過程を見ると、１日目では、投票先を主張するプレイヤの中で、共感したプレイヤ２と３の主張を比較している。プレイヤ２はプレイヤ１を怪しいとし、プレイヤ３はプレイヤ５が怪しいと主張していた。論理的合理性の点でこの二人の主張に差は無いが、二人の主張を比較するとプレイヤ２とプレイヤ３では、後者の主張の方が村人側の勝つ確率の点では優れていると判断した。その結果、プレイヤ３の意見に同調する形でプレイヤ５に投票することとなった。

一方、二日目では、プレイヤ２に比べ、プレイヤ１には共感しなかったことが報告されている。プレイヤ２はプレイヤ１を怪しいとし、プレイヤ１はプレイヤ２を怪しいとしている。論理的合理性の点から見ても、二人の主張の間に差はない。また、どちらかが人狼であるという論理的帰結以外に、勝率の差も存在しない。このような状況下で、最終的な判断基準となるのは、「共感」であった。この二人に対する共感の差がどこから生まれたのかは、発話のタグだけでは判断出来なかった。

ここで、プレイヤの発言量を比較から、主に発言していたプレイヤ１、2、3のうち、「他プレイヤを処刑しようとする発言」や、「自分視点での状況説明」といった発言の量に差が見られた。これらの発言がプレイヤ１に比べて、プレイヤ2、3はかなり多く、これがプレイ中プレイヤ４に共感を与えていた可能性がある。このことから、対象を固定した処刑先の発言や自分視点の状況説明を多く行うことは、村人プレイヤへの共感を呼び起こす可能性があることが示唆された。

以上をもとに、村人プレイヤの意思決定過程を考察すると、以下の図２のような順で考えているのではないかと考えられる。

まずは、論理的な矛盾が無いかという「論理的合理性」に着目する。そこに矛盾が生じていなければ、自分の陣営の勝率に基づいた「経済的合理性」を考慮する。そのいずれにおいても差が見られない場合は、自分目線での発話量など、それまでの発話の信憑性を元に、２つの対立仮説を吟味する。

多くの言葉で語られる事柄については、その発言に自信を持っているというように感じられて、「共感や信頼」が生じるのではないだろうか。その結果、より多く共感を得た意見の方を採用しやすくなるのではなかろうか。

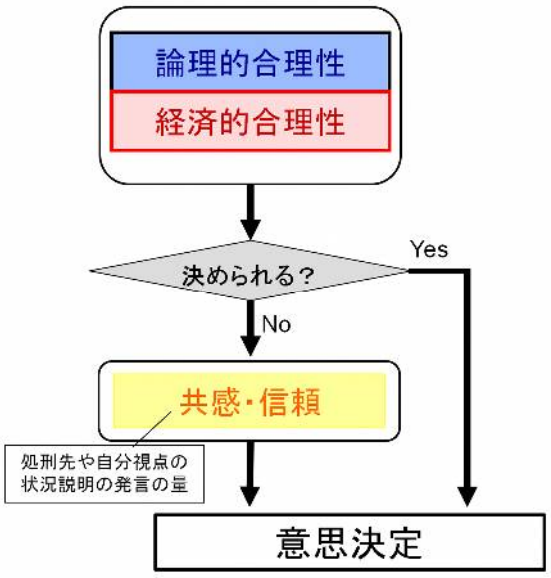


図２　村人の意思決定過程

6. おわりに

本研究から、村人は他プレイヤの発言の「論理的合理性」と「経済的合理性」を考慮して意思決定を行っている様子が見られた。しかし、これらの観点で同等の状況で選択をする場合には、「共感」するプレイヤの発言に影響を受けることが観察された。特にプレイヤの処刑先や自分視点の状況についての発言数が信用に影響を与える可能性があることも示唆された。

このことから、情報の乏しい村人プレイヤは他者の発言から、論理的合理性、経済的合理性を考慮して発言を比較し、他者に対する共感度に応じた発言の影響を受けて意思を決定するという意思決定の思考モデルが仮説として得られた。

今回得られた仮説を検証するため、もっと多くのゲームを対象に詳細に分析を行っていきたい。

参考文献

[1] The Original Mafia Rules: http://web.archive.org/web/19990302082118/http://members.theglobe.com/mafia_rules/

[2] 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 稲葉通将, 篠田孝祐, 松原仁, 人狼知能プロジェクト, 人工知能学会論文誌, vol.30(1), pp.65-73 (2015).
[3] 伊藤孝行,新谷虎松,マルチエージェントにおける説得に基づく会議スケジューリングについて,人工知能基礎論研究会(28 回),pp.80-85 (1997).
[4] Daisuke Katagami, Shono Takaku, Michimasa Inaba, Hirotaka Osawa, Kosuke Shinoda, Junji Nishino, Fujio Toriumi, Investigation of the Effects of Nonverbal Information on Werewolf,2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), pp.982-987 ,(2014).

付録1:本実験で会話に付加したタグ

本研究で会話の分類に使用したタグを以下に挙げる。タグは、「記号 (単語)」という形式で表記し、その後に説明と例を挙げている。すべてのタグは、先に not を付けることでその内容の否定を表す。

・CO(Coming Out)…自分の役職を宣言する。
（例）私は占い師だ。 -CO(D)
・Re(Reason)…理由を話す。
（例）a は占い師だから、 -Re(D(a))
・Su(Suspect)…他者の言動を疑う。
（例）a が怪しいと思う。 -Su(a)
・Cr(Criticism)…他者の行動や意見を批判する。
（例）a の意見はおかしい。 -Cr(a)
・De(Decision)…確定した情報を述べる。
（例）a が占い師だ。 -De(D(a))
・At(Attack)…人狼の襲撃先について話す。
（例）a が襲われた。 -At(a)
・FT(Fortune Telling)…占い結果や占い先を話す。
（例）a は村人だった。 -FT(aV)
（例）a は b を村人と言った。-(a)FT(bV)
・MS(Make Speak)…他の人の意見を聞く。
（例）a は誰が人狼だと思う？ -MS(a,人狼は誰)
・Con(Consent)…他者の意見に同意する。
（例）a の言う通りだと思う。 -Con(a)
・OT(Other)…タグに分類されない内容を話す。
（例）ああ。-OT(相槌)
・Fa(Fake)…役職や情報を騙っていることを話す。
（例）a は占い師を騙っている。 -(a)Fa(D(a))
・TD(True Decision)…占い師以外が占い師を騙り、正しい占い結果を話す。
（例）a は村人だった。 -TD(aV)
・FD(False Decision)…占い師以外が占い師を騙り、偽りの結果を話す。
（例）a は人狼だった。-FD(aW)
・Ar(Argument)…他者の意見に反対する。
（例）a の言うことに反対だ。-Ar(a)

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

自動車運転中のマルチタスク遂行における認知的リソース配分の個人差

西崎 友規子[†]，永井 聖剛[‡]
Yukiko Nishizaki, Masayoshi Nagai
[†]京都工芸繊維大学，[‡]立命館大学
Kyoto Institute of Technology, Ritsumeikan University
yukikon@kit.ac.jp，mnagai@fc.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

自動車運転中のスマートフォン操作等，マルチタスク遂行が引き起こす重大な交通事故が社会問題となって久しい。ナビ操作や空調操作等を含めれば自動車運転そのものがマルチタスクであり，安全にマルチタスク遂行させるためには，マルチタスク遂行の特性を明らかにし，個人の能力に応じた支援や操作制限を行っていく必要がある。

マルチタスク遂行能力に関する研究として，Watsonらは，マルチタスク遂行によるネガティブな影響を全く受けない人（supertaskers）が集団の中に約2.5%いることを示している(Watson & Strayer, 2010; Medeiros-Ward & Watson, 2015)。一方，マルチタスク遂行を好むのは，衝動生が高い人（Sanbonmatsu, et al., 2013）であることも示されているが，マルチタスク遂行力を決定づける要因については未だ明らかな解は得られていない。

2. 研究背景と目的

著者らは，マルチタスク遂行の能力は認知資源容量の個人差と関連すると考え，リスニングスパンテスト（LST，苧阪，2003）で測定したワーキングメモリ容量の異なる実験参加者群にリスニング課題と書字課題を同時に遂行させ，リスニング課題が書字課題から受ける影響を調べた（西崎，永井, 2016）。その結果，LSTで測定された認知資源容量の少ない群（低スパン群）に限っては，リスニング課題遂行中，低負荷の書字課題を課されてもリスニング成績に変化が生じないことが示された。認知資源容量の少ない群は，適切な負荷量であれば，２つの課題を同時に遂行できることができることが示され，ワーキングメモリ課題で測定される認知資源容量の個人差のみが，マルチタスク遂行能力を決定づけているわけではないことを明らかにしたこれより，マルチタスク遂行の個人差は，ワーキングメモリ課題で測定する認知資源容量という理論上のマルチタスク遂行能力だけでは予測できず，その他の要因（日常経験，さらにそれを支える認知スタイルや性格特性の個人差）が影響を与えている可能性もある。ただし，同時に遂行するマルチタスクの性質が，リスニング課題と書字課題という双方とも言語情報処理を必要とする課題であり，本結果の一般化のためにはさらなる実験的検討が必要と考えられる。

そこで本研究では，同時に遂行させる２つの活動を異なる情報処理が必要となる課題，さらに，よりリアルな状況下でのマルチタスク遂行シーンとして“運転中に会話（発話）を行う状況”を想定し，西崎・永井（2016）で示された認知資源容量の少ない群が同時に２つの課題を遂行することができるかを検証した。さらに，日常的なマルチタスク経験，メタマルチタスク遂行力，および衝動性傾向とマルチタスク遂行成績の関係を調べ，マルチタスク遂行力のメカニズム解明に一助となる基礎的知見の獲得を目的とした。

3. 方法

一次課題を運転行動課題，二次課題を数発話課題とした二重課題実験を行った。認知資源容量が豊富ではないと推定される実験参加者群が負荷量の異なる二次課題から受ける影響を比較した.

3-1. 実験参加者

日本語を母語とする大学生55名を対象に，認知資源容量の異なる実験参加者群抽出のため，日本語版オペレーションスパンテスト（OSPAN，小林・大久保，2014）を実施した。完全加点法による OSPAN 得点45 以下を低スパン群と定義し，22 名が二重課題実験に参加した。

3-2. 実験課題

一次課題：ドライビングシミュレータ（フォーラムエイト製；UC-winl/Road Ver.11 Standard）を使用し，緩やかなカーブが続く一本道を時速 40km で走行する課題とした。実験参加者が運転する車両幅は 1.94m，運転コ

ースの道路幅は 3.90m と設定した。これは国土交通省の補助事業（狭あい道路整備等促進事業）によって狭路と定義される幅員 4m 未満の道路に該当し，慎重な運転が必要な道路環境と考える。道路の左右にガードレールを設置し，実験参加者が運転する車両がガードレールに接触すると“crash”と警告が表示された。実験参加者は，ドライビングシミュレータの操作方法を習得した後，可能なかぎりガードレールに接触せず，時速 40km を保ちながら走行することが求められた。１回の走行コースは 2 分半であった。一次課題のパフォーマンスは，ガードレールへの衝突回数と１コース内での平均速度とした。

二次課題：数字を発話する課題とした。負荷小条件では，実験参加者は約１秒に１回刻まれるメトロノーム音にあわせて数を１から順に心の中で唱え，10 毎に発声することが求められた。負荷大条件は計算課題とし，繰り上がり，あるいは繰り下がりのある，二桁の足し算，もしくは引き算（ex, 24+37=?，61-19=?）が音声提示され，口頭で回答することが求められた．回答猶予時間は約 2 秒であった。

図 1　実験の様子

3-3. 手続き

実験参加者は最初に，運転走行課題，及び数字の発話課題（負荷小，負荷大）の練習を行い，各課題の回答方法に習熟した後，本実験に移行した．本実験では，統制条件（二次課題なし），負荷小条件，負荷大条件の３条件で各 2 つの運転走行課題を行い，各条件，および運転コースと計算課題の種類と順序はカウンターバランスされた．負荷小条件，負荷大条件では，「運転課題と計算／数カウント課題のいずれも，単独での課題成績と比較しますので，疎かにすることなく遂行してください」と教示し，実験参加者がどちらか一方の課題に手を抜くことのないよう注意を促した。

また，二重課題実験終了後に，日常的注意経験尺度（篠原ら，2007）を参考に作成した「日常マルチタスク経験」を問う質問（8 項目），「メタマルチタスク能力」を問う質問（10 項目）を問う質問（および刺激希求尺度（柴田, 2008）の下位尺度のうち TAS(Thrill and Adventure)5 項目と DNS(Daily Novelty Seeking)5 項目を課した。

4. 結果

4-1. 一次課題のパフォーマンス

３つの実験条件（統制，負荷大，負荷小）において各２回ずつ運転走行を行った。本実験の前に実験参加者はドライビングシミュレータの操作を十分に練習したが，走行に対する慣れの影響を排除するために，各条件における２回目の走行の結果を分析対象とした。

衝突回数

１コースの間にガードレールに衝突した回数は，統制条件では 2.91 回（*SD*=2.13），負荷大条件では 1.63 回（*SD*=1.19），負荷小条件では 1.82 回（*SD*=1.69）であった（図１）。１要因分散分析を行った結果，有意な主効果が認められ（F=4.39, MS=10.42, p<.05），多重比較の結果，統制条件と負荷大条件（$t(42)$=2.74, p<.01），統制条件と負荷小条件（$t(42)$=2.35, p<.05）の間に有意な差が認められた。負荷大条件と負荷小条件の間に衝突回数における有意な差は認められなかった。

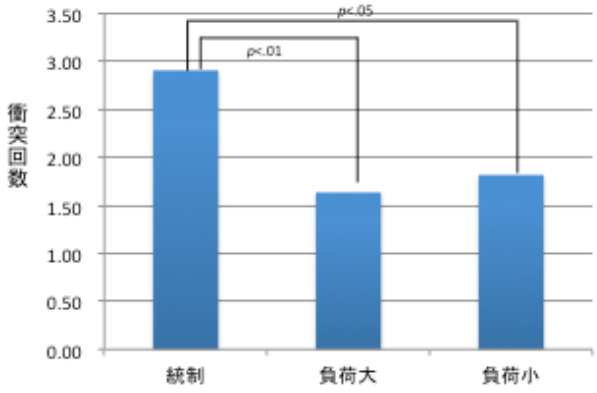


図 2　運転行動課題における衝突回数

平均速度

統制条件では 37.79km/h（*SD*=2.18），負荷大条件では 38.02km/h（*SD*=2.33），負荷小条件では 38.11km/h（*SD*=2.32）であり，3 条件間で平均速度に有意な差

は認められなかった。また，ブレーキ回数も検出したが，全実験走行中にブレーキを踏んだ実験参加者は1名のみであり，ブレーキ回数に関する有意な差は示されなかった。

4-2. 二次課題のパフォーマンス

運転行動課題と同時遂行した際の数カウント課題と計算課題のパフォーマンスについて，それぞれ単独で数カウント課題，計算課題を行った際のパフォーマンスを比較した。数カウント課題は，単独実施の際は169.54 回（*SD*=1.44），運転行動課題との同時遂行の際は 169.32（*SD*=1.61）であった。正答した計算課題の数は，単独実施の際は 20.41 問（*SD*=2.50），運転行動課題との同時遂行の際は 19.27 問（*SD*=2.36）であった。数カウント課題，計算課題ともに，単独遂行と運転行動課題との同時遂行時の間では，有意な差は認められなかった。

4-3. 日常的注意経験，および刺激希求性との関係

“日常マルチタスク経験”，“メタマルチタスク能力”，“刺激希求性”について得点化し，これらの心理・行動特性とマルチタスク遂行力との関係を調べた。マルチタスク遂行能力は，運転行動課題での衝突回数を指標とし，単独で遂行した際の衝突回数から計算課題，あるいは数カウント課題と同時に遂行した際の衝突回数を除した値とした。

その結果，負荷大条件（計算課題）でのマルチタスク遂行力は“日常マルチタスク経験”と負の相関（r=-.31, p<.05），“刺激希求性“との間にも負の相関（r=-.32, p<.05）が認められた。さらに，負荷小条件（数カウント課題）でのマルチタスク遂行力も“日常マルチタスク経験”と負の相関（r=-.30, p<.05）が示された。“メタマルチタスク能力”は，いずれの尺度とも有意な関連は見られなかった。

5. 考察

一直線の緩やかなカーブ道を走行するという運転行動課題のパフォーマンスにおいて，計算課題，あるいは数カウント課題を同時に遂行させた方が，衝突回数が少ないという結果が得られた。しかも，二次課題である計算課題，数カウント課題のパフォーマンスは単独遂行時と同等レベルを維持しており，OSPAN で測定された認知資源容量の少ない人達は運転走行と計算課題，あるいは数カウント課題ともに一定の水準を保ちながら同時遂行することができることを示している。本結果は，西崎・永井 (2016) を支持するものであり，運転行動と数の発声という情報処理領域が異なる課題の同時遂行においても，認知資源を分け合うのではなく，むしろ共有することによって両者のパフォーマンスを保っている人が一定数いることを確認することができた。今後は，認知資源容量が多いと推定される群（高スパン群）との比較を行い，本結果の解釈を行なっていく必要がある。

また，マルチタスク遂行力は“日常マルチタスク経験”，“刺激希求性“との間に負の相関が認められた。マルチタスク遂行力が低い人は日常的にマルチタスクを高頻度で行っているといえるが，これは自身のマルチタスクを正しく把握できていないことを示しており，“メタマルチタスク能力”と“日常マルチタスク経験”との間に生の相関が認められた（r=.48, p<.01）ことからも示唆される。さらに，“刺激希求性”が高い人はマルチタスク遂行力が低いことが示された。これは，“刺激希求性”と“日常マルチタスク経験”の間には有意な関連は見出されず先行研究に反する結果となったが，認知資源容量が一定値以下の参加者のみを対象としたためパフォーマンスに偏りが生じたことが要因といえるかもしれない。

参考文献

小林晃洋・大久保街亜 (2014) 日本語版オペレーションスパンテストによるワーキングメモリの測定, 心理学研究, 85, pp.60-68.

Medeiros-Ward, N., & Watson, J. M. (2015) On supertaskers and the neural basis of efficient multitasking. Psychonomic Bulletin & Review, 22, pp. 876-883.

西崎友規子・永井聖剛 (2016) マルチタスク環境下における認知的リソース配分の個人差，日本認知科学会第 33 回大会発表論文集.

苧阪満里子 (2002) 脳のメモ帳ワーキングメモリ．新曜社.

Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009) Cognitive control in media mutitaskers. Proceedings of the National academy of Sciences. USA, 106, pp. 15583-15587.

Sanbonmatsu, D. M., Strayer, D. L., Medeiros-Ward, N., & Watson, J. M. (2013). Who multi-tasks and why? Multitasking ability, perceived multi-tasking ability, impulsivity, and sensation seeking. PLoS ONE, 8(1), Article e54402.

柴田由己 (2008) 青年用刺激希求尺度の信頼性・妥当性の検討，パーソナリティ研究，16，2，pp. 198–208.

篠原一光・山田尚子・神田幸治・臼井慎之介 (2007) 日常生活における注意経験と主観的メンタルワークロードの個人差．人間工学, 43(4), pp. 201-211.

Watson, J. M., & Strayer, D. L. (2010) Supertaskers: Profies in extraordinary multi-tasking ability. Psychonomic Bulletin & Review, 17, pp.479-485.

豊かな食体験の探究
An Exploration of “Rich Food Experience”

福田　将人[†1]，諏訪 正樹[‡1]
Masato Fukuda, Masaki Suwa

[1] 慶應義塾大学環境情報学部
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University
t14741mf@sfc.keio.ac.jp

Abstract

We, human beings, do not simply consume food; we experience it. The true nature of “eating” is to recognize and appreciate that “rich food experiences” consist of various aspects and variables. This paper explores what “rich food experience” is as an example of embodied cognition. We have observed the food experiences of the first author, and examined what he has been found from that experience.

Keywords — Food experience, Embodied cognition

1. はじめに

近年、「食」において「消費」という観点が強まっているように感じる。人々は限られた観点で食を選び、狭い食事体験をしてしまってはいないだろうか。日本の食料自給率が先進国の中で最低水準の39%[1]となっているのは生産の問題などもあるが、消費者が外国産食品を「安くて手頃」という理由で多く購入している可能性が伺える。また、生活者のアンケート調査[2]において、「PCや携帯を見ながら食事することが多い」と答えた人は2012年から急増し、特に20代は2016年時で30%を超えた。

しかし、食は消費に留まるものではないと我々は考える。池上らは「食とは人間だけがなす行為である。人間以外の生物はほとんどの場合、栄養補給をしているにすぎないからだ。[3]」と述べている。人間にとって食は本来非常に豊かな営みであり、我々は食を消費行動以上の「食体験」として感じ取っているはずである。個々の食材には異なる背景（生産地・生産者・生産方法）があり、味や見た目・食感などは繊細な違いがある。食事空間や食事を共にする人とはその刹那にしか存在しない一期一会のインタラクションがある。実に多様なものごとが「食体験」の世界を形成しており、私たちは変数としてそれらに意識を向けることができる。本論文における変数とは、環境において意識を向けることのできる様々なものごとの側面のことを指す。そして、多様な変数を逐一体感しながら食のひと時を味わってこそ「食体験が豊かである」と我々は考える。

本研究の目的は第一著者の生活上での体験をもとに、「豊かな食体験」とは如何なるものごとかを一人称研究[4]として探究することである。認知科学には、身体が介在して発生した環境とのインタラクションがもとになってそれに自分なりの意味解釈をつくりだすことで知が生まれるという「身体性[5]」の概念がある。「食体験」はまさに身体を通じて経験する環境との相互作用であり、「身体性」の一例題である。生活領域の「食における身体性」を探るため、食体験はどのような変数で彩られており、それに留意できた時どのような体感、そして解釈/意味付けが得られるのかを詳細に探究する。

2. 食体験記述の実践と分析

2.1 食体験の記述

本研究は、第一著者による一人称研究である。第一著者の日常的な「食体験」をからだメタ認知[5]によって記述するという手法をとる。からだメタ認知とは、ことばと体感を結び付けて語るメソッドである。その手法によって食体験における多様な変数に目を向け、自身の体感・解釈を掘り下げた。2016年12月1日から2017年3月2日の期間で238件の「食体験記述」を記した。記述の例を示す（図 1）。また、次節で解説するキーワード（下線）、および変数・変数IDの書き込み（括弧内）も含めた。

入口はびっくりするほどさびれていて、いつも通り過ぎている店（店 ID32）だった。内装(物理空間 ID46)は古民家のような、山奥にありそうなロッジのような内装(物理空間 ID46)。
メニュー（メニュー ID41）や箸入れなどは手作り（手作り ID31）っぽく、竹や木でできている。カウンターとテーブル（物理空間 ID46）、区切られた座敷スペース（物理空間 ID46）のある今まであまり行ったことのないような店(店 ID32)の形状だった。不思議な、おばあちゃん家のような感覚。アットホーム。(アフォーダンス ID62)トータルな"優しさ"が伝わってくるような。自然かぶれではなく、本当にそれと共生しているような部分がとてもぐっときた（フィット感ID90）。（中略）
メニュー（メニューID77）はかなり多く、vegan（ビーガン ID83）対応のものが多い。豆乳たんたんほうとう（食品 ID1）を選んだのは、ほうとう（食品 ID1）があったかそう（この日めっちゃ寒かった）、看板メニュー（メニュー ID41）、かつ別シートのメニュー(メニュー ID41）で気になったからだ。発酵バター（食品 ID1）はバイトのひろくんイチオシ。手作り(手作りID)なので、出てくるのがやや遅かった。
発酵バター(食品 ID1)は不思議な味。めっちゃおいしい！というわけではない。サワークリームのようなチーズのようなヨーグルトのような酸味(味覚 ID13)が強く、コク(コク ID22)がない。さらりとした油感がある。醤油麹(食品 ID1)と同時に出てきた(サーブ ID72)が、醤油麹（食品 ID1）が強くて一緒に食べると分からなくなってしまうほど繊細な味わい(味わい ID20)。バターとは自分は言えないな、と判断した。（中略）
初めての出会いということ、自分が想像していなかったものというのが、かなり自分で「さわるように探ろう」（食との向き合い方 ID59）とする物だと思った。いままでで一番吟味して（食との向き合い方 ID59）口に運んだかもしれない。（後略）

図 1 食体験記述の例

また、「豊かな食体験」を探究する一環として、他者との積極的な食体験の共有をする催し「食体験イベント」を行い、同様に食体験記述を行った。「食体験イベント」（以降イベントと表記）とは、自身が客に対し料理を振る舞う料理会「マリオズキッチン」、「ビーガンイベント」、「鶏解体イベント」等の実施である。他者に向けた食体験を第一著者がデザインすることで、様々な角度から食体験を考察した。

2.2 食体験記述の分析

2.2.1 食体験記述の変数抽出

書きためた記述から第一著者が食体験を語る上で重要だと思った言葉を「キーワード」とし、品詞関係なく抽出し、それらを変数としてまとめた。全 238 個の記述から抽出されたのべ 1328 個のキーワードを、111 個の変数にまとめた。変数とそれに該当するキーワードの例を示す（表 1）。変数は記述における登場順で通し ID 番号をつけた。ID 番号セルの着色の意味については、2.2.3 にて解説する。

2.2.2 新出変数の分析

図 2 は抽出した変数をもとに、縦軸を記述番号（時系列）、横軸を変数 ID（獲得順）とし、各記述に出現する変数をプロットしたものである。これを新出変数の分析と呼ぶ。縦軸方向に見ると、各変数は全記述中どの程度使用されているか、横軸方向に見ると、一回の記述でどの変数が使用されているかが分かる。新出変数は第一著者が今まで目を向けていなかった部分に気づき、変数を新たに「獲得した」と形容できる。変数列は獲得順であるため、グラフ縁部の曲線を構成するプロット群（以降「新出変数曲線」と呼ぶ）は各回の新出変数であり、傾きが急になっているほど記述一回あたりの新出変数数が多いことを示す。

表 1　変数とキーワード例

ID	変数	キーワード例
1	**食品**	コーヒー、ローゼンの焼き芋
2	**産地**	国産、湘南
3	**愛**	愛
4	**健康**	健康、不健康
5	**比較**	前は、前回は
6	**マインド**	食の ownership、貢献
7	**食を選ぶわたし**	惹かれる、手が伸びる
8	**食事スタイル**	テイクアウト、バフェ
9	**他者の存在**	人と食べる、一緒に食べると
10	**体調**	不調、体調
11	**エネルギー**	エネルギー、バイタリティ
12	**罪悪感**	罪悪感
13	**味**	甘み、酸味、苦み
14	**量**	ボリューム、沢山
15	**鮮度**	鮮度、新鮮
16	**サイズ**	大きい、大玉
17	**食の背景**	ストーリー、物語
18	**販売**	平売り、呼び込みの声
19	**身体部位**	口、舌、喉
20	**味わい・風味**	素直、大人、優しさ
21	**おもてなし**	おもてなし、プロデュース
22	**コク**	コク
23	**食感**	食感、ねっとり、歯触り
24	**こころの状態**	安心感、わくわく、萎える
25	**食べ物のジャンル**	韓国料理、和、男の料理
26	**内容物**	添加物、混ぜ物
27	**話題**	話題
28	**料理する**	調理プロセス、カスタマイズ
29	**工業食品**	レトルト、インスタント
30	**摂取**	摂取
31	**手作り**	手作り感、手間
32	**店**	スタバ、焼き鳥屋、食堂、老舗
33	**切り方**	ぶつ切り、ざく切り、千切り
34	**食料廃棄**	食料廃棄
35	**食の側面**	罰ゲーム、ねぎらい、毒
36	**”らしさ”**	らしさ、コンセプト、一貫性
37	**時間による変化**	変化、湿気る
38	**栄養素**	カロリー、炭水化物
39	**旬**	旬、タイムリー
40	**感動**	感動、感動体験
41	**メニュー（選択）**	学生セット、鉄板メニュー
42	**状況**	冷蔵庫に何もない
43	**包装**	包装、ビニール
44	**生活するわたし**	自分で生活、忙しい学生として
45	**価格**	価格、値段、高い、安い
46	**物理空間**	円卓、ベンチ、テラス席
47	**アフォーダンス**	アウェイ感、一体感
48	**フィット感**	しっくりくる、違和感
49	**飲食店の食事**	待ち時間、営業時間、クーポン
50	**腹具合**	満腹、食欲
51	**過去の思い出**	小さい頃、記憶
52	**アクセス**	足を運びやすい
53	**マネー**	対価、利益、お金の循環
54	**食との インタラクション**	食とのインタラクション、手で食べる、溢れる
55	**習慣**	習慣、毎日、いつも食べる
56	**食生活**	最近の食生活、不摂生
57	**持論**	パンより米、カレー最強説
58	**考えるわたし**	再認識、再発見
59	**食との向き合い方**	吟味、食と向き合う、10 秒いただきます
60	**私の食べ方**	余すことなく、白米を稼ぐ
61	**食べる態度**	くつろぎながら、だらだらと
62	**見た目**	彩り、鮮やか
63	**命**	命、命の源
64	**温度**	温かい、ぬるい
65	**天候**	天候、朝日
66	**照明**	照明
67	**香り**	香り、薫り、獣臭い
68	**表現**	餌のような、教科書みたい、選手、レジェンドチーム

69	**価値観**	終着点が自分、食べなければいけないという固定概念、
70	**食事の動作**	すする、噛り付く、ねぶる
71	**プロ意識**	プロ意識、信頼、責任
72	**サーブ**	提供方法、手渡し、出てくるスピード
73	**みずみずしさ**	みずみずしい
74	**食べ方**	食べ方
75	**質量・重量**	ヘビー、重み、重さ
76	**生産者**	生産者
77	**手頃**	手頃、手頃さ
78	**音楽**	音楽、プレイリスト
79	**食べ物の性質**	余り物、差し入れ、嗜好品
80	**本物**	本物
81	**時間**	ゆとり、料理の時間軸
82	**人と空間**	机を囲む、動線、横一列
83	**ビーガン**	ビーガン
84	**哲学**	食の哲学、精神的おいしさ
85	**食属性**	食属性、食べ物そのものの属性
86	**味の表現変数**	味の表現変数
87	**形姿**	粒、無数の目、断面
88	**他者の影響**	紹介、教わる、一致意見
89	**状況依存**	状況依存
90	**繊維**	繊維、きめが細かい
91	**食べ物の状態**	生野菜、生、冷凍
92	**驚き**	驚き
93	**食器**	皿、タッパー、磁器
94	**食べる姿勢**	重心、立って食事
95	**料理人の存在**	料理人の存在
96	**肉**	内臓、骨、筋肉の付き方
97	**初体験**	初体験、初見、自分の知らない食
98	**生活感**	生活感
99	**肉食のジレンマ**	肉食のジレンマ
100	**デザイン物**	広告、ロゴ
101	**組み合わせ**	組み合わせ、掛け合わせ
102	**味の潜在能力**	味の潜在能力
103	**マナー**	マナー、ルール

104	**食の効用論**	エールを送る、食は冒険
105	**前後の文脈**	前後の文脈
106	**食の個性**	アイデンティティ、個性
107	**まずさの種類**	まずさの種類
108	**味の方向性**	前に届く、下で支える
109	**特定の食べ物の捉え方**	パンの無限の可能性、ナムルの万能性
110	**味の時間**	味の余韻
111	**おかず感**	おかず感

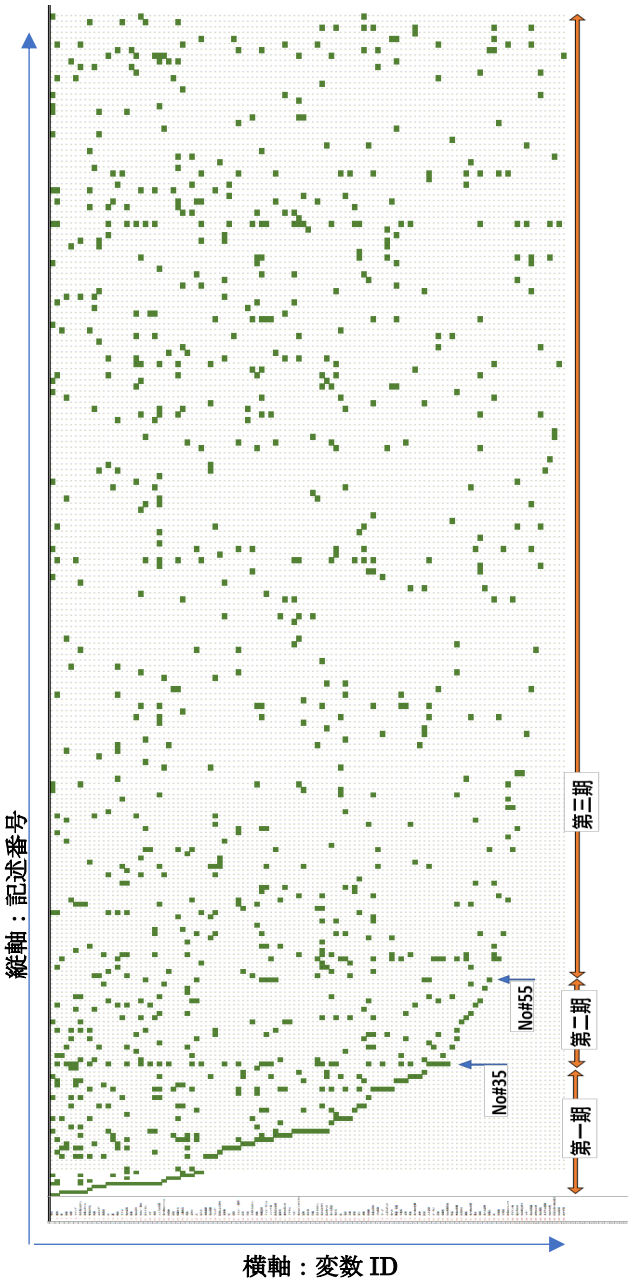


図 2　新出変数の分析

図 2 にて新出変数曲線の傾きが明確に変化しているポイントは以下の通りである。記述 No#35 までは新出変数が増え続けているが、その列を境に記述 No#55 まで新出変数の獲得状況がゆるやかになり、それ以降新出変数があまり出現しなくなっている。それらの区間について、記述 No#35 までを第一期、#36~#55 までを第二期、それ以降を第三期とした。新出変数の獲得状況を確認すると以下のようになった（表２）。

表 2 各期間における 1 記述 あたりの新出変数獲得率

*小数第三位以下は四捨五入した。

区間	区間内の記述数	新出変数数	1 記述あたりの新出変数獲得率
No#1~No#35（第一期）	35	86	2.46
No#36~No#55（第二期）	20	9	0.45
No#56~No#238（第三期）	183	16	0.09
合計	238	111	Ave. 0.47

表 2 で明らかなように、第一期までは新出変数獲得率（＝新出変数曲線の傾き）が 2 を超えているが、第二期では 0.45 となり、第三期では 0.09 という低い獲得率状況となっている。

第一期で全 111 個の変数中約 77%の 86 個が獲得されており、食体験記述を開始した序盤の第一期が、食体験の新たな着眼点を最も獲得した期間であるということが分かった。それに対して第 3 期は新出変数が出ておらず、第一著者の変数獲得におけるマンネリ化、スランプ状態が発生していると言える。

2.2.3 性質による変数の 3 分類

前節の新出変数の分析に加え、変数をさらに分類する。変数が徐々に増える中で、現れる変数の種類にも変化が起きているのではないかという仮説を立てた。そこで変数の性質に着目し、以下の様に変数を分類した。

・「事実性変数」：事実に関する変数（例：食品（ID.1）、産地（ID.2）、量（ID.14））

・「解釈性変数」：第一著者の解釈及び解釈の影響が強い変数（例：愛（ID.3）、持論（ID.57）、価値観（ID.69））

・「体感性変数」：第一著者の体感や事実と解釈のはざまにある変数（例：味わい(ID.20)、コク(ID.22)、食感(ID.23)）

各変数の分類に関して、表 1 の ID 番号セルを着色し、「事実性変数」（橙）、体感性変数」（黄）、「解釈性変数」（青）として分類を示す。変数の 3 分類と、変数新規獲得のタイミングとの関係を探るため、分類ごとに、変数獲得累積数の推移を折れ線グラフで表した(図 3)。

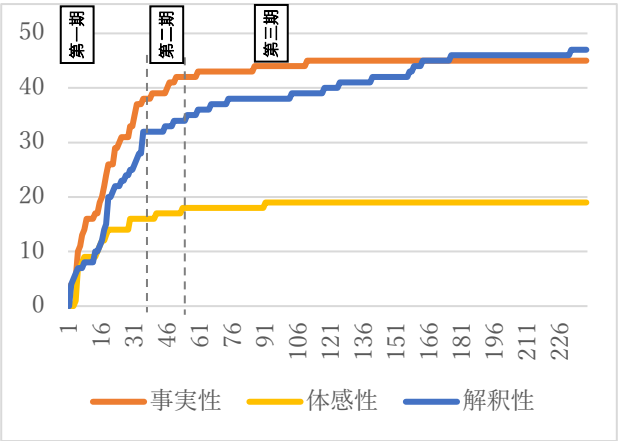


図 3 新出変数を 3 つの性質に分けた際の変遷

第一期では事実性変数、解釈性変数を獲得しており、前者がリードしている。第二期では事実性と解釈性の増加率がほぼ同じであるため差が縮まっていない。しかし、第三期において事実性変数の数が横ばいとなり、一方で解釈性変数が増加した結果、事実性と解釈性がほぼ同数となった。第二期、第三期にかけての事実性変数伸び率の減少は、記述を継続したことで物理的な食器や食品の性質など、食体験において語れる事実への着眼がある程度成熟した為と考えられる。その上で食体験の変数を何とか見出そうとした結果、第三期において解釈的な言葉を増加させた第一著者の姿が伺える。物理的な「モノ」にある程度注目ができてくるとそれに対する解釈/意味付け、即ち「コト」をより多く生み出すということである。

体感性変数においては第一期においてある程度増加しているが絶対数が少なく、第一期でほぼ横ばい状態となった。第一著者の記述において体感に関する記述が少ない、即ち体感に関する注目が少ないことを如実に表しているといえよう。その原因として、事実へ注目し、体感を差し置いて解釈を述べてしまっていること

が可能性として考えられる。食体験の変数を獲得していく第一著者のプロセスにおいて、体感性変数に注目していくことが今後の課題として見えた。

2.2.4 変数の種類数とイベント実践との相関

図 2 を記述番号ごとに確認すると（即ち、各々の記述に登場する変数の種類数を分析すると）、変数の種類数が多い記述がところどころに散見される（図 4）。カウントするのは変数の種類とし、一記述内で重複している変数は 1 つとして数えた。

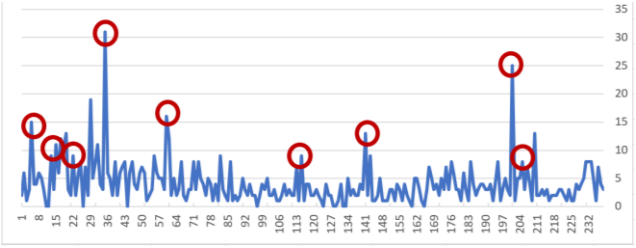


図 4 一つの記述に含まれる変数の種類数の変遷

No#35 が最も多く、変数の種類数 31 個を記録した。それ以外にも前後の記述に対して変数種類数が突出している記述が複数あることが特徴的である。そこで、変数と記述の相関を調査した。日常での食体験とは異なり、第一著者がイベントを実践した際の記述に赤丸をつけた。その多くが変数種類数の増加しているポイントとマッチしている。自身が他者に対して食体験をデザインすることによって普段より様々な部分に着眼できるという事であり、即ち変数が増加するのだと考えられる。

さらに、図 2 のグラフにおいてイベント実践時の記述をハイライトすると図 5 のようになった。該当する記述では新出変数の獲得が多い、もしくは既に獲得した変数を改めて活用、あるいはその両方によって変数が多いことが明らかである。

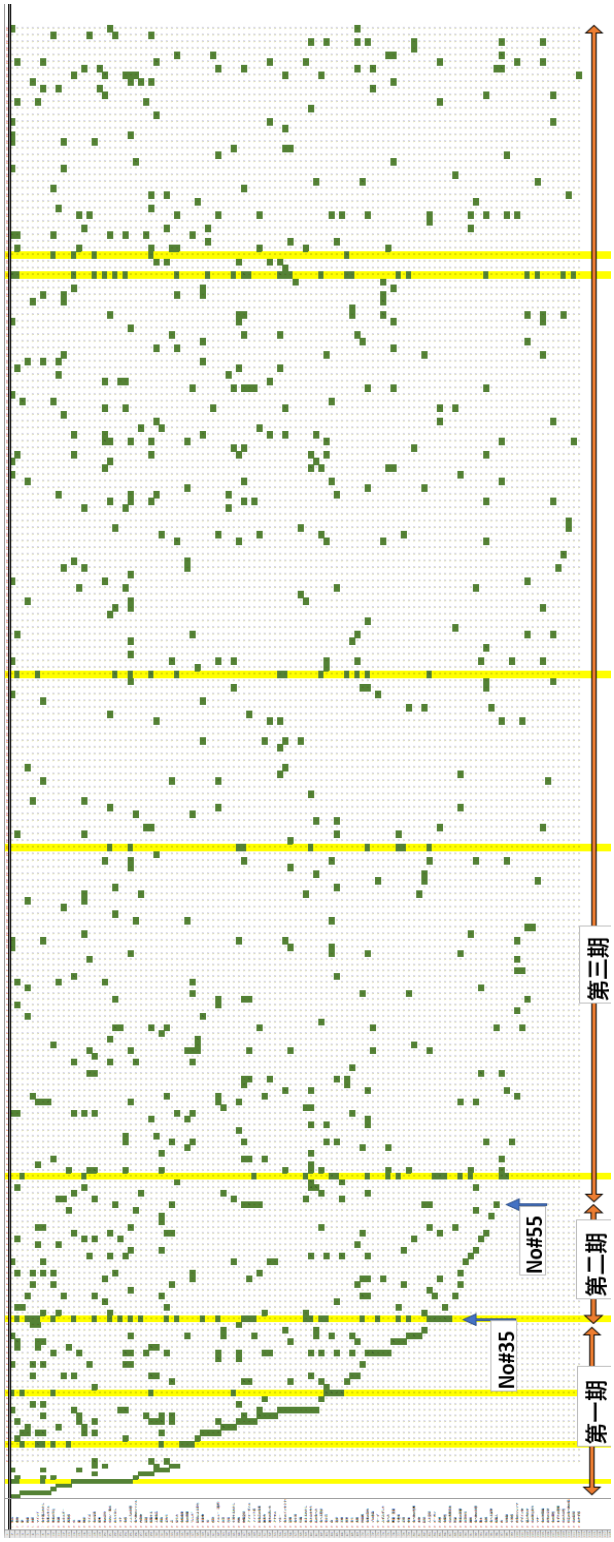


図 5 新出変数の分析と食体験デザイン実践回の相関

3. 食のイベント

第一著者が行った全 9 回の食に関するイベント(記述 No#5,#13,#22,#35,#60,#115,#141,#201,#204)について、2 章での新出変数の分析の結果を踏まえてさらに考察する。各回で登場する変数を図 6 に示す。

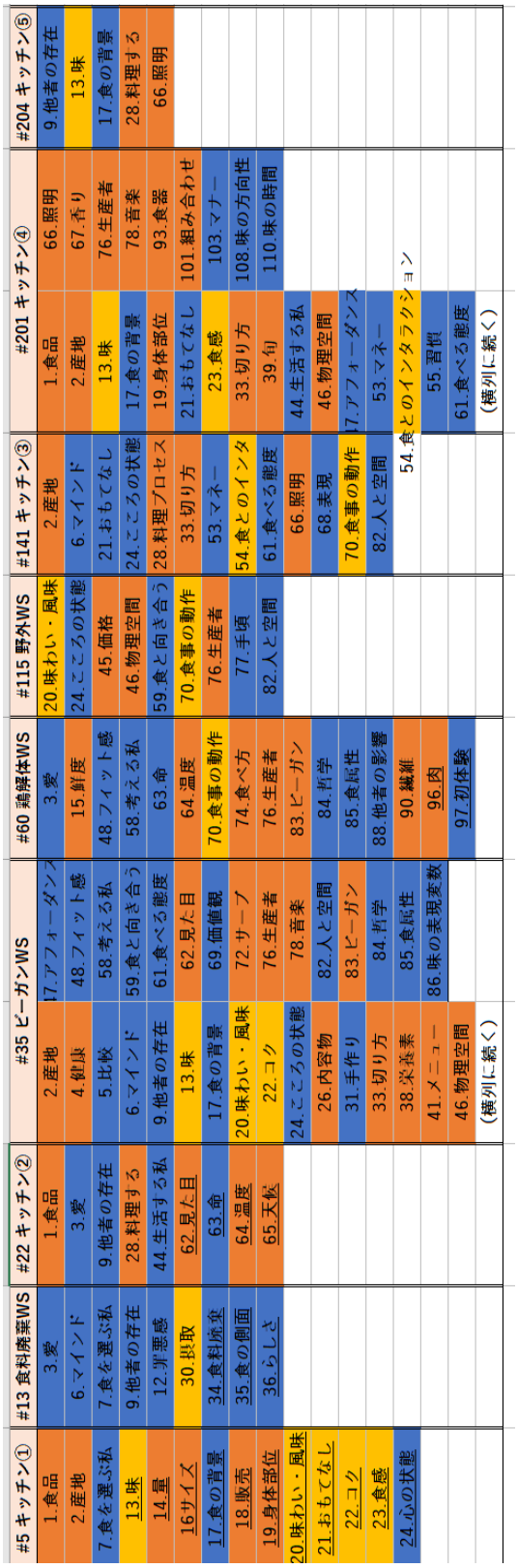


図 6 各イベントに出現する変数（下線付:新出変数）

全9回のイベントの記述において、変数「産地(ID2)」と「生産者(ID76)」はともに 4 回出現する。全 238 個に及ぶ記述において、「産地」は 25 回、「生産者」は 7 回出現する。イベント時にはこれらの変数が出現しやすいと言える。

3.1 No#5 マリオズキッチン① 2016/12/2

記述を開始してから第一回目となった本イベントはマリオズキッチンと呼ばれる自宅での料理会である。友人 2 人を客とし、第一著者の地元である湘南藤沢の食材を利用したメニューを提供した。新出変数が 12 個出現しているなかで、食感（ID23）、量（ID14）、味わい・風味（ID20）などが多く、食そのもの、およびその味わいに強く着眼している。この時第一著者は地産地消の概念が念頭にあり、他人に対して地元食材のおいしさをプロデュースしようとしていた。結果、食材が主な関心となっており、関連する変数が多く生まれたと解釈できる。食感に関する詳述部を抜粋する（図 7）。

> *地物（産地 ID2）の**バリバリとした元気な食感（食感 ID23）**の白菜は非常にわかりやすくみんな楽しんでいた。僕は特に**そこの食感の瑞々しさ（食感 ID23）**に舌（身体部位 ID19）を奪われた。とても、野菜らしい。というか植物らしい。白菜は**シャキシャキした歯触り（食感 ID23）**とばかり思っていたが、ここまでくるとバリバリなのだ。育ち過ぎているのかもしれないが。*

図 7 No#5 マリオズキッチン①の記述

3.2 No#13 食料廃棄イベント 2016/12/5

本イベントは食料廃棄に関する意識を高めるため、自宅に余っている食材、賞味期限切れ食材等を持ち寄って自由に料理をするイベントである。シェアキッチンを利用し、15 名が集まった。本記述では前節 No#5 で見られたような味や食材そのものに関する記述はなく、既出変数も新出変数も解釈性変数が多い。全 9 変数中 8 変数が解釈性となっている。味わいよりも食料廃棄という社会問題をコンセプトとしたイベントであったため、その影響が強く表れていると考えられる。

3.3 No#22 マリオズキッチン② 201612/9

2 度目となるマリオズキッチンでは No#5 の様に食材・味わいについて変数が見られていない。地元食材などを準備できなかったことが食材に拘った記述が生まれていない主な要因と思われる。

新出変数としては見た目（ID62）、命（ID63）、温度

(ID64)、天候(ID65)がある。「温度」という概念が着眼の中心にあり、気温が低い 12 月とその日のメニュー（キムチ鍋）との関連性を述べている（図 8)。

メニューはこまったらこれ、キムチ鍋。
簡単にできるし、寒い日（天候 ID65）にピッタリだ。
やや辛めの味付けで、からだをあたためる（温度 ID64）。蒸気で遊ぶ２人。寒い日（天候 ID65）と鍋と蒸気。蒸気を頭にまいよせていた。寒い時のあたたかみ（温度 ID64）。（中略）
これも、愛（愛 ID3）だなあ。

図 8 No#22 マリオズキッチン②の記述

良いメニューを客の為に考えた際、その日の寒さというのが期間中初めて意識の俎上に上った。「冬に食事を振る舞う」という状況が温度という食体験の変数に気づかせ、新出変数が獲得できた事例と言える。

3.4 No#35 ビーガンイベント 2016/12/14

「ビーガン（完全菜食主義）の食事を体験する」というコンセプトで行った本イベント記述における変数の種類数は全記述中最多となった（31 個)。既出の変数を多用して語っており、ビーガンの食事をなるべく詳細に述べようとしていることが伺える。ビーガン食は第一著者自身にとって初めて挑戦する食であり、食体験に関する感度がかつてないほど敏感になっていた（図 9)。

*初めての出会いということ、自分が想像していなかったものというのが、かなり自分で「さわるように探ろう」とする物だと思った。**いままでで一番吟味して口に運んだかもしれない。***
（食体験記述 No#35 より抜粋）

図 9 No#35 ビーガンイベントの記述

図 5、図 6 を参照すると、他イベントに比べ No#35 は空間に関する事や食事そのものに関する事、思想的なことなど、既出の事実・体感・解釈性変数を網羅しており、変数の出現がばらついている。変数数も圧倒的に多いことから、経験した食体験について多く変数に着眼できている。しかし、第一期の最終記述である本イベントから新出変数の獲得率が鈍っており、食体験をそれまでの既出変数で語る文脈が形成されてしまったとも捉えられる。

3.5 No#60 鶏解体イベント 2016/12/24

本イベントでは生きている鶏を捌く体験をした。図 5 を参照すると、変数の出現が下部に集中している。第一期の序盤では食事そのものに関する変数が多いが、それらの変数が見当たらないということである。より抽象的な変数（例：命（ID63））を中心に語っており、食料廃棄イベントの No#13 とやや類似している。着眼する変数が実際に「食べる」という行為や体感ではなく「肉を食べること」という概念に寄った食体験となっている。

さらに、今回から新たに肉の詳述に関して「肉(ID96)」変数が作成され、その後の記述では#73 における新出変数「肉食のジレンマ(ID99)」がホットワードとなる期間が 2 度あった（#73~#100, #209~#233)。本イベントの経験が肉について着眼する強い影響力を持っていることが分かる。食を選ぶ際、不必要に命を消費しないように、という観点が生まれた食体験であった。

3.6 No#115 野外食イベント 2017/1/14

本イベントでは日の出を鑑賞後、野外でおにぎりを心地よく食すというものであった。第一著者としては精神的に充実した食体験であったと振り返るが、変数を確認すると 9 個と少なく、新出変数はない。調理行為や新しく学ぶテーマ（ビーガン、鶏解体）がある食体験の方が総変数・新出変数の数が多いことから、第一著者は自身の調理行為や得た学びから食体験の変数を得やすく、漠然とした体感や感覚についての変数獲得がやや鈍い傾向が見られた。

3.7 No#141 マリオズキッチン③ 2017/1/23

3 度目の料理会は 3 名に対して料理を振る舞うイベントとなった。既出変数を複数使用しながら記述を行っている。本イベントで特筆すべき点として、過去の食体験で得た学びを自身の料理会に応用しているという点がある。カレー専門店「珊瑚礁」での食体験（No#86）において、客がキッチンを一望できる空間デザインに関して述べている（図 10)。料理のプロセスを公開することに対して「すべてを包み隠さず見せ

るということは、料理経験・食体験に深みを持たせると感じた」としており、図 11 のイベント記述において得た気付きを自身の料理会にて応用している。#86 の記述にある料理プロセス（ID28）に該当する変数は#141 では確認できないが、「料理場シースルー（人と空間 ID82)」という空間に関する解釈の変数は明確に珊瑚礁での体験を述べており、強い関連性が示唆される。

バーからシェフが料理している様子がとてもよく見え、僕は「自信」「責任」を感じた。
*料理を作っている場面を見せるということは、真剣勝負である。自分が作るときはすこしごまかしたりすることがあるからだ。**プロセス（料理プロセス ID28）**をすべて見られる可能性があり、どのように作っているかがつつぬけだ。自信がなければそのようなことはできない。また、自分たちも本気で作らないといけないという責任を胸に料理にぶつかっているように感じた。（中略）すべてを包み隠さず見せるということは、料理経験・食体験に深みを持たせると感じた。*
（食体験記述 No#86 より抜粋）

図 10　食体験記述 No#86

*「なにつくってるんー？」と料理を覗きにくる人たち。昔はサプライズにしておこうとうやむやにしていたのだが、**珊瑚礁での料理場シースルー（人と空間 ID82）の感動をしてから、隠さず答えて見せるようになった。**友人が手伝おうかと手を貸してくれて、それも良く断っていたのだが、受け入れて豆腐を入れることを手伝ってもらった。ぶっちゃけ手伝ってもらったところでそんなに作業的な大変さは変わらない（中略）だが、調理に少しでも involve してくれることでその料理のことをきっとよりじぶんごと・じぶんものにしてくれるだろうし、食体験をトータルで作ろうとしている僕の考えにもマッチするだろうと思って。指示は細かく出しすぎず、ちょっと違うかなと思う部分も気にせず任せてみた。*
（食体験記述 No#141 より抜粋）

図 11　No#141 マリオズキッチン③の記述

3.8 No#201 マリオズキッチン④ 2017/2/17

本記述では変数の種類数が 25 と全記述中二番目に多い回となった（2.2.4 図 4 参照）。25 変数中、変数性質の割合としては事実性:12、解釈性:10 となっており、事実性・解釈性変数のどちらにも偏らない食体験であったことが確認できる。

また、本イベントでは、No#15 以来 126 記述出現していなかった「旬 (ID39)」変数が表れる。客の好みを把握しておらず、かつ固定されたメニューがない料理会において献立を考えた際、「旬」という変数が再び頭をもたげた(図 12)。

直前まで何のメニューにするか決まらず、悩んでレシピ本を開いていた。パスタのページをぱらぱらとめくっていたところ、菜の花のものが目に留まる。（中略）
旬もの（旬 ID39）で春の芽吹きを感じるメニューを作ろう。

図 12　No#201 マリオズキッチン④の記述

暫く意識していなかった「旬」という変数が、客に出すメニューを考えることで想起され、献立の決め手になった事例である。さらに、その後の記述(#207,#209)でも「旬」変数が継続して確認された。暫く触れていなかった変数が引き出され、再び変数を使用し始める効果がイベント実践にあらわれた。

3.9 No#204 マリオズキッチン⑤ 2017/2/18

No#201 マリオズキッチン④の翌日に開催したマリオズキッチン⑤では変数の総数が 1/5 に減少し、総変数数 5 となった。本イベントではイベント時の頻出変数である「産地（ID2)」「生産者（ID76)」のどちらも出現しておらず、普段から注目している食体験の変数にも注目できていない。マリオズキッチン⑤は初のイベント連日開催回であったが、イベント実践のみを継続しても食体験における変数が意識に上りにくいということが示唆される。

4.　おわりに

2 章では食体験における新出変数の変遷について述べ、3 章では食イベントにおける食体験の変数について詳述してきた。これらの結果は、実際に第一著者が身をもって食体験と向き合い、インタラクションに注目し続けた成果である。特に 2.2.3 における新出変数の分類分析の結果（最初は事実性変数が急激に増え、その後

解釈性変数が追い付いてくる）は、食体験の「身体性」において事実への注目が積み重なることで、そこから意味付け/解釈が生まれることを示唆した。食体験において意味付け/解釈といった人の知は独立的に生まれるのではなく、環境に佇み、そこに存在する事実性の変数を着実に獲得していくことで知が生まれ、充実していくことを示す事例となった。

本探究は現在も進行する「構成的 [6]」研究である。構成的手法において、分析結果は実践者に直接フィードバックされ、実践はそれに応じて変化し、また新たな結果が生まれる。実践と分析結果が有機的に作用し合う漸進的プロセスである。新出変数の獲得状況などは興味深く、今後の食体験記述に強い影響を与えることが予想される。構成的な研究を継続することで、より深い「豊かな食体験」の探究を目指す。

参考文献

[1] 池上甲一, 岩崎正弥, 原山浩介, 藤原辰史. (2008). 食の共同体―動員から連帯へ. ナカニシヤ出版

[2]農林水産省, (2016) 平成 27 年度食料需給表

[3]博報堂生活総研, (2016)「生活定点」調査

[4] 諏訪正樹, 堀浩一編著, 伊藤毅志, 松原仁, 阿部明典, 大武美保子, 松尾豊, 藤井晴行, 中島秀之著. (2015). 一人称研究のすすめ–知能研究の新しい潮流, 近代科学社

[5]諏訪正樹, (2016). 「こつ」と「スランプ」の研究–身体知の認知科学. 講談社選書メチエ

[6] 諏訪正樹, 藤井晴行. (2015). 知のデザイン-自分ごととして考えよう, 近代科学社

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

時間遅れを含む仮想テクスチャを表すオノマトペの新奇用法
Novel use of ideophones to the virtual texture with response delay

平田 佐智子[1]，宇野 良子[2]，大海 悠太[3]，林 淑克[4]
Sachiko Hirata-Mogi, Ryoko Uno, Yuta Ogai, Toshikatsu Hayashi

[1]株式会社イデアラボ，[2]東京農工大学，[3]東京工芸大学，[4]University of Reading
IdeaLab Inc., Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo Polytechnic University, University of Reading
marshmallow1214@gmail.com

Abstract

While we often use unconventional or novel ideophones in literature, comics or daily conversation, they are not fully studied in linguistics. In this paper we aim to construct a new method to analyze how and when unconventional ideophones are used. In the experiment, participants touched two types of virtual texture which were visually displayed on the tablet screen: physical texture and response delay texture. Both are novel textures but the latter is more unfamiliar to the participants. They were asked to express the sensation of the texture using ideophones. Our results show that participants used statistically more unconventional ideophones to describe the response delay texture than the physical texture. We aim to apply our method to reveal the inner process that is behind each participants' choice of ideophones.

Keywords — unconventional ideophones, virtual reality, visually-induced texture

1. はじめに

オノマトペとは、「うねうね」「ふわふわ」などの擬音語・擬態語の総称である。本研究では、オノマトペの新奇用法に注目し、どのような状況において出現するのかについて検討した。

その場限りで即興的に用いられるオノマトペの新奇用法は、「臨時オノマトペ」と呼ばれ、その存在は Akita (2012)などによって指摘されている[1]。しかしながら、オノマトペ研究の中で具体的な分析対象としてあまり取り上げられてきてはいない。その一つの理由として、個人差が大きく扱いが難しいということが挙げられる。本研究では、臨時オノマトペの実態を明らかにするとともに、仮想テクスチャを用いた臨時オノマトペを分析するための手法を提案する。

2. 序論

擬音語・擬態語・擬情語などの総称であるオノマトペは、触覚表現のような、身体に基盤をおいた感覚を表すことに適していることが指摘されている[2]。

このような点に着目した研究はさまざまになされてきた。たとえば、心理カウンセリングの現場においても多くのオノマトペが見られるが、田中・岡嶋・小松(2015)では、患者の「名づけが行われていない自分の内部感覚」に対してオノマトペを用いて表現させることで、より患者が自分の内部感覚をより同定しやすくなり、治療対象である内部感覚にスムーズに心理療法を施すことができた例を挙げている[3]。

一方で、オノマトペは、慣習的に用いられる「ふわふわ」のようなものからはじまって、そこから連想される「ふわわん」のような臨時的な表現をつくることが容易であることが知られている。また、まったく聞いたことのない「ぱわぱわ」のような独創的な表現をつくることも可能である。文学作品や漫画などにおいては、このような独創的なオノマトペ表現が多く用いられてきた。

これまでのオノマトペ研究の多くが、皆に共有され慣習的に用いられてきたオノマトペを対象としており、変化に富んだ臨時オノマトペに関する研究はあまり進んでいない。臨時オノマトペはどのような状況において出現するのだろうか。

例えば、話し手にとって新奇な事象を言語で表現しなければならない状況において、臨時オノマトペが出現することが予測可能である。しかし，どの程度新奇な事象であれば、慣習的オノマトペから臨時オノマトペへ表現がシフトするのか、という点は検討されていない。

そこで, 本研究では操作可能な新奇な事象として、タブレット PC 上のアプリケーションによって、視覚的に表示される仮想テクスチャを作成した。そして、その仮想テクスチャに対して、どのようなオノマトペ表現が出現するかを検討した。仮想テクスチャのパラメーターを操作することで、慣習的オノマトペから臨時オノマトペへの表現のシフトが観察することができるようにした。

3. 方法

本研究では、ヒトが新奇な動きをする仮想テクスチャに触れたとき、それをオノマトペでどのように表現するのか、またその際に出現するオノマトペはどのような種類のものなのか、を検討するため、実験を行った。

実験では、タブレット PC 上で稼働するアプリケーションを用いて、画面上に仮想テクスチャを表示するシステム[4][5]を本研究用に調整して用いた。大学生の実験参加者 10 名（男性 6 名、女性 4 名、範囲 : 20-26 歳）に対して，6 種の仮想テクスチャをアプリケーションを通じて提示した。実験参加者は表示されたテクスチャにこちらが指定した方法で触った。触り方によってテクスチャの動きが大きく異なるため、「大きく漢字の『三』を書いた後、アラビア数字の『3』を書いて下さい」と教示した。図 1 は参加者が仮想テクスチャを触っている様子である。

図 1. タブレット画面に表示された仮想テクスチャを触る様子

その後、仮想テクスチャに最もふさわしいオノマトペ表現を一つ、回答用紙に記入させた。この際，オノマトペとは何かを示すために，99 語のオノマトペのリストを提示した。

仮想テクスチャのパラメーターは、物理的特性（重さ，粘性，弾性）および反応遅延の 4 つであった。それぞれのパラメーターを表 1 の通り操作し、6 種類のテクスチャを作成した。

表 1. 各テクスチャの特徴

カテゴリ	テクスチャ
物理的テクスチャ	① 弾性，粘性，重さがすべて最高値。反応遅延なし。
	② ①よりバネの弾性の値が低い
	③ ①よりダンパの粘性の値が低い
	④ ①よりビーズの質量の値が低い
反応遅延テクスチャ	⑤ ①より 0.25 秒時間遅れがある
	⑥ ①より 0.5 秒時間遅れがある

両方のテクスチャともに、格子状の外観を持ち、実際には触感が変わらないという点では、新奇テクスチャである。しかし、比較すると、物理的テクスチャの方が反応遅延テクスチャよりも現実の対応物を想像しやすいという違いがある。そのため、反応遅延テクスチャの方が、実験参加者はより新奇性を感じやすいと予想できる。

4. 結果

まず、参加者が回答したオノマトペの分類を行った。表 2 は、参加者の回答例を示している。テクスチャを表す慣習的オノマトペには「ネバネバ」「サラサラ」などがあった。一方で，本研究で扱うテクスチャを表す臨時的オノマトペには 2 種類ある。まず，「きゅいーん」のように、辞書に載っておらず、その場で創作された「形が新奇」な臨時オノマトペである。通常臨時オノマトペでしてあげられる例はこちらの方である。本実験ではもう一つ、「きらきら」のように、形としては存在するが、通常は触覚・テクスチャに対して使用されない語を転用して，テクスチャを表すのに用いる「意味が新奇」なものも臨時オノマトペとして扱う。これら 2 種類のオノマトペを臨時オノマトペとして判定した。

表 2. 本実験オノマトペ回答例

テクスチャ	慣習的オノマトペ	臨時オノマトペ	
		形が新奇	意味が新奇
物理的テクスチャ例（③低い粘性）	サラサラ、ぐにょん、ねとねと、ネバネバ	どぅるーん、みょんみょん	どよーん、むしゃむしゃ、のびのび、ゆらゆら
時間的テクスチャ例（⑥0.5 秒遅れ）	イライラ、ネトネト	のび、もたっ、ぐぉーん	もたもた(2)、どよーん、ぐいぐい、はきはき

物理テクスチャにおける慣習的オノマトペの出現数が 17 件であったのに対し、臨時オノマトペは 13 件であった。また、反応遅延テクスチャにおいては慣習的オノマトペが 4 件に対して、臨時オノマトペが 16 件であった。 これらの件数間には有意な差がみられた（$\chi 2$=6.62, df=2, p < .01, V= .364）。すなわち、 物理的テクスチャに対しては、より慣習的なオノマトペが使用されるのに対し、より新奇性が高いと思われる反応遅延テクスチャに対しては、より臨時オノマトペが多く使用されることがわかった。

5. 考察

本研究では、これまであまり注目されてこなかった臨時オノマトペに着目し、ヒトがどのような状況において臨時オノマトペを使用するのかを、操作可能な仮想テクスチャを用いて検討した。その結果、どちらにも一定数の臨時オノマトペが出現しているものの、重さや弾性・粘性などを操作した物理的テクスチャには、より慣習的なオノマトペが使用された。また、触ってからやや遅れて動き始める反応遅延テクスチャに対しては、臨時オノマトペがより使用されやすいことがわかった。どちらも新奇なテクスチャであるが、後者の方がより現実の対応物がみつけにくい。従って、実験参加者は「触ってから遅れて反応するより新奇のテクスチャ」に対して、既存のカテゴリー（慣習的オノマトペ）をあてはめるより、より新しいカテゴリー（臨時オノマトペ）をたてることが多いということが明らかになった。

本研究は、臨時オノマトペに着目した探索的な研究である。今回得られた、新奇テクスチャの性質によって臨時オノマトペの出現しやすさが異なるというデータを元に、今後展開可能ないくつかの方向性が考えられる。

まず、新奇事象の種類の多様性である。本研究で扱った仮想テクスチャは、2 種類の視覚的触覚のみであった。反応遅延テクスチャにおいて臨時オノマトペがより多く見られたことから、他の仮想的感覚刺激においても臨時オノマトペ表現が出現する可能性が高い。そのため、他の新奇事象に対する表現も検討してゆきたい。たとえば、ランダムな反応を見せるもの、あるいは空間的な歪みをみせるものなどを予定している。

また、本研究の分析では、慣習的オノマトペ・臨時オノマトペの件数のみを対象としており、記述されたオノマトペの音の構造や、仮想テクスチャのパラメーターとの関係については分析していない。ただし、オノマトペ表現の多様性は個人差が大きいため、個々人の記述を質的に分析するか、より多くのデータを収集し傾向を抽出する、という二つの方向性が考えられる。また、2 種類の臨時オノマトペ（形新奇・意味新奇）の生起率の違いについても検討することを考えている。

さらに、ある事象に対して慣習的オノマトペ／臨時オノマトペを選択するかどうかは、個人の言語表現に対する動機づけや鋭敏性が大きく関与すると考えられる。例えば、オノマトペを多用することで知られる宮沢賢治の作品を見てみると、「カブン」というオノマトペを日の入りに対して、また「のんのんのんのんのん」というオノマトペを「稲抜き機が稼働する音」として使用している[6]。これらは必ずしも新奇事象が客観的に決められるものではなく、主観的に決められるものであることを示唆している。つまり、新奇用法について注目すべきは、ヒトが感じた感覚・感情・心情などを言語として表現する際に生じる内的なプロセスである。

筆者らの先行研究において、同じアプリケーションを用いて「オノマトペを思いつく前にどのような言葉を想起したか」を調べたところ、似たものを思い浮かべる場合や、感覚に集中する場合などバリエーションが見られた[5]。これは内的プロセスの複数のタイプの存在を示唆している。今回の実験手法を元に、個人が感覚を言語表現に変換していく過程、すなわち本研究で得られたすべてのオノマトペ表現が、個人のどのような心的過程を経て出力されたものなのか、について調べることで、臨時オノマトペが創作される瞬間について知ることが可能であると

考える。そのために、思考発話法や、複数人による会話を通したオノマトペ表現の決定課題などを用いることで、これらの可能性を検討している。

参考文献

[1] K. Akita, “Toward a frame-semantic definition of sound-symbolic words,” Cognitive Linguistics, vol. 23, pp.67-90, 2012.

[2] S. Kita, “Two-dimensional semantic analysis of Japanese mimetics,” Linguistics, vol. 35, pp.379–415, 1997.

[3] 田中恒彦・岡嶋美代・小松孝徳(2015), 「不安障害治療における行動療法でオノマトペがなぜ有用か？—内部感覚エクスポージャーにオノマトペを用いた実践報告—」, 人工知能学会論文誌, 30(1), pp.282-290.

[4] 大海悠太(2016). 「オノマトペの触感を作る iOS アプリの開発と利用 －実験とワークショップの報告－」『交錯する比較文化学』日本比較文化学会関東支部（編）（pp.140-153）. 開文社出版.

[5] R. Uno, Y. Hayashi, and Y.Ogai, “Mimetic expressions as a tool to measure awareness of causation,” Sound Symbolism Workshop, 2013.

[6] 宮沢賢治(2014).『宮沢賢治のオノマトペ集』, 栗原敦（監修）杉田淳子（編）, 筑摩書房.

母語と第 2 言語会話における発話中視線行動の傾向分析
Tendencies of Gazing Activities during Utterance and Silence in L1 and L2 Conversation

馬田 一郎[†], 伊集院 幸輝[‡], 山本 誠一[‡]
Ichiro Umata, Koki Ijuin, Seiich Yamamoto
[†]株式会社KDDI総合研究所, [‡]同志社大学
KDDI Research, Inc., Doshisha University
ic-umata@kddi-research.jp

Abstract
This article presents the guidelines for preparing manuscripts of JCSS.

Keywords — JCSS, Cognitive Science

1. はじめに

3 人会話における発話中の視線行動について比較分析を進めている。母語と比較して言語能力の劣る第 2 言語では、その不足を補うために視覚的情報を用いている可能性があり、母語の場合とは違う視線行動をとっていることが予測される。その場合、例えばセンサで取得した注視量データから会話の中心人物や興味の推定を行う際には、言語能力差を考慮にいれたシステム構築が必要となる。

先行研究でも、第 2 言語会話では母語会話の場合よりも聞き手による発話者への注視量が多いことが観察されており([1])、また聞き手による発話者への注視行動を発話機能別に比較した場合、第 2 言語会話では新情報を提示する発話において母語会話の場合よりも注視量が多いことが観察されている([2])。以上を踏まえ、本研究では、(i)話者による聞き手への注視時間、(ii)聞き手による話者への注視時間、(iii)沈黙時の注視時間、について発話機能を考慮しつつ量的分析を行い、第 2 言語会話と母語会話での傾向の違いを検討する。

2. 分析手法

日本人学生 3 人 20 組(全 60 人、年齢: 18-24 歳)による対話を分析した([1])。本分析では「無人島に何を持っていくか」などを決める、いわゆるサバイバル課題会話を対象とし、日本語会話と第 2 言語である英語会話における注視傾向について比較分析を行った。具体的には、上記(i)-(iii)の注視時間について母語会話と第 2 言語会話の傾向の違いを検討する。データ収集と処理に際して、注視行動の計測にはナックイメージテクノロジー社製 EMR-9 視線検出装置を用い、発話区間切り出しおよび発話機能ラベリングにはアノテーションツール ELAN([3])を用いた。また、同時に質問紙調査を実施し、参加者に自身の第二言語能力評価や相手に関する好感度や、相手から受ける威圧感の主観評定を行なって頂いた。

3. 発話機能

本研究では、Traum の定義([4])に基づき、以下の発話アクトを考慮して比較分析を行う。

- *init*(始動): 談話ユニット(DU) を構成する最初の発話
- *cont*(継続): 同じ話し手によってなされる直前の発話の継続
- *ack*(承認): 直前の発話の理解を主張する発話
- *repair*(修理): DU の内容の変更
- *reqRepair*(修理要求): 他者による修理の要求
- *reqAck*(承認要求): 直前の発話に対して承認を要求
- *cancel*(キャンセル): *init* したが *ack* を待たず、その DU を放棄
- *ack_init*(承認_始動): *ack* と *init* 両方の機能を同時に持つ発話

4. 視線行動についての因子分析

L1 と L2 で視線行動のパターンを比較した。今回の分析では会話中の視線行動の全体的傾向について分析しているため、発話中の視線行動については発生頻度の極めて低い発話アクト(*repair, reqRepair, reqAck, cancel*)を除外し、*init, ack init, cont, ack* の 4 アクトを対象として量的分析を行った([2])。

まず、発話時及び沈黙時における参加者 j と k 間の視線行動を以下に定義する。

- 発話者による注視率の平均(*SGR*):

$$SGR = \frac{\sum_{i=1}^{n} DSG(i,j,k)}{\sum_{i=1}^{n} D(i,j)}$$

上記の式で、$D(i, j)$は i 番目の j の発話時間であり、$DSG(i, j, k)$は i 番目の発話時に発話者 j が k を注視している時間である。

- 聞き手による注視率の平均(LGR):

$$LGR = \frac{\sum_{i=1}^{n} DLG(i,j,k)}{\sum_{i=1}^{n} D(i,j)}$$

上記の式で、$D(i, j)$は i 番目の j の発話時間であり、$DLG(i, j, k)$は i 番目の発話時に聞き手 k が j を注視している時間である。

- 沈黙時注視率の平均(SGR):

$$SILGR = \frac{\sum_{i=1}^{n} DSIL(i,j,k)}{\sum_{i=1}^{n} S(i)} \times 100(\%)$$

上記の式で、S(i)は i 番目の沈黙時間であり、$DSILG_{jk}(i)$は i 番目の沈黙時に参加者 j が k を注視している時間である。

各発話アクト時の発話者による注視率(SGR) と聞き手による注視率(LGR)、および沈黙時注視率($SILGR$)に関して、L2 会話と L1 会話それぞれにおいて因子分析を行った。因子抽出には重み付けのない最小二乗法を用い、プロマックス回転を行った。固有値の減少から、L2、L1 それぞれの会話条件について 2 つの因子が抽出された。以下にそれぞれの条件についてパターン行列と因子間相関を示す。

表 1: L2 会話における視線行動の
パターン行列と因子間相関

	因子	
	I	II
SILGR	.861	−.096
SGR: ack	.770	.046
SGR: init	.697	−.023
SG: cont	.664	.008
SGR: ack-init	.602	.057
LGR: cont	−.013	.691
LGR: init	.004	.669
LGR: ack-init	−.041	.571
LGR: ack	.258	.319

因子	1	2
1	1.000	0.177
2	0.177	1.000

表 2: L1 会話における視線行動の
パターン行列と因子間相関

	因子	
	I	II
SIRGR	.878	−0.024
SGR: ack-init	.850	0.046
SGR: ack	.808	−0.095
SGR: init	.804	0.069
SGR: cont	.707	−0.012
LGR: ack-init	.010	.864
LGR: init	−.084	.790
LGR: cont	−.073	.622
LGR: ack	.204	.539

因子	I	II
1	1.000	0.195
2	0.195	1.000

各発話アクト時の発話者による注視率(SGR) と聞き手による注視率(LGR)、および沈黙時注視率($SILGR$)に関して、L2 会話と L1 会話それぞれにおいて因子分析を行ったところ、どちらにおいても沈黙時注視率($SILGR$)と発話者による注視率(SGR)に特徴付けられる因子と、聞き手による注視率(LGR)に特徴付けられる因子が抽出され、基本的な構造は共通していることが示された。

ただし、発話機能の効果については違いが観察されている。すなわち、*ack-init* 中の注視については、L1 では発話者による注視と聞き手による注視共に、2 つの因子両方において最も高い負荷量を示している。これに対し、L2 では因子 I について *ack* 中の SGR の負荷が高く、因子 II について *cont* 中の LGR の負荷が高くなっており、*ack-init* 時視線行動の負荷量は低くなっている。このことから、L2 と L1 では、主に相手の発話内容を受けて新たな情報を付加する際の注視行動において違いが見られる可能性が示唆された。ただし、L2 での話者および聞き手の ack-init 時視線行動が示す

負荷量はいずれにおいても .6 付近であり、L1 の場合と比べてさほど大きな差があるわけではない。これらの結果の意味するところについては、今後より詳細な分析が必要である。

5. 因子得点と質問紙評定との相関分析

相手への好感度、相手から受ける威圧感、自身の会話に関する主観評定値と、視線行動に関する因子得点との間でスピアマンの相関分析を行った。その結果、L2 会話では以下に挙げる項目間で有意相関がみられたが、L1 会話ではこれらの項目に有意相関はみられなかった。

表 3: L2 会話における主観評定値と因子得点の相関

	因子 I	因子 II
話者: 相手に好感が持てましたか	*n.s.*	−.255*
話者: 相手から威圧感を感じましたか	*n.s.*	.332**
話者: 相手に尊敬の念を感じましたか	*n.s.*	*n.s.*
話者: 自分は積極的に会話できたと思いますか	*n.s.*	−.234*
聞き手: 相手に好感が持てましたか	−.210*	*n.s.*
聞き手: 相手から威圧感を感じましたか	*n.s.*	*n.s.*
聞き手: 相手に尊敬の念を感じましたか	*n.s.*	−.218*
聞き手: 自分は積極的に会話できたと思いますか	.223*	*n.s.*

以上から、L2 会話では聞き手から話し手への注視と話者が聞き手に対して感じる好感や威圧感、自身の会話評価に関連があることが示唆された。また、沈黙時の注視・話者から聞き手への注視と、聞き手が話者に対して感じる好感・自身の会話評価に関連があることが示唆された。さらに、聞き手から話者に対する尊敬の念と、聞き手から話者への注視にも関連があることが示唆された。これらは L2 条件においてのみ観察されることから、L2 会話では相手に対する印象や自身の会話への評価と会話中の視線行動が L2 の場合よりも強い関連があることが示唆された。

6. まとめ

発話者による注視率と聞き手による注視率、および沈黙時注視率に関して、L2 会話と L1 会話それぞれにおいて因子分析を行った。どちらの条件においても沈黙時注視率と発話者による注視率に特徴付けられる因子と、聞き手による注視率に特徴付けられる因子が抽出され、基本的な構造の共通性が示された。一方で、L2 と L1 では、主に相手の発話内容を受けて新たな情報を付加する際の注視行動において違いが見られる可能性が示唆された。また、L2 会話では相手に対する印象や自身の会話への評価と会話中の視線行動が L2 の場合よりも強い関連があることが示唆された。

今後の課題として、各発話機能間の注視行動の違いについてより詳細な分析を行い、第 2 言語会話と母語会話の比較を進めていく予定である。

参考文献

[1] Yamamoto, S., Taguchi, K., Ijuin, K., Umata, I., & Nishida, M. (2015). Multimodal corpus of multiparty conversations in L1 and L2 languages and findings obtained from it, *Language Resources and Evaluation*, *49*, 857-882, DOI: 10.1007/s10579-015-9299-2.

[2] Umata, I., Ijuin, K., Ishida, M., Takeuchi, M., & Yamamoto, S. (2016). Quantitative analysis of gazes and grounding acts in L1 and L2 conversations, *Proceedings of 10th edition of the Language Resources and Evaluation Conference (LREC 2016)*, (pp.4249-4252).

[3] ELAN. http://www.lat-mpi.eu/tools/elan

[4] Traum, D. (1994). *A computational theory of grounding in natural language conversation*. PhD thesis, University of Rochester.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

音のインタラクションにおけるエージェンシー認知に関する検討
Investigation of Identification of Agency in Interaction with Sound

齋藤 ひとみ†，梅本 峻太郎‡，高橋 芳奈‡，野々垣 真帆‡，林 穂波‡，村上律子‡，森岡 優樹‡，安田 成‡
Hitomi Saito, Ryotaro Umemoto, Kana Takahashi, Maho Nonogaki, Honami Hayashi, Ritsuko Murakami, Yuuki Morioka, Naru Yasuda

† 愛知教育大学教育学部情報教育講座，‡ 愛知教育大学教育学部
† Programs in Education for Information Science, Faculty of Education, Aichi University of Education, ‡ Faculty of Education, Aichi University of Education
hsaito@auecc.aichi-edu.ac.jp

Abstract

In this study, we investigate identification of agency in interaction with sound. In the experiment, participants performed two tasks with paris. In the task 1, one of them can ' t hear sounds by other of them. In the task 2, they can hear sounds by each other. Saito and Nakano (2016) conducted experiment with similar conditions and showed no significant between identification of agency in task 1 and those in task2. But they found that the number of copy-chunk and melody chunk in task 2 tend to have more than those in task 1. In this study, we modified experimental systems based on problems in our previous study. We report the progress of our experiment.

Keywords — Identification of Agency, Interaction with Sound, HAI

1. 背景と目的

本研究では，音のインタラクションにおけるエージェンシー認知の誘発要因について検討する．エージェンシー認知の誘発要因を探る研究として竹内・中田 (2013)は，どのような振る舞いがエージェンシー認知に繋がるのかを検討した．視覚的なインタラクションを介した実験の結果，空間や時間的な同調が，エージェンシー認知につながることが示唆された．しかし，竹内・中田 (2013)の実験では，エージェンシー認知を誘発する実験参加者に対して,「人らしく振る舞う」「機械らしく振る舞う」という教示をしており，この条件は参加者にとって実際に振舞うことが難しい条件であったと考えられる．

先行研究を踏まえ，齋藤・中野 (2016)は，エージェンシー認知を相手に伝えたい意図の有無と捉え，音のインタラクションによるエージェンシー認知について検討した．実験条件はエージェンシー認知を誘発する参加者が，相手であるエージェンシー認知の有無を判断する参加者（認知者）の音に合わせようとする意図がある場合(意図あり)とない場合（意図なし）であった．実験では，ボタンを押すと打楽器の音が流れるシステムを用い，条件間でエージェンシー認知やインタラクションの比較を行なった．実験の結果，条件間でエージェンシー認知に差は見られなかったが，相手に合わせる演奏をする場合の特徴として，相手に合わせたり，特定のリズムを繰り返すなどの特徴が明らかになった．しかし，相手と自分が鳴らした音の区別がつかないなどの課題がみられた．

本研究では，齋藤･中野 (2016)の課題を解決した実験を行い，音のインタラクションにおけるエージェンシー認知についてより詳細に検討する．具体的には，先行研究の課題を元に実験システムの改良を行い，再実験を実施する．本論文では，実験方法と実験の途中経過について報告する．

2. 方法

2.1 実験条件

齋藤・中野 (2016)と同様に，意図の有無を参加者内要因とする1 要因参加者内計画で実施した．実験参加者は，ランダムに誘発者と認知者に分けられた．実験課題は，システムを使って音を演奏するというものであった．図1に，条件ごとの違いを示す．課題1 は意図なし条件であり，誘発者は自分の音だけを聞いて自由に演奏した．認知者は相手と自分の音が聞こえる状態で自由に演奏した．課題 2 は意図あり条件であり，誘発者は相手と自分の音を聞き，自分以外の音に合わせて演奏するように指示された．認知者は課題1 と同じく，相手と自分の音が聞こえる状態で自由に演奏した．

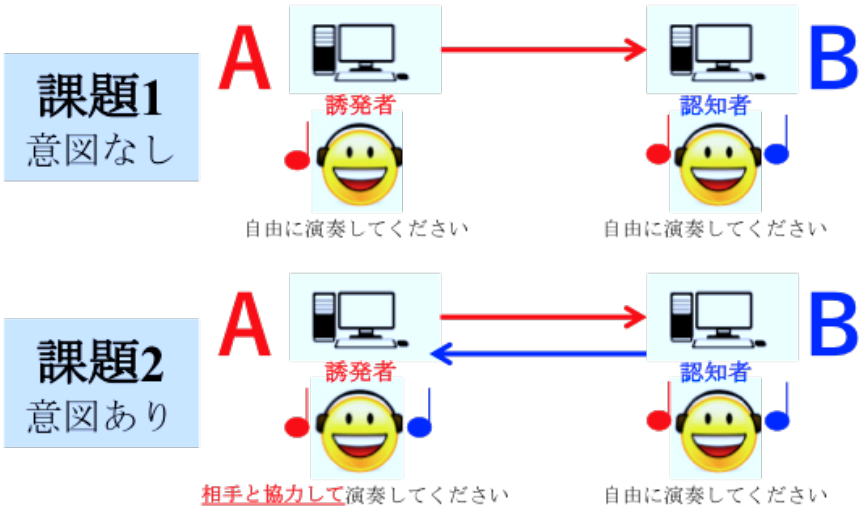


図 1 実験課題

2.2 実験システム

齋藤・中野 (2016) で使用したシステムでは，互いの鳴らした音の区別が出来ない，音のアイコンが全て同じマークで，かつ鳴らす音に音階などの構造がなく，どのボタンを押せばどの音がなるのかがわからないなどの課題があった．これらを踏まえ，以下の点を改善した．

- 音の種類の変更人工音声の「あ」の音を用いた．音源はボーカロイド用に公開されたものを使用した.「あ」の音について，性別(男性・女性)，年齢層（子供・若者・大人），音の高低（高・中・低）の異なる18種類を用意し，参加者のどちらかが男性の音を，もう一方が女性の音を使用するようにした．これらの音に加え，クラップ音も用意し，一人の参加者が使用できる音の種類は，10種類とした．
- 音の聞こえ方の変更自分が鳴らした音は右から，相手が鳴らした音は左から聞こえるようにした．
- 音の配置の変更年齢層の若い順に上から配置し，左から右にいくにつれ音が高くなるように配置した．図2に実験システムの画面を示す．

2.3 手続き

実験は2名一組で行った．実験の流れを説明し，実験プログラムを実施した．実験プログラムを終了した参加者から順番にアンケートを記入してもらい，回収後にデブリーフィングを行い実験を終了した．実験中の操作ログと演奏した音を記録した．

図 2 認知者の課題1の画面（システムの性別を男性にした場合

表 1 意図の有無に関するアンケート結果

質問項目	回答者	意図なし条件	意図あり条件
相手と協力して演奏するにあたって何か伝えようとしたか	誘発者	-	3.7
相手に何かしらの意図があるのを感じましたか	認知者	2.5	3.0

表 2 相手にどんなことを伝えようとしたか，どのように伝えようとしたかに関する記述内容

質問項目	回答
どんなことを伝えようとしたか	リズム感，手拍子に合わせてー!，リズムに合わせて押してもらいたかった。，交互に音が鳴るように，自分がリズムをまねしようとしていること，いろいろな音の種類
どのように伝えようとしたか	規則的になっていることを伝えようとした。，ひたすら拍手を繰り返した，手拍子を多用することでリズムを意識してもらおうとした。，相手の音の裏拍になるように音を鳴らした，相手の音が聞こえた直後にボタンを押す，同じ人でも高さをできるだけ変える

2.4 アンケート

アンケートは実験後にWebサイトを利用して行った．認知誘発者と認知者でそれぞれ異なる設問を用意した．

認知誘発者については，性別，課題1において演奏するにあたって何を意識したか，課題2において(1)相手と協力して演奏するにあたって何か伝えようとしたか(5段階，1:全く伝えようとしなかった-5:すごく伝えようとした，(2)どんなことを伝えようとしたか(自由記述)，(3)どのように伝えようとしたか(自由記述)，(4)相手にどの程度伝わったと思うかを尋ねた(5段階，1:全く伝わらなかった-5:よく伝わった)．認知者については，性別，課題1と課題2についてそれぞれ，(1)聞こえた音に対する印象(5段階，25の形容詞対)，(2)相手に何か意図があるのを感じたか(5段階，1:全く感じなかった-5:非常に感じた)，(3)どんな意図を感じたか(自由記述)，(4)相手のどんな特徴から意図を感じたかを尋ねた(自由記述)．

3. 実験結果

現在，6ペアの実験が終了した．実験の途中経過について報告する．

3.1 意図の有無に関するアンケート結果

認知誘発者と認知者に行なったアンケートのうち，認知誘発者に尋ねた課題2において(1)相手に何か伝えようとしたか，と認知者に尋ねた課題1と課題2それぞれにおいて(2)相手に何か意図があるのを感じたか，についての結果を表1に示す．また，認知誘発者の(2)どんなことを伝えようとしたか，(3)どのように伝えようとしたについての自由記述を表2に示す．

表1より，認知誘発者は，意図あり条件において，相手と協力して演奏するために何か伝えようとしていた．また，表2より，相手に意図を伝える方法として，リズムなどの規則性や真似すること，相手に合わせたタイミングの鳴らし方などを使用していることが明らかになった．この結果は，先行研究と同様の傾向を示しているといえる．

表1より，認知者は，意図なし条件よりも意図あり条件において，相手の意図を感じていることが明らかになった．しかし，データ数が少ないため統計的に有意な差は確認できなかった．今後さらにデータを増やし，検討を進める．

4. 考察

本研究では，音のインタラクションにおけるエージェンシー認知について，齋藤・中野 (2016)の問題点を改善し，再実験を行なった．実験は現在進行中だが，途中経過について報告を行なった．

先行研究では，認知者に何かしら意図を感じることができたかと尋ねた結果について，条件間に差が見られなかった．その理由として，誘発者と認知者の音の種類を同じものにしてしまったため，他者による音を認識できなかったという点，ボタンに音の名称の表示がなく,参加者が鳴らしたいと思った音を瞬時に鳴らすことができなかったという点が考えられる．今回は，認知者の感想などに，上記のような問題点を示す記述はでていないことから，相手と自分の音を区別することは出来ていると考えられる．

今後は，さらに実験データを増やし，アンケートに加えて行動データの分析も行い，音のインタラクションにおけるエージェンシー認知について検討を進める．

参考文献

齋藤ひとみ・中野亜美 (2016). 音のインタラクションにおけるエージェンシー認知. 『2016年度日本認知科学会第33回大会』, **33**, 838–840.

竹内勇剛・中田達郎 (2013). エージェンシー認知を誘発するコンピュータとのインタラクションと人らしさの帰属. 『人工知能学会論文誌』, **28** (2), 131–140.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

使いにくさの捉え方：異なる学生グループを対象とした調査
Cognition about difficulties in using information systems: Differences between four groups of university students

谷川　由紀子[†‡]，原田　悦子[‡]
Yukiko Tanikawa, Etsuko T. Harada
[†]NEC，[‡]筑波大学
NEC Corporation, University of Tsukuba
y-tanikawa@cw.jp.nec.com

Abstract
The questionnaire for 1st year or senior students of engineering or literature departments were carried out, and were analyzed focusing on evaluations and behaviors at the scene of using an information systems with difficulties to use, with basic data of differences of participants for skills to use Information and Communication Technologies and awareness or interests of designing and manufacturing. Results revealed differences between engineering students and literature students on feelings when facing difficulties in use, evaluation criterion about ease of use, and prioritization of improvement items for usability, however cognition about key factors for usability were same between every groups. It was suggested that these gaps derived from engineering education in universities.

Keywords — difficulty in use, evaluation criterion about ease of use, engineering education in university, ICT use skill, awareness of design and manufacturing

1. 背景と問題

近年，社会全体の情報化が進み，一般の利用者が情報システムに直接触れる機会が増加した．そのため，システムの使いやすさの重要性が増しており，様々な手法やシステム構築支援ツールも開発されてきている[1-2]．しかし，情報システムの開発現場ではこれらを適切に活用することができない，という問題も明らかになっている[3]．また，実際の開発プロジェクトの中で，例えば，システム開発を担うソフトウェア技術者が，自身も利用するシステムについて，その情報提示順が利用時の思考順と異なっていても問題（使いにくさ）を認識しない，といった場面に遭遇することも少なくない．このように，システムの開発現場において，使いやすさ向上への取り組みが未だに浸透していない原因の１つに，「使いにくさの捉え方」がシステムを「作る側」と「使う側」とで異なる可能性が考えられる．

「作る側」の認知特性について，Hinds[4] は，対象システムを熟知するシステム提供者が，初めての利用者にとっての操作の難しさを過小評価する傾向を持つことを実験により示している．また，Norman[5] は，利用者の起こしがちな思い違い，エラー等の予測が，設計者には困難と指摘している．この他に Seffah[6-7]，Ferre[8] が，経験をもとにシステム設計を担うソフトウェア技術者の認知･文化特性に言及しているものの，実証的な研究はわずかである．

そこで，情報システムを「作る側」と「使う側」の違いを明らかにすべく，谷川ら[9]はシステムを使う場面で「使いにくさをどのように捉えるか」に焦点をあてて検討してきた．実験では，「作る側」に近似する人としてモノづくりを学び，学習･研究活動として日常的にモノづくりを行う工学系の学生（4 年生以上）を，また「使う側」の人として「作る側」の活動に馴染みのない人文系の学生を対象に，実験室内でコンピュータを利用した「わかりにくい」遂行課題を実施し，その過程での認識や行動の違いを分析・考察してきた[9]．その結果，「作る側」の工学系は，仕組みや操作ポリシーを理解することでシステムを「使える」と感じるのに対して，「使う側」の人文系は，作業手順を知って目的を達成することで「使える」と感じる傾向があること，また，工学系は自分の ICT スキルを平均的な利用者より高いと認識しつつ，平均的な利用者にとってのシステム利用の難しさを適切に評価できない場合がある一方，人文系は自分の ICT スキルを平均的な利用者より低いと認識し，システム利用に躓いても仕方ないと考える傾向があることを示した．

しかし，これらは，少数の参加者（工学系 9 名，人文系 6 名）の観察データをもとに導き出した仮説である．そこで本研究では，上記で得られた知見の一般性を検証するために，質問紙調査を用いて検討を行った．さらに，こうした「作る側／使う側」の相違が，いつどのように生じてくるのかを検討するために，工学系・人文系の上級生と 1 年生を比較すると同時に，各専攻の学生の認知的反応の背景に情報システム開発に関連

するICTやモノづくりに関する相違がどのように存在するのかを併せて検討した．こうした点を検討することにより，工学系の学生を「作る側」，人文系の学生を「使う側」とすることの妥当性，またそれらの要因のシステム利用時の感じ方や行動への影響を検討していきたい．

2. 方法

調査参加者と調査手続き： 総合大学工学系学部の大学1年生103名，3年生以上67名，人文系学部の1年生81名，3年生以上74名の計325名を対象として，質問紙調査を行った（2015年6〜7月に実施．授業終了時に配布して回答を依頼し，その場で回収した）．

調査内容： 質問紙は場面想定を用いた質問項目，ICTスキルに関する質問項目，モノづくりへの意識の評価尺度の3種類で構成した．

場面想定質問： 場面想定法を用いて，一般に使いにくいとされるシステムの利用時に関する記述を呼んで，そうした問題が自分に発生した状況を想像してもらい，その時の行動や感じ方を，解決までの時系列に沿って質問した．質問項目は，上手くできない時の原因帰属，ネガティブな感情，状況打開のためにとる行動，課題達成できた場合に操作とシステムの仕組みの関係を理解したいかどうか，システムを使いやすくするための改善点，自分にとっての課題の難しさおよび平均的な大学生にとっての難しさとした．19項目の質問に対しては2択または6件法であり，1項目（システムを使いやすくするための改善点）のみ複数選択で回答を求めた．場面は次の2パターンとした．すなわち，「使用経験はあるが以前の記憶が曖昧な使いにくいシステム」を使う場面A（図1）と「やりたいことは明確だが使用経験がない使いにくいシステム」を使う場面Bである．場面A，B共に各2種類作成し，4パターンの組み合わせを用意した．これらを，パターン間でのカウンターバランスに配慮しながら，参加者にランダムに割り当てた．

あなたは今，新しく購入したパソコンで学内無線ＬＡＮを利用しようとしています．どうやら改めて初期設定をしなければならないことが分かりました．前回も苦労して設定しましたが，どうやって設定したのかほとんど覚えていません．実際に設定をしてみようとしましたが，やり始めると上手くいきませんでした．
こういう時，あなたはどうしますか．

図1 場面想定の例

ICTスキル： ICTを利用した作業経験の有無と，その作業について他者に説明できるか否かを尋ねる項目を，上村他[10]を改良して作成した．10種類の作業について経験有無1項目と説明可否1項目として計20項目を用意し（表1），2択で回答を求めた．

表1 ICTスキルに関する質問項目

情報検索の経験／説明
ネットショッピングの経験／説明
SNS利用の経験／説明
住所録などのDB作成の経験／説明
ソフトウェアアプリケーションのインストールの経験／説明
PCへの増設メモリの取り付けの経験／説明
ソフトウェアアプリケーション作成の経験／説明
Webページ作成の経験／説明
LANの設定・構築の経験／説明
セキュリティの設定の経験／説明

モノづくりへの意識： モノづくりへの興味・経験・自信，また，日常生活の中で触れるモノに対する興味について尋ねる項目を，室山[11]や野村他[12]を参考に作成した．計20項目を，各カテゴリー5項目となるように用意し（表2），6件法で回答を求めた．

表2 モノづくりへの意識に関する質問項目

モノづくりに対する興味／経験／自信（全15項目）	機械や道具、工具の操作，それらを扱うことに対する興味／経験／自信 ものの分解や組み立てに対する興味／経験／自信 道具を使って、ものを作ることに対する興味／経験／自信 PCやスマート端末のアプリ作成に対する興味／経験／自信 ロボットのデザイン・組み立てに対する興味／経験／自信
日常生活で触れるモノに対する興味（全5項目）	PCやスマート端末のアプリが動く仕組みに対する興味 ロボットが動く仕組みに対する興味 照明の自動点灯の仕組みに対する興味 日常生活の中で「こんなものがあれば便利だな」と思うこと よくできたモノを見た時「どうやって作ったのだろう」と考えること

3. 結果と考察

質問紙への回答について，原則として，専攻（工学系／人文系）と学年（1年生／3年生以上）を要因とする2要因分散分析を行った．また，より詳細な傾向を分析する必要がある場合は，質問項目別に肯定，否定の各々の回答度数を算出してx^2検定を行った．以下，主な結果を述べる．

3.1. ICT利用スキル

ICTを利用した作業の経験の有無を問う項目，またその作業について他者に説明できるか否かを問う項目の各々の肯定（経験有，説明可能）のチェック数を，調査参加者毎に合計し，ICT経験得点，ICT説明得点とした．また，両者の合計をICT利用スキル得点として分析を行った．

まず，3種の得点の基礎統計量を表3に示す．分散分析を行ったところ，いずれも専攻の主効果が有意であった（ICT経験得点，$F(1, 306)=4.23$，$MSE=3.08$，

p<.05；ICT 説明得点，F(1, 304)=4.92，MSE=4.50, p<.05；ICT スキル得点 F(1, 301)=6.15，MSE=12.69, p<.05)．また，ICT 経験得点ならびに合計値である，ICT スキル得点では，学年の主効果も有意である（ICT 経験得点，F(1, 306)=7.31，MSE=3.08，p<.01；ICT スキル得点，F(1, 301)=6.40，MSE=12.69, p<.05）が，交互作用は有意ではなかった．ICT 説明得点については，学年の主効果（F(1, 304)=3.38, MSE=4.50, p<.10）ならびに両者の交互作用（F(1, 304)=3,40, MSE=4.50, p<.10）に有意傾向が見られた（図 2）．単純主効果を検定したところ，3 年生以上の専攻間に有意差があり（F(1, 304)=7.42，MSE=4.50, p<.01），また，工学系の学年間に有意差（F(1, 304)=6.89，MSE=4.50, p<.01）があった．

表 3　ICT 利用スキル

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
ICT利用経験得点	工学1年	99	6.21	1.66
	工学3年以上	64	6.52	2.12
	人文1年	74	5.55	1.66
	人文3年以上	73	6.34	1.62
ICT説明得点	工学1年	97	4.05	2.13
	工学3年以上	63	4.95	2.27
	人文1年	75	3.96	2.02
	人文3年以上	73	3.96	2.08
ICT利用スキル得点	工学1年	96	10.28	3.46
	工学3年以上	63	11.49	4.18
	人文1年	73	9.42	3.27
	人文3年以上	73	10.3	3.39

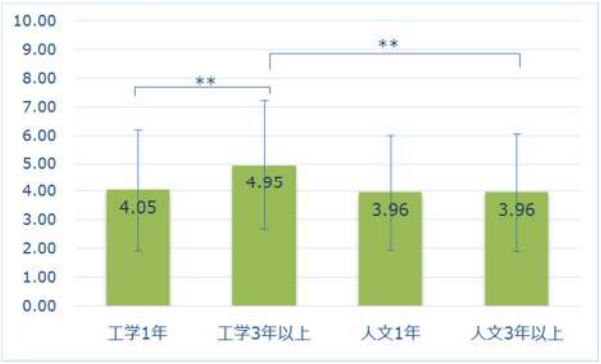


図 2　ICT 説明得点

以上から，全体として，工学系学生の ICT スキルは，人文系より有意に高く，また特に ICT の利用経験は，専攻に関わらず学年と共に増えるが，ICT を利用した作業を他者に説明可能との認識は，工学系においてのみ，学年に伴って有意に向上する傾向が見られた．大学生活を通じて，学生は専攻に関わらず様々な ICT の利用経験を積んでいくが，特に工学系の学生は，利用経験だけでなく，ICT による作業を他者に説明するための背景知識やその適用機会を得ているものと考えられ，大学における工学教育とその場が，こうした教育の役割を果たしているものといえよう．

次に，項目別にx^2検定を行った結果，20 項目中 7 項目で有意差または有意傾向が確認された（表 4）．特に興味深いのは，ソフトウェアアプリケーションのインストール（経験有無，n.s；説明可否，$x^2(3)=6.73$, p<.10）とネットショッピング（経験有無：$x^2(3)=26.37$, p<.001，説明可否：$x^2(3)=16.43$，p<.001）の結果である．前者は，全グループのほぼ全ての参加者が経験している（全グループ平均 95.22%が経験有）．一方，説明可能性については，残差分析の結果，肯定回答が工学系 3 年生以上で有意に多く（調整済み残差= 2.21, p<.05），人文系 3 年生以上で少なかった（調整済み残差= -1.91，p<.10）．また，ネットショッピングについて，人文系 3 年生以上（調整済み残差= 2.76，p<.01）は工学系 3 年生以上（調整済み残差= 2.27，p<.05）と同様に経験有の回答が有意に多い一方で，説明可能との回答は工学系 3 年生以上（調整済み残差= 2.91, p<.01）のみ有意に多かった．

表 4　有意差のあった ICT スキルに関する個別項目

項目	グループ	N	肯定のチェック率
ネットショッピングの経験	工学1年	100	80.00%
	工学3年以上	64	90.63%
	人文1年	77	62.34%
	人文3年以上	73	91.78%
ネットショッピングの説明	工学1年	97	70.10%
	工学3年以上	63	85.71%
	人文1年	76	55.26%
	人文3年以上	73	75.34%
ソフトウェアアプリケーションのインストールの説明	工学1年	100	73.00%
	工学3年以上	63	84.13%
	人文1年	76	72.37%
	人文3年以上	73	64.38%
PCへの増設メモリの取り付け経験	工学1年	100	25.00%
	工学3年以上	64	32.81%
	人文1年	77	24.68%
	人文3年以上	73	13.70%
ソフトウェアアプリケーション作成の経験	工学1年	100	9.00%
	工学3年以上	64	26.56%
	人文1年	77	5.19%
	人文3年以上	73	6.85%
ソフトウェアアプリケーション作成の説明	工学1年	100	6.00%
	工学3年以上	64	17.19%
	人文1年	77	5.19%
	人文3年以上	73	4.11%
Webページ作成の経験	工学1年	100	76.00%
	工学3年以上	64	46.88%
	人文1年	77	31.17%
	人文3年以上	73	68.49%

この結果は，人文系 3 年生以上は，工学系と同様に ICT サービスや機能を利用しているものの，それらの説明はできない傾向があることを示す．ICT に触れることが日常生活の中で当たり前になり，スマートフォンのアプリのインストールなど，難しい概念の理解や

面倒な作業を行わなくてもボタン一つで利用できる「便利な」ICT が増えてきた．そのようにブラックボックス化された ICT を，工学の専門教育を受けていない一般の利用者は，意味がわからず，説明できないままに利用している状況があることを示す結果と考える．

3.2. モノづくりへの意識

モノづくりへの興味／経験／自信，日常生活の中で触れるモノに対する興味の 4 つのカテゴリーについて，質問項目の回答を合計し，モノづくりへの興味得点／経験得点／自信得点／日常生活で触れるモノへの興味得点とした．また，以上 4 得点を合計して，モノづくりへの意識得点とした．これら 5 得点について，基礎統計量を算出した（表 5）．

分散分析の結果，それらの全てにおいて専攻の主効果が有意であった（モノづくりへの興味得点，$F(1, 300)=108.26$，$MSE=31.87$，$p<.001$；モノづくりの経験得点，$F(1, 299)=54.10$，$MSE=23.24$，$p<.001$；モノづくりに対する自信得点，$F(1, 299)=44.57$，$MSE=21.06$，$p<.001$，モノへの興味得点，$F(1, 298)=57,47$，$MSE=25.48$，$p<.001$），モノづくりへの意識得点，$F(1, 296)=94,66$，$MSE=279.02$，$p<.001$）である．また，学年の主効果についてはモノづくりの経験得点（$F(1, 299)=5.13$，$MSE=23.24$，$p<.05$），およびモノづくりに対する自信得点（$F(1, 299)=4.93$，$MSE=21.06$，$p<.05$）において有意であった．交互作用についてはいずれの得点においても有意ではなかった．

表 5　モノづくりへの意識

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
モノづくりへの興味得点	工学1年	98	22.77	5.22
	工学3年以上	60	21.62	6.08
	人文1年	73	15.84	6.25
	人文3年以上	73	14.86	5.18
モノづくりの経験得点	工学1年	95	14.89	5.02
	工学3年以上	60	16.98	5.44
	人文1年	74	11.58	4.39
	人文3年以上	74	12.04	4.42
モノづくりに対する自信得点	工学1年	95	13.71	4.66
	工学3年以上	60	15.48	4.79
	人文1年	74	10.73	4.24
	人文3年以上	74	11.32	4.67
日常生活で触れるモノへの興味得点	工学1年	94	21.1	4.58
	工学3年以上	60	21.85	5.33
	人文1年	74	17.59	5.61
	人文3年以上	74	16.43	4.78
モノづくりへの意識得点	工学1年	94	72.26	15.28
	工学3年以上	60	75.93	18.97
	人文1年	73	55.58	17.49
	人文3年以上	73	54.6	15.64

以上から，工学系は，人文系よりも，有意にモノづくりに対する興味を持ち，経験も豊富で自信もあることが確認された．また，経験と自信が 1 年生よりも 3 年生以上で有意に高いことから，大学生活において，何らかのモノづくりに関わる経験を積み自信をつける要因があると考えられる．ただし，この学年間の意識の差は，工学系に限るものではないため，大学における工学教育が要因とは言い切れない．

次に，各質問項目の分散分析の結果，20 項目全てにおいて専攻の主効果が有意（$p<.001$）であり，学年の主効果については，モノづくりへの興味カテゴリーの 1 項目（$p<.10$），モノづくりの経験カテゴリーの 2 項目・自信カテゴリーの 2 項目（いずれも $p<.05$）において確認された．両者の交互作用について，モノづくりの経験カテゴリーにおける「ロボットのデザイン・組み立て経験（$F(1, 300)=3.48$，$MSE=1.12$，$p<.10$）」，日常生活で触れるモノへの興味カテゴリーの「よくできたモノを見た時「どうやって作ったのだろう」と考えること（$F(1,302)=3.52$，$MSE=1.43$，$p<.10$）」の 2 項目においてのみ有意傾向が観察された．

ここでは，この 2 項目の内，モノづくりそのものではなくモノに対する興味の側面を尋ねた「よくできたモノを見た時「どうやって作ったのだろう」と考える」に着目する．この項目の単純主効果を検定したところ，1 年生の専攻間（$F(1,302)=5.04$，$MSE=1.43$，$p<.05$），および 3 年以上の専攻間（$F(1,302)=20.20$，$MSE=1.43$，$p<.001$）に有意差，また，工学系の学年間に有意傾向（$F(1,302)=3.10$，$MSE=1.43$，$p<.10$）が見られた（図 3）．

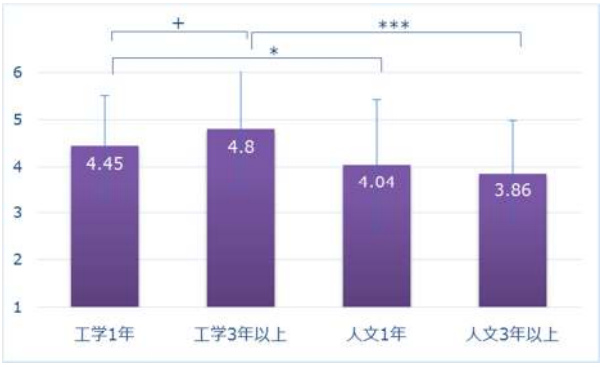


図 3　個別項目平均値：「よくできたモノを見た時『どうやって作ったのだろう』と考えること」

これは，そもそも工学系学生は人文系学生よりもモノそのものやその作り方に興味を持つこと，その傾向は学年が上がるとより強くなるという傾向を示している．このように日常生活で触れるよくできたモノやその作り方への興味が，工学系において学年に伴って高くなる背景には，工学の専門教育の影響があるものと

考える．すなわち，工学系の 3 年生以上は，工学教育を通じてモノづくりに対する経験や自信をつける過程で, モノを「使う対象」としてだけでなく,「作る対象」として見る視点を養っているといえよう．

3.3. 使いにくいシステム利用時の感じ方･行動

場面想定項目において，経験が有ることを前提とした場面 A については，想定されたシステムの利用経験がないとした回答者は除いて分析し，場面 B は経験の有無に関わらず全データを対象に分析した．分析の結果, 場面 A と B とで矛盾する結果は見られなかったため，本稿では，より細かな傾向が確認された A の結果を中心に記述する．

上手くできない時の原因帰属

上手くできない原因をモノに帰属するか否かについては, 専攻の主効果が有意 (F(1, 265)=4.48, MSE=1.37, p<.05), また学年の主効果が有意傾向 (F(1, 265)=3.21, MSE=1.37, p<.10) であり，工学系よりは人文系，また 1 年生より 3 年生以上で強いことが示された．ただしその平均値は，どのグループも「あまりそうは思わない(3)」前後であり，ICT を用いた作業がうまくできない場合にモノ (システム) に原因を帰属する傾向は，専攻・学年に関わらず弱いと考えられる．

原因を自分に帰属するか否かについては，交互作用に有意傾向 (F(1, 264)=2.94, MSE=1.40, p<.10) が見られた．単純主効果を検定したところ，工学系の学年間に有意差 (F(1, 264)=3.18, MSE=1.40, p<.05)，1 年生の専攻間に有意傾向 (F(1, 264)=3.33, MSE=1.40, p<.10) が見られた．平均は，どのグループも平均値は「少しそう思う(4)」以上だった (表 6)．学年・専攻に関わらず，自分に原因を帰属する傾向があるが，工学系 1 年生においてのみ，その傾向が他のグループよりやや弱いことがわかる．

表 6 上手くできない時の原因帰属 (場面 A)

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
モノに帰属	工学1年	93	2.71	1.19
	工学3年以上	61	2.93	1.17
	人文1年	54	2.98	1.24
	人文3年以上	61	3.28	1.07
自分に帰属	工学1年	93	4.00	1.33
	工学3年以上	60	4.35	1.16
	人文1年	54	4.37	1.25
	人文3年以上	61	4.21	0.88

ネガティブな感情

表 7 にネガティブな感情 (不安，負担，いらだち) の基礎統計量を示す．分散分析の結果，専攻の主効果は，不安 (F(1, 265)=7.94, MSE=1.49, p<.01) と負担 (F(1, 264)=3.98, MSE=1.52, p<.05) において有意であったが，負担には交互作用にも有意傾向 (F(1, 264)=2.80, MSE=1.52, p<.10) が見られた．単純主効果を検定したところ，1 年生の専攻間が有意 (F(1, 264)=7.09, MSE=1.52, p<.01) であった．これらから，人文系学生は工学系より不安・負担を感じる傾向があること，特に人文系 1 年生は，負担を感じる傾向が強いことが示された．これに対して，人文系 3 年生以上の負担感には同様の傾向が見られず，学内システムへの慣れの影響の可能性が考えられる．

いらだちには，主効果，交互作用共に見られなかったが，その平均は専攻・学年に関わらず不安・負担より大きく,「少し感じる(4)」に近くなっていることから, うまく利用できない時の不安感や負担感は，システムへの慣れによって軽減されるものの，いらだちはあまり軽減されないのではないかと考えられる．

表 7 ネガティブな感情 (場面 A)

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
不安	工学1年	93	3.33	1.29
	工学3年以上	61	3.15	1.29
	人文1年	54	3.80	1.02
	人文3年以上	61	3.54	1.21
負担	工学1年	93	3.47	1.32
	工学3年以上	61	3.67	1.38
	人文1年	53	4.04	0.94
	人文3年以上	61	3.72	1.16
いらだち	工学1年	93	3.83	1.26
	工学3年以上	61	3.74	1.01
	人文1年	54	4.11	1.14
	人文3年以上	61	3.93	1.22

状況打開のためにとる行動

うまくできない状況打開のためにとる行動として，操作の仕方，説明書の利用，他者への援助要請について検討する．

操作の仕方についての基礎統計量を表 8 に示す，分散分析の結果，記憶をたどって以前に成功した操作を繰返すかについては，学年の主効果の有意傾向 (F(1, 265)=3.64, MSE=1.11, p<.10) と共に交互作用に有意傾向 (F(1, 265)=3.86, MSE=1.11, p<.10) が見られた．単純主効果を検定したところ，人文系の学年間が有意 (F(1, 265)=6.66, MSE=1.11, p<.05) であった．すなわち，人文系 1 年生については，他のグループに比べ「以前成功した操作を繰返す」傾向があることが示された．

新しい操作を試すかについては，主効果，交互作用とも有意な差は見られなかった．

表 8　状況打開に向けた操作の仕方（場面 A）

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
新たな操作を試す	工学1年	93	4.27	1.16
	工学3年以上	61	4.43	1.13
	人文1年	54	4.22	1.08
	人文3年以上	61	4.11	1.00
以前成功した操作を繰返す	工学1年	93	4.45	1.08
	工学3年以上	61	4.46	1.15
	人文1年	54	4.72	0.98
	人文3年以上	61	4.21	0.99

説明書の利用について，操作手順の説明書は，全参加者の 86.47%が利用すると回答した一方で，システムの仕組みの説明書については，利用するとの回答が全体の 36.6%だった．x^2検定の結果，回答傾向については操作手順の説明書および仕組みの説明書共にグループ間での違いは見られなかった．次に，手順書の利用によって手順が把握できたら使いやすくなるかについては，いずれのグループも平均が「強くそう思う（5）」前後（表 9）だった．分散分析の結果，学年の主効果が有意傾向（F(1, 263)=3.26，MSE=0.99, p<.10）であり，交互作用が有意（F(1, 263)=6.86, MSE=0.99, p<.01）であった．単純主効果を検定したところ，1 年生の専攻間（F(1, 263)=8.13，MSE=0.99, p<.01），人文系の学年間（F(1, 263)=8.71，MSE=0.99, p<.01）に有意差が見られ，人文系 1 年生に「手順把握」により「わかりやすくなる」とする傾向が強かった．

一方，仕組みの説明書について，その利用によって仕組みが把握できたら使いやすくなるかについては，いずれのグループも平均が「少しそう思う（4）」よりも値は小さく，主効果，交互作用は確認されなかった（表 9）．

表 9　説明書の利用と使いやすさ（場面 A）

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
手順把握で使いやすい	工学1年	93	4.70	1.11
	工学3年以上	60	4.80	1.13
	人文1年	54	5.19	0.83
	人文3年以上	60	4.63	0.78
仕組み把握で使いやすい	工学1年	92	3.73	1.34
	工学3年以上	60	3.47	1.43
	人文1年	54	3.69	1.37
	人文3年以上	60	3.70	1.18

なお，操作手順説明書の利用について尋ねた本項目においてのみ，場面 B において，一部異なる傾向の結果が出たため追記する．操作手順説明書を利用するとの回答は，全体の 84.01%であり，x^2検定の結果，その回答傾向にグループ間での違いが確認された（x^2(3)=7.76，p<.10）．残差分析をしたところ，工学系 3 年生以上における利用するとの回答が有意に少なかった（調整済み残差=-2.734，p<.01）．

本結果から，専攻・学年に関わらず，操作手順の説明書は読むが，システムの仕組みの説明書はあまり読まない傾向がわかった．また，工学系の 3 年生以上は，利用するシステムによっては，操作手順の説明書を読まない人が他のグループより増える傾向が示された．また，どのグループもシステムの操作手順が把握できたら利用システムを使いやすく感じるが，人文系の 1 年生は，特にその傾向が強いことがわかった．一方，仕組みについては，どのグループもそれが把握できても使いやすさにはあまり繋がらないと感じていることが示された．操作手順説明書は読むが仕組みの説明書を読まない背景には，このような使いやすさを感じる要因に対する認識があるものと考えられる．

他者への援助要請について，他者に助けを求めるとの回答は，全参加者の 90.26%だった．x^2検定の結果，回答傾向にグループ間で有意な違い（x^2(3)=7.54，p<.10）が見られたため，残差分析をしたところ，人文系 3 年生以上が有意に少なく（調整済み残差=-2.06，p<.05），人文系 1 年生が多かった（調整済み残差=1.67，p<.10）．一方，他者に交代してもらうかについては，肯定の回答が全体の 44.94%であり，回答傾向にグループ間での差は見られなかった．

以上から，システムを利用した作業がうまく進められない場合，どのグループも他者に助けを求めるが，その傾向は特に人文系 1 年生では強く，同じ人文系でも 3 年生以上は弱いことが確認された．

操作と仕組みの関係理解に対する認識

課題達成できた場合に操作とシステムの仕組みとの関係を理解したいか否かについての基礎統計量を，表 10 に示す．分散分析の結果，専攻の主効果が有意であった（F(1, 263)=6.01，MSE=1.62, p<.05）．次に，仕組みを理解できたら利用システムを使いやすく感じるかについては，全参加者の 66.54%が肯定の回答だったが，x^2検定の結果，グループ間での回答傾向に差は見られなかった．

この結果から，専攻・学年に関わらず，操作とシステムの仕組みとの関係を理解できたら，システムを使いやすいと感じる傾向がある一方で，工学系は操作と仕組みの関係を知りたいと考えるものの，人文系はそれほど仕組みを知りたいとは考えないことが分かった．

表 10 仕組みを理解したいか（場面 A）

項目	グループ	N	平均値	標準偏差
操作成功の理由（仕組みとの関係）を知りたい	工学1年	93	4.30	1.27
	工学3年以上	60	4.02	1.23
	人文1年	54	3.87	1.40
	人文3年以上	60	3.67	1.20

システムを使いやすくするための改善点

本質問項目においては，場面 A よりも B においてより細かな傾向が確認されたため，場面 B の結果を取り上げて記述する．

システムを使いやすくするための改善点について，選択肢として提示した「手順の単純さ」「操作ページの見やすさ」「仕組みの説明」「手順の説明の分かりやすさ」の 4 項目について「最も重視する」とした頻度をみると，図 4 に示すように「手順の単純さ(134)」「手順の説明の分かりやすさ(119)」の回答数が圧倒的に多かった．x^2検定を行ったところ，グループと項目の組合せ毎の回答傾向に有意差が見られた（$x^2(9)= 19.12$, $p<.05$）．残差分析の結果，工学系 3 年生以上の手順の単純さが有意に多く（調整済み残差=3.44，p<.001），工学系 3 年生以上の手順の説明の分かりやすさが少ない（調整済み残差= -3.28，p<.01），また，人文系 1 年生の手順の説明の分かりやすさが多かった（調整済み残差=1.88，p<.10）．

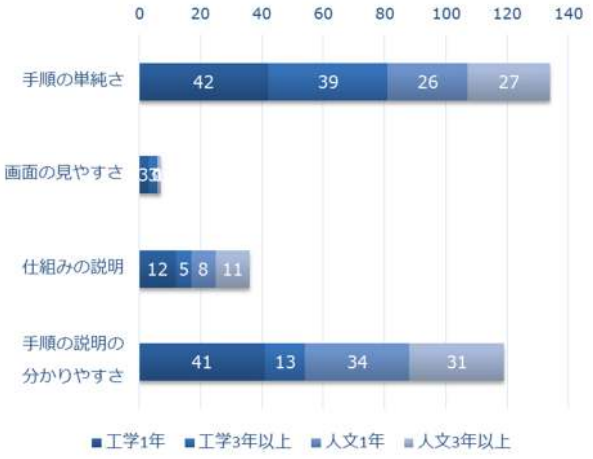


図 4　使いやすさのために最重視する改善点（場面 B）

以上の結果から，専攻･学年に関わらず，「手順の単純さ」と「手順のわかりやすい説明」がシステムの使いやすさを向上させる上で重要と認識されていることが分かった．その中で，工学系 3 年生以上は「手順の単純さ」を他のグループより最重要と認識する一方，「手順のわかりやすい説明」については重視するものの最も重要とは考えない傾向があること，人文系 1 年生は，逆に「手順のわかりやすい説明」を最重視する傾向が強いことが確認された．一方,「画面の見やすさ」や「仕組みの説明」は，どのグループにおいてもあまり重要と考えられていないことも分かった．

「手順の単純さ」と「手順のわかりやすい説明」がどのグループにおいても重視されていることから，システム利用時の操作手順が使いやすさを左右する主要因として認識されていることが考察される．これは，先述の「うまくできない状況打開のためにとる行動」において確認された，どのグループも利用システムの操作手順が把握できたらシステムを使いやすく感じる，との傾向と合致するものである．しかしながら，手順重視の傾向は同一でも，工学系 3 年生以上は他のグループとは異なり，手順を分かりやすく説明することよりも，手順そのものを単純にすることを重視している．

この点では，人文系，また工学系 1 年生が，システムの使いやすさ向上を考える際に，システムそのものは変えない，または変えることができないとの前提で改善方法を考えるのに対して，工学系 3 年生以上には，システムそのものを作りかえるという発想が生じているといえるのではないだろうか．そのように考えたとき，大学における工学教育を通じて「モノを作る視点」が養成されたことによる影響と考えられる．

一方，「うまくできない状況打開のためにとる行動」において同様に確認した，「どのグループも仕組みが把握できても使いやすさにはあまり繋がらないと感じている」との傾向と，ここで示された「仕組みの説明」をあまり重視しない傾向との間にも矛盾はない．システムの「仕組み」を把握することは，システムを問題なく使うためになくてはならないこと，すなわち，使いやすさの主要因とは捉えられていないことが，本結果からも描き出されうるといえよう．

自分にとっての難しさ・他者にとっての難しさ

自分にとっての課題の難しさ（図 5）については，専攻の主効果が有意（$F(1, 262)=11.64$, $MSE=1.53$, $p<.001$），また交互作用が有意傾向（$F(1, 262)=4.56$, $MSE=1.53$, $p<.10$）であった．単純主効果を検定したところ，3 年生以上の専攻間で（$F(1, 262)=14.40$, $MSE=1.53$, $p<.001$），また工学系の学年間で（$F1, 262)=5.89$, $MSE=1.53$, $p<.05$）有意差が見られた．

この結果は，人文系は工学系よりもシステム利用の難しさを感じる傾向があること，工学系においては 1 年生が 3 年生以上よりも難しさを感じる傾向が強いこ

とを示す．このように，工学系において学年が上がると難しさを感じにくくなる背景には，先述したICT利用スキルとの関係があると考える．すなわち，工学系は，大学における工学教育を通じて，ICTの経験に加えて他人に説明できるだけのICTへの知識・理解を，深めていく．その結果，他のグループよりも高いICTスキルを身に着けるため，上位学年になるとシステム利用の難しさを感じない／感じにくい傾向が生じるのではないかと考察する．この結果は，工学系の学生は自分のICTスキルを平均的な利用者より高いと認識し，課題の難しさ（利用するシステムの使いにくさ）を感じにくい傾向があることを示した谷川ら[9]の先行研究と一致する．

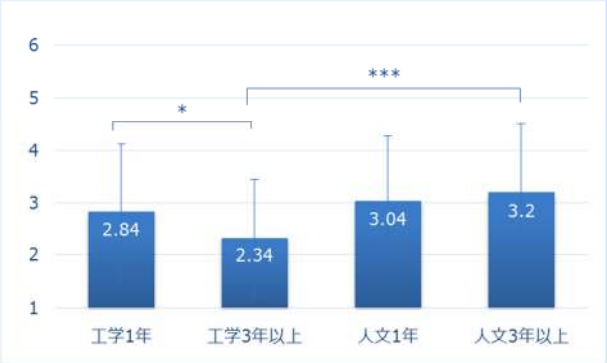


図5　自分にとっての難しさ（場面A）

他者（平均的な大学生）にとっての課題の難しさ（図6）については，専攻，学年共に主効果に有意差はなかったが，交互作用が有意傾向（$F(1, 262)=4.73$, $MSE=1.25$, $P<.10$）であった．単純主効果を検定したところ，3年生以上の専攻間（$F(1, 262)=4.24$, $MSE=1.25$, $p<.10$），工学系の学年間（$F(1, 262)=3.41$, $MSE=1.25$, $p<.10$）に有意傾向が見られた．平均的な大学生にとってのシステム利用の難しさを，人文系3年生以上は工学系3年生以上よりも，また工学系においては1年生が3年生よりも，より難しいと評価することがわかった．すなわち，工学系3年生以上は，自分にとってだけでなく，平均的な大学生にとっての難しさについても，他のグループよりも有意に低く評価するということである．

このように工学系の3年生以上において，システム利用の難しさを低く評価する傾向の背景には，先述したICT利用スキルとモノづくりへの意識との関係があるものと考える．すなわち，工学系3年生以上は，工学教育を通じて，ICTへの知見・理解を深めた結果，他のグループより高いICTスキルを保有する．また，モノを「使う対象」としてだけでなく「作る対象」としてみる視点が養われている．人文系より高いICTスキルまたモノづくりへの意識を持つ工学系1年生が，3年生以上よりシステム利用を有意に難しいと評価していることから，工学系3年生以上においては，この「作る視点」が加わることで，「使う視点」が弱まっている可能性が考えられる．他のグループよりもICTスキルが高く，加えて「使う視点」が弱まったことにより，システムを使う場面での難しさの評価が「甘くなっている」のではないかと考えられる．

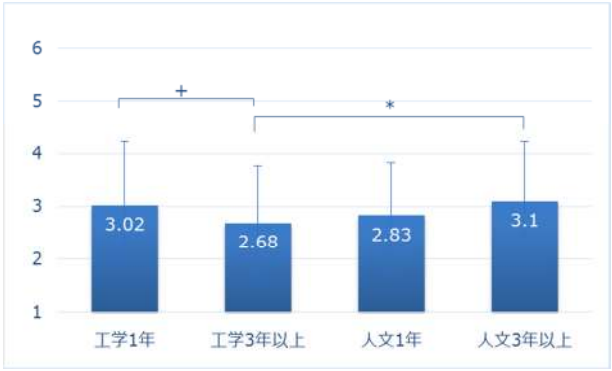


図6　他者にとっての難しさ（場面A）

4. 総合討議

4.1. 工学系専門教育は「作る側」を育成しているか

本研究の分析から，工学系は人文系よりもICT利用スキル，またモノづくりへの意識が高いことが明らかになった．特に工学系3年生以上は，大学における工学教育を通じて，ICT利用スキルを自分が使えるだけでなく他者に説明できるレベルに発展させると共に，「モノを作る視点」を養い獲得していることが示された．その半面，システム利用時に問題が発生した場合，その作業の難しさを平均的な利用者より低く評価する傾向が生じていることから，利用者としてもともと持っていた「モノを使う視点」が相対的に弱まっている可能性があるといえよう．

一方，使いやすさを左右する主要因を「操作手順」とする認識は，工学系3年生以上も，人文系や工学系1年生と変わらなかった．ただし，システムを使いやすくするためのアプローチとして，工学系3年生以上は，人文系や工学系1年生とは異なり，操作手順の説明を分かりやすくすることよりも，手順そのものを単純に作り変えることを重要と考える．すなわち，モノ自体を作りかえることを発想し，重視しているということである．これは，モノづくりを学んだことにより，モノを「使う対象」としてだけでなく，「作る対象」と

して捉える視点を獲得したことで生じたものと考える．

以上のように，工学教育は，ICT 利用スキルとモノづくりへの意識，視点を育成・向上させることによって，使いにくいモノの作り変えを構想するスキルや視点を「育成している」ことが調査結果から示されたといえよう．そのことが同時に，使いやすさの主要因に対する認識には影響を与えないものの，平均的な利用者の持つ難しさ（使いにくさ）の感覚を弱めている可能性があることを勘案すると，使いやすいシステムの開発を検討する立場からは，専門家教育の中で，モノ（システム）を利用者の視点から評価する基準をいかに育成し維持するかが，工学教育に期待される役割の1つであり，現状の課題ではないかと考えられる．

4.2. 総括と今後の展望

本研究では，質問紙調査を用いて，情報システムを「作る側」としての工学系，「使う側」としての人文系における，使いにくいシステムを利用する場面での感じ方や行動，使いにくさに対する認識，加えて，情報システム開発に関連が深い ICT やモノづくりに関する各々の要因を比較・分析した．特に，両学部の学生において 1 年生と 3 年生以上を比較することを通じて，専門教育の効果についても考察を深めることができた．その結果，使いにくいシステム利用時に問題が発生した場合の感情と使いにくさの評価基準，使いやすさ向上のための改善点の優先順位づけ等において両者に違いがある一方，使いやすさを感じる主要因に対する認識は変わらないことが明らかになった．さらに，工学教育を通じた ICT 利用スキルおよびモノづくりへの意識の育成・発展が関係する可能性が大きいことも見えてきた．

この結果は，谷川ら[9]の実験研究で見られた「使いにくいシステムへの対応，行動の相違」がより一般的な形で存在し，さらにそこには工学専門教育による課題が潜在している可能性も示唆された．今後は，確認された各専攻の認識・行動の特徴と ICT やモノづくりに関する要因との関係，また各特徴間の関係について詳細に分析し，使いにくさを生じる「作る側」の認知的な要因を明らかにしていきたい．また，「職業としてのモノづくりを始めてからの」変化との関係についてもさらに検討を深めていく計画である．

参考文献

[1] Palanque, P. et.al, (2011): “A model-based approach for supporting engineering usability evaluation of interaction techniques”, EICS '11 Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems, pp.21-30

[2] Propp, S. et.al, (2009): “Integration of usability evaluation and model-based software development”, Advances in Engineering Software; Volume 40, Issue 12, pp.1223–1230

[3] Tanikawa, Y. et al. (2014): "Problems in Usability Improvement Activity by Software Engineers - Consideration through verification experiments for human-centered design process support environment", HCI International 2014 Proceedings Vol.12 LNCS8521, pp.641-651

[4] Hinds, P. (1999) : “The curse of expertise: The effects of expertise and debiasing methods on predictions of novice performance”, Journal of Experimental Psychology: Applied, 5, pp.205-221.

[5] Norman, D. A.(2013) : “The psychology of everyday things”, Revised and Expanded Edition. Basic Books , 2013

[6] Seffah, A. and Metzker, E.(2004): "The obstacles and myths of usability and software engineering." Communications of the ACM 47.12 (2004), pp.71-76

[7] Seffah, A. et al., eds.(2005): “Human-Centered Software Engineering - Integrating Usability in the Software Development Lifecycle”, Vol.8. Springer, 2005.

[8] Ferre, X.(2003): "Integration of Usability Techniques into the Software Development Process." Bridging the Gaps Between Software Engineering and Human-Computer Interaction (2003), pp.28-35.

[9] 谷川，池永，原田(2016) : “使いにくさの捉え方”，ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol.18 No.9, pp.41-46

[10] 上村，新井田，中村(2011) : “通信サービス利用時における繋がりにくさの原因帰属とメンタルモデルとの関係”，2011 年度日本認知科学会第 28 回大会発表論文集，pp.122-125

[11] 室山(1999) : “若年者のための職業能力評価尺度の作成”，日本労働研究機構紀要 No.17，pp.105-114

[12] 野村，他(2008) : “大学生を対象とした「ものづくり」意識尺度の開発－コンピュータ不安・数学不安との関連－”，日本教育工学会論文誌 32(2)，pp.215-221

乳児の歩行の発達–ひとまとまりの歩行と歩数
Development of Infant Walking – Steps in One Bout of Walking

西尾　千尋[†]
Chihiro Nishio

[†]東京大学大学院　学際情報学府
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo
nishiochihiro@gmail.com

Abstract

Recent studies on development of independent walking imply that infant walking is not goal-directed but rather exploratory in nature, and that the steps included in one bout of walking is statistically random. However, the number of steps actually taken is constrained by layout of furniture and the size of the home. We observed two infants at their homes for three months and found that 50% of their walking bouts included fewer than 10 steps. Though both infants became able to walk more than 50 steps in one walking bout several weeks after the onset of walking, short walking bouts of fewer than 10 steps were continuously observed throughout the observation period. It appears that short walking bouts a typical of walking in the daily home environment.

Keywords — Development of infant walking, One bout of walking, Natural observantion, Step numbers

1.　はじめに

乳児の歩行といった運動発達に関する研究は神経学的，運動学的，力学的な側面から数多く行われてきた（McGraw, 1940, 1941; Thelen & Fisher, 1982; Forssberg, 1985）．乳児が独立歩行を獲得することによって高い目線での探索が可能となること，重心の動揺や両手両足の左右の協調が成人の運動パターンと同様の形へ変化していくこと（Bril & Breniere,1993; Clark & Phillips, 1993; Ivanenko et al.,2004）は，歩行の発達が他の様々な行為の発達に大きな影響を及ぼしていることを示唆している．

近年では力学的な変化からだけでは乳児がどのように新しい運動スキルを獲得するのかについて検討することは出来ないとして，歩行を学習する環境により焦点を当てた研究がおこなわれるようになった．Adolph ら（2012）によれば，乳児の自然観察における歩行から推測される乳児の 1 日の歩数は 14000 歩であり，非常に多くの歩数を歩く一方で，一度に歩く歩数は 1 歩や 2 歩といった従来の歩行の基準には当てはまらないような歩行も多い．また，Cole ら（2016）は自然観察における乳児の歩行を開始から終了のひとまとまりとして分節し，乳児が一度の歩行で歩く歩数は統計的に見てランダムであることを明らかにした．言い換えれば，5 歩で停止する確率も 50 歩で停止する確率も有意な差はないことを意味する．乳児の歩行はそれまでに考えられていたような，遠くにある物を目指して一直線に進むようなものではなく，環境のランダムな探索であると主張している．

しかし，実際に乳児が歩行を学習する環境である家庭の環境では部屋の形状や家具の配置などのレイアウトが歩行の生起を制約していると考えられる．西尾ら（2015）によれば，家庭で起こる乳児の歩行は部屋中を偏りなくランダムに動き回るというよりは，歩行が促されやすい場所とそうではない場所が存在する．そこから考えられるのは，乳児の歩行には典型的なサイズが存在するのではないかということである．これらを踏まえ，本研究では歩行を学習し始めた乳児が一度に歩くひとまとまりの歩数の推移を縦断的な観察により明らかにする．

2.　方法

男児 A（生後 11 ヶ月）と女児 B（生後 10 ヶ月）について，それぞれの自宅において歩行開始前から独立歩行開始後 3 ヶ月経過するまでの間, 約 2 週間に 1 度, 1 時間のペースで乳児が通常過ごしているリビング全体が撮影されるように固定されたカメラにより動画を撮影した．各回 1 時間の動画より乳児が活発に動いていた 30 分間を抜粋し，A は 180 分（撮影回数 6 回，各 2 週間毎），B は 210 分（撮影回数 7 回，歩行開始から最初の 2 週間のみ 2 回，その後）を分析対象とした．A は 15 ヶ月齢，B は 11 ヶ月齢で独立歩行を開始した．

1 バウト（ひとまとまり）は 2 歩以上の歩行とし，歩行の開始は 1 歩行に足を踏み出した時，終了はそれ以上進めないような状態で物の前に到達した時か，物や人に対してリーチングを行った時，また人のリーチに入って停止した時とした．それ以外の停止は，3 秒以上足を動かさずにその場に留まった時にひとつの場所に対する滞留とみなし 1 バウトの歩行の終了をもた

らしたとみなした. コーディングの結果, A は 212 回, B は 297 回の歩行バウトを抽出した.

さらに，それぞれの家のリビングの平面図上に歩行の開始・終了場所，言い換えればと歩行と歩行の間で滞留していた場所を示した.

3. 結果

表 1 に A と B の 1 バウトの歩行の概要を示した. A の 1 バウトの歩行の平均歩数は 11.4 歩, B は 13.1 歩で，それぞれ最頻値は 6 歩，4 歩であった．図 1 に A と B を合計した 1 バウトに含まれる歩数の分布を示した．両者ともに 10 歩以下の歩行が 50%, 6 歩以下の歩行が 25%をしめていた. 図 2 にそれぞれの歩数の推移を時系列で示した．歩行が開始された週の歩行はほとんどが 10 歩以下であったが，歩行開始から 2 週間が経過すると両者とも 50 歩程度の長い歩行が起こるようになった．その一方で，歩行の経験を積み重ねていってもステップ数の少ない歩行は依然として存在し，歩数の少ない短い歩行が日常生活において多く現れる性質の歩行であることを示唆した.

表 1　1 バウトの歩行

乳児	歩行回数	1バウトに含まれる歩数		
		Mean	Mode	SD
A	212	11.4	6	8.9
B	297	13.1	4	11.7

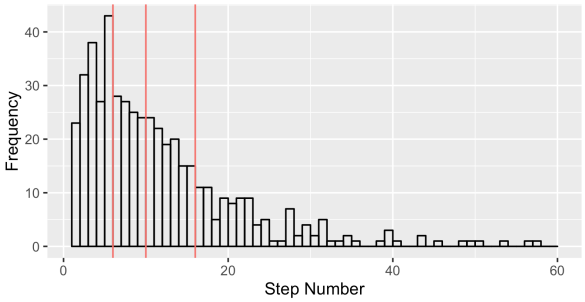


図 1　1 バウトに含まれる歩数の分布

A も B もそれぞれ頻繁に滞留していた場所があり，家族とのインタラクションが生じる場所，家族が作業しているキッチンのゲートの前，テレビなどが見える範囲，立ったまま物を置くことが出来る高さの家具の前などが共通した滞留場所として現れた.

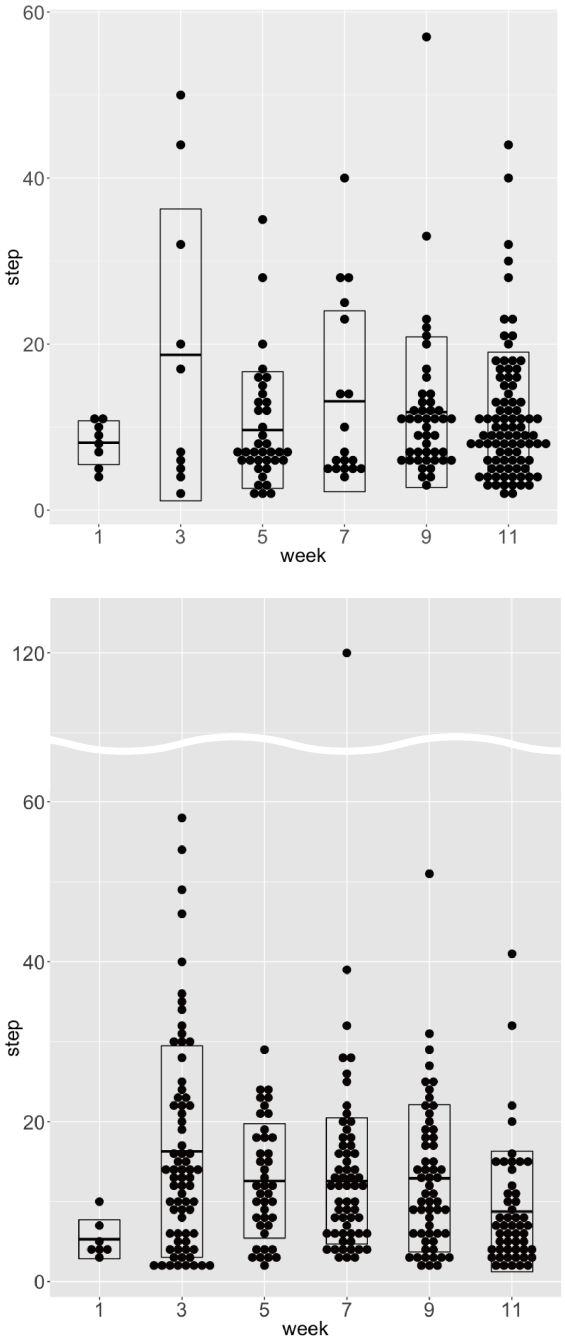


図 2　歩行開始から 2 週間ごとの 1 バウトの歩数の推移(上:A 下:B)

4. 議論

Cole らの主張の通り，乳児の歩行は部屋の反対側にある物へ接触するために歩くといった性質のものでは必ずしもなく，多くの歩行はごく少ない歩数で構成されていた．一方で，乳児は部屋という場所に持続する部屋の形状や家具がもたらすレイアウトからの制約を受け，同時にそれらの配置を利用した様々なアクティビティを行っており，環境の全くランダムな探索と言うよりは持続する場所の性質の学習でもあると言える.

例えばテレビを見るというアクティビティが成立する範囲があるように，場所は動くことで限界，境界が決まる．歩行が一つのアクティビティに開始と終了をもたらしており，乳児は歩行の発達とともにどの場所でどのようなアクティビティをおこなうことが出来るのか，場所と行為の関係の可能性を探索していた．

今後の研究では繰り返し探索することが可能な日常的な環境において乳児が歩行を学習する過程で，どのようなアクティビティに引き続いて歩行が起こるのか，歩行を獲得することで乳児のアクティビティにどのような変化がもたらされるのかについて調査を行う．

参考文献

[1] Adolph, K. E., Cole, W. G., Komati, M., Garciaguirre, J. S., Badaly, D., Lingeman, J. M., Chan, G. L. Y., & Sotsky, R. B. (2012) “How do you learn to walk? Thousands of steps and dozens of falls per day”, Psychological Science, 23, pp. 1387-1394.

[2] Bril, B., & Breniere, Y. (1993) “Posture and independent locomotion in early childhood: Learning to walk or learning dynamic postural control? “ In G. J. P. Savelsbergh (Ed.), The development of coordination in infancy, pp. 337–358.

[3] Clark, J. E., Whitall, J., & Phillips, S. J., (1988), Human interlimb coordination: The first 6 months of independent walking. Developmental Psychobiology, 21, pp. 445–456.

[4] Cole, W. G., Robinson, S. R., & Adolph, K. E. (2016), “Bouts of steps: The organization of infant exploration”, Developmental Psychobiology, 58, pp. 341-354.

[5] Forssberg, H., (1985), “Ontogeny of human locomotor control I. Infant stepping, supported locomotion, and transition to independent locomotion”, Experimental Brain Research, 57, pp. 480–493.

[6] Ivanenko, Y. P., Dominici, N., Cappellini, G., Dan, B., Cheron, G., & Lacquaniti, F., (2004), “Development of pendulum mechanism and kinematic coordination from the first unsupported steps in toddlers”, The Journal of Experimental Biology, 207, pp. 3797-3810.

[7] 西尾 千尋, 青山 慶, 佐々木 正人, (2015), “乳児の歩行の発達における部屋の環境資源”, 認知科学, Vol. 22, No. 1, pp. 151-166

[8] McGraw, M. B., (1940) “Neuromuscular development of the human infant as exemplified in the achievement of erect locomotion”, The Journal of Pediatrics, Volume 17, Issue 6, December 1940, pp. 747-771.

[9] McGraw, M. B., Breeze K. W., (1941) “Quantitative Studies in the Development of Erect Locomotion”, Child Development Vol. 12, No. 3 (Sep., 1941), pp. 267-303.

[10] Thelen, E., Fisher., D. M., (1982), “Newborn stepping: An explanation for a "disappearing" reflex”, Developmental Psychology, Vol 18(5), pp. 760-775.

バイミュージカルな調性スキーマの獲得過程
Acquisition process of bi-musical tonal schemas

松永　理恵[a, b]，Pitoyo Hartono[c]，横澤　宏一[b]，阿部　純一[d]

Rie Matsunaga, Pitoyo Hartono, Koichi Yokosawa, Jun-ichi Abe

[a] 神奈川大学人間科学部，[b] 北海道大学大学院保健科学研究院

[c] 中京大学工学部, [d] 北海道大学大学院文学研究科

Kanagawa University, Chukyo University, Hokkaido University

rm@kanagawa-u.ac.jp

Abstract

Previous studies have shown that listeners acquire a tonal schema, which is closely relevant to a concept of 'musical scale', through mere exposure to music of one's culture. The present-day Japanese are raised in a bi-musical environment of 'Western music and traditional Japanese music'; hence, they have acquired the two different tonal schemas until adulthood. Using a cross-sectional experimental design, we investigated how Japanese children learn the two tonal schemas. We had 7-, 9-, 11-, 13-, and 14-year-old children, adults, and seniors produce tonal responses (specifically, responses of tonal center and musical mode) for each of Western stimulus melodies and traditional Japanese stimulus melodies. We found that children after age 13 show sense of bi-musical tonality which is very similar to those of adults and seniors. Moreover, our results revealed that Japanese children acquire a sensitivity to Western diatonic scale earlier than that to traditional Japanese scale.

Keywords — Music perception, tonality, developmental process, bimusical

聞き手は，属する文化の音楽に曝されることで文化特異的な調性スキーマを獲得する（Matsunaga, Hartono, & Abe, 2015; Matsunaga, Yasuda, Johnson-Motoyama, Hartono, Yokosawa, & Abe, 2017）。現代日本には，大きく言うと，西洋音楽の他に，日本伝統音楽の両方が存在する。つまり，バイミュージカルな音楽環境にある。この環境で育った成人は西洋調性スキーマと日本調性スキーマの両方を有するバイミュージカルな聞き手であり，近年の脳機能計測研究から成人の脳内において西洋音楽と日本伝統音楽それぞれの調性処理に関与する神経回路が機能的に分化していることが示唆されている（Matsunaga, Yokosawa, & Abe, 2012, 2014）。では，どのような過程を経てバイミュージカルな調性スキーマを獲得していくのであろうか。言うまでも無く，自分の育つ環境に大きく 2 種類の音楽が存在することや，それぞれの音楽の調性構造がどのようなものかを明示的に教えてもらうことはない。だが，9-10 歳頃になると，自然に西洋的音階と日本的音階を識別できているようである（福井・松窪, 1992）。本研究の目的は，日本人の子どもはいつ頃から大人と同じようなバイミュージカルな調性的感覚を示すのか，そして，その獲得過程はどのような特徴を有するのか，を解明することにある。本発表では，日本人の調性感が年齢に伴ってどのように変化していくのかを横断的に調べた一連の実験結果を報告する。

一連の実験には，小学 1-2 年生（平均年齢 7.0 歳）57 名，小学 3-4 年生（8.9 歳）62 名，小学 5-6 年生（10.7 歳）51 名，中学 2 年生（13.3 歳）69 名，中学 3 年生（14.6 歳）60 名，大学生（20.3 歳）83 名，シニア（66.2 歳）57 名が参加した。いずれの年齢群においても，特別な音楽教育経験を持つものはいなかった。参加者は，西洋全音階に基づく西洋的メロディ，および，日本伝統音階に基づく日本的メロディを聞いた後，調性知覚反応を行った。

本研究の実験結果をまとめると，年齢が上がるにつれて，子どもの調性感は大人のそれへと近づいていき，中学 2 年生で大学生とほぼ同じような西洋的調性感と日本的調性感を獲得していることが明らかになった（図１）。さらに，実験の結果は，小学 1-2 年生は西洋全音階の音階音と非音階音の違いに敏感であるが日本伝統音階の音階音と非音階音の違いには敏感ではなく，小学 3-4 年生で日本伝統音階の音階音と非音階音の違いにも敏感になる，その後，中学 2 年生になって西洋と日本のどちらに対しても音階の最重要音（中心音）とそれ以外の音階音の違いに気付くことを示した。一般的な日常生活の中では，西洋音楽の方が日本伝統音楽よりも聴取機会が多い。そのため，西洋全音階スキーマの獲得が先になるのは不思議ではない。そして，獲得された西洋全音階スキーマを使って，そのスキーマに同化（assimilate）しにくい音楽を切り分け，その分けられた音楽から日本伝統音階スキーマの学習を行

うようになるのではないであろうか。音階音の中でも中心音が最も重要であるということへの気づきが西洋と日本の間で同じ年齢群（中学 2 年）で観察された結果を踏まえると，西洋調性スキーマと日本調性スキーマは同時並行的に精緻化されるということにように思える。

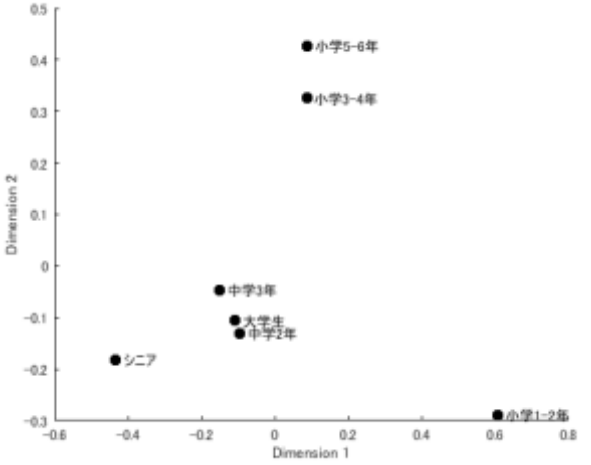


図 1.　多次元尺度構成法の結果．刺激音列に対する調性知覚反応が似通っている年齢群ほど，近い距離に付置される．

参考文献

[1] 福井一・松窪洋子 (1992). 音階感覚の発達に関する研究. 奈良教育大学紀要, 41, 75-86.

[2] Matsunaga, R., Hartono, P., & Abe, J. (2015). The acquisition process of musical tonal schema: Implications from connectionist modeling. Frontiers in Psychology (Cognitive Science). 6:1348. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01348

[3] Matsunaga, R., Yasuda, T., Johnson-Motoyama, M., Hartono, P., Yokosawa, K., & Abe, J. (2017). A cross-culture comparison of tonality perception in Japanese, Chinese, Vietnamese, Indonesian, and American listeners. Manuscript submitted for publication.

[4] Matsunaga, R., Yokosawa, K., & Abe, J. (2012). Magnetoencephalography evidence for different brain subregions serving two musical cultures. Neuropsychologia, 50, 3218-3277.

[5] Matsunaga, R., Yokosawa, K., & Abe, J. (2014). Functional modulations in brain activity for the first and second music: A comparison of high- and low-proficiency bimusicals. Neuropsychologia, 54, 1-10.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

心拍同期フィードバックによる自己身体のプロジェクション

湯本 淳史†, 嶋田 総太郎‡
Atsushi Yumoto, Sotaro Shimada

†明治大学大学院理工学研究科, ‡明治大学理工学部
†Graduate School of Science and Technology, Meiji University
‡School of Science and Technology, Meiji University
ce171075@meiji.ac.jp

Abstract

Body-awareness relies on the representation of both interoceptive and exteroceptive inputs coming from our own body. A previous study has shown that the rubber hand illusion (RHI) can be induced by synchronous cardio-visual feedback on the rubber hand using augmented reality technology [1]. Another previous study has shown that the magnitude of visuo-tactile RHI was significantly attenuated in participants with high interoceptive sensitivity [2]. In this study, we examined whether the cardio-visual RHI can be induced in an experimental setting using a real rubber hand, and its relationship with individual interoceptive sensitivity. The participant watched the rubber hand (180 s) which was flashed synchronously or asynchronously with the participant's heartbeat (RHI session). The proprioceptive drift difference (PDD) was defined as the lateral difference in the reached positions before and after the RHI session. We investigated the influence of interoceptive sensitivity by heartbeat detection experiment. Significant PDD was observed in the synchronous condition (greater than zero) (t (15) =1.97, p < 0.05). A positive correlation between the accuracy in the heartbeat detection experiment and the PDD in the asynchronous condition (spearman's rank correlation coefficient ρ = 0.57, p < 0.05). These results suggest that participants could feel the sense of ownership through the cardio-visual feedback projected onto the rubber hand.

Keywords – Interoception, Ownership, Rubber Hand Illusion

1. はじめに

内受容感覚とは身体内の臓器や生理状態に対する感覚であり、意思決定などの認知機能にも関わっている[3] 。ラバーハンド錯覚（Rubber Hand Illusion : RHI [4] ）は、自分の手とラバーハンド（偽物の手）が同時に刺激されることで、あたかもラバーハンドが自分の手のように感じてくるという、自分の身体以外の物体に対して身体所有感を抱く錯覚である。RHI はラバーハンドが触られているという視覚刺激と、自分の手が触られているという触覚刺激が統合されることにより錯覚が引き起こされることが知られている。先行研究において、触覚刺激を内受容感覚に関連する視覚刺激、たとえば被験者の心拍に同期して光るバーチャルハンド（CG）に置き換えても同様の錯覚が起き、内受容感覚精度が高いほど錯覚が引き起こされやすいことが報告されている[1]。一方で、触覚刺激を用いた通常のラバーハンド錯覚においては、内受容感覚精度が低いほど錯覚が引き起こされやすいことが報告されており[2]、内受容感覚と RHI の関係はまだ不明な点が多い。

本研究では、心拍同期視覚フィードバックを実物の（CG ではない）ラバーハンドとともに用いた場合、先行研究と同様に RHI が起こるかを確認するとともに、内受容感覚精度と錯覚の強度の関係を調査した。

2. 実験

2.1. 被験者

16 人の右利きの健常者（20.4 ± 0.1 歳、平均 ± 標準偏差）が参加した。被験者には実験前に実験に関する概要や安全性の説明を行い、研究参加同意書に署名してもらうことで参加意思を確認した。

2.2. 実験装置

被験者の右手の人差し指から脈拍を獲得しその値を Arduino（マイコン）により制御することでラバーハンドの右手の人差し指を心拍に合わせて赤く光らせる装置を作成した（図 2.2）。ラバーハンドを仕切り板で囲むことによりラバーハンドのみを観察できるようにし、ラバーハンドにもダミーの Arduino を設置することで、より被験者の実際の右手の状態に近づけた。

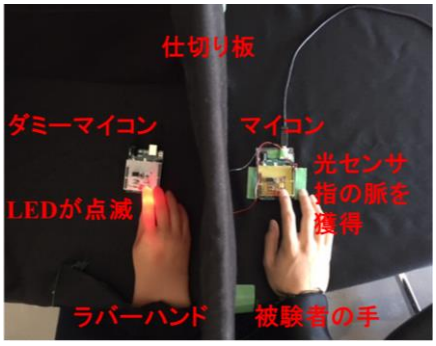


図 2.2. 実験装置

2.3. 実験手順

被験者は自分の右手を隠された状態で光るラバーハンドを 3 分間観察した。実験で用いる光刺激は 3 種類ありそれぞれ、同期条件：心拍と同じタイミングで光る、速い非同期条件：心拍の周期を 0.8 倍したタイミングで光る、遅い非同期条件：心拍の周期を 1.2 倍したタイミングで光る、とした。

RHI の強度を測る指標として、以下の 2 つを用いた。

(1) 自己受容感覚ドリフト

客観的指標としてラバーハンド観察前後に自己受容感覚ドリフト測定を行った。被験者の人差し指にチョークの粉を付け、閉眼状態で実験用テーブルの下側から自分の人差し指の腹があると感じる位置に印をつけさせた。ラバーハンド観察前後の印の水平方向の移動距離（ドリフト距離）を自己受容感覚ドリフトとした。

(2) RHI 尺度アンケート

主観的指標として RHI セッション終了後、RHI 研究で広く用いられている RHI 尺度アンケート[5]を今回の実験に合わせた内容に変更し、日本語に翻訳したものを回答させた。アンケート項目はそれぞれ、身体所有感（Ownership）、運動主体感（Agency）、およびそれぞれに対するコントロール項目（Ownership Control, Agency Control）であった。

さらに RHI 実験に続けて内受容感覚テストを行なった。ここでの内受容感覚精度とは自分の心拍をどのくらい意識的に知覚できているのかを表している。被験者は心拍にあわせて光るラバーハンド(心拍に同期・500ms 遅延)を 10 拍分観察し、自分の心拍と同じタイミングで光ったと感じた場合には Yes、遅れて光ったと感じた場合には No と答えるように指示をした。正答率を内受容感覚精度[%]として評価した。

3. 結果

3.1. 自己受容感覚ドリフト

実験の結果、同期、遅い非同期条件において有意なドリフト距離が見られた（$t(15) = 1.97$, $p < 0.05$, $t(15) = 1.99$, $p < 0.05$, 図 1）。条件間でのドリフト距離の有意な差は見られなかった（$p > 0.1$）。

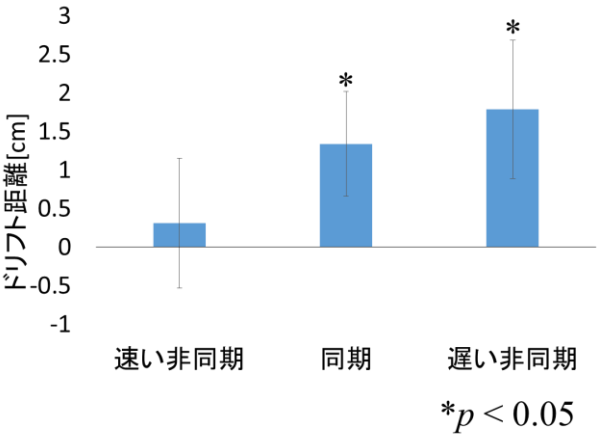


図 1 各条件における自己受容感覚ドリフト距離

3.2. RHI 尺度アンケート

Ownership に関するアンケートにおいて t 検定の結果、同期、遅い非同期条件において有意なアンケートスコアが見られ（それぞれ、$t(15) = 2.87$, $p < 0.01$, $t(15) = 2.74$, $p < 0.01$, Fig. 3.2）、速い非同期、同期条件間に有意な差が見られた（$t(15) = 1.76$, $p < 0.05$, 図 2）。

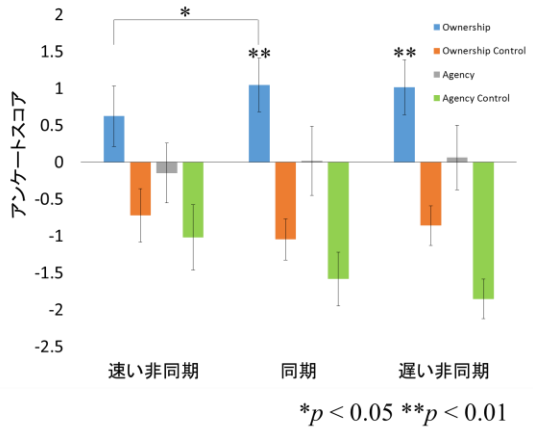


図 2 各条件におけるアンケートスコア

3.3. 内受容感覚と自己受容感覚ドリフトの相関

内受容感覚には個人差が存在しその影響を調査するために内受容感覚と自己受容感覚ドリフトの相関を調べたところ、速い非同期条件において有意な正の相関が見られた（スピアマン順位相関係数 $\rho = 0.57$, $p < 0.05$, 図 3）。同期、遅い非同期条件において有意な相関は見られなかった（スピアマン順位相関係数 $\rho = 0.04$, $p > 0.1$, スピアマン順位相関係数 $\rho = -0.11$, $p > 0.1$, 図 3）。図 3 の直線は回帰直線を表す。

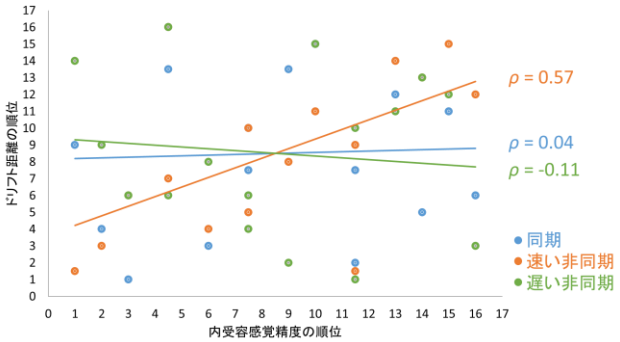


図 3 内受容感覚とドリフト距離の相関

4. 考察

同期、遅い非同期条件において有意な自己受容感覚ドリフト距離および Ownership に関する有意なアンケートスコアが見られた結果から、心拍同期視覚フィードバックを用いたRHIは実物のラバーハンドに対しても起こった。つまり、自己の内受容感覚を視覚的に投射した手を認知することで、その手に対して身体所有感を感じたと考えられる。

本研究では、内受容感覚（心拍）のように十全には意識化されない感覚を通じても、クロスモーダルな自己身体のプロジェクションが起こることが示された。今後はこのメカニズムの詳細をさらに探っていきたい。

参考文献

[1] Suzuki, K., Garfinkel, S. N., Critchley, H. D., Seth, A. K. (2013) Multisensory integration across exteroceptive and interoceptive domains modulates self-experience in the rubber-hand illusion, Neuropsychologia, 51, 2909–2917.
[2] Tsakiris M., Tajadura-Jimenez, A. Costantini M. (2011) Just a heartbeat away from one's body: Interoceptive sensitivity predicts malleability of body-representations. Proceedings. Biological Sciences, 278,2470–2476.
[3] 寺澤悠理・梅田聡(2014). 内受容感覚と感情をつなぐ心理・神経メカニズム. 心理学評論 57(1), 49-66.
[4] Botvinick, M., Cohen, J. (1998) Rubber hands 'feel' touch that eyes see. Nature 391, 756-756.
[5] Kalckert, A., Ehrsson, H. H.(2012) Moving a rubber hand that feels like your own : A dissociation of ownership and agency. Frontiers in Human Neuroscience, 6, 40.

個人名に対する印象と人物像の整合性について
The Congruence between the images of individuals and their names

宿利　由希子†
Yukiko Shukuri

†神戸大学国際文化学研究科
Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University
shu9ri@gmail.com

Abstract

Unreadable eccentric names, called “Kira-kira names”, tend to be regarded as causes of the social bad influences such as being bullied or getting trouble finding jobs in Japan. Does it mean that name itself makes good or bad impression on people and make them judge the owner of the name? This study investigates the following questions, focusing on the congruence between the images of individuals and their names; (1) do native Japanese evaluators commonly judge individuals by their Kira-kira and non Kira-kira names?; (2) do the evaluators diminish their estimation of the individuals whose names are judged unsuitable for their ages or jobs? The result suggests that the evaluators tend to judge individuals not only with Kira-kira names, but also with non Kira-kira names, by their names; the evaluators tend to diminish their estimation of the individuals, especially when their names are non Kira-kira names and judged unsuitable for their ages or jobs.

Keywords — Kira-kira names, non Kira-kira names, impression evaluation, individual images

1. はじめに

人が固有の名前を持つことは，社会的存在であることの要件である[1]．人名には，その人間自身を示す名前（「姓名」の「名」，以下「個人名」）と，その人間の所属する集団を示す名前（「姓」「氏」「名字（苗字）」など）がある[2]．

個人名は，持ち主の社会的アイデンティティを表し，その社会生活に影響を与える．アメリカでは，個人名の名付けの傾向は白人と黒人で異なり，白人または黒人らしい名前が社会生活に影響を及ぼすといった事例が報告されている[3]．日本語社会においても，奇抜な個人名が就職活動に不利に働いたり[4]，個人名が原因でいじめられたり[5]するといった，個人名の社会生活への影響が指摘されている．特に，2000 年前後からメディアに取り上げられるようになった，読めないまたは常識的には考えられないような奇抜な個人名（以下，「キラキラネーム」）への社会的評価は低い[6]．

しかしながら，人は個人名のみからその個人名に何らかの印象を持ち，個人名の持ち主を評価しているわけではない．英語圏における第一印象に関する研究では，個人名は対人評価に影響を与えるが，顔や髪型といった他の情報よりも影響力が低いとされている[7][8]．また，顔の印象と個人名の印象が一致していると判断された人への評価は，そうでない人への評価より高くなるという報告もある[9]．日本における研究では，キラキラネームの持ち主はリーダーシップが低い人物であると判断されるが，特に見た目のリーダーシップが高い人物や高齢者がキラキラネームの持ち主だった場合にリーダーシップの程度を低く評価されており，見た目と個人名の印象の不整合による影響が指摘されている[10]．これらの先行研究から，個人名とその持ち主の人物像との整合性によって，個人名の持ち主が評価されていると考えることができる．

では，個人名との整合性が問題となるのは見た目だけなのだろうか．本研究は，上述の研究および，個人名や職業情報と顔記憶に関する研究[11][12]を参考に，個人名の持ち主の人物像の中でも特に年齢と職業を取り上げる．個人名の印象とそれらの整合性に注目し，以下の 2 つの疑問点を明らかにすることを目指す．疑問点 1：日本語母語話者はある個人名（キラキラネーム，非キラキラネーム）から共通した人物像（年齢や職業）を連想し，共通した印象評価をするのか．疑問点 2：個人名から連想した人物像と，実際の年齢・職業に整合性がないと，その人物への評価は下がるのか．この 2 つの疑問点について，日本語母語話者を対象にアンケート調査を行い，特定の個人名とその持ち主が低評価を受ける理由について考察する．

2. 調査概要

本研究は大きく分けて，調査 1：年齢と職業を特定せず個人名を提示し，その個人名の持ち主の印象について評定してもらう事前情報無し条件と，調査 2：「50 代大学教授」という年齢と職業に関する事前情報とともに個人名を提示し，同様に個人名の持ち主の印象を評価してもらう事前情報有り条件の 2 つの調査から構成するものとした．

被験者　18 歳から 27 歳までの大学生，大学院生 48 名が参加した．調査 1 には男性 11 名，女性 12 名の計 23 名（平均年齢 19.4 歳，$SD = 0.72$），調査 2 には男性 13 名，女性 12 名の計 25 名（平均年齢 21.2 歳，$SD = 2.29$）が参加した．

個人名刺激　明治安田生命が毎年発表する赤ちゃんの名前ランキング[13]から，1982 年以前にベスト 5 に入っていた中高年世代に多い男性名「清(きよし)」，女性名「久美子（くみこ)」，1983 年から 2002 年にベスト 5 に入った若者世代に多い男性名「健太（けんた)」，女性名「愛（あい)」，2003 年から 2016 年にベスト 5 に入った子供世代に多い男性名「大翔(ひろと)」，女性名「陽菜（ひな)」を選んだ．また，キラキラネームに関する先行研究[14]でキラキラネーム例に選ばれたものから，響きが和風の男性名「楽（わく)」，女性名「初夏（わか)」，洋風の男性名「騎矢（ないと)」，女性名「玲海（れいあ)」を選定した．これら男性名 5 種，女性名 5 種の個人名に，頻度の高い 10 種の名字「佐藤」，「鈴木」，「高橋」，「田中」，「伊藤」，「渡辺」，「山本」，「中村」，「小林」，「加藤」を無作為に組み合わせた．予備調査および調査 1，2 では，名字と組み合わせた形で個人名を読み仮名とともに提示した．

評定方法　予備調査として，8 名の日本語母語話者にこれらの個人名を提示し，連想する個人名の持ち主の年齢，職業，性格，外見などを自由回答で尋ねた．予備調査で得られた性格や外見に関する評価語と，人物の印象評定に関する先行研究[15][16][17]を参考に，本調査で用いる評価語として「男性的なー女性的な」「成熟したー未熟な」「まじめなー不まじめな」「誠実なー不誠実な」「軽薄なー軽薄でない」「怠惰なー怠惰でない」「知的なー知的でない」「礼儀正しいー無礼な」「自己中心的なー協調的な」「落ち着いたー落ち着きのない」「気の強いー気の弱い」「あたたかいーつめたい」「明るいー暗い」「活発なー活発でない」「おしゃれなーおしゃれでない」「気どったー気どっていない」の 16 対を設定した．

調査 1 では，まず男女 10 種の個人名刺激を提示し，それぞれの個人名から連想する個人名の持ち主の年齢と職業を自由回答で尋ねた．その後個人名の持ち主について SD 法により 5 段階で印象評定させた．調査 2 では，「50 代大学教師」という事前情報とともに個人名を提示し，この年齢と職業が個人名の印象にふさわしいかどうか 4 段階で尋ねた．その後 SD 法により印象評定させた．

3. 結果

個人名から連想する年齢・職業　調査 1 の年齢と職業に関する自由回答の結果，被験者が個人名からある程度特定の年齢や職業（・身分）を共通して連想することがわかった．被験者が個人名から連想する年齢と職業・身分について，1 個人名に関する回答を合計 100%として表 1，2 に示す．

表 1　個人名から連想する年齢

	一桁	10 代	20 代	30 代	40 代	50 歳～
清	0.0%	0.0%	4.5%	9.1%	31.9%	54.5%
健太	0.0%	18.2%	59.1%	18.2%	4.5%	0.0%
大翔	0.0%	86.4%	9.1%	4.5%	0.0%	0.0%
楽	30.0%	30.0%	25.0%	5.0%	5.0%	5.0%
騎矢	31.9%	59.1%	4.5%	4.5%	0.0%	0.0%
久美子	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	47.6%	38.1%
愛	0.0%	4.8%	66.7%	28.6%	0.0%	0.0%
陽菜	0.0%	57.1%	42.9%	0.0%	0.0%	0.0%
初夏	18.2%	36.4%	27.2%	9.1%	0.0%	9.1%
玲海	18.2%	63.6%	18.2%	0.0%	0.0%	0.0%

表 2　個人名から連想する職業・身分

	～高校生	大学生	会社員	その他
清	0.0%	0.0%	76.2%	23.8%
健太	20.0%	5.0%	25.0%	50.0%
大翔	65.0%	15.0%	10.0%	10.0%
楽	41.2%	17.6%	11.8%	29.4%
騎矢	73.7%	0.0%	10.5%	15.8%

	～高校生	大学生	会社員	主婦	その他
久美子	0.0%	0.0%	4.8%	71.4%	23.8%
愛	5.0%	20.0%	45.0%	0.0%	30.0%
陽菜	40.0%	35.0%	15.0%	0.0%	10.0%
初夏	47.1%	5.9%	23.5%	17.6%	5.9%
玲海	55.0%	35.0%	5.0%	0.0%	5.0%

男性個人名について，「清」は 50 歳以上の会社員・サラリーマン，「健太」は 20 代，「大翔」と「騎矢」は一桁から 10 代の小学生から高校生という回答が半数を超えた．「楽」に関しては回答にばらつきがあり，特定の年齢も職業・身分も連想させないことがわかった．女性個人名について，「久美子」は主婦，「愛」は 20 代，

「陽菜」は 10 代,「玲海」は一桁から 10 代の小学生から高校生という回答が多かった.「初夏」に関しては回答にばらつきがあり，特定の年齢も職業・身分も連想させないことがわかった.

個人名の印象と年齢・職業の整合性　調査 2 の個人名の印象と「50 代大学教授」という年齢および職業に関する事前情報との整合性について,「合っていない:1」から「合っている：4」の点数の平均値と標準偏差を求めた（表 3 参照）. 男性に関しては，年齢・職業ともに「騎矢」,「健太」,「大翔」,「楽」,「清」の順に整合性が高くなった. 女性に関しては，年齢は「玲海」,「陽菜」,「初夏」,「愛」,「久美子」の順に，職業は「陽菜」,「玲海」,「初夏」,「愛」,「久美子」の順に整合性が高くなった.

表 3　個人名の印象と事前情報の整合性

	平均値（標準偏差）			
	年齢		職業	
清	3.44	(0.82)	2.84	(0.94)
健太	1.52	(0.65)	1.64	(0.64)
大翔	1.68	(0.80)	1.80	(0.82)
楽	1.88	(1.01)	2.08	(1.15)
騎矢	1.04	(0.20)	1.16	(0.47)
久美子	3.80	(0.41)	3.64	(0.64)
愛	2.28	(0.79)	2.52	(0.87)
陽菜	1.36	(0.49)	1.36	(0.57)
初夏	2.20	(1.08)	2.16	(1.14)
玲海	1.28	(0.46)	1.44	(0.65)

因子分析　男性個人名，女性個人名ごとに評価語対 16 項目について因子分析（主因子法, バリマックス回転）を行い，因子負荷量の絶対値が 0.40 以上を示す項目を選出した. 男女別に因子分析を行ったのは，名付けに関する先行研究[18]により，性別ごとに名付けに共通したイメージがあることが指摘されているためである. 因子分析の結果，男性個人名，女性個人名ともに 4 因子ずつ抽出された. 第 4 因子として男女で異なる因子が抽出され，男性個人名と女性個人名の刺激間の印象の評価構造に違いが見られることが示された. 男性個人名に関して，第 1 因子を「信頼性」，第 2 因子を「非勤勉性」，第 3 因子を「活動性」，第 4 因子を「非協調性」と命名した. また，女性個人名に関して，第 1 因子を「信頼性」，第 2 因子を「活動性」，第 3 因子を「非勤勉性」，第 4 因子を「自己美化性」と命名した. 得られた因子負荷量表を表 4，5 に示す.

表 4　男性個人名の因子分析結果

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	共通性
まじめ	**.79**	-.42	-.09	-.11	.81
誠実	**.69**	-.50	-.02	-.10	.73
成熟	**.65**	-.25	-.14	-.01	.51
礼儀	**.65**	-.22	-.07	-.22	.52
落ち着き	**.57**	-.14	-.25	.30	.49
知的	**.50**	-.05	-.08	-.17	.29
怠惰	-.23	**.78**	.04	.07	.66
軽薄	-.38	**-.74**	.07	.17	.73
明るさ	-.15	.03	**.81**	.11	.69
活発	-.18	.08	**.81**	.19	.73
あたたかさ	.05	-.01	**.66**	-.09	.44
気の強さ	-.17	.08	.11	**.68**	.52
自己中心的	-.28	.40	-.03	**.43**	.42
因子寄与	2.86	1.87	1.86	0.93	7.52
累積寄与率	22.0%	36.4%	50.8%	57.9%	

表 5　女性個人名の因子分析結果

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	共通性
まじめ	**.89**	-.07	-.15	-.06	.81
誠実	**.82**	.15	-.26	-.10	.77
成熟	**.65**	-.08	-.11	-.07	.45
礼儀	**.59**	.01	-.29	-.11	.45
落ち着き	**.57**	-.11	-.15	-.15	.46
知的	**.57**	-.07	-.21	-.11	.38
明るさ	-.11	**.88**	.06	.10	.42
活発	-.15	**.74**	.07	.21	.87
あたたかさ	.11	**-.66**	-.07	-.09	.61
怠惰	-.39	.02	**.75**	.06	.72
軽薄	-.46	.03	**.71**	.12	.73
気どり	-.19	-.01	.10	**.91**	.80
おしゃれ	-.12	.39	.05	**.50**	.38
因子寄与	3.33	1.95	1.35	1.22	7.85
累積寄与率	25.6%	40.6%	51.0%	60.3%	

分散分析　男性個人名について，事前情報の有無（事前情報無し：調査 1，有り：調査 2 の 2 水準）×個人名（5 水準）の 2 要因分散分析を行った. その結果,「Ⅱ. 非勤勉性」（$F(4, 184) = 3.40, p = .010$），「Ⅲ. 活動性」（$F(4, 184) = 2.56, p = .040$）に関して，事前情報の有

無と男性個人名について有意な交互作用が見られた．これらの因子に関する得点の平均値を棒グラフにまとめたものを図 1，2 に示す．エラーバーは標準誤差を示す．

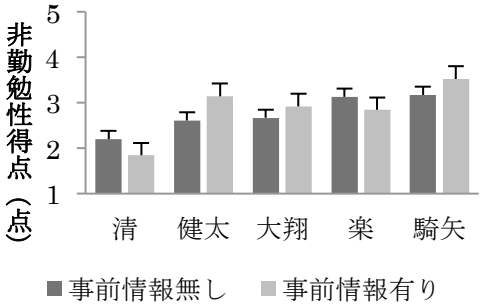


図 1　男性個人名非勤勉性得点

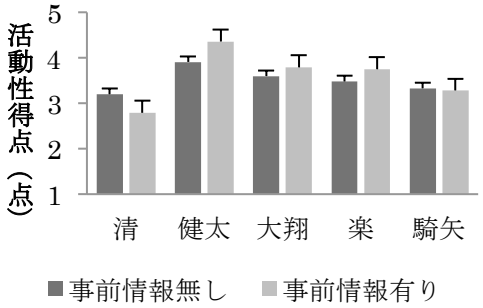


図 2　男性個人名活動性得点

「Ⅱ．非勤勉性」について，事前情報の主効果は有意ではなかった（$F(1, 46) = 0.56$, $p = .460$）が，個人名の主効果は有意だった（$F(4, 184) = 20.74$, $p < .001$）．単純主効果検定を行ったところ，「健太」では事前情報の有無によって非勤勉性得点に有意な差が認められた（$F(1, 46) = 5.48$, $p = .024$）ものの，他の個人名では事前情報による非勤勉性得点の差は認められなかった．個人名が事前情報無し条件に与える単純主効果が有意だった（$F(4, 88) = 9.29$, $p < .001$）ため，多重比較を行ったところ，事前情報無し条件における「楽」の非勤勉性得点は「清」「健太」「大翔」よりも高かった（$t(22) = 4.68$, $p = .001$; $t(22) = 3.12$, $p = .033$; $t(22) = 3.25$, $p = .029$）．また，「騎矢」の非勤勉性得点は「清」「健太」よりも高く（$t(22) = 3.88$, $p = .007$; $t(22) = 2.83$, $p = .049$），「大翔」の非勤勉性得点は「清」よりも高かった（$t(22) = 3.14$, $p = .033$）．

「Ⅲ．活動性」について，事前情報の主効果は有意ではなかったが（$F(1, 46) = 0.72$, $p = .400$），個人名の主効果は有意だった（$F(4, 184) = 16.87$, $p < .001$）．単純主効果検定を行ったところ，「健太」では事前情報の有無によって活動性得点に有意な差が認められた（$F(1, 46) = 6.34$, $p = .015$）ものの，他の個人名では事前情報による活動性得点の差は認められなかった．個人名が事前情報無し条件に与える単純主効果が有意だった（$F(4, 88) = 4.09$, $p = .004$）ため，多重比較を行ったところ，事前情報無し条件における「健太」の活動性得点は「清」「騎矢」よりも高かった（$t(22) = 3.17$, $p = .04$; $t(22) = 3.32$, $p = .031$）．

その他，交互作用が認められなかった第 1 および第 4 因子に関しても，男性個人名の主効果について検定を行った．その結果，両因子に関して男性個人名の主効果が認められた（$F(4, 184) = 52.83$, $p < .001$; $F(4, 184) = 8.85$, $p < .001$）．「Ⅰ．信頼性」における「清」の信頼性得点は「健太」「大翔」「楽」「騎矢」よりも高く（$t(46) = 11.83$, $p < .001$; $t(46) = 10.34$, $p < .001$; $t(46) = 10.69$, $p < .001$; $t(46) = 13.23$, $p < .001$），「騎矢」の信頼性得点は「健太」「大翔」「楽」よりも低かった（$t(46) = 3.95$, $p = .001$; $t(46) = 4.49$, $p < .001$; $t(46) = 3.83$, $p = .002$）．「Ⅳ．非協調性」における「騎矢」の非協調性得点は「清」「楽」よりも高く（$t(46) = 5.75$, $p < .001$; $t(46) = 3.22$, $p = .016$），「清」の非協調得点は「健太」「大翔」よりも低かった（$t(46) = 3.64$, $p = .006$; $t(46) = 3.76$, $p = .004$）．

女性個人名についても，同様に事前情報の有無×個人名の 2 要因分散分析を行った．その結果，「Ⅲ．非勤勉性」（$F(4, 184) = 2.59$, $p = .038$）に関して，事前情報の有無と女性個人名について有意な交互作用が見られた．「Ⅲ．非勤勉性」の平均値を棒グラフにまとめたものを図 3 に示す．エラーバーは標準誤差を示す．

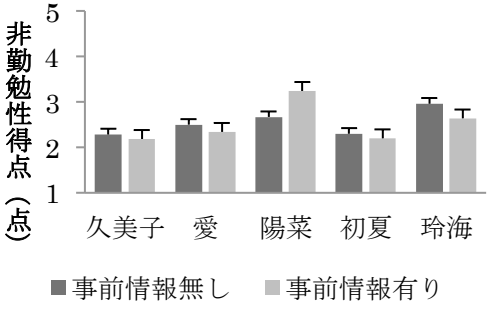


図 3　女性個人名非勤勉性得点

「Ⅲ．非勤勉性」について，事前情報の主効果は有意ではなかった（$F(1, 46) = 0.041$, $p = .840$）が，個人名の主効果は有意だった（$F(4, 184) = 2.59$, $p = .038$）．単純主効果検定を行ったところ，「陽菜」では事前情報の有無によって非勤勉性得点に有意な差が認められた（$F(1, 46) = 9.12$, $p = .004$）ものの，他の個人名では事前情報による非勤勉性得点の差は認められなかった．個人名が事前情報無し条件に与える単純主効果が有意だった（$F(4, 88) = 3.34$, $p = .014$）ため，多重比較を行ったところ，どの女性個人名間にも有意な差は認められなかった．

その他，交互作用が認められなかった第 1，第 2，第 4 因子に関しても，女性個人名の主効果について検定を行った．その結果，3 因子に関して女性個人名の主効果が認められた（$F(4, 184) = 2.59$, $p = .038$; $F(4, 184) = 9.04$, $p < .001$; $F(4, 184) = 12.86$, $p < .001$）．「Ⅰ．信頼性」における「久美子」の信頼性得点は「陽菜」「初夏」「玲海」よりも高く（$t(46) = 12.01$, $p < .001$; $t(46) = 4.25$, $p < .001$; $t(46) = 7.83$, $p < .001$），「初夏」の信頼性得点は「陽菜」「玲海」よりも高かった．「Ⅱ．活動性」における「陽菜」の活動性得点は「久美子」「愛」「初夏」「玲海」よりも高く（$t(46) = 5.59$, $p < .001$; $t(46) = 3.11$, $p = .022$; $t(46) = 3.69$, $p = .005$; $t(46) = 4.07$, $p = .002$），「愛」の活動性得点は「久美子」よりも高かった（$t(46) = 3.07$, $p = .022$）．「Ⅳ．自己美化性」における「久美子」の自己美化性得点は「愛」「陽菜」「玲海」よりも低く（$t(46) = 4.04$, $p = .001$; $t(46) = 4.75$, $p < .001$; $t(46) = 6.71$, $p < .001$），「初夏」の自己美化性得点は「陽菜」「玲海」よりも低かった（$t(46) = 3.16$, $p = .017$; $t(46) = 4.76$, $p < .001$）．

5. 考察

「4. 結果」から，「日本語母語話者はある個人名（キラキラネーム，非キラキラネーム）から共通した人物像（年齢や職業）を連想し，共通した印象評価をするのか」と「疑問点 2：個人名から連想した人物像と，実際の年齢・職業に整合性がないと，その人物への評価は下がるのか」について考察する．

まず疑問点 1 について，日本語母語話者は特定の個人名からある程度共通した年齢や職業を連想することがわかった．調査 1 の自由記述の結果，キラキラネームである「騎矢」「玲海」，非キラキラネームである「清」「健太」「久美子」「愛」からは特定の年齢や職業を連想する被験者が多かった．一方，キラキラネームである「楽」「初夏」に関しては回答にばらつきがあり，特定の年齢も職業・身分も連想されないことがわかった．このことから，日本語母語話者はキラキラネームだけでなく非キラキラネームからも持ち主の年齢や職業を連想することがわかった．さらに，キラキラネームでも洋風の響きを持つものからは特定の年齢や職業を連想するが，和風の響きを持つものからは特定の年齢や職業を連想しない可能性が示唆された．また，日本語母語話者は特定の個人名の持ち主に対して，ある程度共通した印象評価をすることがわかった．男性個人名の主効果検定の結果，信頼性得点は「清」が高く，「騎矢」が低かった．非勤勉性得点は「楽」が高く，「清」が低かった．活動性得点は「健太」が高く，「清」「騎矢」は低かった．非協調性得点は「騎矢」が高く，「清」が低かった．男性個人名に関しては，キラキラネームの持ち主が非キラキラネームの持ち主より比較的低く評価されており，先行研究の指摘を支持する結果となった．但し，2 種のキラキラネームを比較すると，洋風の響きを持つ「騎矢」の評価が和風の「楽」より低く，これが個人名の響きによる違いなのか，別の原因によるものなのか，本研究の結果から述べることはできない．女性個人名の主効果検定の結果，信頼性得点は「久美子」が高く，「陽菜」「玲海」が低かった．活動性得点は「陽菜」が高く，「久美子」が低かった．自己美化性得点は「陽菜」「玲海」が高く，「久美子」が低かった．非キラキラネーム「陽菜」と洋風の響きを持つキラキラネーム「玲海」はやや近い評価を受けており，女性個人名に関しては，男性個人名よりキラキラネームか否かが印象評価に影響を与えない可能性が示された．以上疑問点 1 に関して，日本語母語話者はキラキラネームだけでなく非キラキラネームからもその持ち主にある程度共通した人物像を連想すると言える．特に，中高年に人気の個人名（「清」「久美子」），洋風の響きを持つキラキラネーム（「騎矢」「玲海」）が共通した人物像を思い描かれやすいという傾向が示唆された．

疑問点 2 について，ある個人名から連想した人物像と，実際の年齢・職業に整合性がないと，その人物への勤勉性に関する評価が下がる可能性があることがわかった．非キラキラネームである「健太」「陽菜」の印象と年齢・職業情報との整合性が低く，事前情報の有無による非勤勉性得点には有意な差が見られた．一方，キラキラネームである「騎矢」「玲海」の印象と年齢・職業情報との整合性も低かったが，事前情報の有無に

よる非勤勉性得点には有意な差が認められなかった．キラキラネームに比べ，非キラキラネームが個人名の印象と実際の年齢・職業との整合性の影響を受けやすい可能性がある．また，有意差は見られないが，「4. 結果」に示した図 1 と図 3 から，「騎矢」の非勤勉性得点は事前情報無し条件に比べ有り条件で高くなっており，反対に「玲海」の得点は低くなっていることが見て取れる．洋風の響きを持つキラキラネームでも評価が異なっており，これが性別による違いなのか，別の原因によるものなのか，本研究の結果から述べることはできない．以上疑問点 2 に関して，特定の個人名の印象と実際の年齢・職業の間に整合性がないために，個人名の持ち主の印象評価が下がる可能性があることがわかった．

6. まとめと今後の課題

本研究は，個人名の印象と人物像（年齢・職業）の整合性に注目し，個人名の持ち主の印象評定を行った．その結果，日本語母語話者は①特定の個人名からある程度共通した年齢や職業を連想し，ある程度共通した印象評価をすること，②先行研究ではキラキラネームの社会的評価が低いことが指摘されているが，本研究ではキラキラネームか否かが個人名の持ち主の評価に必ずしも影響する訳ではないことがわかった．また，③ある個人名から連想した人物像と，実際の年齢・職業に整合性がないと，その人物への勤勉性に関する評価が下がる可能性があること，④非キラキラネームへの評価の方が個人名の印象と実際の年齢・職業との整合性の影響を受けやすい可能性があることもわかった．

しかしながら，本研究で扱った個人名の数は少なく，また被験者の数も十分とは言えないため，これをキラキラネーム，非キラキラネームの持ち主に対する社会的評価として一般化することはできない．また，本研究では学生世代の日本語母語話者を対象に調査を行ったが，異なる世代層を対象とした場合異なる結果が得られる可能性もある．今後，個人名と被験者を増やし，さらに調査を行う必要があるだろう．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 17J04518 の助成を受けたものである．

参考文献

[1] 大藤修，(2012) 日本人の姓・苗字・名前　人名に刻まれた歴史，吉川弘文館.
[2] 上野和男・森謙二，(1999) 名前と社会 : 名づけの家族史，早稲田大学出版部.
[3] Levitt, S, D., & Dubner, S, J., (2005) Freakonomics: A Rogue Economist Explores the Hidden Side of Everything, William Morrow: New York. [レヴィット, S, D & ダブナー, S, J（著）望月衛（訳, 2006），ヤバイ経済学–悪ガキ教授が世の裏側を探検する，東洋経済新報社.]
[4] 牧野恭仁雄，(2012) 子供の名前が危ない，ベスト新書.
[5] ママ・スタジアム：けんたって名前おかしい？子供が名前でいじめられてます, http://mamastar.jp/bbs/comment.do?topicId=2662413（2017 年 7 月 5 日確認）
[6] ウンサーシュッツ, J,（2015）“キラキラネームといわないで！：新しい名前に対する評価とその現象に取り巻く言説”，立正大学心理学研究所紀要, Vol. 13, pp. 35-48.
[7] Haysley, W, E., & Spencer, B, A., (1985) “The Effect of First Names on Perceptions of Female Attractiveness”, Sex Roles, Vol. 12, pp. 723-729.
[8] Steele, K, M., & Smithwick, L, E., (1989) “First Names and First Impression: A Fragile Relationship”, Sex Roles, Vol. 21, pp. 517-523.
[9] Barton, D, N., & Halberstadt, J.,（08 June 2017）“A social Bouba/Kiki effect: A bias for people whose names match their faces”, Psychonomic Bulletin & Review, DOI: 10.3758/s13423-017-1304-x.
[10] 伊藤資浩・宮崎由樹・河原純一郎（2016）“奇抜な名前が社会的評価の印象形成に及ぼす影響”，日本認知心理学会発表論文集, p. 140.
[11] McWeeny, K, H., Young, A, W., Hay D, C., & Ellis A, W., (1987) “Putting names to faces”, British Journal of Psychology, Vol. 78, pp. 143-149.
[12] 福田廣・福本純一，(2004)“個人識別属性と顔のマッチング”，研究論叢. 芸術・体育・教育・心理, Vol. 54, No. 3, pp. 11-16.
[13] 明治安田生命：名前ランキング，http://www.meijiyasuda.co.jp/enjoy/ranking（2017 年 7 月 9 日確認）
[14] 山西良典・大泉純平・西原陽子・福本淳一，(2015)“人名の言語的特徴の分析に基づくキラキラネーム判定”, 日本感性工学会論文誌，Vol. 15, No. 1, pp. 31-37.
[15] 大平英樹，(1994)“敵意的単語の無意識的認知処理と生理的覚醒が人物印象評定に及ぼす効果”, The Japanese Journal of Psychology, Vol. 65, No. 2, pp. 138-143.
[16] 大森滋子，(2002)“印象形成における瞬目の役割–テレビアナウンサーを刺激人物とした場合–”，仁愛大学研究紀要, Vol. 1, pp. 59-69.
[17] 町一誠・樋口匡貴・深田博己，(2006)“話し手の方言使用と印象：コードスイッチの適切さと聞き手の出身地による影響”，社会心理学研究, Vol. 21, No. 3, pp. 173-186.
[18] 半田淳子，(2012)“子どもの名づけに見られる日本文化の特徴”，香港第九回国際日本語教育・日本研究シンポジウム予行集原稿，http://www.japanese-edu. org.hk/sympo/upload/manuscript/20121013024031.pdf，(2017 年 7 月 9 日確認)

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

The adjectival interpretation of the past tense morphemes in adnominal clauses

The behavior of tense in subordinate clauses is not uniform across languages and theories that deal with the interpretation of tense. In this paper we will be concerned with the adjectival interpretation of inflected tense morphemes *–ta* in Japanese predicates like (1) and we will investigate following questions: (I) What makes it possible for inflected tense morphemes to have the same interpretation as adjective in adnominal clauses? (II) What does it mean for a relationship between verb meaning and sequence of tense effect?

(1)a. yude-ta tamago
boil-PAST egg
'a boiled egg'

b. boosi-wo kabut-ta sinsi
hat-ACC wear-PAST gentleman
'a gentleman who wears a hat'

c. nikibi-no deki-ta kao
pimple-NOM come-PAST face
'a face on which pimples came out' (' a face covered with pimples' (lit.))

1. Tense in Adnominal Clauses and the Relative Tense Hypothesis

Japanese verbs have two types of tense morphemes: the *–ru* form (known as present form) and the –ta form (the inflected form). Generally, the *–ru* ending active verbs indicate a future tense, but when they illustrate a stative meaning that occurs with it, like a property or habit of NPs, they are considered to have an atemporal/generic tense. In contrast, the *–ta* is unambiguous and is only seen in past tense/episodic text. Descriptions of *–ta* and *–ru* do not explicitly address the question that *–ta* and *–ru* also indicate perfective and imperfective aspect. An embedded tense is deleted under identity with a c–commanding matrix tense under Sequence of Tense (SOT) effect (Ogihara, 1989). In Japanese relative clauses, generally *–ta* ending predicates express a back-shifted/perfective aspect reading and *–ru* ending predicates express a forward-shifted or simultaneous[1]/imperfective aspect reading. According to Ogihara's (1996) relative tense

[1] - France-ni i-ru toki, Hanako-wa kaban-wo kat-ta.
France-DAT exist-PRESENT when Hanako-TOP bag-ACC buy-PAST
'Hanako bought a bag, when she was in France.'

analysis, the matrix clause event time functions as the reference time of the embedded tense, that is tenses in relative clauses are semantically in the scope of the matrix tense. Consider the following sentences.

(2)a. Furansu-ni i-ku mae-ni, Hanako-wa kaban-wo kat-ta.
France-DAT go-PRESENT before Hanako-TOP bag-ACC buy-PAST

b.* Furansu-ni i-t-ta mae-ni, Hanako-wa kaban-wo kat-ta.
France-to go-PAST before Hanako-TOP bag-ACC buy-PAST
'Hanako bought a bag, before she went to France.'

(3)a. * Furansu-ni i-ku ato-ni, Hanako-wa kaban-wo kat-ta.
France-DAT go-PRESENT after Hanako-TOP bag-ACC buy-PAST

b. Furansu-ni i-t-ta ato-ni, Hanako-wa kaban-wo kat-ta.
France-to go-PAST after Hanako-TOP bag-ACC buy-PAST
'Hanako bought a bag, after she went to France.'

In Japanese, tense in before clauses is obligatorily a present tense and tense in after clauses is obligatorily a past tense. The contrast in (2) and (3) can be explained by relative tense analysis. A present tense in Japanese can have future interpretation. In (2a), the embedded tense is present, and can be interpreted as indication that the embedded clause event is future with respect to the matrix clause event. Therefore, in (2a), it establishes a posteriority relation between the embedded clause event and the matrix clause event, which is suitable with the meaning of *mae-ni* 'before.' However, in (2b), the embedded tense is past, and defined with respect to the matrix clause event time, it establishes a relation of anteriority between the embedded clause event and the matrix clause event. This contradicts the meaning of the connective *mae-ni* 'before.' The unacceptability of (2b) is due to this incoherence. In (3b), the past tense indicates that the embedded clause event is past with respect to the matrix clause event, and this is compatible with the meaning of *ato-de* 'after. ' However, the present tense in (3a) indicates that the embedded clause event is future with respect to the matrix clause event, and this contradicts the meaning of *ato-de* 'after. The unacceptability of (3a) is due to this incoherence. Ogihara's hypothesis explains the tense distribution in Japanese before/after clauses.

2. The *–ta* Ending Predicate in Adnominal Clauses and Verb Meaning

One major problem that arises in the interpretation of the *–ta* ending predicate in adnominal clauses is that it is temporally ambiguous between atemporal and tensed text: that is, *–ta* ending verb, which occurs in adnominal complement clauses, can express adjectival meaning as shown in (1a-c).

But not every *–ta* ending verb in adnominal clauses can express the adjectival meaning. Kageyama (1996) and Kinsui (1994), among others, point out that the adjectival '*–ta*' in a complement clause of argument NPs[2]/adnominal clause highlights a result state, which is caused by a changing state action denoted by a *–ta* ending verb. Therefore, they posit a requirement that only verbs of causative change-of-state can be realized as an adjectival '*–ta*' in adnominal clauses. For example, the verbs that denote an intentional action like *hasi-ru* 'run' and *kiramek-u* 'twinkle' cannot be realized as adjectival '*–ta*', contrary to the transitive verbs like *yude-ru* 'boil' (cf. (1a)) and *magar-u* 'bend' and the unaccusative verbs, which denote a result state, like *deki-ru* 'come' (cf. (1c)) and *siore-ru* 'wilt' and *koor-u* 'freeze' as shown below.

(4)a. Kodomo-ga hasi-t-ta → *hasi-t-ta kodomo
Child-NOM ran-PAST ran-PAST child
'The child run.' 'the run child'

b. Hosi-ga kirame-i-ta → *kirame-i-ta hosi
Star-NOM twinkle-PAST twinkle-PAST star
'A star twinkled' 'a twinkled star'

(5) Kugi-ga maga-t-ta → maga-t-ta kugi
Nail-NOM bend-PAST bend-PAST nail
'A nail bent' 'a bent nail'

(6)a.Retasu-ga siore-ta → siore-ta retasu
Lettuce-NOM wilt-PAST wilt-PAST lettuce
'A lettuce wilted' 'a wilted lettuce'

b. Zerii-ga koo-t-ta → koo-t-ta zerii
Jelly-NOM freeze-PAST freeze-PAST jelly
'The jelly froze' 'the frozen jelly'

So even though it is an unaccusative verb, if it denotes a simple state such as *atais-u-ru* 'be worthy' or *yoos-u-ru* 'need', it does not entail any result state and cannot be realized

---

[2] In (i), the word *reizooko* 'refrigerator' is adjunct. Note that in contrast to (6b), in this case, the adjectival '*–ta*' cannot appear in the adnominal clause as shown below.

(i) Reizooko-no-naka-de zerii-ga koo-t-ta
Refrigerator-of-in-DAT jelly-NOM freeze-PAST
'The jelly froze in the refrigerator'
→ * zerii-ga koo-t-ta reizooko
jelly-NOM freeze-PAST refrigerator
'The refrigerator in which the jelly froze'

as an adjectival '*–ta*' in adnominal clauses as shown below.

(7) Kono sakuhin-wa shoosan-ni atai-s-u-ru → * shoosan-ni atais-i-ta sakuhin
This work-TOP be worthy of praise-PRESEMT be worthy of praisePAST work
'This work is worthy of praise' 'The work thatwas worthy of praise'

(8) Kono kadai-wa tyoozikan-wo yoos-u-ru → *tyoozikan-wo yoos-i-ta kadai
This issue-TOP long time-ACC need-PRESENT long time-ACC need-PAST issue
'This issue needs to take long time' 'the issue that needed to take long time'.

These verbs obligatorily take the *–ru* ending such as *shoosan-ni atais-u-ru sakuhin* 'an issue that needs to take long time' and **tyoozikan-wo yoos-u-ru kadai* 'an issue that needs to take long time' (Kageyama, 1996).

Following Rappaport Hovav and B. Levin (1998), we can illustrate the effect of the above requirement by contrasting the verbs, which are basically unaccusative and have a simple event structure as shown in (9a), with that of verbs which are causative and have a complex event structure as shown in (9b) (x: an external argument/actor, y: an internal argument/theme).

(9)a. [x ACT <MANNER>]
b. [[x ACT] CAUSE [BECOME [y<STATE>]]]

A verb that is available to be realized as adjectival *–ta* has a complex event structure as in (9b). Consequently, it is understandable that one might think that the distributional pattern of *–ru* and *–ta* in adnominal clauses closely related to the event structure. That is, the event structure of *boosi-wo kabut-ta* (*sinsi*) '(a gentleman who) wears a hat' (a complex event structure, which denotes a property of a gentleman, changes into '(a gentleman who) wore a hat' when we start using it as a stage-level predicate (a single event structure, which denotes a past tense).

The idea that this difference of meaning is a consequence of a difference in event structure appears to figure in the explanation of the fact that *–ta* ending stage-level and unaccusative individual-level predicates such as *boosi-wo kabut-ta sinsi* , *yude-ta tamago* and *siore-ta retasu* are ambiguous between past tense and adjectival meanings and it also provides an opportunity to recognize that morphologically tensed adnominal clauses above do not lack a tense feature that semantically restricts the location of the reference time, contrary to the Relative Tense Hypothesis: the *–ta* indicates some reference time before the speaking time, but not before the matrix event time.

I will propose that the *–ta* in adnominal clauses indicates a relation of anteriority between the embedded clause event and the matrix clause event. It is predicted under Relative Tense Hypothesis. Furthermore, I will suggest a pragmatic account: the restrictions on distribution of *–ru* and *–ta* in adnominal clauses is due to a difference in

the potential for making inferences from event structure of *–ru* and *–ta* ending predicates (cf. (9a,b)). That is, '*–ta* ' is an upward entailing (in the sense of Ladusaw (1980, 1983)) morpheme, while '*–ru* ' cannot make the same type inference.

3. Monotonicity and *–ta*

Ladusaw (1980, 1983) proposes a distinction between 'upward' and 'downward' entailing operators. Informally, an upward entailing expression allows superset for subset substitutions within its scope. And a downward entailing expression allows subset for superset substitutions. Some expressions are neither upward nor downward entailing; they are called to be 'non-monotonic.' Consider the following sentences.

(10) Everybody ate a carrot → Everybody ate a vegetable

(11)¬(Everybody ate a vegetable → Everybody ate a vegetable)

'Every' is an upward entailing expression. The NP 'a carrot' denotes a subset of the set denoted by the NP 'a vegetable', the superset. In (10) 'a vegetable' is substituted for 'a carrot' without changing the truth value of the sentence. But the inference in (11) is not valid, since it may be the case that everybody ate a vegetable but only a few ate a carrot.

Returning to the distribution of *–ru* and *–ta* in adnominal clauses, note that the *–ta* ending stage-level and unaccusative individual-level predicates such as *yude-ta tamago* and *siore-ta retasu* allow for inferences that have the effect to bring irreversible change (at least for some relevant interval of time) to head nouns. If we assume that there are three times such as t_1, t_2 and t_3, the completion of boiling egg at t_0 , subset, has effect to eliminate from the time set, superset, all possibility that the egg is not boiled. In this way, the *–ta* ending stage-level and unaccusative individual-level predicates allow for inferences that have the effect of the superset for subset substitution, which triggers adjectival readings. On the other hand, the verbs which denote a simple state such as *atais-u-ru* 'be worthy' or *yoos-u-ru* 'need' are non-monotonic and do not infer any superset-subset relation. Therefore, they can be realized in *–ru*.

4 Conclusions

This paper studies a class of predicates that license the use of adjectival *–ta* form in an adnominal clause in Japanese. I proposed that the *–ta* in adnominal clauses indicates a relation of anteriority between the embedded clause event and the matrix clause event as predicted by Relative Tense Hypothesis. I suggested also the restrictions on distribution of *–ru* and *–ta* in adnominal clauses is due to a difference in the potential for making upward entailing effect. After all, the phenomena discussed here is production from the interaction of syntactic, semantic and pragmatic factors.

References

Kageyama, Taro (1996) *Doosi Imiron – Gengo to Ninti no Setten –*. Tokyo: Kuroshio Publishers.

Kinsui, Satoshi (1994) Rentai-shuushoku no'ta' nituite. Takubo, Y.(ed.) *Nihongo no Meisi-shuushoku-hyoogen*, 29-65. Tokyo: Kuroshio Publishers.

Levin, Beth and Rappaport Hovav, Malka (1998) Two structure for compositionally derived events. *SALT* 9, 199-223. Cornell linguistics Circle Publications, Ithaca: Cornell University.

Ogihara, Toshiyuki (1989) *Temporal Reference in English and Japanese*. PhD dissertation, University of Texas at Austin.

Ogihara, Toshiyuki (1996) *Tense Attitudes and Scop*e. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

構文継承と構文獲得
Inheritance Links and Acquisition of Construction

本多 明子[‡]
Akiko Honda
[†]至学館大学
Shigakkan University
honda@sgk.ac.jp

Abstract

This paper aims to show the inheritance links model of constructions in terms of language acquisition. The idea of inheritance links comes from Construction Grammar theory (Goldberg 1995, 2006) and it captures the relation between semantically and syntactically related two constructions. In this paper, we will discuss how young children acquire English verb-particle constructions. Based on the corpus of the Child Language Data Exchange System (CHILDES) established by MacWhinney (1984), I present the model by examining the acquisition process of the construction in question. This paper shows that they acquire the verb-particle construction as an inheritance from the caused-motion construction in English.

Keywords — Inheritance Link, Verb-Particle Constructions, Caused-Motion Constructions, Language Acquisition

1. はじめに

本論文の目的は，認知言語学の用法基盤理論，構文文法論（Construction Grammar）の考えの一つである構文間の「継承リンク（Inheritance Link）」について，言語獲得の側面から構文の継承モデルを示すことである．構文文法とは，構文という伝統的な概念を文法における基本単位とし，構文は各々独自の意味と形式から成り，言語は構文の集合であるとの考えに基づく（cf. Goldberg, 1995, 2006）．本論文で取り上げる構文は英語の動詞不変化詞構文（Verb-Particle Construction）である．当該構文は，こどもの発話データベースであるCHILDESを調べてみても，さらには，英語を母語とするこどもたちの日常会話を観察しても，こどもの使用頻度は高く，発達の初期段階から様々な発話場面で使用されている（拙論, 2017）．本論文ではCHILDESの言語資料をもとに，こどもがどのような構文を使用しながら英語の動詞不変化詞構文を獲得していくのかその過程を考察することを通して上記モデルを提示する．ここでは英語を母語とするLara（女の子）の言語資料をもとに論じる．

本論文の結論は次の通りである．即ち，動詞不変化詞構文は因果関係を記号化する構文であり（拙論2004），当該構文の獲得過程を見てみると，因果関係の中でも位置変化を表す使役移動構文（Caused-Motion Construction）と継承関係にある．

2. 動詞・不変化詞構文の獲得過程

言語資料のCHILDESから不変化詞を伴う発話を抽出すると，こどもが動詞不変化詞構文を発話するようになるまでには幾つかの構文獲得過程を経ていることが確かめられる．不変化詞を伴う表現として最初に観察されるのが(1)のような発話である．尚，ここでは紙面の都合上，こどもの発話のみ記載する場合があるが，其々の発話は親や祖父母との会話の中で話されたものである．また，本稿ではCHILDESに従い表記するため，文頭の文字の大きさやその他表記方法等原文の通りである．

(1) a. bye bye away. (Lara 1; 10)
b. get out. (Lara 1; 11)

(1a)はLaraが1歳10ヶ月の時に，(1b)は1歳11ヶ月の時に発話したものである．Lara以外のこどもの言語資料を調べてみても，この頃の発話では，(1a)のように不変化詞が単独で用いられたり，(1b)のように動詞と不変化詞を組み合わせたりする形式が多くみられる．意味の側面では，1歳頃に発話される不変化詞は方向や場所を示している．不変化詞は，先行研究において指摘されているように，方向や場所だけでなく結果の意味を表し(cf. Visser (1963) ，Tenny (1994)，Bolinger (1971))，結果の意味については，後でも見るように2歳を過ぎた頃から観察される (put the telly on (Lara 2; 02-04 (2歳2ヶ月4日を示す))).

次の段階では，こどもは不変化詞に具体的な場所を示す名詞（句）を後置させた形式を用いるようになる．例えば(2)のような発話である．

(2) get foot off table. (Lara 2; 01-11)

(2)では，動詞getの後ろに目的語footが，不変化詞offの後に具体的な場所を示す名詞tableが置かれている．主語（SUBJ）や冠詞がないものの，形式的には動詞（V）と目的語（OBJ），方向を示す表現の前置詞句（OBL）があるため，使役移動構文（[SUBJ [V OBJ OBL]] (Goldberg 1995, 2006) である．当該構文の基本的な意味は，‘X CAUSES Y to MOVE Z’ (ibid.) で表記されるように，目的語名詞句の位置変化を表すことである．2歳頃になると具体的な物の場所の変化（移動）について認識し，それを使役移動構文により言語化することができるようになる．

さらに，時系列で見てみると，次の段階で観察されるのが(3)のような発話である．

(3) a. take bib off. (Lara 2; 01-16)
b. daddy put it in the cooker. (Lara 2; 01-21)
c. have to put shoe on. (Lara 2; 01-25)

(3a)はいわゆる動詞不変化詞構文である．但し，(3a)に見るように，この時期においては主語が記号化されておらず，構文としては未完段階である．ここでの注目点は，ある具体的なものの位置変化が自らの身体部位と関わる移動の場合には，動詞不変化詞構文が用いられているということである．(3b)に見るように，自らの身体部位以外の場所と関わる位置変化の場合には，こどもは，場所を言語化し使役移動構文を使っている．(3c)は(3a)と同様に，自らの身体部位と関わる位置変化を表しているので動詞不変化詞構文が用いられている．それ以降においても，同様の結果が得られる．

(4) a. I want to put his t-shirt on. (Lara 2; 05-08)
b. shall I put it on fire place? (Lara 2; 05-25)

(4a)を構文文法の表記法を用いて表すと，その形式は[SUBJ V OBJ P]（P: Particle（不変化詞））となる．(4a)と(4b)を比較すると，自らの身体部位に関しては，不変化詞の目的語として記号化されないという特徴がある．

自分以外の他者の身体部位が関わってくる位置の変化（移動）については，自らの身体部位を動詞・不変化詞構文を用いて発話するようになって後に観察される．

(5) CHI: can I take this off? (Lara 2; 07-07)
MOT: no.
MOT: that’s my wedding ring.
CHI: I want it.
MOT: you can’t have it.
CHI: I want it on my finger.

(5)は，Laraの母親が指にしている結婚指輪をLara自身が自分の指につけたくて，母親の指から指輪を外してよいかと尋ねている場面である．Laraの発話を見ると，母親の指は不変化詞offの目的語として言語化されていない．同様のことが次の(6)と(7)の会話においても観察される．

(6) CHI: take your nappy off, Rosie.
CHI: it’s morning now.
(Lara 2; 07-27)

(7) DAD: oh, Lara.
DAD; be careful.
DAD: that’s it.
CHI: have to take your clothes off.
DAD: I know.
DAD: well.
DAD: to go in the bath?
(Lara 2; 08-10)

(6)ではLaraが妹のRosieに，(7)では父親に対して，身に着けている物を其々の身体部位から取るように伝えている．自らの身体部位と関係する移動だけでなく，他者の身体部位と関わる移動に関しても，使役移動構文ではなく，動詞・不変化構文により発話される．

具体的な物の位置変化を表す動詞不変化詞構文を獲得した後に観察されるのが，(8)である．

(8) a. shall I put the light off? (Lara 2; 06-22)
b. I turn that light off? (Lara 2; 06-22)

この段階になると，こどもは動詞不変化詞構文を使って目的語名詞句 ((8a)と(8b)であればthe light) によって表される具体的なものの状態変化を表すことができる．具体的な物の位置変化（移動）から結果を意味する状態の変化へと，動詞・不変化詞構文で表すことのできる事象の幅が広がることが確認できる．また，物理的な移動を表す場合，自己または他者の身体部位と関わ

る移動については，動詞・不変化詞構文で言語化される一方，事象に関係する具体的な場所が指定される場合には，使役移動構文で表されるが，同じ変化でも，ものの状態変化（結果）を表す場合には，動詞・不変化詞構文により記号化される．

次節では，2節での考察結果から，どのように，こどもは動詞・不変化詞構文を獲得するに至るのか，構文文法論における構文間の継承リンクの観点から提示する．

3. 継承モデル

構文間の関係を捉える継承リンクという考えは，Goldberg (1995) により提案されたものである．下図１で示すように，異なる構文間に動機づけの関係（relations of motivation）が見られる場合，継承という考えにより，それらの構文の結び付きを意味的，形式的に説明することができる．

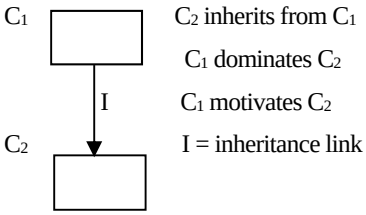


図1

(Goldberg 1995: 73)

構文の継承について，動詞・不変化詞構文の獲得に至る過程を見てみると，1歳頃の発話では，先に述べたように，不変化詞のみまたは動詞と不変化詞を組み合わせた形が多く見られ，2歳頃になると，具体的な物の場所移動について言語化する際には，いわゆる使役移動構文が発話の中に現れる．その後，物の移動に関して，身体部位と関わる場合には，こどもは動詞・不変化詞構文を選択する．当該二つの構文の獲得過程を踏まえると，図2に示すように，動詞・不変化詞構文は使役移動構文によって動機付けられていると考えられる．

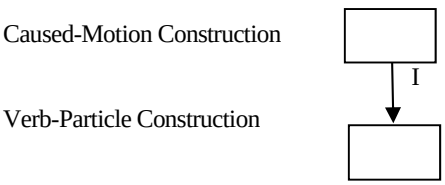


図2

さらに，前節に記したように英語の動詞・不変化詞構文に関しては，具体的な物の場所の移動，すなわち，位置変化から結果を意味する状態変化を言語化するようになる段階がある．CHILDESを調べた限りでは，その逆はない．つまり，当該構文の意味は位置変化から状態変化へと獲得される．構文文法論の提示する継承リンクのなかでも比喩的拡張リンク（Metaphorical extension link: I_M ）によって双方の関係を捉えることができる．その関係を示したものが図3である．尚，本論文における継承リンクの表記法は，異なる構文間と同一の構文間との図式を分けるため，前者の関係については縦で，後者の関係は横で示している．

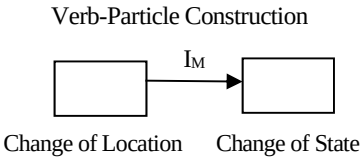


図3

Lakoff and Johnson (1980)，Lakoff (1990) の提案するCHAGE OF STATE IS CHANGE OF LOCATION（状態変化は位置変化である）という概念メタファーに基づき両者の関係を捉えることができる．

4. まとめ

以上の結果から，こどもは初めから文法体系のなかに存在する動詞不変化詞構文を獲得するのではなく，位置変化を表す使役移動構文を継承して動詞不変化詞構文を獲得し，さらに，位置変化から状態変化を表す動詞不変化詞構文へと獲得されるという結論が導かれる．

謝辞

本稿執筆にあたりまして，有益な御助言，御意見を賜りました査読委員の先生方に，心より感謝申し上げます．また，本研究は，科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究（課題番号26580088）の助成を受けて実施致しました．ここに感謝の意を記します．

参考文献

[1] Bolinger, Dwight (1971). *The Phrasal Verb in English*. Harvard: Harvard University Press.

[2] Goldberg, A. E. (1995). *Constructions: A construction grammar approach to argument structure*. Chicago: University of Chicago Press.

[3] Goldberg, A. E. (2006). *Constructions at work: The nature of generalization in language*. Oxford: Oxford University Press.

[4] Honda, Akiko. (2017). こどもの発話における意味と形式の対応関係－英語の動詞不変化詞構文を対象として－"The Relation Between Meaning and Form in Young Children's Utterances: A Study of Verb-Particle Constructions in English." *JELS*, 34, 30-35.

[5] Lakoff, George, and Mark Johnson. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.

[6] Lakoff, George (1990). "The Invariance Hypothesis: Is Abstract Reason Based on Image Schemas?" *Cognitive Linguistics* 1. 39-74.

[7] MacWhinney, Brian (2000). The *CHILDES* Project: Tools for Analyzing Talk. 3rd ed. Vol. 2. The Database. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[8] Miyata, Akiko. (2004). *Focalization in causal relations: A study of resultative and related constructions in English*. Ph. D. dissertation. University of Tsukuba.

[9] Tenny, Carol (1994) *Aspectual Roles and the Syntax-Semantics Interface*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

[10] Visser, Frederik Theodoor (1963) *A Historical Syntax of the English Language*, Part 1, *Syntactical Units with One Verb*. Leiden: E. J. Brill.

協力の負の側面：7歳児における協働作業時のごまかし行為

Negative aspect of cooperation: cheating behavior in 7-year-olds during teamwork

池田彩夏†，奥村優子‡，小林哲生‡，板倉昭二†
Ayaka Ikeda, Yuko Okumura, Tessei Kobayashi, Shoji Itakura
†京都大学，‡NTTコミュニケーション科学基礎研究所
Kyoto University, NTT Communication Science Laboratories
ikeda.ayaka.57x@kyoto-u.jp

Abstract

Although cooperation is regard as good because it lets us to achieve goals which we cannot do alone, recent studies found the negative aspect of cooperation, which cooperation sometimes encourages unethical behaviors in adults. Adults also show altruistic cheating in cooperative situation, even though cheating do not benefit to them. While many studies revealed the development of positive aspect of cooperation, that of negative-cooperation is unclear. Then, we used a peeking-paradigm to examine what kind of situations where 6- to 7-year-old children show negative-cooperation and whether or not they show altruistic cheating in collaborative situation. In addition, we examined how they participated to negative-cooperation. The results revealed that 6- to 7-year-olds showed negative cooperation in collaborative situation and their participation to negative cooperation were not active one, but passive one. Furthermore, they showed altruistic cheating in collaborative situation when children have sufficient reward which they get irrespective of results of task, but they did not show when their reward were low.

Keywords-Cooperation, Cheating, Teamwork, child

1. はじめに

私たちの社会の維持に協力は必要不可欠である。協力行動は、大規模な経済活動や慈善団体の設立による善行の促進が可能になるなど、一人ではできないことが可能となるため、一般的にはポジティブなものとされる。しかしながら、成人を対象とした行動経済学的研究では、協力の結果、ルール違反やごまかしなどの不正が促進されるという、協力のネガティブな側面にも関心が寄せられている (Weisel & Shalvi, 2015)。さらに、他人の利益のために反倫理的な行動を取る「利他的ごまかし」すら生起することが報告されている（e.g., Erat, & Gneezy, 2012; Barkan, Ayal, & Ariely, 2015; Weisel, & Shalvi, 2015）。では、協力の負の側面は、どのように発達するのだろうか。その発達を検討することは、協力の負の側面が生起する原因の解明や不正に対する有効な対応策の提案に示唆を与える可能性があるため、非常に興味深い問題である。

1.1. 協力行動と規範遵守の発達

負の協力は、集団での協力と規範への遵守のジレンマにおいて、規範を破り、協力を選択した結果であると言える。近年、乳幼児を対象に、向社会行動の一つとして、協力の発達的起源や変化が明らかにされるとともに、規範遵守に対しても、乳幼児が発達初期から感受性を持つことが示されている。

協力 (cooperation)の発達に関しては、ある個体が他個体のメリットとなる行為を行う利他行動 (altruistic behavior) の発達と、他者と共有した目的を達成するための協働行動 (collaboration) の発達に分けて検討されている（Tomasello, 2009）。利他行動に関しては、援助、分配、情報提供などが 1- 2 歳にかけて見られることが報告されている（e.g., Werneken & Tomasello, 2006・2007; Liszkowski, Carpenter, Striano, & Tomasello, 2006 ; Dunfield, Kuhlmeier, O'Connell, & Kelley, 2011）。一方、協働行動 (collaboration) は、非意図的な協働行動は 1-2 歳から見られるものの、意図的な協働行動は 3 歳児以降にならないと見られないとされている（e.g., Warneken & Tomasello, 2007; Brownell, 2011; Hamann, Warneken, & Tomasello, 2012）。

規範遵守の意識は、利他性の発達より、やや遅れ、協働行動と同時期に顕著な発達が見られるようになる。3 歳児になると、他者のルール違反に対して、規範的な抗議を行うと報告されている (Rakoczy, Warneken, & Tomasello, 2008) 。また、6 歳児は自身の損益と無関係なルール違反者に対して、第三者罰を与えることが報告されている (Jordan, McAuliffe, & Warneken, 2014)。ルール違反への抗議では、直接抗議を行ったり罰を与えたりする他にも、権威のある第三者に対し、他者の

違反を伝える「告げ口」という方法でも示すことができる。Chiu Loke, Heyman, Itakura, Toriyama, & Lee. (2014) によると、7 歳児は大人に比べて告げ口に肯定的な評価を下し、それは、違反の程度によって左右されない。また、実験場面における子ども自身の告げ口行動を調べた研究では、見知らぬ大人がルールを違反した際に、4-11 歳児の 42%が抗議し、27%が自発的に実験者に告げ口したことが示されている (Heyman, Loke, & Lee, 2016) 。

さらに、自身のルール違反について嘘をつくようになるのは 3 歳ごろからだと言われ、発達に伴い嘘の精度は上がり、7 歳ごろになると、嘘がついたことがばれないよう話のつじつま合わせまでできるようになるとされている(Lee, 2013)。また、5 歳ごろから大人から監視されているとそうでない時に比べてルール違反行為が減るという報告があり、ルール違反に対する他者からの評価を考慮できるようになる（Piazza, Bering, & Ingram, 2011）。

1.2. 負の協力の発達

協力行動や規範遵守の意識が発達初期から身についていることを踏まえると、協力することがルール違反に繋がる際に、乳幼児が協力と規範遵守のジレンマにどのように対処するか、それが発達に伴いどのように変化するかは非常に興味深い問題であるものの、十分な検討がなされていない。数少ない研究の 1 つとして、Gräfenhain, Carpenter, & Tomasello, (2013) は、3 歳児を対象に課題参加時のパートナーのルール違反への対応を検討したが、パートナーの不正の告発は、参加児とパートナーが協働行動をしているか否かに関わらずあまり見られず、この年齢では、協働行動と個人行動での調整はまだ見られないことが示唆された。Fu, Evans, Wang, & Lee. (2008) は、小学生を対象に、blue lie と言われる集団のためにつく嘘の発達を検討した。彼らは、参加児に学校対抗のチェス選手権のクラスの代表者を選出させたが、その際、初心者と経験者を 2 名ずつ選出するというルールに背き、経験者 4 人を選ぶよう誘導した。後日、参加児にインタビューを行い、ルールに従って代表者選出を行ったかを問うたところ、ルールに従ったと答える人数の割合は、年齢の上昇と共に増加し、遅くとも 7 歳以降になると、協力の負の側面が見られ始めることがわかった。

協働作業における不正は、自発的に不正を働くことと、集団の不正を秘密にしておくことで受動的に不正に関与することの 2 つの方向性があるが、Fu, et al., (2008) における blue lie は実験者による誘導によって形成されたため、これら 2 つは区別されておらず、参加児がどのように blue lie に関わっているのかは明確ではなかった。また、blue lie の産出の有無に焦点が当たっていたため、どのような状況下で児童が blue lie をつくのかについても明らかではない。大人では協働行動であることが負の協力に重要であることが示されているが（Gino, Ayal, & Ariely, 2013）、3 歳児が協働行動の有無で告げ口行動を変化させなかったことを踏まえると（Gräfenhain, et al.,2013）、協働行動の有無に関わらず、他者が存在していることが重要な可能性もある。つまり、同調圧を感じたり、自身の評判を気にしたりした結果として、blue lie をついたとも解釈可能である。さらに、Weisel, & Shalvi (2015) は、協働作業による利益が自分にはないが、他人には利益がある状況であっても、成人ではごまかし行為が見られることを報告している。このような過剰に利他的な行為も幼児期から見られるのか、見られるならばそれはどのような状況において見られるのかも明らかになっていない。

そこで本研究では、6-7 歳児を対象に、負の協力はどのような状況下で生じるのか、また、負の協力への関与は、不正への自発的な実施と他者の不正の受動的な容認のどちらであるのか、さらに利他的なごまかしがみられるのかを明らかにすることを目的とする。上記の問いを検討するために、参加児と大人のパートナーの 2 人でクイズ課題に取り組んでもらい、クイズの正答数に応じた報酬分配の方法および参加児とパートナーの関係性を操作した。実験 1 では、参加児とパートナーが個別にクイズに参加する群と両者がチームになってクイズに参加する群の 2 群をつくり、協働行動が負の協力に必要なのか否かを検討した。実験 2 では、協働作業ではあるが、パートナーの報酬にはクイズの正答数が影響する一方で、参加児の報酬には影響しない状況下での、負の協力の生起、つまり利他的ごまかしが生起するかを検討した。さらに、1 人ずつ順番にクイズへの参加を求めることで、参加児が自発的に不正を行うか、パートナーの不正を受け入れることで受動的に不正に関与するかを切り分けることを試みた。

2. 実験 1

2.1. 方法

2.1.1. 実験参加者

6-7 歳児 32 名(M=6 歳 11 ヶ月 ; レンジ 6 歳 6 ヶ月－7 歳 4 ヶ月)が実験に参加した。

2.1.2. 条件

参加児とパートナーはランダムに個人条件と集団山分け条件のいずれかに振り分けられた。参加児とパートナーはクイズの正解数に応じてコインを得ることができ、獲得したコインは、以下のルールに従い、報酬（シール）と交換することができた。

(1) 個人条件 : 参加児とパートナーが個々にコインを集め、それぞれがコインの枚数に応じたシールを獲得する。

(2) 集団山分け条件 : 参加児とパートナーの 2 人でチームになってコインを集め、2 人で獲得したコインの枚数に応じたシールを 2 人で山分けする。

なお、条件（1）（2）では、コイン 1 枚につき、シール 2 枚と、交換することができた。

2.1.3. 手続き

課題には、参加児、パートナー（サクラの大人参加者）、クイズ出題者（実験者）の 3 名が参加した。参加児とパートナーは初対面であり、課題開始前に、参加児とパートナーはラポールを形成した。ラポール形成後、クイズ出題者が主導して Peeking パラダイム (Talwar & Lee, 2002) を改変したクイズ課題を実施した。クイズには参加児、パートナーの順で 1 人ずつ回答者として参加し、クイズに正解するとコインを獲得できた。コインは実験後に報酬のシールと交換できた。

課題の流れは以下の通りである。まず、クイズ出題者がクイズの手続き及び報酬の交換方法を参加児とパートナーに説明した。なお、集団山分け条件では、参加児とパートナーがチームになってクイズに参加することを、個人条件では 1 人ずつクイズに参加することを伝えた。参加児が、コイン 1 枚がシール 2 枚と交換可能であるというコインとシールの枚数の関係を理解できたかどうかを確認した後、クイズの回答者と出題者はデスクを間に挟んで位置し、回答者は出題者に背を向けて座った。非回答者は、クイズ回答者と出題者の双方を観察可能な位置で待機した（図 1）。

クイズは、回答者が背後から呈示される動物の鳴き声を聞き、音声からその動物が何かを当てるものであった。出題者は、デスク上のノートパソコンを操作し、パペットを被せたワイヤレススピーカーから音声を流した。なお、非回答者はクイズの答えであるパペットを見ることができた。クイズ回答者は回答後、後ろを振り向き、パペットを見ることで答えあわせを行った。クイズは 1 人につき 3 問ずつ出題されたが、3 問目の出題開始前に、出題者の携帯電話が鳴った。出題者は、しばらく退室しなければならないことと、再入室時にクイズの回答を教えてほしいことを回答者に伝え、3 問目の問題の出題後、1 分間退室した。出題者は、退室直前に、非回答者には回答者が後ろを向いてズルをしないよう見張っておくよう伝えたが、報告の義務は課さなかった。なお、クイズは、最初の 2 問は音声から容易に回答可能だったが（e.g., 犬の鳴き声、カエルの鳴き声）、3 問目はパペットと音声（電子音）の組み合わせが恣意的であり予測不可能な音声を呈示したため、後ろを振り返りパペットを見るといったカンニングをしないと答えがわからないようになっていた。出題者の再入室後、答え合わせを行なった。

参加児の回答終了後、同様の流れでパートナーがクイズに参加したが 2 点の変更点があった。まず、パートナー回答時は、出題者の退室後、1 分経った時点で、パートナーは後ろを振り向いてカンニングをし、パートナーは参加児に、出題者に秘密にしておくよう伝えた。また、クイズ出題者は退室から 1 分半経過後、実験室に再入室した。

パートナーの回答終了後、獲得したコインと報酬のシールの交換及び参加児に対するデブリーフィングを実施し、課題を終了した。

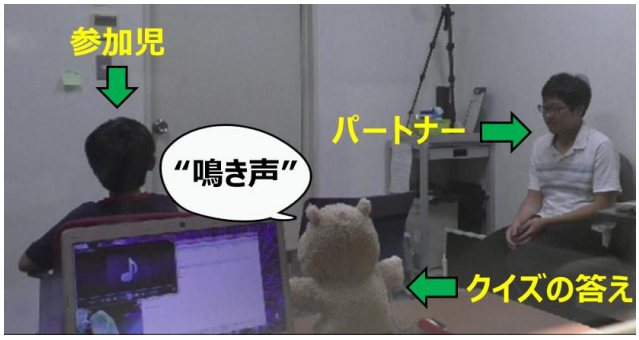


図 1. 実験の様子（回答者が参加児、非回答者がパートナーの例）

2.1.4. 指標

3 つの指標を用い、参加児の負の協力の側面に関する検討を行った。(a) 参加児が回答者としてクイズに参加している時、3 問目のクイズ出題者退室時にカンニングをしてしまうか、(b) パートナーが回答者の 3 問目において、クイズ出題者退室時に、参加児が答えやヒントを提供するか、(c) クイズ出題者退室時のパ

ートナーのカンニングを出題者に報告するかの 3 つの行動が生起したか否かをコーディングした。なお、(c)のカンニングの報告期間は、クイズ出題者再入室時から報酬のシール交換前までの間とした。（a）（b）は自発的な不正への関与、（c）は受動的な不正への関与の指標である。負の協力には協働作業であることが必要であるならば、（2）集団山分け条件において、（1）個人条件よりも、参加児自身によるカンニングの人数が多くなる、あるいはパートナーへの回答やヒントの提供人数が多くなる、あるいはパートナーのカンニングの告げ口人数が少なくなると予測できる。

2.2. 結果と考察

カンニングをした参加児の人数の割合（図 2）、パートナーにヒントを出した人数の割合（図 3）、パートナーのカンニングを告げ口しなかった人数の割合を図に示した（図 4）。

各行動を示した人数の割合を二項検定で検討したところ、両条件において参加児はカンニングをしない人数が多く（$ps < .05$）、またヒントを提供しない人数が多い傾向がみられた（$.05 < ps < .1$）。なお、答えをそのまま教える参加児は少なく、動物の生態や名前の文字数などのヒントが提供された。また、個人条件ではカンニングを報告しなかった人数とカンニングを報告した人数に差は見られなかったが（$p = 1.00$）、集団山分け条件では、カンニングを報告しなかった人数に比べ、カンニングを報告した人数が有意に少なかった（$p < .001$）。

Fisher の正確確率検定を用い、各行動を示した人数の割合を条件間で比較したところ、カンニングをした参加児の人数の割合（$p = 0.48$）及び、パートナーへの答えやヒントの提供人数の割合（$p = 0.65$）は条件間での差は見られなかった。パートナーのカンニングを出題者に告げ口するか否かを検討したところ、有意な人数の偏りがみられ（$p < .001$）、個人条件に比べ、集団山分け条件ではカンニングの報告人数が少なかった。

従って、6-7 歳児で観察される負の協力は、他者が隣にいるだけで生じるものではなく、大人同様、協働行動のパートナーと一緒にいることで生じた。また、児童による集団の不正への関与の仕方に関しては、自らカンニングをしたり、パートナーにヒントや回答を提供したりする参加児はほぼいなかったが、集団条件の参加児は個人条件の参加児に比べてパートナーのカンニングを告げ口しない人数の割合が多かった。つまり、6-7 歳児が示すのは、自らルールを破るなどの能動的な不正への関与ではなく、パートナーの不正を見逃すという形での受動的な不正への関与だった。

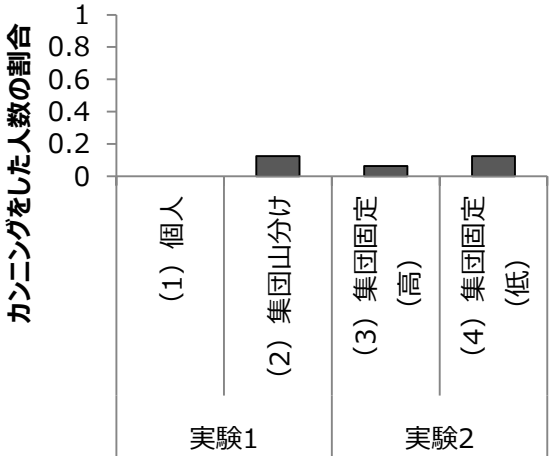


図 2. カンニングをした人数の割合

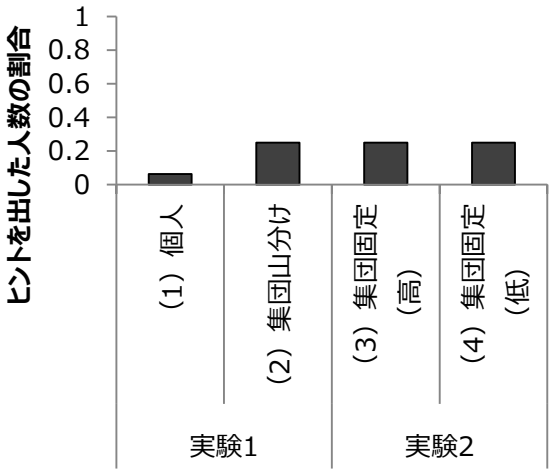


図 3. パートナーにヒントを出した人数の割合

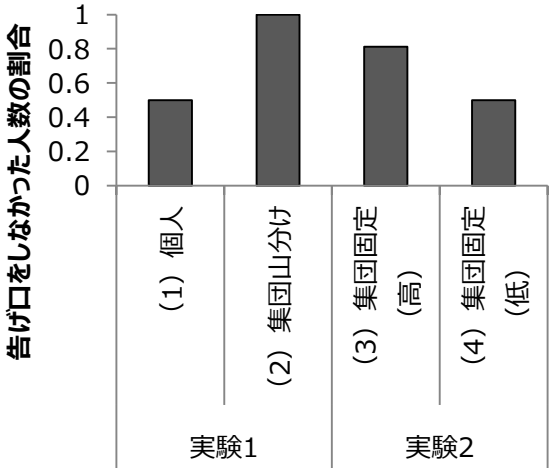


図 4. パートナーのカンニングを告げ口しなかった人数の割合

3. 実験 2

実験1の結果､6-7歳児における負の協力の発生には、大人同様に協働行動を行っていることが重要であることが明らかになったが、協働作業ではあるものの、その作業の結果が自分に利益に影響しない状態においても、パートナーの利益の増大のために不正を犯すといった利他的ごまかしもみられるのだろうか。この問いを検討するために、実験 1 の（2）集団条件同様、参加児とパートナーでチームとなってクイズに参加するが、参加児の報酬はクイズの正答数とは無関係に決まり、パートナーの報酬だけがクイズのチーム成績によって決まる際に、集団山分け条件同様の負の協力が見られるかを検討した。

この際、参加児の報酬量をどの程度にすべきかは参加児の行動に影響を与える可能性があるため、重要な観点である。Gino, & Pierce (2009) によると、成人は、パートナーの課題成績によってパートナー自身の報酬が変動する際、参加者のデフォルトの報酬量の多寡によって、パートナーの成績の報告を調整した。具体的には、デフォルトの報酬量が多い参加者は、デフォルトの報酬量が少ないパートナーの成果を好成績と報告することで援助を示した。一方で、デフォルトの報酬量が少ない参加者は、報酬量が多いパートナーの成果を正直に報告する人が多かったが、成績が悪かったと報告しパートナーの報酬を減らすように働いた人も 3 割程度いた。また、幼児の分配行動を検討した Blake & McAuliffe (2011)では、実験者が分配を決定する最後通牒ゲームにおいて、自分とパートナー間の不平等な報酬分配を受け入れるか否かを検討した結果､4-7 歳児は自分の報酬がパートナーよりも少ない時は分配の受け入れを拒否する傾向にあったが、自分の報酬がパートナーよりも多かった場合は受け入れることが報告されている。つまり、幼児も自分がもらえる報酬量によって、そのふるまいを変化させている。そこで、参加児がもらえる報酬の多寡が、利他的ごまかしの発生に影響するかも併せて検討する。

3.1. 方法

3.1.1. 実験参加者

6-7 歳児 32 名(M=7 歳 2 ヶ月；レンジ 6 歳 7 ヶ月－7 歳 7 ヶ月)が実験に参加した。

3.1.2. 条件

クイズの正答によって獲得するコインと交換できる報酬（シール）の関係に関して、参加児はランダムに以下の条件のうちの 1 つに割り振られた。

（3）集団固定条件（高）：2 人でチームになってコインを集めるが、2 人で獲得したコインの枚数に応じてシールをもらうのはパートナーだけであり、参加児はコインの枚数に関わらず 6 枚のシールをもらう。

（4）集団固定条件（低）：2 人でチームになってコインを集めるが、2 人で獲得したコインの枚数に応じてシールをもらうのはパートナーだけであり、参加児はコインの枚数に関わらず 1 枚のシールをもらう。

条件（3）（4）では、パートナーはコイン 1 枚につきシール 1 枚と交換することができた。なお､条件(3)では参加児のシールの枚数がパートナーのシールの枚数よりも下回ることはなく、条件（4）では参加児のシールの枚数はパートナーのシールの枚数よりも上回ることはなかった。

3.1.3. 手続き

新しく設定したコインとシールの枚数の関係以外は、実験 1 の集団山分け条件と同様の手続きであった。

3.1.4. 指標

実験 1 と同様であった。利他的ごまかしが見られるのであれば、（3）集団固定条件（高）（4）集団固定条件（低）の結果は、（2）集団山分け条件と同様の結果を示すと予測される。さらに、Gino, & Pierce (2009) の結果を踏まえると、集団固定（高）条件において、集団固定（低）条件よりも負の協力が見られやすいと予測される。

3.2. 結果と考察

各行動を示した人数の割合を二項検定で検討したところ、両条件においてカンニングをした参加児はカンニングをしなかった参加児より少なく（$ps < .05$）、ヒントを提供しなかった参加児よりもヒントを提供した参加児は少ない傾向にあった（$.05 < ps < .1$）。さらに、集団固定条件（低）ではカンニングを報告しなかった人数とカンニングを報告した人数に差は見られなかったが ($p > .05$)、集団固定条件（高）では、カンニングを報告しなかった人数に比べ、カンニングを報告した人数が有意に少なかった($p < .05$)。

実験 1 の結果をあわせ、各行動を示した人数の割合を条件間で比較検討を行った。自らカンニングする参

加児の人数の割合（$\chi^2(3, N=64) = 2.37, n.s.$）及びパートナーへの答えやヒントの提供人数の割合は、条件間で違いはなかった（$\chi^2(3, N=64) = 1.10, n.s.$）。さらに、パートナーのカンニングを出題者に報告するか否かを検討したところ、有意な人数の偏りがみられた（$\chi^2(3, N=64) = 13.99, p < .01$）。残差分析の結果、個人条件および集団固定（低）条件では、有意にカンニングの報告人数が多く、集団山分け条件ではカンニングの報告人数が少なかった（$ps < .05$）。結果をまとめると、実験 1 同様、全体として自らカンニングをしたり、パートナーにヒントや回答を提供したりする参加児はほぼ見られなかった。しかし、パートナーのカンニングの告げ口に関しては、集団固定（低）条件では、告げ口をする人数の割合としない人数の割合とで差はなく、その割合は実験 1 における（1）個人条件と同じ傾向を示した。集団固定（高）条件においては、他条件との差は見られなかったものの、告げ口をしない人数の割合は、告げ口をする人数の割合よりも有意に多かった。つまり、6-7 歳児は実験 1 同様、自らルールを破って不正を働くことはしなかったが、自身の報酬が高水準で確保されている時は、パートナーの不正を見逃すという形での不正への関与を示した。従って、6-7 歳児においては、条件付きで利他的ごまかしが見られることが示された。

4. 総合考察

本研究では、6-7 歳児において、負の協力がどのような状況下で生じ、パートナーの利益追求のための利他的なごまかしは見られるのか、また、児童が負の協力にどのように関与しているのかを検討することであった。実験 1 の結果、6-7 歳児は、他者と協力関係にあり、不正が互いの利益となるとき、自発的にルールを破ることはほぼなかったが、パートナーのカンニングを告げ口しないことで受動的な負の協力を示した。さらに実験 2 の結果、他者との協力関係にあっても、自分の報酬が低水準でしか確保されていないときにはパートナーの不正を許容しなかったが、自分の報酬が高水準で確保されている時にはカンニングを許容した。つまり、6-7 歳児は他者との協働関係にありかつ自分自身の報酬が高水準で確保されている時に受動的な負の協力を示すことで、利他的ごまかしを行うことが示された。

4.1. 負の協力の発達

6-7 歳児が自らルールを破って不正を働かなかったことは、少なくとも参加児はルールを違反してはいけないことを理解し、それを守るよう心掛けていたことが示唆される。今回用いた Peeking パラダイムに参加児が 1 人で参加した際には、6-7 歳児でも 70-90%という高い割合でカンニングの生起が見られると報告されていることから(Talwar & Lee, 2002)、 本実験では、パートナーの大人が監視者としての役割を果たしていたと考えられる。これは、5 歳児以降で監視者効果が見られ、他者が存在する際にズルをする割合が減ったり（Piazza, et al., 2011）、他人の持ち物を自分のものとする割合が減ったりする（奥村・池田・小林・松田・板倉, 2016）という知見とも合致する。

一方、パートナーのズルを見逃すという形での受動的な不正への関与に関しては、3 歳児によるパートナーのルール違反の告げ口頻度がパートナーとの協働関係の有無によって変わらなかったという報告（Gräfenhain, et al., 2013）とは異なり、6-7 歳児は協働関係の有無によってその対応を変化させた。従って、3-6 歳の間に、協働行動時の不正を受け入れるようになる、なんらかの発達的変化が生じると考えられる。

では、どのような発達的変化が生じるのだろうか。1 つの可能性は、内集団びいきである。Aboud (2003) によると、5 歳児以降になると外集団メンバーに比べて内集団メンバーをポジティブに評価するようになる。また、6 歳児は独裁者ゲームにおいて、外集団メンバーが内集団メンバーに対して不平等な分配を行った際に、その逆であった時よりも分配者に対して第三者罰を与える傾向にあった(Jordan, et al., 2014) 。本実験では、集団条件ではパートナーが内集団的な立ち位置であるのに対し、個人条件ではパートナーが外集団的な立ち位置となるため、内集団メンバーに利益をもたらすよう振る舞った一方で、外集団メンバーにはそうしなかったと解釈可能であるように見える。なお、集団固定 (低) 条件に関しては、報酬の不平等のために、集団山分け条件とは集団の結びつきの強さが相対的に弱く、パートナーが外集団メンバーの立ち位置に近づいた結果、個人条件と同様の告げ口頻度になったと考えられる。

2 点目は第三者罰の発達である。個人条件における告げ口は、参加児の利益には無関係であったことから第三者罰的な性格を帯びたものである。幼児、児童における第三者罰の生起を検討した Jordan, et al., (2014)では、個人の利益とは無関係な他者に対する第

三者罰の頻度が、6 歳児で約 30%、8 歳児で約 45%と発達に伴い増加していることを報告している。従って、協働条件での負の協力だけでなく、個人条件でのルール違反者への罰の付与（告げ口）も発達に伴い増加した可能性がある。

3 つ目の可能性は、損得計算ができるようになることである。第三者罰において 5 歳児とは異なり、6 歳児は自身が支払うべきコストを考慮に入れて、罰を与えるか否かを判断することが報告されている (McAuliffe, Jordan, & Warneken, 2015) 。集団条件における負の協力では、個人条件とは異なり、パートナーのカンニングによって参加児にも利益がもたらされる。従って、損得計算ができるか否かは負の協力において重要な要素である。

4.2. 利他的ごまかしの発達

集団固定（高）条件において、自身の利益とは無関係であるにもかかわらず、パートナーの不正を告げ口しない傾向にあることが示され、利他的ごまかしがみられることが示唆された。しかし、協力関係にある他者であっても、必ずしも児童は協力的な行動選択をするわけではなく、自分の利益が低水準で確保されている集団固定（低）では、パートナーの告げ口割合は個人条件と同程度であり、利他的ごまかしは見られなかった。これは、Gino, & Pierce (2009) の成人データと同じ傾向を示すものである。

では、集団固定（高）・（低）条件間における利他的ごまかしの生起頻度の差はなぜ生じたのだろうか。Gino, & Pierce (2009) では、報酬の不平等さから生じる感情的苦痛の除去を主張している。Fehr, Bernhard, & Rockenbach. (2008)によると、3-8 歳児も、不平等よりも平等を好む傾向にあり、この傾向は発達に伴い強まっていく。さらに、7 歳児以降になると自分の報酬が少ない不平等だけではなく、自分の報酬が多いことによる不平等にも感受性を持つことが報告されている (Blake, & McAuliffe, 2011) 。従って、集団固定（高）条件では参加児の報酬がパートナーよりも高くなる設定になっていたため、不平等感を減らすために、パートナーのカンニングを許容したと解釈される。さらに、3 歳児になると、協働行動後の 2 者間の報酬分配においては平等分配が望ましいとしていること（Hamann, Warneken, Greenberg, & Tomasello, 2011）が報告されている。従って、集団固定（低）条件では、参加児とパートナーとで同等の労力を費やしているにもかかわらず、パートナーが得られる報酬が多いことに不平等感を感じたため、パートナーの不正に対して不寛容になったと考えられる。しかし、成人における利他的ごまかしは、1 通りの説明だけではなく、他者やグループに利益をもたらしたことによって不正が正当化されることで生じるとも言われている (e.g., Gino, et al., 2013; Shalvi, Gino, Barkan, & Ayal, 2014; Barkan, , et al., 2015) 。児童において、どのような心的作用が働いたかについては引き続き検討が必要である。

4.3. 今後の検討課題

今後の検討課題として、2 点挙げたい。1 点目は協働相手の属性の影響である。本実験では、参加児のパートナーは大人であった。一般的に、大人は児童の行動のモデルとなる存在であり、また、身体的に勝る存在であるため、子どもと対等な立場にあるとは言い難い。従って、子どもによる自発的な不正が抑制されたり、何らかの仕返しを想定した結果、告げ口の生起が抑制されたりした可能性がある。従って、モデルの年齢や属性を変え、児童とパートナーの関係性を変更した際にどのような振る舞いを示すのかは興味深い。

2 点目には、負の協力の発達的変化である。3 歳児においては、協働作業であるか否かが告げ口の報告頻度に影響しなかったが（Gräfenhain, et al., 2013)、本研究では、6 - 7 歳児では協働作業であるか否かが告げ口行動に影響した。3 歳から 6 - 7 歳児の間にどのような発達的変化が生じるのかは、検討すべき課題である。また、反社会的行動への同調傾向は発達に伴い増加し、15 歳ごろにピークを迎え、減少することが報告されている。従って、7 歳から成人までの間にどのような発達経路をたどるかも重要な観点である。また、Weisel & Shalvi (2015) では、自分の報酬が低水準かつごまかしによる自分への利益がない状況下でも、程度は低いものの利他的ごまかしを示した。このような過剰な利他的ごまかしがいつ、どのような認知能力の発達と関連して生じるようになるかに関しても、今後の検討課題である。

5. 参考文献

・Aboud, F. E. (2003). The formation of in-group favoritism and out-group prejudice in young children: Are they distinct attitudes?. *Developmental psychology*, *39*(1), 48-60.

・Barkan, R., Ayal, S., & Ariely, D. (2015). Ethical dissonance, justifications, and moral behavior. *Current Opinion in Psychology*, *6*, 157-161.

・Blake, P. R., & McAuliffe, K. (2011). "I had so much it didn't seem fair": Eight-year-olds reject two forms of inequity. *Cognition*, *120*(2), 215-224.
・Brownell, C. A. (2011). Early developments in joint action. *Review of philosophy and psychology*, **2**, 193-211.
・Chiu Loke, I., Heyman, G. D., Itakura, S., Toriyama, R., & Lee, K. (2014). Japanese and American children's moral evaluations of reporting on transgressions. *Developmental psychology*, *50*(5), 1520.
・Dunfield, K., Kuhlmeier, V. A., O'Connell, L., & Kelley, E. (2011). Examining the diversity of prosocial behavior: Helping, sharing, and comforting in infancy. *Infancy*, *16*(3), 227-247.
・Erat, S., & Gneezy, U. (2012). White lies. *Management Science*, *58*(4), 723-733.
・Fehr, E., Bernhard, H., & Rockenbach, B. (2008). Egalitarianism in young children. *Nature*, *454* (7208), 1079-1083.
・Fu, G., Evans, A. D., Wang, L., & Lee, K. (2008). Lying in the name of the collective good: A developmental study. *Developmental Science*, *11*(4), 495-503.
・Gino, F., & Pierce, L. (2009). Dishonesty in the name of equity. *Psychological science*, *20*(9), 1153-1160.
・Gino, F., Ayal, S., & Ariely, D. (2013). Self-serving altruism? The lure of unethical actions that benefit others. *Journal of economic behavior & organization*, *93*, 285-292.
・Gräfenhain, M., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2013). Three-year-olds' understanding of the consequences of joint commitments. *PLoS One*, *8*(9), e73039.
・Hamann, K., Warneken, F., Greenberg, J. R., & Tomasello, M. (2011). Collaboration encourages equal sharing in children but not in chimpanzees. *Nature*, *476*(7360), 328-331.
・Hamann, K., Warneken, F., & Tomasello, M. (2012). Children's developing commitments to joint goals. *Child development*, *83*(1), 137-145.
・Heyman, G. D., Chiu Loke, I., & Lee, K. (2016). Children spontaneously police adults' transgressions. *Journal of experimental child psychology*, *150*, 155-164.
・Jordan, J. J., McAuliffe, K., & Warneken, F. (2014). Development of in-group favoritism in children's third-party punishment of selfishness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(35), 12710-12715.
・Lee, K. (2013). Little liars: Development of verbal deception in children. *Child development perspectives*, *7*(2), 91-96.
・Liszkowski, U., Carpenter, M., Striano, T., & Tomasello, M. (2006). 12-and 18-month-olds point to provide information for others. *Journal of Cognition and Development*, *7*(2), 173-187.
・McAuliffe, K., Jordan, J. J., & Warneken, F. (2015). Costly third-party punishment in young children. *Cognition*, *134*, 1-10.
・奥村優子, 池田彩夏, 小林哲生, 松田昌史, & 板倉昭二. (2016). 幼児は他者に見られていることを気にするのか: 良い評判と悪い評判に関する行動調整. *発達心理学研究*, *27(3)*, 201-211.
・Piazza, J., Bering, J. M., & Ingram, G. (2011). "Princess Alice is watching you": Children's belief in an invisible person inhibits cheating. *Journal of experimental child psychology*, *109*(3), 311-320.
・Rakoczy, H., Warneken, F., & Tomasello, M. (2008). The sources of normativity: young children's awareness of the normative structure of games. *Developmental psychology*, *44*(3), 875.
・Shalvi, S., Gino, F., Barkan, R., & Ayal, S. (2015). Self-serving justifications: Doing wrong and feeling moral. *Current Directions in Psychological Science*, *24*(2), 125-130.
・Talwar, V., & Lee, K. (2002). Development of lying to conceal a transgression: Children's control of expressive behaviour during verbal deception. *International Journal of Behavioral Development*, *26*(5), 436-444.
・Tomasello, M. (2009). Why we cooperate. *MIT press.*（マイケル・トマセロ 橋彌和秀（訳）(2013). ヒトはなぜ協力するのか. 勁草書房.）
・Warneken, F., & Tomasello, M. (2006). Altruistic helping in human infants and young chimpanzees. *science*, *311*(5765), 1301-1303.
・Warneken, F., & Tomasello, M. (2007). Helping and cooperation at 14 months of age. *Infancy*, *11*(3), 271-294.
・Weisel, O., & Shalvi, S. (2015). The collaborative roots of corruption. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(34), 10651-10656.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

格助詞の学習における項が省略された文の役割 出現頻度に着眼して

The impact of the argument-omitted sentences in the learning of the case-marker: Focusing on the frequency of appearance

趙　　墨[†]，酒井　弘[‡]
Akiko Chou , Hiromu Sakai

[†]広島大学教育学研究科，[‡]早稲田大学理工学術院
Hiroshima University, Waseda University
zhao-chouakiko@hiroshima-u.ac.jp, hsakai@waseda.jp

Abstract

This study investigates how argument omission affects language acquisition by focusing on children's learning of object case-markers in Japanese, in which argument omission is common. Despite the seemingly "insufficient input" because of the argument omission, Japanese children manage to acquire object case-marker by the age of seven. To investigate its influence, we examined how many percentage of effective sentences (i.e., argument-omitted sentences) need to appear in the input. In addition, we compared the result with Zhao and Sakai (2017) who examined the effectiveness of argument-omitted sentence.

Seven-year-old children learned case-markers with both argument-omitted sentences (object-verb) and full-argument sentences (subject-object-verb), but the input frequencies were controlled to differ between two groups. Group A learned with sixteen argument-omitted (80%) and four full-argument sentences (20%), and the rest (Group B) learned with four argument-omitted (20%) and sixteen full-argument sentences (80%). We compared the effectiveness for learning case-marker between Group A and Group B. Results of the correct response showed that, comprehension improved in post-test than in pre-test for both groups. However, we found that the more the argument-omitted sentences presented in the learning phase, the better the comprehension performance achieved in post-test compared to pre-test [100%>80%>20%>0%].

Our findings supports the statistical learning view that learning improves with the increase of effective input, which is argument-omitted sentences rather than full-argument sentences in the case of learning object case-marker. However, even a small amount of effective input could make children be sensitive to and efficiently utilize linguistic information for the purpose of mastering the abstract linguistic rules.

Keywords: **case-marker, argument-omitted sentence, full-argument sentence, input, linguistic information**

1. 問題の所在

母語学習において，ある語を学習するのに，その学習に有効な言語情報 (e.g., 語順，項の数などの統語的情報，接尾辞などの形態的情報，名詞や代名詞などの意味的情報) が含まれた文をインプットとして耳にする必要がある (e.g., Arunachalam and Waxman, 2010; Arunachalam, Leddon, Song, Lee and Waxman, 2013; Imai, Haryu, Okada, 2006; 今井・針生，2007; Imai, Haryu, Lianjiang and Shigematsu, 2006; Lidz, Bunger, Leddon, Baier and Waxman, 2009; Snedeker and Gleitman, 2004)．これらの先行研究では，内容語の学習において，子どもが学習対象の語に適切な量の適切な言語情報を有効に利用できていることが報告されている．

一方，従来ほとんど検討されてこなかった機能語について，日本語の目的語を示す格助詞の学習 (i.e., ヲ) を調査した趙・酒井（2017）では，格助詞が，主語と目的語が揃った「S ガ O ヲ V：猿が牛を押した」のような文で出現した場合，子どもはそれを学習することが困難であり，主語が省略された「O ヲ V：牛ヲ押した」のような文で出現した場合には学習が促進されたことから，語順情報と項情報が含まれない，項が省略された文が格助詞の学習に有効であると主張されている．一方，子どもが耳にする日常のインプットには，格助詞は主語が省略された文のみでなく，主語と目的語が揃った文でも出現する (Matsuo Kita, Shinya,

Wood and Naigles, 2012)[1]．子どもは，格助詞が，主語と目的語が揃った文，及び主語が省略された文の両者で出現するのを日常的にインプットとして受けるなか，どちらの文をどれほどの頻度で耳にすれば，格助詞を学習できるのだろうか．

本研究では，先行研究で格助詞の学習に有効であるとされた，語順情報と項情報を含まない，項省略文がどれほど，具体的には，実際のインプットで項省略文が出現する頻度か，それともさらに低い頻度で出現しても格助詞の学習がなされるのかを，人工格助詞の学習パラダイムを用いた実験によって調査する．さらに実験結果を，項省略文が学習に及ぼす影響を探った趙・酒井 (2017) と比較し，項省略文の有効性とその出現頻度の影響について総合的に検討する．

2. 先行研究

動詞や形容詞などの内容語の学習において子どもは，自分たちが学習する語の特徴を踏まえ，学習対象の語に適切な量の適切な言語情報 (e.g., 語順，項の数，形態マーカー) を有効に利用している．例えば，他動詞の意味の学習[2]には “The boy is pilking the ballon” というように，意味的情報が豊富に含まれた，項が名詞の文が有効にはたらき，一方，自動詞については “He is pilking it” のように，意味的情報が少ない，項が代名詞である文が有効にはたらくことが分かっている[3] (Arunachalam and Waxman, 2009, 2010, 2011)．このことについて Lidz et al. (2009) では，他動詞は動作をする動作主と動作をされる被動者を取る動詞であることから，それを理解するのには「誰が誰にした事か」を，まずは理解する必要があるためであると考えられている．意味的情報の豊富な名詞が含まれた文はその学習対象の動詞とともに現れた名詞が果たす意味役割（動作主か被動者か）を同定するのに役立ち，そのため，他動詞については，名詞の意味役割を理解することで文中の動詞の意味とその動詞が表す動作をマッピングできるのではないかと考察している (Lidz et al., 2009)．

学習対象の語や言語によって，子どもが適切な量の言語情報を有効に利用できるということには，普段のインプットも関連している．英語の他動詞の意味の学習には，統語的情報が豊富に含まれた文 (e.g., The boy is pilking the ballon) が有効である (Arunachalam and Waxman, 2010)．一方，項が頻繁に省略される韓国語の他動詞の意味の学習には統語的情報が少ない文 (e.g., “pilking”) の方が有効であることが報告されている (Arunachalam et al., 2013)．ここから，普段のインプットに言語情報が出現するか否かも，その言語情報の有効性を決めるのに関係していることが言える．

これら内容語の学習で見られたように，学習対象の語や言語によって，子どもが適切な量の言語情報を有効に利用することが機能語の学習にも見られるのだろうか．この点を明らかにするために趙・酒井（2017）では，普段のインプットで，言語情報になりうる項が頻繁に省略される，目的語を標示する格助詞の学習について，人工格助詞（ポ：主語標示の人工格助詞，ビ：目的語標示の格助詞）を用いた実験を行なった．具体的には，主語と目的語が揃った S ポ O ビ V の文（言語情報が豊富な文）で出現した場合と，主語が省略された O ビ V の文（言語情報が少ない文）で出現した場合の，どちらの方が目的語標示の格助詞の学習に有効なのかについて調べた．目的語を標示する格助詞は，普段のインプットで言語情報になりうる主語の項が頻繁に省略されることから，項が頻繁に省略される韓国語で検討された動詞の学習 (e.g., Arunachalam et al., 2013) で観察されたように，言語情報の少ない文，すなわち主語が省略された O ヲ V の文の方が，格助詞の学習に有効であることが予測される．結果として，主語が省略された文の方が，ビの学習に有効であることが示さ

[1] 格助詞を含む主語が省略された文は 5%，主語と目的語が揃った文は約 1%の出現率である．

[2] 学習対象の語とそれが表す意味をマッピングし，その対応付けを学習するということを指す．

[3] 例えば “s/he” “it” など前者は「女性／男性」「物」のような抽象的で限定された情報のみを含むが，例えば “grandmother” “banana” などの名詞は「女性，年寄り，孫がいる」「果物，黄色」のように具体的な多くの情報を含んでいる．このような点で，代名詞は語彙的情報が少なく，名詞は語彙的情報が豊富であると考えられる．

れた.

普段，子どもが耳にするインプットにおいて，目的語を標示する格助詞 (i.e., ヲ) は，格助詞の学習に有効な文，すなわち主語の項が省略された言語情報が少ない文のみでなく，格助詞の学習に有効でなかった文，すなわち主語と目的語が揃った文でも出現する．格助詞の学習に有効でなかった文でも出現することで，それは格助詞の学習にどのような影響を与えるのだろうか.

有効な言語情報がどれほどの頻度で出現すれば対象の語の学習に有効なのか，について検討した研究はそれほど多くはないが，英語の語のカテゴリー（学習対象の語が名詞なのか動詞なのか）の推測・学習を対象に研究がなされている (e.g., Valian and Coulson, 1988; Gómez and Lakusta, 2004). 例えば，学習対象の語が名詞であった場合，それが名詞であるということを示す言語情報，すなわち “a” “the” と呈示されるのを耳にすることで，子どもはその語を名詞として学習する．一方，学習対象の語が動詞であった場合，それが動詞であるということを示す言語情報，すなわち “will” “can” と呈示されるのを耳にすることで，子どもはその語を動詞として学習する (Valian and Coulson, 1988). Gómez and Lakusta (2004) はこのような学習について，どれほどの言語情報があれば対象の語の学習がなされるのかに付いて，12 ヶ月の英語児を対象に検討した．結果として，対象の語が名詞または動詞であるということを示す情報 (i.e., 名詞であれば “a” “the” が付き, 動詞であれば “will” “can” が付いているという情報) がある文がインプット中に 83%含まれていた場合，子どもはその語をそれぞれ名詞，あるいは動詞として推測し学習できていた．しかし，その情報がある文がインプット中に 67%しか含まれていなかった場合には，対象の語のカテゴリーの学習は困難であることが分かった.

本研究では，子どもが格助詞を学習する際，どれほど（何%）の格助詞の学習に有効な文が出現すれば良いのかについて調査する．具体的には，実際のインプットにおける主語と目的語が揃った文 (1%)，及び主語が省略された文の出現率 (5%) を踏まえ，前者の，主語と目的語が揃った文，および後者の，主語が省略された文が 20%と 80%でそれぞれ出現する場合 (e.g., 主語と目的語が揃った文が 20%, 主語が省略された文が 80%の場合と，主語と目的語が揃った文が 80%，主語が省略された文が 20%)，どちらの出現率の方が，格助詞の学習に有効なのかを実験的に検討する.

このように格助詞の学習に有効な文の出現頻度を操作することで，日本語の格助詞の学習において，主語の項が省略された言語情報が少ない文が有効であったという結果が，韓国語の動詞の学習と同様にインプットにおける出現頻度によるものなのか否かも検討できると思われる．すなわち，もし，趙・酒井（2017）で明らかになった，主語の項が省略された言語情報が少ない文が格助詞に有効であるという結果が，インプットにおける出現頻度によるものであれば，本実験で主語が省略された文の出現率が低い条件で学習した子どもたちは格助詞を充分に学習できないと予測される．一方，主語の項が省略された言語情報が少ない文が格助詞に有効であるという結果がインプットにおける出現頻度によるものではないのであれば，主語が省略される文の出現率が低い条件で学習した子どもたちも格助詞を充分に学習できることが予測される.

3. 研究方法

日本語を母語とする 7 歳児 (6;10-7;11, M=7;5) 48 名が実験に参加した.

実験には，人工格助詞ポ（主語標示），ビ（目的語標示）を使用し，次の手順で実施した．①事前テスト:「O ビ S ポ V」の理解を求めた．②学習：対象児を，主語と目的語が揃った文が 80%，主語が省略された文が 20%呈示される群（項省略文 20%群）と，主語と目的語が揃った文が 20%，主語が省略された文が 80%呈示される群（項省略文 80%群）に分け，これらの文をまず，音声を含めた動画で呈示し学習させた．ここでは項省略文と項が揃った文を計 20 文子どもに呈示したが, 項省

略文 20%群には，項省略文を 4 文 (20%)，項が揃った文を 16 文 (80%) 呈示し，項省略文 80%群には，項省略文を 16 文 (80%)，項が揃った文を 4 文 (20%) 呈示した．次に，パペットを用いて，子どもに実際に呈示された文を演じることで格助詞の学習を促した. この際も, 項省略文 20%群には，項省略文を 20%（2 文），項が揃った文を 80%（8 文) 呈示し, 項省略文 80%群には, 項省略文を 80%（8 文），項が揃った文を 20%（2 文）呈示し，パペットで実演させた．③事後テスト：事前テストと同様のテストを行った（表 1)．

表 1. 実験の流れ

<table>
<tr><td>①
事前テスト</td><td colspan="2">OSV: ライオンさん ビ パンダさん ポ
蹴ってるよ!
 </td></tr>
<tr><td rowspan="2">②
学習</td><td rowspan="2">学習（文刺激と動画）</td><td>項省略文 20%群：
SV: サルさんポ
押してるよ！
OV: ウシさんビ
押してるよ！
…20%
SOV:
サルさん ポ
ウシさん ビ
押してるよ！
…80%</td><td>項省略文 80%群：
SV: サルさんポ 押
してるよ！
OV: ウシさんビ
押してるよ！
…80%
SOV:
サルさん ポ
ウシさん ビ
押してるよ！
…20%</td></tr>
<tr><td colspan="2"> </td></tr>
<tr><td>③
事後テスト</td><td colspan="2">OSV: ライオンさん ビ パンダさん ポ
蹴ってるよ!
 </td></tr>
</table>

予測として，格助詞の学習に有効な文が，低頻度でもインプットに含まれればその学習が可能であった場合，項省略文 20%群，項省略文 80%群ともに事後テストの正答率は事前テストよりも有意に高いと思われる．一方，格助詞の学習に有効な項省略文が，実際のインプットで出現している頻度で出現しなければその学習が困難な場合，項省略文 80%群は，事後テストの正答数の方が事前テストよりも有意に多いが，項省略文 20%群に関しては，テスト時期による正答率に有意差はないと予測される．

4. 結果

テストの正答率を従属変数とし，学習条件（項省略文 80%・項省略文 20%)，テスト時期（事前・事後）を固定要因，対象児と項目をランダム要因として一般化混合モデルで分析した．

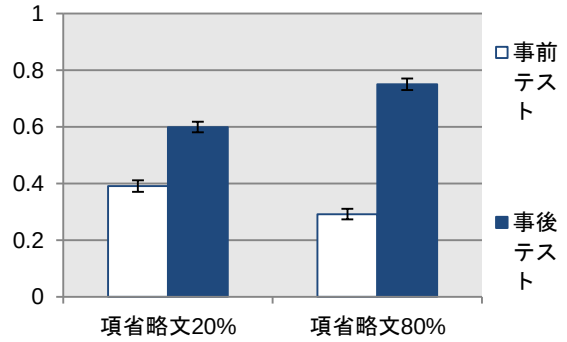


図 1. 項省略文 20%，80%群のテスト文理解の正答率（縦軸：正答率，横軸：学習条件）

図 1 に示したように，結果として学習条件とテスト時期の間に交互作用が見られた (β =2.646, z= 827.8, p< .001). そのため下位分析を行ったところ，項省略文 80%群の事前テストと事後テストの正答率に有意差が認められ，項省略文 20%群の事前テストと事後テストの正答率にも有意差が認められた (項省略文 20%群の事前と事後テストの差: β =1.692, z= 2.378, p= .017，項省略文 80%群の事前と事後テストの差: β =3.000, z=5.04, p< .0001). ここから，格助詞の学習に有効な，項省略文が 80%という，実際のインプットでの出現率に合致する出現率の場合はもちろん，20%という低頻度で出現した場合にも，格助詞の学習に有効な役割であることが示唆された．

また，本研究の結果と言語情報が少ない項省略文と言語情報が豊富な項が揃った文のどちらが格

助詞の学習に有効なのかについて，項が省略された文と項が省略されない文をそれぞれ 100%ずつ子どもたちに与えた趙・酒井（2017）で得られた結果を比較すると以下の図 2 に示したようになる．

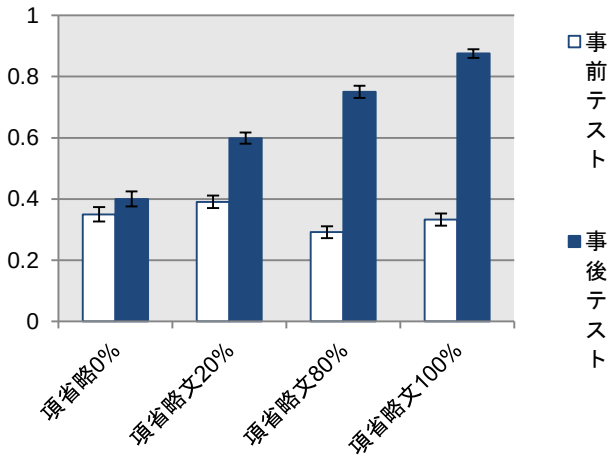


図 2. 項省略文 0%, 20%, 80%, 100%のテスト文理解の正答率，趙・酒井（2017）との比較（縦軸：正答率，横軸：学習条件）

図 2 から，言語情報が豊富な項省略文と言語情報が少ない，趙・酒井（2017）では，項省略文の方が，項が揃った文よりも格助詞の学習に有効であったのに対し，その出現頻度が，項省略文 20%／項が揃った文 80%の場合と，項省略文 80%／項が揃った文 20%の場合とで比較した本研究では，両者とも格助詞の学習に有効であったが，項省略文の出現頻度が多い方が，より有効に，格助詞の学習にはたらいていたことが分かる．この結果を踏まえると，項省略文の出現頻度が多くなればなるほど，格助詞の学習が促進されることがいえる．

5. 考察

以上から，日本語の目的語を標示する格助詞の学習には，普段のインプットにおける，項省略文と項が揃った文の出現率 (i.e., 項省略文 5%と項が揃った文 1%[4]) が有効であったことに加え，普段の項省略文と項が揃った文の出現率が違う場合，具体的には両者の出現率の割合が反対の場合 (i.e., 項省略文 1%と項が揃った文 5%) でも格助詞の学習に効果的であることが分かった．

先行研究 (e.g., Gómez and Lakusta, 2004) では有効な言語情報が 67%になってしまうと（つまり有効でない言語情報が 33%インプット中に含まれていた場合）子どもは対象の語のカテゴリーを学習できなくないことが報告されている．しかし本研究では，有効な言語情報が 20%でも（つまり有効でない言語情報が 80%インプット中に含まれていた場合でも）子どもは対象の語である格助詞の機能を学習できていた．一方で，本研究で検討がなされた格助詞の機能の学習についても図 2 のとおり，有効な言語情報がインプットに多く含まれた方が，その学習により効果的であることが示されている．ここから，有効な言語情報を含む文がインプットに多く出現した方が，対象の語の学習には効果的であることが示唆される．なぜ Gómez らの結果と異なり，本研究では有効な言語情報が含まれた文の出現頻度が 20%という少ない頻度でも子どもは対象の語を学習できたのだろうか．この点については，対象児の年齢も学習対象の語も本研究とは異なる様々な要因が絡んでいることが予測され，今後，検討すべき点であると思われる．

また，有効な言語情報の文の出現頻度を操作したことで，インプット中での有効な言語情報が含まれる文の出現頻度が低くとも，その情報が含まれる文は有効性を発揮し，子どもが対象の語を学習するのに効果的であることが示唆された．そのため，項省略文と項が揃った文をそれぞれ 100%ずつ子どもたちに与えた趙・酒井（2017）で得られた，項省略文が格助詞の学習に有効であるという結果は，Arunachalam et al. (2013) で見られたように頻度によるものではなかったと推察される．それでは，格助詞の学習で項省略文が有効であったという結果はいったい何によるものか．

元来，機能語とは内容語の学習・理解を助けるものである．日本語の他動詞文中の格助詞についても，ガが付与していればその名詞は主語であり，ヲが付与していればその名詞は目的語であり，「女の子が男の子を押したよ」という文中の「男の子」が押される方であるということを理解するのには，格助詞であるヲが，それが付与している名詞「男

[4] Matsuo et al. (2012) の結果より．

の子」の理解を助ける役割を果たしている．このように，格助詞の役割というのはそれが付与している名詞の文中での文法役割を示すことである．趙・酒井（2017）および本研究で用いた項が揃った文というのは，語順の情報が利用できる基本語順の文であり，そこでは語順の情報によって名詞の文中での文法関係が明らかになってしまうため機能語としての格助詞は必要性が低くなってしまう．このことから，子どもは目的語標示の格助詞に注目をしなくなり，また注目する必要もなくなり，結果としてそれを学習できなかったことが考えられる．一方，言語情報が少ない文である，目的語が省略されている文（「主語ポ＋動詞」）と目的語が省略されている文（「目的語ビ＋動詞」）というのは，そこに現れている名詞が文中で主語の役割を果たすのか，あるいは目的語の役割を果たすのかを表す情報は格助詞しかなく，文を理解するためには格助詞に注目せざるを得なくなってくる．そのため，子どもは必然的に一つしかない目的語を表す格助詞に注目し，その機能を推測し学習した可能性があるのではないかと考えられる．

6. まとめと今後の課題

本研究では，他動詞文中で目的語を表示する格助詞の学習に有効であった高省略分の出現頻度を操作することで，インプット中にどれほどの項省略文が出現すればそれは格助詞の学習に効果を発揮するのかについて検討した．結果，実際のインプット中の出現頻度である 80%の出現率，さらにはそれよりも少ない 20%の出現率でも，項省略文はその効果を発揮し，子どもは格助詞の学習に成功していた．

また，出現頻度を操作することにより，項省略文が格助詞の学習に有効であるということは，先行研究 (Arunachalam et al., 2013) で見られた，インプット中の出現頻度によるものである可能性は低いことがうかがわれた．むしろ，格助詞の学習には，文を理解するのに他の情報（語順など）がないという点から，項省略文の方が有効にはたらいていた可能性が示唆された．

さらに，英語児の語のカテゴリーを検討した先行研究 (e.g., Gómez and Lakusta, 2004) と異なり，本研究では有効な文が 20%という少ない出現頻度でも有効性を発揮できたということについて，対象児の年齢も学習対象の語も本研究とは異なる様々な要因が絡んでいることが関係しているとことがうかがわれた．この点については今後，さらなる検討をする必要がある．

謝辞

本実験の実施にあたり，ご協力いただいた千葉県市川市の学童クラブにお礼申し上げます．また，ご指導いただいた先生方，コメントをいただいた早稲田大学の研究員の方に感謝いたします．

参考文献

Arunachalam, S., & Waxman, S. R. (2010). Meaning from syntax: Evidence from 2-year-olds. *Cognition*, 114(3), 442-446.

Arunachalam, S., & Waxman, S. R. (2011). Grammatical form and semantic context in verb learning. *Language Learning and Development*, 7(3), 169-184.

Arunachalam, S., Leddon, E. M., Song, H. J., Lee, Y., & Waxman, S. R. (2013). Doing more with less: Verb learning in Korean-acquiring 24-month-olds. *Language acquisition*, 20(4), 292-304.

趙 曌・酒井弘（2017）「日本語を母語とする幼児及び年少児童の格助詞学習における項省略の影響 : 人工格助詞を用いた検討」認知科学. 24 (3), X-X. [2017 年 9 月掲載予定のためページ数未定]

Gómez, R. L., & Lakusta, L. (2004). A first step in form based category abstraction by 12 month old infants. *Developmental science*, 7(5), 567-580.

Imai, M., Haryu, E., & Okada, H. (2005). Mapping novel nouns and verbs onto dynamic action events: Are verb meanings easier to learn than noun meanings for Japanese children?. *Child development*, 76(2), 340-355.

Imai, M., Haryu, E., Okada, H., Lianjing, L., & Shigematsu, J. (2006). Revisiting the noun-verb debate: A cross-linguistic comparison of novel noun and verb learning in English Japanese and Chinese speaking children. In Hirsh-Pasek. K. & Golinkoff. R. (Eds.), *Action meets word: How children learn verbs,* (pp.450-476). New York: Oxford University Press.

今井むつみ・針生悦子（2007）『レキシコンの構築』岩波書店.

Lidz, J., Bunger, A., Leddon, E., Baier, R., & Waxman, S. R. (2009). When one cue is better than two-lexical vs. syntactic cues to verb learning. *Unpublished manuscript.*

Snedeker, J., & Gleitman, L. (2004). Why it is hard to label our concepts. Weaving a lexicon, 257-294. In Hall, D. G. (Eds), *Weaving a lexicon,* (pp.257-294). MIT Press.

Matsuo,A., Kita,S., Shinya,Y., Wood,G. & Naigles,L., (2012). Japanese two-year-olds use morphosyntax to learn novel verb meanings. *Journal of Child Language,* 39, 637-663.

Valian, V., & Coulson, S. (1988). Anchor points in language learning: The role of marker frequency. *Journal of memory and language,* 27(1), 71-86.

持続的注意に関する検査結果をフィードバックすることが文章読解中の思考状態や理解に及ぼす影響

Effects of feedback about test results of sustained attention to states of thought in reading and text comprehension

藤木大介[†]・二宮由樹[†2]・堀井順平[†3]・外尾恵美子[†3]
Fujiki, D.[†], Ninomiya, Y.[†2], Horii, J.[†3], & Hokao, E.[†3]
[†]広島大学[†], [†2]名古屋大学, [†3]愛知教育大学
[†] Hiroshima University, [†2]Nagoya University, [†3]Aichi University of Education
fujikid@hiroshima-u.ac.jp

Abstract

Concentration has important role in learning. Some studies showed that states of thought during cognitive tasks influenced performance on such tasks. Another study showed that if students could evaluate their attention abilities accurately while facing attention problems, such as inattentiveness, hyperactivity, and impulsivity, they would perform better in selective attention tests. Based on these studies, even if someone poor in sustained attention were made aware of their ability, they could use compensatory thought and improve their performance at cognitive tasks. This study investigated the effects of feedback about test results of sustained attention to the states of thought in reading and text comprehension. The results indicated that the proportion of task-related and self-generated thought increased, and the performance on reading comprehension tasks improved.

Keywords ― sustained attention, mind wondering, text comprehension

学習において課題に集中することは重要である。例えば，教科書を読む際，読解に集中することが必要だが，実際には「この単元のポイントはなんだろう」といった課題には関連するが文章などの課題刺激に依存しない思考や，「お腹がすいた」といった課題に無関連で課題刺激とは異なる刺激に依存する思考，明日の予定について考えるといったマインドワンダリングと呼ばれる思考等も行われる(Smallwood & Schooler, 2015 参照)。

こういった読解中の思考状態と読解成績との関係についてはこれまでにも多くの研究が行われており，例えば Schooler, Reicle, & Halpern（2004)はマインドワンダリングの頻度が高いと読解成績が下がることを示している。また，作業記憶や注意のコントロールといった認知能力が課題無関連思考の頻度と関わり，この認知能力や課題無関連思考の頻度が読解成績に影響するといった知見も報告されている(例えば Unsworth, Brewer, & Spillers, 2012)。これらのことから，注意機能などの認知能力が読解中の思考状態に影響し，読解成績を左右すると考えられる。

一方，今田・小松・高橋(2006)は，注意に関する教師評価が生徒の自己評価と一致する場合，選択的注意課題に優れることを示している。このことは，不注意，多動，衝動的といった問題のある生徒でも，そのことを正確に自己評価できる場合，衝動的な側面を適切にコントロールしていることを示唆している。この知見に基づくと，自己の注意機能に自覚的になることで，課題遂行中に補償的な方略を用い，その結果，課題成績が向上することも考えられる。そこで本研究では，持続的注意能力を測定し，その結果をフィードバックすることで読解中の思考状態や読解成績に影響が出るかを検討する。

方法

大学生 69 名を対象に，D-CAT(注意機能スクリーニング検査；八田・伊藤・吉崎(2014)参照)を実施し，約半数の参加者に持続的注意に関する結果をフィードバックした。その後，思考状態(集中，課題関連刺激独立，課題無関連刺激依存，マインドワンダリング)を報告するための練習を行った。その上で，大学入試センター試験追・再試験国語第 2 問(小説)への解答を求めた。その際，数分おきに合図をし，その時点での思考状態を選択式での回答を求めた(思考サンプリング法；関口(2015)も参照)。

結果と考察

持続的注意得点に基づき，高中低の 3 群に分けた。また，思考状態の選択回数について参加者毎に百分率を算出し，群毎に平均した(図 1)。集中の生起率について 2(フィードバック：有，無)× 3(持続的注意：高，中，低)の 2 要因分散分析を行った結果，交互作用が有意($F(2, 61) = 3.92, p < .05$)であった，下位検定として単純主効果の検定を行った所，持続的注意低群においてはフィードバック有の集中の生起率が低いことが示された($F(1, 61) = 4.83, p < .05$)。また，フィードバック有における持続的注意の単純主効果も有意($F(2, 61) = 5.37, p < .01$)であり，Ryan 法による多重比較の結果，持続的注意高群が低群と中群よりも集中率が高いことが示された。

課題関連刺激独立の思考の生起率に関しては，フィードバックの主効果が有意傾向($F(1, 61) = 3.14, p = .08$)であった。フィードバック有群の方が課題関連刺激独立の思考の生起率が高い傾向にあったと言える。また，持続的注意の主効果は有意($F(2, 61) = 3.32, p < .05$)であった。多重比較を行った結果，中群が高群と低群より生起率が高かった。フィードバックと持続的注意の交互作用は有意ではなかった($F(2, 61) = 2.01$, *ns.*)。なお，マインドワンダリングを含む課題無関連な思考の生起率はいずれもフィードバック，持続的注意，これらの交互作用全てで有意な結果は認められなかった(Fs < 1.93)。

読解成績(表 1)については，交互作用が有意傾向($F(2, 61) = 2.80, p = .07$)だったので，下位検定として単純主効果の検定をおこなったところ，持続的注意低群におけるフィードバックの効果のみが有意傾向($F(1, 61) = 4.18, p = .05$)であった。持続的注意低群においてはフィードバックを受けることで読解成績が向上したと言える。

表 1　群毎の読解成績の平均(SD)

持続的注意	フィードバック	
	有	無
高	26.9 (9.35)	25.3 (13.3)
中	23.3 (11.1)	29.7 (7.3)
低	32.2 (3.8)	22.8 (11.2)

以上から，持続的注意能力が高い者は，自分の注意の状態を自覚化されることにより集中率を高めたものと考えられる。ただし，読解成績には影響がなく，むしろフィードバックの効果が認められたのは集中率の低下した持続的注意能力の低い者であった。この理由を推測すると，フィードバックによる課題関連刺激独立の思考の増加が考えられる。この思考の生起率について交互作用は有意ではなかったが，試みに持続的注意の群ごとに単純主効果の検定を行ったところ，低群でのみ有意な差が認められ($F(1, 61) = 5.65, p < .05$)，フィードバックによって生起率が高くなったことがうかがえる。課題関連刺激独立の思考の内容には「いつ終わるのだろう」といったものも含まれるが，「この問題のポイントは何？」といったものや自分の課題への取り組み状況の評価も含まれる。フィードバックによって自身の持続的注意が劣ることを自覚することにより，補償的方略として自身の課題遂行状況をモニターし，適切な読解方略を用いるようコントロールが行われていた可能性がある。このことから，自己の集中力について自覚的になることは一定の効果があるが，特に，集中力の劣る学習者に自覚を促すことが効果的であることが予測される.

ただし，フィードバックを与えることが直接思考状態を変化させたとは結論できない。フィードバックを受けることで課題中の合図に対する反応が変化し，その結果として思考状態が変化した可能性もあ

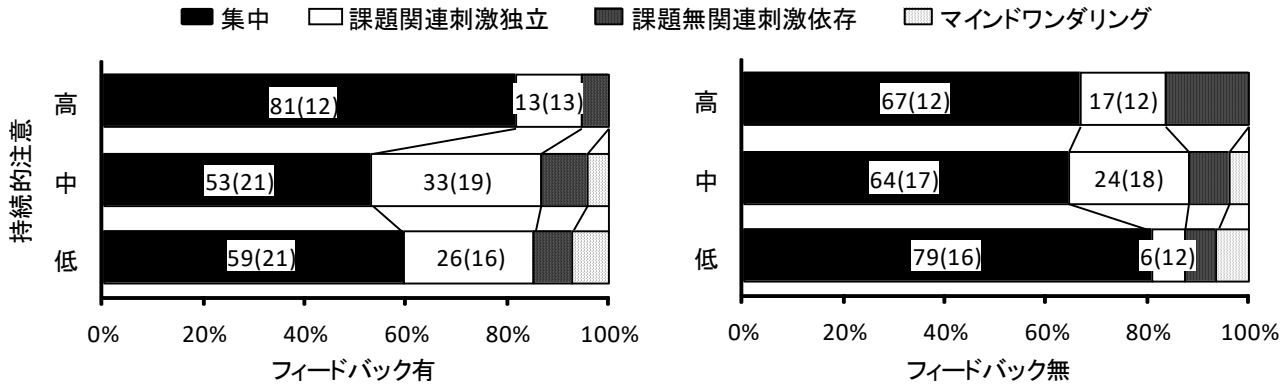


図1 群毎の思考状態の生起率の平均(*SD*)

る。合図を与えない場合との読解成績の比較も必要だろう。また，本研究は大学生を対象としたが，メタ認知能力の発達段階との対応で中高生を対象とした研究も行うべきだろう．さらに，発展的な課題として，持続的注意能力とテスト不安，課題遂行中の思考状態と課題成績の関係を総合的に検討することも有意義であろう．

付記

本研究は愛知教育大学大学院教育学研究科で平成27 年度に開講された学習心理学演習Ⅱにおいて実施された。本発表は日本学術振興会科学研究費(挑戦的研究(萌芽))(課題番号：17K18620，代表者：島田英昭)による助成を受け行った。

文献

八田 武志・伊藤 保弘・吉崎 一人 (2014)．D-CAT 使用手引き(改訂版) FIS

今田 里佳・小松 伸一・高橋 知音 (2006)．中学生を対象とした集団式検査バッテリーによる注意機能の測定と教師評価・自己評価との関係 教育心理学研究，*54*，334-345.

Schooler, J. W., Reicle, E. D., & Halpern, D. V.（2004）. Zoning out while reading: Evidence for dissociations between experience and metaconsciousness. In D. Levin（Ed.）, *Thinking and seeing: Visual metacognition in adults and children.*（pp.203-226.）Cambridge MA: MIT Press.

関口貴裕 (2015) さまよえる思考―マインドワンダリング 関口貴裕，森田泰介，雨宮有里(編著) ふと浮かぶ記憶と思考の心理学―無意図的な心的活動の基礎と臨床― 北大路書房 pp.79-94

Smallwood, J. & Schooler, J. W.（2015）. The science of mind wandering: Empirically navigating the stream of consciousness. *Annual review of Psychology*. *66*, 287-518.

Unsworth, N., Brewer, G. A., & Spilers, G. J.（2012）. Variation in cognitive failures: An individual differences investigation of everyday attention and memory failures. *Journal of Memory and Language*. *67*. 1-16.

聴覚呈示された同音異義語の処理過程 ―音韻から形態へのフィードバックは生じるのか (2) ― Feedback Activation from Phonology to Orthography in Processing of Auditorily Presented Homophones: No.2

水野 りか，松井 孝雄
Rika Mizuno, Takao Matsui

中部大学
Chubu University
mizunor@isc.chubu.ac.jp

Abstract

Feedback activation from phonology to orthography is assumed to occur in processing of visually presented homophones, thereby causing homophone effects. Mizuno and Matsui (2016) showed evidence to support that such feedback activation also occurs for auditorily presented homophones by demonstrating homophone effects in the auditory domain. The aim of this study is to obtain more direct evidence for this phenomenon. In the experiment, homophones were first presented auditorily and, immediately after that, two-character kanji stimulus words in three conditions were presented for lexical decision. The stimulus words in the orthography and phonology condition (OP) shared characters and sounds with the first characters of the most frequent mates of the homophones, those in the phonology condition (P) shared sounds with them, and those in the nonsharing condition (NON) shared neither characters nor sounds with them. The results revealed that the lexical decision times in OP and P were significantly longer than were those in NON, and that the error rate in OP was significantly higher than it was in P and NON. These results suggest that orthographic and phonological information of auditorily presented homophones is activated, providing direct evidence for feedback activation from phonology to orthography for auditorily presented homophones.

Keywords ― homophones, feedback activation, auditory presentation

1. 問題と目的

同音異義語効果 (homophone effects) とは，同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語より長くなる現象を指す。英語では，視覚呈示された同音異義語の出現頻度が音韻が同じ仲間 (mate) の出現頻度よりも低い場合に同音異義語効果が認められることがいくつもの研究で確認されてきた (e.g., Davelaar, Coltheart, Besner, & Jonasson, 1978; Rubenstein, Lewis, & Rubenstein, 1971)。Pexman, Lupker, & Jared (2001) は，PDP モデル (Seidenberg & McClelland, 1989) で仮定されているような音韻から形態へのフィードバックが起き，結果として出現頻度の高い仲間の形態情報の活性度が高くなるためにこの効果が生じるのだと主張した。

日本語でも視覚呈示での同音異義語効果はいくつもの研究で確認されている (e.g., 川上, 2006;水野・松井, 2016a ; Tamaoka, 2007)。Tamaoka (2007) は，3 つ以上の仲間を持つ同音異義語でこの効果を確認した。そしてこの効果は，Pexman et al. (2001) と同様，同音異義語の音韻情報が仲間のものを含めた複数の形態情報を活性化する PDP モデル (e.g., Ijuin, Fushimi, Patterson, & Tatsumi, 1999) で説明しうると指摘した。水野・松井 (2016a) は，仲間の数による日本語の同音異義語効果の違いを検討し，英語の同音異義語の多くと同じく仲間が 1 つだけの場合にはターゲットの出現頻度が仲間より低いときだけ同音異義語効果が生じるが，仲間が 2 つ以上の場合は相対的出現頻度を問わず同音異義語効果が生じることを見い出した。そしてこの結果は，仲間の数が多いと複数の仲間の活性化でより多くの資源が奪われることを示していると指摘した。このように，英語でも日本語でも, 同音異義語が視覚呈示された場合は, 同音異義語の音韻情報が仲間の形態情報を活性化する，すなわち，音韻から形態へのフィードバックが生じるために同音異義語効果が生じると説明されている。

同音異義語が視覚呈示される実験事態では形態

情報が利用可能なため，形態情報の参照，すなわち，音韻から形態へのフィードバック (以下音-形フィードバック) が生じると考えるのは自然である。しかし，日常会話のように同音異義語が聴覚呈示された場合はどうなるのか。聴覚呈示の場合は形態情報が利用できないため，音韻情報から最も利用しやすい仲間の意味情報を活性化して語彙判断を行う可能性は否めず，必ずしも音-形フィードバックは生じない可能性が考えられた。

そこで水野・松井 (2016b) は，同音異義語が聴覚呈示されても音-形フィードバックが生じるか否かを確認すべく，同音異義語を聴覚呈示した語彙判断実験を行った。もしも聴覚呈示では音-形フィードバックが生じないならば，聴覚呈示の場合は同音異義語の語彙判断時間は遅延しない，すなわち，同音異義語効果が生じないが，音-形フィードバックが生じるならば，活性度の消費や競合が生じて同音異義語効果が生じると予想された。そして実験の結果，聴覚呈示でも同音異義語効果が生じることが確認され，聴覚呈示でも音-形フィードバックが生じることの支持的証拠とされた。

しかしながら，PDP モデルで形態，音韻，意味情報の相互作用が想定されていることからも明らかなように，聴覚呈示で同音異義語効果が生じたとしても，音韻情報からフィードバックが生じて仲間の形態情報が活性化されて資源が奪われたのか，それとも仲間の意味情報が活性化されて資源が奪われたのかは不明である。したがって聴覚呈示でも仲間の形態情報が活性化されたと断定するためには，より直接的な証拠が必要である。

そこで本研究では，同音異義語をプライムとして聴覚呈示した直後に，その仲間を構成する漢字を含んだ単語と含まない単語をターゲットとして視覚呈示して語彙判断時間を測定・比較し，音-形フィードバックのより直接的証拠を得るものとした。もしも同音異義語の音韻情報が仲間の形態情報をも活性化するならば，仲間を構成する漢字を含んだターゲット語の語彙判断はその形態情報と仲間の形態情報に競合が生じるため，仲間を構成する漢字を含まない単語の語彙判断より遅延すると予想される。尚，聴覚呈示するプライムの構成漢字の形態情報が影響したのか音韻情報が影響したのかを見極めるために，実験では，ターゲットの構成漢字をプライムの構成漢字と同じにする条件に加え，ターゲットの構成漢字をプライムの構成漢字と音韻は同じだが異なる漢字とする条件も設けるものとした。

2. 方法

2.1 参加者

日本語を母語とする大学生 30 名 (男性 19 名，女性 11 名) が実験に参加した。

2.2 実験計画

聴覚呈示するプライムの同音異義語の出現頻度 1 位の仲間と視覚呈示するターゲット語の第 1 文字の情報の共有の仕方を要因とする参加者内計画とした。共有条件は，第 1 文字の形も音も同じ条件 (orthography & phonology sharing condition: 以下, OP 条件), 音だけが同じ条件 (phonology sharing condition: P 条件)，両方異なる条件 (nonsharing condition: NON 条件) の 3 条件とした。

2.3 刺激

プライムとして聴覚呈示する同音異義語には, 2 文字の漢字表記語で仲間が 2 つだけのものを 20 語選定した。同音異義語の仲間はアクセントも同じものとし，アクセントと仲間の数については大辞林第三版 (松村, 2014) で確認した。非単語 60 語の前にプライムとして聴覚呈示する単語 60 語は，上の同音異義語 20 語と出現頻度 (天野・近藤, 2003b)，モーラ数，音声親密度，同音の仲間の数に差が生じないよう留意し選定した。以上の 80 語は，Globalvoice English3 Professional (Hoya サービス(株)) で音声ファイル化し，SoundEngine ver. 5.0 (コードリウム (株)) で 500 ms の長さに揃えた。

ターゲットとして視覚呈示する OP, P, P 条件の単語は，各条件 20 語，計 60 語選定した。ターゲットの非単語 60 語は, これら 3 条件の単語に使われていない漢字 2 文字を用いて作成し，語彙判断時間に影響することが確認されている逆転すると単語になる転置非単語 (Mizuno & Matsui, 2013)

Table 1

Means and *SD*s of attributive values of the target stimuli

		Word			Nonword
		OP	P	NON	
Frequency	*M*	8,130.30	6,918.15	7,903.45	
	SD	14,014.30	12,020.52	11,304.72	
Total Frequency	*M*	9,791.75	11,550.90	8,424.00	
	SD	14,418.92	18,996.44	11,459.48	
Familiarity	*M*	5.71	5.88	5.99	
	SD	0.45	0.31	0.30	
Number of Moras	*M*	3.65	3.70	3.68	
	SD	0.65	0.56	0.46	
Number of Mates	*M*	3.45	3.15	2.80	
	SD	5.27	2.73	2.34	
Neighborhood Size	*M*	130.90	144.55	153.00	107.28
	SD	63.58	104.00	102.68	69.31
Character Frequency	*M*	676,437.15	472,274.35	528,612.95	451,591.00
	SD	433,617.12	513,702.07	491,760.78	331,505.99
Stroke Count	*M*	19.35	19.80	18.37	21.00
	SD	5.30	4.83	4.17	5.19

が含まれないよう留意した。

3 条件のターゲットの単語の出現頻度，音韻的親近性の指標である総出現頻度 (Ziegler, Tan, Perry, & Montant, 2000)，仲間の数，文字親密度，モーラ数，3 条件の単語と非単語のターゲットの文字頻度の合計，画数の合計 (以上，天野・近藤, 2003a), 及び, 形態的隣接語数 (川上, 1997) には，有意差がないことを確認した。尚，出現頻度，総出現頻度，文字頻度の差の検定に際しては，頻度文字頻度の合計，画数の合計 (以上，天野・近藤, 2003a), 及び, 形態的隣接語数 (川上, 1997) には，有意差がないことを確認した。尚，出現頻度，総出現頻度，文字頻度の差の検定に際しては，頻度の高低で差の心理的大きさが異なる危険性を考慮し, 水野･松井 (2015) に準じて対数値を使用した。以上のターゲットとなる刺激語の各種属性値の平均と *SD* を Table 1 に，プライムとして聴覚呈示する同音異義語の出現頻度 1 位の仲間と各共有条件のターゲットの単語の一覧を Appendix に示す。

その上で 3 種の共有条件のターゲットの単語を 6 ないしは 7 項目の 3 組に分け, 3 条件がカウンターバランスされるよう同音異義語と対にした 20 対のブロックを 3 つ作成した。ターゲットの非単語とプライムの単語の 60 対もランダムに 20 対ずつの 3 組に分け，上の 3 ブロックに割り当てた。

2.4 装置

PC (Fujitsu, FMV Esprimo D583/H) と 21 inch 液晶ワイドモニター (IO-DATA, LCD-MF223EWR) で，実験制御は Super Lab 4.5 (Cedrus Co.) で行い，反応は反応ボックス (Cedrus Co., RB-730) で取得した。

2.5 手続き

個別実験で, 反応ボックスの右端のキーに単語，左端のキーに非単語のラベルを貼り，常に利き手側に単語と書かれたキーが来るようにするために，参加者が左利きの場合は反応ボックスを 180 度回転させた。

18 試行の練習の後，各 40 試行のブロックを 3 ブロック，計 120 試行の本試行を行った。ブロック内の試行の順序はランダムで，ブロックの出現順序は参加者間でカウンターバランスした。ブロック間には 3 桁の数字から 7 ずつ引いた値を声に出して報告させる 30 秒間の妨害課題をはさんだ。

参加者には，単語が 1 語聴覚呈示された直後に画面中央に刺激が視覚呈示されるので，その刺激が単語か非単語かをできるだけ早く正確に判断して単語なら利き手の人差し指で単語と書かれたキーを，非単語なら反対の手の人差し指で非単語と書かれたキーを押すよう教示した。各試行では，

1,000 ms のインターバルの後，プライムの同音異義語が 1 語， 500 ms 聴覚呈示され，500 ms のインターバルをおいて画面の中央に凝視点の黒のアステリスク 2 つが 200 ms 呈示され，その後，黒字のターゲット語が呈示された。参加者の反応が正解ならばピンポン，誤りならばブーというフィードバックが 500 ms 呈示された後刺激が消え，次の試行に進んだ。全所要時間は約 30 分であった。

3. 結果

語彙判断時間の分析では往々にして参加者をランダム要因とする参加者分析と項目をランダム要因とする項目分析が行われ，項目間のばらつきが大きければ両分析結果は不一致となる。しかし，同音異義語を刺激語とした水野・松井 (2016a) の場合と同様，本研究では以下の理由から，語彙判断時間の項目間のばらつきが大きくなる可能性があった。本研究で聴覚呈示した仲間が 2 つの同音異義語は，仲間が複数個ある同音異義語よりもはるかに種類が少ない。加えて，その同音異義語と第 1 文字が同じで読みも同じ条件や第 1 文字は異なるが読みが同じ条件の単語である程度なじみがあり，かつ，両条件の出現頻度や形態的隣接語等がほぼ等しい単語は極めて限られていた。その結果必然的に，各条件の 20 語の出現頻度のばらつき

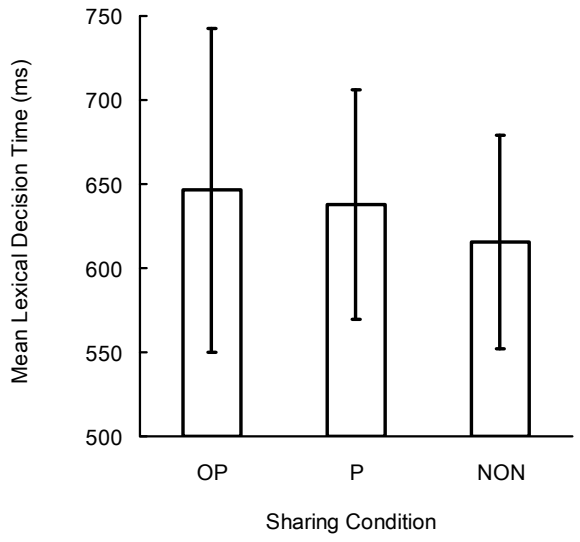


Figure 1. Means and *SDs* of lexical decision time in each sharing condition.

Table 2

Mean and *SD* of error rates (%) in each sharing condition

	OP	P	NON
M	7.67	4.00	3.00
SD	5.88	5.23	3.79

は Table 1 を見るとわかるように，著しく大きくなった。出現頻度は語彙判断時間や誤答率に影響する最大の要因で，出現頻度が高いほど語彙判断時間が短くなる効果は出現頻度効果と呼ばれる (Rubenstein, Garfield, & Millikan, 1970)。そのため，条件内での出現頻度のばらつきが大きければ語彙判断時間のばらつきも大きくなる。Raaijmaker, Schrijnemaker, & Gremmen (1999) は，必ずしも参加者分析と項目分析の双方が必要なわけではなく参加者分析で十分な場合も多く，実験事態を考慮してその利用を決定すべきと指摘している。よって本研究では，参加者分析のみを行うものとした。

正答の語彙判断時間のみを分析の対象とし，平均から±2.5 *SD* 以上離れた逸脱データ (3.06 %) は分析の対象から除外した。各共有条件の語彙判断時間の平均と *SD* を Figure 1 に示す。共有の仕方を要因とした 1 要因参加者内分散分析で分析した。その結果，共有の仕方の効果は有意で (F (2, 58) = 8.84, p = .0005, η_p^2 = .23)，下位検定の結果，OP 条件の語彙判断時間の方が NON 条件よりも有意に長く (p < .01, *HSD* = 24.16), P 条件の語彙判断時間の方が NON 条件よりも有意に長く (p < .05, *HSD* = 19.81)，OP 条件と P 条件の語彙判断時間には差は認められなかった。

各共有条件の誤答率を Table 2 に示す。角変換した上で上と同様の 1 要因参加者内分散分析を行った。その結果，共有の仕方の効果が有意で (F (2, 58) = 8.24, p = .0007, η_p^2 = .22)，下位検定の結果，OP 条件の誤答率が P 条件と NON 条件よりも有意に高く (p < .01, *HSD* = 5.80)，P 条件と NON 条件の誤答率には差は認められなかった。

4. 考察

聴覚呈示されたプライムの同音異義語の出現頻

度 1 位の仲間とターゲット語が形と音を共有した条件の語彙判断時間は，共有のない条件の語彙判断時間より有意に長かったが，音だけを共有した条件の語彙判断時間との差はなかった。この結果だけを見れば，聴覚呈示された同音異義語の音韻の影響はあっても形の影響はなかったように思われる。しかし誤答率は，形と音を共有した条件のものが音だけを共有した条件と共有のない条件よりも高かった。この結果は，呈示された同音異義語の出現頻度 1 位の仲間の音韻情報だけでなく形態情報が活性化されていたことを示唆しており，音-形フィードバックが生じたことの支持的証拠と言えよう。

ただし，本来は，OP 条件の抑制的影響が語彙判断時間に反映されるようにすることが望ましい。そのためには条件間の誤答率を統制する必要があるが，OP 条件のすべての項目・参加者が誤答だったわけではなく，誤答を誘発した要因は不明である。よって，3 条件で異なるターゲット語を利用する限り，それを統制することは極めて難しい。

この問題を解決するためには，ターゲット語を 3 条件で共通にして (e.g.,「道路」)，プライム語で 3 条件を設定する (e.g., OP 条件 :「道具」，P 条件 :「同居」，NON 条件 :「苦痛」) といった発想の転換が必要だと考えられる。この場合，OP, P, NON の 3 条件のプライム語を同音異義語で作成することは著しく困難なため，プライム語を非同音異義語にする必要が生じるであろう。しかし，プライムが同音異義語か否かを判断した上で形態情報を活性化させるか否かを決定するといった機構は考えがたいため，結果は同音異義語にも適用できるはずである。よって，次の研究ではこの方法で, OP 条件の抑制的影響を語彙判断時間から把握し，音-形フィードバックが生じるより確実な証拠を得たい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K04435，および，中部大学特別研究費 (A) (28IL11A) の助成を受けた。

引用文献

天野 成昭・近藤 公久 (2003a). NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第 1 期 CD-ROM 版 三省堂

天野 成昭・近藤 公久 (2003b). NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性第 2 期 CD-ROM 版 三省堂

Davelaar, E., Coltheart, M., Besner, D., & Jonasson, J. T. (1978). Phonological recoding and lexical access. *Memory & Cognition*, *6*, 391-402.

Ijuin, M. Fushimi, T., Patterson, K., & Tatsumi, I. (1999). A connectionist approach to Japanese kanji word naming. *Psychologia*, *42*, 267-280.

川上 正浩 (1997). JIS 一種漢字 2965 字を用いて作成される漢字二字熟語数表－－Macintosh 版岩波広辞苑第四版に基づく類似語数調査－－ 名古屋大学教育学部紀要教育心理学科, *44*, 243-299.

川上 正浩 (2006). 同音異義語の存在が漢字二字熟語の語彙判断課題に及ぼす効果 日本認知科学会第 23 回大会発表論文集, 202-203.

松村 明 (編) (2014). 大辞林 第三版 三省堂

Mizuno, R., & Matsui, T. (2013). Orthographic or phonological?: Exploration of predominant information for native Japanese readers in the lexical access of kanji words. *Psychologia*, *56*, 208-221.

水野 りか・松井 孝雄 (2015). 語彙判断時間への出現頻度の影響－対数化のすすめ－ 日本心理学会第 78 回大会発表論文集, 594.

水野 りか・松井 孝雄 (2016a). 音韻的親近性と仲間の数が日本語母語者による同音異義語の語彙判断に与える影響 認知心理学研究, *13*, 71-79.

水野 りか・松井 孝雄 (2016b). 聴覚呈示された同音異義語の処理過程－音韻から形態へのフィードバックは生じるのか－ 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, 548-553.

Pexman, P. M., Lupker, S. J., & Jared, D. (2001). Homophone effects in lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*, 139-156.

Raaijmakers, J. G. W., Schrijnemakers, J. M. C., &

Gremmen, F. (1999). How to deal with "the language-as-fixed-effect fallacy": Common misconceptions and alternative solutions. *Journal of Memory and Language*, *41*, 416-426.

Rubenstein, H., Garfield, L., & Millikan, J. (1970). Homographic entries in the internal lexicon. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 9*, 487-494.

Rubenstein, H., Lewis, S. & Rubenstein, M.A. (1971). Evidence for phonemic recording in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, *10*, 645-657.

Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*, 523-568.

Tamaoka, K. (2007). Rebounding activation caused by lexical homophony in the processing of Japanese two-kanji compounds words. *Reading and Writing*, *20*, 413-439.

Ziegler, J. C., Muneaux, M., & Grainger, J. (2003). Neighborhood effects in auditory word recognition: Phonological competition and orthographic facilitation. *Journal of Memory and Language*, *48*, 779-793.

Ziegler, J. C., Tan, L. H., Perry, C., & Montant, M. (2000). Phonology matters: The phonological frequency effect in written Chinese. *Psychological Science*, *11*, 234-238.

Appendix

The most frequent mates of prime homophones and their target stimuli in each sharing condition

Prime	Word Target		
Most Frequent	Sharing Condition		
Mate	OP	P	NON
経由	経歴	継続	順序
押収	押印	往復	品種
打倒	打者	駄目	満足
病身	病欠	描写	調子
賃貸	賃金	鎮圧	失敗
温室	温度	恩師	習慣
応急	応募	横断	運命
事故	事務	辞職	電卓
招待	招集	承認	海岸
認知	認定	人形	刺激
例外	例文	礼服	出現
対談	対決	隊員	指名
対策	対応	体育	時計
結婚	結晶	決定	客席
保守	保育	歩道	緊張
解除	解説	階段	白紙
推移	推論	衰弱	直角
選択	選考	先頭	公民
帝国	帝王	低音	反映
職権	職業	植物	組織

行為の様相が行為文理解時のボタン押し反応に与える影響
Details of described action affect button press responses in action-sentence comprehension.

粟津　俊二
Shunji Awazu

実践女子大学
Jissen Women's University
awazu-shunji@jissen.ac.jp

Abstract

This study is a meta-analysis of the author's four studies about motor simulation evoked during action-sentence comprehension in Japanese. Fifty-eight university students evaluated properties of actions described in 127 hand action sentences. The participants evaluated motor directions (push - pull), power (strong - weak), speed (fast - slow), and size of actions (actions by moving fingers - actions by moving whole arms). Other parameters gathered in previous studies were also used, which included number of characters in the sentences, number of mora, familiarity, and imageability. A factor analysis found five factors. The factors were sentence length, imageability of sentences, amplitude of described actions, speed of described actions, and direction of described actions. A multiple linear regression analysis was conducted to reveal the influence of these factors on participants' reaction times in sensibility judgment tasks. The results showed that the amplitude and speed of described actions influenced reaction times. The previous studies required participants to press the "1" key on a keyboard. This is a small and weak action that differs from a large action by moving the whole arm quickly. The incongruence would interrupt the reaction times. This study indicates that motor simulation includes neural circuits that control amplitude and speed of actions.

Keywords — embodiment, sentence comprehension, actions, meta-analysis, motor simulation

1.　目的

近年、言語理解と知覚運動表象の関係が盛んに研究されている。言語は、その言語が意味する状況を実際に経験したときと同じ知覚運動表象が活性化してシミュレーションが行われることで理解される、と考えられている[1]。実際、行為文の意味判断課題をさせると、その文が意味する行為に含まれる身体動作が早くなるなど、文の理解時に知覚運動表象が活性化することを示す研究は数多い[2]-[4]。

筆者もこれまで、行為文理解時の運動表象活性化について検討してきた。まず、手を使う動作を意味する行為文を読むと手でのボタン押し反応が、足を使う動作を意味する行為文を読むと足でのペダル押し反応が促進されることを示した[4]。次に、利き手片手での行為を意味する文の読解によって、利き手でない左手でのボタン押し反応が、身体動作を伴わない文の読解時よりも促進されることを示した[5]。母語である日本語文と外国語である英語文の双方で、手の行為を意味する文の読解時の方が、身体行為を伴わない心的行為文の読解時よりも、ボタン押し反応が促進された[6]。また、手の行為を意味する文の時相が、ボタン押し反応に影響することも示した[7]。

このうちの3研究[5]-[7]では、同一の実験方法、実験装置を使用し、提示した文だけが異なったものである。その実験手法は、手を使う行為を意味する手行為文、または身体動作を伴わない行為を意味する心的行為文を提示し、意味のある自然な文ならば左手人差し指でキーボードの「1」を、不自然な文ならば右手人差し指で「¥」を押させて、その反応時間を測定するというものである。しかし、手行為文には「ボタンを押す」動作と類似したものも、似ていないものも含まれていた。また、ボタン押しという単純な行動が、手行為文が意味する行為の様相によって影響されるか未検討であった。

本研究では、過去の実験データと実験刺激をメタ分析し、手行為文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるか検討する。もし、手行為文の理解時に、手の動作がシミュレーションされているならば、文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるであろう。

2.　方法

＜再分析＞筆者がこれまでに行った３実験[5]-[7]で使用した日本語の手行為文から、単純相（現在形）の手行為文 127 文を対象とした。「電卓を打つ」「新聞を開く」「空き缶を持つ」「ドアの取手を握る」など、「動作の対象物＋手での動作」から構成された文である。片手で行う行為も両手で行う行為も含まれている。各研究の実施時に、各文の文字数、モーラ数を実験者が計測し、また文の親密度（見聞きした程度）と心像性（イメージしやすさ）も調査していたため、あわせて利用した。

各実験の各文に対する全被験者の反応時間の平均値を求めた。なお各実験の参加者は、[5]が 38 名 （男性 20 名女性 18 名）、[6]が 22 名 （男性 8 名女性 14 名）、[7]が 20 名 （女性 20 名）であった。すべて、日本語を母語とする右利きの大学生であった。

＜刺激文評定＞

127 文それぞれについて、過去の実験参加者とは異なる協力者に、以下の 4 項目について評定させた。1 つ目は、動作の方向であり、文が意味する行為が「手腕を押す（伸ばす）1」から「引く（縮める）5」で答えさせた。2 つ目は「行為に必要な力が弱い(1)」から「強い(5)」、3 つ目は「行為のスピードが遅い(1)」から「速い(5)」、4 つ目は「必要な部位は指先だけ(1)」から「腕全体(5)」で評定させた。127 文を 4 セットにわけ、各セット 14 または 15 名の評定者が回答した。

評定者の総数は 58 名であり、全て私立大学経営学部で心理学関連科目を履修する学部生であった。授業時に質問紙を配布して回答させ、回収した。無記名での任意回答としたため、性別等は不明である。

3. 結果

各行為文の親密度、心象性、文字数、モーラ数、押-引の方向、力、速さ、指-腕という効果器の 8 項目相互の相関を求めた。親密度と心象性の間、モーラ数と文字数の間、力と速度と指-腕の 3 者間に、それぞれ有意な相関が見られた(表 1)。

表 1　文の諸特性間の相関係数

	文字数	モーラ数	親密度	心象性	押-引	力	速さ	指-腕
文字数	1.00	***0.77***	−0.08	0.10	−0.07	0.03	0.06	0.13
モーラ数	***0.77***	1.00	−0.16	0.12	***−0.21***	0.17	0.06	***0.23***
親密度	−0.08	−0.16	1.00	***0.77***	0.07	−0.15	0.04	−0.09
心象性	0.10	0.12	***0.77***	1.00	−0.02	−0.12	0.10	0.09
押-引	−0.07	***−0.21***	0.07	−0.02	1.00	0.02	−0.13	−0.10
力	0.03	0.17	−0.15	−0.12	0.02	1.00	***0.32***	***0.55***
速さ	0.06	0.06	0.04	0.10	−0.13	***0.32***	1.00	0.02
指-腕	0.13	***0.23***	−0.09	0.09	−0.10	***0.55***	0.02	1.00
	p<.01	***p<.05***						

項目を整理するため因子分析を行い、固有値とスクリープロットを参照して 5 因子を抽出した。第Ⅰ因子は親密度と心象性が含まれたため「文の心像性」因子と、第Ⅱ因子はモーラ数と文字数が含まれたため「文の長さ」因子と、第Ⅲ因子は力と指-腕が含まれたため「動作の大きさ」因子と、第 4 因子は速さのみであったため「動作の速度」因子と、第 5 因子は押-引のみであったため「動作の方向」因子と名付けた(表 2)。

表 2　因子分析結果:バリマックス回転後の因子負荷量

	Ⅰ 文の心像性	Ⅱ 文の長さ	Ⅲ 動作の大きさ	Ⅳ 動作の速さ	Ⅴ 動作の方向	共通性
心像性	**0.95**	0.12	0.03	0.03	−0.08	0.93
親密度	**0.83**	−0.11	−0.09	0.04	0.10	0.72
モーラ数	−0.02	**0.90**	0.16	0.03	−0.20	0.87
文字数	0.01	**0.85**	0.02	0.03	0.00	0.73
力	−0.15	0.04	**0.78**	0.45	0.15	0.86
指-腕	0.03	0.12	**0.77**	−0.07	−0.13	0.45
速さ	0.06	0.03	0.06	**0.65**	−0.12	0.63
押-引	0.02	−0.09	−0.03	−0.09	**0.58**	0.35
因子寄与	1.63	1.58	1.24	0.65	0.44	
累積寄与率	20.36	40.12	55.65	63.79	69.31	

次に、各文に対する 5 因子それぞれの因子得点を説明変数、平均反応時間を目的変数として、強制投入法による重回帰分析を行った。モデルの調整済み決定係数は 0.37 (R^2=0.61)であり、分散分析の結果、回帰式は有意であった[F(5, 126)=15.48, p<.01]。5 因子の標準偏回帰係数(β)を見ると、「文の心像性(β=−.374)」「文の長さ(β=.415)」「動作の大きさ(β=.181)」「動作の速度(β=.174)」は有意だったが、「動作の方向(β=.006)」は有意でなかった(表 3)。

表 3　反応時間を目的変数とした重回帰分析結果

因子	標準偏回帰係数(β)	t	p
文の心像性	**−0.37**	−5.26	<.01
文の長さ	**0.42**	5.78	<.01
動作の大きさ	**0.18**	2.48	0.01
動作の速さ	**0.17**	2.40	0.02
動作の方向	0.01	0.08	0.93

4. 考察

本研究では、手行為文が意味する行為の様相によって、ボタン押し反応時間が影響されるか検討した。本研究の仮説は、手行為文の理解時に手の動作がシミュレーションされているならば、文が意味する行為の様相によってボタン押し反応時間が影響される、というものである。重回帰分析の結果、仮説は支持された。本

研究で扱った行為の様相は、動作の大きさ(力の強さと使用する手の範囲)、動作の速さ、動作の方向であるが、動作が大きく、速い行為の方が、ボタン押し反応時間が遅くなっていた。

筆者の実験で用いてきたボタン押し反応は、左手人差し指でキーボード左上の「1」を押すというものである。これは指先だけで行う小さな動作であり、腕全体を力強く動かすような大きい動作とも、手あるいは全身を素早く動かす動作とも異なる。むしろ、力を抜いて行うような動作であろう。したがって、手行為文が意味する動作の様相が、ボタン押しという手の動作と異なると、ボタン押し反応が遅くなると考えられる。この結果は、行為文の理解時に、文が意味する行為がシミュレーションされ、それが実際の動作にも影響することを示唆している。

これまで、行為文の理解時に発生するシミュレーションでは、手足という効果器の区別がなされていることが示されていた[4][8]。これは、効果器によって運動野が支配する領域が異なることを反映すると考えられる。また、手の形[9]や方向[2]が区別されることも示されてきた。これらは、各効果器の詳細な動作についてもシミュレーションされることを示唆している。本研究は、力の大きさや速さなど、筋力の制御に関わる神経活動も、シミュレーションに関与している可能性を示唆している。今後、反応時間の変化をより直接的に捉え、実証することが必要であろう。また、運動制御の仕組みと対応させて検討することで、行為文理解時に発生する知覚運動シミュレーションの機能が、理解できるであろう。

5. 参考文献

[1] Barsalou, L. W. 1999. Perceptual symbol systems. Behavioral and Brain Sciences., 22, 577-660,

[2] Glenberg, A. M. & Kaschak, M. P. 2002. Grounding language in action. Psychological Bulletin and Review, 9, 558-565.

[3] Scorolli, C., Borghi, A. M., & Glenberg, A. 2009. Language-induced motor activity in bi-manual object lifting. Experimental Brain Research, 193, 43-53.

[4] Awazu, S. 2011. The action sentence compatibility effect in Japanese sentences. Perceptual and Motor Skills, 113, 597-604.

[5] 粟津俊二. 2013. 行為文理解時の「抽象的な」知覚運動シミュレーション. 日本認知科学会第30回大会発表論文集,136-141.

[6] 粟津俊二, 鈴木明夫, & 赤間啓之. 2015. 英語学習者における日本語文と英語文理解時の運動シミュレーション. 日本認知科学会第32回大会発表論文集, 583-587.

[7] 粟津俊二. 2016. 行為文理解時の運動シミュレーションに動詞の時相が与える影響. 日本認知科学会第33回大会発表論文集, 828-831.

[8] Marino, B., Gough, P., & Gallese, V. 2013. How the motor system handles nouns: a behavioral study. Psychological Research, 77, 64-73.

[9] Bergen, B. & Wheeler, K. 2005. Sentence understanding engages motor processes. Proceedings of the annual meeting of the cognitive science society, 27, 238-243.

シェマティックな顔図形を用いた部分領域の表情認知 —2 次元では、目は口ほどにものを言うのか— Recognition of eyes expression and mouth one in line-drawn figures —The eyes say more than the mouth in a picture—

林　美都子，浅野　稔也
Mitsuko Hayashi, Toshiya Asano

北海道教育大学
Hokkaido University of Education
hayashi.mitsuko@h.hokkyodai.ac.jp

Abstract

This article investigates whether a proverb, "The eyes say more than the mouth," is correct or not in line-drawn figures. Ueda(2007) has shown that the proverb is not right, a mouth area affects recognition of facial expression more than eyes, when using facial photos. In this study, Nagata & Nagasaka(2001)'s facial line drawings are used as the main stimulus. 60 undergraduates evaluated seven scales of comfortability on line-drawn facial figures; fun-faces, serious-faces, fun-eyes and serious-mouth faces, serious-eyes and fun-mouth faces. The results indicate that mouth area effects more on facial recognition than eyes as same as Ueda(2007), even using drawings.

Keywords — recognition of facial expression**, line-drawn facial figures,**

1.　はじめに

日本には「目は口ほどに物を言う」という諺がある。相手の心情を正しく理解するためには、目もとの表情認知が重要であることを示唆しているように思われる諺である。一方で、上田(2007)が人間の顔表情の上半分(目もと)と下半分(口もと)を食い違うように合成した写真を用いて行った感情判断課題を用いた研究によると、目の表情が喜びを表現していると判断されるか否かに強い影響を与えているのは、目の周辺ではなく、口周辺の表情情報であることが示された。つまり、認知科学的な研究結果からは、諺が示唆するように目は口ほどに物を言うわけではなく、言葉を用いずとも、やはり「物を言うのは目より口である」という結果が得られたことになろう。

本研究では、図１に示したような長田・長坂(2001)が表情解釈の研究で用いたシェマティックな顔図形(線描画顔図形)を用いて、2 次元的な顔でも上田(2007)同様の結果が得られるのか検討する。長田・長坂(2001)によると、彼らの用いた顔図形では図１に示した８つの特徴点が操作され、表情解釈に関する結果は、顔図形を用いた場合も実際の顔を用いた場合もほぼ同じであることが示されたと報告されている。

シェマティックな顔図形を用いて表情研究を行うことには、少なくとも３つの意義がある。一つは、実際の顔を用いた場合には、例えば垂れ目であるとか、もともとへの字口であるなど、その人の顔の特徴により、なんとなく全体的にしょんぼりして見える、怒っているように見えるなど、結果に影響を及ぼす可能性がある。この問題を解決するためには、平均顔を用いるか顔図形を用いるのが良いと思われる。そして、平均顔よりも、顔図形の方が作成並びに表情操作が簡易であることが期待できる。2 つ目として、実際の顔を用いた場合には、肖像権の問題が生じうるが、顔図形ではそのような問題が生じるリスクは少ない。最後に、顔図形を用いた表情認知の研究により、アニメーションや漫画、絵文字などにおける表情認知の研究について端緒を得られる可能性がある。近年、海外からも大いに注目が集まり、新たな主要輸出候補と考えられるくらい、日本における漫画文化の重要度は増している(日下、2017)。表情認知の研究フィールドも必ずしも実際

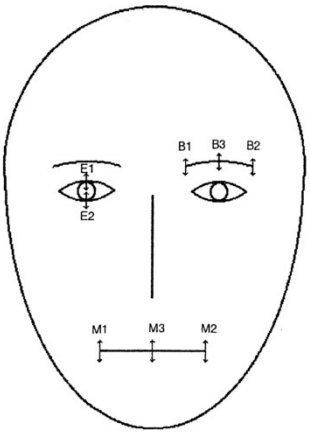


図１　シェマティックな顔図形と操作対象となる８つの特徴点(長田・長坂, 2001 より引用)

の顔に限らなくなってきているように思われる。

さて、本研究では、目もと注視条件と口もと注視条件を設け、喜び顔をベースとした顔図形と中立顔をベースとした顔図形を用意し、それぞれ、ベースそのままの顔図形、目もとを入れ替えた顔図形、口もとを入れ替えた顔図形を用いて実験を行う。そして、諺が示唆するように、目もとの方が口もとよりも表情解釈に与える影響が大きいのか、それとも、上田(2007)が示したように、口もとの影響が大きいのか検討する。

2. 方法

2-1. 実験参加者

大学生 60 名(男性 35 名、女性 25 名)。平均年齢 20.73 歳(SD 1.40)であった。

2-2. 顔図形刺激

長田・長坂(2001)で用いられたシェマティックな顔図形のうち、表情に関する検出力の高かった上位 4 種類の喜び表情と、上位 4 種類の中立表情を用いた。刺激パターンはオリジナル 2 種と入替画像 4 種(口もとの入替、目もとの入替)の合計 6 種で構成した。図 2 に示したように、総刺激数は、刺激パターン 6 種と上位 4 種類の顔の掛け合わせで 24 種であった。

2-3. 実験条件

顔図形刺激の目の部分領域を注視する目もと注視条件と、顔図形の口の部分領域を注視する口もと注視条件の 2 種類であった。実験参加者内要因とした。

2-4. 手続き

実験は、小集団で行われた。実験用冊子を配布し、まず性別、年齢などのフェイス項目の記入を求めた。目もと注視条件では、実験前に、目の表情の定義について確認を行った。目の表情とは、目の部分領域の表情であり、顔全体の表情とは異なるものであることを説明した。また、課題は目の表情を読み取る実験であり、顔の表情を読み取らないよう注意を促した。

1 つの顔図形ごとに、注目すべきところを黒く示した注視線のページをはさみ、顔図形に対する十分な注視を求めた。目の部分領域から読み取れる「快-不快印

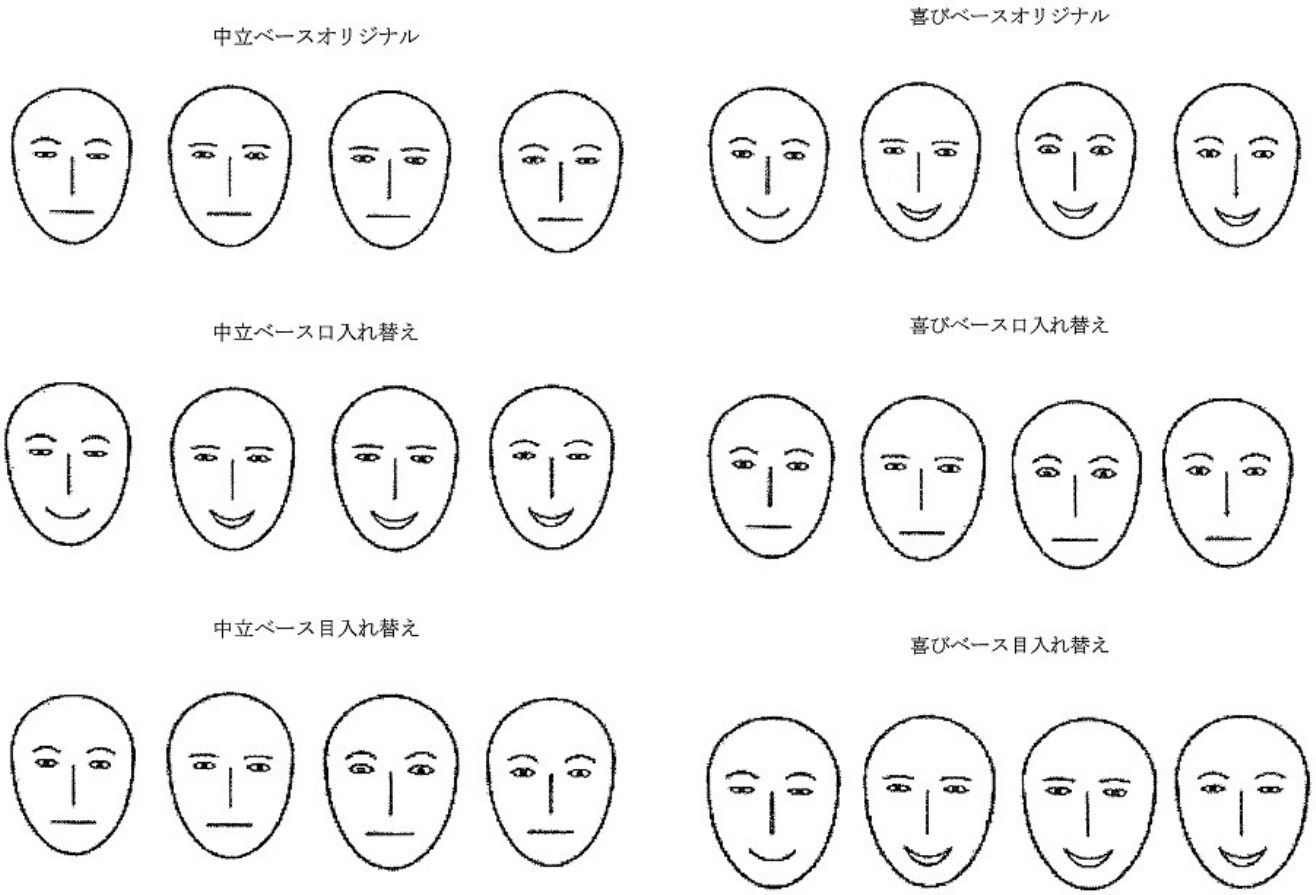


図 2. 長田・長坂(2001)に基づいて目元や口元を入れ替えて作成し、本研究で用いたシェマティックな顔図形 24 種類

象」について、7 段階で評価を求めた。0 を境として、ネガティブな方向に 3 段階(-3,-2,-1)、ポジティブな方向に 3 段階(1,2,3)を設定した。ともに、絶対値が高いほど刺激強度が向上することを示していた。

評定は参加者ペースで行われた。口もと注視条件では、実験前に口の表情の定義について確認を行い、顔ではなく口の表情を読み取ることを求めた以外、目もと注視条件と同じであった。両条件の実施順は、参加者間でカウンターバランスした。所要時間は一人当たり約 20 分であった。

3. 結果

3-1. 喜び表情をベースとした場合

図 2 には、喜び表情をベースとした場合における、注視条件の相違 2 種(目もと注視条件、口もと注視条件)×入替画像の種類 3 種(オリジナル、口もと入替、目もと入替)の平均快得点を示し、実験参加者内 2 要因分散分析を行った。その結果、2 要因の交互作用が有意であった($F_{(2,58)}$=29.52, p<.01)。注視条件の要因の主効果が有意であった($F_{(1,29)}$=31.08, p<.01)。入替画像の要因の主効果も有意であった($F_{(2,58)}$=128.57, p<.01)。

目もと注視条件下では、入替画像の要因の単純主効果が有意であった($F_{(2,58)}$=73.61, p<.01)。LSD 法による下位検定の結果、オリジナルの喜び顔画像の快評価がもっとも高く、次いで目もとを入れ替えた画像、最後に口もとを入れ替えた画像となった(MSe=.30, p<.05)。

口もと注視条件下でも、入替画像の要因の単純主効果が有意であった($F_{(2,58)}$=115.18, p<.01)。LSD 法による下位検定の結果、オリジナルの喜び顔画像と目もとを入れ替えた画像の快評価が同程度に高く、口もとを入れ替えた画像の快評価は低いことが示された(MSe=.35, p<.05)。

オリジナルの喜び画像においては、注視条件の単純主効果が有意であり($F_{(1,29)}$=5.66, p<.05)、口もとを注視している方の快評価が高かった。口もとを入れ替えた画像では、注視条件の単純主効果は統計的に有意ではなかった($F_{(1,29)}$=1.30, ns)。目もとを入れ替えた画像では、注視条件の単純主効果が有意であり($F_{(1,29)}$=79.49, p<.01)、口もとを注視している方の快評価が高かった。

3-1. 中立表情をベースとした場合

図 3 には、中立表情をベースとした場合における、注視条件の相違 2 種(目もと注視条件、口もと注視条件)×入替画像の種類 3 種(オリジナル、口もと入替、目もと入替)の平均快得点を示し、実験参加者内 2 要因分散分析を行った。その結果、2 要因の交互作用が有意であった($F_{(2,58)}$=38.07, p<.01)。注視条件の要因の主効果が有意であった($F_{(1,29)}$=37.07, p<.01)。入替画像の要因の主効果も有意であった($F_{(2,58)}$=53.87, p<.01)。

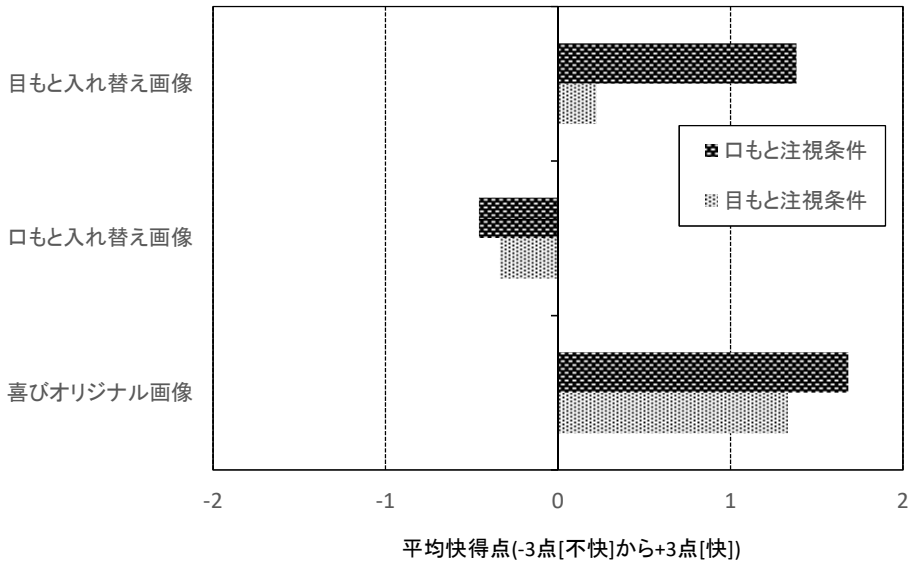


図 3　シェマティックな顔図形における喜び顔をベースとし、中立顔を入れ替えとしたときの喜びオリジナル画像、口もと入れ替え画像、目もと入れ替え画像それぞれの平均快得点

目もと注視条件下では、入替画像の要因の単純主効果が有意であった($F_{(2,58)}$=22.00, p<.01)。LSD 法による下位検定の結果、オリジナルの中立顔画像の快評価がもっとも低いことが示された (MSe=.40, p<.05)。

口もと注視条件下でも、入替画像の要因の単純主効果が有意であった($F_{(2,58)}$=72.74, p<.01)。LSD 法による下位検定の結果、口もとを入れ替えた画像の快評価がもっとも高いことが示された(MSe=.49, p<.05)。

オリジナルの中立画像においては、注視条件の単純主効果が有意であり($F_{(1,29)}$=13.22, p<.05)、口もとを注視している方の快評価が高かった。口もとを入れ替えた画像では、注視条件の単純主効果は統計的に有意であり($F_{(1,29)}$=64.75, p<.01)、目もとよりも口もとを入れ替えた方の快評価が高かった。目もとを入れ替えた画像では、注視条件の単純主効果は統計的に有意ではなかった($F_{(1,29)}$=1.30, ns)。

4. 考察

本研究の結果、シェマティックな顔図形を用いた場合も、合成顔写真を用いた上田(2007)同様、目もとよりも口もとの影響が表情認知に与える影響が大きいことが示された。喜び顔ベースの場合でも中立顔ベースの場合でも、口元を注視していても目もとを注視していても、目もと入れ替え画像よりも口もと入れ替え画像において、オリジナル画像よりも大きく快-不快評定が変化した。

目は口ほどに物を言うという諺は、一見嬉しそうだが実は怒っているなど、ネガティブな感情の発露の指摘に用いられることも多いように思われる。このことを踏まえると、もし、諺通りであるならば、喜び顔がベースで目もとを中立画像と入れ替えた場合、すなわち口もとは笑っているのに目もとは中立表情である場合、目もとの表情の影響が強く出ることが期待される。しかし実験の結果、口もとほど強い影響ではなかった。今後、怒り顔や悲しみ顔など、他の表情との入れ替えを行って検討してみる必要がある。

また、顔全体に占める割合として、目もとよりも口もとの面積が大きく、影響が大きかった可能性もある。両部位の面積を調整した追試も検討したい。そのような操作は、写真では不自然になる恐れが強いが、線画であれば比較的無理なく行える可能性が高く、表情認知の研究に顔図形を用いる意義の一つと言えよう。

参考文献

[1] 日下公人(2017). 商売の発想で何が悪い：自動車が駄目ならアメリカに漫画を輸出しよう Voice (472), 56-63.
[2] 長田佳久・長坂泰勇(2007). 線描画図形(シェマティックな顔図形)における表情認知 立教大学心理学研究 43, 37-43.
[3] 上田彩子(2007). 眼の喜び表情の決定要因:眼は口ほどにものを言うか? 認知心理学研究 5(1), 63-69.
注: 本研究は、第二著者の平成 28 年度北海道教育大学卒業研究論文の一部を再分析、再構成したものである。

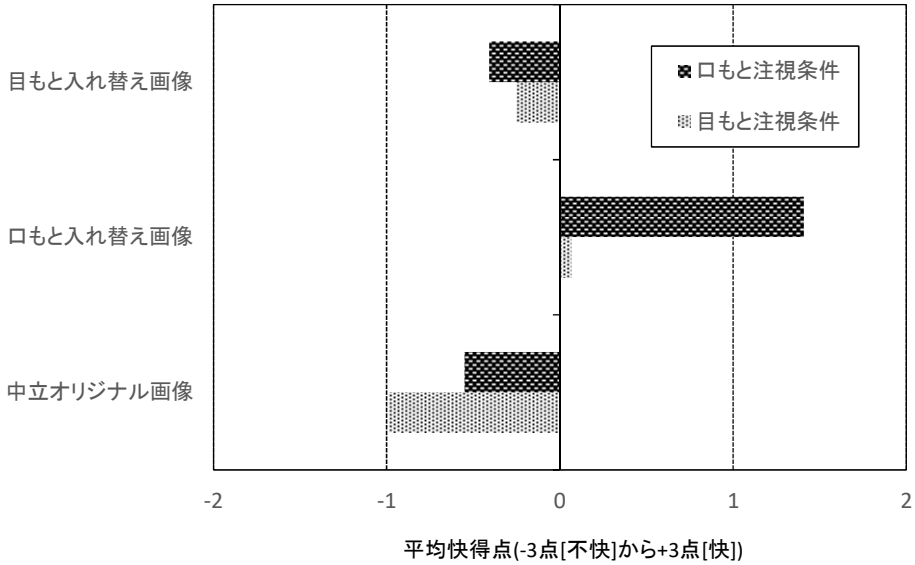


図 4 シェマティックな顔図形における中立顔をベースとし、喜び顔を入れ替えとしたときの中立オリジナル画像、口もと入れ替え画像、目もと入れ替え画像それぞれの平均快得点

日本語における帰納的推論の計算モデルの拡張と検索システムへの応用

The Extension of Computational Model for Inductive Reasoning in Japanese and the Application to a Search Engine

張　寓杰[1]，寺井　あすか[2]，上西 秀和[3]，菊地　賢一[1]，中川　正宣[4]
Yujie Zhang, Asuka Terai, Hidekazu Kaminishi, Kenichi Kikuchi, Masanori Nakagawa
[1]東邦大学理学部情報科学科，[2]公立はこだて未来大学システム情報科学部
[3]獨協医科大学基本医学情報教育部門，[4]大妻女子大学人間生活文化研究所
Toho University, Future University Hakodate, Dokkyo Medical University, Otsuma Women's University
zhang@sci.toho-u.ac.jp

Abstract

In the previous study, we constructed a computational model of inductive reasoning based on the probabilistic concept structure estimated by the statistical analysis of large scale Japanese language data. However, in this model, only the relationships between nouns and verbs were used. In order to improve the precision of the model, the relationships between nouns and adjectives should also be analyzed and included in the model.

In this study, the relationships not only between nouns and verbs, but also nouns and adjectives were used to construct a new computational model of inductive reasoning based on the statistical analysis of large scale Japanese language data. Then, the validity of the model was verified using the psychological experiment.

Furthermore, a search engine of inductive reasoning was constructed by PHP language, which simulate human's inductive reasoning process and can be applied in other many fields.

Keywords — Inductive Reasoning, Computational Model , Search Engine

1. 研究背景と研究目的

帰納的推論とは，初期の観察や命題に対して意味情報を増加させる結論を導く思考である．つまり，いくつかの個別知識から，一般法則を導き出す推論を意味する．帰納的推論は単に科学的推論に限らず，広く日常生活でも用いられることが多い，極めて基本的な人間の思考過程の一つである．本研究では心理学や認知科学の分野で，広く一般的に用いられている以下の帰納的推論の形式を取り扱う(例えば Rips，1975; Osherson, Smith, Wikie, Lopez, and Shafir, 1990；Sakamoto & Nakagawa，2007，2008，2010 など).

前提：
A さんはステーキが好きである．(正事例)
A さんはうどんが好きではない．(負事例)
結論：A さんはハンバーグが好きである．

この形式では，線分の上部が前提命題で，線分の下部が結論命題である．この形式の帰納的推論に関しては，従来さまざまな理論が提唱されている．たとえば Osherson(1990)は，この種の形式における推論を「カテゴリに基づく帰納的推論(category-based induction)」という仮説に基づき考察し，Sloman(1993)は類似性に基づく理論を提案している．これらの帰納的推論の各仮説では前提事例からカテゴリへの一般化や共有属性からの単語間の類似性の推定といった何らかの内的な心理学的メカニズムを想定している．しかし，そのような内的なメカニズムを直接心理学実験だけで実証することは困難である．帰納的推論の内的メカニズムを説明するために，今までに様々な計算モデルが提案されてきた(Rips, 1975; Osherson, 1990; Sloman, 1993; Sanjana，2002)．しかし，これらのモデルは，全て共通して，心理実験の評定に基づき構成されており、非常に限られた知識領域のみを対象とした帰納的推論以外は検証していないという問題点を含んでいる．

心理実験の評定だけで，人間の持つ膨大な知識を構成する数えきれない概念間における類似度や特徴の関連強度を推定することは極めて困難である．坂本(Sakamoto & Nakagawa 2007, 2008, 2010)は，以上の問題点に対し，日本語の大規模言語データの統計解析に基づいて確率言語知識構造を構成し，広い知識領域での帰納的推論の計算モデルを構築した．さらに，張ほか(2013)は中国語の帰納的推論の計算モデルを構築して，このモデルの日本語以外での有用性を明らかにし，日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのシミュレーション結果を比較した．しかし，この研究で構築された帰納的推論の計算モデルは名詞と動詞の関係しか用いていない．

一方，張ほか(2015)は，上記の中国語の計算モデルにおいて名詞と動詞の関係に名詞と形容詞の関係を加

え，モデルを拡張し，心理学実験によりモデルの妥当性を検証した．

本研究の目的は，張ほか(2013)の研究で構築した日本語の計算モデルにおける，日本語の名詞と動詞の関係に名詞と形容詞の関係を加え，計算モデルを拡張し，心理学実験によりモデルの妥当性を検証することである．さらに，今までの研究成果の発展的応用性として，帰納的推論の検索システムをプログラミング言語 PHP により構成する．

2. 研究方法

2.1 モデルの構成

帰的推論の計算モデルを構成するため，まず，日本語の大規模言語データの統計解析を用いて，名詞と動詞，名詞と形容詞の共起頻度から潜在意味クラスを抽出し，名詞，動詞，形容詞，各々との確率的関係を構成する(今回抽出した潜在クラス数は 800)．ここで推定された条件付き確率と潜在クラスの確率の総体を確率的言語知識構造と呼ぶ．次に、このように構成された確率的言語知識構造における潜在意味クラスを特徴次元と考え，各名詞の特徴強度を，その名詞が与えられた時の各潜在意味クラスの条件付き確率で定義し，以下のようなカーネル関数に基づく計算モデルを構成する．

$$v(N_i^c) = a\mathrm{SIM}_+(N_i^c) + b\mathrm{SIM}_-(N_i^c) - h \qquad (1)$$

$$\mathrm{SIM}_+(N_i^c) = \sum_j^{n^+} e^{-\beta d_{ij}^+} \qquad (2)$$

$$\mathrm{SIM}_-(N_i^c) = \sum_j^{n^-} e^{-\beta d_{ij}^-} \qquad (3)$$

$$d_{ij}^+ = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|N_j^+))^2} \qquad (4)$$

$$d_{ij}^- = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|N_j^-))^2} \qquad (5)$$

ここで $v(N_i^c)$は結論(N_i^c)の尤もらしさの値，$P(c_k|N_i^c)$，$P(c_k|N_j^+)$，$P(c_k|N_j^-)$は各々結論(N_i^c)，正事例(N_j^+)，負事例(N_j^-)が与えられたときの潜在クラス(c_k)の条件付確率を示している．また，d_{ij}^+は，正事例の潜在意味クラスの条件付確率 $P(c_k|N_i^c)$，$P(c_k|N_j^+)$に基づいて計算される結論N_i^cと正事例N_j^+の距離であり，d_{ij}^-は，負事例の潜在意味クラスの条件付確率 $P(c_k|N_i^c)$，$P(c_k|N_j^-)$に基づいて計算される結論N_i^cと正事例N_j^-の距離である．m は距離の計算に用いる潜在意味クラスの数で，対象が潜在意味クラスへのメンバーシップ値からなる m 次元の特徴空間において距離が計算される．$\mathrm{SIM}_+(N_i^c)$と$\mathrm{SIM}_-(N_i^c)$は各々，結論と正事例，結論と負事例の類似性の大きさを表す．a と b は，正事例と負事例の重みづけパラメータで，β はd_{ij}^+とd_{ij}^- が類似性の変化を反映する程度を表す相対的感度を示している．

本研究ではこのモデルの形式を用いて，日本語の帰納的推論のシミュレーションを行った．構築した計算モデルの妥当性を検証するため，8 課題のシミュレーションの結果に基づき，日本人の被験者 17 名に対して心理学実験を実施し，シミュレーション結果と実験結果を定量的に比較し，計算モデルの妥当性を検証する．

2.2 実験方法

構築した計算モデルの妥当性を検証するために，帰納的推論の心理学実験を実施した．実験材料は計算モデルのシミュレーションに基づき，張ほか(2013)の研究で使用した 8 組の課題の正事例と負事例を用い，結論には課題ごとにシミュレーション結果から上位 10 個，中位 10 個，下位 10 個の単語を抽出し，合計 30 個の単語を用いた．

この 8 課題の実験材料を使い，日本語を母語とする大学生と大学院生 17 名に対して，インターネットでのアンケート調査を実施した．調査での質問内容は課題ごとに異なっており，現実の様々な場面に対して，帰納的推論を行うように設定した．たとえば「趣味」課題の質問は，「ある人はバスケットボールとサッカーが好き．社会学と政治学が好きではない．この人が以下のものが好きである可能性に対して，どう思いますか？」である．結論の評定には「かなりあり得る～まったくありえない」の５段階評定を用いた．

3. 結果と考察

以下の表 1，表 2 に構築した確率的言語知識構造の

具体例を示す．表 1 は「形容詞-名詞」，表 2 は「名詞（目的語）-を-動詞（述語）」の組み合わせに対応した確率的言語知識構造の一例である．

表 1 「形容詞-名詞」の確率的言語知識構造の一例：人物関連クラス

	形容詞	P(c|a)	名詞	P(c|n)
1	高名な	0.9323	首領	0.7739
2	優秀な	0.9051	領袖	0.6490
3	著名な	0.8913	同志	0.5610
4	偉大な	0.8292	マンネリズム	0.5524
5	有能な	0.8087	エコノミスト	0.5478
6	有為な	0.7431	外科医	0.5352
7	寡作な	0.6844	学者	0.5087
8	希有な	0.6220	人材	0.4932
9	凡庸な	0.4189	参謀	0.4532
10	けうな	0.3823	芸術家	0.4416

表 2 「名詞（目的語）-を-動詞（述語）」の確率的言語知識構造の一例：会合関連クラス

	名詞	P(c|n)	動詞	P(c|v)
1	個展	0.9093	開く	0.9956
2	総会	0.8961	招集する	0.7119
3	胸襟	0.8840	欠席する	0.6759
4	リサイタル	0.8621	傍聴する	0.6286
5	例会	0.8450	中座する	0.6201
6	集会	0.8277	開会する	0.6016
7	会合	0.8256	受講する	0.5173
8	集い	0.7719	退席する	0.4816
9	会議	0.7666	開催する	0.4477
10	閣議	0.7424	催す	0.4332

表 1 にある P(c|a)は形容詞が与えられた時の潜在クラスの条件付き確率であり，P(c|n)は名詞が与えられた時の潜在クラスの条件付き確率である．表 2 にある P(c|v)は動詞が与えられた時の潜在クラスの条件付き確率である．これらの表では，特定の一つの意味クラスについて，名詞，動詞，形容詞ともに意味クラスの中に条件付確率の高い順に上位 10 個を示した．表 1 は「人物」に関連したクラス，表 2 は「会合」に関連したクラスであると推測できる．

表 3 は計算モデルのシミュレーション結果の一例である．「趣味」課題には，正事例の単語「バスケットボール」と「サッカー」を入力し，負事例の単語「社会学」と「政治学」を入力し，出力結果のもっともらしさにより，「最上位十個」，「中位十個」，「最下位十個」合計 30 個の単語を抽出した．

表 3 趣味課題のシミュレーション結果

	日本語	もっともらしさの値
最上位十個	バスケットボール	0.8972
	サッカー	0.8262
	野球	0.5245
	卓球	0.5195
	テニス	0.4969
	ラグビー	0.4852
	ゲーム	0.4844
	読書	0.4671
	スポーツ	0.4508
	ソフトボール	0.4365
中位十個	水泳	0.2635
	稽古	0.2576
	洗濯	0.2560
	整理	0.2330
	俳句	0.2323
	恋愛	0.2304
	雑談	0.2243
	歌舞伎	0.2048
	園芸	0.2038
	相撲	0.1423
最下位十個	経営学	-0.3840
	経済学	-0.3872
	工学	-0.3876
	病理学	-0.3998
	教育学	-0.4050
	地質学	-0.4091
	建築学	-0.4178
	心理学	-0.4299
	社会学	-0.7576
	政治学	-0.8704

一方，表 4 に示すように，本研究で構築した計算モデルのシミュレーション結果と心理学実験における評定平均値との相関係数は，心理学実験で用いた 8 課題ともに高い値を示しており，すべての検定結果も 1%水準で有意である．この結果から，本研究のモデルの心理学的妥当性が実証されたと言える．

表 4　評定の平均値とシミュレーション結果の相関係数(**:p<.01)

課題	相関係数
課題 1（身分）	0.7356**
課題 2（衣料）	0.8462**
課題 3（商品）	0.8798**
課題 4（交通）	0.7263**
課題 5（会合）	0.6952**
課題 6（趣味）	0.8926**
課題 7（業界）	0.8613**
課題 8（場所）	0.9108**

4.　検索システムの構成

帰納的推論の検索システムを構成するため，ソフトウェア XAMPP を使い，PHP のローカル環境で検索システムを構成した.

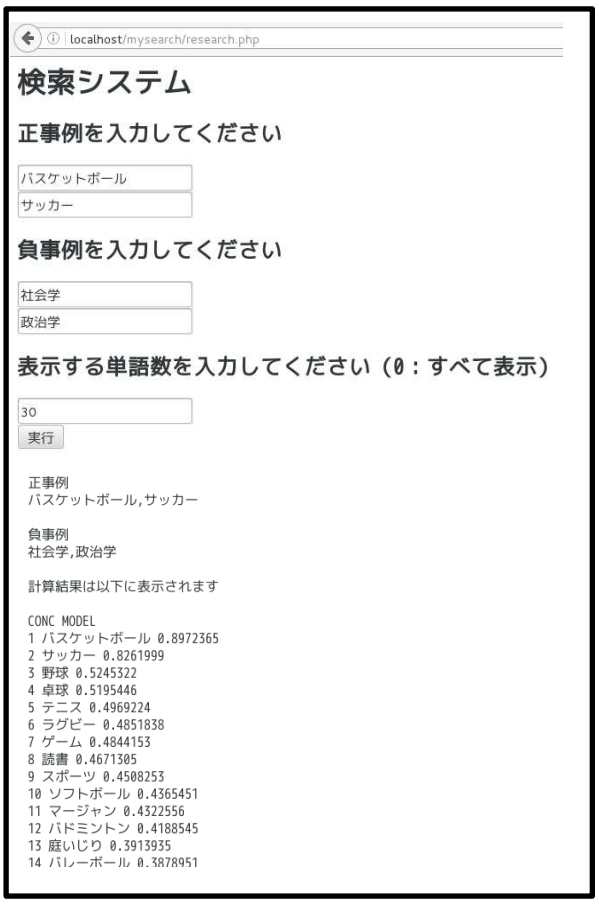


図 1　検索システムの画面例（単語入力と結果出力）

ローカルサーバで検索システムの画面を開くと，以上の図 1 に示した画面で正事例，負事例，表示する単語数の部分が空欄で入力待ち状態となる．次に任意の正事例の単語と負事例の単語を入力する．たとえば，本研究で使った「趣味」課題に，課題の内容「ある人はバスケットボールとサッカーが好き．社会学と政治学が好きではない．この人はどんなものが好きか？」という事態を想定し，図 1 に示したように，正事例の単語「バスケットボール」と「サッカー」を入力し，負事例の単語「社会学」と「政治学」を入力する．さらに出力する単語数，例として 30 を入力し，「実行」ボタンをクリックすると，出力結果が画面に表示される.

検索システムに用意された二万以上の単語から任意の単語を選んで，正事例，負事例として入力すると，それに対応して人間の帰納的推論を模擬する結果が出力される．どんな組み合わせで，どんな結果が出力されるのかは簡単に予測できず，応用上，大変興味深いシステムと考えられる．この検索システムはまだ試作段階であり，現在はローカル環境に限定されている.

5.　今後の予定

今後はシミュレーションでの課題の種類や実験参加者数を増やし，システムの妥当性と検索システムや教育システムへの応用を視野に入れて，システムの有用性も検証していきたい．さらに，検索システムの実用化を目指して，ローカル環境だけではなく，一般のインターネット上に接続できるようにする予定である.

参考文献

[1] Heit, E., & Rubinstein, J. (1994). Similarity and property effects in inductive reasoning. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20, 411-422.

[2] Kameya, Y., & Sato, T. (2005). Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora. Proceedings of Symposium on Large-scale Knowledge Resources, 65-68.

[3] Kayo Sakamoto, Asuka Terai, Masanori Nakagawa (2007). Computational models of inductive reasoning using a statistical analysis of a Japanese corpus. Cognitive Systems Research, 8, 282-299.

[4] Kayo Sakamoto, Masanori Nakagawa (2008). A Computational Model of Risk-Context-Dependent Inductive Reasoning Based on a Support Vector Machine. T. Tokunaga and A. Ortega (Eds.): LKR2008, LNAI 4938, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.295-309

[5] Kayo Sakamoto, Fang Xie, Masanori Nakagawa (2010). Syntactic Dependency Analysis Reveals Semantic Concept Structure Underlying Inductive Reasoning: Towards a Domain-Inclusive Structure that Enables Context-Dependent Knowledge Selection. Cognitive Studies, Vol.17, No.1, 143-168.

[6] Osherson, D. N., Smith, E.. E.., Wilkie, O., López, A.., and Shafir, E. (1990). Category based induction. Psychological Review, 97, 185-200.
[7] Rips, L. J. (1975). Inductive judgment about netural categories. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14, 665-681.
[8] Sloman, S., A. (1993). Feature based Induction. Cognition, 49, 67-96.
[9] Sanjana, N., & Tenenbaum, J. B. (2002). Bayesinan models of inductive generalization. In. Becker,S., Thrun, S., Obermayer, K (Eds.) Advances in Neural information Processing Systems, 15.Cambridge, MA: MIT Press.
[10]張寓杰, 寺井あすか, 董媛, 王月, 中川正宣. 日本語と中国語における帰納的推論の比較研究―言語統計解析に基づく計算モデルを用いて一. 認知科学, No.20, Vol.4, 439-469. 2013.
[11]張寓杰, 孫星越, 菊地賢一, 中川正宣. 中国語における帰納的推論の計算モデルの構成―名詞と形容詞及び名詞と動詞の関係を用いて―. 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 472-476, 2015.

不随意運動に伴う聴覚フィードバックに対する脳波 ERP 成分の検討
A Study on Event-related Potentials for Delayed Auditory Feedback of Involuntary Movement

桃川智行†，上野佳奈子‡，嶋田総太郎‡
Tomoyuki Momokawa, Kanako Ueno, Sotaro Shimada
†明治大学大学院理工学研究科，‡明治大学理工学部

†Graduate School of Science and Technology, Meiji University
‡School of Science and Technology, Meiji University
ce61071@meiji.ac.jp

Abstract
To investigate neural processing of detecting the delayed auditory feedback for involuntary movement, we conducted an experiment to measure event-related potentials. With an oddball paradigm, participants were told to silently count the number of delayed stimuli they could detect while they listened to the auditory feedback elicited by involuntary movements. The participant underwent four delay conditions (100, 200, 300, and 400 ms) and the control condition (standard stimulus only). We found that enhanced-P2 was observed in the 200- and 300-ms delayed conditions in the involuntary task, while it was observed in the 100- and 200-ms conditions in the voluntary task. This time lag between the two tasks suggests that the efference copy, which is the internal copy of the motor command, could expedite the early processing of auditory feedback of the self-body movement.
Keywords — delayed auditory stimulus, auditory processing, event-related potentials, involuntary movement

1. はじめに
我々が外界との関わりの中で生活していく上で，自らの身体運動とそれに伴う感覚フィードバックを対応付けることで，身体と知覚世界の関係性を構築している．両者を正しい組み合わせで対応付ける条件として，身体運動と感覚フィードバックとの時間的整合性が挙げられる．そこで我々は，身体運動と聴覚フィードバックにおける時間的整合性のメカニズムを明らかにするため，脳波計測実験を通して遅延検出に関する生理的指標を検討してきた[1]．この先行研究において，随意運動に伴う聴覚フィードバックに遅延を挿入すると，遅延検出に伴う事象関連電位（event-related potentials：ERPs）成分として P2 の増強成分である enhanced-P2（EP2）と N300 が惹起することが示された．本研究では，不随意な身体運動に伴い呈示される聴覚刺激に遅延を挿入した際の脳波を計測し，随意運動の場合との違いについて検討する．

2. 実験
2.1 被験者
右利きの健聴者 16 名（男性 8 名，女性 8 名，21.7±1.6 才，平均±標準偏差）を被験者とした．

2.2 実験手続き
実験では，身体運動（マウスクリック）に伴う聴覚刺激（1000 Hz の純音 30 ms）を標準刺激とし，運動に対し遅延が挿入された聴覚刺激を標的刺激とするオドボール課題を実施した．被験者は自動的にクリックさせる機構のマウス（G500s，Logicool）に指を置き，1～2 s 間隔で不随意に運動が引き起こされた．刺激の呈示には，E-Prime 2.0（Psychology Software Tools, Inc.）を用いた．標準／標的刺激はそれぞれ 4：1 の割合で呈示され，S/N 比を十分に確保したカナル型イヤホン（ER-4B；Etymotic Research）を介して両耳に出力された．実験条件は，遅延を含まない聴覚刺激のみを呈示したコントロール条件と，標的刺激の遅延時間を 100，200，300，400 ms の各遅延時間を用いた 4 条件の，全 5 条件とした．1 条件 100 試行（2 分 30 秒）を 1 ブロックとし，5 ブロックで 1 セッションとした．1 セッションにつきブロック順はランダムに設置した．セッション間に休憩（約 3 分）を挟み，全 3 セッション（各条件 300 試行）実施した．

被験者は実験中，防音室内の椅子に座り，前方を固視した状態を維持した．身体運動に対し，遅れていると感じた聴覚刺激の回数を計数し，各ブロック終了後その回数を口頭で回答した．

2.3 脳波計測
脳波測定には，g.tec 社製の脳波測定用システム(BCI Research System)を用いた．脳波は，Ag-AgCl アクティブ電極を拡張 10-20 法に則り，Fp1, Fpz, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FCz, T7, C3, Cz, C4, T8, TP7, CP3, CPz, CP4, TP8, P7, P3, Pz, P4, P8, PO7, POz, PO8, O1, Oz, O2 の計 30 ヶ所に貼付し，基準電極を左耳朶，接

地電極を AFz に貼付し計測した．0.5～30 Hz のバンドフィルタをかけ，サンプリング周波数 512 Hz で記録した．

2.4 解析

2.4.1 主観的報告

各遅延水準における計数の回答数から遅延検出の確率を計算してロジスティック曲線へのフィッティングを行い，遅延弁別閾（delay detection threshold : DDT）[2]を算出した．

2.4.2 EEG

各電極のデータは，聴覚刺激呈示時刻を起点（$t = 0$）として t = -300～+700 ms の区間を切り出し，標準･標的刺激毎に加算平均波形を求めた．± 80 μV を超える電位が含まれた試行はアーティファクトが混入した試行とみなし，加算平均波形から除外した．ベースラインは，t = -200～0 ms における平均電位とした．

ERPs 成分として，加算平均波形の t = 75～150 ms の陰性ピークを N1，t = 150～250 ms の陽性ピークを P2，t = 250～400 ms の陰性ピークを N300 と定義した．更に，被験者毎の加算平均波形から，全被験者の総加算平均波形を算出した．本研究では，先行研究[1]で遅延検出成分が生起されると示されている頭頂部（Pz）に着目して分析を行った．

3. 実験結果

3.1 主観的報告

被験者の遅延検出計数の平均回答数を図 1 に示す．なお，図中のエラーバーは標準誤差を示す．被験者の平均回答数は，遅延が大きくなるにつれて増大した（One-way ANOVA, $F_{(4, 70)} = 46.5$, $p < 0.01$）．図中に，有意な差のみられた条件を示す（Tukey-Kramer's HSD, $p < 0.05$）．

3.2 総加算平均波形

各遅延条件における標的刺激呈示時の総加算平均波形（Pz 電極）を図 2 に示す（コントロール条件のみ全刺激呈示時の総加算平均波形）．また，各遅延条件の標的刺激の波形から標準刺激の波形を差し引いた差分波形を図 3 に示す．差分波形の塗りつぶしは，標準誤差の範囲を示す．いずれの条件においても，聴覚刺激への一般的注意により惹起される N1 成分[3]がみられた．また，N1 に後続し P2 成分がみられた．コントロール条件に比べ 100 ms 遅延条件では変化がみられなかったが，200，300 ms 遅延条件では P2 の増強がみられ，400 ms 遅延条件では P2 の減衰がみられた（One-way ANOVA, $F_{(3, 56)} = 7.8$, $p < 0.01$）．以下，差分波形から導出した P2 の増強成分を EP2 とする．更に，N1-P2 成分に後続して，N300 成分がみられた．

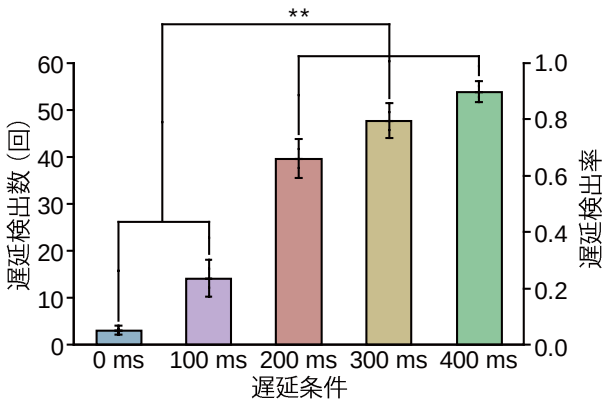


図 1．計数の平均回答数

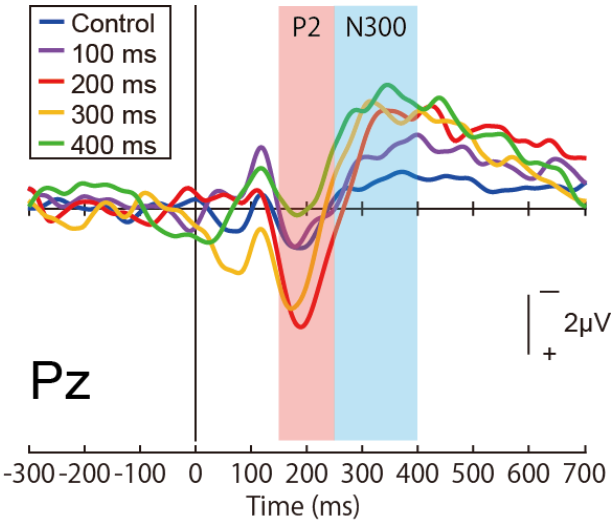


図 2．各条件の標的刺激に対する ERP 波形

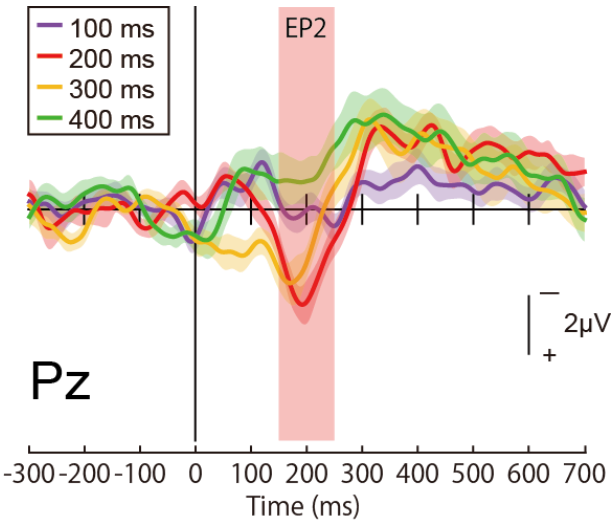


図 3．各条件における標的刺激と標準刺激の ERP 差分波形

3.3 先行研究との比較

本実験（以下，Involuntary 課題）と被験者の随意運動（マウスクリック）に伴う聴覚フィードバックの遅延検出課題（以下，Voluntary 課題[1]）との課題間での比較を行った．

両課題における遅延弁別曲線を図4に示す. 各課題のDDTは, Involuntary 課題で 180.2 ms, Voluntary 課題で 166.2 ms であり, 有意な差はみられなかった ($t_{(29)}=0.53, p=0.29$).

先行研究[1]の差分波形において, 100, 200 ms 遅延条件では EP2 がみられるが, 300, 400 ms 遅延条件でみられないこと, および総加算平均波形の全遅延条件において N300 が惹起され, 遅延幅の大きさに相関して増大することが示されている. そこで, 本研究においても EP2 と N300 に着目し, 結果の比較を行った. 両課題における各被験者の EP2 の平均振幅 (Pz) と N300 の平均振幅 (Pz) を図 5 にそれぞれ示す. 各成分に対し, 課題 (Involuntary, Voluntary) と遅延条件を要因とした二元配置分散分析を行った. EP2 においては交互作用がみられ ($F_{(3, 87)}=6.1, p<0.01$), 下位検定を行った結果, 100 ms と 300 ms 遅延条件で課題による単純主効果が, また, 各課題において遅延による単純主効果がみられた ($p < 0.01$). 多重比較を行ったところ, Involuntary 課題においては 100 ms と 200 ms 遅延条件間に, 200, 300 ms は 400 ms 遅延条件との間に有意差がみられ, Voluntary 課題では 100, 200 ms 遅延条件それぞれに対し, 300, 400 ms 遅延条件との間に有意差がみられた (Tukey-Kramer's HSD, $p<0.05$) (図 5 (a)). また, N300 においては遅延による主効果がみられた (N300 : $F_{(4, 112)}= 41.5, p < 0.01$). 多重比較の結果, コントロール条件は全遅延条件との間に, 100 ms 遅延条件は 300, 400 ms 遅延条件との間に, 200 ms 遅延条件は 400 ms 遅延条件との間に有意差がみられた (Tukey-Kramer's HSD, $p < 0.05$) (図 5 (b)).

両課題において各被験者から算出した N300 の振幅のピーク値と被験者の計数の対応を調べた結果, 両課題とも, 負の相関がみられた (Spearman's correlation coefficient ; Involuntary : $\rho= -0.47, p<0.01$, Voluntary : $\rho= -0.57, p<0.01$) (図 6).

4. 考察

先行研究[1]において, EP2 は随意身体運動に伴う感覚刺激を運動のフィードバックとして対応づける際の時間的整合性の判断基準が 200 ms 前後である[4 - 6]ことを反映していると考察されていた. 本実験では, EP2 の変化が 300 ms 前後で生じた. これは, 不随意運動であったために遠心性コピー[6]が生じないことが原因であると考えられる. 遠心性コピーとは, 人間が体を動かすとき, 運動野から筋肉へ動作指令が出るのと

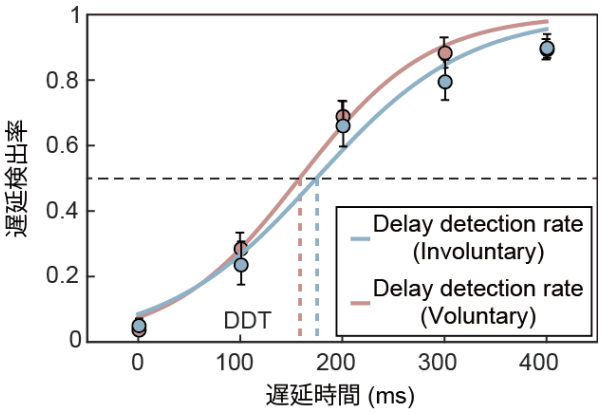


図 4. 遅延弁別曲線

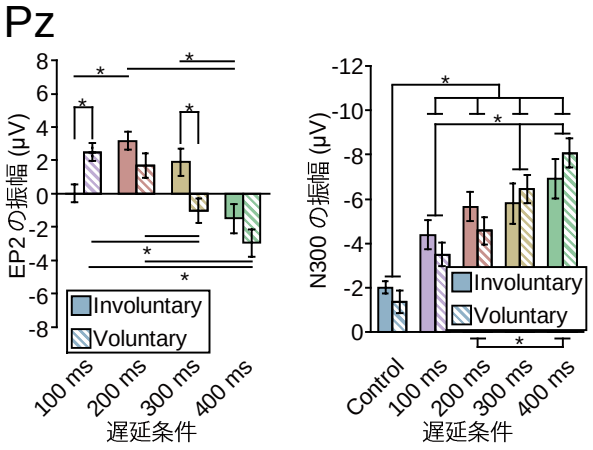


図 5. 各遅延条件における EP2 と N300 の振幅

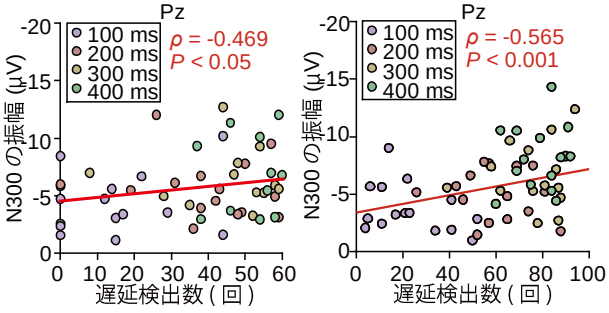


図 6. N300 の振幅と遅延検出数の相関

同時に, その情報が運動野から頭頂葉へと送られる信号のことである. この遠心性コピーの情報によって, 運動に伴うフィードバックの到来時刻や様相について予測を立てることができると考えられている (フォワードモデル) [7]. したがって本実験の結果より, 不随意な運動の場合, 遠心性コピーを利用することができないためにフィードバック予測の内部生成が 100 ms 程度遅くなることを反映している可能性が考えられる.

また, 不随意運動時の DDT が随意運動時と比べ有意差がないことより, 不随意な運動であっても遅延に対する気づきの程度が随意運動時と同様であることが考

えられる[6]．さらに，先行研究[1]と同様に本実験も計数の平均回答数と N300 成分の振幅に相関がみられたことより，N300 成分は遅延検出に関わる脳波成分であることが示唆された．一方，上述の結果より，EP2 は無意識的な身体運動とそれに伴う感覚フィードバックを対応付ける脳活動を反映していると考えられる．遠心性コピーの有無が EP2 に影響を与えた一方で N300 には影響を与えなかったことなど，EP2 と N300 の関係についてはまだ十分に明らかではなく，今後のさらなる検討が必要である．

参考文献

[1] Toida, K., Ueno, K., & Shimada, S. (2016), “Neural basis of the time window for subjective motor-auditory integration”, Frontiers in Human Neuroscience, Vol. 9, No. 688, pp. 1-12.
[2] Toida, K., Ueno, K., & Shimada, S. (2014), “Recalibration of subjective simultaneity between self-generated movement and delayed auditory feedback”, NeuroReport, Vol. 25 No. 5, pp. 284-288.
[3] Hyde, M. (1997), “The N1 response and its applications”, Audiol. Neurootol., Vol. 2, pp. 281-307.
[4] Blakemore, S, J., Frith, C, D., & Wolpert, D, M. (1999) “Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli”, Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 11, pp. 551-559.
[5] Yamamoto, S., and Kitazawa, S. (2001), “Reversal of subjective temporal order due to arm crossing”, Nature Neuroscience. Vol. 4, pp. 759-765.
[6] Shimada, S., Qi, Y., & Hiraki, K. (2010) “Detection of visual feedback delay in active and passive self-body movements”, Experimental Brain Research, Vol. 201 No. 2, pp. 359-364.
[7] Frith, C, D., Blakemore, S, J., & Wolpert, D, M. (2000) “Abnormalities in the awareness and control of action”, Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., Vol. 355, pp. 1771-1788.

創造的になるための意思決定バランス ― mini-c に着目して ―
Decisional Balance to Become Creative ― Focusing on mini-c ―

近藤 健次†，永井 由佳里†
Kenji Kondo, Yukari Nagai

†北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
Japan Advanced Institute of Science and Technology
k-kondo@jaist.ac.jp

Abstract

Mini-c training can be considered as everyday behavior modification. We focused on the Transtheoretical Model and investigated how the decisional balance would change as individuals moved through the stages. As a result, three factors on decisional were found: “benefit,” “difficulty,” and “bad effect.” In addition, the relationships between these three factors and the stages of change, and the relationships among these three factors in each stage of change were clarified. This paper discusses the features of decisional balance on mini-c and points of attention in mini-c training.

Keywords ― Creativity, mini-c, Ttanstheoretical Model, Decisional Balance

1. はじめに

創造性は，経済の発展や社会問題をはじめとする様々な問題の解決にとって重要であり，様々なところで創造性への関心がみられる．例えば教育の文脈では，創造的思考は将来の市民の重要なスキルであると考えられており，企業の文脈では，創造的なアイデアや製品が国際的な市場での競争に勝つために必要とされている[1]．また，多くの組織において，集団でのブレインストーミングが，製品開発，ビジネスシステムの見直し，製造の改善などといった組織における創造的な課題解決を行うためのポピュラーな道具[2, 3]として利用されており，また創造性育成のための取り組みも様々なところで行われている．

このように創造性ということばが広く一般に使われるようなった一方で，創造性ということばのとらえ方が人によって様々なものとなっているように思われる．例えば，創造性ということばによって，芸術やものづくりを思い浮かべるものもいれば，イノベーションや科学的発見を思い浮かべるものもおり，また，日常生活におけるアイデアや創意工夫などを思い浮かべるものもいれば，既存の枠にとらわれず拡散的に思考することのような内面的なものを思い浮かべるのもいる．

このような状況のなかで，創造性ということばが何を意味するのかを明確にすることは，創造性育成の有効性を向上させるために重要なことであると考えられる．

本研究ではまず，先行研究における創造性の考え方を整理し，次に，創造性の初期段階である mini-c[4]に着目し，mini-c の向上を行動変容ととらえ，行動変容のモデルであるトランスセオレティカルモデル（TTM）[5]を適用して，意思決定バランス尺度を開発し，各変容ステージにおける意思決定バランスを分析する．

2. 背景

創造性研究において創造性の定義については厳密な指標は見いだされていないが，創造性には個人や集団にとって価値のある新しい製品，アイデア，問題解決を作り出すことが含まれるということには研究者のほとんどが同意している[6]．

そもそも創造的であるか否かを決定する新規性と有用性の判断は，必然的に主観的で文化や歴史的時期に依存する創造者以外の評価者によって行われる[7, 8]ものであることから，創造性は，創造者の内部で完結するものではなく，社会文化的なものであると考えられている．Csikszentmihalyi [9]は，創造性が起こるためには，特定の領域（domain）の決まりごとや実践が個人（individual）に伝えられ，個人がその領域の内容に新たな変化を生み出し，その変化が場（field）の選択によって領域に受け入れられなければならないとしており，また，創造性研究においては，創造性は社会文化的な影響のレベルにより，卓越した創造性（Big-C）と日常の創造性（little-c）とに分類されてきた．そして創造性研究においては，社会的に創造的と認められる創造的な産物を生み出す構成要素について研究が行われてきた．

創造性の構成要素については，最近の理論や研究では，社会的，文化的， 環境的要因だけでなく個人の特性や性格が含まれる[10]ことが支持されている[11]．例えば，Amabile [12]は創造性の構成要素として，領域関連知識，創造性関連スキル，モチベーションをあげ

ており，Sternberg and Lubart [13]は創造性の投資理論において, 創造性の構成要素として, 知的プロセス, 知識，知的スタイル，パーソナリティ，モチベーション, 環境的文脈の６つをあげている. 近年では, Lubart, Zenasni, and Barbot [14]が，創造性の構成要素を，文脈中心の要素である環境的要素と人間中心の要素である認知的要素，動態的要素の３つに分類し，先行研究において識別された重要性に基づいて，５つの認知的資源（拡散的思考，分析的思考，心的柔軟性，連想的思考，選択的結合）と５つの動態的資源（あいまいさへの耐性，リスクテイキング，オープンであること，直感的思考，創造性へのモチベーション）を選択し，創造的潜在能力のプロフィール（creative profiler）を提案している.

しかし，社会的に創造的と認められる産物を中心とする創造性の考え方に対しては，主に創造性の発達的観点から，異論を唱える研究者もいる．創造的な産物とは典型的には，(a)とびぬけた独創性，希少性，新規性があり，統計的にもめったに起こらない，(b)承認され，受け入れられ，高く評価され，適切または良いと考えられなければならない，という２つの基本的な基準を満たす産物である[15]と考えられているが，これに対し Runco は，創造と外部からの評価とは別物であり，創造性の根底にあるメカニズムと，結果として生じる産物の社会的受容に含まれるメカニズムとを区別する必要がある[16]と主張しており，社会的なブレイクスルーももちろん重要であるが，創造性の根底に共通して存在する個人の経験の独創的な解釈も重要であり[17]，どのようなレベルの創造性も，個人の独創的で有効なアイデアまたは洞察から始まり，Big-C と little-c といった違いは創造性が必要とされないプロセスの違いである[18]と主張している．また，Beghetto and Kaufman [4]は，創造性の概念について産物を重視しすぎることには，少なくとも(a)未だ社会から高い評価を受けていない個人の創造的潜在能力や創造的努力が認識されず，創造性に関する個人的な経験を研究する努力が排除される[19]という問題と，(b)創造性の結果を過度に強調し作成過程の創造性のダイナミックなプロセスを最小限に評価してしまうという問題，の２つの問題があることを指摘し, 伝統的な little-c の概念は創造的な解釈やアイデア生成よりもむしろ創造的な表出を強く強調していることから, 従来の little-c の概念から mini-c の概念を分離することを提案している.

mini-c とは，経験，活動，事象に対して個人的に意味のある新しい解釈をすること[4]と定義され，すべての人が持つ特定の社会文化的な文脈内での個人的な知識や理解を構築する動的，解釈的なプロセス[20]を強調している．mini-c における新規性や有意味性については，他人にとって新規性や有意味性がある必要はなく，個人内の判断であるという点で他のレベルの創造性と区分されるが，mini-c は他者によって創造的であると判断される必要のある little-c や Big-C の発生の源として位置づけられている．そして mini-c の概念を導入することによって，創造性の表出と創造性の発生を区分し，まだ目に見える方法で表現されていない精神的構造が非常に創造的でありうるということを強調し, 創造性の概念を拡張するとともに，創造性の発達的性質を検討することの重要性を強調している.

創造性の発達的観点からは，すべての創造性の源である mini-c の育成はその後の創造性の育成の前段階として重要なものであると考えられるが，創造性の育成に関する様々な取り組みをみると，もっぱら何か創造的なものを生成するということが中心であり，少なくとも明示的に mini-c の育成を掲げたものは見受けられない.

mini-c を創造性育成の対象とすることは，これまでの創造性育成の内容に新たなものを追加するということだけでなく，これまで創造性育成の対象とならなかった人びともその対象とすることができるという便益があると考えられるため，本研究では mini-c に着目することとする.

Sternberg[21]は，創造性は習慣，すなわち，ほとんど無意識になるまで続けることによって習得された行動パターンであり，創造的な人びとは主として何らかの生まれつきの特性の結果としてではなく，人生に対する態度を通じて創造的であるとしている. この考え方は，すべてのひとに備わっており，外部の評価を必要としない[20]という mini-c の特徴を踏まえると，mini-c について特にあてはまるものであると考えられ，mini-c を能力ではなく習慣としてとらえることにより，mini-c の育成に対して，習慣的行動の変容過程を説明するモデルを適用することができると考えられる.

本研究では，様々な行動変容モデルから TTM を利用することとした.

TTM は，変化する個人のレディネスを評価し，その個人に特有の介入プログラムを作成するために利用できるという点で画期的である[22]といわれている.

TTM には，変容ステージ（前熟考期，熟考期．準備期，行動期，維持期），変容プロセス（行動変容を促進するために自身や介入者が利用するプロセス），意思決定バランス（行動による便益(pros)と行動による損失(cons)の相対的バランス），行動変容に対する自己効力感の４つの構成要素があり，さらに，変容プロセス，意思決定バランス，行動変容に対する自己効力感は，変容ステージと一定の関係があることが示されている．

まず，変容ステージと変容プロセスの関係については，初期のステージにおいては，意識の高揚，情動的喚起，環境再評価といった経験的プロセス[23]が適用され，後期のステージにおいては反対条件づけ，援助関係，強化マネジメント，刺激コントロールといった行動的プロセス[23]が適用される[24]．

次に，変容ステージと意思のバランスとの関係については，前熟考期においては行動変容のコストは利得よりも高く，利得は前熟考期と熟考期の間で増加すること，熟考期から実行期までの間では，行動変容のコストは熟考期よりも実行期の方が低いこと，実行期においては行動変容の利得はコストよりも大きいことが示されており，これらの関係から，前熟考期から移行するためには行動変容の利得が増加しなければならず，熟考期から移行するためには行動変容のコストを減少させなければならず，実行期へ移行するためには利得をコストよりも高くしなければならない[25]．

最後に変容ステージと自己効力感との関係については，変容ステージを前進していくにつれて自信は増加していくが，誘惑についての研究はわずかしかない[22]．

また，TTM では６段階の変容ステージを識別しているが，これらの変容ステージを線形的に前進することは可能であるが，それはきわめてまれであり，行動変容のもっとも共通する経路は，変容ステージを前進したり後退したりすることである（変化のスパイラルモデル）[5]．

3. 調査の方法

3.1. 対象者

平成 29 年１月に G 社のパネルを対象にインターネット調査を行った．回答者数については，20～29 歳，30～39 歳，40～49 歳，50～59 歳，60～69 歳の６つの年齢層の男性及び女性の回答数がほぼ同数になるように調査依頼を行った．

有効回答数は 353 あり，平均年齢は 45.2 歳（SD 13.9），性別・年齢層の分布及び職業等の分布は，それぞれ表１及び表２の通りであった．

表１ 対象者の性別・年齢層

年齢層	男性	女性	合計
20－29歳	31 (8.8)	35 (9.9)	66 (18.7)
30－39歳	36 (10.2)	38 (10.8)	74 (21.0)
40－49歳	32 (9.1)	32 (9.1)	64 (18.1)
50－59歳	36 (10.2)	40 (11.3)	76 (21.5)
60－69歳	36 (10.2)	37 (10.5)	73 (20.7)
Total	171 (48.4)	182 (51.6)	353 (100.0)

*数値は人数，カッコ内は比率．

表２ 回答者の職業分布

	人数	構成比
公務員	12	3.4%
経営者・個人事業主（自営業）	30	8.5%
会社員・職員(正規雇用)	93	26.3%
会社員・職員（非正規雇用）	18	5.1%
パート・アルバイト	46	13.0%
専業主婦・専業主夫	81	22.9%
学生	11	3.1%
無職	59	16.7%
その他	3	0.8%
合計	353	100.0%

3.2. 尺度

3.2.1. 変容ステージ

TTM は行動変容を，連続する変容ステージの前進を通じて展開するプロセスであると仮定しており，時間的な次元を表現するという点で変容ステージの構成要素は重要である[25]．

先行研究においては，変容ステージのうち最もあてはまるものを選択させるものやアルゴリズムによるものといったように決定方法に相違は見られるが，現在の行動と今後の行動により決定する点は共通している．本研究においては変容ステージのうち最もあてはまるものを選択させる方法を採用することとし，表３の尺度を作成し，最もあてはまると思う項目もの１つ選んで回答するよう求めることとした．

本尺度においては，mini-c を示す行動を「日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えること」と表現し，質問票において，「本調査においては，創造性には，歴史的な大発見，社会を変えるような新製品，素晴らしい芸術作品などだけでなく，日常生活において，レシピを工夫してこれまでと違った美味しい料理を作ること，模様替えをし

表 3　変容ステージ尺度

変容ステージ	項目
前熟考期	私は現在, 日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることはないし, 今後もそうするつもりはない.
熟考期	私は現在, 日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることはないが, 近い将来（6か月程度）そうしたい.
準備期	私は現在, 日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることはないが, すぐに（1か月程度）そうしたい.
実行期	私は現在, 日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることがあるが, そうするようになったのは比較的最近（6か月程度）である.
維持期	私は現在, 日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることがあり, そうするようになってからかなりの時間（6か月程度）が経過している.

て快適な部屋にすること，趣味として新しい素敵な音楽やダンスを作ること，仕事のやり方を工夫することなども含まれるものとし，後者のものを「日常生活における創造性」と呼びます.」「本調査において『日常生活における創造性』によって作り出されるものは，あなたにとって役に立つ新しいものであればよく，他の人にとって役に立つ新しいものであることもありますが，必ずしも他の人にとって役に立つもの，新しいものである必要はないものとします.」「本調査においては『日常生活における創造性』を『日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えること』と表現します.」との注意書きを行った.

3.2.2. mini-c

mini-c は経験，活動，事象に対して個人的に意味のある新しい解釈をすること[4]と定義されるが，目に見える形で表出していない mini-c をどのように評価するのかということが問題となる.

これに対し Beghetto, Kaufman, and Baxter [26]は，産物に対する外部評価や専門家の評価を mini-c に利用することは適切ではなく，創造性の主観的な自己評価であり，現実の創造的行動との関連が認められる創造的自己効力感[27, 28]を非常に有望な mini-c 評価尺度の一つであると主張している.

そこで本研究においては，mini-c の評価尺度として Beghetto [27]において利用された創造的自己効力感尺度（表 4）を利用することとしし，それぞれの項目に対し，「そう思う」（5点）から「そう思わない」（1点）までの5件法で回答を求めることとした.

表 4　創造的自己効力感尺度

私は新しいアイデアを思いつくのが得意である.
私は多くのアイデアを持っている.
私は良い想像力を持っている.

3.2.3. 意思決定バランス

先行研究[29-42]における意思決定バランスの内容を分析し，集約を試みたところプロズについては「楽しさ」,「気分転換」,「ストレス解消」,「悩みの減少」,「自己肯定感」,「自己実現」,「リスク回避」,「可能性の増加」,「健康増進」,「自律感」,「周囲との関係向上」,「日常生活の活性化」の 12 のカテゴリーに主役され, コンズについては「実施の困難性」,「課題の困難性」,「失敗懸念」,「効果懸念」,「面白くない」,「面倒」,「苦痛」,「疲労」,「金銭的負担」,「時間的負担」,「他者の支援」,「周囲との関係悪化」,「すきなことの犠牲」,「日常生活への悪影響」「日常生活への支障」の 15 のカテゴリーに集約された. 以上に基づいて，それぞれのカテゴリーについて，表 5 の尺度を作成し，それぞれの項目に対し，「そう思う」（5点）から「そう思わない」（1点）までの5件法で回答を求めることとした.

4.　調査の結果

4.1.　変容ステージ

創造的自己効力感尺度については，表 3 の尺度に対して最もあてはまると思うもの1つ選んで回答するよう求めたところ，各変容ステージの分布は表 6 の通りとなった.

表 6　変容ステージの分布

	PC	C	P	A	M	合計
度数（人）	105	76	28	29	115	353
比率(%)	29.7	21.5	7.9	8.2	32.6	100.0

PC : 前熟考期, C : 熟考期, P : 準備期, A : 実行期, M : 維持期

4.2.　mini-c

回答の平均，標準偏差については表 7 の通りとなった.

表 5　意思決定バランスの尺度

カテゴリー	尺度
楽しさ	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，楽しい.
気分転換	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，気分転換になる.
ストレス解消	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，ストレス解消になる.
悩みの減少	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，悩みが減る.
自己肯定感	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，もっと自分のことが好きになる.
自己実現	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，なりたい自分になれる.
リスク回避	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，リスクを回避することができる.
可能性の増加	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，これまでやりたくてもできなかったことができるようになる.
健康増進	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，健康的になれる.
自律感	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，自分の生活をもっとコントロールできるようになる.
周囲との関係向上	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，周囲の人との関係が良くなる.
日常生活の活性化	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができると，日常生活が活気づく.
実施の困難性	仕事や家事が忙しいので，日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることができない.
課題の困難性	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，勉強や訓練をしなければならないので難しい.
失敗懸念	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えようとしても，きっと失敗する.
効果懸念	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えても，いいことは何もない.
面白くなさ	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，面白くない.
面倒	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，面倒である.
苦痛	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，苦痛である.
疲労	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，疲れる.
金銭的負担	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，お金がかかる.
時間的負担	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，時間がかかる.
他者の支援	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えるのは，他の人の助けを必要としすぎる.
周囲との関係悪化	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えると，周囲の人との関係が悪くなる.
すきなことの犠牲	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えると，他にしたいことができなくなる.
日常生活への悪影響	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えると，私の日常生活に悪影響を及ぼす.
日常生活への支障	日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えると，私の日常生活に支障をきたす.

表 7　mini-c の平均及び標準偏差

	平均値	SD
私は新しいアイデアを思いつくのが得意である.	2.69	1.11
私は多くのアイデアを持っている.	2.46	1.06
私は良い想像力を持っている.	2.80	1.13

4.3.　意思決定バランス

意思決定バランスの構成要素を集約することを意図し，意思決定バランスの 27 項目について最尤法による因子分析をおこなうこととした.

固有値の減衰状況と因子の解釈可能性から３因子解を採用し,最尤法による因子分析を行ったところ,因子抽出後の共通性が低いものが３項目あったため,これらを除いて最尤法・Promax 回転による因子分析を行った．その結果複数の因子に対して因子負荷量が 0.4 を上回る項目が１つ，因子負荷量が 0.4 を下回る項目が１つあったためこれらを分析から除外し，最尤法・Promax 回転による因子分析を行ったところ表 8 の通りとなった．なお，回転前の３因子で22項目の全分散を説明する割合は53.36%であった.

各因子の内的整合性を検討するために Cronbach のα係数を算出したところ，第１因子は 0.91，第２因子は 0.88, 第３因子は 0.81 と十分な値であった.

第１因子は「なりたい自分になれる」「健康的になれる」「悩みが減る」「もっと自分のことが好きになる」など，すべてプロズとして設定した項目から構成されており，日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることから生じる恩恵を示すものであると解釈し,「恩恵」と命名した．第２因子は「面倒である」「疲れる」「苦痛である」「勉強や訓練をしなければならないので難しい」などの７項目から構成され，日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることに対する障壁を示すものと解釈し,「実施障壁」と命名した．第３因子は「周囲の人との関係が悪くなる」「私の日常生活に支障をきたす」「私の日常生活に悪影響を及ぼす」などの４項目から構成されており，日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考えることから生じる悪影響を示すものであると解釈し,「悪影響」と命名した.

表 8　意思決定バランスの因子分析結果

	因子		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
新しいアイデア*を考えることができると，なりたい自分になれる．	**0.83**	0.05	0.12
新しいアイデア*を考えることができると，健康的になれる．	**0.77**	0.00	0.08
新しいアイデア*を考えることができると，悩みが減る．	**0.75**	0.15	-0.08
新しいアイデア*を考えることができると，もっと自分のことが好きになる．	**0.73**	-0.00	-0.00
新しいアイデア*を考えることができると，これまでやりたくてもできなかったことができるようになる．	**0.71**	0.08	-0.09
新しいアイデア*を考えることができると，自分の生活をもっとコントロールできるようになる．	**0.70**	0.02	0.02
新しいアイデア*を考えることができると，リスクを回避することができる．	**0.66**	0.15	-0.09
新しいアイデア*を考えることができると，周囲の人との関係が良くなる．	**0.65**	0.14	-0.07
新しいアイデア*を考えることができると，日常生活が活気づく．	**0.62**	-0.10	-0.14
新しいアイデア*を考えるのは，気分転換になる．	**0.57**	-0.35	0.12
新しいアイデア*を考えるのは，ストレス解消になる．	**0.56**	-0.36	0.16
新しいアイデア*を考えるのは，面倒である．	-0.04	**0.93**	-0.15
新しいアイデア*を考えるのは，疲れる．	0.09	**0.90**	-0.14
新しいアイデア*を考えるのは，苦痛である．	-0.03	**0.78**	0.04
新しいアイデア*を考えるのは，勉強や訓練をしなければならないので難しい．	0.29	**0.72**	0.10
仕事や家事が忙しいので，新しいアイデア*を考えることができない．	0.05	**0.55**	0.19
新しいアイデア*を考えるのは，面白くない．	-0.16	**0.51**	0.24
新しいアイデア*を考えようとしても，きっと失敗する．	0.01	**0.49**	0.19
新しいアイデア*を考えると，周囲の人との関係が悪くなる．	0.05	-0.10	**0.83**
新しいアイデア*を考えると，私の日常生活に支障をきたす．	0.01	0.27	**0.60**
新しいアイデア*を考えると，私の日常生活に悪影響を及ぼす．	-0.06	0.13	**0.60**
新しいアイデア*を考えても，いいことは何もない．	-0.19	0.28	**0.44**

*質問票においては「日常生活において何かを良くするための新しいアイデア」と記載している．

因子相関行列

因子	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
Ⅰ	—	-0.56	-0.37
Ⅱ		—	0.59
Ⅲ			—

また，各下位尺度得点の平均，標準偏差，Pearson の相関係数は表 9 の通りであった．

表 9　下位尺度得点の平均・標準偏差・相関

因子	平均	SD	相関係数		
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
恩恵（Ⅰ）	3.38	0.63	—	-.51**	-.44**
実施障壁（Ⅱ）	2.66	0.76		—	.67**
悪影響（Ⅲ）	2.07	0.70			—

** p<.01

前熟考期から維持期までの各変容ステージにおいて，mini-c，意思決定バランスの下位尺度得点の平均に差があるかを検証するために，変容ステージを独立変数，創造的自己効力感，意思決定バランスの下位尺度得点を従属変数として対応のない 1 要因の分散分析を行った結果，すべての従属変数について統計上有意な主効果が認められた．

また，Tukey の HSD 法による多重比較（5％水準）を行ったところ，すべての項目について前熟考期とその他のステージとの間に有意な差があり，さらに，「創造的自己効力感」「悪影響」については熟考期と維持期との間に有意な差があり，「実施障壁」については熟考期と実行期，熟考期と維持期，準備期と維持期の間に有意な差があった．（表 10）

表 10　変容ステージ間分析

	PC	C	P	A	M	P 値*
創造的自己効力感	1.84^{a}	2.64^{b}	2.94^{bc}	2.94^{bc}	3.25^{c}	<.001
意思決定バランス						
恩恵	2.93^{a}	3.45^{b}	3.57^{b}	3.56^{b}	3.64^{b}	<.001
実施障壁	3.22^{a}	2.76^{b}	2.62^{bc}	2.32^{cd}	2.17^{d}	<.001
悪影響	2.47^{a}	2.11^{b}	1.97^{bc}	1.84^{bc}	1.76^{c}	<.001

PC　前熟考期，C　熟考期，P　準備期，A　実行期，M 維持期
*対応なしの一元配置分散分析
同じ行での異なるアルファベット間は，Tukey の HSD 法による多重比較の有意な差を示す（P<0.05）

また，それぞれの変容ステージにおいて，意思決定バランスの下位尺度得点の平均に差があるかを検証するために，対応のある分散分析をおこなった．その結果，すべての変容ステージにおいて統計的に有意な主効果が認められた．

さらに，Bonferroni の方法による多重比較の結果，すべての変容ステージにおいて，「恩恵」「悪影響」「実施障害」の間に有意な差があることが示された．（表 11）

表 11　変容ステージ内分析

ステージ	恩恵（Ⅰ）	実施障壁（Ⅱ）	悪影響（Ⅲ）	p 値	多重比較
PC	2.93	3.22	2.47	p<.001	Ⅲ＜Ⅰ***, Ⅲ＜Ⅱ***, Ⅰ＜Ⅱ*
C	3.45	2.76	2.11	p<.001	Ⅲ＜Ⅱ***, Ⅲ＜Ⅰ***, Ⅱ＜Ⅰ***
P	3.57	2.62	1.97	p<.001	Ⅲ＜Ⅱ***, Ⅲ＜Ⅰ***, Ⅱ＜Ⅰ***
A	3.56	2.32	1.84	p<.001	Ⅲ＜Ⅱ***, Ⅲ＜Ⅰ***, Ⅱ＜Ⅰ***
M	3.64	2.17	1.76	p<.001	Ⅲ＜Ⅱ***, Ⅲ＜Ⅰ***, Ⅱ＜Ⅰ***

PC：前熟考期，C：熟考期，P：準備期，A：実行期，M：維持期
*p<.05, ***p<.001

5. 考察

分析の結果，mini-c の測定に用いた創造的自己効力感は,「日常生活において何かを良くするための新しいアイデアを考える」という行動の変容ステージを前進するにつれて向上することが示された．このことは，mini-c も他の習慣的行動と同様に，変化に対する個人のレディネスに応じて前進してくことを示しており，TTM を使用して mini-c の向上を図ることができることを示していると考えられる．

また，TTM では意思決定バランスをプロズとコンズの２つに分けているが，分析の結果，mini-c に意思決定バランスについては，「恩恵」「実施障壁」「悪影響」の３つの因子に集約され，コンズは「実施障壁」と「悪影響」の２つの因子に分かれた．これは，コンズには，行動を行うこと自体の損失と行動を行った結果の損失の２つがあることを示しており，これら２つの因子と変容段階の関係を考慮すると，コンズに対する介入については，それぞれ因子に対して別個に介入を行う必要があることを示している．

さらに，これまでの分析に基づいて各段階にいる参加者に対して提供するプログラムについては以下のことに留意する必要があると考えられる．

前熟考期　意思決定バランスに関しては，熟考期にある者は前熟考期にある者に対して恩恵が有意に高く,実施障壁及び悪影響は有意に低くなっており，また，それぞれの変容ステージにおける３つの構成要素の関係は，いずれの変容ステージにおいても悪影響が他の２つよりも優位に低くなっているが，前熟考期においては恩恵が実施障壁を有意に上回っている．これらの結果を踏まえると，前熟考期から熟考期に移行させるためには，意思決定バランスにおける恩恵を上昇させ，実施障壁と悪影響を低下させることが必要であると考えらる.その中でも,特に,恩恵については，前熟考期の特徴ともいえる恩恵が実施障壁を下回っている状況を改善し，恩恵が実施障壁を上回る状況へ変化させることが重要であると考えられる．

熟考期　意思決定バランスに関しては，いずれの構成要素についても準備期と熟考期との間に有意な差はないが,「実施障壁」については熟考期では実行期よりも有意に高く,「悪影響」については熟考期では維持期よりも有意に高くなっている．また，それぞれの変容ステージにおける３つの構成要素の関係は，熟考期以降,「恩恵」が「実施障壁」及び「悪影響」よりも有意に高く,「悪影響」は「実施障壁」よりも有意に低い．これらの結果を踏まえると，熟考期においては，意思決定バランスにおける「恩恵」の維持と「実施障壁」及び「悪影響」の維持又は低下が必要であると考えられる．

準備期　意思決定バランスに関しては，いずれの構成要素についても準備期と実行期との間に有意な差はないが，維持期における「実施障壁」は準備期よりも有意に低く，このステージの直後の実行期における「実施障壁」はこのステージの直前の熟考期よりも有意に低い．また，意思決定バランスの３つの構成要素の関係は，熟考期以降,「恩恵」が「実施障壁」及び「悪影響」よりも有意に高く,「悪影響」は「実施障壁」よりも有意に低い．これらの結果を踏まえると，準備期においては，意思決定バランスの下位尺度である「恩恵」及び「悪影響」の維持,「実施障壁」の維持又は低減が必要であると考えられる．

実行期　実行期と維持期における意思決定バランスの下位尺度を比較すると,「恩恵」については維持期において上昇しており,「実施障壁」及び「悪影響」については維持期において低下しているが，いずれについても実行期と維持期との間に有意な差はない．これらの結果を踏まえると，実行期においては，意思決定バランスの下位尺度である「恩恵」及び「悪影響」の維持,「実施障壁」の維持又は低減が必要であると考えられる．

産物評価とプロセス評価は別のものであるにもかかわらず，従来の創造性育成に関する研究においては，プロセス評価をすべき教育の文脈で産物評価が用いられるという混乱が見受けられる．産物評価に重きを置くことは mini-c の育成を妨げるおそれがあり[20]，創造性教育がかえって mini-c の発達を損なうというパラドックスが存在していると考えられ

る．この問題を解決するためには，本研究が追求した mini-c が鍵となる．本論文は行動変容として mini-c の構造を明確化することに成功したが，今後より多面的な議論が積み重ねられることで little-c との連続性が明らかになる可能性がある．しかし，創造性教育のフレームワークにおいては，これまで欠けていた mini-c への理解と対応を重要課題として位置付けることが喫緊である．

6. まとめ

本研究では mini-c の育成に関する TTM の適用可能性，意思決定バランスの特徴，及び各変容ステージにおける mini-c 育成上の留意点が示された．

我が国においては創造技法に関する研究が盛んに行われており，知見も豊富に蓄積されている．また，近年では創造性教育の研究に対する要望や期待も高まっている[43]．このような状況の中で，mini-c に着目し，前熟考期にある人びとがどのように維持期に前進していくのかという点に注目した本研究は，これまで創造性教育の対象とならなかった mini-c を対象とするだけでなく，創造的になることに対して無関心な人びとも対象としており，個人の創造性に対するレディネスを応じた教育という考え方を提供することにより，今後の創造性教育の発展に貢献できるものであると考える．

今後，TTM を適用した mini-c の育成のためのグループワークの研究としては，TTM を適用した mini-c 育成グループワークの具体的プログラムの開発及びその効果測定に関する研究が必要であると考えられ，今後これらを明らかにしていく．

参考文献

[1] Kampylis, P.G. & Valtanen, J. (2010) “Redefining Creativity - Analyzing Definitions, Collocations, and Consequences”, Journal of Creative Behavior, Vol.44, No.3, pp.191-214.

[2] Kavadias, S. & Sommer, S.C. (2009) “The Effects of Problem Structure and Team Diversity on Brainstorming Effectiveness”, Management Science, Vol.55, No.12, pp.1899-1913.

[3] Sutton, R.I. & Hargadon, A. (1996) “Brainstorming Groups in Context: Effectiveness in a Product Design Firm”, Administrative Science Quarterly, Vol.41, No.4, pp.685-718.

[4] Beghetto, R.A. & Kaufman, J.C. (2007) “Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity”, Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, Vol.1, No.2, pp.73-79.

[5] Prochaska, J.O., Norcross, J.C., & DiClemente, C.C., (1994), Changing for good: William Morrow and Company, Inc.

[6] Hennessey, B.A. & Amabile, T.M. (2010) “Creativity”, Annual Review of Psychology, Vol.61, pp.569-598.

[7] Piffer, D. (2012) “Can creativity be measured? An attempt to clarify the notion of creativity and general directions for future research”, Thinking Skills and Creativity, Vol.7, No.3, pp.258-264.

[8] Simonton, D.K. (1999) “Creativity as blind variation and selective retention: Is the creative process Darwinian?”, Psychological Inquiry, Vol.10, No.4, pp.309-328.

[9] Csikszentmihalyi, M., (1999) “Implications of a systems perspective for the study of creativity”, Handbook of creativity, pp. 313-335.

[10] Nickerson, R.S., (1999) “Enhancing creativity”, Handbook of creativity, pp. 392–430.

[11] Plucker, J.A., Runco, M.A., & Hegarty, C.B., (2011) “Enhancement of Creativity”, Encyclopedia of Creativity (Second Edition), pp. 456-460.

[12] Amabile, T.M. (1983) “The social psychology of creativity: A componential conceptualization”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.45, No.2, pp.357-376.

[13] Sternberg, R.J. & Lubart, T.I. (1991) “An Investment Theory of Creativity and Its Development”, Human Development, Vol.34, No.1, pp.1-31.

[14] Lubart, T., Zenasni, F., & Barbot, B. (2013) “Creative potential and its measurement”, Int. J. Talent Dev. Creat, Vol.1, pp.41-51.

[15] Kasof, J. (1995) “Explaining Creativity: The Attributional Perspective”, Creativity Research Journal, Vol.8, No.4, pp.311-366.

[16] Runco, M.A. (1995) “Insight for Creativity, Expression for Impact”, Creativity Research Journal, Vol.8, No.4, pp.377-390.

[17] Runco, M.A. (1996) “Personal creativity: Definition and developmental issues”, New Directions for Child and Adolescent Development, No.72, pp.3-30.

[18] Runco, M.A. (2014) “‘Big C, Little c” Creativity as a False Dichotomy: Reality is not Categorical”, Creativity Research Journal, Vol.26, No.1, pp.131-132.

[19] Runco, M.A., (2004) “Everyone Has Creative Potential”, Creativity: From potential to realization, pp. 21-30.

[20] Kaufman, J.C. & Beghetto, R.A. (2009) “Beyond big and little: The four c model of creativity”, Review of General Psychology, Vol.13, No.1, pp.1-12.

[21] Sternberg, R.J. (2012) “The Assessment of Creativity: An Investment-Based Approach” , Creativity Research Journal, Vol.24, No.1, pp.3-12.

[22] Burkholder, G.J. & Nigg, C.C., (2002) “Overview of the Transtheoretical Model”, Promoting exercise and behavior change in older adults: interventions with the transtheoretical model,

[23] Burbank, P.M., Padula, C.A., & Nigg, C.R. (2000)

"Changing Health Behaviors of Older Adults", Journal of Gerontological Nursing, Vol.26, No.3, pp.26-33.
[24] Prochaska, J.O., DiClemente, C.C., & Norcross, J.C. (1992) "In search of how people change: Applications to addictive behaviors", American Psychologist, Vol.47, No.9, pp.1102-1114.
[25] Prochaska, J.O., Redding, C.A., & Evers, K.E., (2008) "The Transtheoretical Model and Stages of Change", Health behavior and health education: theory, research, and practice,
[26] Beghetto, R.A., Kaufman, J.C., & Baxter, J. (2011) "Answering the unexpected questions: Exploring the relationship between students' creative self-efficacy and teacher ratings of creativity", Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, Vol.5, No.4, pp.342-349.
[27] Beghetto, R.A. (2006) "Creative Self-Efficacy: Correlates in Middle and Secondary Students", Creativity Research Journal, Vol.18, No.4, pp.447-457.
[28] Tierney, P. & Farmer, S.M. (2002) "Creative Self-Efficacy: Its Potential Antecedents and Relationship to Creative Performance", Academy of Management Journal, Vol.45, No.6, pp.1137-1148.
[29] 芳賀 瑛・永岡 慶三 (2014) "ICT 健康介入に対応した Transtheoretical Model 尺度の開発とその評価", 教育システム情報学会誌, Vol.31, No.1, pp.38-47.
[30] 串田 修・村山 伸子 (2013) "男性勤労者の野菜摂取行動に関する意思決定バランス尺度の信頼性と妥当性の検討", 日本健康教育学会誌, Vol.21, No.1, pp.37-45.
[31] 工藤 晶子・野津 有司 (2012) "中学生におけるストレスマネジメントの変容ステージと意思決定バランスの尺度開発", 日本健康教育学会誌, Vol.20, No.2, pp.87-98.
[32] 堀内 聡・津田 彰・森田 徹 (2010) "ストレスマネジメントのための TTM 尺度短縮版の作成", 久留米大学心理学研究, No.9, pp.9-15.
[33] 赤松 利恵・大竹 恵子・島井 哲志 (2003) "減量における意思決定バランス尺度と行動変容の段階―減量の意思決定バランス尺度（DBI）日本版作成と信頼性、妥当性の検討―", 健康心理学研究, Vol.16, No.2, pp.1-9.
[34] 上地 広昭・竹中 晃二・鈴木 英樹 (2003) "子どもにおける身体活動の行動変容段階と意思決定バランスの関係", 教育心理学研究, Vol.51, No.3, pp.288-297.
[35] 岡 浩一朗・平井 啓・堤 俊彦 (2003) "中年者における身体不活動を規定する心理的要因―運動に関する意思決定のバランス―", 行動医学研究, Vol.9, No.1, pp.23-30.
[36] 荒井 弘和・平井 啓・所 昭宏・中 宣敬 (2006) "肺がん患者を対象とした外来化学療法に関する意思決定のバランス尺度の開発", 行動医学研究, Vol.12, No.1, pp.1-7.
[37] 西田 順一 (2012) "大学生の水泳・水中運動における意思決定バランスおよび主観的環境が行動意図に及ぼす影響：DBSSU の改訂を踏まえて", 大学体育学, Vol.9, No.1, pp.43-55.
[38] 西田 順一 (2011) "大学生の水泳・水中運動の恩恵と負担の測定 ： 意思決定バランス尺度の作成および信頼性・妥当性の検討", 大学体育学, Vol.8, No.1, pp.13-23.
[39] 脇本 景子・西岡 伸紀 (2011) "小学校高学年の給食関連行動に関する意思決定バランス尺度の開発", 日本健康教育学会誌, Vol.19, No.2, pp.115-124.
[40] 神家 さおり・角谷 雄哉・住友 かほる・麻見 直美 (2015) "小学校高学年における「バランスのとれた食事」に関する意思決定バランス尺度の開発", 日本健康教育学会誌, Vol.23, No.2, pp.123-133.
[41] 尼崎 光洋・清水 安夫・森 和代 (2009) "コンドームの使用行動に対する意思決定バランス尺度の開発", 思春期学, Vol.27, No.4, pp.333-341.
[42] 尼崎 光洋・煙山 千尋・清水 安夫 (2009) "大学生の携帯電話の E メールの使用に対する意思決定バランス尺度の開発", 学校メンタルヘルス, Vol.12, No.2, pp.81-86.
[43] 西浦 和樹・國藤 進 (2017) "SIG 設立と「アクティブ・ラーニング」に関する創造性教育研究の最新動向", 日本創造学会論文誌 Vol.20, pp.1-3.

生態学的な語彙意味論に向けて
Toward an "Ecological" Lexical Semantics

井上 拓也† 神原 一帆†
Takuya Inoue, Kazuho Kambara
† 京都大学大学院
Graduate School, Kyoto University
{severnayazemlya, kazy3024}@gmail.com

Abstract

This paper deals with one of the major semantic relations, hyponymy. According to manually-annotated data from British National Corpus, each subordinate and superordinate word shows idiosyncratic correlation with particular syntactic elements. The purpose of this paper is to explore the possibility that such characteristics can be interpreted ecologically (as well as evolutionally), which can provide us more appropriate explanation rather than traditional top-down definition of hyponymy and semantic relations.

Keywords — Theoretical Linguistics, Corpus Analysis, Ecological Psychology, Semantic Relations, Hyponymy

1. 導入

本研究では，心理主義的な立場に立つ言語理論である認知言語学の想定に社会的環境を含めた生態学的な視点を導入することの必要性について理論的な考察並びに具体的な事例分析を行う．この視点に立つことで，ある語彙を使用することの動機付けを，話者個人の主観的解釈にではなく，それが使用される言語コミュニティー内における適応的な価値に求めることが可能となる．本稿の構成は以下の通りである．

本節では生態学的な視点を導入することの妥当性について議論する．1.1 では従来の言語理論における問題点を指摘し，その解決策としての生態学的な視点の妥当性を 1.2 にて詳述する．その上で，1.3 にて本研究が分析対象とする上下関係 (hyponymy) の定義や特徴について詳述する．

2. では上下関係の分析における方法論を導入し，その結果を 3. にて提示する．そして 4. では，3. で得られた各変数の頻度を基に語彙間の差 (4.1)，範疇間における差 (4.2)，階層内の差 (4.3) の 3 点について生態学的な視点から考察する．最後に 5. にて本稿の総括を述べる．

1.1 従来の言語理論とその問題点

従来の伝統的な言語観は，言語はコミュニティの参与者間で意味を伝達するという情報モデルを採用しており，必然的に内在主義（internalism）と外在主義（externalism）の二分法を含意している．内在主義は言語というものをある話者の心内で生じている内的な現象であるとみなす．この一方で，外在主義は内的な思考を (心の) 外に表出し，聞き手に伝達するための道具であるとみなす．

認知言語学や生成文法といった言語理論はモジュール性のような点において対立するように見えるものの，言語の内在的な側面を強調する生成文法と，解釈と伝達のプロセスを強調する認知言語学は相互補完的であり，かつ両方の前提を共有している．

この前提について，[7] は次の 2 点の批判を与えている．(i) 内在主義的な前提では共通の意味が話者間で共有されている保証がない．(ii) 外在主義では言語によって意味が伝達されることが前提になっているため，推論のようなプロセスを考慮しても，なぜ話者が意図した内容を聴者が解釈できるのかという問題には答えられない．

特に認知言語学においては認知図式や参照点構造といった概念的な道具を用いた言語現象の記述・説明が行われている [8]．このような構造は認知言語学においては概念化者の心的な状態のみを記述したものであると考えられる為，こういった分析には当該の話者が存在する社会的な文脈が考慮されていないことが批判の対象となる [10, 16]．

1.2 理論的な解決策

本研究では，言語は「任意の言語記号を用い，ある概念に言及することによって生態的な価値 (=意味) を見出す行為」であるとする生態心理学的な観点 [11, p115] を採用する．この場合，意味や概念は（伝達さ

れるものではなく）環境に存在し，共同注意によって参与者間で共有されるものであると考えられる．この観点からは，話者間で同じ意味が共有されているかどうか，といった内在主義的な問題は生じない．また，意図や推論といった外在化のプロセスを介さず「生態情報の共有」という動機付けに基づいていると説明できるため，外在主義的な問題も回避することが可能となる．

さらに，この生態学的な言語観は，言語表現の選択に関する進化論的な議論とも整合する [2]．このモデルによれば，当該のコミュニティにとってより効率良く環境中の意味を特定することができる言語形式が選択され，より効率の悪いものは淘汰されると考えられる．何らかの情報を伝達する為に，より効率的な形式が実際のコミュニケーションに用いられていくようになる（選択されていく）というような想定は，現実からそれ程乖離したものであるとは考えにくい．

現代の言語学におけるコーパスは，当該言語の使用の実態をある程度代表していると想定されるが [14]，ある語彙の生起「環境」というように，生態学的なメタファーが用いられることがある [13]．上述のように生態心理学的な観点からは，言語使用は環境内における情報の特定として捉えられる．この意味においては，当該の言語使用者は，環境における情報を特定し，その生態環境から何らかの情報や意味を獲得するために，言語表現を用いていると考えられる．従って，言語行為には環境中の情報を獲得するという動機付けを見出すことができる．また，[13, p543] が指摘するように，「言語は語の生態系」であり，「一つのコーパスはその生態系の時間断面」であるだけでなく，言語（行為）は，実際の生態系における人間の情報探索活動の一断面を表す．

本研究の立場では，統語的な生起環境は言語使用者による情報探索活動という行為の特定のパターンとして解釈することができる．4. における考察は，このような観点から行う．

1.3 本研究で扱う対象

生態心理学的な分析は，これまでは談話分析 [15] や言語習得 [12, 18] の分野で応用が試みられている．本研究では生態学的な分析を語彙の意味論へ応用し，各語彙の使用に対して生態学的な説明を与えることを試みる．

本研究で扱う上下関係 (hyponymy) は複数の語彙間に成立する意味関係の一つであり，この関係は包摂関係によって特徴付けられる．次の (1) にこの関係の定義を記載する [3, p142]．この意味関係は (2) にあるような統語テストによって同定される [3, p141].

(1) **上下関係** (hyponymy):
   a. X が Y の下位語であった場合，Y の意味内容は X の意味内容の真部分集合となる．
   b. F(X) が F(Y) を含意し，F(Y) が F(X) によって含意されない場合に限り，X は Y の下位語となる．

(2) a. Xs are Ys (**Koalas** are **marsupials**)
   b. Xs and other Ys (**Koalas** and other **marsupials**)
   c. Of all Ys, I prefer Xs. (Of all **fruit**, I prefer **mangoes**.)
   d. Is it a Y? Yes, it's an X. (Is it a **tit**? Yes, it's a **coal-tit**.)
   e. There was a marvelous show of Ys: the Xs were particularly good.
   (There was a marvelous show of **flowers**: the **roses** were particularly good.)

このような上下関係の中でも，推移的な包含関係 [1] が成り立つものは特にタクソニミー (taxonymy) と呼ばれる．[8, p19] では，意味的な上下関係の形成に事態の認知の詳述性 (specificity) が関わると述べており，その他にもタクソニミーの分類法やその階層の数については様々な議論がある [1, 4, 5]．これらの議論においては，認知の詳述化がなぜ必要なのかという動機付けに関する議論は十分にはなされてはいない．

本研究では，現代英語における動物語彙並びに植物語彙における上位語–下位語の対が統語的にどのように使用されているのかを British National Corpus (BNC) から採取したデータを用いて考察する．ここでは特に，ある語彙がどのように使用されるのかという点を挙動分析 (behavioral profile) をベースに記述を与える [cf. 6].

生態学的観点に立つと，ある語が存在するということ自体が，その言語コミュニティにおける生態的な価値の反映とみなすことができる．言語人類学からは，ある言語では雪に関する語彙が多い，また別の言語においては雨の種類に関する語が多いといったような言

[1] 包含関係の中でも $X \subseteq Y$ と $Y \subseteq Z$ という関係から $X \subseteq Z$ という関係が成立するようなものを特に，推移的 (transitive) であるとする [9, p114]．上下関係であれば全てがこの推移的包含関係が成立するわけではない (e.g. specimen cup – cup – drinking vessel).

語の詳述性の違いに関する言及がなされる．このような言語による世界の分節化，ないしは範疇化は，認知言語学のいう認知的際立ちなどの何かしらの心理的指向性だけではなく，その範疇化が生態的，ないしは進化的に有利に働くような実用的な価値に裏打ちされていると考える．

従って，詳述性のような観点で結びつけられる語彙が使用される場面にはそれぞれ適応的な意義があると考えられる．ある情報を共有する為に使用される形式には一定のパターンがあると考えると，各語彙の使用には統語的にもそれぞれ差異が観察されると予測される．

このように，意味の違い，あるいは語彙階層の違い（と言われてきたもの）は，生態域の違いであり，言語使用（行為）の違いの明示化，ないしは挙動分析 [6] のような手法を用いたコーパスの観察によって明らかにすることができる．もう一つ抽象度の高い上下関係という関係性を一種の形式と捉えることで，生態域，すなわち語の統語的な共起パターンという側面から捉え，語彙間の差，階層内の差，範疇間における差という 3 点を分析，考察することを目的とする．

2. 方法

本研究では前節 (1) に定義した上下関係にある語彙を分析対象とする．なお，本研究で分析対象とする語は特に動物を表す *dog–animal–creature* に加え，植物を表す *rose–bush–plant* の計 6 語とする．動物語彙は [4, p136]，植物語彙は [4, p145] に例示されていたものを用いる．次の表 1 に各語彙の粗頻度を表す．

表 1　収集語彙と各粗頻度

語彙	粗頻度	語彙	粗頻度
creature	3775	*plant*	14383
animal	14999	*bush*	1588
dog	11560	*rose*	4033

これらの語彙を含む事例を British National Corpus (BNC) からそれぞれ各語，300 件ずつ無作為抽出によって収集した．この件数は収集した事例における一般性を保つために決定された．結果的には全体としては 1800 件の事例を分析対象とした．

前節で導入したように，各語彙がどのような統語環境において使用されるのかを次の表 2 に示すような複数のレベルに基づく形式的な特徴に基づくアノテーションを全事例に付与した．複数の変数の設定は，各語彙の使用傾向を可視化することを目的としており，これを探索的に分析する．これは [6] による挙動分析 (behavioral profile) の手法をベースにしている．

なお，純粋に意味的な（概念的な）アノテーションは非常に難易度が高く，大量の事例に対して一貫性を与えることが困難になることが予測されたため，今回は次の表 2 に示すような形式的な特徴のみを取り扱った．

表 2　使用した変数群

単複:	単数形，複数形
決定詞:	指示詞，所有詞，定冠詞，不定冠詞，無冠詞，数量詞，疑問詞
節:	主節，従属節
動詞:	非対格，非能格，他動詞，二重他動詞，コピュラ
態:	能動態，受動態
文型:	平叙，疑問，命令，感嘆

なお，本研究で採取したデータは動植物語彙の統語的要素の分布だけであり意味的な考察は独立してなされる必要がある．採集するデータ自体にも次のような制約を設定した．

(3) a. 対象語彙のいずれかが N_1N_2 という複合名詞 (e.g. *dog food*)，あるいは N_1*'s* N_2 という構文 (e.g. *dog's tail*) として生起した場合は意味的な主要部である *N2* 位置に生起した場合のみを対象とする．

b. N_1 *of* N_2 という *of* 句が用いられた場合は N_1 に生起したものを用いる．なお，*kind of* N_2 や数量を表す $N_{1\{a\ couple,\ one,\ some,\ many\}}$ *of* N_2 のような構文に生起した場合は分析対象とする．

(3) の制約は各共起する動詞との叙述関係が明確な要素のみを対象とするために必須であると考えられる．また，BNC から得られた事例の中でも同音異義語や，アノテーションが困難と判断された事例も同様に分析対象として排除した．(4) に排除例の一部をそれぞれ掲載する（斜体部参照）．なお，BNC から採取したデータに関しては以降も括弧を含めた形でレジスター ID を記載する．

(4) a. After 20 calls to *animal sanctuaries* a person who would foster Holly was found, so that the woman could have her operation. (AHC 755)

b. Hi! (SP:KPKPSUNK) Ah! Where's Jasmine? (SP:KPKPSUNK) Hello. (SP:KPKPSUNK) *Hello my plant.* (KPK 152)

c. *Days of wine and roses, and wild, wild parties with Devlin, Gittes and fellow nightowl Harry Dean Stanton* (...) became temporarily less important to him and, for a couple of years, he settled into the life of a happily married man, with Sandra seemingly intent on becoming the loving wife at home. (AP0 469)

d. The weakness had passed and her chin *rose.* (H9L 1212)

e. In both Scotland and Ireland, the Digital *plants* are the largest employers in the area and closure would be a devastating blow for the local economies. (K5A 4068)

なお，統語的な要素を分析した結果としてわかりやすい典型的な例としては次のような事例をそれぞれ採取した．(5) では動物語彙の，(6) では植物語彙の具体例をそれぞれ記載する．

(5) a. Brian combines the runs with his other hobby, ornithology, while taking care to avoid Taiwan's less welcome *creatures* – the 22 varieties of snake. (K92B 915)

b. What's worse is that before he died all the people who looked after the *animals* had left and got jobs with other circuses. (HYA 2072)

c. From out of the trees on the cliff side appeared a big black *dog.* (ABX 143)

(6) a. The pelargoniums we grow are derived from wild species native to South Africa, and it's interesting to see some of these *plants* in Hazel's collection. (ACX 1984)

b. People had to flee into the *bush*, seeking to hide from the bandits as best they could, coming into the village only by day. (B12 775)

c. The delicacy of hardy perennials is the ideal contrast to such strength; *roses* are the perfect climbing choice and the huge terracotta pot is an inspired full stop at the end of the vista. (ACX 1842)

3. 結果

2. 節に示した基準に従い，採取した事例に付与した各変数の頻度を表 3 に示す．ここで，各範疇の語彙毎の変数の生起頻度に対して χ^2 検定を用いた結果を表 4 に示す ($^{*}p < .05$, $^{**}p < .01$, $^{***}p < .001$)．その結果，節の分布以外には有意な差が観察された．それに加え，[17, p62] の記述に従い効果量 (Cramer's V) をそれぞれ記載する．効果量の目安は $V > .10$ ならば小，$V > .30$ ならば中，$V > .50$ ならば大とする．また，表 5 に有意差が見られた変数の頻度に対する残差分析の結果を示す．

4. 考察

本節では，ここで得られた結果について，(7) に挙げる三つの側面の特徴をそれぞれ個別に分析，考察していく．

(7) a. 同階層間の各動植物語彙同士の比較 (e.g. dog – rose)

b. 異なる範疇における上下関係同士の比較 (動物 – 植物)

c. 上下関係内の語彙使用比較 (e.g. dog– animal – creature)

4.1 同階層間の各動植物語彙同士の比較

分析対象である動植物語彙単体は，特に形態的な単複の傾向に特徴が見られる．両範疇において，最も詳述性が高い基本レベルの語彙の *dog* 並びに *rose* においては単複の相関に有為な差は見られないが，その上位語間にはそれぞれ生起しやすい単複の違いが存在するという特徴を持つことが観察される．

4.2 異なる範疇間における上下関係の比較

表 5 の結果によると，各語彙の使用が動物や植物といった範疇毎によって異なる傾向が観察される．

決定詞における各頻度を対応分析によって分析すると次の図 1 が得られる．範疇同士の比較として，各要素が共起しやすい要素は階層毎というよりも動物や植物といった範疇によって異なることが観察される．特に植物語彙は共起しやすい要素が互いに類似しているに対して動物語彙はそれぞれが異なった分布をなしていることが特徴として挙げられる．

表 3　動物語彙における各変数の頻度

		creature	*animal*	*dog*	*plant*	*bush*	*rose*
単複	単数形	146	78	123	85	124	95
	複数形	154	212	177	215	176	205
決定詞	指示詞	28	62	92	15	3	8
	所有詞	11	5	8	9	8	14
	定冠詞	84	118	67	74	137	78
	不定冠詞	77	40	63	40	54	38
	無冠詞	61	1	46	126	73	133
	数量詞	43	6	24	40	26	36
	疑問詞	6	29	1	0	1	0
節	主節	140	121	143	143	166	165
	従属節	152	149	155	155	133	134
動詞	非対格	33	5	7	8	24	11
	非能格	51	171	191	36	70	38
	他動詞	115	30	56	197	155	169
	二重他動詞	9	1	2	5	1	7
	コピュラ	87	63	36	49	40	60
態	能動態	277	230	258	244	263	255
	受動態	20	40	34	50	29	31
統語	平叙	280	265	283	285	293	278
	疑問	11	1	6	3	2	10
	命令	4	0	1	11	4	11
	感嘆	2	4	10	0	1	1

4.3　同一階層内の語彙比較

階層内での比較として，表 5 にある残差分析の結果を踏まえると，動物語彙の決定詞の使用においては，*creature* ならば無冠詞ならびに数量詞が，*animal* であれば定冠詞と疑問詞が，*dog* であれば指示詞といった形で相関しやすい要素がそれぞれ階層毎に異なっている．これとは対照的に，植物語彙においては *plant* と *rose* という二つの語彙は無冠詞が使用される傾向にあり，*bush* では定冠詞と不定冠詞が使用される傾向が観察される．

また，植物語彙の統語的要素の分布が互いに類似しているという点において，*rose* – *bush* – *plant* という語彙が意味的にもそれほど異なってはいないという可能性を示唆する．特に，*rose* と *bush* は次のような形で複合名詞として使用される例も観察された．

(8) a. Water *rose bushes* regularly in dry weather, dead-head any faded flowers and spray with Roseclear (ICI) against mildew, blackspot and aphids. (ACX 333)

b. 'Yet you have a *rose bush*,' he retorted. (H90 2238)

(8) のような下位語–上位語という形で複合名詞ができるという傾向は今回分析対象とした動物語彙では観察されない．*plant* を上位語とした範疇では，これらの語が明確に区別されていないことを示唆する．あるいは，*flower* – *rose* などの他の上下関係範疇の競合が起こりやすいという可能性も考えられる．この場合は，先行研究にて提示されている (2) に挙げたような統語テストが有用になるだろう．事実として (2e) では，*rose* の上位語として *flower* が挙げられている．これによって植物語彙の統語的な振る舞いが類似しているということを説明することが出来る．

それに加え，新しい示唆として範疇間を比較した際は，図 1 にあるように上下関係がより顕著な語彙同士は．その統語的要素の分布の相関関係が異なる傾向にあると捉えることが可能であろう．

表 4　結果

	範疇	χ^2 検定量	自由度	p 値	有意差	*Cramer's V*
単複:	動物	$\chi^2 = 30.1487$	$df = 2$	$p = 2.84e-07$	***	0.184
	植物	$\chi^2 = 12.2296$	$df = 2$	$p = 0.00221$	***	0.117
決定詞:	動物	$\chi^2 = 182.4942$	$df = 12$	$p < 2.2e-16$	***	0.323
	植物	$\chi^2 = 64.3719$	$df = 12$	$p = 3.561e-09$	***	0.188
節:	動物	$\chi^2 = 0.7386$	$df = 2$	$p = 0.6912$	*nf*	0.029
	植物	$\chi^2 = 4.3362$	$df = 2$	$p = 0.1144$	*nf*	0.07
動詞:	動物	$\chi^2 = 198.9314$	$df = 8$	$p < 2.2e-16$	***	0.341
	植物	$\chi^2 = 38.6675$	$df = 8$	$p = 5.665e-06$	***	0.149
態:	動物	$\chi^2 = 15.2239$	$df = 2$	$p = 0.0004945$	***	0.142
	植物	$\chi^2 = 9.6994$	$df = 2$	$p = 0.007831$	***	0.106
文型:	動物	$\chi^2 = 18.7923$	$df = 6$	$p = 0.004529$	***	0.104
	植物	$\chi^2 = 12.7547$	$df = 6$	$p = 0.0471$	*	0.084

表 5　有意差が認められた変数の残差分析

		creature	*animal*	*dog*	*plant*	*bush*	*rose*
単複	単数形	4.221^{**}	-5.142^{**}	0.877	-2.442^{*}	3.389^{**}	-0.947
	複数形	-4.221^{**}	5.142^{**}	-0.877	2.442^{*}	-3.389^{**}	0.947
決定詞	指示詞	-6.389^{**}	1.369	5.114^{**}	2.678^{**}	-2.368^{*}	-0.313
	所有詞	1.067	-0.987	-0.124	-0.513	-0.875	1.383
	定冠詞	-1.782	6.001^{**}	-3.987^{**}	-3.356^{**}	6.262^{**}	-2.888^{**}
	不定冠詞	2.274^{*}	-2.535^{*}	0.153	-0.789	2.068^{*}	-1.272
	無冠詞	4.855^{**}	-7.032^{**}	1.886	2.256^{*}	-5.384^{**}	3.111^{**}
	数量詞	4.355^{**}	-4.232^{**}	-0.308	1.346	-1.728	0.379
	疑問詞	-2.417^{*}	6.774^{**}	-4.091^{**}	-0.707	1.423	-0.712
動詞	非対格	5.644^{**}	-3.026^{**}	-2.692^{**}	-2.174^{*}	3.207^{**}	-1.029
	非能格	-13.118^{**}	6.017^{**}	7.253^{**}	-2.472^{*}	4.257^{**}	-1.783
	他動詞	7.773^{**}	-5.784^{**}	-2.124^{*}	2.972^{**}	-2.739^{**}	-0.246
	二重他動詞	2.979^{**}	-1.740	-1.281	0.349	-1.976^{*}	1.632
	コピュラ	4.007^{**}	0.785	-4.786^{**}	-0.290	-1.845	2.146^{*}
態	能動態	2.873^{**}	-2.461^{*}	-0.472	-2.786^{**}	1.693	1.103
	受動態	-2.873^{**}	2.461^{*}	0.472	2.786^{**}	-1.693	-1.103
統語	平叙	-1.257	2.528^{**}	-1.207	0.100	2.436	-2.536^{**}
	疑問	2.426^{*}	-2.369^{*}	-0.114	-1.099	-1.660	2.758^{**}
	命令	2.162^{*}	-1.508	-0.688	0.994	-1.974^{*}	0.981
	感嘆	-1.851	-0.535	2.368^{*}	-0.999	0.499	0.499

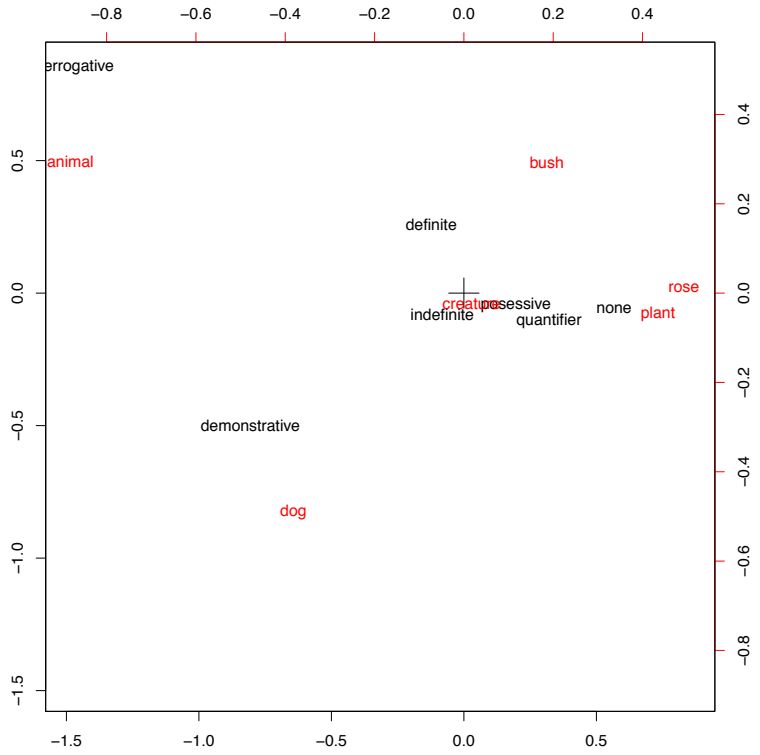


図 1　冠詞と各語彙の相関関係

5.　結論

本研究では上下関係に位置づけられる語彙の使用にはそれぞれ生態学的な価値があり，それは統語的な要素の共起関係に反映されるという可能性を BNC から得られたデータと共に議論した．先行研究で挙げられていた動植物語彙の使用を観察した結果，各語彙にはそれぞれ共起する形式的な特徴に違いが存在することが認められた．具体的には，基本レベルの語彙，階層，範疇間のそれぞれのレベルにおいて差がみられることわかった．以上のような結果から，従来のトップダウン的な上下関係の定義よりも，具体的な事例分析を通じた生態学的な解釈がより適切な各語彙の使用の理解に適切であることを示した．

参考文献

[1] Brent Berlin, Dennis E. Breedlove, and Peter E. Raven. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist*, 75:214–242, 1973.

[2] William Croft. Linguistic selection: an utterance-based evolutionary theory of language change. *Nordic Journal of Linguistics*, 19(2):99–139, 1996.

[3] William Croft and Alan D. Cruse. *Cognitive Linguistics*. Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

[4] Alan D. Cruse. *Lexical Semantics*. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

[5] Alan D. Cruse. Hyponymy and its varieties. In Rebecca Green, Carol A. Bean, and Sung Hyon Myaeng, editors, *The Semantics of Relationships*, chapter 1, pages 3–21. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2002.

[6] Stefan Th. Gries. Behavioral profiles: a fine-grained and quantitative approach in corpus-based lexical semantics. *The Mental Lexicon*, 5(3):323–346, 2010.

[7] Alexander Kravchenko. Cognitive linguistics, biology of cognition, and biosemiotics: Bridging the gaps. *Language Sciences*, 28(1):51–75, 2006.

[8] Ronald W. Langacker. *Cognitive Grammar: A Basic Introduction*. University of Chicago Press, Chicago, 2008.

[9] M. Lynne Murphy. *Lexical Meaning*. Cambridge University Press, Cambridge, 2010.

[10] Robert E. Port. Language is a social institution: Why phonemes and words do not live in the brain. *Ecological Psychology*, Ecological

Psychology:304–326, 2010.

[11] Edward S. Reed. *Encountering the World: Toward an Ecological Psychology*. Oxford University Press, New York, Oxford, 1996.

[12] Leo Van Lier. The ecology of language learning: Practice to theory, theory to practice. *Procedia Social Pand Behavioral Sciences*, 3:2–6, 2010.

[13] 黒田 航. コーパスは語句の「(抽象的) 生態系」である–コーパス基盤の認知言語学の基礎–. **日本認知言語学会大会論文集**, 6:541–544, 2006.

[14] 石川 慎一郎. **ベーシックコーパス言語学**. ひつじ書房, 東京, 2012.

[15] 名塩 征史. 会話を構成する情報の探索と二種類の調整 : 協応関係と赴きの調整. **国際広報メディア・観光学ジャーナル**, 12:41–61, 2011.

[16] 吉川 正人. 社会的圧力が形作る文法: 言語を社会知として見たとき何が言えるか. In **言語処理学会第 *16* 回年次大会 発表論文集**, pages 158–161. 言語処理学会, 2010.

[17] 水本 篤 and 竹内 理. 研究論文における効果量の報告のために –基礎的概念と注意点–. **英語教育研究**, 31:57–66, 2008.

[18] 宇都宮 裕章. 文法現象の教育言語学的考察：数量詞と格助詞を再考する. **静岡大学教育学部研究報告**, 64:1–13, 2014.

あなたの梅子度はどのくらい？ 親密度効果と大学生の属性推定への応用
How much Umeko-effects do you get? Familiarity and its application for personal property estimation of university students

小野 創[†]，柳野 祥子[‡]，小川 萌子[†]，大塚 亜未[†]
Hajime Ono, Ami Otsuka, Shoko Yanagino, Moeko Ogawa
[†]津田塾大学，[‡]株式会社ジャストシステム
Tsuda University, JustSystems Corporation
hajime@tsuda.ac.jp

Abstract
It has been well known that the response times toward a word modulate due to its lexical frequency and word familiarity. The word familiary available in the literature is collected often through a kind of questionnaire from a large group of the participants. On the other hand, it is conceivable that the familiarity of a given word vaires depending on the interests or experience from a particular individual. We measured the lexical decision latency for words that are frequently used by students from Tsuda University. Such a reaction time latency was compared with that for words used widely and commonly, and the latency differency is termed as "Tsuda-familiarity effect". We also report that the Tsuda-familiarity effect was observed in students from Tsuda University, but not in participants who are not from Tsuda University. We conclude that the familiarity effects observed in this study can be used for estimating a phase of personal property of university students.

Keywords — Lexical decision, familiarity, personal property estimation, reaction times

1. はじめに

単語に対する語彙判断に要する時間は様々な要因によって変化することは広く観察されており (for a general overview, Traxler 2012, etc.)、語彙頻度や親密度は代表的な要因として知られているものの一部である (Wolk, et al. 2004; Connine, et al. 1990; その他多数)。語彙頻度や親密度の高い単語は、それらが低い単語に比べて、一般的に反応速度が速くなる。その際拠り所とする親密度は、多くの被験者を用いたアンケートなどを通して得られた評定値であることが多い (Nusbaum & Dedina 1985, Whittlesea, et al. 1990, 天野・近藤・笠原 2008)。

このような親密度評定値は、母語話者集団全体としての総体的な親密度を反映したものということもできるかもしれない。当然ながら、個人の体験は集団の平均とは完全に一致するわけではなく、その個人の生活パターン、趣味、嗜好、経験などの様々な要因によって、どのような単語に対して親しみを持つか（接触の機会が多いか）は変化する。個人の体験などによって親密度が異なるというこのような観察を個人の属性推定に生かす取り組みは、情報工学分野でも活発に研究が進んでいる (Abel, et al. 2011, Conover, et al. 2011; その他多数)。マーケティングを通して、消費者一人一人に対してのカスタマイズや、語学学習の際の学習者一人一人の学習スタイルに合わせたカリキュラムの提案などへの応用も望まれている。

本研究では、親密度ベースの個人の属性推定が、語彙判断に要する反応時間という指標からどの程度可能であるのかを検討することを目的とする。特定の大学に属する学生が日常頻繁に接する単語を選定し、それらを親密度の操作として用いた語彙判断実験を実施した。そして、そのような親密度指標が属性推定に一定程度有効であることを明らかにした。

2. 実験

語彙判断課題を実施した。被験者は津田塾大学の学生 35 名（すべて女性）と他大学の学生など津田塾大学に属していない日本人母語話者 34 名（うち女性 19 名）であった（被験者の平均年齢は 22 歳）。ターゲット刺激語として、津田塾大学内で学生が日常の大学生活で接する機会の多い単語で、一般的にも日本語語彙として認知されている語を 60 語選定した（津田語：例「女性」「ジェンダー」「多文化」）。加えて、広く一般で使用されている単語で、かつ上記の津田語と語彙頻度が大きく異ならない単語も 60 語選定した（非津田語：例「人参」「防寒」）。津田語と非津田語の間は、平均文字数や平均モーラ数が異ならないよう、統制された。また、津田語と非津田語の間で、一般的な親密度に違いがないように、天野他 (2008)をもとにそれぞれの語に対す

る親密度を調査し､違いがないように統制した(表 1)。つまり、津田語と非津田語の間には、一般的な意味での親密度の差はないと考えられる。また付属的な分析の目的のために、それらのターゲット刺激は、語彙頻度によって高頻度語と低頻度語に分けられた（表 2)。語彙判断課題を実施するにあたり、非単語フィラーを 120 試行分用意した（例「むんご」「落符」)。

試行は、凝視点（1000ms）と空白（500ms）の後、文字列が表示された。被験者には、呈示された文字列が日本語の単語であるかどうかをできるだけ速く正確に、キーボードのキーを押すことで回答するように教示した。刺激呈示の制御には PsychoPy (Pierce, 2007)が用いられた。

表 1. 刺激語の平均親密度（7 点満点）と標準偏差

	平均親密度	標準偏差
津田語	4.83	1.62
非津田語	5.00	1.35

表 2. 各条件の刺激語における語彙頻度（対数頻度）カッコ内は標準偏差

	高頻度	低頻度	計
津田語	2.977 (0.589)	1.272 (0.566)	2.122 (1.028)
非津田語	2.517 (0.396)	1.564 (0.544)	2.040 (0.673)

3. 結果と考察

反応時間が他の被験者に比べて著しく遅かった被験者 1 名（非津田生）のデータならびに正答率の悪かった 5 つの刺激語（非津田語）のデータを除外した。残りのデータに基づいて、被験者属性と津田親密度別の平均正答率を算出した。それらの要因に基づいて分散分析を実施したところ、交互作用が観察され（F(1,66)=53.57, p<.001)、津田生は津田語に対する正答率が非津田語に対する正答率よりも高く、非津田生では逆のパターンがあることがわかった。

表 3. 被験者属性ごとの正答率（カッコ内は標準偏差）

	津田生	非津田生
津田語	98.2 (3.1)	87.2 (7.4)
非津田語	93.3 (4.7)	92.5 (4.5)

残りのデータから誤答の試行データを除外しターゲット刺激語に対する平均反応時間を算出した（表 4)。その上で、被験者の属性（津田生、非津田生）という被験者間要因、語彙頻度（高頻度語、低頻度語）と津田親密度（津田語、非津田語）の 2 つの被験者内要因に基づいて分散分析を実施した。

表 4. 被験者属性・語彙頻度・津田親密度ごとの平均反応時間（カッコ内は標準偏差）

	津田生	非津田生
津田語		
高頻度語	670 (100)	690 (118)
低頻度語	800 (139)	940 (244)
非津田語		
高頻度語	744 (122)	763 (138)
低頻度語	824 (154)	837 (174)

語彙頻度による主効果が観察された（F(1,66)=175.26, p<.001)。また、被験者の属性と津田親密度の交互作用が観察され（F(1,66)=16.46, p<.001)、単純主効果の検定から津田親密度効果が津田生には観察された（p<.03）一方、非津田生にはそのような効果が観察されなかったこと（n.s.）が明らかになった。具体的には、津田生は非津田語に比べて津田語に対する反応時間が有意に速かったが、非津田生にはそのような差がなかった。

本研究は、母語話者全体として観察される親密度ではなく、特定の大学（津田塾大学）に属する集団が日常接する単語を親密度の高い語として選定し語彙判断課題を実施した。その親密度効果は津田塾大学の学生には観察されたが、そこに属さない被験者群では観察されなかった。この結果は、特定の単語群に対する反応時間を用いることで被験者の属性の推定に用いることが可能であることを示唆する。この津田語に対する親密度効果（津田語と非津田語の反応時間の差）の大きさを、大学創設者の津田梅子にちなんで「梅子度」として指標化し、今後簡便に測定を実施するために、iOS と Android で動作可能なアプリケーションを開発した。現在アプリケーションについては、公開をするために処理を行っている（追加の情報は第 1 著者のウェブサイトに掲載予定)。

このような仕組みを通して、学生一人ひとりの大学への定着度の推定や学生生活に対する不適応への早期介入のヒントを捉えることが可能かもしれない。この

ような推定について、十分な効果を得るためのサンプル数の同定、またどのような刺激語が安定的に推定に寄与するのかなどについて今後検討することで、このような類いの親密度効果の背景となる要因について明らかにする端緒となることが期待される。

参考文献

[1] F. Abel, Q. Gao, G. J. Houben and K. Tao, (2011) “Semantic Enrichment of Twitter Posts for User Profile Construction on the Social Web”, The Semantic Web, Research and Applications, Springer, Berlin Heidelberg, pp. 375–389.

[2] C. M. Connine, J. Mullennix, E. Shernoff, and J. Yelen, (1990) “Word familiarity and frequency in visual and auditory word recognition”, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16, 1084–1088.

[3] M. D. Conover, B. Gonçalves, J. Ratkiewicz, A. Flammini and F. Menczer, (2011) “Predicting the Political Alignment of Twitter Users”, *Proc. of the International Conference on Socal Computing*, 192–199.

[4] H. Nusbaum and M. Dedina, (1985) “The effects of word frequency and subjective familiarity on visual lexical decisions”, (Research on Speech Perception, Progress Resport No. 11). Bloomington, IN: Indiana University.

[5] J. W. Peirce, (2007) “PsychoPy - Psychophysics software in Python”, *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1-2), 8–13.

[6] M. J. Traxler, (2012) Introduction to psycholinguistics. Wiley-Blackwell, Chichester, UK.

[7] B. W. A. Whittlesea, L. L. Jacoby, and K. Girard, (1990) “Illusions of immediate memory: evidence of an attributional basis for feelings of familiarity and perceptual quality”, Journal of Memory and Language, 29, 716–732

[8] D. A. Wolk, D. L. Schacter, A. R. Berman, P. J. Holcomb, K. R. Daffner, and A. E. Budson, (2004) “An electrophysiological investigation of the relationship between conceptual fluency and familiarity”, *Neuroscience Letters*, 369, 150–155

[9] 天野成昭・近藤公久・笠原要, (2008) “NTT データベースシリーズ : 日本語の語彙特性第 4 期 (第 9 巻) ”, 東京, 三省堂.

趣味への参入をめぐってー レジンアクセサリー制作における野火的活動の実際

Learning New Hobbies: Wildfire Activities in Resin Accessory Making

青山 征彦
Masahiko AOYAMA

成城大学社会イノベーション学部
Faculty of Social Innovation, Seijo University
aoyama@seijo.ac.jp

Abstract

Interviews on the ladies who enjoy the resin accessory making for hobby, concerning with the basis of learning and practicing their hobby. Their practices resemble each other in many respects, despite they have no connection at all. Their activities were examined with the notion of Engestrom's Wildfire Activity. Interviews showed the following points:(1)"Uchuu-nuri", the technique for painting starry sky with manicure, offer the template for novices, which enables novices making accessory easily, (2)prior experience of handcraft helps their starting new hobby, (3)"100yen-shops", which sell resin fluid or accessory parts cheaply, strongly supports their practice, (4)exhibition like comic market or design fiesta, offers broader context for their practice.

Keywords — Hobby, Resin Accessory, Wildfire activity

1. 目的

近年、サブカルチャーにおける実践への関心が高まっている。特に、コミュニティにおける学びや実践がどのような基盤に支えられているかについて、腐女子やコスプレイヤーの実践から検討が進められてきた（松浦・岡部（2014）など）。サブカルチャーにおける実践は、一部のマニアの楽しみであり、マニアでない普通の人々には関係がないもののように扱われやすい。しかし、これらのマニアは、頼まれてもいないのに多くの時間を割いて活動し、報酬が得られるわけでもないのに献身的にコミュニティに関わっている。なにがこうした熱心な活動を支えているのかを明らかにすることは、持続的な学びのコミュニティを実現する上で、一般の人々にとっても貴重な知見をもたらすはずである。

こうしたサブカルチャーの実践は、野火的活動と言えるものが多い。野火的活動とは、互いにつながり合っているわけではないのに、同時多発的に類似の活動が生じることを指す（エンゲストローム, 2013; 青山, 2015）。例えば、ひとたび大災害が生じると、ボランティアがあちこちから駆けつけるが、ボランティア同士には何のつながりもない、といった事態がこれにあたる。そもそも、草原で野火が生じるには、乾燥やガスの発生など、目には見えにくいが共通の要因があると考えられる。同様に考えるなら、野火的活動にも見えにくい共通土壌があるはずである。エンゲストロムはこれを菌根と呼んだ。地下で広がっている菌根から、地上のキノコがあちこちで生えるという見立てである。近年の研究から、マニアたちも、こうした共通土壌を持っていることが指摘されている。例えば、コスプレイヤーはコスプレ情報の集まる専門の SNS を利用して、衣装や小道具制作のヒントを得ている。ゲームマニアも同様に、ネット上の動画や攻略法サイトを共通に利用しているようである。

本研究では、このような関心から、レジンアクセサリーの制作という趣味をとりあげる。レジンとは、透明性が高い光硬化性の樹脂である。光硬化性であることから、加工は容易であり、このレジンを用いたアクセサリー制作が近年、若い女性のあいだで流行しつつある。レジンアクセサリーに関心を持ち、そのコミュニティに参入し、制作を続けていくプロセスについて、探索的に検討しながら、こうした実践を下支えしている菌根は何かを探りたい。

2. 方法

被調査者　インタヴューの対象者は、私立大学Aの４年生１名（以下、Aさん）と、私立大学Bの３年生１名（以下、Bさん）の計２名であり、2016 年 11 月～12 月にかけて、それぞれに対して１～２時間程度のインタヴューを行った。Aさんは、調査者が以前から趣味について聞いていた直接の知り合いである。Bさんは、共通の知人を介して紹介してもらった。

3. 結果

インタヴューにおける発話の書き起こしを示しながら、参入のプロセスや、参入を支えるリソースについて探索的に検討する。なお、本稿では、紙幅の都合により、インタヴュアーの発話を省略した。

（1） 参入のプロセス：Aさんは特に知り合いなどがいない状態で、独力で参入していた。一方、Bさんは、サークルの先輩から材料を譲り受けてスタートしていた。興味を持つきっかけとなったのは、イベントで販売されているアクセサリーを見たことや、ネットの画像を見たことのようである。

A；多分 Twitter かパソコンかどっかの、そういうネットとかなんですよ、情報源が。ゆうて、た、多分、あの、最初からこの宇宙塗りすごいやろうって思ってて。誰かの作品を見て。あ、すごいって思って。そっから、ちょうどしかもそれが作品の説明じゃなくて、その、レジンアクセサリーの作り方の説明だったんですよ。で、こういう、UV で固まる樹脂があって、そんなかにパーツを入れてこうやって固めると、アクセサリーが出来るんだって、いう説明付きで。こういうものがあって。

B：で、なんかコミケとかあるじゃないですか。ああいうのでも、結構レジンのアクセサリーとか出してる人がいるんですね。でなんか、やっぱ綺麗なので、欲しいなあって思ってたんですけど。で、大学に入って、ハンドクラフトサークルっていうサークルに入ってえ、はい。でなんかそこに、で、に入っ、の先輩にレジンをやってる方がいて。で、その方が、あの、レジンやってみたいんですよねって言ったらレジンに使う用の、なんか結構使い勝手が良いマニキュアとかをプレゼントしてくれたりして、でそこで始めたって感じですね。

（2） 宇宙塗り：参入のきっかけとして興味深いのは、「宇宙塗り」と言われるレジンアクセサリーの代表的な作例が繰り返し語られる点である。印象的で作ってみたいと思わせるものがあると同時に、ネット上に動画等で作成方法が豊富に提供されていることから、両者とも初期に宇宙塗りに取り組んでいる。

A：えーっと、最初ー最初はその文章に、この中身宇宙塗りでやったんですっていう説明文があって、宇宙塗りってなんだろうって調べたら、YouTube とかにいっぱい載ってて、宇宙塗り、塗り方とか、レジンのその下のベースの色の塗り方マニキュア編みたいとかなんだとあります一杯。で、それ見て、あ、これ自分でも出来そうとか思って。

（先輩がくれたマニキュアはやっぱり宇宙塗り用のマニキュアは入ってたんですか）
B：あ、そうですね。なんかそういう系、塗り方がしてみたいんですって言ったら、これ良いよーって言って。

B：あー何かネットで塗り方を探して、もう最初はできないんで、その通りに塗りました。そうですね。マニキュアの種類まで指定してくれて、この 3 種類を使いましょうみたいな。

（3） 材料の調達：制作に必要な材料は、主に１００円ショップで購入されている。もちろん、細かなパーツなどは後述するように専門店で購入されているが、１００円ショップにも制作に使うことのできるものが揃っており、制作を下支えしている重要な存在であることがわかる。

A：使う色適当に 100 均だからいいやっていって片っ端から全部買って。マニキュア 100 均でも出来るって宇宙塗りの説明にも書いてあったので。

B：レジン液百均でも売ってるよって教えてもらって。で、それで作、あ、ほんとかって思って作りました

B：フレームはやっぱり百均なんですけど。売ってます。百均で。（中略）いや、百均大好きなんで通ってましたね。

（4） 専門店へのアクセス：１００円ショップでもさまざまなものが入手できるが、凝ったパーツは専門店で入手することになる。Aさん、Bさんとも、こうした専門店を利用していたが、共通しているのは、もともとこうした専門店に行っていたという前史があることである。逆に言うと、前史があるからこそ、スムーズな参入が可能になったとも言える。

A：月と猫っていう、よく人気の相性っていうか、タッグで（うん。え、その、パーツ自体はどっかで仕入れてくるの？）あ、仕入れますね。そ、パーツ

自体は、パソコンとか携帯の minne っていうハンドメイド。ハンドメイドのあのサイトで、パーツで買ってます。

A：このメーカー私、ここす、よく使ってるんですけど、パーツクラブ、これグラムパーツっていうんですけど。ここー、のメーカーでこのお花とか買ってるんです。花だったり、ここー、ほんとに、そういう、ハンドメイド専門のお店で、こういうパーツ一杯売ってます。

B：貴和製作所っていう手芸屋さんがあるんですけど、何か前からレジンはしないけど天然石のビーズとかでブレスレットを作るのが好きだったんですよ。でもその時に買ったパーツが余ってたりとか、後、家の近くに貴和制作所があるんで、そこに行って作りたいパーツを。

（5） 作る動機：基本的に、自分の作りたいものを作るのだが、友人から頼まれて作ることもある。Aさんは販売はせず、自分で持っていたり、人にあげたりする。Bさんも、人にあげたりしていたが、販売がきっかけになって、制作していたこともあるようである。販売は、お金もうけという側面よりも、作品を評価してもらえるきっかけのように見受けられる。

A：基本こうやって作ったのはあげ、はしないんですけど、頼まれることはちょこちょこあるんで、それ用で作るのは勿論あげたりとかしますね。

B：11 月にある文化祭でフリーマーケットを出したんですね。で、そこで、自分の作品を売りに出せるので、めっちゃ頑張っ作ってて。で、やっぱ売るってなるといっぱい数を作んなきゃいけなくて。

（6） 作品の流通：制作したアクセサリーは、写真に撮ってＳＮＳなどに公開される。作品が、周囲から賞賛されることにより、制作の励みになる。

A：あーー。写真は、力作だと撮りますね。加工したりとか、角度見たりとか、わざわざ下地別の用意してこう撮ったりとかしますね（あー。え、で、それは Twitter とかにあげんの？）あげてます。あげてます。

B：最初に、たぶん続いたのも、作って続いたのも、すごいお気に入りを皆がしてくれたからなので。

B：私文化祭が終わって、いくつか売れ残ったのを minne っていう手芸サイトにだして、それで売ってたんですね。で、割と、おきに、minne にもお気に入りみたいのがあるんですけど。してくれる人とかがいて。たまに買ってくれる人とがいたんでそれが嬉しくてめっちゃ作ってましたね。

（7） 作家や作品とのつながり：こうした制作活動を、下支えしているものの一つとして、ＳＮＳと各種イベントは重要な情報源になっている。AさんもBさんも、ＳＮＳによって好きな作家の情報を得て、各種イベントに行ったりしている。イベントで作品に触れたり、ＳＮＳで新作の情報がきたりすることで、自身の制作のヒントが得られているようである。

A：デザフェスとかイベントに行って、そこで、直接お話聞いたりとか、作品見て買ったりとか。そこに名刺がもうご自由にお取り下さいってあるんで。あ、Twitter のアカウントあるってフォローして。あなたの作品買いました。すごい可愛いですみたいな感じでやり取りしたりとか。

A：多分それこそ、最初レジンーとかの、方で知り、知り合ったというか見つけた、すごい素敵なアカウントあって、その人がデザフェスに出るって言うので、来て、告知で来て、で、デザフェスってなんやってなって、パソコンで調べるとこういうサイトがもう 1000、2000 バアーって出てきて、行こうって。

B：デザフェス、デザインフェスタっていうイベントがあるんですけど、それに行くのがすごい好きなんですよ。で、なんかデザインフェスタにれ、やっぱりレジンの作品を出してる人がいて、そのうちの一人の方の作風がすごく好きで。で、なんか、この塗り方どうにか真似できないかなーと思って、頑張って。

4. 考察：何が野火的活動を支えているのか

(1)活動のテンプレート　野火的活動は、互いに通じ合っているわけではないのに、同時多発的に同様の活動が生じるのが特徴である。レジンアクセサリーにおいては、「宇宙塗り」と呼ばれる技法に人気があり、この技法が動画共有サイトで広く紹介されていたことが、参入をしやすくしていた。このように、「宇宙塗り」が、いわば活動のテンプレートとなっていて、どうすれば参入できるかが明確になっていた。新参者はテンプレートにしたがって参入することになるために、同時多発的な実践が可能になったのではないかと考えられる。

(2)活動の文脈　アクセサリー制作という活動は、個人に閉じたものというよりは、ＳＮＳやイベントを通じて開かれたものであったようである。いずれの協力者も、自分の作品を撮って、ＳＮＳに投稿することで、作品を他者に見てもらえる機会をつくっていた。そこでの評価が、制作の励みにもなっていた。また、イベントやＳＮＳに参加することで、制作を趣味や仕事とする人とつながりを持つことになる。このことは、制作のあり方にも影響していた。個人で制作していたとしても、その活動は個人を越えた文脈の中にあったと考えられる。

(3)活動のリソース　制作を下支えしている主なリソースは、Youtube のような動画共有サイトにある解説動画と、ダイソーに代表される百円ショップである（この点は、コスプレイヤーの制作活動について調査した松浦・岡部(2014)の結果と同様である)。そのため、Ａさんのように手ほどきをしてくれる他者がいない場合でも参入しやすいと考えられる。Ａさんは、自分の手指にはマニキュアを塗らないが、百円ショップでマニキュアを多数買いそろえている。また、Ｂさんは、レジンや、枠などのパーツを百円ショップで購入していた。

また、凝ったパーツや、細かなパーツの入手には、ネット上の販売店のほか、手芸専門店が利用されていた。こうした専門店は、以前から他のものを買うために利用していて、いわばなじみがあったことも、参入を助けていたように見受けられる。野火的活動を考えていく際には、活動の前史という観点が必要であることがわかる。

参考文献

[1] 有元典文・岡部大介（2013）．デザインドリアリティ増補版―集合的達成の心理学．北樹出版

[2] 青山征彦　(2015)．越境と活動理論のことはじめ．香川秀太・青山征彦 編『越境する対話と学び――異質な人・組織・コミュニティをつなぐ』　新曜社. Pp.19-33.

[3] エンゲストロム,Y.　山住勝弘（訳）(2013)．『ノットワークする活動理論』 新曜社.

[4] 松浦李恵・岡部大介　(2014)．モノをつくることを通した主体の可視化：コスプレファンダムのフィールドワークを通して．日本認知科学会『認知科学』第 21 巻 1 号 pp.141～p153..

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

数理パズル“タングラム”の洞察的問題解決における視線移動の分析

Eye-tracking analysis of the insightful problem solving of "Tangram".

中野 良樹†, 大槻 正伸‡
Nakano Yoshiki, Ohtsuki Masanobu

†秋田大学教育文化学部, ‡福島工業高等専門学校電気工学科
Akita University, National Institute of Technology, Fukushima College
Nakano@ed.akita-u.ac.jp

1. はじめに

タングラムとはパズルゲームの一種で，正方形から切り取った７個のピースを組み合わせ，物体や動物などの形を作る（図１）．国内の算数・数学教育では，しきつめ課題や「図形感覚」を育む教材として用いられる．タングラムは洞察問題の一種と考えられ（中野, 2009），定型的な知識では解決できず，発想の転換や「ひらめき」を要する．発表者らはライオン課題（図２上段）を用いて，洞察的問題解決の研究を継続してきた．その成果として，大きな三角形ピースをずらして配置することが問題解決を困難にすることを示した（図２上段灰色部分）．これは，作業者がピースを三角形や四角形などの幾何学図形に組み合わせる強い傾向，制約を有しているからである（渋谷・中野，2010）．制約とは「多様な情報の中から特定の仮説を選び出す生体の内的傾向性」で（開・鈴木，1998），本来は情報処理を効率化するが，洞察問題では解決への阻害要因となりうる．つまり，タングラムでは人間が幾何学的に思考する際の傾向性が制約として働く．

洞察問題の主要な特徴として解が突然にひらめく，すなわち，解決可能性への主観的な評価が洞察の生起と相関しないことが挙げられる（Metcalfe, 1986）．しかし, この傾向は単一の問題解決に取り組む過程内で生じることであり, 同種の洞察問題をくり返すなかでも, 主観的評価の高さが洞察問題の解決可能性の高さと関連するかどうかまでは検討されていない. タングラムには百種類以上の課題シルエットがあり, それぞれで正解配置が異なる. 本研究では同一の被験者に複数のタングラム課題をくり返し行わせることにより, 洞察問題の解決過程における主観的評価の変化と視線移動の特徴を明らかにする.

課題には従来のライオン課題に, 矢印課題とアヒル課題を加える（図２）．これらの課題では，ライオン課題とは異なるパターンの配置が正解となる. 先述し

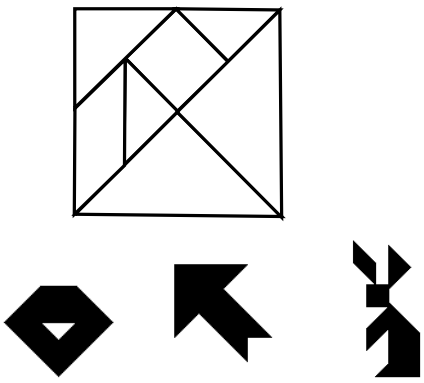


図１ タングラムを構成する７個のピース（上）と課題シルエットの例（下）.

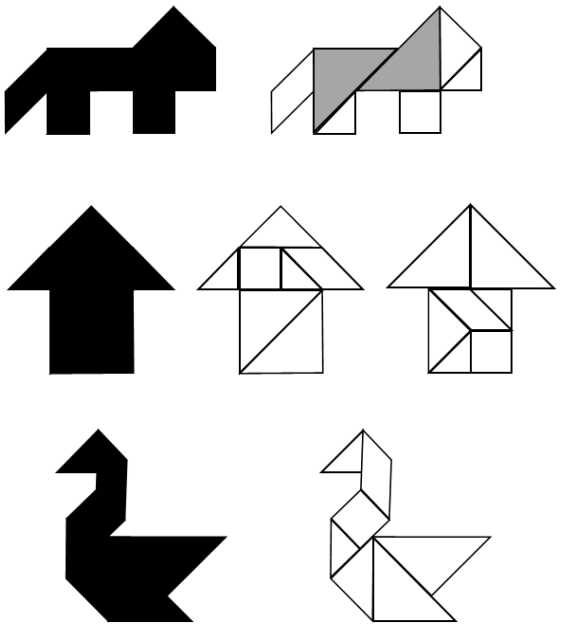


図２ 実験に用いたタングラムの課題シルエットと正解配置. 上段 : ライオン課題, 中段 : 矢印課題, 下段 : アヒル課題.

たように，タングラムでは作業者はピースを三角形や四角形など「きれいな形」に配置する傾向がある．矢印課題（図２中段）では，正解配置が２通りあり，しかも三角形や四角形を含んでいる．このことから，きれいな形を作る制約が問題解決を促進すると予測できる．このように，３つの課題では解決への促進要因も阻害要因も異なる．したがって，解決に至るまでの解決可能性への見通しや視線移動の特徴も，それぞれ異なるだろう．特に視線移動と洞察の関係については，Thomas & Lleras (2009)や田村・三輪（2011）は，洞察問題を思考中の視線を誘導することで解決へと導けることを示した．これらの知見から，タングラムでは主観的な評価からは捉えにくい洞察に至る認知過程が，視線移動の特徴に表れると期待される．

2. 方法

実験参加者　20名の大学生（年齢20～26歳，女性17名，男性３名）が実験に参加した．全員がタングラムの解決に取り組むのは初めてだった．

装置　タングラムは７個のピースによって構成される．これらは縦横11.8cmの正方形の木製板を分割したものである（図１上）．課題シルエットは３種類で，ライオン，矢印，アヒルとした（図２）．シルエットは白い紙に黒色で印刷されており，大きさは実物のピースを正解配置にならべた際の大きさのおよそ5分の１だった．作業中，参加者は「見通しメーター」によって，どの程度完成させる自信があるか主観的な解決可能性について評定した（以下，主観的自信度）．見通しメーターはvisual analogue scaleと段階評定の両方を組み合わせた．13段階の目盛りが設定され，左端の目盛りには「全くできそうにない」，右端の目盛りには「ほとんどできそう」というラベルを付けた．参加者は矢印を動かして，自分の状態を示した．矢印は目盛りと目盛りの間に置いても良いこととした．デジタルビデオカメラ (Panasonic NV-GS100)により，60㎝上方からピースの動きと見通しメーターの両方を撮影した．

手続き　まず，タングラムのピースと見通しメーターを置いた作業台に向かって参加者を座らせた．次に，課題シルエットを提示し，それと同じ形を７個のピースすべてを使って完成させるように求めた．その後で，課題をどの程度完成させられそうか，見通しメーターによって評定させた．評定の際には参加者はピースを見ても良いが触れてはいけなかった．各実験セッションは240秒間とし，セッション終了後に見通しメーターによる評定を行った。評定後に１分間の休憩を設けた．参加者が正しい配置を完成させたら作業は終了した．作業時間の合計を完成時間とした．制限時間は５セッション合計で20分とした．課題が完成した時点もしくは第５セッションの終了時点で測定を停止した．参加者が制限時間内に課題を完成させられなかった場合は，第５セッションの終了後に見通しメーターの評定は行わなかった．すべての参加者が３日間の実験を行い，１日につき，３種類の課題シルエットのうちいずれかに取り組んだ．課題の順番は被験者間でランダムに設定した．

眼球運動の測定　タングラムのピースを操作している最中の眼球運動を記録し，視線の移動を測定した．測定には竹井機器製のTalk Eye Liteを使用した．眼球運動の記録は右眼から行い，33 Hzでサンプリングした．参加者の頭部をあご台で固定し，測定中は作業台から眼球までの距離をおよそ50㎝に維持した．作業台が参加者の正面を向くように，水平面に対して15°上に傾けた．また，ピースを視野の外へ移動させないように，縦30cm，横50 cmの枠から出さないよう教示した．眼球運動は作業開始の合図の直後から測定を開始した．

3. 結果

各課題シルエットを完成させた参加者は 20 名のうち，ライオン課題では９名，矢印課題では 12 名，アヒル課題では９名で，完成率に課題間の差はなかった．また完成までに要した時間の平均値（完成時間）はライオン課題が 594.7 sec (SD = 376.0 sec, Min = 106 sec, Max = 1080 sec)，矢印課題が 483.6 sec (SD = 331.1 sec, Min = 58 sec, Max = 1030 sec)，アヒル課題が 513.7 sec (SD = 238.1 sec, Min = 240 sec, Max = 827 sec)だった．このように，完成時間に課題間で差はなかった．この結果から，以後の分析は課題間での指標の比較よりも，課題の完成時と未完成時での各指標の違いに焦点を絞る．

主観的自信度に関しては，３つの課題ごとに完成できた参加者（Completer）と完成できなかった参加者(Non-completer)に分けて，セッションごとの平均評定値を求めた．全体的な傾向を捉えるため，図３には３つの課題での平均値を Completer と Non-completer ごとに示した．評定値の変化の傾向としては，作業開始前の第１セッションで最も評定値が高く，セッションが進むにつれて減少している．しかし，課題ごとに

完成できた参加者の内わけが異なるため，各参加者がCompleterもしくはNon-completerのプロットに含まれる回数は異なる．このため図３の平均値の差をそのまま統計的に比較することはできない．しかし全体の傾向として確認できるのは，Completer でもNon-completer でも第１セッションで最も主観的自信度の評定値が高く，後続のセッションで値は次第に低下した．

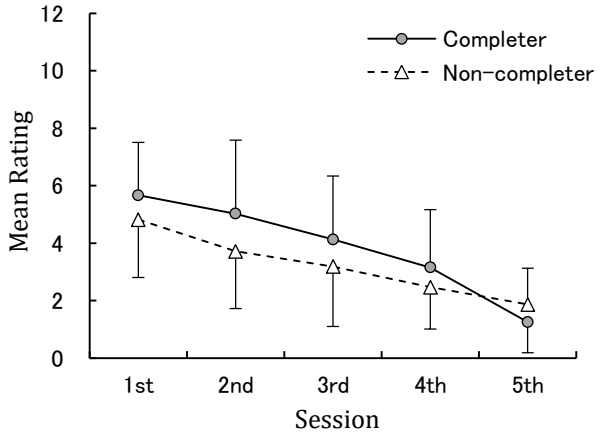


図３　完成者（Completer）と未完成者（Non-completer）で３つの課題をまとめて算出した自信度の平均評定値.

この傾向がタングラム課題の成績の高低によって参加者間で違いがあるかどうかを比較するために，３つの課題のうち２課題以上を解決できた参加者をHigh-achiever（11 名），１課題もしくは全く解決できなかった参加者をLow-achiever として２群に分けた．さらに，実験セッション全体を作業開始前 (Before)，最終セッション（Last），その中間のセッション（Middle）の３つのセッション段階に分割した．すべての参加者で Before は第１セッションの評定値である．Last は課題を完成した際には完成直前のセッション後の評定値で，完成させられなかった場合は第５セッションの評定値となる．Middle に関しては，上記以外のセッションの評定値とした．Middle に属するセッションが複数の場合は平均評定値を求めた．第１セッションのうちに課題が完成した場合には，評定値はBefore に属するとみなした．第２セッションで課題が完成した場合には，第１セッションの評定値を Before，第２セッションの評定値を Last とし，Middle の評定値は無いものとした．以上の手続きで参加者ごとに３つの課題全体にわたっての各セッション段階での平均評定値を求めた．High-achiever と Low-achiever の群ごとに平均値を表１に示した．平均値の差の検定に関しては，２名の High-achiever が全ての課題で第２セッションまで課題を完成したため Middle のセッション段階が欠損値となり，分析からは除外した．残りの18 名の参加者に課題成績 (High vs. Low)×セッション段階(Before, Middle, Last)の２要因分散分析を実施した結果，セッション段階の主効果が有意だった ($F(1,16)= 19.6, p < .01$)．下位検定の結果，Before での自信度はMiddle およびLast の評定値よりも高かった．課題成績の主効果と要因間での交互作用は有意ではなかった．すなわち High-achiever と Low-achiever との間で自信度の評定はどのセッション段階においても差がなかった．

表１　課題成績およびセッション段階での主観的自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
Before	5.7 (1.6)	4.7 (1.8)
Middle	3.9 (1.9)	3.3 (1.1)
Last	4.0 (2.5)	2.1 (1.0)

（ ）内は SD

表２　課題成績および実施日順による主観的自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
1st day	4.6 (1.8)	3.0 (1.5)
2nd day	4.8 (2.0)	3.9 (1.4)
3rd day	5.4 (2.6)	3.0 (1.5)

（ ）内は SD

実験では全参加者が３つの課題を１日につき１課題ずつ取り組んだ．このとき，課題の繰り返しによって主観的自信度の評定に違いがあるか検討するため，High-achiever と Low-achiever のそれぞれについて，実施日ごとに全セッションをまとめた平均評定値を求めた（表２）．課題成績 (High vs. Low)×実施日(1st day, 2nd day, 3rd day)の２要因分散分析を実施した結果，課題成績の主効果が有意だった($F(1,18 = 38.2, p$

< .05). 実施日の主効果および２要因間での交互作用は有意ではなかった.

次に，各参加者内で課題を完成できた場合とできなかった場合とで，主観的自信度の評定の違いを比較した. 具体的には, 参加者 20 名のうち３つの課題すべて完成できた参加者４名と，すべてで完成できなかった参加者６名を除外し, 残りの 10 名の参加者を分析の対象とした．この 10 名に関して，完成できた課題(Completed task)と完成できなかった課題(Incomplete task)それぞれにおいて，主観的自信度の平均評定値を Before，Middle，Last のセッション段階ごとに算出した（表３）．課題完成(Completed vs. Incomplete)×セッション段階(Before, Middle, Last)の 2 要因分散分析を実施したところ，セッション段階の主効果が有意だった($F(1,8) = 11.05$, $p < .05$). 下位検定の結果，Before では自信度の評定値が Middle および Last よりも高かった．課題完成の主効果に関しては，Completed task においての方が Incomplete task においてよりも有意に評定値が高かった($F(2,16) = 14.36$, $p < .01$). さらに２つの要因間で交互作用が有意だった($F(2,16) = 3.66$, $p < .05$). 単純主効果の検定の結果，Before では Completed task と Incomplete task の間で主観的自信度の評定値に差はなかったが, Middle（$p < .05$）と Last（$p < .01$）では Completed task の評定値の方が Incomplete task の評定値よりも高かった. すなわち，同一の参加者内では課題を完成できたときの方が完成できなかったときよりも，作業中のセッション段階での主観的自信度の評定が高かった．本研究では作業者の眼球運動を測定し，タングラム課題を遂行中のピースの注視時間や視線の移動を解析した．注視時間を分析する対象領域（area of interest; 以下 AOI）はピースごとに設定した．各ピースの中心点からピース全体を囲う円の範囲内を AOI とし，その領域内に33msc以上視線が停留したとき当該ピースを注視したとみなした．したがって，視線が高速でピース上を通過した時間は含まれない．この分析法では，複数のピースが隣接して置かれるとAOIは重なることになる．この場合，それらのピースすべてを注視しているとみなして，各ピースへの視線の停留時間を累積した．表４には，各ピースの AOI の累積停留時間を全ピースで総計し，１秒あたりの停留時間に換算した値を，課題ごとに完成者(Completer)と未完成者(Non-completer)に分けて示した. 完成者では前半（1st half）は完成時間の前半分，後半（2nd half）は後ろ半分の累積停留時間とした．未完成者では作業開始から第３セッション開始後２分までを前半，それ以降から第５セッション終了時点までを後半とした．３つの課題では完成者と未完成者の内わけが異なるため，課題ごとに群（Completer vs. Non-completer）×時間（1st half vs. 2nd half）の２要因分散分析を実施した．その結果，ライオン課題では群の主効果が有意だった($F(1,18) = 5.25$, $p < .05$). また時間の主効果に関しては前半より後半の方が，累積停留時間が長い傾向があった($F(1,18) = 3.12$, $p < .10$). 矢印課題およびアヒル課題では，すべての主効果および交互作用は有意ではなかった.

表３ 完成課題と未完成課題での主観的自信度の評定値

	Completed task	Incomplete
Before	5.9 (1.6)	5.6 (1.8)
Middle	4.8 (1.3)	3.5 (2.1)
Last	4.1 (1.9)	2.1 (1.0)

（ ）内は SD

表４ 全ピースを注視した１sec あたりの累積停留時間

Lion task	Completer	Non-completer
1st half	193.1	267.5
	133.3	231.5
2nd half	203.2	299.0
	135.1	305.0
Arrow		
1st half	193.4	267.6
	141.6	216.2
2nd half	203.2	299.0
	147.3	241.1
Duck task		
1st half	150.0	218.1
	118.6	172.1
2nd half	135.0	202.5
	73.5	164.9

注）各 half の上段は平均値，下段は中央値を示す. 各数値の単位は msc / sec である.

表５ ピースおよびシルエットへの視線停留時間と視線移動距離の平均値

	High-achiever	Low-achieve
Pieces		
1st half	148.8 (95.1)	263.9
2nd half	156.4 (90.7)	294.8
Silhouette		
1st half	42.0 (35.2)	23.7 (19.9)
2nd half	28.4 (24.4)	8.7 (6.8)
Trajectory	73.3 (41.5)	43.5 (20.7)

注）単位は上段と中段の停留時間は msc / sec である．下段の視線移動距離(Trajectory)は deg / sec である．（ ）内の数値は SD を示す．

ピースへの視線の停留時間が課題成績の高低によって参加者間で違いがあるか比較するため，主観的自信度の評定の分析と同様に参加者を High-achiever（11名）と Low- achiever（９名）に分け，累積停留時間の平均値を求めた（表５上段）．課題成績 (High vs. Low)×時間（1st half vs. 2nd half）の２要因分散分析を実施した結果，High-achiever の方が Low-achiever よりも停留時間が有意に短かった($F(1,18) = 7.70$, $p < .05$). 時間の主効果および２要因間の交互作用は有意ではなかった．

上記の結果において，ピース表面への視線の停留時間が短いということは，その分作業者はピース上の広範囲にわたって視線を移動させた可能性が考えられる．すなわち，この視線移動距離が High-achiever と Low-achiever に差があるかもしれない．この点についてより直接的な証拠を得るために，作業者が課題を遂行中の視線の移動距離を視角に換算して算出した．表５下段は，1sec あたりの視点の移動距離 (Trajectory) について，課題遂行中の平均値を High-achiever と Low-achiever ごとに示した．検定の結果，High-achiever の方が Low-achiever よりも 1sec あたりの視線移動距離が長い傾向があった($t(18) = 1.85$, $p < .10$). 一方で，この移動距離の長さがシルエットを注視することと関連するかもしれない．すなわち，シルエットを頻繁に注視したために単位時間あたりの視線の移動距離が長くなった可能性がある．そこで，被験者に提示した課題シルエットを囲う四角形の領域内に視線が停留した時間を，被験者の視野画像から抽出した．表５中段は，課題シルエットへの視線の１sec あたりの累積停留時間の平均値を High-achiever と Low-achiever ごとに課題遂行の前半と後半に分けて示した．課題成績 (High vs. Low)×時間（1st half vs. 2nd half）の２要因分散分析を実施した結果，High-achiever の方が Low-achiever よりもシルエットへの停留時間が長い傾向があった($F(1,18) = 3.65$, $p < .10$). 時間の主効果に関しては，前半の方が後半よりも有意に停留時間が長かった($F(1,18) = 8.74$, $p < .01$). ２要因間での交互作用は有意ではなかった．

一連の分析の結果，課題成績にもとづいて群分けした High-achiever と Low-achiever とのあいだに，視線の停留時間や移動距離に差がみられた．こうした課題成績による視線移動の違いが被験者内でも生じているのかを検証するために，自信度の評定の分析と同様の分析を行った．まず，３つの課題のうち完成できた課題（Completed task）と完成できなかった課題（Incomplete task）の両方を経験した被験者 10 名を抽出した．このうち１名は眼球運動の測定データの不備により除外した．残りの９名の参加者内で停留時間と視線移動の距離を Completed task と Incomplete task で比較した（表６）．その結果，1sec あたりの視線の移動距離に関してのみ課題完成時 (55.4 deg / sec) の方が未完成時（68.8 deg / sec）よりも移動距離が短い傾向がみられた($F(1,8) = 4.06$, $p < .10$). ピースおよびシルエットへの視線の停留時間に関しては，Completed task と Incomplete task では前半でも後半でも差がなかった．

表６ 被験者内における課題完成時と未完成時での視線停留時間と視線移動距離

	Completed task	Incomplete task
Pieces		
1st half	211.6 (162)	195.2 (112)
2nd half	225.4 (134)	268.5 (171)
Silhouette		
1st half	22.4 (33.1)	20.3 (20.6)
2nd half	16.7 (13.6)	12.9 (24.5)
Trajectory	55.4 (32.8)	68.7 (47.0)

注）単位は上段と中段の停留時間は msc / sec. 下段の視線移動距離(Trajectory)は deg / sec.（ ）内の数値は SD を示す．

4. 考察

本研究の目的は，中野（2009）で洞察問題の性質を有することが示されたタングラムにおいて，解決過程における作業者の解決へ見通しと視線移動の変化を検討することだった．洞察問題の一般的な傾向として，解決可能性への見通しは次第に低下し，その後の解決を予測しないか，むしろ解決した作業者の方が課題遂行中の自信度が低かったという結果が得られている(Metcalfe,1986)．本研究では，解決への自信度を評定させた数値はセッションが進むにつれて低下した．この結果は我々の先行研究とも一貫していた（中野，2003；渋谷・中野，2004）．この傾向は課題を解決したCompleterでもNon-completerでも違いはなかった．すなわち，Metcalfe（1986）の知見とは異なり，タングラムの解決過程においては作業者本人の自覚的な解決への見通しは，その後の問題解決の成功，不成功を予測することはなかった（図１）．

一方で，タングラムが従来の洞察問題と異なる点は，同種の問題解決をくり返し被験者に行わせられる点にある．これまでの洞察研究に用いられた文章問題（Metcalfe, 1986; Patrick et. al, 2014）やパズル問題（開･鈴木, 1998），図形問題（Kaplan & Simon, 1990）のほとんどは，問題解決者がいったん解をひらめくと容易に解決に到達できるため，その後は同種の問題解決をくり返すことはできなくなる．これに対してタングラムでは課題シルエットが何種類もあるため，一つの課題シルエットを解決した後でも，また新しい課題に取り組ませることができる．この利点により，従来の洞察研究にはなかった２つの新しい観点からの分析が可能にな．第一に，個人内で課題解決時と未解決時の洞察過程を比較することができる．そして第二に，個人内で問題解決をくり返すことによる洞察問題への習熟を検討することができる．最初に主観的自信度の評定に関して，この２つの観点からの分析を行った．第一の観点である課題解決時と未解決時における個人内の比較では，作業開始前の時点では完成課題と未完成課題の間に主観的自信度の評定に差はなかった．しかし，開始後の中間段階（Middle）では完成課題での方が未完成課題のときよりも主観的自信度の評定は高かった．この結果は，作業者はタングラムの課題自体の難易度を，解決過程の進行に伴ってある程度正確に予測できたことを示す．一方で，完成課題のときでも解決直前のセッション段階（Last）で自信度の評定が上昇しなかった結果から，作業者は目の前の状態が完成に近づいているかどうかを推定することはできなかったとみなせる．特にHigh-achieverにおいても，完成直前の段階（Last）で主観的自信度が上昇することはなかった（表１）．

第二の観点からの分析では，実験初日から３日間の主観的自信度の変化をHigh-achieverとLow-achieverの間で比較した．この結果，いずれの群においてもタングラムの問題解決の繰り返しにより，主観的自信度が個人内で上昇することはなかった．一方で，両群の間では主観的自信度にはっきりした差があり，High-achieverの方がLow-achieverよりも評定値が高かった．この群間での差は，実験初日から３日間通して一貫していたことから，本来参加者が有していたパズル課題の得意不得意という自己評価を安定的に反映したと考えられる．結論として，タングラムの洞察的問題解決では，作業者は課題そのものへの解決可能性は，作業開始後の比較的早い段階で見通すことができたと考えられる．しかし，たとえHigh-achieverであっても，現状がどれくらい解決に近いかは解決過程が進んでも正確に見通すことはできなかった．

本研究の第二の目的は，タングラムの解決過程における視線移動の特徴を明らかにすることだった．この目的のために，個々のピースを注視した時間を累積し１secあたりの停留時間に換算したうえで，全ピースにわたる総和を求めた．この1secあたりの累積停留時間を課題ごとに完成者と未完成者で比較したところ，ライオン課題においてのみ完成者の方が未完成者よりも停留時間が有意に短かった（表４）．統計的に有意な効果が得られたのはライオン課題だけだったが，他の２つの課題に関しても完成者で停留時間が短い傾向がみられた．そこで，タングラムにおける問題解決の成功と，ピースへの視線の停留時間が短いことに関連があるのかを検討するために，自信度の評定の分析と同様に，High-achieverとLow-achieverの２群に分けて累積停留時間を比較した．その結果，High-achieverの方がLow-achieverよりも有意に停留時間が長かった（表５上段）．この結果は解決過程の前半でも後半でも変わらなかった．これらの結果から，ピースを注視して視線が停留している時間が解決過程全体を通して短い方が，問題解決の可能性が高かったと考えられる．

逆にいえば，個別のピースに視線が停留せずに７個のピース全体を走査するように視線が移動した方が，問題解決の可能性が高かったと推測できる．この点に関してより直接的な証拠を得るために，セッション全

体で視線の総移動距離を視角に換算して算出した．1 sec あたりの移動距離を High-achiever と Low-achiever で比較したところ，前者の方が有意に長かった（表５下段）．この結果は上記の推測を裏付けるものであるが，検討すべき点も残されていた．本実験では課題シルエットを被験者の視野の右上に提示した．このシルエットを High-achiever の方が頻繁に見る傾向があったとすれば，それに伴って視線の移動距離も長くなるかもしれない．この点を検証するために，被験者の視線が課題シルエットを囲う四角形の範囲内に停留した時間を算出した．分析の結果，1 sec あたりの累積停留時間は，High-achiever の方が長かった（表６中段）．この結果は，High-achiever においてピースへの停留時間が短く，一方で視線移動距離が長かったことと関連しているのだろうか．シルエットへの注視時間のもう一つの特徴は，High-achiever でも Low-achiever でも後半になると注視時間が著しく減少することだった．この原因の推測として，解決過程が進行するにつれてシルエットの形は記憶表象として定着し，課題シルエットを随時参照しなくても，ピースの操作に注意を向けることができたと考えられる．したがって，もしシルエットへの注視時間とピースへの停留時間とに関連があるなら，停留時間は後半で増大したはずである．しかし，実際にはそのような傾向はなかった．つまり，High-achiever におけるピースへの停留時間の短さと，シルエットの注視時間とは無関連だといえる．これらの知見から，タングラムにおいて優れた問題解決者について二つのことが結論できる．第一に，特に課題開始当初は，課題シルエットを注視する時間が長い．そして第二に，特定のピースを注視するよりも，ピース全体に視線を移動させて広く走査する傾向がある．先行研究では，視線を適切な動きに誘導することによって洞察の生起確率が高まることが示唆されている（田村・三輪，2011；Thomas & Lleras, 2009）．この知見を踏まえると，本研究の High-achiever が示したように，７個のピース配置という問題空間を広く全体的に走査して捉えることが，タングラムの問題解決には適切な方略だった可能性が高い．さらに，適切な方略を実行していた High-achiever ですら，主観的には解決可能性を正しく評価できなかった．このことから，視線移動に表れる解決過程は作業者の意識下で制御されていると考えられる（鈴木・福田，2013）．最後に，今回は分析プログラムの制約から，視線の移動距離を解決過程全体でしか集計することができなかった．視線移動の時系列的な変化を検討することにより，こうした意識下での認知過程と洞察の生起との時間的な随伴関係をより明確に示すことができるだろう．

5. 引用文献

[1] 開一夫・鈴木 宏昭（1998）“表象変化の動的緩和理論：洞察メカニズムの解明に向けて”, 認知科学, Vol. 5, No. 2, pp.69－79.

[2] Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990) “In search of insight.”, *Cognitive Psychology*, No. 22, pp. 374-419.

[3] Metcalfe, J.（1986）”Premotions of insight predict impending error.”, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 12, pp. 623-634.

[4] 中野良樹（2009）“数理パズル「タングラム」における洞察的問題解決”, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学, Vol. 64, pp. 65 – 72.

[5] Patrick, J., Ahmed, A., Smy, V., Seeby, H., & Sambrooks, K. (2014) “A cognitive procedure for representation change in verbal insight problems.”, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 41, pp. 746 – 759.

[6] 渋谷宗・中野良樹（2010）“数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決可能性への主観的評価と潜在的評価”, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学, Vol. 65, pp. 47 – 56.

[7] 鈴木宏昭・福田玄明 (2013)“洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討”, 認知科学, Vol. 20, 353 – 367.

[8] 田村 昌彦・三輪 和久（2011）. “洞察問題解決における類推的手掛かり利用の検討”, 認知科学, Vol. 18, pp. 299－313.

[9] Thomas, L. E., & Lleras, A. (2009) “Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight.”, *Cognition*, Vol. 111, pp.168–174.

運動調整に基づく個人間の協調過程に関する検討
Analyzing the Process of Interpersonal Coordination between Paired Jugglers

市川 淳[1,2]，三輪 和久[3]，寺井 仁[4]
Jun Ichikawa, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai
[1] 名古屋大学大学院情報科学研究科，[2] 京都工芸繊維大学，
[3] 名古屋大学大学院情報学研究科，[4] 近畿大学産業理工学部
Graduate School of Information Science, Nagoya University, Kyoto Institute of Technology,
Graduate School of Informatics, Nagoya University,
Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering, Kindai University
j-ichikawa@kit.ac.jp

Abstract

We investigated whether skills were shared with abstraction level in the process of interpersonal coordination. In the experiment, participants practiced duo juggling in charge of either the right- or left- hand. They also practiced duo juggling in charge of alternative hands. The results revealed that in the practice after they altered in charge of hands, they achieved over 100 successive catches earlier than the practice before alternating in charge of hands. The findings also revealed that arms swing of duo juggling in the practice after they altered in charge of hands was as coordinate as that in the practice before alternating in charge of hands. These results indicated the possibility that the paired jugglers shared the skills with abstraction level and transferred them.

Keywords — Interpersonal Coordination, Adaptation, Acceleration Sensor

1. はじめに

タンゴダンスやボート，オーケストラでは，他者と行為を協調することが要求される [1]．このような個人間の協調 (interpersonal coordination) においては，他者の行為を予測し，その予測に対して自身の行為を調整することが求められると先行研究 [2, 3] では考えられている．さらに，[4] は，お互いの行為の表象と共有が，個人間の協調に関連すると主張する．ゆえに，ボート等においては，お互いの行為を表象し，共有したうえで，協調に関するスキルを共有することが重要である可能性が考えられる．

また，[5, 6] は，スポーツ等で，人は抽象化したレベルで課題に関するスキルを習得すると述べる．例えば，ゴルフのパッティングで言えば，人は，特定の飛距離を実現するパットの強さに関するスキルを習得するのではなく，パットの強さとボールの飛距離の関係性や，グリーンの勾配に応じたパットの強さとボールの飛距離の関係性に関するスキルを習得する．そのような抽象化した，一般化したスキルを習得することで，状況に応じた柔軟な運動が実現すると考えられている．そして，そのような特徴は，類似課題を行った際の正の学習転移と関連すると言われている．

以上を踏まえると，個人間の協調が要求される課題の達成過程において，人は抽象化したレベルのスキルを他者と共有するかといった点が疑問として挙げられる．抽象化したレベルのスキルを共有した場合，正の学習転移が観察されると考えられる．そこで，本研究では，ジャグリングの課題を用いて，他者と抽象化したレベルのスキルを共有するかを実験的に検討する．

具体的な課題として，ボールジャグリングの 2 人カスケードを取り上げる．2 人カスケードでは，ボール 3 個のトスとキャッチを行うための周期的な運動が要求される．2 人カスケードでは，1 人でボール 3 個のトスとキャッチを行う 3 ボールカスケードの右手を 1 人が，もう 1 人が左手を担当し，連続キャッチを行う (図 1)．手続きは以下である [7].

1. ボールを右手に 2 個，左手に 1 個それぞれ持つ
2. 右手のボール 1 個を左手にトスする
3. ボールが左手に落ちてきたら，その内側を通すように左手のボールを右手にトスする．落下してくるボールは左手でキャッチする
4. ボールが右手に落ちてきたら，先程と同様に，その内側を通すように右手のボールを左手にトスする．落下してくるボールは右手でキャッチする
5. 落ちてくるボールの内側を通して，左右の手で交

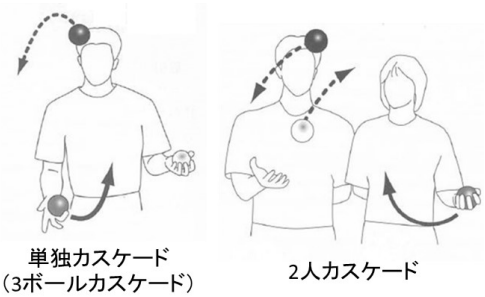


図 1　単独カスケードと 2 人カスケード（[7] から画像を引用）

互にボールをトスする

課題の特徴として，ボールの数と手続きは，単独カスケードと同様である．このことから，課題を行う 2 人がともに単独カスケードのスキルを習得している場合，他者との運動等の調整が，ボールの連続キャッチの維持に向けて重要になると考えられる．本研究では，単独カスケードのスキルを習得している 2 人が，2 人カスケードを行うと連続キャッチが続かない状態から始まる練習過程を観察した．

2.　方法

2.1　参加者

ジャグリングサークルに所属する大学生 1 組（2 名：参加者 U と参加者 S）が実験に参加した．2 名の参加者は，いずれも単独カスケードのスキルを習得していたが，2 人カスケードの練習は，未経験であった．

2.2　手続き

本実験は，単独カスケードフェーズと 2 人カスケードフェーズで構成される（図 2）．全てのフェーズで，ビデオ撮影を行った．

単独カスケードフェーズでは，始めにインタビューを行った．インタビューでは，単独カスケードの連続キャッチを続けるうえで気をつけるべき点について，自由に言語報告を行わせた．1 名が回答する間，もう 1 名は，実験室の外で待機した．次に，参加者がボールを落とさず，問題なく単独カスケードを行うことを確かめるためのテストを実施した．1 名ずつ，3 分間のウォーミングアップの後，30 秒間を 1 試行として，計 3 試行の単独カスケードを行った．また，確認テストの際，全ての試行で，参加者の両手首に加速度センサをつけて運動計測を実施した（サンプリング周波数 100 Hz）（図 3）．運動計測では，3 軸方向の加速度 (G) を記録した．

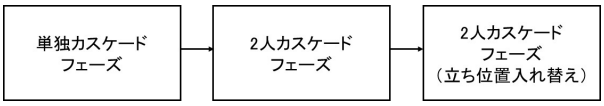


図 2　実験手続き

単独カスケードフェーズの終了後，2 人カスケードフェーズを実施した．参加者は，連続キャッチ数 50 回を目標に 2 人カスケードの練習を行った．練習では事前に，立ち位置を参加者に決めてもらい，積極的に話し合いながら練習するように教示した．なお，途中で立ち位置を入れ替えることは禁止した．1 ブロック 10 分間で，最大 6 ブロックとし，実験者と参加者の合意のもと，安定して連続キャッチが続くようになった段階で終了とした．練習では縦 70cm ×横 140cm の枠内で 2 人カスケードを行うように指示した．目標の連続キャッチ数を踏まえて，練習中に行う 2 人カスケードの 1 試行は最大 60 秒間とした．全ての試行で，ボールを操作する両手首に加速度センサをつけて運動計測を実施した．

練習終了後，インタビューを行った．インタビューでは，2 人カスケードの連続キャッチを続けるうえで気をつけるべき点，どのような練習過程を経て，その点に気がついたか，さらに，単独カスケードとの違いについて，自由に言語報告を行わせた．単独カスケードフェーズのインタビューと同様に，1 名ずつ回答を行った．

その後，参加者の立ち位置を入れ替えて，再び 2 人カスケードフェーズを実施した．先程のフェーズで右手を担当した参加者は左手を，左手を担当した参加者は右手を担当し，2 人カスケードの練習を行った．このフェーズにおいて，正の学習転移が観察されるかを検証する．立ち位置を入れ替えた以外は，同様の手続きであった．

2.3　分析

本分析では，課題のパフォーマンスとして連続キャッチ数を評価した．さらに，運動の協調性として相互相関係数を評価した．

運動の協調性に関して，3 個のボールを用いたカスケードでは，各手の位置や運動のリズムを一定にして，両手の運動を協調させることが重要である [8]．ゆえに，左右の手における加速度の時系列データが示す波形の類似度が高いほど，手の運動が協調していると

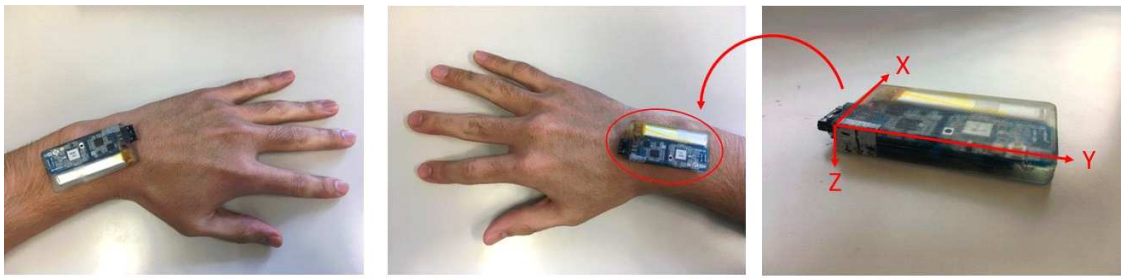


図 3　加速度センサ

考えられる．そこで，類似度を評価するために相互相関係数の分析を行った．

具体的には，3 軸方向の全ての成分を含む加速度合成の時系列データを使用した．ただし，Butterworth フィルタを 6Hz で適用し，ボールをキャッチした衝撃による高周波のノイズを可能な限り除去した．また，本分析では，定常状態の運動を分析した．そのため，時系列データにおける，ボールを手に持った初期状態の影響が現れる区間やボールを落とす直前の区間は分析から除外し，残りの区間を分析範囲とした．波形の 3 つ目の山のピークから，最後から遡って 3 つ目の山のピークまでを分析区間とした．そして，右手の時系列データを時間軸に沿って前後にずらしてゆき，左手の時系列データとの相関関係において，山のピーク同士が重なり，正の相関が最初に極大を迎える時の右手と左手による時系列データの類似度を相互相関係数として算出した．相互相関係数の値が 1 に近いほど，運動の協調性が高いことを示す．

確認テストで単独カスケードを行わせた際に取得した参加者 1 名あたり 3 試行，計 6 試行のデータと，2 人カスケードの練習を行わせた際に取得したデータを対象に相互相関係数の分析を行った．ただし，2 人カスケードについては，単独カスケードの結果と比較するために，連続キャッチ数 15 回以上を記録した試行を対象に分析を行った．

3.　結果

3.1　パフォーマンス

2 人カスケードのパフォーマンス推移を図 4 に示す．横軸は試行，縦軸は連続キャッチ（回数）を示す．三角のプロットは，連続キャッチ数 15 回未満の試行である．

ペアは練習を通して，最終的に安定して連続キャッチ数 100 回以上を達成したことを確認した．ただし，立ち位置を入れ替えた直後の数試行では，入れ替える前に 100 回以上を達成したにも関わらず，一時連続キャッチ数が低い水準で停滞した．そして，4 試行目で，立ち位置を入れ替える前の水準と同程度に回復したことを確認した．

3.2　運動の協調性

2 人カスケードの連続キャッチ数と相互相関係数との相関を図 5 に示す．横軸は連続キャッチ数，縦軸は相互相関係数を示す．

立ち位置を入れ替える前の練習において，連続キャッチ数と相互相関係数との間に有意な正の相関を確認した ($r = 0.62, p < .005$, 試行数 N =23)．他方で，立ち位置を入れ替えた後の練習においては，有意な相関はなかった ($r = -0.09, p = .77$, 試行数 N = 13)．

次に，各参加者の単独カスケード，立ち位置を入れ替える前の 2 人カスケード，および立ち位置を入れ替えた後の 2 人カスケードにおける相互相関係数を比較した結果を図 6 に示す．横軸は課題，縦軸は相互相関係数の平均値を示し，N は試行数を表す．エラーバーは標準誤差である．

課題要因（単独（参加者 U）/単独（参加者 S）/ペア（入れ替え前）/ペア（入れ替え後））を 1 要因とする分散分析を実施したところ，要因の主効果を確認した ($F(3, 38) = 12.71, p < .01$)．Tukey の HSD 法を用いた多重比較の結果，参加者 S の単独と立ち位置を入れ替える前のペアの間で，参加者 S の単独と立ち位置を入れ替えた後のペアの間で，そして参加者 U の単独と立ち位置を入れ替えた後のペアの間で相互相関係数に有意差を確認した ($ps < .05$)．他方で，ペアにおける立ち位置の入れ替え前後で相互相関係数に有意差はなかった．

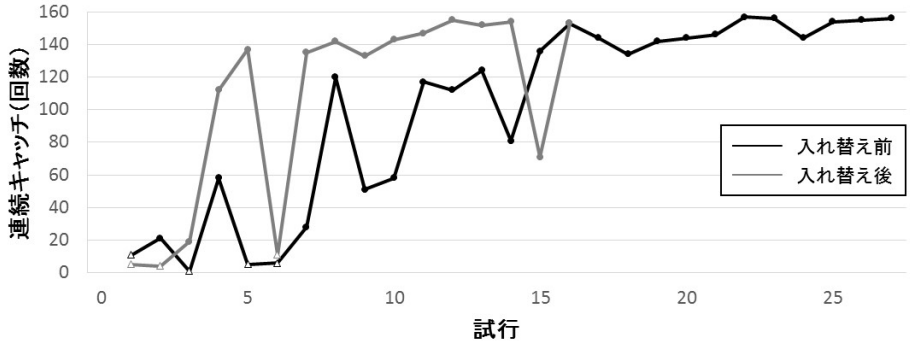


図 4　連続キャッチ数の推移

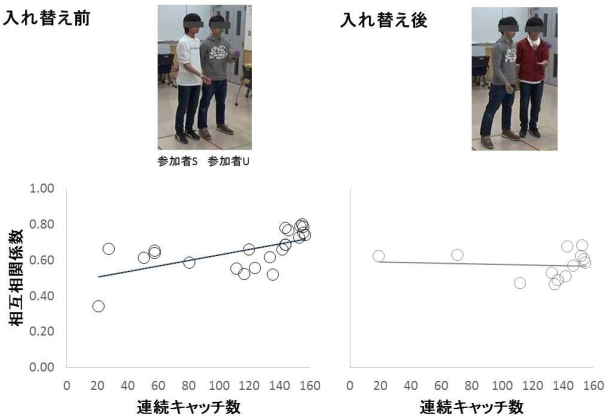


図 5　連続キャッチ数と相互相関係数との相関

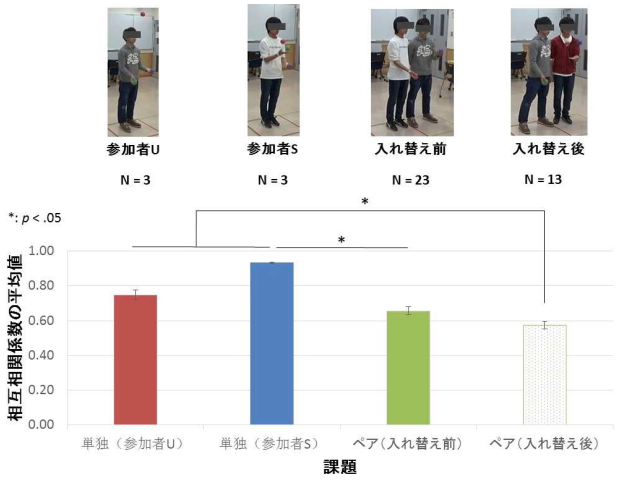


図 6　課題間での相互相関係数の比較

3.3　結果まとめ

ペアは 2 人カスケードの練習を通して，最終的に連続キャッチ数 100 回以上を達成した．ただし，立ち位置を入れ替えた直後の数試行において，入れ替える前に連続キャッチ数 100 回以上を達成したにも関わらず，パフォーマンスが低い水準で停滞したが，その後すぐに入れ替える前の水準に回復した．

さらに，立ち位置の入れ替え前後で，運動の協調性を示す相互相関係数が同程度であったことを踏まえると（図 6 を参照），立ち位置を入れ替えた後の課題において，正の学習転移が観察されたと言える．

4.　考察

本研究では，個人間の協調が要求される 2 人カスケードの達成過程において，正の学習転移を確認した．これは，抽象化したレベルのスキルを他者と共有したことを示唆する．先行研究 [5, 9] では，鏡映描写の課題において，利き手と利き手ではない手の間で正の学習転移が観察されている． 本研究では，他者との協調が要求される課題で正の学習転移を確認した．

立ち位置を入れ替えて実施した 2 人カスケードフェーズ終了後のインタビューで，2 名の参加者はともに，スキルを共有した状態で練習を開始したため，すぐに高いパフォーマンスを達成することができたと報告した．

具体的に，参加者 S は，連続キャッチを続けるうえで気をつけるべき点に関する質問において，「立ち位置を入れ替える前と異なる点はあまりなかった．最初は全然慣れていなくてできなかったが，右手でやっていた時の上達スピードよりも，左手の方が早くて，別に相違点というか，慣れているおかげでちょっと早く上達した」という報告を行った．参加者 U は，どのような練習過程を経て連続キャッチを続けるうえで気をつけるべき点に気がついたかに関する質問において，「左

手でやっていた最初の時よりも圧倒的に早く，上達したというのは，多分，タイミングが元々合っている状態で始めたからなのかなと感じた」という報告を行った．これは，抽象化したレベルのスキルを他者と共有したことを意識していた可能性を示唆する．予測しづらい他者の行為に対応するうえで，このスキルの「抽象性」が重要であると考えられる．

また，単独カスケードの相互相関係数と比べて，2人カスケードの相互相関係数が低かった箇所を一部確認したことについては，ピアノの課題を用いた先行研究 [10] と同様の結果であった．ペアで課題を行う場合，一方の手が他者であるため，ボールをトスするタイミング等が単独よりも予測しづらかったことが，両手による運動の協調性に影響を与えた可能性が考えられる．

今後は，参加者数を増やして，今回と同様の結果になるかを検討する．さらに，練習中の会話を分析し，具体的にどのようなスキルを共有したかについて詳細に検討する．[11] は，個人間で運動を協調するうえで，行為者の意図が重要な役割を果たす可能性について主張する．運動の協調性に関する特徴が，参加者の言語報告から確認される課題の達成に向けた意図や意識的な工夫と関連するかについて議論する予定である．

参考文献

[1] Konvalinka, I., Vuust, P., Roepstorff, A., and Frith, C. D. (2008) “Follow you, follow me: Continuous mutual prediction and adaptation in joint tapping” The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol. 63, No. 11, pp. 2220-2230.

[2] Keller, P. E., Knoblich, G., and Repp, B. H. (2007) “Pianists duet better when they play with themselves: On the possible role of action simulation in synchronization” Consciousness and Cognition, Vol. 16, No. 1, pp. 102-111.

[3] Knoblich, G., and Jordan, J. S. (2003) “Action coordination in groups and individuals: Learning anticipatory control” Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol. 29, No. 5, pp. 1006-1016.

[4] Knoblich, G., and Sebanz, N. (2006) “The social nature of perception and action” Current Directions in Psychological Science, Vol. 15, No. 3, pp. 99-104.

[5] Mazur, E. J. (2006) “Learning Motor Skills”, Learning and Behavior, NJ: Prentice Hall. （磯 博之訳 (2008) “運動技能の学習”, メイザーの学習と行動, pp. 301-323, 大阪：二瓶社）

[6] Schmidt, R. A. (1975) “A schema theory of discrete motor skill learning” Psychological Review, Vol. 82, No. 4, pp. 225-260.

[7] 中嶋 潤一郎 （2001) ボールジャグリング入門, 東京: ナランハ.

[8] Haibach, P. S., Daniels, G. L., and Newell, K. M. (2004) “Coordination changes in the early stages of learning to cascade juggle” Human Movement Science, Vol. 23, No. 2, pp. 185-206.

[9] Latash, L. M. (1999) “Mirror writing: Learning, transfer, and implications for internal inverse models” Journal of Motor Behavior, Vol. 31, No. 2, pp. 107-111.

[10] Loehr, J. D., and Palmer, C. (2011) “Temporal coordination between performing musicians” The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol. 64, No. 11, pp. 2153-2167.

[11] Knoblich, G., and Sebanz, N. (2008) “Evolving intentions for social interaction: From entrainment to joint action” Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, Vol. 363, No. 1499, pp. 2021-2031.

ラットは後に必要な情報を選択的に保持するか？
Do rats selectively retain information signaled to be tested later?

田中 千晶，谷内 通
Chiaki Tanaka, Tohru Taniuchi

金沢大学
Kanazawa University
chaki178@stu.kanazawa-u.ac.jp

Abstract

The present study examined directed forgetting in rats using an eight-arm radial maze. A remember-item and two forget-items were presented in a same trial. A trial consisted of learning phase, delay interval of 3 min., and test phase. In the learning phase, win or lose of a food pellet in the middle of arm signaled 20 pellets reward in the subsequent test phase. Two qualitatively different foods set in the end of the arms served as remember- or forget-cue. One lose-R arm, two lose-F arms, and five win-R arms were presented in the learning phase. In the test phase, two lose-F arms were excluded from testing. Six R-arms were presented testing and only response to the lose-R arm in the learning phase was rewarded by 20 food pellets. In the probe test after acquisition, one of lose-F arms was presented in the test phase instead of the lose-R arm. Rats showed poorer performance in the probe test than in the normal test. The result suggests rats can control memory rehearsal actively utilizing remember- and forget-cues and allocate memory resource from the forget-items to the remember-item.

Keywords — rats, directed forgetting, working memory

目的

ヒトは，外界の情報を受動的に処理するだけではなく，ワーキングメモリを能動的に制御することにより，必要な情報に関する記憶を維持する一方で，重要ではない情報については維持リハーサルを停止することが可能である。このような能動的なリハーサル制御能力は，容量に限度のあるワーキングメモリを有効に活用する上で適応的である。この能動的なリハーサル制御能力を実験的に検討する方法として指示忘却（directed forgetting）現象がある。指示忘却とは，継時的に提示されるリスト化された項目について，各項目が提示された後に，その項目が後にテストされるかテストされないかが，記銘手がかりと忘却手がかりによって示される。その後に，指示手がかりにかかわらずすべての項目についてテストを行うと，記銘手がかりによって後のテストが信号された記銘項目と比較して，忘却手がかりによって後のテストの不在が信号された忘却項目の記憶成績が低下することが知られている。

指示忘却の主要なメカニズムとしては，記銘項目についてはリハーサルが継続される一方で，忘却項目についてはリハーサルが停止されることが仮定されている。したがって，指示忘却が生じることは，能動的なリハーサルが行われていることの証拠となり得ると考えられる。

ヒト以外の動物においても，能動的なリハーサル制御能力について検討するために，指示忘却を用いて研究が行われてきた。動物における典型的な指示忘却実験は，遅延見本合せ（delayed matching to sample）課題を利用してきた。例えばハトを対象とした Santi and Savich (1985) では，見本刺激として，赤色あるいは緑色の色刺激のいずれかを提示した。見本刺激の提示後，記銘試行においては，記銘手がかりに続けて，比較刺激として見本刺激と一致する刺激と一致しない刺激を同時に提示した。見本刺激と一致する選択には報酬が与えられた。忘却試行においては，忘却手がかりの提示後，比較刺激の提示を省略した。このような習得訓練の後に，忘却手がかりに続けて比較刺激を提示する，“抜き打ちの”プローブテストが行われる。その結果，記銘手がかりに続けて“正しく”記憶テストが行われた記銘試行と比較して，予告と矛盾するプローブテストの成績が低くなるという結果が得られた。この手続きは忘却試行における記憶テストを省略することから省略法（omission procedure）と呼ばれる。省略法を用いた指示忘却の結果から，ハト等の動物においても能動的なリハーサルが行われていると主張された（e.g., Maki & Hegvik, 1980; Maki, Olson, & Rego, 1981）

しかしながら，動物を対象とした初期の指示忘却研究について批判的に検討を行った Roper and Zentall (1993) は，省略法による指示忘却の報告は，能動的なリハーサル制御に起因するものではない可能性を指摘した。省略法を用いた場合，訓練時には忘却手がかりに続く比較刺激の提示を省略する。これは同時に，報酬機会の省略も意味する。したがって，忘却手がかりを条件刺激として，報酬の省略という無条件刺激と連合することにより，古典的条件づけを通して忘却手がかりが

報酬省略と関連したフラストレーションという条件反応を喚起するようになる。忘却手がかりに続けて比較刺激を提示するプローブテストにおいて，この条件性フラストレーションが遂行に干渉し，成績を低下させた可能性が考えられる。

また，被験体は訓練時に忘却手がかりに続く記憶テストが省略される経験をしていた。したがって，プローブテストにおいて忘却手がかりが提示された際に，その後のテストの不在を予測し，比較刺激に対して注意を向けていなかったかもしれない。あるいは，“予期せぬ”比較刺激の提示に驚愕し，この驚愕反応がテスト遂行に干渉した可能性が考えられる。これらの点から，省略法を用いた指示忘却手続きでは，プローブテストにおける成績の低下について，非記憶的アーティファクトが関与する可能性を排除することができない。

また，Roper and Zentall (1993) はヒトと動物の指示忘却手続きには大きな相違点があることを指摘した。すなわち，動物における典型的な手続きでは，1 試行につき 1 つの項目を提示して，その項目についての記憶をテストするか否かという方法を用いる。このため，忘却手がかりが提示された項目は，リハーサルを停止したとしても，ヒトにおける手続きのように，記憶資源を再配分する記銘項目がない。したがって，忘却手がかりを活用し，項目に対するリハーサルを停止する積極的な適応的意義がないと考えられる。一方でヒトにおける手続きでは，1 試行につき複数の記銘項目と忘却項目を提示する。したがって，後のテスト不在を信号された忘却項目のリハーサルを停止し，後のテストを信号された記銘項目のリハーサルを行うために記憶資源の再配分を行うことが，容量に限度のあるワーキングメモリを有効に活用する上で意義のある手続きになっている。

鳥類のハト（Roper, Kaiser, and Zentall, 1995）や霊長類のアカゲザル（Tu and Hampton, 2014）では Roper and Zentall (1993)が指摘したアーティファクトを統制した指示忘却の報告がある一方で，非霊長類の哺乳類であるラットにおいては，指示忘却の研究例自体が少ない上に，各種のアーティファクトの統制も不十分な証拠しか示されていない。例えば，津田 (1989) においては，記銘手がかり後の通常テストと忘却手がかり後のプローブテストの成績に差が認められなかった。津田 (1989) は，指示手がかりとしてホロホロブザーと白熱球の点灯を使用した。しかし，このような音刺激や光刺激は，ラットにとって判別しやすいものではないと指摘されている（山田・川辺・一谷, 2007）。すなわち，これらの刺激を，ラットが後のテストの有無を信号する“指示手がかり”と認識しなかったことが，プローブテストの成績と通常テストの成績が同程度となった原因かもしれない。また，Miller and Armus (1999) や Grant (1982, no-test 群) は，訓練時の忘却試行において比較刺激の提示を行わない省略法による検討を行った。したがって，Roper and Zental (1993) の指摘した条件性フラストレーションや比較刺激の不注意の影響について統制されていない。

以上のように，ラットにおいては Roper and Zental (1993) が指摘したアーティファクトを統制した指示忘却研究は報告されていない。また，ヒト以外の動物における記憶資源再配分型の指示忘却の検討例は，ハトを対象とした Roper et al. (1995) のみである。そこで，本研究ではラットにおける記憶資源再配分型の指示忘却を考案し，検討を行った。すなわち，ヒトの指示忘却実験と形式的に類似した課題を構築し，記銘項目と忘却項目を同一の試行内で提示することにより，忘却項目から記銘項目への記憶資源再配分を促す手続きによる検討を行った。

方法

被験体　生後約 90 日齢の Wistar 系アルビノオスラット 10 匹を使用した。実験で使用する餌以外に，1 日 16 g の固形飼料を与える食餌制限下で飼育した。

装　置　アームの中央と先端に餌皿のある 8 方向放射状迷路を使用した。実験餌として餌ペレット，チョコレートチップ，米爆ぜ菓子を使用した。

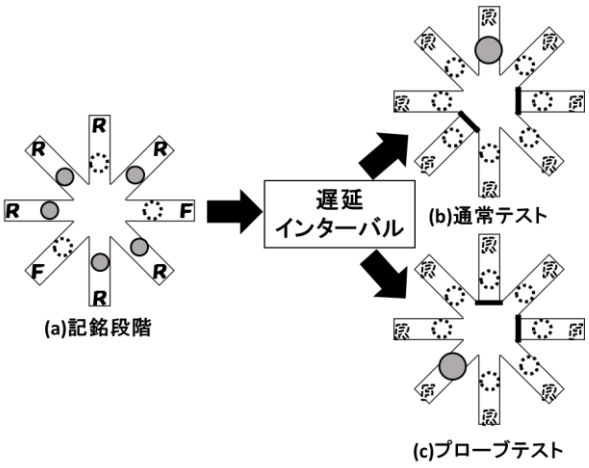


図 1　1 試行の概観.

手続き　ハンドリングや装置の探索などの予備訓練を 15 日間行った後，1 日に 1 試行の習得訓練を行っ

た。1 試行は記銘段階，遅延インターバル，テスト段階の 3 段階で構成された。記銘段階では，中央餌皿における餌ペレットの有無を項目として，先端餌皿に記銘手がかりあるいは忘却手がかりの餌のどちらかを設置した。半数のラットには記銘手がかりとしてチョコレートチップを，忘却手がかりとして米爆ぜ菓子を割当てた。もう半数にはその逆を割当て，相殺した。記銘段階におけるアーム構成は，中央餌皿に餌ペレットがなく，先端餌皿に記銘手がかりの餌を設置したアームが 1 本，中央餌皿に餌ペレットがなく，先端餌皿に忘却手がかりの餌を設置したアームが 2 本，中央餌皿に餌ペレットがあり，先端餌皿に記銘手がかりの餌を設置したアームが 5 本であった（図 1-a）。記銘段階の後の遅延インターバルでは，ラットを透明樹脂製の待機ケージに 3 分間留めた。テスト段階では，記銘段階で中央餌皿に餌ペレットが設置されなかったアームには，大報酬が設置される可能性があった。中央餌皿に餌ペレットが設置されなかったアームには何も設置しなかった。先端餌皿に忘却手がかりが設置された 2 本のアームは入口ドアを閉じてテストから除外した。すなわち，テスト段階では記銘段階で先端餌皿に記銘手がかりが設置された 6 本のアームのうち，中央餌皿に餌ペレットの設置されなかったアームへの進入が正反応であった（図 1-b）。習得訓練は 4 試行を 1 ブロックとして 17 ブロックを行った。選択可能なアーム数は，習得訓練の初期には大報酬を得るまで最大 6 選択を認めたが，段階的に選択可能数を減らし，最終的には 3 選択までを認めた。進入を許可したアーム数は，第 1 段階（1-3 ブロック）が 6 回，第 2 段階（4-5 ブロック）が 5 回，第 3 段階（6-8 ブロック）が 4 回，第 4 段階（9-17 ブロック）が 3 回であった。

習得訓練の後，指示手がかりの予告とは異なるプローブテストを低頻度で行う，プローブ期間に移行した。プローブテストでは，通常テストでは正反応となる中央餌皿に餌ペレットがなく，先端餌皿に記銘手がかりの餌を設置したアームをテストから除外し，代わりに中央餌皿に餌ペレットがなく，先端餌皿に忘却手がかりの餌を設置したアームの 1 本を正反応として提示した（図 1-c）。プローブ期間は 4 試行を 1 ブロックとして，3 ブロックを行った。1 ブロックのうち，習得訓練と同じ通常テストは 3 試行，プローブテストは 1 試行であった。

結果

習得訓練における成績について，図 2 に示した。指標は正反応のアームの選択順位である。すなわち，第 1 選択で報酬を獲得した際には順位 1 を，第 2 選択で報酬を獲得した際には順位 2 を与えた。したがって，値が小さいほど高成績を示す。一度進入したアームへの再進入は不可能であったため，同一のアームへの再進入を想定しない，非復元抽出のチャンスレベルはとりうる順位の 1-6 位の平均値である 3.5 位であった。平均選択順位は，訓練の開始時はほぼチャンスレベル前後で推移したが，最終的にはチャンスレベルを安定して下回るようになった。最終 4 ブロック（14-17 ブロック）のテスト成績の母平均の 95%の信頼区間は $2.545<\mu<2.855$ となり，チャンスレベルの 3.5 位を有意に下回った。

通常テストとプローブテストの成績について，図 3 に示した。指標は正反応のアームの選択順位であるため，値が小さいほど高成績を示す。全個体の平均値において，通常テストの成績（2.722）と比較して，プローブテストの成績（3.367）が低くなり，指示忘却効果

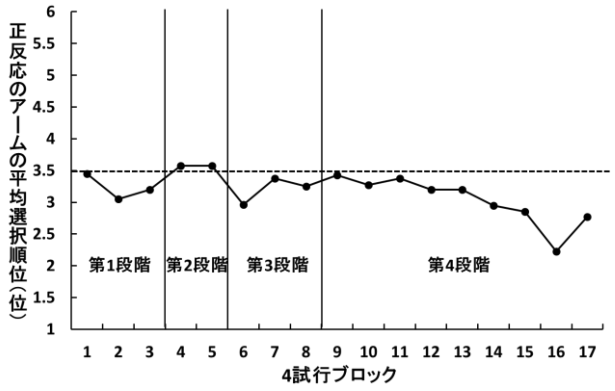


図 2　習得訓練における遂行.

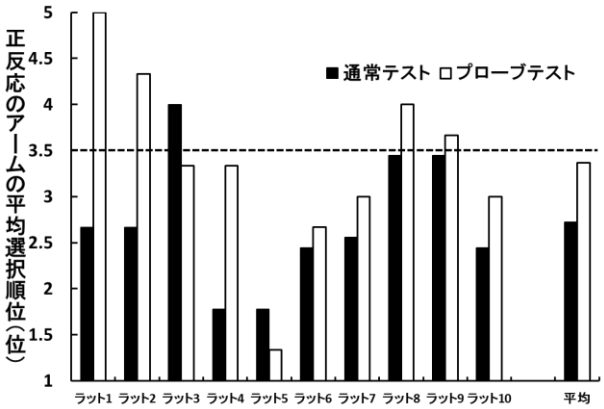


図 3　通常テストとプローブテストの成績.

が認められた。通常テストとプローブテストの成績を対応のある t 検定を用いて比較したところ，有意な差が認められた（$t(9)= -2.156$, $p= .030$）。

考察

本研究は，記憶資源の再配分の必要性というヒトの指示忘却手続きの要素を取り入れた手続きにより，ラットの指示忘却を検討した。すなわち，複数の項目を同一の試行で提示することにより，忘却項目から記銘項目への記憶資源再配分を促す条件を設定した。その結果，記銘手がかりによる予告通りの通常テストの成績（2.722）と比較して，忘却手がかりによる予告とは矛盾するプローブテストの成績（3.367）の低下が認められた。この結果は，Roper and Zentall（1993）が提案した記憶資源再配分型手続きが，ラットにおける指示忘却の検討に有効であったことを示す。

加えて，ハトを対象に記憶資源再配分型の指示忘却手続きによる検討を行った Roper et al. (1995) は，従来の動物における指示忘却手続きと同じく，1 試行につき 1 つの項目のみを使用した。したがって，忘却試行において記憶資源を再配分することができる項目は，最小の 1 項目のみであった。本研究では，複数の忘却項目と記銘項目を同一の試行内で提示したため，忘却項目から記銘項目へと記憶資源を再配分することの利点が，Roper et al. (1995) よりも大きかった可能性が考えられる。

これまでのラットを対象とした指示忘却研究は，Roper and Zentall (1993) の指摘した条件性フラストレーション，比較刺激への不注意，あるいは驚愕反応など，プローブテストの成績低下における非記憶的な要因を統制してない。1 試行につき 1 項目の記憶をテストするか否かという，従来の省略法を用いた指示忘却手続きでは，記銘手がかりの提示後には比較刺激を提示し，記憶テストを行う一方で，忘却手がかりの提示後には比較刺激の提示を省略する訓練を行う。したがって，忘却手がかりが同時に報酬機会の省略の信号にもなるため，古典的条件づけを通して忘却手がかりに対する条件性フラストレーションが発生する。この条件性フラストレーションが，忘却手がかりの提示に続くプローブテストの遂行に干渉し，遂行成績を低下させた可能性がある。それに対し，本研究では記銘手がかりが提示された項目も，忘却手がかりが提示された項目も，同一の試行内で提示した。したがって，本研究の忘却手がかりは“提示された項目の記憶テストからの除外”のみを信号し，報酬省略の信号とはならなかった。

また，省略法を用いた場合，被験体の動物は訓練時に，忘却手がかりに続く比較刺激の提示を省略する経験をする。したがって，プローブテスト時の比較刺激の提示は被験体にとって“予期せぬ”ものであり，提示された比較刺激に対する注意の不足や驚愕反応が，プローブテストの遂行に干渉した可能性が考えられる。本研究においては，先述の通り忘却手がかりは提示された項目が記憶テストで提示されないことのみを信号し，通常テストもプローブテストも，6 本のアームの中から正反応のアーム 1 本を選択するという点では同じ手続きになっていた。したがって，刺激の提示方法やラットに求められた選択反応は通常テストとプローブテストで同一であり，プローブテストにおける比較刺激の不注意や驚愕反応については統制されていたと考えられる。以上の点から，本研究はプローブテストの成績低下における条件性フラストレーション，不注意，あるいは驚愕反応の影響は排除されると考えられる。したがって，本研究で得られた結果は，ラットが提示された指示手がかりを活用して，アーム保持に関するワーキングメモリの制御を能動的に行ったことを示唆するものであると考えられる。

参考文献

[1] Grant, D. S. (1982) “Stimulus control of information processing in rat short-term memory”, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, Vol. 8, No. 2, pp. 154-164.

[2] Miller, W. S., & Armus, H. L. (1999) “Directed forgetting: Short-term memory or conditioned response?”, *The Psychological Record*, Vol. 49, pp. 211-220.

[3] Roper, K. L., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R., (1995) “True directed forgetting in pigeons may occur only when alternative working memory is required on forget-cue trials”, *Animal Learning & Behavior*, Vol. 23, No. 3, pp. 280-285.

[4] Roper, K. L., & Zentall, T. R., (1993) “Directed forgetting in animals”, *Psychological Bulletin*, Vol. 113, No. 3, pp. 513-532.

[5] Santi, A., & Savich, J. (1985) “Directed forgetting effects in pigeons: Remember cues initiate rehearsal”, *Animal Learning & Behavior*, Vol. 13, No. 4, pp. 365-369.

[6] 津田泰弘 (1989) “ラットの指向性忘却　放射状迷路 課題を用いて”, 心理学研究, Vol. 59, No. 6, pp. 357-360.

[7] Tu, H. W., & Hampton, R. R. (2014) “Control of working memory in rhesus monkeys (macaca mulatta)”, *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, Vol. 40, No. 4, pp. 467-476.

[8] 山田一男・川辺光一・一谷幸男(2007) “動物を用いた指示性忘却 (Directed Forgetting)に関する研究の概観”, 筑波大学心理学研究, Vol. 33, pp. 1-7.

協調的な学びが音楽表現の変容に与える影響
Influence on Music Expression through Collaborative Learning

杉澤千里‡
Chisato sugisawa,
††富士市立富士南小学校, ‡
Fuji City Fuji Minami Elementary School
chisato.0169.@gmail.com

Abstract

The purpose of this paper is to investigate that music expression will be deeper with collaborative learning. I want to make it clear that music expressions will change through the collaboration of pupils in music classes. I made Knowledge Constructive Jigsaw and researched the singing expressions containing next four factors. : music marks, singing skill, strength and weakness, and content of words. Pupil's music expressions increased after learning more than before. And I found that music expressions were deeper through this collaborative learning.

Keywords — Collaborative Learning, Knowledge constructive Jigsaw, Music Expression

1. はじめに

1 - 1 定型的熟達と適応的熟達

音楽科のように，技能教科には，学習という側面と，表現技能を身に付けるという意味での熟達という側面がある。そして，歌唱表現の熟達には，「正確に歌うことができる。」技能が必要であり，それに加えて「楽曲に合った表現の工夫」を追求することができるようになる。前者のように，「決められたことを効率よくスピーデイにこなすことができるようになる能力」を「定型的な熟達」という。また，後者のように「ある領域で得た知識を他の問題や領域にも適用し、幅広い状況に柔軟に対応できる能力」を「適応的な熟達」という。

波多野は，適応的に熟達するためには，「絶えず新しい問題に出会うこと」「対話的な相互作用を積極的に行うこと」「理解のための時間が確保されていること」「理解を重視するグループに所属していること」の４つの条件が必要になるとしている。したがって，ある個人が理解を深めようとするだけでなく、それを励ましてくれるような集団に属していることが，概念的な知識の構成，ひいては適応的熟達が必要だと考えられる。

このように，適応的熟達化には「社会的相互作用」が重要な働きをすると考えた。とりわけ，音楽科では，「その楽曲により合った表現方法を追求する」ために，「対話的な学び」による「協調的な学習」が必要であると考えた。

1 - 2 理解に基づく学習

学習には，覚えることが中心となる「暗記に基づく学習」となぜそのようになるのか理解することが中心となる「理解に基づく学習」の２種類がある。そして，前者に比べて，後者は，応用力や学習の転移という点で優れているといえる。音楽科では，前者を「楽曲を聴き取って歌う聴唱」とすれば，後者を「読譜，音取りを含む視唱」となる。前者は，曲をいわば暗記することが中心となり，後者は，なぜそのような曲になるかを理解し確かめながらの学習，となるであろう。そして，「新たな楽曲表現の追求」といった課題に答えを出すことができるのは，後者の「理解に基づく学習」を行った子どもだけであろう。

1 - 3 知識と知識構造

「知識」とはいわゆるその人が「知っていること」である。人は，「理解に基づく学習」によってどのような知識を獲得するのだろうか。人は，楽譜を読み、音をとって，楽曲を演奏する際に，「楽譜の読み方」「曲想記号の表す意味」「声を出すという技能」「フレーズのまとまり」等様々な知識を獲得する。そして，これらの知識を統合して「楽曲表現」としてとらえる時，「知識構造」といえる。理解に基づいた学習によって知識間の関連が明確になり，知識の組み合わせ方がより効果的になると，できることの範囲が広がる。音楽科でいえば，より豊かな楽曲表現の追求することが可能になるといったところだろうか。

1 - 4 知識構造が起こる協調的な学び

協調的な学習とは，人が他の人との関わりあいの中で学んでいく仕組みのことを言う。人は自分で分かったつもりのことを他人に説明しようとして初めて，うまく説明できないことに気付くことがある。このように，他人に説明してみる，または，他人と一緒にもの

を考えることは，自分の考えを見直すきっかけとなることがある。そして，一人で考えていた時よりも，自分にとって理解しやすく，幅広い考え方ができるようになる可能性がある。このように，社会的なかかわりの中で自分の知識や理解が深まるという考え方を「社会的構成主義」という。

1 - 5　協調的な学習

学校現場でも，教師が一方的に説明をする講義型の授業に代わって，児童生徒が自分たちで話し合いながら問題の解き方を納得したり，教科書の内容を深く理解したりする協調的な学びの姿が見られるようになってきた。このように，一人で考えるよりも複数人数で考えるほうが，学習者一人一人にとって確実に理解が深まるような相互作用（建設的相互作用）が起こるといえよう。

協調学習が起こっている場面は，このように一人一人が，共通の問いに対してそれぞれ独自の考え方を話し手になって深めたり，聞き手になってその適用範囲を広げたりという学習活動を繰り返している時だといえる。そして，そのような活動を教室で引き起こすための手法として，「知識構成型ジグソー法」の授業がある。

1 - 6　知識構成型ジグソー法の授業

知識構成型ジグソー法の授業では，教師がここは生徒にしっかり理解してほしいと感じる課題を取り上げ，

1）その課題を解くのに必要な部品を教科書等から抜き出し，専門家グループに分けて担当して，ある程度他人に説明できるようその内容を理解する。

2）次に専門家グループから１名ずつ集まって，新しいジグソーグループを作り，そこで部品の内容を統合して課題に答えを出し，なぜその答えでよさそうか話し合う。

3）ジグソーグループで出た答えをクラス全体で話し合い，同じ課題への答えでもその表現の仕方にはいろいろあることをモニターすることによって，一人一人が自分にとって最も納得できる答えを作る.

という３段階の活動を起こす。

このような活動を通して，児童生徒は，課題遂行とモニターの両方の役割をとるチャンスが与えられるとともに，得た回答をクラス全体で発表しあい検討しあうことで，全員に建設的相互作用を引き起こすことができると考えられている。現場でこういった授業が展開されることのよって，児童生徒がこれまで以上に自らを学びの主体として活躍するようになったといわれている。また，教師にとってもこの形式は，児童生徒の会話を聞くことにより，何をどこまで考えているかが捉えやすく，次の授業展開の方法が考えられやすくなるといわれている。

1 - 7　本研究における知識構成型ジグソー法の授業

知識構成型ジグソー法の授業において引き起こしたいのは，一人一人の児童生徒が教科書に載っている原理原則の世界と，自分自身の日常的な体験や感覚を結び付けて様々な知識を統一的に説明できるような少し抽象度の高い知識を作っていくような学習である。

このような学習を引き起こすためには，教師が、課題に対する答えがよりよくなる具体的なイメージ（こういう課題に対して最初はこの程度の答えだろうが，こういう答えに「深まってほしい」を準備しておく必要がある。ここで大切なのは，それぞれのエキスパート資料の解答を並べるのではなく，エキスパート資料の部品を組み合わせて答えを組み立てていくことである。

このような「知識を構成する」授業は，一般化された知識を多く有している，国語，算数，数学理科，社会等，主要教科では多く取り組まれてきたが，美術，音楽，家庭科等の技能教科では実践例が少ない。しかし，複数のエキスパート資料の内容を用いて考えることで，「多様な表現を追求する」「表現方法について広く，深いい考え方を持つ」「より良い表現ができるような技能を身に着ける」という観点からすれば、芸術教科や，技能教科であっても，その効果が期待できるのではないかと考えた。

そこで，本研究では、小学校４年生の歌唱教材に焦点をあてて，「知識構成型ジグソー法」の授業を行う前と後とで子どもの表現方法に対する記述を比較し，その内容に，どのような変化が見られたか検討することで，子どもたちがどのような音楽表現を追求し，組み立てていこうとしたか検証することとした。

2. 方法

参加者，静岡県富士市の小学校４年生　４年Ａ組　32人　４年Ｂ組　32人　４年Ｃ組　32人

日時，平成28年10月7日（Ａ組）（Ｃ組）　10月10日（Ｂ組）

教材名，「ゆかいにあるけば」

本時の課題,「ゆかいに歩けば」，の旋律の特徴を生かして歌い方を工夫しよう。

授業のねらい,「ゆかいに歩けば」の、旋律の特徴に気づき，その曲想にふさわしい表現を工夫して歌う。

2−1　手続き

まず,「ゆかいに歩けば」をひととおり歌うことができるようになった子どもたちに,「旋律の特徴を生かして歌い方を工夫するためにはどのような歌い方をすればいいか考えて書きましょう。」と課題を提示し，授業最初の自分の考えを記述するよう働きかける。

次に，個々の子どもが取り組む 4 つのエキスパート課題をプリントにより提示する。

①アとイの旋律の特徴の違いを調べ，例にならって（音符の特徴，記号）を書きましょう。＜曲想記号，ブレス記号，音符の特徴からわかることについて考える＞

②喉を開けて歌うところを青，お腹の動きを感じて言葉をはっきりさせて歌うところを赤，で楽譜に書き込み，実際に歌って（確認して）みましょう。＜旋律の特徴にあった発声の技能について考える＞

③旋律の上り下がりと強弱の関係を考えましょう。＜旋律の縦の動き（音の高低）と強弱の関係を考える＞

④「ゆかいに歩けば」の曲にあった歌い方を考えて，歌詞に書き込みましょう。＜歌詞の内容から，旋律に込められた思いを推測して考える＞

次に, 同じ課題を持った子どもたちでそれぞれ, 各々の課題に取り組む。この際，頭で考えるだけでなく，実際に声に出して歌いながら考えるようにする。

その後，エキスパート課題を持ち寄って，4 人組のジグソーグループにて「旋律の特徴を生かした歌い方を工夫するためにはどのような歌い方をすればいいか。」という課題に取り組む。この後，グループごとの歌の発表会を行うことを知らせておくことで，子どもたちは、実際に歌唱表現に生かしながら，課題に取り組む。

さらに，クロストークの場であるグループごとの歌の発表会を行う。この時，発表グループは発表の前に課題に対する自分たちグループの考えを発言するようし，発表を聞いている他のグループのメンバーは，発表を聞いての気付きを発言する。

最後に，主課題に対する答えを再度，一人一人の子どもたちがワークシートに書き込む。

2−2　期待する解答の要素

※下線は、解答に含まれると思われる特徴語

ア）の旋律は，音符の間隔が細かく音の高低差が少ない。また，スタッカートがついているので，跳ねるように歌い，ｍｆなのでやや強めに歌う。このためには，笑ったようなお腹の動きを感じ，言葉をはっきりさせて歌う。そして，歌詞にある「ゆかいに歩けば」という内容から，楽しくリズムを感じて歌うことが大切。

イ）の旋律の前半の「バルデリー」の部分は，タイを使って伸ばす音が多く，音が次第に高くなるにつれて、ｍｐ，ｍｆ，ｆ，と強くなっている。このような高い音の旋律は、欠伸をするようなつもりで息を吸って，喉の奥の冷たく感じるところをよく開けて歌うことで，美しい響きを持った歌い方となる。

また，イの旋律の後半の「ロホホホ」の部分と「ゆかいなたび」の部分は，スタッカートがついているので、弾んだ感じで歌い，歌詞の内容からゆかいな感じを出して歌う。そのためには、笑った時のようなお腹の動きを感じて，言葉をはっきりさせて歌うとよい。

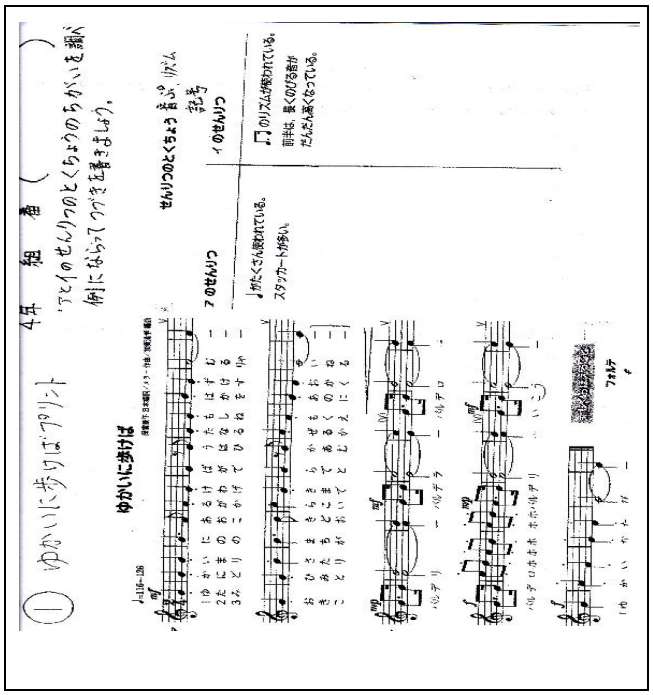


図１　エキスパート資料①

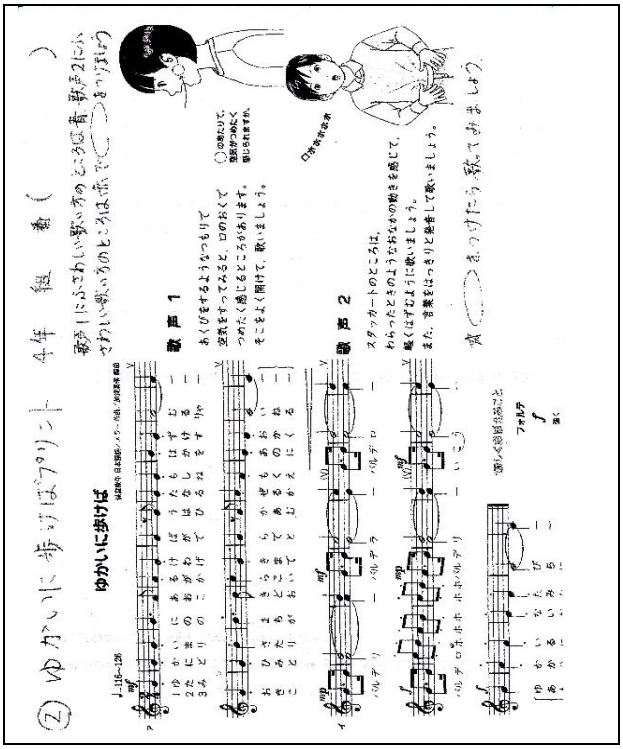


図２　エキスパート資料②

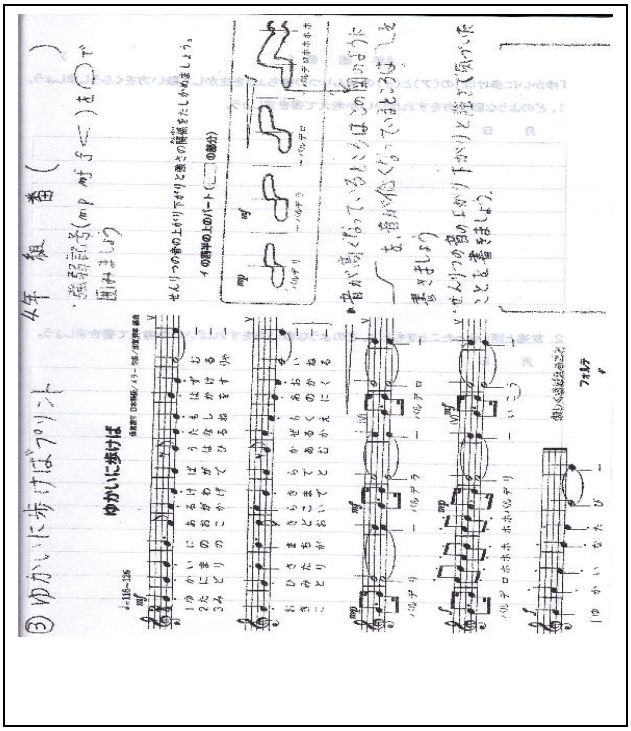


図３　エキスパート資料③

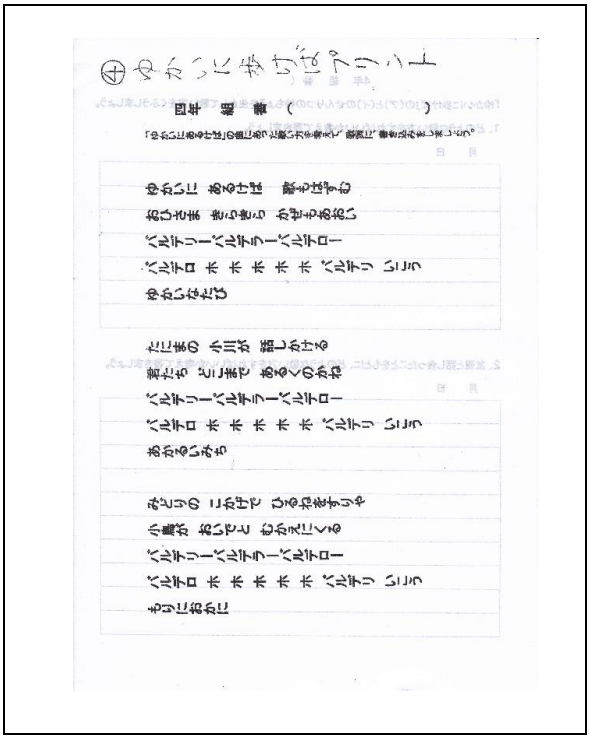


図４　エキスパート資料④

3 結果

3 - 1 授業前と授業後の記述内容の比較

次に実際の児童の記述より，授業前と後の記述を比較してみる。

表１　児童の授業前と授業後の記述

	授業前の記述	授業後の記述
児童A	ア，はねるようにゆかいに歌う。 イ，は少し滑らかに歌う。	ア，はねるように，元気に，ゆかいに，うれしそうに， イ，きれいに滑らかに。教科書に書いてある，ｆなど強弱に気を付けて，歌ったりどんどん高くなると，音が強くなるところに気を付けたり，「ホホホ」の所を貴婦人の声で歌う。
児童B	ア，はずむように（スタッカート）明るい気持ち。元気よく。歩いているように。楽しく。 イ，つなげる感じに滑らかに。「バルデロ，ホホホホ」というところは，笑った時のように	ア，スタッカートを強く弾むように。イ，はなめらかに。ｍｐ、ｍｆ、ｆなどに気を付けて強弱をつける。「バルデロホホホホ」はイだけど，はずむようにおなかを動かして。明るい声で元気よく（ア）・すこしなめらかに（イ）

	おなかを動かして。	
児童C	ア，は元気よく。「ゆかいに」だから愉快に楽しく。歩くように。イ，はなめらかにきれいにやさしく。心が温まるように。	ア，跳ねるように元気よく愉快に。うれしそうに乗りに乗って。イ，なめらかにきれいにやさしく，高く，だんだん強く。ア弾むように。アは元気に。イはきれいになど特徴をちゃんとして，工夫して歌う。工夫したことを意識して歌ったり，お腹から「ロホホホ」のところを意識していたり，「バルデリーバルデラー」のところをちゃんとやっていた。

児童Aは，アの旋律を跳ねるように愉快に，イの旋律を，少し滑らかに歌うととらえていた。授業後は，それに加え，強弱の変化と音の高さの関係や，それを裏付ける歌い方の技能，にも触れている。

児童Bは，はずむように（スタッカート），つなげる感じなめらかにと授業前は旋律の特徴について授業前からとらえることができていたが，授業後は，強弱の変化や曲想を生かすための歌い方についても書くことができた。

児童Cは、授業前，曲から受ける印象を言葉にしただけだった。しかし，授業後は，楽譜に書かれた記号，歌詞の内容，強弱と旋律の動きの関係，といった３つの要素を取り入れて，旋律の特徴をとらえている。そして，この特徴を歌唱表現に生かすために，「お腹を意識する」といった技能面にも触れている。

児童の記述全体を見通してみると，授業後の記述では，アとイの旋律の特徴の違いだけでなく，その違いをより良い歌唱表現に生かすためは，強弱の変化、歌い方の技能の違い等が大切である，との記述がみられた。

一方で，期待する解答の要素である「記号」「歌唱技能」「旋律の動きと強弱の関係」「歌詞の内容」すべての項目を関連づけて記述している子どもは少なかった。特に，「言葉をはっきり」「欠伸をするような」「お腹の動きを感じて」といった技能に関する記述は他の記述よりもやや少なめであった。このように，技能に関する児童の記述は少なかったが，クロストークの場であるグループ発表では「言葉をはっきり」「お腹を動かして」「喉を開けた歌い方による頭声発声」を意識した歌唱表現が多く見られた。

一方で「綺麗」「楽しい」「明るく」といった曲のイメージを特徴付けるような言葉が多く見られた。このような言葉は、エキスパート資料に記述がなく，子どもたちが表現を追求していく中で，自然と生まれた言葉であると考えられる。このように，４つのエキスパート資料の内容の統合を超えた記述も見られた。

3 - 2 授業後の記述がほぼ同じだった、ジグソーグループの４人の記述の変容

授業前は，４人とも全く違った観点で記述をしていたにもかかわらず，授業後の４人の記述の内容が，ほぼ同じであったグループがあった。その４人を授業前の記述，エキスパート活動の際の記述，最後の記述と追ってみた。

表２　児童の授業前とエキスパート活動の記述

	授業前の記述	資料番号，エキスパート資料における記述
児童D	愉快に歩くようにする。お日様キラキラのところでまぶしい表情をする。ロホホホのところで勢いよく出す。	①，ア，ロホホホの場所。愉快のところ。イ，バルデリーバルデラーバルデロー友達と話し合った。スタッカートがない。伸びているとことが多い。
児童E	ア，スタッカートを弾むようにして歌う。急に上がるところもしっかりする。 イ，つなげるようにして歌う。おなかから声を出すようにして，スタッカートだんだん大きな声に。	②，息継ぎに「ゆ」かいに「あ」るけば「う」たもはずむ。「お」ひさま「き」らきら「か」ぜもあおい。の「」が赤 「バルデロホホホホ」が青。
児童F	ア，跳ねる感じで歌う。 イ，流れるかんじ	③，バルデリーバルデラーは強い。ゆかいなたびは弱い
児童G	ゆかいにあるけば、歌もはずむと最初に書いてあるから、リズムよく歩く。バルデホホホホの所をきれいに丁寧に歌う。	④，愉快に…風も青い」までは明るくあるく。「バルデリー」からはていねいに。「愉快な旅」はきれいに。

表３　授業後の４人に共通した記述

息継ぎの所は，空気を入れて，あくびを出すかんじ。イの初めは強く，終わりが弱く。スタッカート（ロホホホ）。伸ばす所。最初が明るく，歩くように，真ん中丁寧に。最後きれいに元気よく。

児童Dは授業前，歌詞の内容から曲想をとらえていた。その後，バルデリーバルデラーにスタッカートがなく，音が伸びていることに気付いた。児童Eは，授業前から，曲想，歌い方について自分なりの考えを持っていたが，エキスパート資料により，その考えがより具体的になった。児童Fは，２つの旋律の特徴的な単語のみの記述であったが，エキスパート活動で強弱について言及している。児童Gは歌詞の内容と，２つの旋律における曲想と表現方法を書いていたが，エキスパート活動では，曲全体を見通して，歌い方の変化について書いている。

このような４人の児童に共通した授業後の記述であるが，まず，歌い方の技能に触れ，次に，イの旋律について，音が高くなるにつれて，強くなっていくことを記述している。最後に、曲全体を通して,順を追って「最初」「真ん中」「最後」という言葉を使って,「歩くように」「丁寧に」「きれいに元気よく」と表現を変えている。

クロストークの場である歌の発表会の際には，このグループは，曲の最初は、足踏みをしながら大きな声で元気よく歌っていた。「バルデリー」の部分からは，裏声を使った響きのある発声となった。発表を見ていた子ども達からは,「楽しい感じの声で、跳ねていた」「足踏みを使っての表現がすごかった」という感想が

表4 ４年生音楽ジグソー法授業の学習プリントにみられた特徴語

	語彙	４年Ａ組		４年Ｂ組		４年Ｃ組		合計	
		授業前	授業後	授業前	授業後	授業前	授業後	授業前	授業後
曲想の特徴	スタッカート	4	5	18	19	6	1	28	25
	はずむ	9	8	5	7	9	3	23	18
	切る	3	3	6	2	2	1	11	6
	はねる	5	13	6	1	4	1	15	15
	スラー	3	3	2	6	2	1	7	10
	なめらか	3	12	5	4	2	14	10	30
	伸ばす	2	2	1	7	1	2	4	11
発声の技能	あくび	1	1	1	8	0	0	2	9
	きれい	2	13	3	6	4	12	9	31
	魔女の声(頭声)	5	2	6	8	4	2	15	12
	(言葉を)はっきり	1	1	6	6	0	1	7	8
	(おなかの)動き	3	9	2	1	0	0	5	10
	貴婦人の声(腹式)	2	0	3	0	3	1	8	1
強弱と音高	強弱	4	2	1	0	3	1	8	3
	強く 大きく	9	17	6	12	3	21	18	50
	弱く 小さく	1	2	2	7	1	4	4	13
	音を高く	5	11	8	6	7	6	20	23
	音を低く	1	6	2	0	0	1	3	7
歌詞の内容	元気に・元気よく	13	13	3	12	9	17	25	42
	楽しく	10	12	3	3	16	26	29	41
	明るく	1	5	2	5	3	1	6	11
	歩くように	4	1	1	4	2	0	7	5
	愉快に	9	8	1	0	2	2	12	10
その他	リズム	0	1	2	3	5	7	7	11
	つなげる	1	1	3	1	0	0	4	2
	えがお	0	0	0	0	3	8	3	8
	そろえる	0	0	1	3	0	1	1	4

上がった。

このように、授業前は 4 人それぞれが異なる点について記述していた子どもたちが，授業後はそれぞれの要素を統合させて,そこから自分たちなりの新しい表現を追求しようとしていたことが分かる。

3 - 3 授業前と授業後における特徴後に関する記述

次に，子どもたちが授業前と授業後に書いた記述から，各エキスパート資料の内容を特徴づけていると思われる，語彙の数を，授業前後で比較した。

１）曲想の特徴に関する特徴語＜資料①＞

「スタッカート」「はずむ」「切る」といった記述は，授業後に減少した。スタッカートは，楽譜にも書かれている為，児童が歌えるようになった段階で自ら表現に取り込んでいて，協調学習の表現効果が少なかったとえられる。一方で，「なめらか」「伸ばす」「スラー」といった語彙は授業の前後で増えている。これらの語彙は,「エキスパート活動」「ジグソー活動」「クロストーク活動」において表現に対する理解が深まり，子どもたち自身が積極的に取り入れていったと考えられる。このことから，弾むように歌うことだけを意識していた子どもたちが，なめらかに音を伸ばして歌う旋律があることに気付き，２つの旋律の表現方法を対比させて歌うことで，旋律の特徴への理解が深まったといえる。

２）発声の技能に関する特徴語＜資料②＞

「(言葉を) はっきり」「お腹の動き」「欠伸」は増えている。これにより子どもたちが資料②を読み取り，弾んだ感じやなめらかな感じを表現するための技能として，これらの表現を意識し始めたことが，わかる。一方で,「魔女の声」「貴婦人の声」は授業前より減った。これらの語彙は，それぞれ「裏声」「腹式呼吸」を意識づけるために指導者が日頃から声掛けしている内容であるが，子ども達にとって，より効果的な表現とは結びつかないものであった。

また，資料にはないが，大きく増えた語彙として「きれい (な声)」がある。特に，イの旋律の前半部分で「あくびをするつもりで喉の奥を開けた時」の声を「きれいな声」と表現していることが多い。

このことから，子どもたちが，より良い表現を追求しようと考えていく過程で自然と「きれいな声」を意識するようになったと思われる。

３）旋律の動きと強弱に関する特徴語＜資料③＞

授業前より，「強く，大きく」と「高く」の語彙が増えた。そして，これらの語彙は，「だんだん強く」「だんだん大きく」と記述されていることが多かった。このことから，子どもたちが，表現を追求する中で，だんだん音が高くなるにつれて音が大きく強くなることを意識したといえる。

４）歌詞の内容，心情に関する特徴語＜資料④＞

歌詞の内容にある，「歩くように」「ゆかいに」は減っている。一方で，「明るく」「元気よく」「楽しく」は増えている。このことは，歌詞の内容そのままに，「歩くように」と考えていた子どもたちが，この曲の表現により適した「楽しく」「元気に」「明るく」「笑顔」という言葉を用いたと思われる。また，表現を追求するうちに，「歩くように」はより感情を伴った形で「元気よく」となり，「ゆかいに」は，より身近な「楽しく」「明るく」となったと思われる。

５）その他

その他で増えている語彙は，「リズム」「笑顔」である。子どもたちは，実際にこの曲を歌いながら表現の追求を行う中で，「リズム」を感じて歌い，明るく楽しい気持ちを表現するために「笑顔」で歌いたいと考えたと思われる

このように，子どもたちの表現特徴づける「特徴語」の数を，授業前と，授業後で比較することで，子どもたちの歌唱表現の深化がどのよう進んできたか分かった。

3−4 歌の発表会（クロストーク場面）での発表者と参観者の発話記録より

ジグソーグループでの練習の後，学級全体の前で発表する会を持った。その際，発表者が話したグループの演奏の際の工夫と，発表を聴いていた参観者の気付きに関する発話記録を調べてみた。

表５　歌の発表会での発表者と参観者の発話記録

	発表グループの工夫	参観者の気付き
A	アはずむように イのばすように。記号の意味を考えながら歌いたい。	アはずんでいて，イは凄い高い声が出ていた。イの所は胸を張っていて特に大きかった。なめらかだった。みんなが大きい声で歌っていた。
B	アは，題名がゆかいなだか	アは跳ねている。スタッカ

	ら元気よく。イは，だんだん強く綺麗な声で歌いたい。	ートの所は強く。スタッカートの所はアだけでなく，ホホホホもあった。イはなめらかに歌ってた。

Aグループは，アの旋律の所は，大きな声で弾んだ感じ，イの旋律の所は，裏声に変わり声量も旋律が滑らかに上向していくにつれて，増していった。発表者も表現の仕方を意識していたし，参観者も旋律の特徴に合わせた歌い方の違いを聴き取っていた。

Bグループは，アの旋律は，地声で元気よく跳ねている感じに歌っていたが，イの旋律は，裏声を使って，だんだん強くなるように歌っていた。そして，最後の旋律は，再び最初の弾んだ感じを出していて，その様子を参観者が丁寧に聴き取っていたことがわかる。

他のグループも，旋律の特徴による曲想，表現方法の子の違いを意識して表現していた。そして，それを聴いていた参観者も，気付きを発表する段階で，そのグループの良さや，発表の際の特徴を十分につかんで発言していたことがわかる。動作化として歩く動作やお日様を表す動作を入れて歌うグループ，４人の歌う分担を分けるグループもあった。弾んだ旋律の歌い方に関しても，お腹を意識するだけでなく頭声発声を用いて響かせて歌ったグループ，最初は元気よく歌っていたグループ，と様々な表現方法があった。そして，このようなオリジナルの表現方法を取り入れることで，子どもたちの表情が生き生きし，それが参観していた他の子どもたちにも伝わった。

3−5　クロストーク場面における発話にみられる特徴語の数

発表者の発話と参観者の発話の内容をから，特に多かった特徴語を選び出し，その数を調べて表に現した。

１）曲想に関する特徴語では，発表者がスタッカートや，弾むことを意識して表現しようとし，それを受けて参観者が，跳ねて歌っていると表現している。また，なめらかに，伸ばす，は少数ではあるが，両者共に意識して発言していることがわかる。

２）発声の技能に関する特徴語では，あくび，言葉をはっきり，を意識して歌おうとしていると思われる一方で，きれいに歌いたい，という発表者の思いも強

表6　クロストーク場面の発話にみられた特徴語

		4年Ａ組		4年Ｂ組		4年Ｃ組		合計	
		発表者	参観者	発表者	参観者	発表者	参観者	発表者	参観者
曲想の特徴	スタカート	0	2	4	1	0	0	4	3
	弾む	3	1	0	0	1	0	4	1
	切る	0	0	1	0	0	0	1	0
	はねる	1	2	0	2	0	0	1	4
	なめらか	0	2	0	0	2	0	2	2
	のばす	1	0	1	1	0	0	2	1
技能	あくび	0	0	3	0	0	0	3	0
	きれい	3	1	1	4	2	3	6	8
	はっきり	0	0	2	0	0	0	2	0
強弱音高	強く・大きく	1	6	1	2	2	3	4	11
	弱く・小さく	0	0	1	1	1	0	2	1
	音を高く	2	2	2	4	0	3	4	9
	音を低く	0	0	0	0		1	0	1
歌詞内容	元気	5	0	0	0	1	2	6	2
	楽しい	0	2	0	2	1	0	1	4
	明るい	0	0	1	0	0	0	1	0
	ゆかいに	2	0	1	0	0	0	3	0
他	リズム	0	0	1	3	0	0	1	3
	笑顔	0	0	0	0	1	2	1	2

い。これを受けて，参観者も，きれいな声を意識して聴き取り，評価している。

3）強弱と音高の関係では，大きく，強くと，音を高くが，発表者，参観者，共に多かった。これは，イの旋律のバルデリー，バルデラー，と音が次第に高くなっていく所をだんだん大きく歌おうと意識した発表者と，それを聴き取った参観者の発言より，このような結果となったと思われる。

4）の歌詞の内容からでは，発表者は，元気，が多く，見学者は，楽しい，が多かった。このことから，曲想や歌詞の内容から，発表者は,元気に歌いたいと思い，その様子を見聴きしていた参観者は，楽しい雰囲気を感じ取ったと思われる。

5）その他では，参観者に，リズム，笑顔，がみられた。リズムをとって楽しそうに歌う発表者の様子を見取った結果と思われる。

このように，クロストークの場面であるグループごとの歌の発表の場面を通して，発表者，参観者，それぞれの視点で表現の工夫をとらえることができた。また，この内容は，4 つのエキスパート資料の内容の統合より深い表現活動を行っていたと考えられる。

このように，クロストークの場面での発話を調べることにおいても，ジグソー法の授業による学習が，子どもたちの歌唱表現を，心情面も含んだより深い表現へと導くことが分かった。ではなぜ、実際のエキスパート資料になかった「きれい」「楽しい」「元気」といった特徴語が生じたのだろうか。

3−6 特徴語「きれい」が使われている文脈

子ども達が表現に多用していた「きれい」を広辞苑で調べると次のようであった。

ア）華やかで美しいこと
イ）衣装が派手で美しいこと
ウ） 澄んで清らかなさま「きれいな声で歌う」
エ） さっぱりしているさま
オ）潔いさま「きれいに切れる」
カ）後に余計な物を残さないさま整っているさま
キ）整っている様

それでは，実際に子ども達は「きれい」をどのような文脈の中で用いていたのだろうか。

授業後の記述から

4年A組
①アは弾むように歌い楽しく。イはきれいに，やさしく。ウ）
②はねるように。元気に。愉快に。嬉しそうに イきれいに。滑らかに。ウ） オ） キ）
③アおおきくはねる。イきれいに高く。 ア）ウ）
④楽しそうに。 イ滑らか。きれいな声で。 ウ）
4年B組
④最初，明るく歩くよう。真ん中，丁寧。最後，きれいに元気よく。ウ）オ）
⑤スタッカートのところ弾む。きれいに切ったりして歌う。ウ）
⑥スタッカートのところは，元気に気を付ける。きれいな声でリズムを合わせて、元気に歌う。ウ)オ ）
4年C組
⑦ア，大きな声，元気よく，楽しく，弾む。 イ，きれいに滑らかに，つなげて，流れるように。ウ）
⑧大きな声で滑らかなところを考えた。だから，もっときれいに歌いたいと思います。ウ）
⑨みんなの声がそろえばもっときれい。）ウ）オ）キ）

クロストークの場面においての録画から

4年A組
イはきれいな声 ウ）
4年B組
最初すごくきれいに歌っていた。高くてきれい。ウ）エ）
イのところがすごく高くてきれい。 ウ） ア）
4年C組
みんなの息があっていてきれいな合唱。 ウ）キ）

子どもたちが記述した「きれい」を4つのエキスパート資料の要素に照らし合わせて考えると

① 楽譜から分かる曲の特徴より
・きれいに切る→スタッカートを意識した表現。オ）
・きれいになめらかに→ごつごつ感のないなめらかなレガート キ）

② 発声の技能より
・きれいな声→清らかな声で歌う技能。 ウ）
・高くてきれい→響きのある高音の発声。 ウ）ア）
・きれいな合唱→複数の声がぶれなく合わさって，整っている様子。 キ）

③ 旋律の動きと強弱の関係より
・きれいに高く→急に高い音になるのではなく，なめらかにだんだん音が高くなっていく様子。キ）

このように「きれい」という言葉には，「音程，リズムが正確で，音にぶれがない」「澄んで清らかな声その

もの」「華やかな美しさがある声や歌い方。」「なめらかに上行していくフレーズの美しさ。」「スタッカートが潔く切れている。」「音が調和し，響きを持っている。」といった様々な意味が含まれてことがわかる。また，子どもたちは，主に「きれい」を，イの旋律の高音部分に対して使っている。このことから，「頭声発声を意識した声」「自分たちが憧れる声の音色そのもの」「心地よい響き。」「軽快なリズム」「合唱の正確さ」と様々な意味を含めて表現している。これらはすべて，音楽表現を通しての快感に通じる。

また，クロストークの場面において，「イのところがすごく高くてきれい，。高くてなんか透き通っていた。」「U さんの声が透き通って、リズムがそろっていた。いい声だった。」といった発言があったことから，「きれい」をより具体的にしたものに「透き通る」といった表現があると考えられる。

このことから、演奏する側、演奏を聴く側、双方に快い感覚を呼び起こすものの一つとして「きれい」という言葉があったのではないかと思われる。

なぜ，「きれい」という言葉を，子どもたちは，好んで用いるのだろうか。D・norman は，その著書の中で「感情や情動が，生活に特別な役割を果たしている。」と述べている。このことから考えるに，子どもたちは知識構成型ジグソー法の授業において，教師の期待する通りの解答をし，理想とする表現を行うことができても，自らの情動に働きかける音楽表現でなければ，満足しないということがいえるのではないか。そして，その子どもたちの心を動かす音楽が，「きれいな」音楽ではないかと考える。言い換えれば，教師の期待する解答は，子どもたちにとって,自分達が目指す音楽表現の一つであり，音楽によって表現される自分たちの感情や情動の一つにすぎないのではないかと考える。

4. 考察

子どもたちが書いた記述量が，知識構成型ジグソー法の授業の前後において大幅に増加した。また，４つのエキスパート資料に書かれた内容みだけでなく，その「４つの要素が具体的にどのように関連し合って，どのような歌唱表現に結びついていったのか」や，「どのような歌唱技術をもって，どのような曲想表現を行ったらよいか」まで記述されていた。また，授業前には、ジグソーグループの 4 人の子どもがそれぞれ自分なりの異なった観点で記述していたが，授業後は，それぞれも持ち寄ったエキスパート資料の内容を踏まえ，より良い歌唱表現を求めて，子どもたちが考えを出し合い，繰り返し歌ってみることで，それぞれの考えを統合させ，発展させて，表現を深めていった。

その結果，期待する解答に結びつく特徴語の数も，授業前後において増加した。

また，クロストークの場面では，発表者が 2 つの旋律の特徴を意識して、歌唱表現していたし，参観者もその表現を見取り，十分に評価していたことが，発話記録より分かった。一方で，子どもたちは教師が示したエキスパート資料の内容の統合だけでは，満足せず，元気で明るい雰囲気を出して歌ったり，地声と頭声発声をうまく使い分けて歌ったり，身体表現を加えたりと自分たちの表現に更なる独自性を持たせようとしていた。そして，そのような発表者を見ていた参観者も，「楽しい雰囲気だった。」「きれいな声だった。」など発表者独自の表現方法の良さを，高く評価していた。

このように，教材「ゆかいに歩けば」における知識構成型ジグソー法の授業は，子どもたちが旋律の特徴に気付き，その曲想にふさわしい表現方法について考えを深めるための手段として有効であった。

また，知識構成型ジグソー法の授業によって，子どもたちは，教師が期待する表現以上の表現，自分達の情動に訴える「よりきれいな歌い方」「明るく楽しい表現」を求めて，さらに音楽表現を進化させようとしていたと考えられる。

5. 謝辞

本研究において，放送大学の三宅先生，東京大学の白水先生，放送大学三宅ゼミの方に多くの指導助言をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

[1] 三宅芳雄・三宅なほみ,（２０１４）新訂　教育心理学概論，放送大学出版

[2] CoREF 大学発教育支援コンソーシアム推進機構,（２０１５）“協調学習授業デザインハンドブック－知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり

[3] ドナルド・A ノーマン著,　岡本明，安村通晃・伊賀総一郎・上野晶子（訳），“エモーショナル・デザイン”（微笑を誘うものたちのために（２００４）

[4] 三宅なおみ,（２０１６）協調学習とは対話を通して理解を深めるアクテイブラーニング型授業，北大路書房

[5] 高垣マユミ,（２０１２）授業デザインの最前線，北大路地書房

[6] 三宅芳雄,（２０１２）教育心理学特論，放送大学出版

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ラットの予期的対比効果における溶液間間隔による効果
Effects of inter-solution interval in anticipatory contrast effect in rats

西川 未来汰，谷内 通
Mikita Nishikawa, Tohru Taniuchi

金沢大学
Kanazawa University
miraita@stu.kanazawa-u.ac.jp

Abstract
The present study examined anticipatory contrast effect in rats. Experimental group received less preferable 0.15 % saccharin solution first and then more preferable 32 % sucrose solution. Control group received only 0.15 % saccharin solution. The anticipatory contrast effect was not observed under a 30 min. inter-solution interval (Phase 1). When inter-solution interval was shorten to 5 min. in Phase 2, Experimental group showed lower intake of saccharin solution than Control group. Suppression of saccharin intake in Experimental group was maintained even when inter-solution interval was extended to 30 min. again (Phase 3). These results suggest that possible time horizon to the future in rats can be extended through experience with the nearer future.

Keywords — rats, future prediction, anticipatory contrast effect

目的

動物における未来予測については，鳥類では肯定的な証拠を示した研究も存在する（Raby, Alexis, Dickinson, & Clayton, 2007）。しかし，ラットにおける将来を見越した現在の行動変容については，否定的な証拠しか示されていない（McKenzie, Bird, & Robert, 2005）。

一方で，予期的対比効果と呼ばれる現象はラットにおいても報告されている。Flaherty and Checke (1982) は, 実験群のラットにまず嗜好性の低い 0.15 % サッカリン溶液を与え，30 分の溶液間隔後に嗜好性の高い 32 %スクロース溶液を与えた。その結果，溶液間隔後に何も与えられなかった統制群と比較して，実験群ではサッカリン溶液の摂取が抑制された。この予期的対比効果について，Flaherty and Checke (1982) は, ラットが 30 分後のスクロース溶液の到来を予期し, 現在のサッカリン溶液の摂取を抑制したと説明した。

Flaherty and Checke (1982) の知見は直ちに動物における未来予測を証明するものとはいえないものの, 未来予測の研究に展開できる可能性が考えられる。しかしながら，Flaherty and Checke (1982) が示したような，30 分間という長い溶液間間隔で予期的対比効果を再確認した研究はほとんどなく，否定的な結果が多く報告されている（Capaldi & Sheffer, 1992; Lucas & Timberlake, 1992; Lucas, Timberlake, & Gawley, 1990）。その一方で，溶液間間隔を短くした条件下では予期低対比効果が示されることが報告されている (Lucas & Timberlake, 1992)。そこで，本研究は，30 分間の溶液間間隔における予期的対比効果の確認，5 分間の溶液間間隔での予期的対比効果の確認，および，1 度 5 分間の溶液間間隔を経験したラットに対して溶液間間隔を 30 分に延長することの効果を検討した。

方法

被験体　生後約 330 日のオスの Long Evans 系ラット 10 匹を使用した。体重は自由摂食時の 82 %に維持する食餌制限下で飼育した。水は実験セッション中を除いて常時摂取可能であった。

装置　実験装置として，ホームケージとは別の長さ 32 cm×幅 23.5 cm×高さ 16 cm の金属製のケージを使用した。0.15 %サッカリン溶液は，6 cm である飼育用水瓶のボール付き先管（日本クレア製 TD-101）から提示した。実験群における 32 %スクロース溶液は, 天井からラット側へ提示される給水管の長さが 3.5 cm である飼育用水瓶のボール付き先管（日本クレア製 TD-100）から提示した。0.15 %サッカリン溶液は実験装置である金属ケージの天井の前方から，32 %スクロース溶液は後方の位置から提示した。

手続き　被験体のラットは自由摂食時の体重に基づいて実験群と統制群に割り当てた。給餌量を調整することにより, 14 日間の予備訓練中に自由摂食時の 82 %に減量し，この体重を実験終了まで維持した。実験は 3 つの段階で構成された。第 1 段階では，実験群と統制群の両方にまず 0.15 %サッカリン溶液を 3 分間提示した。サッカリン溶液の飲み口を除去して 30 分間の溶液間間隔を経た後に，実験群にのみ 32 %スクロース溶液を 5 分間提示した。統制群には 30 分間の遅延時間後に溶液を提示をしなかったが，実験群がスクロース溶

液を与えられている 5 分間は実験装置内に留めた。1 日 1 試行で 24 日間行った。第 2 段階では，両群のラットに，まず 3 分間 0.15 %サッカリン溶液を提示した後に，5 分間の溶液間間隔を置いて，実験群にのみ 32 %スクロース溶液を 5 分間提示した。1 日 1 試行で 20 日間行った。第 3 段階では，溶液間間隔を第 1 段階と同じ 30 分間に戻し，3 分間 0.15 %サッカリン溶液を提示した後，30 分間の溶液間間隔を置いて，実験群にのみ 32 %スクロース溶液を 5 分間提示した。1 日 1 試行で 20 日間行った。溶液間間隔以外の実験条件はすべての段階を通じて同じであった。

結果

図 1 に実験群と統制群の 0.15 %サッカリン溶液の平均摂取量を 4 試行ブロックで示した。群 (2) ×ブロック (6) の混同計画の分散分析を行ったところ，ブロックの主効果 ($F(5, 40) = 5.14$, $p < 0.01$)，および群×ブロックの交互作用($F(5, 40) = 2.70$, $p = 0.03$) が有意であった~~，群の主効果 ($F(1, 8) = 0.05$, $p = 0.83$)では有意ではなかった~~。群×ブロックの交互作用について単純主効果検定を行ったところ，すべてのブロックにおいて実験群と統制群のサッカリン摂取量に有意な差は認められなかった ($ps > 0.05$)。溶液間間隔が 30 分間であった第 1 段階では，両群のサッカリン摂取量にはほとんど差は認められず，予期的対比効果を示した Flaherty and Checke (1982) の結果は再現されなかった。

しかし，溶液間間隔を 5 分間に短縮した第 2 段階では，統制群のサッカリン摂取量が漸増したのに対し，実験群では漸減し，予期的対比効果が示された。群 (2) ×ブロック (5) の混同計画の分散分析を行ったところ，群×ブロックの交互作用($F(4, 32) = 5.29$, $p < 0.01$) が有意であった。単純主効果検定を行ったところ，第 3, 5 ブロックにおけるサッカリン摂取量は統制群よりも実験群において有意に少なかった ($ps < 0.01$)。

第 3 段階の結果において，群 (2) ×ブロック (5) の混同計画の分散分析を行ったところ，群×ブロックの交互作用 ($F(4, 32) = 0.24$, $p = 0.91$)，および群の主効果 ($F(1, 8) = 2.31$, $p = 0.17$) は有意でなかったが，ブロックの主効果 ($F(4, 32) = 7.80$, $p < 0.01$) は有意であった。有意な結果は得られなかったが，溶液間間隔を再び 30 分間に延長しても，20 試行にわたって，実験群におけるサッカリン摂取の抑制傾向は維持されたように思える。

考察

30 分間の溶液間間隔でテストされたラットについて，引き続き溶液間間隔を 5 分間に短縮してテストを継続することで，予期的対比効果の生起について検討した結果，サッカリン溶液の 5 分後にスクロース溶液が提示された実験群では，サッカリン溶液後にスクロース溶液の提示を受けない統制群と比較して，サッカリン溶液の摂取が抑制されるようになり，Flaherty and Checke (1982) と同様の予期的対比効果が確認された。このことから，30 分間という溶液間間隔は，ラットにおける予期的対比効果が認められるか否かの境界的な時間間隔である可能性が考えられる。

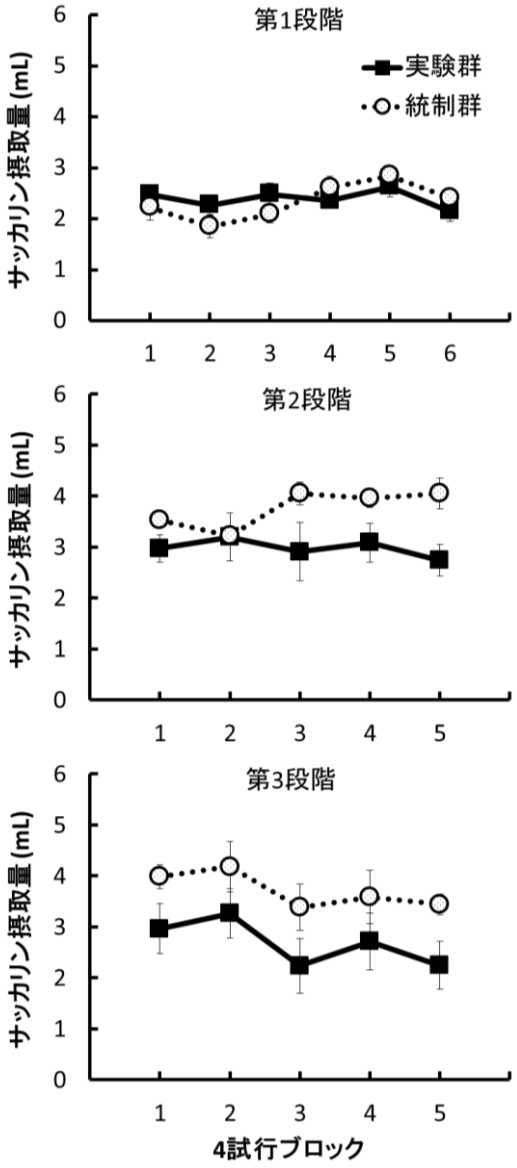


図 1.　実験群と統制群の 0.15 %サッカリン溶液の平均摂取量

また，5 分間の溶液間間隔で予期的対比効果を示したラットについて，引き続き溶液間間隔を 30 分間に延長してテストを継続することで，予期的対比効果の維持について検討した。その結果，サッカリン溶液の 30 分後にスクロース溶液が提示された実験群では，サッカリン溶液後にスクロース溶液の提示を受けない統制群と比較して，統計的には有意な水準には達しなかったものの，サッカリン溶液の摂取が抑制され，20 日間にわたって維持された。このように 30 分間の溶液間間隔の下で予期的対比効果が消失しなかった要因として，より短い溶液間間隔による先行経験が，ラットに可能な未来予測の時間的範囲を拡大した可能性が示唆された。本研究では，1 群に 5 匹のみを割り当てており，先行研究と比較しても，被験体数が少ない。この被験体数の少なさによる検定力の不足が，第 3 段階での実験群と統制群の差が有意な水準に達しなかった原因の 1 つであると考えられる。十分な被験体数を設定した再検討が必要である。

~~図 1.　実験群と統制群の 0.15 %サッカリン溶液の平均摂取量~~

また，30 分間の溶液間間隔の下で予期的対比効果が維持されたのは，5 分間の溶液間間隔下で獲得された予期的対比効果が「消去」しなかった可能性がある。すなわち，実験群のラットは，第 3 段階において，30 分後のスクロース溶液を予期しなかったものの，第 2 段階で経験した 5 分後のスクロース溶液の提示を予期し続けた可能性が残る。消去という視点からは，溶液間間隔を 30 分間に延長した後に試行を反復することにより，予期的対比効果は漸減し，実験群のサッカリン摂取量は次第に統制群に近づくことが予測される。しかし，少なくとも 20 日間の範囲では，実験群と統制群のサッカリン摂取量の差にほとんど変化は認められなかった。この結果によると，予期的対比効果が維持された原因が，溶液間間隔が 30 分間に延長された後もラットが 5 分後のスクロース提示を予期し続けた可能性は考えにくいように思われる。しかしながら，いったん獲得された予期的対比効果の「消去」について検討した研究はこれまでには行われていない。もし獲得された予期的対比効果は，後の好みの餌の提示が中止されても消去しにくい，すなわち消去抵抗が高いのであるならば，本研究における 30 分間の溶液間間隔の下で 20 試行に渡って予期的対比効果が維持されたのは，高い消去抵抗によって説明されるかもしれない。今後，本研究と同様の実験において，5 分の溶液間間隔後に，後続のスクロース溶液の提示を中止する「消去」条件を統制条件として設定した検討を行う必要があると考えられる。また，予期的対比効果の消去は，それ自体が興味深い未検討の問題であるため，検討を進める必要があると考えられる。

参考文献

[1] Capaldi, E. D., & Sheffer, J. D. (1992). “Contrast and reinforcement in consumption”, Learning and Motivation, Vol.23, pp .63-69.

[2] Flaherty, C. F., & Checke, S. (1982). “Anticipation of incentive gain”, Animal Learning & Behavior, Vol. 10, pp. 177-182.

[3] Lucas, G. A., Timberlake, W., Gawley, D. J., & Drew, J. (1990). “Anticipation of future food: Suppression and facilitation of saccharin intake depending on the delay and type of future food”, Journal of Experimental Psychology; Animal Behavior Processes, Vol.16, pp.169-177.

[4] Lucas, G. A., & Timberlake, W. (1992). “Negative anticipatory contrast and preference conditioning: Flavor cues support preference conditioning, and environmental cues support contrast”, Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, Vol.18, pp.34-40.

[5] McKenzie, T.L.B., Bird, L.R., & Roberts, W.A. (2005). “The effect of cache modification on food caching and retrieval behavior by rats”, Learning & Motivation, Vol. 36, pp.260-278.

[6] Raby, C. R., Alexis, D. M., Dickinson, A., & Clayton, N. S. (2007). “Planning for the future by western scrub-jays”, Nature, Vol. 445,pp. 919-921.

Head-mounted Display(HMD)を用いたVRが人間の情報処理過程に与える影響の検討

Active-Passive View Affects Impression and Memory in Virtual Reality

田崎　帆貴，林　拓弥，日根　恭子
Hodaka Tasaki, Takumi Hayashi, Kyoko Hine
東京電機大学情報環境学部
Tokyo Denki University
13jk154@ms.dendai.ac.jp

Abstract

Virtual reality (VR) give us new experiences through head-mounted display (HMD). However, there is still the problem to improve application since it is unclear what is an unique experience provided by VR for human. Therefore, it is required to clarify what feature of HMD evokes unique experiences. Head tracking function mounted on HMD is a function to detect the position of user's head, and enable a simulation experience as in the real world. When we experience the simulation on HMD, we actively perceive the visual world. Here, we assessed how active/passive view affects the VR experience. We conducted the psychological experiment, in which participants view the movie on the HMD. In the active view condition, the presented view was changed depends on the participants' head movement. In the passive view condition, the presented view was the recorded movie that was showed to the participants in the active view condition. Then, all participants took the distinguishing and memory tests on the day and two weeks later. In addition, they rated the impression about the movie on the HMD. The results showed that the performance of the memory test in the active view condition was significant lower than that in the passive view condition after two weeks. This reduction seems to be caused by the effect of environmental context on retrieval. Therefore, it was suggested that active view created the new context that was different from the real world context.

Keywords — Virtual Reality, Head-Mounted Display, Head-Tracking Function, Active View, Passive View

1　はじめに

現在VRを体験できる技術は，多種多様に存在している．しかし多種多様な技術が存在しいるにもかかわらず，VRが人間へどのような影響を与えるかに関する基礎的研究は少なく，VRコンテンツにおいてもVR技術の独自の特徴を活かしたコンテンツは非常に少ないと考えられる．従って，VRが有する固有の技術が，体験者へどのような影響を与えるか調べることは有益である．

VRが持つ固有の技術として，HMDに備わっているヘッドトラッキング技術が挙げられる．ヘッドトラッキング技術とは，観察者の頭の位置を検出し，能動的に周囲を視覚することを可能にした技術である[1]. 例えば，一般的にTVに映し出される映像は，観察者が視点の位置や角度を変えても変わらない．しかしヘッドトラッキング技術により，映し出される映像が視点の位置や角度に対応して変わるため，能動的な視覚が可能となる．

視覚の能動性に関し，Held and Hein(1963)らは，受動的に視覚するより，能動的に視覚したほうが認識能力は高くなると報告をしている[2]．そこで本研究ではHMDのヘッドトラッキング技術に着目し，ヘッドトラッキング技術がVR体験者の情報処理過程へ，どのような影響を与えるか明らかにすることを目的とした．またその影響の持続性も検討することとした．

2 実験

2.1 参加者　実験参加者は東京電機大学の視力に異常の無い学生 40 人（女性 9 名，男性 31 名，平均 21．2 歳）が参加した．実験参加者は受動的に動画を観察する受動群(20 人)と，能動的に動画を観察する能動群(20 人）に分けられた．

2.2 実験刺激　能動群のみに使用する動画として，360 度のパノラマ動画を用意した．この動画では，画風が似ている作者二人(ニコラ，ルーベンス)の絵が，合計 20 枚提示された．受動群のみに使用する動画として，能動群の参加者に提示された映像が録画された動画が用意された．パノラマ動画では博覧会の様な場所を移動しながら，2 人の作者の絵が交互に映し出された（図１）．それぞれの絵にはカーテンがついており，カーテンをめくる案内役と撮影者の二人が存在していた．カーテンがめくられ絵が表示されている時間はそれぞれ 10 秒であり，2 つ以上の絵が同時に提示されることは無かった．尚今回の動画は全て 2D 映像であった．更に両群共に共通する実験刺激として能動的に映像を固定

位置から観察できる VR 慣らし専用の動画が用意された.

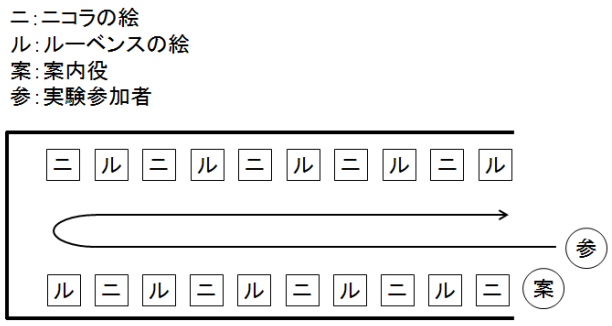


図 1. 動画イメージ図

2.3 テスト及び質問紙 PC で実施する分類テストと記憶テストが用意された. 分類テストは, 動画中では未提示のニコラまたはルーベンスの絵が表示され, どちらの作者の絵なのかを回答してもらうものであった. 記憶テストは, 動画で提示された絵と同一の絵が提示され, どちらの作者の絵であるか回答してもらうものであった. どちらも教示文から始まり灰色のブランク画面が 1 秒間, その後 1 秒間の注視点が表示された. 最後に絵が表示され, 絵の提示中に回答が求められた. これを 1 試行とし全部で 20 試行行われた. さらに, VR の臨場感, 没入感を評価する（7 段階評価）9 項目の形容詞対（迫力のない-迫力のある, 静的な-動的な, 弱い-強い, 気持ちの悪い-気持ちの良い, 嫌いな-好きな, 暗い-明るい, 偽物の-本物の, 間違った-正確な, リアリティの無い-リアリティのある）[3], 及び 2D か 3D のどちらに見えたかを聞く質問項目で構成された質問紙が用意された.

2. 4 手続き 実験は初日実験及び 2 週間後実験の 2 部構成になっていた. 能動群では, まず参加者は HMD のピントの調整も兼ねた VR 慣らし専用の動画を任意の時間で観察した. 次に今回の実験で体験される VR に関する以下の教示が与えられた.「VR とは自分の体勢に伴って映像が追従される体験です. 今回の実験でもこのような動画を視聴していただきます.」その後, パノラマ動画を視聴後に分類テストと記憶テストを行う事をあらかじめ伝えられたうえで, パノラマ動画の内容についての説明を受けた. そして参加者は 6 分間のパノラマ動画を視聴した. 視聴時の参加者の姿勢は起立した状態であった. 動画を視聴後着席し, すぐに分類テストを行った. テストの所要時間は 3 分程度であった. その後同様に記憶テストも行われた. 所要時間は 3 分程度であった. 最後に質問紙へ回答し, 初日の実験は終了した. 持続性を検討するため行われた 2 週間後の実験では, 記憶テストは初日と同様の手順で行われた. 分類テストは初日のテストで提示された絵とは異なる動画中に提示されていないニコラまたはルーベンスの絵が提示された. 受動群では同様に VR 慣らし動画を見てもらった. 手続きでは VR 慣らし動画の後の教示が以下のように伝えられた.「VR とは自分の体勢に伴って映像が追従される体験です. しかしこの後閲覧していただく映像は体勢に対して映像が追従されません.」その後閲覧する動画は能動群に提示された映像を録画した映像であった. 尚, 動画酔いを防ぐため, 視聴時の姿勢は着席であった. その他の手続きにおいては受動群と同様であった.

3 結果

3.1 分類テスト 初日及び 2 週間後の分類テストの平均正答率を図 2 で示した.初日の能動群の平均正答率は 0.57(*SD*=0.18)で, 受動群が 0.58(*SD*=0.16)であった. 2 週間後の能動群の平均正答率は 0.49(*SD*=0.16)で, 受動群が 0.61(*SD*=0.16)であった. 受動, 能動群間で *t* 検定を行った. その結果, 初日の平均正答率に能動群, 受動群による差は見られなかった($t(38)=0.17, n.s.$). 2 週間後の平均正答率に能動群, 受動群間に有意な差が見られた($t(38)=2.07, p=0.04$).

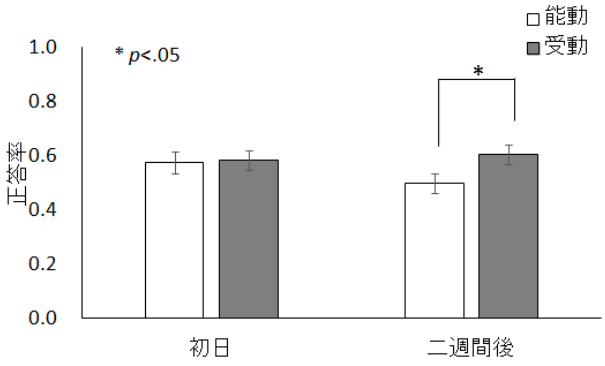


図 2. 分類テストの平均正答率

3.2 記憶テスト結果 初日及び 2 週間後の記憶テストの平均正答率を図 3 で示した. 初日の能動群の平均正答率は 0.59(*SD*=0.18)で, 受動群が 0.62(*SD*=0.18)であった. 2 週間後の能動群の平均正答率は 0.48(*SD*=0.21)で, 受動群が 0.64(*SD*=0.15)であった. 能動, 受動群間で *t* 検定を行った. その結果, 初日の平均正答率に能動群, 受動群間に差は見られなかった($t(38)=0.59, n.s.$). 2 週間後の平均正答率に能動群, 受動群間に有意な差が見られた($t(38)=2.57, p=0.01$).

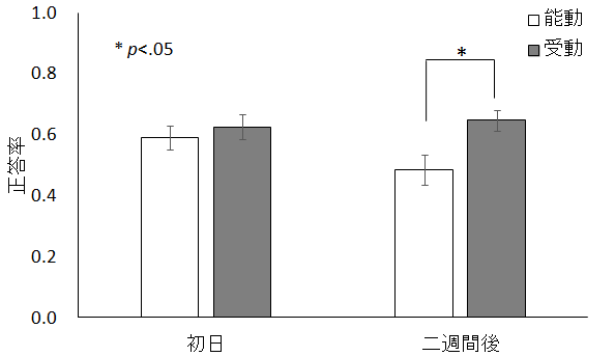


図 3. 記憶テストの平均正答率

3.3 **質問紙** 9 項目の形容詞対の中で有意な差が認められた迫力因子（迫力のない-迫力のある）の平均評定値を図 4 で示す．能動群の平均評定値は 4.75(*SD*=1.29)で，受動群が 3.50(*SD*=1.39)であった．能動，受動群間で *t* 検定を行った結果有意な差が見られた(*t*(38)=2.85, *p*=0.01)．

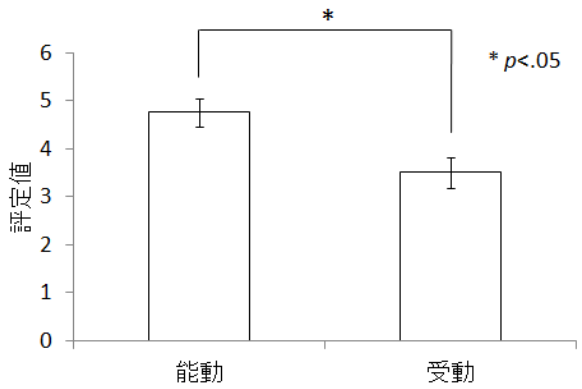


図 4. 迫力因子(迫力のない-迫力のある)の平均評定値

同様に，形容詞対のなかで有意な差が見られた現実性因子（リアリティの無い-リアリティのある）の得点平均を図 5 で示す．能動群の得点平均は 5.20(*SD*=1.12)で，受動群が 3.90(*SD*=1.78)であった．能動，受動群間で *t* 検定を行った結果有意な差が見られた(*t*(38)=2.68, *p*=0.01)．

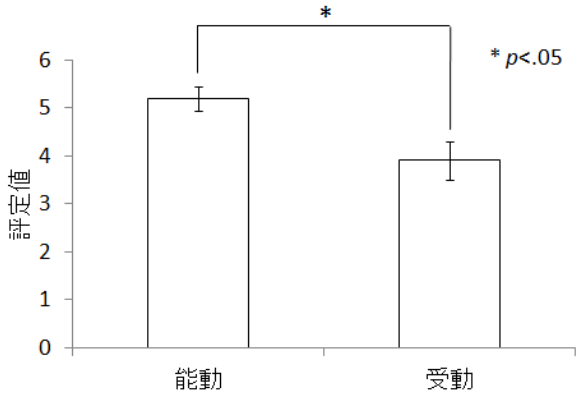


図 5. 現実性因子（リアリティの無い-リアリティのある）の平均評定値

視聴した動画が 2D か 3D のどちらに見えたかについて，能動群，受動群の回答人数を図 6 に示す．能動群で 2D と回答した人数は 7 人で，3D 回答者は 13 人であった．受動群で 2D と回答した人数は 13 人で 3D 回答者は 7 人であった．2D，3D のどちらに見えたか回答した人数についてカイ二乗検定を用いた結果，有意傾向が見られた($X^2(1, N=40), p=0.06$)．

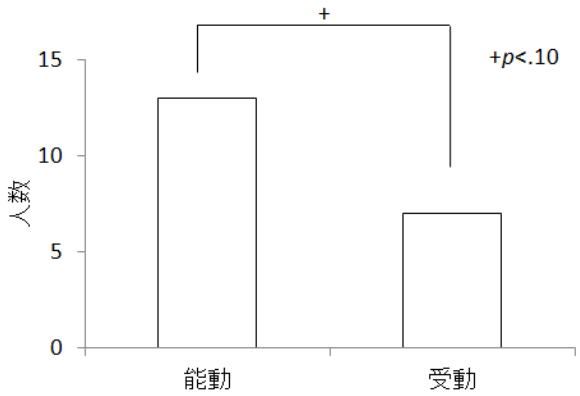


図 6. 3D に見えたと回答した人数

4 考察

本実験の目的は HMD のヘッドトラッキング技術に着目し，能動的な視点によって体験される VR が，体験者の情報処理過程へどのような影響を与えるか明らかにする事であった．質問紙の結果では臨場感や迫力そして奥行きに関する評価が受動群よりも能動群で高かったことから，視覚の能動性が観察者の感覚に影響を与えていると考えられる．また 2 週間後の分類テストや記憶テストの結果では受動群の平均得点が高くなった．この原因として，記憶の文脈依存が考えられる[4]．能動群では仮想で体験したものを現実でテストするので，記銘する時とテストを実施する時の文脈が大

きく異なることにより，分類や記憶に妨害効果が生じたと考えられることができる．一方で能動群では現実と同じような体験を（テレビを見る感覚）して，現実でテストが行われたことにより，記銘時とテスト時の文脈が類似していたため，テスト成績が促進され，2 週間後でもテスト成績が落ちることがなかったと考えられる．このことより，VR 中の文脈と分類や記憶テストが一致している場合は，テスト成績に促進的な効果が生じると考えられる．今後はこの可能性を直接的に検討する必要があるだろう．また今回の実験から，一定時間後においては，能動的に観察した記憶は受動的に観察した記憶よりも，忘却されやすいという結果が得られた．このことより，日常生活への支障が懸念されるコンテンツは VR で体験した方が比較的日常生活への長期的な影響が小さくなると考えられる．

参考文献

[1] Wang, Y. P. & O'Hagan, T. P. (1998) “U.S. Patent No. 5, 742, 263”. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[2] Held, R. & Hein, A. (1963) “Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior.” Journal of comparative and physiological psychology, Vol.56, No.5, pp.872-876.

[3] 飯村浩平・中村広幸・大倉典子・小松剛(2012). “臨場感と現実感の定量化と評価の実験.” 日本人間工学会大会講演集, Vol.48, No.0, pp. 432-433.

[4] Godden, D. R. & Baddeley, A. D. (1975) “Context‐dependent memory in two natural environments: On land and underwater.” British Journal of psychology, Vol.66, No.3, pp.325-331.

知識と鑑賞方略が抽象画の評価に及ぼす影響
The Effects of Prior Knowledge and Appreciation Strategy on the Evaluation of Abstract Paintings

木下 雄斗[†]，島田英昭[†]
Yuto Kinoshita, Hideaki Shimada

[†]信州大学
Shinshu University
17ea103f@shinshu-u.ac.jp, hshimada@shinshu-u.ac.jp

Abstract

People who aren't familiar with paintings tend to avoid viewing abstract paintings. This study examined the effects of prior knowledge, appreciation strategy, and interaction between them on the evaluation of abstract paintings among painting novices. Forty-five university students evaluated an abstract painting on four questionnaire items after looking at the painting for a minute: comfortableness, uncomfortableness, frustration, and incomprehensibility. In addition, after looking at the same painting for three minutes, they responded to the same items again. Some participants read an explanation of the painting before viewing it, that is, they acquired prior knowledge. In the same way, before they looked at the painting, other participants were instructed to think of the meanings of the painting creatively while viewing it, which means that they were required to use a divergent appreciation strategy. As a result, comfortableness was enhanced, while uncomfortableness, frustration and incomprehensibility were reduced in the group of participants with both prior knowledge and the divergent appreciation strategy although the divergent appreciation strategy without prior knowledge increased frustration. The results suggest that the divergent appreciation strategy with appropriate knowledge enhanced positive appreciation of abstract paintings.

Keywords — art, abstract paintings, emotion, strategy

1. 問題と目的

絵画の初心者は抽象画をはじめとした現代芸術を「解らない」といってこれを敬遠している[1]。こうした反応の原因の一つは、知識の有無にあると考えられる。Schmidt 他は、一般的な絵画を対象として、熟達者と初心者の絵画鑑賞時の違いをプロトコル分析により検討している[2]。その結果、知識を備えた熟達者は多様な観点から鑑賞を行っていることが示された。これは、知識の抽象画評価への影響を示唆している。

では、知識さえあれば抽象画評価は肯定的になるのだろうか。本研究は、知識の活用方略、すなわち鑑賞方略も考慮する必要があると考える。

上述の研究では、初心者が鑑賞の初期に絵画の意味的内容（作者の意図）に着目する鑑賞方略（以下「収束的鑑賞」）を持つことも示された。これは初心者が絵画の意味的内容に固執する認知的制約（以下「意図理解制約」）を持っていると言い換えられる。一方、Barthes が指摘するように、芸術作品の解釈については、鑑賞者が作者の意図を受容するのでなく、創造的な解釈を行う鑑賞方略がある[3]。この鑑賞方略を以下「拡散的鑑賞」と呼ぶ。鑑賞過程における拡散的鑑賞を制約緩和パラダイム[4]から捉えれば、抽象画の鑑賞方略を収束的鑑賞から拡散的鑑賞に変更することにより、抽象画の多様な解釈に気づき、結果的に肯定的な抽象画評価につながると予想される。実際、Arenas は、「（中略）美術作品を目でみて、頭で考えるという習慣がつけば、だれでも美術のおもしろさに気づくということに疑いをもちはしないだろう」と述べている[5]。

ただし、拡散的鑑賞方略が肯定的な抽象画評価を促す前提として、作品に対する十分な知識が必要となるだろう。なぜなら、拡散的鑑賞による多様な解釈への気づきは、その多様性に耐えられる十分な知識に支えられていると考えられるからである。

以上から、初心者の肯定的な抽象画評価を促進するには、知識と拡散的鑑賞方略の両方が必要ではないかと考えられる。そこで本研究は、知識の有無と鑑賞方略を操作し、初心者の抽象画評価を実験的に調べる。特に、知識と拡散的鑑賞の両者が揃うことが、肯定的な抽象画評価につながることを示す。

2. 方法

実験参加者　絵画初心者の大学生および大学院生 46 人（男性 8 名、女性 38 名、$M = 21.35$, $SD = 1.40$）から協力を得た。絵画初心者の抽出は、①「今回の実験で使用した絵画の中に過去に鑑賞したものが有るか否か」、②「年間あたりの美術館に行く回数」、③「学校教育外での美術教育の経験の有無」の 3 つの基準に拠っていた。これらは実験後のアンケート紙上で尋ねた。③については「ある」と回答した実験参加者についてはそ

の内容についてインタビューを行った。

①については過去に鑑賞したものがあると回答した参加者はいなかった。②については、0~3 回であった。③では 46 人中 5 人が学校教育外での美術教育の経験が「ある」と回答した。その内容を尋ねたところ、この内 3 人は造形教室およびワークショップの経験を挙げ、1 人は美術館で学芸員に絵画の解説を受けた経験を、1 人は高校時代の美術部所属と、造形教室の経験を挙げた。この中で美術部所属経験のあると回答した参加者は、他の参加者に比べると絵画技法や美術史に関して専門的な知識を有していると考えられたため、この参加者のデータは用いないこととした。他の 4 人についてはそれぞれの教育機会に絵画技法や構図を含む専門的な知識を教わったことはないと回答したため、これらの参加者は絵画初心者とみなした。

実験計画　知識提供（2；あり、なし）×拡散的鑑賞教示（2；あり、なし）×評価時期（2；事前、事後）の 3 要因計画とした。

材料　鑑賞材料として、Willem de Kooning の「発掘」（1950）と「復活祭の月曜日」（1956）を用いた。これらはいずれも Harry F. Gaugh (1989) (桑原・齋藤訳)の「Willem de Kooning」という本に載っているものを、直接使用した。「発掘」は縦 26.4cm、32.8cm（実物は縦 203.5cm、横 254.3cm）であり、「復活祭の月曜日」は縦 26.1cm、横 19.8cm（実物は縦 243.8cm、横 188cm）であった。

前者は黒で縁取られた黄色の複雑な形の塊が全体的に広がっており、その中に鳥の形や魚の形、目、口のような形などの様々なものが描かれている。後者は青、緑、黄色、白などの様々な色で描かれた線やスペースが不規則かつ複雑に重なり合っており、また一部に新聞が転写されているところが見える。両者に共通する特徴としては、一見して何が描かれているのか分かりにくい、不規則で複雑なタッチで描かれている、という点が挙げられる。

いずれの絵画も呈示する際は、絵画の色彩のついた部分と余白以外の部分は題名も含め、紙で目隠しをして参加者の目につかないように留意した。また、本の外装にも紙で目隠しを施しており、参加者は絵画部分以外の本の内容が分からないようになっていた。なお、作品の選出は一見して何が描かれているか分かりにくいことと、過度に有名でないことの 2 つの基準に沿って筆者が独自に行った。

絵画以外には、各作品に関する知識提供のための解説文 1 つずつと、拡散的鑑賞を促す方略教示文を用意した。

解説文には絵画の題名、その絵画が描かれた過程や背景、描かれているもの、特徴、絵画が与える印象といった要素が記述されていた。解説文は Harry F. Gaugh (1989) (桑原・齋藤 訳)の「Willem de Kooning」の中から、当該作品について解説した文章の一部を抜き出して組み合わせつつ、適宜加筆を行い作成した。「発掘」の解説文は 754 文字、「復活祭の月曜日」の解説文は 727 文字であった。参加者がこれらを読み終わるのに要した時間はおよそ 1 分前後であった。

一方、方略教示文の内容は参加者が絵画を見る際に、①自分なりの絵画の解釈（絵画が意図していると思われるもの）、②①で想像したことを踏まえると、絵画についてどのようなことを感じるか、の 2 点を意識して鑑賞するように求める、というものであった。方略教示文には以上の 2 点に関する補足として、①については 1 つだけでなく複数想像可能であるということ、作者の意図を正確に読み取る必要はなく、気楽に思いつくまま想像して良いということ、想像したことについて実験参加者が尋ねたり記述させたりすることはない、ということの 3 点も併せて記述した。文字数は 284 文字であり、参加者が読み終わるのにはおよそ 10 秒から 30 秒程度かかった。

また、評価項目として「どの程度～を感じましたか」の形式で「心地よさ」、「フラストレーション」、「不快さ」、「不可解さ」の 4 項目（「1.全く感じなかった」～「5.強く感じた」の 5 件法）を準備した。以上の項目はそれぞれ「心地よさ」において絵画の肯定的評価を、「フラストレーション」において Schmidt 他[2]で初心者の「抽象画」への反応として表れた「フラストレーション」の傾向を、「不快さ」において絵画への否定的評価を、「不可解さ」において意図理解制約の確認を目的としている。

手続き　実験は前半と後半の 2 セッションに分けられていた。前半・後半共に 1 分間の事前鑑賞フェーズと 3 分間の事後鑑賞フェーズがあり、事前・事後の各フェーズ後に抽象画を評価した。ただし、後半では事前鑑賞フェーズと事後鑑賞フェーズの間に介入フェーズが存在した。介入フェーズでは、15 人の参加者が解説文を読んだ。以下、この群を知識群とする。また他の 15 人は方略教示文を読んだ。この群を以下解釈群とする。また別の 15 人は解説文と方略教示文の両方を読んだ。以下この群を知識・解釈群とする。

前半と後半で見る作品は 1 参加者ごとに入れ替え、カウンターバランスを取った。また、各条件と前半・後半で見る作品の組み合わせは、各群でその組み合わせがほぼ同数になるようにした。その結果、知識群と知識・解釈群では前半で「復活祭の月曜日」（後半で「発掘」）を鑑賞した人数が 8 人、逆の組み合わせが 7 人であった。解釈群では前半で「復活祭の月曜日」（後半で「発掘」）を鑑賞した人数が 7 人、逆の組み合わせが 8 人であった。

具体的な流れは以下の通りであった。前半では全ての参加者に対して同じ手続きを適用し、統制条件とした。最初に参加者は実験同意についての説明を受け、署名を受けた。その後、実験にかかる時間、そして実験が前半と後半に分かれており、前後半でそれぞれ別の作品を 1 作品ずつ鑑賞することと、前半の課題の流れ、の 3 点について説明を受けた。以上を説明後、参加者に課題についての疑問がないことを確認した。また、鑑賞前には絵画を見やすくするために本の位置は動かしてもいいが、向きは変えないでほしい、ということを口頭で補足した。

絵画の呈示は実験者が本をページの閉じられた状態で参加者の前に出し、鑑賞開始の合図とともに「発掘」および「復活祭の月曜日」の載せられているページを開く、という形で行った[1]。前半の課題として、参加者は「発掘」か「復活祭の月曜日」のどちらかについて事前鑑賞を行った。鑑賞時間が終了すると実験者が本を閉じた。事前鑑賞の後、参加者は鑑賞した絵画について質問紙に各項目について評定を行った。質問紙は次の鑑賞に移る前に実験者が回収した。その後、同じ作品について 3 分間の事後鑑賞と評定を行った。

前半の課題が終わると、参加者は後半の課題の流れについて説明を受けた。この時点で、知識群、解釈群、知識・解釈群にはそれぞれ異なる課題の流れを説明した。説明終了後、参加者に課題についての疑問が無いことを確認してから、後半のセッションに移行した。後半の事前鑑賞では、参加者は前半鑑賞したものと違う作品について事前鑑賞と評定を行った。事前鑑賞フェーズが終わると、介入フェーズに移行した。このフェーズで各参加者は解説文または方略教示文、あるいはその両方を読むことを求められた。読み始める前には、読み飛ばしの無いように読むようにしてほしい、ということを口頭で補足した。文章を読むのに制限時間は設けなかった。

参加者が文章を読み終わったことを確認した後、事後鑑賞フェーズに移った。鑑賞前には、参加者には読んだ文章を読み返しながら鑑賞してもかまわないが、なるべく絵の方を見るようにしてほしい、ということと、先ほど読んだ文章を意識しながら鑑賞してほしいということを伝えた。その後鑑賞と評定を行った。

なお、知識・解釈群は先に解説文を読んでから 1 分間の鑑賞を行い、その後方略教示文を読み、さらに 2 分間の鑑賞を行った。そしてこの 2 回の鑑賞の終了後に質問紙へ回答した。このような手続きを踏んだのは、両方の文章を読んでからまとめて事後鑑賞を行うより、それぞれの文章を読んでからの事後鑑賞を 1 回ずつ行ったほうが、それぞれの文章を読んだ後の鑑賞に対する感想を自覚しやすいと考えたからである。また、1 分間と 2 分間の不均等な時間配分を行ったのは、解説文読後の鑑賞より、方略教示文を読後の拡散的鑑賞のほうが絵画について考えることが多く、鑑賞に必要な時間が多くなると考えられたからである。

また、知識・解釈群のいずれの事後鑑賞でも、文章を読み返しながら鑑賞してもかまわないが、なるべく絵の方を見るようにしてほしい、ということを伝えた。事後鑑賞中に文章を読み返すという行為についてであるが、全ての群で多くの参加者はこれを行わず、また一部の参加者が数秒文章を見返すことはあったが、大半の時間は絵画に目が向けられていた。

実験終了後、各参加者はアンケートに回答し、その後お礼を受け取って帰った。

3. 結果

知識群、解釈群、知識・解釈群について、事前鑑賞から事後鑑賞にかけての変化を比較するため、参加者内 t 検定と参加者内分散分析を行った。なお、分散分析で各群との比較に用いたのは、各群の前半のデータである。また、統制群については t 検定のみ行った。統制群は全参加者の前半データに当たる。結果は項目ごとに表 1 にまとめた。

分析の結果、知識群では、心地よさの増加、不快さと

[1] なお、提示する際に「復活祭の月曜日」を本来の縦と横の向きを異なって提示してしまうというミスが全参加者に対して生じた。ただし「復活祭の月曜日」も含め、今回の実験で使用した絵画は先述した様に、元々一見して何が描かれているかを特定するのが困難である上に、実験後のアンケート及びインタビューにおいて、それぞれの絵画の向きについて違和感を抱いた参加者は存在しなかったので、このミスがデータに与える影響はないと考えられる。

表 1 各群の事前・事後鑑賞の評定平均値(SD)、事前・事後の変化の t 検定結果、知識群、解釈群、知識・解釈群の各群における統制条件との事前・事後変化の交互作用の有無

心地よさ

		事前	事後	*p*	*d*
知識群	*t* 検定	1.9(1.0)	2.7(1.0)	$p<.05$	0.7
	交互作用			$p<.05$	
解釈群	*t* 検定	2.5(1.4)	2.5(1.2)	$p=.72$	0.1
	交互作用			$p=.13$	
知識・解釈群	*t* 検定	2.2(1.1)	2.8(1.0)	$p<.10$	1.2
	交互作用			$p<.10$	
統制群	*t* 検定	2.0(0.8)	2.2(0.8)	$p=.36$	0.1

フラストレーション

		事前	事後	*p*	*d*
知識群	*t* 検定	1.9(0.6)	1.8(0.8)	$p=.75$	-0.6
	交互作用			$p=.81$	
解釈群	*t* 検定	1.7(0.7)	2.3(1.2)	$p<.05$	0.6
	交互作用			$p=.18$	
知識・解釈群	*t* 検定	2.3(1.1)	1.8(0.9)	$p<.05$	-0.6
	交互作用			$p<.05$	
統制群	*t* 検定	1.9(0.9)	2.1(1.2)	$p=.47$	0.1

不快さ

		事前	事後	*p*	*d*
知識群	*t* 検定	2.6(1.4)	2.0(0.6)	$p<.10$	-0.5
	交互作用			$p=.65$	
解釈群	*t* 検定	2.5(1.4)	2.4(1.2)	$p=.80$	-0.1
	交互作用			$p=.40$	
知識・解釈群	*t* 検定	3.3(1.4)	2.1(1.1)	$p<.05$	-0.7
	交互作用			$p<.05$	
統制群	*t* 検定	2.9(1.4)	2.7(1.2)	$p=.19$	-0.2

不可解さ

		事前	事後	*p*	*d*
知識群	*t* 検定	3.8(0.9)	3.0(1.3)	$p<.05$	-0.6
	交互作用			$p=.22$	
解釈群	*t* 検定	3.1(1.2)	3.3(1.3)	$p=.58$	0.1
	交互作用			$p=.44$	
知識・解釈群	*t* 検定	3.7(1.2)	3.1(1.2)	$p<.05$	-0.7
	交互作用			$p<.10$	
統制群	*t* 検定	3.7(1.1)	3.5(1.3)	$p=.33$	-0.1

＊( )内はSD

不可解さの低減が確認された。ただし、不快さと不可解さについては統制群との比較では分散分析の交互作用が有意ではなかった。

解釈群については、フラストレーションの増加が見られたが、心地よさ、不快さ、不可解さについては有意な変化は確認できなかった。

知識・解釈群では、有意傾向ではあるが心地よさの増加が見られ、フラストレーション、不快さ、不可解さについては有意な低減が見られた。

統制群では全ての項目で事前から事後にかけての変化が見られなかった。

4. 考察

まず、知識の単独の効果を検討する。知識群では心地よさの増加が見られたことから、知識が肯定的な抽象画評価に寄与したことを示されたといえる。ただし、フラストレーションでは事前事後の差もなかったこと、また分散分析では、知識群の効果は後に述べる知識・解釈群に比較して限定的と考えられる。また、不快さや不可解さについては分散分析の結果が有意でなく、追試可能性の検討が必要である。

次に拡散的鑑賞単独の効果を検討する。解釈群ではフラストレーション以外の有意な効果は観察されず、拡散的解釈の抽象画評価への影響は限定的であった。原因として、拡散的鑑賞には一定の知識が必要とするからであると考えられる。ただし、今回の介入の方法が不適切であった可能性には留意する必要がある。本実験では文章によって鑑賞方略を変えることを試みたが、ある程度の時間をかけて拡散的鑑賞方略を獲得させれば、結果が異なる可能性はある。

最後に知識と鑑賞方略の相互作用を検討する。知識・解釈群では全ての項目で有意な変化がみられた。知識群と解釈群にこのような変化はないことから、知識と拡散的鑑賞の両者が揃うことが肯定的な抽象画評価につながるという本研究の仮説が検証されたと言える。

ここまで、心地よさは肯定的、その他 3 項目は否定的な項目として位置づけて解釈してきたが、フラストレーション項目については、他の 3 項目とやや異なった位置づけが可能となる。知識群と解釈群を比較すると、知識群ではフラストレーション以外、解釈群ではフラストレーションのみに有意な違いが見られた。これは、フラストレーション項目の特殊性を示唆している。推察すると、フラストレーション以外の項目が絵画自体の評価であるのに対し、フラストレーションは鑑賞行為に対する評価であり、解釈群における鑑賞方略の影響が現れたのではないかと考えられる。

最後に本研究の問題を 2 点挙げる。

一つは、本実験では鑑賞終了後に評定に回答しても

らう、という手法を取ったため、鑑賞中の介入による変化プロセスが見落とされている点である。この点については、田中・松本[4]の研究手続きのように、鑑賞中に参加者に発話を求め、その発話を分析することで補うことが可能かもしれない。

もう一つは参加者から解説文の内容が難しかった、という意見が聞かれたことである。解説文の内容が抽象的なものであったため、こうした感想があったのかもしれない。仮に今回の実験データにこの解説文の特徴が反映されているとするならば、より平易な文体の解説文を用いて知識の効果、および拡散的鑑賞方略との相互作用を測定する必要があるだろう。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K00690 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] 杉野正, (1965) “芸術解釈の問題”, 竹内敏雄 (監修), 講座 ―美学新思潮 2 芸術の解釈, 美術出版社, pp. 9-40.
[2] Schmidt, J. A., McLaughlin, J. P., & Ligheten, P., (1989) “Novice strategies for understanding paintings”, Applied Cognitive psychology, Vol.3, pp.65-72.
[3] Barthes, R., (1968) “La mort de l’auteur” （花輪光（訳）, (1979) “物語の構造分析”, みすず書房）
[4] 田中吉史・松本彩季, (2013) “絵画鑑賞における認知的制約とその緩和”, 認知科学, Vol.20, pp.130-151.
[5] アメリア・アレナス, (2001) 木下哲夫 （訳） みる・かんがえる・はなす - 鑑賞教育へのヒント, 淡交社

待ち時間に対する満足度評価の心的プロセス －時間評価の丁度可知差異に基づく理論モデル－

Psychological process of satisfaction evaluation considering waiting time: - Theoretical model based on JND of time perception -

新井田 統[†]，原田 悦子[‡]
Sumaru Niida, Etsuko T. Harada
[†]KDDI総合研究所，[‡]筑波大学
KDDI Research, Inc., University of Tsukuba
niida@kddi-research.jp

Abstract

The waiting time problem that occurs when using ICT has been mainly discussed in the engineering field. The result of the subjective satisfaction evaluation indexed by the five point Likert scale is used for the design and control of the network system. However, the meaning of satisfaction index has not been discussed well enough. In this paper, we proposed a theoretical model in which the psychological process of subjective satisfaction assessment for waiting time is based on the detection of the just noticeable difference (JDN) of time evaluation. Analysis using the results of the evaluation experiments revealed that the data in two different conditions show the same trend based on the proposed model.

Keywords — Waiting Time, Cognitive Process, JDN, Modeling, Satisfaction, Time perception.

1. はじめに

我々の日常生活は高機能な情報機器に満ち溢れている. 情報社会化が人々の日常生活へ浸透した結果, 個々の人工物としての ICT 機器利用のみならず，通信ネットワークを介した情報トランザクションを含む人工物利用が常態化した. その結果, ウェブサービスやソーシャルネットワーキングサービス（SNS），マルチメディアサービスなどの多様なコンテンツをスマートホンなどの情報端末上で利用するだけでなく，ユビキタスコンピューティングや IoT（Internet of Things）と呼ばれる，様々なモノがインターネットへ接続される世界観が実現し始めた.

生活に次々ともたらされる高機能な ICT 機器が，その物理的性能を上げ続けているにも関わらず長らく解決ができていない課題の一つとして，操作から情報提示までの待ち時間の発生がある．インターネットで使用されているパケット交換方式では，利用者数が増加した場合にシステムの特定箇所にトラヒックが集中して発生することでシステムが混雑（輻輳）して，データ伝送の待ち時間が増加する.

本研究の対象となっている待ち時間は，インターネットの普及に伴い，Web サービスや電子メールサービス，SNS などの非同期系サービスの利用が増加したことでその発生が課題として顕在化した. 待ち時間は, 基本的には技術の進展により減少していくと考えられるが，実際には ICT の高度化が必ずしも待ち時間を短くする方向にのみ働いたわけではない．スマートホンやタブレット PC などの高度 ICT 機器は，処理速度の観点からは性能が向上しているものの，大画面化や動画コンテンツなど利用者の要求するラヒック量が多いサービスを増加させ，ネットワークで発生する待ち時間を増加させる要因にもなっている.

待ち時間の発生に対しては，通信事業者が潤沢なシステムリソースを提供することで解消すると考えられるが, システム増強には膨大なコストがかかり, 容易に実現できるものでは無い. そこで我々は, この問題を認知的アプローチによって解決することを目指し[1]，待ち時間に対する満足度を評価する心的プロセスの分析に取り組んでいる. 本稿では, 待ち時間に対する満足度評価の心的プロセスについて理論モデルを形成し，評価実験データとの比較を行った結果について報告する.

2. 満足度評価の内的モデル

2.1 問題の所在

待ち時間の発生は，誰にとってどのような問題を引き起こすのであろうか．ネットワークに接続された ICT 端末の利用は人工物を介したサービス利用の一つであることから，更に詳細に検討をするためにその問題をユーザビリティ（usability）の概念を援用して考察する．Nielsen[2]では，ユーザビリティを構成する要因として「learnability（学習しやすさ）」「efficiency（効率性）」「memorability（記憶しやすさ）」「errors（エラー）」「satisfaction（主観的満足度）」の 5 つが挙げられ

ている．ネットワークに接続されたICT端末の操作時に待ち時間が発生した場合，まずICT端末を使用して行っているタスクの進捗に対して直接的に障害となり「効率性」を落とす．更に，想定外の動作によるボタンの押し間違えなどの「エラー」を発生させ「有効さ」が失われる．その結果，サービス品質の劣化として認知され，利用者の「主観的満足度」を低下させる．ネットワークサービス提供者の観点からは，利用者の主観的満足度が低下し，提供するサービスへのロイヤルティが下がることが問題となる．

このように，ネットワークに接続されたICT利用時の待ち時間の発生は，十分な機能が提供されていないと利用者が感じることによる主観的満足度の低下という形で，サービスの利用者と提供者の双方の立場で問題となる．本研究では，研究成果の産業応用の観点から，利用者と提供者の双方にとって重要な指標である，利用者による主観的満足度（以下満足度）を評価する心理プロセスに着目する．

2.2 理論モデルの構築

ICT 利用時の待ち時間に対する満足度の評価は，主に工学分野における通信品質評価の研究として行われてきた．それらの研究では，待ち時間を含む実験刺激を提示して満足度の回答を求め，その平均値（Mean Opinion Score: MOS）を算出して，ネットワークシステムの設計や制御に利用している．評価の際に，MOS評価結果への回帰式として対数関数やべき関数を用いた分析が行われているが，視覚や触覚といった感覚の強さを対象とした精神物理学の分野での知見が援用されている方法論を当てはめることの是非についての検討は十分に行われていない．

本稿では，満足度評価の心理プロセスを期待不一致モデル[3]をベースに再検討する．このモデルは，サービスを対象とした評価に用いられるもので，過去の購買活動を通じて期待水準が形成され，それとサービス利用時に知覚されるパフォーマンスとの比較によって満足度が評価されるというモデルである（図1）．ここで，過去の経験により形成される“期待品質”と，満足度評価を行う時点での“経験品質”が共に心理的な時間の長さのみに依存している状況を仮定した場合，5 件法でのリッカート尺度で測定される満足度評価は，期待品質に対してより短く感じた場合に「満足＝4」「非常に満足＝5」と回答し，長く感じた場合に「不満＝2」「非常に不満＝1」と回答する心的プロセスとなる．

期待品質となる心理的待ち時間長よりも短いもしくは長いと感じるかどうかの判断を行う際には，心理的時間の長さの評価（時間評価）における，標準となる刺激の長さから弁別可能な最小の差異である丁度可知差異（Just Noticeable Difference, JDN）が問題となる．満足度評価において，JDNよりも短い待ち時間長の差異を検出することはできないと考えれば，満足度の評価はJDNに依存すると仮定できる．図2にJDNに基づく待ち時間長と満足度との関係性を図示する．

藤崎は，3秒以上10数秒の長さにおいて，刺激の強度である物理的時間の長さと弁別閾の間に，Weberの法則が成り立つことを実験結果に基づき示した[4]．これら結果に基づくと，図2に示すとおり期待品質となる標準的な満足度（5件法で3）が得られる待ち時間長をt_Mとした場合に，それよりも長いと認知可能な時間の長さt_{M-1}と，短いと認知可能な時間の長さt_{M+1}は，それぞれ以下のように与えられる．

$$t_{M-1} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times t_M \qquad \text{式(1)}$$

$$t_{M+1} = \frac{1+\alpha}{1-\alpha} \times t_M \qquad \text{式(2)}$$

但し，ウェーバー比$\Delta t/t = \alpha$とした．

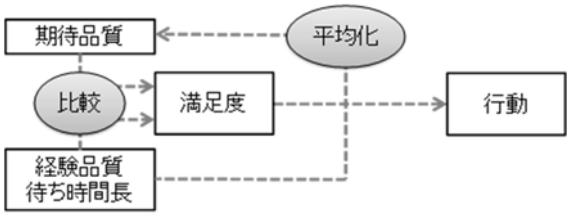


図1　期待不一致モデルに基づく待ち時間に対する満足度評価の心的モデル

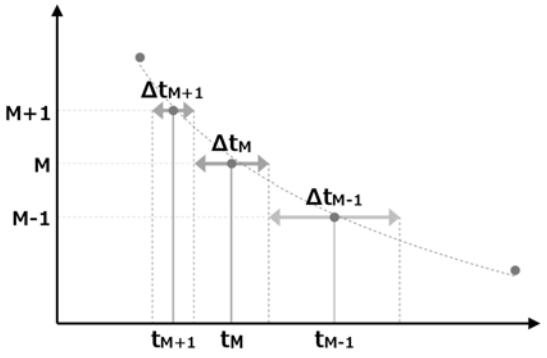


図2　丁度可知差異に基づく待ち時間長と満足度の関係

3. 評価

式(1)および(2)により算出した結果と，実験結果との比較を行った結果を図 3 と 4 に示す．実験結果においては，Niida, Uemura, & Nakamura[5]に示された，電子メール送信（添付無）条件と，電子メール送信（添付有）条件の二つを示した．これらの評価実験はフィーチャーホンを用いて行われ，電子メールを送る際の，送信ボタン押下から送信完了のメッセージが表示されるまでの待ち時間について評価を行ったものである．実験参加者はウェブ調査会社の募集に対して自発的に応募した参加者である．参加者数は添付有条件では 445 名，添付無条件では 492 名であった．独立変数として，添付有条件では 10 水準（5，6，8，10，12，15，20，30，40，45 秒），添付無条件では 13 水準（2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，15，20 秒）の待ち時間長を設定した．

期待不一致モデルと JND を組み合わせた提案した理論モデルにおいて，満足度の回答が 1～5 となる値（t_1～t_5）を，添付有条件では$t_3 = 10sec$，添付無条件では$t_3 = 6sec$として求めた．藤崎[4]においては，ウェーバー比は定数とならず，$\Delta t \approx 0.275t - 0.4$で与えられているが，本稿では探索的にパラメータを調整した結果，$\Delta t/t = \alpha = 0.35$において，添付有と添付無の両条件で，式より算出した結果と評価実験の結果が高い一致を示した．

4. 考察

工学分野における通信品質研究においては，満足度評価に影響を与えると推察される要因を設定して，その影響を定量的に評価することで，サービスやネットワークの設計・制御において考慮すべき要因を数多く明らかにしてきた．こうした，現実の問題から帰納的に導き出された要因の影響を実証的に評価するアプローチは，研究成果の応用において重要である．しかし，主観的評価に影響を与える要因は多数有り，複数の要因の組合せまで想定した場合には，要因の影響を網羅的に検討することは不可能である．その結果，状況の変化や新しい要因の付加に対して，再度全ての要因を考慮した実験が必要になり，応用研究においてコストが高くなるという問題がある．

筆者らは，これらの問題に認知的アプローチで対応するために，Human-Network Interaction というコンセプトを提案している[6]．このコンセプトでは，待ち時間を ICT 利用全体の中に位置付け，待ち時間を通信ネットワークの輻輳状態を理解する手がかりとして利用し，変動する通信環境の中で利用者が行動を選択するという相互作用の視点を示している．このコンセプトにおいては，満足度はネットワーク品質と通信行動をつなぐ重要な指標である．満足度評価の心理プロセスをモデル化することは，人がネットワークとの相互作用を通じて適切な行動を選択することで，ICT 機器を「使いやすい」と感じることができるサービスやインタフェースの開発において，重要な取り組みとなる．

本稿では，ICT 利用時の待ち時間に対する満足度評価のプロセスを，期待不一致モデルと心理的時間長の JND を組み合わせた理論モデルで説明をした．本モデルに基づき，待ち時間長から MOS の理論値の算出を行い，評価実験による結果と比較したところ高い一致が得られた．これより，本理論モデルにより待ち時間に対する満足度を評価する心的過程が説明可能であることが示された．

本モデルを記述する式においては，ウェーバー比が藤崎[4]とは異なる値となった．これは，参照した評価実験において用いた視覚刺激が，フィーチャーホンによる待ち時間評価という異なる刺激で行われた実験であることが理由であると考えられる．また藤崎[4]は，1kHz の純音を聞かせる条件と空虚空間での条件下で JDN を測定し，異なる結果が得られることを示している．異なる環境においては JDN が異なる値となるということは，本モデルの適用が JDN の評価が一定の環境に限定されることを示している．しかし，添付有条件と添付無条件という異なる二つの条件を同一のモデルで説明できたことは，これまで異なる数理モデルを当てはめていた条件が，期待品質という一つのパラメータで表現可能であることを示しており，これまでより，応用研究において扱いやすいモデルが示せたと考えられる．また，本モデルでは，平均的な待ち時間の長さが推定できれば，満足度の値が実験で測定されていないアプリケーションに対しても，MOS の理論値を得ることができることを示している．これは，様々なアプリケーションが混在する際の満足度のシミュレーション評価を容易にし，更にネットワーク上で取得可能なログから満足度を推定する手法の開発に繋がると考えられる．

本提案モデルにより満足度評価における心的プロセスが記述されたことで，待つ行為における心的プロセスの分析がより高度化し，応用研究への適用や過去の知見を包括する理論の構築が期待される．

参考文献

[1] 新井田統・原田悦子, (2011)“高度情報化社会におけるコミュニケーションの分析と理解”, 電子情報通信学会誌, Vol.94, No.3, pp.226-231.

[2] Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Amsterdam: Elsevier.（ニールセン, J. 篠原 稔和（監訳）・三好 かおる（訳）(2002). ユーザビリティエンジニアリング原論―ユーザーのためのインタフェースデザイン 東京電機大学出版局）

[3] Oliver, R. L., (1980) “A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions”, Journal of Marketing Research, pp.460-469.

[4] 藤崎博也, (1996)“時間弁別とウェーバー比”, 松田文子・甲村和三・山崎勝之・調枝孝治・神宮英夫・平伸二（編）心理的時間－その広くて深いなぞ（pp.49-62） 北大路書房

[5] Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H., (2010) “Mobile services -User tolerance for waiting time-”, IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol.5, pp.61-67.

[6] Niida, S., Uemura, S., & Harada, E. T., (2013) “Design requirements for improving QoE of web service using time-fillers” IEICE Transactions on Communications, Vol.96, No.8, pp.2069-2075.

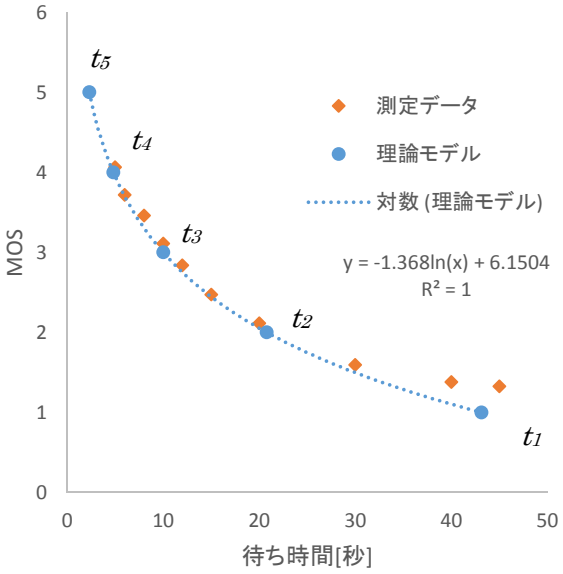


図 3 電子メール送信（添付有）条件における実験結果と理論モデルの比較

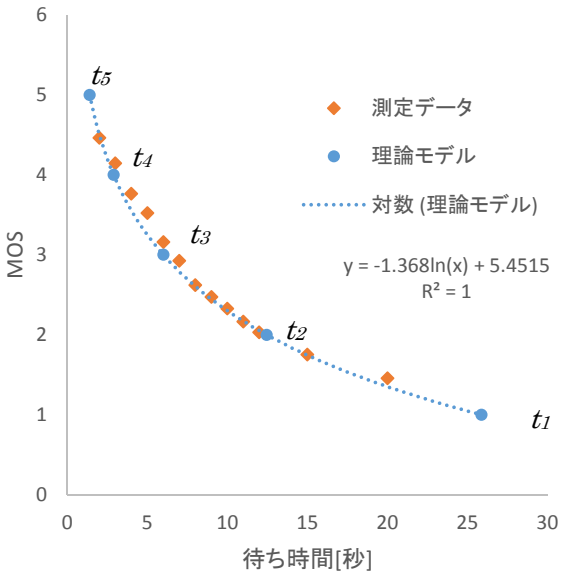


図 4 電子メール送信（添付無）条件における実験結果と理論モデルの比較

ランダムに配置された粒子群画像の周期的提示による運動認知 Ⅱ
Virtual Measurement of Perceived Translational Velocity of Periodically Illuminated Random Dots Ⅱ

大槻 正伸，大塩 智規，小泉 康一，車田 研一†
Masanobu Ohtsuki, Tomonori Ohshio, Koichi Koizumi, Kenichi Kurumada
†福島工業高等専門学校
National Institute of Technology, Fukushima College
ohtsuki@fukushima-nct.ac.jp

Abstract
When we see random dots, shown on a screen at some constant time intervals, for example 100[ms] time interval, we feel as if they are falling down with some velocity.
In this paper we proposed an improved method for measuring that virtual velocity by comparing the random dots and the dots which are really falling down on the screen.
The average separation distance between a pair of adjacent dots is seen almost proportionally correlated to the perceived velocity which is measured with this method.

Keywords — Apparent movement(motion), Random Dots, Translational velocity, Virtual Measurement

1. はじめに
砂糖などの粒子がさらさらと自然に落下している場合，人間は粒状や粉状の物質の流れ，特に流れの速度をどのように認知しているのであろうか？ そのための基礎的な知見を得るのが本研究の目的である．

速度認知の大雑把な推定としては，ある時刻 t での各粒子と微小時間後 t+Δt 時刻での各粒子の位置を，それぞれの粒子を同一視しながら結びつけることを繰り返し行うことにより流れの認知，流れの速度の認知をしているのであろうと考えられる．

それでは，粒子の同一視と結び付けをどのように行うのかが問題になる．

視覚心理学的研究には，仮現運動（対象物が離散的に空間的位置を変えていく場合であっても実際には運動しているような知覚を生ずる現象）についての研究事例が多数ある[2][4][7][9]．仮現運動の例としては「動くネオンサイン」のように，ネオンランプが実際に動いているわけではなく，多くのランプを適当な時間間隔で点灯させたり，消灯させたりをうまく制御することによって，まるであるパターン（簡単な絵や文字等）が動いているかのような視覚印象を作りだす現象等があげられる．

そして，仮現運動の視覚心理学的研究には，ランダムドットキネマトグラムによる，刺激提示時間，刺激提示時間間隔，空間間隔等と，仮現運動の知覚の強さ，正確さとの関係等の研究がなされている[2][9]．

しかし，全くの「ランダムドット群の周期的提示刺激（提示する刺激は提示するたびに異なった，ランダムにドットを配置した画像）」に対する運動認知に関する既往の研究は少ないと思われる．

そこで我々は文献[3]で次のような実験を行った．まず，人工的に，コンピュータで全くランダムに点を配置した画像（以下「ランダムドット画像」という，（図 1）をある周期（50～200[ms]程度）で提示し，人は運動として認知するのか，またそうであればどのような運動として認知するのか，その認知速度はどのようになるのか，等について調べた．この実験では，
①ランダムドット画像を周期的に提示し，
②観察者は「落下(上昇)するように」意識し(そうすると実際に落下(上昇)するように知覚される)
③比較物体（図 1 赤紫色のやや大きな円）を表示し，その比較物体の速度を，観察者がランダムドット画像による認知流れ速度と比較物体の速度が一致したと感じるまで変化させ，その時の比較物体の速度を計測する．この実験の結果，
（1）落下（上昇）認知速度と，「最近点移動平均速度[3]（後述）」とには強い相関があること，
（2）しかし認知する速度には相当個人差があること等がわかった[3]．

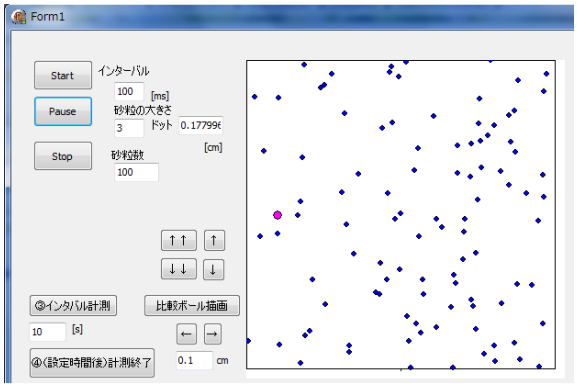


図 1 ランダムドット画面の例（文献[3]）

こ

の文献[3]の実験では，ランダムに提示された画面に対し，観察者が「落下（上昇）するように意識する」という動作が入る．

多義図形[1]や，「回る女性の錯視」[10] などでもわかるように，人間は比較的簡単に，意識によって運動や状態の認知を変えることが可能である．すなわち，意思による画像の認知内容の制御はしばしば経験される．文献[3]の実験では，この制御を観察者が自ら行うことを要求しているが，その制御された状態が安定して続いていることが保証されるかという問題もあった．また，観察者によっては，「実験中に斜めに流れる運動も時々意識に上る」等の意見も出て，意識制御の曖昧さを含んでいることが否めなかった．

今回の研究では，観察者の「意識制御」をなるべく取り除いた実験を行い，その場合でも同様の結果（上記（1）（2））が得られるのかを確かめた．

この結果本研究によっても（1）（2）を強く支持する結果が得られた．

以下では，新しい実験，その結果と考察について述べる．

2. 知覚速度の測定実験

実験を実施するにあたって，図 2 のようにディスプレイ上にランダムドット等を表示するプログラムを作成した．このプログラムでは，縦，横 10.0[cm]の「表示用正方形」に，ドット（実際は円）を表示するが，その個数や，ドットの半径，提示周期も設定できるようになっている．

例えばドット個数200 個, 各ドットの半径3 ドット，提示周期が 100[ms]の場合，まずそのドットの実際の大きさ（直径）を cm 単位で表示し（直径 6 ドットの場合 0.15[cm]），ランダムに 200 個の点を表示用正方形内にばらまき，それを 100[ms]表示し続ける．次に，100[ms]たったところで，プログラムのタイマー機能により，また全く新たな 200 個のランダムに位置するドットを 100[ms]表示する，という動作を繰り返す．

そして今回は，左（プログラムでは左，中央，右が選択できる）の指定された何%か（例えば 20%）に位置するドットは，実際にある速度で落下（上昇）させる機能を追加した．この領域を「実落下（上昇）領域」とよぶことにする．そして，その落下（上昇）速度は観察者がマウスを用いて（↑↑ボタン，↓↓ボタンを押すことにより）調整可能とした．なお実際に落下させる場合は，垂直にではなく，この領域内の各ドットは指定された角度（例えば今回の実験では 60 度）の範囲でランダムに選び、次の提示周期で落下（上昇）したドットを表示する場合，その角度で落下（上昇）させることとしてある．この場合落下（上昇）速度とはドットの移動の垂直成分の速度とした．したがって、この領域のドットは木の葉が落ちるようにゆらゆらと落下するように見えることになる．

これらにより，図 2 の場合，最初は全くランダムに 200 個のドットを配置するが，左 20%に位置するドットは，ある速度（最初は 0[cm/s]，後には観察者の指示でだんだんと加速させる）で落下（上昇）するのに対し，右 80%に位置するドットは提示周期ごとにランダムに配置させるようになっている．この提示周期ごとにランダムにドットを描く領域を「ランダム配置領域」とよぶことにする．この表示プログラムでは，ドット数は，表示正方形内の全ドット数としてある．すなわち，実落下（上昇）領域のドット数と，ランダム配置領域のドット数を合計して指定されたドット数（例えば 200 個）となるように常に制御されるようにプログラムを設計してある．

さて，実落下（上昇）領域は，ドットが静止していれば，ランダム配置領域と容易に区別がつくが，実落下（上昇）領域のドットの速さが速くなると区別がつきにくくなり，ある程度の速さになると，まったく違和感がなく，全画面がランダムドット領域と同じに感じられるようになることがすぐに体験できる．

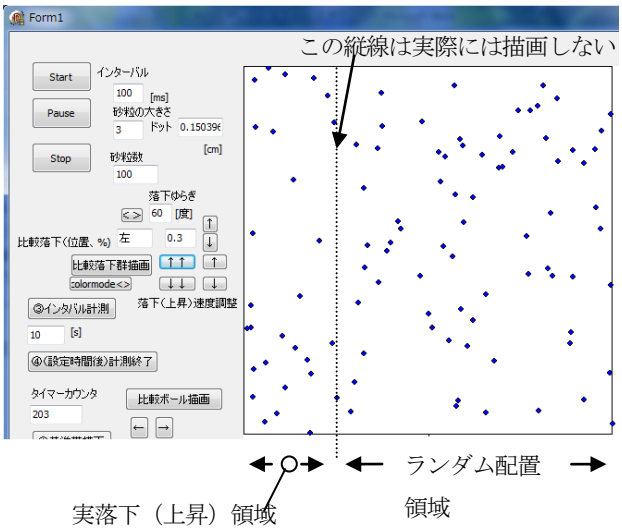


図 2 実験画面（何%かは実際に落下（上昇）する）

この表示プログラムを用いて実験は次のように行った．

①ドット数，ドットの大きさ（今回は半径 3 ドット

→直径 6 ドット=0.15[cm]一定とした），提示周期，自由落下（上昇）領域の位置（左，中央，右），および割合を設定する．

②観察者はディスプレイから 80[cm]離れた位置に，表示正方形の中心に，両眼を結んだ直線の中心がくるように頭部を固定する．

③一定周期表示を開始する

④初めは指定された何%かの実落下（上昇）領域のドットは全く静止しており，その他の領域では，ドットが提示周期ごとにランダムに描画される．したがって観察者はその２つ領域が明瞭に区別できる．

⑤観察者は，マウスを用いてディスプレイ画面上のボタンを押し，静止していた何%かのドットを実際に落下（上昇）させ始まる．そして，だんだん落下（上昇）速度を大きくしていき，実落下（上昇）領域とランダム配置領域が区別がつかなくなったら，区別がつかなくなったことを測定者に伝え，そのときの実落下（上昇）領域の落下（上昇）速度――ディスプレイ上に表示されている――を測定者が読み取る．

これにより，観察者がランダムに提示されるドットと実際にある速度で落下（上昇）するドットとの区別がなくなったわけであるから，ランダムに一定周期で提示されるドット群の認知される速さが測定できたと考えられる．

3. 実験結果

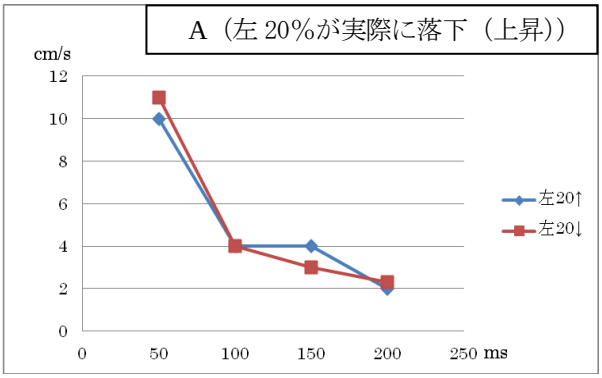
今回は，観察者 A, I, Ow の 3 名，全ての実験で測定者は Os の 1 名で測定を行った．ドットは半径 0.15[cm]，ドットを提示する全領域は 1 辺 10.0[cm]の正方形とした．

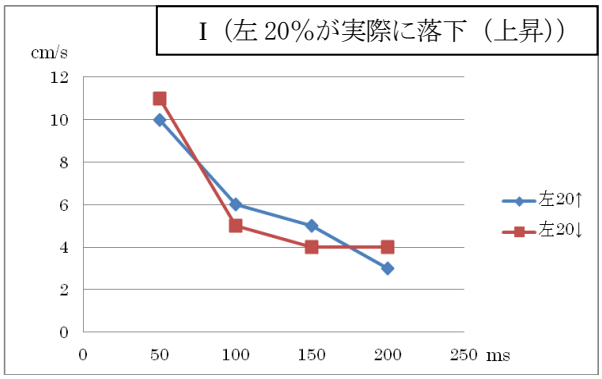
測定結果を図 3，図 4 に示す．図 3 は，提示するドット数を 100 個固定とし，提示周期を 50[ms], 100[ms], 150[ms], 200[ms]と変化させたときの測定結果である．なお，「左 20↑」は「実際の上昇領域が正方形の左 20%」，「左 20↓」は「実際の落下領域が正方形の左 20%」を意味する．今回は左 20%固定で実験を行った結果を示す（別のパーセンテージの実落下（上昇）領域の実験結果については後述）．

図 4 は，提示する周期を 100[ms]固定とし，ドット数を 50[個]，100[個]，150[個]，200[個]と変化させたときの測定結果である．

測定結果を見ると，図 3 では，すなわち，提示周期を大きくした場合，認知される速度は小さくなる傾向が顕著である．一方，図 4 の提示周期を一定にしてドット数を変化させた場合は個人によっていろいろな傾向がありそうであることがわかる．

これについては文献[3]の結果も同じであった．





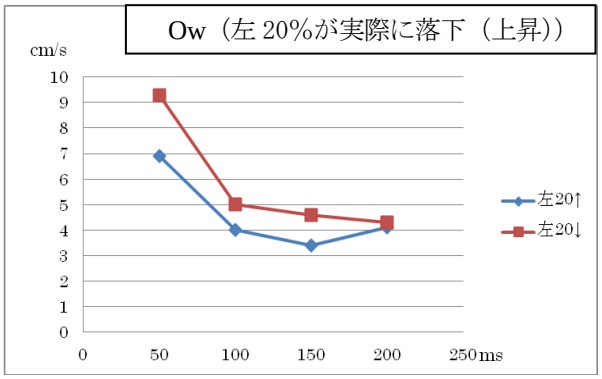


図 3 実験結果（ドット数 100 個固定・提示周期変化）

文献[3]では，観察者が「ランダムドット画面の周期的提示の刺激に対して意識的に落下（上昇）と見る」，という意識制御を行うが，この意識制御の有無にかかわらず，これらの傾向があることが示されたことになる．以下で，この結果についてよりくわしく考察する．

4. 考察

あるランダムドット n 個がある画像 Im1 と，これと全く確率的に独立な別のランダムドット n 個がある画像 Im2 を考える．

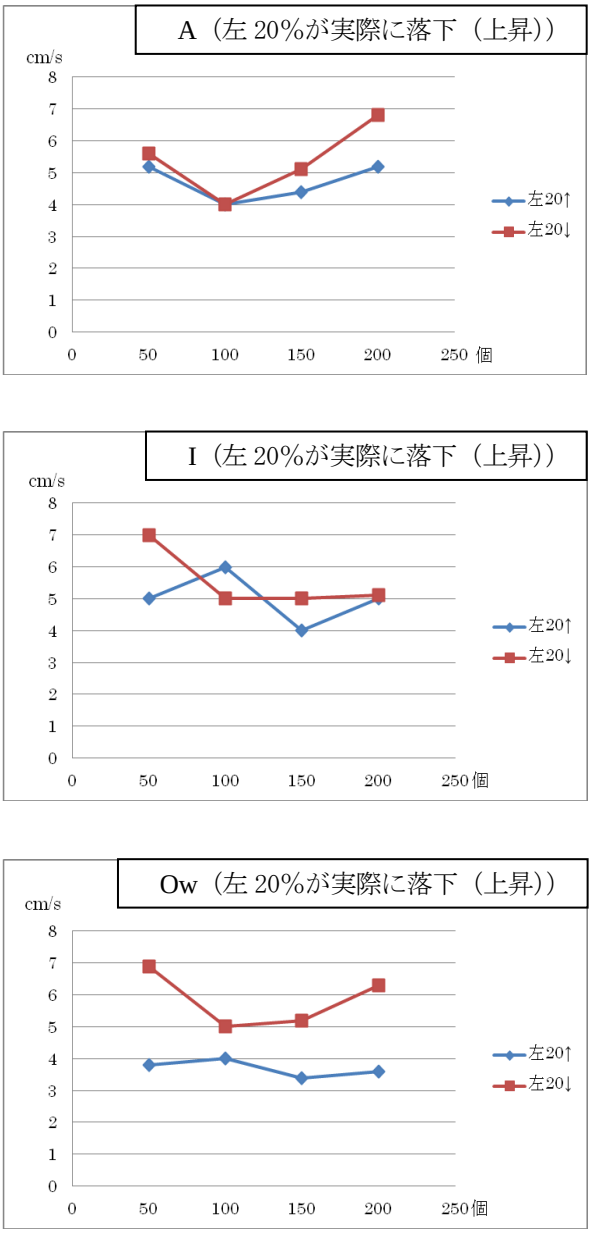


図 4　実験結果(提示周期 100ms 固定・ドット数変化)

Im1 のドットを $P_1, P_2, \ldots, P_n$ とし，Im2 のドットを $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ とし，$d_n = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \min_j d(P_i, Q_j)}{n}$ とする．

ここで $d(P,Q)$は点 P と点 Q の平面上の距離である．

d_n は，「最近点平均距離」である[3]．実際に実験で使用した，コンピュータ画面上の 10.0[cm]四方の空間におけるランダムドットの画像で，コンピュータプログラムで最近点平均距離を求めたところ次の表 1 のようになった．

表 1　最近点平均距離

単位[cm]

d_{50}	d_{100}	d_{150}	d_{200}
0.74	0.52	0.42	0.36

仮現運動の認知に，「Im1 の各点 P_i を，Im2 の最も近い点 Q_j に移動したものと解釈する」というメカニズム，あるいはこれに近いメカニズムが働いている仮定すると，認知速度は d_n に比例するという仮説が成り立つ．

今回は，刺激提示周期を

T（T=50[ms],100[ms],150[ms],200[ms]）とし，

$v = v(n,T) = \dfrac{d_n}{T}$ と認知速度との関係を調べる．

この v を「最近点移動平均速度」とよぶこととする．

v の値をいくつか計算した結果は表 2 のとおりである（特に今回の測定と対応するところを（赤字の）太字にしてある）．

表 2　最近点移動平均速度

$v = v(n,T)$　　単位　[cm/s]

T \ d_n	d_{50}	**d_{100}**	d_{150}	d_{200}
50[ms]	14.8	**10.4**	8.4	7.2
100[ms]	**7.4**	**5.2**	**4.2**	**3.6**
150[ms]	4.9	**3.5**	2.8	2.4
200[ms]	3.7	**2.6**	2.1	1.8

この最近点移動平均速度と，認知速度の関係を見てみる．

各観察者ごとに，「左 20↑」「左 20↓」について，実測したデータで（すなわち，表 2 の赤太文字の「最近点移動平均速度」に対する認知速度の）相関係数を計算したところ表 3 のようになり高い相関がみられた．

表 3　最近点移動平均速度と認知速度との相関係数

観察者	左 20↑	左 20↓
A	0.89	0.83
I	0.87	0.97
Ow	0.82	0.92

次に観察者 A について，最近点移動平均速度と認知速

度の関係を図 5 のグラフに示す．なお，図 5 のグラフには回帰直線 y=ax も示してある．他の観察者も同様であるので今回は省略する．

この回帰直線 y=ax の傾き a (a(↑)と a(↓)――比較対象が上昇としたときの認知と落下としたときの認知の回帰直線の傾き）が個人の「ランダムドット表示に対する速度認知機能」の特徴を示す量となり得ることが示唆されたと考えられる．

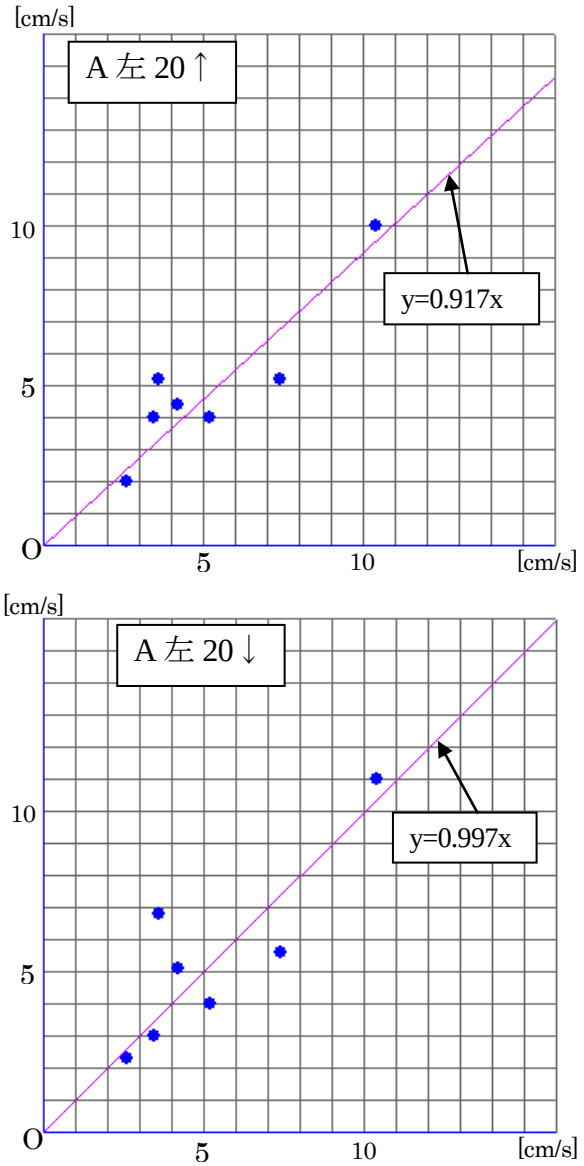


図 5 観察者 A の，最近点移動平均速度（横軸）と認知速度（縦軸）の関係（実落下（上昇）領域＝左 20%））

ただし，これまでの解析は「実落下（上昇）領域」を全て 20%とした測定結果である．この領域を左 60%としたときも測定してみた．観察者 A の図 5 と同様のグラフを図 6 に示す．

これで分るように，実落下（上昇）領域も大きくするとかなり認知落下速度に影響を与え得る．観察者によっては，これほど顕著に実落下（上昇）領域 20%と 60%での差がそれほど出ない場合もあるが（実際観察者 I は観察者 A 同様 60%の方が速く感じ，観察者 Ow はあまり変わらないという結果であった），この観察者 A のように，実落下（上昇）領域が大きくなると速く感じる個人もいるということが分かった．

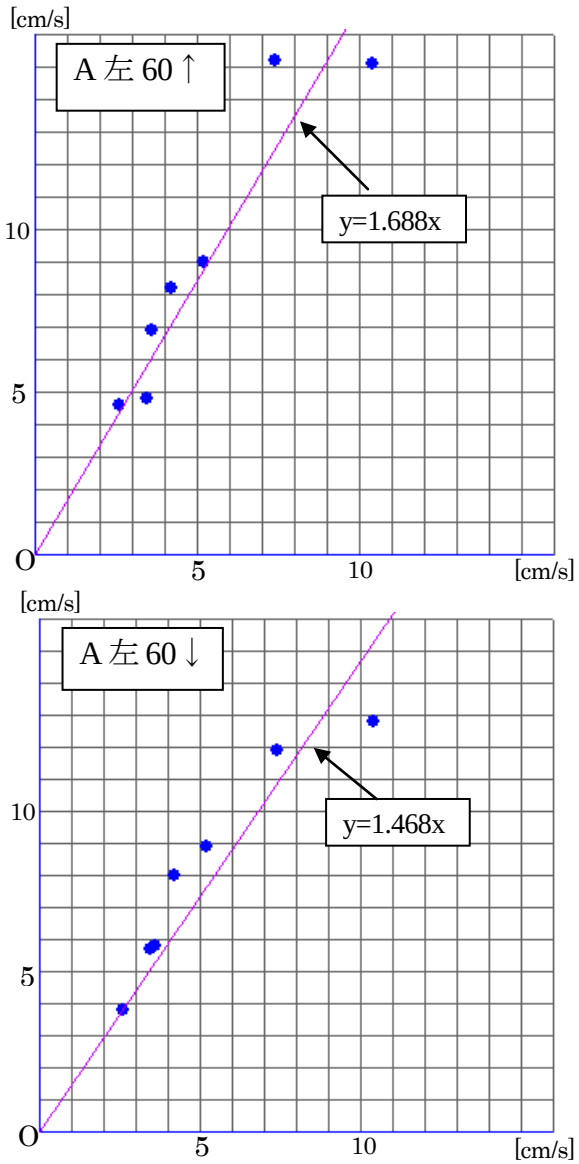


図 6 観察者 A の，最近点移動平均速度（横軸）と認知速度（縦軸）の関係（実落下（上昇）領域＝左 60%））

O

5. 今後の課題

今回は 10[cm]四方の正方形内に一様にランダムに配置されたドットの周期的提示について，↑（上昇），↓（落下）の運動を意識しない場合の測定を行った．

これは前述のように，文献[3]の実験で観察者から，「上昇（落下）を意識するのは簡単であるが，比較点との速度比較をしているうちに，例えば斜めの運動等も少し意識に入り込んでしまうこともある」という印象の訴えもあったため，新しい方法により，認知速度を測定した．その結果[3]と同様に，最近点移動平均速度と認知速度には強い相関があることが示された．ただし，実落下（上昇）領域の大きさにも認知速度が影響されそうであることも分かったところである．

そこで今後の課題として，次のことがあげられる．

（1）実落下（上昇）領域を，例えば「左 40%」「中央 20%」「右 20%」等々いくつか設定して，実落下（上昇）領域と．認知速度の関係を明確にすること

（2）ランダムにドットを描く範囲を変化させて（例えば 15[cm]，20[cm]四方の空間等で）の実験と今回の実験結果との比較．

（3）今回は、実落下（上昇）領域のドットは、60 度の角度の中でランダムに選択し、全体がゆらゆらと落下するようにしたが、このゆらぎの角度の変化と認知速度の関係を調べること．

（4）上昇（落下）等の意識による錯視の制御のメカニズムについて調べること．

参考文献

[1] 新井 仁之，＜錯視＞だまされる脳（2016 年），ミネルヴァ書房，pp20-21

[2] 内川 恵二，塩入 諭編，（2007 年）“視覚Ⅱ”朝倉書店，pp.1－66

[3] 大槻　正伸，遠藤 佑哉，蛭田 一希，小泉 康一，車田 研一（2016 年）ランダムに配置された粒子群画像の周期的提示による運動認知，日本認知科学会第 33 回大会発表論文集，pp694－699

[4] 加藤 知佳子，　仮現運動におけるフレーム数の効果について（1995 年）The Bulletin of Toyohashi Junior College, No. 12, 163-173

[5] 車田 研一，山野 真世，渡辺 伶馬，大槻 正伸（2015 年）“離散粒子群の流動の視覚印象をとらえる手法の検討”公益社団法人化学工業会第 47 回秋季大会，発表番号 K116

[6] 佐藤　隆夫，人間の視覚はどのように運動をとらえているか?（1994 年），テレビジョン学会誌　Vol. 48, No. 2，pp. 157～163

[7] 田崎　京二他編，（1979 年）“視覚情報処理”朝倉書店，pp.296－343

[8] 西田真也，（1995 年）運動視研究の最近の動向，ビジョン,Vol.7,pp.1-7

[9]　D.マー（乾，安藤訳），（1987 年）“ビジョン”産業図書，pp.174－237

[10] 回る女性の錯視　（2017 年現在 WEB ページ）https://www.youtube.com/watch?v=gjzW06S7CqY

日本人英語学習者の構文産出傾向
(Imbalanced) Production of Sentence Structures by Japanese EFL Learners

森下 美和[†]，原田 康也[‡]
Miwa MORISHITA & Yasunari HARADA
[†]神戸学院大学，[‡]早稲田大学
Kobe Gakuin University, Waseda University
miwa@gc.kobegakuin.ac.jp, harada@waseda.jp

Abstract

Researchers often noticed that the use of one syntactic structure in a preceding utterance or a sentence increases the likelihood of the use of the same structure in a following utterance or a sentence during spontaneous and controlled interaction and production. Thus, it is conceivable that this phenomenon called *syntactic priming* (Bock, 1986) can be utilized for novice language learners to improve their syntactic processing. Our final goal is to come up with pedagogical guidelines for immediate and accurate language production through making use of syntactic priming.

The first author has implemented a series of syntactic priming experiments and obtained new findings regarding vocabulary and syntactic information of Japanese EFL (English as a Foreign Language) learners. In this paper, we report on a new experiment based on the previous studies (e.g., Morishita, 2012; Morishita & Yokokawa, 2012).

Keywords — Language Production, Syntactic Priming, Sentence Completion Tasks, Japanese EFL Learners

1. はじめに

心理言語学的研究では，統語的プライミング（言語処理プロセスにおいて，直前に処理した文と同じ統語構造パターンを用いる傾向；Bock, 1986）が，学習者の言語産出における統語構造の学習や統語処理能力の向上に利用できる可能性が示されている。本稿で報告する研究も含め，著者たちの最終的な目標は，プライミング効果にもとづき，迅速且つ正確な言語産出を可能にする学習・指導法を開発することにある。

第一著者は，日本人英語学習者を対象とし，統語的プライミングを利用した一連の実験を行い，言語産出において重要な役割を持つ語彙・統語情報とその処理プロセスについて新たな知見を得ている。また，それらの結果に基づき，統語的プライミングを利用した学習実験を行い，その効果が認められた。これまでの研究では，概ね以下のことが明らかになっている。

1. プライミング効果は熟達度によって異なり，初級レベルの学習者の場合，メンタルレキシコン内に動詞の語彙表象が十分形成されていないため，プライミング効果が低い傾向にあることが明らかとなっている（Morishita, Satoi, & Yokokawa, 2010 ほか）。
2. モダリティ（文字／音声）の違いは，プライミング効果に影響を与えない（Morishita, 2011 ほか）。
3. 刺激への接触回数が増えるほど，プライミング効果が高くなる（Morishita & Yokokawa, 2012 ほか）。
4. プライミングを利用したトレーニングにより，語彙・統語処理能力が向上する（Morishita, 2012 ほか）。
5. プライミングを利用したタスクにより，統語処理の潜在学習が促される（Morishita, Chang, & Harada, 2014 ほか）。
6. ダイアローグでは，モノローグに比べてプライミング効果が低くなる（Morishita, 2013 ほか）。

本稿では，第一著者がこれまで行ってきたプライミング実験の中でも，特に上記 3 および 4 に注目し，接触回数を操作するために練習問題を導入して新たな実験を行った結果について報告する。

2. 実験内容

＜参加者＞

第一著者の「英語読解」の授業（4 クラス；有効データは合計 88 名分）を受講する大学 1 年生を対象とした。実験に先立ち，すべてのクラスで実施した Oxford Quick Placement Test (Oxford University Press, 2004) の平均スコアは，いずれも CEFR (Common European Framework of Reference for Languages; Council of Europe, 2001) の A2（初級）にあたるレベルであった。

＜素材＞

1. 練習問題

Morishita (2012) の素材を利用して，授与動詞構文（prepositional object; PO 構文／double object; DO 構文）20 セットを準備した。

表 1 練習問題の PO/DO 構文

1	The driver gave the car to the policeman / the policeman the car
2	The secretary sent the news to the businessman / the businessman the news
3	The captain lent the lifejacket to the passenger / the passenger the lifejacket
4	The artist gave the painting to the customer / the customer the painting
5	The student showed the report to the teacher / the teacher the report
6	The mother bought the food for the baby / the baby the food
7	The assistant sold the ticket to the fan / the fan the ticket
8	The designer showed the jacket to the customer / the customer the jacket
9	The child gave the magazine to the friend / the friend the magazine
10	The grandmother sent the present to the girl / the girl the present
11	The woman sold the bike to the neighbor / the neighbor the bike
12	The traveler bought the picture for the boy / the boy the picture
13	The assistant lent the dress to the customer / the customer the dress
14	The secretary gave the letter to the chief / the chief the letter
15	The lawyer sent the news to the woman / the woman the news
16	The nurse bought the flower for the patient / the patient the flower
17	The teacher sold the book to the student / the student the book
18	The student showed the money to the boyfriend / the boyfriend the money
19	The manager lent the book to the employee / the employee the book
20	The customer showed the letter to the engineer / the engineer the letter

クラスごとに異なる出現方法になるように，PO/DO 構文の組み合わせを入れ替えて 4 種類のパワーポイントを作成した。

表 2 練習問題の出現方法

クラス	人数	練習問題の出現方法
A	21	PO/DO 構文が交互に同数出現
B	21	PO 構文のみ出現
C	24	前半は DO 構文のみ，後半は PO 構文のみ出現
D	22	DO 構文のみ出現

2. プライミング課題

Morishita (2012) で使用したものと同じパワーポイントを再利用した。各セットのプライム文とターゲット文の例を，以下に示す。

プライム文

a) The driver showed the car to the policeman.

b) The driver showed the policeman the car.

c) The driver gave the car to the policeman.

d) The driver gave the policeman the car.

ターゲット文

The man showed ...

プライム文 a) と c) は PO 構文，b) と d) は DO 構文であり，a) と b) ではターゲット文と同じ動詞，c) と d) では異なる動詞をそれぞれ使用した。

＜手順＞

練習フェーズでは, クラスごとに異なる PO/DO 構文 20 セットをパワーポイント上で表示した。1) 1 文ずつ画面に表示している間に音読させ（6 秒間），2) 直前に見て音読した文を思い出して，リピート（復唱）させた（10 秒間)。

プライミングフェーズでは，すべてのクラスで同一の PO/DO 構文 40 セットおよびフィラー構文 40 セットをパワーポイント上で表示した。ただし，パワーポイントはプライム文および順序（ハーフランダマイズ)が異なる 8 条件のうちの 1 つを「目的別スライドショー」から選択させた。1) 1 文ずつ音声と文字で表示し（6 秒間），2) 次に表示される未完成文を，画面の指示に従って音声（録音）または文字（A4 用紙）で自由に完成させた（25 秒間)。

3. 結果と今後の予定

各クラスの PO/DO 構文の産出率を比較したところ，以下のような結果となった。

表 3　PO/DO 構文の産出率（%）

	A (alter)	B (PO)	C (block)	D (DO)
PO	26.7	36.9	20.8	12.3
DO	22.9	18.1	31.9	33.2
Other	50.5	45.0	47.3	54.5

ベースラインとして，練習フェーズで PO/DO 構文が交互に出現した A クラスでは，PO 構文の産出率がやや高かったものの，全体的にはどちらの構文もバランスよく産出されていた。一方，練習フェーズで PO 構文のみ出現した B クラスでは PO 構文, DO 構文のみ出現した D クラスでは DO 構文が，もう一方の構文よりも多く産出されていたが, 後者の産出率のほうがより高かった。また，C クラスでは練習フェーズの前半では DO 構文のみ，後半では PO 構文のみ出現したが，産出率を比較してみると，結果的に PO 構文よりも DO 構文の影響が大きいことが分かった。

これまでの著者たちの研究では，日本人英語学習者は PO 構文を DO 構文よりも多く産出する傾向が見られ，A クラスの結果にもその傾向が認められるが，DO 構文における複雑さや中学校・高等学校での接触の少なさが，その一因と考えられる。しかしながら，B クラスと D クラスの結果の比較や C クラスの結果には，明らかに DO 構文の学習効果が認められる。今後は，PO/DO 構文の産出傾向に加え，プライミング効果についても分析を進める予定である。

謝辞

本研究を遂行するにあたって，平成 28 年度科学研究費助成金・基盤研究(C)「英語コミュニケーションにおける統語的プライミングを利用した統語処理の自動化促進」（課題番号：16K02946，研究代表者：森下美和）・科研費基盤研究(B)「日本人英語学習者のインタラクション（相互行為）を通じた自律的相互学習プロセス解明」（課題番号：15H03226，研究代表者：原田康也）・科研費基盤研究(A)「学習による気づき・注意機能および相互

的同調機能と第二言語情報処理の自動化プロセス」（課題番号：26244031，研究代表者：横川博一）の助成を受けている。

参考文献

[1] Bock, K. (1986). Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology, 18,* 355–387.

[2] Council of Europe. (2001). *Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment.* Cambridge: Cambridge University Press.

[3] Morishita, M. (2011). How the difference in modality affects language production: A syntactic experiment using spoken and written sentence completion tasks. *JACET Journal, 53,* 75–91.

[4] Morishita, M. (2012). How training with syntactic structures affects syntactic priming during the language production of novice Japanese EFL learners. *Journal of the Japan Society for Speech Sciences, 13,* 41–63.

[5] Morishita, M. (2013). The effects of interaction on syntactic priming: A psycholinguistic study using scripted interaction tasks. *Annual Review of English Language Education in Japan (ARELE), 24,* 141–156.

[6] Morishita, M., Chang, F., & Harada, Y. (2014, March). *Structural priming and lexical boost in early L2 learners.* Poster session presented at the Annual Conference of American Association for Applied Linguistics (AAAL), Portland, OR.

[7] Morishita, M., Satoi, H., & Yokokawa, H. (2010). Verb lexical representation of Japanese EFL learners: Syntactic priming during language production. *Journal of the Japan Society for Speech Sciences, 11,* 29–43.

[8] Morishita, M., & Yokokawa, H. (2012, March). *The cumulative effects of syntactic priming in written sentence production by Japanese EFL learners.* Poster session presented at the Annual Conference of American Association for Applied Linguistics (AAAL), Boston, MA.

[9] Oxford University Press. (2004). *Quick placement test.* Oxford: Oxford University Press.

周辺視における画像加工が中心視の注意に与える影響

Image Processing in the Periphery Harms the Memory Performance at the Center

茂木 航介，日根 恭子
Kosuke Mogi, Kyoko Hine

東京電機大学情報環境学部
Tokyo Denki University
14jk228@ms.dendai.ac.jp

Abstract

Visual information crucially affects our daily behavior. Also, it is known that information at the center is perceived more vivid compared to in the periphery. Numerous studies have reported that information in the periphery distracts cognitive processing about the center. Nevertheless, there is still unclear how information in the periphery harms the cognitive processing about the center. Here, we investigated whether or not the image processing in the periphery affects the memory performance at the center. In our study, participants viewed the three types of pictures, the original, the mosaic and the black-out. The mosaic and the black-out pictures were processed in one part of the periphery. Then, participants took the memory tests. The results showed that the memory performance at the center of the black-out pictures were significantly lower than that of the original. Moreover, the number of description about the periphery of the black-out pictures was tendency to be higher compared to the other types of pictures. From these results, it was suggested that image processing, especially black-out, in the periphery harmed the memory performance at the center because image processing in the periphery caught the gaze from the center.

Keywords — Image Processing, Memory Performance, Periphery, Central

1. 背景

視覚情報は，われわれが日常生活を営む上で，重要な役割を果たしている．また視覚情報は，視野のどこに到達するかにより，その視覚情報によって生じる知覚の性質が異なることが知られており，視野の中心部の視覚情報は周辺部に比べ，より鮮明に知覚されることが知られている[1]．われわれは，視野の中に与えられた情報のうち，特に注意を向けたいものを視野の中心に移るように調節することによって，その情報についてより詳細な情報を得ることができ，一方，周辺部に提示された情報に対する処理を抑制することが出来ると考えられる．

視野の中心部に提示された情報に対する処理は促進され，周辺部に提示された情報は抑制されることが知られているが，これまでに，周辺部に提示された情報が中心部に提示された情報の処理に影響を与えることが報告されている[2] [3]．しかし，周辺部へ提示されるどのような情報がなぜ中心部の情報の処理を妨害するかについては不明な点が多い．そこで本研究では，周辺部の情報に対して生じる違和感に着目し，周辺部の情報が中心部の情報の処理へ与える影響を検討するため，実験を実施した．実験では，風景画像を用い，さらに，その風景画像の周辺部にモザイク加工が施されたものと，黒塗り加工されたものも用いた．これらの画像の観察後，記憶再生課題と再認課題を実施した．風景画像にモザイク加工や黒塗り加工がされた画像は，加工されていない画像に比べて，より違和感が生じると考えられるため，周辺部の情報にモザイク加工や黒塗り加工が施された画像に対する記憶成績は，未加工の画像よりも低いと予測される．

2. 実験

参加者：14 名（女性 3 名，男性 11 名，平均年齢 20.5 歳）が実験に参加した．

刺激：風景の写真画像を 30 枚用意した．1 つの写真画像につき周辺部の 1 か所にモザイク加工された画像と，黒塗り加工された画像を作成し，合計 90 枚の画像を用意した．モザイク加工と黒塗り加工の画像で，加工される領域は同じであった．

手続き：実験は個別に実施された．実験参加者は 32 インチのディスプレイの前に着席した．ディスプレイと実験参加者の間の距離は 220cm であった．実験参加者は，ディスプレイに提示される画像の観察が求められた．ディスプレイには，1 秒間のブランクの後，注視点が 1 秒間提示され，続いて画像が 2 秒提示された．これを 1 試行とし，連続して 6 試行実施された．6 試行のうちモザイク加工画像，黒塗り加工画像，未加工画像がそれぞれ 2 種類提示され，提示される順番はランダムであった．6 試行終了後，記憶再生課題が実施された．記憶再生課題では，直前の 6 試行で提示された画像中に見ていたもの，見ていた最中にイメージしたものや感じたことについての記述が求められた．ここまでを 1 ブロックとし，全部で 5 ブロック実施された．その

後，記憶再認課題が行われた．記憶再認課題では，画像の中心に提示されていた対象物の名称と画像に提示されなかった対象物の名称がそれぞれ 30 個提示され，それぞれについて，画像中に提示されていたかどうかの回答が『思い出せる』，『わかるだけ』，『思い出せない』の 3 択で求められた．さらに，どの程度詳細に思い出せるか検討するために，『思い出せる』，『わかるだけ』と回答された対象物の名称については，中心の対象物に関する詳細な記述が提示され，それが画像中に提示された様子と同じであるかどうかの回答が求められた．なお，加工の有無に関わらず，加工元が同じである画像が重複して提示されることは無かった．

3. 結果

記憶再生課題：画像の種類ごとに各画像について，その画像の中心についての記述の有無を調べ，中心についての記述があった画像の枚数をそれぞれの画像の種類の画像数（30 枚）で割ることで記憶再生率を算出した．画像の種類ごとの記憶再生率は，未加工が 0.69（*SD*=0.27），モザイク加工が 0.66（*SD*=0.23），黒塗り加工が 0.59（*SD*=0.23）であった（図 1）．画像の種類に関する分散分析を行った結果，種類の効果が有意であり（F (2,13) =4.28, p<.05）未加工と黒塗り加工において有意な差が見られた．

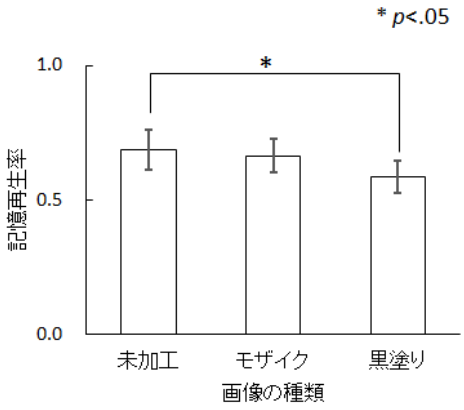


図 1 平均記憶再生率

また，各画像について，周辺部についての記述数を計測した．画像の種類ごとの平均周辺部記述数は，未加工が 4.57（*SD*=3.70），モザイク加工が 4.63（*SD*=3.31），黒塗り加工が 5.43（*SD*=5.21）であった（図 2）．画像の種類に関する分散分析を行った結果，種類の効果は見られなかった（F (2,13) =0.62, *n.s.*）．

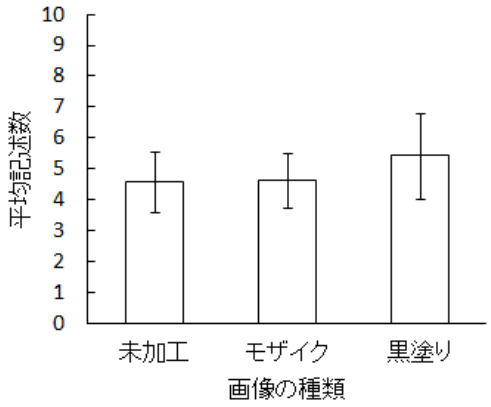


図 2 平均周辺部記述数

記憶再認課題：画像の種類ごとの中心の対象物に関する平均再認率は，『思い出せる』は未加工が 0.50（*SD*=0.23），モザイク加工が 0.53（*SD*=0.15），黒塗り加工が 0.46（*SD*=0.25）であり，『わかるだけ』は未加工が 0.30（*SD*=0.26），モザイク加工が 0.27（*SD*=0.17），黒塗り加工が 0.35（*SD*=0.27）であった．『思い出せる』の回答数について，画像の種類に関する分散分析を行った結果，画像の種類の効果は有意ではなかった（F (2,13) =0.78, *n.s.*）．また，『わかるだけ』についても同様に分散分析を行った結果，画像の種類の効果は有意ではなかった（F (2,13) =1.28, *n.s.*）．

4. 考察

本研究では，周辺部の情報が中心部の情報の処理へ与える影響を検討するため，周辺部の画像加工の有無や種類により，中心部に提示された情報の記憶成績に影響が生じるか調べた．その結果，画像が未加工の場合に比べ，黒塗り加工の画像について，中心部の情報に関する記憶成績は有意に低くなった．また，統計的には有意ではなかったが，周辺部に関する記述は，黒塗り加工の画像について，もっとも多くなった．これらの結果より，風景画像の周辺部に黒塗り画像が施された画像を観察する時，違和感が生じ，その違和感が中心部に提示された情報の記憶成績に影響を与える可能性が示された．また，モザイク画像と黒塗り画像はともに画像加工が施されていたが，黒塗り画像と未加工画像の記憶再生率の間に有意差がみられた一方，モザイク画像と未加工画像の間に有意な差は見られなかった．これは，ぼやけて見えるモザイク加工と違って全く見えない黒塗り加工では加工箇所に何が映っているのか予測が難しいため，その加工箇所に何が映っているのかをその他

の領域から推測しようとするため，結果的に画像の色々な箇所を見て，中心の対象物への注視が妨害されたのではないかと考えられる．今後は，画像観察時の視線を計測するなどの実験を実施する必要があろう．

参考文献

[1] Mandelbaum, J. & Sloan, L. L. (1947) "Peripheral Visual Acuity: With Special Reference to Scotopic Illumination." American Journal of Ophthalmology, Vol.30, No.5, pp.581-588.
[2] Tsushima, Y., Sasaki, Y., & Watanabe, T. (2006) "Greater disruption due to failure of inhibitory control on an ambiguous distractor." Science, Vol.314, No.5806, pp.1786-1788.
[3] Huang, T. R. & Watanabe, T. (2012) "Task attention facilitates learning of task-irrelevant stimuli." PloS one, Vo.7, No,4, e35946.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

未完成図を完成させることによる文章理解の促進

Facilitating text comprehension by Completing Incomplete Illustrations

福丸 歩実† ，山崎 治†
Ayumi fukumaru,Osamu yamazaki
†千葉工業大学
Chiba Institute of Technology
s1332126BE@s.chibakoudai.jp

Abstract

This study aimed to investigate how to facilitate text comprehension. For this purpose, we conduct a text comprehension experiment with illustrations. In the experiment, we used three sorts of incomplete illustration; without-relation, without-example, without-terms.

The experiment participants were assigned at random to five conditions; ready-made illustration, without-relation condition, without-example condition, without-terms condition, no illustration condition. We asked the participants in three sorts of incomplete illustration conditions to complete illustrations. We measured the scores of comprehension test. As results, the score in without-relation condition was higher than without-example condition and the score without-relation condition was higher than no illustration condition.

1. はじめに

文章の理解を促す一つの手段として、その文章の内容を示す適切な図を提示することが挙げられる。岩槻[1]は、視覚的表現としての図に着目し、文章理解に与える効果を調べる心理実験を行った。その結果、図は文章から作られるテキストベースを補い、状況モデルの構築を促進する機能を持つことを明らかにした。また、実験者が文章に視覚的表現を添えるのではなく、実験参加者自ら図解を作成することで、文章理解を促進する効果があることが先行研究より示されている。太田・川本・渡辺・大村・田野・橋山・市野[2]は、文章に未完成の図解を添え、実験参加者がその図へ情報を書き加える「未完成図の完成」に着目し、文章理解に与える効果を調べる心理実験を行った。太田らの研究において未完成図は、文章の内容と対応する図解'(完成図)から、単語や図要素などの情報を削除することにより作られた。実験参加者は、文章の読解の際に、文章中の情報を未完成図へ書き加えるよう求められ、その後、文章中の情報の記憶および理解に関するテストに回答した。実験の結果、文に未完成図を添え、実験参加者にその図へ情報を書き加える方法は、完成図を文に添える方法よりも文章理解を促進させることを明らかにした。しかし、完成図から削除される情報の量や質により、様々な未完成図が作られることが考えられ、どのような種類の未完成図が、文章理解においてより強く影響するのかは明らかにされていない。

そこで本研究では、未完成図の種類が文章理解に与える影響について検討する。特に、未完成図中に記述された情報の種類による影響の違いについて注目する。本研究で用いる文章は、太田ら[2]の研究と同様に「説明のための文章」とする。ここでは説明文の典型的な構造の一つとして、読み手に理解してほしい概念である「鍵概念」とその説明を支える「例」、それらの「結びつき」により構成されたものを取り上げる。完成図から、「鍵概念」「例」「結びつき」のそれぞれの情報を削除することで「未完成図の種類」を設けることとする。

2. 方法

本実験では、未完成図に書かれた情報の種類が、図を完成させることの効果に影響を与えるか検証した。そのために、完成図条件と図なし条件とは別に、未完成図条件として用語ぬき・例ぬき・関係ぬき条件の 3 条件を設ける。また、先行研究で示された、①図なし条件より完成図条件の方が文章理解を促進する、②完成図条件より未完成図条件の方が文章理解を促進する、という結果が本研究の結果でも示されるか確認を行う。

実験計画：読解テキストに付与する図に関して、「完成図」「用語ぬき」「例ぬき」「関係ぬき」「図なし」の 5 条件を設け、1 要因 5 水準参加者間計画で実験を実施した。

問1. 表1の中に、赤まるで印したような欠けたデータが存在する。
その場合、次のうちどの様な処理をするのが適切か？
次の選択肢a~dから1つ選び、答えなさい。

a.個票を消す　b.個体を消す　c.個体名を消す　d.変量を消す

表1

商品名	価格	在庫数	メーカー
チョコ		50	M永製菓
クッキー	170円	43	BRボン
……	……	……	……

図1　理解課題の例

実験参加者： 情報系学部に所属する大学1年生136名・3年生48名、計184名に対して実験を実施した。各条件に対する参加者数は、「完成図：37人」「用語ぬき：36人」「例ぬき：37人」「関係ぬき：37人」「図なし：37人」であった。

材料： 実験課題として「読解課題」に必要な「テキストおよび図」と確認テストの課題として「記憶課題」「理解課題」をそれぞれ作成した。読解課題として使用したテキストの内容は、図に表しやすいこと、実験参加者が十分な知識を持っていないであろうことから統計学に関するものとした。テキストは、涌井・涌井(2015)が執筆した統計学の参考書である「図解　使える統計学」より選定を行った。このテキストに付与する図により、条件分けされた読解課題テキストAを作成した。読解課題テキストAは、統計学に関して記された文章であり、文章に添える図によって、完成図/用語ぬき/例ぬき/関係ぬき/図なしの5条件の材料を用意した。用語ぬきは、完成図から「鍵概念」をぬき取ったもの、例ぬきは完成図から「例」をぬき取ったもの、関係ぬきは完成図から「結びつき」をぬき取ったものである。例えば「質的データ」という「鍵概念」に対して，「『メーカー』BRボンの『商品名』クッキー」というデータが「例」に相当し，「量的データ」という「鍵概念」に対しては「『価格』が170円で，『在庫数』が43個」というデータが「例」に相当する。

文章の内容に関する記憶と理解を確認するための確認テストとして、記憶課題と理解課題を作成した。記憶課題は、統計の専門用語を複数提示し、テキスト中に現れる用語を選択する課題とした。テキストから3つの用語を抽出し、妨害刺激となる3つの用語とともに計6つの用語から適切な3つを選択するよう求めた。理解課題は、図1に示したように、テキストの内容を踏まえた上で、新たな例に対してどのような手続きをとれば妥当かを回答させる課題とした。理解課題として4問の問題を用意した。

また、実験参加者の統計学に関する事前知識に差があるかどうか確認を行うために、事前知識調査課題を作成した。課題は、統計学の基礎的な用語を問う内容とした。

さらに、リハーサル妨害課題として、読解課題テキストBを作成した。読解課題テキストBは、統計学に関して記された文章であり、完成図が付与された1パターンのみを用意した。

これらの課題を、A4判の7ページの冊子にまとめ、事前知識調査課題、テキストAに対する読解課題、テキストBに対する読解課題、記憶課題、理解課題の順番で冊子を構成した。

手続き： 実験は集団実験として行った。各課題およびテキスト読解には制限時間が設けられており、実験者が口頭で課題を進めるように指示をした。まず、提示する文章に関連した事前知識確認課題を2分間実施し、統計学に関する知識の有無の確認を行った。次に、テキストAに対する読解課題として条件に応じた方法で5分間、テキストの内容を理解・記憶するように教示した。テキストAの読解では条件ごとに教示文を異なるものとした。各条件の教示は次のとおりである。

＜完成図条件＞テキストを、図を参考にしながら理解する。図には何も書き込まず、また文章に下線・印などはつけないようにする。
＜用語ぬき・例ぬき・関係ぬき条件＞テキストを、図に情報を書き込みながら理解する。文章に下線・印などはつけないようにする。
＜図なし条件＞文章のみを黙読する。文章に下線・印などはつけないようにする。

テキストAの読解後に、リハーサル妨害課題としてテキストBに対する読解を3分間行うよう指示した。この際、テキストAに対する完成図条件と同様に、図を参考にしながら文章を理解するよう教示した。テキストBに対する読解では、条件分けはされずに実験参加者全員が完成図を参照しながら読解を行った。

テキストBに対する読解が終わった後、確認テストとして、記憶課題(1分)および、理解課題(4分)をそれぞれ実施した。

3.　結果

実験参加者のうち、①課題の未回答者②未完成図に

書き込みがない③回答と無関係の記述がある、のいずれかに該当する者は分析対象から除いた。これにより、分析対象者は「完成図：35 人」「用語ぬき：31 人」「例ぬき：25 人」「関係ぬき：24 人」「図なし：36 人」計 151 名となった。

テキスト A に関する記憶課題(3 問)を 3 点満点、理解課題(4 問)を 4 点満点として点数を付けた。図 2 に、条件別の記憶課題の成績の平均点を示す。

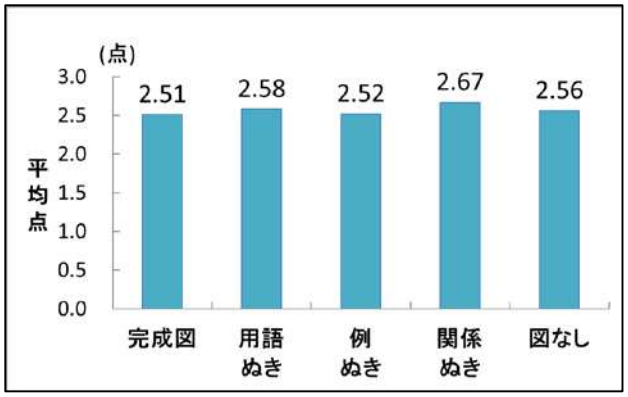


図 2　記憶課題の成績

それぞれの条件における記憶課題の成績の差を一要因参加者間分散分析により検定した。その結果、条件間に有意な差は認められなかった(F(4, 146)=0. 19,　p=. 94, 偏η ^2＝. 01)。完成図および未完成図の利用による文章内容の記憶向上の効果は確認できなかった。

次に、図 3 として，条件別の理解課題の成績の平均点を示す。

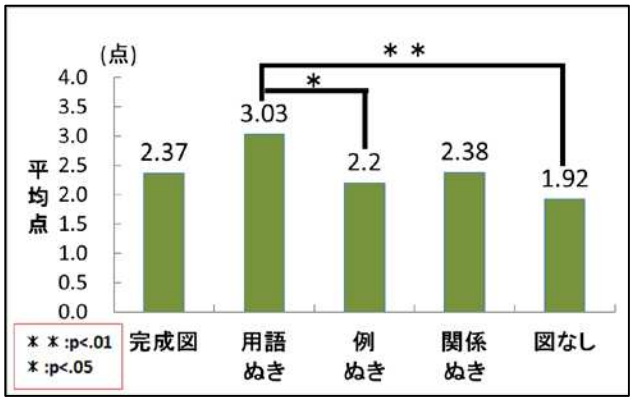


図 3　理解課題の成績

それぞれの条件における理解課題の成績の差を一要因参加者間分散分析により検定した。その結果、条件間に有意差が確認された(F(4, 146)=5. 10,　p<. 01,　偏η ^2=. 12)。多重比較を行った結果、用語ぬき条件と例ぬき条件とで有意差が確認された(t(146)=4. 41,　p<. 01, r=1. 11)。また、用語ぬき条件と図なし条件の間にも有意差が確認された(t(146)=3. 00,　p=. 02,　r=. 83)。

4.　考察

記憶課題は、条件による有意な差が認められなかった。図 2 から、各条件の記憶課題の平均点がいずれも 2. 5 点以上であることが分かる。このことから、記憶問題の難易度が低かったことにより差が見られなかったと考えられる。

他方、理解課題では条件による有意な差が認められた。特に、用語ぬき条件において、例ぬき条件よりも理解度が高くなることが明らかとなった。また、用語ぬき条件の成績が図なし条件の成績より高かく、図なし条件と他の未完成図条件との差が認められなかった。このことから、本実験で使用したテキストの理解度促進に適切な未完成図は用語ぬき条件の図であったと言える。ここでは、未完成図に対する書き込みの内容や程度から、考察を進める。最初に、用語ぬき条件における書き込み例を図 4 に示す。用語ぬき条件では、鍵概念として 5 つの用語が空欄の状態で未完成図が作られていた。この未完成図に対して、用語ぬき条件に割り当てられた参加者全員が、空欄となっているマスに用語を埋める形で完成図を作成しており、5 つの空欄すべてに対する書き込みを行っていた参加者は 31 名中 30 名であった。

これに対して、例ぬき条件における書き込み例を図 5・図 6 に示す。例ぬき条件の未完成図では、鍵概念を説明する具体例の情報を削除し、表内に具体的なデータ(例)が記載されておらず空セルになっている状態で未完成図が作られていた。この未完成図に対して、例ぬき条件に割り当てられた参加者 25 名中 18 名が、表内の空セルに値を埋める形で完成図を作成していた。一方 7 名の参加者は、表外に情報を書きこむなど、表の空セルを利用していなかった。また、用語ぬき条件に割り当てられた参加者は、ほとんどが同じような書き込みを行っていたのに対して、例ぬき条件では、参加者ごとで図の書き込みの形式に違いが認められた。例えば、空欄を利用するケース(図 5)や図の外に書き込みを行うケース(図 6)などが観察された。このことから、例ぬき条件の未完成図は、用語ぬき条件の未完成図と比べて書き込みの形式が分かりにくく，図を完成させることの効果が得られにくかったのではないかと考えられる。

図 4　用語ぬき条件　図書き込み例

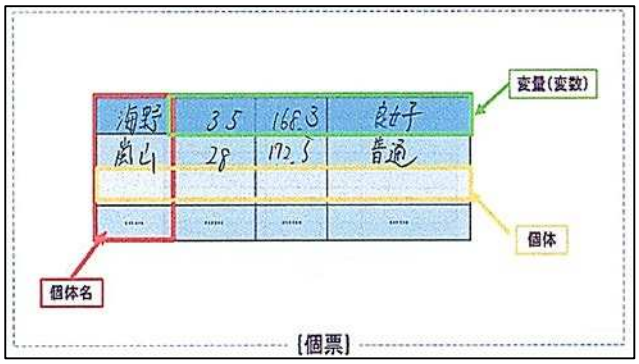


図 5　例ぬき条件　図書き込み例①

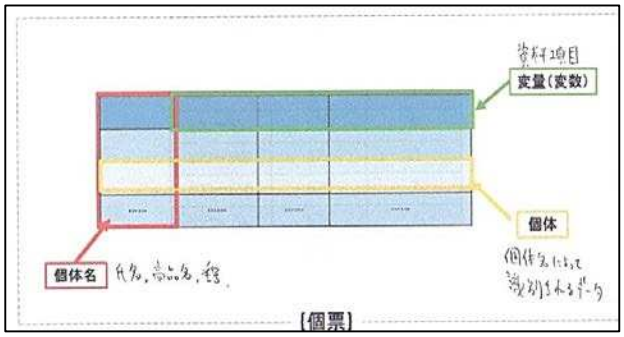


図 6　例ぬき条件　図書き込み例②

また、関係ぬき条件も同様に、参加者ごとで図の書き込みの形式に違いが見られた。例えば、矢印や括弧などを付け加えて情報を書きこむケース(図 7)、情報を図の外に書き込むケース(図 8)などが見られた。

図 7　関係ぬき条件　図書き込み例①

図 8　関係ぬき条件　図書き込み例②

これらのことから、文章に付与する未完成図の種類によっては、読み手を混乱させてしまう場合があるのではないかと考えられる。

そこで、「正しい情報を書き込んでいる」かつ「正しく図を利用している(鍵概念と例の関係を正しく表せている)」参加者のみで記憶課題および理解課題の得点の比較を行った。分析対象者の人数は、各条件に対して「完成図：35 人」「用語ぬき：22 人」「例ぬき：16 人」「関係ぬき：15 人」「図なし：36 人」であった。表 1 に各条件における記憶課題と理解課題の平均点を示す。

表1　記憶課題・理解課題　条件別の平均点

		記憶課題		理解課題	
条件	N	平均	SD	平均	SD
完成図	35	2.51	0.70	2.37	1.00
用語ぬき	22	2.73	0.46	3.09	0.87
例ぬき	16	2.63	0.62	2.31	1.20
関係ぬき	15	2.87	0.35	2.47	0.74
図なし	36	2.54	0.81	1.92	1.08

それぞれの条件における記憶課題の成績の差を一要因参加者間分散分析により検定した。その結果、条件間に有意な差は認められなかった($F(4, 119)=1.00$, $p=.41$, 偏$\eta^2=.03$)。ここでも、完成図および未完成図の利用による文章内容の記憶向上の効果は確認できなかった。つぎに、条件別の理解課題の成績の平均点を示す。それぞれの条件における理解課題の成績の差を一要因参加者間分散分析により検定した。その結果、条件間に有意差が確認された($F(4, 119)=4.72$, $p<.05$, 偏$\eta^2=.14$)。多重比較を行った結果、用語ぬき条件と図なし条件の間に有意差が確認された($t(119)=4.32$, $p=.01$, $r=.17$)。

先行研究で示された、①図なし条件より完成図条件の方が文章理解を促進する、②完成図条件より未完成図条件の方が文章理解を促進する、という結果は、本実験においては再現されなかった。この原因として、先行研究で使用された文章(歴史についての文章)と図の関係と本実験で使用された文章(統計学についての文章)

と図の関係の違いが挙げられる。先行研究では、文章から重要な情報を白地図(世界地図)へ書き込むことで、文章中の情報(出来事)の間の地理的・空間的な情報を付与させ、文章の理解を促すことが期待されていた。これに対し、本研究では文章から重要な情報を抜き出し、表を含めた図に書き込むことで、「鍵概念が何か」「鍵概念はどんな例で説明されるか」という情報を明確にすることが期待される。先行研究では、文章中の情報に対して新たな(地理的・空間的な)関係を付与するために図が用いられている一方で, 本研究では「どの情報が重要か」を明示する手段として図が用いられていた。また、先行研究では完成図上に約 10〜20 文字のフレーズが 18 文地図上にちりばめられており情報量が多かった。未完成図では、これらのフレーズおよびフレーズ間の関係を示す図の要素がすべて省かれており、図の完成のために必要な情報量が多かった。このため、先行研究では未完成図を完成していくための作業が多く、さらに、その作業を通じて新たな(地理的・空間的)関係を強く意識することができるために、完成図よりも未完成図のほうが効果的になっていたと考えられる。

今後、文章の種類によって未完成図の効果がどのように異なるのか、また未完成図の効果が得られにくい文章とはどのような種類のものか検証していく必要があると考えられる。

参考文献

[1] 岩槻恵子, (2006) “説明文理解時の状況モデル構築におけるグラフの役割―なぜ図は理解を促進するのか―”, 心理学研究, Vol. 77, No. 4, pp. 324-350.
[2] 太田貴子・川本浩史・渡辺衆・大村賢悟・田野俊一・橋山智訓・市野順子, (2015) “未完成図解を完成させることによる理解や記憶の促進効果”, 人工知能学会全国大会論文, Vol. 29, pp. 1-4.
[3] 涌井良幸・涌井貞美 (2015). “図解使える統計学” 中径出版

新しい数学概念の導入時における協調的学習の効果

Effects of Collaborative Learning at Beginning of New Mathematical Content

永井　香
Kaori　Nagai
桜美林中学校・高等学校
J.F.Oberlin Junior and Senior High School
hzr02476@nifty.com

Abstract

When learning new mathematical content and formulas, many students can't solve the different types of problems from the examples given by the teacher. In this study, I carried out a class in which students worked collaboratively and learned by trial and error using the knowledge construction jigsaw method. I found that even if the content was new for the students, this type of collaborative learning allowed them to apply formulas in solving various problems and retain what they learned without a teacher's explanation.

Keywords － Collaborative Learning, Knowledge Construction Jigsaw, New Mathematics Content

１．はじめに

高校数学の教科書において新しい概念や記号が導入されるとき，例を１つ２つ挙げてその概念や記号の定義と，それらに関する性質について述べる形をとることが多い．その後，それらから導かれる公式が提示され，公式を利用して解く例題が示され，教師が例題を説明した後，生徒は類題を解いてみる，ということが繰り返される．多くの生徒は例題とよく似た形式の問題かつ学習した直後であれば公式を適用することができるが，少し問題の形式が変わると途端に適用できなくなる．しかもその知識は試験が終わると忘れる，といった短期記憶であって，なかなか定着しないという状況が日常的に見られる．それは新しい概念や記号について学ぶ際，生徒自身があれこれ考えを巡らせる前に公式がトップダウン的に与えられ，「こうやって解くもの」と教わることが原因の一つと考えた．

知識構成型ジグソー法を用いた授業づくりへのガイド「協調学習授業デザインハンドブック」において，「単元の流れの中でジグソー法をどのように取り入れるか」という問いに対する返答の中に以下のような記述がある．

「…単元の頭に単元全体の内容をつかめるようなジグソーを取り入れることで，以降の学習に子ども達が見通しと興味を持って参加してくれ、結果的に単元全体としてかかる時間が短くなる」

「（高等学校において）単元の頭にジグソーをやるとそのあとの授業の『視聴率が高い』」「授業者からみれば不完全なところはあっても自分なりの理解が形成されていることで続く授業が子どもにとって『分かるチャンス』になる」（p.26）

人が新しいことを目にしたり耳にしたりするとき，そのことについて全く興味がなかったり，予備知識が皆無である場合，一度見たり聞いたりしただけで内容を理解するのは至難の業であろう．

三宅・Norman（1979）の研究に「質問は，既有知識と与えられる情報量がちょうどうまくつりあうときに多く出る」ことを示したものがある．別の言い方をすれば「質問ができるためには，何を質問しなくてはならないか分かる程度には既有知識があった方がよい」ということである．このことを，授業に参加する生徒の状況に当てはめてみれば，「授業を聞いて分かる」あるいは「どこが分かるか分からないかが把握できる」ためには，何らかの既有知識がある方がよい，ということであろう．

そこで本研究では，新しい概念の導入時，教師が説明をする前に生徒自身が説明を読んで考え試行錯誤する，という形式の授業を「知識構成型ジグソー法」を用いて実施し，学習した内容を形式の異なる問題に適用できるかどうか，また一定期間の経過後にも適用できるかどうかを検証することとした．

２．方法

2.1 対象生徒

本校・高校２年生文系コース　１クラス１６名

このクラスは文系の成績上位のクラスで，学習への取り組みは熱心である．半面，数学に苦手意識のある生徒も女子を中心に 4 割程度いる．数学を受験で必要とする生徒も 4 割程度である．

2.2 活動と課題内容

「対数関数」単元の導入時，「対数とは？」という説明プリントを配布した．プリントでは指数表示「$a^p = M$」の指数を求める記号として「$p = \log_a M$」をグラフや具体例を用いて説明した．それを読んで「対数の以下の 4 つの性質が成り立つことを確かめ，理由を考える」ことを自力解決課題とした．

対数の性質　① $log_a\mathrm{MN} = log_a\mathrm{M} + log_a\mathrm{N}$

② $log_a\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{N}} = log_a\mathrm{M} - log_a\mathrm{N}$

③ $log_a\mathrm{M}^r = r log_a\mathrm{M}$　④ $log_a b = \dfrac{log_c\ b}{log_c\ a}$

次に，3 つのエキスパートグループに分けてそれぞれに以下の課題を提示，グループ毎に課題に取り組む．この際，後で他の生徒に説明できるように言語化することを促した．

エキスパート A：4 つの公式の使い方の例と練習，言葉による説明
エキスパート B：指数法則（$a^m \times a^n = a^{m+n}$　等）の成り立つ理由の説明
エキスパート C：対数表示と指数表示の変換練習

その後，3 人ずつ（人数の都合で 1 グループのみ 4 人）のジグソーグループで「4 つの公式が成り立つ理由を証明または説明する」課題に取り組みワークシートに記入，ジグソー活動後に各班の説明をマグネットシートに書き込み，代表者が黒板の前で発表した．最後に各班の発表を聞いて気づいたことや感想などを記入させた．1 時限目はジグソー活動の途中まで，2 時限目にその続きと発表を行い，授業後の自力解決は 5 日後に実施した．

2.3 実施時期

ジグソー授業：2016 年 11 月 29 日・12 月 1 日
2 回目自力解決：12 月 6 日

2.4 データの収集・分析の方法

①授業のワークシートについて授業前自力解決時および 5 日後自力解決時の記述レベルを比較した．

②授業実施 11 日後の 2 学期期末試験においてジグソー課題の証明 1 題と計算問題を，また 3 ヶ月後の学年末試験において計算問題の応用（対数を含む方程式と不等式）を出題し，それぞれについて，学習内容が適用できていたかについて調べた．

３．課題内容について

3.1 課題内容の選定意図

対数の計算につまずく生徒は多い．今回扱った対数の性質は，公式として一度覚えても，積と和，商と差の部分の覚え方が曖昧で，$log_a\mathrm{M} + log_a\mathrm{N}$ を $log_a(\mathrm{M}+\mathrm{N})$ と，$log_a\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{N}}$ を $\dfrac{log_a\ \mathrm{M}}{log_a\ \mathrm{N}}$ と混同してしまう答案が多々見受けられる．対数は「$a^p = M$」即ち「a を p 乗したら何になるか→ M」という，指数表示された関係式を別の方向から「a を何乗したら M になるか→ p 乗」と見る考え方であるから，指数表示された式について成り立つ性質（例えば $a^m a^n = a^{m+n}$，$(a^m)^n = a^{mn}$ などの指数法則）が，そのまま対数の性質に結びつく．指数の性質は理解しやすく，既有知識として定着している生徒が多いことから，これを利用して指数・対数の性質を言語化して整理することで新しい概念である対数の理解が促進されるのではないかと考えた．

今回，形式的には「公式が成り立つ理由を証明（または説明）する」ことをジグソー活動の課題としたが，実質的にはその課題を対話的に解決する過程において生徒たちが「定義や公式を試行錯誤しながら使ってみる」ことそのものが筆者のねらいであった．

3.2 エキスパート資料

エキスパート A，B，C の資料の具体的内容を抜粋して以下に示す．

エキスパート A
◎対数の 4 公式の使い方を理解する
（先述の 4 つの性質を示して）
☆使い方の例題
(1) $log_{10}15 = log_{10}3 + log_{10}5$

(1) は公式①を使っている．a=10，M = 3，N= 5と考えている

(4) $log_3 7 = \frac{log_2 7}{log_2 3}$

(4) は公式④の，a=3. b=7の場合である．c は（条件を満たしていれば）何でもよく，ここでは c =2とした．

（中略）

－対数の４公式の使い方を説明できるように言葉で表そう－

①では，$log_a MN$　の真数は MN で，M と N の＿＿＿算 である．これが対数の＿＿＿算に変わっている．これは＿＿＿法則に似ている．

（答：かけ，足し，指数）　　（以下略）

図 1　エキスパート A の資料内容（抜粋）

エキスパート B

◎指数法則とその成り立つ理由を確認する

指数法則　①　$a^m \times a^n = a^{m+n}$

②　$(a^m)^n = a^{mn}$　　③　$(ab)^n = a^n b^n$

指数の定義から指数法則の成り立つ理由を確認すると，，，

①が成り立つ理由：

m が正の整数のとき　$a^m = a \times a \times a \times \cdots$ で

a を＿＿回かけたものである．

同様に，n が正の整数のとき，a^n　は a を＿＿回かけたものである．

よって，$a^m \times a^n$ は a を＿＿回かけたものなので，$a^m \times a^n$ ＝＿＿＿＿になる．

（中略）

－法則①を説明できるように言葉で表そう－

①→底が同じ累乗どうしを＿＿算すると，＿＿は＿＿算になる．（答：かけ，指数，足し）

（以下略）

図 2　エキスパート B の資料内容（抜粋）

エキスパート C

◎対数表示と指数表示を変換する

対数と指数の関係

$a^p = M \Leftrightarrow p = log_a M$　（真数，底）

$log_a M$ を，a を底とする M の対数という．

た，M を $log_a M$ の真数という

例題

(1)　$\textcircled{2}^{\textcircled{3}} = \boxed{8}$　だから　$\pentagon{3} = \log_{\textcircled{2}} \boxed{8}$

（以下略）

図 3　エキスパート C の資料内容（抜粋）

エキスパート A,B では言葉によって説明を書かせている．エキスパート C では言葉による説明はしづらいと判断してそうしたものを書かせなかったが，A,B と形式は異なってもやはり言語化をさせた方が良かったと感じた．（ジグソー活動時のエキスパート C 担当生徒は他のメンバーへの説明に苦労していた）

4．結果と考察

4.1　授業前自力解決時の記述レベルとジグソー活動時の解決レベルの比較

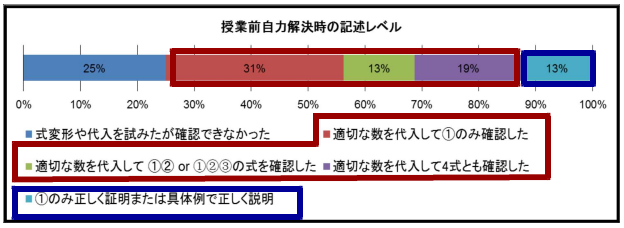


図 4　授業前自力解決時の記述レベル

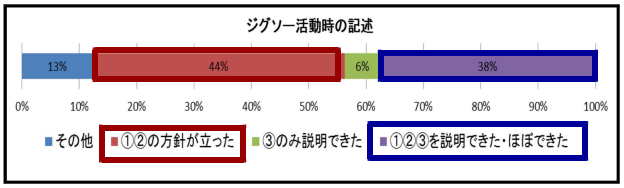


図 5　ジグソー活動時の記述

上記図 4 は，授業前 1 回目の自力解決時における記述レベルを，図 5 は，ジグソー活動時のワークシートに記入された課題の解決状況を示したものである．

1 回目自力解決時の状況は，公式に数を代入してみたものの，適切な数でないために成り立つことを確認できなかった，あるいは式変形を試みたがうまく行かなかった生徒が 4 名（25 %），公式に具体的な数を代入して証明すべき公式の 1 つ以上について，成り立つことを確認するにとどまった生徒が 10

名（63 %），①のみ説明できた生徒が 2 名（13 %）であった．

ジグソー活動時，4 つの公式をすべて説明できた班・生徒はなかったが，①②③の 3 つをきちんと説明できた生徒は 6 名(38%)，表記はうまくできなかったが説明の方針まで立った生徒は 7 名(44%)である．形式上の「課題」が解決できたかどうかという視点で見れば 38%は少なく見えるが，「試行錯誤して自分なりの解決方針を立てた」生徒まで含めれば 16 名中 14 名と大多数を占めた．

ジグソー活動では，各班で説明の記述がまとまるものと想定していたが，自分が納得に至らなかった部分は記述していない生徒が多かったのか，同じ班の中でも記述に相違が見られた．また，図 5 で「その他」に入った生徒の 1 人は，1 回目自力解決時に成り立つことを確認できなかった④の公式にこだわってジグソー活動のワークシートも④の説明に終始していた．

4.2 5日後自力解決時の記述レベル

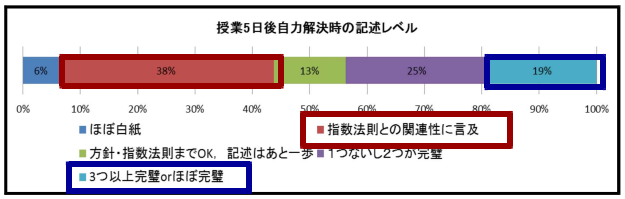


図 6 授業 5 日後自力解決時の記述レベル

図 6 は，授業 5 日後・2 回目の自力解決時における記述レベルを示している．ジグソー時に 6 名(38%)が公式①②③を説明できていたことから見ると 3 つ以上説明できた生徒は 3 名と半減している．残りの 3 名は，説明の方針は立っているが，全部または一部において，表記の仕方が不正確になっていた．

ジグソー時に①②の方針まで立てられた生徒は，2 回目自力解決時においても，指数法則との関連（累乗の積は指数の和に変換されること）に触れた記述をしており，ジグソー活動時に到達した理解のレベルをおおよそ保っていたことが窺われる．

図 5 および図 6 が示すデータをどのように解釈するかについては幾つかの考え方があり得るだろう．「正しい表記ができる」ことを理解の指標とすれば「理解が不十分な生徒が多い」となるが，指数法則で積が指数の和になることを使っている，分かっていることを 1 つの指標とすれば「多くの生徒はある程度理解できている」と判断できる．

今回の授業は「対数関数」単元の導入時に実施しており，もとよりこれだけで完璧な理解ができることを想定してはいない．生徒たちが「『この単元でどんなことを学ぶのか』の見通しをもつ」という視点で見れば一定の効果は見られたと言えるだろう．

4.3 期末試験・証明問題の記述レベルおよび公式の計算への適用

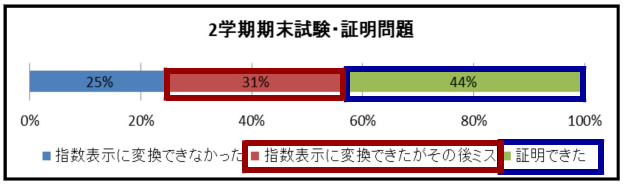


図 7 2 学期期末・証明問題

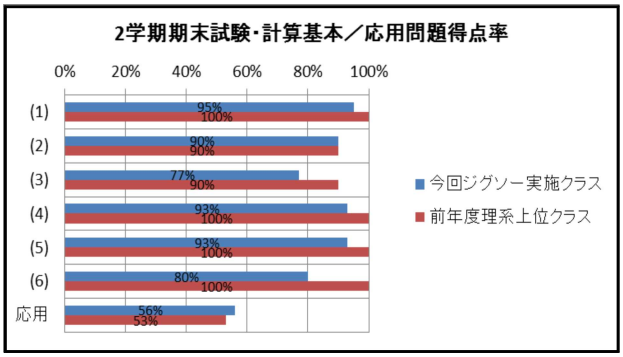


図 8 2 学期期末試験・計算問題得点率

図 7 は 4 つの公式のうちの 1 つを 2 学期期末試験に証明問題として出題し，その記述レベルを示したものである．図 8 では，同じ試験に出題した対数の計算問題の得点率を前年度の理系上位クラスと比較して示した．証明問題の正答者は 7 人と半数に満たなかったが，指数表示に変換するなど途中まで適切な式変形を行った生徒まで含めると 12 人(75 %)に達した．

一方，計算の基本問題の得点率は平均 87 %であり，前年度の理系生徒の 97 %には及ばないが，このクラスが文系で数学が苦手な生徒，受験に使わない生徒が多いことを考えると，かなりの高水準と言ってもよいだろう．なお，やや難易度の高い応用的な計算問題では前年度の理系上位クラスの得点率を上回る結果となった．

このことは，問題の出来が，学習した問題と形式が同じかどうかということより，学習過程において学習者がどのように思考していたかに左右される可能性が高いことを示唆している．

4.4 3ヶ月経過後の公式の定着度

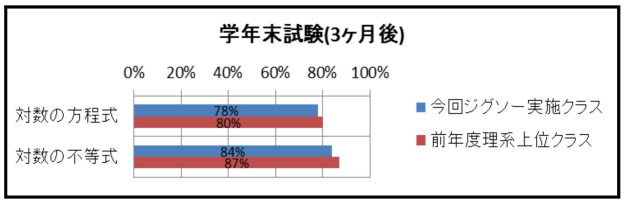


図 9 学年末試験・計算応用問題得点率

図 9 では 3 ヶ月後の学年末試験に出題した計算の応用問題の得点率を，図 8 と同様，前年度の理系上位クラスと比較して示した。何れも 8 割前後の得点率であり，ジグソー授業で扱った公式は全員が適用できていた．前述したように，これらの公式は一度覚えても，使い方において混乱する生徒が多いことを考えるとこの結果はかなり良いと言える．

厳密な論理を要求される証明問題の出来はそれほどでもないが，計算問題への公式の適用，および数ヶ月経過後における学習内容の保持については一定の効果があったと思われる．

5．生徒の意識の変化

本研究でジグソー法を実施したクラスでは，小単元ごとに学習内容・問題の解法を生徒自身が整理するプリントを配布した．また，各単元において，学習する式や概念を，それらのもつ図形的意味，言葉で表現すればどういうことか，を意識的に取り上げた．

以下は，ジグソー授業後および年度末にとったアンケートから，数学や数学の学習に対する意識の変化に言及している記述やジグソー授業での気づきについての記述を，数学の成績層別に示したものである．

成績上位層

・自分達で公式を証明すると，より理解が深まり，応用問題も理解が速くなるので，ただ公式に当てはめるだけではなくて公式を自分達で理解することが大切だと分かった．（ジグソー後感想・男子）
・皆で知識を共有すると新しい分野のものもある程度理解できるものだと感じた．今回は皆で考え合ったが自分一人のときでもまずは性質や公式の原理を考えてみたい．今回指数と対数には深い関係があるのが分かったように数学は分野は異なってもあらゆる部分でつながっているのだと感じた．（ジグソー後感想・男子）
・問題の考え方，アプローチの仕方，公式の原理など理解を深められました．（学年末・男子）
・解く手順などを整理して解こうと思うようになった．（学年末・女子）
・決まった公式以外にも沢山別解があることを知って面白くなりました．（学年末・女子）

成績中位層

・3 人の説明を組み合わせて証明するのが難しかった．log が指数を表しているということを頭の中で整理しておかないとだめだなと思った．（ジグソー後感想・女子）
・今回，このグループ学習法に取り組んでみて今まではただ公式を漠然と覚えているだけだったけど，自分の頭で考えることができて良かったです．（ジグソー後感想・女子）
・自分で一度理解したものを口に出して他人に説明することで，より整理されたものに再構築する．比較的，複雑な内容を学ぶのにこれがいかに重要かということを体感できた．（ジグソー後感想・男子）
・数学は数式を覚えてそれを使うだけという機械的なイメージがあったけど，1 つ 1 つの式にも意味があり，書いてあることは違うけど表しているものは同じである式や図を見ると，まるで式が図の暗号のように感じました．（年度末・女子）
・深く理解できた部分が増え，自分で答えを組み立てられるものが少しだけ増えた．（年度末・女子）

成績下位層

・みんなで自分の意見を話し合ったりするのは自分には思い付かないような意見がたくさん出るのですごく新鮮だった．自分で考えていることを言葉にまとめて話すのは難しかった．（ジグソー後感想・女子）
・新たなことでも，a や p や q などに置きかえていくと分かることがあるのだなと気づくことが出来ました．（ジグソー後感想・女子）
・公式を丸暗記するのではなく，成り立ちを理解した方が解きやすいし，覚えやすい．（年度末・女子）
・数学 1 つ 1 つがいろいろな分野につながっているようになった．（年度末・女子）

・自分で考える力がついた．（年度末・女子）

これらを見ると，成績上位層の生徒はジグソー授業時から，その授業の内容だけでなくより一般的な「数学の学習」について言及している．成績中位層・下位層の生徒はジグソー授業時にはそのときの内容に直結した気づきにとどまっているものが多いが，年度末には同様のことに言及する生徒が増えていることが分かる．数学の得手不得手によってかかる時間の差はあるが，それぞれに考えが深まった様子が窺える．

６．まとめ

「問題が解けるためには解き方を覚えて練習すればよい」という考えは，教師にも生徒にも根強く染みついている．今回の対数単元において筆者は過去に行った授業より計算練習を多く行った訳ではないが，結果は上述の通りであった．年度末のアンケートには，前章で記した以外にも「今まで分からないまま解法を暗記していて苦痛だったが自分で分かって解けるようになると嬉しかった」等の記述が見られた．

協調的な学習を通して生徒たちの思考が活性化することが，新しい概念や記号を内化し，形式の異なる問題への公式の適用や理解の深化・定着に効果をもたらすことが示唆されたと言えるだろう．

6.1　他分野への応用－エキスパート資料の分け方の一般化

今回の授業は，指数の拡張を学習した後で，指数の逆演算としての対数の導入で実施した．今回のエキスパートの分け方を一般化した形に分析を試みたい．

数学の『公式』は証明を求めない前提である「公理」とは異なり，定義や既知の性質から導き出される性質のうち頻繁に使われるものを「公式」と呼んで，数学を考える際に「便利に」使う，というものである．したがって「公式」は（多くの生徒はそうは考えていないが）「それがなければ（忘れたら）問題が解けない」ものではない．

筆者の意図は「いざというときに公式を忘れても，必要に応じて定義に戻って自ら導ける」ということである．

そのためにはどんな活動が有効だろうか．

一つは「ある程度馴染んだ経験」（ここではエキスパート A　使い方と練習），そしてもう一つは「成立理由を考えて納得した経験」（ここではエキスパート B の内容）であろう．今回はこれに加えてエキスパート C で指数表示と対数表示の変換をさせているが，これは「記号の表す意味」と言ってもよい．

こう考えると，例えば三角比の導入時に相互関係の３つの公式

$$\tan\theta=\frac{\sin\theta}{\cos\theta}\ ,\ \sin^2\theta+\cos^2\theta=1\ ,\ 1+\tan^2\theta=\frac{1}{\cos^2\theta}$$

を用いて同様のジグソーも可能ではないか．即ち，新しい概念が新しい記号とともに導入されるときに使える可能性がある．

6.2　今後の課題

本研究の過程では，新しい概念や記号の意味を大まかに理解できても，記号の使い方で混乱する生徒が多いことが見てとれた．また，証明のように厳密な論理展開が必要な問題ができるには，別な支援が必要と考えられる．これらについては今後分析していきたいと考えている．

謝辞

本稿の執筆に際し，貴重な助言を頂いた放送大学大学院の三宅先生，東京大学の白水先生に深く感謝する．また，議論の中で有益なコメントを頂いたゼミの皆様に感謝する．

参考文献

[1]三宅なほみ・白水始(2003)「学習科学とテクノロジ」放送大学教育振興会

[2]高垣マユミ(2010)「授業デザインの最前線Ⅱ」北大路書房

[3]東京大学・大学発教育支援コンソーシアム推進機構／自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト(2014)「協調学習　授業デザインハンドブック－知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり」

[4]三宅芳雄(2012)「教育心理学特論」放送大学教育振興会

[5]永井香, (2016) "高校数学における思考の外化を促す活動とその効果", 2016 年度認知科学会第 33 回大会, pp.314-320

不確かな状況における選択率の推移に関する実験的検討
An experimental study of the transition of selection change ratio under uncertain cercumstance

田村 昌彦 †
Masahiko Tamura
† 立命館大学
Ritsumeikan University
m-tamura@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract

This paper report the upper limitation of the selection change ratio under uncertainly situation in decision making. In the experiment, the Monty-Hall problem which the number of doors was revised was conducted. The result showed that the number of the selection affects participants' selection change ratio. By non-linear regression analysis, it was concluded that the upper limitation of the selection change ratio is increase according to the number of the selection increase.

Keywords — Monty-Hall problem, Non-linear regression

1. はじめに

我々は日常的に様々な選択行動を行っている。しかし，すべての選択行動が規範的（論理的）な意思決定に基づいているとは限らず，しばしば，誤った意思決定や，主観的な要因によって影響を受ける。特に，事前確率が影響を与える状況では，非規範的な意思決定が行われることが多い。このような現象は，我々が意思決定を行う際に用いるヒューリスティックスにおいて，基準率が誤って見積もられている（あるいは，無視されている）ためであると考えられている (Base rate fallacy)。たとえは，[1] は，我々が事象の生起確率に対する確率判断を行う際に，事前確率を無視し，現在の状況にのみ依存した方略を用いるためであると指摘し，それまでにないヒューリスティックスによる確率判断モデル（P-E-C モデル）を提唱した。このモデルに則ることで，モンティ・ホール問題のような問題に対する我々の意思決定をある程度説明できる。

しかし，[1] も指摘しているように，彼らの確率モデルでは説明ができない偏りが存在する。彼らは，これについて自己決定による信念が原因である可能性を指摘している。本研究では，これまで体系的に扱われてこなかったこの偏りの性質を明らかにすることを目的し，探索的に検討する。著者の先の研究 [2] では，モンティ・ホール問題を改変して用い，実験参加者が自信の選択した扉から，選択を変更するために要求される価値を統制することで，その推移を検討した。この結果，効用の増加に伴い，選択変更率も上昇するが，上限値が存在することが示された。また，事前確率が実験参加者の選択に影響を与えない可能性も示唆された。そこで，本研究では，（事後の）事象の生起確率を操作し，要求される価値の推移や，上限値の変化について検討した。

上述を検討するに当たり，本研究では選択肢の数を操作することで，事後の選択肢の数が与える影響について検討した。特に，上限値について，選択肢の数が与える影響を報告する。

2. 実験

2.1 実験参加者

大学生 29 人（男性 9 人，女性 20 人）が謝礼を受け取り，実験に参加した。平均年齢は 20.28 歳（$SD = .58$）であった。

2.2 課題

モンティ・ホール問題を改変して用いた。モンティ・ホール問題では，初めに 3 枚の閉じた扉を問題解決者に提示する。3 枚の扉のうちの 1 枚の扉は，扉の後ろに商品が隠された当たりの扉であり，問題解決者は当たりの扉を選択することで，商品を獲得することができる。3 枚の扉が提示された後に，問題解決者は当たりと予想する扉を選択する。その後，出題者は残された 2 枚の扉のうち，確実にハズレである扉を問題解決者に告げる。ここで，問題解決者は再度，選択する機会を得る。つまり，初めに自身が選択した扉を維持す

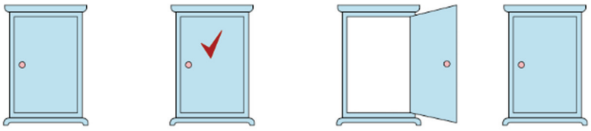


図 1　扉数が 4 のときのハズレである扉を通知した例。1 回目に選択した扉にはチェックマークがつけられた。その後，残った扉から確実にハズレである 1 枚の扉が開けられた。

るか，あるいは，当たりと予想する扉を変更することができる。

本研究では，以下の 2 点を改変して用いた。第 1 に，問題解決者に提示する扉数を後述の実験条件に合わせて 3 種類，設定した。これらは，3 枚，4 枚，および 5 枚のいずれかであった。第 2 に，当たりを引き当てた場合の報酬を商品ではなく，賞金に変更した。また，出題者がハズレの扉を問題解決者に告げた後，問題解決者が当たりと予想する扉を変更し，かつ，その扉が当たりの場合の賞金額を増額した。増額は増額なしから，段階的に合計 11 段階を設定した。図 1 に，実験画面の一部として，扉数が 4 のときの，ハズレである扉を通知した例を示した。

2.3　装置

Microsoft Windows が稼働するパーソナルコンピュータ（以下，PC）上に，実験用プログラムを作成して実験を行った。

2.4　要因計画

2 要因の参加者内要因計画とした。第 1 の要因は扉数要因であり，提示する扉数を 3 枚，4 枚，あるいは 5 枚のいずれかとし，3 水準を設定した。第 2 の要因は賞金額要因である。本実験では，当たりを引き当てた場合に獲得できる賞金額の初期値は 10,000 円とした。これを，ハズレの扉を告げられた後に，当たりと予想する扉を変更し，かつ，新たに選択した扉が当たりの場合，賞金額を増額した。具体的には，増額なし（10,000 円）から 90,000 円まで，段階的に 8,000 円ずつ増額させた金額を設定した。したがって，合計 11 水準であった。

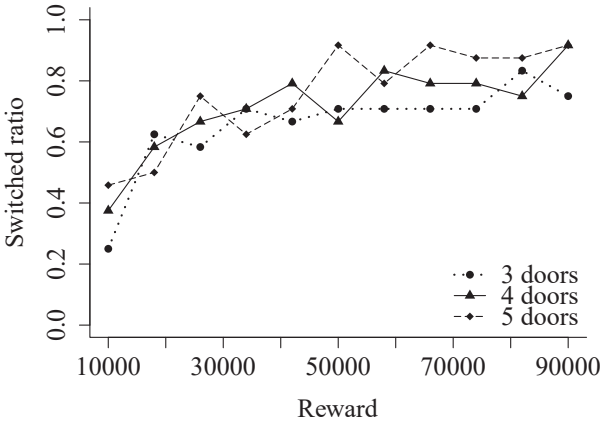


図 2　扉数ごと，賞金額ごとの選択変更率の推移。

2.5　手続き

実験は 1 人 1 台の PC を用い，最大 5 人が同時に行った。初めに実験参加者は，実験に関する説明を受け，実験プログラムの操作についての練習を行った。その後，実験に取り組んだ。1 試行の流れは以下のとおりであった。試行の開始時に，3 枚，4 枚，5 枚のいずれかの閉じた扉の絵が提示された。実験参加者はその中から，当たりと予想する扉をマウスを用いて選択することを要求された。その後，実験参加者によって選ばれなかった扉から，プログラムによってハズレの扉が 1 枚，開かれた。なお，開かれる扉の数は，常に 1 枚であった。ハズレの扉が開かれた後に，実験参加者は再度，扉を選択することが要求された。このとき，選択を変更して当たりを引き当てた場合には賞金が増額されることと，増額される賞金額が告げられた。増額なしの場合には賞金額のみが告げられた。以上を 1 試行として，参加者当たり 33 試行を行った。各試行では実験参加者へのフィードバックは行わず，実験終了後にまとめてフィードバックを行った。また，このとき，モンティ・ホール問題を知っていたか否かを確認し，知っていたと回答した実験参加者を分析対象から除外した。

実験の所要時間は 1 人当たり 30 分から 1 時間以内であった。

3.　結果と考察

事後のアンケートで 5 人の実験参加者がモンティ・ホール問題を知っていたと回答したため，この 5 人を分析対象から除外した。したがって，分析対象データは 24 人であった。扉数ごと，および賞金額ごとの扉を変更した比率の推移を図 2 に示した。

表 1　各パラメタの推定値と 95%信頼区間

			95% C.L.	
Parameter	Estimate	Std. Error	Lower	Upper
b	-1.29	.31	-1.91	-.68
e	12724.13	1627.62	9534.05	15914.20
d_0	.65	.08	.49	.81
d_1	.06	.02	.03	.10

扉数と賞金額を説明変数とし，扉を変更したか否かを目的変数として一般化線形混合効果モデルを用いて分析した。なお，この分析では各要因の効果の有無を検討するための仮説検定を行う目的で行った。そのため，扉数要因と賞金額要因をカテゴリ化して扱った。また，本実験は参加者内要因計画であったため，実験参加者ごとにラベル化し，これを変量効果として扱った。分析の結果，扉要因の主効果（$F(2, 46) = 5.51$, $p < .01$），および，賞金額要因の主効果（$F(10, 230) = 7.60$, $p < .001$）が有意であった。また，交互作用は有意ではなかった（$F(20, 460) = .96$, ns）。扉数要因の水準間で多重比較を行ったところ，扉数 3 と扉数 5 の間に有意差が認められた（$t(46) = 3.29$, $p < .01$）。以上の結果は，扉の選択率変更に，賞金額と扉数が影響を与えていることを示している。

そこで，扉数要因が選択変更率に与える影響を詳細に検討するため，非線形回帰分析を行った。扉の選択変更率を目的変数とし，説明変数に扉数と賞金額を加えたモデルを検討した。検討したモデルは，ロジスティック関数と，3 パラメタ対数ロジスティック関数を基に扉数要因を組み込んだモデルとした。これらのモデルを当てはめた結果，AIC を基に，3 パラメタ対数ロジスティック関数の方が当てはまりが良いことがわかった。このモデル式は以下の式 1 であらわされる。

$$f(x) = \frac{d_0 + d_1 \cdot door\_num}{1 + exp(b(log(reward) - log(e)))} \qquad (1)$$

式 1 において，$reward$ は賞金額を示し，$door\_num$ は扉数を示す。右辺分母は上限値を示しており，扉数が条件に与える影響を検討するモデルとなっている。回帰分析の結果，得られたパラメタの推定値と信頼区間を表 1 に示した。95%信頼区間から明らかなように，切片（d_0），および全ての回帰係数において，有意に 0 とは異なることが示された。とりわけ，d_0 および d_1 が有意であったことは，扉数が選択変更率の上限に影響を与えるモデルによって，本実験のデータが説明できることを示している。図 3 に回帰式による，扉数ごとの賞金額における選択変更率の予測推移を示した。

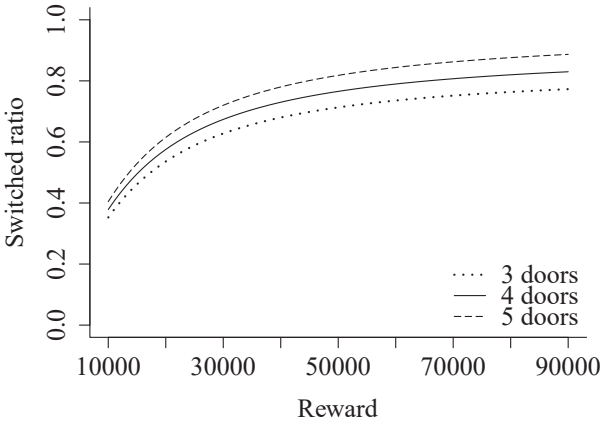


図 3　扉数ごとの賞金額における選択変更率の予測推移。

4. まとめ

本研究では，ヒューリスティックスを用いた意思決定において，選択肢の数が選択変更率に与える影響を検討した。とりわけ，選択変更率の上限に焦点を当て，非線形回帰分析を用いて予測した。混合効果モデルによる分析の結果，選択変更率の推移に選択肢の数が影響を与えていることが明らかになった。さらに，非線形回帰分析の結果からは，選択肢の数が選択変更率の上限値に影響を与えていると考えることができる。

これまでのヒューリスティックスを用いた意思決定についての研究では，本研究で取り上げた選択変更率の上限は，その存在は指摘されてきたものの（たとえば，[1]），その特性については明らかにされてこなかった。本研究で得られた知見は，この点について新しい発見であるといえるだろう。しかし，式 1 における右辺分子が示すように，本研究で検討したモデルでは，選択変更率の上限値は選択肢の数によって直線的に変化するモデルである。これは，選択肢の数が 3 種類と，比較的少ないことに起因する本研究の限界点といえる。今後はこの点について検討を重ね，詳細な特性を明らかにしていく必要があるだろう。

参考文献

[1] Fox, C.R. and Levav, J. (2004) “Partition-Edit-Count: Naive Extensional Reasoning in Judgment of Conditional Probability” Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 133, pp. 626-642.

[2] 田村 昌彦, (2016) “モンティ・ホール問題における選択変更確率の強度についての検討” 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp.766-768.

隠喩的表現における面白さと三大理論の関係の検討
A study of relationship between humorousness and three major theories in metaphorical expressions

中村 太戯留 †
Tagiru Nakamura
† 慶應義塾大学 / 東京工科大学
Keio University / Tokyo University of Technology
†tagiru@sfc.keio.ac.jp

Abstract

The three major theories of humor have been proposed. The superiority theory of humor suggested that a diminishment e ect of some values is important in humor detection. The release theory of humor suggested that a feeling of "something released" is involved in humor detection. The incongruity resolution theory of humor suggested that the incongruity is resolved with positive emotion when a new relationship is found or when a mistake in the initial assumptions is noted. Nineteen university students were participated in this experiment, and judged whether or not the expression was humorous and contained above feelings. We found the main e ect of "something released" and that of "finding new relationship." Therefore, it is suggested that humor detection can involve these feelings.

ey ords metaphorical expression humor superiority theory release theory incongruity resolution theory.

1. はじめに

ユーモアに関する理論は，優越理論，エネルギー理論，そして不調和解消理論に大別される [9, 1]．優越理論 [6] は，他人や過去の自分の劣る側面が明るみに出ることで，相対的に現在の自分が突然の栄光を享受する，という要因の重要性を指摘しており，見劣り効果 [15] の関与が報告されている．エネルギー理論 [13, 4] は，特に性的あるいは暴力的な余剰な神経エネルギーの放出，という要因の重要性を指摘している．不調和解消理論 [14, 3, 2] は，いつもと違う何か [3] や曖昧で不調和な何か [2] という不調和を，そのギャップを埋める新たな関係性を見いだしたり [10, 5]，思い込みの間違いを見いだしたり [7] して解消するという要因の重要性を指摘している．ただ，複数のユーモア理論の位置づけを調査や実験に基づいて整理しようとする試みはほとんど見受けられないのが現状である [8]．本研究では，隠喩的表現 [11, 12] と小咄を用いて，これらの要因の関与を実証的に検討することを試みた．

2. 方法

実験参加者 19 名（女性 9 名，男性 10 名，年齢：19-21 才，出身地は関東）の大学生が実験に参加した．

刺激 隠喩的表現は“ A と掛けて，B と解く．その心は，X ”という形式の表現を用いた．刺激は，例えば,“ 女性の出会いと掛けて，新幹線の料金と解く．その心は，のぞみが高い ”というもので，16 表現を用いた [11, 12]．小咄は，例えば,“「芋屋の娘さん年とったねー」「うん，ふけたふけた」”というもので，Google 検索で探した 14 表現を用いた．

手続き 各刺激を提示し，次の質問に対する回答を選択してもらった．問１：面白いですか？選択肢：面白い，面白くない．問２：オチを読んだとき、前フリで登場したコトバの価値の低下を感じましたか？（価値の低下とは、例えば、偉人や名作などの一般に価値が高いと考えられているものが、くだらなく感じられるようになること。権威が失墜する感じ）選択肢：「A」が低下した,「B」が低下した，特に低下は感じなかった．問３：オチを読んだとき、登場するコトバ間に新たな関係性の発見はありましたか？選択肢：音の類似性を見出した，意味の類似性を見出した，特に関係性は見出せなかった．問４：オチを読んだとき、何かが間違っている感じはありましたか？選択肢：前フリの内容に間違いを見出した，オチの内容に間違いを見出した，特に間違いは見出せなかった．問５：オチを読んだとき、それまで高ぶっていた緊張が解放され、何かが放出される感じはありましたか？選択肢：構えていた思いが肩透かしをくらう感じ（やられた），密かに思ってたことやついやってしまいがちなことを代弁してくれた感じ（あるある），権威に対する反発心を

満足させる感じ（反発心），特に放出される感じはなかった．また，年齢，性別，そして出身地を回答してもらった．所要時間は 30 分程度であった．

3. 結果

まず，全実験参加者のうち過半数が「面白い」と判定した表現を「面白い表現」，それ以外を「面白くない表現」とした．面白い表現は 13 個（内訳：隠喩 8，小咄 5），面白くない表現は 17 個（隠喩 8，小咄 9）であった．また，全実験参加者のうち「面白い」と判断した人数の割合を「面白さ度」とした（範囲：0.0-1.0）．

次に，「面白いかどうか」（問１の回答）を従属変数，次の変数を個別に説明変数として分散分析を実施した．形式（隠喩，小咄）による有意差は認められなかった（$F(1,18) = 1.770, n.s.$）．

価値の低下（問２：低下した，なし）による有意差が認められた（$F(1,19.145) = 4.711, p < 0.05$）．面白さ度は順に 0.35(標準偏差 [$SD$]:0.477) と 0.50($SD$:0.501) で，価値が低下した際は面白さも低下しており，優越理論 [15] の予想とは逆の結果であった．

新たな関係性の発見（問３：音の類似性，意味の類似性，なし）による有意差が認められた（$F(2,47.925) = 9.649, p < 0.001$）．Bonferroni の多重比較の結果，音と意味の差のみ，有意差は認められなかった．面白さ度は順に 0.57(SD:0.497)，0.48(SD:0.501)，そして 0.26(SD:0.439) で，類似性を見いだした際には面白さが上昇しており，不調和解消理論 [10, 5] の予想を支持する結果であった．

間違いの発見（問４：間違いあり，なし）による有意差が認められた（$F(1,22.972) = 5.470, p < 0.05$）．面白さ度は順に 0.29($SD$:0.456) と 0.47($SD$:0.500) で，間違いを見いだした際は面白さも低下しており，不調和解消理論 [7] の予想とは逆の結果であった．

エネルギーの放出（問５：やられた，あるある，反発心，なし）による有意差が認められた（$F(3,76.379) = 60.085, p < 0.001$）．Bonferroni の多重比較の結果，音と意味の差は認められなかった．「やられた」と「あるある」の差のみ，有意差は認められなかった．面白さ度は順に 0.85(SD:0.358)，0.72(SD:0.540)，0.42(SD:0.497)，そして 0.17(SD:0.373) で，何らかの放出がある際には面白さが上昇しており，エネルギー理論 [13, 4] の予想を支持する結果であった．

4. 考察

「面白い表現」においては，新たな関係性を見いだすことによって不調和を解消するという要因，および何らかのエネルギーを放出するという要因が全体的に関与する可能性が示唆された．一方で，間違いを見いだしたり，優越感を感じたりという要因は，該当するケースがいくつかある程度にとどまっていた．

なお，実験参加者の出身地域，年代，時代背景を反映していることも考えられるため，これらの検討は今後の課題として挙げられる．

参考文献

[1] 雨宮俊彦, (2016) 笑いとユーモアの心理学. ミネルヴァ書房.

[2] Attardo, S., Hempelmann, C. F., & Di Maio, S, (2002) “Script oppositions and logical mechanisms: Modeling incongruities and their resolutions”, Humor, Vol. 15, No. 1, pp. 3-46.

[3] Forabosco, G., (1992) “Cognitive aspects of the humor process: The concept of incongruity”, Humor, Vol. 5, No. 1, pp. 45-68.

[4] Freud, S., (1905) “Der Witz und seine Beziehung zum Unbewubten” Fischer Taschenbuch-Verlag. (懸田克躬 (訳) (1970). “機知: その無意識との関係” フロイト著作集４, pp. 237-421. 人文書院)

[5] Hillson, T. R., & Martin, R. A., (1994) “What’s so funny about that?: The domains interaction approach as a model of incongruity and resolution in humor”, Motivation and Emotion, Vol. 18, No. 1, pp. 1-29.

[6] Hobbes, T., (1840) “Human Nature”, In W. Molesworth (Ed.), The English Works of Thomas Hobbes of Malmesbury (Vol. 4). London: Bohn.

[7] Hurley, M. M., Dennett, D. C., & Adams, R. B., (2011) Inside jokes: Using humor to reverse engineer the mind. Cambridge MA: The MIT Press. （ヒトはなぜ笑うのか，片岡宏仁訳, 勁草書房, 2015）

[8] 伊藤大幸, (2007) “ユーモア経験に至る認知的・情動的過程に関する検討：不適合理論における 2 つのモデルの統合へ向けて” 認知科学, Vol. 14, No. 1, pp. 118-132.

[9] Martin, R. A., (2007) The psychology of humor: An integrative approach. London: Elsevier Academic Press.

[10] Mio, J. S., & Graesser, A. C., (1991) “Humor, Language, and Metaphor”, Metaphor and Symbolic Activity, Vol. 6, No. 2, pp. 87-102.

[11] 中村太戯留, 松井智子, & 内海彰, (2015) “隠喩的表現における面白さと見劣り効果の関係の検討” 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp. 620-621.

[12] 中村太戯留, (2016) “隠喩的表現における面白さと間違い探しの関係の検討” 日本認知科学会第 33 回大会予稿集, pp. 807-808.

[13] Spencer, H., (1859) “The physiology of laughter”, Macmillan’s Magazine, Vol. 1, pp. 395-402.

[14] Suls, J. M., (1972) “A two stage model for the appreciation of jokes and cartoons: An information processing analysis”, In Goldstein, J. H., & McGhee, P. E. (Eds.), The psychology of humor: Theoretical perspectives and empirical issues (pp. 81-100), New York: Academic Press.

[15] Wyer, R. S., & Collins, J. E., (1992) “A theory of humor elicitation”, Psychological Review, Vol. 99, No. 4, pp. 663-688.

試行の動作主に関する認識がモニタリングの適切さに及ぼす影響 ——洞察課題を用いた検討——

Effects of Source Attribution of Observed Moves on Metacognitive Monitoring: An Examination Using an Insight Problem

清河 幸子
Sachiko Kiyokawa
名古屋大学
Nagoya University
kiyokawa.sachiko@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Metacognitive monitoring plays a critical role in problem solving. Previous studies have shown that people have difficulty in accurately monitoring their progress during insight problem solving. The purpose of this study was to investigate the effects of source attribution of the observed moves on metacognitive monitoring during insight problem solving. Forty-six undergraduates were randomly assigned to two conditions: self-trial and other-trial. The participants in the self-trial condition were asked to solve the T puzzle within 20 minutes and rate how close they were to the goal state (i.e., warmth rating) every minute. The participants in the other-trial condition were provided with each trial randomly chosen from the trials that the participants in the self-trial condition had engaged in, and asked to provide the warmth rating. The results revealed that there were no significant differences in the warmth ratings between the two conditions both in the solved and in the unsolved groups. It was discussed that more detailed analyses are necessary in order to identify the effects of source attribution on metacognitive monitoring during insight problem solving.

Keywords — Metacognitive Monitoring, Source Attribution, Insight Problem Solving

1. 問題と目的

問題解決を円滑に進めるには，目標に照らして現状を適切に評価することが必要である．この現状の評価は，Nelson & Narens (1994) によると，「モニタリング」と呼ばれ，メタ認知的活動の 1 つとみなされている．本研究では，モニタリングの対象となる問題への取り組み（以下，試行）が「自分のもの」なのか「他者のもの」なのかといった動作主に関する認識がモニタリングの適切さに及ぼす影響を，洞察課題を用いて検討する．

清河・伊澤・植田 (2007) は，試行と他者の試行の観察を交互に行うことで洞察課題の 1 つである T パズルの解決が促進されるのに対して，観察対象が自分自身の試行である場合には解決が妨害されることを示している．また，小寺・清河・足利・植田 (2011) は，試行と観察を行う際に，実際の観察対象が自分自身の試行であっても，それを「他者のもの」と捉えた場合には，「自分のもの」と捉えた場合に比較して T パズルの解決が促進されることを示している．これらの結果は，自分自身の試行に比較して，他者の試行に対するモニタリングがより適切であったために生じたものと解釈できる．しかし，これらの研究では，最終的な解決成績を条件間で比較しているにすぎないことから，モニタリングの適切さを直接扱う指標を用いた検討が必要と言える．

洞察問題解決時の自分自身の試行に対するモニタリングの適切さについては，安達・清河・松香 (2013) が「どのくらい解に近づいているか」に関する評価，すなわち warmth 評定を用いた検討を行っている．彼らの実験 1 では，実験参加者は制限時間 20 分で T パズルに取り組むとともに，1 分ごとに 0 から 100 の範囲で warmth 評定を口頭にて報告するよう求められた．その結果，ピースの配置から判断して，徐々に解決に近づいているにもかかわらず，解決の直前まで warmth 評定は上昇せず，現状とモニタリングが乖離していることが示されている．

本研究では，安達他 (2013) 同様，1 分ごとに自分自身の試行に対して評価を行う自己試行条件と，他者の試行に対して評価を行う他者試行条件の 2 条件を設定し，warmth 評定を比較する．なお，他者試行条件の実験参加者に呈示される試行は，自己試行条件から 1 人につき 1 つをランダムに抽出して割り当てることとする．そうすることで，モニタリングの対象となる問題解決状況は条件間で共通でその動作主に関する認識のみが異なることとなる．もし，他者の試行に対してより適切なモニタリングが可能となるのであれば，他者試行条件において，解決状況により即した warmth 評定が得られると予測される．

2. 方法

実験参加者

名古屋大学の学部生 46 名が実験に参加し，評価の対象となる試行の動作主が自分自身である自己試行条件と，別の実験参加者である他者試行条件の 2 条件のいずれか 1 つにランダムに割り当てられた（自己試行条件 25 名，他者試行条件 21 名）．なお，実験参加者は参加後に 500 円もしくはコースクレジットを受領した．

手続き

はじめに，マウス操作に慣れるため，1 分間の練習課題を実施した．この課題は洞察課題ではなかった．その後，自己試行条件の実験参加者には，制限時間を 20 分として，画面上でマウス操作により T パズルに取り組むとともに，1 分ごとに「自分がパズルをどれだけ解けていると思うか」を評価するよう求めた．他者試行条件の実験参加者には，自己試行条件の実験参加者が実際に行った試行から 1 人につき 1 つランダムに抽出されたものが呈示され，「その試行を行っている実験参加者がパズルをどれだけ解けていると思うか」を 1 分ごとに評価するよう求めた。いずれの条件においても，warmth 評定はスライドバーを用いて行うよう指示された．スライドバーは T パズルを行う画面とは別に呈示され，左端の「0」が全く解けていない状態，右端の「100」が完全に解けている状態を表しており，10 ずつ増える値が等間隔に示されていた．実験参加者はマウスを用いてその時点の解決状態を表す位置を示すよう指示された．20 分が経過するか，解決した時点で T パズルは終了となり，その後，実験参加者に対して，実験参加以前の T パズルの経験の有無と，経験がある場合はその詳細，そして正解の知識の有無を回答するよう求めた．

3. 結果

実験参加以前に T パズルの経験があった 9 名と warmth 評定に欠損値のあった 1 名，warmth 評定の記録に不備があった自己試行条件の 1 名およびその試行が呈示された他者試行条件の 1 名のデータを除く 34 名（各条件 17 名）のデータを分析に用いた．warmth 評定はマウスによって指示されたスライドバーの位置に基づいて，左端を 0，右端を 100 として値を割り当てた．なお，解決した時点で試行は終了となることから，制限時間内に解決できた実験参加者（以下，解決群）と，解決できなかった実験参加者（以下，未解決群）では得られる warmth 評定のデータ数が異なることになる．そこで，群別に warmth 評定の条件間比較を行うこととした．

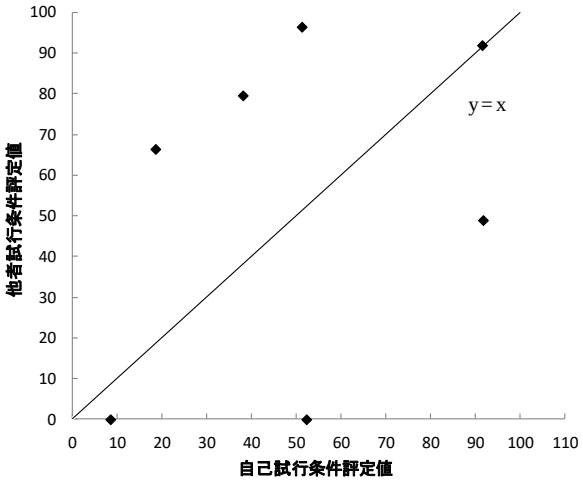


図 1 各条件における解決直前の warmth 評定

まず，解決群（各条件 7 名）については，解決直前に行った warmth 評定の比較を行った（自己試行条件：$M = 50.3$, $SD = 32.5$, 他者試行条件：$M = 54.8$, $SD = 40.6$）．対応のある t 検定を実施したところ，両条件に有意な差は認められなかった (t (6) = 0.29, *n.s.*).

また，自己試行条件と他者試行条件の解決直前の warmth 評定の関連について検討をするため，x 軸に自己試行条件の評定値，y 軸に他者試行条件の評定をとり，散布図を作成した（図 1 に示す）．両者の値が一致すると $y = x$ の直線上にデータが載ることとなるが，直線上に載ったデータは 1 つのみであり，自己試行条件において評定値が高かったデータと他者試行条件において評定値が高かったデータがそれぞれ 3 つずつとなった．

未解決群（各条件 10 名）については，全ての実験参加者から 20 個の warmth 評定が得られている（条件および経過時間ごとの warmth 評定の平均値を図 2 に示す）．そこで，評価の対象となる試行の動作主に関する条件（自己試行／他者試行）と経過時間（1-20）を独立変数とした繰り返しのある 2 要因の分散分析を実施した．その結果，経過時間の主効果が有意となり（F (19, 171) = 4.30, $p < .05$），条件の主効果および交互作用は有意ではなかった (条件の主効果 : F (1, 171) = 0.94, 交互作用 : F (19, 171) = 0.67, *n.s.*). Tukey の *HSD* 検定による多重比較の結果，1 分経過時点での評定値が 7，9，10 分経過時点および 12 分以降の評定値より

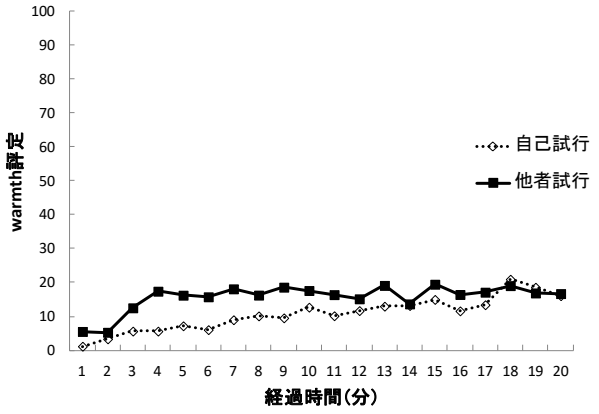


図 2　未解決群における条件および経過時間別 warmth 評定の平均値

も有意に低いこと，また，2 分経過時点での評定値が 10，13，15 分経過時点および 18 分以降の評定値よりも有意に低いこと，さらには，3 分経過時点での評定値が 18 分経過時点での評定値よりも有意に低いことが示された（*HSD* ($p < .05$) = 10.06).

4.　考察

本研究では，試行の動作主に関する認識がモニタリングの適切さに及ぼす影響について，洞察問題を用いた検討を行った．自分自身の試行に対して評価を行う自己試行条件と他者の試行に対して評価を行う他者試行条件を設定し，warmth 評定を比較したところ，制限時間内に解決できた解決群，解決できなかった未解決群とも，条件間に差は認められず，評価を行うピースの配置が同じでも他者の試行として評価を行う場合に，より適切なモニタリングが可能となるという予測に一致する結果は得られなかった．この結果から，評価の対象となる試行の動作主に関する認識はモニタリングの適切さに影響を持たないと考えることも可能ではある．しかし，そう結論づける前に，より詳細な検討を行う必要がある．

まず，解決群のデータに着目すると，解決直前の warmth 評定において，「自分の試行」として評価をした値の方が「他者の試行」として評価をした値より高い場合と，その逆の場合が同数ずつ存在していた．そのため，全体としては両条件間に差が見られなかったものと考えられる．本研究の解決群のデータ数は 7 と少ないことから，まず，より大きなサイズのデータでも同様の結果が得られるのかを確認する必要がある．

また，同様の結果が得られた場合には，評定値の条件間の差のパターンの違いがどのような要因によって生じているのかを，ピースの配置の観点から検討する必要がある．もし，この差のパターンが現状を評価する際の基準の厳しさといった個人差によって生じているのであれば，試行の動作主の影響とは考えられない．しかし，あるピースの配置に対しては「自分自身のもの」として評価をした方が「保守的」になり，また別の配置の時にはその逆になるという傾向が存在する可能性も考えられる．

また，現時点では，制限時間内に解決できなかった試行を「未解決群」としてまとめて，自己試行条件と他者試行条件の比較を行っているが，最終的に解決できなかったという点は共通であっても，目標状態への近さに関しては様々であることから，その点を考慮した検討が必要である．具体的には，ピースの配置によって求められる客観的な解決度と warmth 評定によって測定される主観的な解決度の関連を指標とした検討が考えられる．

5.　文献

[1] 安達啓晃・清河幸子・松香敏彦 (2013). 意識的処理が洞察問題解決に及ぼす影響　日本認知科学会第 30 回大会発表論文集，350-354.

[2] 清河幸子・伊澤太郎・植田一博 (2007). 洞察問題に試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討　教育心理学研究, *5*, 255-265.

[3] 小寺礼香・清河幸子・足利　純・植田一博 (2011). 協同問題解決における観察の効果とその意味：観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響　認知科学, *18*, 114-126.

[4] Nelson, T. O. & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.) *Metacognition: Knowing about knowing*. Cambridge, MA: Bradford Books. pp. 1-25.

自然の循環の論理と人間の情報処理を考える

Researching on Circular Logic of Nature and Human's Information Processing

福　永　征　夫　　アブダクション研究会
Masao FUKUNAGA　　Abduction Research Institute
jrfdf117@ybb.ne.jp　　http://abductionri.jimdo.com

キーワード：ラティスの構造モデル，３軸認知場のモデル，双方向の自然の循環ネットワークモデル，全方位の持続可能な思考と行動のモデル
Key words : Model of Lattice Structure, Model of 3 Axial Cognitive-Field, Interactive Circulation Network Model of Nature, Model of Omni-directional Thinking and Action for Sustainability

[アブストラクト・abstract]
２１世紀に生きるわれわれが直面する地球規模の難題群に主体的かつ能動的に対処するためには，人間の営みのパラダイムを自然の循環の論理とよりよく適合するものに転換し，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な，高深度で広域的な高次の認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現しなければならない．自然の循環の論理と適合するための条件は，部分／全体，深さ／拡がり，斥け合う／引き合う，競争／協調，などの一見矛盾し二項対立する相補的な（complementary）ベクトルの間に，融合（fusion）という臨界性（criticality）を高深度で広域的に，高次に実現して行くことであろう．

To cope with many difficult problems of the earth independently and actively, with which we are faced in this 21 century, we have to change over the paradigm of our daily life to adjust ourselves better to Circular Logic of Nature, and have to realize such wide and deep, and so, high-dimensional activities of Cognition, Thinking and Action, Evaluation and Emotion self-conclusively that are of high degree of freedom for environmental selective pressure, and neutral to environmental change.
It may be the condition for adapting ourselves to Circular Logic of Nature, to realize wide and deep, high-dimensional Fusion at the critical point between complementary vectors as part/whole, depth/width, exclude/include, competition/cooperation, and so on, even if each one is apt to be regarded as paradoxical binomial conflict at a first look.

１　知識の特性や条件とテーマの方向性を考える

世界をマクロスコーピックに捉える相対性理論は、実在論的な立場から、主として演繹的な論理に基づいて構築され、展開されてきた．また，世界をミクロスコーピックに捉える量子力学や量子場理論などの量子論は、確率論的な立場から、主として帰納的な論理に基づいて構築され、展開されてきた．

これらに対し，自然や社会の系における循環やネットワークの問題など，われわれの目線のレベルのリアリティーを取り扱うメゾスコーピックな中間の世界は，実在論的な立場と確率論的な立場が共存する世界であるように思われる．そこでは，因果的な現象と相関的な現象が相補的に共存し，演繹的な論理と帰納的な論理が相補的に共存している．

そのような中間の世界がもつ，特性や条件があるからこそ，自然史や人類史を織り上げてきた，自己組織化という，秩序と自由が融合する相補的な現象が見られるものと考えられる．

そして，この研究テーマの本質は，地球規模の難題に対処するためにメゾスコーピックな中間の世界の論理をいかに構築するかという点にある．

２　持続可能性を確保する「循環の論理」を考える

2.1　われわれは地球規模の難題群に直面している

２１世紀に生きるわれわれは，地球環境問題，資源・エネルギーの枯渇，貧富の差の拡大，人口の爆発，難病の発生，災害や事故の巨大化，民族・宗教・文化・政治・経済をめぐる対立と紛争の激化，凶悪な犯罪やいじめ・虐待行為の多発など，地球規模の難題群に直面し，今や紛れもなく，生存と進化の袋小路に陥っている．

2.2　自然や生命・社会の系には保存と変革の相補的な循環の方向性がある

自然や生命・社会の系には，（１）安定度を増大させる保存の方向性，すなわち，内部エネルギーを減少させる方向性と，（２）自由度を増大させる変革の方向性，すなわち，エントロピーを増加させる方向性，の相補的な二つの

ベクトルが相互に作用し,循環して,融合という臨界性を実現し,システムの恒常性（ホメオスタシス）や定常性が維持されているものと考えられる.

そして，前者は自然や社会の系の部分域同士が，互いに斥け合う（X**or**Y）という排他的な作用を志向して，保存のベクトルとして働き，後者は自然や社会の系の部分域同士が，互いに引き合う（X**and**Y）という包括的な作用を志向して,変革のベクトルとして働く.

2.3 持続可能性を確保する「循環の論理」は，相補的なベクトルを逆理（パラドックス）とみなす数学や論理学の「演繹の論理」を乗り越える

例えば，人間の脳という自然の系では，その情報処理に当たって，情報の自己言及，個の情報と全体の情報の相互作用，情報の自己組織化という機能を発揮しているが，そのダイナミックスを説明するためには，自然の系の相補的なベクトルの相互作用の論理を必要としている.

ところが，人間が生み出した数学や論理学の「演繹の論理」では，今日に至るまで，こうした相補的なベクトルを逆理（パラドックス）とみなして，自らは対象とせずに，その取り扱いを専ら哲学的な推論に委ねてきた.

「循環の論理」とは，自然や生命・社会の系に内在する論理であり,自然や生命・社会のシステムを,その部分域同士が互いに斥け合うという，ネガティヴ・フィードバックと，その部分域同士が互いに引き合うという，ポジティヴ・フィードバックの間の大きなネガティヴ・フィードバックの行き来として捉え，恒常性や定常性を自己完結的に実現して行く，非平衡システムにおける非線形の動態的な論理のことである.

２１世紀に生きるわれわれが直面している，地球規模の難題群は，根源的には，近代以降の主知主義的な伝統によって，数学や論理学の「演繹の論理」に対する過度の傾斜と偏向が続いてきたことに起因している.
近現代の長い期間にわたり，自然や生命・社会の系が示す相補的な二つのベクトルの間の融合を，高深度で広域的に，高次に実現することをせずに,「演繹の論理」によって，主として領域的で高深度の知識と行動を追求し，専ら足元の部分域の最適化だけを実現し続けた営みの累積した不幸な結果だと言えるだろう.

様々な時間・空間のスケールで問題が生起し，多様な姿をもつ自然の破壊や自律的な人間の精神の荒廃を伴う地球規模の難題群に対して，われわれが主体的かつ能動的に対処して持続可能性を確保するためには,人間の営みのパラダイムを，自然の循環の論理とよりよく適合するものに転換しなければならない.

３ 地球のシステムと自然の循環の論理を考える

地球の気候システムとは，太陽活動によるエネルギーを駆動源とし,（1）固体地球（土地）のシステム（2）気体地球（大気）のシステム（3）液体地球（海洋）のシステム（4）生物・生態のシステム，という四つのシステムの間の複雑・多岐にわたる動的な相互作用によって，さまざまな位相（小時間・小空間，中時間・中空間，大時間・大空間）の部分域と全体域におけるエネルギーや熱の動的な均衡・平準化が図られながら決まる地球大気の総合的な状態を自己組織化する機構だと考えられる.

そして,固体地球（土地）のシステムについて言えば，大陸は数億年のサイクルで集合と分散の循環を繰り返しており，約３億年前にできた超大陸パンゲアは，その後の動きによって現在の五大陸に分裂したが，１年に数センチのスピードで今も進んでいるプレートの動きによって，２億～２億 5000 万年後には,現在の五大陸が超大陸「パンゲア･ウルティマ」に集結すると予想されている.

また、同様に，気体地球（大気）のシステム，液体地球（海洋）のシステム，生物・生態のシステムの各システムについても，さまざまな位相（小時間・小空間，中時間・中空間，大時間・大空間）で集合と分散の循環を繰り返して，部分域と全体域におけるエネルギーや熱の動的な均衡・平準化が図りながら，システムの状態が自己組織化されているものと考えられる.

４ 『ラティスの構造モデル』は自然や社会の相補的な相互作用を表わす「循環の論理」のモデルである

X，Y，XorY（exclusive）,XandY,から成る数学的なラティスは静態的な論理概念である.

『ラティスの構造モデル』(Model of Lattice Structure)は自然や社会の系の互いに“斥け合う”というネガティヴ・フィードバックをラティスのXorYに見立てて（X**or**Y）と表わし,互いに“引き合う”というポジティヴ・フィードバックをラティスのXandYに見立てて（X**and**Y）と表わして,脳を含む自然や社会の系の保存（X**or**Y）と変革（X**and**Y）の相補的な相互作用一般を，次の四本の計算式で表現する自然の循環の論理の構成的な動態モデルである.

（1）自然や社会の系において,相互に作用する二つの部分域をP_2，P_1 とし,それぞれが保持するエネルギーの準位の相対的な比率を ℓP_2，ℓP_1 として，$\ell P_2 = 1$，$1 > \ell P_1 > 0$，とする.

$$\ell P_2 / \ell P_1 > (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2 \quad ①$$
$$\ell P_2 / \ell P_1 < (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2 \quad ②$$
$$\ell P_2 / \ell P_1 = (\ell P_2 + \ell P_1) / \ell P_2 \quad ③$$
$$(FL + CL)^2 = FL \quad ④$$

ＦＬは,系における，二つのベクトルの融合という臨界点のエネルギー準位を意味する.

ここでエネルギー準位とは,位置エネルギーと運動エネルギーを合わせた全エネルギーの準位をいう.

ＣＬは相互作用のために,Ｐ₂からＰ₁へ移動するエネルギーの準位いう．ＣＬ＝√｛(√５－１)／２｝－（√５－１）／２≒0.168117389　となる.

（２）二つの計算項　ℓＰ₂／ℓＰ₁,(ℓＰ₂＋ℓＰ₁)／ℓＰ₂ は,ℓＰ₂とℓＰ₁の格差が大きくなると,前者の計算項の値が大きくなり,後者の項の値が小さくなる.
ℓＰ₂とℓＰ₁の格差が小さくなると,前者の計算項の値が小さくなり,後者の項の値が大きくなる.

このように二つの計算項　ℓＰ₂／ℓＰ₁ ,（ℓＰ₂＋ℓＰ₁）／ℓＰ₂ は,互いに相補的な動きを示すことがわかる.

（３）ℓＰ₂／ℓＰ₁を「引き合う力」を表象するものと見立てるならば,（ℓＰ₂＋ℓＰ₁）／ℓＰ₂ は「斥け合う力」を表象するものと見立てることができる.

（４）これは**式①式②**において,ℓＰ₁が,ℓＰ₁＜（√５－１）／２≒0.61803398 の値域で有理数の値を取り,ℓＰ₁＞（√５－１）／２≒0.61803398 の値域で無理数の値を取るときに実現する.

（５）この場合,「引き合い」では,互いの波長が離隔する二つの波形同士が波形と情報の類似（共通）性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が近接する二つの波形同士が波形と情報の差異（領域）性を探索し合う作用をする.結果として**式①**では「引き合う力」が勝ることになる.反対に**式②**では「斥け合う力」が勝ることになる.

（６）ℓＰ₂／ℓＰ₁を「斥け合う力」を表象するものと見立てるならば,（ℓＰ₂＋ℓＰ₁）／ℓＰ₂ は「引き合う力」を表象するものと見立てることができる.

（７）これは**式①式②**において,ℓＰ₁が,ℓＰ₁＞（√５－１）／２≒0.61803398 の値域で有理数の値を取り,ℓＰ₁＜（√５－１）／２≒0.61803398 の値域で無理数の値を取るときに実現する.

（８）この場合,「引き合い」では,互いの波長が近接する二つの波形同士が波形と情報の類似（共通）性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が離隔する二つの波形同士が波形と情報の差異（領域）性を探索し合う作用をする.結果として**式①**では「斥け合う力」が勝ることになる.反対に**式②**では「引き合う力」が勝ることになる.

（９）式③の解は,ℓＰ₁＝（√５－１）／２≒0.61803398 となる.それは,この値で,左辺の項が示す作用の力と,右辺の項が示す作用の力が均衡していることを示すところの,臨界点（ＦＬ）のエネルギー準位を意味している.

（１０）式①の作用が,**式③**の臨界性からの逸脱である場合には,**式②**の作用は,**式③**への回帰となる.また,**式②**の作用が,**式③**からの逸脱である場合には,**式①**の作用は,**式③**の臨界性への回帰となる.

臨界性からの逸脱は自然や社会の系が持つ自由度を増大させる方向性を表わし,臨界性への回帰は安定度を増大させる方向性を表わしている.

５　自然の循環の論理と人間の情報処理を考える

5.1　自然の循環の論理と演繹の推論を考える

４の（８）のように,**式①**が［離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用］**（ＸorＹ）**＞［近接する部分域同士が互いに引き合う作用］**（ＸandＹ）**で,**式②**が［離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用］**（ＸorＹ）**＜［近接する部分域同士が互いに引き合う作用］**（ＸandＹ）**の場合,自然は**［フェーズ Ⅰ］**として,近接する部分域同士が互いに引き合う作用と,離隔する部分域同士が互いに斥け合う作用が交互に現れる,高深度で領域的な循環の論理を示す.

この高深度で領域的な循環の論理は,人間の情報処理では,演繹の推論に当たるものである.

5.2　自然の循環の論理と帰納の推論を考える

４の（５）のように,**式①**が［離隔する部分域同士が互いに引き合う作用］**（ＸandＹ）**＞［近接する部分域同士が互いに斥け合う作用］**（ＸorＹ）**で,**式②**が［離隔する部分域同士が互いに引き合う作用］**（ＸandＹ）**＜［近接する部分域同士が互いに斥け合う作用］**（ＸorＹ）**の場合,自然は**［フェーズ ⅠⅠ］**として,離隔する部分域同士が互いに引き合う作用と,近接する部分域同士が互いに斥け合う作用が交互に現れる,低深度で広域的な循環の論理を示す.

この低深度で広域的な循環の論理は,人間の情報処理では,帰納の推論に当たるものである.

5.3　自然の循環の論理とアブダクションの推論を考える

４の（８）の作用と**４**の（５）の作用が交互に働く場合,自然は**［フェーズ ⅢⅠ］**として,［近接する部分域同士が互いに引き合い］**（ＸandＹ）**,［離隔する部分域同士が互いに斥け合う］**（ＸorＹ）**作用と,［離隔する部分域同士が互いに引き合い］**（ＸandＹ）**,［近接する部分域同士が互いに斥け合う］**（ＸorＹ）**作用が交互に現れる,高深度で広域的な高次の循環の論理を示す.

この高深度で広域的な高次の循環の論理は,人間の情報処理では,アブダクションの推論に当たるものである.

６ 人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため,（ＸorＹ）という「時間的な情報」を主成分とする演繹の推論と,（ＸandＹ）という「空間的な情報」を主成分とする帰納の推論とを循環させて,アブダクションの推論を蓋然的に実現し,知識の組み換えを図って,生存と進化を目指したストーリー線を自己組織化している

人間は直面するテーマを対象にして,第一に,既存の知

識を論理的に適用して逐次的で分析的な，高深度で領域的な推論を進める．これが（XorY）を主成分とする，アルゴリズムによるタテ糸の演繹の推論プロセスである．

次に，このプロセスによる問題の解決に行き詰まりを生じると，第二には，先の既存の知識による理解し難い帰結と，その帰結を導出したパターンに関連のありそうな新たな知識を蓋然的に探索して，行き詰まった帰結に接合し，広域的で低深度の複合知識を構成的に生み出すことを試みる．このプロセスが（XandY）を主成分とする，ヒューリスティックによるヨコ糸の帰納の推論プロセスである．そして，第三には，第一の**（XorY）を主成分とする，**アルゴリズムによるタテ糸の演繹の推論プロセスの帰結と，第二の**（XandY）を主成分とする，**ヒューリスティックによるヨコ糸の帰納の推論プロセスで接合した知識との間で，**（XorY）と（XandY）**の相補的な相互作用を繰り返し循環させ，アブダクションの推論を蓋然的に実現して知識の組み換えを図り，高深度で広域的な高次の知識を構成的に生み出すことを試みる．これに成功すれば，第一のアルゴリズムによる推論のプロセスに戻って，その高深度で広域的な高次の知識を当該の問題に論理的に適用して逐次的に分析的な推論を進めることができる．

後で述べるように，人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため，**（XorY）**という「時間的な情報」を主成分とする，演繹の推論プロセスと，**（XandY）**という「空間的な情報」を主成分とする，帰納の推論プロセスとを循環させて，アブダクションの推論を蓋然的に実現し，知識の組み換えを図って，生存と進化を目指したストーリー線を自己組織化している．

7 「（XorY）／（XandY）」という相補的な相互作用の枠組みは，人間が持続可能性を確保するために行わなければならない知識の組み換えのための基盤を与える

7.1 「（XorY）／（XandY）」という相補的なベクトルの間に，融合という臨界性を高深度で広域的に，高次に実現して行く

２１世紀に生きるわれわれが直面する地球規模の難題群に主体的かつ能動的に対処するためには，人間の営みのパラダイムを自然の循環の論理とよりよく適合するものに転換し，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な，高深度で広域的な高次の認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現しなければならない．

自然の循環の論理と適合するための条件は，部分**（XorY）**／全体**（XandY）**，深さ**（XorY）**／拡がり**（XandY）**，斥け合う**（XorY）**／引き合う**（XandY）**，競争**（XorY）**／協調**（XandY）**など一見矛盾し二項対立する相補的な（complementary）ベクトルの間に，融合（fusion）という臨界性（criticality）を高深度で広域的に，高次に実現して行くことであろう．

7.2 人間の認知，思考と行動，評価・感情のための情報処理には，相補的な相互作用の視座［（XorY）／（XandY）］が多様に存在し共役している

われわれ人間の認知，思考と行動，評価・感情のための情報処理には，次に掲げるように，相補的な相互作用の視座「**（XorY）／（XandY）**」が多様に存在している．「**（XorY）／（XandY）**」という相補的な相互作用の枠組みは，人間が厳しい環境の変化に対し，既存の知識を高深度で広域的な高次の知識に組み換えて，生存と進化を目指した，持続可能なストーリー線を自己組織化するための基盤を与えている．

そして，これらは，次の**８**の三つの例で示すように厳しい環境の変化に対し，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させるストーリー線を実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くための情報処理の枠組みとして，意識的または無意識的な制御で同じ認知場において共役して働いている．

【１】「部分［部分域］**（XorY）**／全体［全体域］**（XandY）**」
【２】「部分を貫く**（XorY）**／部分を連ねる**（XandY）**」
【３】「差別化**（XorY）**／一体化**（XandY）**」
【４】「差異性**（XorY）**／類似性**（XandY）**」
【５】「排他性**（XorY）**／包括性**（XandY）**」
【６】「分離**（XorY）**／結合**（XandY）**」
【７】「必然［論理］**（XorY）**／偶然［蓋然］**（XandY）**」
【８】「分析**（XorY）**／構成**（XandY）**」
【９】「演繹**（XorY）**／帰納**（XandY）**」
【10】「深さ［深化］**（XorY）**／拡がり［拡張］**（XandY）**」
【11】「守成**（XorY）**／創成**（XandY）**」
【12】「自律**（XorY）**／他律**（XandY）**」
【13】「競争［裏切り］**（XorY）**／協調［協力］**（XandY）**」
【14】「多元性・多面性**（XorY）**／包括性**（XandY）**」
【15】「非平衡性**（XorY）**／平衡性**（XandY）**」
【16】「一様性**（XorY）**／多様性**（XandY）**」
【17】「分化**（XorY）**／汎化**（XandY）**」
【18】「個別化**（XorY）**／標準化**（XandY）**」
【19】「微視化**（XorY）**／粗視化**（XandY）**」
【20】「秩序**（XorY）**／自由**（XandY）**」
【21】「保存**（XorY）**／変革**（XandY）**」
【22】「効率**（XorY）**／効果**（XandY）**」
【23】「外在する**（XorY）**／内在する**（XandY）**」
【24】「外側から見る**（XorY）**／内側から見る

（XandY）」
【25】「時間の情報（XorY）／空間の情報（XandY）」
【26】「通時態（XorY）／共時態（XandY）」
【27】「異時性（XorY）／同時性（XandY）」
【28】「社会の公共性（秩序）（XorY）／個人の自由（XandY）」
【29】「逐次性（XorY）／同時性（XandY）」
【30】「直列性（XorY）／並列性（XandY）」
【31】「因果性（XorY）／相関性（XandY）」
【32】「二値論理（XorY）／多値論理（XandY）」
【33】「客観性（XorY）／主観性（XandY）」
【34】「予期する（XorY）／想像する（XandY）」
【35】「理論的な知識と行動（XorY）／臨床的な知識と行動（XandY）」
【36】「シミュレーション（XorY）／ゲーミング（XandY）」
【37】「アルゴリズム（XorY）／ヒューリスティック（XandY）」
【38】「リスクを減らす（XorY）／チャンスを増やす（XandY）」
【39】「リージョナリズム（XorY）／グローバリズム（XandY）」
【40】「他者性（XorY）／自己性（XandY）」

8 環境の淘汰圧に対する自由度が高く，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現する

8.1 「部分域」の最適化と「全体域」の最適化を循環させて融合する

人間が自然や生存環境の厳しい変化や変動に柔軟に対処して生存と進化を遂げて行くための基本的な条件は，営みの全方位（omni-direction）において，常に部分域（XorY）の最適化と全体域（XandY）の最適化を，矛盾なく融合させて行くことである.

それは，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な，高深度で広域的な高次の認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現して行くことである.

また，それは，自然や生存環境の厳しい変化や変動に対して，高深度で広域的な高次の循環的なストーリー線を矛盾なく実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保することにつながる.

ここで，営みの全方位において，環境の淘汰圧に対する自由度が高く，環境の変化に中立的な営みとは，営みの全方位において，特定の「領域的な知識」に基づく［自己や人間］という部分域の最適化と，他の「領域的な知識」を取り込んだ「広域的で高次の知識」に基づく［他者や自然の生態系を含めた］全体域の最適化を循環させて，矛盾なく融合する営みのことを意味する.

8.2 演繹の推論と帰納の推論を循環させて融合し，高深度で広域的な高次の知識と行動を実現する

人間は複雑に変化し変動する自然や生存環境の系を的確に理解することができないので，部分に分節して，より簡易な系として捉えざるを得ない.

そこで，部分の系を対象に既存の特定の「領域的な知識（vertical domain-knowledge）」Aを排他的に適用し，分析論的立場から，対象を論理的に高深度に掘り下げて捉える. これが演繹（XorY）という知識を貫く過程である.

しかし，系の他の部分を含めた系の全体を捉えるとなると，対象の性質が知識Aの限界を超えることになって，知識Aからは，対象を説明できる正しい帰結を導けないことが多い.

知識Aの限界で生じた説明のつかない帰結Xを理解するには，視座を相補的に転換して，構成論的立場から，蓋然的に知識の幅を拡げなければならない.

仲介する領域的な知識または暗黙的な知識Bを仲立ちにして，帰結Xを説明できそうな，新たな領域的な知識Cを探索し，融合しを，包含的に「広域的な知識（horizontal-domain knowledge）」として組み換えなければならない. これが帰納（XandY）という知識を連ねる過程である. このとき，X⇒CおよびC⇒Xの２方向の広域的な知識が形成されるが，その両方が双方向の相互作用を繰り返して循環し，方向の違いによって変らない，高深度で広域的な高次の「一般的な知識（general-knowledge）」Dが創造される蓋然性がある. これがアブダクション（abduction）という知識の融合の過程である.

そして，このような知識Dによって，われわれは，系の部分と系の全体を，矛盾なく融合して捉えることができることになる.

すなわち，われわれは，新たに形成された高深度で広域的な高次の知識Dを適用し，分析論的立場から，対象を論理的に高深度に掘り下げて捉えた知識と行動を実現することができるようになる.

さらに，われわれは，自然や生存環境のより複雑な系を捉えるために，この高深度で広域的な高次の知識Dをベースにして，次のステップの貫く過程と連ねる過程を循環させ，変化する自然や生存環境の中で生存し進化するのに必要な，より高深度で広域的な高次の知識と行動をエンドレスに創造し，整備して行かなければならないことになる.

このように知識を貫く演繹の過程と知識を連ねる帰納の過程を循環させて融合し，より高深度で広域的な高次の知識と行動を実現し続けることができれば，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，循環的なストーリー線を矛盾なく実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにつながる.

8.3 「守成」と「創成」の営みを循環させて融合し，

生存の現在域の最適化と未来域の最適化を両立する知識と行動を矛盾なく実現する

人間が環境の変化や変動を乗り越えて持続的な生存と進化を遂げるためには，その営みの「守成」（XorY）の契機と「創成」（XandY）の契機をしっかりと捉えて両立させ，それぞれのための知識と行動を矛盾なく融合し，循環させて，個人と集団が，資源やエネルギーの利用効率と活用効果を上げるための営みを追求して実現し続けることが必要不可欠となる．これは，生存の現在域の最適化と未来域の最適化を両立させる知識と行動を矛盾なく実現することにつながる必須の営みである．

ここで「守成」とは既存の方法によって，資源やエネルギーの効果と効率を維持し高めることを言い，「創成」とは既存の方法を踏まえた新規の方法によって，資源やエネルギーの新たな効果と効率を創り出すことを言う．

「創成」を欠く「守成」では一時的な持続はあっても，やがては生存の領域が限局されたものとなるだろう．

「守成」を放擲した「創成」だけでは生存の基盤を喪失するので成り立たずに消滅する．

「守成」と「創成」が矛盾し相食む状況は，早晩破局と滅亡をもたらすだろう．

「守成」と「創成」の営みを循環させて融合し，資源とエネルギーの利用効率と活用効果を上げるための知識と行動を実現し続けることこそが，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，矛盾のない循環的なストーリー線として実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにつながる．

９ 『３軸認知場のモデル』では認知，思考と行動，評価・感情の「時間の情報」（XorY）と「空間の情報」（XandY）が交互に連接され，ストーリー線として表象されて作動し遂行される

9.1 時間を空間化し，空間を時間化して，「時間の情報」と「空間の情報」を表象する

「時間の情報」を通時的な空間で表わし，「空間の情報」を共時的な時間で表わすために，時間と空間から成る認知場のモデルを構成しなければならない．

『３軸認知場のモデル』（Model of 3 Axial Cognitive-Field ）は「知」「情」「意」の時間と空間における情報が自己組織化して表象され，作動し遂行される脳という認知場の座標のモデルである．

「知」は「事実」の系を意味し，主として，主体・他者の誰か，事物・事象の何かが，何をした，どのようになった，どのように存在した，という「認知の情報」を扱う．

「情」は「価値」の系を意味し，主として，「事実」の系および「目的」の系の個々の情報に対する，「リターンとリスク」の「評価・感情の情報」を扱う．

「意」は「目的」の系を意味し，主として，主体が，何をどのように考えるのか，主体が，何をどのように行うのか，という「思考と行動の情報」を扱う．

9.2 「評価・感情の情報」は「リターンとリスク」の複合的な情報に変換される

［a(わるい)］というネガティブな評価・感情のレベルをリスクのレベルに変換すると，［a-1（大変わるい）a-2（ややわるい）a-3（わるい)］は，［a-1（ハイリスク）a-２（ミディアムリスク）a-３（ローリスク)］となる．

［A（よい)］というポジティブな評価・感情のレベルをリターンのレベルに変換すると，［A-1（大変よい）A-2（ややよい） A-3（よい)］は，［A-1（ハイリターン）A-２(ミディアムリターン) A-３(ローリターン)］となる．

ポジティブな評価・感情とネガティブな評価・感情を両方の複合的な評価・感情として捉えると，a-３（ローリスク)・A-1 (ハイリターン) が最も選択すべきもので，a-1（ハイリスク)・A-３（ローリターン）が最も選択すべきではないもの，となる．そして，両極の間には他の７つの類型が存在することになる．

このようにすると，人間は脳の情報処理において，異なる感情を伴う経験や学習を横断的に取り扱うことが容易になり，認知場の評価･感情のネットワークを合理的で安定的に形成できるようになる．

9.3 座標は，Ｘ軸＝「事実」と「目的」の空間軸，Ｙ軸＝時間軸，Ｚ軸＝「価値」の空間軸，である

人間は，現前の［今］［ここ］において発生する下記の三種類の情報を，Ｘ軸＝「事実」と「目的」の空間軸，Ｙ軸＝時間軸，Ｚ軸＝「価値」の空間軸，から成る「３軸認知場」という自らの情報の場に，互いに相補的な「時間の情報」（XorY）と「空間の情報」（XandY）の交互の連鎖として表象し，現前の［今］［ここ］における経験と学習の営みを表象して遂行すると共に，それらを記憶として蓄積し，来たるべき未来の［今］［ここ］に対処するために活用し続ける．

（１）外部環境に存在し生起する事物や事象の事実に関する「認知の情報」．

（２）「認知の情報」と主体の「思考と行動の情報」に対して，生体の内部環境が表わす「評価・感情の情報」．「評価・感情の情報」は，チャンスの希望を増やし，リスクの不安を減らすための指標として働く．

（３）「認知の情報」「評価・感情の情報」「思考と行動の情報」の間に発生する不均衡を発見し，三つの系の関係を制御して，その時々のベスト･プラクティスに近づけようとする「思考と行動の情報」．

なお，座標の上で，三種類の情報は，互いに同形な，ス

トーリー線と呼ばれる経験と学習のシークエンスを描きながら,互いに一対一に対応して布置される.

9.4 「時間の情報」と「空間の情報」を定義する

「時間の情報」とは,空間の軸が同じ位置の［ここ］において,時間的に継起して，異時的に存在・生起した，事物・事象という「事実」または主体の「思考と行動」または主体の「評価・感情」の情報の，通時的で，（XorY）の差異性と排他性の関係を示す組み合わせを言う.

「空間の情報」とは,時間の軸が同じ位置の［今］において,空間的に隣接して，同時的に存在・生起した，事物・事象という「事実」または主体の「思考と行動」または主体の「評価・感情」の情報の，共時的で，（XandY）の類似性と包括性の関係を示す組み合わせを言う.

9.5 「時間の情報」と「空間の情報」は可変的な長さで表象される

第一に,「認知場」が外部環境としての物理環境を表象する定量的な局面の場合,「３軸認知場」の座標の空間軸の同じ位置に通時的に表される「時間の情報」も，座標の時間軸の同じ位置に共時的に表される「空間の情報」も，それぞれの情報に対応した個別の「時間の長さ」と「空間の長さ」をもって可変的に表される．そして，都度に,「時間の長さ」／「空間の長さ」の比率の変化によって，時間の変化率が検知され,「空間の長さ」／「時間の長さ」の変化によって，空間の変化率が検知されている．前者の時間の変化率で効率が把握され，後者の空間の変化率で効果が把握されている.これは意識の座としての「目的」の系が,「事実」「価値」「目的」の系の情報の間に発生する不均衡を発見し,三つの系の関係を制御して,その時々のベスト･プラクティスに近づけようとする「思考と行動」が発動される根拠となる.

第二に,「認知場」が外部環境としての物理環境を表象するのではなく，経験や学習のストーリー線を表象する定性的な局面の場合,「時間の情報」も,「空間の情報」も，二つの要素情報の波形がもつ波長の差の大きさに比例した可変的な長さで表象される.

１０　人間は,過去を想起し,未来を想像し予期して,［今］［ここ］に対処している

10.1　経験と学習のストーリー線を積み上げる

人間は自然や生存環境の厳しい変化や変動に柔軟に対処し，リスクの不安を減らしチャンスの希望を増やすための営みを追求して，生存と進化を遂げて行かなければならない.

人間は，過去の認知，思考と行動，評価・感情を想起し，未来の認知，思考と行動，評価・感情を想像し，予期して，［今］［ここ］の現前の状況に対処し，経験と学習のストーリー線を一歩一歩積み上げて行っている.

そこでは，人間は，時間の情報（XorY）と空間の情報（XandY）を交互に連接しながら，フィード・バックとフィード・フォワードのネットワークを同時に自己組織化して，現前の［今］［ここ］において知覚した新しい情報の意味を前後の両側的な視点から同定する.

フィード・バックでは，新しい情報の側から，既存の情報に対して，波形と情報の同型性と異型性の度合いが探索される．それは，新しい情報の側から，新しい情報と最も同型性の高い既存の情報が選択されて，新しい情報の側の視点から，新しい情報の意味が推定されるプロセスである．フィード・フォワードでは，既存の情報の側から，新しい情報に対して，波形と情報の同型性と異型性の度合いが探索される．それは，既存の情報の側から，新しい情報と最も同型性の高い既存の情報が選択されて，選択された既存の情報の側の視点から，新しい情報の意味が推定されるプロセスである.

そして，フィード・バックとフィード・フォワードのループが回って，両側的な視点から既存の情報の選択が収束し一致するに至ったときに，現前の［今］［ここ］において知覚した新しい情報の意味が両側的な視点から同定されることになる.

以上のプロセスによって選択された既存の情報に連なる，既往の時間の情報（XorY）または空間の情報（XandY）が，現前の［今］［ここ］において意味が同定された新しい情報の次に生じる，未来の［今］［ここ］に仮想的に投影される．こうして人間は,来たるべき次の[今］［ここ］において現実に生じそうな事態を想像し（XandY）予期し（XorY）ながら，現前に対処して行く.

10.2 人間に内在するプロセスの知が「時間の情報」と「空間の情報」を交互に連接する

人間には「起(begin)」「承(succeed)」「転(change)」「結(conclude)」というプロセスの知(knowledge in process)が内在しているものと考えられる.

（１）（起→承）が「時間の情報」（XorY）であれば,（承→転）には「空間の情報」（XandY）が連接する.そして（転→結）として「時間の情報」（XorY）が連接する.

（２）（起→承）が「空間の情報」（XandY）であれば,（承→転）には「時間の情報」（XorY）が連接する.そして（転→結）として「空間の情報」（XandY）が連接する.

こうして，人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため，（１）のパターンによって，（起→承）の「時間の情報」の部分域の間の異型性と,空間的に近接する（転→結）の「時間の情報」の部分域の間の異型性の類比による演繹的な推論と，（２）のパターンによって，（起→承）の「空間の情報」の部分域の間の同型性と，時間的に近接する（転→結）の「空間の情報」の部分域の間の同型性の類比による帰納的な推論とを，循環させて，知

識の組み換えを図り，生存と進化を目指して，ストーリー線を自己組織化している．

このように（XorY）の過程と（XandY）の過程を循環させ，5.3 に示した［フェーズ III］のアブダクションの推論によって，8.2 で例示したXとCという二つの知識を融合し，高深度で広域的な高次の知識と行動を実現し続けることができれば，環境の変化に対する自由度の高い，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，矛盾のない循環的なストーリー線を実現して行くことができ，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにつながる．

１１ 『双方向の自然の循環ネットワークモデル』（Interactive Circulation Network Model of Nature）を考える

11.1 『ラティスの構造モデル』からフィード・バックのネットワークの論理を導出する

自然の循環の論理を表わす『ラティスの構造モデル』の四式から，次のようにして，10.1 で述べたフィード・バックの論理パターンを導出することができる．

（１）新たな情報Nn を起点として，１つ前のNn−1，２つ前のNn−2，３つ前のNn−3，・・，m 個前の情報Nn−m，に対して，次々にネットワークが形成される．

（２）Nn とNn−1 が準位１／ＦＬで融合し，（XorY）のモードまたは（XandY）のモードが選択される．

Nn の準位は（1−ＣＬ）に，Nn−1 の準位は（ＦＬ＋ＣＬ）に変わる．

（３）Nn−1 とNn−2 が準位（ＦＬ＋ＣＬ）／ＦＬ（ＦＬ＋ＣＬ）で融合し，前記の（２）が（XorY）のモードであれば（XandY）のモード，（XandY）のモードであれば（XorY）が選択される．

Nn−1 の準位は（ＦＬ＋ＣＬ）− ＣＬ（ＦＬ＋ＣＬ）に，

Nn−2 の準位はＦＬ（ＦＬ＋ＣＬ）＋ＣＬ（ＦＬ＋ＣＬ）＝（ＦＬ＋ＣＬ）^{2}＝ＦＬに変わる．

（４）Nn−2 とNn−3 が準位ＦＬ／ＦＬ^2＝１／ＦＬで融合し，（３）が（XandY）のモードであれば（XorY）のモード，（XorY）のモードであれば（XandY）のモードが選択される．

Nn−2 の準位は（ＦＬ−ＦＬ・ＣＬ）＝ＦＬ(1−ＣＬ)に，

Nn−3 準位は（ＦＬ^2＋ＦＬ・ＣＬ）＝ＦＬ（ＦＬ＋ＣＬ）に変わる．

（５）Nn の準位が（1−ＣＬ）で，Nn−2 の準位は ＦＬ(1−ＣＬ)である．

Nn とNn−2 の準位は １／ＦＬとなるので，斜交的に融合し，前記の（２）における，Nn とNn−1 の融合が（XorY）のモードであれば，それとの対称性が確保されて，（XandY）のモード，（XandY）のモードであれば，それとの対称性が確保されて，（XorY）のモードが選択される．

Nn の準位は（1−ＣＬ）−ＣＬ（1−ＣＬ）

＝（1−ＣＬ）（1−ＣＬ）＝（1−ＣＬ）^{2} に，

Nn−2 の準位はＦＬ(1−ＣＬ)＋ＣＬ（1−ＣＬ）

＝(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)に変わる．

（６）再度，Nn−2 とNn−3 が準位(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)／ＦＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)＝１／ＦＬで融合し，前記の（４）と同様に，（３）が（XandY）のモードであれば（XorY）のモード，（XorY）のモードであれば（XandY）のモードが選択される．

Nn−2 の準位は(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)−ＣＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)に変わる．

Nn−3 の準位はＦＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)+ＣＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)＝(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2 に変わる．

（７）Nn−3 とNn−4 が準位（1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2／ＦＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2＝１／ＦＬで融合し，前記の（６）が（XorY）のモードであれば（XandY）のモード，（XandY）のモードであれば（XorY）のモードが選択される．

Nn−3 の準位は(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2 −ＣＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2 ＝（1−ＣＬ）^{2}（ＦＬ+ＣＬ)^2 に変わる．

Nn−4 の準位はＦＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2＋ＣＬ(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2＝(1−ＣＬ)(ＦＬ+ＣＬ)^2 ＋（ＦＬ＋ＣＬ）に変わる．

（８）Nn の準位が（1−ＣＬ）^{2} で，Nn−3 の準位は（1−ＣＬ）^{2}（ＦＬ+ＣＬ)^2＝ＦＬ（1−ＣＬ）^{2}である．

Nn とNn−3 の準位は １／ＦＬとなるので，斜交的に融合し，前記の（５）における，Nn とNn−2 の融合が（XandY）のモードであれば，それとの対称性が確保されて，（XorY）のモード，（XorY）のモードであれば，それとの対称性が確保されて，（XandY）のモードが選択される．

（９）そして一般に，起点Nn の準位が（1−ＣＬ）$^{m-1}$ で，以前のNn−m の準位がＦＬ(1−ＣＬ)$^{m-1}$であるとき，起点Nn は，Nn−m と準位１／ＦＬで，コヒーレントで悉皆的に融合し，（XorY）のモードまたは（XandY）のモードが選択される．

Nn の準位は（1−ＣＬ）$^{m-1}$ −ＣＬ（1−ＣＬ）$^{m-1}$ に，Nn−m の準位は ＦＬ（1−ＣＬ）$^{m-1}$ +ＣＬ（1−ＣＬ）$^{m-1}$ に変わる．

（１０）また、自然のネットワークでは，次の新たなNn+1 を起点として，１つ前のNn，２つ前のNn−1，３つ前のNn−2，・・，m 個前のNn−(m−1)，に対して，新たなネットワークが，更には，また次の新たなNn+2 を起点とする次の新たなネットワークが，１つ前のNn+1，２つ前のNn，３つ前のNn−1，・・，m 個前のNn−(m−2)，に

対して形成され，新たなネットワークが，前のものに覆いかぶさるように次々と重層的に成立するので，全ての新たな情報が既存の情報とコヒーレントで悉皆的に融合を果たして行くことになる．

そして，前記（9）の一般ルールは，例えば，Nn+1を起点にする場合は，起点Nnを，起点Nn+1に読み替え，Nn−mを，Nn−（m+1）に読み替えることによって適用することができる．

11.2 『ラティスの構造モデル』からフィード・フォワードのネットワークの論理を導出する

自然の循環の論理を表わす『ラティスの構造モデル』の四式から，次のようにして，10.1で述べたフィード・フォワードの論理パターンを導出することができる．

（1）既存の情報Ｅ１に，Ｅ２，Ｅ３，Ｅ４，Ｅ５・・，En-1, En，の情報が，次々と新たに加わるものとする．既存のＥ１を起点として，次には，Ｅ２，・・を起点として，新たなEn に対し，次々とネットワークが重層的に形成される．

（2）プロセスの基本は11.1と同様なので，細部の計算の表現を省略するが，一般に，起点Ｅ１の準位が（1−ＣＬ）$^{n-2}$で，Enの準位が（1−ＣＬ）$^{n-2}$（ＦＬ+ＣＬ）$^{n-2}$＝ＦＬ（1−ＣＬ）$^{n-2}$であるとき，既存のＥ１は，新たなEn と準位１／ＦＬで，コヒーレントで悉皆的に融合し，（**XorY**）のモードまたは（**XandY**）のモードが選択される．

Ｅ１の準位は（1−ＣＬ）$^{n-2}$ −ＣＬ（1−ＣＬ）$^{n-2}$ に，En の準位は ＦＬ（1−ＣＬ）$^{n-2}$ +ＣＬ（1−ＣＬ）$^{n-2}$ に変わる．

（3）また、自然のネットワークでは，既存のＥ１を起点として新たなEn に向かうネットワークに覆い重なって，Ｅ２を起点として，さらに，Ｅ３，Ｅ４，Ｅ５・・，Ｅ（n-1）を起点として，新たなEnに向かうネットワークが次々と重層的に形成されるので，既存の全ての情報が新たな情報En とコヒーレントで悉皆的に融合を果たして行くことになる．

そして，前記（2）の一般ルールは，例えば，Ｅ２を起点にする場合は，起点E1 を，起点Ｅ２に読み替え，En をEn-1 に読み替えることによって適用することができる．

１２ 『全方位の持続可能な思考と行動のモデル』（Model of Omni-directional Thinking and Action for Sustainability）を考える

12.1 全方位の思考と行動をバランスよく実行して，全方位の対称性を高めることが重要である

われわれが，営みの全方位において，環境の淘汰圧に対する自由度が高く，環境の変化に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現するためには，人間に内在する「起(begin)」「承(succeed)」「転(change)」「結(conclude)」というプロセスの知(knowledge in process)のサイクルを循環させて，「時間の情報」と「空間の情報」から成る，高深度で広域的な高次のストーリー線を自己組織的に創り上げることが重要である．

『全方位の思考と行動のモデル』で示される全方位の相補的な情報処理の視座に立つ思考と行動をバランスよく実行して，全方位の対称性を高めることが重要である．

12.2 起＝生成 ： アクションを重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，高深度で広域的な高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる［結＝収束］を想起し，次なる［承＝継続］を想像し予期して，テーマを発意し方向づける

「アクションを重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ．

12.2.1 ［重負担からの脱却と生存の効率化を図る］の情報処理フレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（**XorY**）：生存のための資源・エネルギー・情報の利用効率の向上を図る

②「拡張し構成するフレーム」（**XandY**）：資源・エネルギー・情報の活用効果を高めて生存を脅かしている重苦や重負担からの脱却を図る

12.2.2 ［多能なイニシアティブと英明なコーディネーションを確保する］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（**XorY**）：注意の制約を前提に個人やリーダーの能力の限界を補完して課題を掘り下げる

②「拡張し構成するフレーム」（**XandY**）：多能化をめざして個人やリーダーが自己の能力の限界を打破して課題を拡張する

12.2.3 ［理解と働きかけのコンセプトを構築し，実行・検証して更新する］ の情報処理フレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（**XorY**）：現に生存する時間・空間領域での生存と進化のコンセプトを構築し，実行・検証して更新する

②「拡張し構成するフレーム」（**XandY**）：より大きな時間・空間領域での生存と進化のコンセプトを構築し，実行・検証して更新する

12.3 承＝継続 ： 経験と学習を重ねて，循環的なス

トーリー線を紡ぎ出し，高深度で広域的な高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる[起＝生成]を想起し，次なる［転＝変化]を想像し予期して，テーマを深化し拡張する

「経験と学習を重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ.

12．3．1 ［事業分野の拡大と深化を図る］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：事業分野の深さを追求する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：事業分野の拡がりを追求する

12．3．2 ［機能分野の拡大と深化を図る］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：機能分野の深さを追求する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：機能分野の拡がりを追求する

12．3．3 ［知見分野の拡大と深化を図る］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：知見分野の深さを追求する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：知見分野の拡がりを追求する

12．4 転＝変化 ： 部分と全体の整合化へ擦り合わせを重ね，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，高深度で広域的な高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる[承＝継続]を想起し，次なる［結＝収束］を想像し予期して，テーマに有意な高深度で広域的な高次の一般的な（general）知識と行動を構成する

「部分と全体の整合化へ擦り合わせを重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ.

12．4．1 ［人為を自然のルールに適合させる］ の情報処理フレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：人為の自然のルールへの不適合度を下げる

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：人為の自然のルールへの適合度を上げる

12．4．2 ［トータルなコントロールを働きかけ受け入れる］ の情報処理フレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：他の機能・事業・知見からトータルなコントロールを自らに受け入れる

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：自らの機能・事業・知見からトータルなコントロールを他に働きかける

12．4．3 ［時間・空間領域の部分と全体の間に矛盾のない最適化を実現する］ の情報処理フレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：短期・小域と中期・中域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：中期・中域と長期・大域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する

12．5 結＝収束 ： 能力開発と人材育成を重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，高深度で広域的な高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる[転＝変化]を想起し，次なる[起＝生成]を想像し予期して，テーマに有意な高深度で広域的な高次の一般的な（general）知識と行動を実行に移すと共にテーマに有意な高深度で広域的な高次の一般的な（general）知識と行動の見直しと改善を図る.

「能力開発と人材育成を重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ.

12．5．1 ［組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：組織の運営責任者としての能力を開発し人材を育成する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：独創のできる専門家としての能力を開発し人材を育成する

12．5．2 ［研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：導入活用型の人材としての能力を開発し人の育成を図る

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：研究開発型の人材としての能力を開発し人の育成を図る

12．5．3 ［職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る］ の情報処理フレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」（XorY）：同職種での一貫経験を重視して能力を開発し人材を育成する

②「拡張し構成するフレーム」（XandY）：異職種への職務転換を重視して能力を開発し人材を育成する

【２０１７・７・１０】

ドラム演奏における身体協応に関する研究：身体—スティック系を分析単位とした演奏安定性の検討

Dexterity Underlying Drumming Techniques: A Study on Coupling between Body and Drumsticks

谷貝 祐介†, 古山 宣洋‡, 三嶋 博之‡
Yusuke Yagai, Nobuhiro Furuyama, Hiroyuki Mishima
†早稲田大学大学院人間科学研究科, ‡早稲田大学人間科学学術院
Waseda University
mth_jyo1-2tokin@suou.waseda.jp

Abstract

This article describes the work in progress on dexterity underlying professional drumming techniques compared with novice performance. The previous studies argue that lack of co-contraction of antagonistic muscles is the key to dexterous performance in fastest drumming task. In our own study, that was not necessarily the case when we asked the participants to play at a slower pace and for a longer period of time. In this study, instead of looking at local muscle activities, we will focus on coupling among the movements of various body parts such as head, elbow, upper and lower arms, etc., and drumsticks during the performance, and compare them between professional drummers and novice players. More specifically, we will conduct experiment to see how drummers use arms and legs to play in the eight beat. The data of the movements will be acquired with a motion capture system and a force plate, and analyzed with Recurrence Quantification Analysis. We will present and discuss the data at our poster presentation.

Keywords－ Drum playing, Coordination, Body-Tool Coupling, Recurrence Quantification Analysis

はじめに

本稿では、進行中の研究について報告する。本稿の目的は、研究目的及び研究デザインを共有し、適切な解析手法を提案することである。なお、本稿に掲載できなかった具体的な実験データについては、ポスター発表当日に公表し、参加者と議論をする予定である。

1. 背景

ドラム演奏に関する研究としては、Fujii の研究 [1] が挙げられる。同研究では、世界最速ドラマー、一般ドラマー（プロとアマチュアが含まれる）、未経験者について、「最速打叩課題」時における表面筋電図を比較検討している。その結果、世界最速ドラマーは、最速（10Hz=600bpm）で打叩する際、屈曲筋と伸展筋が共収縮することなく、交互に活動することが示された。以上の結果は、世界最速ドラマーが余分な筋負担を避けながら、高速かつ安定した打叩を実現できることを明らかにした。

バイオメカニクスの領域では、厳密に条件を統制した環境の中で計測を行う。Fujii et al（2009）[1]も「最速打叩課題」を用いるなど、筋活動を著しく制限した環境下で表面筋電図の計測を行っている。ところが、こうした検討から得られた知見は、あまりにも実際の演奏とかけ離れている（その意味で、同研究を紹介する際には「演奏」ではなく、「打叩」としていることに注意されたい）。なぜなら、楽曲の演奏においてドラマーが目標とするものは必ずしも「最速」ではないからである。例えば、バンド演奏を想定すると、曲調に合わせて「最速」よりは遥かにゆったりとしたテンポ（例えば 120bpm や 160bpm）を維持したり、長時間叩くことのほうが重要である。

谷貝・古山（2017）[2]は、両者（バイオメカニクス×演奏）の接合を目指した研究を実施した。具体的には、実験室的環境の中で運動データを取得することを前提としたうえで、課題を、「ゆったりしたテンポ（120bpm, 160bpm）」で「長時間（2 分間）」叩くこととした。その結果、熟達者群では未経験者よりも有意に正確性が高くなった。一方で筋活動をプロットすると、熟達者間でバリエーションを伴った。このことから、正確な打叩を実現するための筋活動は多様であった可能性が示唆された。これは、多くの熟達研究で報告されている、「個人差」[3]の知見としても捉えることができる。しかしながら、熟達した運動に「不変な」構造は存在しないといえるのだろうか。運動のバリエーションを、「個人差」として切り捨ててしまってもよいのだろうか。また、もし「不変な」構造が存在するとすれば、それは一体どのような構造なのだろうか。本研究では、この点を明らかにしていきたい。

こうした問いに対する示唆的な研究として、Ito, Mishima & Sasaki.（2011）[4]が挙げられる。同研究では、けん玉熟達者・初心者の身体運動と玉の動きをモーションキャプチャシステムにより計測し、両者を

比較検討した。同研究で示唆的であったのは、採用された分析単位である。両群ともに身体運動および玉の運動は、ばらつきを伴っていた。にもかかわらず、身体各部（頭部・ヒザ等）の運動と玉の動きの位相を分析単位とすると、頭部の運動と玉の動きの一致率が、熟達者では有意に高くなったのである。この結果から、けん玉熟達者は、身体運動と、常に揺れ動く玉の動きを柔軟に協調させることで、正確なパフォーマンスを実現していたことが示唆された。

本研究では、Ito et al.（2011）[4]で採用されたような、身体と道具の位相構造を分析単位として、熟達したドラム演奏の成り立ちを検討する。本研究では、一般に言う「コツ」を、時々刻々と変化する状況に合わせて、いかに身体を調整し、定位させるか、の問題として扱う。このような視点から演奏行為の熟達を捉えると、ドラム演奏に関する先行研究で報告されてきたような局所筋に見られる規則性[1]は、ある限られた状況における演奏を実現するための道具の一部に過ぎないことになる。

ドラム演奏では、多種多様な楽器や演奏テンポに応じて、柔軟に身体運動とドラムスティックとの協調関係を調整する必要がある。その中では、ゆったりと動く体幹部との協調が必要な場面もあれば、細かく動く肘や手首などとの協調が必要な場面もある。このように、ドラム熟達者は、状況変化に応じて、身体とドラムスティックとの協調関係を柔軟に調整することができるのではないだろうか。「状況」は、各人の持つ身体によっても大きく異なる。これまで報告されてきた熟達者の「個人差」は、それぞれの持つ身体に合わせて、柔軟に課題に適応していった結果とは言えないだろう

図 1 ドラム演奏における両手足の役割

図 2 ハイハットの操作（図 1 はクローズ、図 2 はオープン）
左足でペダルを踏み込むことで 2 枚のシンバルが閉じた状態（クローズ）に、ペダルを離すことでシンバルが解放した状態（オープン）になる

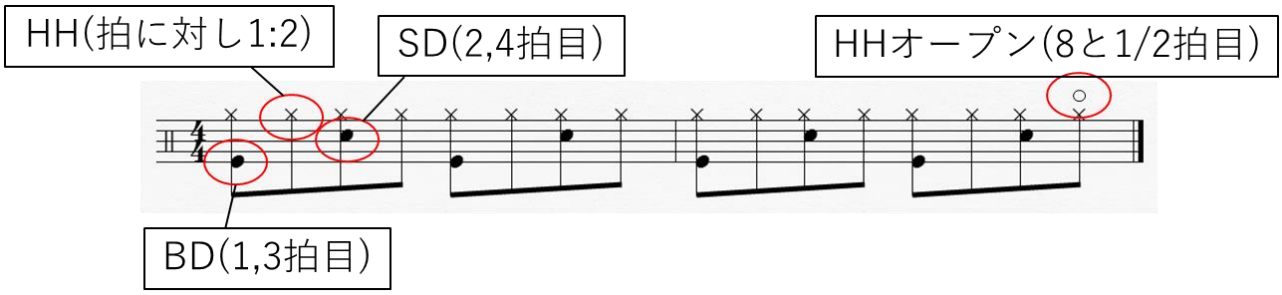


図 3 8 ビート課題
1 小節中に 4 拍、2 小節で 1 セット（計 8 拍分）

か。こうした観点に立った研究を蓄積することで、これまで「個人差」として扱われてきた研究成果が、熟達した運動に「不変な」構造として再解釈できる。

2. 本研究の目的

本研究では、ドラム熟達者・初心者の身体運動（肘、膝、頭部等）・スティックの運動を、3 次元動作解析装置を用いて計測し、検討する。具体的には、それらの時系列データの位相構造を分析単位とすることで（例えば肘とスティックの位相）、ドラム熟達者が、身体とスティックを巧みに協調させながら正確な演奏を実現していることを明らかにする。

3. 仮説・予測される結果

i. ドラム熟達者は、テンポの変化に応じて、身体運動を切り替えることで、正確な演奏を実現している。一方、より微視的には、ばらつきを伴った細かい運動によって、時々刻々と変化する状況に適応している。具体的には、運動そのものはばらつきを伴うが、身体-スティックの位相を分析単位とすると、それらは一定の関係を保つ。すなわち、身体-スティックが一つの系として機能しているため、両者の挙動の結びつきが強くなる。

ii. ドラム初心者は、テンポの変化に対して、運動を切り替えることができず、演奏の正確性も低くなる。それらの背景には、熟達者同様、ばらつきを伴う運動がみられるが、身体-スティックの位相もばらつきを伴う。すなわち、身体-スティックが異なる系として機能しているため、両者の挙動の結びつきが弱くなる。

5. 実験方法

対象

ドラム熟達者・初心者各 10 名を対象にドラム演奏実験を行う。なお、ドラム熟達者は、ドラム演奏経験 15 年以上かつ、週の練習時間が 20 時間以上のドラム講師とする。ドラム初心者は、音楽教室でドラムレッスンを受けている生徒のうち、中級クラス程度の生徒を対象とする。

課題

本研究では、実践的なドラム演奏場面を想定し、両手両足の協調課題を設定する。基本的な両手足の役割は、図 1 の通りとなる。図 2 ではハイハットの操作について補足した。これらを基本として、演奏実験をデザインする。

具体的な課題として、8 ビート課題を設定する（図 3）。同課題では、奇数拍には右足（バスドラム）と右手（ハイハット）が、偶数拍には、左手（スネアドラム）と右手（ハイハット）が同期する。また、8 と 1/2 拍目には、左足（ハイハットのオープン）と右手（ハイハット）が同期する。同課題は、熟達者・初心者の比較ができるように、初心者でも演奏可能なものとした。

本実験では、ゆったりとしたテンポ（60bpm）から、高速テンポ（180bpm）までの 3 水準（60bpm、120bpm、180bpm）を課題として用いる。計測時間は、それぞれ 30 秒間とする。テンポ 3 水準を 1 ブロックとし、ブロック内で水準をランダム化、それらを計 3 セット（計 9 試行）行う。以上の実験から、ドラム熟達者が、要求されたテンポに応じて、身体運動とスティックを柔軟に協調させていることを検証する。

計測

身体運動・スティックの動作の計測には、3 次元動作解析装置 Optitrack を用いる。その際、床反力計（Kistler 社）を用い、重心移動データの計測も同時

に行う。演奏データは、Roland 社の電子ドラム(TD-25)を用いて計測する。計測した演奏データは、演奏の正確性の評価に用いる。

6. 分析手法の提案

分析単位：身体―スティックの協調

身体各部の運動とスティックの運動のカップリングの強さを算出し（解析方法は後述）、熟練度やテンポ毎の比較を行う（例：肘×スティック、頭部×スティック）。具体的には、熟達者では、ゆったりとしたテンポ（60bpm）の時に、固有振動数の小さい体幹部が、速いテンポ（180bpm）の時には、固有振動数の大きい手首や肘が、それぞれスティックとのカップリングが強くなることが推定される。こうした分析単位を用いた検討から、熟達者が、要求された演奏テンポに対して、適応的に身体とスティックの挙動を協調させることで、正確な演奏を実現していることを明らかにする。

解析：再帰性定量化分析 RQA

本研究で取得するデータは、課題の性質上、複雑な非線形データとなることが推定される。そのため、非線形力学の解析手法（例：再帰性定量化分析 RQA（Recurrence Quantification Analysis[5]）を適用する予定である。

例として挙げた、再帰性定量化分析 RQA は、(1)状態空間の再構成、(2)リカレンスプロットの作成および RQA 指標の算出、という手順から（本稿の末尾に、より詳細な手順を付録として添付した）、身体運動の持つパターンを抽出可能にした解析手法である[6]。同手法は、時系列同期ができていれば、異なる変数同士（例：肘とスティックの運動データ）でも適用が可能であるため、本研究が想定するような、身体各部×スティックの動作においても適用が可能である。

7. 謝辞

本研究の実施に当たっては、JSPS 科研費（代表：古山宣洋 課題番号 15K12053）の助成を受けました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

[1] Fujii, S., Kudo, K., Ohtsuki, T., & Oda, S. (2009). “Tapping performance and underlying wrist muscle activity of non-drummers, drummers, and the world's fastest drummer. “*Neuroscience letters*, 459(2), 69-73.

[2] 谷貝祐介・古山宣洋. （2017）. “ドラム打叩動作における身体の協応と熟達に関する研究：表面筋電図を用いた演奏安定性の検討.” 認知科学, 24(1), 136-140.

[3] Button, C., Macleod, M., Sanders, R., & Coleman, S. (2003). “Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels.” *Research quarterly for exercise and sport*, 74(3), 257-269.

[4] Ito, M., Mishima, H., & Sasaki, M. (2011). “The Dynamical Stability of Visual Coupling and Knee Flexibility in Skilled Kendama Players.” *Ecological Psychology*, 23(4), 308-332.

[5] Webber Jr, C. L., & Zbilut, J. P. (2005). “Recurrence quantification analysis of nonlinear dynamical systems.” Tutorials in contemporary nonlinear methods for the behavioral sciences, 26-94.

[6] 野中哲士, 西崎実穂, & 佐々木正人. (2010). “デッサンのダイナミクス.” 認知科学, 17(4), 691-712.

セリフを介した登場人物の印象評価に及ぼす演者の性別の効果 ～宝塚歌劇作品「エリザベート」を用いた検討～

The effect of performer's gender on the impression of characters based on the lines in "Elisabeth" performed by the Takarazuka Revue

小島 隆次†, 井手 菜月†
Takatsugu Kojima, Natsuki Ide
†滋賀医科大学
Shiga University of Medical Science
tkojima@belle.shiga-med.ac.jp

Abstract

This study examined the effect of performer's gender on the impression of characters based on lines in plays. In the present experiment, participants were instructed to evaluate the impression of the characters based on the lines using SD method, which were picked up from "Elisabeth" performed by the Takarazuka Revue. We controlled performer's gender of the characters and used two conditions, the male and female conditions.

It was found that the impression of a male character was evaluated as more mannish or less feminine under the female condition in some SD items. The results suggest that performer's gender can affect the impression of characters based on lines in plays.

Keywords — Gender stereotype, Drama, Character impression, Takatazuka Revue

1. はじめに

多くの演劇、映画、テレビドラマでは、登場人物の性別は演者の性別と一致していることが多い。しかし、宝塚歌劇団のように劇団員が全員女性であったり、トロカデロ・デ・モンテカルロバレエ団のように団員が全員男性であるものも存在する。こうした、演者の性別が統一された演劇作品に共通する作品の魅力を構成する要素にはどのようなものがあるだろうかと考えた場合、セリフを介した登場人物の印象評価に及ぼす演者の性別の効果は、重要な要素の一つではないかと考えられる。

そこで、本研究では、セリフを介した登場人物の印象評価に及ぼす演者の性別の効果を、宝塚歌劇作品「エリザベート」の主要登場人物のセリフの一部と、それらセリフに基づく SD 法を用いた登場人物の印象評定実験によって検討した。

2. 調査

2.1. 目的

宝塚歌劇作品「エリザベート」を用いて、演劇作品において、セリフを介した登場人物の印象評価に及ぼす演者の性別の効果を検討することを目的とした。

2.2. 方法

2.2.1. 実験参加者

実験には、319 名の男女の大学生・大学院生が参加した（平均年齢 20.30 歳, *SD*=4.01）。参加者は実験時に提示されるセリフの種類に応じて、後述の 8 つのグループのいずれかに割り当てられた。

2.2.2. 刺激と調査デザイン

実験で使用するセリフを選定するために、宝塚歌劇団の「エリザベート―愛と死の輪舞―」の DVD[1]を視聴し、主要登場人物のセリフを全て書き起こしてテキストデータを作成した。そして、印象評価の対象であるセリフは、劇中のある場面の複数のセリフを使用することとした。具体的なセリフの選定基準は以下であった。また、印象評定に使用したセリフの提示画面の一部を図 1 に示す。

- 主要キャラクタ（エリザベート、トート、ヨーゼフ一世）のセリフだけで構成されている場面であること
- 主要キャラクタ同士の会話場面の場合には会話の意味がテキストの情報だけでもそれなりに理解できること
- 主要キャラクタの独白場面の場合には独白の意味がテキストの情報だけでもそれなりに理解できること
- 各主要キャラクタの性質を反映しているような場面であること
- 実験刺激として全体が適度な長さとなること

以下は劇中の登場人物E（男性の役者が担当）がT（男性の役者が担当）に対して語りかける場面におけるセリフです。
この語りかけをよく読んで、続く質問にお答え下さい。

話者	
E	嫌よ、大人しいお妃なんて
E	なれない、かわいい人形なんて
E	あなたのものじゃないの
E	この私は
E	細いロープたぐってのぼるの
E	スリルに耐えて世界見下ろす
E	冒険の旅に出る
E	私だけ
E	義務を押し付けられたら、出ていくわ私
E	捕まえるというのなら、飛び出していくわ
E	鳥のように解き放たれて、光めざし夜空飛び立つ
E	でも見失わない私だけは
E	いやよ人目にさらされるなど
E	話す相手、私が選ぶ
E	誰のものでもない
E	この私は
E	ありのままの私は宮殿にはいない
E	誰にも束縛されず自由に生きるの
E	たとえ王家に嫁いだ身でも、命だけは預けはしない
E	私が命ゆだねる、それは私だけに

図 1. 印象評価用に提示したセリフの例

印象を評価する際には、独白場面であれ、対話場面であれ、エリザベート、トート、ヨーゼフ一世の三名のキャラクタのいずれかのセリフのみを対象とした。但し、キャラクタの名称は明示せずに、それぞれの頭文字を用いて、E、T、Y と表記した。

実験では、これら三名のキャラクタを男性の役者が演じたとする場合（男性役者条件）と女性の役者が演じたとする場合（女性役者条件）という設定を置き、セリフに基づく各キャラクタの印象評定を行った。したがって、男性役者条件では、エリザベートでは役と役者の性別が不一致となり、女性役者条件では、トートとヨーゼフ一世において役と役者の性別が不一致となる。また、トートについては、男役であり、かつ作品における中心キャラクタであることから、二通りのセリフ刺激を用意したため、実験グループは全 8 グループとした（役者の性別設定 2×セリフの種類 4=8）。

SD 法での印象評価のために使用した形容詞対は、話者の性別と発話内容との関係を検討した有泉（2007）[2]の研究で用いられた性別関連特性の形容詞と対人認知・印象に関する SD 評定尺度（川名, 1986）[3]を参考にして、46 項目を作成した（表 1 参照）。

2.2.3. 手続き

実験は LimeSurvey を使用したインターネット実験形式であり、参加者各自がウェブブラウザ上で行った。参加者は実験用ウェブサイトにアクセスし、最初のページで実験全体についての教示を受けた。その後、指定されたキャラクタのセリフについて、SD 法による印象評定を 7 件法で行った。

2.3. 結果

キャラクタの各印象項目の平均評定値について、男性役者条件と女性役者条件との間で、有意水準を 5% として t 検定を行った結果をまとめたものが表 1 である。また、宝塚歌劇団は演者が全員女性であることと本研究の目的から、以下では特に女性役者条件を中心にデータを紹介する。

2.3.1. エリザベートのセリフに基づく印象評定

エリザベート（女性キャラクタ）のセリフに基づく印象評定の結果、役者の性別条件間で統計的に有意な差が見られたのは 2 項目であり、ともに性別関連特性についてのものであった。男性関連特性である独創性は、女性役者条件で男性性が男性役者条件よりも高くなる結果となり、女性関連特性である性的魅力は、女性役者条件で女性性が男性役者条件よりも高くなる結果となった。

2.3.2. トートのセリフに基づく印象評定

トート（男性キャラクタ）のセリフに基づく印象評定の結果、役者の性別条件間で統計的に有意な差が見られた項目数は、トートその 1 については 10 項目、トートその 2 については 8 項目であった。

トートその 1 について有意な差が見られた 10 項目の内、9 項目が性別関連特性であった。また、この 9 項目中 7 項目が男性関連項目であり、2 項目が女性関連項目であった。有意な差が見られた男性関連項目 7 項目の内、たくましさ、進歩性、先駆性、独創性、勇敢さ、の 5 項目については、女性役者条件の方が男性役者条件よりも男性性が高かった。残りの 2 項目の、品性と頑固さは、女性役者条件の方が男性役者条件よりも男性性は低かった。有意な差が見られた女性関連項目 2 項目については、怖がりやすさと感動のしやすさともに、女性役者条件の方が男性役者条件よりも女性性が低かった。

トートその 2 について有意な差が見られた 8 項目の内、6 項目が性別関連特性であった。また、この 6 項目中 4 項目が男性関連項目であり、2 項目が女性関連項目であった。有意な差が見られた男性関連項目 4 項目全てにおいて、女性役者条件の方が男性役者条件よりも男性性が低かった。有意な差が見られた女性関連項目 2 項目については、怖がりやすさと安定性ともに、女性役者条件の方が男性役者条件よりも女性性が低かった。

2.3.3. ヨーゼフ一世のセリフに基づく印象評定

ヨーゼフ一世（男性キャラクタ）のセリフに基づく印象評定の結果、役者の性別条件間で統計的に有意な差が見られた項目数は、4 項目であった。有意な差が見られた 4 項目の内、3 項目が性別関連特性であった。また、この 3 項目中 1 項目が男性関連項目であり、2 項目が女性関連項目であった。有意な差が見られた男性関連項目である自信については、女性役者条件の方が男性役者条件よりも男性性が低かった。有意な差が見られた女性関連項目 2 項目については、怖がりやすさと依存性ともに、女性役者条件の方が男性役者条件よりも女性性が低かった。

3. まとめと展望

今回の実験結果から、セリフを介した劇中キャラクタの印象評価について、演者の性別の効果が生じるケースの存在が示された。特に、評価対象が男性キャラクタの場合において、女性が演じたと想定した条件では、男性が演じたと想定した条件よりも、男性性が高く評価されたり、女性性が低く評価されるケースが示された。但し、そうした効果が見られたのは、本実験における男性キャラクタの 3 種類の

表 1. SD 法による印象評価結果のまとめ

		登場キャラクター							
		エリザベート		トートその1		トートその2		フランツヨーゼフ一世	
	役者の性別条件	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
印象項目	[1.傲慢な — 7.謙虚な]	2.68	2.89	1.85	1.95	**1.57 ＊＊**	**2.18**	2.74	2.97
	[1.恥ずかしがりの — 7.目立ちたがりの]	4.38	4.41	5.29	4.84	5.74	5.28	4.09	4.49
	[1.攻撃的な — 7.大人しい]	2.71	2.37	2.07	2.09	2.19	2.54	3.14	3.26
	[1.弱い — 7.強い]	5.12	5.39	4.51	4.86	4.69	5.18	3.60	4.21
	[1.陰気な — 7.陽気な]	3.68	3.85	3.68	3.65	3.69	3.67	3.26	3.31
	[1.粗雑な — 7.繊細な]	4.85	4.35	3.10	3.42	4.17	4.54	4.09	4.64
	[1.怖がりな — 7.度胸のある]	4.79	5.24	**4.00 ＊**	**4.72**	**4.55 ＊**	**5.26**	**3.09 ＊**	**3.90**
	[1.頑固な — 7.柔軟な]	2.68	2.39	**1.90 ＊**	**2.49**	2.26	2.77	2.83	2.46
	[1.不安定な — 7.安定な]	3.12	2.70	2.68	3.16	**2.24 ＊**	**2.87**	2.37	2.72
	[1.善良な — 7.不道徳な]	3.79	3.83	4.49	4.53	4.48	4.00	4.40	4.38
	[1.下品な — 7.上品な]	4.50	4.50	**3.29 ＊**	**3.72**	3.83	3.97	4.09	4.03
	[1.独断的な — 7.協調的な]	2.59	2.28	1.66	1.91	**1.69 ＊＊**	**2.31**	2.57	2.82
	[1.控えめな — 7.派手な]	4.53	4.85	5.22	5.05	5.67	5.54	4.26	4.08
	[1.親しみにくい — 7.親しみやすい]	3.24	3.43	2.78	2.56	2.60	2.67	3.26	3.41
	[1.個人主義的な — 7.集団主義的な]	1.91	1.98	1.90	1.98	**1.74 ＊＊**	**2.44**	3.03	3.15
	[1.向こう見ずな — 7.慎重な]	2.74	2.76	2.49	2.88	**2.17 ＊**	**2.67**	3.40	3.85
	[1.神経質な — 7.がさつな]	3.62	3.83	3.68	4.00	3.69	3.41	2.94	3.31
	[1.付き合いやすい — 7.付き合いにくい]	4.91	4.85	5.39	5.21	5.48	5.41	5.14	5.05
	[1.自信がある — 7.自信がない]	3.21	2.61	2.88	2.35	2.79	2.56	**3.29 ＊**	**4.08**
	[1.用心深い — 7.不用心な]	4.15	4.07	3.90	3.65	4.05	3.79	3.23	3.72
	[1.たくましい — 7.弱々しい]	3.03	2.59	**3.51 ＊**	**2.84**	3.21	2.67	4.49	3.90
	[1.依存的な — 7.独立した]	4.97	5.02	3.15	3.51	2.86	3.54	**2.20 ＊**	**3.15**
	[1.不誠実な — 7.誠実な]	4.29	4.13	3.66	3.79	3.95	4.46	3.63	4.00
	[1.皮肉を言う — 7.お世辞を言う]	3.03	3.07	3.22	3.26	3.52	3.36	4.17	3.85
	[1.やさしい — 7.きつい]	5.12	4.80	5.00	5.28	4.38	4.87	3.94	4.26
	[1.頭が固い — 7.頭が柔らかい]	3.26	3.74	2.49	2.81	2.90	3.05	2.46	2.82
	[1.感じの良い — 7.感じの悪い]	4.35	4.28	5.12	4.91	4.69	4.49	4.37	4.49
	[1.進歩的な — 7.保守的な]	3.26	3.15	**4.51 ＊**	**3.81**	4.00	3.69	5.31	4.74
	[1.愛らしい — 7.憎らしい]	4.09	3.96	4.56	4.72	4.12	4.05	4.29	4.36
	[1.発明の才がある — 7.発明の才がない]	3.82	3.76	4.32	3.91	3.62	3.49	5.00	4.44
	[1.好感の持てる — 7.好感の持てない]	3.94	4.09	5.39	5.07	4.93	4.36	4.97	4.92
	[1.先駆的な — 7.継承的な]	3.26	3.22	**4.32 ＊**	**3.70**	3.60	3.08	5.09	4.64
	[1.話し好きの — 7.無口な]	2.85	3.02	3.24	3.67	3.02	2.77	3.37	3.85
	[1.ユーモアのある — 7.ユーモアのない]	3.79	3.76	4.15	4.60	3.69	3.46	4.46	4.36
	[1.感動しやすい — 7.無感動な]	3.15	3.24	**3.34 ＊＊**	**4.28**	2.76	3.13	3.34	3.72
	[1.頭が悪い — 7.頭が良い]	3.94	4.15	3.54	4.07	**3.52 ＊＊**	**4.31**	**3.57 ＊**	**4.23**
	[1.興味範囲の広い — 7.興味範囲の狭い]	3.29	3.11	4.98	4.58	4.31	4.15	4.54	4.49
	[1.好奇心のある — 7.無関心な]	2.76	2.57	3.49	3.53	2.79	3.23	4.09	4.03
	[1.人との付き合いが得意そうな —7.人との付き合いが苦手そうな]	4.59	4.46	5.07	4.72	4.93	4.62	4.63	4.97
	[1.独創的な — 7.平凡な]	**3.06 ＊**	**2.41**	**3.37 ＊**	**2.67**	2.26	2.13	4.34	3.74
	[1.情け深い — 7.容赦のない]	4.09	4.39	4.46	4.91	4.10	4.44	4.43	4.56
	[1.親切な — 7.不親切な]	3.79	3.80	4.54	4.40	4.12	4.05	4.40	4.21
	[1.機敏な — 7.鈍重な]	3.50	3.04	3.98	3.79	3.43	3.28	4.57	4.18
	[1.性的魅力のある — 7.性的魅力のない]	**4.32 ＊**	**3.52**	4.27	4.00	3.55	3.72	4.80	4.54
	[1.不公平な — 7.公平な]	3.97	3.87	**3.07 ＊**	**3.65**	**3.10 ＊＊**	**3.85**	3.43	3.62
	[1.勇気のある — 7.勇気のない]	2.53	2.30	**3.80 ＊**	**3.02**	2.76	2.74	4.74	4.18

＊＊$p < .01$, ＊$p < .05$

セリフ条件の内の 1 つだけであることから、効果の発生条件がセリフの内容や特性（例えば、セリフのジェンダーステレオタイプなど)、そして対話文脈などに大きく依存する可能性がある点には注意しなければならない。今後は、こうしたセリフや対話文脈に含まれる様々な要素との関係で演者の性別効果を検討していくことも重要であると考える。

また、こうした効果の存在は、宝塚歌劇のように、演者の性別が統一された劇作品の普遍的な魅力を考察する上で、新たな視点を与えてくれる事実であると言える。

参考資料・文献

[1] 宝塚歌劇団 (2014). 「エリザベート―愛と死の輪舞―」 DVD, 宝塚クリエイティブアーツ販売, EAN コード 4939804124444.
[2] 有泉優里 (2007). 文末形式のジェンダーが話者についての印象に及ぼす影響　社会言語学, **9**, 3-16.
[3] 川名好裕 (1986). 対話状況における聞き手の相づちが対人魅力に及ぼす効果　実験社会心理学研究, **26**, 67-76.

目の形の違いがストーリーの信ぴょう性に与える影響

How do speaker's eyes affect the perceived truthfulness of a story?

佐 山 公 一
小 樽 商 科 大 学
Kohichi Sayama (sayama@res.otaru-uc.ac.jp)
Otaru University of Commerce

Abstract

The influence of a speaker's eyes on the perceived truthfulness of a story during first time encounters between a speaker and a listener was investigated. Participants (N = 271) looked at the facial drawing of a different storyteller on the top of each page of a booklet and read one of 18 stories presented below the face. Then, participants rated the perceived truthfulness of the stories told by each storyteller and responded to 17 questions on their first impression about the storyteller's character. An ANOVA conducted to examine the relationship between ratings of perceived truthfulness and the shape of the storyteller's eyes and eyebrows indicated the significant main effect of the eyes. Moreover, explanatory and confirmatory factor analyses indicated four factors: Activity, Social expectation, Intellectuality, and Individuality. Also, a SEM model was developed and analyzed by including the ratings of both perceived truthfulness of a story, and results of the factor analyses. Results indicated that the Intellectuality factor was significantly related to the truthfulness of a story. Furthermore, storytellers were divided by the shape of their eyes into three groups (dropping, almond, or crescent shaped) and Multiple Group SEM was conducted. Results indicated that storytellers with dropping eyes tended to be perceived as being more truthful than storytellers with almond or crescent eyes.

Keywords － face, text understanding, face recognition, eyes, story, truthfulness

本研究の目的は，初対面の話し手の顔の表情，とくに目の形が直接話の信ぴょう性に影響を与えるのか，それとも，話し手の性格（実際の性格とは必ずしも一致しない第一印象）を読みとり，読みとった性格が話の信ぴょう性に影響を与えるのか，あるいは，その両方かを実験的に調べることである．

医学の話をしているとしよう．話し手が医者と分かっていて，この話を聞くのと，話し手が医者以外の職業と知っていて聞くのとでは，前者の人物から聞く方が話に信ぴょう性を感じる．

職業を，相貌特徴からある程度我々は推測しているかもしれない．銀行員，プロレスラーなどの写真から合成された平均顔（原島，1993 を参照）を見ると，銀行員の平均顔は銀行員に，プロレスラーの平均顔はプロレスラーのように見える．ただし，相貌特徴から，その人の職業を推測できることを確認した心理学的な知見はない．

医者の多くは知的な印象を与える．医学的な知識を持っていることが分からなかったとしても，知的な印象のある人は，そうでない人に比べ，医学の話をしたときの信ぴょう性は高くなるであろう．この場合，信ぴょう性の度合いは，医者である場合よりも下がる可能性が高い．その差は，おそらく，医学的な知識を持っていることを聞き手が知っているか否かにあると考えられる．

他者の印象を，我々はしばしば相貌特徴にもとづいて決めている．たとえば，口元の緩んでいる人は知的でないと，また，細身で弱々しい人は内向的と判断される（林･津村･大橋，1977；大橋･長戸･平林･吉田･林･津村･小川，1976）．

相貌特徴の物理的な違いによって多数の

顔写真をグループに分け，各グループからランダムに顔を選び実験参加者に評価してもらい，その評価結果にもとづき，信頼できると判断されやすい顔の写真を作成することができる（Olivola, Funk, & Todorov, 2014; Todorov, Olivola, Dotsch, & Mende-Siedlecki, 2015）．信頼できる顔では，両眉が上に凸の緩やかなカーブを描き，目は上に凸の半月の形をしているのに対し，信頼できない顔では，両眉は内側から外側にかけて傾斜が大きくなっていき，目はアーモンド形であった．この知見は，話し手の相貌特徴から相手の信用度を聞き手が判断することを示唆している．話し手を信用できなくなると，ストーリーの信ぴょう性も下がると推察される．

他者の性格の第一印象を相貌特徴から推測し，推測した性格の第一印象からその人の話すストーリーの信ぴょう性を，我々は判断しているのかもしれない．

ところで，どのような話し手にも顔の表情があり，話をしている最中に時々刻々表情を変える．そうした表情から相手がどのような考えや感情で話をしているかを我々は読み取っている．その時々の表情，とくに目の様子から直接相手の話すストーリーの信ぴょう性を判断することもあるであろう．たとえば，どことなくぎこちない表情をしていたり，目が浮ついていたりすれば，相手の話すストーリーの信ぴょう性も下がるであろう．

以上の考察を踏まえ，本研究では，顔の相貌特徴の中から目と眉を選び，目と眉の形が直接ストーリーの信ぴょう性に及ぼすこと，目と眉の形が性格の第一印象を作り，それら第一印象が信ぴょう性に影響を及ぼすこと，これら二つの仮説を確認し，もし仮説が正しいとしたら，それぞれの影響が具体的にどのようなものであるか，あるいはそれぞれがどの程度の強さを持っている

眉/目	アーモンド形	たれ目	半月
カーブ眉			
つり眉			
水平眉			

図1. 実験に使用したイラスト（女性）

かを，共分散構造分析を行い調べた．

方法

参加者　大学生 271 名であった．

材料 **【顔のイラスト】** 男性と女性の顔のイラストをそれぞれ 9 枚，計 18 枚作成した．目と眉以外は男女それぞれすべて同一であった．作成には Web アバター作成ツールを用い，目をアーモンド形，たれ目，半月の 3 種類，眉をカーブ眉，つり眉，水平眉の 3 種類，用意した．図 1 に実験で使用した女性の顔のイラスト 9 つを示す．

【ストーリー】 会話でよく取りあげられる話題（雑学，うわさ話，遊び，病気，季節，旅行，怪談，事件，自然災害，戦争，製品，睡眠，ゲーム，未確認動物，迷信，医学，法律，宇宙）を 18 選び，18 のストーリーを作成した．

実験で使用した医学に関するストーリーを示す．

> 足をよく見せてくださいね……なるほど，爪にうき出てきた白い斑点がいつまでも消えないのですね．爪を切る際に，根元にしびれるような痛みを感じませんでしたか？白い斑点が一定期間以上消えない場合，内側にカビが生えている可能性か，もしくは爪を作り出す組織が死んでいる可能性が考えられます．いちおう 1 週間分の薬を処方しますが，それでも消えなければ剥ぐ必要があるかもしれません．

ストーリーはいずれも全体で 180 字程度になるようにした．いずれも現実には虚偽であるが，真実と思える内容にした．予備調査を行い，3 人の本実験とは異なる実験参加者に，18 のストーリーを読み，どのくらい本当と思えるかを 5 点尺度（本当，やや本当，どちらでもない，ややウソ，ウソ）上で評定してもらい，3 人がウソと評定したストーリーは，より本当と感じられるように文面を修正した．

【形容語尺度】 顔の個性･性格特性を表す形容語対 17 項目（小松･箱田･尾田[2004]）およびストーリーの信ぴょう性に関する尺度（信じないー信じる）を用いた．ストーリーの信ぴょう性の尺度の目盛りは，左から信じない，やや信じない，どちらでもない，やや信じる，信じる，となっていた．また，性格の項目の尺度の目盛りは，左から，とてもあてはまる，どちらかといえばあてはまる，どちらでもない，どちらかといえばあてはまらない，まったくあてはまらない，となっていた．

【質問紙】 顔のイラスト 1 つを各ページの一番上に，その下にストーリーを 1 つ呈示した．その下にストーリーの信ぴょう性の尺度，さらにその下に形容語尺度 17 項目を置いた．顔のイラストとストーリーの組み合わせを質問紙ごとに変え 18 種類の質問紙が作った．ストーリーの呈示順序，17 項目の尺度の順番は質問紙ごとに疑似ランダム化した．

手続き　実験は集団で行われた．参加者は，最初に顔のイラストを見，現実の人物を思い浮かべるように教示された．参加者は，イラストを見ながらストーリーを読み，ストーリーの信ぴょう性を 5 点尺度上で判断した後，イラストの人物の性格を 17 項目 5 点尺度上で評定するよう言われた．

結果と考察

【ストーリーの信ぴょう性に及ぼす目･眉の形の影響】 ストーリーの信ぴょう性が，顔のイラストの目の形と眉の形の物理的な相貌特徴，および，イラストの人物の性差で説明できるかを，分散分析を行い調べた．目の形，眉の形，性差を参加者内要因，イラス

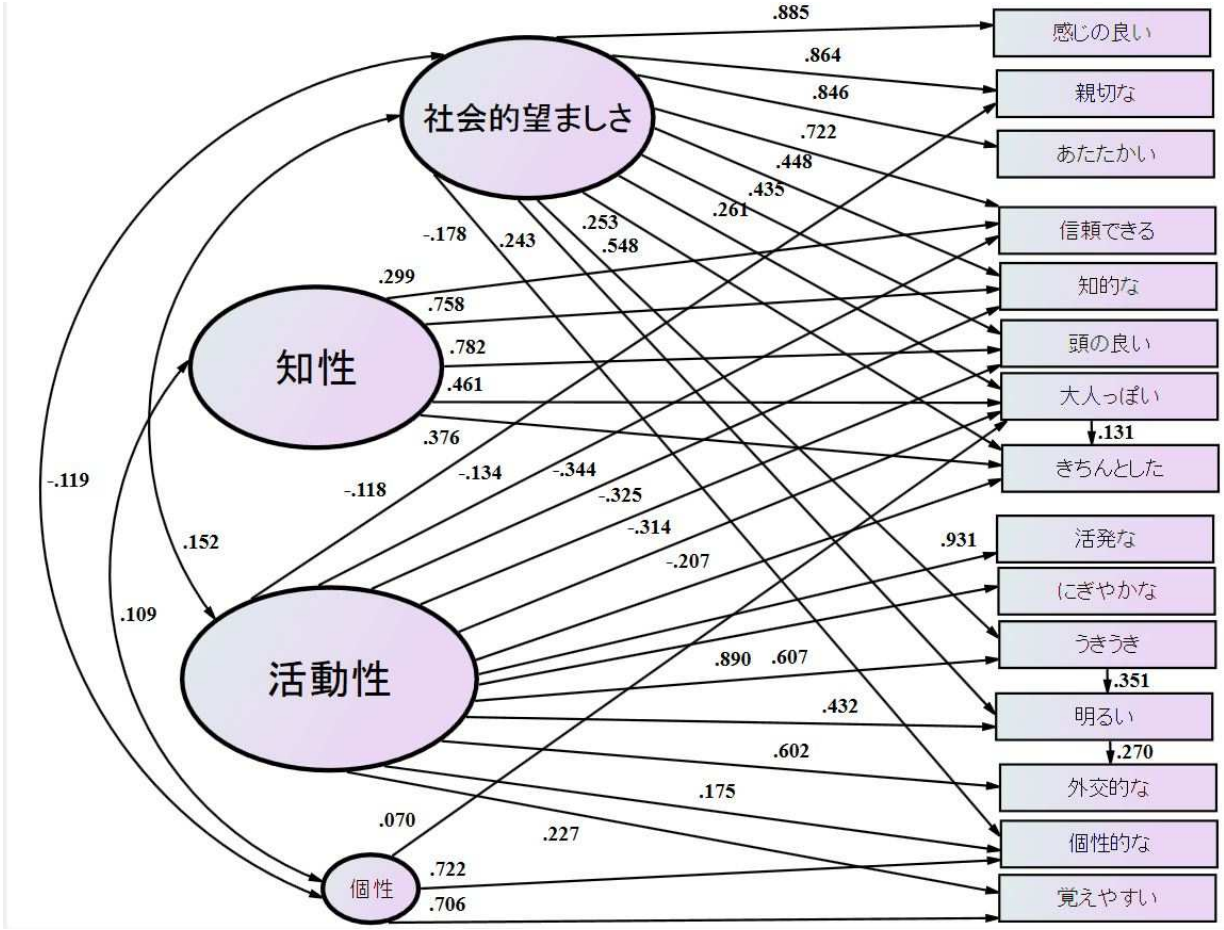


図2. 性格の第一印象に関する確認的因子分析の結果。パス係数と共分散はいずれも標準化推定値。

トの人物そのものおよびストーリーをランダム要因とした．その結果，目の形と性差の主効果が有意であった（順に，$F(2,536) = 40.59$, $p < .0001$; $F(1,268) = 5.75$, $p < .02$）が，眉の形の主効果，および，目の形，眉の形，性差の間の交互作用のいずれも有意ではなかった．目の形が，ストーリーの信ぴょう性に影響を与えていることが分かった．そこで以下の分析では，相貌特徴として，目に着目することにした．

【性格の第一印象の探索的因子分析】 呈示時に不備のあった「消極的な－積極的な」に対する評定値を分析から除外し，顔の個性･性格特性を表す形容語対 16 項目を因子分析（共通性 *SMC*，反復主因子法，プロマックス回転）した．その結果，小松･箱田･尾田(2004)と同じ 4 因子が抽出された．4 因子を解釈し，活動性，社会的望ましさ，知性，個性と，小松ら(2004)と同じ名前をつけた．累積寄与率は 65.1%であった．

【性格の第一印象の確認的因子分析】 探索的因子分析の結果を使って，確認的因子分析を行った．結果を図 2 に示す．*AGFI* = .964，*CFI* = .986，*RMSEA* = .046 となり，モデルの適合は良好であった．図の中のパス係数，共分散はいずれも 1%の有意水準で有意であった．

【ストーリーの信ぴょう性に及ぼす性格印象の目の形による違い】 図 2 にストーリーの信ぴょう性を加えたモデルを作り，共分散構造分析を行った．分析したモデルを図 3 に示す．図 3 では省略されているが，実際には 4 因子のそれぞれから図 2 と同じパスが質問紙の各質問項目に引かれている．また，

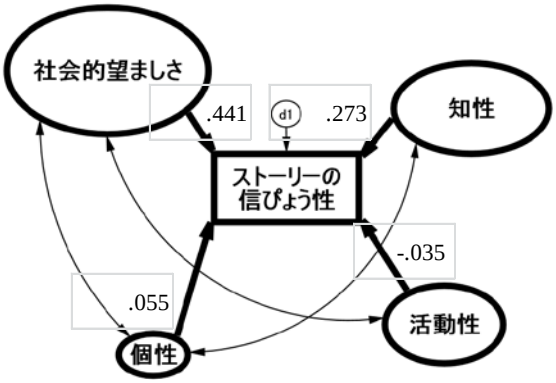


図3. ストーリーの信ぴょう性についての共分散構造分析モデル。性格因子から信ぴょう性へのパスのパス係数はすべて標準化推定値。

同様に図 3 では省略されているが，ストーリーの信ぴょう性を加えるのと同時に，信ぴょう性から性格印象の質問項目「信頼できない－信頼できる」へのパスを加えた．こうすることで，図 3 のモデルの適合度が改善されたためである．

活動性因子と個性因子から信ぴょう性へのパスのパス係数の値（順に，-.035，.055）は小さいが，これらを含めていずれも 1%水準で有意となっている．パス係数の数値の大きさ（社会的望ましさ：.441，知性：.273）から判断して，ストーリーの信ぴょう性に影響を与えているのは，社会的望ましさと知性であるのが分かる．どの 2 つの因子の間にも，1%水準で有意な差が認められた．

次に，母集団を目の形（たれ目，アーモンド形，半月）によって 3 つに分け，多母集団の同時分析を行った．結果を表 1 に示す．たれ目，アーモンド形，半月のいずれも場合でも，社会的望ましさからストーリーの信ぴょう性へのパス，および，知性からストーリーの信ぴょう性へのパスが 1%の水準で有意であった．母集団を目の形によって分けた場合でも，一つの母集団として分析した場合と同じく，社会的望ましさと知性が，ストーリーの信ぴょう性に影響を与えていることが分かる．しかし，社会的望ましさと知性のうち，目の形で，パス係数に有意差が認められたのは，知性因子からストーリーの信ぴょう性へ至るパスのみであった．具体的には，たれ目と半月との間に有意差（$z = 2.941$, $p < .05$）が認められ，たれ目とアーモンド形との間には有意な傾向が見られた（$z = 1.776$, $p < .10$）が，社会的望ましさ因子から信ぴょう性へ至るパスでは，目の形の違いによる違いが認められなかった．後述（表 3 を参照）するように，社会的望ましさ因子そのものは，目の形の違いで，因子平均に差が生じていた．ということは，ストーリーの信ぴょう性に社会的望ましさ因子が影響を与えるとすれば，目以外の顔の相貌特徴か，顔の全体的な特徴か，あるいは，医者であることのような顔の相貌特徴以外の属性が社会的望ましさ因子に影響を与え，それがストーリーの信ぴょう性にさらに影響を与

表 1
性格印象因子からストーリーの信ぴょう性に向かうパスのパス係数の目の形による違い

パス			パス係数の値			差の統計量(z 値の絶対値)		
			たれ目	アーモンド形	半月	たれ目とアーモンド形	たれ目と半月	アーモンド形と半月
社会的望ましさ	→	ストーリーの信ぴょう性	.435***	.425***	.410***	.399	.552	.157
知性	→	ストーリーの信ぴょう性	.233***	.297***	.331***	1.776†	2.941**	1.200
活動性	→	ストーリーの信ぴょう性	-.009	-.023	-.040	.390	.904	.521
個性	→	ストーリーの信ぴょう性	.013	.039	.018	.742	.150	.624

†$p < .10$ *$p < .05$, **$p < .01$, ***$p < .001$.

えるのかもしれない．とくに，医者であることのような，職業の属性をもとに，相手の社会的に望ましさが高いと推論し，高い社会的望ましさがストーリーの信ぴょう性を高める，という推論のルートが我々にあるとすれば，それは，我々の素朴な直感ともよく合うことになる．

【ストーリーの信ぴょう性に及ぼす目の形の違い】 これまではパスのパス係数を分析してきたが，今度は，図 3 の信ぴょう性の平均値を，目の形で直接比較した．結果を表 2 に示す．

表2
ストーリーの信ぴょう性の目の形による違い

	平均値			差の統計量(z 値の絶対値)		
	たれ目	アーモンド形	半月	たれ目とアーモンド形	たれ目と半月	アーモンド形と半月
ストーリーの信ぴょう性	2.187***	1.920***	1.849***	4.914***	6.172***	1.069

†p < .10 *p < .05, **p < .01, ***p < .001.

表 2 の平均値はいずれも，たれ目の場合の 4 つの因子の因子平均を 0 とおいたときの数値になっている．

左目の左端，右目の右端が下がっている上に凸のたれ目の場合が，アーモンド形および半月に比べストーリーの信頼性が有意に高かった（順に z = 4.914, p < .001 ; z = 6.172, p < .001）．たれ目を表情と実験参加者が捉えていたと考えると，にこやかに話す方がそうでない場合よりもストーリーの信ぴょう性が高まることを示しているのかもしれない．

【性格印象の因子に及ぼす目の形の違い】 図 3 における 4 つの因子の因子平均を目の形で比較した．結果を表 3 に示す．0 と置いたたれ目の 4 つの因子平均を除き，すべての因子平均が 1%水準で有意となっている．また，4 つの因子のうち，ほとんどすべての 2 つの因子平均の間に 1%の水準で有意な差が生じているのが見て取れる．例外的に，活動性因子で，アーモンド形と半月との間には有意な傾向しかみとめられなかった（z = 1.931, p < .10）．また，個性因子では，アーモンド形と半月との間には有意差が認められなかった（z = .252, p > .40）．

表 3
性格印象因子からストーリーの信ぴょう性に向かうパスのパス係数の目の形による違い[註)]

パス	因子平均の値			差の統計量(z 値の絶対値)		
	たれ目	アーモンド形	半月	たれ目とアーモンド形	たれ目と半月	アーモンド形と半月
社会的望ましさ	.000	1.081***	1.160***	27.029***	28.855***	2.093*
知性	.000	.249***	.163***	5.826***	3.781***	2.246*
活動性	.000	.415***	.344***	11.110***	9.245***	1.931†
個性	.000	.359***	.369***	8.099***	8.611***	.252

†p < .10 *p < .05, **p < .01, ***p < .001.

[註)] 解を一つに決めるため，たれ目の場合の4つの因子の因子平均を0と置いた。

社会的望ましさ因子および知性因子では，目の形の違いで有意に因子平均が異なっていた．4つの因子からストーリーへの信ぴょう性へのパスのパス係数の比較（表1を参照されたい）では，知性因子からストーリーへの信ぴょう性へ向かうパス係数のみが目の形によって値に違いが認められた．社会的望ましさ因子も知性因子も，それら自体には目の形の違いが影響している．しかし，ストーリーの信ぴょう性に影響を及ぼすのは，知性因子のみであった．社会的望ましさには，目以外の相貌特徴，顔全体の相貌特徴，さらには，顔以外の属性（たとえば，医者であること）も，目の形とともに大きく関わっていて，さまざまな属性が関与しているため，社会的望ましさ因子からストーリーの信ぴょう性へのパスは，目の形による差がなくなるのかもしれない．

一般的考察

表3を見ると，社会的望ましさ因子を目の形で比較すると，半月の場合が最も因子平均が高く，アーモンド形との間に有意な差が生じているのが分かる．この結果は，Olivia他（2014）の結果と一致する．彼らの研究は，顔の相貌特徴から人物を信頼できない顔を合成できるとしたものであった．このことを勘案すると，顔全体の相貌特徴から人物を信頼できないと判断して，そこからさらにその人の話すストーリーも信用できないと推論するルートがあることを示唆するかもしれない．彼らの言う人物の信頼性を，本研究や小松ら（2004）の言う社会的望ましさと同じものと考えると，本研究の結果は，顔の全体的な相貌特徴から社会的に望ましくない顔かどうかを推論し，そこから，ストーリーの信ぴょう性を低減させる推論のルートがある可能性を指摘できるかもしれない．

話し手の目の形がストーリーの信ぴょう性に直接影響することが分かった．また，目の形が知性因子に関与し，知性因子がストーリーの信ぴょう性に間接的に影響を与えることも分かった．知的な感じがすることから話し手のストーリーを信用するルートがあることが示唆される．

本研究には問題点もある．ストーリーの信ぴょう性に直接影響を与える目の形の要因とは，おそらく，話し手と相対しているその時々の相手の目の動きのようなものであると考えられる．しかしながら，本研究では，2，3の目の形を顔の静止画像の部分として提示していたにすぎない．実験参加者の中には，目の形の違いを，動的な表情の違いと受けとっていなかった人もいたかもしれない．今後は，動画を提示するなどし，表情がもたらす要因があることをより厳密に精査していく必要があるであろう．

本論文では，性差がストーリーの信ぴょう性に及ぼす違いを分析していなかった．こうした点について，今後分析を加えることにしている．

要約

本研究の目的は，初対面の話し手の目の形が直接ストーリーの信ぴょう性に影響を与えるのか，それとも，話し手の性格の第一印象を読みとり，読みとった性格がストーリーの信ぴょう性に影響を与えるのか，あるいは，その両方かを実験的に調べることである．271人の参加者が，4文からなる18のストーリーを読んだ．ストーリーは，それぞれ互いに異なる話し手の顔のイラストと一緒に呈示された．参加者は，ストーリーの信ぴょう性を評定した後，話し手の性格の第一印象を17の質問項目について評

定した．分散分析を行い，ストーリーの信ぴょう性を目と眉の形で説明できるかどうかを調べた．その結果，目の形の主効果のみが認められたため，以後目の形の違いのみについて分析した．話し手の性格印象の探索的および確認的な因子分析の結果，活動性，社会的望ましさ，知性，個性の 4 因子が見出された．4 因子に信ぴょう性を加えたモデルを作り，共分散構造分析を行い，ストーリーの信ぴょう性がどの性格因子で変わるかを調べた．その結果，知性因子がストーリーの信ぴょう性に影響することが分かった．知的な感じがすることから話し手のストーリーを信用する推論のルートがあることが示唆される．目の形の違い（たれ目，アーモンド形，半月）によって母集団を分け，多母集団の同時分析を行った結果，たれ目の話し手は，アーモンド形の話し手，半月の話し手よりも有意にストーリーの信ぴょう性を高めることが分かった．

引用文献

小松佐穂子･箱田裕司･尾田政臣 (2004). 認知心理学研究, **1**(1), 97-106.

原島博 (1993). 顔の印象を探る．可視化情報, **13**(Suppl. 1), 169-172.

林文俊･津村俊充･大橋正夫 (1977). 顔写真による相貌特徴と性格特性の関連構造の分析．名古屋大学教育学部紀要，24 巻, pp. 35-42.

大橋正夫･長戸啓子･平林進･吉田俊和･林文俊･津村俊充･小川浩 (1976). 相貌と性格の仮定された関連性 (1) : 対をなす刺激人物の評定値の比較による検討. 名古屋大学教育学部紀要. 23 巻, pp. 11-25.

Olivola, C. Y., Funk, F., and Todorov, A. (2014). Social attributions from faces bias human choices. *Trends in Cognitive Sciences*, **18**, 566-570.

Todorov, A., Olivola, C. Y., Dotsch, R., and Mende-Siedlecki, P. (2015). Social attributions from faces: Determinants, consequences, accuracy, and functional significance. *Annual Review of Psychology*, **66**, 519-545.

豊田秀樹 (2003). 共分散構造分析：構造方程式モデリング（疑問編）. 東京: 朝倉書店.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

児童期における大域と局所の関係性についての注意能力変化
Attentional ability change on relationship between global and local in childhood

橋爪一治†，森脇　春奈‡
Kazuharu Hashitsume, Haruna Moriwaki
†島根大学，‡島根大学教育学部人間生活環境教育専攻
Shimane University, Shimane University Faculty of Education
hashitsume@edu.shimane-u.ac.jp

Abstract
In the present study, we clarified the characteristics of recognition of child's growth such as (1) a period which global superiority trend is formed (2) conditions under which global dominance tendencies and attention to localities develop. We investigated 36 children (6 to 12 years old) and 10 adults (19 to 23 years old). The method of this research was to analyze responses verbally with a large symbol or letter formed with small symbols / letters on the screen of one computer and following answers of small letters and letters of the subject by key input. We measured response-time to answer the small symbols / letters. Our measurements indicates that global treatment has been developed from the beginning of the childhood and that does not change markedly, and it is suggested that local treatment is improved with age.

Keywords — global/ local superiority trend, character/symbol, development of attention,

1.　はじめに
清河らの研究（2009）により，全体的処理を好む東洋文化圏である日本人には，学習時に局所に注目するよりも大域に注意を向けたときに学習が成立しやすいという大域優位性があり，これは分析的処理を好む西洋文化圏のイギリス人には認められないことが明らかにされた［1］。また，市川（1997）によると，人は様々な状況下で「だいたいにおいて」上手くやっていくために多くのことに「慣れ」ていくが，「慣れ」により勘違いしてしまうこともあり，このような状態をバイアス（偏り・偏見）がかかっているなどと表現している。そして人は誰しもこのような認知特性をもっていると述べている［2］。ここでいう認知特性を「外界からの情報を頭の中で理解したり，整理したり，記憶したり，表現する方法」（本田，（2012）［3］と捉えることにすると，大域や局所に注意を向けるような処理とは，大域や局所を認知する能力（認知特性）といえる。

これらのことから，個々人の学習上の特性を知り，その特性を有効利用した学習方法を活用する方が，人は学習を習得しやすいといえる。

そこで，この大域優位性を学習に利用できるレベルにまで解明すれば，今より円滑で，子どもに寄り添った教育活動が可能となると考えた。

このことから，本研究では，大域優位性研究の基礎段階として，①大域優位傾向はいつごろからみられるのか，②どういう条件下で大域優位傾向や局所への注意が顕著に現れるのかなど，子どもの成長による認知の特徴を明らかにすることを目的とした。

2.　方法
2.1 調査対象
被験者はF県内O小学校の児童36名（6~12歳），大人（T大学の学生10名（19~23歳）），計46名であった。

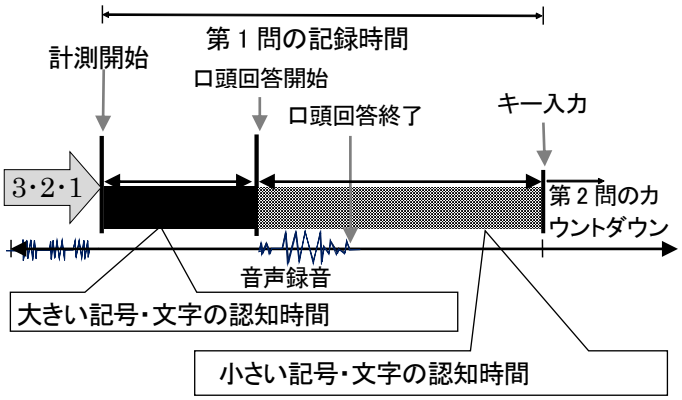
2.2 調査方法


図１　検査方法と記録の全体設計

図１に，検査方法と記録の全体計画を示し，図２，３に検査に用いたPCの画面の例を示す。

PCの画面上に３秒のカウントダウン後，図２，３にある例の通り，ある小さな記号や文字（以下，「局所文字記号」という）を使って形づくられた別の大きな記号や文字（以下，「大域文字記号」という）が表示され，任意のキーが押されると，次の問題が，カウントダウン語に表示されるよう設計されている。被験者は，はじめに，表示されている大域文字記号に着目しその

表１　検査に用いた大域文字記号と局所文字記号

大域文字記号	局所文字記号
←	☆
〒	§
ℒ	ю
ξ	?
E	G
Y	M
の	ひ
ま	ゆ
イ	キ
ワ	ミ
七	熟
日	穴
男	臓
並	村
青	宗
我	九
縮	金
警	大

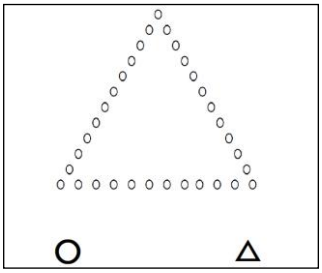


図２練習問題例

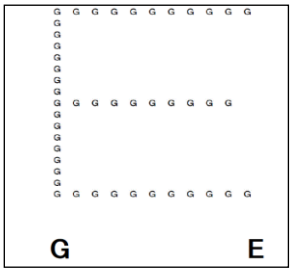


図３実際の問題の例

名称を口頭で回答するよう指示された。このとき，分からない場合は「パス」と回答するよう指示された。次に，被験者は，大域文字記号を構成している局所文字記号に着目し画面下部に表示されている２つの選択肢からキーボードを押して選択肢のうち局所文字記号に相当するキーを押すよう指示された。さらに，課題終了後に，課題に用いられた記号や文字について，見たことがあったか否か・読めるか否か，についての質問紙調査や聞き取り調査を実施した。課題は練習３問を用いて説明し，表１に示す本課題 18 問を連続で行うよう指示された。検査中，最初の課題が始まる前から全課題終了までの音声を録音した。検査データとしては，図１に示すとおり，課題開始から大域文字記号を回答した時間までを録音データから算出し，大域文字記号を構成する局所文字記号を回答する時間を，ＰＣによる自動記録で得た。また，回答の正誤についても記録した。問題は，表１の大域文字と局所文字の組み合わせが，ランダムな配列で出題される設計である。

3.　結果及び考察

3.1 人の認知能力の全体的な外観

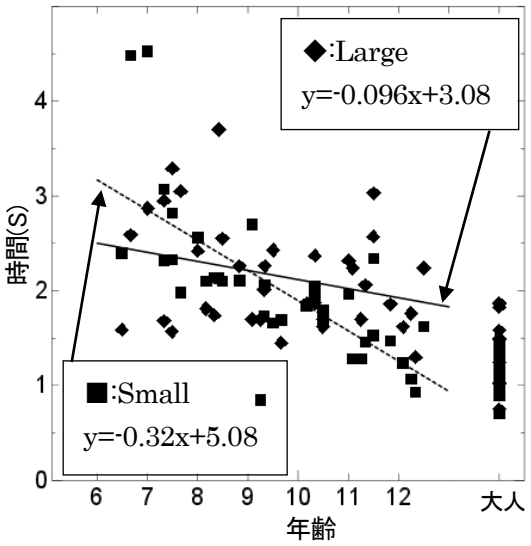


図４ 被験者全員の大域記号文字，局所記号文字を回答した時間

図４に，被験者全員の大域記号文字，局所記号文字を回答した時間を示す。小学生は，月齢で分布を示した。

本図からわかるとおり，学年が上がるにつれ全課題とも回答速度は徐々に速くなり，大人が一番速い結果であった。

この結果はスキャモンの発達・発育曲線[4]のうち，神経系型の成長と同じ傾向がみられた。学年が進むにつれ回答速度が速くなっているということは，認知速度が成長とともに速くなっているということである。これはスキャモンの神経系型の発達も本検査の発達も脳の成長に依存し，知力や学力［5］，Mann の脳重量［6］などの要因に影響を受けるからであろうと考える。

3.2 大域及び局所の注意に関する発達

図４から，全課題の記号・文字の回答時間を，大域記号文字に要した時間と局所文字記号に要した時間の２つに着目し，それぞれの回答時間の学年平均をみると，大域記号文字に要した時間は年齢が上がってもあまり速くならなかった。しかし，局所記号文字に要した時間は年齢が上がるにつれて大幅に短縮した。

大域記号文字に要した時間が，年齢が上がってもあまり速くならないという結果は２つの要因があると考える。第１に，清河らの研究［1］を踏まえると，日本人が持つ大域優位性の結果は全体を捉える能力が低学年時から高いためであるということ。第２に，学年が上がるにつれ被検者は問題が画面に表示されると，視

覚情報から大域文字記号を認知し名称を答える情報処理を行いながら，並行して局所にある文字・記号を処理し，処理後すぐにキーボードを押すという動作をしており，課題中に大域と局所の認知を無意識的に同時処理する能力が発達していくためであると考える。さらに先に分析したように局所文字記号にかかった時間が直線的に発達していると仮定するとスキャモンの発達・発育曲線のうち神経系型の発達と一致すると捉えることができる。

しかし，局所文字記号に要した時間の結果をよくみると６～７歳にかけて急激に回答時間が速くなりその後はある程度緩やかに速度が向上するとも捉えることができる。この解釈を採用すると，１年生ですでに大域を認知する能力が備わっているということは，６～７歳よりも低年齢のところでこの能力が備わっているものと考える。Piaget の三つ山問題によると，４歳から５歳半の子どもは物の見方が自己中心的であるが，８歳半を過ぎると他者の視点から的確に絵が描けるようになる［7］。また，誤信念課題における成績は，Dunn によれば課題を受ける 7 か月前（２歳９ヵ月時）における親子，家族との交渉が優位となり［8］，Astington & Jenkins によればごっこ遊びにおいて多くの役割を自分で演じたり，友人に役割を振ったりする回数，及び友だちと遊びの内容を相談したりする回数など［9］が，誤信念課題の通過率と優位に関連したと報告されている。これらのことから，多少の国や地域による文化の差異はあるかもしれないが，就学前の子どもの多くが，自分をとりまく環境（家庭や友だちとのかかわりなど）の影響を受けたことによって心理的あるいは文化的なものの捉え方や考え方を身に付けていくものであり，本研究の６～７歳には急速な発達がみられ，その後は緩やかな発達になったと推察する。どちらの発達傾向を示すのかは本研究だけでは判断できないため今後の課題として残された。

4. 学習経験と発達の関係

学習経験と発達との関係をみるため，結果を４つに分けて考える。

第１に，課題で提示された記号や文字の組み合わせに着目すると，どの学年においてもおおよそ回答速度が速い傾向があるのは，大域・局所文字記号ともにひらがな同士の組み合わせやカタカナ同士の組み合わせであった。

この結果から，大域・局所ともにひらがな同士の組み合わせやカタカナ同士の組み合わせが，回答速度が速い傾向にあるのは，幼児期の段階ですでに生活の中で目にしてきたであろうひらがな・カタカナは子どもたちの中では確実に認知が定着しているためであると推察される。

第２に，回答速度が遅い傾向にあるのは大域文字記号では６年生で習う漢字であり，局所文字記号では１年生で習う漢字であるという異なる結果となった。

この結果から，大域文字記号が１年生で習う漢字で出題された場合，局所文字記号は 6 年生の漢字で構成されており，大域文字記号が 6 年生で習う漢字で出題された場合には局所文字記号は 1 年生の漢字で構成されていることから，大域文字記号が 1 年生で習う漢字で出題された場合には，どの年代もすでに習っている漢字のため素早く認知でき，その際局所文字記号の漢字も同時処理で認知し，局所文字記号として出題された 6 年生で習う漢字の認知は速くなったのだと推察する。大域文字記号が 6 年生で習う漢字で出題された場合には，おおよそ 6 年生以外の学年では漢字を知っている子どもは少なく，漢字を見たことがあっても名称を思い出せないという状況もあったため戸惑い，大域文字記号の認知が遅れたと推察する。その際に先ほどの大域文字記号が 1 年生で習う漢字であった場合とは異なり，大域文字記号に集中するあまり局所文字記号である漢字の同時処理が遅れ，局所文字記号が 1 年生で習う漢字の場合は回答速度が遅れたのだと推察する。

第 3 に，記号に着目すると，大域文字記号では６～10 歳にかけては回答速度が緩やかに速く，10～12 歳で回答速度は遅くなっているが，局所文字記号では６～７歳で若干遅く 11 歳前後で若干速かった。アルファベットに着目すると，大域文字記号では８～10 歳が他年齢に比べ回答速度が遅かったが，局所文字記号では６～７歳が他年齢に比べ回答速度が遅かった。

これらの結果から，記号においても第 2 の考察と同じことが言え，10～12 歳で大域文字記号の認知に時間がかかったのは，名称が思い浮かばないため考えこんだり戸惑ったりするからであると推察する。アルファベットにおいては３年生（８～９歳）で学習するため，習いたての８～10 歳で名称が思い浮かばず考えこんだり戸惑ったりして，大域文字記号の認知が遅く，６～８歳が小の認知が遅かったのは認知の同時処理能力が未発達であると考えられる上，アルファベットを学習していない段階であったからであると推察する。

さらに，課題として出題された記号や文字を「見た

ことがある」,「見たことがない」,「知っている」,「知らない」という観点から分析した。

その結果，見たことも無ければ当然名称も知らないものに比べ，見たことはあるが名称は知らないものの方が，認知速度が遅いのは，記憶にあるにも関わらず，名称が思い浮かばないため考えこんだり戸惑ったりするからではないかと推察する（学年により認知速度に差異はあるものの，どの学年においてもみられる傾向である)。6年生で一番回答速度が遅かったのは，今まで学習してきたものや経験などから，目にしてきた漢字や記号が多いため，名称を思い出そうと考えるからではないかと推察する。また見たことはあるのに名称を答えられないという状況により戸惑ったり，悔しく思ったりすることが年齢の増加により回答速度が遅くなったという情緒が影響していることが示唆される。

以上の結果を踏まえて本研究を行った目的の根本といえる子どもに寄り添った教育活動について以下の 2 点のことが考えられる。1 点目は，大域文字記号の急激な発達状況から考えた，低学年の指導に関することであるが，板書やプリントに字や図，絵などを教師が書く・描く際に小学校低学年，特に1年生の学習においては小さく書く・描くよりも，大きく書く・描くほうが学習者の学習に対する理解が向上すると考えられる。加えて，低年齢の学年は，局所文字記号の認知が未発達であることから，主となるものを 1 つだけ書く・描くのも重要であろうと考える。

2 点目は，課題中，見たことも無ければ名称も知らない課題に比べ，見たことはあるが名称は知らない課題の方が，認知速度が遅かった結果から，記憶にあるにも関わらず名称が思い浮かばないなどがおきると考えこんだり戸惑ったりするという傾向が見られたことに関連したことについて述べる。このことからは，特に小学校高学年の学習において，例えば学習者の多くがまたは何人かが，黒板の半面に板書されている内容を理解できているとはいえない状況に関わらず，次の学習の内容を黒板の残り半分を使って指導しなければならない場合には，前半の内容を一旦隠すなどしてから次の内容を板書するなどの学習の進め方が，前半の学習のへこだわりがなくなり，今学んでいることへの理解の向上に繋がると考える。

5. まとめ

本研究から，特に以下のことがまとめとして挙げられる。

- 個人の成長とともに認知速度も速くなる。
- 年齢が上がるにつれ認知の同時処理（無意識的な処理）能力が発達していく。
- 局所の認知能力が，直線的に発達していると仮定すると，スキャモンの発達・発育曲線のうち神経系型の発達と一致し，局所の認知能力も神経系型の発達の時期と同じ時期に発達すると推察できる。
- 局所の認知能力が，6～8歳にかけて急激に速くなりその後はある程度緩やかに向上していくと仮定すると，3歳ごろから就学前の年齢の子どもは心理的あるいは文化的なものの捉え方や考え方を身に付けていくために家庭や友人との関わりが，局所の認知能力に影響していると推察できる。

参考文献

[1] 清河幸子・田中大介・Dienes，Z.・山田歩（2009）”無意識に獲得される知識の比較文化的検討”，日本認知心理学会発表論文集，p.26.

[2] 市川伸一（1997）”考えることの科学”，中公新書

[3] 本田真美 (2012) ”医師のつくった「頭のよさ」テスト　認知特性から見た 6 つのパターン”，光文社新書

[4] Scammon, R, E.（1930） “The measurement ofthe body in childhood, In Harris”, J, A., Jackson., C,M., Paterson, D, G. and Scammon, R, E（. Eds）The Measurement of Man, Univ. of Minnesota Press, Minneapolis.

[5] 大杉昭英（2015）”学級規模が児童生徒の学力に与える影響とその過程” 国立教育政策研究所 平成 25 ～ 26 年度プロジェクト研究 「少人数指導・少人数学級の効果に関する調査研究」調査研究報告書

[6] Mann,M.D. （1984）”The growth of the brain and skull in children.Brain Res”. , 13: pp.169-178.

[7] Piaget,J.& Inhelder,B (1948) “La represen‐ tation de l’espace chez l’ enfant.”, PressesUniversitares de France.(Translated by F.J.Langdon& J.L.Lunzer,（1956）”The child’s conception of space.” Routledge & Kegan Paul

[8] Dunn ,j. （1991） “young childrend's understanding of other people: Evidence from observaitions within the family”, In D.Frye&C.Moore(Eds.),Children’s theories of mind,pp.97-114.Erlbaum.

[9] Astington,J.W. , Jenkins,J.M.（1995）”Theory of mind and social understanding”, Cognition&Emotion, 9, pp.151-165.

動画授業視聴時の生徒間脳活動相関解析
Interstudent correlation analysis of brain activity when viewing videotaped lessons

平子祐亮[1]，伊藤貴昭[2]，嶋田総太郎[3]
Yusuke Hirako, Takaaki Ito, Sotaro Shimada

[1]明治大学大学院理工学研究科，[2]明治大学文学部，[3]明治大学理工学部
[1]Graduate School of Science and Technology, Meiji University
[2]School of Arts and Letters, Meiji University
[3]School of Science and Technology, Meiji University
ce61060@meiji.ac.jp

Abstract
In recent years, educational methods using videotaped lessons have attracted attention. Previous studies showed that brain activities during viewing video movies have been studied using intersubject correlation (ISC) analysis. This study investigated the mechanism of comprehending videotaped teacher's explanation by utilizing ISC analysis of students' brain activity by using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS).The measured brain activity was analyzed by ISC analysis. ISC is calculated by utilizing general linear model (GLM) with one subject's brain activity as a model to see how similar the other subject's brain activity was. We also calculated dynamic ISC using 150 sample moving window (15.0s), on the channel that showed the significant difference in ISC between the groups. The ISC analysis showed a significant difference in ISCs between the valid pairs and the invalid pairs in the right DLPFC.
Keywords — ISC analysis, NIRS

1. はじめに

近年，動画を用いた教育方法が注目されている．しかし，動画授業の内容理解について科学的に検討した研究はまだ少ない．先行研究では，映画などの動画を視聴しているときの脳活動について，被験者間相関（ISC）解析を用いて，検討されている[1]．ISC 解析とは，被験者の脳活動と他の被験者の脳活動がどの程度類似しているのかを定量的に求める解析方法であり，動画視聴時の脳活動の解析方法の一つとして用いられつつある[2]．

本研究では，動画授業視聴を行った時の脳活動と内容理解の関係性に着目して ISC 解析を行い，説明理解に関わる脳メカニズムについて検討を行う．

2. 実験方法

24 名（21.7 ± 0.18 歳　平均 ± 標準偏差，うち女性 1 名）の健康な右利き成人が本実験に参加した．被験者には事前に実験内容や計測機器についての説明を行い，実験参加の同意を得てから実験を行った．

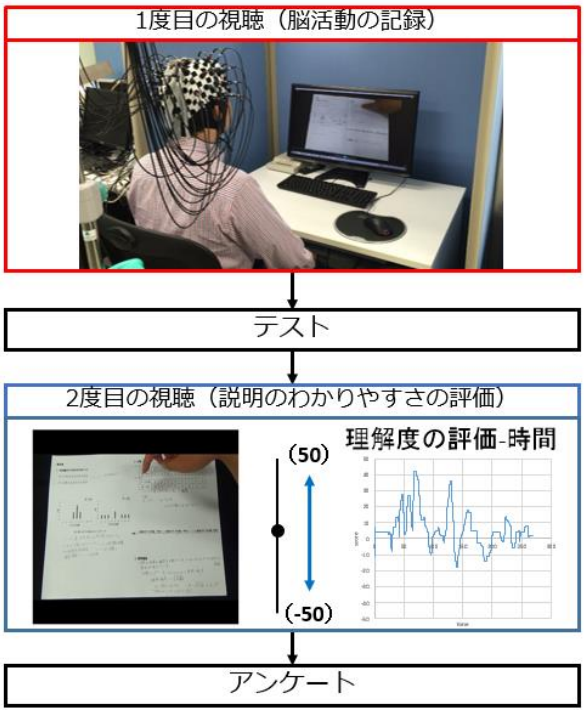


図 1　実験手順

図 1 に示すように，脳活動計測，テスト，動画の内容理解に対する心理評価，アンケートの手順で実験を行った．

被験者は，動画授業を視聴して学習を行い，その間，近赤外分光装置（NIRS，OMM-3000，島津製作所）を用いて脳活動計測が行われた．実験に使用した動画授業は，「分散」と「標準偏差」を含んだ統計学の基礎について先生役の協力者が説明を行っている様子をビデオカメラで撮影したものとした[3]．説明を行う先生役には，先生 A と先生 B の 2 名を用意し，24 名の被験者のうち 12 名は先生 A の説明（生徒 A 群）を，残りの 12 名は先生 B の説明（生徒 B 群）を視聴した．

脳活動計測終了後，「分散」，「標準偏差」の理解度を確認するためにテストを実施した．テストの内容

は，「分散」，「標準偏差」の公式や定義への理解度を測る 19 点満点のものとした[3].

テスト終了後，各被験者はもう一度動画授業を見ながら，一度目の動画視聴時における説明のわかりやすさについて，-50～50 の VAS スケールで時系列に評価を行った．心理評価の終了後，各被験者に実験に関するアンケート（-3～3 の 7 段階評価）と共感性尺度のアンケートを行った.

3. 解析

本実験で得られた脳活動データに，ISC 解析を行って被験者間の脳活動の類似性を調査した．ISC 解析の計算方法は，モデルとした一人の被験者の脳活動と他の被験者の脳活動とのカーブフィッティングを，一般線形モデル（GLM）で計算して ISC 値（t 値）を求めた（図 2）．本研究では，同じ先生の説明を視聴したグループと異なる先生の説明を視聴したグループで，それぞれ ISC 解析を行い，グループ間の ISC 値の有意差を調査した（図 3）.

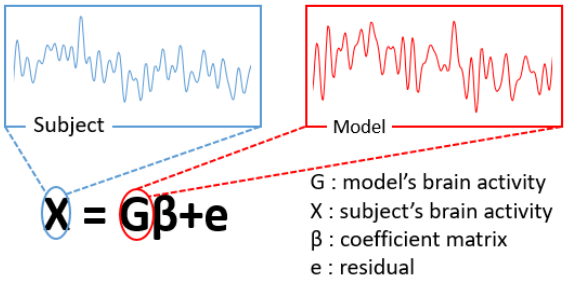


図 2　GLM を用いた ISC 解析

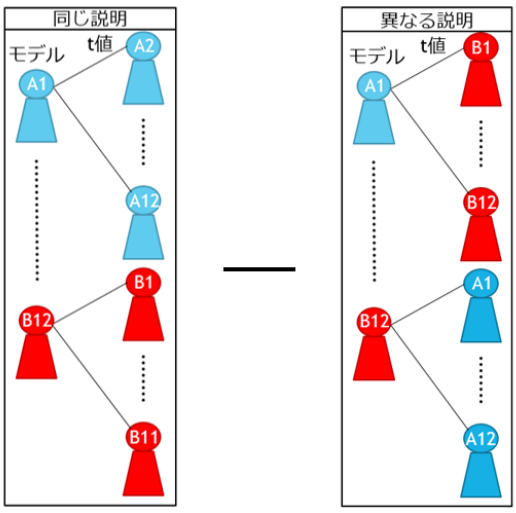


図 3　グループ間 ISC 解析

グループ間で有意差を示したチャンネルの ISC 値については，さらに 15 秒の時間窓を用いて ISC 値の時系列変化を求めた（図 6）.

心理評価についても，脳活動と同様に GLM を用いて ISC 値を求めた．そして脳活動の ISC 値と心理評価の ISC 値を用いて被験者間相関解析を行った.

4. 実験結果

ISC 解析の結果，右半球の背外側前頭前野(ch-38, BA9：$t(24) = 1.83$, $p < 0.05$)，中側頭回(ch-46, BA21: $t(24) = 3.70$, $p < 0.05$)，前頭眼野(ch-31, BA8: $t(24) = 1.71$, $p < 0.05$)で有意な正の ISC 値を示した(図 4)．特に右半球の背外側前頭前野では，同じ先生の説明を聞いたグループの ISC 値は異なる先生の説明を聞いたグループの ISC 値よりも有意に大きかった(ch-38：$t(24) = 1.78$, $p < 0.05$)(図 5)．グループ間で有意な ISC 値を示した ch-38 で ISC 値の時系列変化を調査したところ，それぞれの説明動画で「分散」，「標準偏差」について説明しているシーンで連続して有意な ISC 値が見られた（$z > 1.66$, $p < 0.05$）(図 6).

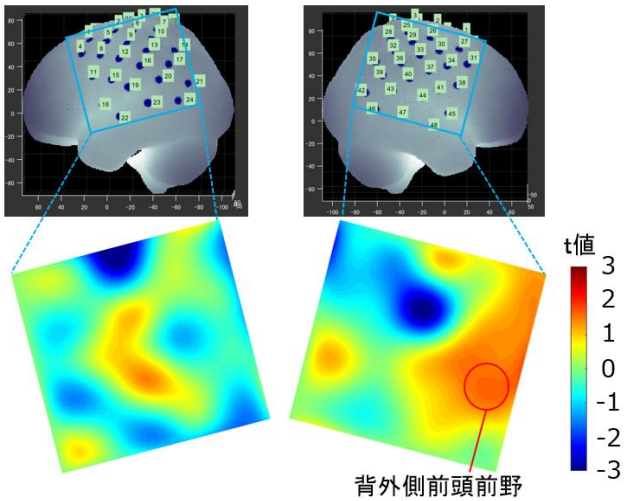


図 4　脳活動の ISC 値のグループ間の差

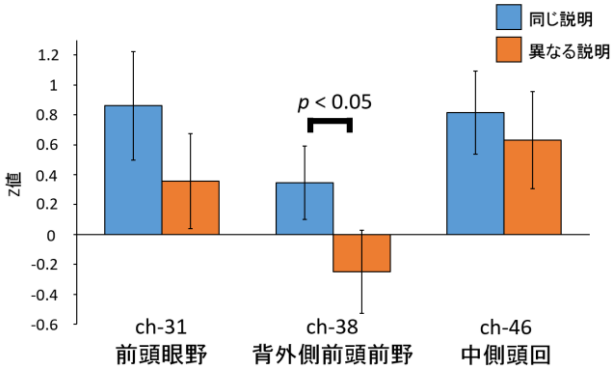
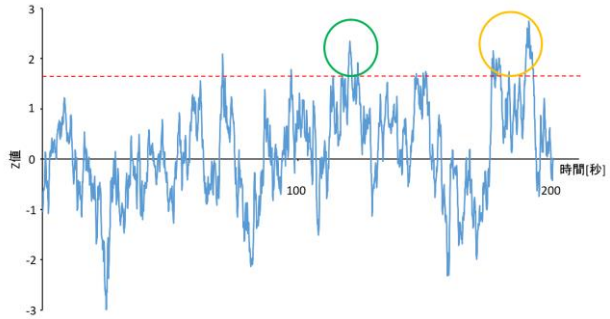
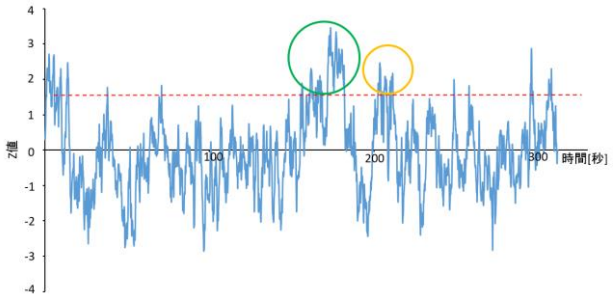


図 5　脳活動の ISC 値のグループ間の比較



(a)　先生 A の動画授業



(b)　先生 B の動画授業

分散の説明　標準偏差の説明

図 6　脳活動の ISC 値の時系列変化

テストの平均スコアは生徒 A 群，生徒 B 群で有意差を示さなかった（$t(20) = -0.97$, $p > 0.05$）．実験中に行ったアンケートで，「先生の説明に対する理解度」のスコアについて，生徒 A 群，B 群に分けて平均の差を t 検定した結果，有意差は示されなかった($t(22) = 0.16$, $p > 0.05$).

脳活動と心理評価の相関解析を行った結果，左半球の運動前野を中心に有意な相関が示された．運動前野（ch-6）の脳活動の ISC 値は心理評価の ISC 値と有意に相関していた（$r = 0.25$, $p < 0.05$）．

5.　考察

同じテーマの説明の視聴に対して、右半球の背外側前頭前野が連続的に有意に高い ISC 値を示した．さらに，同じ先生の説明を視聴したグループでは異なる説明を受けたグループよりも有意に高い ISC 値を示していた．テストのスコアに群間の差が見られなかったことから，本研究で使用した二つの動画に説明のわかりやすさについては差はなかったと考えられる．これらの結果は，視聴した動画の内容が類似していたことに起因して，背外側前頭前野のワーキングメモリが被験者間で同様に働いたことを示唆している．

脳活動の ISC 値と心理評価の ISC 値の被験者間相関解析の結果から，左半球の運動前野の活動で最も有意な相関が示された．これは，左半球の運動前野を中心とした脳領域の活動が，動画授業視聴時のわかりやすさに関わっていることを示唆している．

参考文献

[1] Nummenmaa, L., Glerean, E., Viinikainen, M., Jääskeläinen, I. P., Hari, R., & Sams, M. (2012). “Emotions promote social interaction by synchronizing brain activity across individuals”, Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 109, No. 24, pp. 9599-9604.

[2] Hasson, U., Landesman, O., Knappmeyer, B., Vallines, I., Rubin, N., & Heeger, D. J. (2008). Neurocinematics: The neuroscience of film. Projections, Vol. 2, No. 1, pp. 1-26.

[3] 伊藤貴昭, 垣花真一郎. (2009) "説明はなぜ話者自身の理解を促すか." 教育心理学研究 Vol. 57, No. 1, pp. 86-98.

多様な英語能力の測定
Measuring Different Aspects of Language Proficiency

原田 康也[1], 鈴木 正紀[2], 森下 美和[3]
Yasunari HARADA, Masanori SUZUKI, Miwa MORISHITA
[1]早稲田大学, [2] Pearson, [3]神戸学院大学
Waseda University, Pearson, Kobe Gakuin University
harada@waseda.jp, masanori.suzuki@pearson.com, miwa@gc.kobegakuin.ac.jp

Abstract

Japan is faced with an imminent challenge of cultivating 'global human resources', as the whole society develops into a global information society. The course of study defined by the Ministry of Education, Culture, and Sports and Technology (MEXT) has emphasized 'communication skills' as a focus of the foreign language subjects (e.g., English) since the 1990's, with additional emphasis on cultivating "attitudes toward active engagement in communication" across the board in all subjects since around the turn of the century and the millennium. English listening component was incorporated into the University Entrance Examination Center Tests in 2006 but how its backwash affected listening proficiency of Japanese college students in general remains questionable. During the academic year of 2014, the Educational Reform Working Group within the Liberal Democratic Party suggested use of TOEFL iBT as part of university entrance procedures and in 2015, MEXT advised universities to consider employment of 4-skills English language tests in admission processes. However, how students would perform in those tests is not known as speaking or writing tests have not been administered in large scales in Japan.

In the school years of 2015-2016 and 2016-2017, approximately 60 and 90 first-year students, respectively, studying at a private university in Tokyo took Versant English Test, an automated test of spoken English, and Versant Writing Test, an automated test of reading and writing English, as well as Oxford Quick Placement Test, which measures vocabulary, collocation, and grammar through multiple choice reading tasks. The present study reports results and analyses of the test scores and estimated CEFR levels, and then discusses challenges that Japanese learners and teachers of English are trying to deal with.

Keywords — Language Proficiency, Automated Spoken Test, Automated Writing Test, CEFR

1. 大学入学者の英語力の多様性

国際情報社会の本格的な進展にともない、『グローバル人材開発』が緊急の課題として認識されるようになった。文部省・文科省の定める学習指導要領を見ると 1990 年代以降は外国語科目（英語）の授業において「コミュニケーション」が重視されるようになり、2006 年度から大学入試センター試験に英語リスニングが導入され、2011 年度より小学校 5-6 年生で英語が必修となり、2012 年度より高校での英語の授業を原則として英語で実施するように指導要領に明記されるようになった。このように、日本人英語学習者の英語口頭運用能力の向上を目指した一連の改革が進められ、一定の変化・改善が見られてもおかしくない状況にあるが、中学・高校における英語学習・英語指導の中核が大学入試に向けての訳読式学習にあり、口頭英語の運用能力の向上は見られないという感想も根強い。このため、2014 年度に自民党の教育再生実行本部が大学入試に TOEFL 導入を提言し、2015 年度には文科省が「高大接続」と「大学入試改革」に先行して 4 技能英語外部試験を活用することを大学に求めた 。大学入試センター試験には毎年 50 万人規模の受験者があり、現在提唱されている「大学入学共通テスト（仮称）」は少なくとも同程度の受験者数となることが見込まれるため、記述式問題に対する大量の回答を短期間に処理する採点システムの開発が期待されるが、具体的な報告はない。

大学入学者の英語力は多様である。対象を主に日本国内の、あるいは日本の制度に基づく高等学校を卒業し、一般的な学力試験に基づく入学試験を経て入学してきた学生に限定しても、中学・高校と英語が比較的に得意で熱心に勉強してきた学生もいれば、英語が苦手で最低限の勉強しかしてこなかった学生もいる。多くの私立大学の入学試験において、受験する科目が 3 教科 3 科目以下である中でも英語が入試科目に入ることが多いかもしれないが、複数科目の合計点が合否の基礎となるため、英語を得点源として合格を果たす受験生がいる一方で、英語の得点が振るわない中で他教科・他科目の得点が良いために合格する受験生も多く、また入学後の学業成績や就職状況に対してどちらがより強く相関するかも一概には結論付けることが難しい状況となっている。

一般的な入学試験のほかに、付属高校などからの推薦入学者・自己推薦や学校推薦などの推薦制度による入学者、いわゆる AO 方式による入学者など、英語の学力を直接的に問われることなく大学に入学する学生も増えており、この中には中学・高校時代に学ぶべき英語の語彙・文法・4 技能の運用能力を十分に身に着けないまま入学してくる学生もいる。他方、いわゆる帰国生向けの入学試験を通じて入学する学生に限らず、英語圏または英語を媒介言語とする学校での学習を複数年または長期にわたって経験してきた学生も増えている。

早稲田大学法学部の新入生を例にとると、同一のクラスの中に、TOEIC スコアでいうと 300 点台あるいはそれ以下の学習到達度の学生もいる一方で、900 点を超える学生もいるというような、学習到達度に大きな幅が見られる。短期または複数年にわたる海外・英語圏での学修経験はもはや例外とは言えず、いわゆる帰国生向けの入学試験による入学者の数は限られているが、一般の入試や推薦を通じて入学する学生も含め、クラスによっては1割から3割ぐらいがこうした学生となっている。

中学・高校を日本の制度の中で過ごしてきた学生の英語学習経験も、今日では極めて複雑な状況となっている。小学校での英語学習経験が個別的・多層的になってきている一方で、学校外の英語塾・英会話学校などでの学修経験も、保護者の意向や地域的な特性も含め、学生の英語運用能力に大きな影響を与えている。中学・高校における教科としての英語学習経験も、コミュニケーション活動・リスニング・スピーキング・ライティングを重視する学校もあれば、旧来の入学試験対策を重視する学校も多い。そうした中で、同じく TOEIC が 400 点・500 点・600 点の学生であっても、その英語 4 技能を見てみると、学生ごとに大きなばらつきがある。

これとは別に、日本の大学で英語を学ぶ学生の英語力が多くの場合に初歩というには学習段階が進んでおり、一方で一部の例外を除くと上級に達していないという意味において、ざっくりと中級段階にあることにも着目する必要がある。初級の学習者は、英語に関して習得した語彙・文法などの知識も限定的で、運用についても押しなべて限られたスキルとなっている。また、スピーキングやライティングなどの産出スキルにおいても、語彙が限られるためにおおむね短い文・短い発話に限られ、したがってその内容も概して単純となる。一方、上級者は豊富な語彙・文法を習得済みで、どのような話題についてもある程度の対応ができ、スピーキングにおいてもライティングにおいても、安定した能力を示す。これに比べると、「中級」というのは、一様な「中級さ」を示すものではなく、スピーキングについてはある程度まで熟達しているのにライティングは経験不足、あるいはその逆というような状態であり、語彙・文法の知識はそれなりに獲得しているのに、運用面でこれを活用する経験と訓練が不足している状態を指す。スピーキング・ライティングなどの産出においても・リーディング・リスニングなどの受容においても、ある種の話題については個人的な興味関心から豊かな内容を扱うことができるのに対して、興味の薄い話題に関しては全く初級レベルの反応しか示すことができないなど、話題・分野によるムラが大きく、また、書く文・話す発話も、短かったり長かったり、複雑な内容を含んでいたり、きわめて単純であったりと揺れ幅が大きいということが中級の特徴である。

このような点を考慮すると、日本人大学生の英語力を語彙・文法などの言語知識と 4 技能を含めて総合的に考える上で、一つの全体的なスコアで学力を見ようとすることに無理があることが納得できるであろう。本稿で詳述するように、筆者が授業を担当する早稲田大学法学の学生を見た場合、第一に目に付くのが、語彙・文法・連語などの英語に関する知識とリスニング・スピーキング・ライティングなどのリアルタイム性を要求されるタスクや産出を中心とした課題においての運用能力に大きな乖離がある点である。また、同じく産出といっても、スピーキングとライティングを取ると、そこには一定の差が見られる。こうした点は、授業を担当する教員の実感としてはこれまでも繰り返し報告されてきたことではあるが、比較可能な試験のスコアとして明確に示すような報告はこれまで必ずしも多くなかった。

このような、知識・技能の乖離とスキルごとの習熟度の差を前提とすると、現在多くの大学で試みられているスキル別クラス編成と事前テストによるクラス分けも全体としての整合性に疑問が生じる。例えば、ある大学のある学部でスピーキングあるいはライティングを重視したクラスを編成し、さらにこれを習熟度別にクラス分けしようとした場合、理想的にはスピーキングあるいはライティングなどそれぞれの授業で中心となるスキルの習熟度に応じたクラス分けを行うべきであると考えるのが自然であるが、実際には時間的な制約などから TOEFL IP / TOEIC LR ITP / TOEIC Bridge / CASEC など、4 技能ではなくリーディングとリスニングを中心とした課題の中で多肢選択によって文法や語彙などの知識を測る試験を用いることになりがちである。こうした試験で同様のスコアを得た学生のスピーキングやライティングの熟達度が同様であるという根拠は多くの場合に存在しない。あるいは、大学入学者のスピーキングやライティングの熟達度が低いことから、4 技能試験を入学者選抜の過程に組み入れたとしても、総合点や平均点を使う限り、受験者としては比較的自信のあるリーディングやリスニングで総合的な得点を向上させようとする可能性も高く、本来の狙いであるスピーキングやライティング能力の向上につながらない可能性も懸念される。

2. Versant Tests と OQPT

Versant English Test (VET) は外国語・第二言語としての英語の口頭運用能力を判定する全自動試験で、試験の開発設計は人間の言語処理の現実を踏まえており、極

めて高い信頼性・妥当性・運用性を示す。Versant Writing Test (VWT) は書記言語での英語運用能力を測定する全自動試験である。

VET は表 1. に示すように全 6 設問で構成される。指示文と問題は全て電話もしくはコンピュータ上で配信され、回答は音声処理システムを用いて自動採点され、面接官や評定者は必要としない。VET ではリアルタイムで行われる自然な会話場面において中核になると思われる心理言語学的な言語処理・産出能力を測定している。英語の話し言葉コーパス Switchboard Corpus の上位 8000 語に準拠してテスト項目を作成し、英語母語話者により自然な会話の速度で録音されているため 、大多数の日本人大学生にはそれほど簡単ではないことがこれまでの試行から明らかとなっている。

表 1. Versant English Test の構成

設問	タスク
Part A	Reading（音読）
Part B	Sentence Repeat（復唱）
Part C	Short Answer Questions（語句回答）
Part D	Sentence Builds（文の構築）
Part E	Story Retelling（話の再現）
Part F	Open Questions（自由回答）

Part A: Reading では試験用紙に印刷されている文の音読を求められる。音声により指示された番号の文を読み上げる。Part B から Part F の問題は全て音声のみで出題され、試験用紙には各設問の指示文と例題だけが印刷されている。なお、Part A から Part E までの設問が自動採点の対象となり、総合点と構文・語彙・流暢さ・発音の正確さの 4 つのサブスキルが 20-80 点で報告される。

Versant English Test の妥当性検証の研究結果によると、総合点におけるテストの信頼性は split-half 法で 0.97 が、test-retest 法でも 0.97 が報告されており、高い信頼性が実証されている。併存的妥当性の検証結果としては、TOEFL-iBT のスピーキングセクションの点数と 0.75 (n=130)、IELTS のスピーキング試験と 0.76 (n=130)、TOEIC リスニングセクションと 0.71 (n=171) など、著名な他の英語試験とも比較的強い相関がある。詳細は [9]・[10] を参照されたい。

VWT は表 2. に示すように全 5 設問で構成される。指示文と問題は音声・文字でインターネットを通じてコンピュータのブラウザ上に配信され、キーボードからタイプする回答は自動採点されるため、面接官や評定者を必要としない。VWT の設問には一部ビジネス場面を前提とした email の作成課題があるため、日本人大学生とって内容的な困難がある可能性が懸念されたが、これまでの試行ではこの点は大きな障害となっていない。むしろ、英文で示される設問の指示を十分に理解しないまま回答する受験者がたまにいることの影響が大きいかもしれない。

表 2. Versant Writing Test の構成

設問	タスク
Part A	Typing（タイピング）
Part B	Sentence Completion（空所補助）
Part C	Dictation（ディクテーション）
Part D	Passage Reconstruction （文章の再構築）
Part E	E-Mail Writing （E メール作成）

総合点と文法・語彙・構成・文体・読解の 5 つのサブスキルが 20-80 点で算出・報告される。Part A の Typing からはタイプ速度とタイピングの正確さが算出されるが、これらはテストの総合点には含まれず、受験者に関する追加情報として提示される。VWT はコンピュータ受験でありキーボードを使用して回答入力を行うため、受験者がタイピングに不慣れでタイプ速度が極端に遅い、あるいは正確さが低い場合には、テスト結果がライティング力よりもタイピング力の欠如を反映している可能性があるため、タイプ速度とタイピングの正確さが追加情報としてスコアレポートに含まれている。

VWT の妥当性検証の研究結果によると、総合点におけるテストの信頼性は split-half 法で 0.98 が、また人為採点によるスコアと自動採点によるスコアとの間には 0.98 の相関が報告されており、VET と同様に高い信頼性が実証されている。詳細は [11] を参照されたい。

Oxford Quick Placement Test (OQPT) には paper and pencil version と CD-ROM version と online version があるが、本稿で報告するデータは実施が簡便な paper and pencil version による。英語の読解力および語彙・文法の知識を問う問題が全部で 60 問あり、所要時間は 30 分である。Part 1 の 40 問はすべての学生が対象（中級以下のレベル）で、Part 1 のみを使用する場合の所要時間は 20 分である。Part 2 の 20 問は Part 1 の 40 問中 36 問以上に正答した上級レベルの学生に使用することが推奨されている 。詳細は [12] を参照されたい。今回はさまざまな習熟度の学生を比較するため、上記の詳細に関わらず、Part 1 と Part 2 全 60 問の合計得点を使用した。

VET・VWT・OQPT の各テストでは、テストの点数とそこから推定される受験者のヨーロッパ言語共通参照枠組(Common European Framework of Reference,

CEFR) の各レベルとの間の対応付けが公開されている。

CEFR では実践的な言語使用場面を想定し、各レベルの記述に機能的 (functional) な要素と場面的 (situational) な要素を含む Can-Do Statements を使っている。具体的には表 3 にある Can-Do Statements にて各レベルが定義されている。詳細は [13] を参照されたい。

表 3. CEFR の A1 から B2 レベルの能力記述抜粋

A1	Can understand and use familiar everyday expressions and very basic phrases aimed at the satisfaction of needs of a concrete type. Can introduce him / herself and others and can ask and answer questions about personal details such as where he/she lives, people he/she knows and things he/she has. Can interact in a simple way provided the other person talks slowly and clearly and is prepared to help.
A2	Can understand sentences and frequently used expressions related to areas of most immediate relevance (e.g., very basic personal and family information, shopping, local geography, employment). Can communicate in simple and routine tasks requiring a simple and direct exchange of information on familiar and routine matters. Can describe in simple terms aspects of his/her background, immediate environment and matters in areas of immediate need.
B1	Can understand the main points of clear standard input on familiar matters regularly encountered in work, school, leisure, etc. Can deal with most situations likely to arise whilst travelling in an area where the language is spoken. Can produce simple connected text on topics which are familiar or of personal interest. Can describe experiences and events, dreams, hopes & ambitions and briefly give reasons and explanations for opinions and plans.
B2	Can understand the main ideas of complex text on both concrete and abstract topics, including technical discussions in his/her field of specialisation. Can interact with a degree of fluency and spontaneity that makes regular interaction with native speakers quite possible without strain for either party. Can produce clear, detailed text on a wide range of subjects and explain a viewpoint on a topical issue giving the advantages and disadvantages of various options.

後に示すように、VET の結果によると受験した学生の大半は A レベルとなるが、OQPT の結果からは大部分の学生のレベルが CEFR の B レベルに相応する。A レベルは「Basic User」で B レベルは「Independent User」と広く定義されている。表 3 で目につく表現としては familiar / immediate relevance / need / simple / routine などがある。A レベルの言語使用者は、個人的な身近な話題について頻繁に使用される基礎的な表現を理解・使用することができるが、複雑で抽象的な表現を理解したり発話したりすることはできない。VET のスコアから分かることは、大半の学生が A レベルであり、A1 レベルでは、一般的な会話速度では言語処理できず、話し相手にゆっくりと明瞭に話してもらうなどの対応が必要となる。

表 4. VET・VWT・OQPT のスコアと CEFR レベルの対応表

CEFR	VET	VWT	OQPT
>A1	20-25		0-9
A1	26-35	20-29	10-17
A2	36-46	30-43	18-29
B1	47-57	44-53	30-39
B2	58-68	54-66	40-47
C1	69-78	67-76	48-54
C2	79-80	77-80	55-60

なお、VWT は設問の詳細指示は英語で示され、またキーボードからの回答が前提となるため、中学・高校でキーボードを使って英作文を行う経験のほとんどない日本人英語学習者にとっては、大学生といえどもコンピュータ教室などでの英語学習経験をある程度積んだ段階でないと、意味のあるスコアが得られない。

3. 被験者と受験時期

2004 年度以降に早稲田大学法学部に入学する新入生は 800 名前後であるが、データ収集の対象となる新入生はこのうち 3 クラス 60 名弱から 90 名強であり、人数として 1 割前後、1 年生全体から無作為抽出などの統計的分析にふさわしい方法で選別されたわけではなく、たまたま特定のクラスに割り振られたということであるため、その代表性には若干の疑念が残る。しかし、より代表性の高いこれを代替するデータは存在しない。また、少なくとも VET につては 2000 年度から 2017 年度まで、分散以外はほぼ同様な数字を示しているため、法学部の新入生全般の英語運用能力について知る一つの指標として十分な意味があると考えている。(分散については、特定少数の学生が極めて高いスコアを得たときに大きな値となるため、年度によって変動が見られる)

2015 年度には早稲田大学法学部 1 年生に在籍する 62 名が参加した。実施期間は 2015 年度の年間を通して行い、VET と VWT は各 4 回、OQPT は 3 回実施した。VET

については 2015 年度春秋学期開始・終了に合わせて 4 月初旬・7 月上旬・9 月下旬・1 月上旬の授業時に試験用紙を配布し、できるだけ速やかに受験することという指示を出し、ほぼ全員が2週間以内に受験を完了した。VWT についてはほぼ同時期に（春学期初めは学生のコンピュータへの習熟を考慮し少し遅れて）授業時に実施した。OQPT については、連休前の 4 月最後の授業で授業時間内に 30 分を使って実施し、7 月、12 月にも同様に実施した。OQPT には同レベルの Version 1 と Version 2 があり、1 回目は前者を、2 回目と 3 回目は後者を使用した。全 62 名の被験者中、VET と VWT を全て予定通りに受験し、スコアが算出された学生は 53 名であった。この 53 人は OQPT もほぼ全員が全 3 回を受験したため（4 月 52 名、7 月 53 名、12 月 50 名）、以下の分析ではこの 53 人を対象としている。

同様に 2016 年度には 91 名の 1 年生のうち、74 名についてスコアが整っており、OQPT も全員が全 2 回を受験したため、以下の分析ではこの 74 名を 2016 年度のデータ対象とする。(2013 年度から 2016 年度までのデータにより、OQPT についても大体の傾向は明らかになっている。また、VWT は 2015 年度に初めて実施したため、教室での実施に際して授業担当者が若干不慣れなところもあり、実施時間が 60 分近くと一回の授業時間の大部分を使ってしまうため OQPT の実施回数を減らして対応した）

4. データ分析

4.1. 記述統計量

VET、VWT、OQPT の総合点の記述統計量を受験回毎に表 5 から表 10 にまとめる。

表 5. 2015 年度 VET 受験回別記述統計量(n=53)

	4 月	7 月	9 月	12 月
平均	38.89	41.47	40.57	42.42
標準分散	6.77	6.45	6.18	5.54
最低	27	29	25	31
最高	55	62	56	60

表 6. 2016 年度 VET 受験回別記述統計量(n=74)

	4 月	7 月	9 月	12 月
平均	38.16	40.49	39.42	41.11
標準分散	5.39	5.66	6.28	5.62
最低	27	29	27	32
最高	62	59	63	62

表 7. 2015 年度 VWT 受験回別記述統計量(n=53)

	4 月	7 月	9 月	12 月
平均	41.45	44.08	44.51	47.75
標準分散	7.32	8.17	8.00	7.94
最低	20	20	22	22
最高	62	66	64	67

表 8. 2016 年度 VWT 受験回別記述統計量(n=74)

	4 月	7 月	9 月	12 月
平均	41.24	43.55	44.04	45.70
標準分散	6.79	6.78	7.12	6.78
最低	26	24	25	28
最高	58	62	58	60

表 9. 2015 年度 OQPT 受験回別記述統計量

	4 月 (n=52)	7 月 (n=53)	-	12 月 (n=50)
平均	37.08	38.06	-	38.24
標準分散	6.57	5.98	-	6.44
最低	20	25	-	21
最高	50	48	-	50

表 10. 2016 年度 OQPT 受験回別記述統計量

	4 月	7 月	-	-
平均	36.28	37.70	-	-
標準分散	6.07	6.36	-	-
最低	20	21	-	-
最高	50	50	-	-

VET・VWT の平均点を年度初めの 4 月と年度末の 12 月で比較すると、向上していることが明瞭である。対応ありの t 検定をそれぞれ行った結果、統計的な有意差($p<0.05$)が見られた。一方 OQPT の平均を 4 月と 12 月で比較すると、若干向上しているものの、それほど大きな差はなく、対応ありの t 検定を行った結果、統計的有意差は見られなかった($p>0.05$)。

上記の記述統計量のまとめからすると、比較的少数の学生のスコアから一般的な傾向を述べようとしているように見えるかもしれないが、筆者たちは 2000 年度から毎年の法学部新入生のうち 50 人から 100 人弱程度のデータを取得しており、少なくとも Versant English Score のスコアについて、その傾向に大きな変動がないことを見てきている。2006 年度から 2011 年度までの Versant English Test の受験者数と総合点の記述統計量の一部を年度別にまとめたのが次の表 11 である。（鈴木・原田による一連の報告 [1] ・[2]・[4] を参照されたい。）

表 11. 年度別記述統計量

年度	N	平均	標準偏差	分散	最高	最低
2006	90	37.27	6.95	48.31	62	21
2007	74	37.26	8.27	68.39	66	23
2008	74	36.01	6.43	41.41	51	23
2009	71	37.11	5.90	34.82	49	25
2010	86	37.30	7.47	55.86	80	23
2011	97	37.43	6.00	36.02	53	20

平均点は各年度 36 点・37 点前後であり、大きな変動がないことが見て取れる。一元配置分散分析による統計分析でも、平均点の差には統計的な有意差は見られなかった。[F(5,486) = 0.45, n.s.]

4.2. CEFR からの考察

各テストのスコアから CEFR レベルに換算し、受験月別にどのような分布になるか、表 12 から表 17 にまとめた。

表 12. 2015 年度 VET から CEFR レベルへ換算 (n=53)

CEFR	4 月	7 月	9 月	12 月
A1	19 (35.8%)	8 (17.0%)	10 (18.9%)	6 (11.3%)
A2	27 (50.9%)	36 (67.9%)	36 (67.9%)	35 (66.0%)
B1	7 (13.2%)	6 (11.3%)	7 (13.2%)	11 (20.8%)
B2	0 (0%)	2 (3.8%)	0 (0%)	0 (0%)
C1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
C2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 13. 2016 年度 VET から CEFR レベルへ換算 (n=74)

CEFR	4 月	7 月	9 月	12 月
A1	25 (33.8%)	19 (13.5%)	18 (24.3%)	7 (9.5%)
A2	44 (59.5%)	56 (75.7%)	48 (64.9%)	57 (77.0%)
B1	4 (5.4%)	6 (8.1%)	7 (9.5%)	9 (12.2%)
B2	1 (1.4%)	2 (2.7%)	1 (1.4%)	1 (1.4%)
C1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
C2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 14. 2015 年度 VWT から CEFR レベルへ換算 (n=53)

CEFR	4 月	7 月	9 月	12 月
A1	3 (5.7%)	1 (1.9%)	2 (3.8%)	2 (3.8%)
A2	32 (60.4%)	22 (41.5%)	21 (39.6%)	10 (18.9%)
B1	16 (30.2%)	25 (47.2%)	23 (43.4%)	30 (56.6%)
B2	2 (3.8%)	5 (9.4%)	7 (13.2%)	10 (18.9%)
C1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.9%)
C2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 15. 2016 年度 VWT から CEFR レベルへ換算 (n=74)

CEFR	4 月	7 月	9 月	12 月
A1	3 (4.1%)	1 (1.4%)	4 (5.4%)	1 (1.4%)
A2	41 (55.4%)	38 (51.4%)	27 (36.5%)	26 (35.1%)
B1	28 (37.8%)	28 (37.8%)	35 (47.3%)	39 (52.7%)
B2	2 (2.7%)	7 (9.5%)	8 (10.8%)	8 (10.8%)
C1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
C2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 16. 2015 年度 OQPT から CEFR レベルへ換算

CEFR	4 月 (n=52)	7 月 (n=53)	12 月 (n=50)
A1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
A2	7 (13.5%)	4 (7.5%)	3 (6.0%)
B1	25 (48.1%)	25 (47.2%)	27 (54.0%)
B2	19 (36.5%)	21 (39.6%)	16 (32.0%)
C1	1 (1.9%)	3 (5.7%)	4 (8.0%)
C2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表 16. 2016 年度 OQPT から CEFR レベルへ換算

CEFR	4 月	7 月
A1	0 (0%)	0 (0%)
A2	14 (18.9%)	9 (12.2%)
B1	40 (54.1%)	32 (43.2%)
B2	18 (24.3%)	31 (41.9%)
C1	2 (2.7%)	2 (2.7%)
C2	0 (0%)	0 (0%)

2015年度のスコアを例にとると、リスニングとスピーキング力を測定するVETでは、大多数（85%程度）の学生がA1とA2レベルにあるが、リーディングとライティング力を測定するVWTでは大多数がA2とB1レベルになる。回答が選択式であるため、言語産出が必要とされないOQPTでは、学生はB1とB2レベルにあると判定される。さらにVETでの4月と12月のCEFRレベルの分布を比較すると、4月ではA1とA2で全体の86.7%を占めていたが、12月ではA2とB1が86.8%を占めるようになり、分布がシフト（点数が向上）したことが観察される。詳細な数字はさておき、全体の傾向として同様の年度内の変化が毎年見られている。

VWTを見てみると、2015年4月時点での分布はA2とB1が90.6%を占めていたが、そのうちの60%以上がA2だった。しかし、12月になるとB1レベルの学生数が56.6%まで増加した。こちらもVETと同様に分布がより上位のレベルへとシフトしたことが明確である。

これに比して、OQPTの結果からはこのような年度内の分布の変化は見られず、データ分布は比較的一貫していた。OQPTでは4月からC1レベルの学生が1名であるが存在し、C1の学生数が若干の増加傾向にあった。

5. 考察

VET・VWT・OQPTでは各テストが英語能力試験ではあるものの、テストの構成概念や評価対象のスキルなどが異なる。本研究がこのように3つの異なるテストを用いることで示唆されるところはいくつかある。

「日本人英語学習者はリスニングやスピーキングが弱く、リーティングやライティングは比較的良い」と一般的に言われるが、本研究のデータは、相対的なレベルについてある程度これを反映している。「知識型のマークテストでは得点が取れるが、実際に英語を使用することはうまくできない」という相対的な比較も反映している。

鳥飼は[2]でTOEICとTOEFLのスコアを中心に、時系列的・国際的な比較を試みている。（受験者が英語学習者のどの層に対応するか配慮してスコアを解釈する必要があることを忘れてはならないが、）TOEFLのスコアに関して、鳥飼は「日本はリスニングもよくはないが、文法もダメ、読むのも弱い。」(p.99)と「読み書きはできるが会話はだめ」というありがちな誤解を正した上で、「『実践的コミュニケーション能力』育成に大きく指導方針が転換し、限られた授業時間内に聞くこと、話すことの指導に重点が置かれたのであるから、結果として「読む力」が相対的に弱くなったのは理解できるとしても、それを補うだけの『リスニング力』が高まっているわけではないのはなぜなのか。」(p.107)と2000年前後の中学・高校の英語教育の課題を指摘している。

大学で英語を担当する教員の実感としては、2017年においても、中学・高校の英語学習段階で口頭表現やコミュニケーションの訓練どころか、教科書の内容に即した聞き取り練習やテキストの音読など、音声面の基礎練習すら十分に実施されていないのではないかという印象が払拭できず、新入生の（語彙・文法・読解などの）基礎学力は（他の教科と同様に）低下しているという印象が強い。残念ながら、日本における学力テストの多くは、偏差値に代表されるように母集団内の相対的評価を目的とするので、この点を裏付ける、あるいは否定するような客観的で広範囲にわたる時系列的なデータは、広く公開される形で国内に存在しない。

知識型のOQPTで学生がB1とB2レベルであることは、対象となる学生がいわゆる「偏差値」が比較的高い大学・学部に所属していることと、入学試験において英語が一定の割合を占めている点から、当然予想される結果ではあるが、リスニング・スピーキングやリーディング・ライティングの運用能力に比較して知識のレベルが高いといっても決してC1ないしC2レベルの学生が大多数というわけではなく、英語知識の学習到達度としても「仕事で英語が使える」まで高いレベルではない。英語運用型試験となるVETやVWTでは、その知識すら有効に利用できていないことがわかる。リアルタイムでの処理が必要とされるVETでは大多数の学生がCEFRの定義によるとA1とA2レベルであり、CEFRによる「Basic User」となり、長年の英語教育の課題の一つである「使える英語」の達成への道のりは遠い。（知識と運用の乖離については[5]で報告し、[6]で対応策について検討したうえで[7]で日本人英語学習者のwh-疑問文に対する知識と習熟度が低い点を指摘している。）

VETに比べてVWTのスコアが高く、CEFRで1レベルほど上と判定される理由はまだ明らかにできていないが、1990年代から東大二次試験を嚆矢として国立大学に広まった英語「自由英作文」のwashbackとして捉えることができるかもしれない。国立大学受験を意識する高校生は、対応策の徹底度は異なるとはいえ、入試当日の限られた時間の中で1パラグラフから数パラグラフの回答を英文でまとめることを求められるようになったため、1980年代までに比べると2010年代になってライティングについてある程度の向上が見られたとしても不思議ではない。

年間でのスコア向上もVETについては標準測定誤差をかろうじて超える程度であるのに対して、VWTについてはある程度明確な上昇が見られる。対象となった学生

は授業の中で年間を通じて比較的集中的な口頭での発話（質問に対する応答）と作文の訓練を授業の中で繰り返している。90 分の授業時間の中で 30 分弱の応答練習（3 人ずつのグループで質問に対して回答する練習）と 20 分弱の小グループでの発表と質疑応答の練習を毎週繰り返すとはいえ、冷静に一人が英語の産出に用いる授業内の時間を計算すると、応答練習で 1 回の発話時間は 45 秒と想定しており、30 分の応答練習で一人が発話する時間はせいぜい 3 分程度である。少人数でプレゼンテーションと質疑応答を行う練習でも、一人当たりの発話時間はどのように多めに見積もっても 3 分に満たない。一方、作文に費やす時間は、当初は 90 分の授業の中で 40 分程度、その後だんだんと切り詰めていくが、隔週で授業内に 20 分から 30 分近い時間を費やし、宿題としては 1 時間から 6 時間ぐらいを費やす学生がいるため、授業外に英語で発話する時間がほとんどないと見込まれる点と比較すると、年間の産出時間においてスピーキングとライティングでは 10 倍から 100 倍の違いがあることになる。

話し言葉であれ、書き言葉であれ、英語をどれだけ容易にリアルタイムで処理・産出・運用していけるようにするかが「英語教育」と「グローバル人材育成」の課題であると捉え、どのように英語運用面において次のレベル（B レベル: Independent User）に導いていけるかが大学英語教育の急務である。

6. 謝辞

本稿で紹介する早稲田大学法学部 1 年生からのデータの収集並びに分析にあたっては、早稲田大学特定課題研究助成費（特定課題 B）課題番号 2016B-022『日本人英語学習者の疑問文産出能力：現状調査と形態統語処理自動化による運用能力向上』（研究代表者：原田康也）・早稲田大学特定課題研究助成費（基礎助成）：課題番号 2016K-028『英語疑問文構築のための形態統語処理能力の現状調査と向上訓練』（研究代表者：原田康也）・科研費基盤研究(C)：課題番号 16K02946『英語コミュニケーションにおける統語的プライミングを利用した統語処理の自動化促進』（研究代表者：森下美和）・科研費基盤研究（B）：課題番号 15H03226『日本人英語学習者のインタラクション（相互行為）を通じた自律的相互学習プロセス解明』（研究代表者：原田康也）・科研費基盤研究(A)：課題番号 26244031『学習による気づき・注意機能および相互的同調機能と第二言語情報処理の自動化プロセス』（研究代表者：横川博一）・科研費基盤研究（B）：課題番号 26285163『外国語力と外国語副作用の関係：外国語力が等しければ思考力の低下量も等しいか？ 』（研究代表者：高野陽太郎）・早稲田大学特定課題研究助成費（基礎助成）：課題番号 2015K-025『言語処理短期記憶の強化による英語処理の自動化と運用能力向上の実証』（研究代表者：原田康也）の助成を得ている。

参考文献

[1] 鈴木正紀・原田康也, 「大学新入生の英語リスニング・スピーキング熟達度の定点観測」, 電子情報通信学会技術報告, vol. 111, No. 320, pp. 37-42, 2011 年 11 月 19 日.
[2] 鈴木正紀・森下美和・原田康也, 「言語技術の言語評価への応用：多様な英語能力の測定」, 電子情報通信学会技術報告, vol. 116, No. 77, pp. 41-46, 2016 年 5 月 28 日.
[3] 鳥飼久美子, 「TOEFL・TOEIC と日本人の英語力」, 講談社現代新書 1605、講談社, 2002 年 4 月 20 日.
[4] 原田康也・鈴木正紀, 「大学新入生の英語リスニング・スピーキング熟達度の定点観測に向けて」, 電子情報通信学会技術報告, vol. 110, No. 63, pp. 21-25, 2010 年 5 月 21 日.
[5] 原田康也・森下美和, 「日本人英語学習者の言語処理と言語運用能力：Versant English Test のスコアを中心に」, 信学技報, vol. 113, No. 174, pp. 1-6, 社団法人電子情報通信学会, 2013 年 7 月 27 日.
[6] 原田康也・森下美和, 「大学英語教育における知識と運用の統合：文法知識の運用課題と実体的コミュニケーションの場の提供」, 電子情報通信学会技術報告, vol. 114, No. 385, pp. 19-24, 2014 年 12 月 13 日.
[7] 森下美和・原田康也, 「日本人英語学習者の wh 疑問文の知識と運用に関する調査：習熟度の観点から」, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, pp. 947-951, 日本認知科学会, 2015 年 9 月 18 日.
[8] 文部科学省, 高大接続システム改革会議「最終報告」, 2016 年 3 月 31 日. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/toushin/__icsFiles/afieldfile/2016/03/31/1369233_01_2_1.pdf [最終アクセス 2016 年 5 月 12 日]
[9] Pearson, Versant English Test – Test Description and Validation Summary, Menlo Park, CA, 2013.
[10] Pearson, Versant English Test Can-Do Guide, Palo Alto, CA, 2003.
[11] Pearson, Versant Writing Test – Test Description and Validation Summary, Menlo Park, CA, 2013.
[12] Oxford University Press. (2004). Quick placement test. Oxford: Oxford University Press.
[13] Council of Europe, Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (CEFR), 2001. http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework_EN.pdf [last accessed 2014/06/03]

電子書籍の“違和感”と小説の表層的／深層的理解度との関係
A Relationship between "Uncomfortable Feeling" in Reading Electronic Books and Intelligibility of Paper Novels

後藤 靖宏
Yasuhiro Goto
北星学園大学文学部　心理・応用コミュニケーション学科
Faculty of Psychology and Applied Communication, School of Humanities, Hokusei Gakuen University
goto@hokusei.ac.jp

Keywords — Electronic Books, "Uncomfortable Feeling", Paper Novels

1. はじめに

本研究の目的は，電子書籍の文章の深層的な理解度を“通常書籍”のそれと比較し，電子書籍に対する“違和感”があるかどうかを明らかにすることである．本研究では，電子書籍を，高木(2010)[1]に倣って紙の書籍の電子版と定義し，従来通りの紙の書籍を通常書籍と呼んで両者を区別することとする．

これまで，電子書籍に関して，文章の読了時間や理解度といった読みの一般的な性質について，通常書籍のそれと比較した知見がいくつか報告されている．例えば，高野・大村・柴田(2011)[2]は電子書籍の読了時間について調べている．具体的には，通常書籍，iPad, Kindle, およびノートパソコンにおける読書速度を比較した．その結果，ページめくりを含む場合において，Kindle の読書速度は，通常書籍と iPad よりも遅いことが明らかとなった．また，寇・椎名(2006)[3]は，電子書籍端末，通常書籍，および 2 種類のパソコンディスプレイを用いて，文章の読み方を統制する統制条件と文章の読み方を統制せずに自由に読ませる自由条件とで文章の理解度を比較した．その結果，統制条件において通常書籍の理解度が，他のデバイスよりも高くなることが明らかとなった．これら以外にも，電子書籍は，通常書籍と比較して，文章が頭に入りくく，読了後の満足感が欠けるという報告(宮地，2013[4])もなされている．

こうした知見を踏まえ，後藤(2017)[5]は，電子書籍の読了後にしばしば報告される“満足感が十分ではない気がする”といった感想や，“情報をきちんと読み取れていないのではないか”といった主観的な感覚に着目した．そして，電子書籍に対する，こうしたいわば“違和感”の実態を調べるために，電子書籍の読了時間と文章の理解度を通常書籍のそれと比較した．具体的には，電子書籍に一度も触れたことがない者とほとんど操作したことがない者を対象に，電子書籍と通常書籍のどちらか一方のデバイスで小説の一部を読ませて読了時間を測定し，文章の理解度テストを回答させた．このテストは，文章中に明示的に記述されている内容を問うものであった．実験の結果，電子書籍と通常書籍の読了時間と理解度テストの点数のいずれにおいても顕著な差はみられなかった．このことから後藤(2017)[5]は，電子書籍の“違和感”は，読了時間や文章の理解度とは直接的な関係はないと結論づけた．

さて，上述したように，後藤(2017)[5]で使用された文章の理解度テストとは，文章中に明示的に記述されている内容を問うものであった．これは阿部・桃内・金子・李(1994)によれば，文章の表層的な理解度を測定したことになる．すなわち，後藤(2017)[5]の結果は，電子書籍の“違和感”は，少なくとも読了時間と文章の表層的な理解度については直接的な関係がないということになる．逆にいえば，電子書籍の“違和感”は，文章の表層的な理解以外との関連性はまだ議論されていないということにもつながる．従って，電子書籍の“違和感”の特徴を明らかにするためには，表層的な理解度について調べるだけでなく，後藤(2017)[5]よりも深い文章の理解度について調べることが必要となってくる．Van Dijk and Kintsch(1983)[6]によれば，文章の理解にはいくつかのレベルがあり，文章の表層的表現に対するレベルから深層的なレベルまで，言語的なレベル，概念的なレベル，および全体表象的なレベルの 3 つに分かれるという(阿部ら，1994[7])．すなわち，文章の深層的な理解度を調べることによって，電子書籍の読みの性質が通常書籍と全く同じなのかどうかを明らかにでき，その結果，電子書籍の“違和感”が，文章の理解度と関係があるのかどうかも明らかになる．

本研究では，文章の深層的な理解度を測定するためには，その材料として小説が適切と判断した．阿部ら(1994)[7]によれば，小説では文と文の関係性を理解しなければ，文章には直接的に表現されていない登場人物のセリフや行動の心情を把握できないという．従っ

て，文章には直接的に表現されていない登場人物の心情を把握できるかどうか調べることで，文と文の関係性を正確に理解できているかを明らかにできると考えられる．また，文と文の関係性を把握できているかどうか明らかになれば，文章を深いレベルで理解できているかも明らかとなる．以上を考えると，小説を用いて文章には直接的に表現されていない事柄について問うことで文章の深層的な理解度を測定できるであろう．

そこで，以下の実験では，小説に対する感想を書かせる感想問題と，登場人物のセリフに対する心情を書かせる記述問題の 2 つを準備した．これは，読み手が自身の考えを深めたり，感動を他の人に伝えたいと思ったりする活動は，感想文を書くという行為に表れる(阿部ら, 1994[7])からである．また，登場人物の心情やセリフ，あるいは行動の原因などを考えるということは，必然的に文章の意味的なつながりを理解することにつながる(阿部ら, 1994[7])ものであり，登場人物のセリフに対する心情を書かせる記述問題に回答させることでも深層的な理解度を測定できると考えられる．このように，感想問題と記述問題の 2 種類の問題を併用することで，文章の深層的な理解度を総合的に測定することができると期待される．

以上のように，本研究では 2 種類の深層的な理解度を測るテストを用い，同じ短編小説の電子書籍版と通常書籍版を読ませて両者の得点を比較することで，電子書籍の“違和感”の実体を明らかにすることを目的とした実験を行った．本研究の仮説は以下の通りである．もし，電子書籍に対する“違和感”の根拠が深層的な理解度の違いであれば，電子書籍と通常書籍の感想問題および記述問題の点数は異なるであろう．具体的には，感想問題および記述問題の両方の点数に違いが出るか，あるいは，両方に違いが出なくとも，どちらか一方には点数の違いが出るはずである．

2. 方法

被験者 北星学園大学に所属する学生 48 名(男性 11 名，女性 37 名，平均年齢 20.3 歳)であった．全員，後藤(2017)[5]の実験に参加していない者であった．

実験計画 1 要因の実験計画を用いた．要因はデバイス要因であり，水準は電子書籍端末条件と文庫本条件の 2 水準であった．これは被験者間要因とした．

装置 電子書籍専用端末(Amazon 製 Kindle Paperwhite 2012 年モデル)を用いた．

材料 知名度の低い短編小説を用いた．まず，本実験で使用する小説を決定するために，Amazon の Kindle ストアで入手できることと，文庫本で入手できることの 2 点を満たした小説の中から，知名度が低いと予想される 6 種類の小説を選択した．これらの小説のタイトル，著者名，および表紙の画像を本実験には参加していない大学生 10 名に提示し，タイトルと話の内容を知っているかどうかを回答させたところ，タイトルと話の内容を知っている者はいなかったため，「ありふれた手法」(星, 1990[8])を選び，本実験で使用することとした．この小説の中から挿絵がないこと，登場人物が 2 人以上いることの 2 点を満たした話を短編集より 4 話選出した(表 1)．

次に，深層的な理解度を測定するためのテストを作成した．テストは感想問題と記述問題に分かれていた．感想問題ではマス目の書かれた用紙を使用した．記述問題では，それぞれの話につき問題を 2 問ずつ作成した．表 1 にはまた，記述問題として使用した問題も合わせて掲載してある．1 問目は，例えば，「『男の声は自信に満ちたものになっていた』とありますが，なぜ男は自信に満ちた声になったのですか」といったように，ある 1 文の前後の関係性から，登場人物の心情を問う問題であった．2 問目は，例えば「主人公の男はどのような人物でしたか」といったような物語の全体の理解を問う問題であった．2 問とも回答は記述式と

表1. 本試行で使用した小説のタイトルと記述問題

タイトル	記述問題
吉と凶	1.「女占星術師に言われ，青年はほっとした．」という文章がありますが，なぜ青年はほっとしたのですか 2. 主人公の青年はどのような人物ですか
山道	1. 現在開かれているページに，「やった・・・」とありますが，なぜこのようなことを言ったのですか 2. 主人公の男はどのような人物ですか
振興策	1. 現在開かれているページに，「お願いです．いま，あなたさまにいなくなられては，わしの立場は……」とありますが，なぜこのようなことを言ったのですか 2. 主人公はどのような人物ですか
ありふれた手法	1.「男の声は自信に満ちたものになっていた」とありますが，なぜ男は自信に満ちた声になったのですか 2. 主人公の男はどのような人物ですか

した.

手続き 実験は騒音のない静かな部屋で個別に行った．被験者を机の前に座らせ，本調査は大学生の読書傾向の調査であることを説明した後，読み方の練習を開始した.

読み方の練習では，電子書籍端末条件，文庫本条件ともに「ホテルジューシー」(坂木, 2010)[9]を最初のページから 10 分以内に読める範囲を指定して読ませた．電子書籍端末条件では，Kindle の操作方法を記した操作マニュアルを使用し，操作の説明をした後，読ませるページについての説明を行い練習を開始した．文庫本条件では，読ませるページについての説明を行い，練習を開始した．どちらの条件でも，被験者には実験者の合図とともに読み始めること，読み終わったら実験者に伝えること，および読む際は実験であることをできるだけ意識せず，極力普段と同じように読むことを指示した．小説の範囲については，電子書籍端末条件では Kindle のハイライト機能を用い，灰色の線を引いた個所までを読ませた．文庫本条件では付箋を用い，付箋が貼ってある文の直前までを読ませた.

それぞれ読み方の練習をした後に，本試行を開始した．読む際は実験であることをできるだけ意識せず，極力普段と同様に読むこと，および指定の部分まで読み終わったら実験者に合図をするよう指示した．その後，文庫本もしくは Kindle は文字側を下にして被験者に手渡しし，実験者が合図を出し，文章を読ませた．読了後，文庫本もしくは Kindle を回収し，被験者に感想問題を配布した．表紙に性別と年齢を書かせた後，被験者に本試行で読ませた小説に対する感想を記述させた．記述の前には，先ほど読んだ小説についての感想を自由に記述すること，書き終わった時点で実験者に合図すること，用紙が足りなくなったら実験者に伝えること，および時間は最大で 15 分であることを説明した．この時間は，事前の調査で十分に感想を書くことが保障されている時間であった．感想の記述が終わった後，記述問題の回答に先立って，再び文庫本あるいは Kindle を被験者に渡した．これは，被験者に自由に読み返しを行わせ，記述問題の回答の際に問題文の文章を記憶していないという理由で回答できないことを避けるためであった．回答の前に，問題文をよく読み回答すること，回答の際は何度小説を読み返してもよいこと，時間制限はないこと，および 2 つの問題を回答し終えたら次のページに進み質問紙に回答することを伝えた．その際，同時に Kindle もしくは文庫本で問題の該当箇所のページを開いた状態で手渡しした.

記述問題の回答終了後，引き続き読書に関する質問紙に回答させた．質問紙では，本試行で読ませた小説を読んだことがあるか，電子書籍を使用した経験があるか，および読む本の冊数は何冊かをそれぞれ回答させた．以上の質問に加え，電子書籍端末条件のみ，電子書籍を使用して“違和感”があったかどうかと，実際に電子書籍を使用した感想を自由記述で回答させた．回答終了後質問紙を回収し，実験を終了した．実験の所要時間は約 25 分から 50 分であった.

3. 結果

分析の前に，回答に不備があったもの，および 1 年に読む本の冊数が 1 冊と回答した者の計 11 名分のデータを分析から除外した．この結果，電子書籍端末条件 19 名，文庫本条件 18 名の計 37 名分のデータが分析の対象となった.

まず，感想問題と記述問題の採点基準を示す．感想問題および記述問題の採点は，客観性を保つため実験者を含む 3 名で行った．感想問題の採点基準は，物語の内容を理解できているか，および記述に一貫性があるかという内容部分と，誤字脱字がないか，および段落分けが適切かという形式部分に分けて行った．内容部分は，物語の内容を理解できているか，および記述に一貫性があるかどうかを総合的に判断し，10 点満点で評価した．なお，形式部分は適切な段落分けがされていれば 1 点加点し，誤字脱字は 1 つにつき 1 点減点した．そして内容部分と形式部分を 9:1 の比率で合わせ点数化した. 記述問題は, 全部で 9 点満点であった．採点基準に照らし合わせ，当てはまっていれば 1 点加点する加点方式とした．感想問題および記述問題の詳しい採点基準は付録 1 および 2 に添付する.

まず，デバイス要因を独立変数とし，感想問題の点数を従属変数とした繰り返しのない t 検定を行った．その結果，電子書籍端末条件(M = 6.00)と文庫本条件(M = 5.84)では，感想問題の点数に有意な差はみられなかった(t[35] = 0.49, *n.s.*)．感想問題の平均点数を図 1 に示す.

次に，記述問題の点数を従属変数とした繰り返しのない t 検定を行った．その結果，電子書籍端末条件(M = 1.98)と文庫本条件(M = 2.11)では，記述問題の点数に有意な差はみられなかった(t[39] = 0.67, *n.s.*)．記述問題の平均点数を図 2 に示す.

4. 考察

本研究の目的は，電子書籍の文章の深層的な理解度

を通常書籍のそれと比較し，電子書籍に対する“違和感”があるかどうかを明らかにすることであった.

本研究の仮説は，もし，電子書籍に対する“違和感”の根拠が深層的な理解度の違いであれば，電子書籍と通常書籍の感想問題および記述問題の点数は異なるというものであった．具体的には，感想問題および記述問題の両方の点数に違いが出るか，あるいは，両方に違いが出なくとも，どちらか一方には点数の違いが出るはずであるというものであった．実験の結果，電子書籍と通常書籍の感想問題および記述問題の点数に違いはみられなかった．これらの結果を仮説に照らして考えると，電子書籍に対する“違和感”は深層的な理解度とは関係がないことを示している.

まず，電子書籍と通常書籍の感想問題の成績は統計的に違いはなかった．感想問題は，文章の全体的な流れをきちんと把握できているのかを問う問題であった. 今回の結果を踏まえると，電子書籍でも通常書籍と同様に，文章全体の基本的な流れや，文章の構成を理解することができたといえる．つまり，文章を構成する要素間の意味的なつながりの把握や，文を超えた意味的なつながりの理解ができていたことを示しており，文の集まりを文章として認識していた(阿部ら，1994[7])とも考えられる．そしてその結果，自身の考えを深めたり，感動を他の人に伝えたりしたいといった，より高次の認知的処理(阿部ら，1994[7])も，通常書籍と同様に生じていても不自然ではないであろう.

次に，記述問題について，電子書籍と通常書籍の成績は同じであった．これは，特定の文章を指定した場合でも，その文章の前後の流れや，文の意味的なつながりを理解していたといえるであろう．つまり，登場人物の心情，セリフ，あるいは行動の原因などを理解することができたと考えられる．さらに，文の意味的なつながりが理解できていたということは，文と文の関係性を理解した上で，情報の整理を行うことも可能であったことを示している．感想問題と記述問題の結果を合わせて考えると，文章全体の基本的な流れを理解することも，特定の文の前後の流れもどちらも把握することができるようである．これは，文を超えた意味的なつながりの理解をし，情報を整理しながら文章全体を理解するという(阿部ら，1994[7])一連の流れが電子書籍でもできているということであろう.

以上の結果から，文章の深層的な理解度において，電子書籍で小説を読む場合も通常書籍と同様に，その内容を理解することができていたと考えてよいであろう．後藤(2017)[5]の結果と合わせて考えると，電子書籍の文章の理解度は通常書籍と違いはないといえる．つまり，文章の表層的な理解度と深層的な理解度のいずれについても，等しく理解することができる.

こうした今回の結果は，寇・椎名(2006)[3]の知見と一部一致している．前述したように，寇・椎名(2006) [3]は電子書籍端末，通常書籍，および 2 種類のパソコンディスプレイを用いて文章の理解度を比較したところ，統制条件において通常書籍の理解度が他のデバイスよりも高くなった一方で，自由条件ではこれらのデバイス間に差はみられなかった．寇・椎名(2006) [3]が測定している文章の理解度は，本研究のそれとは必ずしも同じであるとは言い難いものの，基本的には，本研究や後藤(2017)[5]における表層的および深層的な理解度のどちらか一方か，あるいは両方の理解度について調べていると考えてよいであろう．そのため，電子書籍で自由に読書をさせる場合においては，電子書籍と通常書籍では基本的には文章の理解度に違いはないといえるであろう.

ここまでの議論を踏まえると，「電子書籍は内容が頭に入りにくく，読後の充足感に欠ける」といった感覚は，客観的な文章の理解度とは直接関係のない理由によって生じていると考えるべきかもしれない. 例えば，面谷(2003)[13]によれば，紙面と電子デバイスとでは主観的な見やすさや疲労度が異なるという．すなわち，紙はどの角度から見ても見え方の変化が少ないために，読み手も自由に姿勢や紙の置き方を変えることができ

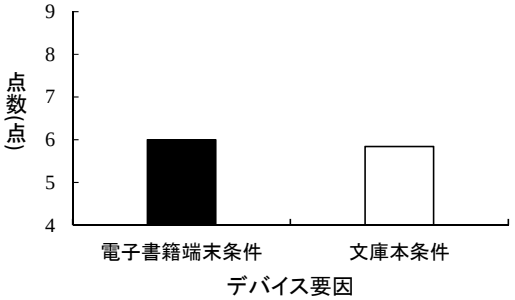


図1. 感想問題の平均点数

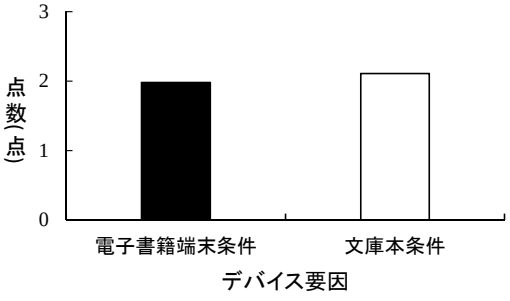


図2. 記述問題の平均点数

る．また，紙とその周囲の“明るさ”は基本的に等しいために，虹彩の調整や焦点の画面固定が起こりにくい(面谷, 2003) [13]．宮地(2013)[12]も主張するように，こうした事柄の結果として，通常書籍と電子書籍の見やすさや疲労感が異なれば，例え同じ理解度であっても，読後感に違いがあって当然であろう．

これまでの議論を総合的に考えると，電子書籍に対して抱かれている“違和感”は，文章の深いレベルでの内容を理解できないこととは関係がなく，電子書籍の文章の理解度は，通常書籍と同程度であり，通常書籍と同様の読みの性質を持っているとまとめることができる．そのため，電子書籍に対する“違和感”は，電子書籍と通常書籍の文章の表層的な理解度とも深層的な理解度とも直接的な関係はないと結論づけてよいであろう．言い換えれば，電子書籍に対する“違和感”というものは，後藤(2017)[5]が指摘するように，使用経験の少なさ，新しいデバイスに対する不安，あるいは“書籍は紙で読むべきである”などの，必ずしも合理的とはいえない先入観から発していると考えてよいであろう．

今後は，電子書籍の読みの性質を調べるために，電子書籍と通常書籍の文章の理解過程について調べることも有効であろう．なぜなら，文章の理解度は同じでも，その過程は異なっている可能性もある．文章の理解過程とは記憶，再認，あるいは要約など様々な要素で構成されている．これらの要素を詳細に検討することで，電子書籍の文章の理解過程の特徴を明らかにすることができるであろう．そして，電子書籍の読みの性質が詳細に検討されることで，電子書籍の“違和感”は読みとは本当に関係がないのかどうかも明らかとなるであろう．同時に，眼球運動測定や，電子書籍というデバイス固有の問題という側面から検証することも“違和感”を明らかにするためには有効であろう．例えば，電子書籍のページめくり時には，通常書籍とは異なる視線の動きをしている(新川・岩楯・松山・山田, 2012) [14]という知見や，電子書籍のディスプレイの問題が文章の読みやすさに影響を与えている(赤木, 2013)[15]という知見が報告されている．生理的な指標なども併用しつつ，こうした問題を詳細に調べることで，電子書籍の“違和感”を総合的に明らかにすることができるであろう．

5. 謝辞

本研究は佐々木帆波(2015 年 3 月卒業)と共同による．記して謝意を示す．

参考文献

[1] 高木利弘 (2010). 電子書籍の定義に関する歴史的考察. *情報学*, **7**(1), pp. 13-28.
[2] 高野健太郎・大村賢吾・柴田博仁 (2011). 短編小説の読みにおける紙の書籍と電子書籍端末の比較. *情報処理学会研究所*, **141**(2), pp. 1-8.
[3] 寇冰冰・椎名健 (2006). 読書における異なる表示媒体に関する比較研究―呈示条件が読みやすさに及ぼす影響について―. *図書館情報メディア研究*, **4**(2), pp. 1-18.
[4] 宮地忍 (2013). 印刷書籍と電子書籍の将来に関する一所見. *名古屋文理大学紀要*, **13**, pp. 27-32.
[5] 後藤靖宏 (2017). 電子書籍における“違和感”原因の解明－小説の理解度と読了時間に関する通常書籍との比較－. *日本認知心理学会第15 回大会発表論文集*,.
[6] Van Dijk, T., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Sandiego, CA: Academic Press.
[7] 阿部純一・桃内佳雄・金子康郎・李光五 (1994). *人間の言語情報処理 言語理解の認知科学*. 東京: サイエンス社.
[8] 星新一 (1990). *ありふれた手法*. 東京: 新潮文庫.
[9] 坂木司 (2010). *ホテルジューシー*. 東京: 角川文庫.
[10] 星新一 (1990). *ありふれた手法*. 東京: 新潮文庫.
[11] 寇冰冰・椎名健 (2006). 読書における異なる表示媒体に関する比較研究―呈示条件が読みやすさに及ぼす影響について―. *図書館情報メディア研究*, **4**(2), pp. 1-18.
[12] 宮地忍 (2013). 印刷書籍と電子書籍の将来に関する一所見. *名古屋文理大学紀要*, **13**, pp. 27-32.
[13] 面谷信 (2003). *紙への挑戦電子ペーパー 情報世界を変えるメディア*. 東京: 森北出版.
[14] 新川達矢・岩楯麻由・松山恵里・山田光穂 (2012). アンケートと行動分析による電子書籍と紙書籍の比較. *電子情報通信学会技術研究報告. IMQ, イメージ・メディア・クオリティ*, **112**(40), pp. 19-22.
[15] 赤木昭夫 (2013). *書籍文化の未来 電子本か印刷本か*. 東京: 岩波書店.

付録：感想問題および記述問題の採点基準

付録1. 感想問題の採点基準

	採点基準
内容	どれだけ物語の内容を理解しているか どれだけ文章の一貫性があるか （文章がめちゃくちゃでない，矛盾していない）
形式	適切な段落分けがされているか 誤字脱字はないか

付録2. 記述問題の採点基準

括弧の中の単語は，その単語でも加点することを示す．
以下の内容ではないが，正解だと思うものには△をつけさせ，3人中2人が△を付けた箇所は1点として加点した．

	番号	採点基準
吉と凶	1	一度目（最初）の占い師には散々な（不幸な，悪い）こと（未来）を言われた（占われた） 二度目（次の）の占い師には良い（幸せな）こと（未来）を言われた（占われた） 安心した 「幸運の星の元に･･･」と言われた
	2	仕事を上手くこなせる器用な性格 やりつくすと飽きる このまま平凡な生活が続いていくのかと将来に漠然とした不安がある 占いを素直に受け入れる 真面目
山道	1	宝を見つけることができた喜び 宝を見つけることができた達成感 宝を独り占めできる 夢で最後まで聞けなかったが，青年から宝のありかを聞くことができた
	2	（うなされている少年を心配したり水にウィスキーを混ぜたり）気遣いができる 人の話を最後まで聞かない 早合点する 強欲である（けち） 幽霊を信じる（素直）
振興策	1	事業に失敗してしまい自殺しようと思っていたが幽霊に救われた 幽霊のおかげで村は有名になり，損失もなくなった 幽霊がいなくなれば村は没落（衰退）してしまう 自分の生活も危うくなる
	2	気弱な性格 人の言うことを素直に信じてしまう 人が良い 誰かに頼る 村のことを考えている
ありふれた手法	1	自信がなく社会（仕事）でも家庭でも嫌われがちだった 青年に出会い，子供をチンピラ（悪いやつ）から助ける演技をしようとした 演技ではなく，本当にチンピラから子どもを守った（チンピラに勝った） 自分自身の力で勝ったと思い，勇気がでた（隠された実力があると思った）
	2	気が弱い 非社交的な性格 自信がない 純粋 人を疑わない

視線計測を利用した動画視聴支援システムの試作と評価実験
Prototyping and Evaluation of Video Viewing Support System Utilizing Gaze Measurement

森下 浩平[†]，西田 健志[‡]
Kohei MORISHITA，Takeshi NISHIDA
[†]大阪経済法科大学，[‡]神戸大学
Osaka University of Economics and Law, Kobe University
kohei@kobe-ocn.jp, tnishida@people.kobe-u.ac.jp

Abstract
In this paper, we propose a video viewing support system that is visually user-friendly and helps avoid users from overlooking important segments of the video by extracting gaze points from the analysis of the first author's gaze information and overlaying this gaze information onto the video.

In the evaluation experiment, it was found that the gaze points of the participants were closer to the sample points when markers were overlaid than when they were not, suggesting that the system can be effective in drawing attention to important segments of the video.

Keywords — Video Viewing Support System, Gaze Measurement

1. 研究の目的

多様な SNS や動画共有サービスの普及とスマートフォンなどデジタル端末の普及及び性能の向上により，誰でも簡単に動画撮影や情報発信ができるようになったことを受けて視聴できる動画コンテンツは急速な増加傾向にあるが，膨大な数の動画から目的や嗜好に合ったものを探し出し，1 つ 1 つの動画を視聴することは大変な時間と労力を伴う．

これまでにも見たい動画を効率良く探し，効率良く視聴するための工夫や研究は数多く行われている．色配置情報に基づいて映像を自動要約する研究や人手で動画にメタ情報などを付けるような研究，動画に対するコメントなど視聴者の反応を利用する研究などが存在する．しかし，これらの手法には，特定の動画ジャンルに特化した画像処理を行なうために利用できる動画が限られてしまう問題や，動画に十分な量のメタ情報を付けるためには多くの人手か視聴者による反応がなければならないといった問題点がある．

そこで，本研究では「視線」に着目し，視線計測機器を利用して，第一著者の視線情報から得た注視個所を「見どころ箇所」として記録し，その視線情報を視線マーカーとして重畳表示することで，動画コンテンツの見逃しを防止し，視覚的にも分かりやすい動画視聴支援システムを提案した．本システムの特徴は，特別な知識や技術，人手による作業を必要とせず，視線計測機器があれば動画を見るだけで動画の視聴を効率化できることである．

2. 実験

提案システムの効果を検証するため，11 名の実験参加者に視線マーカーを表示した場合と表示しない場合とで実際に動画を視聴してもらう実験を行った．本実験では，視線マーカーを表示した状態での動画視聴に対して実験参加者がどのように感じるかを調べるためにアンケートとインタビューを行なうとともに，視線マーカーの表示ありの場合と表示なしの場合とで実験参加者の視線がどのように異なるかを調べるために動画視聴中の視線を記録した．

3. 結果と考察

アンケート及びインタビュー結果からは，おおよそ半数の割合で視線マーカーによる支援効果があるとする回答を得た．しかし，同時に半数からは視線マーカーの存在が気になってしまい邪魔に感じるといった意見もあった．また，視覚表現の違い（アニメーションと実写）や視聴経験の有無によっても視線マーカーの要否が変わる可能性があるため，支援効果があったと断定することはできなかった．視線計測データ（以下，視線データ）からは，画面上に表示した視線マーカーが注視箇所を示すことで，実験参加者の視線位置はマーカーが非表示の場合に比べて，若干ではあるが，サンプルの視線との距離が

縮まっていることが分かったため，注目箇所に誘導する手段としては有効であることがうかがえた．

実験で判明した問題点として，視線マーカーに実験参加者の視線が引っ張られてしまうことが挙げられる．また本評価実験の問題点としては，視線マーカー表示の有無と 2 種類の動画をすべての実験参加者について同じ組み合わせで実験を行ってしまったため，上述の結果が視線マーカー表示の有無によるものなのか 2 種類の動画の違いによるものなのかを明らかにすることができなかったことが挙げられる．

4. 今後の課題

今後の課題としては，視線データを利用したよりよい動画視聴支援の方法を模索することに加えて，動画視聴支援の効果に対するより詳細な評価実験を行なうことが挙げられる．

人間が視覚情報から得る情報の影響力の比重は非常に大きいことが知られており，本研究においても支援効果の有効性の有無に関わらず，実験参加者の大多数に視線を集める訴求力が働いていたことが分かった．動画視聴の妨げにならない控え目でかつ訴求力を極力削がない視線マーカーのデザインや提示方法，あるいは視覚情報以外のフィードバック方法と連携することができれば，より効率的な動画視聴の手助けになるものと期待する．

参考文献

[1] 栗原一貴（2012），CinemaGazer: 動画の極限的な高速鑑賞のためのシステムの開発と評価，日本ソフトウェア科学会 Vol.29, No.4, pp293-304.

[2] 向後千春, 岸学 (1996), 字幕映画の視聴における眼球運動の分析，日本教育工学雑誌 20 (3), pp161-166.

[3] 丹羽宏介，東海彰吾，川本哲也，藤井俊彰，丸谷宜史，梶田将司，間瀬健二 (2011)，多視点映像視聴支援の為のソーシャルな視聴履歴の利用，情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング 2011-EC-19，pp1-6.

[4] 林織部，西村邦裕，阿部浩二，谷川智洋，廣瀬通孝（2009），大量動画視聴における注意誘導に関する研究，映像情報メディア学会技術報告 33 (21)，pp85-90.

[5] 松野祐典，栗原一貴，宮下芳明 (2012)，動画共有サイトでの視線共有の試み，情報処理学会インタラクション 2012 論文集，pp611-616.

[6] 山下智紀，矢吹太朗，佐久田博司 (2012)，動画共有サイトにおけるコメントを利用した動画自動タグ付け手法，第 74 回全国大会講演論文集 2012 (1)，pp721-722.

[7] Dan Jackson , James Nicholson , Gerrit Stoeckigt, Rebecca Wrobel, Anja Thieme, Patrick Olivier (2013), Panopticon: A Parallel Video Overview System , UIST '13 Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology，pp123-130.

[8] Evan F. Risko , Eleni Nasiopoulos , Tom Foulsham, Alan Kingstone (2014), Wearable computing: Will it make people prosocial?, British Journal of Psychology . Vol.106 , pp209-216.

日本語における知覚的挿入母音再考
Perceptual Vowel Epenthesis in Japanese Revisited

松井 理直
Michinao F. Matsui

大阪保健医療大学
Osaka Health Science University
michinao.matsui@ohsu.ac.jp

Abstract

"Perceptual Vowel Epenthesis", which Dupoux et al. (2011) proposed, is based on the coarticulation information in a consonant. This process will also have various impacts on the loanword formation, geminate consonants and vowel devoicing in Japanese. Especially, Tokyo Japanese has the postlexical process of High Vowel Devoicing/Deletion, whereby high vowels lose their vocal fold vibration typically between two voiceless consonants or at word final position. The problem of the vowel devoicing is whether the vowel remains or not. This paper explores the nature of Vowel Devoicing in Japanese, and insists that the perceptual vowel epenthesis is not "epenthesis" but the "real" vowel perception.

Keywords — Perceptual Vowel Epenthesis, Fricative Vowels, Electropalatography (EPG), Speech Perception, Plosive/Stop

1. 研究の目的

1.1 知覚的母音挿入という現象

「知覚的母音挿入 (perceptual vowel epenthesis)」とは、Dupoux, Kakehi, Hirose, Pallier, and Mehler (1999), Dupoux, Parlato, Frota, Hirose, and Peperkamp (2011) によって見い出された音声知覚様式の一種で、[ebzo] のような子音連続間に母音を知覚する現象を指す。彼らは、1 のような知覚実験を行うことで、この興味深い現象の特性について検証を行っている。

(1) a. [ebuzo]〜[ebzo] のように、"$V_1CV_2CV_3$" という音韻構造から "V_1CCV_3" という音韻構造に徐々に変化していく刺激連続体を、様々な言語の母語話者に聞いてもらう。

b. どのような言語の母語話者でも、音響的に V_2 が存在する時には (当然ながら) 母音を知覚する。

c. V_2 の音響情報が消失した刺激では、子音連続を許す英語母語話者やフランス語母語話者は「音響情報通りに」子音連続を知覚し、母音の知覚は生じない。

d. しかし、日本語母語話者やブラジルポルトガル語母語話者は、V_2 の音響情報が消失した刺激においても子音連続の間に母音を知覚する。

Dupoux らは、日本語母語話者やブラジル母語話者において、こうした知覚的母音挿入が起こるのは、音声知覚過程において調音結合の情報が取り出され、それが音素配列制約などの音韻知識と照合されることで、音響的に存在しない母音が理解されるのだと主張した。確かに日本語は基本的に開音節言語であり、撥音・促音を除き子音連続を許さない。その結果、実際の言語現象においても、英語などの閉音節言語から日本語に単語を借用する場合、子音が連続する箇所に対して母音が挿入されることが非常に多い。こうした言語知識のトップダウン処理とボトムアップな聴覚情報処理の相互作用として、知覚的母音挿入が行われる可能性は十分にあり得る。ただし、この主張が成立するためには、聴覚に影響を与える音響特性の面から、例えば [(e)bz(o)] 間には「(発音記号上ではなく) 音響的に母音が存在しない」ことが前提となっていなければならない。

1.2 日本語母音の特異性

知覚的母音挿入における問題は、少なくとも日本語において、「音響的に母音が存在しない」という前提がいかなる場合に成立するのかという点にある。通常、母音とは声帯振動を音源とし、呼気流の妨害を行わない調音のことを指す。英語の母音は、ほぼこの定義に合う。しかし、日本語の母音にこの定義が当てはまるとは限らない。その典型が、母音の無声化現象である。これは、本来有声であるはずの母音が声帯振動を失ってしまう現象のことを言う。東京方言では、「気候」「苦闘」のように、無声子音に挟まれた狭母音 (イ音・ウ音) はほぼ規則的に無声化を引き起こす。また非狭母音であっても、「心」「ほか」「墓」における第 1 モーラ目の母音に見られるように、無声子音に挟まれ、かつ句頭イントネーション (initial lowering) を起こす位置で無声化母音になることがある。

川上 (1977) は、こうした無声化母音の音声的実体

について (2) のような特性を主張した。前川 (1989) も、「秋から」の「き」は [kʲi̥] であるが、「明日」の「し」は [ɕi̥] と解釈してはならず、正しくは [ɕ] が少し延長したものであると述べ、川上の主張を支持している。

(2) a. 無声子音に先行する「し、す、ち、つ、ひ、ふ」は無声母音すら持たない。

b. 無声子音に先行する「き、ぴ、く、ぷ、しゅ、ちゅ」等は無声母音を持つ。

この川上の観察が事実であれば、知覚的母音挿入と深い関係を持つ。母音が脱落している (2a) であっても、知覚上は母音のイ音やウ音を理解できるのであるから、(2a) が事実であるなら、これはまさに知覚的母音挿入そのものと考えられるからである。

残念ながら川上は、(2) の客観的な証拠を示していない。そこで本稿では、まず (2a) が事実か否か、もし事実でないとすればなぜこうした記述がなされたのかという点を検証する。次に、そこから知覚的母音挿入現象の実体について考察を行う。結論として、無声化母音の調音的・音響的実体が無声の摩擦母音というべき特殊な調音であること、(2a) であっても母音が存在していることを論じる。その理由として、日本語には無声摩擦母音のみならず、通常の母音と同じく有声性を伴った摩擦母音が存在する証拠を示す。さらにこれらの性質から、日本語の破裂音は厳密には「閉鎖音」であり、破裂音の持つ開放部の摩擦成分は日本語では摩擦母音として機能していることを導く。このことは、Dupoux et al. (2011) が実験で用いた [ebzo] 等の「開放を持つ」破裂音が、英語母語話者などにとっては音響情報通りに「破裂子音」として認識されるが、日本語母語話者にとっては「閉鎖子音＋摩擦母音」としての価値を持つことに他ならない。したがって、日本語母語話者が [ebzo] の「子音連続」間に母音を知覚するのは、知覚的母音挿入というより、通常の母音と同様の知覚過程に依るものであると結論づけられる。

2. 歯擦音に後続する狭母音

2.1 エレクトロパラトグラフィ (EPG)

音声は言語における最も基本的な表現形式であるが故に、その仕組みについては古い時代から多くの関心が払われてきた。西洋の音声学や東洋の等韻学などは，いずれも古代インド音声学に直接の影響を受けた学問であるが，既に古代インドにおいて唇音・子音・硬口蓋音・軟口蓋音といった調音器官の位置に関する驚くほど正確な観察が行われている。しかし，そうはいっても口の中を直接観測する手法が未発達であった時代には，音声産出のメカニズムに関する観察は舌運動に関する主観的な印象や聴覚印象に頼らざるを得なかった。その影響は，現在の国際音声字母 (IPA 記号) にも残っている。例えばIPAの母音表は，舌の前後・舌の高低および円唇性という3つの分類基準を持つ。しかし，実際の調音における舌位の最高点はIPAの母音表通りにはならないことも少なくない。その典型例が英語の緊張母音／弛緩母音の対立で，[i] と [ɪ] あるいは [u] と [ʊ] の違いはIPAの母音表においては舌位が違っているように表現されているが，最も重要な差異は舌根の前進性にあることが分かっている。舌位による口腔空間の共鳴特性と同様に，舌根の前進性がもたらす咽頭空間もフォルマント周波数に影響を与えるため，聴覚的には正確な調音動態を捉えることが難しい。

舌を用いた調音動態を観測するための静的パラトグラフィは，こうした問題点を克服するために古くから利用されてきたテクニックである。この技法は、動的な調音器官である舌と，その動きを待ち受ける調音器官である口蓋の様子を，リングォグラム–パラトグラムという結果のペアで観察できるという利点を持つ。ただし，静的パラトグラフィは舌接触の最大点しか計測できず、調音における舌の継時的な調音動態を観測することには向かない。こうした静的パラトグラフィの欠点を克服した電子機器が，1970年代後半に開発されたエレクトロパラトグラフィであった。EPGは，人工口蓋床の上に一定数の電極を配置し，舌と電極が接触した時にその電極がスイッチの役割を果たして，外部の信号検出器に電流を流す仕組みを持つ。舌の接触がなくなると電流が流れなくなるため，継時的な調音動態の測定が可能であり，それゆえ動的パラトグラフィ (dynamic palatography) とも呼ばれる。図 **??** に，ある話者が「楠 /kusu/」という語を発話した時のスペクトログラムとパラトグラム遷移パターンを示す (サンプリング周期は 10ms)。いずれも横軸は時間で、EPG遷移パターンが2段以上になっている場合は、図の矢印に示すようにジクザグに読んでいく。なお、本稿ではスペクトログラムの最高周波数を 10kHz としている。

EPGにおける電極配置は，実験目的によって様々な形式が用いられてきた。時には，上歯をカバーする形で人工口蓋床を作り，歯と舌の接触まで計測した事例まで報告されている。ただし，電極配置が個々の実験で異なっている場合，多くの実験結果を比較して検討することが難しくなってしまう。そこで現在では，WinEPG (Articulate Instruments Ltd) で採用された電極配置を標準的なものとして

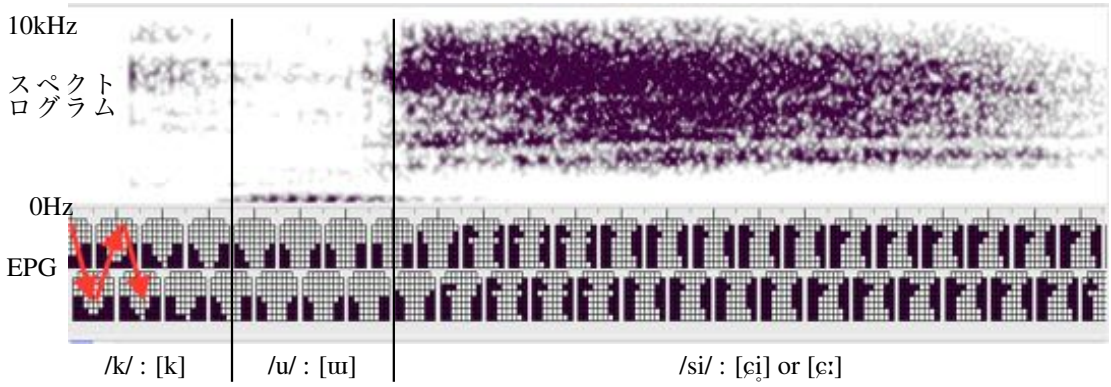


図 1 ：/i/ 音が無声化を起こした「櫛」の EPG 遷移パターン例

用いることが多い。これは，歯茎から後部歯茎までに電極を 4 列，硬口蓋から軟口蓋との境界部までに 4 列の電極を配置するよう標準化されたパターンである。側面方向は最前列の歯茎以外は 8 コラムずつ電極を配置するが，最前列の歯茎部分は幅が狭いため，ここだけ電極数は 6 コラムに減らす。上顎 (口蓋) の型に，この標準化パターンに従って電極の位置を決めた例を図 2 に示す。最終的に，このパターンに従って計 62 個の電極を人工口蓋に埋め込む。

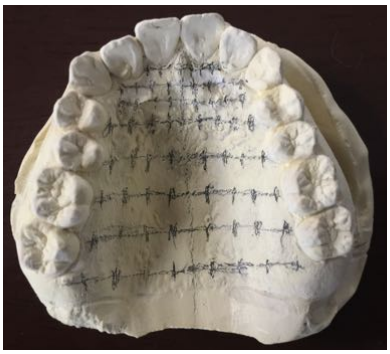


図 2 ：口蓋型と電極の配置パターン

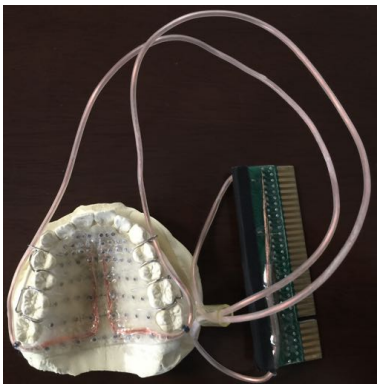


図 3 ：EPG 用人工口蓋床

電極と調音位置との関係については，最も大雑把に調音位置を把握するなら前部 3 列を歯茎，残り 5 列を硬口蓋として解釈することが多い。IPA が定める肺臓気流音の調音位置と対応させる場合は，図 4 のように前列 2 列を歯茎，その後の 2 列を後部歯茎，次の 3 列を硬口蓋，最後の 1 列を軟口蓋の最前部と解釈するのが妥当であろう。図 1 で言うなら，第1音節の [ɯ] において硬口蓋後部から軟口蓋にかけてのみ舌の接触が見られる。こうした特徴は，後部歯茎の母音や軟口蓋子音が典型的に持つ。そこから第2音節の [ɕ] にかけて時間と共に歯茎部分にも接触が広がっていく様子から，調音結合の時間的推移を知ることができる。

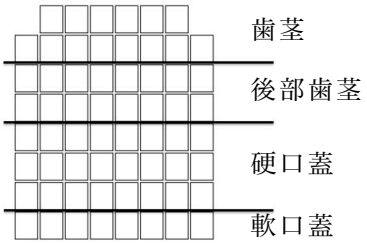


図 4 IPA 記号の調音位置との対応

ある一定時間の EPG 遷移パターンや、複数の対象者から得られた EPG パターンを平均化したものを、EPG 累積パターンと呼ぶ。発音というものは一回ごとに何らかの微妙な変異が起こるものであるが、EPG 累積パターンは標準的な発音がどのように行われているのかを知るのに役立つ。例として、図 5 に日本語の標準的な [i] 音と [ɯ] 音の EPG 累積パターンを示す。一般に、イ音は舌背中部 (前舌面) と硬口蓋で狭ば目を作る前舌母音であり、ウ音は舌背後部 (後舌面) と軟口蓋で狭ば目を作る後舌母音の性質を持つ。また、イ音もウ音も口腔内空間を摩擦が起こらない程度まで狭くする狭母音である。すなわち、ア音のような広母音と異なり、狭母音では口腔空間が狭いために舌縁が口蓋に接触しやすい。これらの性質を反映し、イ音とウ音の標準的な EPG 累積パターンでは、イ音では硬口蓋に明確な側面狭窄が現れ、ウ音では軟口蓋に側面狭窄が現れる。なお、EPG 累積パターンにおけ

る数字は、各電極への接触確率を表す。すなわち、数値の高い部分は当該調音にとって必要不可欠な安定した調音動態であることを示し、数値の低い部分は当該調音にとって本質的ではない動態であることを意味する。

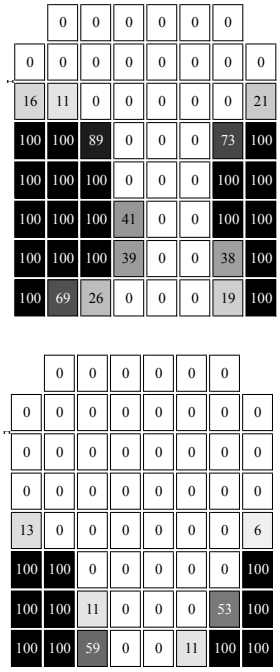


図5：標準的な [i] 音と [ɯ] 音の EPG 累積パターン

2.2 歯擦音に後続する狭母音の調音動態

この EPG の遷移パターンから、(2a) の特性を見直してみよう。図1は「くし」のシ音における母音 /i/ が無声化したもの、図6は「むし」のシ音が無声化していないものである。ここで、図1の第2モーラにおいても、図6の第2モーラにおいても、子音 [ɕ] の調音動態がモーラ全体で持続している点に注目されたい。特に、スペクトログラムに注目すると、図6の第2モーラ後半部でボイスバーが出現していることからも分かる通り、無声子音 [ɕ] の後に母音の有声性に起因する喉頭制御が行われていることは確実である。つまり、図6の第2モーラは、音声的に無声子音と母音の調音を持つ。しかし、それにも関わらず、舌の調音動態は第2モーラ全体で変動していない。このことは、子音 [ɕ] に後続するイ音が、図5で見た標準的な [i] 音とは異なった調音動態を持つことを意味する。すなわち、標準的な [i] 音では歯茎部に側面狭窄が存在しないのに対し、子音 [ɕ] に後続するイ音は歯茎部にまで側面狭窄を持つ。そして、その調音動態は歯茎硬口蓋摩擦音と変わりがない。

同様の性質は、子音 [s] に後続するウ音でも観察される。「靴」の EPG 遷移パターンを示した図7における第2モーラをご覧いただきたい。スペクトログラムを見ると、第2モーラの前半部ではボイスバーが出ておらず、無声子音の喉頭制御が行われ、第2モーラの後半部ではボイスバーが出現していて、母音の有声性に基づく喉頭制御が行われていることが分かる。すなわち、この調音でも第2モーラは音声的に明確な母音を持つ。それにも関わらず、EPG 遷移パターンを見ると、第2モーラ全体で [s] と等価な調音動態が続く。すなわち、標準的な [ɯ] 音は言うまでもなく歯茎部に側面狭窄を持たないが、[s] 音や [z] 音・[ts] 音・[dz] 音に後続するウ音は歯茎部にまで側面狭窄を持つ。そして、その調音動態は歯茎摩擦音とほぼ同一である。

2.3 言語類型論から見た摩擦母音

摩擦母音は、いうまでもなく一般的な母音の定義に当てはまらない。国際音声記号 (IPA) における母音の定義でも、母音とは、硬口蓋から軟口蓋までの口腔空間で発音され、呼気流の妨害がない調音を指すからである。歯茎部にまで側面狭窄を持ち、調音動態としては歯茎摩擦音 (および歯茎破擦音) や歯茎硬口蓋摩擦音 (および歯茎硬口蓋破擦音) と調音動態として違いのない母音は、IPA の発音記号においても合致するものが見当たらない。しかし Ladefoged and Maddieson (1996) によると、中国語やバンツー諸語では音韻体系として摩擦母音を持つという。また、母音の変異音として摩擦母音を持つ言語も存在する。例えば、青井 (2010, 2012) は、宮古諸方言などは母音の変異音として摩擦母音を持つことを静的パラトグラフィによって明確に示した。その摩擦母音は、記述的には「[s], [z] を発するを発する舌の位置で発せられる母音」であるという。この記述は、図7における第2モーラの /u/ 音に見られる性質と全く同一である。本稿では、中国語や琉球方言で使われている発音記号を踏襲し、イ音の変異音である舌端摩擦母音を [ɻ] で表し、ウ音の変異音である舌端摩擦母音を [ɹ] で表すことにしたい。[ɻ] の調音的音響的実態は [ʐ] とほぼ同一であり、無声化した [ɻ̥] の実態は [ɕ] とほぼ同一ということになる。同様に、[ɹ] の調音的音響的実態は [z] との違いがなく、無声化した [ɹ̥] の実態は [s] 音との違いがない。

2.4 川上による2種類の無声化母音と摩擦母音の関係

こうして見ると、川上が (2a) において、「母音が存在しない」と述べた理由が分かる。すなわち、母音が無声化したシ音 [ɕɻ̥] やス音 [sɹ̥]、あるいはチ音 [t͡ɕɻ̥] やツ音 [t͡sɹ̥] 音の調音的実態は、各々 [ɕː], [sː], [t͡ɕː], [t͡sː] となり、子音から「母音」への調音的遷移が起こらない。さらに言うと、無声化しないシ

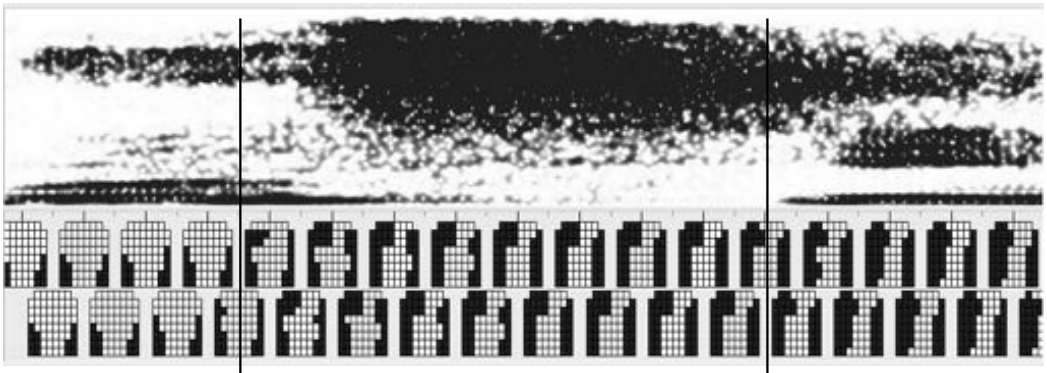


図 6 ：/i/ 音が無声化を起こしていない「無視」の EPG 遷移パターン例

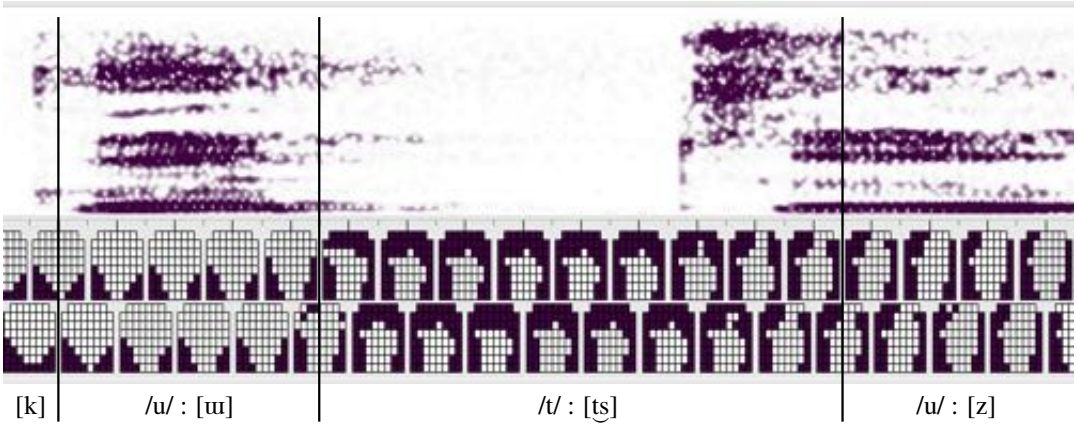
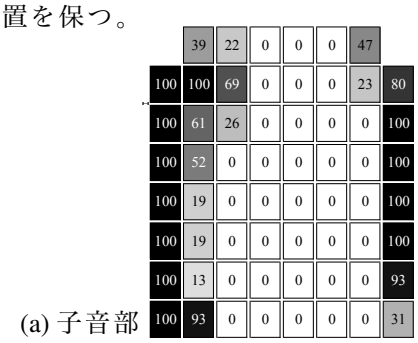
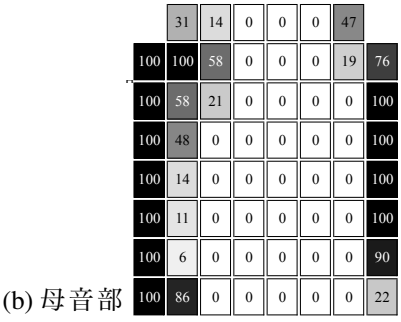


図 7 ：「靴」の EPG 遷移パターン例

音 [ɕɻ] やス音 [sɹ]、ジ音 [ʑɻ] やズ音 [zɹ] 音でも、[ɕʑ] ≒ [ɕɕ], [sz] ≒ [s̻s̻], [zː], [zː] となり、喉頭制御の違いは生じるものの、やはり口腔内における調音は一定の位置を保つ。

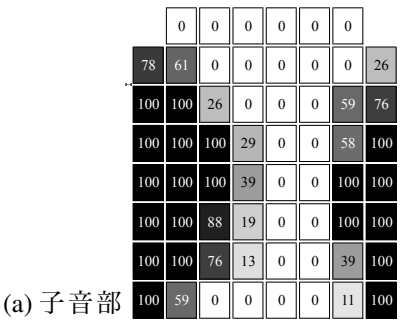


(a) 子音部

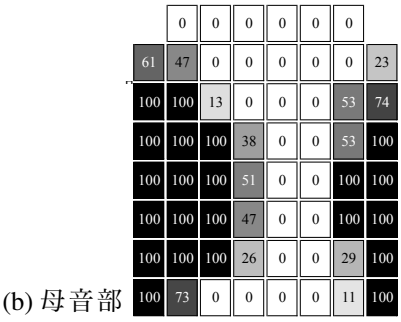


(b) 母音部

図 8 ：ス音の EPG 累積パターン



(a) 子音部



(b) 母音部

図 9 ：シ音の EPG 累積パターン

これに対し、川上が (2b) に分類した「シュ音」では、子音から母音にかけて調音動態の遷移が生じ、それは母音が無声化した場合でも変わらない。例

として、シュ音の母音が無声化した「クシュ(国)」のEPG遷移パターン例を図10に、EPG累積パターンを図11に示す。図から分かる通り、母音部ではウ音に特有の軟口蓋部分における側面狭窄が子音部よりも増大していることが見て取れる。スペクトログラムにおいても、無声化を起こしたス音・シ音では摩擦成分が安定して持続するのに対し、シュ音では時間と共に摩擦極周波数が低下し、極周波数遷移を伴う。これは、シュ音の子音部から母音部にかけて舌が徐々に後方に移動していることの何よりの証拠といってよい。言い換えるなら、シュ音の場合は母音が無声化し、摩擦母音への変異を起こしている場合であっても、明らかに通常のウ音の調音特性が残留する。川上はこの性質を持って、シュ音を(2b)に分類したのであろう。

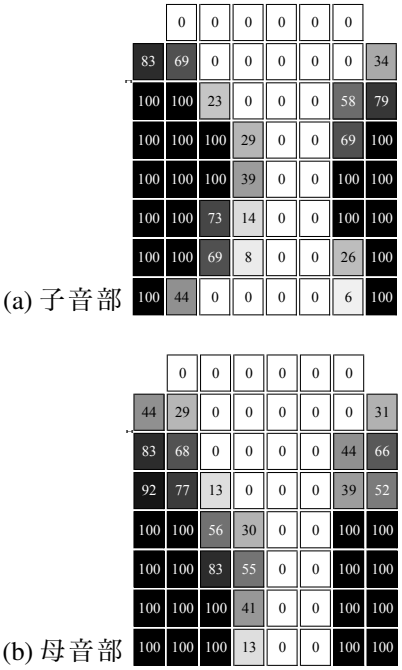


図11無声化を起こしたシュ音のEPG累積パターン

母音無声化については、母音が残留しているのかそれとも母音は脱落しているのかという点を巡って、長らく議論が行われてきた。しかし、これはあくまで母音が「IPAなどが定める通常の母音の調音」、すなわち硬口蓋から軟口蓋にかけての口腔空間内のみで母音の調音が行われるという前提の元での議論であったといえよう。しかし、摩擦母音を認め、かつ舌端摩擦母音の存在を認めるなら、母音無声化は母音脱落と考える必要はない。(2b)であれ(2a)であれ、母音の無声化は無声の摩擦母音への変異であり、その違いは調音動態の遷移があるのか無いのかという点に帰着される。さらに、母音無声化に見られる無声摩擦母音のみならず、有声の摩擦母音も存在するという事実は、母音が無声化を起こすか否かに関わらず、狭母音が摩擦音に変異しうる何よりの証拠であろう。

3. 破裂音・閉鎖音に関する知覚実験

3.1 知覚実験1：摩擦持続時間の影響

知覚的母音挿入に関するもう1つの問題は、摩擦の極周波数成分から母音の情報を直接知覚可能か否かという点にある。シュ音では、極周波数遷移部が摩擦子音に続く「後舌母音」の存在を示す手がかりとなっていると見てよいだろう。一方、ス音やシ音では音響的には後続母音を示唆する手がかりが欠落している。それにも関わらず[s]音の情報は母音/u/の知覚を、[ɕ]音の情報は母音/i/の知覚を引き起こす。その理由として、以下の2つの仮説が考えられる。

(3) a. これは知覚的母音挿入Dupoux et al. (1999, 2011)であり、実体としての母音ではない。知覚過程において、図**??**(a), (b)の音響情報からボトムアップに子音が理解され、日本語の音素配列に関する知識(促音を除き、無声子音には母音が後続するという知識)がトップダウンに掛かって、母音が認識される。

b. 日本語の/u/, /i/は、無声子音に後続する環境で「摩擦母音」という変異音持つ。その実体は図**??**(a), (b)で、母音の知覚がボトムアップ処理として可能となる。

(3a)の仮説が正しければ、入力情報において母音が削除され、音節を形成していない可能性が残り、音節形成に関して明確なことは言えない。一方、(3b)の仮説が正しければ、摩擦母音によって音節構造が保持されていることになる。この点を検証するため、以下の実験を行った。

日本語の促音知覚は、子音の持続時間が極めて重要な手がかりとなる。ここで、図**??**の定常的摩擦部だけを長くした刺激音(図12)を考えてみよう。仮説(3a)では、摩擦部が全て「摩擦子音」としての処理されるため、図12は全て「オッス」「オッシ」「オッシュ」と促音が知覚されるはずである。一方、仮説(3b)が正しいなら、図12(a), (b)における摩擦部のある区間が「摩擦子音」として、残りが「摩擦母音」として処理されるため、促音知覚が起こるとは限らない。ただし図12(c)だけは、極周波数遷移部が「摩擦母音」として理解され、それに先行する定常的摩擦部は「摩擦子音」となるため、促音知覚が起こることを予測する。

実験条件として、[o]音を120msで固定して、摩擦音の持続時間を180ms〜360msまで20msずつ変

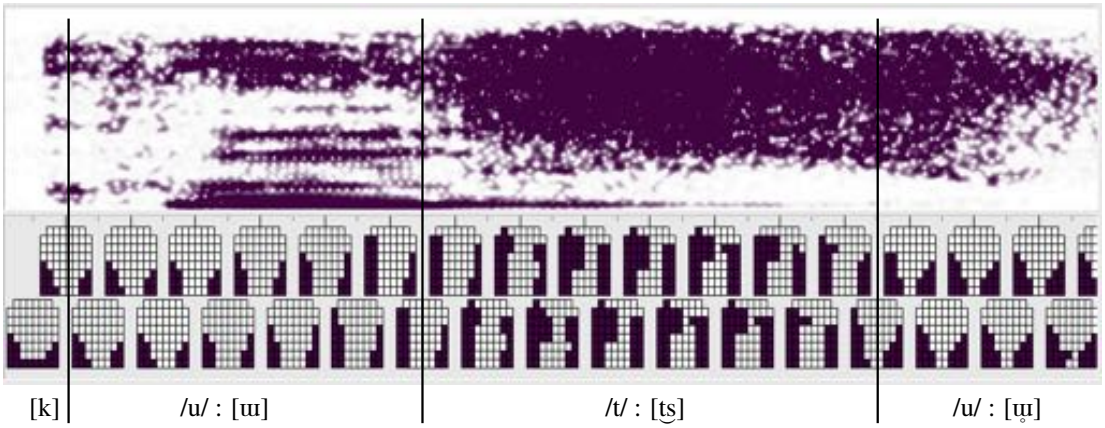


図 10 「クシュ」の EPG 遷移パターン例

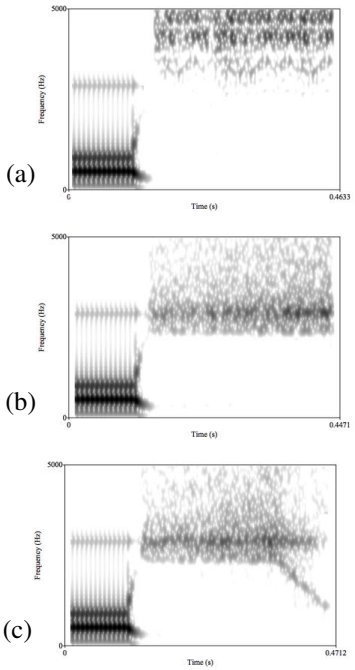


図 12 無声化したス音・シ音・シュ音の知覚を引き起こす刺激音の音響特性

化させ、また摩擦部の極周波数は遷移のない条件と終端部 60ms の間で 600Hz の周波数遷移を持つものを設定した。被験者 39 名が実験に参加し、「オス・オッス・オスー・オシ・オッシ・オシー・オシュ・オッシュ・オシュー」の中から強制選択で反応を取っている。その結果を図13 に示す。●は図 12(a) 系列、■は図 12(b) 系列、▲は図 12(c) 系列の各刺激に対する反応で、いずれも実線は促音に知覚された傾向を、点線は長音に理解された傾向を意味する。グラフから分かる通り、、図 12(a), (b) のような定常的摩擦部を延長した刺激では促音知覚がほとんど生じず、摩擦部の延長は「オスー」「オシー」という長母音の知覚が引き起こす。一方、極周波数遷移を持つ条件では促音知覚が起こり、長母音の知覚はほとんど生じていない。この結果は、仮説 (3a) を棄却し、仮説 (3b) を支持するものである。

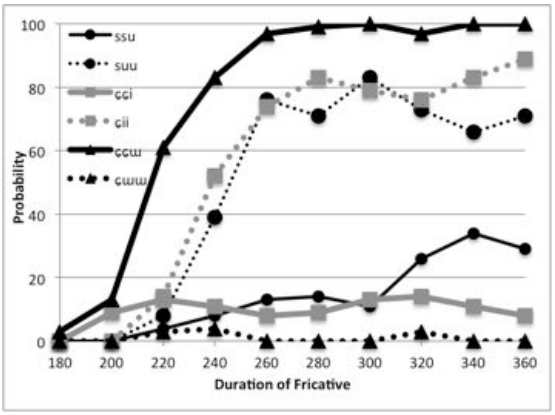


図 13 摩擦部の持続時間と音節量の知覚

3.2 知覚実験２：開放のない閉鎖音と母音知覚

次に、Dupoux et al. (1999), Dupoux et al. (2011) で議論された破裂音の特性が後続母音の知覚に与える関係について見ておこう。まず、閉鎖音 (すなわち開放を持たない破裂音) に対する知覚様式を調べるため、Klatt synthesizer によって合成された刺激音 [ot̚] に対する知覚様式を調査した。図 14 に刺激音の例を示す。図 14(a) は母音 [o] のフォルマントが残留している刺激音であり、この性質は閉鎖に伴うアンチフォルマントの影響と、口腔内における共鳴特性の残留と見なしてよい。一方、図 14(b) は子音 [t̚] のフォルマント・ローカスに向かって極周波数遷移を起こしている刺激音の例であり、これは末尾子音に向かって変化する調音運動に対応する音響情報に相当する。すなわち、いずれの刺激音も調音結合に関する何らかの情報を保持している刺激音であると見なしてよい。

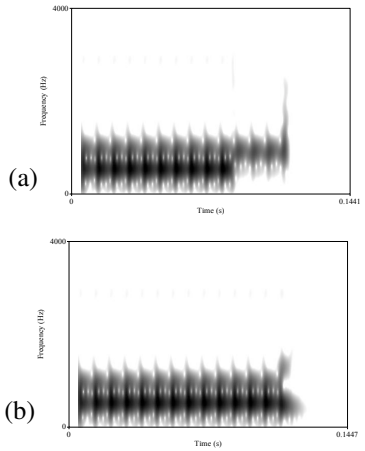


図 14 実験に用いた刺激例

実験の結果を以下の通りであった。まず、閉鎖運動に伴うアンチフォルマント (図 14(a)) の効果であるが、末尾子音の判断自体は不安定で、/p/, /t/, /k/ の知覚判断が各々 13%, 41%, 8% の確率であり、安定した子音知覚が生起しない。しかし、計 62% の確率で母音に何らかの子音が後続しているという知覚判断は可能であった。一方、図 14(b) のような極周波数遷移は末尾子音の知覚にほとんど影響を与えず、子音の判断が行われた 96 例のうち、子音の後に母音をつけて表記したものはわずか 2 例のみである。これは、子音の後に知覚的母音挿入が常に行われるとは限らないこと、[ot̚] の子音が日本語の中では変則的な語末促音として認識されていることを示す。

3.3 知覚実験３：開放を持つ破裂音と母音知覚

一方、[ot] のように末尾子音が開放を持っている時には、100% の確率で子音の知覚が可能であり、かつ74% の確率で子音 [t] の後に母音の知覚が引き起こされていた。全ての被験者が英語について 10 年以上の経験を持っており、末尾子音で終わる音声に関する知識を持っているにも関わらず、[ot] という刺激に対して語末子音のみの判断を行った確率はわずか 26% に過ぎない。

また後続母音の知覚は、吉田 (2008) が p 音の知覚実験で確認している通り、帯気音の周波数帯域に強く依存することも分かった。例えばスパイクノイズの周波数帯域が低い図 15 (a) ではウ音の知覚が中心であるのに対し、2500Hz を超える帯域に極周波数を持つ図 15 (c) では 100% の確率でイ音を知覚が起こる。また、図 15 (b) は母音知覚が曖昧で、判断の揺れが大きい。いずれにせよ、後続母音が知覚されるためには必ず破裂の開放に関する音響情報が必要であり、これは Dupoux らが考えている調音結合に基づく知覚的母音挿入の説明にも合う。すなわち、知覚的母音挿入の考えに従うと、帯気音を調音結合の手がかりとして、認知主体者は知覚的母音挿入によって後続母音を同定を行う。開放のない閉鎖音の場合は、調音結合の手がかりである帯気音がないため、知覚的母音挿入は行われない。

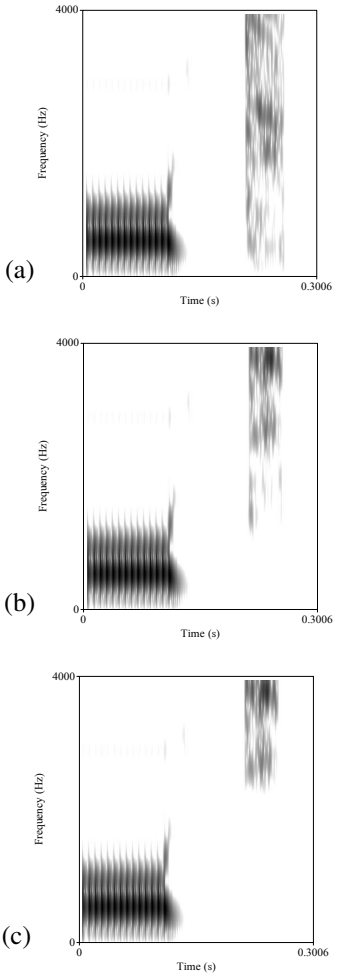


図 15 子音後に /u/ 音を知覚する刺激 (a) と、曖昧な刺激 (b)、 /i/ 音を知覚する刺激 (c)

しかし、こうした過程を考えた場合、[ot] 音の後に /o/ 音が知覚されない理由を説明できない。実際、借用語においては [kit], [bed] のように歯茎破裂音後には母音の /o/ が挿入される。この借用語における母音挿入には、/t/, /d/ に狭母音 /i/, /u/ が後続する場合には [tɕ], [ts], [dʑ], [dz] といった破擦音に変異し、破裂音でなくなるという音韻知識の影響が強く働く。本項で述べた実験は子音を破擦音として知覚した被験者はほとんどいない。したがって、/o/ 音の挿入が起こる可能性も十分に考えられるが、実際には狭母音以外の母音を知覚した被験者は一人もいなかった。したがって、本項の実験における知覚的母音挿入は音韻知識の影響によるものとは言えない。

そうなると、この母音知覚をもたらした原因は、被験者がスパイクノイズ部の摩擦成分を摩擦母音の性質として利用したと考えるのが最も妥当であろう。すなわち、帯気音の特性は摩擦母音の情報であり、この情報から後続母音が直接同定される。この場合、帯気音のない閉鎖音では母音の情報が得られないないため、当然のことながら母音知覚が生じないことの説明も付く。借用語を見ても、“sheet (シーツ)”, “shirt (シャツ)”, “suit (スーツ)”, “nut (ナッツ)”, “tree (ツリー)”, “bucket (バケツ)” など、[t] 音の後にウ音を挿入し、結果として [t] ではなく [ts] として借用語形成が行われている例も少なくない。これは音節末子音 [t] の後に直接母音のウを知覚し、/tu/ という音韻認識を受けた結果、調音上は [tsɯ] として発音されるようになった効果と考えられるだろう。このように、実験室事態においても、また借用語形成という日常言語レベルの事態においても、知覚的母音挿入よりも摩擦母音に対する知覚様式を前提にしたほうが、より妥当な説明を行えるのである。

4. 総合論議

4.1 無声化母音と音節構造に関する考察の要約

以上、日本語の歯擦音に後続する母音無声化について、EPG を用いた調音動態、音響特性、知覚特性の 3 点から考察を行った。(4) に無声化母音について明らかになった点をまとめておく。

(4) a. 東京方言や大阪方言において、母音は摩擦母音というべき異音を持つ。歯擦音に後続する母音の無声化はこの異音であり、母音脱落ではない。

b. ウ音の変異音としての摩擦母音は [s] や [z]、イ音の変異摩擦母音は [ɕ] や [ʑ] の性質に近い。

この結果から、日本語の音韻的性質に関してもいくつかの示唆が得らる。例えば、母音の持つ素性について考えてみよう。一般に、母音の前舌性／後舌性は [±back] という性質で扱われてきた。すなわち、日本語では「ア・オ・ウ」音が [+back] の性質を持ち、一方「イ・エ」音は [−back] の性質を持つ。しかし、無声化したス音にはウ音の持つ [+back] の性質が調音上も音響的にも存在しない。一方、無声化したシ音にはイ音の持つ硬口蓋性の性質が強い影響を残す。このことから、日本語の母音は [±back] という性質を持つのではなく、[±palatal] (あるいは [±front]) の素性を持つと考えられる。

[±palatal] (あるいは [±front]) と [∓back] は、結局は同じ事を意味するように思えるが、実はそうではない。Backness の性質を用いる限り、ウ音は [+back] の性質を持つ。しかし、無声化したス音には [+back] の性質が観察されないため、摩擦母音の考えに基づこうと、知覚的母音挿入の考えに基づこうと、なぜウ音と結びつけなければならないのかという説明ができない。しかし、[±palatal] 素性を用いると、ウ音は [−palatal] の性質を持つことになるため、無声化したス音が音節全体で [s] 音になること、すなわち [+coronal, −patalal] の性質を持つ摩擦母音に変異することの説明がつく。

4.2 日本語の「破裂音」について

また、日本語の破裂音についても一定の示唆が得られる。実験 5 で述べたように、日本語においては破裂後に生じる帯気音は摩擦母音として認識されている可能性が高い。これは、日本語における破裂音の「開放」は破裂音自体が持っている性質ではなく、後続母音によって受動的に引き起こされる性質であることを示す。言い換えるなら、日本語の /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/ 音は「破裂音」ではなく、「閉鎖音」と考えたほうがよい。

こうなると、日本語の促音についても非常に綺麗な説明が付く。よく知られているように、日本語の促音は (5) に示すような逆行同化を引き起こす。

(5) a. 一杯：[ipˀpɑi] ([ipːɑi])

b. 一体：[itˀtɑi] ([itːɑi])

c. 一階：[ikˀkɑi] ([ikːɑi])

d. 一歳：[isˀsɑi] ([isːɑi])

e. 一子：[iɕˀɕi] ([iɕːi])

しかし厳密に音声学的に考えるなら、(5d), (5e) のように摩擦音 [s], [ɕ] が完全な逆行同化を引き起こすのに対して、破裂音 [p], [t], [k] は (5a), (5b), (5c) から分かる通り「開放の有無」という点に関して完全な逆行同化を引き起こしているとは言えない。しかし、日本語の破裂音が「閉鎖音」であるなら、(5a), (5b), (5c) は完全な逆行同化であり、促音部の「閉鎖音」が開放を持たず、最終音節の「閉鎖音」が開放を持っているのは、前者が後続母音を持たないのに対し、後者は後続母音を持っているという性質に帰着できる。こうした点を総合すると、Dupoux et al. (1999), Dupoux et al. (2011) らが [ebzo] のような刺激を用いて見い出した知覚的母音挿入は、日本語においては「母音挿入」ではなく、摩擦母音の直接的な知覚であると結論づけてよいだろう。実際、彼らの用いた刺激を改編し、[ebˀdo] という刺激音で実験を行ったところ、[bˀd] 間に母音を知覚する被験者はほとんどいなかった。多くの被験者はこの子音連続間に (有声の) 促音、すなわ

ち長子音を知覚しており、これは破裂の開放こそが母音知覚の原因であったことを示唆している。

なお、本稿で述べた舌端摩擦母音以外にも、日本語はハ行摩擦音とほぼ同等の摩擦母音への変異を持つ。この場合でも、無声のみならず有声の摩擦母音への変異が可能と思われる。この点については、また稿を改めて議論を行いたい。

謝辞

EPGのご指導および人工口蓋床を作成してくださいました山本一郎先生に心から感謝いたします。なお、本研究は科学研究費・基盤研究(C)「音声知覚における摩擦性極周波数特性の影響に関する総合的研究」の援助を受けました。

参考文献

青井隼人 (2010). u南琉球方言における「舌先的母音」の調音的特徴—宮古多良間方言を対象としたパラトグラフィー調査の初期報告—v. 『音声研究』, **14** (2), 16–24.

青井隼人 (2012). u宮古多良間方言における「中舌母音」の音声的解釈v. 『言語研究』, **142**, 77–94.

Dupoux, Emmanuel., Kakehi, Kazuhiko., Hirose, Yuki., Pallier, Christophe., & Mehler, Jacques. (1999). Epenthetic vowels in Japanese: A perceptual illusion?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **25** (6), 1568–1578.

Dupoux, Emmanuel., Parlato, Erika., Frota, Sonia., Hirose, Yuki., & Peperkamp, Sharon (2011). Where do illusory vowels come from?. *Journal of Memory and Language*, **64**, 199–210.

Fujimura, Osamu (2002). Temporal Organization of Speech Utterance: A C/D Model Perspective. *Cadernos de Estudos Linguisticos, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas*, **43**, 9–36.

藤村靖 (2007). 『音声科学原論—言語の本質を考える』. 岩波書店, 東京.

Ladefoged, Peter & Maddieson, Ian (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell.

前川喜久雄 (1989). u母音の無声化v. 杉藤美代子 ij, 『講座 日本語と日本語教育第2巻』, pp. 135–153. 明治書院, 東京.

川上蓁 (1977). 『日本語音声概説』. 桜楓社.

吉田夏也 (2008). u/p/に後続する無声化母音を知覚する音響上の手がかりv. 『音声研究』, **12** (3), 52–58u.

「リターントリップエフェクト」研究の理論的問題に関する考察 —日常経験としての RTE への着目

Discussion on "Return Trip Effect": Focusing on RTE as a Daily Experience

山本　敦，阿部　廣二
Atsushi Yamamoto, Koji Abe

早稲田大学大学院人間科学研究科
Waseda University
atsushiyamamoto@toki.waseda.jp
koji.abe01@akane.waseda.jp

Abstract

The "return trip effect" (RTE) is an effect one feels that time to return is shorter than going even though distance-time is the same. Yamamoto & Abe (2015) [1] pointed out that the hypothesis and methods used in previous studies are not capable of dealing with RTE as a daily experience, and suggested to use a time experience model based on perception-action perspective [2]. In this article, we review studies on the RTE that was performed after Yamamoto & Abe (2015) [1], and suggest several methods for the empirical researches that based on our time experience model.

Keywords — Return Trip Effect, Time Experience Model, Time Perception in Daily Experience

1.　はじめに

「リターントリップエフェクト」(Return Trip Effect（以下"RTE"））とは，2 地点を移動するときに，実際の距離や時間が同じであっても，行きよりも帰りの方が短かったように感じる現象を指す[3]．復路を短く感じるという経験自体は，日常生活の中で頻繁に生じるものであり，古くから知られていたにもかかわらず，実証的な研究の対象となったのは 2011 年になってからであった[3][4][5][1]．現在までに，馴染みのない目的地に向かう時に RTE が強く生じることなどが明らかになっており，RTE を説明する仮説も複数たてられてきた[1].

筆者らは，山本・阿部（2015）[1]においてそれらの先行研究の理論的問題点を指摘し，その解決として主体と環境との接触のモードの違いという視点に基づいた「持続としての時間経験モデル（以下「持続経験モデル」)」を提唱した．しかし山本・阿部（2015）[1]では，新たな時間経験モデルを基盤とした具体的な実証研究を提案するには至らなかった．

本稿の目的は，山本・阿部（2015）[1]の理論的提案に基づいた実施可能性の高い実証研究の提案を行うことと，その準備作業として持続経験モデルにおける探索行為の内実に関する議論を深めることである．具体的には，まず先行研究の概観を行うことで先行研究の理論的問題点を明らかにし，続いて持続経験モデル[1]について探索行為の観点からの再解釈を試みる．その後，山本・阿部（2015）[1]では明示的には扱われていなかった持続経験モデルの距離的側面について論じ，それをもとに具体的な実証研究を提案する．

2.　RTE に関する先行研究とその問題点

本節では，RTE に関する主な先行研究を仮説と方法の視点から整理し，それらに共通する問題点を指摘する．基本的には山本・阿部（2015）[1]に沿って論じるが，2015 年以降に行われた研究などを加えた上で多少の整理が行なわれている（表 1）.

先行研究からは，往復でルートが異なっていても RTE が生じること[3][4]，「目的地点」よりも「出発地点」を訪れた回数の方が多い場合に RTE が生じやすく[3][4][5][6][7][8]，その差が小さいほど RTE が生じにくくなること[5][6]については反証が存在せず，RTE に関する確実な知見であると言えるだろう.

しかし，表 1 からも分かる通り，先行研究の知見は相矛盾するものが多くやや混乱状態にあると言える．具体的には，往復の認識が必要不可欠であるという知見[3][4][7]と，往復の認識は本質的な要因ではないとする知見[5][6][8]の両方が存在することや，「目的地点」と「出発地点」への親近性の差が要因であるとする知見[5][6]と，親近性は影響を与えないとする知見[3][8]

[1] なお，Seno et al.（2011）[4]はこの現象に特別な呼称を与えておらず，Raghubir et al.（2011）[5]は "Going Home Effect" と呼称している．本稿では現在多く用いられている呼称である "Return Trip Effect" を用いる．

表1　RTEに関する先行研究の仮説・方法・知見

文献	仮説／目的	方法（指標）	知見
van de Ven, Rijiswijk & Roy (2011) [3]	往路では時間予測が過少になる傾向があるため実旅程が長く経験され，復路では時間予測が正確になるため往路と比較して短く経験される	・研究1：バス旅行（往路・復路の差の評定：11件法，ルートへの親近性） ・研究2：自転車旅行：往路・復路が同ルート／異ルート（往路・復路の差の評定：11件法，往路・復路の時間推定） ・研究3：主観映像：長い映像である可能性の提示の有無（往路・復路の差の評定：11件法）	・移動の方法に関わらずRTEが生じる ・ルートへの親近性はRTEに影響を与えない ・往路が長く予測される場合にはRTEが生じない
Seno, Ito & Sunaga (2011) [4]	自己推進知覚と往復の認識のみでRTEが生じる	・自己推進知覚（ランダムドットによるオプティカルフロー[2]）の有無と往路・復路の教示の有無（往路・復路の時間推定）	・自己推進知覚と往復の認識がある場合のみRTEが生じる
Raghubir, Morwitz & Chakravarti (2011) [5]	親近性の高い場所の表象は空間的に広くエンコードされるため，復路で到着の認識が早く生じる	・研究1：場面想定法「家－教室」（往路・復路の時間推定） ・研究2：イメージ内旅程での旅程進行度：親近性高→低／低→高（主観報告） ・研究3：場面想定法「友達と勉強／食事しに行く（往路のみ）」（移動時間の推定，目的地に対する情動：7件法）	・旅程時間予測においてもRTEが生じる ・親近性の高い目的地への旅程で時間予測が短くなる ・情動の正負は旅程時間予測には影響を与えない
Zakay (2012) [9]	往路では復路より時間が重要であることが多く，時間情報に向けられる認知資源量が多いため，復路の方が短く経験される	・なし（理論研究の一部）	・なし（理論研究の一部）
Ozawa, Fujii & Kouzaki (2015) [7]	ペースメーカー累積機システムの旅程内での挙動と，時間情報の記憶からの推定との差異の検討	・旅程の主観映像：往復／非往復（往路・復路の差の評定：11件法，映像視聴中の時間生成：RP3）	・往復映像のみでRTEが生じる ・時間生成にはRTEの影響がない ・往復の認識と記憶からの推定がある場合のみRTEが生じる
Tenenboim & Shiftan (2016) [6]	行き帰りの予測精度の差仮説[3]と、出発地点と到着地点の親近性の差仮説[5]の比較	・自宅－ショッピングセンター間の往復：目的地の親近性の違い（往路・復路の時間予測，実移動時間）	・復路で過少予測が多いが，予測の半数は正確 ・目的地の親近性が低いにのみ往路・復路の予測に有意差
Maglio & Kwok (2016) [8]	ペースメーカー累積機システムの挙動が，目的地で起こるイベントの曖昧さによって変化する（往路の方が曖昧であることが多い）	・研究1：場面想定法：「出しものを把握している／いないパーティー会場（行きつけのレストラン）への移動」（移動時間の推定，目的地への親近性） ・研究2：場面想定法＋主観映像：「親密／疎遠な叔母が訪ねてきている自宅への帰宅」（移動時間の推定） ・研究3：部屋間での移動：目的地で行う課題が明確／不明確（往路・復路の差の評定：7件法）	・目的地でのイベントが曖昧であるときに時間予測・推定が長くなる ・目的地の親近性はRTEの原因である時間予測に影響しない ・実旅程・場面想定・主観映像のいずれにおいても同様の結果が生じる

の両方が存在すること，さらには，旅程前の時間予測の歪みをもRTE現象とする研究[5][6]と，旅程後の時間推定の歪みをRTE現象とする研究[3][4][7][8]が混在していることなどである．

筆者らはこのような混乱が生じている原因を，先行研究で用いられた方法によって捉えられた“RTE”が，研究の出発点であるところの日常経験としてのRTEから乖離してしまっていることにあると考える．さらにこの方法上の問題は，仮説及びその背景にある時間経験モデルに端を発するものであると主張する．

まずは先行研究で用いられた方法が，RTEをどのような現象として捉えるものであったかを見てみよう．

先行研究で用いられた方法は，大まかに①旅程前の時間予測の比較[5][6]と，②旅程後の時間推定の比較に分けることができる．さらに後者は，②-1 往路と復路の比較[3][7][8]と②-2 往路と復路それぞれの推定の差を取るもの[3][4][8]に分けることができる．つまり，①ではRTEを「復路の時間予測が往路の時間予測よりも短くなる現象」として捉えることになり，②-1では「往路と復路の時間経験を比較した際に，復路の方が短く評定される現象」，②-2では「復路にかかった時間の推定が往路にかかった時間の推定よりも短くなる現象」として捉えることになる．

これらの異なったRTE把握が一括してRTE現象として扱われていることが，混乱した知見を生じている下人であると筆者らは考える．では果たしてこれらのようなRTE現象の捉え方は，研究の出発点であるところの日常経験の中でのRTE現象として妥当なものなのだろうか．

先行研究すべてに共通するのは，RTEを「往路と復路の両方に対する予測／知覚が完了したのちに，それらが比較されることで生じる現象」として捉える方法を用いている，という点である[2]．

しかしながら，日常生活の中で帰り道が短いと感じるのは，多くは帰り道の途中でふと「もうここまで来たのか」と気づく場合ではないだろうか．実際に，筆者らが複数人に対して行ったインフォーマルなインタビューでも，RTE現象は「もうここまで来たのか」という驚きを伴った気づきとして経験されることが語ら

[2] Ozawa et al. (2015) [7] は，上述の方法とともに旅程と並行して時間経験の評定を行う方法も併用しているが，この方法も旅程後の比較を前提とするものであり，本稿での批判が妥当する．また，Raghubir et al. (2011) [5]のStudy2においてもイメージ内の旅程に関して同様の方法がとられているが，これも同様の問題点を持つ．詳細は山本・阿部（2015）を参照されたい．

れていた．そのような経験としてのRTE現象は，復路が完了する前に生じており，先行研究の方法で捉えられていたような，完全な予測／知覚同士の比較によって生じる現象ではないと考えるのが妥当だろう．

つまり，先行研究で用いられた方法では，「帰り道が短い」という経験が旅程そのものに内在して発生する現象としてのRTEを捉えることはできておらず，最も日常経験に即した形でのRTE現象は未だに捉えられていないといえる．

もちろん，筆者らは旅程後の比較で復路を短かったと感じる現象の存在自体を否定するものではない．しかしながら，旅程終了後に比較を行うことは，旅程そのものからは直接的には切り離された特殊な活動である．よって筆者らは，旅程に内在する経験である「もうここまで来たのか」という経験をより根本的なRTE経験であると考える．

しかしながら，筆者らは旅程前の時間予測の歪みをも一括してRTE現象として捉えることには否定的な立場を取る．これをRTE現象として捉えることは，「旅程前に往路と復路の時間を予測し，さらにそれらを比較し，自分が復路の方を短く予測していたことに気づく」ことが日常生活の中で生じていると主張することであり，これは極めて不自然であると言わざるをえない．そのため，以下では旅程前の時間予測に関しては検討を行わない．しかしながら，以下に提起する問題は時間予測に関しても妥当するものであることを付言しておく．

先行研究では複数の方法が用いられてはいたが，それらは往路と復路の完了後の比較という根本的な共通性を持っており，そのために復路の途中に生じる「もうここまで来たのか」という日常経験でのRTEの発生を捉えることが不可能であることは既に確認した通りである．同様の問題が仮説レベルでも存在する．

先行研究におけるRTEの発生メカニズムの仮説は様々であるが，大まかに2つの方向性があると言えるだろう．1つは生体内にビルドインされた時間知覚機構の挙動が往復旅程に由来する要因によって歪む，とうような生理的な要因を基盤とするものであり[7][8][9]，もう1つは旅程の記憶情報からの推定が往復旅程に由来する要因によって歪む，というような認知的な要因を基盤とするものである[3][5][6][7]．

この2つの仮説の方向性は，それぞれ大きく異なっているようにも見えるが，根本的には同一の問題を抱えている。それは，どちらの仮説を採用する場合にもRTE経験の意識化の契機として旅程間の比較が何らかの形で必要となるにも関わらず，これらの仮説には「なぜ」「どのように」比較が行われるかという議論が存在していないことである．特に旅程内で生じる時間経験としてのRTEを説明するためには，その意識化の契機の仮説は必須であると言える．

しかしながら先行研究においては，比較というRTE経験の意識化の契機の不備という問題は，契機を仮説にではなく方法に組み込むことで解決されている．往路と復路の比較を行わせる場合にはその課題自体によって，往路と復路それぞれの時間推定を行わせる場合には研究者のデータ処理によって比較がなされている．このような実験手続き上の操作によって，事実上意識化の契機は議論の俎上から降ろされてしまっているのである．

以上で確認したように，これまでに提唱されたRTE発生メカニズムの仮説は，RTE経験の意識化の契機に関する仮説を持っていない．そのため，これまでの仮説では「もうここまで来たのか」という最も日常経験に即した形でのRTE現象の発生を説明することはできない．

以上のような，RTEの発生メカニズムの説明における仮説の方法への依存状態はなぜ生じてしまったのだろうか．筆者らは，この原因を時間経験モデルに求める．

先行研究において根底をなす時間経験モデルは，「主観的時間は，客観的時間＝物理的時間と並行して生じる情報の累積から知覚・推定することによって経験される」というものだと言えるだろう．つまり，その情報がリアルタイムのものであるか，記憶内のものであるかの違いはあっても，「物理的時間に“類似した情報”の累積を振り返ったときに時間経験が生じる」という図式を取っている．具体例としては，体内に一定のリズムを刻む機構を想定し，その累積によって時間を知覚するとするモデルや[7][8]，旅程内で累積された記憶量からの時間の推定[7]，時間情報に振り向けた認知資源量[9]などが挙げられる．

このような時間経験モデルに立脚したとき，時間経験は常に回顧的なものとなる．なぜなら，時間経験がその時点で完了している累積への評価として説明されるためである．そのため，往路と復路の2つの時間間隔の間の比較を要するRTEのような時間経験においては，比較に先立って旅程の完了，すなわち累積の完了が要求される．

結果として，累積的な時間経験モデルでは時間経験の転換点を捉えることは原理的に不可能になるとともに，RTE の意識化の契機は事後的かつ旅程とは関係のないもので良く，仮説に組み込む必要のないものとなる．筆者らは，これが RTE の既存仮説における比較の契機の不在の原因であると考えている．

時間経験に累積の完了を要求する時間経験モデルには，もう 1 つの別の問題が存在する．それは，実証研究を行うにあたって，旅程内で生じている時間経験と旅程の経験との関係を測定することができないことである．これによって，旅程内での累積自体が増減することによって RTE が生じる，といった類の仮説が検証不可能になってしまっている．

参加者の旅程内での時間経験を変数として扱う場合，旅程内で何らかの時間評定課題を用いる必要がある．しかし，そのためにどのような課題を用いるにしても，その課題を行っている最中には，旅程の経験と課題の経験とが同時に進行している状況を避けることができない．では，その課題によって測られた時間経験は，果たして旅程に由来する累積の評価なのか，それとも課題に由来する累積の評価なのか．その区別をつけることは原理的に不可能であるといえよう．

以上の 2 点から，先行研究における時間経験モデルにおいては，RTE 経験の意識化の契機の仮説が生成できず，かつ，旅程内での時間経験の変化を検証することもできないことが明らかになったと言えよう．このような時間経験モデルを用いる限りは，「もうここまで来たのか」という日常経験としての RTE を捉えることは困難であるため，全く異なった時間経験のモデルが必要となる．

そこで次節では，筆者らが山本・阿部（2015）[1]において提案した「物理的時間に類似した情報」の累積を必要としない時間経験のモデルを紹介する．

3. 持続としての時間経験モデル[1]

前節で指摘した累積の評価を時間経験とするモデルの問題点の核心は，主観的時間経験を物理的時間と類比的に捉えていることにあった．そのため，時間として知覚可能なものは過去の累積のみであり，往路と復路における時間経験の比較は，その完了後にしか行えない．その結果として，「もうここまで来たのか」という日常経験としての RTE を捉えることが不可能になってしまっていた．

では，物理的時間と類比的ではない主観的時間経験とはどのようなものだろうか．筆者らはこの問題を生物の環境への適応の観点，すなわち生態学的な観点から考える．

では，生物としての我々にとっての「時間」とはどのようなものだろうか．まずは，我々が客観的時間を主観的時間経験と比較する場合を考えてみよう．

我々が日常的に時間として扱っている情報は，時計を代表とする，環境内に存在する対象の規則的な変化を標準化したものである．この標準化は太陽の運行を幾つかに区切ることにはじまり，現在ではセシウム 133 原子が発する電磁波の固有の周期から 1 秒が定められている[10]．先行研究における時間経験モデルは，このような標準化された変化の生成を生体内で行うことが主観的時間経験の本質とするものであったと言って良いだろう．

しかし，ここで筆者らが指摘したいのは，環境に存在する対象の規則的かつ持続的な変化としての「時間」（＝客観的時間，物理的時間）は，生物としての我々にとっては自己の行為の幅を調整する，もしくは他者との行為の幅を調整するための対象として利用されている，という事実である（ここでいう幅とは，行為の開始-持続-終結を指す）．

このとき「主観的時間経験が歪んでいない」とされるのは，この調整行為が成功し，行為幅が特定の持続的変化の幅と一致する事態であると言える．対して「主観的時間経験が歪んでいる」とされるのは，調整行為が失敗し，行為幅と持続的変化の幅にギャップが生じる事態であると言えるだろう．

この「環境の持続的変化の側面に対する調整行為」という観点は，客観的時間と主観的時間経験との関係を超えて適用可能である．例えばパンケーキを焼くとき，我々は生地の表面の乾き具合や，裏面の色をモニターしつつ，待つ行為を調整する．パンケーキの焼き具合は，コンロの火力やその日の気温・湿度，ケーキ種の温度や水分量，果ては使用するフライパンの厚さまで，実に様々な要因によって毎回ばらつきが生じる。このばらつきへの対応を失敗したとき，すなわち待つ行為とパンケーキの持続的変化との間の調整が失敗したときには，生焼け状態のパンケーキがひっくり返せずにひしゃげてしまったり，真っ黒焦げの裏面が姿をあらわすことになる．このとき，我々は待つという行為の幅を客観的時間との比較とは無関係に，端的に短い／長いものとして経験することが可能になる．

筆者らは，この「環境の持続的変化の側面に対する調整行為の成否」こそが，我々の日常的な時間経験の本質的契機であると考える．人間，ひいては生物全般の経験は，常に持続する環境に対するものであり，それへの行為の調整の側面を含み込んでいる．その持続-行為への調整がいかに行われ，いかに持続の側面が前景化されるのかを問うことによって，RTE のような，行為に内在して生じる主観的時間経験のメカニズムを明らかにすることが可能になるのではないだろうか．

では，旅程における環境への行為及びその調整とはどのようなものだろうか．生態心理学者の Reed（1996）[11]は，生物の環境の中での活動を「探索的な活動」と「遂行的な活動」との２つに分類している．探索的な活動によって環境に内在する情報としての行為可能性（アフォーダンス[2][11]）が探索され，探索された行為可能性にガイドされて遂行的な活動が開始されるとする．ここで重要な点は，遂行的な活動によって環境の新たな側面が順次明らかになることで，行為可能性の探索と遂行がループする状態となることである．このことによって遂行的な活動と環境との関係に対する不断の調整が行われることとなる．

この分類を旅程に適用してみると，探索的な活動として移動ルート・速度等の行為可能性の情報が探索され，その情報にガイドされた遂行的な行為として移動行為が行われるといえよう．具体的には，旅程にある建物や交差点などの，ナビゲーションに用いる情報の探索と，そこへの実際の移動がこれにあたるだろう．さらに，この遂行的行為としての移動によって新たな行為可能性の情報が生成され，利用されることで，移動行為は旅程環境に対して不断に調整される．

ここまでの議論で，環境に対する行為の調整の失敗が環境-行為の持続的側面を前景化させる契機（＝時間経験の契機）になりうること，旅程における調整は旅程の探索-遂行ループによってなされることを主張した．では，旅程における調整の失敗はどのように生じるだろうか．また，その失敗が復路において生じやすいのは何故なのだろうか．

探索-遂行ループは繰り返すほど流暢に，安定的になり，遂行的な活動の側面が優位になることが知られている[12]．これは，探索-遂行ループの性質から考えると，遂行行為が探索行為を兼ねる状態であると言えるだろう．別の言い方をするならば，遂行行為自体が次の旅程の情報のピックアップを予定した形で行われる状態である．

そのような状態では，遂行行為それ自体に調整が組み込まれているため，安定した後には失敗はほとんど起こらないだろう．しかし，探索-遂行ループがやや安定し，遂行的な活動の側面が優位になり始めた段階ではどうだろうか．旅程の中で次に探索されるべき情報のピックアップが適切に予定されていない形で遂行行為がなされることで，行為の終端と到達すべき地点との間にギャップが生じることが考えられる．

具体的には，遂行行為が到達すべき地点よりも前に完了してしまうことや，逆に遂行行為の途中で到達してしまい，行為が終端に達する前に完了するような状況が生じることが予測される．これは，前者が「“まだ”ここか」という持続の長さの経験であり，後者が「“もう”ここまで」という持続の短さの経験であると考えられる．

ただし，この 2 つの経験が生起する確率は同じではない．次の情報を予定した遂行行為は，行為開始・行為持続・ピックアップ準備・ピックアップ完了に分類可能であると言える．次の情報のピックアップの遅れはピックアップ準備状態を引き延ばすことで容易に調整可能であり，行為がピックアップ前に完了してしまうことは比較的起こりにくいと考えられる（パンケーキの焼き目を確認する時と同様である）．しかし，次の情報が行為持続状態において現れてしまう場合には行為の調整を行うことは不可能であり，行為は強制的に中断させられることになる．このため，遂行的な活動が優位になり始めた段階では，持続が長く経験される契機よりも，短く経験される契機の方が生じやすいといえる．

筆者らは，この探索-遂行ループの中断が日常経験としての RTE 現象の原因であり，契機であると考える．より馴染みのない目的地点への移動（往路）においては探索的な活動が優位になるため，時間経験の契機が生じにくいのに対し，より馴染みのある出発地点への移動（復路）においては遂行的な活動が優位になり，結果として時間経験の契機である探索-遂行ループの中断が生じやすい状態となる．この中断が生じたときに，復路が往路や物理的時間との比較なしに，端的に「短い」と経験されると考えら

れる．[3]

4. 持続経験モデルに基づいた実証研究の可能性

往路と復路における探索-遂行行為の違いを検証するには，微視的な観察による探索行為の定性的な分析が望ましい．しかしながら，そのような研究は実施にも分析にも大変な労力がかかるため，多くのサンプルを扱うことができない．このことが山本・阿部 (2015) [1]で具体的な実証研究を提案できなかった原因の一つであった．しかしながら，持続経験モデルから導出される，行為における時間-距離の未分化性の側面から，RTE 発生メカニズムを定量的に検証することが可能であると思われる．

持続経験モデルにおいて時間経験は，環境への探索行為経験の持続の側面が前景化されたものと捉えられる．しかしながら，「もうここまで来たのか」という表現からも伺えるように，旅程における持続の短さの経験には時間と距離の両方が未分化な形で含まれる．実際の行為においては，調整の対象となる環境側の変化と行為の時間的側面とは相即的であり，厳密に区別することはできない．そのため，持続の短さの経験が距離と時間のどちらに帰属されるかは，その他の文脈的要因によるものと考えられる．

通常 RTE 現象が生じる場面においては，往路と復路の距離が同じであることが自明であるから，持続の短さの経験は時間に帰属される傾向があると言える．しかし，往路と復路が異なる条件では，少なくとも時間への帰属と距離への帰属とが同程度かつ排反的に生じることが理論的に予測される．このことは探索行為の定性的な分析を行わずとも，旅程後に質問紙等で往路と復路の時間経験の差の評定と，距離の差の評定を行うことで検証可能であろう．

このような現象が確認されるならば，従来の RTE 研究の背後にある「人間の時間経験は累積の評定である」という時間経験モデルでは，RTE が生じる旅程においては時間評定に加えて距離評定も同時に行われており，かつ，距離評定が優位な時には時間評定は意識化されない，という新たな前提を付け加えなければ説明が困難になると考えられる．

具体的な実験手続きとしては，距離の等しい A-B と B-C というルートを，A-B-C と移動する「非往復条件」と，同じルートで A-B-A と往復する「同ルート条件」，違うルートで A-B-A と往復する「異ルート条件」の３条件で，距離および時間に関して，最初の旅程と次の旅程との比較・評定を行う，というものが可能だと考えられる．また，同時にウェアラブルカメラやアイトラッカーなどを用いることで，定性的な分析のためのデータを同時に収録することが可能であろう．

[3] 本稿の目的とは直接関係がないためここでは論じないが，持続経験モデルを用いて旅程後の振り返り時に生じる RTE を捉えることも可能である．詳細は山本・阿部（2015）を参照されたい．

5. 結び

本稿での議論から，日常経験としての RTE 研究を行う上で今後必要となる作業は以下の 3 つであると考えられる．①日常経験としての RTE 現象がどのようなものかを正確に把握するために，質問紙などを用いて，どのような時に，どのような経験として RTE が経験されるのかを明らかにする．②RTE に時間錯覚的側面だけでなく距離錯覚的側面が存在するかの検証を行う．③探索行為に関する定性的な分析を行う．

現在これらの作業を行うための予備実験を計画中である．

参考文献

[1] 山本敦・阿部廣二，(2015)“「リターントリップエフェクト」に関する研究の動向とその問題点–回顧的 RTE と行為遂行的 RTE の違いに着目して–” 青山社会情報研究，Vol. 7, pp.17-28.

[2] Gibson, J. J., (1979) “The Ecological approach to visual perception”, Boston: Houghton Mifflin.

[3] van de Ven, N., van Rijswijk, L. & Roy, M. M., (2011) “The return trip effect: Why the return trip often seems to take less time”, Psychonomic Bulletin & Review, Vol. 18, pp.827-832

[4] Seno, T., Ito, H. & Sunaga, S., (2011) “Self-motion perception compress time experienced in return travel”, Perception, Vol. 40, pp.497-499.

[5] Raghubir, P., Morwitz, V. G. & Chakravarti, A., (2011) “Spatial categorization and time perception: Why does it take less time to get home?”, Journal of Consumer Psychology, Vol. 21, pp.192-198.

[6] Tenenboim, E. & Shiftan, Y., (2016) “Accuracy and bias of subjective travel time estimates”, Transportation, doi:10.1007/s11116-016-9757-8.

[7] Ozawa, R., Fujii, K. & Kouzaki, M., (2015) “The return trip is felt shorter only postdictively: A psychophysiological study of the return trip effect” PLoS ONE, doi: 10.1371/journal.pone.0133339.

[8] Maglio, S. J. & Kwok, C. Y., (2016) “Anticipated Ambiguity Prolongs the Present: Evidence of a Return Trip Effect”, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 145, pp.1415-1419.

[9] Zakay, D., (2012) “Experiencing time in daily life”, PSYCHOLOGIST, Vol. 25, pp.578-581.

[10] 臼田孝，(2014)“ 《 第 1 回》 国際単位系 (SI) の体

系紹介と最新動向（概論）” 計測と制御, Vol. 53, pp.74-79.
[11] Reed, E, S., (1996) “Encountering the world: Toward an ecological psychology”, Oxford University Press.
[12] 佐々木正人, (1996) “想起の「自然」についての覚書”, 佐々木正人（編）, 想起のフィールド：現在の中の過去, pp.31-67, 東京：新曜社.

オフィス改革による公務員の職場における意識・行動の変化に関する検討 ―愛媛県西予市を事例として―

A Study about Changes in Public Workers' Awareness and Behaviors for their work by Workplace Reform: A Case of Seiyo City, Ehime Prefecture

戸梶 亜紀彦
Akihiko Tokaji
東洋大学
Toyo University
tokaji@toyo.jp

Abstract

This study deals with changes in public workers' awareness and behaviors for their work by workplace reform. This is a case study at Seiyo city in Ehime prefecture. It is a germinating research, so it is necessary to accumulate the effects by workplace reform.

Keywords — Public Worker, Workplace Reform

1. はじめに

日本政府は労働人口が継続的に減少している中で，長時間労働や残業などの悪しき慣習が日本経済の足を引っ張っており，生産性の低下を招いていると考え，働き方改革を打ち出している（働き方改革実現会議, 2017）．これは，人々が適切な労働時間で働き，適度に休暇を消化していけば仕事に対する個々人の意識やモチベーションが高まるため，業務効率の向上といったプラスの効果が期待でき，そのことが企業の成長・発展につながるという発想である．このような発想は主に企業を対象にした考え方であるが，行政であっても人口の減少傾向と高齢化の進展から財源が減少し続けているため，従来どおりの運営の仕方では立ち行かなくなる可能性が高い．特に，平成の大合併で町村から市になった地方自治体は厳しい状況にあり，その中でも過疎化の著しい中・四国地方の市は苦戦しているのが現状である．

こうした中で，それぞれの自治体も工夫を凝らしながら生き残りをかけている．しかしながら，多くの市職員は縦割り体制下におかれているため，他の人の業務内容がわからないということがおこったり，処理する権限がなかったりということがある．また，企業とは異なって法律と制度を理由に積極的に新しいことを試みることを避け，どこか他の自治体がやった新しい試みに追従するといった前例主義がはびこっているとされる．このような制度と風土からすれば，革新的な新しい試みは容易には出現しないであろう．しかし，平成の大合併が行われた背景には，交付金を十分に準備できないため地方分権化を推進しようという国側の意図があり，今後は国の監督指示で動いていた体制から地方の自己決定と自己責任を促すものへと移行しつつあることを示していると考えることができる．

こうした中で筆者は，愛媛県西予市で行われているオフィス改革に参与する機会を得た．この改革は，総務省から当市に出向した大平利幸氏（当時の企画財務部長）を中心に始められたものである．大平氏の希望もあって，学術研究として扱うことが可能となった．

2. 西予市の概況とオフィス改革参与の経緯

愛媛県西予市は，平成 16 年 4 月 1 日に明浜町，宇和町，野村町，城川町，三瓶町の五町が合併して誕生した．市の範囲は，標高 0m のリアス式海岸のある沿岸部から，標高 1,400m の四国カルストのある山間部まで広がり，産業の中心は農林漁業である．合併当時の人口は 47,034 人であったが，平成 27 年には 40,548 人と人口減少率は 13.8%であり，高齢化率も 39.6%となっている（西予市, 2015）．これらの状況から，西予市は典型的な過疎と高齢化の問題を抱える市であることがわかる．このような状況下では，将来的に安定した税収は見込めず，職員数の削減も避けられなくなることが予想される．こうした危機的状況下に市が晒されている情報は市職員にも伝わっていたはずであるが，全体としては他の行政が行っているような類似の取り組みを取り入れる程度で新しい試みをせずに日常業務をこなしていたと考えられる．

そのような中で，平成 26 年に総務省から大平氏が企画財務部長として着任し，企画財務部のおかれている市役所の４階で職員の意識改革から始めて徐々に業務

改革に着手していった．その後，オフィス環境の変革と働き方改革，および職員の意識改革に関して大平氏から支援の要請があり，平成 28 年に京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科デザイン・建築学系の仲隆介教授，リノベーションを専門とする株式会社オープン A の馬場正尊氏と筆者との共同で西予市のオフィス改革に協力することとなった．

3. オフィス改革の方向性

西予市において行われているオフィス改革で大平氏が進めてきたことは，職員の能力向上や行政サービスの質の向上を目指し，企画財務部（財政課，総合政策課，まちづくり推進課）を中心にした働き方改革であった．具体的には，オフィスのレイアウトの変更による職員間のコミュニケーション活性化，慢性的な会議室不足を改善するための打ち合わせスペース（ホワイトボードと大型モニター配置）設置，書類を減らして作業スペースを確保し，電子決済による効率化のためのペーパーレス化の推進などであった．また，固定席が書類の山を築く主要な原因となっていると考え，フリーアドレスを試行していた．われわれがオフィス改革に加わるにあたり，事前の打ち合わせを繰り返した結果，基本的にはこれらの方向性を発展的に引き継ぐ形で進めていくことになり，新しいオフィスのデザインと設計を仲研究室と馬場氏が担当し，職員の意識改革のためのワークショップを仲教授と筆者が担当した．

4. 研究目的

オフィス改革の進め方に関する話し合いから，オフィスのデザインを単にレイアウトの変更にとどまらず，世界的な先進企業の事例を参考にしつつより機能的かつ役所としてはドラスティックに行うことになったため，新しいオフィスのできる前後に職員を対象とした調査を実施し，効果測定を行うこととなった．その中で，改革における市職員の意識、行動の変化について調査を行った．

当市でのオフィス改革をとおした働き方改革の試みは継続中であるが，その中でも従来とは異なった意識を持つようになり，仕事への取り組み方を変えていく者とオフィス環境が変化してもなかなか働き方を変えようとしない者がいると考えられる．このような違いは個人の性格傾向を反映した作業嗜好性によるのか，業務特性によるのか，仕事に対する価値観によるのかなどさまざまな要因が考えられる．そこで本研究では，これらの要因を踏まえつつオフィス環境の変化とワークショップによる意識改革を一体と捉えてオフィス改革とし，その前後を比較して市職員の中で何がどう変化するのか，しないのかについて検討を行うこととした。

なお、本事例は現場での効果を高めることを優先事項としたオフィス改革であるため，研究計画としては厳密さを欠くところがあることは否めない．しかしながら，実際の事例において得られたデータは貴重であるため，そこから読み取ることのできる知見を報告することとする．

5. 研究方法

調査時期：オフィス改革前の調査は，2016 年 5 月 25 日～6 月 2 日に実施された. オフィス改革後の調査は，2017 年 2 月 23 日～3 月 3 日に実施された.

調査対象者：オフィス改革前では，西予市役所本庁の 4 階で仕事をしている市職員 30 名が web アンケート（SurveyMonkey 使用）に参加した．また，オフィス改革後では, 同フロアの職員のうち 40 名が同型式のアンケートに参加した．このうち，オフィス改革の前後両方の調査に参加した者は 26 名であったため, 人数は少ないがこれらのデータについて検討を行うこととした.

調査内容：心理的側面だけでなく環境行動に関する質問も行う必要があったことから回答者の負荷を考慮した結果，仕事をする目的を尋ねるための労働価値観測定尺度の短縮版（江口・戸梶, 2009），職場内の人間関係，業務特性，性格傾向を反映した作業嗜好性（仕事は決められたとおりに行うことを好むー仕事は試行錯誤しながら行うことを好む，協力して仕事をすることを好むー単独で仕事をすることを好む，など），仕事のやりがいなどについて項目を設けて調査を実施した．これら以外に，オフィス環境に関する質問，働き方の特徴に関する質問，および属性について回答を依頼した．なお，後半部分に関しては仲研究室の担当であったため，前半部分について分析を行った.

調査手続き：窓口となっている市職員の方々と相談した結果，オフィス改革を行う前のタイミングの一週間ほどの期間を設定し，web 調査を行えるよう準備をした．調査項目に関しては，市職員の方々とも質問の分量などを相談しつつ，主に心理面を筆者が担当し，環境面を仲研究室が担当して作成した．調査項目が決まった後，仲研究室で SurveyMonkey を利用して画面の

設計を行い，項目内容や全体の動作などを確認した上で設定した日程で web 調査を実施した．

6. 結果および考察

オフィスの変化について　当初は，いわゆる一般的な事務所のように，課ごとに机が整然と並べられた配置のオフィスであった．それが大平氏を中心とした改革によって図１のように変化した．その主要なコンセプトは，課を越えたコミュニケーションの促進であった．キャビネットを片側に集約してしまい，広くなったオフィスで机の並びを放射状に配置し，打ち合わせスペースをフロアの中に設けて人の集散を楽にしたものであった．その後，オフィス改革を進めていく中で馬場氏と仲研究室による行動観察の結果を踏まえたアイデア出しの結果，図２のようなレイアウトになった．図

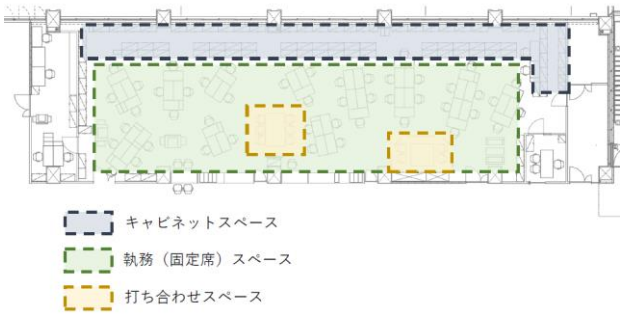


図１　オフィス改革前のレイアウト

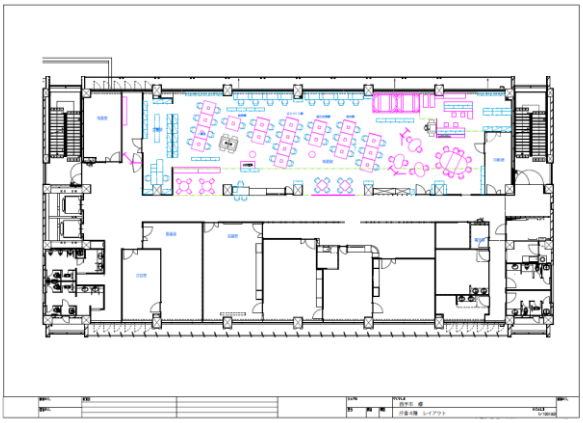


図２　オフィス改革後のレイアウト（上部のみ）

の上部が窓側，下部が廊下側となっている．窓側の細長いスペースは個人作業を集中して行うスペースであり，その下に配置された机群はどこに着席して作業を行ってもよく，他課の人との相談もできるようになっている．その下の廊下側は，市民・業者などの対応や他のフロアの職員との打ち合わせに利用できるスペースである．丸テーブルと散在している机のところは主に打ち合わせに使用するスペースであり，他に聞かれたくないような内容の場合には上部に周囲の囲まれたスペースを利用するようになっている．そして，右上の部分はカフェのような作りになっており，コーヒーやお茶を飲みながら休憩やちょっとした相談などができるスペースとなっている．

このように，一般的なお役所とはまったく異なった環境で 4 階の職員は仕事をするようになり，当初は戸惑っていたようであるが，徐々にいろいろなスペースを活用するようになっていった．しかしながら，積極的に新しいスペースを活用する者もいれば，固定席でなくても同じ席に座りがちな者もいた．そこで，職員の内面について検討を行った．

労働価値観および仕事のやりがいについて　労働価値観とは，「個々人が職業生活の目的として重要であると考える要因」と定義されている（江口・戸梶，2009）．労働価値観測定尺度には「達成感」「同僚への貢献」「社会的評価」「社会への貢献」「所属組織への貢献」「経済的報酬」「自己の成長」の 7 つの下位尺度（1：まったく重要でない～6：非常に重要である，の 6 件法で各 3

表１　労働価値観における各下位尺度得点の平均値と標準偏差（n=26）

労働価値観の下位尺度	平均値	標準偏差
達成感（前）	12.00	3.359
達成感（後）	12.19	3.200
同僚への貢献（前）	11.54	2.832
同僚への貢献（後）	11.58	2.517
社会的評価（前）	9.19	3.394
社会的評価（後）	9.15	2.796
社会への貢献（前）	13.58	2.139
社会への貢献（後）	13.23	2.582
所属組織への貢献（前）	11.50	2.832
所属組織への貢献（後）	11.92	2.622
経済的報酬（前）	13.58	2.403
経済的報酬（後）	14.12	2.372
自己の成長（前）	13.00	3.370
自己の成長（後）	13.12	2.321

項目の計21項目）があるが，調査を行った2時点（オフィス環境の変化の前後）におけるそれぞれの平均値と標準偏差を表1に示す．尺度間にはバラツキはあるものの価値観という頑健なものであることから，t検定を行った結果，オフィス改革の前後で違いのみられたものはなかった．

次に，労働価値観の各下位尺度と仕事のやりがいとの相関係数を算出した．その結果を表2と表3に示す．

表２　労働価値観の下位尺度とやりがいとの相関係数（前）

		やりがい（前）
達成感（前）	r	.519
	p	.007
同僚への貢献（前）	r	.494
	p	.010
社会的評価（前）	r	.420
	p	.033
社会への貢献（前）	r	−.020
	p	.921
所属組織への貢献（前）	r	.415
	p	.035
経済的報酬（前）	r	−.334
	p	.096
自己の成長（前）	r	.247
	p	.223
		n=26

表３　労働価値観の下位尺度とやりがいとの相関係数（後）

		やりがい（後）
達成感（後）	r	.398
	p	.044
同僚への貢献（後）	r	.478
	p	.014
社会的評価（後）	r	−.051
	p	.806
社会への貢献（後）	r	.383
	p	.053
所属組織への貢献（後）	r	.458
	p	.018
経済的報酬（後）	r	−.060
	p	.772
自己の成長（後）	r	.487
	p	.012
		n=26

表2より，オフィス改革前では，達成感，同僚への貢献，社会的評価，所属組織への貢献などにおいて仕事のやりがいとの間に正の有意な相関関係が認められた．一方，オフィス改革後では，達成感，同僚への貢献，所属組織への貢献，自己の成長において仕事のやりがいとの間に正の有意な相関関係が認められた．オフィス改革の前後における明確な違いとしては，オフィス改革前に認められた社会的評価と仕事のやりがいとの相関関係が有意でなくなったこと，およびオフィス改革後では自己の成長と仕事のやりがいとの間に正の相関関係が認められるようになったことであった．これらの結果を解釈するため，仕事のやりがいについてもオフィス改革の前後で変化が認められたかについて t 検定を行った．その結果，オフィス改革前（1〜4 の 4 件法で平均値と標準偏差は 3.04±0.528）とオフィス改革後(同じ基準で平均値と標準偏差は 3.00±0.566）では有意差は認められなかった．このことも踏まえて考えると，先の結果は労働価値観と仕事のやりがいとの関係性に変化がみられたと解釈できる．社会的評価とは他者から注目や尊敬されたいという願望にかかわる価値観である．したがって，オフィス改革前にはそのような価値観を仕事のやりがいとする傾向があったが，職員の意識の変化によってそのような願望と仕事のやりがいとの関連性がなくなったと考えられる．また，オフィス改革前には仕事のやりがいとは結びついていなかった自己の成長がオフィス改革後には関連するように変化したことが示されたが，これは人間としての成長や自己の能力開発にかかわる価値観であることから，職員の意識の高まりを示す結果だと解釈できると考えられる．

また，課ごとの労働価値観および仕事のやりがいに関して，時期（オフィス改革前・後）×課（財政課，総合政策課，まちづくり推進課，総務課）の二要因分散分析を人数が少ないため参考情報として実施したが，いずれも有意差は認められなかった．さらに，人数の少なさを補って傾向をみるため，これらの要因を分割してオフィス改革前とオフィス改革後に分けて課による一要因分散分析を実施したところ，オフィス改革前における「同僚への貢献」の得点において有意差が認められ($F(3,22)=3.795$, $p<.05$)，多重比較の結果からまちづくり推進課が総務課よりも有意に高いことが示された．しかしながら，オフィス改革後には有意差は認められなかった．このことから，オフィス改革によって総務課の職員の「同僚への貢献」への意識が他課と同程度になったと考えられる（ただし，オフィス改革の前後を比較した t 検定では有意差はなかった）．

一方，業務特性と仕事のやりがいについて相関分析をしたところ，成果のわかりやすい業務とオフィス改革前の仕事のやりがいとの間には有意な相関が認められたが($r=.536$, $p<.01$)，オフィス改革後では相関関係

が認められなくなっていた(r=.166, n.s.)．この結果からも，職員の意識の変化がうかがわれる．すなわち，一般的に仕事においては成果のわかりやすい業務の方が達成感を感じやすいためモチベーションを高めるとされており，オフィス改革前はそれと同じ状態であったと考えられる．ところが，オフィス改革後では，成果のわかりやすさは仕事のやりがいとは関連性がなくなっていたため，成果のわかりやすさがモチベーションの要件ではなくなったと考えられる．

性格傾向を反映した作業嗜好性および人間関係と仕事のやりがいとの関連性　個人の性格傾向を反映した作業嗜好性と仕事のやりがいに関して相関分析を行った．しかし，特に関連性は認められなかった．また，職場における職務遂行上での人間関係と仕事のやりがいに関して相関分析を行ったが，こちらもすべてにおいて有意な関係性は認められなかった．

性格傾向を反映した作業嗜好性や職場での人間関係は，既に形成されているためオフィス改革によって簡単には大きく変化するものではないであろう．そのため，これらの変数と仕事のやりがいとの関連性は認められなかったと考えられる．ただし，今後の展開によっては，新しいオフィス環境において課を越えたつながりが強まっていく可能性もある．そのため，人間関係の広がりやつながりの強さなどに関しても調査していく必要があるだろう．

次に，性格傾向を反映した作業嗜好性の平均値と標準偏差を表４に示す．6件法で尋ねたため，3.5が中間点となり，それよりも小さければ左寄り傾向となり，大きければ右寄り傾向となる．平均値を見る限りにおいて，全体的にはオフィス改革の前後で大きな変化は認められなかったと考えられる．そこで課によっても作業嗜好性に関して違いはなかったのかについて，時期（オフィス改革前・後）×課（財政課，総合政策課，まちづくり推進課，総務課）の二要因分散分析を人数が少ないため参考情報として実施したが，いずれも有意差は認められなかった．さらに，人数の少なさを補って傾向をみるため，これらの要因を分割してオフィス改革前とオフィス改革後に分けて課による一要因分散分析を実施したが，いくつか有意傾向はみられたが有意差は認められなかった．これらの結果から，作業嗜好性や人間関係といった事項への影響については，本調査を実施した時点では認められなかったといえる．

表４　性格傾向を反映した作業嗜好性に関する記述統計量

		平均値	SD
いろいろな人とｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝをとることを好む ―― 特定の人とｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝをとることを好む	前	3.58	1.172
	後	3.38	1.299
仕事は決められたとおりに行うことを好む ―― 仕事は試行錯誤しながら行うことを好む	前	3.58	1.270
	後	3.77	1.531
仕事は要領よくこなすことをこころがける ―― 仕事は着実に失敗しないことをこころがける	前	2.77	.992
	後	2.73	1.251
周囲と意見が違っても我が道を行く ―― 自分と意見が違っても周囲に合わせる	前	3.92	.796
	後	3.46	.811
仕事は時間がかかっても堅実にこなす ―― 仕事は多少雑になっても素早くこなす	前	3.81	1.021
	後	3.77	1.107
協力して仕事をすることを好む ―― 単独で仕事をすることを好む	前	3.38	1.061
	後	3.35	1.093
時間がかかっても慣れたやり方を選ぶ ―― 時間短縮できるなら新しいやり方を選ぶ	前	4.50	.906
	後	4.27	1.041
情報機器類を使いこなして仕事をする ―― 情報機器類を使わずに仕事をする	前	2.81	1.132
	後	2.58	.758
雑談をしながら仕事をすることを好む ―― 周囲を気にせずに仕事をすることを好む	前	3.23	1.142
	後	3.23	1.107
仕事で不自由を感じてもそのまま進める ―― 仕事で不自由を感じたら他のやり方を試す	前	4.04	.824
	後	3.96	.774
仕事で失敗してもすぐに気持ちを切り替える ―― 仕事で失敗すると引きずってしまう	前	3.27	1.282
	後	3.38	1.267
仕事で困ったら周囲に相談して対処する ―― 仕事で困っても自分で考えて対処する	前	2.73	.827
	後	2.88	.952
左項目:1～右項目:6までの6件法(中央は3.5)			n=26

7.　まとめと今後の課題

本研究は，愛媛県西予市の市役所において行われているオフィス改革を事例として取り上げ，オフィスのレイアウトの変化とワークショップによる意識改革とを合わせた効果について検討を行った．結果として，仕事に対するやりがいにおいて構造的な変化が表れ，働き方への意識が高まる傾向がうかがわれた．また，実際に職場環境は大きく変化したため，それに合わせた働き方が今後に向けてさらに展開していくと考えられる．今回の調査では，それがまだ反映されるほどの変化は認められなかったが，他の自治体からの視察数が増加するなど，市民以外の他者の目にも触れる機会が増えていることから，職員の意識の高まりはさらに進むと考えられる．さまざまな要因が同時並行して変化し，またワークショップ自体も方向性はあったが予め詳細が決まっていたのではなく，職員の反応や変化に対応して内容を考えていた面もあるため，効果測定に関しては効果があったとしても何がその要因となったのかを抽出することは難しい．さらに，市役所の全職員ではなく４階という一フロアでの改革であり，改革の前後のデータが揃った人数も少なかったことから，詳細に考察するには多くの制約ができてしまった．しかしながら，こうしたアプローチを蓄積していくことで，オフィス改革から働き方改革へと進めていくノウハウが徐々にではあるが見えてくるようになると考えられる．働き方改革を学術的に解き明かしていくとすれば，このような試みさらに続けていくことが必要になるであろう．いずれにしても，学際的なアプローチが必要となることから，関連諸領域での連携を強めていくためにも，議論を活発にするために言葉や概念の共有化が必要になると考えられる．今後もこのような事例が出てくることを期待する．

8. 参考文献

[1] 江口圭一・戸梶亜紀彦 (2009) 労働価値観測定尺度（短縮版）の開発　実験社会心理学研究, Vol. 49, No. 1, pp. 84-92.
[2] 働き方改革実現会議 (2017) 働き方改革実行計画 (URL:http://www.kantei.go.jp/jp/headline/pdf/20170328/01.pdf)
[3] 西予市 (2015) 西予市人口ビジョン (URL:https://www.city.seiyo.ehime.jp/docs/2015120100026/files/jinkou.pdf)

謝辞：本研究を進めるにあたり，三好幹二前西予市長，管家一夫西予市長，西予市企画財務部を中心とした市職員の方々をはじめ，多くの方の協力を得て行うことができました．特に，研究発表を奨励していただいた現総務省内閣官房情報通信技術(IT)総合戦略室参事官補佐の大平利幸氏と本プロジェクトにお誘いいただいた京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科デザイン・建築学系の仲隆介教授、一緒に仕事をさせていただいた株式会社オープンＡ代表の馬場正尊氏に感謝を致します．

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

葛藤事態において向社会的行動の送り手は何を思うのか
What We Think about When We Take a Prosocial Behavior on the Conflict Situation

石川　悟
Satoru Ishikawa

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
ishi_s@hokusei.ac.jp p

Abstract

In this study, participants were requested to take a prosocial behavior on the conflict situation to the one of “four type of friend”, sincere and close-relations, lazy and close-relations, sincere and thin-relations, and lazy and thin-relations. Additionally participants requested to answer the degree of altruistic or selfish in the seven questions. Participants took a more prosocial behavior to the close-relations’ friend, however they think selfish idea such as “don’t want to be a stingy person” or “don’t have sense of guilty.” Further research is needed to investigate how to eliminate these conflict situation.

Keywords — Prosocial Behavior, Altruistic, Selfish

1. はじめに

人は様々な相手に対して向社会的行動をとる．植村[1]は向社会的行動を，「寄付・奉仕行動」「分与・賃貸行動」「緊急事態における救助行動」「労力を必要とする援助行動」「社会的資源が不足している人に対する援助行動」「小さな親切行動」「気遣い・いたわり行動」「助言・忠告行動」に区分し，どのような動機からこれらの向社会的行動がとられるか検討している．こういった向社会的行動をおこなう時にその行動の送り手は，自身が行動をとることによって得られうる利益と，同時に生じるコストや不利益との考慮が必要な葛藤事態に置かれると考えられる．このような葛藤事態で向社会的行動の生起に関わる要因については，相手への寛容さといった送り手の内的側面や相手との関係性，あるいは葛藤事態の外的特徴等からさまざまに検討されてきた[2]．では，向社会的行動の送り手や受け手は，この葛藤事態や生じた行動をどのように捉えているのだろうか．白木・五十嵐[3]は，向社会的行動の受け手が感じる感謝や負債感が生じる要因を検討しているが，向社会的行動の送り手は何を考慮してその行動を生起させているのだろうか．本研究では，向社会的行動の送り手が葛藤事態において考慮しているであろう内容について，場面想定法を用いた質問紙実験により検討した．

2. 方法

実験参加者：　大学生 108 名(女性 69 名，男性 39 名，平均年齢 19.9 歳）が実験に参加した．

向社会的行動決定課題：　被験者には，友人にお金を貸す「貸与行動」が求められる場面を想定し，『同じ学科の同性の学生 6 人と共に 2 泊 3 日の国内旅行をしていたところ，旅行の最終日に友人Aから，「申し訳ないんだけど，2000 円貸してくれない？実は手持ちが足りなくなってしまって….」と声をかけられる』といった状況を示す文章を読ませた．その後，文中の「あなた」に自身を当てはめ，友人 A が以下のような人物であると想定させ，自身がお金を貸すかどうか考えさせた．友人 A には性格として「誠実さ要因」を，自身との関係の強さとして「親密さ要因」を用意し，それぞれの要因に高/低の 2 水準を設けた．その上で両要因を組み合わせ，「高誠実高親密」，「高誠実低親密」，「低誠実高親密」，「低誠実低親密」の 4 種類の友人 A を用意した．

被験者にはまず，旅行先でお金が足りなくなってしまった友人にお金を貸すか否か，『このとき，「あなた」は友人 A に対して 2000 円を貸しますか？』という質問項目により尋ね，「お金を貸す／貸さない」のどらか一方を選択させた．その上でそのように判断した理由を次の 7 つの質問項目で尋ねた．すなわち友人 A に関する 3 つの質問項目「1. 友人 A に落ち度がある」「2. 友人 A がお金を返さない」「3. 友人 A を助けたい」と，自身についての 4 つの質問項目「4. 友人 A に良い人と思われたい」「5. 友人 A への貸しにできる」「6. 友人 A にケチだと思われたくない」「7. 断ったら友人 A に対して罪悪感が残る」のそれぞれについて，「お金を貸す／貸さない」の回答をするときにどの程度意識したか，「0%（全くそう思わなかった)」，「20%（あまりそう思わなかった)」，「40%（どちらかといえばそう思わなかった)」，「60%(どちらかといえばそう思った)」，「80%（かなりそう思った)」，「100%（非常にそう思った)」のうち最も当てはまるものを選択させた．

3. 結果と考察

貸与行動： 「高誠実高親密」,「高誠実低親密」,「低誠実高親密」,「低誠実低親密」の4種類の友人のそれぞれに対して「お金を貸す」と回答した被験者は,「高誠実高親密」に対しては106人(98.1%),「高誠実低親密」に対しては82人(75.9%),「低誠実高親密」に対しては94人(87.0%),「低誠実低親密」に対しては41人(38.0%)だった.

さらに被験者が4種類のそれぞれの友人に対してどのように「お金を貸す／貸さない」の判断をしたか集計したところ，全ての条件の友人に「お金を貸す」と回答した被験者（全友人群）が39人(36.1%)，誠実さも親密さも低い条件の友人にのみ利他行動をとらない被験者（誠実または親密要群）が38人(35.2%)，親密さが高い友人には利他行動をとる被験者（親密さ要群）が17人(15.7%)，誠実さも親密さも高い友人にのみ利他行動をとる被験者(誠実かつ親密要群)が7人(6.5%)，その他5人だった.

被験者の「お金を貸す」態度の違い（全友人群，誠実または親密要群，親密さ要群，誠実かつ親密要群）も新たな要因（「友人選択要因」: 被験者間要因）とし，親友に設けた2つの要因とともに，意識した内容を尋ねた7つの質問への回答結果について3要因の分散分析をおこなった.

その結果,「1. 友人Aに落ち度がある」では「誠実さ要因」と「親密さ要因」のそれぞれの主効果（$F[1, 97] = 27.1$, $p < .00$, $F[1, 97] = 6.45$, $p < .05$）が認められた（図1）.

「2. 友人Aがお金を返さない」では「誠実さ要因」,「親密さ要因」と「友人選択要因」のそれぞれの主効果（$F[1, 97] = 84.74$, $p < .001$, $F[1, 97] = 78.44$, $p < .001$, $F[3, 97] = 7.92$, $p < .001$）, および「誠実さ用因」×「親密さ要因」と「親密さ要因」×「友人選択要因」の交互作用（$F[1, 97] = 84.74$, $p < .001$, $F[3, 97] = 2.70$, $p < .05$）が認められた（図2）.

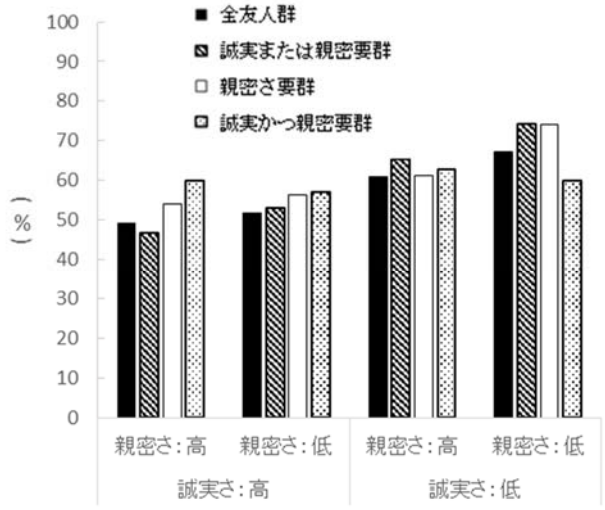


図1.「1. 友人Aに落ち度がある」の回答結果

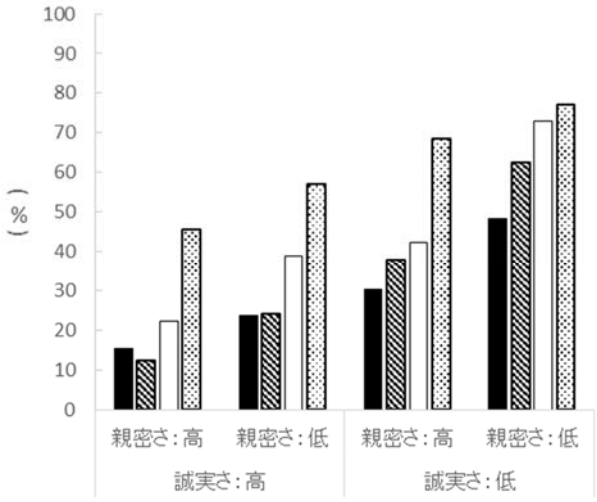


図2.「2. 友人Aがお金を返さない」の回答結果

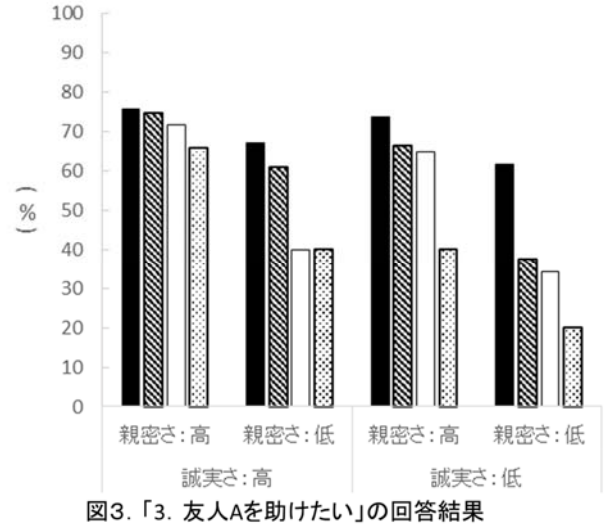


図3.「3. 友人Aを助けたい」の回答結果

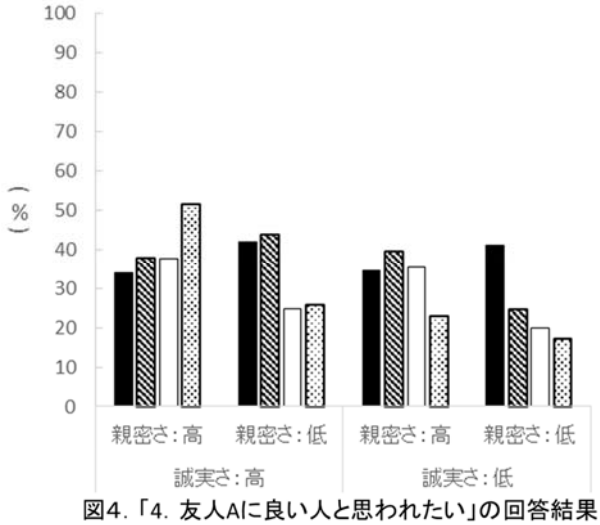


図4.「4. 友人Aに良い人と思われたい」の回答結果

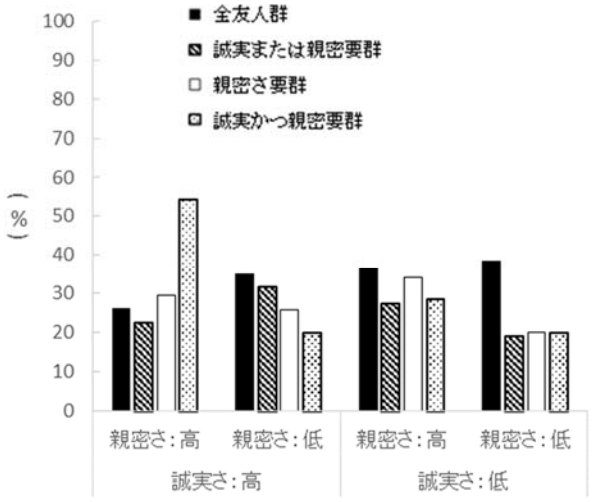


図5.「5. 友人Aへの貸しにできる」の回答結果

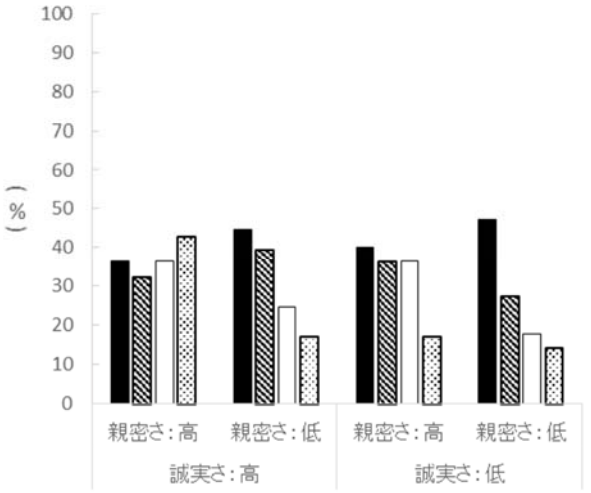


図6.「6. 友人Aにケチだと思われたくない」の回答結果

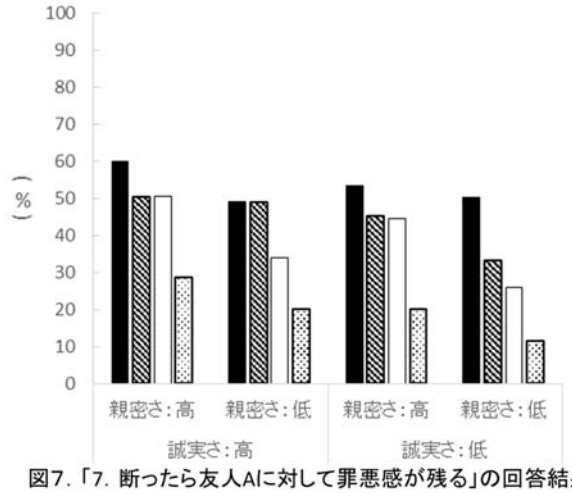


図7.「7. 断ったら友人Aに対して罪悪感が残る」の回答結果

「3. 友人 A を助けたい」では全ての主効果（$F[1, 97] = 50.04$, $p < .001$, $F[1, 97] = 116.77$, $p < .001$, $F[3, 97] = 7.57$, $p < .001$）と，「誠実さ用因」×「親密さ要因」の交互作用を除く全ての交互作用（$F[3, 97] = 7.54$, $p < .001$, $F[3, 97] = 7.68$, $p < .001$, $F[3, 97] = 3.09$, $p < .05$）が認められた（図 3）.

「4. 友人 A に良い人と思われたい」では「誠実さ要因」と「親密さ要因」の主効果（$F[1, 97] = 18.06$, $p < .001$, $F[1, 97] = 8.35$, $p < .05$）と，「誠実さ用因」×「親密さ要因」を除く全ての交互作用（$F[3, 97] = 4.30$, $p < .05$, $F[3, 97] = 7.34$, $p < .001$, $F[3, 97] = 6.71$, $p < .001$）が認められた（図 4）.

「5. 友人 A への貸しにできる」では「親密さ要因」の主効果（$F[1, 97] = 6.67$, $p < .05$）と，「誠実さ用因」×「親密さ要因」を除く全ての交互作用（$F[3, 97] = 3.66$, $p < .05$, $F[3, 97] = 5.22$, $p < .05$, $F[3, 97] = 6.71$, $p < .001$）が認められた（図 5）.

「6. 友人 A にケチだと思われたくない」では「友人選択要因」の主効果（$F[1, 97] = 6.33$, $p < .05$, $F[1, 97] = 5.18$, $p < .05$, ）と，「誠実さ用因」×「親密さ要因」を除く全ての交互作用（$F[3, 97] = 3.44$, $p < .05$, $F[3, 97] = 6.52$, $p < .001$, $F[3, 97] = 4.13$, $p < .05$）が認められた（図 6）.

「7. 断ったら友人 A に対して罪悪感が残る」では全ての主効果（$F[1, 97] = 12.54$, $p < .001$, $F[1, 97] = 14.40$, $p < .001$, $F[3, 97] = 4.76$, $p < .05$）と，２次の交互作用（$F[3, 97] = 2.78$, $p < .05$）が認められた（図 7）.

貸与行動を規定する要素： 「高誠実高親密」，「高誠実低親密」，「低誠実高親密」，「低誠実低親密」のそれぞれの相手に対して「貸与行動」の有無を決定するとき，どの理由が関与していたのか推測するため，高誠実低親密」，「低誠実高親密」，「低誠実低親密」のそれぞれの条件において，７つの質問への回答結果を説明変数，「お金を貸す／貸さない」の回答結果のうち「貸す ＝1」，「貸さない ＝0」の２値変数として従属変数としたロジスティック回帰分析をおこなった．それぞれの説明変数は変数増加法によりモデルに投入した．なお「高誠実高親密」の相手に対しては「貸与行動」を生起させなかった実験参加者は２名だけだったため分析から除外した．

「高誠実低親密」な友人が相手の場合の分析結果を表１に，「低誠実高親密」な友人が相手の場合の分析結果を表２に，「低誠実低親密」な友人が相手の場合の分析結果を表３に示した．

4. 結果と考察

分散分析および下位検定の結果を精査したところ，向社会的行動の受け手に対する送り手の「お金を貸す」態度の違いによって，送り手が葛藤事態において考慮する内容が異なる事が示唆された．すなわち，「全友人群」はどんな相手に対してもいい顔をすることを考慮しつつ利他行動をとる人，「誠実または親密要群」は誠実さと親密さが低い相手以外に対しであれば相手のことを考えて利他行動をとる人，「親密さ要群」は親密な相手に対して相手のことを考えて利他行動をとる人，「誠実かつ親密要群」は誠実かつ親密な相手に対して期待できる自分への利益を意識しながら利他行動をとる人だ，と考えられた．

またロジスティック回帰分析結果を確認したところ，相手により効果を与えたと考えられる理由が異なった．「高誠実低親密」な相手の場合，「相手への落ち度」と「自身が感じる罪悪感」に「貸与行動」への効果がみられたのに対し，「低誠実高親密」な相手の場合，「相手からケチだと思われること」が「貸与行動」へ効果を与えていた．一方「低誠実低親密」な相手の場合，「援助の意志」および「相手へ貸しをつくる」という理由が「貸与行動」に効果を与えていた．

これらの結果は，親密度が高い相手の場合であっても真に「利他的」と言うよりも「相手からどのように思われるか」という「利己的」な理由が「相手への貸与行動」と関わり，それは親密度が低い相手であっても同様のようである．一方で自身との親密度も相手の誠実さも低い場合は，真に「利他的」な「助けたい」という意志の有無が「貸与行動」の有無を決めていた，とも考えられる．

今後，このような葛藤事態での判断過程について，さらな検討を進めたい．

表1.「高誠実低親密」のロジスティック回帰分析結果

	B	p	Exp(B)	95%CI
「1. 友人Aに落ち度がある」	1.173	.026	3.231	1.15 – 9.06
「2. 友人Aがお金を返さない」	−1.811	.001	0.164	0.06 – 0.49
「7. 断ったら友人Aに対して罪悪感が残る」	0.773	.015	2.165	1.16 – 4.05
定数	1.920	.335	6.819	
−2 対数尤度				75.062
Cox-Snell R2 乗				0.336
Nagelkerke R2 乗				0.502
Hosmer とLemeshow の検定	χ2 乗＝10.154 df＝7			25.40%
的中率				p = 0.852

表2.「低誠実高親密」のロジスティック回帰分析結果

	B	p	Exp(B)	95%CI
「2. 友人Aがお金を返さない」	−0.818	.003	0.441	0.59 – 1.71
「3. 友人Aを助けたい」	0.882	.001	2.416	0.26 – 0.74
「6. 友人Aにケチだと思われたくない」	0.827	.003	2.287	1.40 – 4.17
定数	−2.016	.102	0.133	
−2 対数尤度				43.881
Cox-Snell R2 乗				0.306
Nagelkerke R2 乗				0.569
Hosmer とLemeshow の検定	χ2 乗＝4.618 df＝8			79.80%
的中率				p = 0.935

表3.「低誠実低親密」のロジスティック回帰分析結果

	B	p	Exp(B)	95%CI
「2. 友人Aがお金を返さない」	−0.700	.005	0.497	0.30 – 0.81
「3. 友人Aを助けたい」	0.990	.000	2.692	1.61 – 4.51
「5. 友人Aへの貸しにできる」	0.716	.001	2.046	1.32 – 3.17
定数	−2.932	.043	0.053	
−2 対数尤度				88.354
Cox-Snell R2 乗				0.399
Nagelkerke R2 乗				0.543
Hosmer とLemeshow の検定	χ2 乗＝5.509 df＝7			59.80%
的中率				p = 0.824

参考文献

[1] 植村里絵，（1999）“向社会的行動の生起過程に関する探索的研究”，名古屋大學教育學部紀要, pp.173-185.
[2] 高田奈緒美・大渕憲一，（2009）“対人葛藤における寛容性の研究：寛容動機と人間関係”，社会心理学研究, Vol. 24, pp.208-218.
[3] 白木優馬・五十嵐祐，（2016）“向社会的行動の受け手の感謝および負債感を喚起する要因の検討”，心理学研究, Vol.87, pp.474-484.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

俳句における品詞の遷移の分析−俳句生成での利用に向けて−
Analysis of Transition of Part of Speech in *Haiku*s: Toward Using in *Haiku* Generation

伊藤 拓哉[†]，小方 孝[†]
Takuya Itou, Takashi Ogata
[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Faculty of Software and Information, Iwate Prefectural University
g031n019@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract
The authors studied narrative generation from *haiku*s. This paper describes the analysis of transition of parts of speech in haikus, *haiku* generation using the result of this analysis, and questionnaire results regarding the comprehension of the generated *haiku*s. Eventually, the authors aim to generate narratives using automatically generated *haiku*s, utilizing it in an integrated narrative generation system they have developed.

Keywords — *Haiku*, Narrative Generation

1. はじめに

新田は文章を入力として，俳句を生成する方法を提案した[1]．図 1 にその過程を載せる．

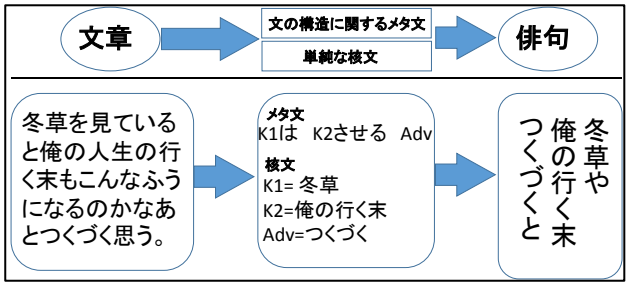


図 1　文章からの俳句の生成過程

入力として与えた文の構造に関するメタ文を設定し，そのメタ文に当てはまるように，意味が単純で自明な核文を設定している．図の例で言えば，文に関するメタ文が「K1 は　K2 させる　Adv」という形で設定され，K1, K2, Adv に当てはまるように文から核文が作られ，最終的に俳句「**冬草や　俺の行く末　つくづくと**」が生成されている．

筆者は俳句から物語を生成する手法の研究を行っている[2]. 俳句を入力としたとき, 俳句を形態素解析し，獲得した名詞や動詞から関連する他の単語を選び，俳句に関する新しい解釈文の生成方法を研究している．

今回は, 入力として利用する俳句を, 新田のアプローチとは異なる方法で生成することを目指し，俳句中での個々の単語の品詞に注目し，品詞の遷移パターンを分析, そのパターンに基づいた俳句生成を行った. この研究の大きな目標は，筆者らが開発中の統合物語生成システムの入力として俳句のような定型詩を扱えるようにすることである．

2 節では, 名詞と動詞に限定した品詞の遷移の分析について，3 節では全品詞の遷移の分析について述べる．4 節で実際に生成した俳句の評価の実験とその結果に関する考察を述べる．

2. 名詞と動詞の遷移の分析

品詞の遷移を分析するにあたり，まず俳句において最も出現する頻度が高いと考えられる名詞と動詞のみに絞って分析を行った．2.1 節ではその分析の方法について説明する．また 2.2 節では，分析の結果を踏まえて俳句の型を作成し，試験的に生成した俳句について説明する．

2. 1. 俳句に含まれる名詞と動詞の遷移の分析

今回の分析では, Yahoo！テキスト解析 Web API に基づく日本語形態素解析を行えるウェブサイト「みんなの知識ちょっと便利帳　日本語形態素解析[1]」を使用した. このサイトでは, 形態素解析の結果の出力を任意で調節することができ，今回の品詞の情報の獲得に有効であると考えたためである．

今回の分析では，松尾芭蕉らの「おくのほそ道」に掲載されている 63 句を対象とした．俳句は掲載されている書籍などによって表記が異なるが, 今回は「日本の古典をよむ 20　おくのほそ道　芭蕉・蕪村・一茶名句集」の表記を利用した[3].

この分析では，俳句の中で名詞と動詞がどのような

[1] みんなの知識ちょっと便利帳　日本語形態素解析(最終確認日 2017 年 6 月 30 日)
http://www.benricho.org/moji_conv/japanese-analysis.php

順番で出現しているか，また俳句の中に，いくつ品詞(ここでは名詞と動詞)が含まれているかを調べた. 解析結果の一例を表 1 に示す.

表 1　名詞，動詞のみの品詞遷移解析結果の一例

俳句	草の戸も　住替る代ぞ　雛の家
品詞遷移	名詞→名詞→動詞→名詞→名詞→名詞
名詞	草，戸，代，雛，家
動詞	住替わる
品詞数	6

表 2　名詞，動詞の出現数

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**合計**
名詞	59	51	32	42	33	14	1	232
動詞	4	12	30	17	6	0	0	69
合計	63	63	62	59	39	14	1	

表 2 にこの解析の結果をまとめた．この表では，獲得した品詞の一番目から七番目で名詞と動詞がそれぞれいくつ出現したかを表している. ただし, この分析では名詞と動詞の出現の順番にのみ着目しており，獲得する品詞を名詞と動詞に限定したため，「**あかあかと日は難面も　秋の風**」のように俳句の冒頭が副詞などで始まる場合は名詞の「日」が一番目となっている.

一番目，二番目では名詞の出現する割合が動詞に比べて圧倒的に高く，特に一番目が動詞である俳句は 4 句なのに対して，名詞は 59 句である．また名詞，動詞を六個以上含む俳句は 63 句のうち 15 句であり，七個含む俳句は 1 句であった．なお一つの俳句に含まれる品詞(名詞と動詞)の平均はおおよそ 4.76 個であり，動詞を二個以上含む俳句は 63 句のうち 13 句だった.

2. 2. 名詞と動詞の遷移を利用した俳句生成

俳句における名詞と動詞の遷移に関する情報を利用して, 試験的に俳句を生成する. 筆者らが開発中の統合物語生成システムが持つ，言語の表記に関する情報が記述された言語表記辞書を利用する.

前節の分析で, 俳句の中に含まれる名詞, 動詞の数は平均で 4.76 個，一番目，二番目の品詞は高い確率で名詞であり，動詞は二つ以上含まれる確率はあまり高くないといった結果を得た. これらの情報をもとに, 俳句生成のための型を作成した. 今回作成した型は名詞を 4 個，動詞を 1 個含み，動詞は三番目に固定した．三番目に固定したのは，動詞の出現する割合が最も高かったためである. 型に使用する名詞, 動詞の音の数もあらかじめ指定しておき, 最終的に十七音になるように「や」や「かな」といった, 切れ字とよばれる一文字から三文字のものを組み合わせ調整した．以下の表 3 に生成のための型とそれによって生成された俳句を示す.

表 3　名詞と動詞のパターンを利用した例

型	名詞(2)名詞(3)*動詞(3)名詞(3)切れ字(1)* 名詞(3)切れ字(2)
生成例	俗モデル 化けるおやまや 討っ手かな
	嫁攻め手 見える飲み手へ 間抜けかな
	だれどっち 落ちるはとこか 野武士けり

表 3 で示した型は，括弧の中の数字が音の数を表しており，アスタリスクで五・七・五を区切っている．生成例に示した俳句は，俳句に必要な季語を特に意識していない．そのため川柳のような句になっている.

今回は, この名詞と動詞のみのパターンに加えて, 俳句の冒頭に形容詞か形容動詞を含む俳句も生成を試みた. 以下の表 4 にその生成のための型と生成例を示す.

表 4　形容詞と名詞，動詞のパターンを利用した例

型	形容詞(5)または形容動詞(5)*名詞(3)動詞(3)切れ字(1)*名詞(2)の名詞(2)
生成例	広大だ マリア選ぶか 梵論の家
	巨大だ ニンフ避けるか おじの舎
	物凄い やり手抉るじ うばのモボ

3.　全品詞の遷移の分析

名詞と動詞のみの品詞の遷移の分析から，さらに詳細な品詞の遷移の分析を行った．3.1 節ではその分析に関して説明し，3.2 節では，この分析で得られた品詞の遷移パターンを利用した俳句生成について説明する.

3. 1. 俳句に含まれる全品詞の遷移の分析

形態素解析には 2 節と同様の形態素解析器を利用し，この形態素解析で得ることのできるすべての品詞(名詞，動詞，形容詞，形容動詞，副詞，連体詞，感動詞，接頭辞，接尾辞，接続詞，助詞，助動詞)に関して，その遷移を分析した. またこの分析では, 俳句生成をより詳細に行うために, 俳句を構成する五・七・五それぞれの品詞の構成と各品詞の音の数を分析した. 以下の表 5

と表 6 に分析結果の例を示す.

表 5 「草の戸も住替る代ぞ雛の家」の分析結果

俳句	草の戸も　住替る代ぞ　雛の家
品詞遷移	名詞→助詞→名詞→助詞→動詞→名詞→助詞→名詞→助詞→名詞
名詞	草，戸，代，雛，家
動詞	住替る
助詞	の，も，ぞ，の
音の数と構成	2111*511*212

表 6 「あかあかと日は難面も秋の風」の分析結果

俳句	あかあかと　日は難面も　秋の風
品詞遷移	副詞→助詞→名詞→助詞→名詞→接尾辞→助詞→名詞→助詞→名詞
名詞	日，難，秋，風
副詞	あかあか
助詞	と，は，も，の
接尾辞	面
音の数と構成	41*11221*212

音の数と構成の項目では，五・七・五をアスタリスクで区切って，それぞれの品詞の音の数と構成を表している．表 5 に関して言えば，最初の五音は四つの品詞から成り立っており，二音，一音，一音，一音という構成になっている.

表 6 では，名詞，副詞，助詞のほかに，接尾辞「面」が形態素解析の結果として得られている. しかし, この俳句に含まれている「難面」という語は「つれなく」と読み,「つれなく」は形態素解析では形容詞と解析される.「おくのほそ道」に掲載されているような俳句には，現代ではほとんど使用されないような表記があり，これらが予想とは異なる形態素解析の結果となる．今回の解析では俳句の表記に基づいた結果を利用し，特に修正は行っていない．この分析によって得た品詞の遷移のパターンを論文の最後に掲載した図 3 に示す.

3.2. 全品詞の遷移パターンを利用した俳句生成

前節で獲得した品詞の遷移のパターンを利用して俳句の生成を行う. 現在, 統合物語生成システムの言語表記辞書には名詞，動詞，副詞，形容詞，形容動詞，助詞の情報がある．しかし今回の分析の結果では接尾辞や助動詞など言語表記辞書にはない品詞も獲得された．そのため言語表記辞書を利用して俳句生成を試みると，生成は辞書がある六品詞のみの利用に限られてしまう. この問題を解決するために，今回は「おくのほそ道」の 63 句の形態素解析の結果から得られた単語を利用して俳句を生成した. この方法では, 言語表記辞書を利用する場合に比べ，利用できる単語の数ははるかに少ないが，獲得しているパターンの中に出現する品詞はすべてカバーすることができる．以下の表 7 に品詞遷移のパターンと，そのパターンを利用して生成した俳句の例を示す.

表 7 パターンを利用した俳句生成の例

パターン	名詞助詞*名詞名詞助詞*名詞助詞名詞
音の数と構成	41*241*113
生成例	松島を 鳥撫子に 緒の幟
	木啄の 岩兵ぞ 夏の初
	一枚の 関啼魚ぞ 緒の白毛

4. 生成した俳句の予備的な評価

名詞と動詞のみのパターンから生成した俳句と，全品詞の遷移パターンを利用し生成した俳句に対して試験的な評価を行った．4.1 節では生成した俳句の面白さの調査について述べ, 4.2 節でその考察を行う.また, 4.3 節では生成した俳句の内容の理解度の調査について述べ，4.4 節でその考察を行う.

4.1. 生成した俳句の面白さに関する調査

2.2 節で示したような，名詞と動詞の組み合わせのパターンから生成した俳句と，3.2 節で示したような全品詞の遷移パターンを利用して生成した俳句をそれぞれ 10 句ずつ選び，計 20 句を対象としてアンケート調査を行った．アンケート調査では，これら 20 句の俳句を被験者に読んでもらい，どの程度おもしろいと感じたかを五段階で評価してもらった. 今回の実験では, 生成された俳句の意味などを深く考えさせるようなことはせず，あくまで一読しただけでどの程度おもしろいと感じたかを調査するために, アンケートの回答時間は 2 分程度とした.

今回のアンケート調査の被験者は 16 名で，十代から二十代前半の男女の学生であった.

表 8 にアンケートで使用した俳句と，アンケートで得られた評価の平均値と評価の順位を載せる．番号 1 から 10 が名詞と動詞のみのパターンから生成した俳句,

番号 11 から 20 までが全品詞の遷移パターンを利用して生成した俳句である. なお, 平均値は少数第三位で四捨五入した値である.

表 8　面白さに関するアンケート結果

番号	俳句	平均値	順位
1	勇ましい お化け溶けるぬ 試補の兵	3.19	12
2	あどけない 名無し跳ねるへ 星の牛頭	3.38	2
3	冴えるらん 空き巣小揚げよ 理化の我	3.31	5
4	活発だ シンパ逃がすや 僕の宅	3.07	17
5	興すかな おどけせがれへ 保父の油屋	2.75	19
6	眠るかな ダーメのろまぞ 鼻祖の白	3.13	16
7	遺児シャー 換えるカルトよ 姪のパル	3.19	12
8	嫁攻め手 見える飲み手へ 間抜けかな	3.63	1
9	ママコンパ 飽きるすべたつ キブツかな	3.31	5
10	鷲ファン 冷えるねんねぞ ボウズけり	3.31	5
11	一枚を 足撫子の 三の幟	2.73	20
12	風流に 松撫子の 目は桜	3.25	9
13	笠嶋に 下兼房の 三の田植	3.00	18
14	一枚の 関啼魚ぞ 緒の白毛	3.19	12
15	卯の花を こさ啼魚に 夏の草鞋	3.38	2
16	卯の花の 靄岩靄に ぬかり声	3.25	9
17	たけくまの 馬鳥花を しのぶ声	3.25	9
18	さみだれに 馬花尿や ぬかり紅粉	3.31	5
19	行春は 下いづ松の しのぶ蝉	3.38	2
20	夏山も 馬下足に しのぶ也	3.19	12

4.2. 面白さの評価に関する考察

今回のアンケートでは，名詞と動詞のみのパターンから生成した俳句と，すべての品詞の遷移パターンから生成した俳句の評価の差は大きく現れず，二つの生成方法の俳句それぞれすべての評価の平均値は，前者が 3.23 で後者が 3.19 であった.

今回最も高い評価を得たのは，平均値 3.63 で「**嫁攻め手　見える飲み手へ　間抜けかな**」という句であった．次いで平均値 3.38 で「**行春は 下いづ松の しのぶ蝉**」,「**卯の花を こさ啼魚に 夏の草鞋**」,「**あどけない 名無し跳ねるへ　星の牛頭**」が並んでいる．これらの句を参考に高い評価を得た要因を考察する.

・**俳句の読みやすさ**：上位の句には表記に平仮名が多く含まれていた．最上位の「**嫁攻め手　見える飲み手へ間抜けかな**」は十六文字中八文字．2 位の「**あどけない　名無し跳ねるへ　星の牛頭**」には平仮名は十六文字のうち十文字．「**卯の花を こさ啼魚に 夏の草鞋**」は十三文字のうち六文字,「**行春は　下いづ松の　しのぶ蝉**」は十二文字のうち七文字と，上位 4 句はおおよそ半数以上が平仮名で表記されている．さらに 5 位タイで並んでいる 4 句も表記の半数以上が平仮名，または片仮名であった．このことから考察すると，平仮名や片仮名が多く，読みやすい俳句が高い評価を受けやすいのではないかと予想される.

・**個々の表現のイメージしやすさ**：高い評価を受けている句に含まれている表現のわかりやすさ，イメージしやすさも評価に繋がっているのではないかと予想する. 上位の句の表現を抜き出してみると,「卯の花」,「草鞋」,「あどけない」,「跳ねる」,「行春」など単語一つからイメージができるようなものがあり，加えて「しのぶ蝉」,「ママコンパ」,「鷲ファン」のように単語の組み合わせから場面をイメージできるようなものがある．今回 1 位になった句を見てみると,「嫁攻め手」,「飲み手」,「間抜け」と個々の表現がイメージしやすいだけでなく，一連の表現から一つのストーリーすら連想できそうである．このような点がこの句が最も高い評価を得た要因ではないかと筆者は予想する.

ここからは低い評価につながった要因を考察する．最も低い順位となったのは, 平均値 2.73 で「**一枚を　足撫子の　三の幟**」という句であった．次いで，平均値 2.75 で「**興すかな　おどけせがれへ　保父の油屋**」，平均値 3 で「**笠島に　下兼房の　三の田植**」という句が並んでいる.

・**単語の読みにくさ**：低い順位となった句を構成する個々の単語を見ると，どのように読めば良いのかわかりにくい単語がいくつか見られた．例えば「幟」や「保父」,「油屋」のような単語である．今回のアンケートの対象が学生であったこともあり，正しい読みができなかったのではないかと考えられる．16 位の句でも「鼻祖」，12 位タイで 4 つ並んだ句の中の 1 句にも「試補」のような，どのように読めば良いのか分かりにくい単語が含まれている.

・**誤読による字余り**：今回生成した俳句は音の数が五・七・五から逸脱しないように単語を選択しているが,

「三の田植」のように,「みのたうえ」と読ませたい部分が，読み手のほうでは「さんのたうえ」のように字余りだと思われてしまった可能性も考えられる.「三の幟」,「保父の油屋」でも同様の現象が起きたのではないかと予想される.

ここまで, アンケートで得られた評価を参考に, 高い評価と低い評価のそれぞれにつながった要因の考察を行った. ここで考えられた要因はあくまで仮説であり, 根拠に乏しい. 実際「**あどけない　名無し跳ねるへ　星の牛頭**」という句は「牛頭」という読みにくい単語を含み, 字余りと思われた可能性があるが, 全体で二番目に高い評価を受けており, これらの要因を含む, 含まないが評価に直結しているとは限らない.

4.3. 生成した俳句の理解度に関する調査

俳句の面白さに関するアンケートの結果，その評価の要因として，読みやすさが考えられた. 一方で, 内容がどの程度理解されているのかは不明であった. 表記以外にも内容の理解がおもしろさにつながるのではないかと考え，生成した俳句の内容の理解に関するアンケート調査を試験的に行った

面白さに関するアンケートと同じ俳句を使用し，その俳句の内容がどの程度理解できたかを五段階で評価してもらった. 理解度について評価してもらうため, このアンケートには 5 分程度で回答してもらった.

実験の被験者は，面白さに関するアンケートの被験者とは異なり，今回は二十代から三十代の男女 10 名であった. 表 9 にそのアンケートの評価の平均値と評価の順位, また面白さのアンケートでの順位を載せる. 順位 1 が理解度に関するアンケートの順位，順位 2 が面白さに関するアンケートの順位である. 番号は表 8 の面白さのアンケートの番号と対応している.

表 9　理解度に関するアンケート結果

番号	平均値	順位 1	順位 2
1	2.2	15	12
2	2.4	12	2
3	2.2	15	5
4	2.8	8	17
5	2.9	5	19
6	1.7	19	16
7	1.5	20	12
8	3.1	3	1
9	2.4	9	5
10	2.9	5	5
11	1.9	17	20
12	3.4	1	9
13	2.5	10	18
14	1.9	17	12
15	2.8	8	2
16	2.4	12	9
17	3.1	3	9
18	2.5	10	5
19	2.9	5	2
20	3.3	2	12

4.4. 理解度の評価に関する考察

理解のしやすさで見ると，名詞と動詞のみのパターンから作成した俳句と，全品詞の遷移パターンから作成した俳句では，順位の平均は前者が 11.1 位，後者が 8.5 位と，全品詞のパターンを利用したほうがやや理解されやすかったようである. この要因として，全品詞の遷移パターンからの俳句生成では,「おくのほそ道」で実際に俳句に利用されている単語を使用しているため，単語レベルでの理解がしやすかったと予想される. 逆に名詞，動詞のみのパターンからの俳句生成では，統合物語生成システムの言語表記辞書中の単語を文字数のみの条件でランダムに選択していたため, 日常的には利用しないような単語が選択され，理解を妨げたのではないかと考える.

面白さと理解度の関係を考えると，面白さと理解度のそれぞれの評価の平均値から相関係数を算出した結果，0.25 と低く、関係があると断言はできない. 実際，面白さで 5 位だった句が理解度では 15 位であるなど，面白さと理解度に比例の関係があると言える結果ではない. しかし，面白さで 1 位であった句が理解度でも 3 位であることなどから，前節の考察で述べたように，単語レベルから情景やストーリーがイメージできることが面白さにつながる可能性はあると考えられる.

5.　今後の課題

アンケートの結果を踏まえ, 俳句生成に関して, 今後の課題を挙げる. まず, 今回のアンケートで低い評価に繋がったと考えられる, 読みに関する点である. 次回以降アンケートを行う際には，俳句にルビをふるなどし

て，正しい読みをすぐにわかるようにしたいと考えているが，それ以外にも，俳句を生成するときに，比較的読みやすい単語を利用するように，生成の仕組みを改善していきたいとも考えている．また，アンケートの数がまだまだ足りないため，もっと規模を拡大して評価の実験を行いたい．他にも今回の分析で獲得した他の品詞の遷移パターンを使って俳句を生成できるように，生成の仕組みや辞書の作成にも取り組みたい．

今後，筆者らが開発中の統合物語生成システムとの連動も考えている．図 2 に統合物語生成システムのアーキテクチャを載せる[4][5].

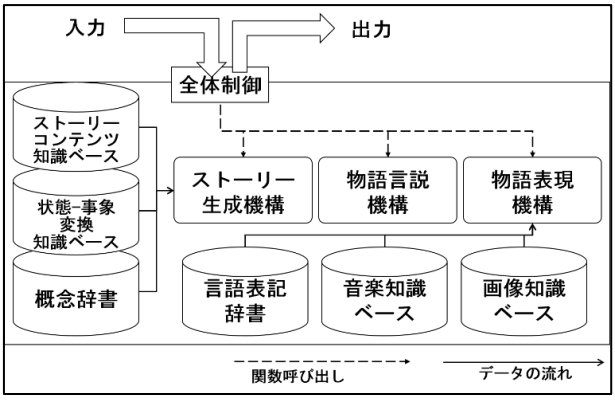


図 2　統合物語生成ステムのアーキテクチャ

統合物語生成システムは，ストーリー生成機構，物語言説機構，物語表現機構の 3 つの機構と，それらの機構が利用する知識機構によって構成される．今回，名詞と動詞のみのパターンで俳句を生成する際には，この知識機構の一つである言語表記辞書を利用した．全品詞の遷移パターンによる俳句生成では，この言語表記辞書がすべての品詞に対応していなかったため利用できなかった．そのため，まず言語表記辞書の拡張が課題として挙げられる．

統合物語生成システムは，これまでは入力として大局構造や物語の長さなど，物語の構成に関わる情報を扱っていた．筆者は俳句のような定型詩を入力として利用することを研究しており，今回の分析から得たデータに基づいて俳句を生成し，その俳句を入力として扱えるようにすることを考えている．

6.　まとめ

今回は，俳句を自動生成するために「おくのほそ道」の 63 句の品詞の遷移のパターンを分析し，獲得した遷移パターンを用いて俳句の生成を行った．加えて生成した俳句に関して面白さと理解度のアンケート調査を行った．このアンケート調査の結果，面白さに関しては単語の読みやすさ，表現のイメージしやすさが関係しているという仮説を立てた．また理解度に関しては，実際に俳句で利用されている語句を利用するほうがより理解されるという仮説を立てた．

今後，今回獲得した品詞の遷移パターンを利用し，さらに多様な俳句を生成できるようにし，面白さ，理解度を向上できるように生成方法を工夫していきたい．そして将来的には統合物語生成システムでの俳句の利用を目指す．

参考文献

[1] 新田義彦, (2015) “正規表現による俳句の解釈と生成”, 電子情報通信学会, 信学技報, Vol. 115, No. 69, pp. 31-36.
[2] 伊藤拓哉, 荒井達也, 小方孝, (2017) “俳句の意味ネットワークからの物語生成”, 2017 年度人工知能学会全国大会(第 31 回)論文集, 1D3-OS-29b-1in2.
[3] 井本農一, 久富哲雄, 堀信夫, 山下一海, 丸山一彦, (2008) “日本の古典をよむ 20 おくのほそ道 芭蕉・蕪村・一茶名句集”, 小学館.
[4] Ogata, T. (2016). Computational and cognitive approaches to narratology from the perspective of narrative generation. In Ogata, T. & Akimoto, T. (Eds.). Computational and Cognitive Approaches to Narratology. 1-74. Hershey, PA: IGI-global.
[5] 小野淳平, 小方孝, (2017) “「ギャップ技法」を利用して「驚き」を作り出すストーリー生成の方法-テーブルトークロールプレイングゲームに基づく物語自動生成ゲームへのアプローチ-”, 認知科学, vol.24, No.3. (印刷中)

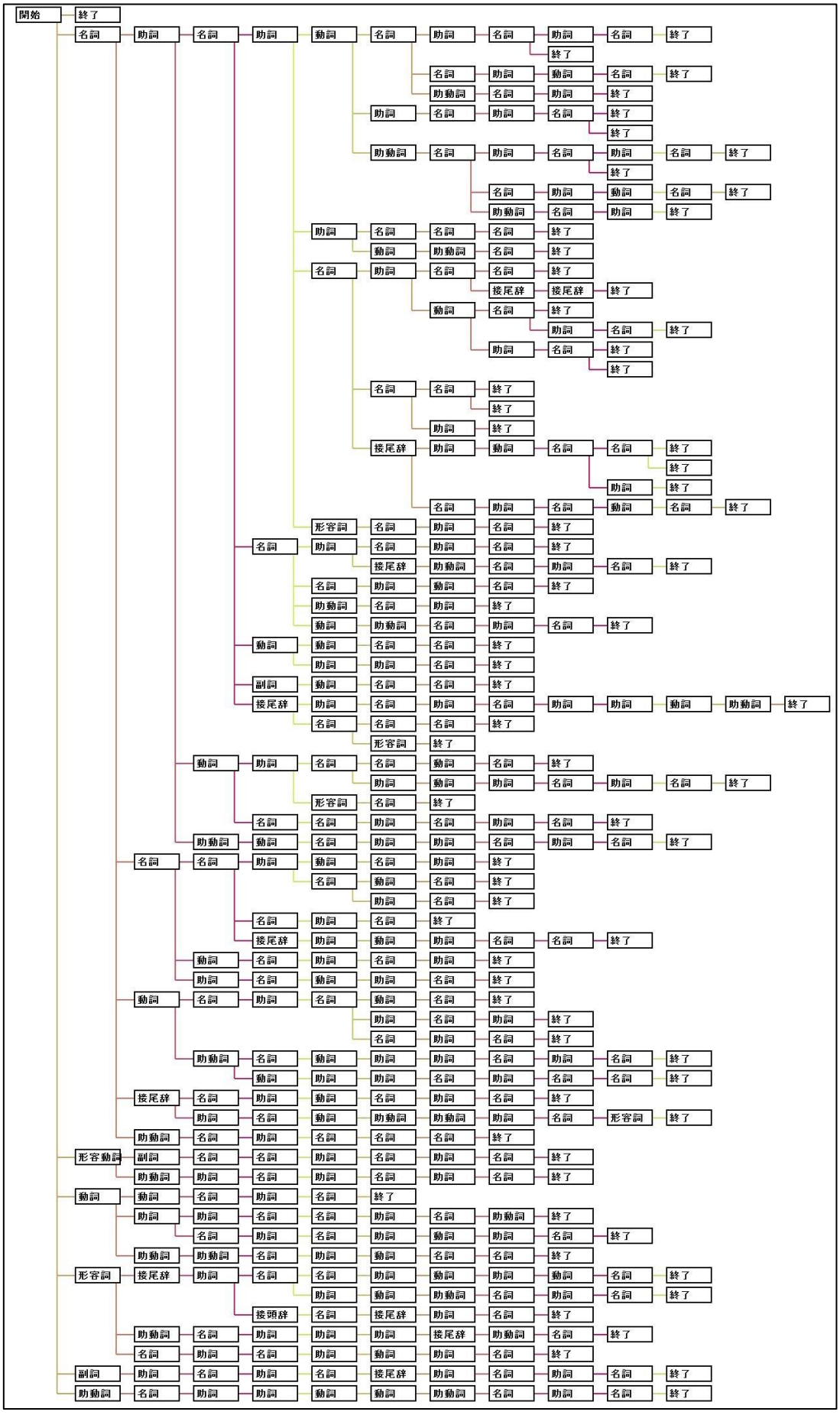


図 3　分析した「おくのほそ道」の俳句の品詞遷移図

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

比喩理解における文脈情報利用の過程に関する予備的検討
Pilot Study of Contextual Information in Metaphor Comprehension

平 知宏
Tomohiro Taira

大阪市立大学
Osaka City University
cogpsy.t.taira@gmail.com

Abstract

This study examines the processing of metaphor comprehension, which is affected not only by the factor of metaphor itself but also the contextual information of metaphor. My survey study reveals that the process of metaphor comprehension includes the reference process of contextual information, and that the reference process can be affected by the factor of metaphor itself: the conventionality of metaphor vehicle can weaken the chance of reference process in metaphor comprehension.

Keywords — metaphor comprehension, context, text reading

1. はじめに

本研究では，ある事物を別の事物でたとえる表現である比喩文の理解過程について，比喩文そのものの要因と，比喩文が含まれる文脈とが比喩理解に与える影響に注目しつつ，両者の要因の関係性について検討する．

比喩文の理解過程には，様々な要因が関与している．「A は B（のよう）だ」形式の名詞比喩文であれば，文を構成する主題（A：たとえられる語）や喩辞（B：たとえる語）が持つ意味の情報や，語の関係性に関わる要因や，文脈などのその文を取り巻く外的な要因が関与すると考えられる．特にいくつかの先行研究では，比喩的な意味を表すのに喩辞が慣習的に使用されているものであるかどうかや[1]，主題が喩辞によって適切にたとえられているか [2] が，比喩文そのものの理解の成立しやすさに影響すると考えられている．

一方で，比喩文の理解は，上記に指摘したような，比喩文そのものの要因に限らず，比喩文を内包する文脈などの，比喩文の外部情報の関与についても初期の研究から指摘されている [3]．これは，比喩に対する“字義通り”の定義が，文脈を含む他の外部情報や語等との関連づけなしに意味が通ることを示しており [4]、対する比喩文がそれら抜きには成立しないことが前提となっている．こうした比喩文と文脈との関係性を示した研究の中には、比喩文の理解過程そのものが，それを内包する文脈情報の処理と一体であり，その過程の中で文脈情報の処理を深めていることを示唆するものもある [5]．

一方で，こうした比喩文そのものの要因と，文脈などの外部情報の要因は，決して独立するものではない．例えば，比喩文そのものの要因が，比喩文の理解を成立させるような状況においては，文脈による比喩理解の成立を必要としないことも考えられるだろう．実際に，比喩文そのものの要因が，比喩文を含んだ文章の読解時間などに影響を与えうるなどの知見もある[6]．また，従来の文脈などの外部情報を扱った比喩理解研究においては，比喩文と文脈との関係性を検討しつつも，比喩文の理解過程に文脈が関与していることを直接的に示しているわけではない．これらを踏まえて、本研究では比喩理解過程における比喩文そのものの要因と文脈の関係，および文脈に対する比喩理解過程の関与の在り方について，予備的な検討を行うことを目的とする．

2. 方法

概要・参加者　調査は，Web 調査システム LimeSurvey を用いて行われた．調査には，日本語を母語とする大学生 139 名（男性 51 名、女性 88 名，平均年齢 19.0 歳）が参加した．

材料　文内に含まれる一部の名詞が，字義通りに

も比喩的にも解釈できる日本語のターゲット文24文が用意された．ターゲット文に含まれる一部の名詞については，特定の意味との関連性の強さが把握できるものであった（先行研究[7]を参考に作成）．また各ターゲット文（例：彼女の目の前にいたのはサメだった）に対して、字義通りの意味に誘導するような文章(例:彼女は水族館にいて，展示されている海の生き物を見ていた）と，比喩的な意味に誘導するような文章（例：彼女は友人と水族館にいたが，彼女の友人が意図せず迷惑をかけてきた知らない人に，しつこく慰謝料を要求していた）の 2 種類が用意された．誘導文章は，3 文で構成されたもので，それぞれターゲット文の前に置かれ，両者は自然な日本語の文章としてつながるものであった．

手続き　調査参加者は，誘導文章とターゲット文の組み合わせから，ターゲット文がどういう意味を表しているのかを，4 つの選択肢のうちから 1 つを選ぶよう求められた．この時調査参加者はターゲット24文のうち半数を字義通り誘導文章で，残り半数を比喩誘導文章で読むこととなった．4つの選択肢は，ターゲット文内の名詞を字義どおりに解釈したもの（例：彼女は泳いでいるサメを見た)，ターゲット文内の名詞を比喩的に解釈したもの（例：彼女は，とても貪欲な友人の振る舞いを見た)，ターゲット文内の名詞と関係するが誘導文それ自体とは無関係な記述で構成されたもの（例：彼女は，上手に泳いでいるものを見た)，ターゲット文や誘導文とは無関係な記述で構成されたもの（例：彼女は，友人たちと，ダイビングへ行った）の 4 種類であった．また調査参加者は，選択肢を選ぶ際に，その判断の根拠を，誘導文章およびターゲット文内の該当する文や単語から指摘し記述するよう求められた．ただし，根拠となる文や単語が存在しない場合は，記述無しでも可とした．

3. 結果

結果の処理　誘導文章ごとに 4 種の選択肢のうちいずれかが選ばれる傾向にあるかを，選択率から検討した．その上で，各選択肢の選択とともに，その判断根拠として文脈内の文・語をどの程度選んでいたかを検討した．

選択肢の選択率　字義通り誘導文章における字義通り解釈選択肢の選択率は，平均 79.4%，比喩誘導文章における比喩解釈選択肢の選択率は，平均88.2%となった（表 1）．このことから，作成した同一文に対し，ある程度の精度で誘導が可能となっていることが示された．

表 1　誘導文に対する選択肢の選択率

字義通り誘導文章			
字義	**比喩**	**関係**	**無関係**
79.4%	11.0%	7.5%	2.1%
比喩誘導文章			
字義	**比喩**	**関係**	**無関係**
7.3%	88.2%	3.1%	1.4%

N = 139

判断根拠の選択　上記結果をもとに，材料文と誘導文のペアのうち，字義通り・比喩誘導文それぞれに対し，選択率が 7 割に満たなかった 5 文を以下の分析から除外した．誘導文章とそれに対応する選択肢ごとに，判断根拠として誘導文章およびターゲット文内の文・単語を指摘したかどうかの割合（文脈指摘率）を検討したところ，字義通り誘導文章における字義通り解釈の選択肢が選ばれる際には 26.7%、比喩誘導文章における比喩解釈選択肢が選ばれる際には 44.1%となった（$t\_participant$ (138) = 3.90; t_item (18) = 6.04 , ps < .001）．このことから，ターゲット文に対して比喩的な解釈を行う際には，字義通り解釈を行うときよりも，文脈内の情報を判断根拠とすることがわかった．

またターゲット 24 文に対し，比喩的に解釈可能な名詞の比喩的な意味での慣習性（データ元は先行研究[7]）と，比喩誘導文章における文脈指摘率との関係性を検討したところ，両者の間に負の相関が見られた（図 1：r (24) = -.23）．このことから，比喩的な意味の使用頻度度が高いほど，文

脈を判断根拠とする傾向は弱くなっていることがわかった.

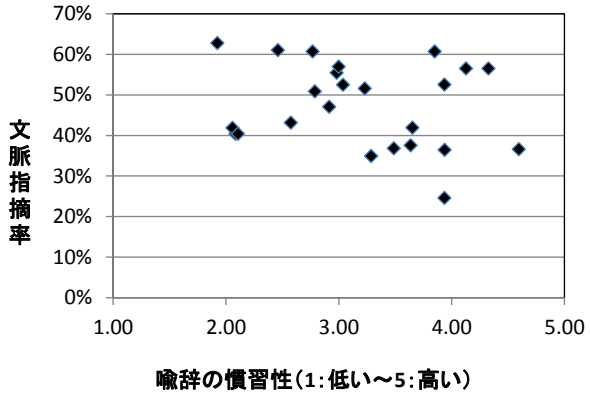


図 1　比喩誘導における文脈指摘率と喩辞慣習性の関係

5. 考察

以上の結果から次の 2 点がわかった. (1)比喩的な理解を誘導される状況においては，字義通りの理解を誘導される状況よりも，同一の文であっても，文を内包している文脈を参照しやすくなることがわかった．また，(2) (1) のような傾向は，名詞比喩文を構成する語の慣習性に影響を受け，比喩的な意味で使用されやすい語が比喩文に用いられているほど，文脈の参照は弱くなることが示された．これらのことから，従来の研究で指摘されていたような，比喩そのものの要因や文脈などの外部情報が，比喩理解に関わるという主張は支持されることとなる．加えて，例えば喩辞の慣習性などが，比喩理解を成立させうるような状況においては，もう片方の要因である文脈の参照がされなくなるなど 2 種類の要因が，相互に関連しあうことが見て取れる.

一方で，本研究では，比喩文そのものの要因として，喩辞の慣習性をとり挙げているが，比喩理解に関わるような比喩そのものの要因としては，主題と喩辞の組み合わせに対する評価である適切性などの要因も存在し，これまでの研究では，慣習性よりも適切性の要因が，比喩理解に直接的に影響することなどが指摘されている[2]．一方で，本研究においては，比喩誘導時における文脈指摘率と適切性との相関は見られなかった（r (24) = -.14)。このことから，比喩理解の成立に伴う文脈の利用は，比喩文を構成する主題と喩辞どうしの関係性よりは，比喩としての利用が想定されている喩辞のみの性質が反映されていることが示唆される．ただしこうした問題は，文脈の参照と言う問題を，文脈の中の文単位で考えるか，単語レベルとしてとらえるかで異なってくるだろう．本研究については, 今後参照対象となる情報の単位と，参照する主体である理解者内の要因なども併せて，検討を深めていきたい.

参考文献

[1] Bowdle, B., & Gentner, D. (2005). “The Career of Metaphor”, Psychological Review, Vol.112, No.1, pp.193-216.

[2] Jones, L., & Estes, Z. (2006). “Roosters, robins, and alarm clocks: Aptness and conventionality in metaphor comprehension”, Journal of Memory and Language, Vol.55, No.1, pp.18-32.

[3] Keysar, B. (1989). “On the functional equivalence of literal and metaphorical interpretation in discourse”, Journal of Memory and Language, Vol.28, No.4, pp.375-385.

[4] Gibbs, R. W., Buchalter, D. L., Moise, J. F., & Farrar IV, W. T. (1993). “Literal meaning and figurative language”, Discourse Process, Vol.16, No.4, pp. 387-403.

[5] Taira, T. & Kusumi, T. (submitted). “Effect of metaphor comprehension on the rereading processing”.

[6] 平知宏. (2007). “比喩の親しみやすさが文章読解過程に及ぼす影響”, メタファー研究の最前線（楠見孝編）. pp.369-384.

[7] 平知宏・楠見孝. (2008). “比喩文の適切性評価に関わる主題と喩辞の認知”, 日本認知言語学会第 9 回大会発表論文集, p.235.

統合物語生成システムの動詞概念格構造における名詞概念の制約の再検討

Analysis for Extending the Constraints for Noun Concepts in the Verb Conceptual Structures in an Integrated Narrative Generation System

荒井 達也†, 小方 孝‡
Tatsuya Arai, Takashi Ogata
†岩手県立大学大学院, ‡岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g231p002@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract

In the verb concept dictionary of an Integrated Narrative Generation System, each verb concept has various constraints. The Integrated Narrative Generation System generates an event based on constraints of a noun concept in the case structure of a verb concept. In this paper, we acquired such constraints of events based on novels in Aozora Bunko, and classified the acquired constraints. For this study, we acquired the constraints of the part corresponding to the N2 case of the verb concept "eat" in the sentence pattern "N1 eat N2." In addition, we compared the conventional constraints with the acquired constraints and proposed an improvement plan for the constraints of the verb concept.

Keywords — Narrative Generation, Conceptual Dictionary

1. はじめに

Ogata が提案する統合物語生成システム (Integrated Narrative Generation System: INGS) [1]では，ストーリー生成を行う際，動詞概念辞書[2]中の動詞概念の格構造における名詞概念の制約に基づいて事象の生成を行っている．現状，「男が牛を食べる」といった事象が生成されるが，常識的には「男が牛肉を食べる」の方が望ましい．一方荒井らは，INGS における知識ベース中の事象連鎖(スクリプト)知識を「青空文庫」[1]中の小説の動詞の連なりから獲得する研究を行っている[3]．この研究では，獲得された事象連鎖知識を具体化するために，各事象の格構造への値設定処理が必要になるが，その際実際の小説における対応する文を参照して値を設定する．従ってここで得られたデータを格構造における制約を指定するものとして位置付けることができる．本研究では，事象連鎖知識における格構造に具体的な値を設定する処理の際に得られる制約データをもとに，INGS における既存の制約情報(動詞概念辞書における各動詞概念のための格構造における名詞概念の制約情報)を拡張・修正する作業を行う．

[1] 青空文庫, http://www.aozora.gr.jp/

2. 動詞概念辞書

INGS における概念辞書[2]は，名詞概念辞書，動詞概念辞書，副詞概念辞書，形容詞概念辞書，形容動詞概念辞書の 5 つからなり，本稿では動詞概念を格納する動詞概念辞書を扱う．動詞概念辞書において，動詞概念はそれぞれ文型パターンと格構造を持っており，格構造中の制約条件は名詞概念に関連付けられている．図 1 は，動詞概念「食べる 2」の実際の記述である．

```
((name 食べる 2)
  (sentence-pattern "N1 が N2 を 食べる")
  (case-cons-set
    ((case-frame ((agent N1) (counter-agent N2)
     (location N3)))
      (constraint ((人 -死人 -人間〈人称〉 -準人間)
                   (獣[鯨] 獣[馬] 獣[牛] 獣[豚] 獣
                   [山羊] 獣[羊] 獣[鹿] 獣[猪] 獣
                   [兎] 鳥[家禽] 鳥[猟鳥] 魚 -魚
                   [伝説] たこ・いか・えび・かに)
                   (場所 -交通路 -公共施設{その他}
                   -地域 -崖 山{部分} 平地 岸))))
    ((case-frame   ((agent   N1)   (location
                    N3)(object N2)))
      (constraint ((人 -死人 -人間〈人称〉 -準人間)
                   (食料 -調味料 -飲物・たばこ)
                   (場所 -交通路 -公共施設{その他}
                   -地域 -崖 山{部分} 平地
                   岸))))
     (is-a (v 身体動作))))
```

図 1 動詞概念「食べる 2」の記述

以下，「青空文庫」中の小説から，図 1 における文型パターン「N1 が N2 を食べる」中の N2 格にあたる部分から，動詞概念「食べる 2」の新たな制約の獲得を行う．

3. 小説群からの制約条件獲得

具体例として，図 1 の動詞概念「食べる 2」を用いて制約条件を獲得する．ここでは単純に，テクスト中の動詞「食べる」において，次の条件を満たす場合に

限り，名詞を取得する．

① 動詞「食べる」の前の助詞が「を」である

② 助詞の前が名詞である

「青空文庫」中の 13,331 の小説から，延べ 2,830, 同じものをまとめて 812 の名詞を得た．表 1 に獲得したデータの出現頻度の多い順に 10 個, 同じく少ない順に 10 個示す.

表 1 獲得した名詞の出現頻度 上位 10 個/下位 10 個

頻度上位 10 個	出現頻度	頻度下位 10 個	出現頻度
もの	180	葉莖	1
御飯	154	もみ	1
物	139	好物	1
それ	115	油虫	1
飯	95	中華ソバ	1
何	63	バクテリヤ	1
弁当	54	にんにく	1
夕飯	53	すき焼き	1
朝飯	37	皇子	1
御馳走	36	樹木の実	1

表 2 現状の「食べる 2」制約(条件)

制約 (1)	獣[鯨] 獣[馬] 獣[牛] 獣[豚] 獣[山羊] 獣[羊] 獣[鹿] 獣[猪] 獣[兎] 鳥[家禽] 鳥[猟鳥] 魚 -魚[伝説] たこ・いか・えび・かに
制約 (2)	食料 -調味料 -飲物・たばこ

INGS の現状において，図 1 の動詞概念「食べる 2」は，表 2 に示すように，2 種類の制約を持つ．次の 2 つ手順で，獲得した名詞を制約と見做す.

① 獲得した名詞と，INGS における名詞概念の有無の確認

② 獲得した名詞で INGS に対応する名詞概念がある場合，獲得した名詞が INGS における動詞概念中の格構造における名詞概念の制約に含まれているかの確認

その結果, 表 2 の制約(1)に該当する制約が 29 種あった．同じく，制約(2)に該当する制約が 167 種あった．表 3 に制約(1)，制約(2)に該当する制約を出現頻度が多い順に 10 個ずつ示す.

さらに，制約(1)，(2)のどちらにも該当しない制約が 616 種あった．そのうち，概念辞書に未格納の制約が 322 種であった．制約(1)，(2)には含まれないが終端概念として名詞概念辞書に格納されている制約が 294 種あった．本稿では，制約(1)，(2)に含まれないが終端概念として名詞概念辞書に格納されている 294 種の名詞について，実際の小説中の名詞を含む 1,155 個の文と一緒に分類を行う.

表 3 制約(1)，(2)に該当する制約(上位 10 個)

制約(1)	出現個数	制約(2)	出現個数
肉	32	御飯	154
魚	18	飯	95
鰻	8	弁当	54
鮎	6	夕飯	53
鶏	3	朝飯	37
ふぐ	3	御馳走	36
河豚	3	ごはん	35
うなぎ	3	パン	33
鮭	2	朝食	30
蟹	2	料理	30

今回は試験的に，139 種の獲得した名詞とそれらを含む小説中の 496 の文を用い制約の分類を行う．より詳細な分類を行うために，獲得した名詞を終端概念として格納している上位概念も共に分類を行う．獲得した名詞は複数の上位概念を持つが，今回は筆者が名詞を含む小説中の文と上位概念を比較し，適当だと考えるものをそれぞれ一つずつ選択した．さらに上位概念, 獲得した名詞，その名詞を含む小説中の文を，表 4 に示す 4 つの基準から筆者が適当だと考えるものに分類を行った．**付録**に獲得した名詞の分類結果をそれぞれ 1 つずつ示す．表 5 は，獲得した名詞「**お昼**」を含む文の一覧である.

表 4 獲得した名詞の分類とその基準

分類	基準
食べ物以外の制約	常識的に考えて食べないもの
制約外の食べ物	制約⑴，⑵に該当しない食べ物
「食事する」行為	食事を表現するもの
代名詞	代名詞であるもの

4. 新たな制約の提案

前節において，獲得した名詞の分析を行った結果，**付録**の分類における制約外の食べ物と「食事する」行為に分類された名詞を新たな制約として動詞概念「食べる 2」に追加する案を提案する．制約の追加を行う際，獲得した名詞の上位概念が持つ終端概念を筆者が調査し，制約として適当と考えられる場合，終端概念を直接制約に追加した．また，一部適当でない制約については，「-***毒茸***」のように上位概念「***きのこ***」から「***毒茸***」を除いた制約を追加した．獲得した名詞は制約として当てはまるが，その上位概念が制約に当てはまらないものについては，獲得した名詞のみを制約に

表 5 獲得した名詞「お昼」の分類結果

分類	上位概念	獲得した名詞	獲得した名詞を含む文	著者名	作品名
「食事する」行為	昼	お昼	。「うれしい。お昼を食べましょう。授業は	片岡義男	東京青年
			あなたは？　お昼を食べにいきましょう」	片岡義男	夏と少年の短篇
			、その店でお昼を食べてバスで帰って	片岡義男	夏と少年の短篇
			と一緒にお昼を食べる約束で待っている	佐々木邦	恩師
			である。　お昼を食べない家は、現在	柳田国男	母の手毬歌
			の片わきでお昼を食べるのが、今とても	柳田国男	母の手毬歌
			二時にお昼を食べるときまでは、なに	アントン・チェーホフ　神西清訳	少年たち

追加した．図 2 は今回提案する新たに制約を追加した動詞概念「食べる 2」である．図において，イタリック体の部分が今回追加した新しい制約にあたる．

獲得した名詞の分類における食べ物以外の制約について，現状 INGS では逸脱した内容を含む事象を生成するために異化修辞[4]を用いた生成を行っている．今回獲得した食べ物以外の制約について今後異化修辞を用いた事象生成の際に利用すること検討する必要がある．また，獲得した名詞の分類における代名詞について，現状名詞概念辞書に代名詞を格納しているものの事象生成の際，代名詞を含む事象の生成は行っていない．今後，代名詞を含む事象の生成を行う場合，INGS の表現機構の課題となるがここでは言及しない．

```
((name 食べる 2)
  (sentence-pattern "N1 が N2 を 食べる")
   (case-cons-set
    ((case-frame ((agent N1) (counter-agent N2)
     (location N3)))
      (constraint ((人 -死人 -人間〈人称〉 -準人間)
                   (獣[鯨] 獣[馬] 獣[牛] 獣[豚] 獣
                   [山羊] 獣[羊] 獣[鹿] 獣[猪] 獣
                   [兎] 鳥[家禽] 鳥[猟鳥] 魚 -魚
                   [伝説] たこ・いか・えび・かに)
                   (場所 -交通路 -公共施設{その他}
                   -地域 -崖 山{部分} 平地 岸))))
    ((case-frame    ((agent    N1)    (location
                     N3)(object N2)))
      (constraint ((人 -死人 -人間〈人称〉 -準人間)
                   (食料 -調味料 -飲物・たばこ 野菜
                   果物 肉・卵[肉] -腐肉 野菜[豆]
                   肉・卵[卵] きのこ -菌 -毒草 野菜
                   [根菜] 貝[二枚貝] 果物[核果] 残
                   存[残り] -余し -生き残り -残し
                   野菜[ハーブ] 果物[梨果] 果物[ベ
                   リー] 麺類[蕎麦] 肉・卵[鶏肉] 実
                   果物[柑橘類] にんにく ミルク 玉
                   蜀黍 ジャム 氷 茶 根 栗 若芽 塩
                   唐辛子 午 名物 柿 脂 汁 麦 粉 シ
                   ロップ 甘味 皮 残飯 鶺 燕麦 もち
                   食事[朝餉] 食事[粗餐]斎 午餐 お
                   昼)
                   (場所 -交通路 -公共施設{その他}
                   -地域 -崖 山{部分} 平地
                   岸)))))
     (is-a (v 身体動作)))
```

図 2 制約を追加した動詞概念「食べる 2」

5. 課題

名詞を含む文を抽出する際，「ねずみや油虫を食べて生きて」といった「食べる」の対象が 2 つあるものに対し，「を食べる」の直前の「*油虫*」しか抽出することが出来なかった．動詞の対象が複数ある場合，複数の対象を抽出することが望ましいため今後の課題とする．

獲得した名詞「*もち*」を終端概念としてもつ上位概念を決定する際，名詞の表記ゆれによって正しい上位概念を決定することが出来ない事例があったが，INGS 内の表記を取りまとめる言語表記辞書を用いることである対応が可能であると考えられる．また，獲得した名詞を終端概念としてもつ上位概念を決定する際，上位概念「**果樹**」としての「*柿*」は名詞概念辞書に格納されているが，上位概念「**果物**」としての「*柿*」は名詞概念辞書に格納されていないことが分かった．この問題は名詞概念辞書の問題となり，今後名詞概念辞書に格納される名詞の終端概念の分析の必要があると考えられる．

6. おわりに

本稿では，動詞概念「食べる 2」を例に動詞概念の制約の再検討を行い，動詞概念「食べる 2」の新しい制約の提案を行った．今後，前節で述べた課題への対策を行うとともに，他の動詞概念についても制約の獲得・調査を行い，制約の改善を行う．

参考文献

[1] Ogata, T., (2016) “Computational and cognitive approaches to narratology from the perspective of narrative generation”, In Ogata, T. & Akimoto, T. (Eds.), Computational and Cognitive Approaches to Narratology, pp.1-73, Hershey, PA: IGI-global.

[2] Ogata, T., (2015) “Building Conceptual Dictionaries for an Integrated Narrative Generation System”, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, pp.270-284.

[3] 荒井 達也・小方 孝, (2017) “小説群からの動詞をベースとした事象連鎖の獲得と利用”, 『2017 年度 人工知能学会全国大会(第 31 回)予稿集』, 1D2-OS-29a-5in2.

[4] 小野 淳平・張 一可・小方 孝, (2012) “概念体系の制約を利用した事象に対する異化の修辞とシナリオ生成”, 『2012 年度 人工知能学会全国大会(第 26 回)予稿集』, 1N1-OS-1a-1.

付録 獲得した名詞の分類結果

分類	上位概念	獲得した名詞	獲得した名詞を含む文	著者名	作品名
食べ物以外の制約	昆虫[半翅目]	油虫	は、ねずみや油虫を食べて生きているの	岡倉覚三	茶の本
	教師	先生	だよ。決して先生を食べてしまったりして	宮沢賢治	クねずみ
	姉	姉	――私は、姉を食べて大きくなったよう	渡辺温	可哀相な姉
	人間[総称]	皆	きぐらいをこしらえ皆を食べさせた。　三	宮本百合子	小祝の一家
	土[泥]	泥	、赤茶色の泥を食べているのである	宮本百合子	日は輝けり
	栄養素	養分	ね、他人の養分を食べて、それを消化	太宰治	渡り鳥
	鳥	ひよこ	ている鶏のひよこを食べようかと思いまし	林芙美子	お父さん
	農薬	ナフタリン	さのあまり、ナフタリンを食べて、死んだふり	太宰治	古典風
	草	青草	立っている。青草を食べているのである	国枝史郎	神秘昆虫館
	葉	葉っぱ	スエ子はろくに青い葉っぱを食べられなかったのよ	宮本百合子	獄中への手紙　一九四三年（昭和十八年）
	両生類[蛙]	蛙	）の一隅で蛙を食べている知合（しりあい	吉行エイスケ	飛行機から墜ちるまで
	品質	品	が、確かな品を食べさせてくれるので、	豊島与志雄	猫先生の弁
	糸	糸	口にくわえ、糸を食べながら、できるだけ早くビスケット	ロマン・ローラン　豊島与志雄訳	ジャン・クリストフ　第二巻　朝
	男	彼	であるから、彼を食べるに違ひない人々	桑原隲藏	支那人間に於ける食人肉の風習
	目的	志	、与八さんに志を食べてもらうんだから	中里介山	大菩薩峠　みちりやの巻
	机	テーブル	五六品のテーブルを食べましたが、食事	坂口安吾	裏切り
	思想	思想	や太郎兵衛は思想を食べて生きてるんじゃ	五幕七場	女の一生
	女	年増	、油ぎった大年増を食べてみる気になっ	中里介山	大菩薩峠　新月の巻
	獣[コウモリ]	蝙蝠	でも、猫は蝙蝠を食べるかしらん」　そろそろ	小栗虫太郎	方子と末起
	屑・粕	ごみ	娘」、「ごみを食べて困る赤ん坊」、	谷譲次	踊る地平線　テムズに聴く
	連続	続き	彼女の雑談の続きを食べた。　配達に	谷譲次	踊る地平線　長靴の春
	家族	家族	人々と、その家族を食べさせるには、芸術	中井正一	美学入門
	男	僕	悪者！　僕を食べたいんだろう、	マリー・ウォルストンクラフト・シェリー　宍戸儀一訳	フランケンシュタイン
	子	子供	は千人の子供を食べる鬼子母神様の生れ変りな	中里介山	大菩薩峠　他生の巻
	草花・野草	道草	へ走り出す。「道草を食べないでおいでよ」	中里介山	大菩薩峠　Ocean の巻
	植物{個体}	植物	、おとなりの植物を食べます。そんなことを	鈴木三重吉	かたつむり
	影	影	不知）水の上の影を食べ花の匂ひに	伊東静雄	わがひとに与ふる哀歌
	人情	心	妾はぜひともその心を食べて、噛み砕いて呑ん	国枝史郎	娘煙術師
	遊び道具・運動具[人形]	人形	富士春が、人形を食べたいと申します」	直木三十五	南国太平記
	唇〔くちびる〕	唇	そして、自分の唇を食べるやうに劇しく噛み	坂口安吾	霓博士の廃頽
	涙	涙	が、与里の涙を食べるためではあるまい	坂口安吾	竹藪の家
	若者{女}	女	押入の中の女を食べてしまったのです	坂口安吾	文学のふるさと
	魔物・化け物[怪獣]	怪物	とにかく、この怪物を食べてくれようと心	坂口安吾	ラムネ氏のこと
	実体	中身	なり、人に中身を食べてもらって、あと	坂口安吾	わが工夫せるオジヤ
	空気	空気	もともと仙人とは空気を食べてたふうのもの	長谷川時雨	平塚明子（らいてう）
	興隆	盛り	をこしらえて、盛りを食べるようにして食べる	中里介山	百姓弥之助の話　第一冊　植民地の巻
	出版物	本	。「犬に本を食べさせたりしないこと	久生十蘭	だいこん
	灰	灰	なったので、灰を食べても雑作なくなおっ	宮本百合子	日記　一九二三年（大正十二年）
	部分	所	、そんな結構な所を食べさせてはならない	薄田泣菫	茶話　大正七（一九一八年）
	昆虫[直翅類]	蝗	藤原氏は、蝗を食べ過ぎたヨハネのやう	薄田泣菫	茶話　大正八（一九一九年）
	動物{個体}	動物	であるが、動物を食べたのは数ヵ月	佐藤垢石	岡ふぐ談
	肥料	肥料	雑木も水と肥料を食べ足りたように、	佐藤垢石	淡紫裳
	動物{個体}	子	て、蜂の子を食べるのにザザ虫を食えん	佐藤垢石	ザザ虫の佃煮
	樹木	木	「ヒツジがちいさな木を食べるんなら、花も	アントワーヌ・ド・サン＝テグジュペリ　大久保ゆう訳	あのときの王子くん
	生物	生物	方ですから、生物を食べなくなってからの	小村雪岱	泉鏡花先生のこと
	対称{単数}	あんた	誰も、あんたを食べさせるつていやしない	岸田國士	かんしやく玉
	虫	虫	に僕がこの虫を食べて見せましょう」	岡本かの子	唇草
	姦淫	色	の味以外に色を食べ香気（にほひ	薄田泣菫	茸の香

	獣[鼠]	鼠	の次ぎには鼠を食べる猫が来ます。	アンリイ・フ ァブル　大杉栄、伊藤野枝訳	科学の不思議
	自称{単数}	私	ありさまで、私を食べさせて勉強させ	三好十郎	肌の匂い
	足	足	なった自分の足を食べてしまった。でも	北大路魯山人	料理の第一歩
	同士	類	、柿などの類を食べるけれども、後には	中里介山	法然行伝
	自分	自分	でも何でも自分を食べて死なせてほしい	紫式部　与謝野晶子訳	源氏物語　手習
	出版物[聖典]	聖典	の持っている聖典を食べてしまうあたり、豊か	斎藤茂吉	リギ山上の一夜
	他称{単数／男}	奴	、天茶という奴を食べる。そりゃあ、結構な	古川緑波	下司味礼讃
	光｛光線｝[可視光線]	光	はまた朝の光を食べる。落葉松（からまつ	北原白秋	海豹と雲
	樹木{その他}	桑	遅れる。蚕が桑を食べて充分にそれらを	北原白秋	雀の卵
	魔物・化け物[怪獣]	人魚	た。これが人魚を食べた常陸坊のまた	柳田国男	山の人生
	草	草	は虫がこの草を食べるものと心得てい	柳田国男	野草雑記・野鳥雑記　野草雑記
	葉	葉	木の芽や草の葉を食べるのは悪いことです	槇本楠郎	原つぱの子供会
	知識・知恵	知識	自分の夫の知識を食べるやう夫の本は	室生犀星	愛の詩集
	土	土	？僕はひっきりなしに土を食べるんだ。土の	村山籌子	みみず先生の歌
	日	日	さも、その日を食べてゆくためには	大倉てる子	魔性の女
	真	真理	しかし私はまだ真理を食べていなかった。	永井隆	ロザリオの鎖
	消化器[腸]	腸	ならない。　腸を食べる方法は、水貝の	北大路魯山人	鮑の水貝
	両生類[山椒魚]	山椒魚	と、晩餐に山椒魚を食べようとする場合に	北大路魯山人	山椒魚
	鉄道	鉄道	を食ったり、鉄道を食べたりするような当節	佐々木 味津三	右門捕物帖　血染めの手形
	飼料	餌	うなぎでもよい餌を食べている時は美味い	北大路魯山人	鰻の話
	獣[猫]	猫	、多々良さんは猫を食べるの」「食いまして	夏目漱石	吾輩は猫である
	骨	骨	で、魚の骨を食べさせると吐くんです	夏目漱石	永日小品
制約外の食べ物	調味料	にんにく	日前から、にんにくを食べているんです。	太宰治	散華
	野菜	葱	）く傍から葱を食べちまって。それより	林不忘	安重根　――十四の場面――
	ミルク	ミルク	、パン入りのミルクを食べているのでした	ナ サ ニ エル・ホーソン　三宅幾三郎訳	ワンダ・ブック――少年・少女のために――
	穀物［トウモロコシ］	玉蜀黍	お八つにゆでた玉蜀黍を食べている間に、	宮本百合子	突堤
	果物	茱萸	ばかなやつ。茱萸を食べる犬なんて、はじめてだ	太宰治	女生徒
	調味料[甘味料]	ジャム	煮た苺のジャムを食べさせながらそのような	宮本百合子	生活の道より
	氷	氷	」五百は氷を食べた。　翌朝保	森鴎外	渋江抽斎
	茶	茶	）切って、茶を食べてや。　けども	泉鏡花	歌行燈
	肉・卵[肉]	肝	が来て、肝を食べた話をすると	魯迅	狂人日記
	野菜[豆]	隠元豆	はこの場所で隠元豆を食べたであらう彼など	坂口安吾	女占師の前にて
	根	根	各種の植物の根を食べて生きているが	トマス・ロバト・マルサス　吉田秀夫訳	人口論　第一篇　世界の未開国及び過去の時代における人口に対する妨げについて
	肉・卵[卵]	玉子	包み、珈琲に玉子を食べたきりで出かけた	宮本百合子	伸子
	穀物	粟	」「お前は粟を食べるのか。」「	宮沢賢治	月夜のけだもの
	きのこ	松茸	がなかつた、松茸を食べたいと思ふが、	種田山頭火	行乞記（一）
	野菜[根菜]	芋	云はずその焼芋を食べてしまひました。	与謝野晶子	月夜
	芽	若芽	やがて躊躇なくその若芽を食べ初めた。おどろいて	宮本百合子	日記一九二九年（昭和四年）
	野菜[根菜]	山の芋	て、粕漬や山の芋を食べる時には、つい	薄田泣菫	茶話　大正六（一九一七）年
	野菜	野菜	の人々に、野菜を食べさせたいことだ。	佐藤垢石	食べもの
	調味料[塩]	塩	塩を食べ水をのみ……	宮沢賢治	詩ノート
	作物	唐辛子	熱くして、唐辛子を食べて寒さを凌い	宮城道雄	声と食物
	年	午	でしたら、お午を食べないで、来て	織田作之助	夜の構図
	産物	名物	なく、諸国の名物を食べ歩いたというので	矢田津世子	茶粥の記
	果樹	柿	、大すきな柿を食べています。ごらん	泉鏡花	若菜のうち
	栄養素[脂]	脂	俺は豚の脂を食べやうと思ふ。俺	宮沢賢治	〔蒼冷と純黒〕
	貝[二枚貝]	馬刀貝	マヽ）しのぶ。馬刀貝を食べつゝ旦浦時代	種田山頭火	行乞記　室積行乞
	野菜	茄子	とももぎたての茄子を食べた、うまい／＼	種田山頭火	行乞記　伊佐行乞
	果物[核果]	桃	……昼食として桃を食べた、おいしかつた	種田山頭火	行乞記　仙崎
	残存[残り]	残り	、お弁当の残りを食べ、飴玉をしゃぶり	種田山頭火	四国遍路日記
	野菜[ハーブ]	韮	では、よく韮を食べる。真夏になつて	薄田泣菫	春菜

	果物	果実	…すでに禁断の果実を食べた人間に、かかる	原口統三	二十歳のエチュード
	果物	木の実	立つて愉快に木の実を食べることが出来る。それ	片山廣子	三本の棗
	液体{その他}	汁	、りんごの絞り汁を食べさせなければならない	林芙美子	幸福の彼方
	果物	熟柿	、戻つてから熟柿を食べて、どうやらさつ	種田山頭火	其中日記（十一）
	穀物[麦]	麦	が仕合せだ。麦を食べると胃の工合は	種田山頭火	其中日記（十三の続）
	果物[梨果]	林檎	真弓が一つの林檎を食べるときでも、その小さな	神西清	水と砂
	穀物	粉	つたから蕎麦の粉を食べる。今日がほんとうの	種田山頭火	其中日記（二）
	コーヒー・ジュース	シロップ	て？ヤマネ　シロップを食べています。アリス	ルイス・キャロル＆ヘンリ・サヴィル・クラーク 大久保ゆう訳	不思議の国のアリス　ミュージカル版
	果物[ベリー]	苺	に、どれだけ苺を食べさせたでせう	岸田國士	命を弄ぶ男ふたり（一幕）
	味[甘さ]	甘味	）いお茶や甘味を食べたことはないと	三遊亭圓朝 鈴木行三校訂	粟田口霑笛竹（澤紫ゆかりの咲分）
	野菜[豆]	豆	に、ぽりぽり豆を食べながら繋がって歩いて	吉川英治	宮本武蔵　火の巻
	麺類[蕎麦]	蕎麦	執って、お蕎麦を食べつづけました。「	中里介山	大菩薩峠　恐山の巻
	きのこ	椎茸	た熱海の生椎茸を食べる、うまい。階下で	古川緑波	古川ロッパ昭和日記　昭和十四年
	果物	果物	を読んだり、果物を食べたりしていた	林芙美子	新版　放浪記
	果物	栗	する。久し振りに栗を食べた。なかなか甘い。	種田山頭火	白い路
	果物	メロン	、千疋屋でメロンを食べた場面である。	中谷宇吉郎	寺田先生と銀座
	野菜	トマト	だつた。トマトを食べて、すこし心が	種田山頭火	其中日記（七）
	皮膚	皮	さけもますも皮を食べぬ人があるが	北大路魯山人	塩鮭・塩鱒の茶漬け
	屑・粕	残飯	廊下にあった残飯を食べていた。ところが	石原莞爾	戦争史大観
	肉・卵[鶏肉]	鳥	だけの簡単な鳥を食べた。ただそれだけ	アンブローズ・ビアス 妹尾韶夫訳	マカーガー峡谷の秘密
	野菜[根菜]	大根	刺身のツマの大根を食べていた。千六本	梅崎春生	幻化
	果物	バナナ	（の）みバナナを食べながら、そんな話を	徳田秋声	縮図
	実	実	と、栃の実を食べている。栃の	高村光雲	幕末維新懐古談　栃の木で老猿を彫ったはなし
	鳥[水禽]	鶴	日の夕食に鶴を食べた。そうしてしば／	谷崎潤一郎	聞書抄　第二盲目物語
	穀物[麦]	燕麦	㎏の干し草と燕麦を食べ、１日の窒素	ケニス・Ｊ・カーペンター　水上茂樹訳	栄養学小史
	携帯	もち	なんぞ振りまわしながらおもちを食べてはあぶないよ。	佐々木味津三	右門捕物帖　妻恋坂の怪
	果物	杏	ありさまで、私を食べさせて勉強させ	田中英光	オリンポスの果実
	果物[柑橘類]	蜜柑	。「金の蜜柑を食べたもの。　それ	宮本百合子	小さい子供
「食事する」行為	食事	斎	地蔵様がお斎を食べるのかい？」「	国枝史郎	鸚鵡蔵代首伝説
	食事[朝餉]	朝餉	た。翁は朝餉を食べ終ると冷えた身体	岡本かの子	富士
	食事[粗餐]	夕御飯	ました。もう夕御飯を食べますから、明日の	知里幸恵	手紙
	宴会[ランチ]	午餐	で心ばかりの午餐を食べてもらった。寄せ書き	正岡容	随筆　寄席風俗
	食事[粗餐]	晩食	つて賑はしい晩食を食べた。今日は母	有島武郎	お末の死
	食事[粗餐]	晩餐	汗にまみれて晩餐を食べてゐた真夏の	正宗白鳥	幼少の思ひ出
	昼	お昼	。「うれしい。お昼を食べましょう。授業は	片岡義男	東京青年
代名詞	他称{単数}	あれ	ですからね。あれを食べると、体は溶け	宮原晃一郎	蛇いちご
	名詞	其	)。さ、其を食べた所為（せい）	泉鏡花	印度更紗
	名詞	何	てある。「何を食べるの？」少年が	アーネスト・ヘミングウェイ　石波杏訳	老人と海
	無生物	もの	、「教室でものを食べるのは悪いことだ	織田作之助	青春の逆説
	名詞	物	チブスの病室で物を食べるのは厭だった	佐々木邦	閣下

過剰に意味を創り出す認知：ホモ・クオリタスとしての人間理解へ向けて

Homo Qualitas: Where does the Meaningfulness of World Come from?

高橋 康介 [1], 日高 昇平 [2], 小川 奈美 [3], 西尾 慶之 [4]
Kohske Takahashi, Shohei Hidaka, Nami Ogawa, Yoshiyuki Nishio
[1] 中京大学, [2] 北陸先端科学技術大学院大学, [3] 東京大学, [4] 東北大学
Chukyo University, JAIST, The University of Tokyo, Tohoku University
takahashi.kohske@gmail.com

Abstract

Several psychological phenomena, such as pareidolia, animacy, sense of agency, sense of ownership, etc., demonstrate that human excessively finds meaningful patterns from the world than as they are. Other examples, e.g., ghost, supernatural events, and spurious relationship of events, also suggests that humans tends to find causal relation in unrelated events. Starting from these naive observations, the present article aimed at understanding a human being as Homo Qualitas, who are willing to give excessive qualities/meanings/patterns/causalities to the world they interacted with. We defined some basic characteristics of excessive generation of meanings, e.g., asymmetry, plasticity, and irreversibility. Then, specific cases–face pareidolia and sense of agency–were discussed in terms of excessive generation of patterns/meaning.

Keywords — Pareidolia, animacy, sense of agency, sense of ownership, virtual reality, apophenia

1. はじめに

人が認識する世界は「意味」に満ちている。これらの「意味」は世界の姿を正しく映し出したものなのだろうか。「意味」はどこから現れるのだろうか。

よく観察してみると、人の認知には「過剰に意味を創り出す」という性質が備わっているようである。例を挙げよう。「∵」 を顔として認識する（パレイドリア [8]）。幾何学図形の動きから意図やアニマシーを見出す（アニマシー知覚 [11]）。自分自身のいい加減な意思決定に合理的な説明を与えてしまう（認知バイアスや選択盲 [6]）。ゴムの手を自分の身体として錯覚する（ラバーハンド錯覚 [1, 16]）。外界の変化が自分自身の動きに帰属すると感じる（身体所有感・行為主体感 [5, 4]）。レビー小体型認知症患者にとっては複雑な幻視が実体感のある存在として世界の中に浮かび上がる [14]。これらはいずれも認知心理学や関連分野で広く知られた現象である。

さらに、過剰に意味を創り出す例は思考や推論にまで広く見られるようである。枯れすすきは幽霊となって現れる。虫の知らせや験担ぎでは、無関係な事象の間に超自然的な因果を認識する。天変地異には神々の、流行病には悪霊の力を感じることもある。

このように人はノイズをノイズのまま、偶然を偶然のまま無意味なものとして認識するのではなく、ノイズに有意味なパターンを知覚し、偶然の事象に因果を認識する (apophenia[2])。このような認知の特性は、巨視的に見れば人類知性の進化や文化や社会の成立と成熟、他者理解の形成 [2] に関わってきた可能性がある。

本稿では知覚から思考、推論に至るまでこれまではバラバラに捉えられてきたさまざまな現象を、「過剰に意味を創り出す」という一貫した枠組みの中で理解すること、そしてこの人間観を「ホモ・クオリタス」と呼び、認知の基本的な原理として位置づけることを提案したい。そして「ホモ・クオリタス」という人間観の一例として、パレイドリアやアニマシー知覚についての認知科学的研究やレビー小体型認知症患者における幻視と実体感に関する研究、そして VR 環境を用いた身体所有感と行為主体感の研究を取り上げて議論する。

2. 過剰な意味付けの基本的な特性

ここではナイーブな観察や様々な学術的知見に基づき、ホモ・クオリタスとしての人間観の基本特性を考察したい。

1. ヒトは世界を過剰に意味づける。最大限客観的に観測した世界の意味の濃さに比べて、ヒトが主観

的に感じる世界の意味は濃い。無意味なノイズが時として顔に見える。ただの棒が自己の身体の一部のようであるかのように感じる。

2. 過剰な意味づけは「生きもの (あるいは意志あるもの・エージェント)」にバイアスされている。過剰な意味づけにおけるその意味の内容は理論的には任意である。しかしパレイドリア現象では顔や生きもので意味づけされることが圧倒的に多い。超自然的な因果の認識においても、何らかの志向性ある意志を仮定することが多いだろう。
3. 過剰な意味づけは可塑的だが不可逆的である。ノイズパレイドリアからわかるように、顔として見えるまではただのノイズにしか見えないモノが、内的な気づきや外的な刺激により顔として意味づけられる (可塑性)。さらに一度意味づけが生じると元の状態に戻ることは、不可能ではないかもしれないが難しい (不可逆性)。
4. 過剰な意味づけは「見間違い」ではない。パレイドリアにおいてコンセントが顔に見えることはあっても、逆に顔がコンセントに見えることはない。通常の見間違いは双方向性を持つが、過剰な意味づけは一方向的であり、意味の薄い状態から濃い状態への遷移である。
5. 過剰な意味づけの中で他者の視点がうまれる。心の理論に従えばヒトは他者の心の状態を内的に取り込むことが可能である。アニマシー知覚の研究から、過剰な意味づけにより非生物に対して意図や生きものらしさを過剰に感じる傾向が示されている。

ここで挙げた特性はあくまでナイーブな観察及び様々な学術的知見の断片からの推測であり、現時点で必ずしも正しいことが保証されているわけではないし、例外もあるかもしれない。しかし、過剰な意味付けという観点からヒトの認知過程を理解しようという目論見の中での出発点としてや有用なものとなるだろう。

3. パレイドリア：パターンの過剰な表出

心理学的な「パレイドリア」とは、雲や岩が顔の形に見えるといった錯覚現象を意味する。パレイドリアを用いた fMRI 研究 [8] がイグ・ノーベル賞を受賞するなど、近年このようなヒトの認知の奇妙な性質に対する関心は高まりつつあり、さまざまな視点での研究が進められている。認知神経科学的研究からは、顔パレイドリアが生じている状況では通常の顔に対する反応と類似の脳活動が起こることが示されており [3, 8]、パレイドリアは思考や推論による高次のアナロジーというよりも、知覚を伴う認知現象であると理解することができる。

また、顔パレイドリアでは単に「そう見える」だけではなく、顔の認知に伴う行動的な反応も付随して生じる。例えばコンセントの視線により注意が視線方向に自動的に移動するという視線手がかり効果が生じたり [12]、顔パレイドリアが生じた刺激の検出感度が向上したり [13]、といったことが心理学実験により示されている。

このように、パレイドリアでは世界に現れる様々なパターンに対して顔 (あるいは生きもの) というヒトにとって親近性の高い意味を見出し、そのような意味の過剰な生成が実際にヒトの行動にも影響を与えているようである。

一方、ヒトが日常的に経験する心理学的なパレイドリアに対して、レビー小体型認知症患者が経験するパレイドリアは様相が異なる。レビー小体型認知症患者は複雑型幻視が生じることを特徴としており、実際には存在しないもの (人、小動物、虫など) が本人にとっては実体感を伴って、実在するものとして見えたり、感じられたりする。知覚的な見えがなくとも、「気配」を感じることもあるという。

近年、このようなレビー小体型認知症患者ではパレイドリアが頻出することが報告されている [14, 15]。例えば風景画像や空間的ゆらぎのあるノイズ画像を呈示した際に、そこに動物やヒトが見えるという報告が、非患者群やアルツハイマー型認知症患者群に比べて極端に多い。注目すべきは、一般的にはパレイドリアは「見えるという知覚」と「本当は存在しないという理解」という二重性が存在する (従って実体感に乏しい) のに対し、レビー小体型認知症患者のパレイドリアには「実体感」が伴うという点である。

パレイドリアにおいて過剰に見出される意味という認知現象、その行動への影響、そして実体感。これらの関係性には未だに不明な点も多く、今後の検討課題であると言えよう。

4. 自己認知の改編：自己の過剰な表出

「自己」はヒトが生まれてから絶え間なく経験するものである。知覚的にも自分の顔と他人の顔、自分の手と他人の手は確固たる境界を持ったものとして存在しているように感じる。しかしラバーハンド錯覚 [1, 16] では、このような常識的で確固たる自己認知が極めて脆いものであることが示された。

ラバーハンド錯覚の詳細な解説は他所 [1, 16] にゆ

ずるが、簡単に言えば目の前に置かれたゴムの手があたかも自分の手であるかのように感じられてしまうという錯覚である。パレイドリアと同じく、そのゴムの手が確かにゴムの手であり自己ではないという認識はありつつも、身体所有感が自分の手からゴムの手へ転移する、言い換えればゴムの手に対して「自己」という意味を見出すという認知の二重性を有している。

近年、VR 技術の発展に伴いラバーハンド錯覚をさらに進めたような自己身体の改編現象について研究が進められている。例えば自己が自己身体の外に存在するように錯覚させる (Out of body experience; 擬似幽体離脱体験)[7] といった現象も報告されている。小川らは身体運動を行う際の自己の手の見え (形、指の数、テクスチャなど) を VR 技術によりリアルタイムに置換することで、自己身体という認識の中に奇妙な感覚を生じさせることに成功している [9]。

また、VR 技術により自己身体サイズを改編した際には、「自分の一部に見える」「奇妙だと感じる」だけではなく、改編された自己身体サイズに応じて環境のリスケーリングが起こる [10] など、(創り出された) 自己を参照点とした空間認知の可塑性が発見されている。

これらの自己認知の改編は、視点を変えれば、環境の中の本来は自己ではない (そしてそのように自覚的に認識している) ナニモノかに自己という意味を見出していることに他ならない。つまり、パレイドリアがノイズや無味乾燥なモノに対して、顔や生きものなどヒトにとって親近性の高いもの (多くの場合、志向性のある意図を持った他者) で過剰に意味づけて置換するという現象であったのに対し、改編される自己認知とは、常識的には置換不可能である主体たる自己により、外界の何者かを意味づけるという現象である、と捉えることができる。

この点に着目して、他者をさらに意味の濃い他者で置換する現象と、他者を自己で置換する現象の間の関係性を浮き彫りにすることで、環境の中で過剰に意味を見出すこととの意義について、自己認知過程までも巻き込んだ更なる理解へと至ることができると期待される。

5. おわりに

本稿では、「過剰に意味を創り出す」ことを認知の基本的な原理として位置づけることを提案し、この人間観を「ホモ・クオリタス」と名付けた。本稿の内容がどこまで (科学的に) 正しいのか、という点を評価するためには、各論の実証的研究、及びそれらをつなぎ合わせる包括的理論化を待つ必要がある。しかし、「ホモ・クオリタス」という観点からさまざまな現象や知見を見つめ直すことで、個々の現象や知見の間に見えてくる新しいつながりもあるだろう。

その一例として、熟達と過剰な意味付けの謎について触れて本稿を結びたい。例えば素人の絵画好きは、素人が書いた奇妙に絵に対して「ピカソっぽい」という印象を抱くかもしれない。しかし、ピカソの専門家になればなるほど、ピカソの絵画と素人の奇妙な絵の間の線引きは明らかになってくるはずである。

しかしパレイドリアでも自己認知でも、顔や自己など、ヒトの認知が過度の熟達されていると考えられるドメインにおいて、過剰な意味付けが生じる。例えば人間の視覚認知は顔に対して過度に訓練されていて、人相の微妙な違いや微妙な表情などを読み取ることにヒトは長けている。にも関わらず、コンセントのような明らかに顔ではないモノに対して顔という認識が生じてしまうことは不思議である。また、生まれてから絶え間なく経験してきた自己であるにも関わらず、形態が異なり明らかに自己ではないもの、空間的に本当の自己とは異なる場所を占めるものに対してなお、自己を感じてしまうことはやはり不思議である。このような認知の熟達の側面からも、過剰な意味付けは興味深い研究対象となり得るだろう。

参考文献

[1] M Botvinick and J Cohen. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, Vol. 391, No. 6669, pp. 756–756, February 1998.

[2] Sophie Fyfe, Claire Williams, Oliver J Mason, and Graham J Pickup. Apophenia, theory of mind and schizotypy: perceiving meaning and intentionality in randomness. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, Vol. 44, No. 10, pp. 1316–1325, November 2008.

[3] Nouchine Hadjikhani, Kestutis Kveraga, Paulami Naik, and Seppo P Ahlfors. Early (M170) activation of face-specific cortex by face-like objects. *Neuroreport*, Vol. 20, No. 4, pp. 403–407, March 2009.

[4] Patrick Haggard. Sense of agency in the human brain. *Nature reviews. Neuroscience*, Vol. 18, No. 4, pp. 196–207, April 2017.

[5] Patrick Haggard and Valerian Chambon. Sense of agency. *Current biology : CB*, Vol. 22, No. 10, pp. R390–2, May 2012.

[6] Petter Johansson, Lars Hall, Sverker Sikström, and Andreas Olsson. Failure to detect mismatches between intention and outcome in a simple decision task. *Science (New York, N.Y.)*, Vol. 310, No. 5745, pp. 116–119, October 2005.

[7] Bigna Lenggenhager, Tej Tadi, Thomas Metzinger, and Olaf Blanke. Video ergo sum: manipulating bod-

ily self-consciousness. *Science (New York, N.Y.)*, Vol. 317, No. 5841, pp. 1096–1099, August 2007.
[8] Jiangang Liu, Jun Li, Lu Feng, Ling Li, Jie Tian, and Kang Lee. Seeing Jesus in toast: neural and behavioral correlates of face pareidolia. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, Vol. 53, pp. 60–77, April 2014.
[9] Nami Ogawa, Yuki Ban, Sho Sakurai, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. *Metamorphosis Hand: Dynamically Transforming Hands*. Dynamically Transforming Hands. ACM, New York, New York, USA, February 2016.
[10] Nami Ogawa, Takuji Narumi, and Michitaka Hirose. *Distortion in perceived size and body-based scaling in virtual environments*. ACM, New York, New York, USA, March 2017.
[11] BJ Scholl and PD Tremoulet. Perceptual causality and animacy. *Trends in cognitive sciences*, Vol. 4, No. 8, pp. 299–309, August 2000.
[12] Kohske Takahashi and Katsumi Watanabe. Gaze cueing by pareidolia faces. *i-Perception*, Vol. 4, No. 8, pp. 490–492, 2013.
[13] Kohske Takahashi and Katsumi Watanabe. Seeing Objects as Faces Enhances Object Detection. *i-Perception*, Vol. 6, No. 5, p. 2041669515606007, October 2015.
[14] Makoto Uchiyama, Yoshiyuki Nishio, Kayoko Yokoi, Kazumi Hirayama, Toru Imamura, Tatsuo Shimomura, and Etsuro Mori. Pareidolias: complex visual illusions in dementia with Lewy bodies. *Brain : a journal of neurology*, Vol. 135, No. Pt 8, pp. 2458–2469, August 2012.
[15] Kayoko Yokoi, Yoshiyuki Nishio, Makoto Uchiyama, Tatsuo Shimomura, Osamu Iizuka, and Etsuro Mori. Hallucinators find meaning in noises: pareidolic illusions in dementia with Lewy bodies. *Neuropsychologia*, Vol. 56, pp. 245–254, April 2014.
[16] 本間元康. ラバーハンドイリュージョン：その現象と広がり. 認知科学, Vol. 17, No. 4, pp. 761–770, 2010.

謝辞 科学研究費補助金若手 A「生き物らしさ認知の心的過程とその応用」「力学系の不変量による身体運動の分節化・認識・生成理論の構築」の補助を受けた。

投射のトリガと認知過程：投射のソースと投射を促す要因・阻む要因に着目して
Triggers and cognitive processes in projection: Focusing on sources of projection and factors that promote or prevent projection

鈴木 聡
Satoshi V. Suzuki
大阪経済法科大学
Osaka University of Economics and Law
ssv@svslab.jp

Abstract

Recent studies on human cognition in human-artifact interaction revealed that a user unconsciously regards artifacts as others or a part of her/his body. Even there are no artifacts around her/him, s/he often complements “others” with imagination. In this article, the author focuses on the phenomena from the viewpoint of cognitive processes called projection. The author discusses the projection with two axes: levels of thought and targets of the projection (body of others, body of self, and space where the human-artifact interaction occurs). In conclusion, perspective of future studies on cognition in projection is argued.

ey ords Projection Body coordination Implicit congnition uman agent interaction

1. はじめに

ヒューマノイドロボットや CG キャラクタといった人らしさの手がかりが明示され，人間との相互作用が行える人工物ばかりでなく，絵画の中の人物のように相互作用を行う機能が明示的でなかったり，テキストや音声のみで視覚的に身体を伴わなかったりする存在に対しても人間は人らしさを見いだし，対人的な応答をすることはこれまでの研究の蓄積から明らかにされてきており，これを人と人工物との社会的・身体的相互作用に応用する試みも，主にヒューマンエージェントインタラクション（Human-Agent Interaction：HAI）などの分野で数多く行われてきた (Reeves & Nass, 1996; Fogg, 2003; Takeuchi & Watanabe, 2005; 山田 , 2007; Suzuki & Bartneck, 2003)．それどころか，これらの手がかりすらない状況から対話の相手が生成され，その相手と対話する現象が起こりうることも指摘されており (Geiger, 2009; 森口, 2014; 鈴木, 2016)，また，物理的な物体やコンピュータグラフィクス（CG）のオブジェクトといった人工物の挙動と自己の身体の運動や触覚などの刺激が同期した際に，このような人工物を自己の身体と同一であると錯覚する現象も知られている (Botvinick & Cohen, 1998; 渡辺他, 2011)．加えて，特に CG で表現された仮想空間や遠隔地の空間の場合，CG による視覚表現とヒトの身体表象や身体の自己所有感といった認知の可塑性 (Blascovich & Bailenson, 2011) を踏まえつつ，これらの現象が起こる際に，その空間に自己の身体があたかも存在するかのような感覚をどの程度得られるかも重要な要素といえる．この現象でみられる認知過程について考えると，自己の内外の手がかりから対話相手や自己の身体の表象を生み出し，その対話相手との相互作用を行うことと考えられる．

本稿では鈴木 (2016) の定義にもとづき，この過程を投射として捉え，自己の内外にある手がかりをソース，ソースから見立てる対象をターゲットと呼ぶ．加えて，前述の自己の身体の人工物への投射のように，ソース（自己の身体など）とは異なるターゲット（人工物など）への投射を誤投射，手がかりのない状況下で対話相手などの表象を空間内に定位する現象を虚投射と呼び (鈴木, 2016)，これら誤投射・虚投射の起こる認知過程に着目する．特に，本稿では 1. ターゲットとなるものおよび投射の認知過程の高次性，2. 投射を誘発する要因・阻害する要因に関する議論にもとづき，投射の認知過程を解明する手がかりを探り，今後の研究の展望を述べる．

2. 投射のソースと高次性

他者をソースとする投射の現象として，低次の現象（表 1 の①）としては暗示や教示などにより，些細な手

表 1　投射のソースと高次性

高次性＼ソース	他者	自己	場
低次	他者の存在の認知①	知覚される自己の身体の変化③	プレゼンス⑤
	例：幽霊の存在を感じてしまう現象 (Wiseman, 2011)，パレイドリア (Takahashi & Watanabe, 2013; Uchiyama et al., 2012) など	例：ラバーハンドイリュージョン (Botvinick & Cohen, 1998; 本間, 2010)，遠隔操作ヒューマノイドロボットに対するエージェンシーの誘発 (渡辺他, 2011) など	例：仮想空間における自己の身体の存在感 (渡辺他, 2011) など
高次	相互作用の相手としての他者の認知②	上記の変化に伴う行動の変化④	コミュニケーションの立脚性・没入感⑥
	例：Media Equation (Reeves & Nass, 1996) など	例：プロテウス効果 (Yee et al., 2009) など	例：竹内 (2006)，今井・鳴海 (2006) など

がかりから幽霊の存在を感じてしまう現象 (Wiseman, 2011) や人工物のレイアウトがヒトの顔のように解釈できるパレイドリア (Takahashi & Watanabe, 2013; Uchiyama et al., 2012) などが挙げられ，高次の現象（表 1 の②）としては人工物をあたかも人間とみなし対人的な応答を行う Media Equation (Reeves & Nass, 1996) が挙げられる．自己をソースとする投射の現象としては，物理的な物体や CG のオブジェクトといった人工物の挙動を，自己の身体の運動や触覚などの刺激と同期させることで，人工物があたかも自己の身体の一部，ないし全身になったように錯覚する現象 (Botvinick & Cohen, 1998; 本間, 2010; 渡辺他, 2011) が挙げられる．こうした人工物を自己の身体と同一視する過程までは低次（表 1 の③），そのような過程を経て態度・行動に変化が現れる（たとえばプロテウス効果 (Yee et al., 2009) など）ところまでは高次（表 1 の④）の過程と考える．そして場をソースとする投射として，低次（表 1 の⑤）では仮想現実技術におけるユーザの身体運動などに伴って誘発される，仮想空間内における自身の身体のプレゼンス (Cummings & Bailenson, 2016)，高次（表 1 の⑥）ではコミュニケーションの立脚性 (竹内, 2006) や没入感 (今井・鳴海, 2006) といった投射した他者や自己が同じ場を共有しているという感覚が生まれる現象が挙げられる．

ただし，表 1 の低次・高次はあくまで縦軸の中で相対的，かつ連続性があり二分できるものではない点に注意が必要である．たとえば Media Equation はパレイドリアのように人工物に他者を投射するだけでなく，その投射された他者に対して無自覚にあたかも人間であるかのように応答しており，潜在的な認知過程と考えられ (Nass & Moon, 2000)，顕在的・分析的・論理的・熟慮的な判断を要するレベルの高次性を持ち合わせているとはいえないと考える．自己の投射・場の投射においても，同様の議論の上で認知過程の高次性の議論が必要といえる．また，低次の投射の経験を蓄積することにより高次の投射が起こる可能性もあるが，高次の投射は必ずしも低次の投射の経験が必要なものばかりとも限らない点も考慮が必要といえる．加えて，本稿では投射のソースを他者，自己，場と 3 つに分けているが，それぞれが独立の過程ではなく相互に影響を及ぼす可能性も考えられる．

3.　投射を誘発する要因・阻害する要因

このように投射のソースと高次性に着目して投射という現象を整理したが，次はこの現象についてどのようなアプローチが可能かを考える必要がある．特に，投射を誘発する要因・阻害する要因を検討することは，投射の認知過程を解明する上で重要なことと考えられる．

まず，投射のターゲットに対する注意の向き方が挙げられる．たとえば Wiseman (2011) は「幽霊の存在を感じてしまう人間」に関する一連の知見に基づき，幽霊の存在を感じた人間の事例をみると暗示や教示により幽霊の存在を示唆されている状況下では些細な手がかりに対しても幽霊を誤投射する状況が起こる傾向がある一方，そのような暗示や教示なしに，たとえば暗闇の中に白いシーツを被って動き回るなどしていかにも幽霊のような外観で幽霊の存在を気づかせようとしても，受け手と想定される人間には幽霊として認知されづらい点を指摘している．このように誤投射・

虚投射のソースとターゲットを明示するのではなく，ソースとターゲットの関連づけが起きそうな状況を生成する方が，誤投射・虚投射が起こりやすい可能性が考えられる．

また，投射のターゲットの視覚表現の影響も考えられる．たとえば他者の存在の人工物への誤投射について考えた場合，視線の表現は強力に投射の誘発に寄与すると考えられる．写実的なヒトの目のみならず，ホルスの目のような線画に近い表現やヒューマノイドロボットのカメラレンズの「目」であっても，人間に対してそこに他者の存在の投射を誘発し，利他的・向社会的行動を起こす契機にできる可能性が複数の研究から示唆されている (Haley & Fessler, 2005; Burnham & Hare, 2007; Ernest-Jones et al., 2011; Bateson et al., 2013)．さらに，パレイドリアの研究においても，「目」に相当するパーツを動かすアニメーションの呈示により，ヒトの視線移動と同じような注視パターンを誘発する可能性を示唆した研究 (Takahashi & Watanabe, 2013) や，HAI 研究において「目」に相当するパーツを視覚的に直接表現しないものの，顔方向・身体方向から視線方向が推測可能な，アニメーションを伴いユーザと相互作用する CG キャラクタである身体化エージェントをユーザに視線を向けた状態で呈示することが，ユーザの作業遂行に影響を及ぼす可能性を示した研究 (鈴木他, 2016) も「目」が投射に与える影響の強さを示しているといえる．

加えて，似たような状況下でも誤投射・虚投射には個人間で差が生じる可能性も考えられる．極限状況下で起こる虚投射の例として，生命の危機に陥った場面におけるサードマン現象 (Geiger, 2009) のほかにも，スポーツなどの場面で体外離脱現象のように自分の身体の外から自身の身体を見るような状況になる現象が知られている (Blakeslee & Blakeslee, 2007)．このような虚投射が起こる要因と過程，そしてそれにより克服される問題といったものが差となっている可能性が考えられ，その差の検討が重要と考えられる．

4. 今後の研究展望

以上の議論を踏まえると，次のような研究の方針が考えられる．まず，投射を誘発する人工物について，視覚表現の設計のみならず，人間の置かれる状況の設計により検討する方法が考えられる．視覚表現の検討手法のひとつとして，たとえばパレイドリアにおいて，ヒトの顔と明らかに判断できる写真と見ようによってやっとヒトの顔に見える物体のレイアウトの間には複数の要素が絡みながら連続的に差をつけた外観を想定し，その中で投射のトリガを模索する手法が考えられる．実際，ヒューマノイドロボットの外観の評価 (MacDorman & Ishiguro, 2006) においてこれに近いアプローチの研究がすでに行われている．また，身体化エージェントの場合，相互作用の途中で呈示をやめたり (小川・小野, 2006) ユーザの周辺視野にかろうじて入る位置に呈示したり (鈴木他, 2016) した場合にユーザは身体化エージェントの存在を感じられるかについては検討されてきたが，このような投射のソースの呈示タイミングや呈示位置の制御を通して投射のトリガを探るアプローチもありうる．特に，小川・小野 (2006) の研究における身体化エージェントの呈示をやめるタイミングについてのカバーストーリーの設計が，身体化エージェントに対する投射に大きな影響を与える可能性があり，この観点からの研究にも意義があると考えられる．

また，似た状況下における投射の方略の個人差を検討する研究も有効とみている．前述の投射の例では，生命の危機からの脱却やスポーツにおける質の高い遂行の求められる場面において，自身を鼓舞したり客観視して自身の行動のモニタリングを行ったりする意味があると考えられる．しかし，このような状況がそもそも生じるかどうか，生じるとして何が個人差を生み出しているか，投射の方略の差は脳の情報処理の中でどのように生まれるか，方略の違いはどのような問題解決の違いをもたらすか，などといった観点からの検討も重要と考える．

ただし，いずれのアプローチにしろ複雑な要因が絡み合う中で投射のトリガを解明することになるため，投射のソースの設計の工夫に注力する工学的アプローチと，研究の体系的な位置づけを検討する科学的アプローチを双方意識しながら研究を進める必要がある．

参考文献

Bateson, M., Callow, L., Holmes, J. R., Redmond Roche, M. L., & Nettle, D. (2013). Do images 'Watching Eyes' induce behaviour that is more pro-social or more normative? A field experiment on littering. *PLoS ONE*, **8**, e82055. doi: 10.1371/journal.pone.0082055.

Blakeslee, S. & Blakeslee, M. (2007). *The Body Has a Mind of Its Own: How Body Maps in Your Brain Help You Do (Almost) Everything Better.* New York, NY, USA: Random House. 小松 淳子（訳）(2009).『脳の中の身体地図：ボディ・マップのおか

げで、たいていのことがうまくいくわけ』. 東京: インターシフト.

Blascovich, J. & Bailenson, J. N. (2011). *Infinite reality: Avatars, eternal life, new worlds, and the dawn of the virtual revolution.* New York, NY, USA: W. Morrow.

Botvinick, M. & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, **391**, 756.

Burnham, T. C. & Hare, B. (2007). Engineering human cooperation. *Human Nature*, **18**, 88–108. doi: 10.1007/s12110-007-9012-2.

Cummings, J. J. & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the e ect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, **19**, 272–309, doi: 10.1080/15213269.2015.1015740.

Ernest-Jones, M., Nettle, D., & Bateson, M. (2011). E ects of eye images on everyday cooperative behavior: A field experiment. *Evolution and Human Behavior*, **32**, 172–178, doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2010.10.006.

Fogg, B. J. (2003) *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do.* San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 高良 理・安藤 知華 (2005).『実験心理学が教える人を動かすテクノロジ』. 東京: 日経 BP 社.

Geiger, J. (2009). *The Third Man Factor.* New York, NY, USA: Weinstein Books, 伊豆原 弓 (訳) (2014).『サードマン：奇跡の生還へ導く人』. 新潮文庫 9942 シ-38-14, 東京: 新潮社.

Haley, K. J. & Fessler, D. M. T. (2005). Nobody's watching? Subtle cues a ect generosity in an anonymous economic game. *Evolution and Human Behavior*, **26**, 245–256, doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2005.01.002.

本間 元康 (2010). ラバーハンドイリュージョン：その現象と広がり. 認知科学, **17**, 761–770.

今井 倫太・鳴海 真里子 (2006). 人間の五感を利用したロボットとのコミュニケーションへの没入の実現. 計測自動制御学会論文集, **42**, 342–350, doi: 10.9746/sicetr1965.42.342.

MacDorman, K. F. & Ishiguro, H. (2006). The uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research. *Interaction Studies*, **7**, 297–337.

森口 佑介 (2014). 空想の友達：子どもの特徴と生成メカニズム. 心理学評論, **57**, 529–539.

Nass, C. & Moon, Y. (2000). Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues*, **5**, 81–103.

小川 浩平・小野 哲雄 (2006). ITACO：メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現. ヒューマンインタフェース学会論文誌, **8**, 373–380.

Reeves, B. & Nass, C. (1996). *The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places.* New York, NY, USA: Cambridge University Press, 細馬 宏通 (訳) (2001).『人はなぜコンピューターを人間として扱うか：「メディアの等式」の心理学』. 東京: 翔泳社.

鈴木 宏昭 (2016). プロジェクション科学の展望. 2016 年度日本認知科学会第 33 回大会論文集, 20–25.

Suzuki, N. & Bartneck, C. (2003). Subtle expressivity for characters and robots. *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1064–1065, Ft. Lauderdale, FL, USA, doi: 10.1145/765891.766150.

鈴木 聡・齋藤 涼・岡部 哲也・小方 博之 (2016). 周辺視野に呈示されたヒト型シルエットと身体パーツで表現された身体化エージェントがユーザの作業遂行に与える影響. 情報処理学会論文誌, **57**, 1151–1161.

Takahashi, K. & Watanabe, K. (2013). Gaze cueing by pareidolia faces. *i-Perception*, **4**, 490–492, doi: 10.1068/i0617sas.

竹内 勇剛 (2006). 身体コミュニケーションとしてのHAI. 人工知能学会誌, **21**, 654–661.

Takeuchi, Y. & Watanabe, K. (2005). Social identification of embodied interactive agent. *IEICE Transactions on Information & Systems*, **E88 D**, 2517–2522.

Uchiyama, M., Nishio, Y., Yokoi, K., Hirayama, K., Imamura, T., Shimomura, T., & Mori, E. (2012). Pareidolias: Complex visual illusions in dementia with lewy bodies. *Brain*, **135**, 2458–2469.

渡辺 哲矢・西尾 修一・小川 浩平・石黒 浩 (2011). 遠隔操作によるアンドロイドへの身体感覚の転移. 『電子情報通信学会論文誌』, **J94 D**, 86–93.

Wiseman, R. (2011). *Paranormality: Why We See What Isn't There.* Macmillan, London, UK, 2011. 木村 博江 (訳) (2012).『超常現象の科学：なぜ人は幽霊が見えるのか』. 東京: 文藝春秋.

山田 誠二 (編) (2007). 人とロボットの〈間〉をデザイ

ンする. 東京: 東京電機大学出版局.
Yee, N., Bailenson, J. B., & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus e ect: Implications of transformed digital self-representation on online and offline behavior. *Communication Research*, **36**, 285–312.

記号コミュニケーションにおいて言外の意味を推定する計算モデルの人への効果
An effect of computational model inferring human connotation in symbolic communication

河上 章太郎 [†1], 金野 武司 [†1]
Shotaro Kawakami, Takeshi Konno
[†1] 金沢工業大学 工学部 電子情報通信工学科
[†1] Department of Electronics, Information and Communication Engineering, Kanazawa Institute of Technology
b1414415@planet.kanazawa-it.ac.jp, konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

Humans assign denotation and connotation to a symbol to communicate with each other. We prepared a coordination task that can be solved by appropriately assigning a meaning to a symbol, and conducted an experiment of letting a pair of a human and a computational model engage in it. Two computational models were prepared, with one model not inferring the meaning of a symbol sent from its partner, and the other model inferring the meaning of the symbol and adjusting behavior in advance. In our previous study, the coordination task was confirmed to be solved using a simulation between the computational models. However, this paper reports that the same mechanism did not work between a computational model and a human. The result of analysis of behavior and the questionnaire suggests the necessity of a learning mechanism of failure cases.

Keywords — Experimental semiotics, Human computer interaction, Inference of meaning, Denotation and connotation

1. はじめに

人の言語によるコミュニケーションには，字義通りの意味とそれとは別の言外の意味が含まれている．例えば,「郵便受けを見てきて」と言われれば，郵便受けを確認し中に手紙があればそれを持って来て欲しいと解釈し，郵便受けをただ見るということはしないだろう [1, 2]．このような言外の意味を人はどのように作り出し，読み取っているのかについては未解明なところが多い．人と自然に言語的なコミュニケーションをすることができる機械が実現されていないことが，その良い証拠と言えるのではないだろうか．

金野ら [3] は，実験記号論 [4] を基にした認知実験を設計・実施し，人どうしで字義通りの意味および言外の意味が生成・共有されるプロセスの解明に取り組んでいる．この認知実験は，二者でコンピュータ端末越しに行なう．参加者はあらかじめ意味の定められていない図形を互いに交換しながら，相手との簡単な協調課題（コーディネーションゲーム）に取り組む．このゲームによって，やり取りする記号（図形）にどのような意味を持たせるのか，つまりは字義通りの意味および言外の意味を記号にどのように持たせることができるのかということがわかる．この実験結果を基に金野らは計算モデルを構築し，記号の意味を共有するための仕組みを分析している [5, 6]．この研究から，記号の意味の共有は受け取った記号に基づく事前の行動シミュレーションと，それによる行動選択肢の低減の仕組みがあれば上手くいくことが明らかにされつつある．しかし，計算モデルに実装されたメカニズムを人が備え，使用していることの証拠は未だ得られていない．

そこで本研究では，金野らによって構築された計算モデルをコンピュータに実装し，人とコンピュータの間で同様の実験室実験を行なう．計算モデルは，記号の意味を推定する仕組みを持つモデルと持たないモデルの 2 種類を用意する．記号の意味を推定するモデルは，相手から送られてきた記号のメッセージに対応する意味を推定し，さらにはその意味に基づく自らの行動シミュレーションを実施して，自分の行動を決定する．他方，記号の意味を推定しないモデルは，送られてきた記号と自らの状態を条件として行動を決定する連合学習のモデルとする．

それぞれの計算モデルに対して人がどのようにコミュニケーションするのかを観察・分析する．また，参加者はゲームを行なった相手が人であったかコンピュータであったかを判断するアンケートに答える．仮説として，人は記号の意味を推定するモデルとは上

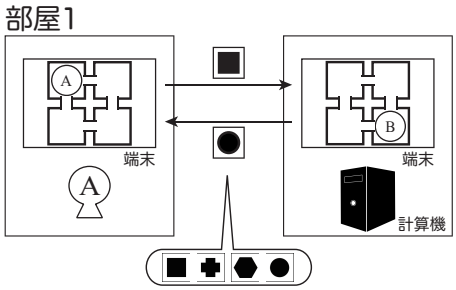


図 1　実験環境

手く課題をこなし，推定しないモデルとは上手くこなせないのではないかと予想する．これと同時に，前者に対しては人との区別がつかず，後者に対してはすぐに相手がコンピュータであることに気づくのではないかと予想する．

2.　実験室実験

我々が設計した実験環境を図 1 に示す．実験では，一人の参加者と計算モデルがペアとなってタブレット端末を介して課題に取り組んだ．端末には 2×2 の 4 部屋が表示されており，その中のひと部屋に自分の駒が設置されていた．相手の駒も同様に自分とは異なるいずれかの部屋に配置されるが，その配置は互いに隠された状態となっていた．この状況で参加者は，駒を相手と同じ部屋に移動させることが求められた．

参加者は自分の駒を移動させる前に，あらかじめ意味のない記号として用意された 4 つの図形（ ， ， ， ）のうち 1 つをメッセージとして相手に送るようになっていた．図形はタップすることで変わり，図形の下に表示される「メッセージを送信」ボタンをタップすることでメッセージが直ちに相手に送られるようになっていた．そのため，参加者はメッセージを送る順序によって先手・後手を変えることができた（ターンテイク）．互いのメッセージを交換したのちに，参加者は自分の駒を現在の場所とその隣り合った部屋へのみ移動させることができた（斜めの部屋には移動できない）．互いの移動先が決定されると，自分と相手の行動結果が表示されるようになっていた．また，参加者は部屋を一致させると 2 点が加点され，そうでなければ 1 点が減点された．メッセージのやり取りからここまでを 1 ラウンドとし，次のラウンドでは互いの駒は再度ランダムに配置された．参加者はこれを 60 ラウンド繰り返した．

2.1　手続き

参加者はまず，別の部屋にいる相手との共同の課題に取り組む旨の説明を受けた．そして，ゲーム操作に慣れるための練習を 4 ラウンド実施した後で，計算モデルとのゲームに取り組んだ．ゲーム終了後，参加者はゲームについてのアンケートに答えた．このアンケートで参加者は，メッセージの理解度や作成ルール，協調姿勢といったことについて回答した．このアンケートに答えた後で参加者には，実はこのゲームでは最初に相手が人であるかもしくはコンピュータであるかが 50%の確率で決まるようになっていたことを告げた（実際には相手は必ずコンピュータであった）．続いて，参加者はゲームを振り返って，相手が人であったか，あるいはコンピュータであったかについてのアンケートに答えた．アンケートでは，いずれかを選択した上で，その確信度をパーセント表記の 10 段階で答えた．確信度を答えてもらったのちに，インタビューを行い，なぜそのように思ったのかを尋ねた．このインタビューの終了時に，相手が必ずコンピュータであったことのデブリーフィングを行なった．

2.2　計算モデル

実験では 2 つのタイプの計算モデルを用意した．1 つは記号の意味推定を行なわないモデル（以下，連合学習モデル）．もう 1 つは相手の記号の意味を推定するモデル（以下，意味推定モデル）であった．2 つの計算モデルは，ゲーム開始から 15 秒を上限に 0.5 秒刻みでメッセージを送信するタイミングを決定した．計算モデルは時刻に応じた 30 個の価値テーブルを持ち，メッセージの送信タイミングはその価値テーブルを確率分布にして決定された．価値テーブルのそれぞれの値には初期状態では 0 から 1 の実数乱数がセットされた．計算モデルは，送信する前に人からのメッセージが届けば後手，そうでなければ先手となった．

ゲームでは，図形を 4 つの部屋に対応付けるだけではなく，先手・後手に応じて，図形の意味を変更することが要求されるようになっていた．より具体的には，先手が現在位置の意味で記号を送り，後手がそれに応じて二人が落ち合うことのできる部屋の位置を記号で送ることができれば，効率的に同じ部屋に移動できるようになっていた．ここで，図形と部屋の位置の対応関係は字義通りの意味に，先手・後手に応じた図形と現在位置あるいは行き先との対応関係は言外の意味に対応している．人どうしの実験では，字義通りの意味

と言外の意味の両方を同時に調整する必要があるが，本研究では字義通りの意味の決定過程におけるメカニズムの違いに関する影響のみを調べるために，言外の意味についてはあらかじめ「先手が現在位置」,「後手が行き先」と対応づけることとした．

計算モデルは，部屋の位置に応じて図形を決定するためのメッセージテーブル（4×4）と，部屋の位置及び相手のメッセージに応じて移動先を決定するための行動テーブル（4×4×4[1]）の 2 つを持っていた．それぞれのテーブルの数値には初期状態で 0 から 1 の実数乱数がセットされた．

2.2.1 連合学習モデル

連合学習モデルでは，先手においては現在位置に対応するメッセージテーブルを確率分布にして図形が決定され，後手においては行き先に対応するメッセージテーブルから図形が決定された．また，後手における行き先は，先手（人）から受け取るメッセージ（図形）と自分の現在位置に対応する行動テーブルを確率分布にして決定された．最後に，先手の場合には後手（人）から送られたメッセージと自分の現在位置に対応する行動テーブルから行き先が決定された．連合学習モデルでは，相手のメッセージから直接自分の行き先を決めており，メッセージが指し示す意味（どの部屋に対応するか？）についての推定は行なわれないようになっていた．行動決定後，移動した部屋が一致した場合には，計算モデルが持つそれぞれのテーブルで，メッセージの送信タイミング，メッセージ，行き先について，対応するテーブル要素の数字を 1 とし，それ以外の要素の数字を 0 とした（以降，このテーブルの修正を学習と呼ぶ）．これにより，計算モデルは成功した行動を続くラウンドで必ず再現するようになっていた．

2.2.2 意味推定モデル

意味推定モデルでは，連合学習モデルの機構に加えて，受け取るメッセージがどの部屋に対応するのかを推定した．具体的には，自らが持つメッセージテーブルを逆に用いてメッセージから部屋の位置を推定した（メッセージ作成では部屋の位置から図形を決める）．自らのメッセージテーブルを相手の記号の字義通りの意味の推定に使用できるようにするため，このモデルでは移動した部屋が一致した際に，自分の記号の使い方（部屋の位置との対応関係）と共に，相手の記号の使い方を学習した．また，相手（人）の記号の使い方と共に，行動テーブルについても相手（人）の部屋と記号の対応関係を学習した．相手の状況に立った学習は乳幼児の発達過程において重要性が指摘されている役割反転模倣 [1] のメカニズムに対応すると考えられる．また，これにより実現される記号と字義通りの意味の間の可換性は，語彙獲得において重要性が指摘される対称性バイアス [7] のメカニズムに対応すると考えられる．さらに，上記の仕組みに加えて，行動決定についてもう一つ重要な仕組みがある．実は，相手から送られた記号から部屋の位置を推定しても，それに伴う行動変化を起こさなければ，課題の成功率は上がらないことがシミュレーションにより明らかになっている [5, 6][2]．例えば，図 1 のような対角に配置された状況を考えてみる．このとき，もし後手（人）からのメッセージを先手（計算モデル）が「右上の部屋で落ち合う」ことだと推定したとき，先手は左下の部屋に留まるという行動を選択したりはしないだろう．ここでは，事前にその場に留まるという行動の可能性を 0 にする必要がある．つまり，記号が指し示す内容を行動選択肢の低減という形で事前に行動テーブルに反映させる仕組みが必要になるということである．意味推定モデルには，この仕組みを組み込んだ．

2.3 参加者

実験には連合学習モデルとのペア 5 名と推論モデルとのペア 5 名の計 10 名（男性 8 名，女性 2 名）が参加した．参加者は全員金沢工業大学の学生で年齢は 19〜23 歳（平均 = 21.0, $SD = 1.0$）であった．また実験は全て同大学で行なわれた．

3. 結果

参加者に対して，実は 50%の確率で相手がコンピュータであったことを告げたとき，連合学習モデルでは 5 人中 4 人が，意味推定モデルでは 5 人中 5 人が相手は人であったと答えた．また，確信度の平均値はそれぞれ 8.0（$SD = 1.58$）及び 6.6（$SD = 1.36$）であり，分散分析の結果，両者に有意な差は見られなかった（$F(1,7) = 1.59$, $MSE = 2.74$, $p = 0.248$, $\eta^2 = 0.185$）．この結果は，どちらのモデルにおいて

[1] それぞれの数字は現在位置 × 記号 × 行き先に対応する．

[2] 連合学習モデルどうしの計算機シミュレーションにおいても，時間をかければ安定して移動する部屋を一致させることができるようになる．人どうしの実験において，うまく行くペアはだいたい 30 ラウンド程度で安定して部屋を一致させることができるようになる反面，連合学習モデルどうしのシミュレーションでは 200 ラウンド程度かかる．

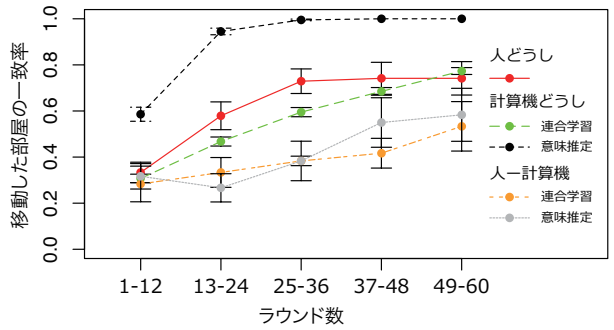


図 2　12 ラウンドごとの移動した部屋の一致率の推移

も計算モデルを人と判断したようであることを示している．

到達スコア及び移動した部屋の一致率について，連合学習モデルでは平均 19.4 点（$SD = 12.93$），0.39（$SD = 0.097$）だった．また意味推定モデルとの到達スコアは平均 25.4 点（$SD = 19.36$），平均一致率は 0.42（$SD = 0.128$）だった．意味推定モデルの平均が若干高くなったが，2 群の平均値について，被験者間計画の 1 要因分散分析の結果に有意な主効果は見られなかった（到達スコア：$F(1,8) = 0.33$, $MSE = 271.05$, $p = 0.581$, $\eta^2 = 0.040$，一致率:$F(1,8) = 0.14$, $MSE = 0.016$, $p = 0.718$, $\eta^2 = 0.018$）．

比較のため，先行研究において実施した人どうし（$N = 20$）[3]，及び計算モデルどうし（$N = 100$）[6] の 12 ラウンドごとの推移を図 2 に示す．人とコンピュータでの一致率が，計算モデルの違いに関わらず最も低い推移となっている．ここで注目したいのは，いずれの計算モデルも人どうしでの一致率には全く及ばない状態であったこと，そして，2 つの計算モデルでの一致率に違いが生じなかったことである．計算モデルどうしのシミュレーションでは，メカニズムの違いによって一致率の推移に大きな違いが生じていた．ここで，計算モデルどうしの一致率がどちらのモデルでも高い状態になっているが，これは，言外の意味の部分を計算モデルが「先手で現在位置を送り，後手で行き先を送る」ようにあらかじめ設定されていたことによると考えられる[3]．なぜこのような結果になったのか，次節で検討する．

4.　議論

人とコンピュータによるコーディネーションゲームの結果は，我々の予想を次の 2 つの点で覆した．1 つは，一致率が人どうしに比べてだいぶ低かったにも関わらず，人は計算モデルを人だと判断したことである．そしてもう 1 つは人どうしに比べ，どちらのモデルも一致率が低い状態に留まり，かつ，相手からのメッセージの意味を推定する意味推定モデルが，連合学習モデルと同じ程度の一致率に留まったことである．

一致率が低かったにも関わらず，人はなぜ計算モデルを人だと判断したのだろうか．ゲーム終了後のインタビューでは，人であると判断した理由として「思考する時間があったように感じたから」「一緒にメッセージを作っていったような感じがした」「ルールが決まっていない中で相手が合わせてくれているような気がした」という声があった．こういった声は，学習の仕組みが機能していたことを示唆しており，何らかの学習機能があると感じられれば，人は相手を人と判断するのかもしれない．これに対しては，学習を全くしないランダムなケースで，同じように人と判断するかを確認する必要があるだろう．

計算モデルどうしであれば一致率が非常に早く上昇するにも関わらず，人を相手にした場合にうまくいかなかったのはなぜだろうか．これはまず実験者の開発過程での経験として，計算モデルが失敗事例から学ぶような仕組みになっていないことが原因ではないかと考えられる．ゲームの初期段階では，たとえ移動した部屋が一致していなくとも，相手がどのような記号の使い方（部屋と記号の対応関係）をしているかを加味するものであるし，相手も同じようにするだろうことを期待している．ところが，本実験で用意した計算モデルは移動した部屋が一致したケースのみを学習するようになっていた．部屋と記号の対応関係である語彙表を，ゲームの初期段階で作れないことが一致率が上昇しない理由だった可能性がある．

これを支持するデータとしては，アンケートでの「あらかじめルールを定めたか?」および「途中でルールを変更したか？」の設問に対する回答と，初め 12 ラウンドでの一致率の関係を見ることができると考えられる．なぜなら，計算モデルは失敗事例に対する学習を行なわないことから初期段階では同じ状況で異なる記号を用いることが頻繁に起こるため，あらかじめルールを定めつつそれを変更しない場合には移動する部屋を一致させることが著しく困難になるのではないかと考えられるためである．参加者 10 名のうち，あらかじめルールを定め，かつ途中でルールを変更しなかったと答えたのは 2 名おり，その初め 12 ラウンドの一致率は 0.000 および 0.167 だった．これに対して，残り 8 名の一致率は平均 0.333（SD=0.102）だった．

[3]今回の実験においても，計算モデルには先手のメッセージは現在位置と，後手のメッセージは行き先と対応づけて学習することがあらかじめ設定されていた．それにも関わらず，人–計算モデルの条件ではうまく部屋を一致させることができなかった．

現時点での結果は，仮説を支持する傾向にある．

最後に，2 つの計算モデルで一致率に差が生じなかった理由を考えてみる．上に述べたような初期段階での語彙表作成の失敗により，意味推定のメカニズムが効果を発揮しなかった可能性があるのではないだろうか．アンケートの結果を見ると,「人のメッセージの理解をパートナー（計算モデル）が無視したか」という設問に対する答えについて，2 つの計算モデルで差が生じていた．連合学習モデルでは 4 人が「はい」，0 人が「どちらでもない」，1 人が「いいえ」と答え，意味推定モデルでは 0 人が「はい」，2 人が「どちらでもない」，3 人が「いいえ」と答えた．カイ二乗検定の結果，モデル間で有意な人数差があり（$\chi^2(2) = 7.00$, $p < .05$），残差分析の結果,「はい」の回答者数が有意に多かった．この結果は，連合学習モデルでメッセージを無視されたと判断した参加者が有意に多かったことを示している．以上のことから，失敗事例を学習に組み入れることで初期段階での語彙表作成に成功するようになれば，2 つの計算モデルの一致率に差が生じるのではないかと考えられる．

5. 結論

本研究では，記号をやり取りしながら取り組む協調課題を用いて，人が記号に意味を割り当て，他者と共有する際の仕組みを解明するため，2 つの計算モデルを構築してそれぞれの計算モデルと人をペアとする実験を行なった．用意した計算モデルは受け取る記号の意味（特に字義通りの意味）を推定し，事前に行動を調整するモデルと，記号の意味を推定しないモデルであった．我々は，記号の意味を推定するモデルとの協調課題において人がうまく解くことができることを予想し，また，記号の意味を推定しないモデルの場合に，人は相手がコンピュータであると気づくのではないかと考えた．

しかし，計算機シミュレーションではうまく課題をこなすことができた計算モデルが，人との場合にはどちらもうまくこなすことができなかった．また，どちらのモデルに対しても，多くの参加者が相手はコンピュータではなく人であったと報告した．アンケートおよびインタビューの結果からは，課題の成功度合いは低くとも，学習の仕組みがあることによって人は相手を人であると判断するようであることが示唆された．また，計算モデルの違いについては，記号の意味推定を行なわないモデルが記号によるメッセージを無視することが多かったと報告された．しかしその違いが顕在化する以前に，仕組みとして失敗ケースを学習するようになっていないことが，課題をうまくこなすことができなかった原因なのではないかと考えられた．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費基盤研究（A）「意図共有と意味創造を伴うコミュニケーション創発の進化的構成論による研究 」／課題番号 26240037 ，及び JSPS 科研費基盤研究（C）「人工言語の共創課題を用いたことばへの気づきの獲得と言語学習効果の検証」／課題番号 16K00205 の助成を受けた．ここに記し謝意を表します．

参考文献

[1] Tomasello, M.: *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*, Harvard University Press (2003)
[2] Frith, U.: *AUTISM: Explaining the Enigma*, Blackwell (1989).
[3] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬：言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ, 計測と制御, Vol. 53, No. 9, pp. 801–807 (2014).
[4] Galantucci, B.: Experimental semiotics: A new approach for studying communication as a form of joint action, *Topics in Cognitive Science*, Vol. 1, No. 2, pp. 393–410 (2009).
[5] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬：記号コミュニケーションシステムにおいて言外の意味を成立させるメカニズムの計算モデルによる検討, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2014 (SSI2014), pp. 401–406, (2014).
[6] 金野 武司, 橋本 敬, 李 冠宏, 奥田次郎：記号コミュニケーションにおける言外の意味の推論に基づく先行的行動価値修正メカニズムの役割, 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp.477–486, (2015).
[7] Sidman, M.: Symmetry and equivalence relations in behavior, 認知科学, Vol. 15, No. 3, pp. 322–332 (2008).