語意推論とレキシコンの構築におけるアブダクションの役割
The role of abductive inference in word learning and constructing the lexicon

今井　むつみ†
Mutsumi Imai
†慶應義塾大学
Keio University
imai@sfc.keio.ac.jp

Abstract

The problem children face has long been considered as a problem of induction in learning words and constructing the lexicon. A number of proposals have been made concerning biases children utilize to constrain their inference of word meaning from a single example, including the taxonomic bias, the shape bias, and the mutual exclusivity bias. Other researchers have argued that the ability to read social cues is the main driving force for word leaning. However, what children go through a complex chain of inference to come up with the "best possible word meaning" by utilizing different sources of cues, knowledge about the lexicon, and knowledge of words already present in their vocabulary. I maintain that this process of inference should be considered as abduction, and largely overlaps with that made by scientists in constructing the best explanation of the mechanism. I argue that a key question for the symbol grounding problem is to uncover how children make abductive inference in word learning as well as in learning of other conceptual domains, and to identify the cognitive function that makes abductive reasoning possible.

Keywords —記号接地問題、語意推論、帰納推論、アブダクション推論、枠問題

記号は身体から抽象化され,恣意的な性質であるという言語学の伝統的な考えに対するアンチテーゼとして言語の身体性の問題,さらに記号接地問題が投げかけられた[1].そのため,記号接地の問題は一般的に記号をいかに身体に結び付けるのかという問題として捉えられている.実際,子どもの単語学習において語の形式と指示対象の類像性(iconicity)は大きな役割を果たすことが発表者の一連の研究から示されている[2].例えば Asano et al. [3]は単語をほとんど知らない 11 か月の乳児が丸みを帯びた図形には「ブーバ」,トゲトゲの図形には「キキ」がマッチするという直観を持ち,音と図形がミスマッチのときに単語の意味のアノマリーを感じるという知見を示した.

しかし,単に単語の音と対象の一つの結びつきを覚えてもその単語を他の状況で使うことはできない.子どもが日常生活で経験する言語インプットは非常に複雑で,そこ単語を実際のコミュニケーションの場で的確に使うためには単語の指示する対象の外延,つまり指示対象の範囲を知り,どのような対象は当該の単語の指示対象になりえて,どのような対象はなりえないか,また,その単語が他のどのような状況で使うことが適切で,どのような状況では不適切かを判断できなければならない.そのような柔軟で適切な判断を可能にする語意は,直接観察される対象の知覚表象を捨象した抽象的なものであると考えざるを得ない.

つまり,記号接地問題とは,記号が身体に接地しているか,抽象的で恣意的なものかというような単純な議論に留まらない.語彙習得における記号接地問題とは,いかに子ども（あるいは人工知能を含む記号学習者）が身体経験を最初の記号に接地するのか,その際の記号とはどのようなものなのか,子どもは膨大な数の単語の意味をどのように推論し,単語同士を関連付け,どのように複雑で精緻な知識システムとしてのレキシコンを構築していくのか.その過程全体とその背後にある認知能力の起源を明らかにすることであると発表者は考えている.

子どもの語意推論は長きにわたり,帰納推論の問題と考えられてきた[4][5][6]. クワインの提示した帰納推論の不可能性に直面して,子どもはことばの意味についての知識（＝バイアス）を生得的に持っているという考え方から語意学習のバイアス理論が生まれた[6].これはひとことで言うなら,例えば,ことばは分類学的なカテゴリーに対応している（分類学

的バイアス）,あるいは一つの対象はただ一つの名前を持つ（相互排他性バイアス）,あるいは文法と意味の間の対応関係が動詞の語意推論を絞り込むというような（統語ブートストラッピング理論, [7] [8]）,一事例からの帰納推論を制約する心の機能を子どもが生得的に持っているという提案であった.それに対し,コネクショニストの研究者は帰納推論を制約するバイアスは語意学習の経験（単語とその指示する事物カテゴリーの結びつき）の統計分布を抽出したものであると主張する[9].

生得性の問題における考えは異なるが,どちらの立場でも語意推論は帰納推論によって行われること,その際にそれを制約するバイアスが必要であるということは一致している.しかしこれらの単一の制約,バイアスは語意学習に必要な一連の推論の輪の一つに過ぎない.形バイアス（あるいは事物カテゴリーバイアス）,相互排他性バイアスなどを個別知識として持っているだけでは語意の適切な推論はできないからである.形バイアスは単語の指示対象がバターのような物質のときに適用すれば誤った意味を推論してしまう.さらに,形バイアスは固有名詞には使えない.形バイアスや相互排他性バイアスが制約として機能するためには,それらのバイアスをどのような状況でどのように使うか,という知識がさらに必要となるのである.

さらに,未知の単語の意味の推論には,その単語を発話した話者の意図の推論も欠かすことができない.日常生活の中で単語はシームレスなイベントの連続の中で発話される.その中で子どもはその単語がダイナミックに変化するイベントのどの部分に対応するのかを見極めなければならない.名詞,動詞,形容詞などの単語の品詞情報はそこで重要な役割を果たすがそれのみでは十分でない場合が多い.筆者の関わる実験で,ある子どもは,手で豆腐を押しつぶしているシーンを見せられ,「この人何してるの？」と問われて「手で押してる」と答えた.成人は全員このビデオを見て「つぶしている」と表現した.つまり,成人はビデオを見て,「押している」,「押しつぶしている」,「つぶしている」などの可能性のうち,「つぶしている」という動詞で表現することが実験者が期待している解釈だと推論したのだろう.実際,このような対話の相手の意図の推論や状況の解釈が語意学習にもっとも重要な認知能力だと主張する研究者もいる[10].但し,話者の意図の推論は,イベント中のどの要素に当該の単語が対応するのかの判断に有益な一方で,この推論のみではその単語が他のどの対象にも使えるのかという判断はできない.

発表者の一連の研究は,２歳の幼児でも,形バイアス,相互排他性バイアスを他の手がかり,特に既知の単語の知識と組み合わせて,非常に蓋然性の高い語意推論をすることを示した.例えばすでに名前を知っている物体（例えばボール）と名前を知らない物体が目の前にあり,指差しをせず,「ネケはどこ？」というと相互排他性バイアスを使い,新奇な名前の物体を「ネケ」だと思う.しかし,名前を知っている方を指差し「ネケ」というと,その物体の相互排他性バイアスを捨て,そのモノの別の名前として受け入れる.そのとき,形バイアスにより,子どもはもともと知っていた名前の上位カテゴリー（おもちゃ）ではなく下位のカテゴリーの名前（この種類のボール）だと思う[11].上位カテゴリーは成員間の形が大きく異なるものが含まれ,形バイアスに反してしまうからである.しかし,同じ状況で名づけられたモノがペンギンなどの動物の場合には,新奇な名前はその対象の固有の名前（固有名詞）だと考える.また,今教えられたことばの意味を推論し覚えるだけではなく,すでに知っている語の意味を修正することも同時にしてしまうのである[12].

このようにもっとも蓋然性が高い解を探すため様々な知識のリソースを手がかりにして推論を積み重ねる複雑な推論は,帰納推論よりもむしろアブダクション推論と考えるべきだろう.Pierce は帰納推論について「帰納推論はすでに得られた例を一般化しようとする試みであるが,必ずしもその背後にあるメカニズムを明らかにしようとするものではない」と述べている.子どもは非常に少ない事例を一般化して語意を推論する際に,言語外の知識を使い,話者の意図を様々な手がかりから推論し,文脈を考え,さらに形バイアスを組み合わせ,非常に複雑かつ合理的な推論をして新しい語の意味を考えている.その際,持てる知識,その状況で入手可能なリソースを総動員し,柔軟に組み合わせて,最も蓋然性の高い解を考える[13] [14].アブダクションの重要性は Pierce をはじめとした哲学者によってその重要性が指摘され,特に科学における仮説形成のプロセスで核となる役割を果たすとされており[15][16], Thagard[17]は私たちが日常的に行う推論はほとんどがアブダクションで,アブダクションを伴わない純粋な帰納推論や類

推はほとんど存在しないと指摘している.例えば私たちは日常で頻繁に類推を使うが,そのときにもっとも重要なのは,どのようにベースとターゲットの写像を行うかよりもいかに目の前の問題を解決するのに,類推の適切なベースを探すことである.つまり実際に私たちが日常生活に行っている類推はアブダクションを必要としているのである.

チンパンジーをはじめとした動物には統計的な推移確率や分布のパターンを検出する推論能力はあっても,事例からの一般化を制約するバイアスの出現は見られない.このことは,バイアスを作り出すためには,統計的な学習だけでは不十分で,仮説形成のためのアブダクション推論が必要ということを示唆している.

上記のような,既存の知識と状況中の手がかりを柔軟に組み合わせながら問題に対する解を探し,新しい知識を創造していく学習過程は,認知科学でよく知られた「枠問題」と深いかかわりがある.「枠(フレーム)問題」とは初期の人工知能の問題として取り上げられた.ロボットに何らかの行為をさせるようプログラムする際に,世の中に存在するありとあらゆる情報の中から,今,目の前の仕事に関連する情報と,関連しない情報を区別することは不可能なことであるという問題であった[18].この人工知能の枠問題は,その後,Dennet [19]や Fodar [20]のような哲学者によって人間の推論における枠問題(「認識論的枠問題」)として取り上げられ,現在も議論が続く.世の中に無限にある情報の中から,あるいは自分の中に持つ「知識」の中から,どのようにして人は,目前の問題の解決に「関連する」情報や知識を探してくることができるのか.この枠問題は,アブダクション推論をどのように行うのかと同根の問題なのである.

実際,認識論的枠問題は,まさに,子どもの語意推論で直面する問題となる.時間とともにダイナミックに変化していく目の前の事象を,何をどのように切りとり――逆にいうと目の前にある非常に豊かな知覚情報から何を捨てて――今聞いたことばの指示対象とし,指示対象のどの特徴を汎用の基準として,つまり意味表象として切り取るのか.これはまさに Quine の「ガヴァガーイ問題」である.さらに,いったいどのようにして,対象とことばの結びつきの限られた事例から,特定の知覚情報である「形」だけを取り出し,それが一般化に関連することをわかると同時に,色や大きさ,テクスチャなどはそこにおいて関係がない,ということがわかるのか.その時に,「個別性のない事物を指す名前（物質名詞）のときには,この「形への注目」は関係ない,ということまでわかるのか.つまり,人間の子どもにとっては,この「枠問題」はなぜまったく問題にならないのだろうか.

「枠問題」が人間にとって問題にならないのは,人が形式論理的な推論をするのではなく,知識（思い込み）を用いたヒューリスティクスに頼る推論をするからだと言われる[21].ヒューリスティクスに頼る推論は,時に誤謬をもたらすが,結論を得るための労力を削減し,柔軟な思考を可能にする.しかし「知識の柔軟な組み合わせ」が実際にどのように行われているのか,どのような発達過程でできるようになるのか,どのような進化の過程で生まれ,どこまでがヒト以外の動物と共有され,何がヒト固有の推論のしかたなのかという一連の問題は,人間の知性を理解する上で非常に重要な問題として残る.これらの問題は,従来言語習得の研究では直接扱われることがなかったが,実は記号接地問題にアプローチする上で考えるべき重要な要素なのである.

参考文献

[1] Harnad, S.（ 1990）. The symbol grounding problem. Physica D, 42, 335-346.

[2] Imai, M. & Kita, S. (2014). The sound symbolism bootstrapping hypothesis for language acquisition and language evolution. Philosophical Transactions of the Royal Soceity B. Phil., vol.,369: no. 1651, pii: 20130298, doi: 10.1098/ rstb. 2013. 0298

[3] Asano, M., Imai, M., Kita, S., Kitajo, K., Okada, H. & Thierry, G. (2015). Sound Symbolism Scaffolds Language Development in Preverbal Infants. Cortex, 63, 196-205. doi: 10.1016/j.cortex.2014.08.025

[4] Quine, W. V. O.（ 1960）. Word and Object. MIT Press.

[5] Carey, S.（ 1978）. The child as word learner. In M. Halle, J. Bresnan, & G. A. Miller（ Eds.）, Linguistic Theory and Psychological Reality. MIT Press, 269-293.

[6] Markman, E.M.（ 1989）. Categorization and Naming in Children. MIT Press.

[7] Pinker, S. (1989). Learnability and Cognition: The

Acquisition of Argument Structure . Cambridge, MIT Press.

[8] Gleitman, L. (1990). The Structual Sources of Verb Meanings. LANGUAGE AQCUISITION, 1(1), pp.3-55.

[9] Smith, L. B. (2001). How domain-general processes may create domain-specific biases. In Bowerman, M., & Levinson, S.(Eds.), Language Acquisition and Conceptual Development. Cambridge University Press, 101-131.

[10] Tomasello, M.(2003). Constructing a Language: A Usage-based Theory of Language Acquisition. Harvard University Press.

[11] Imai, M., & Haryu, E. (2001). Learning proper nouns and common nouns without clues from syntax. Child Development, 72（3）, 787-803.

[12] Haryu, E., & Imai, M. (2002). Reorganizing the lexicon by learning a new word: Japanese children's interpretation of the meaning of a new word for a familiar artifact. Child Development, 73, 1378-1391.

[13] Imai, M., & Haryu, E. (2004). The nature of word learning biases and their roles for lexical development: From a cross-linguistic perspective. Weaving a lexicon, 411-444.

[14] 今井むつみ，針生悦子.(2014). 言葉をおぼえるしくみ，筑摩書房.

[15] The Essential Peirce:Selected Philosophical Writings, 2 vols. ed. Peirce Edition Project. Bloomington & Indianapolis:Indiana University Press, 1992-1998.

[16] Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. (1989). Induction: Processes of Inference, Learning, and Discovery. A Bradford Book.

[17]Thagard, P. (2007). Abductive inference: From philosophical analysis to neural mechanisms. Inductive reasoning: Experimental, developmental, and computational approaches, 226-247.

[18] McCarthy, J., & Hayes, P. J. (1969). Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In D.Michie, & B.Meltzer (Ed.), Machine Intelligence, vol. 4. Edinburgh University Press, 463-502.

[19] Dennett, D.(1984). Cognitive wheels: The frame problem of artificial intelligence. In C. Hookway（ Ed. ）, Minds, Machines and Evolution. Cambridge University Press, 129-150.

[20] Fodor, J. A.（ 1987）. Modules, frames, fridgeons, sleeping dogs, and the music of the spheres. In Z.W. Pylyshyn（ Ed.）, The Robot's Dilemma. Ablex, 139-149.

[21]Tversky, A.; Kahneman, D. (1974). "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases". Science 185 (4157): 1124–1131.

認知の動的生成の根幹としての記号接地
Symbol Grounding as the Core Process in Situated Evolution of Cognition

諏訪　正樹[†]
Masaki Suwa
[†]慶應義塾大学
Keio University
suwa@sfc.keio.ac.jp

Abstract
This article argues the significance of symbol grounding in studies on human cognition, relating it to both notions of "situated cognition" and "constructive science". Cognition evolves, in a situated manner, out of interactions between a human subjective self and the surrounding physical world. The phenomenon of symbol grounding is the core of the very process of situated evolution.

Keywords — Symbol Grounding, Situated Cognition, Constructive Science, Subjectivity, Objectivity

本稿は、記号接地（symbol grounding）という概念を、「状況に埋め込まれた認知（situated cognition）」、「構成的科学（constructive science）」の考え方の流れのなかで捉えるものである。

記号が接地（grounding）する先は、身体感覚、生活感覚や文脈、社会状況などであろう。記号のひとつであることばを例にとろう。ことばの意味は、辞書的な定義（普遍的に成り立つと思われているものごと）だけで決まるのではない。そのことばを想起したときに身体に沸き起こる体感・感情や、思い浮かべる情景は、そのひとが属している文化、そのときの社会状況、そして、そのひとの人生経験に依存して異なる。

私個人の例を出そう。詳細は[1]を参照いただきたいが、私は「竹」ということばを目にすると特別の感情や情景が沸き起こる。私の祖父は朱竹の絵を頻繁に描いていたひとであった。祖父の家は大小の額に入った絵に囲まれ、何も置いていないだだっ広い書斎の畳のうえで、祖父が勢いよく太い筆をシュッシュッと走らせていた風景は今でもまざまざと脳裏に蘇る。筆のスピードや半紙との摩擦の関係で朱色の擦れ具合が決まり、竹の繊維状のテクスチャーや植物としての生命感が、その都度、半紙の上に立ち現れる。ぴりりとした緊張感や静謐さのなかで、筆と半紙の擦れる音だけが響く。竹という文字をみたり、竹藪に遭遇したりすると、私の身体にはそうした生命感、緊張感、静謐さが混ざった体感が蘇るのである。それは、「竹」ということばの（私にとっての）意味を構成する重要な要素なのである。

記号接地とは、そういう現象ではないかと考えている（私は、"身体性"とほぼ同じ意味で捉えている）。そう考えると、昨今社会を賑わす人工知能の新しい展開（深層学習という学習アルゴリズムが開発され、コンピュータがインターネットから自動的にデータを収集し、学習して「賢く」なっていくと、世全体が恐れと驚嘆の眼差しを向けていること）も、ひとの知の深遠さにはまだ足元も及ばない気がしてくる。ことばの意味がそのひと一人ひとりの人生背景に根ざしていることを陽に扱う研究は、人工知能も認知科学もいまだ大々的に挑戦したことはないのである。

1980 年代から隆盛した「状況に埋め込まれた認知（situated cognition）」の思想[2]について簡単に論じよう。従来の情報処理モデルとは基本思想を異にし、環境を心に対峙して存在するものとは捉えない。周辺世界と心は一体であり、そのときの状況に応じて、周辺世界の一部が「環境」として認識され、心の一部が「意識」に上る。そして、認識された環境と心のセット全体を土壌として、認知の有り様がその都度決まるという考え方である。記号接地との関連性を論じれば、記号の意味は、どういう社会状況、生活の文脈に置かれるかに応じて「その場で決まる」ということである。

「構成的科学（constructive science）」の思想との関連性も議論する。中島秀之、藤井晴行両氏と筆者はかれこれ 10 年近く、FNS ダイアグラムという構成的科学の基本概念図を提唱し、図を構成する様々なプロセスの意味を問うてきた[3][4]。FNS ダイアグラムとは、一人のひとの主観と社会状況が相互作用するなかから、そのひとが社会で遭遇したものごとの（そのひとにとっての）意味・解釈や問題意識が状況依存的に立ち上がる様を示した図である。そうした主観的で状況依存的に醸成される意味・解釈、そして問題意識があるからこそ、次なる行動も生まれ、その行動は再び社会に

相互作用をもたらす。FNS ダイアグラムは、デザインという社会的行為の一般構造の図でもあり、新しい研究や思想が世に誕生する構造の図でもある。何かをやってみて、それが社会と相互作用して、そこからどういう意味を見いだすかに応じて、新たな意識が芽生えるという循環構造を描いている。「やってみる」前にはそこで生まれる意味の全貌は予見できないということでもある。「構成的」という文言は「構成して初めて見えてくるものごとがある」という意を表している。

記号接地は、認知主体としての個人や社会的団体が何か新しい行動を繰り出したとき、それが社会状況と相互作用して、そこから意味や価値観や問題点が芽生えてくる動的なプロセスの根幹に関わる現象であろう。記号が設置されていて初めて、そのひとや社会的団体固有の、意味や解釈や問題点が芽生え、認知が状況依存的に醸成されるのである。そう捉える限り、知の探究をますます発展させるために中心的なトピックであることに疑いはない。

上記の事例で論じたように、記号接地現象は普遍的な知見だけではなく、一人称研究やフィールド研究といった新しい研究方法論を駆使して、探究する必要がある。個人の生活意識や社会における個々の実フィールドの個別具体的状況にこそ、記号接地がこれまでの研究方法論ではみることのできなかった、リッチな側面を垣間みさせるはずである[4]。

参考文献

[1] 諏訪正樹,(2016),「こつ」と「スランプ」の研究 – 身体知の認知科学, 講談社選書メチエシリーズ, 講談社.

[2] Clancey, W. J., (1997) Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations, Cambridge University Press, Cambridge.

[3] Nakashima,H., Haruyuki Fujii, and Masaki Suwa.(2014). “Designing Methodology for Innovative Service Design”, Serviceology for Services–Lecture Notes in Computer Science, Springer.

[4] 諏訪正樹, 堀浩一（編著）, 伊藤毅志, 松原仁, 阿部明典, 大武美保子, 松尾豊, 藤井晴行, 中島秀之（著）, (2015), 一人称研究のすすめ – 知能研究の新しい潮流, 近代科学社.

記号的コミュニケーションシステムの形成過程において解釈学的循環を構成するモデルベース強化学習の役割

The role of model based reinforcement learning with hermeneutic circle in formation of symbolic communication systems

金野 武司 [†1], 橋本 敬 [†2], 奥田 次郎 [†3], 鮫島 和行 [†4], 李 冠宏 [†2]

Takeshi Konno, Takashi Hashimoto, Jiro Okuda, Kazuyuki Samejima, Guanhong Li

[†1] 金沢工業大学 工学部 電子情報通信工学科

[†2] 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系

[†3] 京都産業大学 コンピュータ理工学部 インテリジェントシステム学科

[†4] 玉川大学 脳科学研究所 基礎脳科学研究センター

[†1] Information and Communication Engineering, Dept. of Electronics, Kanazawa Institute of Technology

[†2] School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

[†3] Faculty of Computer Science and Engineering, Kyoto Sangyo University

[†3] Basic Brain Science Research Center, Brain Science Institute, Tamagawa University

konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp, hash@jaist.ac.jp, jokuda@cc.kyoto-su.ac.jp,

samejima@tamagawa.ac.jp, adam.li@jaist.ac.jp

Abstract

In most cases, humans do not directly link their own behavior to symbolic messages from the other person but rather to symbolic meaning based on the inferred intent of the other person. At such times, the inferred intent of another person plays a hypothetical role in identification of the meaning of a message. Therefore, it is pointed out that the method forms a hermeneutic circle with another person. This study uses model-based reinforcement learning to model the cognitive mechanism of subjects forming such circles. This model was applied to participant behavior data from a task in which pairs created artificial languages, and by using likelihood to evaluate the model's applicability, the predictive ability of the model to describe cognitive mechanisms was investigated. The results demonstrated a pattern of high likelihood in the initial stages of the task, and a gradual decrease moving toward the final stages. These results suggest the possibility that the mechanism of behavioral decisions, in response to symbols, changes along the way.

Keywords — experimental semiotics, symbolic communication, denotation and connotation, model based reinforcement learning

記号的なコミュニケーションにおいて人間は,「字義通りの意味」だけではなく「言外の意味（意図）」を伝える [1]. 例えばテーブルで食事をとっている状況で,「お塩とれる？」と聞いたとき，字義通りには「塩（の瓶）をとることが可能か」を意味していても,「塩をとって欲しい」という言外の意味が込められていることを受け手は理解する. コミュニケーションにおいて人間がこのような二重の意味をやりとりすることは自然で当たり前なことだが，自閉症におけるコミュニケーション障害は，それが当たり前なことではないことを示している [2].

表現が二重の意味を持つことを前提としたコミュニケーションは,「字義通りの意味」の特定なくして「言外の意味」を適切に推論することができず，また「言外の意味」が適切に推論できなければ，多義性を持つ「字義通りの意味」を相手との間で特定することができないという解釈学的循環が生じる問題がある [3, 4]. すなわち，一連の会話の中では，個々の語や文の「字義通りの意味」がわかり，そこから発話の「言外の意味」を推論することだけが問題なのではなく,「言外の意味」が分かった場合に，既存の発話やその後の発話における語や文の「字義通りの意味」を特定することもまた問題となる.

これまでに我々が設計・実施してきた人工言語の共創実験 [5] では，そうした「言外の意味」と「字義通りの意味」の相互循環的な取り決めプロセスが明示

的に生じる．この実験で参加者は，日常的なコミュニケーション手段（会話やジェスチャ，あるいは表情など）の使用が制限された状態で，実験者が用意する図形のやりとりを通じて，設定された協調課題を解くための人工的な言語の作成に取り組む．これにより参加者は，図形の「字義通りの意味」を相手と取り決めなければならない状況に置かれる．

この取り決め過程において，参加者が相手の使う図形の「字義通りの意味」を，推定される「言外の意味」から特定するのは直感的に自明なことである．しかし計算モデルを構築すると，それはかならずしも必要とされる仕組みではないことに気づかされる [6]．なぜなら，自分の状況に対する行動の結果から報酬を受け取って学習を進める強化学習を考えた場合，相手の図形と行動の直接の対応関係を学習する方法が考えられるからである．強化学習において，この方法はモデルフリー強化学習に対応し，前出の方法はモデルベース強化学習に対応する．

計算モデルの構築を通じたこれまでの分析により，モデルベース強化学習は，「言外の意味」が課題に対して適切に設定され，互いがそれを誤解することがなければ，モデルフリーよりも課題を解くための記号システムを素早く共創できることが分かった．また，モデルベース強化学習の 1 つの懸念は，相手の「言外の意味」を誤解した際に図形が持つ「字義通りの意味」の特定も間違え続けるのではないかというものであるが，「言外の意味」を様々に設定した場合においても，モデルベース強化学習はモデルフリーよりも同じ時間で実現される課題の成功率が悪くなることがなかった [6]．

そこで我々は，実験参加者の行動データにそれらのモデルを適用し，その当てはまりの良さを尤度を用いて評価することで，それぞれのモデルが持つ認知機構の説明力を調べた．実験では 20 ペア（40 名）が課題に取り組み，その中で 60 回（ラウンド）の図形の交換と行動選択が行なわれた．結果，13 ペアが協調課題を安定的に解く記号システムの共創に成功した（以降，これを成功群とする）．

この課題を解く主体の認知機構を説明する計算モデルとしては以下の 3 つのタイプを構築した．ただし，ここで構築したモデルの主体は，自分の「言外の意味」をあらかじめ設定し，それに基づいて図形を相手に送るものとした．

- 相手から送られてくる図形に対して，「言外の意味」に基づく「字義通りの意味」の特定を行なわず，図形と行動の直接の対応関係を学習する（特定なしモデル）．
- 相手から送られてくる図形に対して，「言外の意味」に基づき「字義通りの意味」を特定する（特定あり 1 表象モデル）．
- 1 表象モデルと同様に相手から送られてくる図形の「字義通りの意味」を特定する．ただし，自分の「字義通りの意味」と相手の「字義通りの意味」を別の表象として独立して特定する（特定あり 2 表象モデル）．

初めのモデルがモデルフリー強化学習に，後の 2 つがモデルベース強化学習にそれぞれ対応する．ただし，モデルベース強化学習は，相手の「言外の意味」の解釈が複数あったとしても，そのうちの一つであると仮定して「字義通りの意味」を特定することとした．

この 3 つの計算モデルを，認知実験により得られた行動データに対する当てはまりの良さ（尤度）で調べた．尤度は，人間の行動データの系列があるとき，ある時点までのデータを学習した結果として，その次の時点の行動をどの程度の確率で予測できるかを計算するものである．この尤度を計算する際に，計算モデルでは「言外の意味」を決定する必要がある．これは行動データから推定することが望ましいが，相互循環的に変化する性質を考えると，それは非常に難しいと考えられる．そこで，計算モデルが想定する「言外の意味」（ここでは 2 つ）について，その全ての組み合わせ（二者がそれぞれに自分と相手に関する「言外の意味」を持つ）で尤度を計算し，最も高い尤度になる「言外の意味」を使用した．

それぞれの計算モデルで 12 ラウンドごとの平均尤度を計算し，特定なしモデルと特定あり 1 表象モデルの尤度に関して分散分析を行なった[1]．結果，課題の成功群（13 ペア）と失敗群（7 ペア）の尤度に有意な差が認められ（$F\,(1,18) = 53.05$, $MSE = 0.026$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.303$），それぞれの尤度の高さは課題の成功率と有意に相関していた（特定なしモデル：$r\,(18) = .95$, p $< .001$，特定あり 1 表象モデル：$r\,(18) = .83$, p $< .001$）．これは，計算モデルが想定する仕組みが，課題の成功を実現していることを示唆する．

続けて，成功群において学習の進行に伴う尤度の変化を調べた．成功群における計算モデルごとの平均尤度の推移を図 1 に示す．これを見ると，特定なしモデルと特定あり 1 表象モデルの尤度は課題の序盤と終盤で入れ替わっているように見える．分散分析をすると，モデルと期間の間に有意な交互作用が見られた（F

[1] 3 要因混合計画（成功群と失敗群，特定なしモデルと特定あり 1 表象モデル，5 つの期間）

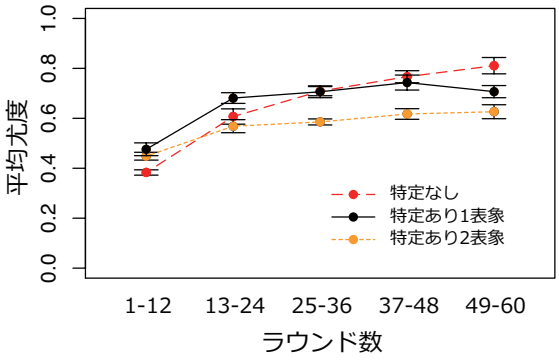


図 1　成功群における計算モデルごとの平均尤度の推移

(4,72) = 15.80, $MSE = 0.002$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.031$)．そこでさらに最初の期間と最後の期間で単純主効果を計算すると，いずれも有意であることが確認された（初め 12 ラウンド：F (1,18) = 41.87, $MSE = 0.001$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.310$．終り 12 ラウンド：F (1,18) = 19.98, $MSE = 0.003$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.365$.）．これは，課題の序盤においては他者の記号からその「字義通りの意味」の特定に基づいた学習（モデルベース強化学習）が行なわれているが，終盤になって記号システムが形成されてしまえば，そういった特定は行なわれなくなる（モデルフリー強化学習へ移行する）ことを示唆する [7].

特定あり 2 表象モデルの尤度は，課題の後半において 1 表象モデルおよび特定なしモデルよりも低くなっている．これは，人間が記号の「字義通りの意味」の特定において，自分が使う記号システムと相手が使う記号システムを分けずに 1 つのシステムとして学習することを示唆している．認知負荷の観点および集団での記号システムの共有を考えればこれは自然な方略であろうと考えられる．ここで興味深いのは，特定あり 1 表象モデルを使う場合（成功群は実際に課題の序盤で使っていると思われる），相手と同じ記号の使い方をしなければならず，必然的に相手の記号の使い方を学習する仕組みが必要になる点である．しかも，相手の記号の使い方と自分の記号の使い方を同じにするという点で，その学習は相手の視点に立った学習になると考えられる．我々はこの仕組みが役割反転模倣 [1] によって実現できることを確認している [8].

さらにもうひとつ興味深い点は，メッセージの理解と生成が 1 つの記号システムによって行なわれると，それぞれの関数関係が逆転することである．つまり，記号システムによって自分がメッセージを送る際には，意味から記号が生成されるのに対して，相手のメッセージを受け取った際には，記号から意味が特定されることになるのである．このような逆転は，意味と記号の 1 対 1 の対応関係を要請すると共に，論理的な間違いを含む可能性がある．なぜなら，論理命題として p ならば q を学習したとき，そこから q ならば p を導くのは論理的には間違っているからである．この議論は，子どもの語彙学習において重要性が指摘される対称性バイアス [9] の議論に関連している．

以上の考察より，二重の意味をやりとりする仕組みは解釈学的循環を構成しても，自他を分けずに作成する記号システムの共創を早める効果があり，人間もその方略を使用しているようであると言える．ただし，この方略は記号システムが成立してくるにつれて使われなくなるようである．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費基盤研究（A）「意図共有と意味創造を伴うコミュニケーション創発の進化的構成論による研究 」／課題番号 26240037 の助成を受けた．ここに記し謝意を表します．

参考文献

[1] Tomasello, M.: *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*, Harvard University Press (2003)
[2] Frith, U.: *AUTISM: Explaining the Enigma*, Blackwell (1989).
[3] Carston, R.: *Thoughts and Utterances: The Pragmatics of Explicit Communication*, Blackwell (2002) .
[4] 津田 一郎：ダイナミックな脳 —カオス的解釈, 岩波書店 (2002).
[5] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬：言語的コミュニケーションシステムの創発に関する実験的アプローチ, 計測と制御, Vol. 53, No. 9, pp. 801–807 (2014).
[6] 金野 武司, 橋本 敬, 李 冠宏, 奥田次郎：記号コミュニケーションにおける言外の意味の推論に基づく先行的行動価値修正メカニズムの役割, 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp.477–486, (2015).
[7] Daw, D N., Niv, Y., Dayan, P.: Uncertainty-based competition between prefrontal and dorsolateral striatal systems for behavioral control, *Nature Neuroscience*, Vol. 8, pp. 1704–1711 (2005).
[8] 金野 武司, 森田 純哉, 橋本 敬：記号コミュニケーションシステムにおいて言外の意味を成立させるメカニズムの計算モデルによる検討, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 2014 (SSI2014), pp. 401–406, (2014).
[9] Sidman, M.: Symmetry and equivalence relations in behavior, 認知科学, Vol. 15, No. 3, pp. 322–332 (2008).

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

プロジェクション科学の展望
Perspectives on Projection Science

鈴木 宏昭 †
Hiroaki SUZUKI
† 青山学院大学
Aoyama Gakuin University
susan@ri.aoyama.ac.jp

Abstract

Human cognition necessarily involves the process of projecting internal representations to the real world. However, little effort has been made to explore its process and mechanism. This paper aims at stressing the importance of projection for the total understanding of mind and appealing for the participation of researchers in the various fields where projection is concerned. Next, we propose that there are three types of projection: (proper) projection, misprojection, and fictional projection, depending on the presence (or absence) of source and target of projection.
Keywords — Projection Science, Representation, Orientation, Embodiment

本論文では表象を外の世界に投射するプロセスとメカニズムを探求するプロジェクションサイエンスが必要である理由について論じる．次に，投射を 3 つに分類（投射，誤投射，虚投射）し，これらに関連する現象をリストアップするとともに，そこでのメカニズム，発生について暫定的な仮説を提出する．そしてこの探求のためには，心理学，情報科学，脳科学，社会諸科学の共同が必要であることを主張する．

1. プロジェクション科学の背景と目的

認知科学者の多くが採用する表象と計算というフレームワークに従えば，内部，外部からの入力情報は様々な処理のプロセスの中で加工され，認知主体を取り巻く実世界，また仮想的な世界についての表象としてまとめ上げられることになる．これまでの認知科学では，こうした刺激の受容 (reception) から表象の構成 (construction) についての研究は盛んに行われ，重要な知見を数多く積み重ねてきた．

言うまでもなく，作り上げられる表象は情報処理システム内（脳内）に存在しているが，多くの場合，内的に構成された表象は世界のどこかに定位される（少なくとも，そのように感じる）．このような定位を可能にする心の働きを本論文では投射 (projection) と呼ぶ．これについて古くは Polanyi (1967) によって近位項，遠位項として捉えられ，Humphrey (2002) によって感覚と知覚の区別という形で述べられてきたが，その内実が明らかになっているかといえば，そうとは言えない (鈴木, 2016)．

その理由の 1 つとして考えられるのは，投射があまりに当たり前に行われるために，その存在自体に気づくことがないというものである．目の前のものは目の前にあるのであり，それはあまりに自明なことで問いにはならないうと考えられたのかもしれない．もう 1 つの理由は，後述するように視覚，聴覚的的定位のようなケースでは，投射を支える物理的な基盤が存在しないからである．内部にできたものを外の世界に投射するためには，伝わるものとそれを伝える媒体が必要と考えられるが，媒体に該当するものが物理世界には見当たらないというのが，投射の探求を難しくしていると考えられる．

こうしたことから現状では人間の認識が情報の受容から始まり，表象の構成で止まってしまっている．これでは，世界の中で活動し，他者を含めた様々な事物と関わり合う人間の姿を描き出すことはできない．こうした問題を解決するためには，内的な構成物である表象を，世界に関係づける投射のメカニズム，プロセス，その発生を正確に理解する必要がある．

知覚的定位のような基礎的な過程の場合，投射先のものは実在する事物である．こうしたものは，人間以外の多くの動物にも共有されているだろう．しかし投射はこうしたものにだけ行われるわけではない．投射先として明らかに不適当なもの，実際には存在しないものへとなされる場合もある．こうしたタイプの投射は，あるときには精神病理的な心の働きにつながることもあれば，想像，創造，信仰という，ヒト固有の心の働きにつながることもある．このような意味で投射は，基礎的心理過程にとどまらず，より高次の心の働きにも深く関係している．したがってプロジェクショ

ン科学の発展のためには，基礎的心理過程の研究者から，芸術，文化，宗教に関わる研究者の協力が必要になる．

さらに，前世紀後半から始まる情報技術の飛躍的な発展によって，投射先を相当程度までコントロールすることが可能になった．その結果，仮想現実感，拡張現実感と呼ばれるものが生み出されることになった．これらの技術は，医療，福祉，娯楽などの様々な分野に新しい可能性を作り出す．プロジェクション科学は，こうした技術開発の理論的基盤を明確にするとともに，さらなる発展の契機を作り出すことも視野に入れる必要がある．この意味で，プロジェクション科学においては，人工知能を含む，より広い範囲の情報科学研究者たちとの共同も必要になる．なおこれらの情報技術は，投射のメカニズム，プロセス特定のための実験のプラットホームを生み出すことにもつながる．

プロジェクション科学では，上記の様々な現象に見られる投射の共通原理，あるいは各投射に固有な仕組みを明らかにし，投射という謎に満ちたプロセス，メカニズム，発生を明らかにすることを目標とする．そしてその成果を理論化し，基礎的な心理過程を扱う認識論，心理学に貢献することだけでなく，医療，福祉，娯楽など人間の生活を豊かにする新たな情報工学的な技術の開発，発展に役立てること，また，表現，創造活動の伝承，教育への貢献も目指す．

投射はほぼすべての認知活動に関与しているので，プロジェクション科学の対象はきわめて広い．様々な現象をあげてプロジェクション科学の広がりを述べることも重要であるが，ここでは投射先のタイプによって３つに場合分けをしてみたい．

投射 投射先（以下ターゲット）が感覚・知覚自体を促した実在する投射元（以下ソース）の事物である場合であり，典型的には通常の感覚，知覚である．

誤投射 ターゲットが実在する事物ではあるが，感覚・知覚を促したソースとは異なる場合であり，ラバーハンド錯視に見られるような投射を指す．

虚投射 ソースが存在しないのに，特定，あるいは不特定のターゲットに投射が行われる場合であり，幻覚などがその典型となる．

表１ 投射のタイプ．

	ソース	ターゲット
投射	実在の対象	ソースと同じ対象
誤投射	実在の対象	ソースとは異なる対象
虚投射	なし（脳の状態）	想像上の対象

2. 投射

感覚・知覚における投射 プロジェクション科学の主要なテーマの一つは，感覚とその定位に関わる心の働きである．投射を抜きにして視覚や聴覚などの遠感覚の働きを理解することはできないだろう．目の前にいる人物の視覚表象は情報処理システム内部に存在するが，その人はシステム内部に見えるのではなく，目の前に見える．鼓膜の振動として捉えられる，その人の声の表象は，情報処理システム内部や内耳から聞こえるのではなく，それを発声した人からのものとして聞こえる．視覚や聴覚のような遠感覚においては，投射を実現する直接的な，物理的回路は存在していない．にもかかわらず我々は刺激から作り出された内的表象を投射し，世界の特定の位置に定位させることができる．さらに，それに対する身体的運動を行うこともできる．

前述したように，こうした現象はあまりに当たり前で研究の方法を確立するのが難しいと考えられる．しかし反転メガネを用いた研究（例えば，積山 (1997)）のように定位を人工的に歪め，新たな定位の成立過程を詳細に分析することで，定位，そして投射の基礎にあるメカニズムを特定できる可能性がある．また近年，安価に購入することが可能になったヘッドマウントディスプレイを用いることで，ソース，ターゲットの空間的位置関係を多様に変化させることが可能になり，これを用いることで投射のメカニズム，プロセスを探求できる可能性が飛躍的に高まると思われる．

触覚，体性感覚のような近感覚についてはどうだろうか．氷水に手を入れた時に得られる皮膚からの情報は中枢系に伝わりその事態についての表象を作り出し，「冷たい」という感覚を生み出す．この感覚はシステム内部に生じるのではなく，氷水の中の手に定位される．これはシステム内部に生じた表象は，遠心性の神経の働きによってシステムの外部に投射される．そういう意味で何の不思議もないと考えられるかもしれない．

しかし道具を使用した時に得られる触覚についてはどうだろうか．こうした時によく引き合いに出される盲人の杖を例にとって考えてみよう．杖が障害物に当たると，その時の振動が手に伝わる．この感覚は自分の手で何かに触れた時同様，求心性の神経により中枢に伝わり，何らかの表象（おそらく障害物についての）を作り出す．そしてそれは遠心性の神経によりまた手に返される．しかし手に障害物を感じるわけではなく，杖の先にそれを感じる．杖と中枢を結ぶ直接の経路はないから，ここでも投射が起きている．

投射と身体　これらはいかなる仕組みのよるのだろうか．1つの考え方として，対象及びその知覚表象の定位は，それを含む環境全体の”表象”の中に定位されるという考え方があり得るだろう．つまり世界への定位，投射は錯覚であり，あくまで情報処理システム内部の出来事であるという考え方である．これは独我論的な見解，映画の Matrix 的見解と言えるだろう．

一方，身体を媒介として表象を世界に投射するという考え方も可能である．認知主体の内部でありつつ，外部でもある身体という媒体を用いて，投射と定位が可能になるという考え方である．例えば，目の前のコップは私の手の届く範囲に，私の手が把持できる形で存在している．このように世界と交わる身体を通して，内部に構成された表象は世界の中に位置づくと考えられる．また前述したように，道具の利用により，私たちの身体（あるいは身体図式 (body schema)）は自在に拡張，変形する Clark (2003)．このような性質を持つ身体，そしてそれを可能にする脳の可塑性 (入來, 2000) は，投射のメカニズムの解明にとってきわめて重要な役割を果たすだろう．

しかしこれらの考え方で投射の仕組みが解明できるかといえばそうとは言えないだろう．例えば，オーケストラが作り出す複雑な音刺激から作り出される表象は，オーケストラのそれぞれのパートが実空間の中で占める特定の位置に投射される．他者の表情から作り出される知覚表象，そしてそこからの推論で生み出される仮説的な内的情報（「不機嫌なのでは？」など）は，知覚対象となる他者の内的状態へと投射される．しかしながらこのプロセスが，どのような身体の働きによるのかを特定することはさほど簡単なこととは言えないだろう．

認知神経科学の発展により，身体図式やボディー・マップの脳内基盤がある程度まで明らかになってきている．場所細胞やグリッド細胞は，環境のマップを作り出し，我々が円滑に行動するための神経基盤の一つとなっている．このような知見は大変に重要であるが，これらの働きにより脳内にできた外界の表象が，外の世界とどのようにつながるのか，それはどうやって世界に投射されるのかは，依然謎のままである．

3. 誤投射

前節では，比較的正確な投射が行われる場合について述べてきた．しかし人の投射がいつでも正確なものであるとは言えない．誤投射とは，感覚情報を与える外界に存在するソースにより認知システム内に出来上がった表象が，ソースとは別の対象に投射されることを指す．

感覚，知覚における誤投射　知覚はおおむね正確な投射が行われると述べたが，様々なテクニックより誤投射を誘発させ，知覚的定位を狂わせることも可能である．例えばラバーハンドイリュージョンでは，正常な認知機能を持つ人間であっても誤投射が起こることが示されている．これについての実験では，自己の手を見えないようにし，マネキンの手を見える位置に置き，これらに対して一定の触刺激を同期して与える．すると，触刺激の検知位置が自分の手からマネキンの手の方向にずれる (drift) ことが報告されている (Botvinick & Cohen, 1998; 本間, 2010)．またこうしたズレを生じた後に，マネキンの手にアイスキューブを載せると，実際の手の方に冷たさを感じたりもする (Kanaya, Matsushima, & Yokosawa, 2012)．

皮膚電位などの生理指標をとった実験では，そもそもマネキンの手も必要ではなく，机と手に対する刺激でも誤投射が起こることが示されている (Armel & Ramachandran, 2003)．さらにビデオ機材などを用いたフルボディー・イリュージョンにおいては，体全体の位置が実際とは異なる場所に定位されたりもする (Ehrsson, 2007; Lenggenhager, Tadi, Metzinger, & Blanke, 2007)．このフルボディー・イリュージョンは、自己の境界を形作る身体の知覚、すなわち自己感の投射先＝ターゲットが、簡単な仕掛けで変化するという意味で重要な意味を持つと思われる。

(Humphrey, 2012) はこの結果をもとに，視覚表象の投射について、次のような興味深い仮説を提案している．Armel & Ramachandran (2003) の錯覚は、自分の手に触覚的に感じている感覚が、視覚的に捉えられる、それと相関する事象（机へのタップ）が生起してる場所で生じていることを示している。だとすれば目（網膜）で視覚的に感じていることが、それと対応した事柄が生起している環境中のある場所で生じていると考えてもよいのではないか、というのが Humphrey の説明仮説である。これは卓越したアナロジーだが，元々のラバーハンドにおける投射のメカニズムが特定されていない．

聴覚においてはステレオ聴における人の音源定位のメカニズムが研究されてきた．一般に，音源定位においては，両耳に到達する音波の時間差，及び音圧レベルの差が重要とされている．その一方，この定位メカニズムには，視覚や注意がきわめて大きな役割を果たすことが知られている．視覚刺激によって注意を誘導することにより，音源の誤投射が生じる．典型的

には腹話術効果 (ventriloquism effect) が挙げられる．ここでは，音源が，音と同期して与えられる視覚的な情報の位置に誤って定位されてしまう (Bertelson & Aschersleben, 1998)．

上記のような誤投射においては，視覚と触覚，視覚と聴覚など複数の感覚が関与している．この意味において，誤投射のメカニズムの解明には多感覚知覚の研究が大きな柱となると考えられる．

モノへの愛着，フェティシズム こうした感覚，知覚の心理過程とは大きく異なるが，モノへの愛着，フェティシズムのような心理現象も誤投射の一形態と考えられる．モノへの愛着においては，長年使ってきた道具や，ある重要な経験の際に用いられた道具，衣服などに生物性が付与され，捨てることができなくなったり，日常的にケアしたりする．フェティシズムは身体部位，着衣などに対する激しい執着（性的興奮を伴うことも多い）を表す．これは愛する人間に対して持つ表象が，その人物全体ではなく，その部分，あるいはその人が身につけるものに，誤って投射されたためとみなすことができる．さらに当該の人物とは切り離され，身体部位，物自体が崇拝されることもある．

人工物への誤投射 人工物との相互作用の中でも誤投射が生じる．media equation 研究が明らかにしたように，我々人間は，ある程度まで自律的な反応をする人工物に対して，無意識的に「ヒト」性を投射する (Reeves & Nass, 1996)．その結果，人工物に人格が付与されたり，仲間意識が生まれたり，それらに対して権威を感じたり，礼儀正しくなったりする．

こうした人間の誤投射を情報機器とのインタラクションにおいて積極的に活用しているのが，インタフェースにおけるエージェントの活用である．人が最も上手にインタラクションできるのは人に対してである．よって分かりにくい情報機器に「ヒト」性を持たせれば，利用者は円滑にその機器を操作できる可能性がある．HAI (Human-Agent Interaction) の分野では，こうした可能性の探求を続けてきた．山田 (2007) では，目や腕などの身体パーツ，視線，動作，共同注意，インタラクションのタイミングなどが，誤投射の誘発に与える影響などが検討されている．さらに小野らが始めた ITACO プロジェクトでは，ある物理装置内のエージェントとの一定のインタラクションを行った後に，それが別の物理装置内に映し出されると (agent migration)，多くの人は元のエージェントが移動したかのように感じることが示されている (小野, 2007)．さらにそのエージェントに対して，人間に対して抱くような愛着が生じることも報告されている．これはエージェントへの誤投射は，そのエージェント自体の自律的な運動，行為，それに対するユーザの心情をも含む場合があることを示している．

情報技術の発展により，様々なヴァーチャルな体験が可能になっている．コンピュータ上でのシューティングゲーム，特にゲーム上のキャラクタの姿が一部しか現れない（手や武器）一人称シューティングゲーム (first-person shooting game)）では，ゲーム上の敵からの攻撃があると，プレイヤーの身体がそれを避けるように動くことはよく知られている．これはゲーム上で知覚された主人公の身体の一部，及びそれを取り巻く環境が，自らの身体とその周辺の空間に誤投射されている可能性を示唆している．この現象の生起には，そもそもプレイヤーが，自らの身体を PC のスクリーンに投射していることが必要なのかもしれない．すなわち，投射は主体からエージェントへの一方向なのではなく，その逆も含む双方向のプロセスなのかもしれない．

子供における誤投射 子供が一定の年齢になると行うごっこ遊び，ふり遊び (pretend play) も誤投射の一形態と考えられるかもしれない．泥だんごをおにぎりと見なすなどは，ある種の視覚的な類似性から，実在の対象とは異なる表象が作られ，それが実在の物体に投射され，そこに異なる意味を発生させる心の働きと考えることができる．ただし，こうした遊びにおいて，子供は実際に泥だんごが食べられるものとは考えていない．このことは，ごっこ遊びにおいては，これまでに挙げてきた誤投射とは異なるメカニズムが働いている可能性を示唆している．

4. 虚投射

表象の元となるソースが，環境に具体的な形で存在しないにもかかわらず，投射が起こることもある．これを虚投射と呼ぶ．これの例として，典型的には，統合失調症における幻覚（特に幻聴）が考えられる．実際の音刺激は存在していないにもかかわらず，患者はそれを他者へと投射してしまう．他者が物理的に存在していない場合には，それを患者自身が作り出す（例えば宇宙人）こともある．

発達過程にある子どもにも虚投射が見られる．一部の子どもにおいては，何もない空間に想像上の友達 (imaginary companion) を作り出し，対話を行ったりすることが報告されている (森口, 2014)．

さらには信仰も虚投射の一つと見なせるかもしれない．Bering (2011) は，宗教の起源について以下のように論じている．人は何らかの劇的なレベルでの非日常的なことが生じると，それは何らかの意図の発現に基づくと考えがちである．その意図の所有者，実現者を実際には知覚できないが，意図の所有者は通常人間であるので，人間によく似た存在＝神を作り出すという．ここでは事象の説明，解釈の欲求、必要性 (Gopnik, 2000) から生み出された表象が，存在しないものへと投射された例として理解可能だろう．

極限下の環境（雪山や南極など）で長時間の活動を行うことにより，実際には存在しない人物が知覚されることが報告されている (Geiger, 2009)．これも虚投射の事例として考えられる．Geiger は変化の少ない環境において，極度のストレスや疲労が生じた場合に，こうした幻覚（＝虚投射）が現れやすくなると述べている．宗教において，厳しい修行などが必要とされること，また教祖が帰神する際に極限状態を経験することが多い理由は，ここにあるのかもしれない．

以上は，(存在はしないが）ターゲットが明確に意識できるものであったが，別のタイプの虚投射もありえる．雰囲気や気配と呼ばれるものがそれである．ここではターゲットは明確な形をとったものではなく，身の回りの環境という漠然とした対象である．

虚投射には物理的なソースが存在しないと述べたが，ソースが全く存在しないわけではない．初めに挙げた幻聴については，それが患者自身の内言（心の中でのつぶやき）である可能性が指摘されている．通常であれば自らの内言は自分へと投射されるが，この経路（前頭前野と聴覚連合野）になんらかの異常が生じ，正常な投射先を失った表象は外部の何か，誰かへと投射されることになる (Frith, Lawrence, & Wienberger, 1996).

また脳への直接的な刺激を与えて脳の状態を変化させることで，虚投射が生じることも報告されている．Arzy, Seeck, Spinelli, Ortigue, & Blanke (2006) は，てんかん治療のために埋め込まれた電極を通して，側頭頭頂結合部 (temporoparietal junction) に刺激を与えることで，現実には存在しない人の気配を生み出すことが可能としている．

以上のことからすると、何らかの理由で起きた脳内の変化が表象を生み出すが、投射先が存在しないため、その表象を通常はもたらすものを仮想的に作り上げ，そこに投射するのが、虚投射の根源にあるメカニズムではないだろうか．

5. まとめ

本論文では，表象を投射する過程を探求するプロジェクション科学の持つ意義について論じた．次に投射のソースとターゲットとの関わりから，投射，誤投射，虚投射の 3 つに分け，それぞれにどのような現象が含まれるかについて述べた．またこれらの投射について，現時点で想定されるメカニズムについても暫定的な仮説を提案した．

これまで述べてきたように，投射は，知覚的定位から，精神疾患，情報システム内のエージェント，さらには神や信仰などさまざまな場面に現れる．ただしそれぞれの投射が，同じメカニズムで生じているのか，あるいは固有のメカニズムが関与しているのかは現時点ではわからない．たとえば知覚的定位は，動物においても生じていることは疑いない．一方で，文化的記号に基づく投射は，まちがいなく人間に固有である．こうしたことから考えれば，それらの実現メカニズムは相互に相当に異なっている可能性がある．しかし単に同一のメカニズムが，異なる対象に対して働いている，つまり人間に固有の投射は動物一般が持つ基本的なメカニズムの拡張形態である可能性も残されている．

また近年飛躍的なスピードで展開が進む情報科学の方法論＝構成論と各種技術は，投射の科学的探求の幅と深さを増大させることは間違いない．様々な誤投射，虚投射を人工的に発生させることにより，投射の発生のメカニズムを多角的に捉えることが可能になるだろう．またそうした中で用いられているアルゴリズムを，人間が行っているものと見なして，実験仮説を生み出すことも可能になるだろう (小野, 2016).

心理学（知覚，発達，臨床），情報科学，精神病理学，脳科学，人類学，宗教社会学の研究者との相互交流を通して，これらの知見を統合し，生き物の行う投射の全容を明らかにすることは，表象という考え方を採用する立場からすれば，喫緊の課題である．

謝辞

本研究の一部は，日本学術振興会，科学研究費補助金基盤 B(16H02835) の補助を受けている．

引用文献

Armel, K. C., & Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response. *Proceedings of the Royal Society London B*, *270*, 1499 - 1506.

Arzy, S., Seeck, M., Spinelli, L., Ortigue, S., & Blanke, O. (2006). Induction of an illusory shadow person.

Philosophical Transaction of the Royal Society B, *443*, 287.

Bering, J. (2011). *The belief instinct: The psychology of souls, destiny, and the meaning of life*. New York: W. W. Norton. (鈴木光太郎（訳）(2012).「ヒトはなぜ神を信じるのか：信仰する本能」化学同人)

Bertelson, P., & Aschersleben, G. (1998). Automatic visual bias of perceived auditory location. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*, 482 - 489.

Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands feel touch that eyes see. *Nature*, *391*, 796.

Clark, A. (2003). *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*. Oxford, UK.: Oxford University Press. (呉羽真（訳）(2015).『生まれながらのサイボーグ: 心・テクノロジー・知能の未来 (現代哲学への招待 Great Works』春秋社))

Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, *317*, 1048.

Frith, C. D., Lawrence, A., & Wienberger, D. (1996). The role of the prefrontal cortex in self-consciousness: A case of auditory hallucination. *Philosophical Transaction of the Royal Society B*, *351*, 1505 - 1512.

Geiger, J. (2009). *The third man factor: The secret to survival in extreme environments*. Penguin. (伊豆原弓（訳）(2010).『サードマン：奇跡の生還を導く人』新潮社)

Gopnik, A. (2000). Explanation as orgasm and the drive for causal understanding: The evolution, function and phenomenology of the theory-formation system. In F. Keil & R. Wilson (Eds.), *Cognition and explanation* (p. 299-323). Cambrige, MA.: MIT Press.

本間 元康. (2010). ラバーハンドイリュージョン：その現象と広がり. 『認知科学』, *17*, 761 -760.

Humphrey, N. (2002). *The mind made flesh: Essays from the frotiers of psychology and evolution*. New York: Oxford University Press. ((垂水雄二（訳）『獲得と喪失：進化心理学から見た心と体』紀伊国屋書店, 2004))

Humphrey, N. (2012). *Soul dust: The magic of consciousness*. New York: Princeton University Press. ((柴田裕之（訳）『ソウルダスト：＜意識＞という魅惑の幻想』紀伊国屋書店, 2004))

入來 篤史. (2000). ニホンザル道具使用の脳内機構：シンボル操作の起源に挑む. 『認知科学』, *7*, 195 – 201.

Kanaya, S., Matsushima, Y., & Yokosawa, K. (2012). Does seeing ice really feel cold? visual-thermal interaction under an illusory body-ownership. *7*, *17*, e47293.

Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T., & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: Manipulating bodily self-consciousness. *Science*, *317*, 1096 - 1099.

森口 佑介. (2014).『おさなごころを科学する：進化する乳幼児観』. 新曜社.

小野 哲雄. (2007).「憑依」するエージェント：itaco プロジェクトの展開. 山田誠二（編）『人とロボットの＜間＞をデザインする』 (p. 69-87). 東京電気大学出版局.

小野 哲雄. (2016).「プロジェクションサイエンス」の視点からの認知的メカニズムのモデル論的理解. 『日本認知科学会第 33 回大会発表論文集.』

Polanyi, M. (1967). *The tacit dimension*. London: Routledge and Kegan Paul. (高橋勇夫 (訳) (2003).『暗黙知の次元』 筑摩書房)

Reeves, B., & Nass, C. (1996). *Media equation: How people treat computers, televisions, and new media like real people and places*. Stanford, CA.: CSLI Publications. (細馬宏通（訳）(2001).『人はなぜコンピューターを人間として扱うか—「メディアの等式」の心理学』翔泳社)

積山 薫. (1997).『身体表象と空間認知』. ナカニシヤ出版.

鈴木 宏昭. (2016).『教養としての認知科学』. 東京大学出版会.

山田 誠二 （編）. (2007).『人とロボットの＜間＞をデザインする』. 東京電気大学出版局.

「プロジェクションサイエンス」の視点からの認知的メカニズムのモデル論的理解
Model-Theoretic Understanding of Cognitive Mechanism from a Viewpoint of "Projection Science"

小野 哲雄†
Tetsuo Ono

†北海道大学 大学院情報科学研究科
Hokkaido University
tono@ist.hokudai.ac.jp

Abstract

"Projection Science" is entirely a new methodology to investigate a cognitive mechanism. Basically, in the "Projection Science", we believe that human recognition is realized by projecting the "representation" in the human brain to the environment. Moreover, This ambitious framework aims to cover the field of technological applications through constructing "model-theoretic understanding" of the cognitive mechanism from a viewpoint of the "Projection Science". In this paper we would like to explore the possibilities of this framework through the discussion based on our previous research, ITACO system.

Keywords — Projection Science, Representation, Model-Theoretic Understanding, ITACO system

1. はじめに

「プロジェクションサイエンス」とは，人間の認知機構を解明するためのまったく新しい方法論であるとともに，そのモデル論的理解をとおして工学的応用までも射程に収めている野心的な構想である．

鈴木[1]が述べているように，認知科学におけるこれまでの研究は，刺激の受容とその利用過程に注目し，知覚, 記憶, 思考などのさまざまな認知現象について，精度の高いモデルを作り上げてきた．しかし一方で，内部に構成された表象が世界のどこかに投射（もしくは定位）されていると考えなければ理解できない現象も多数存在する．鈴木が挙げている事例として，視覚・聴覚における（直接的な神経回路が存在しない）遠感覚における投射, ラバーハンドイリュージョン(rubber hand illusion), 子どもの活動における投射(imaginary companion)，異常状態における幻覚（third man 現象や薬物使用時），さらにはフェティシズム，偶像崇拝，宗教や信仰までも「プロジェクション」により説明できる可能性を示している．

しかし，言うまでもなく「プロジェクションサイエンス」は方法論上の問題を抱えている．つまり，従来の実験室実験では計測不可能と思われる事象や,「意識」との関係など最新の脳科学の手法を用いても解明に時間がかかりそうな事象が研究の対象となっている．

これらの困難と思われる問題に対して，私たちが取りうる方法論は,「科学」としての「プロジェクション」の原理の解明と, そのモデル論的理解をとおしての「工学」的応用である考える．つまり，脳活動の計測や心理学実験をとおして「プロジェクション」の本質的な原理の探求は当然進めるが，同時に「リバースエンジニアリング」として，この研究対象の特徴的な現象を観察・解析することにより，重要とみられる要因を取り出し，それを工学的に実現・検証することをとおして，徐々にその本質的な構造や動作原理を明らかにすることを目指す．言い古された言葉ではあるが，これらの両分野の研究者の交流をとおしてしか,「プロジェクション」の機構の本質的な解明は難しいのではないかと考えている．以下の章では，われわれのこれまでの研究を基礎に，この方法論の可能性を探ってみたい．

2. 「プロジェクション」のモデル論的理解

すでに述べたように,「プロジェクションサイエンス」の研究はまだ緒に就いたばかりであり，研究の方法論ばかりではなく，その基本的な原理が人間固有のものであるのか，もしくはレベルが異なるとはいえ動物との連続性があるのかさえも明らかではない．

ここで近年の認知科学分野の研究を振り返ってみると，モデル論的な研究の減少が顕著であるように思われる．一方，さまざまな認知的な現象を詳細に記述することにより，その豊かな機能を明らかにしようとする研究が多くみられ，ある場面で人々がどのような行為を行なっているのかを記述し，その行為の意味付けを明らかにすることにより，現象の理解を目指してき

た.

しかし，われわれが提案する「プロジェクションサイエンス」の初期的な研究状況を鑑みたとき，対象を記述していくというような質的研究のアプローチは現時点では妥当ではないだろう．なぜならば，従来の認知観の変換を要請する「プロジェクションサイエンス」では，よりダイナミックな視点の変更を求められる．この点からも，よりトップダウンな研究アプローチである「モデル論的理解」が求められるであろう．さらに，このモデルを詳細に構築していくプロセスにおいては，すでに述べたように「リバースエンジニアリング」の手順により進めるべきであろう．なぜならば，「プロジェクション」の現象自体に不明確な点が多く，その原理の解明には長い時間を要するかもしれない．一方，構成論的アプローチをとった場合，同じ現象に対して，人間とは異なる動作原理の解明が，人間の認知機構の解明にも寄与するのではないかと考えるからである．

次章では，このようなアプローチに基づく，遠感覚における「投射」（プロジェクション）のプロセスについて，HAI（Human-Agent Interaction）およびHCI（Human-Computer Interaction）研究の立場から具体的な研究事例を用いて検討を行い，モデル論的理解を目指したいと考えている．

3. 遠感覚における「投射」とITACOシステム

3.1 遠感覚における「投射」とは？

本節ではまず，遠感覚における「投射」のプロセスのモデル論的検討を行ないたい．鈴木[1]が指摘するように，氷水に指を入れたときに感じる「冷たさ」は，脳内の関連部位の活性の結果生み出される主観的な経験である．さらに，その感覚質はその指に投射されるとともに水自体にも投射される．つまり，触覚や体性感覚は，神経回路を経由した信号の伝達により投射がなされていると考えることもできる．

しかし，視覚や聴覚などの遠感覚については，投射を実現する直接的な回路は存在しない．しかしながら，われわれは視覚刺激から作り出された内的表象を世界の特定の対象に定位させているように感じられる．ここではハンフリー[2]の考察を基礎に，遠感覚における「投射」を考えてみたい．ハンフリーは，人間の感覚が投影される仕組みについて，図1のような図式により説明を試みている．

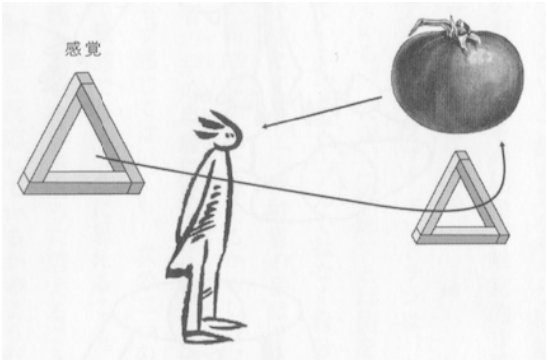


図1 ハンフリーによる感覚が投影される仕組み

たとえば誰かが赤いトマトを見たとしよう．このとき，トマトから反射した赤い光が目に届き，内在化した表現反応を生み出す．ここではこれを「内的表象」（“赤の感覚”）と呼ぼう．しかし，実はトマト自体にはそのような幻想を生じさせるものも，現象的なものもまったくないと彼は主張する．さらに，その感覚は自分の頭の中から外の世界へと投影されているにほかならないと主張する．つまり，赤さの主観的特性が，知覚された外部の物体のところに写り，それに付与されたと考えるべきだとしている．

ハンフリーのその例証として，ラバーハンドイリュージョンの実験[3][4]の結果をあげている．ここでは詳細を省くが，この実験では，実験参加者自身の手（リアルハンド）とゴムの手（ラバーハンド）を机の上に並べて置き，リアルハンドを見えないように仕切りを立てる．実験参加者がラバーハンドを観察しているとき，リアルハンドとラバーハンドをできるだけ同期させて撫でたり触ったりすると，空間的にラバーハンドの位置から触れられていると感じる．さらに同様の操作により，実験参加者はテーブルの表面からも同様の感覚が生じていると報告している．このような現象は赤いトマトやゴムの手，テーブルだけではなく，あなたが外の世界と持つ感覚的・知覚的相互作用の全般に及んでいるとハンフリーは主張している．

しかし，ハンフリーの主張や仮説には批判も多い．その理由の主なものは，彼が主張するイプサンドラム仮説やソウルダスト仮説[2]では，人間の意識や自己意識を「具体的」には説明できなかったことである．さらに，彼の主張の中には，他の研究者の実験結果の引用はあるが，自身の仮説を具体的に検証するという試みはなされていないのである．

本稿では，われわれの先行研究であるITACOシステムという，人と実際にインタラクションを行なうこ

とができ，現実世界で稼働しているシステムを事例に用いて，ハンフリーの仮説を具体的に考察していきたい．

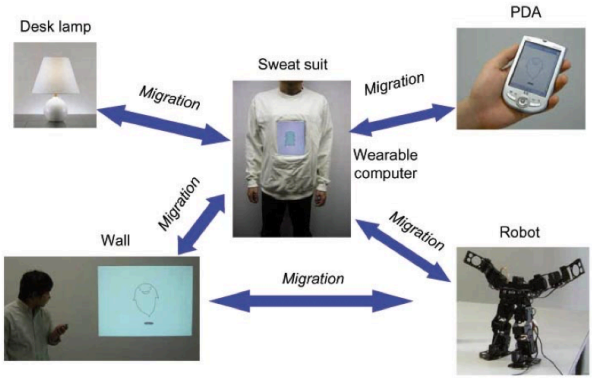


図 2 ITACO システムの概念図

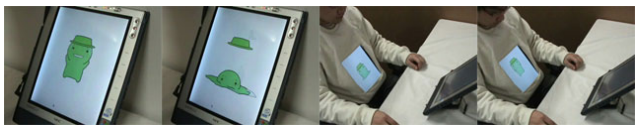


図 3 エージェントマイグレーションの様子

3.2 ITACO システムと「投射」

ここで，われわれがこれまで研究を行なってきた ITACO システムを紹介しよう[5][6][7]．ITACO システムとは，ユーザの趣味や嗜好を理解したエージェントが，環境内のさまざまなメディアに移動（agent migration: AM）することにより，ユーザに対して文脈に応じた適切な支援を行なうことができるシステムである．図 2 に，ITACO システムの概念図を示す．この図のように，エージェントは環境にあるさまざまなメディアへ移動することにより文脈に応じたユーザ支援を行なうことができる．図 3 に，具体的なエージェントの移動(タブレット PC からウェアラブル PC へ)におけるスナップショットを示す．

ITACO システムを用いた実験で，大変興味深い結果が得られたのでここで簡潔に紹介する（[6]参照）．実験は以下の手順で行なわれた．

1. 実験参加者はエージェントと対話を行なった後，エージェントはタブレット PC から実験参加者のウェアラブル PC へ移動（AM）する
2. 実験参加者は暗い部屋に移動する．エージェントは部屋の暗さを知覚し，スタンドライトに移動（AM）することによりスイッチをオンにし，部屋を明るくする
3. 実験協力者が入室し，実験参加者にスタンドライトのスイッチをオフにするように伝える

この実験の結果，実験参加者はエージェントが移動（AM）したスタンドライトにもエージェント同様に「愛着」を持つことが明らかとなり，またエージェントが移動（AM）したスタンドライトのスイッチをオフにしてエージェントを失ったことにより，強い喪失感と持つことが検証された．実験参加者は，ITACO システムの内部構造を十分に推測可能な知識を持つ，情報工学を学んでいる学部学生であった．

この実験で得られた結果を，ハンフリーが提案する図式に基づき考察してみよう．図 4 は，エージェントとインタラクションを行なっている際の実験参加者の「投射」のメカニズムを図式化したものである．実験参加者はエージェントという新しい人工物とのインタラクションをとおして，エージェントに対して何らかの「内的表象」を構築する．実験の結果から，「愛着」のような主観的な感覚をともなった「内的表象」であることが伺える．ハンフリーの図式に従えば，この「内的表象」を対象へ「投射」することにより，たんなるディスプレイ上のグラフィクスアニメーションであるエージェントに「愛着」を付与することができ，人とエージェントの間に関係を構築することができると考えられる．

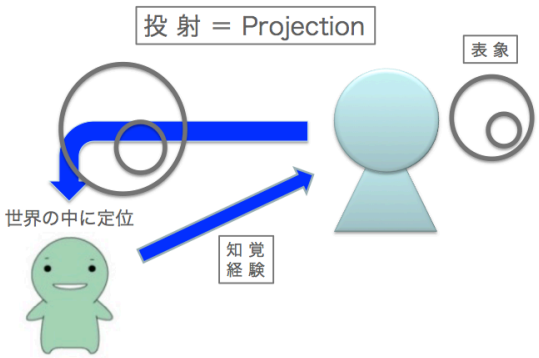


図 4 エージェントとインタラクションを行なっている際の実験参加者の「投射」のメカニズム

この新しい「内的表象」の「投射」により，対象物へ「愛着」のような主観的な感覚を付与できるとすれば，この対象はディスプレイ上のアニメーションである必要はなく，他の人工物（メディア）であってもよいのではないだろうか． 図 5 に，他の人工物（デスクスタンド）にエージェントが移動（AM）する際のメカニズムを示す．

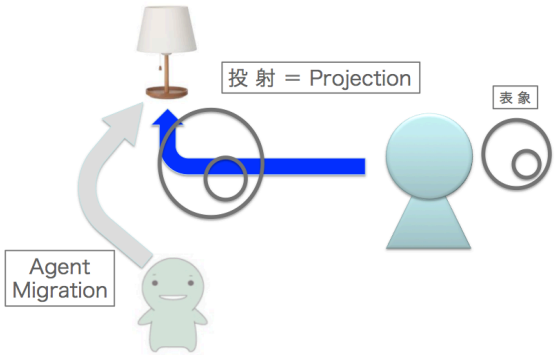


図 5 エージェントが他のメディアにマイグレーションした際のユーザの「投射」のメカニズム

実際の実験結果はすでに述べたように，図 4 と図 5 のメカニズムを支持するものとなっている．本実験は限られた条件のもとで行なわれた結果ではあるが，「投射」（プロジェクション）のメカニズムを説明するモデルになりうるだろうか．まだ明確な結論を述べることはできないが，本章で焦点を当てた，遠感覚における「投射」の「モデル論的理解」の初期的な一歩とみなすことができるのではないだろうか．

本実験の結果をラバーハンドイリュージョンの実験結果と比較するとき，高い類似性を見出すことができる．その本質は，2 つの実験で見られた現象が，ある主観的特性が知覚された外部の物体に移り，それに付与されたことによるものであると考えられる点である．この意味で，ITACO システムは「プロジェクション」の認知的なメカニズムを探るためのモデルの基礎となりえるのではないだろうか．

4. 工学的応用としての環境知能システムへの「投射」

「プロジェクションサイエンス」の工学的応用として，環境知能システムへの「投射」について考えてみたい．環境知能システムとは，人々の日常的な生活環境において，環境情報を計測・認識・構造化し，環境そのものが知能となり，人々を支援することを目指したシステムである．

特に近年，IoT（Internet of Things）分野の研究の発展にともない，環境知能システムの一つの実現例として，アグリゲート・コンピューティング（Aggregate Computing）が提唱されている[8]．アグリゲート・コンピューティングでは，環境中のデバイスを有機的に結合させることで，ある目的を最適な形で実現する方法論を提案している．たとえば，自宅のリビングにいるときにスマートフォンに電話がかかってきたとしよう．現在ならばスマートフォンをポケットから取り出し，ボタンを押さなければならない．しかし，環境知能システムを想定した場合，「電話に出るよ」と言ったり，テーブルやソファをたたくだけで応答できてもよいのではないか．人間にとっては，この方が自然なインタラクションであろう．

リビングを見渡したとき，現在でもスピーカもしくはマイクなどのデバイスはテレビや電話，スマートフォン，ステレオ，インターフォン，火災報知器などさまざまな装置に備え付けられている．対話に必要なデバイスをこれらの装置にそれぞれ独立に装備する必要はなく，ユーザの状況に応じてデバイスを有機的に再配置・再結合して，使うべきものであろう．

しかしこの時，火災報知器に対して話しかけることには，話しかけている当人も家人も違和感を持つだろう．環境知能システムが本当の意味で人々を自然に支援することが可能となるのは，人の持つある主観的特性を生活環境にある物体やプロセスに「投射」できたときではないだろうか．しかし，そのようなシステムがわれわれにどのような「感覚」を与えるものであるかは，いまだ想像できるものではない．

5. 議論

「プロジェクション」に関する「モデル論的理解」の研究を進めるうえで，どのような概念や研究手法がヒントになるだろうか．

まず，「時間」の概念が不可欠な要素となるであろう．「プロジェクション」は時々刻々継続されるインタラクションである以上，この様相を記述できるモデル化を行わなければならない．モデルでは，「時間」や「自己言及」の記述方法が鍵になるであろう．

さらに，いくつかの脳科学の研究成果が示しているように，脳を電気刺激することにより，他者の存在を感じることができるとの内観報告がある[9]．この場合の脳の部位は左側頭頭頂接合部とされ，この部位は他感覚処理（multisensory processing）や自己認識（self-processing），自他分離（self-other distinction）の処理と関係が深いとされている．特に，イマジナリー・コンパニオンやサードマン現象とミラーニューロンの関連は興味深いテーマであり，今後の研究の成果を「モデル論的理解」へ向けて積極的に取り込んでいくべきであろう．

6. おわりに

本稿では,「プロジェクションサイエンス」とは人間の認知機構を解明するためのまったく新しい方法論であるとともに，そのモデル論的理解をとおして工学的応用までも射程に収めている野心的な構想であることを述べた．さらに，本稿では,「プロジェクション」の原理を解明するために，認知的メカニズムの「モデル論的理解」の研究を進めるべきであることを主張した．

さらに本稿では，遠感覚における「プロジェクション」に注目し，ハンフリーの主張・仮説を基礎に，われわれの先行研究である ITACO システムの実験結果の考察を行った．考察の結果，われわれの実験の結果をラバーハンドイリュージョンの実験結果と比較するとき, 高い類似性を見出すことができた. その本質は, 2 つの実験で見られた現象が，ある主観的特性が知覚された外部の物体に移り，それに付与されたことによるものであると考えられる点である．この意味で, ITACO システムは「プロジェクション」の認知的なメカニズムを探るためのモデルの基礎となりえると考える．

参考文献

[1] 鈴木宏昭（2016）“プロジェクション科学の展望”，日本認知科学会第 33 回大会，オーガナイズドセッション「プロジェクション科学の創出を目指して」発表資料.

[2] Nicholas Humphrey (2011) “Soul Dust: The Magic of Consciousness”, Princeton University Press. (『ソウルダスト--<意識という魅惑の幻想>』, 柴田裕之訳，紀伊國屋書店，2012 年)

[3] M. Botvinick & J. Cohen (1998). “Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see”, *Nature,* 391, 756.

[4] K. Carrie Armel & V. S. Ramachandran (2003) “Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences,* **270**, 1499-1506.

[5] Tetsuo Ono, Michita Imai (2000) “Reading a Robot's Mind: A Model of Utterance Understanding based on the Theory of Mind Mechanism”, *Proceedings of Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-2000)*, pp. 142-148.

[6] 小川浩平，小野哲雄（2006）“ITACO：メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 10, No. 2, pp. 49-52.

[7] 小野哲雄，小川浩平（2008）“ユビキタス・マインドとロボットのインタラクションデザイン”, ヒューマンインタフェース学会誌，Vol. 10，No. 2，pp. 49-52.

[8] 坂村 健 (2016) “IoT とは何か 技術革新から社会革新へ”, 角川新書.

[9] Shahar Arzy, Margitta Seeck, Stephanie Ortigue, Laurent Spinelli and Olaf Blanke (2006) “Induction of an illusory shadow person”, *Nature* 443, 287.

自己身体と操作対象の身体図式の一致は より強い運動主体感・身体所有感を喚起する

A sense of agency and a sense of ownership for a CG character are experienced only when a CG's body corresponds to the appropriate body schema

渡邉 翔太, 川合 伸幸
Shota Watanabe, Nobuyuki Kawai

名古屋大学 大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
s.watanabe@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We often feel as if an object was an extended part of our body; in other words, we feel the movement of an object as our own body movement. Feelings as in the former are said to derive from a sense of ownership while the latter are said to derive from a sense of agency. Previous studies suggest that synchronizations between actual and virtual actions are crucial for a sense of ownership to be felt. Our previous study demonstrated that the qualitative correspondence between actual and virtual actions is crucial for increasing a sense of agency, which was the precursor of a sense of ownership. It is still unclear as to how the body schema of participants affects their senses of agency and ownership. In the present study, participants engaged in a "rock-paper-scissors" game task in the virtual reality world wherein the position of the participants' arms was either matched or unmatched with the ordinal position during the training phase. Then, the participants watched their virtual arm being cut suddenly by a Japanese sword in either arm-matched or arm-non-matched condition in the test phase. Therefore, there were four groups of virtual actions based on the arm-position 1) matched-matched, 2) matched-non-matched, 3) non-matched-matched, and 4) non-matched-non- matched. Previously, the measurement of a sense of ownership had been measured only through electro dermal activity as a physiological response. However, our previous study showed activations of the cardiac functions were more sensitive indexes than electro dermal activity even when a sense of ownership was weak. Therefore, we measure multiple autonomic nervous system reactions, including cardiovascular system indices, and thereby measure a feeling of physical possession in detail. The results show that a sense of agency and a sense of ownership in terms of the subjective reports increased as the body schema of participant's body and CG character matched. Physiological activities after the test-phase revealed a greater systolic blood pressure and stroke volume. When a participant operates a CG character, a sense of agency and a sense of ownership are increased by matching the body schema of the participant's body and CG character.

Keywords —a sense of agency, a sense of ownership, autonomic nervous reactions, virtual reality, video game, head mounted display

背景と目的

コンピュータ・ゲームでは，プレイヤーの操作するキャラクターが攻撃を受ける等のイベントが生じると，画面上の視覚刺激とコントローラーに内蔵されたバイブレータが振動を発したり，加速度計やジャイロ等の様々なセンサーを用い，プレ

イヤーの運動をキャラクターの運動に直接反映させるような仕組みが実装されている．これら環境の下でゲームプレイを続けていると，操作キャラクターをまるで自分自身であるように感じ，自らが仮想世界に入り込み，探索しているような感覚に陥る．

これは，視覚刺激とコントローラーに伝わる振動刺激が同時に発生することにより身体所有感が，各種モーションセンサーを用いたキャラクターへの直接的な反映により運動主体感が，それぞれ誘発されることにより，ゲームプレイ中のプレイヤーによるキャラクターへの同一視を強めることが意図されたものである．この身体所有感とは，その身体が自分の身体であるという感覚を指し，運動主体感とは，観察される運動が自身によって引き起こされたものだという感覚を指す[1]．これらは我々の自己認識を支える重要な要因であり，近年様々な研究が行われている．

Rubber Hand Illusion（RHI）は，身体所有感に関する研究の代表例である．義手と実験参加者の腕とを同時に触れる手続きを繰り返すと，義手にのみ触れられても，実験参加者は自身に触れられていると錯覚するようになるが[2]，義手と実験参加者の腕に与えられる触覚刺激に 300 ms 以上の時間のずれが生じると錯覚が減衰するという報告もあり[3]，時間的に近接した視覚と触覚の情報が自己身体イメージの中に統合されることで身体保持感が引き起こされることを示唆している．一方，運動主体感の研究としては，Intentional binding と呼ばれる課題を用いたものが挙げられる．実験参加者が任意のタイミングでキーを押す群と，経頭蓋磁気刺激法により直接運動野を刺激し，実験参加者の意思とは無関係に指を動かしてキーを押させる群を設けたところ，参加者が任意のタイミングでキーを押した群の方が，キーを押してからブザーが鳴るまでの時間間隔をより短く評価する[4]．自らが意図したキー押しとブザー音との間により強い結びつきを想定した（運動主体感が強く生じた）際に，自分の行為とその行為の結果のフィードバックまでの時間が短く感じられると考えられている．この他，妨害トラックボール課題を用いた研究[5]や，道具使用に伴って自己の身体像が変化するという研究[6]を始め，これまで運動主体感や身体所有感の形成には，体性感覚と視覚の両感覚から入力される運動情報の時間的な同期[4]，行動結果の予測と実際の結果のフィードバックとの一致[5]が特に重要であることが指摘されてきた．

一方，参加者の動作が反映される前腕 CG モデルを参加者が実際に操作していく過程で強い運動主体感が獲得されることが，より強い身体所有感の獲得に繋がるという知見がある[7]．すなわち，運動が一致していることが運動主体感や身体所有感を与えるのに重要であるといえるが，運動が遅延なく一致してさえいれば，運動主体感や身体所有感は得られるのだろうか？われわれは仮想現実空間（VR）内に自己の身体や運動している感覚を投影するのであれば，自己の身体図式も伴って投影しているはずである．Rubber Hand Illusion のような，直接，実験参加者の身体所有感を刺激する研究においては，対象が参加者の脳内に保持されている身体図式と一致することが錯覚の誘発に重要であることが指摘されているが[8]，コンピュータ・ゲームのように参加者が運動を伴って自分以外の対象を実際に操作するという場合において，操作対象と参加者の身体図式の一致が運動主体感に及ぼす影響は不明である．そこで本研究では，参加者の運動を伴う際に操作対象が実際の身体図式と矛盾することが獲得される運動主体感にどのような影響を及ぼすか，さらに獲得される運動主体感が身体所有感にどのような影響が及ぼすかという

ことを検討する.

身体所有感の測定には，質問紙を用いた手法や，注射器やナイフが刺さる[9][10]，操作モデルの指を強く反り返らせる[2][11]等の嫌悪刺激を呈示した際の皮膚電気活動を測定し，その反応量を身体所有感の指標として扱う手法が主に用いられる. ストレス事態経験時には，交感神経系そのものが活性化し，皮膚電気活動だけでなく，心臓血管系を含む自律神経系指標の反応増大が生じる[12]. 同じ交感神経系支配であっても，皮膚電気活動と収縮期血圧等の心臓血管系指標とでは，神経節後繊維から神経節で放出される神経伝達物質が異なるため[13]，従来の研究で用いられている皮膚電気活動だけでなく，心臓血管系指標も同時に評価することにより，身体所有感を，より多角的に検出することが可能となると考えられる.

以上を踏まえ本研究では，1)操作対象が実際の身体図式と矛盾することで獲得される運動主体感が異なるかどうか，2)獲得される運動主体感が異なることで身体所有感にどのような影響が及ぶか，3)身体所有感は心臓血管系指標を含む交感神経系支配の指標にどのように現れるか，を検討することを目的とした.

方法

実験参加者

大学生 47 名を対象とした. 男性 13 名，女性 34 名で，平均年齢は 21.06 歳（*SD* = 2.03）であった.

装置

本研究では，参加者の動作が反映される前腕 CG モデルを使用した. 参加者の動作は，曲げセンサー（Spectra Symbol 製 F9F316）と 3 軸磁気・加速度センサー（ST Micro 社製 LSM303DLH），およびXBEEモジュールを搭載したArduino FIOを組み合わせた自作モーションセンサーにより測位した（図 1）. モデルの作成には，Unity Technologies 社製ゲーム開発エンジン Unity Ver4.6.3 を使用した. 視覚刺激は Oculus VR 社製ヘッドマウントディスプレイ Oculus Rift DK2 上に一人称視点で呈示した（図 2）.

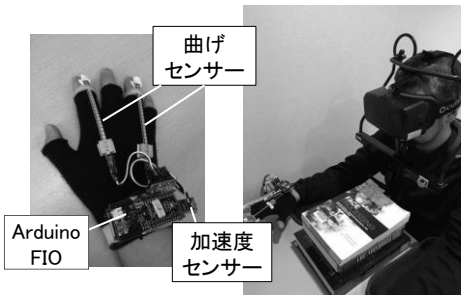


図 1 モーションセンサーの構成と装着の様子



図 2 Unity で作成した視覚刺激

測定指標

心理指標として，独自に作成した 7 項目の質問項目を用いて，運動主体感，身体所有感，操作対象との身体図式の一致について測定した. 運動主体感，身体所有感については 1 ~7 の 7 段階評定で回答を求め，操作対象との身体図式の一致については，不一致の認識の有無を 2 択で回答を求めた.

生理指標として，汎用生体アンプ BIOPAC MP150 を用いて，皮膚コンダクタンス水準（Skin Conductance Level : SCL），筋電図（Electromyography : EMG）の測定を，連続血行

動態測定装置 Finometer MIDI を用いて，収縮期血圧（Systolic Blood Pressure: SBP），拡張期血圧（Diastolic Blood Pressure: DBP），心拍数（Heart Rate: HR），心拍出量（Cardiac Output: CO），一回心拍出量（Stroke Volume: SV），全末梢血管抵抗（Total Peripheral Resistance: TPR）を測定した．なお，生体に精神的な負荷が加わると血圧は上昇するが，その際，心臓機能の活動亢進を主体として血圧上昇が生じるパタン 1 と，血管収縮を主体として血圧上昇が生じるパタン 2 があることが知られている（田中，2001）．心臓機能，血管機能の双方を組み合わせ測定することにより，身体所有感の成立がどのような血行力学的反応の変化をもたらすのかということを，より多角的に捉えることが可能になると考えられる．

手続き

実験に先立ち，機器の取り扱いに慣れるため数回の課題練習を行い，練習後に，運動主体感，身体所有感，操作対象との身体図式の一致について回答を求めた．

本研究では，まず機器を装着した状態でじゃんけん課題を 100 回行わせた．じゃんけん課題中は「じゃんけん，ぽん」という音声が一定間隔で呈示され，参加者はこの音声に合わせて課題を行った．具体的には，「じゃんけん」の音声呈示時に腕を振り上げ，「ぽん」の音声呈示時に腕を振り下ろした．参加者には必要最低限の腕の上下運動以外は行わないよう求めた．じゃんけん課題が 100 回終了した時点で，運動主体感，身体所有感，操作対象との身体図式の一致について回答を求め，回答終了後，再度じゃんけん課題を 100 回行った．

計 200 回のじゃんけん課題が終わると，続いてテストへと移った．テストでは，じゃんけん課題を 200 回行った 15 秒後に，前腕 CG モデルの直上に日本刀が振り下ろされる嫌悪刺激を 15 秒間呈示し，それに伴って生じる生理反応の計測を行った．従来の研究では，ナイフや注射器が前腕 CG モデルに刺さる等の刺激を呈示しているが，通常これら事象が人体に生じた際には出血が伴う．本研究で用いたような仮想空間では出血表現も再現可能であるが，流血を観察した際の特異的な反応が生じた場合，身体所有感成立による反応との切り分けが困難となるため，本研究では直接前腕 CG モデルに刀は触れず，あくまで危機的な状況が迫るというものに留めることとした．嫌悪刺激呈示後，操作対象に身体所有感がどれだけ喚起されていたかを回答させた（図 3）．

本研究では，じゃんけん課題，テスト，それぞれにおいて，実験参加者と操作対象との身体図式が一致している / 一致していないという計 4 群の組み合わせを設定した（一致－一致群，不一致－一致群，一致－不一致群，不一致－不一致群）．実験参加者と操作対象との身体図式が一致している場合には，前腕 CG モデルは本来の実験参加者の前腕と同じ位置に呈示されたが，実験参加者と操作対象との身体図式が一致していない場合には，前腕 CG モデルが本来実験参加者の前腕がある位置とは異なる位置（身体正中と左肩の中間部位）に呈示された（図 4）．

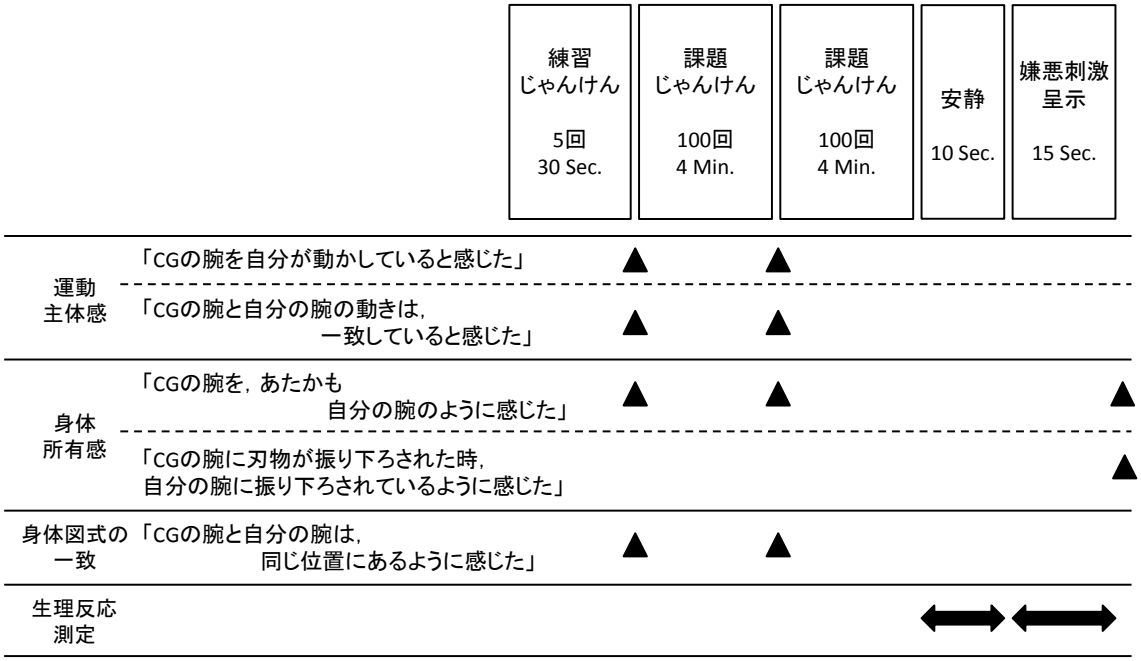
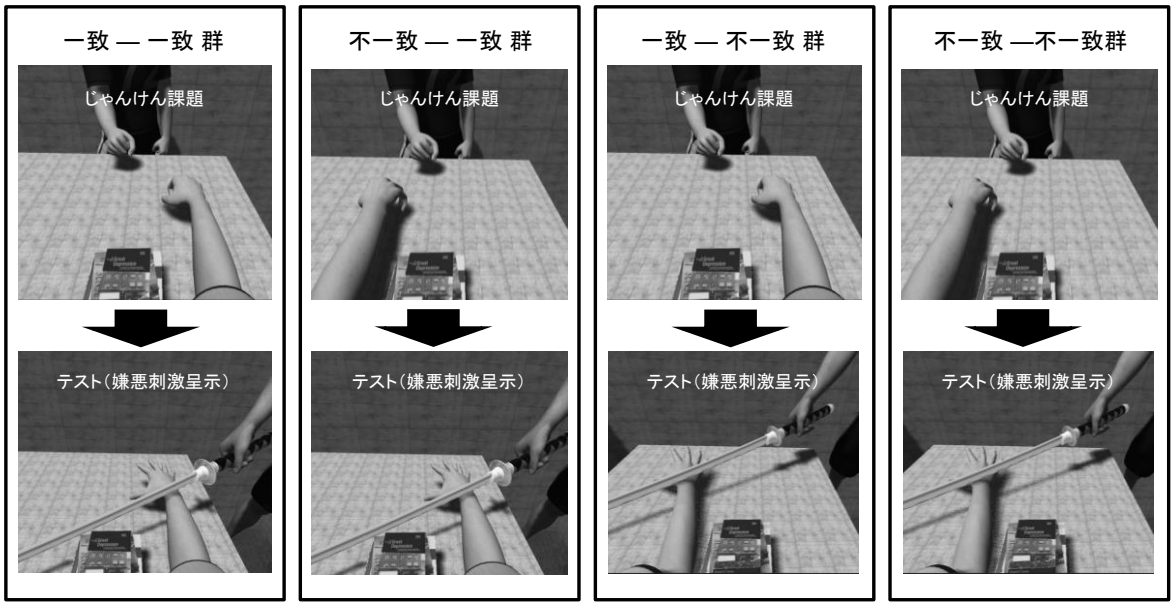


図 3　実験の流れおよび質問項目解答のタイミング



※じゃんけん課題，テストともに，手前が実験参加者が操作する前腕CGモデル

図 4　各群で呈示された視覚刺激

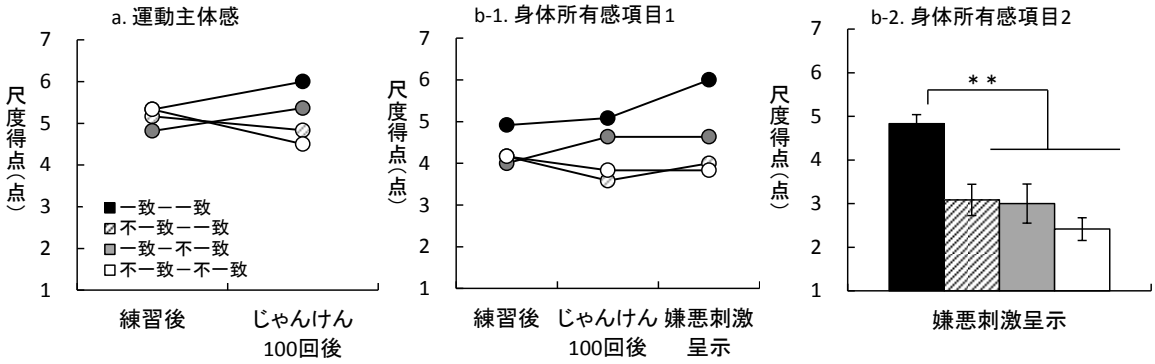


図 5. 各群の運動主体感および身体所有感

結果

心理指標

各群の運動主体感に関する項目（CG の腕を自分が動かしていると感じた），および身体所有感に関する項目1（CG の腕を，あたかも自分の腕のように感じた），身体所有感に関する項目2（CG の腕に刃物が振り下ろされた時，自分の腕に振り下ろされているように感じた）の平均を図 5 に示した．

運動主体感の得点は，一致－一致群および一致－不一致群のみじゃんけん課題100回後にかけて増加した．運動主体感の得点に関して群（一致－一致群，不一致－一致群，一致－不一致群，不一致－不一致群）×期間（練習後，じゃんけん課題 100 回後）の 2 要因混合計画による分散分析を行ったところ，群×期間の交互作用のみ認められた（F (3, 43) = 4.36, p < .01）．また，じゃんけん課題 100 回後において群の単純主効果が有意となり，多重比較の結果，一致－一致群と不一致－一致群の間，一致－一致群と不一致－不一致群の間にそれぞれ有意な差が認められた（いずれも p <.05）．

身体所有感に関する項目 1 の得点は，一致－一致群および一致－不一致群で，じゃんけん課題100回後，嫌悪刺激呈示と増加した．じゃんけん課題 100 回後にかけて増加した．身体所有感に関する項目 1 の得点に関して群×期間（練習後，じゃんけん課題 100 回後，嫌悪刺激呈示）の 2 要因混合計画による分散分析を行ったところ，群の主効果が有意（F (3, 43) = 8.49, p < .01），群×期間の交互作用が有意傾向（F (3, 43) = 2.05, p < .10）であった．また，じゃんけん課題 100 回後，嫌悪刺激呈示において群の単純主効果が有意となり，多重比較の結果，じゃんけん課題 100 回後では一致－一致群と不一致－一致群の間，一致－一致群と不一致－不一致群の間，不一致－一致群と一致－不一致群の間に有意な差が（いずれも p <.05），嫌悪刺激呈示では一致－一致群とその他 3 群の間に有意な差が認められた（いずれも p <.05）．身体所有感に関する項目 2 の得点は，一致－一致群で最も高く，不一致－不一致群で最も低かった．身体所有感の得点に関して1要因参加者間計画による分散分析を行ったところ，群の主効果が有意となり（F (3, 43) = 10.46, p < .01），多重比較の結果，一致－一致群とその他 3 群の間にそれぞれ有意な差が認められた（いずれも p <.01）

生理指標

前腕 CG モデルへの嫌悪刺激前 5 秒間，呈示後 5 秒間の各生理指標の平均を参加者毎に算出し，全実験参加者の平均を算出した．一般的

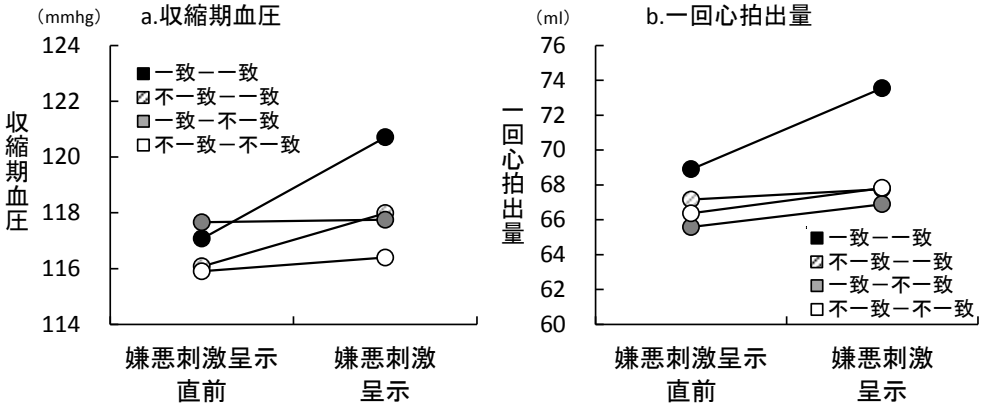


図 6. 各群の収縮期血圧および一回心拍出量の変化

表 1. 各群の嫌悪刺激呈示前後 5 秒間の生理指標変化

		一致 - 一致		不一致 - 一致		一致 - 不一致		不一致 - 不一致	
Measure	Units	嫌悪刺激呈示直前	嫌悪刺激呈示	嫌悪刺激呈示直前	嫌悪刺激呈示	嫌悪刺激呈示直前	嫌悪刺激呈示	嫌悪刺激呈示直前	嫌悪刺激呈示
SBP	(mmhg)	117.08 (0.57)	120.71 (0.93)	116.08 (0.19)	117.99 (0.19)	117.66 (0.54)	117.75 (0.21)	115.91 (0.23)	116.39 (0.87)
DBP	(mmhg)	67.17 (0.60)	69.86 (0.65)	66.41 (0.83)	67.26 (0.46)	66.26 (0.86)	67.00 (0.58)	66.66 (0.66)	67.43 (0.72)
HR	(bpm)	70.86 (0.85)	72.92 (0.68)	70.35 (0.99)	71.99 (0.60)	69.45 (1.49)	70.57 (0.53)	69.18 (2.07)	70.47 (0.39)
SV	(nl)	68.90 (0.73)	73.55 (1.61)	67.16 (0.65)	67.76 (0.79)	65.58 (0.71)	66.90 (0.57)	66.37 (0.34)	67.82 (0.73)
TPR	(MU)	1.53 (0.09)	1.52 (0.09)	1.32 (0.06)	1.36 (0.07)	1.60 (0.11)	1.48 (0.10)	1.55 (0.07)	1.43 (0.07)
SCL	(μS)	1.40 (0.08)	2.16 (0.17)	1.26 (0.06)	1.90 (0.17)	1.36 (0.10)	1.63 (0.18)	1.41 (0.09)	1.57 (0.13)
EMG	(mV)	0.04 (0.01)	0.04 (0.01)	0.02 (0.00)	0.02 (0.00)	0.03 (0.01)	0.03 (0.01)	0.03 (0.00)	0.03 (0.00)

()内は標準誤差

に, ストレス事態経験時には交感神経系が活性化し, 自律神経系指標の反応増大が生じる. そのため, 本研究では, 操作対象への身体所有感が強く生じていることとして扱う. 収縮期血圧, 一回心拍出量の結果をそれぞれ図 6 に示し, その他の生理指標の結果を表 1 に示した.

収縮期血圧（SBP）は, 一致－一致群および不一致－一致群において嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められた. 収縮期血圧について群×期間 2 要因混合計画による分散分析を行ったところ, 群の主効果, 期間の主効果, 群×期間の交互作用すべてが有意となった（群の主効果 : F (3, 43) = 7.81, p < .01 期間の主効果: F (1, 43) = 17.07, p < .01 交互作用: F (3, 43) = 4.67, p < .01）. また, 嫌悪刺激呈示において群の単純主効果が有意となり, 多重比較の結果, 一致－一致群とその他 3 群の間にそれぞれ有意な差が認められた（いずれも p <.01）.

拡張期血圧（DBP）は, いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められたが, 一致－一致群において顕著であった. 収縮期血圧について分散分析を行ったところ, 群の主効果, 期間の主効果が有意となった（群の主効果 : F (3, 43) = 2.91, p < .05 多重比較一致－一致群とその他 3 群の間でいずれも p <.05 期間の主効果: F (1, 43) = 7.59, p < .01）.

心拍数（HR）は, いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められた. 心拍数について分散分析を行ったところ, 期間の主効果が有意傾向であった（F (1, 43) = 4.02, p < .10）.

一回心拍出量（SV）は, いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められたが, 一致－

一致群において顕著であった．一回心拍出量について分散分析を行ったところ，群の主効果，期間の主効果が有意となり（群の主効果：F (3, 43) = 13.24, p < .01 期間の主効果：F (1, 43) = 11.31, p < .01），群×期間の交互作用は有意傾向であった（F (3, 43) = 2.28, p < .10）．また，嫌悪刺激呈示前，嫌悪刺激呈示の両期間において群の単純主効果が有意となり，多重比較の結果，嫌悪刺激呈示前では一致－一致群と一致－不一致群の間（p <.01），嫌悪刺激呈示では一致－一致群とその他 3 群の間（いずれも p <.01）に有意な差が認められた．

全末梢血管抵抗（TPR）は，いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で変化は見られず，いずれの主効果，交互作用も有意ではなかった．

皮膚コンタクタンス水準（SCL）は，いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められた．皮膚コンタクタンス水準について分散分析を行ったところ，期間の主効果が有意 F (1, 43) = 27.22, p < .01），群×期間の交互作用が有意傾向であった F (3, 43) = 2.73, p < .10）．また，嫌悪刺激呈示において群の単純主効果が有意となり，多重比較の結果，一致－一致群と一致－不一致群の間，一致－一致群と不一致－不一致群の間にそれぞれ有意な差が認められた（いずれも p <.01）．

筋電図（EMG）は，いずれの群も嫌悪刺激呈示前後で上昇が認められた．筋電図について分散分析を行ったところ，期間の主効果が有意傾向であった（F (1, 43) = 4.03, p < .10）．

考察

本研究では，1）操作対象が実際の身体図式と矛盾することで獲得される運動主体感が異なるかどうか，2）獲得される運動主体感が異なることで身体所有感にどのような影響が及ぶか，3）身体所有感は心臓血管系指標を含む交感神経系支配の指標にどのように現れるか，を検討することを目的とした．

運動主体感

じゃんけん課題を行う前の練習後では，各群に差のなかった操作対象への運動主体感であるが，じゃんけん課題 100 回後では，対象が参加者の脳内に保持されている身体図式と一致しない不一致－一致群，不一致－不一致群に比べ，身体図式の一致している一致－一致群，一致－不一致群で強く誘発された．このことから，参加者が運動を伴って自分以外の対象を実際に操作するという場合において，操作対象と参加者の身体図式の一致は，より強い運動主体感を誘発することが示唆された．

身体所有感

一致－一致群，一致－不一致群は，じゃんけん課題を 100 回行った後，身体所有感に関する心理指標の得点が増加したが，嫌悪刺激呈示時には一致－一致群でのみ，強い身体所有感が示された．身体所有感を反映するとして測定した生理指標においても，同じく一致－一致群で，収縮期血圧，一回心拍出量という，ともに交感神経系支配で心臓機能を表す指標の強い反応が示された．

一致－一致群，一致－不一致群は，ともに運動主体感の得点が高く，またじゃんけん課題を 100 回行った時点の身体所有感も高かった．一方，運動主体感の低い不一致－一致群，不一致－不一致群はいずれも，じゃんけん課題を 100 回行った時点の身体所有感の得点も同様に低いことから，渡邉・川合（2015）の知見と同様に，本研究においても参加者が前腕 CG モデルを操作していく過程で強い運動主体感が獲得される

ことが，強い身体所有感の獲得に繋がるということが示唆された．

Rubber Hand Illusion のような触覚刺激は伴わないものの，対象が参加者の脳内に保持されている身体図式と一致することが身体所有感の誘発に重要であるという先行研究の知見を支持するのであれば，本研究における不一致－一致群においても，ある程度の生理反応として，身体所有感の誘発が確認されるはずである．しかし，不一致－一致群においては，心理・生理指標（収縮期血圧，一回心拍出量）のどちらにも反応は見られなかった．また，不一致－一致群では，じゃんけん課題が 100 回終わった時点で運動主体感の得点も低かった．一方，最も高い運動主体感を示した一致－一致群では，同様に高い身体所有感を示したことから，たとえ対象が参加者の脳内に保持されている身体図式と一致していても，その対象に運動主体感が誘発されていなければ，身体所有感は誘発されないということが考えられる．しかし，じゃんけん課題が 100 回高い運動主体感を示した一致－不一致群では，嫌悪刺激呈示時の身体所有感が低くなり，対象に運動主体感が誘発されていても，参加者がそれまで自分で動かしていたと認識していた対象ではないものについては，運動主体感が無いため身体所有感は誘発されないということも示唆された．

嫌悪刺激呈示の前後で，皮膚コンダクタンスや，筋電図，心拍数は，身体所有感の高さに関わらず，すべての群で同様に増加した．一方，収縮期血圧，一回心拍出量は，運動主体感・身体所有感の双方が高い一致－一致群においてのみ増加が見られた，つまり，先行研究で主に測定されてきた皮膚コンダクタンスや，筋電図，心拍数は身体所有感の測定指標としては十分ではなく，操作している対象に運動主体感がどれほど誘発されているかということは判別不可能である可能性が示唆された．このことから，参加者が自ら運動を伴って対象を操作するという場面においては，心臓機能面の測定を行ってはじめて運動主体感や身体所有感の状態が明らかとなる可能性が示唆された．

結論

参加者が実際に前腕 CG モデルを操作していくなかで獲得される運動主体感は，操作中の参加者と操作対象の身体図式の一致によってより頑健なものとなる．また，高い運動主体感が誘発された場合においてのみ，高い身体所有感が誘発され，対象に嫌悪刺激が呈示された際には，皮膚電気活動の反応以上に，心臓機能の賦活という形で交感神経系指標の活性化が認められるということが示唆された．

参考文献

[1] Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: Implications for cognitive science. *Trends in Cognitive Science*, **4**, 14–21.

[2] Armel, K. C., & Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response. *Proceedings of Royal Society of London B*, **270**, 1499–1506.

[3] Shimada, S., Fukuda, K., & Hiraki, K. (2009). Rubber hand illusion under delayed visual feedback. *PLoS ONE*, **4**, e6185.

[4] Haggard, P., Clark, S., Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, **5**, 382-385.

[5] Kaneko, T., & Tomonaga, M. (2011). The perception of self-agency in chimpanzees

(Pan troglodytes). *Proceedings of the Royal Society*, **278**, 3694-3702.

[6] Iriki, A., Tanaka, M., & Iwamura, Y. (1996). Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurons. *Neuroreport*, **7**, 2325-2330.

[7] 渡邉翔太・川合伸幸 (2015). 操作対象の随伴性が対象への自己感に及ぼす影響, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 798-801.

[8] Tsakiris, M., and Haggard, P. (2005). The rubber hand illusion revisited: Visuotactile integration and self-attribution. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, **31**, 80-91.

[9] Alimardani, M., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2013). Humanlike robot hands controlled by brain activity arouse illusion of ownership in operators. *Scientific Reports*, **3**, e2396.

[10] Ehrsson, H. H., Rosén, B., Stockselius, A., Ragnö, C., Köhler, P., & Lundborg, G. (2008). Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own. *Brain*, **131**, 3443-3452.

[11] 渡辺哲也・西尾修一・小川浩平・石黒浩 (2011). 遠隔操作によるアンドロイドへの身体感覚の転移,『電子情報通信学術論文誌』, **94**, 86-93.

[12] 長野祐一郎 (2005). 評価的観察が精神課題遂行中の心臓血管反応に与える影響,『心理学研究』, **76**, 252-259.

[13] Hernes, K. G., Morkrid, L., Fremming, A., Odegarden, S., Martinsen, O. G., & Storm, H. (2002). Skin conductance changes during the first year of life in full-term infants. *Pediatric Research*, **52**, 837-843.

[14] 田中豪一 (2001). ストレス評価のパラダイム:心臓血管系指標, 反応型と疾病の前駆症状.『生理心理学と精神生理学』, **19**, 53−60.

イノベーション創出過程におけるプロジェクション：製造業技術者の調査からの報告
Projection in Innovation: A survey of engineers in the manufacturing industry

竹田 陽子

Yoko Takeda

横浜国立大学大学
Yokohama National University
ytakeda@ynu.ac.jp

Abstract

This article explores how engineers in each technology area in the manufacturing industry project their representation, and the effects of characteristics of technology, engineer, and organization on the diversity of their representation.

Keywords — representation, projection, diversity engineer, manufacturing industry

1. 問題意識

技術者の持つ知識は、一見、論文や理論モデル、設計図面、技術文書等に精密に表現されているようで、実際には個人や組織の中に内化されている領域は広大である。特許の企業間移転には、文書に明示された以外の知識を人から人へ移転するためにノウハウ移転の契約を別途結ぶのが通常であるし、系列企業内ではインフォーマルなネットワークによって暗黙性の高い知識を伝えるための努力が絶えずなされており[1]、同一企業内でおいてさえも、新製品開発プロジェクト間の知識移転はプロジェクト経験者の一部が次のプロジェクトに移動するという人による移転が決め手である[2]。技術者の持つ知識には常に言語によって完全に記述できない暗黙の領域[3][4]が存在するのである。

また、技術者の持つ知識は技術者の内部にシンボルとして貯蔵されているというよりは、他者や状況とのインタラクションの中で絶えず形成されているものであり、知識を実体として捉えるよりもプロセスとして捉える視点[5]が求められる。例えば、自動車や電機などの加工組立系の工業製品の開発は、製品設計、工業デザイン、生産技術、部品・金型・金属加工のサプライヤーなどに所属する様々な機能を担う技術者が「何をつくるか」「どうやってつくるか」を相互のインタラクションの中から次第に明らかにし、大量生産開始可能なレベルにまで精緻化していくプロセスである[6]。製品設計の初期段階から生産ライン立ち上げに至るまでの無数の問題解決にあたっては、各種図面や文書、3次元モデル、シミュレーション結果、模型、試作品等様々な人工物が製作され、デザインレビューと呼ばれる組織的な検討が繰り返される。この人工物を介した組織的な問題解決の連鎖は、プロトタイピングサイクル[7][8]と呼ばれ、技術者が内的表象を自らの外に投射していったん外界に定位し[9]、他者とのインタラクションを促し、そこで得られた知覚を再び内部の情報処理システムに取り込むことによって、技術者達が自らの思考を深め、担当者相互の認識を一致させていくプロセスである。

言語による記述不完全性と、表象の投射を通じた相互作用プロセスは、組立加工系の工業製品だけでなく、素材などのプロセス系やソフトウェア開発などの情報系、さらに、製品開発よりも上流の技術のシーズを生み出す研究開発においてもみられ、そこで生み出される人工物は、フォーマルな検討のためのプロトタイプ以外にも、ラフなメモ書きやポンチ絵、映像など様々な形態がありうる。また、技術者が頭の中で因果関係等の論理を改めて組み立てる、イメージを思い浮かべるなどの内的な再投射、エピソードなどを話すナラティブ・モード[10]や、比喩などを使った表象もある。さらに、行為を模倣する、現場に行ってみるなど、身体性や状況性を伴う投射形態も見られる。本稿では、まず、従来経営学分野で実証研究が盛んにおこなわれてきた機械、電子などの加工組立技術系だけでなく、素材、メディカルなどのプロセス技術系、およびソフトウェア、情報システムなどの情報系を含めた幅広い専門分野の製造業の技術者がイノベーションのプロセスにおいて自らの表象をどのように投射しているか、その実態を調査票調査の結果に基づき把握する。

本稿で次に注目するのは、技術者がどれだけ多様な形態で表象投射がおこなっているかという表象投射形態の多様性である。概念の意味は、一義的に決まるわけではなく、多くの感覚・情動が結びついた断片的な

記憶が織りなすネットワークできており、理解とは、場の中の手がかりから分散して保持されているマルチモーダルな表象群を再活性化する状況化された概念生成であると見ることができる[11][12]。特に、イノベーションの創出においては、新しく出会うもの、今はまだ存在ないものを扱うため、技術者が保持している多感覚ネットワークは不安定で、個人によって認識がばらばらであり、しかも常に変化する。したがって、他者とインタラクションしながらできるだけ多様な表象投射形態を使って多くの感覚に訴え、新たなネットワークを作り上げ、他者の視点からは何が見えるかを知り、互いの多感覚ネットワークを近づけていくことが必要になると考えられる。本稿では、表象投射多様性が技術と技術者の特性、所属企業の組織特性にどのように関わっているかを分析する。

2. 調査の概要

本調査は、2015 年 2 月に Web 調査会社のパネルから製造業勤務の技術者を対象に、技術者が新しい技術、既存技術の問題解決、商品・サービス企画、プロセス改善、その他の業務上の企画や問題解決に関して何か「新しい試み」に取り組んだ事例について、Web 上で調査票調査を実施した（N=400）。技術者の専門の内訳は、加工組立系（電機、電子、機械）が 62%、プロセス系（素材、食品、メディカル）20% 、情報系（ソフトウェア、情報システム）が 17%、その他が 1%であった。

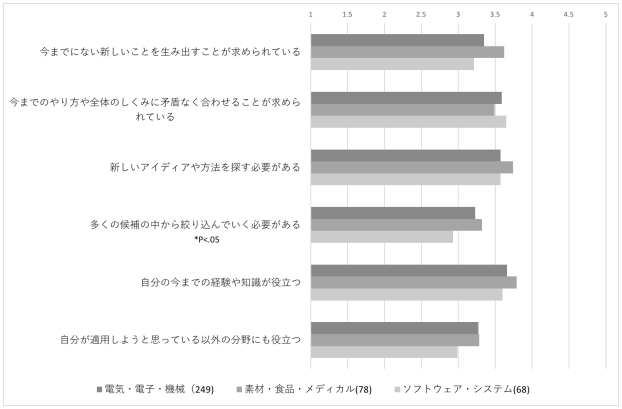
調査項目は、当該事例において技術者が思考および他者とのコミュニケーションにおいて表象を投射する形態について「非常にあてはまる」5 点から「まったくあてはまらない」1 点までの 5 点尺度で尋ねた（思考 17 項目、コミュニケーションの 18 項目。項目の内容は表 1 参照）。また、5 点中 4 点以上の項目数を表象投射多様性（思考は 0 から最大 18、コミュニケーションは 0 から最大 17）とした。

また、調査対象者が回答した事例の新奇性などの特性（5 点評価。項目は図 1）と種別（項目は図 2）、学歴、社会人歴などの技術者特性、従業員数などの組織特性を尋ねた。

3. 結果

3.1 技術分野別の表象投射形態

図 1 は、調査対象者が回答した事例の特性を技術分野別に見たものである。情報系では「多くの候補の中から絞り込んでいく必要がある」という項目が他の分野に比べて有意に低く、また、「今までにない新しいことを生み出すことが求められている」「自分が適用しようと思っている以外の分野にも役に立つ」も低い傾向がある。また、当該事例の種別（図 2）では、情報系は他分野に比べ、新しい技術の創出や問題解決の割合が低く、技術改善の割合が大きいという特徴がある。情報系は他のハードウェア分野においてよりも、あまり新しさを求められず、すでにある技術を少ない選択肢の中から改善し、成果の応用も利かないという傾向があることがわかる。



5 点尺度平均値(「非常にあてはまる」～「まったくあてはまらない」)

図 1 事例の技術分野別の特性

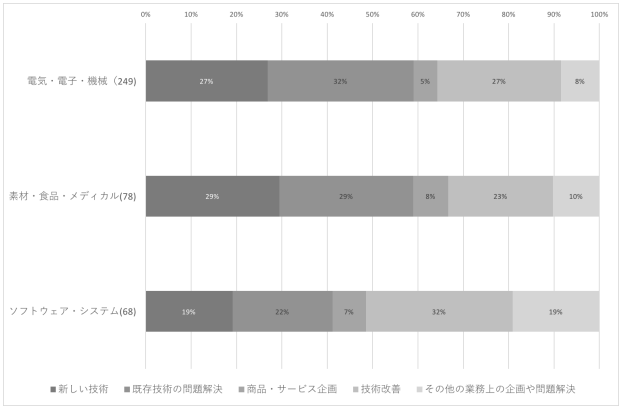


図 2 事例の技術分野別の種別

技術者の表象の投射形態を表 1 に示す。情報系は他のハードウェア系の分野に比べてここでも特徴があり、図やメモなど道具を使って表象を投射することが少なく、また、身体を使うことや現場に行くなどの状況とのインタラクションが少ない。ハードウェア系分野では、機械等の組立加工系は、素材などのプロセス系技術に比べて、簡単な図やスケッチ、メモ、板書、数式、モデルの使用頻度が多い傾向があるが、両者は情報系との違いに比べて大きくない。

表1　思考とコミュニケーションにおける表象の投射形態

1）思考	電気・電子・機械 (249)	素材・食品・メディカル (78)	ソフトウェア・システム (68)	F 値
言語・記号使用（論理志向）				
理論的に抽象化した言葉で考える	2.870	2.740	2.710	0.919
現象を概念的に分類する	3.100	3.210	2.990	0.935
因果関係を考える	3.570	3.690	3.410	1.531
数式やモデルを書く	3.120	2.810	2.500	8.115 ***
マニュアル、仕様書、技術資料、論文を読む	3.240	3.270	3.010	1.274
言語使用（叙述・ナラティブ等）				
具体的な事例や現象を言葉で挙げて考える	3.420	3.500	3.430	0.218
エピソードを思い浮かべる	2.620	2.740	2.440	2.006
何かに置き換えて比喩で考える	2.630	2.650	2.290	3.604 *
メモを書く、板書する	3.370	3.150	2.970	5.062 **
感覚イメージ				
イメージや感覚を思い浮かべる	3.310	3.420	3.100	2.197
簡単な図やスケッチを描く	3.440	2.910	2.840	13.387 ***
図面や表、グラフを作成する	3.380	3.290	2.570	14.443 ***
写真や映像を見る、録音を聞く	2.710	2.600	1.880	15.470 ***
実物や模型に触る	2.970	2.730	1.970	20.630 ***
身体性				
人の動作や行動を真似る	2.470	2.460	2.070	3.930 *
作業をしながら、体を動かしながら考える	2.650	2.730	2.040	10.052 ***
状況性				
人と話しながら考える	3.220	3.290	2.820	4.473 *
現場や他部署、他社、客先、街などに出向く	3.110	3.150	2.560	7.165 ***

2）コミュニケーション	電気・電子・機械 (249)	素材・食品・メディカル (78)	ソフトウェア・システム (68)	F 値
言語・記号使用（論理志向）				
理論的な話をする	3.590	3.680	3.530	0.505
現象を概念的に分類して検討する	3.220	3.220	2.950	2.199
因果関係を検討する	3.540	3.640	3.290	2.581
数式やモデルを使う	2.990	2.740	2.260	9.584 ***
マニュアル、仕様書、技術資料、論文を使う	3.190	3.080	2.860	2.022
言語使用（叙述・ナラティブ等）				
具体的な事例や現象を挙げて話す	3.880	3.840	3.670	1.600
感覚的な表現で話す	2.980	3.050	2.550	5.243 **
エピソードを話す	2.970	3.110	2.570	5.095 **
何かに置き換えて比喩で話す	2.690	2.800	2.400	2.795
メモを使う、板書をする	3.420	3.160	2.930	6.269 **
感覚イメージ				
簡単な図やスケッチを使う	3.420	3.050	2.900	7.489 ***
図面や表、グラフを使う	3.300	3.240	2.500	12.842 ***
写真や映像、録音を使う	2.670	2.610	1.790	14.576 ***
実物や模型を使う	2.900	2.720	1.930	17.239 ***
身体性				
相手の動作や行動を真似る	2.390	2.340	1.860	6.430 **
一緒に作業をしたり体を動かす	2.760	2.700	2.120	7.698 ***
状況性				
相手の場所まで出向いて話す	3.260	3.200	2.640	7.633 ***

5 点尺度平均値(「非常にあてはまる」～「まったくあてはまらない」)　*P<.05, **P<.01, ***P<.001

3.2 表象投射多様性と技術・技術者・組織の特性

表1の個別の表象投射形態の各項目は、使われる頻度の多寡はあるものの、因子分析をおこなうと最大の因子負荷量がほとんど第1因子に固まり、使用パターンの質的な違いはほとんど見られない。しかし、どの程度多くの表象投射形態を使っているかという多様性の量的側面、すなわち表象投射多様性については対象者によって違いが見られる。表象投射多様性は、イノベーションのパフォーマンスに正の効果が認められている[13]。

思考とコミュニケーションの表象投射多様性が、技術、技術者、組織の特性とどのような関係にあるかを見たのが表2である。

表2 技術・技術者・組織の特性と表象投射多様性

	表象投射多様性	
	思考	コミュニケーション
技術分野（平均値）		
電気・電子・機械(249)	6.530	5.896
素材・食品・メディカル(78)	6.064	6.000
ソフトウェア･システム(68)	3.985	3.279
F値	8.625***	8.551***
新奇性要求（相関係数）「今までにない新しいことを生み出すことが求められている」	0.351***	0.270***
技術者特性		
学歴（平均値）		
大学院 (131)	7.504	7.031
学部 (188)	5.319	4.910
短大以下 (81)	5.025	4.210
F値	11.691***	11.224***
社会人歴（相関係数）	-0.090	-0.148**
転職回数（相関係数）	0.010	0.004
職位（平均値）		
課長以上 (142)	6.106	5.430
課長未満 (258)	5.903	5.481
t値	0.181	0.010
組織特性		
従業員数（相関係数）	0.103*	0.136**
所属部署		
研究開発 (182)	6.489	6.165
設計 (93)	5.688	4.839
生産技術･品質管理 (70)	6.286	5.529
F値	0.940	2.240

N=400, *P<.05, **P<.01, ***P<.001

技術分野に関しては、電気・電子・機械、素材・食費・メディカルが思考において平均6〜6.5種、コミュニケーションも6種程度の表象投射形態を使っているのに対し、ソフトウェア･情報システムでは思考4種、コミュニケーション3種程度、有意に多様性が少ない。

当該事例において新奇性が求められる程度は、思考、コミュニケーションともに、表象投射多様性との間に正の相関がある。今までにない新しさを生み出すことが求められるほど表象投射の多様性が増すのである。

技術者特性としては、大学院卒は、有意に表象投射多様性が大きい。また、当該事例当時の社会人歴が短いほどコミュニケーションの表象投射多様性が大きい傾向が見られる。転職回数、職位には有意な差はなかった。

組織特性としては、所属企業の従業員数は表象多様性とわずかに相関があり、所属部署では、研究開発や生産技術・品質管理に比べて設計の表象投射多様性が小さい傾向が見られるものの有意差はなかった。

表象投射多様性を規定する要因を明らかにするため、思考とコミュニケーションの表象多様性を従属変数、技術分野（ソフトウェア・システム分野のダミー）、新奇性要求、学歴（大学院ダミー）、事例当時の社会人歴、従業員数(常用対数)を独立変数にして回帰分析をおこなったのが表3である。

思考、コミュニケーション両者とも表象投射多様性にソフトウェア・システム分野ではないこと、今までにない新しいことを生み出すことが求められること、大学院卒であることが有意に効いており、社会人歴と企業規模（従業員数）との効果は有意ではなかった。

前述通り情報系分野はそもそも他分野に比べ新奇性が求められない傾向にあるが、新奇性要求をコントロールしてもなお、情報系分野の表象投射多様性は低いことが確かめられた。大学院卒は、他の学歴グループに比べて、因果関係を考える、数式・モデル、図面やグラフを使うなど論理面の表象投射の頻度が多い一方で、具体的な事例や現象を考える、写真や映像など視聴覚素材を使う、現場に行くなど論理的な言語使用以外の様々な形態の表象投射の頻度も多く、高等教育の効果は論理面の強化だけではないことが示唆されている。

表 3 表象投射多様性に対する技術・技術者特性の影響

思考の表象投射多様性	B	SE	標準化係数	t 値	VIF
定数	1.494	1.071		1.395	
ソフトウェアダミー	-1.985	0.567	-0.163	-3.498 ***	1.018
新奇性要求	1.323	0.203	0.317	6.525 ***	1.108
院卒ダミー	1.519	0.485	0.157	3.13 **	1.179
社会人歴	0.004	0.025	0.007	0.146	1.13
従業員数対数	-0.053	0.225	-0.011	-0.233	1.100
N=400, F= 16.838***, 調整済み R^2=0.168					

コミュニケーションの表象投射多様性	B	SE	標準化係数	t 値	VIF
定数	2.252	1.168		1.928	
ソフトウェアダミー	-2.327	0.619	-0.179	-3.760 ***	1.018
新奇性要求	0.96	0.221	0.216	4.343 ***	1.108
院卒	1.323	0.529	0.128	2.500 **	1.179
社会人歴	-0.035	0.027	-0.064	-1.286	1.13
従業員数対数	0.203	0.246	0.041	0.825	1.100
N=400, F= 12.592***, 調整済み R^2=0.129					

*P<.05, **P<.01, ***P<.001

4 まとめ

本稿では、調査対象事例において今までにない新しいものを生み出すことが求められるほど、技術者の思考、コミュニケーションにおける表象投射の形態が多様になることが明らかになった。表象投射多様性は業績などのイノベーション成果に正に働き、また、技術者が持つ人的ネットワークの多様性等のネットワーク指標とも相互関係があるという知見[13]も勘案すると、これらの事実は、イノベーションの創造性の側面は、技術者をはじめイノベーションに関わる人々それぞれが内的に持つマルチモーダルな表象群をいかに豊かに引き出して外化し、他者や状況との相互作用をおこすかにかかっていることを示唆している。内的なマルチモーダル表象群をあますことなく引き出すために、多様な形態で表象投射することが重要になると考えられるのである。昨今、多様性がイノベーションを生むという主張がよく聞かれるが、単純に多様なデモグラフィック特性を持つ人材を集めるだけでは成果はあがらず、むしろ共通理解基盤の欠如など多様性の負の部分が顕在化してしまうおそれがある[14][15]。このジレンマを克服する鍵は、表象投射の多様性である可能性がある。

現在世界的に普及しつつあるデザイン思考や未来洞察などの新しい製品・サービス、社会のデザインを生み出す諸手法は、参加者の多様性を確保することと、論理的な言語の使用だけでなく感覚、感情に訴えるプロトタイピングを繰り返すという共通した特徴がある。人的なネットワークと表象投射の多様性を意識的に増大することでイノベーションを生み出そうとする試みであると見ることができる。

また、ソフトウェアや情報システムを開発する技術分野は、新奇性要求も低いが、産業特性として表象投射多様性が低いことが明らかになった。ソフトウェア開発は、物理的なモノを開発する場合と異なり、コンピュータ上の論理的な記号操作で完結しようと思えばできてしまうことがかえってイノベーションプロセスの制約になっている可能性がある。ソフトウェア開発においても、ペーパー・プロトタイピングやペルソナ、カスタマー・ジャーニー・マップなどユーザーの体験を多感覚的に表現する手法が提案されていることは、論理的な記号操作の制約を乗り越えるための情報分野の努力の現れであると見ることができる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25330398 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Dyer, J. H., and Nobeoka, K., (2000) "Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: the Toyota case," Strategic Management Journal, Vol. 21, No,3, pp.345-367.
[2] 延岡健太郎, (1996) "マルチプロジェクト戦略," 有斐閣.
[3] Polanyi, M., (1967) "The Tacit Dimension," Routledge.
[4] Ryle, G., (1949) "The Concept of Mind," Hutchinson.
[5] 鈴木宏昭, (2016) "実体ベースの概念からプロセスベースの概念へ," 人工知能学会誌, Vol. 31, No.1, pp.52-58.
[6] 竹田陽子, (2000) "プロダクト・リアライゼーション戦略－３次元情報技術が製品開発組織に与える影響," 白桃書房.
[7] Clark, K.B. and Fujimoto, T., (1991) "Product Development Performance," Harvard Business School Press.
[8] Clark, K. B., and A. C. Wheelwright, (1992) "Managing New Product and Process Development," Free Press.
[9] 鈴木宏昭, (2016) "教養としての認知科学," 東京大学出版会.
[10] Bruner, J. S., (1996) "The culture of education," Harvard University Press.

[11] Barsalou, L. W., (2009) “Simulation, situated conceptualization, and prediction,” Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, Vol. 364, No.1521, pp.1281–1289.
[12] 鈴木宏昭, (2016)”コトバを超えた知を生み出す : 身体認知科学からみたコミュニケーションと熟達,” 組織科学, Vol. 49, No. 4, pp.4-15.
[13] 竹田陽子, (2016) ”技術者の思考、コミュニケーションのプロセスと情報探索ネットワーク,” 組織学会研究発表大会予稿集, pp.187-190.
[14] Horwitz, S. K., and Horwitz, I. B., (2007) “The Effects of Team Diversity on Team Outcomes: A Meta-Analytic Review of Team Demography,” Journal of Management, Vol. 33, No. 6, pp.987–1015.
[15] Joshi, A., and Roh, H., (2009) “The role of context in work team diversity research: a meta-analytic review,” Academy of Management Journal, Vol. *52*, No.3, pp.599–627.

身体化エージェントの身体配置が誘発するユーザの投射
Projection induced by body coordination of an embodied agent on a user

鈴木 聡
Satoshi V. Suzuki
大阪経済法科大学
Osaka University of Economics and Law
ssv@svslab.jp

Abstract

The author focuses on human coginitive process that enable us to find representations of creatures from anthropomorphized visual expression and generation diverse and excessive interpretation on this finding. The author defines this process as projection, and hypothesized that projection generates interpretation of body of others, body of self, and field of interaction with others. In this paper, the author mainly argues the projection of the field of interaction with others induced by body coordination of an embodied agent in virtual space through two studies on human-agent interaction.

Keywords — Embodied agent, Projection, Body coordination, Human-agent interaction

1. はじめに

情報通信技術（ICT）の発達，ならびに ICT に対するユーザの応答に関する研究の発展に伴い，人と人工物の社会的・身体的インタラクションを念頭にした計算機環境やロボットの開発が進んでいる．これまで機械学習，コンピュータグラフィックス，自然言語処理，音声対話，感性情報処理といった要素技術を活用し，人間と社会的・身体的に相互作用する身体化エージェント（アニメーションを伴う CG キャラクタ，以下「エージェント」と略）やヒューマノイドロボット（以下「ロボット」と略）の開発が進んできた (山田, 2007; Cassell et al., 2000; Prendinger & Ishizuka, 2004)．その一方，人とエージェントやロボットとの相互作用中の認知過程についても研究が進められている．Reeves & Nass (1996) は，人は人工物の振る舞いの中から人間らしい特徴を無自覚に見いだし，人工物相手とは異なる対人的な応答を行うことを，対人社会心理学の知見を背景に，様々な状況を想定した実験室実験により検討し，その可能性を示してきた．このような応答が起こる背景には，対人社会心理学の知見を人工物との接し方に過剰に当てはめてしまうというマインドレスな行動 (Langer, 1992) の一種であるという見方や入手可能かつ即座に思い浮かぶ情報をもとに人工物との接し方を判断するヒューリスティクス (Tversky & Kahneman, 1982) が影響しているという指摘もある (Nass & Moon, 2000)．また，対人インタラクションの傾向からユーザの行動のモデリングを試み，このモデルをもとにエージェントなど社会的に振る舞うことを前提とする人工物を設計する研究も多く存在する (小松他, 2003; Cassell et al., 2000)．このように，人と人工物の社会的・身体的インタラクションの研究が技術的視点のみならず人間中心視点からも進められている．

人工物との社会的・身体的インタラクションにおけるユーザの認知過程・行動過程の解明・モデリングという観点で考えた際，ユーザの認知過程・行動過程に合わせて人工物を設計するケースも多く，人工物を含めた環境の振る舞いに合わせてユーザ側が適応し，環境に含まれる制約の中から人工物との相互作用に必要な情報を各自で補完しながら，多様なインタラクションの形を生み出す可能性を検討した研究は少ない．マンガの人物描写においては，描写の抽象度を高めることによりその人物に対する読み手の多様な解釈を誘発する手法が用いられることがある (McCloud, 1994)．また，人工物の外観や動作により明示的に社会的・身体的なインタラクションを誘発する試み（たとえば 大澤他 (2008)，寺田他 (2012) など）もある一方で，レイアウトと受け手の解釈によって人工物がヒトをはじめ生物の顔や体に見えるというパレイドリア錯覚に関する研究も近年進んでいる（たとえば Uchiyama et al. (2012)，Takahashi & Watanabe (2013)，高橋他 (2015) など）が，その認知過程に関しては解明の途上にある．このような人間側の多様な解釈の可能性の指摘はあるものの，研究の手法も含めてその解釈の認

知過程には大いに議論の余地を残しているのが現状である．

本研究では，このような環境に含まれる制約の中から，人間が持つ人工物との相互作用に関する表象をもとに，人工物とのインタラクションに必要な情報を人間側で補完する過程を投射（projection）と呼ぶことにする．人と人工物との社会的・身体的インタラクションにおいて起こりうる投射としては，他者の身体の人工物への投射，自己の身体の人工物への投射，そして自己と他者のインタラクションの場の仮想空間への投射が考えられる．他者の身体の投射がなされたとしても，その他者が自身と異なる場に存在すると認識されていては，インタラクションは生まれえない．他者とインタラクションの相手と認識するには，他者の身体・自己の身体双方の投射があった上で，自己と他者が身体性を通してインタラクションの共通基盤を持つという認識（立脚性）が必要となる (竹内, 2006)．自己と他者のインタラクションの場の投射は，立脚性という視点で重要といえる．特に本稿では，自己と他者のインタラクションの場の仮想空間への投射を誘発すると考えられる，仮想空間におけるエージェントの身体配置に着目し，身体配置がユーザに与える影響を検討した 2 つの研究からこの投射の過程について考察する．

2. 関連研究

2.1 エージェントのジェスチャ・身体配置

人間同士のコミュニケーションの場において，対人距離や視線，顔，胴体，脚といった各身体パーツの方向が果たすことは，対人社会心理学や会話分析などの研究でたびたび指摘されている（たとえば Kendon (1990)，坊農他 (2004) など）．この考え方は人間と人工物との社会的・身体的インタラクションにも適用されると考えられる．実際，今井・鳴海 (2006) で論じているロボットとの「インタラクションへの没入」は，ロボットへの人間の他者の投射，すなわちロボットを無自覚に人間の他者とみなす手がかりがあってこそ成り立つものと考えられる．また，人間と人工物が直接会話などで相互作用することだけを想定するのではなく，間接的に会話の場に参加することを想定した人工物の設計を考えることも重要である．実際，この点を念頭にして漫才における会話分析 (岡本他, 2008) や，漫才の振る舞いを 2 体のロボットに実装する試み (Hayashi et al., 2008) などがすでに存在する．これらの研究は人間同士の会話における身体配置を踏まえ，間接的にエージェントないしロボットとの会話に参加できる場，つまり自己と他者のインタラクションの場の仮想空間ないしロボットの存在する物理空間への投射を設計しているといえるが，人間側の認知的メカニズムに深く踏み込んだ分析はこれらの研究の対象外であり，未解明といえる．本稿ではインタラクションの場の投射という視点から，投射を誘発する手がかりをもとに認知的メカニズムに深く踏み込むためのアプローチを検討する．

2.2 人間の身体認知

ヒトは自分自身の生身の身体以外にも，道具などの物理的に操作可能な人工物や仮想空間における身体（アバタ）についても自身の身体の一部として柔軟に身体のマッピングを行うことが可能である．実験室実験レベルでも，身体と人工物に同じタイミングで触刺激などを与えることで，ラバーハンドなど別の人工物を自分自身の腕と認知したり (Botvinick & Cohen, 1998; 本間, 2010)，身体の一部どころか，装着したヘッドマウントディスプレイに映った他者の身体を自分自身の全身と認知したり (Petkova & Ehrsson, 2008; Slater et al., 2010) する現象が実験室実験レベルでは確認されている．本稿で議論の対象とする研究においては，これらの研究やアバタの設計などに関する工学的なアプローチの研究（Watanabe et al. (2004)，渡辺他 (2011) など）にみられるようなユーザの身体の代替となる視覚表現の仮想空間への呈示は行っていない．むしろ，そのような身体の代替となりうる手がかりが明示的でない状況における仮想空間へのエージェントとのインタラクションの場の投射がどのようになされるかに着目する．

2.3 仮想空間への没入感

自己と他者のインタラクションの場の仮想空間への投射を工学的に実現することを想定すると，多くの場合は仮想空間を物理空間に近づけ，より写実的に仮想空間を表現し臨場感を高めることを試みる．その例としては，たとえば多面スクリーンでユーザを囲み，スクリーンに投影された映像を立体視できるようにして臨場感を高める試みをしている CAVE (Cruz-Neira et al., 1992) が挙げられる．また，Cummings & Bailenson (2016) は仮想空間へのユーザの没入の誘発を試みた一連の研究からメタ分析を行い，仮想空間への没入感の誘発を試みる研究において中程度の効果がみられ，特にユーザの動作追従，立体視，より広い

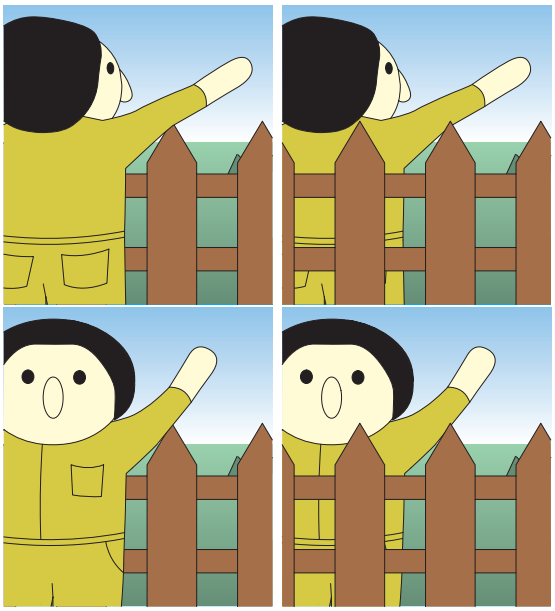


図 1　鈴木他 (2008) で呈示されたエージェントの身体方向と位置

視野の仮想空間の呈示によりその効果が強められる可能性が示唆された．その一方で，ロボットにおける不気味の谷現象 (森, 1970) と似たような傾向として，物理空間の模倣を極端に行い過ぎるとかえって没入感が削がれる可能性もある．これを避けるアプローチとして，CG による仮想空間の表現の代わりに物理空間の全方位映像を利用し，過去の自己の姿をヘッドマウントディスプレイを介して投影することで，あたかも目の前で過去の出来事が起こっているような体験を可能にしている代替現実システムの研究 (Suzuki et al., 2012) が挙げられる．本研究では，仮想空間における物理空間の極端な模倣を避けつつ，仮想空間への没入感，とりわけエージェントとの対話の場への投射を誘発する視覚的手がかりとして，エージェントの身体配置，およびショットに着目する．

3. 研究 1：エージェントの身体方向・位置がユーザに与える影響

まず，エージェントの身体配置として，身体方向と画面奥行き方向を基準とした位置に着目し，それらのユーザへの影響について実験で検討した (鈴木他, 2008).

3.1 実験 1

参加者（$N = 48$）には図 1 に示した身体方向，および柵によって登場位置の異なる，サイズをほぼ同じにした 4 種のエージェントのいずれかが呈示された．エージェントは動物園の職員であるという自己紹介を行った上で，日本の動物園における異なる種の動物を同じ場所で共存させながら飼育する試みについて写真を交えて解説を行った．参加者は解説を受けて，呈示された写真がどれであったかを選択する再認課題，およびエージェントに対する印象評定を行った．

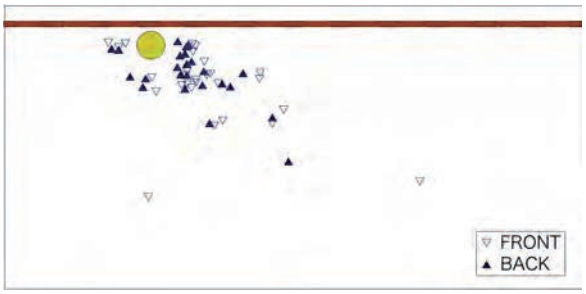


図 2　参加者が知覚したエージェントからの距離

その結果，再認課題については，ユーザ側に身体を向けた場合 (図 1 下半分)，柵の手前側にエージェントが登場した場合（図 1 左半分）の方が正再認数が多い傾向がみられたが，これらの交互作用はみられなかった．印象評定については明確に男女間で結果の差がみられ，女性の参加者はユーザと同じ方向に身体を向け，柵の手前に登場した場合（図 1 左上）にエージェントを最もポジティブに評価した一方，男性の参加者はユーザと同じ方向に身体を向け，柵の向こう側に登場した場合（図 1 右上）ならびにユーザ側に身体を向け，柵の手前側にエージェントが登場した場合（図 1 左下）についてエージェントをポジティブに評価する傾向がみられた．これは対人距離について女性の方が男性より短い距離を好む傾向があるため (Nelson & Golant, 2004) と考えられるが，実際に身体方向・位置により知覚される対エージェント距離に差が現れるかについてはこの実験の結果からは結論づけられない．そこでこの差を検討すべく，実験 2 を行った．

3.2 実験 2

大学生からなる参加者（$N = 51$）は，図 1 のうち左上と左下のいずれかがランダムに呈示され，実験 1 と同様に動物園の取り組みに関する説明を受けた．その説明を受けて，参加者とエージェントが同じ空間の中で説明を受けていると想定した場合，自分はどの位置でエージェントの説明を聴いていると捉えているかについて，図 2 が画面上に呈示された上で，参加者は図における自身の位置をクリックする形で回答した．

柵の向こう側に自身が位置していると回答した参加者のデータを除外した上で分析した結果，エージェントがユーザと同じ方向を向いていた場合（BACK，図 1 左上）の方が，エージェントがユーザの側を向いていた場合（FRONT，図 1 左下）よりユーザはエージェントとの距離を短く感じる傾向がみられた．

4. 研究 2：エージェントの身体方向・ショットがユーザに与える影響

研究 1 の実験 2 において主観的にエージェントとの距離を想定し回答する課題を行ったが，実際にユーザがエージェントとのインタラクションの場に自身を投射していることを想定したものとなっており，実際にユーザが投射を行っているかどうかを検討したものではない．また，研究 1 で扱ったエージェントの身体表現の要因としては身体方向と登場位置であったが，エージェントの身体をディスプレイ上でどこまで映すかという要因も大きな影響を与えうる．映像作品の製作において，人物を映す際に全身を映すか上半身，ないし顔だけアップにするか，といったショットが映像の受け手の印象に影響を与えることが想定されて撮影技法が成り立っている (Arijon, 1976; Reeves & Nass, 1996)．エージェントについても同様で，実際に仮想空間におけるエージェントの位置を操作して実質的にショットを変えることによる，ユーザの印象の変化を検討した研究が存在する (石津他, 2007)．研究 2 ではこれらを踏まえ，ショットとして縦方向・横方向の 2 軸で全身が映る場合とそうでない場合，そしてエージェントの身体方向がユーザに与える影響について検討した．

4.1 方法

男子大学生からなる参加者（$N = 21$）は図 3 に示すように身体角度（0°, 45°, 90°），縦方向ショット（縦全身，バストショット），横方向ショット（横全身，横半身）の異なる 12 種類のエージェントから気象に関する知識（ウェザーニューズ (2012) から抜粋・要約）の説明を受けた．説明内容とエージェントの身体配置・ショットには対応づけを行わず，双方とも呈示順はランダムにしカウンターバランスをとった．図 3 の各画像に対して，参加者は質問紙上で 10 項目からなる形容詞対に対して 7 件法で評定を行った．質問項目は Miura & Koike (2003) を参考に，一部本実験の文脈に合わせ改変したものを用いた．

4.2 結果・考察

各画像の評定値平均を図 4 に示す．各質問項目の評定値平均について，身体角度・縦方向ショット・横方向ショットを参加者内要因とする $3 \times 2 \times 2$ 要因の分散分析を行うと，「好ましくない – 好ましい」「不誠実な – 誠実な」の 2 項目で縦方向ショットの主効果が有意で，縦全身の画像の方がより好ましい，より誠実と評価された．「無責任な – 責任感のある」については，身体角度と横方向ショットの交互作用が有意で，身体角度 0°において横半身のみの画像の方がより責任感があると評価された．他の質問項目については有意な差がみられなかった．

さらに，質問紙の回答について主成分分析を行い，2 つの主成分（第 2 主成分は「鈍感な – 敏感な」「理性的な – 感情的な」の 2 対，第 1 主成分はこの 2 対以外すべて）を抽出し，この 2 主成分の値を用いてクラスタ分析を行った結果を図 5 に示す．この結果を踏まえ，12 の画像を 3 つのクラスタに分類し，クラスタを参加者内要因とする 1 要因分散分析を各質問項目に対して行った．この分散分析，ならびに主効果が有意な質問項目に対する多重比較の結果，クラスタ 2 がクラスタ 3 より「温かい」，クラスタ 1 がクラスタ 3 より「責任感のある」「誠実な」と評価された．

クラスタ 1 の画像はクラスタ 3 と比べエージェントの身体が画面に現れている面積が大きく，これが責任感や誠実さにつながったと考えられる．ただし，3 要因分散分析の結果において，横半身だけ現れている場合に責任感が高く評価され，また縦方向で全身が現れている場合に誠実さが高く評価されている点も考慮すると，単にエージェントの全身を画面に収めるよりは，画面横方向に身体の一部が映らない形にしてエージェントとの見かけの距離を近づける方がユーザによりよい印象を与えられる可能性を示唆している．

また，クラスタ 2 の画像はクラスタ 1 と比べるとエージェントの身体が画面に現れている面積が小さいものの，身体方向が画面奥方向寄りながらユーザ側に向いていたり，身体方向は画面奥方向ながらバストショットのため見かけの距離がユーザにより近づいていると感じられたりすることが，温かさの評価につながっていると考えられる．

5. 考察

研究 1，研究 2 ともに仮想空間へのユーザとエージェントとのコミュニケーションの場の投射について検討を試みた研究と位置づけられ，ユーザとエージェントが同じ方向を向くよう，エージェントの身体を画

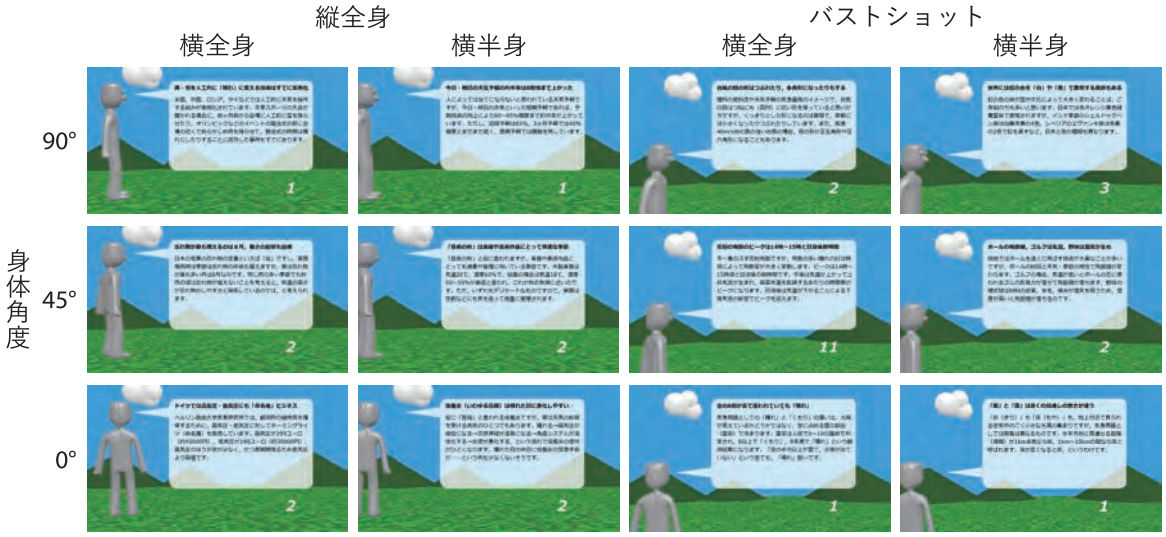


図 3　研究 2 において呈示されたエージェントの身体配置とショット

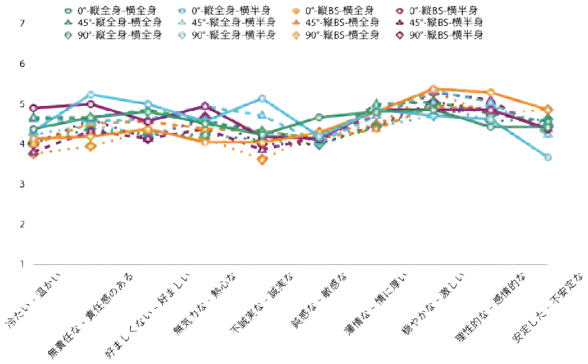


図 4　各形容詞対に対する各画像の評定値平均

面奥方向に向けることがコミュニケーションの場の投射の誘発につながる可能性が示唆された研究といえる．ただし，研究 2 については男女差の検討ができていない点や，客観的な行動指標について検討できていない点など，議論の余地を大いに残すものとなっている．また，研究 1，研究 2 ともにエージェントからの説明を一方的に受け入れる状況下でのエージェントの評価となっており，エージェントとよりインタラクティブなやりとりが含まれる状況での評価となると，この結果に変化が起こりうる．言語によるインタラクションであってもエージェントとの対話で変化が起こる可能性を指摘した研究が存在する (Moon, 2000) 点や，Cummings & Bailenson (2016) が指摘するようにユーザの身体動作による仮想空間の変化が仮想空間への没入感に影響を与える点を考慮すると，研究 2 では扱わなかったユーザと正対するエージェントの身体方向の場合も含め，身体的なインタラクションも含まれうる状況下ではさらに複雑な検討が必要となる可能性も残されている．

また，研究 1，研究 2 ともにユーザの主観の変化を中心に検討したものとなっており，投射に関する認知的メカニズムのより詳細な検討には至っていない．研究 2 は実験参加者の疲労の影響も考慮してあえて主観指標のみに絞り，多様な状況下でエージェントの身体方向から受ける影響を検討したが，今後は扱う状況を絞り込みつつ，行動指標や生理指標も導入し，多面的に投射の認知メカニズムに関する議論を深めることが重要といえる．

鈴木他 (2008) でも指摘されているが，研究 2 においてもエージェントの身体方向の中で，胴体方向・顔方向・視線方向がすべて一致した状況を扱っている．Schegloff (1998) は人間同士の会話分析の中で，胴体をねじることにより胴体方向と顔方向をそれぞれ異なる方向に向けそれぞれの会話の場に興味があることを示す身体行為が現れることを指摘している．実際，このような複数方向に興味を持つ場があることを示すため，胴体方向・顔方向のねじれを人間と会話するロボットの設計に生かす試みがすでに存在する (山崎他 , 2014)．まず胴体方向・顔方向が一致した状況におけるユーザの応答について議論の整理を進める必要があるが，その中で身体方向のねじれのコミュニケーションの場の投射への影響について検討を進める価値は大いにあると考えられる．

加えて，長期にわたる投射の変化を追うことも重要と考えられる．長期にわたる人間と社会的・身体的な振る舞いを誘発する人工物とのインタラクションの変遷を追うことの重要性は長年指摘されている（たとえば 植田・小松 (2006) など）．実際，実験室実験程度

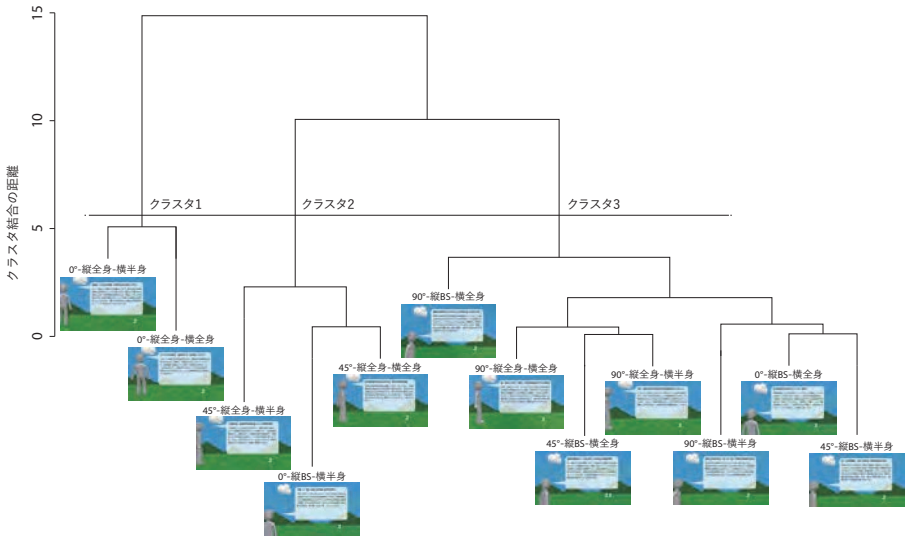


図 5　主成分分析による主成分抽出後のクラスタ分析の結果

のタイムスパンでは，円滑な人間と人工物のインタラクションとは目の前の人工物を無自覚のうちに生物と捉えて接することができる状態（Dennett (1987) の用語でいえば志向姿勢）と考えられる (Sundar & Nass, 2000; Reeves & Nass, 1996) が，長期的なインタラクションの中で人工物を生物と捉えるモードと機械と捉えるモードの切り替え（Dennett (1987) の用語でいえば，志向姿勢と設計姿勢の切り替え）を，人工物の振る舞いに応じて柔軟に行い円滑なインタラクションを維持するという短いタイムスパンでは現れなかった現象が起こりうることも指摘されている (久保, 2015)．以上を踏まえ，長期にわたる人間と人工物のインタラクションの変遷を追う研究のアプローチも重要と考えられる．

本稿ではエージェントの身体配置およびショットのユーザへの影響を検討した 2 つの研究を中心に，ユーザによる投射について，他者の投射，自己の投射，他者と自己のインタラクションの場の投射の 3 種類が起こりうる可能性について論じた．このような投射の認知過程の解明を通して，人間と人工物の社会的・身体的インタラクションにより人間が知的・身体的・社会的に多くを学べる環境づくりに貢献できればと考えている．

参考文献

Arijon, D. (1976). *Grammar of the Film Language*. London, UK: Focal Press. (岩本 憲児・出口 丈人 訳 (1980).『映画の文法：実作品にみる撮影と編集の技法』. 東京: 紀伊国屋書店.)

坊農 真弓・鈴木 紀子・片桐 恭弘 (2004). 多人数会話における参与構造分析：インタラクション行動から興味対象を抽出する．『認知科学』, **11**, 214–227.

Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, **391**, 756.

Cassell, J., Sullivan, J., Prevost, S., & Churchill, E. (Eds.). (2000). *Embodied Conversational Agents*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.

Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V. & Hart, J. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, **35**, 64–72.

Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence. *Media Psychology*, **19**, 272–309, doi: 10.1080/15213269.2015.1015740.

Dennett, D. C. (1987). *The Intentional Stance*. Cambridge, MA, USA: Bradford Books/MIT Press. (若島 正・河田 学 訳 (1996).『「志向姿勢」の哲学：人は人の行動を読めるのか？』. 東京: 白揚社.)

Hayashi, K., Kanda, T., Miyashita, T., Ishiguro, H. & Hagita, N. (2008). ROBOT *MANZAI*: Robot conversation as a passive-social medium. *International Journal of Humanoid Robotics*, **5**, 67–86, doi: 10.1142/S0219843608001315.

本間 元康 (2010). ラバーハンドイリュージョン：その現象と広がり．『認知科学』, **17**, 761–770.

今井 倫太・鳴海 真里子. 人間の五感を利用したロボットとのコミュニケーションへの没入の実現.『計測自動制御学会論文集』, **42**, 342–350, doi:

10.9746/sicetr1965.42.342.

石津 拓・小林 一樹・北村 泰彦 (2007). エージェントとの距離感に対して視線に表出される意図の推定. 『合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2007 論文集』.

Kendon, A. (1990). *Conducting Interaction*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

小松 孝徳・鈴木 健太郎・植田 一博・開 一夫・岡 夏樹 (2003). 発話理解学習を利用した適応的インターフェイス：人間同士のコミュニケーション成立過程からの知見. 『システム制御情報学会論文誌』, **16**, 260–269.

久保 明教 (2015). ロボットの人類学：二〇世紀日本の機械と人間. 京都: 世界思想社.

Langer, E. J. (1992). Matters of mind: Mindfulness/Mindlessness in perspective. *Consciousness and Cognition*, **1**, 289–305.

McCloud, S. (1994). *Understanding Comics: The Invisible Art*. New York, NY, USA: Harper Paperbacks.

Miura, K., & Koike, M. (2003). Judgment, interpretation and impresson of gaze direction in an ukiyo-e picture. *Japanese Psychological Research*, **45**, 209–220.

Moon, Y. (2000) Intimate exchanges: Using computers to elicit self-disclosure from consumers. *Journal of Consumer Research*, **26**, 323–339.

森 政弘. 不気味の谷. *Energy*, **7**, 33–35.

Nass, C., & Moon, Y. (2000). Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues*, **56**, 81–103.

Nelson, A., & Golant, S. K. (2004). *You don't say: Navigating nonverbal communication between the sexes*. New York, NY, USA: Prentice Hall.

岡本 雅史・大庭 真人・榎本 美香・飯田 仁 (2008). 対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析. 『知能と情報（日本知能情報ファジィ学会論文誌）』 **20**, 526–539, doi: 10.3156/jsoft.20.526.

大澤 博隆・大村 廉・今井 倫太 (2008). 直接擬人化手法を用いた機器からの情報提示の評価. 『ヒューマンインタフェース学会論文誌』, **10**, 11–20.

Petkova, V. I., & Ehrsson, H. H. (2008). If i were you: Perceptual illusion of body swapping. *PLoS ONE*, **3**, e3832, doi: 10.1371/journal.pone.0003832.

Prendinger, H. & Ishizuka, M. (Eds.) (2004). *Life-Like Characters: Tools, Affective Functions, and Applications*. Berlin, Germany: Springer.

Reeves, B. & Nass, C. *The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Schegloff, E A. (1998). Body torque. *Social Research*, **65**, 535–596.

Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., & Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. *PLoS ONE*, **5**, e10564.

Sundar, S. S. & Nass, C. (2000) Source orientation in human-computer interaction. *Communication Research*, **27**, 683–703.

Suzuki, K., Wakisaka, S. & Fujii, N. (2012). Substitutional reality system: A novel experimental platform for experiencing alternative reality. *Scientific Reports*, **2**, 1–9, doi: 0.1038/srep00459.

鈴木 聡・森島 泰則・中村 美代子・槻舘 尚武・武田 英明 (2008). 身体化エージェントの身体方向・登場位置がユーザに与える影響. 『知能と情報（日本知能情報ファジィ学会誌）』, **20**, 513–525, doi: 10.3156/jsoft.20.513.

高橋 英之・伴 碧・守田 知代・内藤 栄一・浅田 稔 (2015). リズムの集団間シンクロが促進するパレイドリア錯覚：没集団行動が生み出すエージェント幻想の脳プロセスの探究. 『日本認知科学会第 32 回大会論文集』, 1070–1072.

Takahashi, K. & Watanabe, K. (2013). Gaze cueing by pareidolia faces. *i-Perception*, **4**, 490–492, doi: 10.1068/i0617sas.

竹内 勇剛 (2006). 身体コミュニケーションとしてのHAI. 『人工知能学会誌』, **21**, 654–661.

寺田 和憲・岩瀬 寛・伊藤 昭 (2012). Dennett の論考による三つのスタンスの検証. 『電子情報通信学会論文誌』, **J95–A**, 117–127.

Tversky, A. & Kahneman, D. (1982). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. In Daniel Kahneman, Paul Slovic, and Amos Tversky, editors, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, pages 3–20. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 1982.

Uchiyama, M., Nishio, Y., Yokoi, K., Hirayama, K., Imamura, T., Shimomura, T. & Mori, E. (2012). Pareidolias: Complex visual illusions in dementia with lewy bodies. *Brain*, **135**, 2458–2469.

植田 一博・小松 孝徳 (2006). 共発達の構成論. 鈴木 宏昭 (編). 『知性の創発と起源』. 第 8 章, 179–200, 東京: オーム社.

渡辺 哲矢・西尾 修一・小川 浩平・石黒 浩 (2011). 遠隔操作によるアンドロイドへの身体感覚の転移. 『電子情報通信学会論文誌』, **J94-D**, 86–93.

Watanabe, T., Okubo, M., Nakashige, M. & Danbara, R. (2004). InterActor: Speech-driven embodied interactive actor. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **17**, 43–60.

ウェザーニューズ. (2012). 『世界最大の気象会社が教える本当に役に立つお天気情報 99』. 東京: 二見書房.

山田 誠二 (編) (2007). 『人とロボットの〈間〉をデザインする』. 東京: 東京電機大学出版局.

山崎 晶子・荻野 洋・山崎 敬一・葛岡 英明 (2014). 科学博物館における身体ひねりを用いたロボット（TalkTorque-2）と観客との相互行為の分析. 『電子情報通信学会論文誌』, **J97–D**, 28–38.

高齢者が人工物利用時に示す「怖がり」: コミュニティ活動中の人工物利用からの検討

Older adults' Timidness to use new artifacts: Analyzing of human-artifact interaction in community activities

田中 伸之輔[†]，原田 悦子[‡]
Shinnosuke Tanaka, & Etsuko T. Harada
[†]筑波大学大学院人間総合科学研究科，[‡]筑波大学人間系
{[†]Graduate School of Comprehensive Human Sciences, [‡]Faculty of Human Sciences}, University of Tsukuba
s1430365@u.tsukuba.ac.jp

Abstract

Although problems of older adults to use new artifacts have been attributed mainly to cognitive aging and/or perceptual- and physical aging in previous studies, there looks like emotional and/or motivational aspects of aging, too. Here, we focused on "timidness to use", which are observed in older adults' behaviors, inhibiting and/or interfering to using an artifact. For example, Tanaka & Harada (2015a) showed participants' behaviors and utterances in usability tests of a copy machine. In this study, we reported participants' behaviors of using a coffee maker in community activities, not in the experimental lab or usability testing room, where participants could use but did not have to use the machine, and also they could get other members' help to use the machine freely. Results on analysis of coffee maker using in community activities showed that some older adults displayed timid behavior (e.g., withdrawing a hand), however that their timid behaviors or comments were displayed/inhibited based on situational factors, e.g. observing other participants' using. Ways of dissolving older adults' timidness and trouble of not-to-use ICT equipment in daily life will be discussed.

Keywords — Aging, Human-Artifacts interaction, Timidness to interact with new eqipment

1. はじめに

我が国は高齢化と社会の情報化が同時に進行しており，高齢者が ICT 機器を利用しなければならない場面が増えると予想され，実際にそうした現実が現れつつある（総務省，2013）．一方，それらの人工物が，特に高齢者にとって使いにくいものであることが指摘されており（原田，2003），「なぜ ICT 機器という人工物が高齢者にとって使いにくいのか」というメカニズムを解明し，より使いやすい人工物をつくりだすことが求められている．これまで，この問題については，知覚・身体的側面の加齢変化（Fisk, Rogers, Charness, Czaja, & Sharit, 2009）や，認知的側面の加齢変化（熊田・須藤・日比，2009）から説明がなされてきた．しかし，感情・動機づけの加齢変化が人工物の使いにくさに与える影響については，いまだ検討が不十分である．

田中・原田（2015a）は，高齢者と若年者が人工物（デジタル複合機）を利用する場面を比較する実験室実験を行い，高齢者において怖がり行動（「人工物利用の失敗を怖れる発話」や「機器を触ろうと手を引っ込める行為」，「必要以上に情報を確認する行動」）が特徴的に現れることを示した．加えて，そのような現象が引き起こされるメカニズムとして，制御焦点理論（Higgins, 1997）に基づく，制御焦点の加齢変化（Ebner, Freund & Baltes, 2006)が考えられることを示した. 実際, Ebner らは制御焦点の加齢変化として，「目標を理想の実現と認識し，できるだけ良い成果を上げるべく行動を制御する促進焦点(promotion focus)」から，「目標を義務の遂行と認識し，失敗（損失）を避けるように，最低限のことを確実にこなすべく行動を制御する防止焦点(prevention focus)」へと変化することを示し，日常的な意思決定において影響を与えていることを示している．

しかし，先行研究における限界として，実験室実験という特定の場面のみで「怖がり」が検討されてきた点が挙げられる．実験室実験において参加者は，対象人工物をテストするために調査に参加しており（人工物を利用する場面を避けられない），必ず一人で人工物を利用しなければならない（人に相談ができない）という非日常的な状況に置かれている．より日常的な場面，すなわち，「人工物利用の調査を目的としない，より自由度の高い場面（対象人工物を利用してもしなくてもいい場面）」，加えて「他の参加者との相互作用を行えるような場面」において，人工物利用の怖がりがどのように発生するのかを検討する必要がある．

そこで本研究では，比較的日常的で，自由度が高い場面として, 高齢者のサークル活動場面を取り上げた. これは「食について考える」ことが目的とされたコミ

ュニティ活動の一つであり，これまでに約 2 年間，活動を続けてきている．この活動を行う場において，コーヒーメーカーが「飲み物を入れるために」設置利用されていたことから，このコーヒーメーカーの利用における「怖がり」行動を対象として，分析を行った．具体的には，高齢参加者が本サークルのための活動中にコーヒーメーカーを利用している場面について，行動・発話における分析を行い，実証的なデータに基づきながら，非実験室場面においてどのように怖がりが生起しているのか，検討を行った．

2. 方法

分析対象となったコミュニティ活動

ここでは，筑波大学みんなの使いやすさラボ（以下，「みんラボ」と略称）で実施された，「食について考える」コミュニティ活動を取り上げる．このコミュニティは，モノの使いやすさについて調査に参加することを社会貢献とするみんラボの中で，特に高齢者の食にまつわる問題意識を共有・議論することを目的に，サークルとして 2014 年 4 月に活動を開始した（2016 年 6 月現在まで活動が続いている）．具体的には，参加者自身が知っている食べ物に関する知識をメンバーと共有し，レシピを作成，みんラボ会員全員に郵送するという活動や，食品工場見学などを行う「みんラボ遠足」を企画するという活動を発案，実施している．活動時期は，1 か月に 1 回の頻度で，みんラボで他の調査・研究を行なっていない土曜日に行っている．

サークルはオープンな形で実施しており，活動の初期より，みんラボのデータベースにボランティア登録している高齢者に対し，適宜，郵送資料により会の案内を送り，参加者を募っている．また，参加者が友人を随時メンバーに加えることもあり，開催回ごとに参加者の人数や構成メンバーが異なっている．コミュニティ活動の状況は，「コミュニティ活動の様子を知るための研究の一環」として各成員に説明され，1 台のビデオカメラによって記録された．全会合について，議論の様子等をビデオ録画することについて，参加者全員の同意を得て記録を行った．

分析対象機器

みんラボ内に設置されたコーヒーメーカー（図 1）を分析対象とした．参加者（みんラボ会員及び大学院生）は，コミュニティ活動中，自由にコーヒーメーカーを利用することが可能であった．この機器を用いてコーヒーや紅茶，緑茶等の飲み物を作ることは随時可



図 1　みんラボに設置されているコーヒーメーカー

能であるが，この機器を利用しても利用しなくても，会の運営に影響はしない人工物であり，参加者が自由に利用してもよいことが共有されている機器であった．みんラボ会員はデータベース登録時に，この機器を使ってコーヒーを入れるという「ユーザビリティテストのデモンストレーション」を行っているため，全員が一度はこの機器を利用した経験がある．この初回登録時のユーザビリティテストデータを対象に分析を行ったところ，18.64%の高齢参加者が飲み物を入れることに失敗していた（安達・原田・須藤・熊田・藤原, 2014）．さらに，このユーザビリティテストデータを対象に怖がり行動を分析したところ，「手を引っ込める動作」が発生する機器であることが確認されている（田中・原田, 2015b：怖がり尺度得点高群 18 名の平均回数=1.05, SD=0.69. 怖がり尺度得点低群 20 名の平均回数 0.55, SD=0.43）．

この機器で飲み物を入れるためには 1. カップを既定の位置に置く，2.入れたい飲み物の名前（例えばコーヒーやココア）と対応したボタンを押す（ボタンを押すと，自動でドリンクパックを入れるパックドアが開く），3.ドリンクパックを機器内に入れる， 4. パックドアを手で閉めるという， 4 つの操作を行う必要があった．

分析対象時期

みんラボ施設内で活動が行われていた，2014 年 4 月から 2015 年 3 月の 1 年間を分析の対象とした．

分析対象参加者

この間にみんラボで開催された「食について考える」

表１　コミュニティ活動全体の基礎データおよび怖がりが見られた参加者の詳細データ
（怖がりが見られた参加者 ABC について，数値は利用回数，怖がり発生回に色をつけた：－は欠席日）

実施回数	4月	5月	6月	7月a	7月b	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
参加人数	20	6	4	6	4	7		4	4	6	6	6	5
コーヒーメーカー利用人数	7	1	3	2	1	0		0	1	0	3	1	1
怖がり発現人数	1	0	0	0	1	0	不備	0	0	0	1	0	0
参加者A	－	－	－	1	1	0		0	0	0	0	0	4
参加者B	1	0	－	－	－	－		0	－	0	2	0	－
参加者C	1	0	－	－	－	－		－	－	－	－	－	－

コミュニティに参加した高齢参加者，ならびにみんラボでコミュニティ活動をともに行う学生（大学生，大学院生）を分析の対象とした．

3.　結果と考察

各回の参加者数（大学院生の参加者を除く），コーヒーメーカー利用人数（大学院生の参加者を除く），怖がり発生人数を表 1 に示す（9 月の会は記録機材に不備があったため，データを示すことが出来なかった）．コーヒーメーカーの利用人数は「実際にコーヒーメーカーを使った人数」を指し，他の参加者に利用を任せ，自ら操作を行っていない参加者はカウントしていない．

表 1 から，1 年の活動の中で怖がり行動が発生した人数はわずか 3 名（各 1 回ずつ）であった．これは，怖がり行動が発生しない大きな環境要因として，高齢者が主体的にコーヒーメーカーを利用する前に，学生が「高齢者に代わって」機器を利用してしまうという現象があるためであり，実際，学生による飲み物作りは多数観察された．こうした「機器利用に負担を感じている高齢者には機器を使わせない」という現象が実際の生活環境において，高齢者の怖がり現象を観察しがたくしている要因として指摘できよう．

また，わずか 3 名ではあるが怖がりを示した参加者においても，常に怖がりを示すのではなく，複数回の利用において，1 回のみ怖がりを示していることが示された．そこで，この 3 名のコーヒーメーカー利用について，その場面の発話・行動をすべて書き起こし，怖がりが発生した場面と，発生しなかった状況とを比較し，どういった環境要因が怖がり行動の発生を「抑制」しているのか，その差異について検討した．

参加者 A

参加者 A は 7 月 a の会以降，すべての会に参加しており（合計 10 回），その中の 3 回において，コーヒーメーカーを通算で 6 回利用していた．その内訳は，7 月 a に 1 回，7 月 b に 1 回，3 月に 4 回であった．そのうち怖がりが発生していたのは 7 月 b の 1 回であった．

まずは怖がりが発生した 7 月 b の利用状況を表 2 に示す．参加者 A が機器を利用したのは話し合いが進行している場面であったため，他者からの協力は得難く，さらに，直前に機器を利用した者もいなかった（この場面の前にコーヒーメーカーの利用がされたのは，1 時間以上前，大学院生が会の開始時に利用した場面であった）．表 2 に明らかなように，怖がり行動が観察されている．興味深いことに，参加者 A がコーヒーメーカーを初めて利用したのは，その前の会合である 7 月 a の回であった．このとき，参加者 A は，参加者 D がコーヒーメーカーを複数回利用するのを間近で観察した直後，自分で行っていた．参加者 A は無言で，かつよどみなく 4 つの操作を進めていた．すなわち，別の利用者が機器を利用する場面を観察することが出来たため，怖がりの発生なしに機器利用が可能であったと

表２　参加者 A の利用場面（7 月 b）

経過時間	参加者の行動	機器の応答
1:19:58	コーヒーメーカーにカップをセット（手順1）	
1:20:01	ドリンクパックを手に取る	
1:20:03	**カバーをあけるボタンを押下しようとして手を引っ込める**	
1:20:04	コーヒーメーカーの周りを見回す	
1:20:04	コーヒーメーカーパネルを黙読する	
1:20:12	パックドアをあけるボタンを押下（手順2）	パックドアが開く
1:20:13	コーヒーメーカー上部に設置してある説明書を見る	
1:20:15	ドリンクパックを中に入れる（手順3）	
1:20:16	パックドアを閉める（手順4）	飲み物抽出開始

表３　参加者Ａの利用場面（3月１回目）

経過時間	参加者A発話	参加者A行動	参加者D発話	機器の応答
36:27	お飲み物何がよろしいですか？			
36:30		席から立ち上がる	（別の話を続ける）	
36:32	お飲み物	参加者Bを指差す		
36:33			ありがとう,うーんと, うん	
36:35		コーヒーメーカーにカップをセット（手順1）		
36:36			お茶, お茶がいい, お茶	
36:39		緑茶のドリンクパック（緑色）を手に取る		
36:42	グリーン（のドリンクパック）をうーんとどこやると			
36:44			一番左の上の横のボタン押して	
36:47	左の, これ？			
			左のそれ	
36:49		パックドアをあけるボタンを押下（手順2）		パックドアが開く
36:50	それでこのまんま, ここへ			
36:56		ドリンクパックを中に入れる（手順3）		
36:59		パックドアを閉める（手順4）		飲み物抽出開始

考えられる. 逆に言えば, このわずか２週間後（7 月 b）に，今度は一人で機器操作をしようとした際，上述の「怖がり」が発生したことになる.

残りの利用４回はいずれも 3 月の会合において，発生している．その１回目の利用場面を表 3 に示す．この場面はコーヒーの入れ方に迷う様子を示した参加者 A に対し，参加者 D が自発的に使い方を教えており，その結果として，A は怖がりを示すことなく，機器利用を終えている．他の参加者の支援があり，またモニタリングをされている場面においては，怖がりが発生しにくいものと考えられる．また，2 回目はその 24 分後に発生した.「ボタンを押下する際の力が弱く，上手く反応しないエラー」や「ドリンクパックをさかさまに入れようとするエラー」が発生していたが，いずれも，いわゆる怖がり行動は発生しておらず，エラーと怖がりとの独立性を示唆した結果となっている．こうした現象は，自分の行為（操作）が他の成員にとってオープンになっているという知覚が「怖がり」の発生を抑制する可能性があることも示唆している.

なお，3 回目，4 回目については，エラーも怖がりも生じずに，飲み物を入れることに成功していた．これは, 1 回目で他者に使い方を教えてもらうことが出来, 2 回目以降はその使い方を繰り返せばよかったことが, 影響していると考えられる．以上の事例から，他者の利用場面を観察できる状況，他者から使い方を教わることができる状況，利用方法が明確に獲得され，早期できている状況では怖がりの発生が抑制される可能性が指摘できるように考えられる.

参加者 B

参加者 B は表 1 に示す 7 回，会に参加しており，その中で．コーヒーメーカーは計 3 回利用していたが，その内訳は 4 月に 1 回，1 月に 2 回であった．そのうち 1 月の 1 回目で怖がりが発生していた.

まずは，怖がりの発生した，1 月の 1 回目の利用状況を表 4 に示す．この場合も，参加者 A の怖がり発生時と同じく，参加者 B は参加者同士が全員で話をしている場面で機器利用を開始しており，それだけに他者からの支援・協力が得にくい状況であり，また直前には機器利用した参加者がいない状況であった（この場面の前に２０分間，コーヒーメーカーは利用されていなかった）．しかし直前ではないものの，参加者 B の怖がり発生の２０分前には，複数の利用者による機器の利用が集中的に行われており（5 回），このうちの 1 回では大学院生が参加者に丁寧に使い方を教えていた. こうした情報に参加者 B も触れていたにもかかわらず怖がりが発生していた点から，怖がりの発生は，情報があるか否かではなく,「その直前」の情報状況が重要な役割を果たしていると考えることができる.

次に怖がりが発生しなかった，2 回について報告する． 4 月の回は参加者が多く，必然的に機器を利用する参加者も機会も多かった．参加者 B が機器を利用したのは会の終盤であり，既に何名もの参加者が利用するところを観察する機会が存在した．さらに，参加者 B の利用直前に，別の参加者が大学院生から使い方を教わりながら利用している場面を遭遇している（直接顔を機器に向けていないので利用場面を「見ていた」と断言することは困難であるが）. 初めての利用であっても，回りの利用者の利用状況を観察したり，他の利用者が学習している様子を共有できることにより，怖がりの回避が可能であることを示唆している.

表 4　参加者 B の利用場面（1 月 1 回目）

経過時間	参加者の行動	機器の応答
35:30	コーヒーメーカーにカップをセット（手順1）	
35:31	ドリンクパックを見て選ぶ	
35:37	機器の右側を見る	
35:40	ドリンクパックを見て選ぶ	
35:45	ドリンクパックを手に取る	
35:47	ドリンクパックの裏面説明を見る	
35:51	**カバーをあけるボタンを押下しようとして手を引っ込める**	
35:55	画面下のロゴを触る	
35:57	そのまま指をコイン投入口の方へ持っていき，手を下す	
36:01	指を画面近くに持っていき，左右に動かしながら画面説明を読む	
36:06	別のボタンを触るも押さない	
36:07	別のボタンを触るも押さない	
36:12	パックドアをあけるボタンを押下（手順2）	パックドアが開く
36:14	ドリンクパックを中に入れる（手順3）	
36:16	パックドアを閉める（手順4）	飲み物抽出開始

1 月の 2 回目の利用場面では，機器側のエラーが発生したため，手順 2 の途中で大学院生が支援に入った．学生の介入後，および介入前の手続きでは怖がりは発生していなかった．

以上から，自らが機器を利用する直前に，他者の利用場面を観察できることによる怖がりの発生抑制が観察されたといえよう．逆に，操作者にとって自分の行為・操作が周囲の成員にとって「オープン」になっていないことが怖がり発現の要件となることも支持された．

参加者 C

参加者 C は 4 月と 5 月の合計 2 回，会に参加しており，コーヒーメーカーは 4 月の 1 回のみ利用しているが，この 1 回において怖がりが発生していた．この 1 回の利用について，以下，詳細に場面を記述する．

利用は，会が開始される前に起きており，参加者が随時みんラボにやってくる，移動者の多い時間帯であった．このような場面の特性上，周囲に人はいるものの，誰も機器利用の様子に注目していなかった．参加者 C は座っていた席から立ち上がり，コーヒーメーカーの前に立ち，カップをコーヒーメーカーにセットした（手順 1）．その後，入れたい飲み物の名前に対応するボタンを押そうとして手をひっこめる．その後，画面の表示を読み，ボタンを押下することに成功する（手順 2）．その後の手順（ドリンクパックを機器にセットする（手順 3），ドアを閉める （手順 4））については，エラー無く操作が進められた．コーヒーメーカー利用中，参加者は発話を行っていなかった．参加者 C の結果からは参加者 A，参加者 B ほど豊富なデータは得られなかったが，怖がりが見られた場面では，先の 2 名で見られていた怖がりを発現する条件がそろっていた点は指摘できるだろう．特に「周囲に人がいたとしても」活動・操作が「オープンなものとして共有されていない」ことが，怖がり発現と共起していることがここでも示されていると考えられる．

4.　総合考察

本研究の結果から，実験場面において，多くの高齢者に特徴的に現れていた怖がりは，コミュニティ活動中ではその発生は「数多くはない」こと，しかし発生が全くないのではなく，ある種の条件がそろった場合には，日常的な共同で行われる活動の場であっても観察されうることが示された．つまり，比較的日常生活に近い状況においても，確かに怖がりと言う現象が発生しうるということを示したといえるだろう．

加えて本研究では，そのように怖がりの発生件数が少なかった背景を検討するため，個々の参加者について，怖がりが起きた場面と，起きなかった場面を比較する探索的分析を行った．その結果，怖がりの発現を左右するいくつかの条件が，利用状況の中にあることが明らかとなった．本研究で示された「怖がり発生を抑制しうる」条件は，a)当該利用者が機器を利用する直前に，他者が機器を利用する様子を観察できること，b) 機器利用中に他者から自発的に使い方を教えてもらえる可能性があること，c) 利用当日に 1 回でも利用成功することにより，使い方が明確にわかるようになること，であった．また，エラーが発生する場面と怖がりの発生とは必ずしも関係がないことも示され，そこから d)自らの活動・機器操作が他のコミュニティ成員に

共有されている，あるいはオープンなものとして理解されている場合には，怖がりが生じにくい可能性が示唆された．

これらの結果から，怖がりを抑制するいくつかの環境条件が整った場合には怖がりが抑えられること．その一方で，それらの条件がどれも存在しない場合，実験室で見られるような怖がりが発生しうるということが明らかとなった．今後の支援を考える際には，怖がりを抑制する条件を，どのように整えていくかが重要であるといえるだろう．本研究の限界として，得られたデータがごく限られた状況の中での，数少ない事例から見えた結果でしかないという点があげられる．今後，より多様な機器，多様な状況の中で，こうした環境要因と怖がり発生の関係性について，より精緻な検討を重ねることが必要と考えられる．

ごく自然な日常的場面においては，高齢者が機器利用時に怖がりを発生しうることが，「観察しにくい」構造も明らかになってきた．若年者がごく自然に高齢者の機器利用を代行するという大きな要因である．こうした場合，当然ながら怖がりもエラーも起こらない．その結果，高齢者が機器利用の学習を行う機会が奪われるという問題もあるが，それ以上に，逆にどういう状況で「若年者が高齢者の代わりに機器を利用する」という現象が起きなくなるのか，また，高齢者が「自分で機器を利用せざるをえない」と判断するのはいつなのか，活動の分析が必要であろう．

以上，高齢者の人工物相互作用の中での怖がりを捉える時，実験室的実験を積み重ねることによって，怖がりが生じ，人工物の利用困難が引き起こされるメカニズムを解明するというアプローチのほかに，人工物を利用する場面そのものをデザインすることによって，怖がりや人工物利用困難が表面化することを押さえるという形での支援も考えられる．そうした人工物が使われる生活の場自体のデザインが，うまく機能し得ないのはどのような状況なのか，といった視点から，問題をとらえなおしていく必要性も本研究から指摘していくことができるであろう．

参考文献

[1] 安達悠子・原田悦子・須藤智・熊田孝恒・藤原健志, (2014) “認知的加齢と新奇な人工物利用：高齢参加者データベースに基づくユーザビリティテスト・データの分析”, 認知科学, Vol.21, No.1, pp.83-99.

[2] 赤津裕子・原田悦子・三樹弘之・小松原明哲, (2011) “高齢者の認知行動特性を考慮した IT 機器設計指針の検討：ATM のユーザビリティテストから”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 61, No. 6, pp. 303-312.

[3] Ebner, N. C., Freund, A. M & Baltes, P. B. (2006) “Developmental changes in personal goal orientation from young to late adulthood: from striving for gains to maintenance and prevention of losses.” Psychology and Aging. Vol.21, No.4, pp. 664-678.

[4] 原田悦子・赤津裕子, (2003) “「使いやすさ」とは何か: 高齢化社会でのユニバーサルデザインから考える”, 『使いやすさ』の認知科学, pp. 119-138.

[5] Higgins, E. T., (1997) “Beyond pleasure and pain.” American Psychologist, Vol. 52, pp. 1280-1300.

[6] 熊田孝恒・須藤智・日比優子, (2009) “高齢者の注意・作動記憶・遂行機能と認知的インタフェース”, 心理学評論, Vol.52, No.3, pp.363-378.

[7] 総務省 (2013). ICT 超高齢社会構想会議報告書－『スマートプラチナ社会』の実現－ ＜http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu02_02000069.html＞ (2015 年 10 月 30 日)

[8] 田中伸之輔・原田悦子, (2015a) “高齢者が人工物利用時に見せる「怖がり」: オフィス用複合機利用での若年―高齢者間比較を通して” 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, pp.851-858.

[9] 田中伸之輔・原田悦子 (2015b) “人工物利用時の怖がり測定尺度：行動観察による妥当性検証” 日本心理学会第 79 回大会発表論文集.

未来洞察ワークショップ会議での非言語コミュニケーションの特徴分析
Characteristics of Nonverbal Communications in Foresight Workshops

鷲田 祐一[1]，本田秀仁[2]，引谷幹彦[3]
Yuichi Washida，Hidehito Honda, Motohiko Hikiya
[1]一橋大学，[2]東京大学，[3]株式会社インテリジェンス
Hitotsubashi University, The University of Tokyo, Intelligence, Ltd.
yuichi.washida@r.hit-u.ac.jp

Abstract

In recent years, the use of foresight and scenario planning workshop sessions in the corporate organization is increasing. However, they tend to be believed less credible as compared to conventional sessions, although they have certain advantages. As the main reasons for this tendency, author hypothesized that, in the context of modern corporate organization, a logical decision-making has become an unintentional communication rule, even though it deviates from the natural decision-making process of the people. To examine the hypothesis, the author conducted the experiment with 1017 participants to simulate the two-stage reasoning decision-making that is frequently seen in the typical work-shop sessions.

Keywords — foresight workshop, decision-making, scenario, cause and effect, nonverbal communication

1. 未来洞察ワークショップでの非言語コミュニケーション

近年，企業の企画会議で，「ワークショップ型」の会議が多用されるようになってきている．例えば未来洞察手法[16]やシナリオプランニング手法[15]，およびデザイン思考手法[14][12]などのワークショップを多用するディスカッション手法がイノベーション戦略立案の実務などで増加している．また学術研究においても，スタンフォード大学 d. school[2]の成果が発表されている．

ワークショップ型会議が従来の伝統的な会議と違う点は，後者は事前に設定した議題に関する決議や報告，あるいは意見招請に重点が置かれているのに対して，前者では様々な断片情報的な材料をもとにその場でアイデアを考案する作業に重点が置かれていることである．つまり，後者の場合はいわゆる論理的思考がコミュニケーション・ルールとして普及定着しているが，前者ではそれが必ずしもルールになっていないといえる．むしろ，アイデアを考案するにあたって，人が日常の中で無意識に使っている別の思考方法がコミュニケーションのルールとして活用されているように推察される．

多くのワークショップ型会議では，何らかの文脈を伴ったアイデアの作成が目標とされる．文脈の記述には様々な書式が用いられるが，それらに共通な点は，それ自体に何らかの仮定と解決の両方がセットで記述されているという点である．本論では，そのような仮定と解決のセットを便宜的に「シナリオ」と呼ぶこととする．シナリオを作成するという行為は，目の前の何らかの不確実性に対して，独自の仮定をまず置き，その上でそれによって起こる結果も合わせて想定する，という二段推論の思考過程と定義できる．言い換えれば「未検証の仮説の上に仮説を積み重ねる」という思考過程である．このような二段推論の思考過程の存在が，ワークショップ型会議において，一般的な論理的思考とはやや違うコミュニケーションを生じさせている有力な一因と考えられる．

しかし，このような思考過程が人の日常生活では発生しないのかといえば，そうではない．むしろかなり頻繁に発生しているというべきだろう．たとえば荒天で遅れている交通機関を乗り継いで待ち合わせ場所に行く時のように，毎日の生活で起こる出来事などへの対応には，二段推論型のシナリオ作成を無意識に活用しているものである．つまり，遅れている交通機関の詳細が分からない状況でもなんとなくターミナル駅に向かい，なぜかうまく目的に到着できたりするということである．このような，いわばヤマ勘は，日常生活を円滑に進める上で欠かせない．

ワークショップ型会議で用いられる非言語コミュニケーションを理解するために，このような，人が日常の中で使うヤマ勘の構造を理解することがかなり有用なのではないか．実際の会議に対する調査や研究に並行して，日常生活のヤマ勘のようなシンプルで個人的な意思決定過程についても理解を進めることで，ビジ

ネス現場での非言語コミュニケーションを実証的に検証できるのではないか．このような考えのもと，本論では，日常的なトピックを設定して，個人の二段推論過程に中心課題を絞って実証実験をしてみることとした．

2. 先行研究

本論の中心議題に対して参考にすべき先行研究は，認知科学領域の意思決定研究と，実務を元にしたビジネスインテリジェンス研究領域のシナリオに関する研究である．

まず意思決定研究について関連する先行研究を整理する．Mietzner & Reger[9]は，意思決定にシナリオを用いる手法がどのように発生し，研究開発されてきたのかを 1940 年代の米空軍の研究開発などに遡って概観した．その結果 1970 年代以降，シナリオを用いる手法が，特に未来予測研究のパラダイムを大きく変化させてきたことを検証したものの，その定義や手法は今に至るまで様々に揺らいでいると指摘している．Bradfield 1]は，シナリオ作成プロセスにおける，知識の構造化と平易化，因果律の活用，そして演繹的推論と帰納的推論の共存について論じている．

二段推論によるシナリオ作成について，特に重要と思われる要素は，リスク，曖昧さ，因果関係の 3 つである．これら 3 要素の関係について，特に詳しく先行研究を検証してみた．まず因果関係について参考になる研究を示す．Luque らの研究[7]によれば，人間は予測性が低い状況下でわずかな手掛かり情報を元に物事の結果を予測しようとする場合，それら手がかり情報を因果関係で繋ごうとするという．その手がかり情報を繋ぐ行為こそが初期的なシナリオであるとの解釈である．彼らが実施した 134 名の学生に対する心理実験の結果によれば，異なる手がかり情報から同じ結果が導出された場合に，それら手がかり情報の間に明確に因果関係のシナリオを想定する傾向が高まるという．

次に，リスクと曖昧さについてであるが，Ghosh & Ray のシナリオ手法を用いた心理実験[4]によれば，個人のリスクへの態度と曖昧さへの忍耐度，意思決定（選択）の間には，有意な関係があることが検証されている．実験結果は，リスク回避的で曖昧さへの忍耐度が高い個人のほうが自分の意思決定に対して強い自信を持つという順当なものであった．

いっぽう，実務を元にしたビジネスインテリジェンス研究領域でも興味深い先行研究がある．Meissner & Wulf[8]は，様々な設定での大規模なビジネスワークショップ実験を実施し，従来的な戦略立案とシナリオ手法の比較をした結果，シナリオ手法は戦略立案においても様々なフレーミングによる認知バイアス（いわゆる思い込み）を低減し，意思決定の自信度を高め，戦略立案の質を向上させることを検証した．ところが，その後 Phadnis ら[10]の研究によると，(1) シナリオ手法は事例によってパーソナライズされている要素が強く，事例の比較がしにくいこと，(2) 民間企業が実施したワークショップ等の結果が公表されないので検証しにくいこと，および (3) シナリオ作成時には学術研究者が作用できないような外部要因が数多くあること，の 3 要素によって，実証的な研究が進まないことだと指摘している．彼らはさらに，大規模な文献検索による先行研究検証も実施し，シナリオ手法が人間の意思決定に明確な効用をもたらすかどうかの実験研究は上記の Meissner & Wulf[8]を含めてもわずか 3 例しかなく[6][11]，その効用の検証も未だに厳密な意味での検証が進んでいないと結論している．

これらの先行研究をもとにすると，以下のような論点が整理できる．まず，リスクのある断片情報に対して意思決定を迫られると，人はそれら断片情報を因果関係で繋ぎ合わせて理解しようとする傾向があり，それをシナリオ（あるいは日常生活ではヤマ勘）と呼ぶということが，先行研究でも支持されている．次にシナリオ作成行為の評価指標としては，意思決定者の思考の柔軟性や多様性，という要素の重要性が挙げられる．そしてその対極としてフレーミングや認知バイアスによる思い込みの存在が指摘できる．二段推論でシナリオを作成する際にも，作成者の思考に柔軟性や多様性が十分な場合とそうではない場合で，結果がどのように違うのかを検証することには意義がある．最後に，シナリオ作成行為に対する自信という要素も重要度が高いと指摘できる．自信については，互いに相反する先行研究が出ているので特に注目される．

なお，個人属性の違いによるシナリオ手法の効果の違いという点も興味深い．特に個人のリスク選好度や曖昧さへの忍耐度については検証の意義がありそうだ．ただし，このような問題は，本論の出発点である企業における非言語コミュニケーションとは直接関連づけにくいので，今回は焦点からは外す．

3. 仮説

未来に起こる不確実性に対して二段推論過程を用い

てシナリオを立てる，という行為を考える場合，まずそのシナリオが「当たる」と思うかどうか，という問題に着目し，そのシナリオ作成行為の自信度を測ることが重要と考えられる．作成者が当たりそうだと思えるシナリオは「自信があるシナリオ」ということである．ただしその際，シナリオを作成した後に事実がどうであったのかがまだ決定されていない時点での「当たるかどうか」という意識（事前的中自信度）と，事態が進行して事実が 1 つに決定された時点での「当たったかどうか」という意識（事後的中自信度）の 2 種類があることに留意する必要がある．

事前的中自信度は一般的な予測の感覚に近いものなので理解しやすいが，認知科学的な興味においては，むしろ事後的中自信度のほうが重要である．事実が判明した後でもなお，シナリオを立てて意思決定し行動したことに意義があったかどうか，あるいはその後も再びシナリオを立てるという行為を利用しようと思うかどうか，に直接関係しているのは，事後的中自信度だからである．特に，シナリオが部分的に「外れた」場合の事後的中自信度については検証すべき課題が多い．たとえば，IT 機器が作動しなくなったので故障したと思い修理屋に持ち込んで事なきを得たとする．しかし，修理屋いわく，故障ではなく電池が切れただけだった，とのことだったとする．この場合，シナリオ作成者は故障したという原因仮説をもとにして修理屋に持ち込むというシナリオを（ヤマ勘で）作成してその通りに行動し，結果的には事なきを得たと解釈できる．しかし事実は故障ではなく電池切れだったと事後に判明したので，原因に関するシナリオは外れていたということだ．この場合，はたして作成者はこのシナリオが全体として当たっていたと思うのか，あるいは結果は良好であったがシナリオは外れたと思うのか，ということが問題になる．事後的中自信度では，このような事態についての検証が重要になる．

原因要素が的中している場合と，結果要素が的中している場合（あるいは両方が的中している場合）で，自信度が違う可能性がある．一般的な論理的思考の概念に従えば，結果が的中することだけが的中自信度を測る対象になってしまうが，二段推論によるシナリオの評価では，原因要素についても検証が必要である．そして，このように原因要素と結果要素を別々に取り扱うことで，先行研究で指摘されている自信度に対する研究結果の揺らぎについても合理的な説明が可能ではないかと考えられる．

このような前提に立ち，以下のような 2 つの仮説を立てた．

1. 仮説 H1: シナリオ的中自信度の仮説

個人がシナリオを作成し，それを評価する際に，原因要素よりも結果要素が「当たった」ほうが，そのシナリオが「当たった」と感じる，つまり事後的中自信度が高いのではないか？言い換えれば,「終わりよければすべてよし（All's Well That Ends Well: 1603 年に書かれたシェイクスピアの戯曲が由来という）」の諺のとおりの効果が存在しているのではないか，という仮説である．

2. 仮説 H2: シナリオ作成仮説

個人がシナリオを作成し，それを評価する際に，原因要素に対する親近性が高いほどシナリオ作成行為に対して，自信度が高まるのではないか？

前述の[4]の先行研究によれば，原因要素に対するリスクが低いと感じられる場合のほうが，自信度は高まる可能性が示唆される．そこで，原因要素と結果要素の間で，親近性と自信度に対する影響度に違いがあるのではないか，という仮説が立てられる．

4. 個人に対する意思決定ゲームでの実験

日本人の一般生活者に対して，後述するような日常的な課題に対して，まず原因要素を推論して選択し，それを前提にした結果要素を選択することでシナリオを立てるという実験を実施した．具体的には，以下の 4 ジャンルの各 2 トピック（合計 8 トピック）について，それぞれ「原因要素の選択肢数×結果要素の選択肢数」を 2 つ，あるいは 4 つ設定した課題を作成し，各被験者にランダムにそのどれかを回答させるという意思決定ゲームを設定した．

・「職探しの際の企業規模」課題：

「大企業とベンチャー企業の両方から内定をもらい，どこに就職するかを決心しなければいけない」という原因要素に対して「その後に出世したり，幸せな人生を歩んだりする」という結果要素．

・「職探しの際の面接結果」課題：

「就職面接を受けたが，連絡がこない」という原因要素に対して,「その後の就職活動をどうするか」という結果要素．

・「インフルエンザについての健康福祉」課題：

「今年，インフルエンザが流行するかどうか」という原因要素に対して,「予防接種を受けるかどうか」という結果要素．

・「年金についての健康福祉」課題：
「今後，日本にいて自分は年金を受給できるのかどうか」という原因要素に対して，「その備えのためにどういう行動をとるか」という結果要素.
・「交通における台風の影響」課題：
「大きな台風の接近で交通機関が乱れそうだ」という原因要素に対して，「東京―福岡間の出張移動をどうするか」という結果要素.
・「交通における落し物捜索」課題：
「東京駅のどこかで自分の携帯電話を紛失したようだ」という原因要素に対して，「落し物センターに行くか，警察に届けるかの判断をする」という結果要素.
・「情報生活におけるフェイスブック」課題：
「自分の Facebook に見知らぬ人から承認申請がきた」という原因要素に対して，「その相手にどう対応するか」という結果要素.
・「情報生活におけるショッピング」課題：
「インターネットのショッピングサイトで購入しようとしたが，パスワードを入力してもアクセスできない」という原因要素に対して，「どのようにしてショッピングを実施するか」という結果要素.

なお，学生と社会人に対する事前予備実験によって，多数のトピック候補から，回答しやすさと回答の分散の小ささから，これら 8 個のトピックを選定した．具体的な実験の手順は以下のとおりである.

手順 1：まず後述する予備実験で実験参加の意思が確認できた個人に対して，図 3 にあるような意思決定ゲームのルール説明を提示する．ここで注意すべき点は，被験者にはこの意思決定ゲームはビッグデータを実装する一種のエキスパートシステムであるという架空の設定の教示がなされることである．なぜこのような手続きを採用したのかというと，この意思決定ゲーム内で，被験者にとっての「事実」を創造（実際には架空）する必要があったからである．そうすることで，その「事実」とシナリオを比較するときに発生する的中自信度を測定することが可能になるということだ．その際，提示された「事実」が本当に事実であるかのように被験者に信用してもらえなければ意味がないので，このような架空エキスパートシステムの設定を置いたということだ.

手順 2：このような教示をした後，被験者は，まず全員が統一の練習課題（1 トピック）を回答する．その後，予備実験で判明している自分自身の得意領域 2 ジャンル（合計 4 トピック）が自動的に順に提示され，回答する．それぞれの課題について，まず被験者はそのトピックの設定の教示を受けた上で，それぞれの原因要素，結果要素の選択肢をすべて提示される．選択肢の数は，4×4，4×2，2×4，2×2 の 4 種類が，被験者ごとにランダムに提示される．被験者は，選択肢の中から原因要素，結果要素をそれぞれ 1 つ選ぶ.

手順 3：被験者がそれぞれの課題の原因要素，結果要素を選択し回答し終えたら，原因要素，結果要素それぞれについて，「身近さ」「選択の難しさ」の 2 項目を 7 段階評価で回答する．この場合の「身近さ」とは，その選択肢全体の内容に対する親近性を測る指標であり，「選択の難しさ」は言葉の通り回答の困難さを測る指標である．一般に，親近性はその要素内容に対してリスクを低く感じる度合いに結びついていると解釈できる．また親近性が高いほうが，その要素内容について思考の柔軟性や多様性も高いとみなすことが自然であろう．いっぽう，「選択の難しさ」は，その要素内容に対してリスクを高く感じる度合いに結びついていると推察される.

手順 4：さらにその後，被験者は自分が回答した選択内容（つまり被験者が作成したシナリオ）が，意思決定ゲームがこの後に出す「答え」に対して，どの程度「当たる」と思うかを 7 段階評価で回答する．これは事前的中自信度を測る質問である.

手順 5：意思決定ゲームが被験者に対して「答え」を返す．この「答え」は，必ず原因要素か結果要素のどちらかだけが「当たっている」ような「答え」になっている．どちらが「当たる」かは，ランダムに決定される．ただし，すべての被験者に最初に出される統一の練習課題だけは原因要素，結果要素の両方とも「当たっている」ような「答え」が返される．つまり，「答え」は，被験者の視点で見れば，いわば必ず部分的に（言い換えれば中途半端に）「当たっている」状態が生じるのである.

手順 6：この状態で，被験者は再び自分が回答した選択内容（被験者が作成したシナリオ）が，この「答え」に対して，どの程度「当たっていた」と思うかを 7 段階評価で回答する．これは事後的中自信度を測る質問である．このような手続きを合計 4 トピック繰り返す.

実験の実施，回収，集計は（株）日本リサーチセンターと協働で進めた．実験の全ての手続きと回答はインターネット画面上でできるように準備した．対象者サンプリングは同社が保有するインターネット消費者

パネルを用いて 18 歳～75 歳の日本人一般生活者から被験者を抽出し，実施した．事前の準備で参加意思が確認できた 1,422 人に配信し, 1,118 名の返答があった（返答率 78.6%）．すべての返答者には基準に従って薄謝が進呈された．返答サンプルのうち,「回答時間が 3 分未満（早すぎる)」「実験手続きの合間にいれた 2 つのダミー質問（不正回答者を検知するための質問）に正解しない」という排除条件に適合した 101 サンプルを不良サンプルと判断して分析対象除外とした．最終的には 1017 サンプルを有効回答とした．

5. 仮説検証と結果の解釈

予備実験は 2014 年 1 月 30 日～2 月 6 日，本実験は 2014 年 2 月 13 日～23 日に実施された．以下に，実験結果の主要な部分を掲げながら 3 つの仮説の検証結果を説明する．

1. 仮説 H1 の検証

仮説 H1 についての判断するための実験結果を表 1 に示す（数字は全て 1～7 点の 7 段階評価の得点）．まず，8 個のトピックの二段推論課題における「答え」を知る前の事前的中自信度の平均は, 4.94 点であった．それに対して，同じく 8 個のトピックの二段推論課題における「答え」を知った後の事後的中自信度の平均は 4.09 であった．すべての被験者にとって「答え」は常に原因要素か結果要素のどちらかだけが「当たっている」ので，もしも被験者が機械的な合理性を元に評価すれば事後的中自信度は 1～7 点の中央値である 4.00 になると推察されたのだが，実際にはやや高めに出た．ちなみに練習課題では事前的中自信度は 5.00, 事後的中自信度は 5.70 であった．やはり原因要素も結果要素も必ず「当たる」ようになっている事前課題では事後的中自信度が極めて高く出た．

表 1 仮説 H1 の検証結果

	n	SD	事後的中自信度
練習課題	1017	1.30	5.70
8課題全体平均	4068	2.15	4.09
原因要素的中者平均	1984	2.08	3.93 **
結果要素的中者平均	2084	2.15	4.25 **

p=1.18227E-12

次にいよいよ仮説検証であるが，8 個の二段推論課題における，原因要素が「当たって」いた被験者の事後的中自信度と結果要素が「当たって」いた被験者の事後的中自信度を比較することで検証が可能である．結果は，表 2 のとおりであった．原因要素が「当たって」いた被験者の事後的中自信度の平均は 3.93，結果要素が「当たって」いた被験者の事後的中自信度の平均は 4.25 であった．

この結果をもとに，全サンプルの事後的中自信度の平均に対して，原因要素が「当たった」人と結果要素が「当たった」人の事後的中自信度の平均の差に t 検定を実施したところ，$p<0.01$ となった．つまり，8 つの二段推論課題における事後的中自信度は，原因要素よりも結果要素が的中していた人のほうが，有意に高いと言え，仮説 H1 は支持されたといえる．この現象はpeak-end rule[5]の発現によるものとも解釈できる．人間は過去の経験を，そのピーク（絶頂）時にどうだったか (嬉しかったか悲しかったか)，そしてそれがどう終わったかだけで判定する，という法則である．

2. 仮説 H2 の検証

仮説 H2 の検証とためには，原因要素に対する「身近さ」, 結果要素に対する「身近さ」, 事前的中自信度, 事後的中自信度の 4 要素それぞれの相関を確かめることが必要である．

	事前的中自信度	原因の身近さ	結果の身近さ	事後的中自信度
事前的中自信度	1.0000	0.5028	0.4199	−0.2360
原因の身近さ	0.5028	1.0000	0.3979	0.6311
結果の身近さ	0.4199	0.3979	1.0000	−0.0172
事後的中自信度	−0.2360	0.6311	−0.0172	1.0000

図 1 仮説 H2 の検証（偏相関行列）

表 2 原因要素への親近性と，結果要素のみ的中者の事後的中自信度

	原因要素への親近性が平均以上			原因要素への親近性が平均未満		
	M	SD	n	M	SD	n
職探し企業規模	3.57	0.12	170	3.27	0.15	92
職探し面接結果	4.01	0.14	145	3.63	0.12	117
健康福祉インフルエンザ	4.95	0.16	110	4.03	0.12	151
健康福祉年金	4.93	0.14	137	4.25	0.11	124
交通台風	4.50	0.12	153	4.04	0.11	112
交通落し物	4.05	0.13	167	4.01	0.11	98
ITフェイスブック	4.86	0.11	162	3.91	0.11	92
ITショッピング	5.38	0.13	117	4.53	0.11	137
8トピックの平均	4.53	0.13	1161	3.96	0.12	923

p=0.00

しかし，この 4 要素はそもそも独立性が低く，互いに高い相関をしている項目なので，単相関係数の絶対値の吟味だけでは有意な特徴を見出しにくい. そこで, 要素間の偏相関行列を算出してみたのが図 2 である. 事後的中自信度に対して正の偏相関係数を示すのは原因要素の「身近さ」だけであることが確認できる．つまり，原因要素への「身近さ」が高いほど，事後的中自信度が高くなるということだ.

しかもさらに興味深いことに，表 2 に示すように，原因要素に対する親近性が高い被験者のほうが，結果要素に対する事後的中自信度が有意差を持って高いこ

とも検証された．総じて，仮説 H2 も支持されたと言える．

3. 結果の解釈

論理的思考に従えば，原因要素が「外れ」たにもかかわらず結果要素が「当たった」という現象は，初期に設定した因果関係を飛び越えた偶然の結果かもしれない．少なくともこのような現象は，論理的思考を重視する立場からは最も認めたくない現象のはずである．それにも関わらず，原因要素だけが「当たった」場合よりも事後的中自信度が高いという結果が出たのである．しかも原因要素に対する親近性が高い被験者のほうが，そのような状況でも事後的中自信度が有意差を持って高いのである．つまり，原因要素に対する豊富な知識が，それが「外れる」かもしれないというリスクを克服するのに役立っているのではないかと解釈できる結果である．

このような解釈を図示すると図 2 のようになる．原因要素が「外れた」にも関わらず結果要素が「当たった」という現象に遭遇したとき，原因要素への親近度が高い人は，すぐさま原因要素に関する代替的解釈（原因の読み替え）を柔軟に展開できるで，自分のゲームの成績を客観視できる（つまり，今回は外れたけれど，なぜ外れたのかが容易に理解・推測できるので，自分の判断についての根本的な揺らぎに陥りにくい）ということだ．そのため，事後的中自信度があまり下がらないという解釈である．

一般的な科学的思考では，いわば未検証の仮説の上に仮説を積み重ねるような二段推論は避けるべきものと考えられがちであるが，前述のとおり，実際の日常生活において多くの人はこのような二段推論を頻繁に利用している．つまり，人間が二段推論を用いる場合に，一段目の推論に対しては，明確な検証や確信が得られない状態であっても，その推論対象に対して十分に親近性が確保され，問題自体を深く「理解」できている状況であれば，ある程度の自信を持って二段目の推論に進むことができる，という示唆が得られる．

このように，一段目の推論を飛び越えて二段目の推論のほうで先に「事実」が得られてしまうような事例は，日常生活の中にも，あるいは企業の経営判断の中にも実は頻繁に発生する．シナリオ作成を伴うワークショップ型会議では，そのような情報（従来であれば利用できずに捨ててしまっていた情報）を効率的に知識に変換してゆくことができる場であるとも解釈できる．

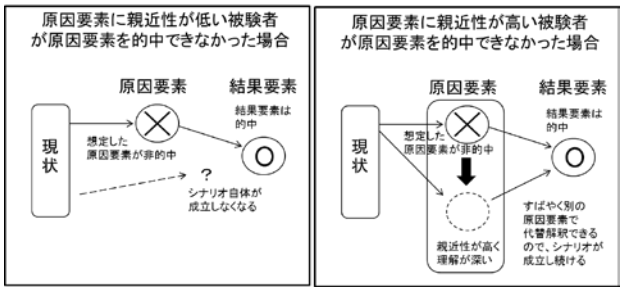


図 2　原因要素に関する柔軟な代替的解釈のイメージ

またこのような現象は，アブダクション[3]が発現した結果とも解釈できる．従来，デザイナーなどがアブダクションをうまく活用していることは報告されていた[13]．しかしより一般的に，原因要素に対して親近性が高い人のほうが，アブダクションが上手であるという示唆は，本実験で得られた新たな発見である．同時に，現代企業等で一般的に望ましいと信じられている意思決定やコミュニケーションのルールが，日常生活で使われている人の自然な意思決定の方法（非言語コミュニケーション）とは，図らずも乖離していることが強く示唆された点も意義が大きい．

さらに，このような解釈が正しいとすると，以下の 2 つのことが示唆される．(1) 原因要素は「全体的に理解」をすべき要素であり，そこを的中させることは，シナリオ手法が成功裏に進むための必須要素ではない．(2) いっぽう結果要素は，「全体的な理解」だけでは済まされず，やはり「的中」することが望まれる．

このうち，特に (1) の結論は，人の意思決定の研究にとって意義があると考えられる．人間が二段推論を用いる場合に，一段目の推論に対しては，明確な検証や確信が得られない状態であっても，その推論対象に対して十分に親近性が確保され，いわば問題自体を深く「理解」できている状況であれば，ある程度の自信を持って二段目の推論に進むことができる，と考えられる．つまり，二段推論は図 3 のように一段目と二段目で思考や意思決定が，「理解」から「推定」へとモーダルチェンジしているという理解である．

図 3 はさらに興味深い示唆を与える．それは，「理解」という「状態」は，既知領域において確定した事実を元にしなければ成立しない「状態」であると考えられがちであるが，シナリオ手法においては，それを確定した事実を元にすることができない未知領域においても成立しうる，ということである．そしてさらに，そ

のような未知領域での「理解状態」を踏み台にすることで二段目の推論が成立するわけであるが，その際に図2のように，一段目の推論に「誤り」があったり「事実」が得られない状況であったりしても，二段目の推論で「事実」が得られれば既知領域を一気に拡大できる可能性がある，ということも示唆している．このことがシナリオ手法の最大の利点であると筆者らは考える．

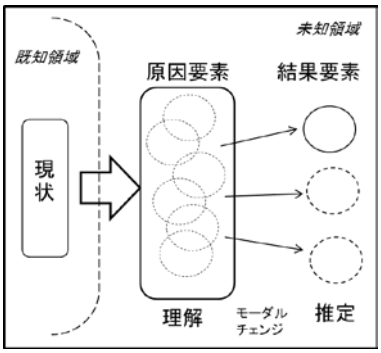


図3 「理解」から「推定」へのモーダルチェンジ

6. 今後の課題

本研究には多数の課題が残っている．主な課題を 4 つ記しておく．

1 つ目は，今回は個人の性格やリスク選好度などについて吟味していない点である．先行研究でもそれらがシナリオ手法の効用に影響を与えていることは示唆されている．今後その視点での分析や議論を進め，総合的な理解を試みる必要がある．

2 つ目は，課題の設定の仕方が万全ではなかったという点である．本実験もかなり慎重な手続きを踏んで実施したが，それでもなお若干のトピック依存性が見られた．また性別や年齢による反応の違いも皆無とは言えない．今後このような社会心理的な側面での吟味や，国籍，性年齢などの吟味をした課題選定方法の精緻化が必要であろう．

3 つ目に，要素への親近性と理解の間の関係が必ずしも明確ではなかったという問題が指摘できる．今回の実験結果をもとにして，今後は質問方法を工夫する必要がある．

4 つ目は，今回の実験では組織的な意思決定を想定しなかったという点である．実務でのワークショップ型会議では個人によるシナリオ作成と組織によるシナリオ作成が複雑に組み合わせられる．今回の実験の結果が組織的な意思決定でも同様に検証されるのかどうかは現段階では不明である．今後のさらなる研究によって，組織的意思決定を中心課題にした実験の実施が望まれる．

参考文献

[1] Bradfield, R. M., (2008) “Cognitive barriers in the scenario development process”, Advances in Developing Human Resources, Vol.10, No. 2, pp.198-215.

[2] Brown. Tim, (2009) “GHANGE BY DESIGN: how design thinking transforms organizations and inspires innovation”, Harper Collins Publishers, New York, NY.

[3] Fann, K. T., (2012) “Peirce’s theory of abduction”, Springer Science & Business Media, New York, NY.

[4] Ghosh, D., & Ray, M. R., (1997) “Risk, Ambiguity, and Decision Choice: Some Additional Evidence,” Decision Sciences, Vol.28, No.1, pp.81-104.

[5] Kahneman, Daniel, (1999) “Objective Happiness", In Kahneman, Daniel, Diener, Edward, Schwarz, Norbert (eds.), “Well-Being: Foundations of Hedonic Psychology”, Russell Sage Foundation. pp. 3–25.

[6] Kuhn, K. M. & Sniezek, J. A., (1996) “Confidence and uncertainty in judgmental forecasting: Differential effects of scenario presentation,” Journal of Behavioral Decision Making, Vol. 9, No.4, pp.231-247.

[7] Luque, D., Cobos, P. L. & López, F. J., (2008) “Interference between cues requires a causal scenario: Favorable evidence for causal reasoning models in learning processes”, Learning and Motivation, Vol.39, No.3, pp.196-208.

[8] Meissner, P. & Wulf, T., (2013) “Cognitive benefits of scenario planning: its impact on biases and decision quality”, Technological Forecasting and Social Change, Vol.80, No.4, pp.801-814.

[9] Mietzner., D. & Reger., G., (2005) “Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight”, Int. J. Technology Intelligence and Planning, Vol. 1, No. 2.

[10] Phadnis, S., Caplice, C., Sheffi, Y. & Singh, M., (2014) “Effect of scenario planning on field experts' judgment of long - range investment decisions,” Strategic Management Journal.

[11] Schoemaker, P. J., (1993) “Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation”, Strategic Management Journal, Vol.14, No.3, pp.193-213.
[12] 奥出直人, (2012) ”デザイン思考と経営戦略”, NTT 出版
[13] 田浦俊春, (2012) “デザインの社会的動機 –技術成熟化社会における Pre-Design と Post-Design の役割”, 日本デザイン学会誌デザイン学研究特集号, Vol. 20-1, No.77
[14] デザイン＆ビジネスフォーラム, (2007) “デザイン思考がビジネスを革新する ～デザインエクセレントな経営者 28 人の極意～”, ダイヤモンド社
[15] 西村行功, (2003) “シナリオ・シンキング―不確実な未来への「構え」を創る思考法”, ダイヤモンド社
[16] 鷲田祐一, 三石祥子, 堀井秀之, (2009) “スキャニング手法を用いた社会技術問題シナリオ作成の試み”, 社会技術研究論文集, 第 6 巻, pp.1–15.

洞察問題解決における二重課題時の閾下情報の保持特性
Whereabouts of Subliminally Presented Information Used in Insight Problem Solving

小田切 史士[†]，鈴木 宏昭[‡]
Hitoshi Otagiri, Hiroaki Suzuki
[†]青山学院大学社会情報学研究科，[‡]青山学院大学人間科学部
chrono_brake@hotmail.co.jp

Abstract

It has been suggested that, in insight problem solving, implicit information processing plays an important role. It means that human can store implicit information in some storage system such as working memory so that they could refer to it during the problem solving. Suzuki et al. (2014) examined participants' solution of an insight problem with and without subliminally presented the hint images. In addition, they also studied the influence of a spatial tapping task at the time of subliminal presentation. If the subliminal presentation is stored in the working memory, the spatial tapping task interferes the retention of implicit information. The results show that the capacity of the working memory is kept intact in retaining implicit information. However, visual sketchpad in the working memory may be divided into two sub-functions of the visual cache and the inner scribe. Suzuki et al. (2014) might not detect an interference because subliminal presentation was stored in the visual cache and the tapping task used the inner scribe. In this study, we have carried out additional tests by replacing the spatial tapping task with a change detection task which uses visual cache. Unlike the previous studies, participants with the presentation of subliminal information but without a change detection task tended to demonstrate a higher relaxation rate in relational constraints.

Keywords — insight problem solving, continuous flash suppression, implicit learning, subliminal priming, working memory

1. はじめに

本研究は洞察と呼ばれる人間の創造的思考が，潜在的な処理過程に大きく依存しているという近年の研究結果を踏まえ，閾下呈示された情報を人間はどのように保持しているのか，その一端を検証することを目的としている．検証するにあたり，まずは洞察問題の特徴や無意識との関連性について述べていく．

1.1 創造的思考としての洞察

洞察問題とは非定型な解法の発見が必要とされる問題のことで，解決者は自身の状態を適切に認識することができずにインパス（行き詰まりの状態）へと陥ってしまいがちである．例えば図１はＴパズルと呼ばれる洞察問題で，左の４つのピースを組み合わせて右のＴの字を作り上げることが求められる．解決に至るためのキーとなるのは五角形（左から３つ目）のピースである．解決者は初期にはこのピースを縦長か横長になるように置いてしまうか，あるいは窪みの部分を他のピースで埋めてしまい，インパスから抜け出せずに苦戦を強いられる．

制約論的アプローチ（Knoblich & Ohlsson, 1999; 鈴木・開, 2003）によれば，問題解決初期には不適切な制約が適応されてしまうため，解決者はインパスに陥る．先のＴパズルであれば，対象制約（五角形を縦長か横長に置いてしまう）と関係制約（五角形の窪みの部分を埋めてしまう）の二つの制約が適応されてしまう．しかし試行を繰り返す過程で徐々に制約の強度が緩和され，適切な操作の確率を上昇させていくことで，最終的に解決へと至る．制約の緩和は意識化出来ないため，解決に至った際には唐突にひらめいた様な印象を伴うのだと考えられる．

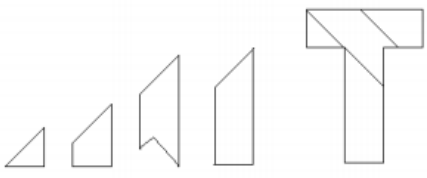


図１　Ｔパズル

1.2 無意識な学習による洞察問題解決

制約の緩和は無意識下で行われており，解決は主として解決者の意識を離れ，潜在的な学習によってなされていると考えられる．事実，洞察問題解決時における人間の意識と無意識には，乖離が生じることを示す研究も存在する。例えば Metcalfe (1986) は洞察問題

解決に取り組む被験者の，現在の解決状況に対する意識的な評価と，実際の行為の間に食い違いが生じることを示している．

また無意識下の処理が意識上における処理よりも先行していることを示唆する事例も報告されている．例えば小学生に「A＋B－B」のような，法則に気付きさえすれば見ただけで答えがわかる算数の問題を与え続け，解決時間を測定する．この時，被験者には法則に気が付いた時点で報告をするように求めると，解決時間の減少は彼らが言語報告をするよりも，平均して五問ほど前の問題から発生している（Siegler & Stern, 1998; Siegler, 2000）．

また寺井・三輪・小賀（2005）は，インパスに陥っている被験者が解決するための方略として誤った仮説を口にしていても，この時の眼球運動の変化過程を見ると，本人は無自覚だが試行を重ねると共に適切な方向への操作を増加させていることを報告している．

1.3 閾下呈示による潜在性の検証

洞察問題解決と潜在的な学習の関係を検討する方法として，西村・鈴木（2006）は被験者にヒント情報（洞察問題の正解画像）を含むサブリミナルカット（約1/30 秒）を挿入した動画を提示した後に，洞察問題解決に挑戦させた．その結果，被験者はヒント情報を意識上では知覚していないにも関わらず，パフォーマンスに改善がみられている．また Hattori, Sloman & Orita (2013) は複数の洞察問題を用いて同様の手法による実験を行い，ヒント情報の閾下呈示によって解決者数が増加することを示した．

しかしサブリミナルカットを用いた手法は，必ずしも充分な効果を得られるとは限らない．例えば服部・柴田（2008）ではある程度のパフォーマンスの改善が見られたものの，統計的には有意に至っていない．また西田ら（2015）は反応抑制の活性化や，覚醒度の高まりが閾下呈示された情報を抑制してしまう可能性があることを報告しており，必ずしも閾下呈示による手法が解決を促進するわけではないことを述べている．

鈴木・福田（2013）はヒント情報の呈示時間が短いため，効果が有意なレベルに到達しない可能性を考慮し，Tsuchiya & Koch (2005) が用いた連続フラッシュ抑制（continuous flash suppression，以降 CFS）による閾下呈示を行った．CFS とは両眼視野闘争を利用した刺激の呈示方法で，短時間の間に激しく変化するコントラストの高い画像を優位眼に呈示し，劣位眼にはコントラストの低い静止画像を呈示する．こうすることでコントラストの低い静止画像が長時間に渡り抑制され，知覚出来なくなる．CFS はサブリミナルカットによる呈示方法とは異なり，刺激を数十秒から数分に渡り継続して呈示することが可能な点で優れている．鈴木らは CFS を用いることで，洞察問題解決における被験者のパフォーマンスを大幅に改善させることに成功した．

1.4 問題解決時における潜在情報の貯蔵

鈴木・福田（2013）は，閾下呈示された情報が何らかの貯蔵庫，例えばワーキングメモリに保持され，問題解決時に参照されていた可能性を挙げている．

仮にワーキングメモリ内に無意識の情報が保持されるのであれば，容量はどのように振り分けられているのだろうか．意識上のものとして想定されてきたワーキングメモリには，一度に保持できる記憶量に限界があるとされているが（Baddeley, 2012），潜在情報は意識上のワーキングメモリと同じ貯蔵庫を共有して保持しているのか．それとも潜在情報に対しては異なる貯蔵庫が存在し，そちらを活用しているのだろうか．

Suzuki et al. (2014) では以上の問題にアプローチするために，被験者に二重課題を用いた実験を行った．この実験では，CFS によって洞察問題のヒント画像を被験者に閾下呈示する際に，干渉課題としてタッピング課題を行わせた．タッピング課題は，CFS の優位眼側の画面の右側・中央・左側の三ヶ所の中から，ランダムに表示された四角形の位置に対応しているキーを押すというものである．この時，被験者の注意はタッピング課題に向けられることになり，ワーキングメモリの容量はそちらに割かれてしまうことになる．そのため潜在情報がワーキングメモリに保持されるのであれば，貯蔵庫がタッピング課題で圧迫されたことにより，閾下呈示による効果が得られなくなることが予想される．しかし結果は閾下呈示のみを行った被験者よりも，タッピング課題も併せて行った被験者の方が成績が向上するというものであった．また閾下呈示なしにただタッピングを行うだけでも，洞察問題解決が促進されることが示された．これらの結果からすれば，ワーキングメモリに負荷をかけると洞察問題解決が促進されること，及びワーキングメモリと潜在情報の貯蔵庫はリソースを共有していないと考えるのが妥当に思われる．

しかし Suzuki et al. (2014) の実験は負荷をかける

ための干渉課題に問題があった可能性が考えられる．視覚野の側頭葉を通る腹側系は，視覚的なオブジェクトの特徴（色や形態情報など）を処理しており，頭頂葉を通る背側系は位置や空間情報を処理しているとされている（Rao, Rainer & Miller, 1997）．これと対応するように，ワーキングメモリ内において，視覚的情報の保持を担うとされる視空間スケッチパッドも，視覚的なオブジェクトの特徴を保持する視覚キャッシュと，位置や系列，運動情報などを保持するインナースクライブの 2 つの下位機能に分かれているとされている（Logie & Marchetti, 1991; 須藤・兵藤, 2006）．

Suzuki et al. (2014) の行ったタッピング課題はインナースクライブに負荷をかける課題であったと考えられる．しかし閾下呈示された情報は T の形として，視覚キャッシュに保持されていたと推測される．そのため彼らは，潜在情報を保持している場所とは異なるところに負荷をかけてしまっていた可能性が考えられる．

Suzuki et al. (2014) の実験は視覚キャッシュに負荷をかける干渉課題を行うことで，再度検証する必要がある．そこで本研究では，T パズルの正解画像を CFS で閾下呈示する際に，物体の形態情報に関する変化検出課題を用いて負荷をかけ，洞察問題解決時にどのような影響がみられるかを検討する．仮にワーキングメモリが潜在情報の保持も担っているのであれば，変化検出課題による負荷がある時には，閾下呈示の効果が得られなくなることが考えられる．逆にワーキングメモリと潜在情報の保持を担う機構がそれぞれ独立したものであれば，負荷があったとしても閾下呈示によって洞察問題解決の促進がなされると考えられる．

なおワーキングメモリに負荷をかけるにあたり，言語化が容易な形状を用いた課題では，視空間スケッチパッドではなく，音声情報を保持する音韻ループへの負荷に変わってしまう可能性がある．そこで本研究では，日本人に馴染みのないデーヴァナーガリー文字を用いることで，言語化による記憶法を利用できないようにする．

2. 方法

被験者

大学生 72 名中，実験後のアンケートにて実験手続きに不備がみられた者，T パズルの経験を有する者，視力を矯正せずに実験に参加した者を除外し，54 名を分析対象とした．なお条件毎の人数は変化検出課題と閾下呈示の両方を行う負荷有りヒント呈示群が 14 人，閾下呈示のみを行う負荷無しヒント呈示群が 14 人，変化検出課題のみを行う負荷有り統制群が 13 人，どちらも行わない負荷無し統制群が 13 人となった．

刺激と装置

被験者から 56cm 離れた位置に置かれた 1 台の液晶ディスプレイ（Diamondcrysta Color RDT242WH）の左右で異なる画像を表示し，ステレオスコープ内の 4 枚の鏡によって被験者の左右の眼に対して，それぞれ異なる画像を呈示可能にした（図 2）．優位眼（以下，フラッシュ画面）はランダムな大きさと色，形により描かれた図形を描画し，これらの図形は 12Hz 毎に更新されることで変化し続けた．劣位眼側（以下，ターゲット画面）に呈示する画像としては次の 4 枚を用意した（図 3）．まずターゲット画面が知覚できないことを被験者に説明するために，枠線の中に 3 つの長方形を配置した説明用画像を 1 枚用意した．次に知覚可能なコントラストには個人差があるため，被験者の知覚できる範囲を確認するためのサンプル画像として，黒白の五角形と楕円を散りばめた画像を 2 枚用意した．最後は T パズルのヒント画像で，五角形の部分は黒色，それ以外のピースは白色で描画した正解画像である．なおどの画像も背景に関しては灰色で描画した．

実験中はフラッシュ画面とターゲット画面の中心に対して，赤い十字の注視点を呈示した．また，この注視点を中心とする視野角 5.4° ×5.4° の範囲に赤い枠線を設け，閾下呈示する画像や変化検出課題はこの赤枠内に収まるように表示した．

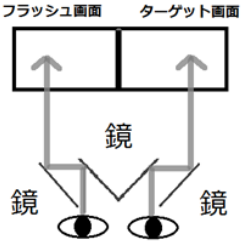


図 2 優位眼が左目の場合の閾下呈示

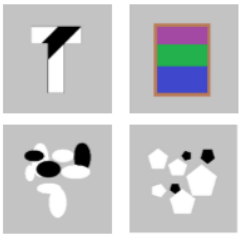


図 3 実験で使用した画像．上段左がヒント画像．上段右が説明用画像．下段がサンプル画像．

変化検出課題

課題は前述の視野角 5.4° ×5.4° の赤い枠内に，視野角 1.1° ×1.1° の大きさの灰色の正方形を 3 つ表示し，それら 3 つの正方形の中にそれぞれ 1 つずつ，赤

で描画されたデーヴァナーガリーを呈示する形を取った．呈示する位置は赤い注視点の下方に 1 つ，右斜め上と左斜め上に 1 つずつの計三ヶ所とした（図 4）．

デーヴァナーガリーは CFS のフラッシュ画面上に 1.5 秒間呈示され，4 秒が経過した時点で再度 3 秒間呈示された．再呈示されたデーヴァナーガリーは，3 つのうち 1 つだけ前回とは形が変わっているものが含まれている場合と，3 つとも全く同じ形の場合が用意された．なお呈示するデーヴァナーガリーに関しては，予備実験の際に被験者から何かに形が似ていると指摘されたものを省いた上で，右斜め上が変わるパターン，左斜め上が変わるパターン，下方が変わるパターン，変化の無いパターンをそれぞれ 4 種類ずつ，合計 16 種類を用意した．

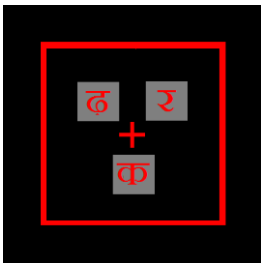


図 4　変化検出課題の表示例

手続き：負荷無し条件の被験者

最初に被験者に対して優位眼の調査を行った．被験者には両手を使って穴を作るように指示し，両目を開けた状態でその穴の中に対象物（ぬいぐるみ）が見えるように手の位置を調整させる．その状態から片目をそれぞれ閉じた状態で対象物の観察を行い，対象物が穴を通して見える方の目を優位眼とした．

優位眼の調査後，注視点の調整作業に入らせた．被験者にステレオスコープを覗き込ませ，画面を片目で見た時には，赤い枠がそれぞれの画面内にあることが確認でき，かつ両目で見た時には視界の中央で注視点が重なって 1 つになるように調整することを指示した．

注視点の調整が完了後，被験者には左右の目に異なる画像を呈示するが、見えるのはフラッシュ画面側の高コントラスト画像のみであることを説明した．またこの時，デモンストレーションとしてコントラストを低くした説明用画像をターゲット画面側に閾下呈示し，優位眼を閉じなければ知覚できないことを体験させている．その後，被験者に実験の目的は「劣位眼に呈示する画像のコントラストは，どの程度まで低下させても知覚可能なのかを検証することである」という偽の教示を行った．

その後，被験者に対してサンプル画像 2 枚の閾下呈示を交互に行った．この時サンプル画像が見えると報告した被験者に対しては，コントラストを更に低くした画像に取り換えて再呈示を行っている．3 回連続で同じコントラストのサンプル画像を知覚出来ない状態が続いた場合，負荷無しヒント呈示群の被験者に対しては，そのコントラストでヒント画像の閾下呈示を行った．ヒント画像は CFS のフラッシュ画面が開始してから，0.5 秒後に 10 秒間ターゲット画面に表示され，ヒント画像の呈示が終了してから 0.5 秒後にフラッシュ画面も終了した．負荷無し統制群に対しては，ブランク画像として灰色の画面をヒント画像の代わりに呈示した．なお，すべてのコントラストのサンプル画像が知覚できる被験者がいた場合は，負荷無し統制群に振り分けることとした．

CFS による閾下呈示が終わると，被験者を中心に CFS のテーブルとは 180 度反対側のテーブルに用意した T パズルに 15 分間挑戦させた．Suzuki et al. (2014) に倣い，被験者には縮尺が 100%の T の枠線を与え，ピースを枠線の上に重ね合わせる行為を許可した．また 15 分を越えても解けない被験者には，関係制約を緩和する助言として，五角形の窪み部分を他のピースで埋めてはいけない旨を伝え，3 分間挑戦を継続させている．またこの時，被験者がパズルに挑戦する様子はビデオカメラで終始撮影を行った．

手続き：負荷有り条件の被験者

以下の三ヶ所を除いて実験手順は，先の負荷無しの条件の被験者と同じである．

1 つ目は優位眼の調査の前に，実験は画面上に表示される 3 つの模様（デーヴァナーガリー）のうち，1 つだけ形が変わるものがあるかもしれず，それがどの模様だったかを答えてほしいものであることを説明した．またこの時，実際に 3 つのうちの 1 つが変わるパターンを見せて課題への理解を深めた上で，3 回の練習を行った．練習の終了後，被験者には優位眼の調査を指示している．なお練習では必ず 1 回は文字の形が変化しないパターンを使用し，3 回の正誤に関してはフィードバックを行った．また言語化による記憶方法や身体に文字を描く動作を禁じ，あくまで見たままで覚えられるかどうかを検証したい旨を伝えた．

2 つ目は閾下呈示の際の偽の教示内容である．説明用画像によるデモンストレーションを終えた被験者には，負荷無し条件の時の説明に加えて，「変化検出課題

を同時に行った場合における，知覚可能なコントラストの範囲を調べることが目的である」と伝えた．

最後は閾下呈示の手順についてである．フラッシュ画面上に表示される変化検出課題は，サンプル画像の閾下呈示の際にも行われた．課題は CFS 開始から 1.5 秒後にフラッシュ画面上に 1.5 秒間呈示され，4 秒の保持期間を経て 3 秒間再呈示された．被験者には CFS が終わると同時に，変化の有無について回答を求めた．負荷無し条件の時と同様に 3 回連続でサンプル画像が知覚できないことが確認できたらヒント画像，もしくはブランク画像を閾下呈示しつつ，フラッシュ画面上では変化検出課題を行わせている．被験者が知覚できないコントラストを探る都合，変化検出課題の呈示回数が被験者毎に異なるが，少なくとも右斜め上・左斜め上・下方がそれぞれ変化するものと，変化無しの全てのパターンを最低 1 回は行わせるようにした．なお練習の時とは異なり，この時の変化検出課題の正誤についてフィードバックは行っていない．

上記以外の手順に関しては，負荷無し条件の被験者と同じ形を取っている．

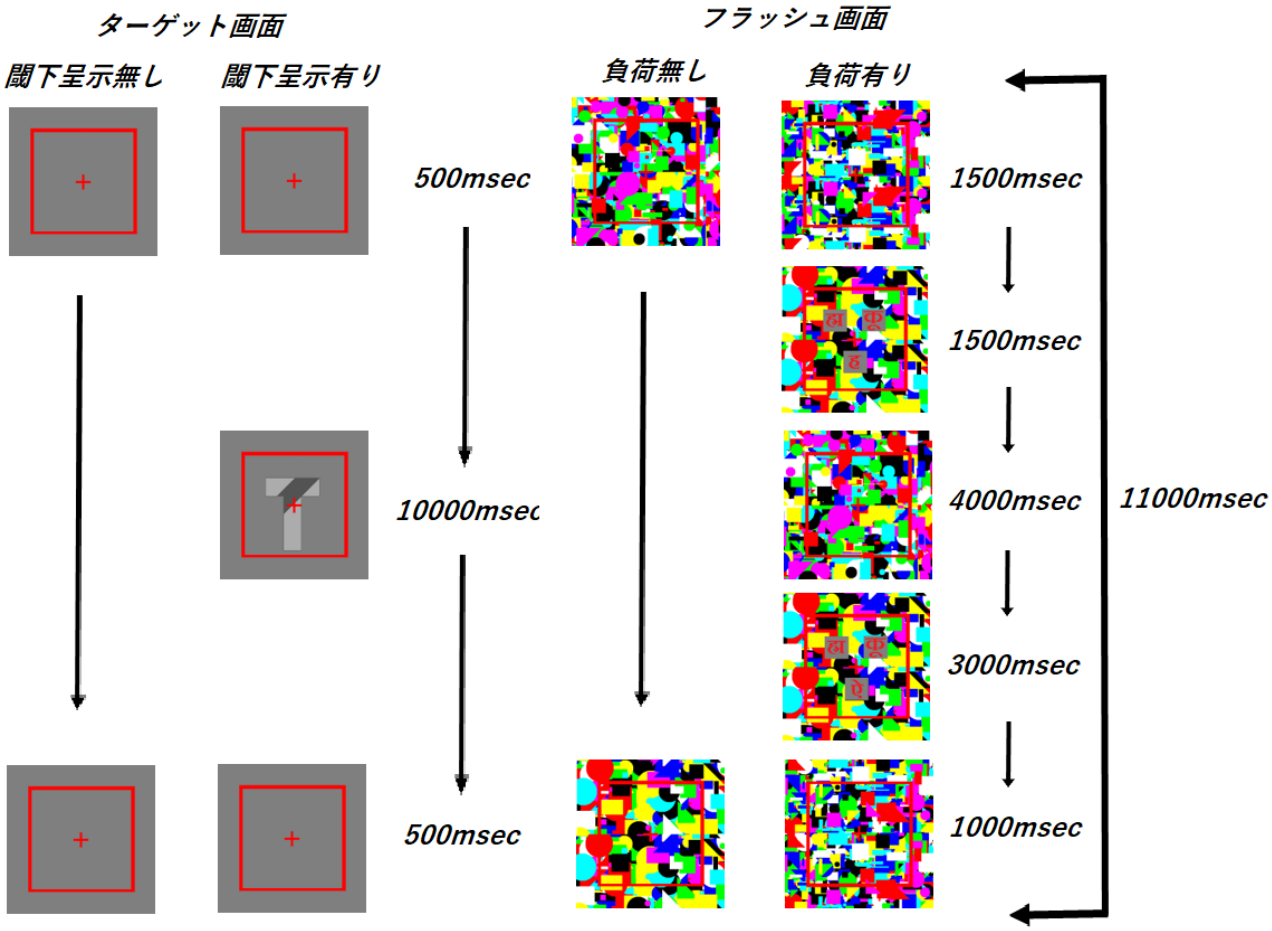


図 5　閾下呈示の流れ

3. 結果

3.1 自力解決率

15 分以内に自力解決できた被験者はそれぞれ，負荷有りヒント呈示群が 14 人中 9 人 (64.29%)，負荷無しヒント呈示群が 14 人中 9 人 (64.29%)，負荷有り統制群が 13 人中 9 人 (69.23%)，負荷無し統制群が 13 人中 8 人 (61.54%) となり，いずれの条件においても 6 割を超える自力解決率となった (表 1)．この 4 群の自力解決率に対して χ^2 検定を行ったところ，有意差は見られなかった．条件毎の自力解決率に差が見られないことに関しては，先行研究に倣って型紙にピースを乗せることを許可したことで，現状と完成形との間のマッチが取りやすくなった影響が考えられる (鈴木・福田，2013)．

表 1 条件毎の解決率 (%)

条件	自力解決率	助言有解決率	未解決
負荷有りヒント呈示群	64.29	14.29	21.43
負荷無しヒント呈示群	64.29	21.43	14.29
負荷有り統制群	69.23	23.08	7.69
負荷無し統制群	61.54	30.77	7.69

3.2 解決時間

表 2 に条件毎の平均解決時間を記した．自力解決者の平均解決時間は負荷有りヒント呈示群が 5 分 43 秒，負荷無しヒント呈示群が 5 分 52 秒，負荷有り統制群が 4 分 27 秒で負荷無し統制群が 8 分 18 秒となった．一見すると負荷無し統制群が長い時間を要しているように見える．しかし条件毎の平均解決時間に対して，負荷の有無と閾下呈示の有無による二要因分散分析を行ったところ，条件間に有意差は見られなかった．

また自力解決出来なかった者を 15 分に換算して全体の平均解決時間を算出した上で，条件毎の解決時間に対して負荷の有無と閾下呈示の有無による二要因分散分析を行った場合も，条件間に有意差はみられなかった．

表 2 条件毎の平均解決時間 (秒)

条件	自力解決者のみ (標準偏差)	全体 (標準偏差)
負荷有りヒント呈示群	343.56 (266.18)	542.29 (346.64)
負荷無しヒント呈示群	352.63 (305.24)	563.15 (362.18)
負荷有り統制群	267.11 (165.74)	461.85 (332.78)
負荷無し統制群	498.13 (277.78)	652.69 (293.98)

3.3 制約緩和率

自力解決率，解決時間ともに条件毎の有意差は見られなかったが，ヒント画像を閾下呈示した影響で，問題解決中に制約からの逸脱が促されていた可能性は考えられる．そこで五角形のピースを配置する際の，対象制約と関係制約からの逸脱がどの程度起きていたのかについて，セグメント分析を行った．セグメントとはあるピースが別のピースと接続された時点を開始点とし，そのピースの分離をもって終了とカウントされる．また 1 つのセグメントは 1 試行に対応している (開・鈴木 1998)．15 分間の問題解決時に，五角形の最も長い辺が基準線（テーブルの被験者側の辺）に対して垂直あるいは平行に置かれなかったセグメントを対象制約の逸脱とし，また五角形の窪み部分が他のピースと接続されなかったセグメントを関係制約の逸脱として集計を行った．

15 分間の試行を前半と後半で分け，対象制約と関係制約の緩和率の変遷をそれぞれ図 6 と図 7 に示した．図 6 を見ると，負荷無しヒント呈示群の対象制約緩和率は一貫して高く，逆に負荷無し統制群は低い傾向が見られる．また負荷有りの条件においては，負荷有りヒント呈示群は前半から比較的高い緩和率を示しており，負荷有り統制群は負荷無し統制群と差が見られない．しかし時間の経過とともに負荷有り統制群の緩和率は上昇して行き，後半では負荷有りヒント呈示群と差がなくなっている．一方，図 7 の関係制約の緩和率を見ると，前半はどの条件も差が殆ど見られないが，時間の経過とともに負荷無しヒント呈示群のみが大きく上昇している．

対象制約と関係制約の緩和率に対して，時間の経過 (前半・後半) と閾下呈示の有無，負荷の有無の 3 つを独立変数，制約の緩和率を従属変数とした三要因混合計画分散分析を行った．

その結果，まず対象制約の緩和率に閾下呈示の主効果が見られ ($F(1,50)=12.292$, $p<.01$)，また閾下呈示と負荷の交互作用に有意傾向が見られた ($F(1,50)=3.918$, $p<0.1$)．単純主効果の分析を行ったところ，負荷無しヒント呈示群と負荷無し統制群の間にのみ有意差が見られた ($F(1,50)=15.044$, $p<.01$)．負荷無しの条件間に有意差が見られたことから，ヒント画像を閾下呈示することで，対象制約の緩和が促進されていたと考えられる．

また対象制約の緩和率における時間の経過と，負荷の有無の交互作用も有意傾向となっており（$F(1,50)=2.870, p<0.1$），単純主効果の分析によると，負荷有りの条件における試行の前半と後半の間に有意傾向が見られた（$F(1,50)=3.238, p<0.1$）．即ち，負荷有りの条件の被験者達は，時間が経過すると共に徐々に対象制約の緩和が促進されていたことが示唆された．これは Suzuki et al. (2014) の時と同様に，ワーキングメモリへの負荷自体には解決を促進する効果があったためと考えられる．しかし彼らの時とは異なり，負荷有りヒント呈示群の対象制約緩和率が負荷無しヒント呈示群の緩和率よりも低くなっている．これは変化検出課題を行ったことにより，閾下呈示で得られたヒント情報が充分に活用できなかったためと考えられる．

続いて関係制約の緩和率に関しては，閾下呈示と負荷の交互作用が有意傾向であった（$F(1,50)=3.173, p<0.1$）．単純主効果の分析によると，まず負荷無しヒント呈示群と負荷無し統制群の間で有意差が見られ（$F(1,50)=4.246, p<.05$），対象制約の時と同様，ヒント画像の閾下呈示の有無による影響が，関係制約にも現れたと考えられる．また負荷有りヒント呈示群と負荷無しヒント呈示群の間にも有意差が見られ（$F(1,50)=5.622, p<.05$），Suzuki et al. (2014) の時とは異なり，閾下呈示のみの条件の方がワーキングメモリへの負荷と閾下呈示の両方を行った条件よりも，緩和率が有意に高い結果となった．このことから変化検出課題による視覚キャッシュへの負荷が，閾下呈示によって得られた情報の活用に対して，干渉的に働いていたと考えられる．

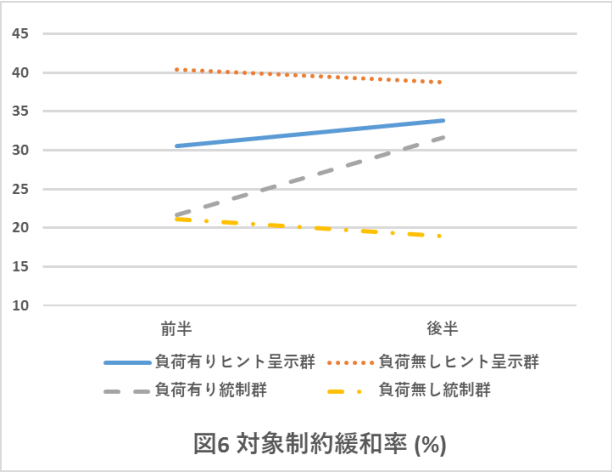


図6 対象制約緩和率 (%)

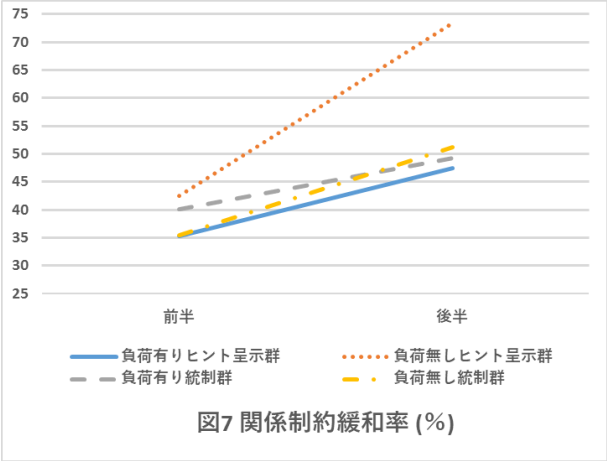


図7 関係制約緩和率 (%)

3.4 変化検出課題成績

変化検出課題の成績は，負荷有りヒント呈示群が平均 73.75%の正答率で，負荷有り統制群は平均 71.25%の正答率であった．この時，負荷有りヒント呈示群の 2 名を除く全員が最後のヒント画像（負荷有り統制群はブランク画像）を閾下呈示するタイミングでの課題に正答している．負荷有りヒント呈示群と負荷有り統制群の間で課題成績に差が見られないことから，両群ともに同程度の負荷がワーキングメモリにかけられていたと考えられる．

なお練習時における 3 回の記憶課題の成績は，負荷有りヒント呈示群が平均 74.66%の正答率，負荷有り統制群が平均 80.41%の正答率であった．

4. 考察

本研究は洞察問題の正解画像を閾下呈示する際に，ワーキングメモリにも負荷をかけることで，潜在情報の貯蔵先がワーキングメモリにあるのかどうかを検討した．具体的には CFS による閾下呈示を行う際に，変化検出課題を用いて視空間スケッチパッド内の視覚キャッシュに負荷をかけることで，閾下呈示の有無とワーキングメモリへの負荷の有無で被験者を 4 条件に分け，洞察問題解決時に及ぶ影響を検討した．

結果はまず，自力解決者数においては条件毎の差が見られず，全ての条件で半分を超える解決率となった．また解決時間の平均においても，条件毎の差が統計的には見られなかった．

次に制約緩和率を見ると，対象制約・関係制約ともに正解画像を閾下呈示したことによる影響が，負荷無しヒント呈示群と負荷無し統制群の間に見られ，従来

の研究同様，正解画像を閾下呈示することによって解決を促進する効果が示された．

また Suzuki et al. (2014) の時にはタッピングを行った条件の制約緩和率が有意に高かったのに対して，本研究で最も緩和率が高いのは閾下呈示のみを行う負荷無しヒント呈示群であった．特に関係制約の緩和率においては，負荷有りヒント呈示群よりも負荷無しヒント呈示群の方が有意に高い結果となった．これは Suzuki et al. (2014) で用いたタッピング課題が，視空間スケッチパッド内のインナースクライブに負荷をかけるものであったのに対して，本研究で用いた変化検出課題が，視覚キャッシュに負荷をかける課題であったためと考えられる．即ち，変化検出課題が視角キャッシュ内に保持されているヒント情報に対して干渉的に働いた結果，負荷有りヒント呈示群では閾下呈示の効果を充分に発揮できなかったと考えられる．この結果から閾下呈示された情報は，何らかの形でワーキングメモリの容量を利用している可能性が示唆されたと言えるだろう．Hassin et al. (2009) は意識外でワーキングメモリ的な処理を担う Implicit Working Memory という機構が存在することを述べているが，本研究の結果は彼らの見解を支持する証拠の 1 つと見なすことができるかもしれない．

また今回の結果はワーキングメモリへの負荷が，洞察問題解決を促進するという Suzuki et al. (2014) の見解を否定するものではない．本実験の負荷有りの条件において，時間経過に伴う対象制約緩和率の上昇傾向が示唆されており，また有意差こそ示されていないものの，負荷の有無で統制群の自力解決者における平均解決時間には倍近い差が生じている．服部・織田 (2013) においても，メロディの同定課題を行いながら洞察問題に取り組んだ時の方が，ただ洞察問題解決に取り組むよりも成績が向上することが示されている．これらよりワーキングメモリへの負荷自体には，何らかの洞察問題解決を促進する効果があると考えられる．ただしワーキングメモリへ負荷をかけさえすれば，洞察問題解決を促進するというわけではなく，潜在情報を保持している場所に負荷をかけてしまった場合には，干渉的に働いてしまい効力が落ちるという事例が，本研究より見出されたと言えるだろう．

しかし服部・織田 (2013) では負荷をかけるタイミングが問題解決時であるのに対して，Suzuki et al. (2014) や本研究では洞察問題に取り組むよりも前，閾下呈示の段階で負荷をかけている．何故，問題解決中のみならず，事前にワーキングメモリに負荷をかけた場合でも，その後の洞察問題解決に対して促進的な効果が得られるのかという疑問が残されている．意識上における視覚的な情報は数秒程度しか保てないことが示されているにも関わらず (Zhang & Luck, 2009; Phillips, 1974)，ワーキングメモリへの事前の負荷が洞察問題解決時にまで長く影響を及ぼすことに対して，理論的な説明が今後は求められる．また，ワーキングメモリへの負荷による促進効果は洞察問題解決に限られる現象なのか，あるいは創造的思考全般に言えることなのか，そして負荷によって促進的な効果が得られるのはそもそも何故なのかを，今後は検討していく必要があるだろう．

5. 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤（B）(15H02717)の助成を受けて行われた．使用した CFS のプログラムは，東京大学の宮田裕光先生の作成したものを，岩波空氏による改良を加えることで完成したものである．CFS のテスターをはじめとした多岐にわたる協力を，青山学院大学教育人間科学部心理学科の卒業生である池田優氏と，明治大学理工学部物理学科在学中の小田切拓史氏の二人から得た．また査読者の御二人には，本研究に関する有益なご指摘を頂いた．ご指摘いただいた内容の中には，本論文中に反映しきれていないものある．それらに関しては，今後の課題として真摯に取り組んでいきたく思う．そして実験および予備実験にご協力頂いた多くの被験者の皆様と，被験者を募集する際に協力をして頂いた方々に心よりの謝意を示したい．

参考文献

[1] Baddeley, A. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford. University Press. (井関龍太・斎藤 智・川崎 恵里子 (訳) (2012). 『ワーキングメモリ ：思考と行為の心理学的基盤』 誠信書房).

[2] Hassin, R. R., Bargh, J. A., Engell, A., & McCulluch, K. C. (2009). Implicit Working Memory. *Consciosness and Cognition*, **18**, 665-678.

[3] 服部 雅史・柴田 有里子 (2008). 洞察問題解決における潜在認知とメタ認知の相互作用：9 点問題の場合. *日本認知科学会第 25 回大会発表論文集*, 156-159.

[4] Hattori, M., Steven, A. S., & Orita, R. (2013). Effects of

subliminal hints on insight problem solving. *Psychonomic Bulletin & Review*, **20**, 790-797.

[5] 服部 雅史・織田 涼 (2013). 認知的負荷が洞察をもたらすとき 洞察問題解決におけるプライミングと二重課題の効果. *日本心理学会第 77 回大会発表論文集*, 665.

[6] Knoblich, G., & Ohlsson, S. (1999). Constraint Relaxation and Chunk Decomposition in Insight Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **25**, 1534-1555.

[7] Logie, R. H., & Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: Visual, spatial or central executive? In R. H. Logie & M. Denis (Eds.), *Mental images in human cognition* (pp. 105–115). Amsterdam: North-Holland.

[8] Metcalfe, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **12**, 623-634.

[9] 西田 勇樹・V. カストルディ・織田 涼・服部 雅史・L. マッキ (2015) 洞察問題解決における反応抑制とアイデア抑制. *日本心理学会第 79 回大会発表論文*.

[10] 西村 友・鈴木 宏昭 (2004). 洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理. *日本認知科学会第 21 回大会発表論文集* , 42-43.

[11] Phillips, W. A. (1974). On the distinction between sensory strage and short-term visual memory. *Perception and Psycholophysics*, **16**, 283-290.

[12] Rao, S. C., Rainer, G., & Miller, E. K. (1997). Integration of what and where in the primate prefrontal cortex. *Science,* **276,** 821–4.

[13] Siegler, R. S., & Stern, E. (1998). Conscious and Unconscious Strategy Discoveries: A Microgenetic Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, **127**, 377-397.

[14] Siegler, R. S. (2000). Unconscious insights. *Current Directions in Psychological Science*, **9**, 79–83.

[15] 須藤 智・兵藤 宗吉 (2006). 作業記憶における視覚的リハーサルの検討:視覚パターンテストにおける再生課題と再認課題の比較から. *認知心理学研究*, **3**, 149-156.

[16] 鈴木 宏昭・開一夫 (2003) 洞察問題解決への制約　論的アプローチ. *心理学評論*, **46**, 211-232.

[17] 鈴木 宏昭・福田 玄明 (2013b) . 洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討. *認知科学*, **20**, 353-367.

[18] Suzuki, H., Fukuda, H., Miyata, H., & Tsuchiya, K. (2014). Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task. *In Proceeding of the 36th Annual Conference of Cognitive Science Society*, 2955-2960.

[19] 寺井 仁・三輪 和久・古賀 一男 (2005) . 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程, *認知科学*, **12**, 74-88.

[20] Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages, *Nature Neuroscience*, **8**, 1096-1101.

洞察問題解決における潜在的情報処理についての生理指標を用いた検討
Investigation of the Implicit Information Processing system in Insight Problem Solving with Plethysmography

小出 諒†，鈴木 宏昭‡
Ryo Koide, Hiroaki Suzuki
†東京大学学際情報学府，‡青山学院大学
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, University of Tokyo, Aoyama Gakuin University
koide@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract
Previous studies have shown that the information presented subliminally is effective for insight problem solving.
We examined the implicit information processing system with finger pulse volume (PV). The results showed that subjects subliminally presented with the goal of an insight puzzle tended to have PV reduced more often than those in the control group.

Keywords — Insight, Subliminal Perception, Plethysmography

1. はじめに
洞察問題解決に関する近年の研究は，そのプロセスが無意識的なメカニズムに大きく依存することを明らかにしてきた[1][2][3][4][5]．これらの研究は，正答率，解決時間だけでなく，眼球運動，制約緩和行為など様々な指標を用いることで，洞察の「プロセス」における無意識的情報処理の役割，機能の特定に努めてきた．ただし洞察問題解決時に情報処理システム内で起こる変化が，上記のような行動に必ず現れるというわけではないだろう．行動上の変化は見られなくても，何らかの変化が生じている可能性は十分に考えられる．このようなことから，fMRI などを用いた研究により，脳レベルの活動と洞察との関係を探る研究も活発に行われている[6][7][8]．

生理指標を用いたこれらの研究は洞察の無意識的メカニズムの解明に大きな可能性を開くものである．これらのように，洞察問題解決の最中における無意識的情報処理の解明に生理指標を組み合わせることで，課題の解決率などといったデータを用いた，間接的な分析ではなく，無意識的処理が行われているその瞬間に，生理的な反応としては何が起きているのかを捉えることができると考える．

そこで本研究では，Hattori et al. (2013)や鈴木・福田(2013)で用いられたサブリミナルヒントの提示と指尖容積脈波測定を組み合わせた研究を行い，洞察問題解決における無意識的情報処理を，より詳細なレベルで捉えるための基盤作りを試みる．

指尖容積脈波測定の具体的な手法として，近赤外光を指先部分に照射し，照射部位の反対側に配置されたフォトダイオードで，その透過量を評価するというシステムを用いる．得られる脈波の振幅は情動の影響を受けやすく，センサーの近赤外光の透過量とは負の相関があるため，交感神経が働くことで脈波の振幅は減少する. そのため, 脈波の振幅が減少しているときは，何らかの原因により心身が興奮・緊張状態にあることがわかり，目の前の対象について集中し，注目していることなどが考えられる．

2. 指尖容積脈波
今回，洞察に関するプロセスを詳細に捉える指標として，指尖容積脈波について述べる．指尖容積脈波(pulse volume：PV)は心理的なストレスや情動に対して敏感に変化する生理反応として，心理生理学研究では古くから用いられてきた[9][10][11][12][13]．

なお血行力学的反応の観点から，ストレス負荷課題によって生じる反応は大きく二つに分類される[14]．それらは心拍出量といった心臓優位型反応と，全末梢抵抗といった血管優位型反応である．さらに，行う課題によって現れる反応が異なる．計算課題，反応時間課題などでは心臓優位型反応が，恐怖映像の視聴やビジランス課題などでは血管優位型反応が現れる．

本研究では，課題中に提示されるサブリミナル画像についての反応についても分析するため，上で挙げた課題の中ではビジランス課題と同様の性質をもつ課題であると考える．そのため，血管優位型反応である全末梢抵抗の一部である指尖容積脈波を指標として用いる．

3. 方法

I. 被験者

大学生 22 名が実験の被験者となった．被験者はランダムに，ヒントがサブリミナル刺激として提示される実験群と，提示されない統制群とに割り振られた．なお，いずれの被験者も本実験で用いたパズルを解いた経験はないと報告している．

II. 課題・装置

被験者の行う課題は，図 1 に示すように一つの六角形と 12 枚のコインを用いたパズルである．「12 枚のコインを六角形の全ての辺それぞれに 4 枚ずつ触れるように並べる．このときコイン同士を重ねてはいけない．」というものである[15]．

この課題について iPad のアプリケーションを作成した．ドラッグによってコインを操作でき，コインの軌跡とその時間が計測できるようにした．実験群に提示されるサブリミナル画像は，正解の配置図であり，課題解決中 20 秒ごとに約 1/30 秒表示される．その後 1 秒間，マスク画像が提示される．一方統制群はコインが正解とは無関係の配置になっている画像が，実験群と同様に 20 秒ごとに約 1/30 秒表示され，その後マスク画像が 1 秒間表示される．

また表示されるマスク画像に対してダミー課題を行った．マスク画像は数種類の画像からランダムに提示され，表示された画像と一つ前の画像との異同判断をさせた．

指尖容積脈波を測定する装置は先行研究[16]にある回路を採用し，Arduino マイコンを用いて作成した装置を使用した．そして非利き手第 2 指より，指尖光電式容積脈波（finger photoplethysmogram：FPG）を測定した．分析に用いる指標として多くの先行研究で用いられている算出方法と同様に，Arduino の millis 関数によって R 波の出現時刻を ms 単位で求めることで，拍動間隔（Inter Beat Interval:IBI）を算出した．また，R 波が出現する間隔を心周期とし，その期間内の脈波の最大値と最小値を求め，さらに最大値から最小値を引いた値を脈波振幅（Pulse Volume Amplitude：PVA）として算出した．

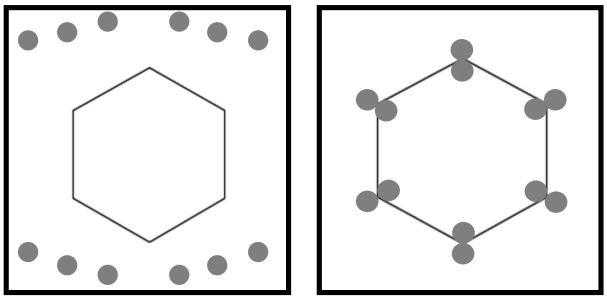


図 1 実験課題（左図：初期状態 右図：正解配置）

III. 手続き

被験者には「異なる二つの課題を同時に解くときの様子を調べる」と伝え実験を開始した．まず一つ目の課題である，前述したパズルのルールについて伝えた．続いて，二つ目の課題について「パズルを解いている間 20 秒ごとに繰り返し画像が画面上に現れる．これらについて，『一つ前に見た画像と今見た画像とが同じものか違うものか』を判断し，画像が表示されるたびに口頭で答える課題」であると伝えた．そのうえで非利き手第 2 指にセンサーを装着した．そしてパズルの制限時間を 6 分と伝えパズルを解き始めた．

時間内に解決，または 6 分が経過した時点で実験を終了し，その後に実験に関する質問紙に記入させた．

4. 結果と考察

I. 群間の比較

パズル課題の解決率と解決時間について，実験群と統制群との間に有意な差があった．解決率は実験群が 63.6%で，統制群が 16.7%であった（$\chi 2(21, N=22)=7.071, p<.05$）．解決時間については，実験群の平均が 312.7 秒で統制群の平均が 339.0 秒であった．（なお未解決者の解決時間は，パズルの制限時間である 360 秒とした．）

これより，画像をサブリミナル提示したことが解決率への影響を及ぼしている可能性を示唆している．

II. 制約逸脱率

洞察問題解決では，思い込みなどにより試行の初期段階では偏った行動をとるが，試行錯誤などの結果次第にその偏りがなめらかになる．それによって初期段階では選択されにくかった行動もとることができるようになり，解決へと至る[17]．このなかで，人の思い込みなどによりもともと選ばれやすい行動がその性質により「対象制約・関係制約・ゴール制約」の 3 つに分類されている[18]．これらの制約を逸脱することで，より多様な選択を行うことができるようになる．

今回はこれらのうち，対象制約と関係制約について分析を行った．対象制約は「問題で与えられる個々の要素のエンコードのレベルを表現」したものである．今回のパズルでは辺の内側に並べる・角の内側で二辺に同時に触れるように並べることで，この制約を逸脱したものと定義した（図 2）．関係制約は「問題で与えられる対象間の関係を表現」したものである．今回は辺を挟んで辺の外側と内側とでコインが対になるように置くことで，この制約を逸脱したと定義した（図 3）．

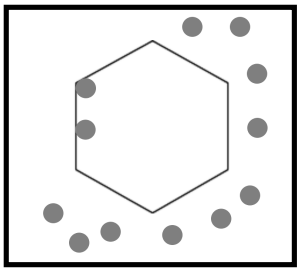


図 2 対象制約逸脱例

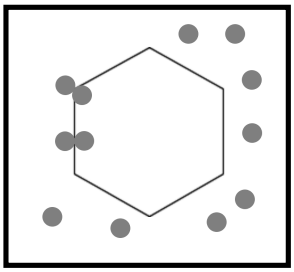


図 3 関係制約逸脱例

これらの制約の逸脱率(試行回数に対する制約逸脱回数)について分析すると，以下のようになった．対象・関係制約とも，実験群と統制群の間で有意差があり（対象制約, U=28.0,p<.05 関係制約, U=8.50,p<.005），解決者と非解決者の間でも有意差があった（対象制約, U=16.0,p<.05 関係制約, U=18.0,p<.01）．

また，時間経過に伴う制約逸脱の様子を調べるため，各群における関係制約・対象制約の逸脱率について，試行を二分割した前半後半のそれぞれで分析した．その結果，試行前半での関係制約の逸脱率は実験群が統制群に比べ有意に高かった．（F(1,21)=10.823,p<.005）．

この結果から，制約の逸脱率においても実験群と統制群とで差があり，さらに関係制約について早い段階で逸脱することが，本課題の解決につながることが分かる．

III. 閾下刺激の生理指標への影響

以上のように，行動指標においては群間で有意な差が認められた．続いて，生理指標についてみていく．

課題中に画面にマスク画像が表示されたのちの 5 秒間で，PVA の減少が見られる割合を比較した．この 5 秒間という時間の設定については，先行研究[19]において，皮膚への寒冷刺激に対して『一般に初期変動として，2-3 秒の潜時を経て急速な振幅減少と基線の下降がほぼ併行して起り，約 5 秒前後で振幅は最小に』なることが認められている．これは身体への直接の刺激に対する反応であるが，外部刺激の生理指標への影響という観点から，本研究でもこの数値を参考にした．

なお PVA を分析する際，課題遂行中の PVA の平均値を基準とした相対値を算出した．そして基準から有意に振幅が減少した部分を分析に用いた．

結果として，実験群は統制群に比べ有意に PVA の減少率が高かった（U=25.00,p<.05）．生理指標に画像のサブリミナル提示が影響を及ぼしたと考えられる．

5. 総合考察

これらから，まず実験群・統制群の正答率の差について考察する．これまでに採用されてきた洞察問題に加えて，本実験で採用した課題でもサブリミナル効果の影響が確認できた．これは，洞察というテーマにおいて無意識下での刺激が行動に影響を及ぼすことを支持する結果となった．

次に関係制約の逸脱率についてである．このパズルの解決においては，試行の前半で関係制約を逸脱することがその後の解決を導く可能性がみられた．これは，洞察問題の一つである T パズルなどとは異なり，対象制約・関係の制約・ゴール制約といった種類がある中で，本課題ではある特定の制約が課題の解決を阻害し

ていることを示している．

最後に生理指標による分析についてである．実験群は統制群に比べて，画像表示後 5 秒間での PVA の減少の割合が有意に高かった．これは，閾下提示された画像に対して無意識のレベルで何らかの反応をし，それが PVA に影響を及ぼした可能性がある．この結果により，皮膚への刺激などといった直接的なものでなく，また，対象の意識にのぼらない刺激の，生理指標への影響を確認することとなった．本研究は，洞察問題解決における潜在的情報処理プロセスの解明の足がかりとなるだろう．

6. 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤（B）（15H02717）の助成を受けて行われた．

また，本研究を進めるにあたり，東京大学の開一夫教授にご指導を賜りました．実験の実施においては青山学院大学の坂口正大さんにご協力いただきました．感謝いたします．

参考文献

[1] Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2013) “Effects of subliminal hints on insight problem solving.”, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 20, No. 4, pp. 790-797.

[2] 寺井仁, 三輪和久, 古賀一男(2005) “仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程”, 認知科学, Vol. 12, No. 2, pp. 74-88.

[3] 西村友, 鈴木宏昭 (2006) “洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理”, 認知科学, Vol. 13, No. 1, pp. 136-138.

[4] 鈴木宏昭, 福田玄明 (2013) “洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討”, 認知科学, Vol. 20, No. 3, pp. 353–367.

[5] 小田切史士, 鈴木宏昭 (2015) “洞察問題解決における潜在情報の性質：連続提示された閾下情報は統合できるのか”, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集.

[6] Bowden, E.M., & Jung-Beeman, M. (2003a) “Normative data for 144 compound remote associate problems.”, *Behavioral Research Methods, Instruments, & Computers*, Vol. 35, No. 4, pp. 634-639.

[7] Luo, J. & Niki, K. (2003) “Function of hippocampus in ‘insight’ of problem solving.”, *Hippocampus*, Vol. 13, No. 3, pp. 316-323.

[8] Seger, C.A, Vivek, P, Russell A.P, John D.E. Gabrieli. (2000) “Neural activity differs between explicit and implicit learning of artificial grammar strings: An fMRI study.”, *Psychobiology*, Vol. 28, No. 3, pp. 283–292.

[9] Bloom, L.J. & Trautt, G.M. (1977) “Finger pulse volume as a measure of anxiety: further evaluation.”, *Psychophysiology*, Vol. 14, No. 6, pp. 541-544.

[10] Miller, S.B. & Ditto, B. (1989) “Individual differences in heart rate and peripheral vascular responses to an extended aversive task.”, *Psychophysiology*, Vol. 26, No. 5, pp. 506-513.

[11] Miller, S.B. & Ditto, B. (1991) “Exaggerated sympathetic nervous system response to extended psychological stress in offspring of hypertensives.”, *Psychophysiology*, Vol. 28, No. 1, pp. 103-113.

[12] Smith, T.W., Houston, B.K. & Zurawski, R.M. (1984) “Irrational beliefs and the arousal of emotional distress.”, *Journal of Counseling Psychology*, Vol. 31, No. 2, pp. 190-201.

[13] Stemmler, G. (1989) “The autonomic differentiation of emotions revisited: convergent and discriminant validation.”, *Psychophysiology*, Vol. 26, No. 6, pp. 617-32.

[14] Matthews, K.A., Weiss, S.M., Detre, T., Dembroski, T.M., Falkner, B., Manuck, S.B., Williams, R.B., Jr. Wiley. (1986) “Handbook of stress, reactivity, and cardiovascular disease.”, *Stress Medicine*, Vol. 3, No. 1, pp. 76–77.

[15] Cunningham, J.B., & MacGregor, J.N. (2014) “Productive and Re-productive Thinking in Solving Insight Problems.”, *The Journal of Creative Behavior*, Vol. 48, No. 2, pp. 44–63.

[16] 長野祐一郎 (2012) “計算・迷路課題が自律系生理指標に与える影響の検討”, 文京学院大学人間学部研究紀要, Vol. 13, pp. 59-67.

[17] 開一夫, 鈴木宏昭 (1998) “表象変化の動的緩和理論：洞察メカニズムの解明に向けて”, 認知科学, Vol. 5, No. 2, pp. 69-79.

[18] 鈴木宏昭, 開一夫 (2003) “洞察問題解決への制約論的アプローチ”, 心理学評論, Vol. 46, pp. 211-232.

[19] 武田光太郎 (1959) “寒冷刺激に対する指尖光電容積脈波と皮膚電気反射について”, 医療, Vol. 13, No. 12, pp. 955-965.

共通点発見課題を用いた対象の捉え直しプロセスの検討
Commonality search leads finding the obscure features of objects

山川真由[†]，清河幸子[†]
Mayu Yamakawa, Sachiko Kiyokawa
[†]名古屋大学大学院教育発達科学研究科
Nagoya University, Graduate School of Education and Human Development
yamakawa.mayu@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

Abstract
It is necessary to find the obscure features of objects or problems in order to generate novel ideas or solve problems. Our previous study showed that searching for commonalities between apparently unrelated objects helps find original and appealing perspectives. In this study, we investigated how one discovered commonalities between objects using protocol analysis. Twenty-one participants were asked to think aloud while engaging in a commonality discovery task. The results showed that participants translated the features of each object into commonalities more often when they searched for commonalities between apparently unrelated objects than between related objects. The results also showed that they discovered more original or more appealing commonalities when they used the translation strategy. It is implied that the translation strategy is effective in finding some obscure features of an object, as a result, and generating novel ideas.

Keywords — Commonality search, Translation strategy, Idea generation

1. はじめに

アイデアを生み出す場面では，課題に関連した知識が連想的に活性化し，活性化した知識が手がかりとして用いられる (Brown, Tumeo, Larey, & Paulus, 1998; Nijstad & Stroebe, 2006) 。連想強度の強い知識が優先的に用いられるが，このような知識は多くの人に共有されるものであるため，それに基づいたアイデアは，ありきたりなものになってしまう。そのため，既存の方法では解決できない問題に直面した時や，発明や商品開発に結びつくような新しいアイデアを生み出す時には，問題や事物を新たな視点から捉えることが必要となる。Chrysikou (2006) や McCaffrey (2012) では，洞察を必要とする問題解決のためには，課題に含まれる対象を普段とは異なる捉え方をする，あるいは，対象の隠れた属性に気づく必要があるとしている。

問題やアイデアを考える対象となる事物について，普段では気づかない属性を発見することを促すための方法を明らかにする必要がある。山川・清河 (2015) では，一見すると関連がないと感じられる対象間に共通点を見出すことを 1 つの方策として提案している。具体的には，一見関連がなさそうに見える 2 つの対象間で共通点を探索した場合には，元々関連があると判断される対象間で共通点を探索した場合に比較して，独自で面白い共通点，すなわち，対象の普段とは異なる属性が発見される，という仮説のもと，2 つの単語の共通点を発見する課題 (共通点発見課題) を用いた検討を行っている。実験の結果，関連性の程度が低く判断されるほど，共通点の独自性が高くなることが示されている。このことは，共通点を探索する中で，一見すると関連がなさそうな対象同士の場合には，それぞれの対象の捉え直しが生じており，通常では顕在的ではない属性に注意が向けられたことを示唆する結果である。

山川・清河 (2015) の結果について，関連性が低い対象間での共通点の探索と，関連性が高い対象間での共通点の探索では，何か異なる過程が生じているのかを検討する必要がある。2 つの対象間での共通点を探索する場合，まず，それぞれの対象のもつ属性や，関連する概念が活性化する。2 つの対象間の関連性が高い場合は，それぞれの顕在的な属性や関連語が活性化し，それらの多くが 2 つの対象間で共通している。例えば，イチゴとメロンの場合には，両方にとって顕在的な属性である「甘い」や「果物」が共通点として発見される (図 1 の左) 。それに対して，2 つの対象間の関連性が低い場合では，それぞれの顕在的な属性や関連語は共通していない。そのため，普段は顕在的ではない属性の中に共通するものがないかを探索する必要がある。また，どちらかの対象について活性化した属性を，もう一方の属性としても当てはまるものになるように言い換えることで，共通点を発見することができる。例えば，イチゴとパンダの場合では，イ

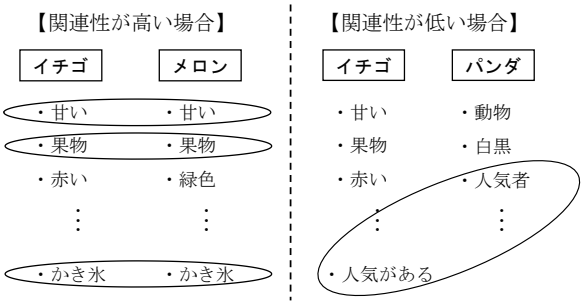


図 1 共通点探索過程の例

チゴだけでは「人気がある」という属性は顕在的ではないが，パンダのもつ「人気者」という属性から，共通点として「人気がある」という属性が発見される (図 1 の右) 。つまり，関連性が低い場合には，共通点の探索過程において属性の「言い換え」という工夫をすることが，顕在的ではない独自で面白い共通点の発見につながると考えられる。ただし，関連性が高い場合でも，顕在的な属性が尽きてしまった場合には，関連性が低い場合と同様になると考えられる。

以上を踏まえて本研究では，共通点の探索過程に着目し，活性化した属性の言い換えが独自で面白い共通点の発見につながるのかを検討する。共通点の探索過程において，対象間の関連性が高い場合に比べて，関連性が低い場合に，言い換えが多くなると予測される (予測 1) 。そして，言い換えを必要とせずに発見された共通点に比べて，言い換えを行った共通点の方が，共通点の独自性や面白さが高くなると考えられる (予測 2) 。

2. 方法

実験参加者

大学生 21 名（男性 8 名，女性 13 名，M_{age} = 19.8，SD_{age} = 1.36）であった。

刺激語

山川・清河 (2015) で作成した 18 組の単語ペアを用いた。そのうち 9 組は関連性が高いと想定される組み合わせ（以下「遠い」ペア ; 例「イチゴ　メロン」「トマト　キムチ」），残りの 9 組は関連性が低いと想定される組み合わせ（以下，「近い」ペア ; 例「バナナ　バイク」「カエル　タイル」）であった。

手続き

実験は個別に実施した。実験全体に関する説明をした後，関連性判断課題，発話思考の練習課題，共通点発見課題の順に課題を行った。関連性判断課題と共通点発見課題で用いる刺激語やその組み合わせは共通であったが，各課題での呈示順は実験参加者毎にランダム化した。参加者の発話と手元の様子を記録するため，ビデオカメラを用いた撮影を行った。

(1) 関連性判断課題　PC 画面上に呈示される 2 つの単語について「関連性がどの程度あると思うか」を 7 段階（1 : 全く関連していない〜7 : とても関連している）で評定し，キーボードの 1〜7 のいずれかのボタンを押すよう求めた。Superlab 4.5 を用いて，反応したボタンと反応時間を記録した。制限時間は設けなかったが，あまり悩まず直感で回答するように教示した。

(2) 共通点発見課題　共通点発見課題を行う前に，覆面算を用いた発話思考の練習を行った。覆面算の遂行は 1 分 30 秒を制限時間としており，その間，頭に思い浮かんだことを声に出しながら課題に取り組むよう求めた。参加者が 10 秒以上沈黙するようであれば発話を促した。

PC 画面上に呈示される 2 つの単語についてその共通点を考え，回答用紙にボールペンを使って書き出すよう教示した。回答用紙は 1 つの組み合わせにつき A4 用紙 1 枚で，10 個分の回答欄を設けた。教示では，一度書いたものは消したり修正したりしないこと，その共通点を聞いた人が納得して，かつ，意外性を感じるようなものを考えること，という 2 点を注意事項として伝えた。制限時間は 1 つの組み合わせにつき 1 分 30 秒で，思いつかない場合でも制限時間内は考え続けるように教示した。さらに，共通点発見課題の遂行中は，頭に思い浮かんだことを声に出しながら課題に取り組むよう求めた。

3. 結果

共通点の質の評定

参加者によって記述されたすべての共通点について，研究の目的を知らない，心理学を専攻する大学院生 2 名が妥当性，独自性，面白さの 3 つの観点からそれぞれ 7 段階（1〜7 点）で独立に評定を行った。妥当性は「その共通点を共通点として認めてよいと思う程度」，独自性は「他の人では思いつかないだろう，珍しいと思う程度」，面白さは，「その共通点を面白い（なるほど・確かにそうだ）と思う程度」として評定者に呈示した。各共通点の妥当性，独自性，面白さの値は，2 名の評定者による評定値を平均した。さらに，共通点の数が参加者によって異なっているため，組み合わせごとに平均値を算出して分析に用いた。

単語ペアの関連性の程度と共通点の質との関連

個人が認知する関連性の程度と発見される共通点の量や質との関連について，山川・清河 (2015) と同様の傾向がみられるかどうかの確認を行うため，各組み合わせについて参加者が評定した関連性と，共通点の数，共通点の妥当性，独自性，面白さとの相関係数を算出した。個人毎に相関係数を算出した後，相関係数の参加者全体での平均値についてその有意性を検定した。

組み合わせの関連性と共通点の数との相関係数の平均値は，$\bar{r}$ = .55 (SD = .19, $t(20)$ = 13.18, p < .001) であった。関連性と共通点の妥当性との相関係数の平均値は，$\bar{r}$ = .36 (SD = .19, $t(20)$ = 8.34, p < .001) であった。関連性と共通点の独自性との相関係数の平均値は，$\bar{r}$ = -.21 (SD = .26, $t(20)$ = 3.50, p < .01) であった。最後に，関連性と共通点の面白さとの相関係数の平均値は，$\bar{r}$ = -.39 (SD = .21, $t(20)$ = 8.33, p < .001) であった。

以上の結果は，山川・清河 (2015) の結果とおよそ一致

するものであった。ただし，面白さについては山川・清河 (2015) では予測に反して無相関であったが，本研究では予測と一致して負の相関がみられた。以上より，対象について独自で面白い捉え方を可能にするためには，一見関連がなさそうに見える対象との共通点を探索することが有効であることが示唆された。

発話の分類と集計

共通点探索の過程を検討するにあたり，撮影したビデオデータをもとに参加者の発話を書き起こした。その際，書かれた共通点の内容，共通点が書かれた時間，発話の内容，発話が始まった時間を記録し，分析に用いた。なお，まったく発話をしなかった 1 名と，発話内容が記述する共通点を音読しただけであった 3 名の計 4 名分は分析対象から除外し，分析対象は 17 名分とした。共通点が発見されるまでの発話を 1 試行として分析の単位とした。

共通点として記述するまでに，片方の属性をもう一方にも当てはまるように異なる表現に言い換えているか，いないかを分類した。第 1 著者が 17 名分すべて，心理学専攻の大学院生 2 名がそれぞれ 8 名分, 9 名分を担当して，独立に分類を行った。その後，第 1 著者が各担当者と合議を行い，分類を確定した。発見された共通点の総数は 718 個であり，そのうち，言い換えを行った共通点が 121 個，言い換えを行っていない共通点が 597 個であった。発話例を表 1 に示した。

予測 1 の検討：単語ペアの関連性の程度による言い換えの使用率の比較

単語ペアの関連性が高い場合に比べて，低い場合において，属性の言い換えの使用率が高くなるか (予測 1) を検討した。近い単語ペアに対して発見された共通点は，479 個あり，そのうち，言い換えを行っていたものは 61 個 (12.7%) であった。遠い単語ペアに対して発見された共通点は，239 個あり，そのうち，言い換えを行っていたものは 60 個 (25.1%) であった。単語ペアの関連性の程度（近い・遠い）によって言い換えの使用率に差があるかを検討するため，χ^2 検定を行った結果，近いペアに比べて，遠いペアにおいて有意に言い換えの使用率が高かった ($\chi^2(1) = 17.41, p < .001$) 。これは，予測 1 と一致する結果であり，単語ペアの関連性が高い場合に比べて低い場合に，属性の言い換えの使用率が高くなることが示された。

予測 2 の検討：単語ペアの関連性の程度と言い換えの有無による評定値の比較

次に，言い換えを行うことによって共通点の独自性や面白さが高くなるのか (予測 2) を検討した。なお，この傾向は，関連性の程度によらず，見られると考えられるが，全体に関連性の程度が低い，すなわち遠い単語ペア対する共通点は，独自性や面白さがより高くなると考えられる。

表 1　共通点発見課題における言い換えありの発話例

ID	単語ペア	共通点	発話内容
05	コンロ レモン	紅茶	レモン, 黄色い, 酸っぱい, ジュース, レモン, レモンティ, レモンパン, コンロ, お湯を沸かす, 紅茶
06	インク メダカ	箱の中にある	インクはプリンターから出てくる, メダカは水槽の中に, あ, 箱の中にいる
18	タイヤ パズル	遊び道具になる	パズル, 遊んだことがある, タイヤも遊んだことがある, タイヤで遊ぶ, タイヤの遊具がある, あるか, 遊び道具になる
18	バナナ バイク	東南アジアで人気がある	バナナ, どこ, バナナ, フィリピン, バイクもフィリピン？東南アジアで盛ん, おお (感嘆), 東南アジアで人気がある

共通点の妥当性, 独自性, 面白さの各平均値について，単語ペアの関連性の程度（近い・遠い）と言い換え（あり・なし）を要因とする繰り返しのない分散分析を行った (Figure 2 ~ 4 に平均値と標準偏差を示す) 。分散分析の結果，まず妥当性については，単語ペアの関連性の主効果と，言い換えの主効果が有意であり，交互作用はみられなかった (関連性 : $F(1, 714) = 99.00, p < .001$; 言い換え : $F(1, 714) = 6.05, p < .05$; 交互作用 : $F(1, 714) = 0.06$, *n.s.*)。独自性についても，単語ペアの関連性の主効果と言い換えの主効果が有意であり，交互作用はみられなかった (関連性 : $F(1, 714) = 25.16, p < .001$; 言い換え : $F(1, 714) = 16.18, p < .01$; 交互作用 : $F(1, 714) = 0.051$, *n.s.*) 。さらに，面白さについても同様に単語ペアの関連性の主効果と言い換えの主効果が有意であり，交互作用はみられなかった (関連性 : $F(1, 714) = 43.21, p < .001$; 言い換え : $F(1, 714) = 7.10, p < .01$; 交互作用 : $F(1, 714) = 1.40$, *n.s.*) 。

以上より，遠い単語ペアに対する共通点は，近い単語ペアに対する共通点に比べて，妥当性が低く，独自性と面白さが高くなることが示された。また，言い換えを行

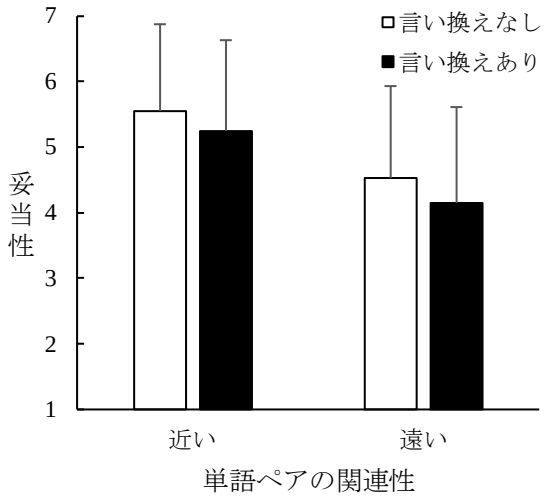


図 2　単語ペアの関連性と言い換えの有無毎の共通点の妥当性の平均値と標準偏差

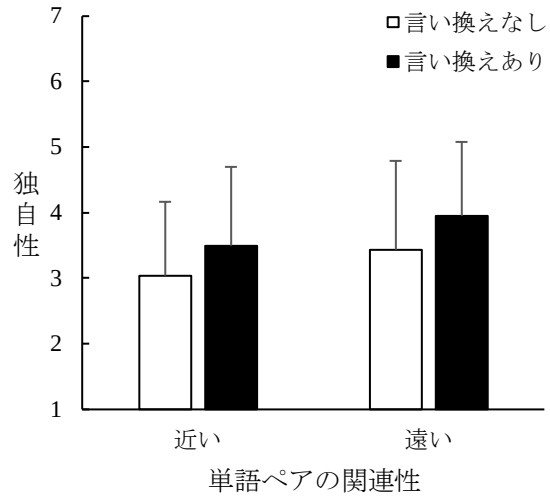


図 3　単語ペアの関連性と言い換えの有無毎の共通点の独自性の平均値と標準偏差

った共通点は言い換えを行っていない共通点に比べて妥当性が低く，独自性と面白さが高くなる。すなわち，関連性が低い対象間で共通点を探索する際に，言い換えを行うことが独自で面白い共通点の発見につながることが示唆された。

4.　考察

本研究では，共通点の探索過程に着目し，活性化した属性の言い換えが独自で面白い共通点の発見につながるのかを検討するため，共通点発見課題遂行中の発話プロトコルの分析を行った。共通点の探索過程において，対象間の関連性が高い場合に比べて，関連性が低い場合に，言い換えが多くなり (予測 1)，言い換えを必要とせずに発見された共通点に比べて，言い換えを行った共通点の方が，共通点の独自性や面白さが高くなる (予測 2) と予

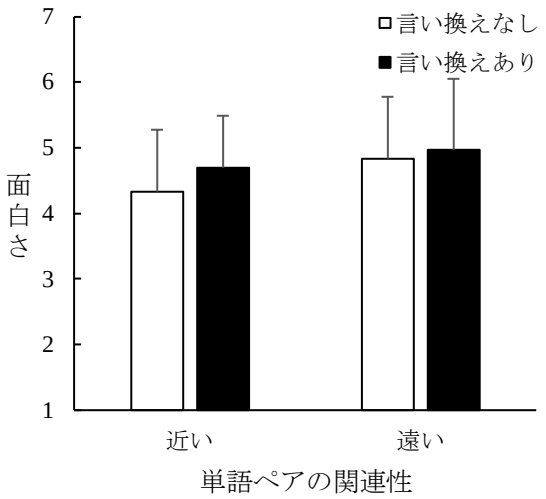


図 4　単語ペアの関連性と言い換えの有無毎の共通点の面白さの平均値と標準偏差

測した。分析の結果，予測に一致した結果が示された。

まず，予測 1 については，単語ペアの関連性の程度が高い場合に比べて，低い場合に，属性の言い換えを多く行っていた。関連性が高い，すなわち，近い単語ペアの場合には，それぞれの対象について活性化する属性や概念が共通している場合が多い。そのため，言い換えをせずに発見される共通点が多くなっていた。それに対して，関連性の程度が低い，すなわち，遠い単語ペアの場合は，言い換えをする割合が多くなっており，これは，活性化した属性や概念がそのまま共通点として成立するわけではなく，もう一方の対象にも当てはまるように言い換える必要があることを示している。

次に，予測 2 については，言い換えを行うことにより，独自で面白い共通点が発見されることが示された。具体的には Table 1 に示した発話例に示したように，どちらかの対象の属性に最初に着目し，それをもう一方の対象にも当てはまるように言い換える表現を探索することで共通点が発見されていた。そしてこのようなプロセスで着目される属性は，共通点として独自であるだけなく，両方の対象にとって，通常では顕在的ではない属性であると考えられる。

以上の検討から，共通点の探索において，言い換えを試みることが，独自な共通点，すわなち対象の普段とは異なる捉え方にとって有効である可能性が示唆された。今後の課題として次の 3 点がある。まず第 1 に，本研究では，共通点の探索過程において属性の言い換えに着目し，その有無を分類したが，言い換えの中にも，タイプの異なる言い換えがあった可能性がある。例えば，片方の対象の属性がもう一方の対象にも当てはまるように表現を変える言い換えと，対象間で異なる属性を抽象化す

る言い換えとでは，タイプが異なる。前者の例としては，Table 1 のバイクとバナナの場合，バナナからフィリピンを連想し，バイクにも当てはまるように，東南アジアという表現に変えていた。後者の例としては，Table 1 のインクとメダカの場合，プリンターと水槽を「箱」という表現に抽象化していた。今後，独自で面白い着眼点を得るための方法として，言い換えという方略が有効であると考えられる。そのため，言い換えの中でのタイプが異なる探索方法についても，より詳細に検討することで，有効な方略や介入の方法を具体的に提案することが可能となる。

第 2 に，本研究では関連性の低い単語ペアと関連性の高い単語ペアを用いて，発見される共通点の質を比較して検討を行った。そのため，発見された共通点は「共通点」として評価を行ってきたが，対象の普段とは異なる捉え方につながっているのかという点を検討するためには，共通点としてではなく各対象の属性として，その独自性や面白さを検討する必要がある。その場合には， 1 つの対象について連想される属性や概念を列挙した場合に比べて，一見関連がなさそうな対象と組み合わせて共通点を探索した場合の方が，独自で面白い属性を発見することができているのかを検討する必要がある。これにより，共通点の探索が対象の普段とは異なる捉え方に有効であることを示すことができる。

第 3 に，本研究の知見から，共通点の探索を通じて対象の普段とは異なる捉え方が，問題解決における新たな解法の発見や，新たなアイデアの生成に有効であることが示唆された。今後は，共通点の探索がそういった創造的な問題解決に及ぼす影響について，直接的に検討を行う必要がある。具体的には，共通点発見課題を用いた事前の練習によって，後に行うアイデア生成課題のパフォーマンスが向上するかを検討する。この検討を通じて，一見関連がなさそうに見える対象間での共通点の探索を，創造的問題解決や創造的なアイデアの生成におけるパフォーマンスの向上を促す有効な方法として活用していくことが期待される。

参考文献

Brown, V., & Tumeo, M., Larey, T., & Paulus, P. (1998). Modeling cognitive interactions during group brainstorming. *Small Group Research*, *29*, 495-526.

Chrysikou, E. G. (2006). When shoes become hammers: goal-derived categorization training enhances problem-solving performance. *Journal of Experimental Psychology*, *32*, 935-942.

McCaffrey, T. (2012). Innovation relies on the obscure: A key to overcoming the classic problem of functional fixedness. *Psychological Science*, *23*, 215-218.

Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2006). How the group affects the mind: A cognitive model of idea generation in groups. *Personality and Social Psychology Review*, *10*, 186-213.

山川 真由・清河 幸子 (2015). 共通点発見課題を通じた創造的アイデア生成プロセスの検討　日本認知科学会第 32 回大会抄録集, 917-919.

創造的アイデアと情報探索傾向の個人差
Individual exploration tendency is correlating with creativity

福田玄明，北田萌香，植田一博
Haruaki Fukuda, Moeka Kitada, Kazuhiro Ueda

東京大学
The University of Tokyo
haruaki@idea.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Creativity is one of the big issues in cognitive science. Many researchers have been investigating creativity from the beginning of cognitive science. However, many of previous studies investigate so qualitatively and descriptively that we cannot yet say what an underlying cognitive process for creativity is.

In this study, we investigated the relationship between creativity and individual characteristics in decision-making, which is estimated by using a computational modeling method. This analysis enables us to evaluate the relations quantitatively.

We found that exploration tendency correlates with the uniqueness of generated ideas in a typical creativity task, UUT.

This result suggests that our creativity has the common processes with information exploration. We believe that our result could be the first step for investigating creativity in a quantitative way and for understanding the cognitive process of creativity deeply.

Keywords — idea generation, reinforcement learning, computational modeling

1. はじめに

日常におけるアイデア生成場面を考えると，他の人が思いつかないようなオリジナリティに富むアイデアを高頻度にだす創造性にあふれるタイプの人もいれば，知識や知性は十分であるにもかかわらず，オリジナルなアイデアをあまり出さないタイプの人もいる．

このような創造性の個人差は何に起因しているのだろうか．先行研究では，創造性がリスク態度と関連していることが示唆されている[1]．また，和嶋，植田，足利，鷲田[2]は情報探索傾向の高い人ほど創造性課題において高い成績をあげたことを報告している．これらの先行研究では，リスク態度や情報探索傾向を定性的に評価していることから，認知活動のどのようなプロセスが創造性に関与しているのかは不明なままである．

本研究では，計算論モデルに基づいた客観的な指標を用いてリスク態度，情報探索傾向を定義し，これらと創造性の関係を調べることで創造性の個人差の起源について考察する．

2. 方法

2.1. 実験参加者

20～22 歳の学部生，大学院生 11 名（男性 7 名，女性 4 名）が実験に参加した．

2.2. 課題と指標

創造性研究では，いろいろな創造性課題と指標が用いられ，様々な側面から創造性が検討されてきた．本研究では，他の人が思いつかない独自のアイデアを生成することを創造性が高いとみなす．このような創造性を測るために， Unusual Uses Test（以下，UUT 課題; Guilford [3]）を用いた．UUT 課題は，日常で使用するものに関して普段は行わない使い方を制限時間内にできるだけたくさん書き出す課題である．この課題において，自分が出したアイデアのうち，他の実験参加者が出しにくいアイデアの割合（uniqueness の高さ）を個人ごとに計算し，それを各人の創造性の指標とした．

また，Behrens, Hunt, Woolrich, & Rushworth [4] の方法にしたがい，ギャンブル課題での選択を強化学習モデルにフィットすることで，各実験参加者のリスク態度及び情報探索傾向を推定した．強化学習は試行錯誤による学習であり，各試行では，過去の試行から得られた情報を利用して現在の報酬を大きくする選択と，新しい情報を探索することで未来の報酬を大きくする選択との間でコンフリクトが存在する．ギャンブル課題のこの性質を利用して，新しい情報を得るための選択を重視する程度を推定し，情報探索傾向として用いた．

また，確率的に報酬が得られるギャンブル課題において，報酬の有無は不確実である．通常，客観的な期待値が下がっても不確実性を避ける選択をする傾向があり，これをリスク回避傾向と呼ぶ．このリスク回避傾向を同じギャンブル課題から推定し，リスク態度の指標とした．

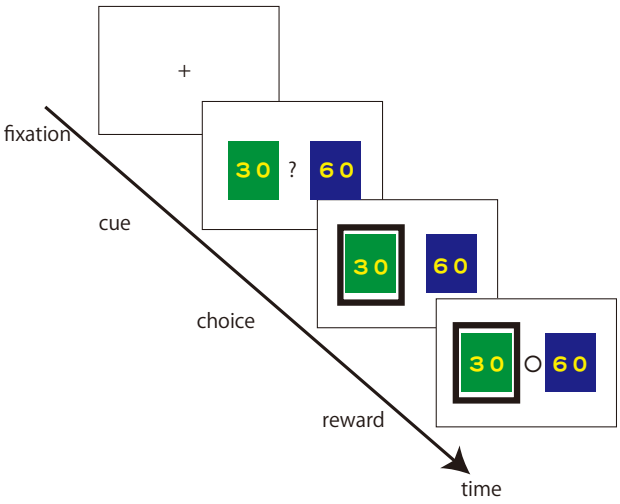


図 1. ギャンブル課題の手続きを示す．2 枚の色違いのカードから 1 枚を選び，その後，当たりか（○）はずれか（×）がフィードバックされる．カードの前に書かれた報酬額は，各トライアル 0~100 の間からランダムに選ばれた．

このように，リスク態度，情報探索傾向を強化学習モデルに則って推定するためのギャンブル課題と，創造性を測るための UUT 課題を行い，これらの変数間の関係を検討した．

2.3. 手続き

2.3.1. UUT 課題

ペットボトルの通常とは異なる使い方を考えることを課題とした．時間は 3 分間とし，実験参加者は回答用紙に思いつく限り多くのアイデアを書くことを求められた．

2.3.2. ギャンブル課題

手続きを図1に示す．実験参加者は色の違う2枚のカードから一枚を選ぶことを求められた．それぞれのカードには事前に決められた当たり確率と紐づけられており（例えば，青いカードは30%の確率で当たり，緑のカードは70%の確率で当たりなど），当たりの場合はカードに書かれた数字の得点が与えられる．はずれの場合には得点は変わらない．実験参加者はこれを繰り返し行い（60回），最終的な合計獲得得点を最大化することを求められた．実験参加者はカードの色に紐づけられた当たり確率を知らされておらず，試行錯誤の中でそれぞれの当たり確率を学習していくことが期待された．

このように，ギャンブリング課題は典型的な強化学習問題であり，強化学習モデルを用いてモデル化することができる(Schultz, Dayan, Montague [5], Daw [6], Beherens,et. al. [4])．つまり，各トライアルにおける各実験参加者が主観的に感じるそれぞれのカードの当たり確率は，

$$p_{n+1} = p_n + \alpha * (\delta - p_n) \qquad (1)$$

として，表すことができる．ここで p_n は，実験参加者の主観的当たり確率，α はその実験参加者の学習率，δ は n トライアル目の選択が当たりの場合は 1，はずれの場合は 0 となる変数である．主観的確率の初期値 p_0 は，青，緑両方のカードで 0.5 とした（初期値をフリーパラメーターとして，のちに説明するフィッティングを行い，フィッティングの良さの尺度である *AIC* (Akaike Information Criterion [7])を比較した上で，初期値は定数とした）．

さらに，各カードの期待値は，それぞれのカードに書かれた数字を m^{blue}, m^{green} とすると，それぞれ $m_n^{blue} * p_n^{blue}$，$m_n^{green} * p_n^{green}$ となる．この期待値に基づいて選択は行われると考えられるため，それぞれの選択確率（choice probability, CP）は *softmax* 関数とその傾きとしてあらわれる情報探索傾向 γ を用いて，

$$CP_n^{col} = 1/(exp(-\gamma(m_n^{col} * p_n^{col} - m_n^{\overline{col}} * p_n^{\overline{col}}),$$
$$\text{where} \quad col = \{blue, green\} \qquad (2)$$

と表すことができる．

さらに，ここでの主観的当たり確率 p は，各実験参加者のリスク態度に基づいて，不確実性を嫌う傾向を反映していると考えられるため，リスクを含む主観的確率 $\hat{p}$ は，意思決定研究で一般的に使われている Prelec [8]の risk weighting function に基づきフリーパラメーター ρ を用いて，

$$\hat{p} = \exp(-(-\ln(p))^{\rho}) \qquad (3)$$

とした．

数式(1), (2), (3)を合わせることで，我々のギャン

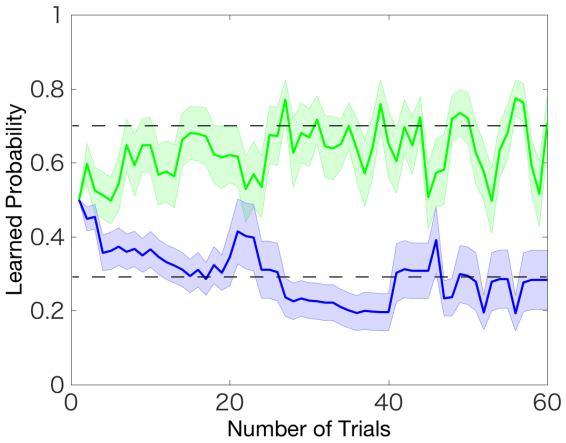


図 2. ギャンブル課題の学習曲線. 2 本の線は，モデルフィットにより推定される 2 種類のカードに対する実験参加者の主観的な当たり確率を示し，実線が実験参加者間の平均を表し，薄い色の範囲が標準誤差を表す. それぞれの実際の確率は緑 0.7 と青 0.3 である（図の点線）ため，実験参加者の学習が確かに成立していることを示しており，ここから推定されるリスク態度，情報探索傾向が妥当であることを示している.

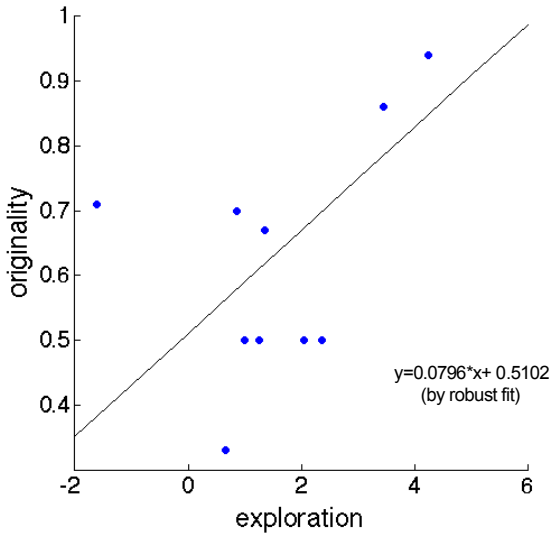


図3. 情報探索傾向（横軸）と独自性（縦軸）の関係. 情報探索傾向が大きい実験参加者ほど独自性が高いことがわかる. 実験参加者数が少ないため，Jackknife法[9]によるresamplingから求めた信頼区間を用いて*t*検定を行った（$t(10)=16.3$, $p<0.001$）.

ブリング課題における選択モデルを作成した. このモデルを各実験参加者の 60 トライアルの選択結果に，Neldar-Mead 法を用いて loglikelihood が最大になるようにフィットすることで，3 つのフリーパラメーター（学習率α，情報探索傾向γ，リスク態度ρ）を推定し，このγ，ρを各実験参加者の情報探索傾向，およびリスク態度として後の分析に用いた.

3. 結果

ギャンブル課題での実験参加者の選択を強化学習モデルへフィットすることで描いた学習曲線を図 2 に示す.

創造性の指標として，各実験参加者のアイデアの独自性(uniqueness)を算出した. そのためにまず，全実験参加者の全アイデアの中で5%未満の個数だったアイデアに1点を与え，1%未満の個数だったアイデアに2点を与えた. そして，実験参加者ごとにこの合計得点を各人のアイデア総数で割った値をその実験参加者の独自性の指標とした.

この独自性にリスク態度と情報探索傾向がどのように寄与するかを知るため，リスク態度と情報探索傾向のそれぞれが独自性にどのように関連するのかを，Pearsonの積率相関係数により検討した.

その結果，創造性指標とリスク態度には相関が見られなかった一方，創造性と情報探索態度との間に正の相関が見られた（図3）.

このことは，創造的思考が情報探索態度により説明される，もしくは，情報探索態度と共通の認知的基盤を持つ可能性を示唆する.

4. 考察

我々の結果は，情報探索傾向の高い実験参加者ほど，創造性が高いということを示唆している. アイデア生成の場面において，情報探索傾向が強いということは，問題解決の対象と関連の強い情報を利用すること以上に，関連のなさそうな情報を探索することを優先することと考えられる.

一方で，先行研究で示唆されている[1]リスク態度と情報探索態度については関連を見つけることはできなかった. 先行研究では，リスクが客観的に定義されておらず，単純に失敗回避傾向をリスク態度と呼んでいる. 本研究では，リスク態度は不確実性を避ける傾向，情報探索態度は未来の選択に有効な情報を得るために

不利な選択をする傾向を意味し，どちらも失敗回避を妨げることから，先行研究におけるリスク態度に含まれる．したがって我々の結果は，先行研究の結果と整合的であり，また，より厳密に創造性と関連する行動傾向を特定したとも言える．このことが，本研究における計算論的手法によるメリットであろう．

和嶋ら[2]では，情報収集傾向と創造性の関係を調べるために，インターネット検索を用いてデジタル一眼レフカメラについてのアイデア生成を実験参加者に行わせた．その結果，デジタル一眼レフカメラに直接関係しない情報，例えば「鳥の目」のような一見課題とは関係なさそうな検索語で情報を探索する実験参加者の方が，例えば「デジタル一眼レフカメラ　性能」のような直接的に関連する情報を探索する傾向の高い実験参加者に比べて，結果的に生成されるアイデアの独自性が高いと評価された．

和嶋ら[2]の結果は，既知の情報を利用するよりも新たな情報を探索しようとする認知傾向が，生成されるアイデアの独自性を高めることを示す我々の結果と整合する．本実験で対象としたアイデア生成の場面における創造性は，課題とは関連がなさそうな情報まで探索することによる結果として表れるのかもしれない．このことは，情報探索を誘導することによる創造的なアイデア生成のサポートの可能性を示唆する．

謝辞

本研究は，文部科学省科学研究費補助金・基盤研究(A)（課題番号 16H01725）ならびに基盤研究(B)（課題番号 25280049）による支援を受けて実施された．

参考文献

[1] Glover, J. A. & Sautter, F., (1977) “Relation of Four Components of Creativity to Risk-taking Preferences”, Psychological Reports, 41(1), 227-230.
[2] 和嶋 雄一郎・足利 純・鷲田 祐一・植田 一博, (2015) “インターネットを利用した情報収集傾向が技術とサービスに関するアイデア生成に与える影響”，電子情報通信学会和文論文誌，J98-D(1)，225-235.
[3] Guilford, J. P., (1967) “Nature of human intelligence”, New York, NY: McGraw-Hill.
[4] Behrens, T. E. J., Hunt, L. T., Woolrich, M. W., & Rushworth, M. F. S., (2008) “Associative learning of social value” *Nature*, **456**, 245-250.
[5] Schultz W, Dayan P, Montague RR., (1997) “A neural substrate of prediction and reward”, Science 275, 1593-1599.
[6] Daw, N. D., O’Doherty, J. P., Dayan, P., Seymour, B., & Dolan, R. J., (2006) “Cortical substrates for exploratory decisions in humans,” Nature, 441, 7095, 876–879.
[7] Akaike, H., (1973) “Information theory and an extension of the maximum likelihood principle”, Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory, 267-281.
[8] Prelec, D., (1998) “The probability weighting function”, Econometrica 66,497–527.
[9] Efron, B., (1982) “*The Jackknife, the Bootstrap and Other Resampling Plans*” CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics.

意味空間上の演算は実世界における計算論的創造性に不可欠か？機械学習によるコンセプト創出手法の検討

Is an Operation on the Semantic Space Essential for Computational Creativity in Real-World Tasks? Concept Creation using a Machine Learning Technique

須藤 明人 †，藤原 直哉 ‡，徳田 慶太 †††，本田 秀仁 ‡‡，植田 一博 ‡‡
Akihito Sudo, Naoya Fujiwara, Keita Tokuda, Hidehito Honda, Kazuhiro Ueda
† 東京大学生産技術研究所, ‡ 東京大学空間情報科学研究センター, ††† 東京大学医学部附属病院 薬剤部, ‡‡ 東京大学総合文化研究科,
the University of Tokyo
sudoa@iis.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Automatic creation of concepts is important for various situations. Previous researches in the conceptual blending and the concept invention proposed the cognitive models which represent the process by which people combine concepts and those relationships. However, those researches do not allow one to create new concepts automatically because those models can not discover which concepts should be combined to create successful concepts. Therefore, we show the hypothesis that there is the law governing the process of concept creations which is represented by the semantic network. In the experiment, the hypothesis is verified by letting machine learning model extract the law using the training data extracted from the semantic networks built with document set written before and after the past successful concepts. After extracting such law, the machine learning model can provide new concept in accordance with its law.

Keywords — Computational Creativity, Concept Invention, Machine Learning

1. はじめに

創造的なアイデアには様々な形態があるが，なかでもコンセプトはその汎用性や結果への影響力という観点で重要である．コンセプトの創出は，「音楽や絵のコンセプト」「新商品のコンセプト」のように創造性を要するタスクの多くで共通して行われている．また，コンセプトは作品や事業等の全体を貫く基本的な概念 [1] であり，新しい作品や事業等の実現に向かう筋道を決める役割を果たすため，コンセプトの良否は結果に大きな影響を与える．

コンセプトの生成は，これまで主に Computational Creativity (以下，計算論的創造性) [2] と呼ばれる分野で，無関係な概念を合成する認知過程と合成された概念の意味に焦点を当てて研究されることが多く，それらの研究は芸術や数学といった領域を対象することがほとんどで，ビジネス等の領域でコンセプトを生成するには至っていない．Fauconnier ら [3] は，概念の合成を日常的な思考や言語運用の基本的な認知過程のひとつであると主張し，概念や概念間の関係からなる空間を結合する操作が無意識下で実行されるというモデルを提案した．Schorlemmer ら [4] は，概念合成を数理的に厳密なものとし，計算機での実装を可能にすることを目的に，[3] のモデルをベースに，多様な概念モデルとあらゆる論理推論モデルに包含することが可能な概念合成のモデルを構築するプロジェクトについて報告している．これらのモデルには一般性があると主張されてはいるものの，数学や音楽といった特殊な対象を題材にした議論が展開されている．また，これらの研究は，新たな概念を作成する際の元となる概念群が所与とされているため，無数に存在する概念が動的に変化するような実世界のタスクでは組合せ爆発が起きるため適用に限界がある．例えば，ビジネスでの商品開発や，政府による社会問題の解決といったタスクがこのような実世界のタスクの実例である．

一方，このようなビジネス等の実世界の問題に，いわゆる人工知能技術を適用する研究が近年活発に行われている．この背景には機械学習等の逆推論技術のブレークスルーと，利用できるデータの飛躍的な増加がある．逆推論技術と膨大なデータを活用する問題解決の方法論はデータ駆動 [5] と呼ばれ，画像や音声の認識，医療分野での診療や新薬開発，対話型エージェント，自然科学における法則発見の自動化といった幅

広い領域で研究されている．データ駆動のアプローチは，記号やルールの設計を行わない点で，設計者が記号やルールを定義した世界で知能を発揮させる伝統的な記号ベースの人工知能の研究と異なっている．多くの現実のタスクでは，明示的に分節化されていない無数の構成要素が動的に相互作用するため，あらかじめ記号やルールを与えておくアプローチには限界がある [6, 7]．このようなタスクを以下では “実世界問題” と呼ぶ．データ駆動アプローチの成功は，膨大なデータに埋め込まれている対象領域の知識を機械的に抽出するアプローチの実世界問題における有効性を示しているといえる．

コンセプトの創出についても，成功するコンセプトに共通したルール（つまり法則性）が過去のデータに埋め込まれている可能性がある．データ駆動型のアプローチを用いて，成功したコンセプトの創出の法則性をデータから抽出することができれば，その法則性にしたがって生成することにより質の良いコンセプトが得られると考えられる．そこで本論文では，意味ネットワークの経時変化で表現されたコンセプトの創出過程の計算論的なモデルを提案し，そのモデルの枠組みのもとで機械学習で過去のデータの抽出を試みることにより，“成功した新商品のコンセプトの生成過程に共通した法則性が存在し，少なくともその法則性の一部は意味ネットワーク上の演算で表現される” という仮説の検証を行う．この仮説が検証されれば，過去に成功したコンセプトに共通する法則性を抽出した学習機を用いて，まったく新しいコンセプトを機械的に生成できるようにもなる．

コンセプトの生成パタンを機械学習で抽出するためには，コンセプトとその生成過程を計算論的なモデルで表現する必要がある．人の知識表現としての妥当性の研究 [8, 9] や，意味ネットワークの工学的な柔軟性をふまえた研究がなされてきたこと [10] をかんがみ，意味ネットワークとその接続関係の変化を用いて，コンセプトとその生成過程を表現する．

意味ネットワークで表現されたコンセプト生成の法則性を機械学習で抽出する問題は，一般にはコンセプト登場前後の意味ネットワークの経時変化をモデルの入出力とすることで，ネットワークをネットワークに写像する関数の獲得を機械学習で行うことになる．しかし，入出力がともにネットワークであるようなデータを学習することが難しいので，ネットワークの接続を推定するリンク予測問題として定式化することで，機械学習に解ける問題とした．

なお本論文では，単にコンセプトを「作品や商品の全体につらぬかれた，骨格となる発想や観点」[1] という意味に限定して用いる．例えば「新しい商品のコンセプトを議論する」といった用法である．また，概念と述べた場合は「物事の概括的な意味内容」という意味で用いる．この場合，概念としての犬は，４本足であり，尾を持ち，ペットとして人気があり，という共通の意味を持った，個々の犬の集合である．

2. 本研究の仮説

本研究は，成功するコンセプトが生成されてきた背後に何らかの共通した法則性が存在していることを前提としている．さらに，その法則性の一部は意味ネットワークで表現できる（つまり意味ネットワークから抽出可能な説明変数で記述される）ことが仮定されている．より具体的には，コンセプトの登場前後の意味ネットワークの経時変化で記述される説明変数で，法則性が説明されるという仮定である．これは，必ずしもコンセプトが生成される法則性の全てを意味ネットワークで表現できるということではない．しかし，コンセプトの生成の法則性の一部は，意味ネットワークの経時変化を表す何らかの演算であることになる．これは，実世界問題における創造的なアイデアの重要な形態であるコンセプトの生成の自動化に，意味ネットワーク上での演算が必要であることを示唆する．その法則性を計算機に実装することで，成功するコンセプトに共通した法則性にしたがったコンセプトの自動生成が可能になる．

この仮説を検証するためには，過去に成功したコンセプトに関するデータを用いて，実際にそのコンセプトの生成パタンに法則性があることを確認すればよい．5. 章の実験では，過去のコンセプトのデータを学習することで法則性の獲得をこころみた学習モデルと，ランダムな識別しか行わないモデルを比較することで，法則性の有無の検証を行う．

3. コンセプト創出過程のモデル

本章では，概念とコンセプトを計算論的な表現で定義し，その後，コンセプトの創出過程を計算論的にモデル化する．まず，概念とその意味を表現するモデルとして，意味ネットワークのノードとその接続関係を用いる．意味ネットワークではノードが概念に対応しており，意味的に関連のある概念同士がエッジで接続されている．本研究では，概念の意味を直接エッジで接続された概念の集合とする．このとき，V を概念の集合，E を概念間の繋がりであるエッジの集合として，意味ネットワークは $S = (V, E)$ と書け，ある概念

$\hat{v} \in V$ の意味 $V^{\hat{v}}$ をエッジで直接つながった概念の集合 $V^{\hat{v}} = \{v|\bar{e}(v,\hat{v}) \in E\} = \{v|v \sim \hat{v}\}$ と書ける．ここで，$\bar{e}(v',v'')$ は v' と v'' のエッジを表し，$v' \sim v''$ は v' と v'' がエッジで接続されていることを示す．

次に，コンセプトを意味ネットワークを用いて定義する．本研究で扱うコンセプトは「高級感がある日本車」といった，新しい意味付け（“高級感”）がなされた概念（“日本車”）である．よって，新しい意味付けがなされた概念であるコンセプトの意味ネットワークでの表現は，従来は直接つながっていなかった概念との新しい接続が付与されたノードとなる．例えばレクサスであれば，図 1 のように，発売前には “信頼性”，“耐久性” といった概念が “日本車” の意味として意味ネットワーク上で接続されていたのに対し，新しいコンセプトは “高級感”，“デザイン性”，“重厚感”，“富裕層” といった新たな概念が “日本車” に接続された意味ネットワークとして表現できる．

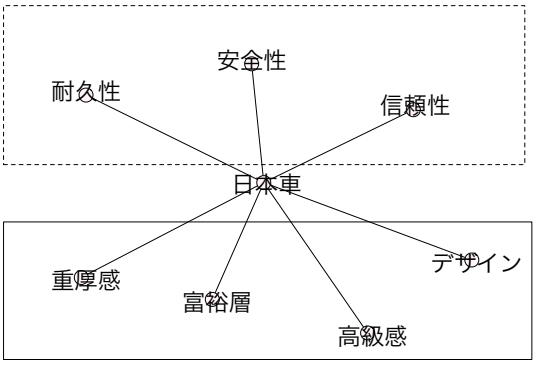


図 1 “レクサス” のコンセプトの例．実線が新たに付与された意味である．

以上から，コンセプトは意味ネットワークを用いて次のように定義できる．

Definition 1. コンセプトの計算論的表現

意味ネットワーク (V,E) と概念 v^{target} が与えられたとき，$v^{target} \in V$ の新しいコンセプトとは，概念 v^{target} のもともとの意味 $V^{v^{target}} = \{v|v \sim v^{target}\}$ には含まれない新たな概念を含む概念集合 V^{new} と，V^{new} と v^{target} の接続からなる意味ネットワークである．

このコンセプトの定義のもとで，コンセプトを創出する過程は既存の概念に対して適切な新しい接続を発見することに他ならない．図 1 の “レクサス” の例でいえば，従来の “日本車” とは接続されていなかった “高級感” や “重厚感” といった概念を見いだすことが，“レクサス” のコンセプトの創出過程である．従って，コンセプトの創出過程は次のように意味ネットワーク

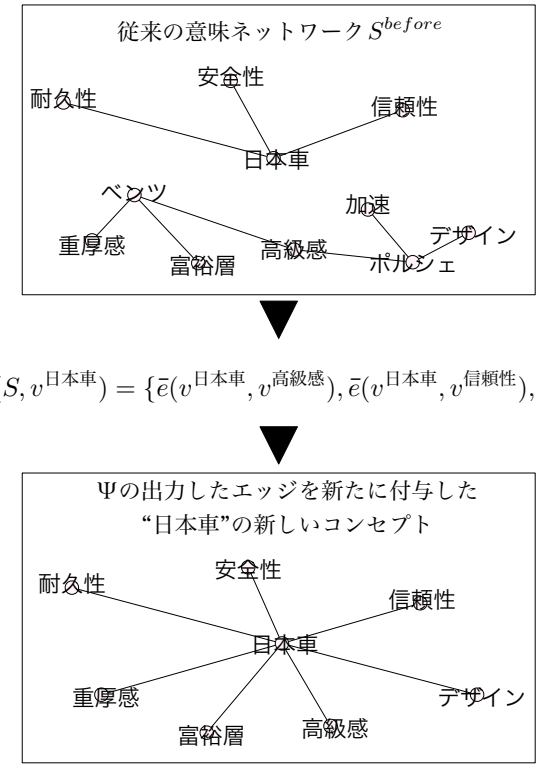


図 2 “レクサス” のコンセプトの創出過程の例

の新しい接続を与える関数 Ψ で与えられる．

Definition 2. コンセプトの創出過程

意味ネットワーク $S = (V,E)$ と概念 v^{target} が与えられたとき，v^{target} のコンセプトの創出過程は，意味ネットワークと概念のペアから新しい概念との接続を与える関数

$$\Psi : (S, v^{target}) \mapsto E^{new} \tag{1}$$

で表現される．ここで，E^{new} は対象の概念 v^{target} の新しい接続 $\{e|\bar{e}(v,v^{target}), v \in V^{new} \setminus V^{v^{target}}\}$ である．

図 2 は，“レクサス” のコンセプト創出過程の例である．従来の意味ネットワークにおいて，“日本車” は “信頼性” や “耐久性” を有している一方，“ベンツ” や “ポルシェ” の持つ “高級感” は有していない．この意味ネットワークを Ψ に入力して得られる新たな接続 $\bar{e}(v^{日本車}, v^{高級感})$ や $\bar{e}(v^{日本車}, v^{信頼性})$ 等を，“日本車” のノードに新たに接続することで，高級感を兼ね備えた新しい日本車であるレクサスのコンセプトが得られる．

4. データからのコンセプトの創出

4.1 意味ネットワークの自動構築

本研究では学習機に与える学習データの作成のために，成功したコンセプトが登場した前後の意味ネットワークが必要である．意味ネットワークの構築は手作業では大変手間のかかる作業のため，自動的に構築できることが望ましい．

エッジに属性が付与されず，ノードに概念が紐付いたような意味ネットワークを構築するためには，すべての概念の集合と概念のあいだの接続関係がわかればよい．すべての概念が与えられ，その概念の任意のペアの意味的なつながりの有無（“日本車” と “燃費” は接続され，“日本車” と “辛い” は接続されない等）がわかれば，概念に対応するノードの集合を V，つながりのある概念のペアのあいだのエッジの集合を E とすることで，意味ネットワーク (V, E) を構築できる．

概念の集合と，概念のあいだの接続関係は，形態素解析と統計的意味論 [11, 12] と呼ばれる手法を用いることで，十分な量の文書データから得ることができる．まず，文書に形態素解析で分かち書き処理（膠着語である日本語の文章を，文の最小単位である形態素に分割する処理）をほどこし，形態素を概念として扱うことにすれば，その文書データに含まれる全ての概念を得ることができる．十分に多くの文書データを収集すれば，その十分な規模を持った文書データには対象とする概念やその概念に新たに付与されるであろう概念が全て含まれているので，得られた概念に対応するノード群を意味ネットワークのノード集合 V として用いる．次に，統計的意味論の手法を用いると，それぞれの概念の実数値ベクトルでの表現を得ることができる．多くの統計的意味論の手法は，概念の意味の近さがベクトルの間の距離となるようにベクトル表現が与えられる．そこで，ふたつの概念 v_1 と v_2 のベクトル表現 $\boldsymbol{v_1}, \boldsymbol{v_2}$ の距離 $d(\boldsymbol{v_1}, \boldsymbol{v_2})$ がしきい値 λ より小さい場合，すなわち $d(\boldsymbol{v_1}, \boldsymbol{v_2}) < \lambda$ である場合に，v_1 と v_2 に対応するノードをエッジでつなげば，意味の近い概念が接続された意味ネットワークを得ることができる．λ はハイパーパラメーターであり，距離 $d(\cdot, \cdot)$ には例えばコサイン類似度を用いれば良い．

4.2 リンク予測によるコンセプト創出

定義 2 によれば，コンセプトの創出は意味ネットワーク上で，概念の新しい接続を見いだす処理である．人間の専門家によって新しいコンセプトを創出する際には，“日本車” といった対象となる概念に新たに付与するのに適切な概念を探索的に見出していると考えられる．つまり専門家は式 (1) の関数 Ψ の入出力関係を与える何らかの認知プロセスにしたがって，既存の意味関係から新しいコンセプトを生み出していると解釈できる．

文書には，書かれた際に概念が持っている意味が埋め込まれていると考えられる．例えばブラックベリーが最も売れているスマートフォンであった当時に書かれた文書には，スマートフォンとタッチパネルのつながりを示唆するような文書は極めて少なく，一方，iPhone が発売された後に書かれた文章には，スマートフォンとタッチパネルは密接なつながりを持っていることが読み取れるはずである．従って，成功したコンセプトが登場した前と後に書かれた文書をそれぞれ集めた文書データから意味ネットワークを構築すれば，過去のコンセプトの意味ネットワークでの表現を構築でき，そこから意味ネットワークの経時変化に共通する法則性を抽出できると考えられる．これは，成功したコンセプトの登場前と登場後の意味ネットワークから，人間の専門家がコンセプト創出の過程で用いた Ψ の入出力関係を近似的に取り出せることを意味する．以下では，成功したコンセプトを生み出した卓越した専門家の持つ Ψ を Ψ^* と書く．

次に，Ψ の入力と出力を定める．Ψ の入力はコンセプトを生み出した時点で所与な情報なので，そのコンセプトが登場する以前の意味ネットワーク $S^{before} = (V^{before}, E^{before})$ と，新たなコンセプトを生み出したい対象の概念 v^{target} とする．計算機がコンセプトを創出したり法則性を獲得する際には，S^{before} は 4.1 章で述べた通りコンセプトが登場する前に書かれた文章から自動で構築することが可能である．コンセプトを考案した専門家や組織が保持していた概念や，概念の意味の完全な再現ではないが，web 等から収集された十分な量の文章から作成された意味ネットワークは，コンセプト発案の際に暗黙的に使われた概念や意味関係の良い近似になると考えられる．もうひとつの入力である v^{target} はコンセプトの対象そのものであるから所与とすることは自然であり，また過去のデータから学習データを作成する際に v^{taregt} を特定することは容易におこなえる．

Ψ の出力は，対象の概念 v^{target} へ付与する新しい接続 E^{new} である．学習データを作成する際には，コンセプトが登場した後の文書データから構築した意味ネットワークから新しい接続が抽出できる．まず，コンセプト登場後の文書データから意味ネットワーク

$S^{after} = (V^{after}, E^{after})$ を構築する．その意味ネットワーク S^{after} の v^{target} に対応するノードの接続のうち，従来のエッジ集合 E^{before} には存在しなかったエッジの集合が，対象とする概念の新しい接続である．

以上で Ψ の入力と出力が定まり過去のデータからこの入出力の組を抽出する方法が得られたので，入出力の組のデータ $D = \{(d_i^{in}, d_i^{out})\}_{i=1}^{N_D}$ を過去の成功したコンセプトの登場前後に書かれた文書データの組から作成することができる．この D は過去に成功したコンセプトが生み出された際の入出力関係を表したデータなので，十分な性能を持つ学習機 ψ があり，N_D が十分に大きいという仮定のもとで，D を用いて ψ を訓練して得られるモデルが成功したコンセプトを生み出した専門家の持つ Ψ^* の良い近似になる．

一般に，新たな接続の組み合わせ V^{new} の全てを出力するモデルの学習よりも，ノードのペアの接続を個別に予測するモデルの学習のほうが機械学習の問題としては容易である．本節でここまで述べてきた問題を 2 値分類問題とするには，ψ のかわりに 2 値分類のモデル ψ^{bin} を用い，学習データには入力の組 (S, v^{target}, v^i) と出力 $v^i \overset{new}{\sim} v^{target}$ のペアからなるデータを用いればよい．ここで，v^i は v^{target} との接続を判定したいノードであり，$\overset{new}{\sim}$ は，v^i, v^{target} の間のエッジが V_D^{new} に含まれるかのラベルを 2 値で返す 2 項演算子である．例えば，接続されている場合のラベルを 1 として与えることにし，v^i は v^{target} と接続されているとすれば，$v^i \overset{new}{\sim} v^{target}$ は 1 である．この $v^i \overset{new}{\sim} v^{target}$ を定めるためには，S^{new} において v^i と v^{target} が接続されているかを確認すればよい．このように，2 値問題としてエッジの接続関係を予測する問題はリンク予測問題と呼ばれ，以上の議論から，コンセプト創出はリンク予測問題として定式化できることがわかった．

さらに，グラフである S を含んだ入力をそのまま与えることができる学習モデルは我々の知る限り存在しないので，(S, v^{target}, v^i) を何らかの特徴量に変換する必要がある．通常，特徴量は実数値ベクトルで与える必要がある．良く用いられる特徴量として，v^i, v^{target} の S における隔たりや，共通の隣接ノードの数がある．本アプローチではこの特徴量は [13] 等で報告されている指標の任意の組合せを用いることができる．以下では，(S, v^{target}, v^i) の特徴量を与える関数を $f(v^i, v^{target}, S)$ と書く．

以上の議論から，データから得られる特徴量 $f(v^i, v^{target}, S)$ と接続の有無 $(v^i \overset{new}{\sim} v^{target})$ を学習データの入出力の組 $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{N_f}, y \in \{0, 1\}$ を

$$\mathbf{x} = f(v^i, v^{target}, S) \tag{2}$$

$$y = (v^i \overset{new}{\sim} v^{target}) \tag{3}$$

とし，2 値分類の識別モデルを ψ^{bin} として，ψ^{bin} を学習データ $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{N_f}, y \in \{0, 1\}$ で訓練して得られる ψ^{bin} を，コンセプトの新たな概念として採用するか否かの識別に用いればよいことがわかった．

5. 検証実験

2. 章で述べた仮説を検証するため，過去に成功したコンセプトが意味ネットワークの接続という観点で何らかの法則性を持って生み出されてきたことを確認する．そのためには，過去に成功したコンセプトの前後の意味ネットワークから式 (2) と式 (3) でデータ D を作成し，D を学習データとテストデータに分割して評価するクロスバリデーションを行って学習モデルとランダムに予測するモデルの予測精度を比較すれば良い．すなわち，データ D を k 分割し，分割したうちの $k-1$ 個で学習モデルを訓練する．そして学習に用いていない残りのデータの $\mathbf{x}$ をモデルに与えたときの出力が D で与えられている正解の y に一致しているかを，学習モデルとランダムモデルの両方について評価し，それらの精度を比較する．もし，学習モデルの予測精度がランダムに予測を行うモデルよりも十分に高ければ，モデルはランダムではない何らかの法則性にしたがってコンセプトに付与すべき概念を推定していることになり仮説が支持される．

5.1 データと実験の設定

文書がパブリッシュされた時期を絞り込めるインターネット検索エンジンを用いて，2008 年以前と 2009 年以降のそれぞれで “ラー油” というキーワードで検索した文書を取得した．これは “食べるラー油” の発売前と後を想定した文書セットである．それぞれの文書長は，30,326,404 単語，27,271,611 単語であった．取得した文書は Mecab [14] で形態素解析を行い，分かち書きされた個々の形態素を意味ネットワークの概念として用いた．ただし，記号等を除外する目的で出現回数が 200 回未満の概念は無視した．分析対象とする概念は，“食べるラー油” 登場の前と後の文書に共通して現れる概念に限定した．概念の種類は最終的に 7,392 種類になった．概念の間の距離を得るため，word2vec [12] を用いて単語のベクトル表現を得た．概

表 1　接続予測の精度. 値は Cross Validation の平均であり，括弧内はその標準偏差.

	Precision	Recall	F-score
RF	0.51 (± 0.014)	0.55 (± 0.050)	0.53 (± 0.030)
Random	0.048 (± 0.0037)	0.46 (± 0.034)	0.087 (± 0.0067)

念の距離をこのベクトルのコサイン類似度で測り，しきい値を 0.2 として意味ネットワークを構築した.

リンクの接続有無を予測するモデルの学習データの特徴量には，[13] で報告されている指標を全て用いた．2 値の識別モデルとして Random Forests （以下，**RF**） [15] を用いた．RF の適切なハイパーパラメーターは，Random Search 法 [16] で見出して用いた.

また比較のため，接続の有無をランダムに予測するモデル (以下，ランダムモデルまたは **Random**) の精度も評価した．ランダムモデルは，ノードが接続されるかを確率 0.5 でランダムに判断するだけのモデルである.

5.2　接続予測の精度

以上の設定のもとで行った実験の精度を表 1 に示す. 問題の正負のラベルの数が大きく偏っていることをふまえ，評価指標には，Precision, Recall, F 値を用いた. 3 fold のクロスバリデーションの平均と分散をそれぞれの評価指標について算出した．F 値は Precision と Recall の調和平均である.

表 1 によると，ベースラインであるランダムモデルは，0.5 の確率で接続されると予測するため Recall は 0.46 とおよそ 0.5 になっている一方，本来は接続されないノード同士も同じく確率 0.5 で接続すると予測するため Precision は 0.048 と低い値となった．結果，Precision と Recall の調和平均である F 値も 0.087 と低い精度となった．一方，学習データからヒット商品のコンセプトで接続されたノードを学習した RF では，Precision がそれぞれ 0.51 とランダムモデルより明らかに良い精度となり，Recall も 0.55 と 0.5 をこえる結果となった．F 値は 0.53 となり，ランダムモデルの 0.087 を明らかにこえる精度となった．学習モデルがランダムモデルよりも十分に高い精度であったことは，コンセプト創出におけるリンクの接続のされかたに，[13] の特徴量を説明変数とする法則性が存在していることを示唆する結果であり，2. で述べた仮説を支持する結果である．RF は過去のデータの学習によりその法則性を獲得したことになる．ただし，精度そのものは 50%前後であり，完全な自動化には精度の向上が必要な水準である.

6.　まとめ

成功したコンセプトの生成に共通した法則性が，コンセプトの登場前後の意味ネットワークの経時変化で記述される説明変数で記述されるという仮説を提示し，機械学習で過去に成功したコンセプトに関する意味ネットワークの変化を学習することを通じてその仮説を支持する結果を得た．学習を通じてこの法則性を獲得したモデルを用いて，過去のコンセプトの法則性にしたがった新しいコンセプトを生成することができる.

今後の課題として，接続関係の予測精度の向上，よりリッチなコンセプト表現の活用，収集した文書データの質と量と精度の関係の分析があげられる.

参考文献

[1] 松村 明 (2016). “デジタル大辞泉”.

[2] Jon McCormack, Mark dInverno (2012). Computers and creativity: The road ahead. Computers and Creativity, 421424. Springer.

[3] Fauconnier, G. & Turner, M. (2008). The way we think: Conceptual blending and the mind’s hidden complexities. Basic Books.

[4] Schorlemmer, M., Smaill, A., Ku hnberger, K. U., Kutz, O., Colton, S., Cambouropoulos, E., & Pease, A. (2014). Coinvent: Towards a computational concept invention theory.

[5] 樋口 知之 (2016). データ駆動科学技術を担う人材の育成確率的思考と逆推論. “情報管理”, 59 (1), 5356.

[6] Barsalou, L. W., Simmons, W. K., Barbey, A. K., & Wilson, C. D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. Trends in cognitive sciences, 7 (2), 8491.

[7] 谷口 忠大 (2014). “記号創発ロボティクス 知能のメカニズム入門”. 講談社.

[8] Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. Psychological review, 82 (6), 407.

[9] Anderson, J. R. (2000). Learning and memory.

[10] Oh, J., Kim, T., Park, S., & Yu, H. (2012). PubMed search and exploration with real- time semantic network construction. Proceed- ings of the 18th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, 15721575. ACM.

[11] Dumais, S. T. (2004). Latent semantic analysis. Annual review of information science and technology, 38 (1), 188230.

[12] Mikolov,T., Sutskever,I., Chen,K., Corrado,G.S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. Advances in neural information processing systems, 31113119.

[13] Lu, L. & Zhou, T. (2011). Link prediction in complex networks: A survey. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 390 (6), 11501170.
[14] Kudo, T., Yamamoto, K., & Matsumoto, Y. (2004). Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis.. EMNLP, Vol. 4, 230237.
[15] Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45 (1), 532.
[16] Bergstra, J. & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. Journal of Machine Learning Research, 13(Feb), 281305.

作品生成とその評価に先行キャラクターが及ぼす影響 ―漫画作成課題を用いた検討― Effects of Preinventive Characters to Generating and Evaluating Cartoon

新谷嘉朗*・寺井仁†・三輪和久*
Yoshiaki Shinya, Hitoshi Terai, Kazuhisa Miwa
*名古屋大学大学院情報科学研究科，†近畿大学産業理工学部
Nagoya University, KINDAI University
shinya@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract
The importance of preinventive structures has been confirmed by a number of studies of creativity. Some of cartoonists also mention the importance of making characters prior to creating products. This study aimed to reveal how prior character settings is reflected to products by using cartoon creation. The experimental results based on mediation analysis are summarized as follows. First, a relation between social descriptions of the main character and story quality of products was mediated by extroversion trait. Second, a relation between descriptions of the main character without social expression and quality of representation of products were mediated by rhetorical symbols.

Keywords — cartoon, creativity, preinventive structure

1. 目的

創造性研究において，発明先行構造(preinventive structures)と呼ばれる産出物の生成に先行して作られる心的なイメージが，後の創造活動に重要な役割を果たすことが明らかにされてきた[2]．一方，産出物の創造性の評価は，産出物上の表現を通して行われる．そのため，発明先行構造の質が，どのように産出物に反映され，そして，産出物の評価へとつながっていくのかという三者の関係を明らかにすることは，本質的な問いであると考えられる．

本研究では，漫画の作成と評価に焦点を当て，上記の問いについて検討を行った．漫画制作においては，例えば「身上調査書」[1]や「キャラクターボックス」[3]など事前のキャラクター設定が重要性な役割を果たすことが示されており，漫画にとっての発明先行構造と考えられる．実験では，発明先行構造としての「身上調査書」の質が，漫画作品上にキャラクターの特徴や漫画的な記号表現として反映され，それが作品評価につながることを仮定して検討を行った(図 1).



図 1 本研究で想定する媒介モデル

2. 方法

実験参加者

大学生 21 名が実験に参加した．

漫画作成ツール

本研究では，「漫画作成ツール」（コミ Po ！ http://www.comipo.com/）を用いることで，参加者が簡便に漫画を作ることを可能にした．この「漫画作成ツール」では，（1）事前に用意されたキャラクターをコマの中に配置し，（2）ポーズ，表情，およびアングルを決定し，（3）背景やフキダシなどその他の画像を配置することで漫画を作成することができる．用意されたキャラクターの表情は 657 種類，ポーズは 223 種類，その他の素材は 2000 種類以上ある．本ツールを使用することで，作品がどのような素材によって構成されているか，すなわち，作品上の表現を定量的に評価すること可能となる．

手続き

課題は週をまたいで 3 つのフェーズに分けて行われた．第 1 フェーズでは，参加者は「漫画作成ツール」に関するチュートリアルを受けた．第 2 フェーズで参加者はまず練習課題として大まかな舞台設定が与えられた上で 4 コマ漫画の作成を行った(表 1)．その後，参加者は本番の漫画作成課題に使う主人公の「身上調査書」を記入した．「身上調査書」は『NHK 高校講座』(http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/art/free_001.html

表１ 課題で用いられた舞台設定

練習課題の舞台設定	ある日、学校で越谷先生は秩父山先生に相談を持ち掛けました。 その相談内容はある生徒の喫煙を止めさせるための何かいい方法は ないかというものでした。秩父山先生は解決策を考え始めました。 そして秩父山先生は自信満々に的外れなことを言いました。 越谷先生は呆れてしまいました。
本課題の舞台設定	こみぽのクラスは、いくつかのグループに分かれて学園祭の出し物を それぞれのグループごとにすることになりました。こみぽのグループの 出し物が決まりました。しかし、出し物ができるかどうかには最終的に 担任の先生の許可が必要です。担任の先生は厳しいことで有名なので、 担任の先生とうまく交渉する必要があります。この後の展開も含めて 漫画にしてください。

)で使用されたものを基に作られており，A3 用紙に主人公の性格や交友関係などの属性を書き込むものになっていた．第 3 フェーズでは，まず第 2 フェーズで記入してもらった「身上調査書」の内容を思い出してもらうために A4 用紙に「主人公の紹介文」を作成してもらった.「主人公の紹介文」の作成は,「身上調査書」において，参加者がキャラクターの中心的な属性として捉らえていたものを抽出することを目的とした．以降の「身上調査書」の分析では,「主人公の紹介文」の内容を用いる.「主人公の紹介文」作成後，参加者は，練習課題よりも自由度の高い舞台設定を与えられた上で，8 コマを標準に何コマ描いても良いというルールの下，漫画作成を行った（図２）.



図 2 漫画作成課題の作品例

分析指標

本研究では，事前に作成された「身上調査書」の質が，漫画作品上に現れる漫画的な記号とキャラクターの所作・表情・性格に反映され,「作品評価」につながるとした媒介モデルを仮定している．以下で説明変数，媒介変数，目的変数に分けて説明していく．

説明変数 まず説明変数である「身上調査書」のコーディングを行った．キャラクター作りに関しては，年齢，性別，学歴などキャラクターに直接関わる設定の他に「父親と母親の関係」（即ち家庭環境）といったキャラクターに間接的に関わる設定がキャラクターの性格を決めるのに重要であると考えられるため[1]，これを踏まえ,「主人公の紹介文」の内容を主人公自身の属性についての記述である「主人公記述」と，家族や友達など主人公以外の人物についての記述である「他者記述」の 2 カテゴリに分類した.

媒介変数 媒介変数は大きく「主人公の特徴（所作・表情・性格）」と「漫画的な記号表現」で構成され，前者に関しては,「表情の種類」（作品中の主人公に使われた表情パーツの数を，作品中に出現した主人公の数で割って算出),「ポーズの種類」（主人公に使われたポーズの数を，作品中に出現した主人公の数で割って算出）を測定した. それに加えて, 主人公の性格を Big five（「外向性」「誠実性」「情緒不安定性」「開放性」「調和性」: 短縮版[5]を使用）により，作品を見た上で評価してもらった（5 段階評価 : 評価者 20 名）．後者に関しては，集中線やオノマトペなど感覚・感情・動作を表す記号が作品中に 1 コマあたりどれだけ使われたか（「修辞記号」）で評価された(図３).

目的変数 そして，目的変数である「作品評価」は，作品を読んでもらい「ストーリーの面白さ」,「描画のうまさ」の２つの項目で評価された(５段階評価 : 評価者 20 名).



図３ 表情・ポーズ・修辞記号の例

3. 結果

前述したモデルを検討するために媒介分析を行う．以下では，（1）説明変数から目的変数へ回帰し有意なパスを確認し，（2）説明変数から媒介変数へ回帰し有意なパスを確認し，（3）説明変数と媒介変数の両方を入れて回帰し，媒介効果の検定を行う．

まず，説明変数である「身上調査書」より得られた２つの変数（「主人公記述」，「他者記述」）と目的変数である「作品評価」（「ストーリーの面白さ」，「描画のうまさ」）との間で回帰分析を実行した．その結果，「主人公記述」が「描画のうまさ」を有意に説明し，「他者記述」と「ストーリーの面白さ」を有意に説明することが確認された．

続いて，説明変数と，媒介変数である作品上の「主人公の特徴」（「表情の種類」，「ポーズの種類」，性 Big five の「外向性」，「誠実性」，「情緒不安定性」，「開放性」，「調和性」）），「漫画的な記号表現」（「修辞記号」）との間で回帰分析を実行した．その結果，「主人公記述」が「修辞記号」を有意に説明し，「他者記述」が「外向性」を有意に説明することが確認された．

そして，「主人公記述」と「描画のうまさ」の関係に対する「修辞記号」の媒介効果と，「他者記述」と「ストーリーの面白さ」の関係に対する「外向性」の媒介効果を検討した．ブートストラップ法（バイアス修正法，2000 回のリサンプリング）により 95%信頼区間をもとめ媒介効果の検定を行ったところ，「主人公記述」→「修辞記号」→「描画のうまさ」のパス，「他者記述」→「外向性」→「ストーリーの面白さ」のパス両方で信頼区間に 0 が含まれておらず（95%CI（.045-.215 & .022-.263）），媒介効果が有意になり，それぞれのパスが成立することが確認された（図４）．

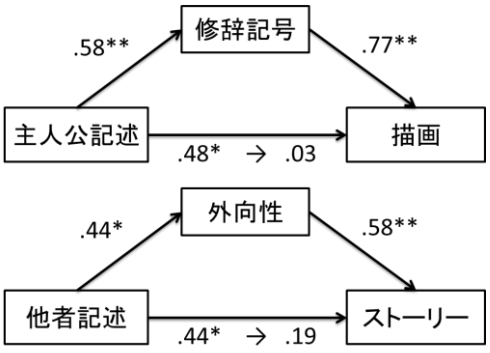


図４ 媒介分析の結果

Note. 「主人公記述」から「描画のうまさ」にかけての直接効果（.48）は，媒介変数によって有意性が消失（.03）し（$p < .05$），同様に，「他者記述」から「ストーリーの面白さ」にかけての直接効果も媒介変数によって有意性が消失（.19）した（$p < .05$）

4. 考察とまとめ

本研究では，「身上調査書」による漫画の主人公の事前の設定が，どのように漫画作品上に反映され「作品評価」につながるのかを検討した．その結果，主人公の事前の設定に主人公自身の属性に関する記述が含まれるほど，表現がうまいと評価されることがわかった．さらに，主人公に関する記述と表現のうまさの関係は感覚・感情・動作を表す漫画的な記号が媒介していることがわかった．このことは，しっかり考えられた主人公の内在的な特性が，感覚・感情・動作という内在的な特性に関連する修辞記号というかたちで表出されたため，結果的に表現がうまいという評価につながったのだと考えられる．

また，主人公の設定に主人公以外のキャラクターの記述が含まれるほど，作品のストーリーが面白いと評価されることがわかった．さらに，主人公以外の他者に関する記述とストーリーの面白さとの関係は主人公の外向的な性格が媒介していることがわかった．このことは，友達や家族など周辺人物について考えることは，社会的インタラクションが生じる物語の中でうまく機能する外向的な主人公の産出を促し，結果的にストーリーが面白いという評価につながることを示している．

今回確認されたことを踏まえて，今後はキャラクターの設定方法を統制した実験を行うなど，さらなる検討を進める予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15H02927 および JSPS 科研費 15H02717 の助成によって行われたものである．

参考文献

[1] 荒木飛呂彦 (2015). 『荒木飛呂彦の漫画術』. 集英社.

[2] Finke, R.A., Ward, T.B., & Smith, S.M. (1992). Creative Cognition: Theory, Research, and Applications. MIT Press.

[3] 小池一夫 (2014). 『小池一夫のキャラクター新論 ソーシャルメディアが動かすキャラクターの力』. ゴマブックス株式会社.

[4] 並川努・谷伊織・脇田貴文・熊谷龍一・中根愛・野口裕之 (2012). Big Five 尺度短縮版の開発と信頼性と妥当性の検討. 心理学研究, 83 (2) , 91-99

日本の一般市民のニューメラシーと地震の確率予測等への認知や態度との関係及び回答行動

Japanese Citizen's Numeracy and Judgment for Probabilistic Prediction for Earthquake and the Survey Response.

広田　すみれ†
Sumire HIROTA

†東京都市大学メディア情報学部
Tokyo City University
sumire@tcu.ac.jp

Abstract

This article presents the brief review of the various numeracy scales in decision making, and it also shows the three numeracy-related empirical results; two were about risk communication of the probabilistic seismic forecast and one was for survey response. Study 1(Hirota, 2013a, b) revealed that when the probabilistic forecasting with high value were modified to lower, low numeracy groups felt significantly "more" fearful, even though high groups felt relief. Study 2(Hirota, 2015) revealed that numeracy measured by CRT significantly related to the amount of increase in the intention of coping behaviors after the presentation of the seismic forecast map. Study 3 (Hirota, 2014) revealed that many of low numeracy participants didn't respond some of the categories in Likert scale, though high participants tended to use all the categories.

Keywords : **numeracy, probability, risk communication, earthquake**

1. はじめに

ヒューリスティックとバイアス研究により、人々は示された確率や統計的情報に対してさまざまなバイアスのある判断を行うことが明らかになった。しかし一方で、現代社会では一般の人々に確率や統計情報が提供され、その下で各人がそれぞれ主体的に適切な意思決定することを求められる場面が増加している。これは特定の領域に限らず、経済、医療、災害、地球環境問題等多数の領域の共通した問題である。この問題を解決するための一つの糸口として、近年医療での意思決定領域を中心に、個人要因として注目されたのがニューメラシー(numeracy)である。本報告ではニューメラシーを測定するための尺度と研究の展開を広田（2015）を元に概観するとともに、報告者が過去に行ってきたニューメラシー関連の研究（地震の確率的長期予測情報に対する判断の研究と回答行動の研究）について紹介する。

2. ニューメラシーとは

numeracy は literacy と対になる英語の一般名詞で、辞書的には「数学の基礎知識があること」「初歩［基本］的な計算能力」で、日本でいう「読み書き、算盤」の「算盤」に該当する。このことから numeracy を取りあげた定義はあまり見られないが、しかし国際成人力調査(PIAAC) では numeracy を単なる計算能力ではなく、発達心理学者の I.Gal（2000）の考えを背景に、「成人の生活において、様々な状況の下での数学的な必要性に関わり、対処していくために、数学的な情報や概念にアクセスし、利用し、解釈し、伝達する能力（国立教育政策研究所, 2013. p.52)」として位置付けており、意思決定研究での numeracy はこの考え方に近いものと推測される。

3. 様々なニューメラシー尺度

意思決定とニューメラシーの関係を扱った先駆には Black, Nease, & Tosteson(1995)、Schwartz, Woloshin, Black, & Welch(1997)があるが、尺度としてまとまった形で検討した最初の研究が Lipkus, Samsa, & Rimer(2001)である。この研究はまず表１のような尺度を作成、多様な回答者から収集したデータを用いて尺度としての信頼性や妥当性を検討した上で、乳がんや大腸がんのリスクを様々なリスク表現で示し，その効果を比較した。この尺度はその後 Peters, Västfjäil, Slovic, Mertz, Mazzocco, & Dickert(2006)、Peters, Hibbard, Slovic, & Dieckmann (2007)がこれを若干アレンジした尺度を用い、意思決定課題やリスクコミュニケーション（以下リスコミ）でのリスク表現の効果を検討し、ニューメラシー高群はニューメラシー低群に比べてリスク表現の影響が小さいことや、低群では分母無視（denominator neglect）が起こることが多いなど、高群は低群に比べ規範解でのずれであるバイアスが小さいことを明らかにした。同時期に Reyna & Brainerd(2007)や Hertwig et al.(2008)もニューメラシーの問題を取り上げるなど、急速にニューメラシーに対する関心が高まり、多くの研究が発表され、尺度

もさらに考案されている（Fagerlin, Zikmund-Fisher, Ubel, Jankovic, Derry, & Smith, 2007 の主観的 numeracy 尺度、Frederick, 2005 の認知熟慮テスト（CRT）、Cokely, Galesic, Schulz, Ghazal, & Garcia-Retamero, 2012 の Berlin numeracy test など）。

表1 日本語版Lipkusニューメラシー尺度の項目と正解率 （広田, 2015）

質問項目	正解率 (n=5553)	※n=5553 Lipkus et al.(2001)での正解率
次の各質問にお答えください。下線部のあるものは数字をそこに記入し、また選択肢があるものはいずれか１つをチェックしてお答えください。 1.歪みのない六面体のサイコロを1000回投げたと考えて下さい。1000回のうち、偶数の目（2、4、6のいずれか）は何回出ると思いますか。 ＿＿＿回	85.2%	55.3%
2.ビッグ・ジャンボ宝くじでは、￥1000賞金が得られる可能性は１%です。もし1000人の人がビッグ・ジャンボ宝くじでそれぞれ１枚ずつくじを買ったら、￥1000の賞金を得られる人は何人いるか推測してください。 1000人中＿＿＿人	69.6%	59.8%
3.テレビ番組「当たりまショー」の懸賞では、車が当たる可能性は1000のうち１です。「当たりまショー」の懸賞ではくじの何%で車があたるでしょうか。 ＿＿＿%	76.1%	20.9%
4．次の数値のうち、どれが最も疾病にかかる大きなリスク（危険の程度）を表しているでしょうか。 （ ）100のうち１ （ ）1000のうち１ （ ）10のうち１	83.7%	78.2%
5．次の数値のうち、どれが最も疾病にかかる大きなリスクを表しているでしょうか。 （ ）1% （ ）10% （ ）5%	89.0%	83.6%
6.もしAさんがある病気にかかるリスクが10年間に１%で、Bさんのリスクは Aさんの２倍であるなら、Bさんのリスクはいくらでしょうか。 ＿＿＿%	89.2%	90.5%
7.もしAさんがある病気にかかる可能性が10年で100のうち１で、Bさんのリスクが Aさんのリスクの２倍だとすると、Bさんのリスクはいくらでしょうか。 100のうち	89.0%	86.6%
8.ある疾病にかかる可能性が10%なら、何人の人がその病気にかかると予測されるでしょうか。 100人のうちでは？＿＿＿人 1000人のうちでは？＿＿＿人	91.4% 88.8%	80.8% 77.5%
9．ある疾病にかかる可能性が100のうち20だとすると、これはその病気にかかる%の可能性があるのと同じ事になる。	88.6%	70.4%
10. あるウィルスに感染する可能性は.0005です。10,000人のうちでは、約何人が感染すると予想されるでしょうか。約＿＿＿人	71.2%	48.6%

これらの尺度の項目は完全に異なっているわけではなく、しばしば部分的に重複している)。また最近では既存の尺度の省略版を作る試みや（Weller, Dieckmann, Tusler, Mertz, Burns, & Peters, 2013)、IQ との関係を探る研究（例えば Peters, 2015)。(尺度に関する上記のレビューの前半部分は広田, 2015 参照)。

上記の研究の比較的共通した特徴といえるのは、まず医療意思決定の領域の研究が多いことで、具体的には特に乳がんのリスクコミュニケーションとニューメラシーの関係の検討は何度も登場する。ニューメラシーがリスクコミュニケーションの関する問題について登場する理由は、１つには応用的な課題であり、ニューメラシーのように教育などを通して現実的に改善可能な要因が重視されたためであると考えられる。

ただし結果については、Lipkus et al.(2001)や Peters et al.(2006, 2007)に代表されるような「高群が低群よりもバイアスが小さい」という主張は必ずしもそのまま受け取れない。１つにはこれらの結果が必ずしも一般標本でない場合も多く、Hertwig et al.(2008)（スイス国民を対象とした national sample での調査）では、むしろ教育水準の方が影響を与えているという報告もある。また広田（2015）が日本語版 Lipkus ニューメラシー尺度を用いたウェブ調査に基づく日本の結果（幅広い年齢層・教育水準の層で実施）では、分母無視のような単純なものでは確かに高群が低群よりも有意に誤りは少ないが、それ以外の枠組み効果やリンダ問題などでは逆転さえ見られた。この結果には国際的な数学能力の違いの影響も考えられ、2011 年～2012 年の PIAAC の数的思考力で事実上世界第 1 位のレベル（平均 288 点でトップ）にある日本と、OECD 平均を下回る米国（平均 253 点）で、得点差も日本は最も小さく(143 点)、米国は最も大きい(188 点)。結果として、日本語版 Lipkus のニューメラシー尺度の各項目も項目反応理論を用いた分析では全体として有効でない項目も多く（広田, 未発表)、これらのことが前述の結果の違いに結びついている可能性もある。

とはいえ、ニューメラシーの違いがリスクコミュニケーションの効果と何らかの関係がある可能性は考えられる。またすでに述べたように、数量的な情報を含む場合のリスクコミュニケーションが必要とされる場面での問題解決を考えた場合、ニューメラシーは１つの注目すべき要因である。そこで次にこれまで実施してきた地震関連の２つの研究結果と、回答反応自体との関係に関する分析結果の概要を簡単に紹介する。

４．地震の確率的予測の修正に対するニューメラシーの異なる回答者の態度

この調査は別の目的に関する調査の一部として 2012 年 2 月末に行った（広田, 2013a,b)。ウェブ調査の回答者は一都三県の居住者で、回答者は 960 名（男性 512 名,女性 448 名)。ただし回答者は事前のスクリーニング調査の結果、年齢層・教育水準別にニューメラシーの高・低が均等になるように割り付けられた者である。これらの対象者に関して地震の確率的予測の修正に関する質問を行った。具体的には 2011 年の秋に起こった、東大地震研究所による試算「マグニチュード７クラスの直下型地震が起こる確率は 4 年以内に 70%」が公開されたが、その後の修正された、という事実を踏まえて行ったものである。具体的な質問は、最初の高い予測を聞いて１）地震への対処を変化させたか、２）どのくらい不安に感じたか、３）その後の修正について、どう感じたか、４）発生可能性の研究機関による公表への評価、５）発生可能性が数値・確率で公表されることへの評価である。

その結果高い予測を聞いた時の不安感は L 群の方が若干高かった（図１、p =.03）が、最も興味深かった

のは「4 年以内に 50%以下」に引き下げになった結果を聞いた時の不安感である。両群には有意差(p=.004)が見られ、H 群では「不安が多少小さくなった(24.0%)」「非常に小さくなった (1.9%)」が多いのに対し、L 群ではこれらは 16.7%、1.0%で、むしろ「不安が非常に大きくなった (2.9%)」(H 群 0.6%)「やや大きくなった (4.2%)」(H 群 2.7%) に比べて多かった。このことから見ると、地震の確率的予測の数値

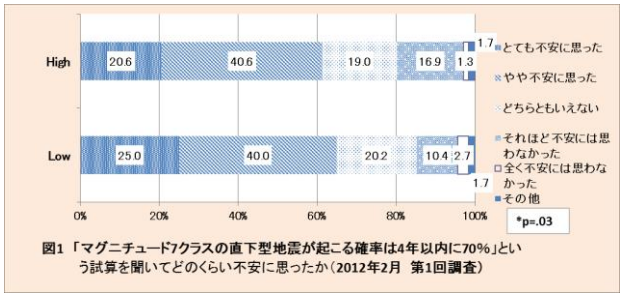


図1「マグニチュード7クラスの直下型地震が起こる確率は4年以内に70%」という試算を聞いてどのくらい不安に思ったか(2012年2月 第1回調査)

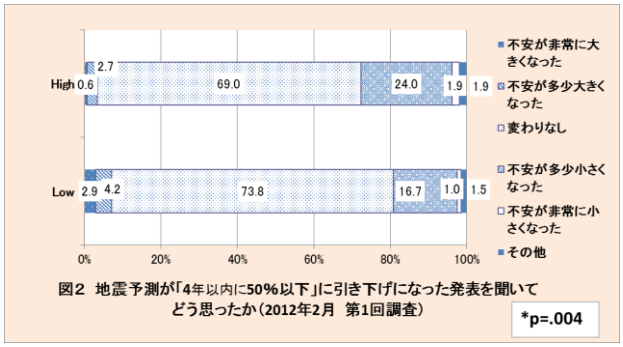


図2 地震予測が「4年以内に50%以下」に引き下げになった発表を聞いてどう思ったか(2012年2月 第1回調査)

が修正されても、H 群はそれを有用に利用できているものの、L 群の場合は確率の数値のメッセージよりは「予測が修正された」という周辺情報により影響された可能性がある。逆に言えば L 群の場合は数値そのものよりも、周辺的手がかり(送り手の信頼性など)に影響されていると考えられる (この結果は 2014 年の調査でも同様の傾向であった)。ただし確率的な予測の公開の是非については両群に差は見られず、約 7 割がたとえ確率的であっても公開には肯定的であった。

5. 地震の確率的長期予測地図による効果のニューメラシーによる違い

次の研究では実際に Web での実験として、自宅のある場所の予測を複数の提示方法で確率的予測地図により確認させ、怖さや地震に見舞われる可能性の認知などがどのように変化するかを検討した (Hirota & Oki, 2016a; 広田・大木, 2016b)。提示方法は図 3 の通りである。この研究では高確率での地域の住民のみで効果が見られ、特に回答時に確認結果を色で回答すると数値で回答するより可能性の認知が有意に高くなるという二重過程モデルに一致する興味深い結果が得られた。

この研究ではさらに、最終的な対処行動についてどのような属性要因が影響するかをニューメラシーの高低を含めて検討した。その結果、一部で CRT が高い群では低い群に比べ、地図提示後に対処行動が増加するという有意な結果が得られた (ただしモデルによってはニューメラシーは有意ではなく、その点で非常に弱い影響しか見られないと言える)。

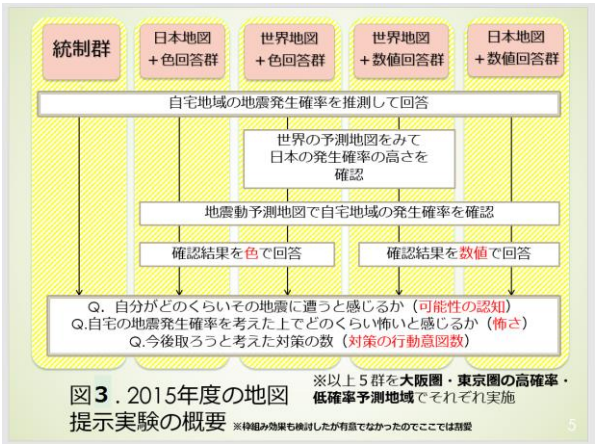


図3. 2015年度の地図提示実験の概要 ※枠組み効果も検討したが有意でなかったのでここでは割愛

表2. 事後の対処行動数に対する属性・実験条件での一般化線形モデル(モデル1)

	推定係数	標準誤差	t 値	p	
切片	0.271	1.652	0.164		
年齢	0.027	0.012	2.18	0.03	*
実験条件 (日本のみ提示)	0.074	0.199	0.372		
実験条件 (世界+日本を提示)	-0.022	0.2	-0.11		
認知的熟慮テスト得点	0.169	0.071	2.369	0.018	*
教育水準 (高)	0.931	1.495	0.623		
教育水準(低)	0.841	1.497	0.562		
実験条件2 (色回答)	-0.084	0.149	-0.562		
コミュニケーション枠組み (肯定)	0.045	0.133	0.334		
自宅の居住年数 (新)	0.117	0.154	0.756		
自宅居住年数(古)	-0.119	0.19	-0.624		
収入レベル (中)	0.525	0.199	2.642	0.008	**
収入レベル (高)	0.681	0.206	3.297	0.001	**
ニューメラシースコア	0.037	0.044	0.837		
性別 (男)	-0.621	0.138	-4.484	8.2E-06	***
居住地 (低)	0.048	0.135	0.359		
		DF			
調整済みR^2値	0.037				
F値	3.522	(15, 974)			
p	6.136E-06				

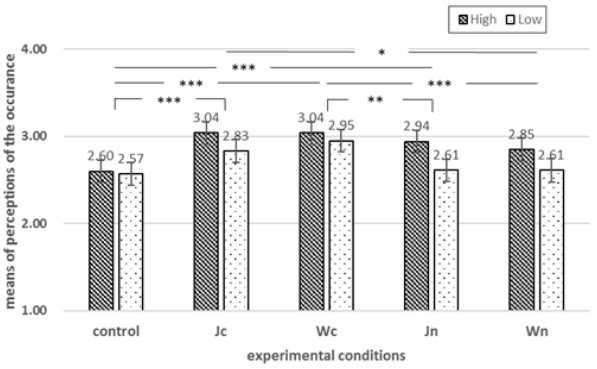


図4. 提示方法による、地図提示後の地震に見舞われる可能性の認知 (高確率地域)

6. ニューメラシーの高低による回答行動自体の違い

次は、逆にニューメラシーの高低が回答行動自体に影響を与えているか否かを検討した（Hirota, 2015)。用いた調査は風評被害に関するウェブ調査（2013 年２月実施）で、対象者は居住地（福島・一都三県の 2 層)、年齢層（20 代、30 代、40 代、50 代、60 代以上の 5 層)、性別（2 層)、学歴（高卒以下、短大・専門学校以上の 2 層）の 40 層に各 10 名ずつを割り当て、800 名の回答者を得た（ただし、福島県での一部の層は３名程度欠損)。分析では、この調査で行った設問数 110 問を対象に、ニューメラシーの高低により、未使用のカテゴリーの有無を検討した。質問はリスク特性に関わる質問計 20 項目×ハザード（BSE、放射線等 5 項目）と、行政（国、自治体）による食品に関する情報提供の認知 10 項目（「正確である」、「わかりやすい」等）各４段階の尺度について、どのカテゴリーを用いて回答したかをニューメラシー高低別に比較した。その結果(図 5)から見るように、低群は有意に４段階のうち未使用のものがあることが明らかになった。低群は４（最も否定的なカテゴリ）を嫌う一方、ニューメラシーのスコアが上がるほど、満遍なく４カテゴリーを用いて回答する者が多かった。

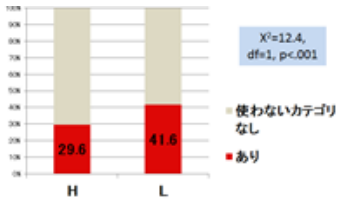


図5 使わないカテゴリのあった回答者の比率（ニューメラシーの高低） (2013.2調査)

7．まとめ

今までの研究の結果から見ると、ニューメラシーによる効果の一定の差がある可能性はある。ただし一方で尺度の性質による違いもあり、海外の先行研究とは尺度の意味づけの違いもある。また回答行動自体の偏りの可能性もあることから、そこでの差が何を意味しているかは慎重に検討する必要がある。

参考文献

[1] 広田すみれ（2015）日本の一般市民のニューメラシーや教育水準が意思決定バイアスに与える影響. 認知科学, 第 22 号(3), pp.409-425.

[2] Gal, I.(eds.) *Adult numeracy development: Theory, research, practice*. Hampton Press, INC. NJ.

[3] 国立教育政策研究所(編)成人スキルの国際比較: OECD 国際成人力調査（PIAAC）報告書. 明石書店.

[4] Black, W. C., Nease, R. F., & Tosteson, A. N. (1995). Perceptions of breast cancer risk and screening effectiveness in women younger than 50 years of age. *Journal of the National Cancer Institute*, 87(10), 720-731.

[5] Schwartz, L. M., Woloshin, S., Black, W., & Welch, G. (1997). The role of numeracy in understanding the benefit of screening mammography. *Annals of internal medicine*, 127, 966–972.

[6] Lipkus, I M., Samsa, G., & Rimer, B K.(2001). General performance on a numeracy scale among highly educated samples. *Medical decision making*, **21**, 37-44.

[7] Peters, E., Västfjäil, D., Slovic,P., Mertz, C., Mazzocco, K., & Dickert, S.（2006）. Numeracy and decision making. *Psychological science*, **17**, 407-413.

[8] Peters, E., Hibbard, J., Slovic, P., & Dieckmann, N（2007）. Numeracy skill and the communication, comprehension, and use of risk-benefit information. *Health affairs (Project Hope)*, **26**, 741-748.

[9] Reyna, V. F., & Brainerd, C. J. (2007). The importance of mathematics in health and human judgment: Numeracy, risk communication, and medical decision making. *Learning and individual difference*, **17**, 147-159.

[10] Hertwig, R., Zangerl, M. A., Biedert, E., & Margraf, J.(2008). The public's probabilistic numeracy: How tasks , education and exposure to games of chance shape it, *Journal of behavioral decision making*, 470(June), 457–470.

[11] Fagerlin, A., Zikmund-Fisher, B. J., Ubel, P. A., Jankovic, A., Derry, H. A., & Smith, D. M. (2007). Measuring numeracy without a math test: development of the Subjective Numeracy Scale. *Medical Decision Making*, 27(5), 672-680.

[12] Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. The Journal of Economic Perspectives, 19(4), 25-42.

[13] Cokely, E. T., Galesic, M., Schulz, E., Ghazal, S., & Garcia-Retamero, R. (2012). Measuring risk literacy: The Berlin numeracy test. Judgment and Decision Making, 7(1), 25.

[14] Weller, J. A., Dieckmann, N. F., Tusler, M., Mertz, C. K., Burns, W. J., & Peters, E. (2013). Development and testing of an abbreviated numeracy scale: A Rasch analysis approach. Journal of Behavioral Decision Making, 26(2), 198-212.

[15] Peters, E.(2015). Numeracy, education and wealth. Paper presented in 25th annual meeting of SPUDM.

[16] 広田すみれ（未発表）. 項目反応理論による日本語版 Lipkus ニューメラシー尺度の信頼性の検討.

[17] 広田すみれ（2013a）地震の確率予測を人はどう判断しているか？～ニューメラシーによる違い～. 日本心理学会第 77 回大会発表論文集, 258.

[18] 広田すみれ（2013b）リスクリテラシーとしてのニューメラシーと地震の確率予測及び専門家への責任帰属との関係. 日本リスク研究学会第 26 回年次大会講演論文集, 26(CD-ROM).

[19] Hirota, S. & Oki, S.(2016.7 予定) Measurement of the thresholds of fear using methods of limits and effectiveness of colors in contrast of numbers in communicating probabilistic earthquake forecasting. *31th International Congress of Psychology*.

[20] 広田すみれ・大木聖子（2016b 予定）. 地震長期予測地図提示による対処行動の変容への属性要因の影響――一般化線形モデルによる分析ー. 日本行動計量学会第 44 回大会発表論文集.

[21] Hirota, S.(2015) Numeracy levels and survey response biases: Low numeracy group responded with fewer categories in the survey. 25th SPUDM

科学リテラシー・認知スタイルと疑似科学信奉
Science literacy, cognitive style and belief in the pseudoscience

眞嶋 良全
Yoshimasa Majima

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
majima.y@hokusei.ac.jp

Abstract

The present talk focused on the empirically suspect belief, particularly belief in the pseudoscience, and mediating effects of science literacy, cognitive ability and cognitive styles on the belief. In the recent studies, the author showed that the intuitive cognitive style, rather than analytic style, was a good predictor of the belief. These studies also indicated that cognitive abilities (i.e. logical and probabilistic reasoning skills) itself were not necessarily associated with denial of empirically unwarranted claims; on the other hand, having knowledge about basic scientific facts may contribute to dispel such beliefs. The cultural difference of belief was also discussed.

Keywords — science literacy, analytic-intuitive cognitive style, cognitive ability, empirically suspect belief, cultural difference

1. はじめに

近年，さまざまな領域において個人が獲得するべき基礎的な能力を表す用語として“リテラシー”という用語が用いられる．例えば，情報メディアを主体的，かつ批判的に読み解き，その真偽を見極めて活用する能力はメディアリテラシーと呼ばれる．その他にも，健康面での適切な意思決定に必要な基本的情報を調べ，理解し，効果的に活用する能力としてのヘルスリテラシー，科学的概念や手法を理解し，個人としての意思決定や，さまざまな現実的，社会的問題への参与のために活用する能力は科学リテラシー (science literacy) と呼ばれる．これらの現代的なリテラシーは，その定義こそさまざまであるが，共通する要素として，それぞれの領域における基礎的な知識を獲得すること，獲得した知識と各種の能力を用いて，さまざまな情報の妥当性を適切，かつ批判的に評価する態度および能力を身につけることを挙げることができる．特に後者は，いわゆる批判的思考 (critical thinking) 能力または，態度に相当するか，少なくとも概念の大部分を共有すると考えられる．本稿で取り上げる科学リテラシーについても，科学の諸分野における基本概念や科学の方法論への理解は基礎的知識に相当し，批判的評価に関わる諸能力は批判的思考スキルおよび態度にあたると言える．

Stanorvich らは，この批判的思考と二重過程思考 (dual process thinking) の関連性を検討した一連の研究を行い，その成果を元に自律的知性 (autonomous mind), アルゴリズム的知性 (algorithmic mind)，熟考的知性 (reflective mind) から構成される知性のモデルを提唱している [1]．このうちの，自律的知性は処理負荷が低い自動的なプロセスを反映し，高次の制御機構とは独立に働くシステムである．一方，アルゴリズム的知性・熟考的知性は，作業記憶リソースを消費する分析的で制御されたシステムであり，前者は心内の演算処理の能力を，後者は合理的であろうとする態度や思考の傾向を反映したものである．また，高度な認知的操作を要する批判的で省察的な思考は，自律的知性によるデフォルトの処理を，制御的システムによって意識的に無効化，上書きすることによって行われる．

科学リテラシーおよびその教育の重要性が認識されるようになった理由にはさまざまな背景があると考えられるが，そのような主張の高まりと時を同じくして，いわゆる生活情報番組におけるデータの捏造問題に代表されるように，適切な根拠を欠いた一見科学的な主張，すなわち疑似科学が，科学的な裏付けを得ているかのように喧伝され，またそれが広く受け入れられることによって社会的な問題を引き起こすといった事態が生じている．本稿では，疑似科学，および必ずしも疑似科学と断定はできないまでも，科学的な決着をみていない問題に対する一面的な主張などを取り上げ，主張の受容，信奉に関わる認知メカニズムについて著者が行った近年の研究を紹介する．

2. 超常信奉と疑似科学信奉

疑似科学信奉 (belief in the pseudoscience) と近しい関係にある非合理的な信念として，超常現象に対する信奉 (超常信奉; belief in the paranormal) が挙げられる．超常信奉を規定する人格，知能，認知要因についての検討はこれまでに数多くが行われてきており，一般的

な認知能力よりは，合理的な思考を行うために必要な論理および確率的推論能力の欠如が信奉の強さと関連することが指摘されている [2]．また，個人差要因としては他にも，性別，教育程度，主として高等教育における専攻，分析的および直観的思考スタイル等の関与が指摘されている [3-6]．さらに，超常信奉は，宗教的信心 (religious belief) や，陰謀論信奉 (belief in conspiracy theory) 等の他の実証的根拠を欠く主張への信念 (empirically suspect belief; ESB) と高い相関があり，また媒介変数が信奉の強弱に対して与える影響の構造も類似していることが指摘されている [6, 7]．

疑似科学信奉とその規定因に関する研究は，超常信奉に比べると数は少ないものの，概ね同様の傾向を示している [7-9]．筆者は，大学生および一般成人 264 名を対象として，超常信奉への関与が指摘された論理・確率的推論能力，認知スタイルが，疑似科学信奉においても信念強度の有力な説明変数となりうるかを検討する調査を行った [9]．また，同時に科学リテラシー，特に基礎的な科学知識（科学技術基礎概念理解度; [10]）を有していることがそれらの信念の強度と関連するかどうかについても検討した．その結果，認知能力は両信念ともに関連が見られないのに対し，分析的思考スタイルは両信念と正の関連，直観的思考スタイルと科学知識は超常信奉と，それぞれ正および負の関連があることが示された．

以上の結果から，推論能力それ自体は ESB の予測変数としては先行研究ほどの予測力を持たないこと，一方で認知スタイル，および科学技術基礎概念の理解度については一定の予測力があることが明らかとなった．しかしながら，分析的思考スタイルと ESB の関連については，西洋圏の参加者を対象とした先行研究とは正反対，すなわち分析的な個人ほど信念が強いという結果が得られている．この点について筆者は，思考スタイルの文化差，特に矛盾する命題の取り扱いに関する東洋と西洋の違いがこの結果に関与する可能性を示唆した [11]．しかしながら，超常信奉の測定項目が先行研究と異なっていたり，疑似科学信奉尺度についても内容を再検討する必要があった．そこで，ESB の測定項目を整理するとともに，主観的評価によらない客観的なパフォーマンスに基づいた認知スタイルの指標として認知的熟考性検査 (Cognitive Reflection Test; [12]) を加え，西洋圏の参加者と日本人参加者を対象として，信念と各種媒介変数の関係について文化差を含めた検討を行った [13]．

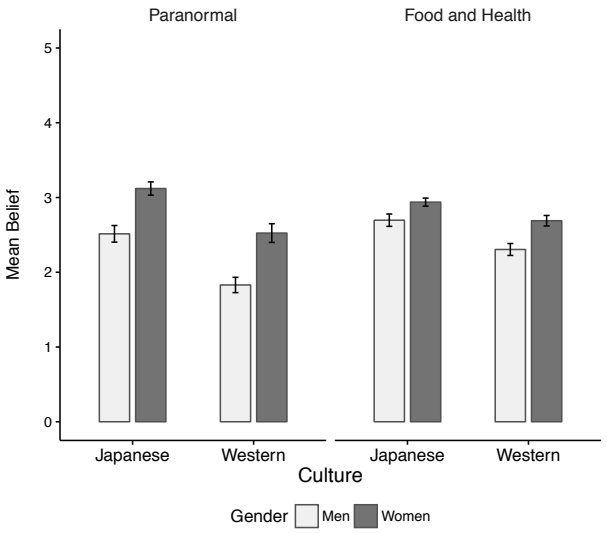


図 1 超常および食品・健康関連疑似科学信奉における文化および性差

3. 信念の文化差

Majima [13] は，先行研究を元に 12 項目の超常信奉尺度 ($\alpha = .94$)，疑似科学の中でも特に健康に関連した食品・健康関連疑似科学尺度 (Belief in Food and Health myths scale; $\alpha = .79$)，脳科学神話信奉尺度 (Belief in neuromyths scale; $\alpha = .56$) を用い，これらの信念と分析的・直観的スタイル，認知的熟慮性検査（以上，認知スタイル測定項目），三段論法推論，主観的ニュメラシー [14] （以上，認知能力測定項目），科学技術基礎概念理解度，分析的・包括的思考尺度（文化的思考スタイル測定項目; Analysis-Holism scale, [15]），および人口統計変数（年齢，性別，文化）の関連性について検討した．信念尺度のうち，脳科学神話尺度については内的一貫性が高くはないことから，本稿では超常信奉および食品・健康関連疑似科学に絞って結果を紹介する．

文化（日本人参加者 = 126 名，西洋圏参加者 = 135 名），および性別ごとに平均を示したのが図 1 である．各信念尺度の平均を従属変数，文化および性別を独立変数とした多変量分散分析を行ったところ，文化および性別により信念の程度は異なっていたが [それぞれ，Wilk's Λs = .84, .87, Fs(3, 255) = 15.7, 12.7, ps < .001, partial η^2 = .16, .13], 文化 × 性別の交互作用効果は認められなかった ($F < 1$)．いずれの信念においても，日本人参加者の方が西洋圏の参加者よりも，また女性の方が男性よりも信奉の程度が強かった．さらに，超常信奉と食品・健康関連疑似科学の間には，強い正の相関が見られた ($r = .63, p < .001$)．

次に，ステップワイズ重回帰分析を用いて，信奉に対する媒介変数の影響を，領域別に検討した．超常信奉においては，年齢，性別，および各種の認知指標を統制した後でも文化の影響が見られたが，食品・健康関連疑似科学においては文化の影響は見られなかった．また，科学技術基礎概念理解度が高い参加者ほど両領域ともに信奉の程度は低いのに対して，直観的スタイルが高い者は強く信じていることが示された．また，西洋圏の参加者では，分析的スタイルと両信念との間に負の関連が見られるのに対して，日本人参加者においてはそのような関連は見られないか，見られても弱いことが示された．さらに，文化的思考スタイルのうち，因果関係を包括的に捉えようとするスタイルは，特に西洋圏の参加者においてその傾向が強い参加者ほど信奉の程度も高いという結果が得られた．

一方で，基本的な認知能力の指標に文化差は認められず，また認知能力の高低は信奉の程度には影響しないことも示された．

4. 総合考察

本稿では，実証的な根拠を欠く信念 (ESB) の強さを規定する要因について，認知能力，認知スタイル，科学リテラシー，および文化差の影響を検討した近年の研究について紹介した．概念の定義上，認知能力が高いほど，また思考スタイルが分析的・熟慮的であるほど，また良質な科学リテラシーを有しているほど，非合理的な ESB を持たないことが期待される．しかしながら，本研究の結果に基づいて判断する限りにおいて，それらの影響は限定的であると言わざるをえない．一方で，直観的スタイルは ESB の予測変数として概ね有効であり，これらの信念が直観的で自動的なシステムの産物であることを示唆している．超常信奉の獲得と維持について，Pennycook et al. [6] は，時間的に先行する直観システムによって主張の理解と受容，すなわち信念としての確立が同時に行われ，その後熟慮的なシステムによってそれを否定するという，信念および非信念の非対称性モデル (belief-unbelief asymmetry model; [16]) による説明を試みている．

それでは，本研究で見られた日本人参加者の方が西洋圏に比べて疑似科学的主張への受容度が高いこと，また分析的スタイルと ESB の関連が西洋圏に比べて弱いことは，日本人の方が分析的，合理的に考える事が困難であることを示しているのであろうか．本研究で測定した認知指標の文化差や，先行研究の知見から考えると，日本人が西洋圏に比べて基本的能力に劣っている，あるいは過度に直観的であるわけではないと考えられる．近年の文化心理学の研究においては，東アジア圏の参加者の方が弁証法的思考を行う傾向が強く，矛盾する主張の双方を同時に保持する，あるいは中庸（または中道, middle way）を重んじることが指摘されている [11]．そのため，一度直観的システムにより信念が形成された後で反証情報に直面した場合でも，西洋圏の参加者に比べて即座に信念を否定するようにはならないのかもしれない．本稿も基本的には信念–非信念非対称モデルを継承しつつも，後期の信念の反証に関わる熟慮的なシステムの作用の仕方において文化差が生じる可能性を指摘したいと思う．

一方で，科学リテラシーのもう一つの主要な構成要素である科学的知識は，全体として ESB の強さと負の関連が見られており，その意味では正しい科学知識を有することが誤った信念の排除に一定の貢献を果たしていると考えられる．しかしながら，分析的スタイルと信念の関連性が弱いという事実から判断すると，正しい科学知識を有している参加者においても，必ずしも“合理的で省察的な思考の結果として超常現象や疑似科学を否定した”のではなく，“超常現象や疑似科学は誤りである”という通常科学側の主張をある意味無批判に受け入れただけにすぎないという可能性もある．ただ，これらの指摘は現時点では推測の域を出ず，どのようなメカニズムを介して ESB が形成され，また維持されるのか，あるいは ESB がどのように反証されるのについての検討をさらに進める必要がある．ESB の獲得と維持，否定に関わる認知システムの理解が進むことによって，そのような信念に基づいて行われる現実場面での様々な判断，意思決定の諸相をよりよく理解することが可能になるだろう．さらには，それらの知見をより良質な科学リテラシーを獲得するための教育手法の開発に応用し，現実場面におけるさまざまな問題の解決に貢献することも可能になるだろう．

参考文献

[1] Stanovich, K. E., (2009). "Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory?", In J.S.B.T. Evans and K. Frankish (Eds.). *In two*

minds: Dual processes and beyond, Oxford University Press: Oxford, UK, pp. 55-88.

[2] Wiseman, R. and Watt, C., (2006). "Belief in psychic ability and the misattribution hypothesis: A qualitative review", *British Journal of Psychology*, Vol. 97, No. 3, pp. 323-338.

[3] Aarnio, K. and Lindeman, M., (2005). "Paranormal beliefs, education, and thinking styles", *Personality and Individual Differences*, Vol. 39, No. 7, pp. 1227-1236.

[4] Lindeman, M. and Aarnio, K., (2006). "Paranormal Beliefs: Their Dimensionality and Correlates", *European Journal of Personality*, Vol. 20, No. 7, pp. 585-602.

[5] Gray, T. and Mill, D., (1990). "Critical abilities, graduate education (Biology vs. English), and belief in unsubstantiated phenomena", *Canadian Journal of Behavioural Science*, Vol. 22, No. 2, pp. 162-172.

[6] Pennycook, G., Cheyne, J. A., Seli, P., Koehler, D. J., and Fugelsang, J. A., (2012). "Analytic cognitive style predicts religious and paranormal belief", *Cognition*, Vol. 123, No. 3, pp. 335-346.

[7] Lobato, E., Mendoza, J., Sims, V., and Chin, M., (2014). "Examining the Relationship Between Conspiracy Theories, Paranormal Beliefs, and Pseudoscience Acceptance Among a University Population", *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 28, No. 5, pp. 617-625.

[8] Lindeman, M., (2011). "Biases in intuitive reasoning and belief in complementary and alternative medicine", *Psychology & Health*, Vol. 26, No. 3, pp. 371-382.

[9] Majima, Y., (2015). "Belief in Pseudoscience, Cognitive Style and Science Literacy", *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 29, No. 4, pp. 552-559.

[10] National Science Foundation, (2001). "*Survey of Public Attitudes Toward and Understanding of Science and Technology*". Retrieved from: http://www.nsf.gov/statistics/srvyattitude/.

[11] Peng, K. and Nisbett, R. E., (1999). "Culture, dialectics, and reasoning about contradiction", *The American Psychologist*, Vol. 54, No. 9, pp. 741-754.

[12] Frederick, S., (2005). "Cognitive reflection and decision making", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 19, No. 4, pp. 25-42.

[13] Majima, Y., (2016). "*Cultural difference in a relationship between cognitive style and weird beliefs*", Paper presented at International Conference of Thinking 2016, Brown University, Providence, RI.

[14] Fagerlin, A., Zikmund-Fisher, B. J., Ubel, P. A., Jankovic, A., Derry, H. A., and Smith, D. M., (2007). "Measuring Numeracy without a Math Test: Development of the Subjective Numeracy Scale", *Medical Decision Making*, Vol. 27, No. 5, pp. 672-680.

[15] Choi, I., Koo, M., and Choi, J. A., (2007). "Individual Differences in Analytic Versus Holistic Thinking", *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 33, No. 5, pp. 691-705.

[16] Gilbert, D. T., (1991). "How mental systems believe", *The American Psychologist*, Vol. 46, No. 2, pp. 107-119.

謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP24501084 の助成を受けた．

気候変動に関する意思決定における リテラシーとその個人差を巡る諸問題
Literacy and individual differences in decision-making on climate change

山内 保典
Yasunori Yamanouchi

東北大学
Tohoku University
yamanouchi@tohoku.ac.jp

Abstract

This paper shows the various issues surrounding literacy and its individual differences in decision-making on climate change based on the experience in the field. It consists of three sections. In the first section, I focused on the issues related to the demarcation of sufficient literacy and related information. In the second section, I discussed the authenticity judgment of the information. Especially, how to deal with the uncertainty of information has become a problem. In the third section, I pointed out the problems with the democratic way that reflects the voice of the diverse citizens and future generations. Finally, I discussed the literacy, rationality and democracy. In order to carry out the social decision-making in ethically appropriate, the participation of citizens might be efficient.

Keywords — Climate Change, Literacy, Rationality, Democracy, Ethics, Public participation

1. 問題と目的

「正しい」あるいは「合理的」な判断や意思決定を支援することは，判断・意思決定に関する認知科学研究の果たしうる社会的貢献の一つである．一般にその判断・意思決定プロセスでは，JDM セッションの概要にもあるように，(1)関連情報に関する十分なリテラシーを習得し，(2)リテラシーに基づいて情報の真偽判断や取捨選択を行い，選択された情報を用いて(3)適切に思考・判断することが求められよう．

ただし判断や意思決定を支援するには，実世界における制約も考慮する必要がある．発表者は気候変動問題について，市民同士が議論を行い，その結果を意思決定プロセスにインプットする実践に関わってきた．その経験から得た教訓は，この 3 点を満たすことはもちろん，その達成度評価すら難しいということである．

この 3 点に着目することで，民主主義に関する倫理学的な検討と意思決定研究をつなげて考えることができる．加藤（2002，pp182-183）は，気候変動問題などの問題では，直接民主主義を支持する 3 つの前提が成り立たないとしている．

前提 a：危険や利害関係の自明性
前提 b：信頼度の高い情報の平等な提供
前提 c：集計された判断による公共的善の反映

この 3 前提と冒頭の 3 点を，（1）と前提 a，（2）と前提 b，（3）と前提 c というように対応づけることで議論がつながるのである．

気候変動問題は，市民の生活と密接に関係している．民主主義の立場に立てば，市民の意見を無視することはできない．一方で，問題の理解や判断・意思決定には高度な専門性が求められる．こうした専門性が高い問題について，非専門家である市民が意思決定プロセスに参加すれば，専門家の視点から見た場合に「非合理的」な議論や判断に陥る可能性がある．ここに大きなジレンマがある．

一般的には，市民のリテラシーを高め，「合理的」判断ができるようにすることが目指されるだろう．しかし本稿では，逆に専門家による「合理的」といわれる判断を見直すという角度からの議論を試みたい．専門家が「非合理的」と考えるときに，そこで用いられている「理」を問い直すことが含まれる．

まず気候変動問題は，関連する事柄や専門分野が広範であり，立場によって問題設定も異なる．加えて，複雑性や不確実性が高すぎて，現在の科学では解が出せなかったり，専門家間でも結論が異なったりする問題もある．すなわち，専門家が判断時に参照すべき「理」自体が定まっていないことがある．これは（1）と（2）に関わる問題である．

また，市民が専門家とは別の「理」を持っており，その別の「理」に基づいて判断することが，特定の文脈において「合理的」である可能性はないだろうか．市民間や市民と専門家の差を前提とした上で，それぞれの考えをどう扱えばよいのだろうか．これは（3）にかかわる問題である．

気候変動問題では，このような根本的な問題が問わ

れる．これは逆に言えば，実社会で認知科学の知見を役立てようとする際に，乗り越えなければならない問題を多く示しているともいえる．

本稿では，気候変動に関する意思決定におけるリテラシーおよびその個人差を巡る諸問題について，適宜，市民に対して実施した調査結果などにも触れながら，冒頭の 3 点に沿って整理していく．そして「正しい」あるいは「合理的」が何かを問い直し，現場で得られた課題を示す．これらを通して，判断・意思決定に関する認知科学的な研究を，社会で役立てる際の一助になることを目指している．

2. 関連情報に関する十分なリテラシー

「(1)関連情報に関する十分なリテラシーの習得」に関して，ここで注目するのは，関連情報という部分である．原因になるものも，影響を受けるものもあるが，地球上で起きていることは，ほぼすべて気候変動と関連している．関連情報や利害関係者の線引きをどこかでしなければならないが，それは可能なのだろうか．

2.1 関連情報と利害関係者の線引き

関連情報や利害関係者の線引きについて，関連情報に関する具体例を題材に，その難しさを考えてみる．利害関係者の線引きにも，同様の困難さがある．

例えば「地球の平均気温の上昇を，産業革命の前と比べて『2 度未満』に抑える」という文書に，自国が合意することを支持するか否かを判断するとき，以下のようなトピックについて考える必要がある．

【自然科学的問題】
・地球平均気温の測定の妥当性
・超長期的なシミュレーションや数値目標の妥当性
・省エネルギー技術開発の実現可能性とコスト
・気候変動に伴う災害や健康被害の予測と対策　など
【社会科学的問題】
・気候変動対策が世界や自国の経済に与える影響
・国際的な政治交渉の状況と各国の考え
・各国の気候変動に関する法律
・様々な気候変動対策への市民の支持状況　など
【人文科学的問題】
・技術的解決と社会的解決の選択
・将来世代に対する倫理，生物一般に対する倫理
・気候変動問題をめぐる歴史的な責任
・受益と負担の公正な配分　など

このように気候変動に関する判断や意思決定を行うには，自然科学，社会科学，人文科学にまたがる広範な関連情報を読み解くことが求められる．

考慮すべき関連情報が多くなれば，意思決定までにかかる時間も長くなる．この意思決定にかかる時間も重要な要素である．意思決定をする間にも，温室効果ガスは増加し，リスクは上がっていく．以前であれば採用できたはずの解決手段も採用できない状況になることもある．一方で，時間経過に伴い科学技術が発展し，かつて存在しなかった解決策が提供される可能性もある．そもそも問題設定自体が，政治的な関係性の変化や，同時に実行される政策との相互作用などで大きく変わる可能性もある．こうした時間経過に伴う状況変化も考慮しなければならない．コストの問題もあり，大規模な対策を何度も繰り返すことはできないため，決定のタイミング自体が論点となる．

現実的には，気候変動問題に関連する情報の広がりには制限が必要であり，どこかで線引きする必要がある．線引きを厳密にしようとすれば，すべての事柄について，気候変動問題と関係するか否かを評価しなければならない．いわゆるフレーム問題である．

多くの場合，人間はこの問題を回避している．個人や価値を共有する組織による意思決定であれば，関連情報の範囲も暗黙の前提となっており，問題にならないだろう．しかし 2.2 節とも関連するが，気候変動問題は，全人類にかかわる問題であり，価値観は共有されていない．そのためフレームも多様である．

その場合でも，行政上の意思決定など，認められた手続きが存在する場合は，権限を付託されたものが決定できる．しかし気候変動は一国の意思決定で完結しない．様々な試みはあるが，国際的な合意つくる手続きは確立されていない．

便宜的に，多くの人が採用しているフレームに従うことは可能であろう．しかし，少数派の尊重の原則に立てば，少なくとも，多数派とは異なる問題設定のあり方を表明し，それについて十分考慮する機会を求めることは認められる必要がある．これは事実上「フレーム問題」を明示的に検討することの要請になる．加えて，少数派の問題設定を理解するには，その問題設定の背景にある情報も求められる．こうして関連情報がますます広がっていく．

実際に World Wide Views という気候変動問題に関する市民会議では全世界共通で議論をする際の情報提供資料の在り方が論点となった（八木, 2010）．

2.2 利害関係者ごとの問題設定フレームの違い

問題設定フレームは，利害関係者の立場により異なる．さらに同じ個人であっても，例えば，一労働者として，親として，地域住民として，日本人としてなど，様々な立場があり，それぞれでフレームが異なる可能性もある．問題設定が異なれば，関連情報や必要なリテラシー，妥当な判断結果も異なる．この観点からも関連情報の範囲は問題となる．

例えば，気候変動で一部の国が沈むことを防ぐより，その国の住人を移住させた方が金銭的負担は小さいという予測を皆が認めたと仮定しよう．このとき経済的側面を重視する人は移住に賛成し，文化の維持を重視する人は反対するだろう．ここで合意を得るには，そもそも何の問題であるのかに関する合意も求められる．しかし実際に気候変動問題は，経済の問題であると同時に，文化や少数派の権利の問題でもある．どの問題として問うことが妥当なのかは，価値判断とかかわるため，「正しく」あるいは「合理的に」に判断をすることは容易ではない．

価値判断が関わるのは，気候変動問題内だけではない．例えば，限られた国の予算を，気候変動リスクとそれ以外のリスクに配分するプロセスでは，どのリスクを受け入れるかという価値判断がなされる．山内・八木（2015a）では，気候変動問題の重要性について，他の政策と比べた場合と比較せずに単独で質問した場合で，前者の方が低評価になることが示唆された．この結果は「確実な損失と，損しない可能性はあるが高い確率でより大きな損失を被るギャンブルを比べてみたときに，感応度の逓減から確実な損失は避けたいと考え，かつ，確実性の効果に影響された重みづけにより，ギャンブルへの嫌悪感が弱まる」（カーネマン，2012b，p128）という人の認知傾向と合致している．ちなみに，カーネマンはこの種のリスクテークが「対処可能だった失敗を往々にして大惨事に変える」としている．

こうしたフレームの違いは，現実の政策的な事業の評価に影響するだろうか．例えば，エコカー開発促進事業は，地球温暖化対策，持続可能な社会づくり，新成長戦略（グリーンイノベーション）という 3 つの政策の一環として位置づけられる．この事業の評価は，その位置づけによって異なるだろうか．山内・八木（2015a）は，30 の気候変動対策事業について，フェイスシートで異なるフレームを与えて評価を求めた結果，8 事業で有意差が確認された．

この差が，議論や投票行動を経て，実際の意思決定にどの程度影響するのかは分からない．しかし，ある事業に関して議論する際に議論主催者が設定するフレーム，あるいは議論参加者が個々に認識しているフレームが，評価に影響することは示された．一般に，複雑な問題に直面したとき，人間は簡単な問題に置き換えて回答する（カーネマン，2012a，pp145-157）．この質問の置き換えは，今後も調査が必要である．

3. 情報の真偽判断や取捨選択

気候変動問題は，普段の生活の中では，その存在に認識すらできない．例えば，気候変動を引き起こすといわれる，温室効果ガスの長期的な増加は，科学の力を借りなければ分からない．地球全体での長期間にわたる平均気温の上昇，気候変動のメカニズム，気候変動がもたらす影響の時間的・空間的な広がり，気候変動問題を巡る国際的な動向なども同様である．よって自分が直接知ることのできない様々な情報を利用しなければ判断できない．しかし情報は，誤りや偏りを含んでいたり，秘匿されたりすることがある．そこで（2）の公開された情報の真偽判断や取捨選択が重要になる．しかし，非専門家である市民が，情報の真偽判断や取捨選択を行うことは，どの程度可能なのだろうか．

3.1 情報自体の不確実性

気候変動を巡る情報の一部は，専門家間でも見解が分かれるなど，真偽判断が極めて困難である．

例えば，気候変動があるポイントを超えて進むと，不可逆的で急激な変化が発生すると予想されている．対策の成功だけを考えれば，できるだけ早く強く対策を進めることが望ましいが，それには大きなコストがかかり，社会が耐えきれない可能性もある．そこで不可逆的な変化が生じるタイミングを予測し，適度な対策のスピードと強度で進める必要がある．しかし，その現象は複雑性や不確実性が高く，予測は困難であり，専門家間でも意見が一致しない．

対策の費用対効果，対策までに残された時間的猶予，特定地域への具体的な影響なども，同様に限界を抱えている．さらに国際政治の動向，国際的な経済の動向，将来世代の利害や価値観となれば，その不確実性はどれだけ研究が進んでも残るだろう．

これらの情報は，人類全体にとって未知であり，リテラシー向上では真偽判断可能にはならない．もちろん，将来的に人類の知を高めることが不可欠だが，その知

が得られる保証もない．むしろ不確実な状況下で判断をおこなうことを前提とし，どのような失敗ならば許容するのかという覚悟が問題となる．その際，「不確実性がある」という認識をもって情報を扱うことや，できる限り蓋然性が高い情報に基づいて考えるという姿勢で臨むことは重要である．

3.2 情報の数量化に伴う限界

公開される情報が生み出されるプロセスで，専門家によって情報の真偽判断や取捨選択が行われていることもある．これは一般の人には見えづらい．特にここではデータの数量化について考える．

経済合理性を重視した判断をしようとすれば，各対策のリスクや費用対効果などについて数量化して，比較することが必要である．しかし，その数量化のプロセスで，本来であれば考慮すべき情報が軽視されたり，漏れたりする危険性がある．例えば，少数派の人権，文化的・宗教的な価値などの定量化しづらい情報は軽視されがちである（ジョンソン，2011，pp79-85）．

また研究プロセスで，リスクの数量化や，超長期的なシナリオ予測を行う際には，不確実性・複雑性の高い現実状況からいくつかの情報を取捨選択して単純化したり，仮の条件設定が行われたりしている．そうした研究をする上での設定が現実に当てはめたときに問題になることもある（藤垣，2003，pp121-136）．こうした単純化や数量化はしばしばブラックボックス化しており，妥当性の検討には，高度な専門性が求められる．それほどのリテラシーを市民が獲得することは困難であり，研究プロセスにおける情報の取捨選択までを考慮して意思決定を行うことは事実上困難である．

リスクの数量化を研究者が担っている状況について，カーネマン（2012a, pp206-213）は，「リスクを定義することは権力を行使することにほかならない」というスロビックの言葉を引用し，安全の指標選びは政治的判断であり，選挙の洗礼も受けず，責任も取らない専門家が，上記の権力を行使することを問題視する立場を紹介している．この問いには，どの専門家が信頼に値し，権力の行使を一任できるのかの判断も含まれている．これは3.4節でも再び扱う．

現在の日本でも，ある政策の成否を巡って，双方が異なる指標を用いて論じることがある．この場合は，結論が先に存在し，それに合わせて指標やその計測方法が決められている可能性もある．リスクの定義は，様々に行うことができるが，その定義や指標化の方法によって，意思決定に影響を与えることができる．投票やその集計方法も同様である．そのため，これらの決定権限の所在やそれを採用した根拠が問題となる．

3.3 情報の秘匿

情報提供者によって公開する情報の取捨選択が行われることがあり，とりわけ不都合な情報を隠した場合は社会問題になる．情報の秘匿は，情報源が限られている場合，特に注意する必要がある．なぜなら，その情報源以外にその情報を持つ組織がない以上，完全に情報を隠すことができるし，隠しているという事実も表に出にくいからである．あるべき情報がないことは，ときに重要な情報となる．しかし，ある情報が生まれる際に付随して生じる情報を把握しておかなければ気づきにくいため，当事者以外ではそのリテラシーの獲得は難しいだろう．

一方で，情報が秘匿された理由も考慮する必要がある．もちろん世間を欺くために意図的に秘匿された場合は，公開を要求する必要がある．しかし意図的に行われたものでも，例えば経済の急激な悪化など，より大きなリスクを回避するため，やむを得ず秘匿せねばならないケースもあるだろう．あるいは，情報発信者が周知する必要がないと判断した情報を，他の人が必要とするケースもある．異なる観点からの議論がおこなわれる場合は，暗黙の前提が共有されていないため，こうした意図しない情報の秘匿も生じやすい．

加えて，情報提供する側は，いわゆる情報弱者に対しても配慮しなければならない．特に気候変動問題では，発展途上国における情報提供が課題となる．

3.4 情報発信者に対する信頼

市民が気候変動問題を考える際の情報は，ほぼすべてが何らかの専門家（自然科学，社会科学）やジャーナリストにより提供される．そのため，信頼できる情報発信者を探し，その人物からの情報を用いるという方法が現実的である．問題は，信頼する人物を，合理的に決められるかという点である．

例えば，3.1節のように肯定派と否定派に専門家が分かれる事例を考えてみよう．この場合，どちらの専門家の主張が信頼に足るのかを，市民が合理的に判断することは困難であろう．また分野の違いによって，専門家の意見が分かれることもある．自然科学の専門家が良いという技術を，国際政治の専門家が批判するような状況である．この場合，比較する軸も立てづらく，どち

らを信頼するのかの判断は一層難しい.

こうした事例では, 信頼を判断するために, 別の情報を参照することも考えられる. しかしその新しい情報が信頼できるという保証もなく, 情報の相互チェックが無限の連鎖となり, 情報の信頼性を判断するコストが高くなりすぎる（加藤, 2002, pp182-183）.

逆に情報源が 1 つしかない場合も問題である. 例えば, 優れた研究者を集めた世界的な組織が情報を集約している場合, あるいは世界で 1 つしかない実験装置を用いた研究の場合, それと同等の信頼性をもって対抗できる個人の専門家はいないだろう. このような状況下では, その組織の判断が, 本当に信頼に値するのかの判断は難しい. とりわけ気候変動は再現性に乏しく, また不確実性の幅も広いため, ある知見が間違いであるという証明も難しい. 例えば, ある予測に失敗したとしても, 能力が信頼できないことを意味するのか, 不確実性のために仕方がないのかは判断できない.

さらに研究不正や, 研究の社会への悪影響の発覚などにより, 情報発信者に対する信頼が損なわれると, 情報の真偽判断と取捨選択は混乱する. 専門家は信頼できないとして, 専門家が提供するデータを考慮せずに判断しても, 信頼を損なった専門家の提示するデータをそのまま用いて判断しても, 批判は避けられない.

4. 適切な思考・判断

上述のような特徴を持つ気候変動問題に関して, (3) 適切な思考・判断を行うことは, 個人レベルでも難しい. 4 節ではさらに, それらを集計して多数決で決定する際に生じる課題についても考える.

4.1 市民のリテラシーの違いの扱い

多数決を行う場合には, 政治的平等性という観点から一人一票が与えられる. しかし実際には, 市民は多様であり, その多様性を考慮せずに一人一票を与えることに対する批判はあり得る. ここでは特にリテラシーの差の扱い方を考える.

まず, 一人一票は維持すべきという立場がある. その際, 意思決定に参加する全員が, 一定のリテラシーを持った上で参加するべきだとする考え方があるだろう. 国政選挙などであれば, 18 歳以上であれば, そのリテラシーがあるとみなされる. しかし, 地球上のほぼすべての人間が, 無関係ではいられない気候変動問題ではどうだろうか. 当然, 個人の置かれた立場やリテラシー習得のための努力の違いにより, 気候変動に関するリテラシーには大きな個人差がある. 教育の不平等が解消されない現在, 全世界でその個人差を縮めるのは長期間にわたる壮大な挑戦となる.

そうした挑戦は望ましいが, そこまでして一定のリテラシーにこだわる必要はなく, 一人一票を与えても良いという意見もあるだろう. だが, 本当にリテラシーの差を放置しても良いのだろうか. 気候変動問題は, 自分一人が正しい判断をしても, 被害を免れることはできない. リテラシーを欠く人物の判断が優勢になれば, 全人類が誤った判断のもとで生活し, 被害を受けなければならない. こうして被害が生じた場合, 社会は後悔しないだろうか.

一方で, リテラシーが不十分な人物は意思決定プロセスには参加させない, あるいはリテラシーの程度に応じて重みづけを変えるといった判断もあり得る. この場合でも, 誰に発言する資格を与えるかという難しい判断が求められる. また民主主義社会でそれが許されるのかという問題もある.

これらは自由や権利の問題を, 意思決定研究において, どのように扱うかという問題と関連している. 自由や権利の観点からは, 何を選択したかではなく, かれが選択することができるように至るまでの制度的保障, プロセス, 対象の範囲が, どのようなものだったのかが問題になる（佐伯, 1980, p235）.

4.2 専門家と市民の扱い

市民の判断への懸念や, リテラシーによる線引きが難しいのであれば, 専門家だけで決めればよいのではないか, という議論もあるだろう. ただし, 2 節で示したように専門家の線引きでも議論は分かれるだろう.

カーネマン（2012a, pp212-213）は, 市民の考えや行動が大筋では正しいとしても, 様々なヒューリスティックによって, 公共予算配分の優先順位などにバイアスがかかってしまうことを認める. その上で, 2 つの異なる見解の両方に理解を示す.

一方は, 政策立案者を世間の圧力から遮断し, 予算配分を中立な専門家（この専門家は, あらゆるリスクを勘案する広い視野を持ち, リスクを減らす手段に精通していなければならない）が決める仕組みを作りたいという見解である.

もう一方は, 専門家を市民感情から遮断したら, 結局は市民から拒否されるような政策を立てるだけであり, それは民主主義ではあってはならない状況であるという見解である. 市民の不安は, それが不合理であって

も, 政策が市民のためのものである以上, 政策立案者は考慮すべきという考えである.

カーネマンは「民主主義は, どうやってもそうすっきりとは割り切れないものである. その一因は, 市民の考えや行動が大筋では正しい方向を向いていても, 利用可能性ヒューリスティックや感情ヒューリスティックによって不可避にバイアスがかかってしまうことにある. 心理学は, 専門家の知識に一般市民の感情と直感を組み合わせてリスク政策の設計に貢献しなければならない」と論じている. 本稿は, この政策設計への貢献を念頭に置き, 課題を提示していることになる.

ちなみに, 市民は気候変動に関して, 誰の判断を重視しているのだろうか. 山内（2015b）では, 間接民主主義, 直接民主主義, エリート主義, 熟議民主主義という 4 つの決め方を提示し, それぞれの判断をどの程度重視するのかを尋ねた. その結果, 気候変動問題の特徴としてエリート主義が, 他の社会問題に比べて低く評価されていた. その背景として, 気候変動における専門家の信頼性のなさ, 気候変動問題は専門知で解決可能な問題でなく, 政治や公共善に関する問題であるという認識の広がりなどが考えられる.

4.3 未来世代や生物一般の意思の反映

気候変動問題には別の大きな問題もある. 加藤（2002, pp182-183）は「国民各自のエゴイズムに基づく判断が正確に集計されたとしても, それは一国の同時代的な人間のエゴイズムを表現するにすぎない. 外部世界, 未来世代, 生物一般の利害は反映されていないので公共善とはみなしえない」としている.

気候変動問題の対策では, 将来世代や人間以外の生物など, 意思決定の議論に参加が不可能なものも考慮しなければ, 公共善に至ることはできない. 視点をどの空間や時間, 立場に置くのかで, まったく異なる結論を導き出すことができる.

まだ生まれていない世代が, どのような環境と社会を求めるのかについては, 私たちはどのような計算や思索を行っても知ることはできない. この個人差は乗り越えることはできないのである. しかし将来世代のことを考えずに意思決定することもできない.

どれほど科学による予測や想像をしても, 十分だったのか, 妥当だったのかは判断することができない. しかし非合理的や不確実性を孕むとしても, とりわけ将来世代の価値判断に関しては, 想像に頼らざるを得ないだろう. この状況下で,「正しい」あるいは「合理的」とは, 何を意味するのだろうか. そもそも民主主義で決定できるのだろうか.

5. 議論

ここまで, (1)関連情報に関する十分なリテラシーを習得し, (2)リテラシーに基づいて情報の真偽判断や取捨選択を行った上で, (3)適切に思考・判断することの難しさを列挙してきた. そのうちいくつかは解決不可能である. その点を踏まえれば,「正しい」あるいは「合理的」な判断や意思決定は, 従来とは違うものとして考えなければならないだろう.

以下では,「リテラシーと個人差」,「合理性」,「民主主義」について課題の整理と議論を試みる. 以下の議論は, けして新しいものではない. しかし気候変動問題だけでなく, 現代社会の多くの問題で, これらの課題が切実に問われている.

5.1 リテラシーと個人差

広範なリテラシーの取得

気候変動問題では, 幅広く, かつ, 高度に専門的なリテラシーが求められる. それを市民に求めることはできないまでも, 最低限必要とされるリテラシーを定めるとしたら, どのような手続きがあるだろうか.

広範なリテラシーの獲得が難しければ, 異なる領域の知識に基づき, それを何らかの形で集約すれば良いという考え方もある. その場合は, 相互作用を十分に考慮していない個人の判断の合理性が問われる上, 議論全体としてバランスをとることが課題となる.

仮に最低限のリテラシーが定まったとして, 初等・中等教育などで共通の学習機会を準備しても, 扱える範囲は限られる. 仮に十分な学習がその期間内にできたとしても, 政治情勢や対策技術などは刻一刻と更新されていく. 合意形成やその見直しは, 長期間にわたるプロセスであるため, こうした広範な内容について, いずれにせよ自主的な学習やアップデートが不可欠になる. そうすると努力には個人差があるので, リテラシーの差は広がってしまう. さらにこれを日本だけではなく, 全世界で行う困難さもある. 本稿 5.3 節では, 異なる観点からリテラシーについて再考する.

問題設定の多様性

一般に, 心理学実験では, 可能な選択肢, 評価基準, 成功／失敗確率, 時間的／経済的コスト, ベネフィットなどが, 実験者によって与えられている. それ

は一定の評価方式を前提とした上での合理的判断や意思決定を明らかにするために有効である.

それに対し，佐伯（1980，pp289－295）は，「社会道徳や社会的倫理にもとづく行為の適宜性を考えると，シャクシ定規に 1 つの原則をひたすら適用させようとするのはきわめて不自然かもしれない. むしろ, 与えられた状況の中で，問題にすべきことがそれぞれ異なると考える方が自然ともいえる」と指摘する. この問題にすべきことの多様性は, 観点の移動によって生じる. 観点の移動が正当化されるのは，評価基準を公的に設定し, それに基づく最適化をしたため, バランスを欠いた結果が生じたケースと，わたしたち自身の認識の視野が拡大したり，深まったりしたケースだという.

気候変動問題は, 私たちの社会が, 経済的な成長という評価基準に最適化し，バランスを崩したため生じたといえるかもしれない. また研究が時々刻々と進展し，問題設定フレームの多様性に触れる中で，認識の視野は拡大し, 深化している. 佐伯の指摘にしたがえば, 気候変動問題は，観点の移動が正当化されるケースに該当するだろう.

気候変動問題では, 問題設定フレームの多様性が, 問題解決を複雑にしている．しかしそれは観点を移動させながら,「そのような観点の移動の背後にある根拠に, 十分な注意を払って, 正しい根拠かどうか」(佐伯, 1980, p295）を判断する以上，避けられないものである．こうしたコストを払うことなく，従来の合理的判断基準を乗り越えていくことはできないのだろう.

また集団が賢明な判断を下すには, 多様性, 独立性, 分散性という要件を満たす必要があるとの指摘がある（スロウィッキー，p46，2009）. この観点からは，多様性を失うことの方が懸念される. その点について, 気候変動のような直接経験できない問題では，情報源次第で，公開される情報が制限される可能性を否定できない. さらに報道や SNS などで類似した情報が集積され，利用可能性ヒューリスティックが働きやすい環境になる可能性もある.

多様性の確保はリテラシー教育をする際にも考慮すべきだろう．つまり，リテラシーを獲得することにより，皆が同じ問題認識に至ることを目的にするのか, それとも根拠を持った異なる判断に至ることを目的にするのかという問題である.

5.2 合理性

経済合理性の限界

「合理性」というとき, 意志決定の研究パラダイムでは, 経済合理性を意味し, 期待効用を最大化する選択を合理的と称することが多い.

しかし経済合理性については，共有地の悲劇などで見られたように, 個人の経済合理性の追求が「正しく」行われたときに，すべての人が不幸になる構造の問題もある. そして気候変動はその一つであり, 個人の経済合理性だけで考えていては，最適な解を導き出すことはできない.

実際に，ある種の経済合理性の追求と持続可能性の維持の矛盾が問題となっている. 私たちの社会は, 個人レベルでも, 地球レベルでも, 経済指標上の効用が下がることを受け入れるという，経済合理性以外の「合理性」も想定しなければならない状況となっている.

期待効用による評価の前提にも疑問が指摘されている．加藤（2009，p21-22）は「周辺的な状況が変わることなく続いている『定常状態』であるなら，合理的期待理論に基づく期待効用の量に従って合理的な意思決定（最大利潤の追求）が可能になるが，実際には『新しい情報がたえず利用できる』,『構造が変化する』,『意思決定者が学習』するというような変化がほとんど常に発生している」と指摘している.

また気候変動問題は，一度の判断で結論が出るわけではない. 結果の良し悪しは, 意思決定後の行動で変わる. また, もしその選択をしなかった場合との比較もできず，どちらが妥当だったのか検証ができない.

もちろん, こうした条件が満たされなくとも, ただちに期待効用の最大化原理を放棄する必要はない．しかし一方で, 実世界における「合理的」な判断や意思決定を支援することを目指すのであれば，こうした限界に向き合わなければならない.

社会的意思決定の倫理性

経済合理性に代わって，佐伯（1980）やジョンソン（2011）は，社会的決定や政策分析への倫理的観点の導入を提唱している．佐伯（1980，p7）は，「社会で直面するさまざまな問題において，社会としてはどのようにものごとを選択し, 決定していくのがよいか」という問いは，まさに「倫理的問い」だとしている.

倫理的観点は様々な形で導入できる．その 1 つは，選択肢の背後にある「コト」への着目である. 佐伯(1980, pp295-299）は，「選択の対象（モノ）」と「選択の背後にある根拠や望ましい状態（コト）」分け，「人々が望ましいと思うコトをかれらの選択を通して診断し，相互

吟味を容易にし，その上で，全く新しいモノを創り出して，みんなが本当に望ましいと考えるコトを実現すること」をすべきだとしている．選択肢は何をもたらし，それはなぜ望ましいのかが問われる．同様に，意思決定方法の背後にある主義への着目も促す．

加えて，佐伯（1980，pp299-306）は，ある制度を良いと認定するプロセスで設けた仮定や前提に対し，「もしかしたら本当は違うかもしれない」という未知性を導入することを提案する．そして「未知性を制度の前提についての変更に活用させる道を制度化し，制度改革を制度化すること」を重要視する．「制度の中に，その制度自体を否定し，反証する要因を大切に保護し，育て，ある時点では徹底的改革を行う」のである．5.3 節では，これらを実現する仕組みについて考えていく．

5.3 民主主義

カーネマン（2012b, p266）は，市民が自分たちの長期的利益に資する意思決定ができるよう，行政機関や制度が市民をナッジする（促す，誘導する）ことを認めるリバタリアン・パターナリズムを紹介する．これは私たちが，エコン（経済学者が定義する合理的経済人）ではなく，システム 1 を持ち，非合理的な振る舞いもするヒューマンであることを前提にした提案である．

問題は「自分たちの長期的利益に資する意思決定」とは何なのかである．例えば，IPCC は気候変動に関する専門家でつくられた機関であり，そのリテラシーは世界でも最も高いといえる．しかし，その報告書は「何℃の気温上昇でどんな影響があるかは書いてあるが（それも不確かさが大きい），どんな影響が「危険」（避けるべき）かは社会の判断であり，科学だけでは決められないという立場を明確にしている」（江守，2015）とされる．彼らほどのリテラシーをもってしても，何が望ましい意志決定かは決定できず，唯一それを決められるのは社会だというのだ．

5.1 節では，市民が専門家の保持する既存の知識を理解し，判断するというモデルで，リテラシーを考えてきた．しかし埋められない情報格差があるからこそ，専門家は存在する意義がある．したがって，市民が専門家にできる限り近づくというモデルには無理がある．それに対し，佐伯や IPCC の描くモデルでは，市民の望ましいコト／回避したいコトの選択が先にあり，市民のコトの判断を助ける情報や，そのコトの実現させるモノを創出することが専門家の役割になる．

もしそうであれば，市民に必要なリテラシーについて，「望むコトを選択する上で，必要な情報を専門家に問い，その望むコトを専門家に伝える」ことを，最低限のレベルとして設定できる．実際にコンセンサス会議という参加型テクノロジーアセスメント手法では，市民が専門家に対して「鍵となる質問」をするステップが組み込まれている．またこのモデルでは，市民のある意味での無知が有効に機能するかもしれない．市民の素朴な問いかけが，佐伯のいう「未知性」の役割を果たす可能性が考えられるからである．

では市民による，望ましいと思うコトの相互吟味を容易にし，みんなが納得する望ましいコトを考えるにはどうすれば良いのか．そう考えたときに，これまでかかわってきた市民同士が議論を行い，その結果を意思決定プロセスにインプットする実践には，一定の価値が見いだせると考えている．

謝辞：本研究は，環境省の環境研究総合推進費戦略的研究開発プロジェクトS-10により実施された．

参考文献

[1] ダニエル・カーネマン，(2012a) ファスト&スロー（上）：あなたの意思はどのように決まるか？，東京：早川書房.
[2] ダニエル・カーネマン，(2012b) ファスト&スロー（下）：あなたの意思はどのように決まるか？，東京：早川書房.
[3] 江守正多，(2015)“「2 度C」は COP21 の前提：この目標の本当の意味を，日本人は特にわかっていない？” WEBRONZA，http://webronza.asahi.com/science/articles/2015120900002.html，(2016 年 7 月 18 日に確認)
[4] 藤垣裕子，(2003) 専門知と公共性：科学技術社会論の構築へ向けて，東京：東京大学出版会.
[5] ジェームズ・スロウィッキー，(2009)「みんなの意見」は案外正しい，東京：角川書店.
[6] ジュヌヴィエーヴ・フジ・ジョンソン，(2011) 核廃棄物と熟議民主主義：倫理的政策分析の可能性，東京：新泉社.
[7] 加藤尚武，(2002) 合意形成とルールの倫理学：応用倫理学のすすめⅢ，東京：丸善.
[8] 佐伯胖，(1980)「きめ方」の論理：社会的決定理論への招待，東京：東京大学出版会.
[9] 八木絵香，(2010)“グローバルな市民参加型テクノロジーアセスメントの可能性：地球温暖化に関する世界市民会議（World Wide Views）を事例として，科学技術コミュニケーション，Vol.7，pp.3-17.
[10] 山内保典・八木絵香，(2015a)“地球環境への取組みの評価におけるフレーミングの影響：地球温暖化，持続可能な社会，新成長戦略フレームの比較”，2015 年度日本認知科学会第 32 回大会発表論文集，pp321－328.
[11] 山内保典・八木絵香，(2015b)“政策の決め方に関する市民の意向調査：気候変動関連政策に焦点を当てた検討”，科学技術社会論学会第 14 回年次研究大会予稿集，pp25-26.

アンカリング効果発生に具体的な数値を想起させることの重要性

The importance of using specific numbers in provoking the anchoring and adjustment heuristic.

大貫 祐大郎, 新垣 紀子
Yutaro Onuki, Noriko Shingaki

成城大学
Seijo University
13n2045@y.seijo.ac.jp

Abstract

Anchoring effect is a cognitive bias that describes the tendency to rely excessively on the first piece of information offered before making estimations. Studies have explained occurrence of anchoring effects in two ways, i.e., by the numerical process, and by the selective accessibility model. In previous studies based on the selective accessibility model, use of specific numbers was not particularly considered as essential for emergence of anchoring effects. In this study, we argue a possibility that we need to use specific numbers to make anchoring effects happen. In this study, participants were not influenced by the information offered without having specific numbers evoked, but were influenced when having specific numbers evoked. These results suggest the occurrence of anchoring effects requires evoking specific numbers.

Keywords — anchoring effect, numerical process, selective accessibility model.

1.はじめに

アンカリング効果とは、ある事柄に対して数値判断をする前に別の数値と比較することで、その値がアンカーとなり数量判断がアンカーに引き寄せられる現象として知られている(Tversky &Kahneman, 1974)。

しかし、アンカリング効果がどのようなメカニズムで生じているのかは、まだ十分に解明されていない。その中でも、アンカリング効果が数的過程で生じるのか、意味的過程で生じるのかということは、数多くの議論がなされている。(杉本・高野, 2011)

数的過程とは、数値判断をする際に提示され比較した数値をアンカーとして、アンカーから予測する数値を徐々にずらしていき、この程度だろうと考える範囲に入った時に数値を設定するため、アンカー側に数値判断がずれるというものである(Tversky &Kahneman, 1974)。この様に具体的な数値をアンカーとして使用するアンカリング効果はスタンダードアンカリング効果とも呼ばれている(杉本・高野, 2014)。

一方、意味的過程とは実験参加者が数値判断を行う際に、事前比較したアンカーに含有されている情報によって、アンカーと関連する情報の利用しやすさを活性化し、数値判断に影響を与えるというものである(Mussweiler & Strack , 1999)。

現在では、スタンダードアンカリング効果は、実

験参加者が数量判断する対象に関する知識が乏しい場合は数的過程、知識を十分有している対象に対しては意味的過程で起きると考えられている。例えば、大抵の日本人は徳川家康を知っているために、徳川家康の身長に対する数量判断へのアンカリング効果を生じさせる場合、意味的過程でアンカリング効果が生じる。一方で、大方の日本人が知らない徳川家綱に関しては、数的過程で身長のアンカリング効果が生じるとされている（杉本・高野, 2014）。

スタンダードアンカリング効果以外にもアンカリング効果には、自己発生アンカリング効果というものがある。自己発生アンカリング効果とは、具体的な数値を最初にアンカーとして提示しなくとも、アメリカの独立した年である 1776 年や、水が氷る 0℃など具体的な数値を心の中で推測させることにより、アンカリング効果が生じる現象である(Epley & Gilovich, 2001)。そして、自己発生アンカリング効果は数的過程で起こるとされている（杉本・高野, 2014）。

現在、前述のように数的過程と意味的過程の両者のメカニズムどちらかでアンカリング効果が発生することが考えられている。しかし、従来の研究では、意味的過程でのアンカリング効果発生条件において、アンカーに具体的な数字を用いる、あるいは実験参加者にアンカーの具体的な数値を意識させるかどうかは重要視されてこなかった。例えば、身長のアンカリング効果であれば、数的過程と意味的過程どちらでアンカリング効果が発生するのか調べる場合も、高アンカーであれば 220cm、低アンカーであれば 120cm などの具体的な数値を見せた後に、歪み値を使って数的過程と意味的過程どちらでアンカリング効果が生じたのかを確かめるという方法を取っている。

歪み値とは、アンカリング効果が生じる際、判断する数値の「もっともらしい値」の範囲を見積もらせ、判断された数値がその範囲の中のどの位置にあるのかを算出するものである。この歪み値を用いた時に判断される数値が高、低プライム条件時にそれぞれ高、低プライム側に近い場合、歪み値を計算すると正の値になり、アンカリング効果は数的過程で生じているとされている(Epley & Gilovich, 2006)。

前述のように従来の研究では、アンカリング効果の発生に関して具体的な数値を用いるかどうかを重視していない。そのため、意味的過程のアンカーにおける数値使用の必要性を見逃している可能性がある。一方で、数的過程および意味的過程において、数字など必要なく、意味そのものを実験参加者に想起させることがアンカリング効果には重要という可能性もある。つまり、アンカリング効果発生におけるアンカーの具体的な数値の提示および想起の重要性を検証する必要がある。

もし、具体的な数値がアンカリング効果発生に必要ではない場合、アンカリング効果とは従来の研究よりも生態学的妥当性がより高い効果であると主張することが出来る。例えば、日常生活において、ある人に人物 A さんの身長を推定させたいとする。その前に、人物 B さんの身長 220cm と比較させた場合、アンカリング効果により人物 A さんの身長見積もりを高くすると考えられる。しかし、実際の会話では、「身長 220cm の B さんと A さんの身長どちらが高いと思う？」と聞くよりも、「B さんと A さんの身長どちらが高いと思う？」と聞く方が自然に感じる。つまり、具体的な数値を提示しない方が日常生活では自然ということだ。そのため、具体的な数値がアンカリング効果発生に必要ではない場合、より広域にアンカリング効果の発生を日常生活に根差した形で主張することが出来る。

一方で、具体的な数値がアンカリング効果発生に必要不可欠な場合、アンカリング効果と関係あるとされている、認知的バイアスの検証方法に対して新たな知見を加えることができるだろう。例えば、自分の内的状態が他者に見透かされていて、他者が自分の内的状態をどれだけ分かっているかの見積もりを過大評価する傾向である透明性の錯覚というバイアスが知られている（Gilovich, Savitsky, & Medvec, 1998）。そのような認知的バイアスはアン

カリング効果によるものとされている(鎌田, 2007)。しかし、認知的な感覚は実験参加者が表現しなければ、定量化することができない。そのため、自分の内的状態を定量化させ記述させた後、他者が自分の内的状態をどれだけ読み取っているのかを定量化させ記述させるというプロセスをとる。そのような錯覚が生じる要因は、実験参加者が自らの内的状態を記述したことであり、その際にアンカリング効果が発生してしまった可能性がある。つまり、数値を書かなければアンカリング効果が発生しなかった可能性を従来の研究だけでは否定することが出来ないのである。

上述の理由から、本研究では大きさの大小の様な意味的な判断ができる程度でありながら、具体的な数値ではなく、具体的な数値を意識させないようなアンカー、つまりプライムを用いたときに、アンカリング効果が生じるかどうかを検討する。

2. 実験方法

2.1 実験参加者

18~23 歳の大学生 211 人(男性 55、女性 156)を対象とした。平均年齢は 20.2 歳(*SD*=0.85)であった。その中で無作為に高プライム条件 75 人(男性 16、女性 59)、低プライム条件 69 人(男性 21、女性 48)、プライムなし条件 67 人(男性 18、女性 49)に割り当てた。

2.2 実験条件

調査方法は高プライム条件、低プライム条件、プライムなし条件という 3 種類の質問紙を用いて実験を行った。

本実験では、大学図書館における本の平均貯蔵数を高プライムに設定し、小学生が持つ本の平均冊数を低プライムに設定した。

プライムを与えアンカリング効果が発生した際に、具体的な数値を使用したのか、使用していないのか、つまり数的過程でアンカリング効果が生じたのかを判断するために本実験では歪み値を用いた。

2.3 実験手順

実験では、実験参加者にランダムで高プライム条件の質問 3 問、低プライム条件の質問 3 問、プライム無し条件の質問 1 問の中で 1 種類を割り当て、質問に回答させた。

質問紙における高プライム条件では、1 問目で「日本の大学図書館 1 館あたりの書籍の平均貯蔵数」と「日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数」どちらが多いと思うか回答させた。2 問目では「日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数」の予想を回答させた。

低プライム条件の質問文では、1 問目で「日本の小学生 1 人が所有している書籍の平均冊数」と「日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数」どちらが多いと思うか回答させた。2 問目は高プライム条件の 2 問目と同様の問いであった。

プライムなし条件では、「日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数」の予想のみを回答させた。

歪み値を計算するために、高プライムと低プライム条件では 3 問目に「日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数」が最大でもどれくらいあると思うか、最低でもどれくらいだと思うかを回答させた。

3.結果

3.1 書籍数の判断

高プライム条件における日本の大学教授 1 人が所有している書籍の平均冊数に対する回答の平均値は 905.3 冊(*SD*=1943.2)、低プライム条件は 222.3 冊(*SD*=287.4)、プライムなし条件は 820 冊(*SD*=1988.2)となった。

Mann–Whitney の U 検定を行い、Bonferroni 法で多重比較を行ったところ、高プライムとプライムなし条件で有意差が見られなかった(*p*=0.33)。一方、

低プライムとプライムなし条件で有意差が見られた(p=0.009)。

実験参加者が回答した「日本の大学教授１人が所有している書籍の平均冊数」の高プライム、低プライム、プライムなし条件における平均を図１に載せた。

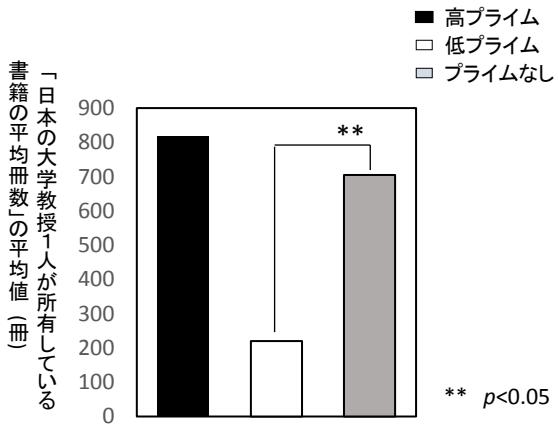


図 1　日本の大学教授１人が所有している書籍の平均冊数予想の回答平均

3.2 「もっともらしい値」からのプライムによる歪み

歪み値の測定方法として、高プライム条件、低プライム条件における質問紙の問 3 で回答させた、最大でもこれくらいの値だろうという値を PRmax、最低でもこれくらいの値だろうという値を PRmin として、さらに回答した日本の大学教授１人が所有している書籍の平均冊数の数値判断を A として、PRmax と PRmin の中央からどれだけ A が外れているのか測定した。

測定方法は、高プライム条件で 0.5-(PRmax-A)/(PRmax-PRmin)、低プライム条件では、0.5-(A-PRmin)/(PRmax-PRmin)という式で計算した。この算出方法では、アンカリング効果において、計算した値が 0 より大きければ、高低両方のアンカーにおいて、数値の見積もりがアンカー方向に歪んでおり、数的過程でアンカリング効果が生じていると判断できる（杉本・高野, 2011）。

歪み値の平均は高プライム条件で-0.22(*SD*=0.39)となり、実験参加者の全体において歪み値の計算が負の値になった人の割合は、75 人中 62 人の 82%となった。低プライム条件では 0.21(*SD*=0.26)となり、歪み値の計算が正の値になった人の割合は 69 人中 56 人の 81%となった。

4.考察

アンカリング効果の発生においてアンカーとして使用したプライム情報に関して、歪み値が低プライム条件では平均 0.215 となったことから、低プライム条件ではプライム情報から具体的な数値を意識させてしまったと分かる。そして、高プライム条件では平均-0.22 となったことから、具体的な数値は意識していないと分かった。

プライムなし条件と低プライム条件、さらには高プライム条件と低プライム条件において有意差がみられたことから、本実験では、低プライム条件のみにアンカリング効果が生じたと示唆された。

歪み値における具体的な数値の想起に関する有無とアンカリング効果の発生の有無を表 1 に載せた。

表 1　具体的な数値の想起に関する有無とアンカリング効果の発生の有無

	歪み値（具体的な数値を想起したか）	アンカリング効果
高プライム	数値の想起なし	発生せず
低プライム	数値の想起あり	発生

高プライム条件の結果から、アンカリング効果の発生にはアンカーの具体的な数値の提示、想起が必要である可能性が示唆された。つまり、具体的な数

値を想起させずに、アンカーの意味だけを使用した場合、アンカリング効果は発生しない可能性があると示された。

また、自己発生アンカリング効果は水が凍る温度などの普遍的な数値でなくとも、小学生が持つ本の平均冊数という具体的に知らなくともある程度の数値を予測できる場合にも、実験参加者毎に具体的な数値を意識して生じることが示唆された。

そのため、アンカリング効果と関連しているとされている認知的バイアスの検証方法は、既存の方法を変更する必要があるだろう。例えば、透明性の錯覚であれば、実験参加者に自己の内的状態を定量化させる過程がない様な方法で、定量化した時にアンカリング効果が発生したのではないことを検証することが必要となる。

しかし、Mussweiler & Strack (1999)によって、意味的過程が上手く作用しない場合には、アンカリング効果が生じない場合があることを考慮すると、アンカリング効果には具体的な数字のみが重要なのではなく、アンカーの意味もアンカリング効果において何らかの役割を果たしていると考えられる。そのため、アンカリング効果の発生にはアンカーに適切な意味と数字の両者が必要であり、両者のアンカリング効果における役割の解明を進めていくべきだろう。

本研究では、具体的な数値に関する想起の有無に歪み値を用いた。しかし、歪み値がどれ程ずれていれば数的過程なのか、全体における何%の実験参加者の歪み値が正の値ならば、その条件ではアンカリング効果が数的過程で発生すると言えるのか、そもそも歪み値が具体的な数値に関する想起の有無検定に妥当なのかと疑問が数多く残る。そのため、追試実験では、具体的な数値に関する想起の有無を別の形で検証することにする。

今後は、低プライム条件では実験参加者が何らかの具体的な数値を意識することで、必ず自己発生アンカリング効果が生じるのか、高プライム条件ではアンカリング効果は生じることがないのかなど、アンカリング効果が生じるメカニズムをより詳細に検討していく予定である。

参考文献

Epley, N., & Gilovich, T. (2001). Putting adjustment back in the anchoring and adjustment heuristic: Differential processing of self-generated and experimenter-provided anchors. *Psychological Science*, **12**, 391-396.

Epley, N., & Gilovich, T. (2006). The anchoring-and-adjustment heuristic: Why the adjustments are insufficient. *Psychological Science*, **17**, 311-318.

鎌田晶子(2007) 透明性の錯覚：日本人における錯覚の生起と係留の効果, 『実験社会心理学研究』, 46, 78-89.

Gilovich, T., Savitsky, K., & Medvec, V. H. (1998). The illusion of transparency: Biased assessments of others' ability to read our emotional states. Journal of Personality and Social Psychology, **75**, 332-346.

杉本崇・高野陽太郎 (2011) 対象に関する知識量が少ない場合のアンカリング効果：意味的過程説と数的過程説の比較, 『認知心理学研究』, **8**, 145-151.

杉本崇・高野陽太郎 (2014) アンカリング効果のメカニズムにおける「カバー効果」の検討, 『認知心理学研究』, **12**, 51-60.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristic and biases. *Science*, **185**, 1124-1130.

Mussweiler, T., & Strack, F. (1999). Comparing is believing: A selective accessibility model of judgmental anchoring, *European Review of Social Psychology*, **10**, 135-167.

問題文と選択肢の双方の熟知量に基づく推論
Inferences based on familiarity of both questions and objects

白砂 大[†]，松香 敏彦[‡]
Masaru Shirasuna, Toshihiko Matsuka
[†]東京大学，[‡]千葉大学
The University of Tokyo, Chiba University
m.shirasuna1392@gmail.com

Abstract
In a binary choice task people tend to choose something that they can recognize (recognition heuristic) or that is more familiar (familiarity heuristic). The present paper investigated that the case where not only choices but also questions themselves (words that describe the question sentences) differ in their familiarity/unfamiliarity. We hypothesized that people tended to match an unfamiliar question with a less familiar (i.e., more unfamiliar) object, which we call, the "unfamiliarity-matching" heuristic. We investigated whether people generally employed the heuristic using a behavioral experiment (experiment 1), and whether the heuristic is ecologically rational using media-based experiments (experiment 2). The results suggested that the "unfamiliarity-matching" heuristic was widely employed in a binary choice task, and that the heuristic was ecologically rational. The "unfamiliarity" for the inference cue and the significance of the "unfamiliarity-matching" heuristic are discussed.

Keywords — heuristic, binary choice task, unfamiliarity-matching, ecological rationarity

1. はじめに
我々の生活は意思決定（decision making）の連続である。意思決定とは，複数の選択肢の中から特定の選択肢を選ぶことをいう。意思決定は我々の生活に密接にかかわるため，適切な選択肢を選び出すうえでの認知プロセスやその際に生じうるバイアスを研究することは重要であるといえる。

近年，意思決定に関するヒューリスティック（heuristic）の適応的側面が注目されつつある。ヒューリスティックとは，必ずしも正解が得られるわけではないが近似解が期待できる推論方略のことである。我々は多くの場合，限られた時間や情報量で意思決定を行う必要があり，その際にヒューリスティックがしばしば用いられる。近年では，特に二者択一の推論場面において，人々の選択肢に対する再認や熟知性が注目されている（e.g. Goldstein & Gigerenzer, 2002；Honda & Matsuka, 2009）。選択肢を「再認している」ことや「より熟知している」ことを手がかりとした比較的単純な推論でも高い正答率を維持できることから，再認や熟知性に基づくヒューリスティックが生態学的に妥当（ecological validity）であるということが，行動実験・シミュレーション実験から示されている（e.g. Honda, et al., 2009）。

先行研究では 2 都市の人口推定課題（e.g. 「次の 2 都市のうち人口が多い方はどちらか」）が広く用いられており，問題文は一定であった。しかし，選択肢に対する再認・熟知性が手がかりとなるならば，問題文（の単語）に対する再認・熟知性も手がかりとなる可能性がある。これまでは選択肢を「再認できる」「熟知している」ことに注目され，熟知性の高さが推論の際の有用な手がかりとされてきた。その一方で「再認できない」「熟知していない」ことには比較的注目がなされず，熟知性の低さは大した手がかりにならないと認識されがちであるといえる。けれども，なじみのない単語が問題文に登場すると，我々は「同じく再認できないまたは熟知性の低い選択肢が正答だろう」と推論することもあるのではないか。例えば，「シカソという都市がある国はどちらか」という問題文で「マリ」と「スイス」という 2 選択肢が与えられたとき「シカソはなじみのない都市だから，なじみのないマリの方が正答ではないか」と推論するようなケースである。すなわち我々はしばしば「熟知性の低いもの同士をマッチングさせる」推論方略を取ることが考えられる。もしそのような方略で一定程度の正答を見込めるとすれば，「再認できない」「熟知していない」こと自体も推論の際の有益な手がかりといえる。

本研究では，問題文が一定ではない二者択一課題において，我々が「熟知していないもの同士をマッチングさせる」という推論方略を行うか，またそのマッチング方略が妥当な方略であるかを，行動実験およびメディア実験を通して検証した。

2. 実験 1（行動実験）
まず，二者択一課題において問題文（の単語）に対する熟知性が変わる場合，特に問題文の熟知性が低い

場合に我々が熟知性のより低い選択肢を選ぶかについて，質問紙を用いた行動実験により検証した。

2.1. 方法

2.1.1. 実験参加者

大学生 72 名が参加した（年齢は，*Mean* = 18.96）。実験者は質問紙（課題冊子）を配布し，参加者に対して全設問に順番に回答するよう求めた。

2.1.2. 課題

「二者択一課題」と「熟知性判定課題」という 2 種類の課題を作成した。

二者択一課題： 2 選択肢からなる一問一答形式の問題を 100 問用意した。問題はすべて「○○という都市がある国はどちらか」という形式であった（e.g.「ラムサールという都市がある国はどちらか」）。このような問題に対して，それぞれ 2 つの選択肢を設けた。一方は正答の選択肢であり，もう一方は誤答の選択肢であった（e.g.「オランダ　イラン」）。問題を上記のような形式にすることにより，参加者は問題文中の都市名（問題文「X という都市がある国はどちらか」の「X」）を手がかりとして答えを一意に特定する（選択肢「オランダ」「イラン」では，「イラン」が正答）こととなる。

二者択一課題の作成手順を記す。選択肢に用いる国名には，「アジア・アフリカ・北南米・ヨーロッパ・オセアニア」の 5 地域からそれぞれ 2 か国以上，計 20 か国を抽出した。問題文に用いる都市名には，先に抽出した 20 か国から「人口上位」「歴史上の事件・条約などに名を残す」などの基準により 5 都市ずつ，計 100 都市を選出した。その後，最初に抽出した 20 か国をランダムに 10 か国ずつ 2 組に分け，全 10×10=100 通りのペアを作成し，この 100 ペアを課題の選択肢として用いた。そのうえで，それぞれについて選択肢の一方が正答となるように，問題文に都市名を配置した。

熟知量判定課題： 二者択一課題の問題文および選択肢に使われた都市名や国名をどの程度熟知しているかを，数値で回答するよう実験参加者に求めた。問題文に使われた 100 の都市名の熟知量については「0(全く知らない)～4(非常によく知っている)」の 5 件法で，また選択肢に使われた 20 の国名の熟知量については「0(全く知らない)～100(非常によく知っている)」の 101 件法で，それぞれ回答を求めた。

2.1.3. 手続き

実験は，大学での講義時間内に質問紙を配布して行われた。実験参加者は，二者択一課題および熟知量判定課題をこの順に実施し，二者択一課題ではあてはまる方の選択肢を○で囲むことを，熟知量判定課題では自分がその都市または国をどのくらい知っているかを数値で記入することを，それぞれ求められた。課題を始める前に，実験者は参加者に「本実験は知能等をはかる目的のものではない」こと，および「回答の際に近くの人と相談をしたり辞書等で答えを調べたりしない」ことを教示した。

2.2. 結果と考察

まず，下記の式により「実験参加者が選択した選択肢の熟知量の比」を算出した。

$$\frac{\textit{選ばれた選択肢の熟知量}}{2\ \textit{つの選択肢の熟知量の合計}}$$

この熟知量の比は，参加者が「選ばれた方の選択肢を他方に対してどの程度熟知していたか」を示す指標であり，大きければ大きいほど参加者が「より熟知している選択肢を選んだ」ことを意味した。以後の分析ではこの熟知量比を正規化した値を用いた。

続いて，問題文の熟知量および選択肢の熟知量比について 2 通り（問題文の熟知量が 0 か 1 以上か）×2 通り（選ばれた方の熟知量比が負か正か）のパターンを想定し，全 7200 問（100 問×72 人）のうち各セルに何問が該当するか，およびその該当数の全 7200 問に占める割合を算出した（表 1）。

表 1　全 7200 問（100 問×72 人）の内訳

かっこ内は「全体 7200 問に占める割合（セル内の値を 7200 で除した値）」を表す。なお小数第 3 位で四捨五入しているため，かっこ内の合計は必ずしも 1.0 にはならない。

		選択肢の熟知量比（正規化）		
		＜0	≧ 0	計
問題文の熟知量	= 0	2784 (.39)	1504 (.21)	4288
	＞0	1500 (.21)	1412 (.20)	2912
	計	4284	2916	7200

表 1 より，熟知量の低いもの同士をマッチングさせたパターンは 2784 問あり，全体に占める割合は .39 に上った。また問題文の熟知量が低いとき（i.e. 問題文の熟知量が 0 のとき）に絞った場合，熟知量の低い選択肢をマッチングさせている割合は .65（= 2784 / 4288）

であった。このことから，我々は二者択一の推論場面において「熟知性の低いもの同士をマッチングさせる」という推論方略を取りうることが示唆された。

3. 実験２（メディア実験）

しかしながら，我々の行う「熟知性の低いもの同士をマッチングさせる」という方略は，実環境内で有利に働くだろうか。もし熟知性の低い（知名度の低い）もの同士がマッチングする場面が実際にはあまり見られないとすると，この方略を取っても正答に至る見込みが少なく，妥当とはいえないであろう。そこで次に，この推論方略の生態学的合理性についてメディアを利用した実験により検証した。

3.1. 方法

我々の環境内にあり，かつ実験 1 の行動実験と類似した題材として，「日本の都道府県とその県庁所在地」「世界の人口上位 50 か国とその首都」という 2 つを用いた。本研究では生態学的合理性を分析するにあたり，これら 2 題材で登場する地名（前者は 47 都道府県+47 都市，後者は 50 か国+50 都市）それぞれについて，「どのくらい頻繁に我々の環境内に登場しうるか」，および「どのくらい我々が熟知しているか」を量的に定義した。この 2 つの視点に注目したのは，ある対象に我々が頻繁に接触しているほど，それを認知・熟知する可能性は高まると考えられるためであった。接触頻度が高いほど対象をより深く熟知することになるだろうし，有名であるほどその対象が自然界で登場する（e.g. 新聞などのメディアに取り上げられる）機会も多くなるだろう。言い換えれば，ある対象が自然界で登場する頻度は，その対象に対する我々の熟知性を反映しているといえる（Goldstein & Gigerenzer, 2002）。

ある地名が「どのくらい頻繁に実環境内に登場しうるか」については，次のメディアから得られた検索件数の平均値と定義した。

・朝日新聞の記事データベース「聞蔵Ⅱビジュアル」（http://database.asahi.com/library2/main/top.php）における 1984 年 1 月 1 日～2016 年 5 月 23 日の全国版での検索ヒット件数

・読売新聞の記事データベース「ヨミダス歴史館」（https://database.yomiuri.co.jp/rekishikan/）における 1986 年 1 月 1 日～2016 年 5 月 23 日の全国版での検索ヒット件数

上記の URL はいずれも東京大学の学内端末からアクセスできるものであった。また検索ワードには題材に用いられた地名（「都市名」「都道府県名」「国名」）を各々指定した。アクセス日は 2016 年 5 月 23 日であり，両データベースとも同年同月日から遡れる限りの期間を検索した。なお分析の際には，件数の偏りを補正するため件数を対数変換した。以下，こうして得られたデータを「検索件数」と呼ぶ。

一方，ある地名を「どのくらい我々が熟知しているか」については，以下に述べる実験の Visual Analog Scale（VAS）で得られた値の平均値として定義した。

実験参加者に，題材に用いられた地名（47×2+50×2 個）それぞれについてどの程度知っているかを「0(全く知らない)～100(非常によく知っている)」の VAS で回答するよう求めた。課題は質問紙形式で行われ，大学生 39 名（年齢は，*Mean* = 18.46）から回答を得た。この実験も実験 1 同様，大学での講義中に質問紙を配布する形で行われた。またこの中には，実験 1 に参加した者はいなかった。分析の際には先の検索件数と同様，値の偏りを補正するため VAS で得た値を対数変換した。以下，こうして得られたデータを「（我々の）熟知性」と呼ぶ。

そのうえで，「熟知性の近いもの同士をマッチングさせる」というストラテジーの妥当性を検証する。先の検索件数を利用し，「都道府県と県庁所在地」「人口上位 50 か国と首都」の 2 題材それぞれについて以下(ア)～(ウ)の仮定の下でシミュレーションを行った。

(ア) 「X という都市がある国はどちらか」という二者択一課題（e.g. 「都道府県と県庁所在地」の場合は「札幌という都市がある都道府県はどちらか」，「人口上位国と首都」の場合は「北京という都市がある国はどちらか」といった問題）を想定する。

(イ) 各地名について，検索件数の z 値を算出し，「2 選択肢（2 都市）の z 値のうち，問題文（県名または国名）の z 値と近い方を選択する」（i.e. 県または国との熟知性がより近しい都市をマッチングする）ことを仮定する。

(ウ) (ア)の二者択一課題を全ペア（i.e. 上例では，「都道府県と県庁所在地」の場合は「北海道」と「その他各 46 都府県」のペア，「人口上位 50 か国とその首都」の場合は「北京」と「その他各 49 か国」のペア）に対して行い，(イ)のストラテジーのもとでどの程度正答するかを算出する。

3.2. 結果と考察

検索件数が我々の熟知性をどの程度反映しているかを確認するために，検索件数と熟知性との相関係数を算出した。「都道府県」「県庁所在地」についてはそれぞれ $r = .61$，$r = .39$（いずれも $p < .001$），また「人口上位 50 か国」「首都」についてはそれぞれ $r = .92$，$r = .89$（いずれも $p < .001$）となった。都道府県や県庁所在地で検索件数と熟知性との相関が比較的低かったのは，参加者（全員日本人であった）の多くがメディアなどから得られる情報量によらず自分の出身地や居住地に対する熟知性を高く見積もったためかもしれない。特に県庁所在地については，自分の生まれたまたは育った都道府県でなければ，どうしても熟知性は低くなると考えられる。これに対し海外の国や都市の場合，自分がその地に住んでいたり育っていたりするケースは比較的少ないと考えられる。そのためメディアなどから得られる情報量がそのまま自身の熟知性に反映されるものと思われ，人口上位国や首都では検索件数と熟知性との相関が比較的高くなったのであろう。ただ，いずれにせよ相関係数は有意であったことから，今回得た検索件数はおおむね我々の熟知性を反映していると考えられた。

また，この検索件数を用いたシミュレーションの結果として，「都道府県と県庁所在地」においては正答率が.66，「人口上位 50 か国とその首都」においては正答率が.79 であった。いずれの題材でも，実環境内で頻繁に登場する（i.e. 広く認知・熟知されている）もの同士をマッチングさせておよそ 7〜8 割の正答率を得られたことから，熟知性をマッチングさせる推論方略は生態学的に合理的であることが示唆された。

5. 総合考察

本研究では，「熟知性の低いもの同士をマッチングさせる」という推論方略を提案した。実験 1 では，二者択一課題において我々は，問題文になじみのない状況では熟知性の低い選択肢を選ぶ傾向にあることが示された。また実験 2 では，その方略が生態学的に合理性をもつことが示唆された。ただし実験 1 において，実験参加者が知識を用いて問題を解いていた可能性はある。すなわち，参加者が熟知性の高さやなじみの深さを手がかりに推論したのではなく，単に「X という都市が A という国にあることを知っていた」などという可能性である。こうした可能性を排除すべく，例えば問題に対する参加者の主観的な difficulty を加味するなど，さらなる検証も必要だと考えられる。

本研究から示唆されることは，同じ「推論課題」の場面であっても手がかりに対する我々の認識が変わりうることである。言い換えれば，選択肢の熟知性の手がかりをどう利用するかを，我々は問題文の熟知性に応じて変えていると考えられる。推論場面において，問われている題材により「再認」が手がかりとされたりされなかったりすることは報告されている（Pohl, 2006）。本研究では「再認できない」「熟知していない」という面に注目したことで，通常は有益ではないと考えられる「熟知性の低さ」もときに手がかりとして利用できるという，我々の推論方略に関する新たな知見をもたらしたといえるだろう。国と都市を例にとると，多くの場合，有名でない都市は有名な国に属していないことが考えられる。だとすると，「熟知性の低いもの同士をマッチングさせる」という方略は，我々が日常から経験的に獲得し使用しているものなのかもしれない。

6. 参考文献

[1] Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). “Models of ecological rationality: The recognition heuristic” *Psychological Review, 109,* 75–90.

[2] Honda, H., & Matsuka, T. (2009). “The use of familiarity in inferences: An experimental study” *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society. 2353-2358.

[3] Pohl, R. (2006). “Empirical Tests of the Recognition Heuristic” *Journal of Behavioral Decision Making*, J. Behav. Dec. Making, 19: 251–271.

短絡的思考傾向にあると評価される個人の性格的・認知的特徴
Characteristics of Individuals who are Viewed as Being Less Careful and Precise

稲葉　緑，楠神　健
Midori Inaba, Ken Kusukami

JR東日本研究開発センター安全研究所
Safety Research Laboratory, Research and Development of JR East Group
midori-inaba@jreast.co.jp

Abstract

This study examined what makes us evaluate individuals as being likely to make a mistake without careful and precise thinking. First, we performed a questionnaire survey aimed at finding out personality of individuals who are prone to be evaluated to make a decision in an unthoughtful way. The results showed that these individuals have a tendency to be less influenced by others, rather than a tendency to think simplistically. Secondly, the experiment to examine the relationship between their personality and the extent of information acquisition in decision making was conducted. The result did not support the possibility that subjective evaluations about others' thoughtfulness are explained by the individual differences of the extent of information acquisition. Finally, we investigated the correlation of the personality mentioned above and the cognitive characteristic to recognize extended information more than actually received. We obtained the implication that individuals whose thoughts are said to be unthoughtful may easily find it receiving sufficient information by using the image they made in their decisions.

Keywords — Careful and precise thinking, Evaluation from Others, Extent of Information Acquisition, Extended Boundary

1. はじめに

情報を的確に利用し、問題解決できる力を向上させる教育において、学習の支援者が果たす役割は大きい。このような力を学習者が効果的に習得されるために支援者がいかに介入すべきかについて、多くの研究者が検討している[1]。

上述した問題は生徒を対象とした教育のみに限られない。情報を的確に利用したり論理的・分析的に解釈したりせずに判断を下した結果が深刻な問題につながりかねない成人についても、同様の教育に力が入れられている[2, 3]。また、このような成人教育においても支援者の存在は重要であるとされる。

しかし、情報に基づいて論理的に考える学習者の能力を支援者がどのように把握しているのかについては、十分明らかにされたとは言えない。支援者による学習者の能力把握は、的確な教育的支援の出発点であると考えられる。上述した能力を把握するための方法として、例えば批判的思考に関する先行研究では、論理的・分析的に考える力を測定するための認知課題や心理尺度などが提案されている[4, 5]。ただ、成人、特に組織内の教育では、支援者はまず、学習者の通常の業務や身の振る舞いなどから能力を認識するのが一般的であると考えられる。しかも、実問題は論理的・分析的処理に頼らずとも直感的な処理によって解決できるものも多く、学習者が情報から論理的に考えて判断する能力をどの程度持つか、支援者が把握する機会は多いとは言えない。このような状況にある支援者が適切に学習者を支援する方法を考える上で、どのような特徴を持った学習者に対して上述した能力が低いと支援者が認識しやすいのか理解することは重要である。

以上の問題意識に基づき、本研究は、情報を的確に認識して論理的・分析的に考える傾向が弱い、すなわち、短絡的思考傾向があると他者に評価されやすい成人の特徴について明らかにすることを目的とした。具体的には第一に、このような個人の性格的な特徴を調べた。第二に、短絡的思考傾向が強いと評価されやすい性格の持ち主が、どのような認知的特徴を示すのか探索的に検討した。ただし前述のとおり、論理的・分析的思考によらない日々の判断に基づいて下される短絡的思考傾向についての他者評価と、論理的・分析的思考が可能かどうかを測定する課題等における成績との関係が強いとは考えにくい。そこで本研究では別の認知的特徴に目を向けた。個人が判断に十分な情報を得られていないと判断を留保している間は短絡的であると評価され得ないことから、判断に十分な情報を得たとの思いやすさに着目した。この十分な情報を得たとの思いやすさに関連すると予測された次の 2 つの認知的特徴が、短絡的思考傾向に関する他者評価にどの程度寄与しているか検討した。1 つは、判断までに要する情報量の差[6]であった。もう 1 つは、一部の情報しか受け取っていなくても全体に関する情報を受け取ったと錯覚して認識する傾向の強さであった[7]。

2. 短絡的思考傾向があると他者から評価されやすい性格の検討

短絡的思考傾向があると評価されやすい個人の性格を、次の3段階を経て検討した。

1. 自身の性格に関する質問項目の選定

1)予備調査

はじめに、人間の判断ミスや状況ごとの反応に関する特徴および関連する性格を調べるための質問として、既存の性格尺度から選んだ項目555項目と、著者らが作成した10項目を合わせた565項目を用意した。一般より募集した男女8名がこれらの項目に対して、表現の理解しやすさや「あてはまる」「あてはまらない」で回答を求められたときの回答しやすさ等について評価した。この評価に基づき、修正困難と判断した質問項目を除外し、残った333項目を本調査に使用する質問項目候補とした。

次に、本調査の参加者と同じ企業に勤務する社員8人に333項目への回答を依頼した。回答方法は4件法（「あてはまる」「ややあてはまる」「あまりあてはまらない」「あてはまらない」）であった。この結果から、回答が特定の選択肢に集中するおよび中心化する項目、表現が理解しづらいと評価されて修正が困難であると判断した項目を除外した。その結果、本調査で使用する質問項目を177項目に絞り込んだ。

2) 本調査

1) 予備調査で選定した177項目について、ある企業に勤務する社員に回答を求めた。回答方法は1) 予備調査と同様の4件法であった。回答に対する負担の点から、質問項目177項目を内容によって3グループに分け、各グループの質問項目について443人、445人、411人の回答を収集し、各グループのデータについて因子分析（最尤法、プロマックス回転）を実施した。因子負荷量が±.35に満たない項目、および、複数の因子に.35以上の負荷を示した項目は削除した。また、質問項目が2項目以下である因子は採用しなかった。結果、3つの因子分析によって合計12因子が抽出された。

2. 短絡的思考傾向に関する他者評価用質問項目の選定

1. 2) 本調査の参加者についてよく知る他者（管理者）1人に、当該参加者の性格や状況ごとの反応に関する特徴などについて尋ねる質問項目を作成した。他者向け質問項目は、回答者と同質の参加者4人によるブレーンストーミングによって31項目作成した。この中には短絡的思考傾向について尋ねることを目的とした項目が含まれていた。回答方法は 1. 2) 本調査と同様であった。31項目について1271人分の回答を収集し、因子分析（最尤法、プロマックス回転、その他の処理は1, 2）本調査と同様）を実施した結果、4因子を抽出した。そのうちの1因子が内容的に「短絡的思考傾向」を反映していると解釈された。構成する質問項目は次のとおりであった：「物事をすぐに決めつけようとしがちだ」、「自分に強い自信をもっているようだ」、「一度出した結論は見直さない」。

3. 短絡的思考傾向が強いと評価されやすい個人の性格と関連する質問項目の選定

1.で抽出された全12因子と、2.で「短絡的思考傾向」と解釈された因子との関係を調べた。結果、12因子のうちの 1 つに弱い負の相関がみられた（r=—.22, p<.001）。この因子に関する質問項目は次のとおりである：「物事を、まわりの人の影響を受けずに自分一人で決めるのが苦手だ」「周りの皆が本来とは違う行動をしていると思っても、それと同じ行動をしてしまう」「なるべく目立たなくして、自分を出さないようにしている」「人に対して、いつも遠慮がちである」「人に向かって思ったことが言えない方だ」。

短絡的思考傾向があると他者に評価されやすい個人の性格とは熟慮性に欠けているなどではなく、他者に影響されにくい、および、自分自身で考え判断する姿勢を持っているというものであった。この結果は、支援者にとって学習者の論理的・分析的な思考能力を的確に把握することが困難であることを示唆するものと考えられる。一方、組織ではチームで業務を進めることも多く、周囲の意見を十分考慮せずに判断することが短絡的であると評価されやすい可能性もある。

本研究では、短絡的思考傾向があると他者から評価されやすさについて上述した5項目を使用して測定し、これらの質問への回答得点と、認知課題での回答との関係性について調べる。

3. 判断に要する情報獲得量と短絡的思考傾向の他者評価との関係についての検討

1. 方法

1) 課題

本実験では、情報獲得量評価課題[6]を使用した。ただ、先行研究で使用されていたシナリオは、競馬で予想屋の意見を聞きながら、出来るだけ多く儲けるというものであった。本研究では、自身の金銭損失よりも社会的な問題を誘発し得る短絡的思考を研究対象としている。リスクに対する個人の態度はシナリオによって異なること[8]から、先行研究とは異なるシナリオを作成し、使用した。

参加者は全 98 試行に取り組んだ。課題のシナリオ、および、各試行において参加者が求められるタスクは次のとおりであった。

『あなた（参加者）は研修医である。致死率の高い感染症 2 種類(「南型」「北型」)が国内で大流行しており、両感染症は症状が類似している。研修医であるあなたが、患者の罹患する感染症を判別することは困難である。なお、両方の感染症に同時に罹ることは無い。

ベテラン医師 1 名以上 3 名以下があなたをサポートする。彼らの意見を聞き、各患者が罹患する感染症を判断し、その治療に効果のある薬を投与すること。』

各試行開始時点では 3 種類の情報を表示した。医師 1 人目の診断結果（「南型」あるいは「北型」）、医師 1 人目の名前、医師 1 人目が診断に対して持っている自信の度合い（自信度、%）である（図 1）。医師 1 人目の診断結果等だけでなく、2 人目以降の診断結果等も参照したい場合、参加者は 3 人目まで診断結果を問い合わせることができる。ただし、問い合わせた診断結果等が表示されるまでには 5 秒間要する。また、一度にまとめて 2 人目、3 人目の診断結果等を問い合わせることはできない。これらの設定は、情報を得るために追加的な時間や労力を伴うことが多い実際を反映させたものである。

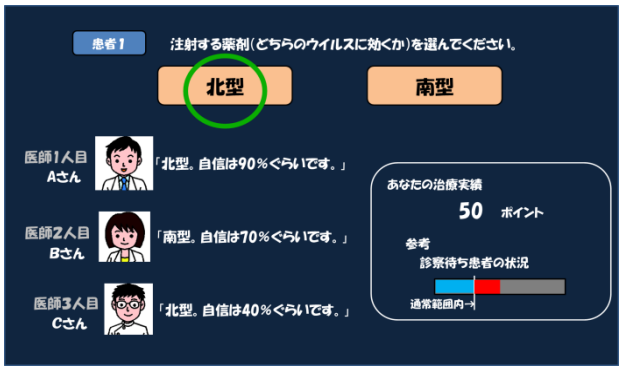


図 1　情報獲得量評価課題の試行画面例

表 1　治療実績の増減設定

	問い合わせ人数	利益焦点条件	損失焦点条件
正解	1人目	100	100
	2人目	20	20
	3人目	5	5
不正解			−150

各試行での正答は、医師 3 人の自信度を加算し、数値が大きかった方とした。しかし、回答は 2 択であり、自信度 50%未満の意見を参考にすることは実質的には大きな価値がない。したがって、正答の算出に寄与する自信度は 50%以上とした。

画面には感染症判断に必要な情報のほかに、治療実績を表示した。患者が罹患した感染症の判断が正しかった場合は、治療実績を蓄積できる（表 1）。治療実績は、医師 2 人目、3 人目に診断結果を問い合わせたときよりも、医師 1 人目で判断したときに高くなるよう設定した。

また、参加者の情報獲得量に影響を及ぼし得る独立要因 3 要因を操作した。第一の要因は、治療実績の増減設定（被験者内要因）であった（表 1）。「利益焦点条件」では、参加者の判断が正しかった試行においてのみ実績が加算された。これに加え、「損失焦点条件」では参加者の判断が間違っていた試行で治療実績が大きく減少した。

第二の要因は、3 人の医師が自身の診断結果に対して示す自信度の変化（被験者間要因）であった。Hausmann & Läge[6]は、問い合わせ先の判断結果に対する自信度の変化が参加者の情報獲得量に影響したと報告している。自信度が医師 1 人目から 3 人目に進むにつれて低下する「降順条件」(例 90→70→50%)と、自信度が上下する「ランダム条件」(例 90→40→70%)の 2 条件を用意した。

第三の要因は、医師 3 人が 1 人目として表示されるときの診断結果の正答率（被験者内要因）であった。医師 3 人が 1 人目となる回数を同一にし、そのときの正答率を操作した(100、90、60%)。例えば、医師 A が 1 人目に表示された場合の診断結果の正答率を 100%とし、医師 C が 1 人目に表示された場合の診断結果の正答率を 60%とした。なお、各医師の正答率設定にかかわらず、診断結果に対する自信度が高い試行、中程度の試行、低い試行を同程度の割合で各医師に割り当てた。

上述の 3 要因のほかに、時系列的な変化が参加者の回答に及ぼす影響を観測した。

98 試行を 49 試行ずつ、治療実績の増減設定における利益焦点条件と損失焦点条件に割り当てた。各条件

の 49 試行は、練習試行 3 試行、本番試行 46 試行から構成された。46 試行はさらに 30 試行と、それに続く 16 試行に分けられた。30 試行では学習促進を目的として、参加者が回答直後、正答である感染症のボタンの上に丸印を表示した。16 試行では正答を意味する丸印を表示しなかったが、参加者は自身の回答が正しかったかどうか治療実績から把握できた。

2) 実験手続き

参加者は 20〜50 代の男女 60 人であった。人材派遣業者を通して「パソコンを使った簡単な作業業務」への従事を希望した応募者を集めて実験を実施した。各参加者には課題について説明した後、机の上に設置されているパソコン上での課題に取り組むよう求めた。

参加者 60 人のうち 30 人には利益焦点条件の試行を先に、損失焦点条件の試行を後に割り当てた。別の 30 人には逆の順番で条件を割り当てた。また、各条件の参加者 30 名を半分に分け、15 人には医師の診断に対する自信度の変化について降順条件のみを、別の 15 人にはランダム条件のみを課した。

また、参加者は自身の性格に関する質問項目 177 項目（1.1.2）本調査で使用した項目）、および、ヒューマンエラー傾向自己診断手法[9] 35 項目に回答した。ヒューマンエラー傾向自己診断手法で測定する 4 因子のうち 1 因子は「短絡的思考エラー」に関連すると解釈されており、この因子に関する質問項目への回答得点に特に注目した。回答方法はいずれも 4 件法（「あてはまる」「ややあてはまる」「あまりあてはまらない」「あてはまらない」）とした。

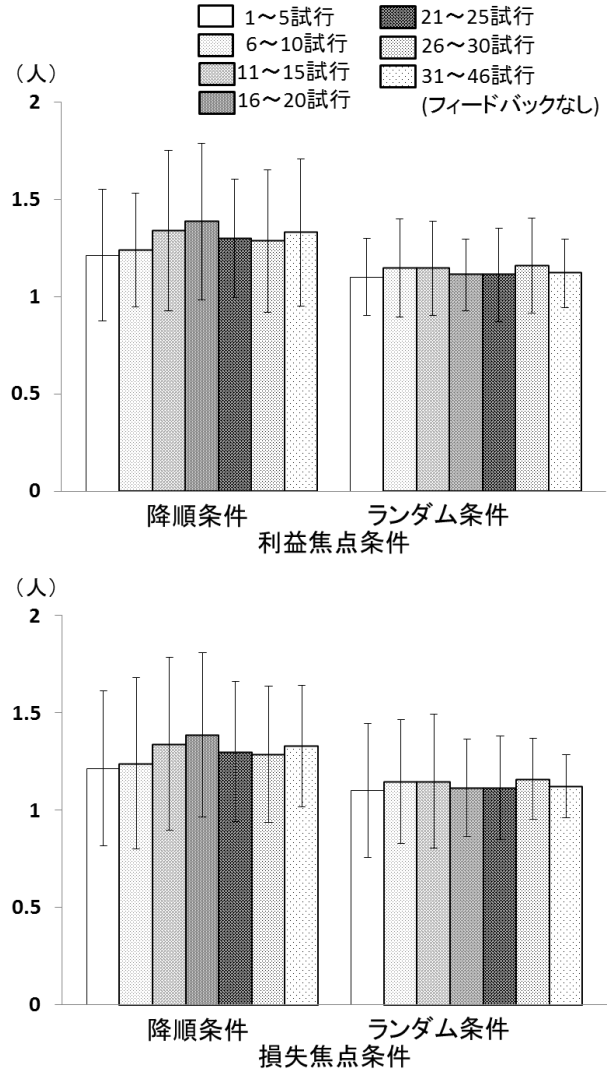


図 2 各条件における情報獲得量（人数）

2. 結果

はじめに、情報獲得量評価課題の回答傾向全体について述べる。参加者の正答率平均は 81%で、条件によってほとんど影響を受けなかった。図 2 は、参加者が診断結果を問い合わせた医師の人数である。医師 1 人目の診断結果は各試行開始時点で既に表示されているため、確認人数が 1 人以下になることはなく、「確認人数 1 人」とは参加者が追加の診断結果を求めなかったことを意味する。いずれの要因についても、統計的な有意差は確認されなかった。

次に、情報獲得量評価課題の回答における個人差について述べる。本番試行最初の 15 試行と、最後の 16 試行の確認人数との間には高い相関がみられた。利益焦点条件での確認人数の相関は 0.78（$p<.001$）、損失焦点条件では 0.70（$p<.001$）であった。また、最後 16 試行での確認人数について、利益焦点条件と損失焦点条件との間に高い相関が確認された（$r=0.72$, $p<.001$）。しかし、情報獲得量評価課題における正答率と確認人数、いずれについても、短絡的思考エラーに関する自己評価得点、および、短絡的思考傾向についての他者評価と関係があった質問項目への回答得点との間に顕著な関係は確認されなかった。

3. 考察

本実験では短絡的思考傾向に関する自己評価および他者評価と、判断までに要する情報量との関係を検討した。判断までに求める情報量については個人差が存在した。条件にかかわらず、多くの情報を収集しようとする参加者は、最初から最後まで一貫してその傾向を示した。

ただし、今回の実験結果に基づけば、このような判

断に要する情報量の少なさは、短絡的思考傾向に関する自己評価、また、他者評価と関連の深い性格を説明づけるものではなかった。ほとんどの条件において、多くの参加者は医師 2 人目の診断結果を問い合わせず、観測された認知的回答における個人差は小さかった。この点については次のような可能性が考えられる。Gigerenzer & Gooldstein[10]は、人間は最小限の情報に基づいて判断しようとし、それは多くの場合、最初に手に入った情報のみであることを主張している。本実験の結果も、参加者が上述した方略によって回答を選択していたと解釈できる。また、課題における正答が参加者自身にとって持つ意味が低く、参加者が医師 2 人目、3 人目の診断結果を聞いてでも正答しようとする動機が低かった可能性がある。

4. 表示されなかった情報を認識する認知的傾向と短絡的思考傾向の他者評価との関係についての検討

1. 方法

1) 課題

本実験では、Intraub ら[11]の境界拡張を観測した再認課題を参考に課題を作成した。課題で使用した写真は全部で 27 枚であった。著者が市街地で撮影した写真 35 枚のうち、4 人を対象とした予備実験で境界拡張が 2 人以上で発生した画像を選んだ。

本実験で使用した課題は前半と後半から構成された。前半では、全部で 25 枚の写真を呈示した。1 画面につき 1 枚の写真を 7 秒間呈示した。ただし、画面上に設置した「次へ」ボタンが押されれば、その時点で次の写真を呈示した。後半は 27 試行から構成された。前半同様、1 試行（1 画面）につき写真 1 枚を呈示した。呈示した写真 27 枚のうち 15 枚は、前半で呈示した写真と同じ被写体を映した写真であった。このうち 6 枚は前半で呈示した写真と全く同じ写真（以下、「同一写真」という。）、別の 6 枚は前半で呈示した写真よりも広角で撮影した写真（以下、「縮小写真」という。）、さらに別の 3 枚は前半で呈示した写真の一部を撮影した写真（以下、「拡大写真」という。）であった。残り 12 枚は前半で呈示していない写真（以下、「ディストラクタ写真」という。）であった（図 3 参照）。また、各試行の画面には、「同じ」、「縮小」、「拡大」、「無し」という 4 つのボタンを設置した。いずれかのボタンが押されれば次の試行が開始し、6 秒以内にいずれのボタンも押されなかった場合には、自動的に次の試行が開始した。

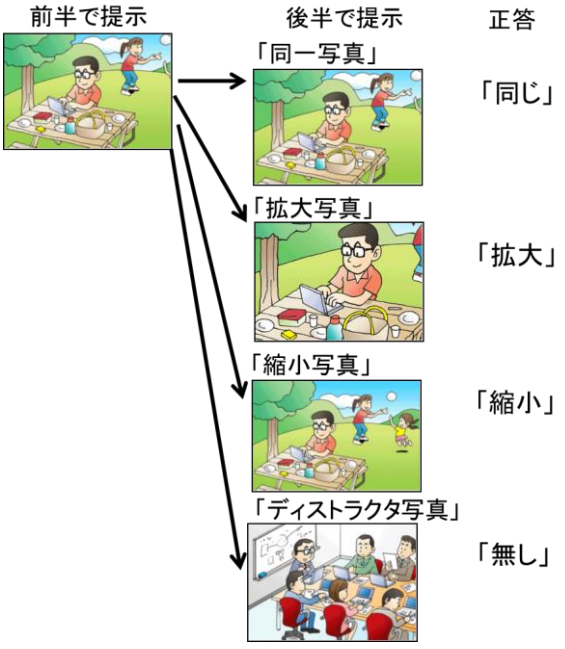


図 3 各試行で表示した写真と正答との対応

2) 実験手続き

手続きは 3. 判断に要する情報獲得量に焦点を当てた実験とほぼ同じであった。参加者は 20～50 代の男女 30 人であった。参加者には課題の前半で 25 枚の写真を見て覚えるように伝えた。この時点では、その後、写真がどのように呈示されるかについて全く伝えなかった。後半を開始する時点で、前半に覚えた写真と全く同じ写真が呈示された場合に「同じ」ボタンを、縮小写真に対しては「縮小」ボタン、拡大写真に対しては「拡大」ボタン、ディストラクタ写真に対しては「無し」ボタンを押すように教示した（図 3）。回答制限時間は 6 秒であった。また、性格に関する質問項目 177 項目とヒューマンエラー傾向自己診断手法[9] 35 項目に回答するよう参加者に求めた。

2. 結果

参加者 30 人のうち 1 人分のデータを保存できなかったため、29 人分のデータを解析した。

課題の成績は、後半の写真を呈示した回数（27 回）に対する正答数を「全体正答率」として算出した。また、後半に呈示した同一写真 6 枚に対して「拡大」ボタンを押す、すなわち「境界拡張」[11]の回数を「境界拡張率」として算出した。

全体正答率の参加者平均は 42%であった。また、境界拡張率の参加者平均は 25%であった。様々な変数間について関係を調べたところ、境界拡張率と、短絡的

思考傾向が強いと他者から評価されやすい性格の強さとの間の相関（r=.44, p<.05）について統計的有意差が得られた。なお、境界拡張率と正答率との相関も統計的に有意であったが（r=−.37, p<.05）、境界拡張率と拡大写真に対する正答率、境界拡張率とディストラクタ写真に対する正答率との間の関係はほとんど確認されなかった（それぞれ r=−0.08, r=0.07）。

3. 考察

実験の結果から、短絡的思考傾向があると他者から評価されやすい性格を有する参加者には、実際に表示された写真よりも拡大された写真が表示されたと回答する傾向がみられた。

Intraub[7]のモデルに基づいて今回の結果を考察すると、短絡的思考傾向があると他者から評価されやすい性格を持つ個人は、認知的に自ら生成した情報を実際の視知覚として入力されたものとして認識しやすい傾向が強いと解釈できる。ただ、今回の実験結果からは、そのメカニズムについてまでは特定できない。可能性として、実際に入力された情報と自分が生成した情報との弁別性が低い、あるいは、呈示された部分的な情報に基づいて自ら生成する関連情報の量が多い、といった認知的特徴が背景にあることが考えられる。しかし、境界拡張率と正答率との間に負の相関がみられたものの、境界拡張率と他の刺激に対する正答率との関係は、ほぼ無相関であった。ここから、記憶力の個人差が背景にあるとは考えにくい。また、今回の実験で使用した写真は個人の特定の経験などと関係が深い写真ではなく、市街地内の様々な物体を撮影した写真であった。実験場所が市街地内で、そこに参集した参加者間で各写真に対する知識などに大きな差があったとも考えにくい。自ら生成する関連情報の量が多かったことが関連しているとしても、上述の理由によるものではないと推測される。

5. 本研究の留意点

最後に本研究の留意点について述べる。第一に、短絡的思考傾向があると他者から評価されやすい個人の性格を明らかにするための調査への参加者と、関連する認知的特徴を明らかにするための実験への参加者とで、参加者の質が異なった可能性がある。前者は企業の社員であり、後者は人材派遣業者を通して収集した参加者であった。特に、他者の短絡的思考傾向に関する主観的な評価は、企業や職業によって大きく異なると考えられ得る。このような特徴的な評価と関連性のある認知的特徴について明らかにするためには、例えば、調査への参加者と同質の参加者から認知課題のデータを収集し、解析する必要がある。

第二に、実験の参加者データは 60 人および 29 人であり、変数間の様々な関係性を解析するにはサンプル数が少なかった。データを追加し、改めて解析することで、短絡的思考傾向に関する他者評価とその背後にあるメカニズムを、より明確に推定できると期待される。これは今後の課題としたい。

参考文献

[1] 楠見　孝, (2012) “批判的思考について　―これからの教育の方向性の提言―”, 中央教育審議会高等学校教育部会, 資料 4.

[2] 国立教育政策研究所（編）, (2004) メディア・リテラシーへの招待：生涯学習社会を生きる力, 東洋館出版社.

[3] 常盤文枝, 山口乃生子, 大場良子, 鈴木玲子, 高橋博美, (2008) ”看護学生の批判的思考の構造に関する研究”, 埼玉県立大学大学紀要, Vol. 10, pp. 1-9.

[4] 廣岡秀一, 元吉忠寛, 小川一美, 斎藤和志, (2001) ”クリティカルシンキングに対する志向性の測定に関する探索的研究（2）”、三重大学教育実践総合センター紀要, Vol. 20, pp.93-102.

[5] Toplak, M.E., West, R.F., (2002) “The domain specificity and generality of disjunctive reasoning: searching for a generalizable critical thinking skill”, Journal of Educational Psychology, Vol. 94, pp.197-209.

[6] Hausmann, D., Läge, D., (2008) “Sequential evidence accumulation in decision making: The individual desired level of confidence can explain the extent of information acquisition”, Judgment and Decision Making, Vol.3, pp.229-243.

[7] Intraub, H., (2010) ” Rethinking scene perception: A multi source model”, Psychology of Learning and Motivation, Vol. 52, pp.231-264.

[8] 上市秀雄, 楠見　孝, (1998) ”パーソナリティ・認知・状況要因がリスクテイキング行動に及ぼす効果”, 心理学研究, Vol. 69, pp.81-88.

[9] 電力中央研究所, (2007) “ヒューマンエラー傾向測定手法作成の試み（その 1）―調査票作成ならびにエラーと性格特性に関する検討―”, 電力中央研究所報告.

[10] Gigerenzer, G., Goldstein, D. G., (1996) “Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality”, Psychological Review, Vol. 103, pp. 650-669.

[11] Intraub, H., Bender, R.S., Mangels, J.A., (1992) “Looking at Pictures But Remembering Scenes”, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol. 18, pp. 180-191.

記憶に基づく誤った信念の系統性：推論における正確性の個人差を説明できるのか？
Systematic nature of memory-based false belief: Does it predict individual difference in inference accuracy?

本田 秀仁[†]，松香 敏彦[‡]，植田 一博[†]
Hidehito Honda, Toshihiko Matsuka, Kazuhiro Ueda
[†]東京大学，[‡]千葉大学
The University of Tokyo, Chiba University
hitohonda.02@gmail.com, matsuka.toshihiko@gmail.com, ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp

Abstract
The present study examined how the memory-based false belief affects inferences. The memory-based false belief refers to incorrect belief about the real world (e.g., one falsely believes that there is a professional baseball team in city X while there is actually not). Intuitively, memory-based false belief seems to have adverse effects on inferences about the real world statistics such as populations. That is, those who possess more memory-based false believes and make inferences based on those believes, their inferences tend to be less accurate than those who possess less false believes. If this is true, then, individual differences in accuracies of inferences may be explained in terms of the amount of memory-based false belief that individuals possess. However, we provided an evidence that the memory-based false believes do not have adverse effects on inference if false believes are systematically organized. Using computer simulations, we found that systematic false believes people tend to possess did not affect accuracy of inferences while non-systematic false believes adversely affected inferences. In addition, the results of a behavioral experiment showed that the performance of an inference task was not related to the amount of false believes participants possessed. These findings indicate that the amount of systematic false believes that individuals possess does not explain individual differences in accuracies of inferences.

Keywords — memory-based false belief, inference about real world statistics, ecological rationality

1. はじめに

人間の記憶は、ビデオカメラのように正確に記録されるわけではなく、可変的であり、結果として誤った記憶を持つことが古くから知られている。一例としては false memory が知られており（e.g., Roediger, & McDermott, 1995）、実際に呈示されなかった刺激に対して「呈示された」と記憶される現象を非常に単純な実験パラダイムから生成できること、また実世界でも同様の誤った記憶が形成されることが知られている（e.g., Loftus, 2005; Roedinger & DeSoto, 2016）。

このような false memory に関する先行研究の知見に基づき、Honda, Matsuka, & Ueda (2016)は、実世界の環境情報に関して、false memory に類似した、記憶に基づく誤信念が生み出されているのではないかという仮説を立て、25 名に対して行動実験を実施した。この実験では、日本の 100 の市に関して、それぞれの市が、「プロ野球チーム」、「高等裁判所」、「新幹線の止まる駅」、「首都圏」、「県庁所在地」、５つの属性（いずれも、人口数と正の相関関係を持つ属性）を持つか否かを「ある」、「ない」、「わからない」で回答することが求められた。結果として、以下の２点が明らかになった。

（１）実際にはない属性を「ある」と思う信念を、人口が多い都市ほど持ちやすくなる。

（２）実際にはある属性を「ない」と思う信念を、人口が少ない市ほど持ちやすくなる。

この結果は、環境構造と整合的な形で、系統的な誤信念が生み出されていることを示している。同時に、Honda, Matsuka, & Ueda (2016)は、記憶に基づく誤信念の系統性が持つ適応性について計算機シミュレーションを実施して検討した。具体的には、二者択一の人口推論課題（2 都市を提示して、人口が多いと思う都市を選択する）を系統的信念群（以下 Syst 群）と非系統的信念群（以下、Non-Syst 群）に実施し、推論成績を比較した。Syst 群（Syst1, Syst2, …, Syst25、計 25 名がシミュレートされた）は行動実験で得られた 25 名分の知識に関するデータ（100 都市×5 属性）をそのまま用いて、推論が実施された群である。すなわち、人間が持つ系統的な誤信念を含む知識データに基づいて推論が行われた。一方で、Non-Syst 群（Non-Syst1, Non-Syst2, …, Non-Syst25、計 25 名がシミュレートされた）は、Syst 群と同じ割合のランダムに生成された誤信念を持つ群であった。例えば、Syst1 が 15%の誤信念を有していたとすると、Non-Syst1 は 15%のランダムに生成された誤信念を有していた。つまり、非系統的な誤信念を含む知識データに基づいて推論が行われた。結果とし

て、Syst 群の正答率は Non-Syst 群の正答率を大きく上回った。直感的には、記憶に基づく誤信念は推論に負の影響を与えるように感じられるが、以上の結果は、信念の誤りに関する直感とは反し、信念に見られる系統的な誤りは実世界を正確に理解していく上で適応的に機能している可能性を示している。

この知見は、推論パフォーマンスの個人差について、興味深い示唆を与える。直感的には、記憶に基づく誤信念が推論パフォーマンスの個人差に関係するように思われる。つまり、記憶に基づく誤信念をより多く持つ個人のパフォーマンスは悪くなるように思われる。一方で、Honda, Matsuka, & Ueda (2016)の知見に基づけば、推論パフォーマンスに対して、記憶に基づく誤信念は必ずしも影響を与えない可能性も考えられる。つまり推論パフォーマンスの個人差に記憶に基づく誤信念は寄与しないことが考えられる。

本研究では、記憶に基づく誤信念から推論パフォーマンスの個人差が予測できるかについて、計算機シミュレーション、ならびに行動実験に基づいて検討を行った。

2. 計算機シミュレーションに基づく検証

Honda, Matsuka, & Ueda (2016)における、二者択一の人口推論課題の Syst 群と Non-Syst 群のパフォーマンス（25 名ずつシミュレート）と、シミュレートされた 25 名それぞれが持つ記憶に基づく誤信念の割合との関係性を比較した。記憶に基づく誤信念に関する直感的な予測としては、誤信念の割合が増えれば推論の正答率は下がると考えらえる。一方、Honda, Matsuka, & Ueda (2016)が示したように、記憶に基づく誤信念に系統的な性質があるとき、推論の正答率と誤信念の割合の間には関係性が存在しないことが予測される。

図 1 に推論パフォーマンス（計算機シミュレーション）と記憶に基づく誤信念の割合の関係を記す。図からもわかるように Syst 群と Non-Syst 群で傾向は大きく異なる。系統的な誤信念を持つ Syst 群は誤信念の割合

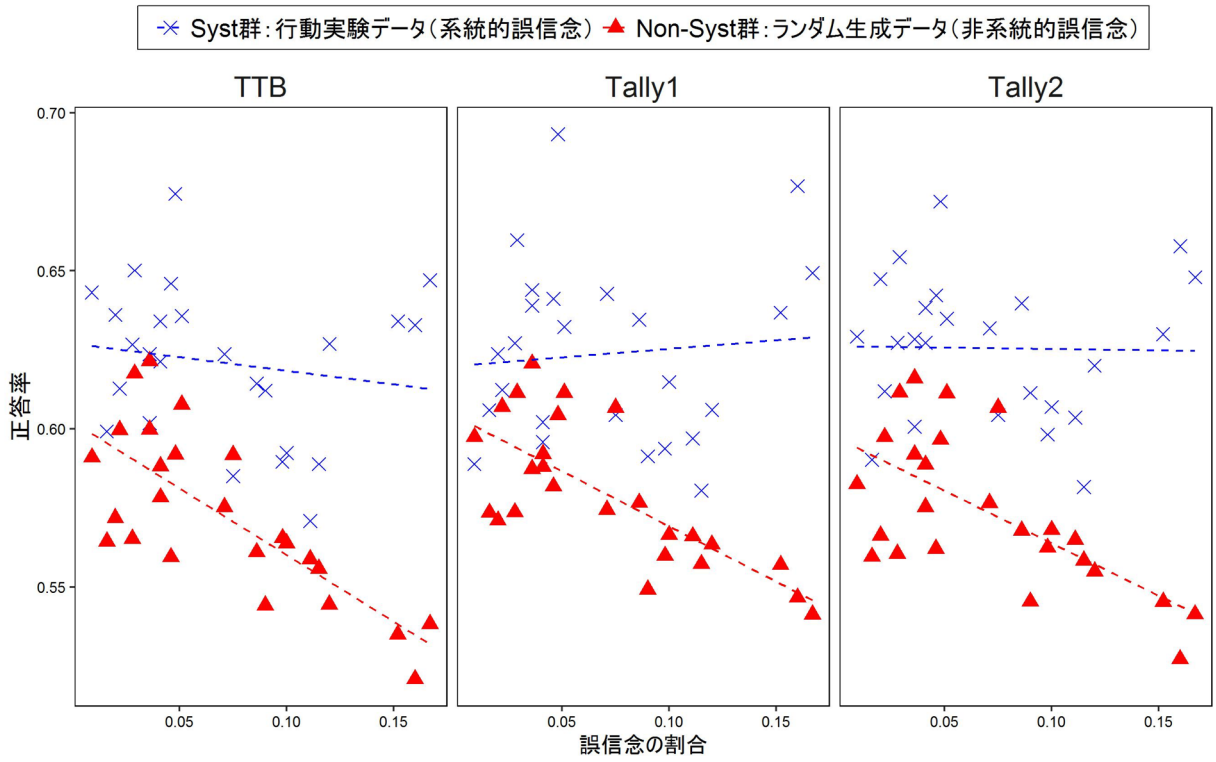


図 1　推論パフォーマンス（計算機シミュレーション）と誤信念の割合の関係。TTB(Take The Best, Gigerenzer, Goldstein, 1996)、Tally1, 2 (Marewski & Schooler, 2011)は知識に基づく推論アルゴリズムであり、人間の推論パフォーマンスをよく記述できるとされるモデルである。本研究では、知識の性質（どのような誤信念を含むか）と推論パフォーマンスの関係の頑健性（推論アルゴリズムによって、推論パフォーマンスが変化するか否か）を検証するために、３モデルを使用して検証を行った。

と推論パフォーマンスに有意な関係性が見られなかった（TTB, r = -0.17; Tally1, r = 0.09; Tally2, r = -0.02; いずれも $p > .1$）。一方で Non-Syst 群は有意な負の相関関係（TTB, r = -0.76; Tally1, r = -0.73; Tally2, r = -0.65; いずれも $p < .001$）が見られた。

以上、系統的な記憶に基づく誤信念は推論パフォーマンスの個人差と有意な関係性はないことが示された。この結果は Honda, Matsuka, & Ueda (2016)の知見と整合的であると考えられる。一方で、非系統的な記憶に基づく誤信念は推論パフォーマンスと有意な負の相関関係が見られた。このことから、誤った信念を視点として推論パフォーマンスの個人差が予測できるという直感的予測（i.e., 誤った信念をより多く持つ個人のほうが、推論パフォーマンスは下がる）は、誤信念が非系統的な場合においてのみ見られる現象であり、人間が有するような、系統的な誤信念は推論パフォーマンスの個人差に寄与しない可能性が示された。

3. 行動実験に基づく検証

前節において、記憶に基づく誤信念は系統性を持つ時に、推論パフォーマンスと有意な関係性が存在しないことが計算機シミュレーションを通じて示された。本節では、行動実験を通じて、同様の検証を行った。

32 名の大学学部生に以下に記す 2 課題を実施した。1 つ目の課題は Honda, Matsuka, & Ueda (2016)と同じ都市の知識に関して問う課題であり、各 100 都市の 5 属性について、「ある」、「ない」、「わからない」で回答することが求められた。2 つ目の課題は 2 都市を呈示して、人口が多いと思う都市を選択する、二者択一の人口推定課題である。この課題では、Honda, Matsuka, & Ueda (in press)における Easy List に含まれていた 15 都市（前述の 100 都市にも含まれている）から全組み合わせである合計 105 ペアに対して課題を実施した。Honda, Matsuka, & Ueda (in press)はこの 105 ペアに関する推論は都市知識に基づいて推論がなされやすいことが示されている。

都市の知識を問う課題では、各個人の都市に関する信念の正確性を測定していることを踏まえると、以下のような予測が成り立つ。誤った信念が推論パフォーマンスに影響を与えるという直感的予測からは、信念の正確性と推論成績には有意な負の相関関係が存在すると考えられる。一方で Honda, Matsuka, & Ueda (2016)に基づけば、有意な相関関係は存在しないと予測される。また本研究の本題とはずれるが、不明知識（「わからない」反応）と推論パフォーマンスの関係も同時に分析する。直感的には不明知識が増える、すなわち知識量が少ないと推論パフォーマンスが下がるように感じられるが、先行研究の知見に基づけば（e.g., Goldstein & Gigerenzer, 2002）、このような関係性は存在しないことが予測される。

図 2 に誤信念、不明知識（「わからない」反応）の割合と推論パフォーマンスの関係を記す。2 変数間の相関関係を分析したところ、いずれも有意な関係性は観察されなかった（False belief, $r = -0.22$; Missing, $r = 0.01$, $p = .95$; False belief + missing, $r = -0.12$; いずれも $p > .1$）。

以上、人間が持つ誤信念は推論パフォーマンスの個人差と有意な関係性が存在しないことが行動実験からも示された。この結果と前節の計算機シミュレーショ

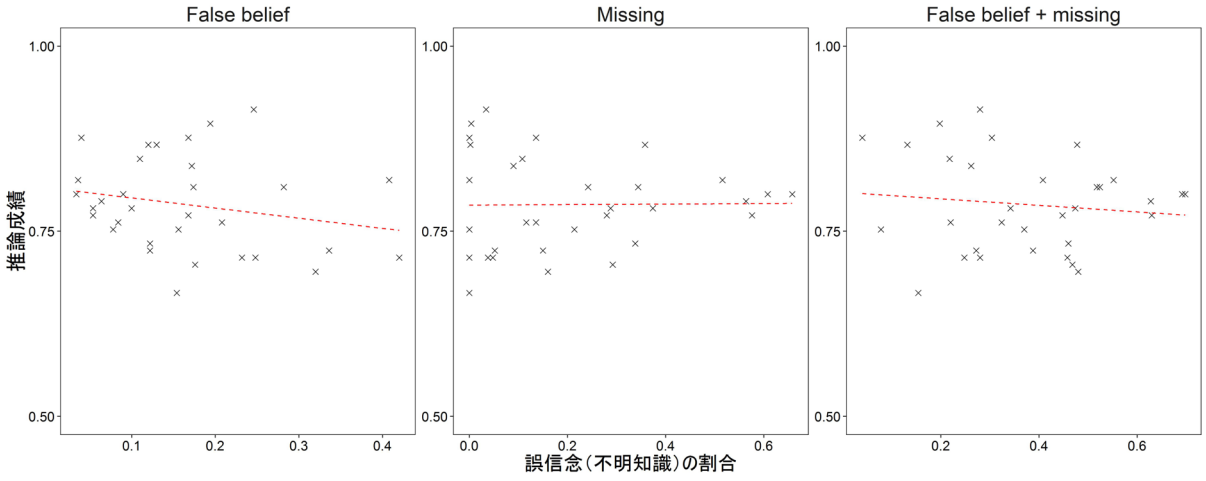


図 2 誤信念、ならびに不明知識（“わからない”反応）の割合と推論成績の関係

ンで示した結果を踏まえると、人間が持つ誤信念は系統的な性質を持つために、信念の正確性は推論パフォーマンスの個人差を生み出す要因にはなっていない可能性が示された。また、知識量も推論パフォーマンスと有意な関係性が存在しないことが示されたが、これは先行研究の知見（e.g., Goldstein & Gigerenzer, 2002）と基本的には整合的であると考えられる。

4. 総合討論

本研究では、計算機シミュレーションならびに行動実験に基づいて、人間が持つ誤信念を視点として推論パフォーマンスの個人差を予測できるかを検証した。まず、計算機シミュレーションの結果から、系統的な記憶に基づく誤信念は推論パフォーマンスの個人差と有意な関係性はないことが示された。一方で、非系統的な記憶に基づく誤信念は推論パフォーマンスと有意な負の相関関係が見られた。このことから、誤った信念を視点として推論パフォーマンスの個人差が予測できるという直感的予測（i.e., 誤った信念をより多く持つ個人のほうが、推論パフォーマンスは下がる）は、誤信念が非系統的な場合においてのみ見られる現象であり、人間が有するような、系統的な誤信念は推論パフォーマンスの個人差に寄与しない可能性が示された。行動実験の結果も計算機シミュレーションの結果と一貫しており、誤信念の割合と推論パフォーマンスの間に有意な関係性は存在しなかった。

以上、人間が持つ信念は系統的な性質を持つために、推論パフォーマンスの個人差には寄与しない可能性が示された。この結果は、人間が実世界の事象に対して持つ“誤り”は、実世界を大局的に理解（e.g., 本研究が検証したような人口数など、都市の細かい属性ではなく、都市全体のイメージを理解すること）していく適応的プロセスの中で生まれる副産物であるため、実世界の大局的な理解の個人差を生み出す要因にはならない可能性が示された。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金、基盤研究 A（課題番号 16H01725）、若手研究 B（課題番号 16K16070）による支援を受けて実施された。

参考文献

[1] Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality. *Psychological Review,* **103**, 650–669.

[2] Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: The recognition heuristic. *Psychological Review*, **109**, 75–90.

[3] Loftus, E. F. (2005). Planting misinformation in the human mind: A 30-year investigation of the malleability of memory. *Learning & Memory*, **12**, 361–366.

[4] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (2016). On the adaptive nature of memory-based false belief. *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society.

[5] Honda, H., Matsuka, T., & Ueda, K. (in press). Memory-based simple heuristics as attribute substitution: Competitive tests of binary choice inference models. *Cognitive Science*.

[6] Marewski, J. N., & Schooler, L. J. (2011). Cognitive niches: An ecological model of strategy selection. *Psychological Review,* **118,** 393–437.

[7] Roediger, H. L., & DeSoto, K. A. (2016). Recognizing the presidents: Was Alexander Hamilton president? *Psychological Science*, **27**, 644–650.

[8] Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **21**, 803–814.

即興演劇と台本演劇における観客による印象の違い
Comparison of Audience's Impression between Improvised and Scripted Acting

ヒュース由美, 岡田猛
Yumi Hughes, Takeshi Okada
東京大学大学院学際情報学府, 東京大学大学院
University of Tokyo
yuri@impro-works.com

Abstract

This study analyzed that the difference between the two performances - improvised and scripted by an audience questionnaire. We recorded an improvised theatre performance with experienced improvisers in public. Then we created a script from the dialogue of the improvised scenes. And other professional actors rehearsed this script before performing it and showed at the same theatre with an audience. Employing the GELOS scale we asked 64 drama students to rate the impression of the performances after showed the two videos. We found out the improvised performance was assessed as more unique and original than the scripted performance.

Keywords— improvisation, theatre, acting

1. はじめに

認知科学的研究において，演劇を対象とした研究は，近年注目されつつある（後安・辻田, 2007 他）．その中でも本研究では，即興演劇（improvisation theatre）を題材として取り上げる．即興演劇とは，「シナリオがない演劇」である．その場で出てきたアイデアを，俳優同士が互いに受け入れ合いながら，言葉やジェスチャーといったコミュニケーションを介して，協力しながら場面を創らなくてはならない（中小路・絹川, 2015）．このように即興演劇は創作プロセスそのものが鑑賞の対象になるため，創造のプロセスを観察する対象に相応しいと言われている（Sawyer, 2003）．また，即興演劇は improv. もしくは impro. と呼ばれ，アメリカやイギリスではテレビ番組になるほどの人気がある演劇である．観客は，俳優が即興で演じていることを知っている．その場でアイデアを生み出さなくてはならない俳優のハイリスクな境遇に共感したり，どうなるか分からない展開にドキドキしたりしながら，二度と繰り返すことのできないエンターテイメントを積極的に観劇することになる（Sweet, 1996）．

一方，台本のある演劇（以後「台本演劇」と記す．）の場合は，セリフ，ストーリーの展開，登場や退場のタイミング，舞台上の立ち位置（以後「ミザンス」と記す．）などはすでに決まっているため，俳優がその場で新しいストーリーやミザンスを創造する必要はない．もちろんだからと言って，台本演劇に即興的な要素がないわけではない．俳優は観客の反応によって，毎回の舞台で演じ方を変える工夫をしているからである（安藤, 2005）．例えば，俳優は観客からの反応を感じながら，毎回新鮮に演じなくてはならない．しかも俳優が演じている，役としての登場人物は，劇の中で起こることは知らないはずである．例えばシェイクスピアの名作『ロミオとジュリエット』のジュリエットは，ロミオが死ぬことは知らない．ジュリエットにとって「劇世界」は自分が生きている世界であり，彼女にとってはシナリオのない世界なのである．つまり俳優は本当に生きているかのように，役として即興的な反応をしなくてはならない．こういった即興的な反応ができるようになるためにも、演劇の稽古には，しばしば即興的なトレーニングが取り入れられる（Toporkov, 1979; Hodge, 2000）．すなわち台本の有無にかかわらず，俳優の演技には即興性が必要なのである．

2．即興演劇における先行研究と問い

即興演劇に関する代表的な先行研究は，即興演劇の「即興的会話（Improvised Dialogue）」に着目した Sawyer（2003）である．この心理学的研究では，俳優たちが発した会話プロセスの分析によって，即興演劇の創発フレームが示された．また Fuller and Magerko（2011）は，即興演劇の創作プロセスを「共同メンタルフレーム」の創造だとした．これらの研究は，即興演劇における創作プロセスはプロダクトそのものであるという Sawyer（2003）の考え方に基づいている．「即興演劇がプロダクトである」という従来の研究を受け入れるとするならば，それがどのようにクライアントと

しての観客に受け取られているかに着目することも必要なのではないだろうか．つまりプロダクトに対する客観的な評価を調べることで，その特徴を抽出するのである．

即興演劇を観客がどのように感じるかという点に着目した研究は，まだ多くはない．しかし舞踊における観客の印象調査（佐藤,1990）や芸人における観客調査（野村,2010）といったものがある．これらの研究では，研究対象となる複数のダンスやパフォーマンスを比較することで,それぞれの特徴や違いを抽出している．本研究も佐藤(1990)や野村(2010)の研究に従い,即興と台本という２種類の演劇の印象を評定してもらい，両者を比較することで,それらの特徴を調べることにした．

３．方法

本研究では，人々に即興演劇と台本演劇の両方の映像を見てもらい，その印象の違いを調べる．

映像の入手の手順は以下である．(1)プロの俳優たちによって上演された即興演劇をビデオで記録し，その中でストーリーが明確だった２つの短い劇（以下，ショートシーンＡとB）を選んだ．(2)ショートシーンＡとＢの発話を書き起こし台本を作成し，別のプロの俳優たちに渡してセリフを覚えてもらい，稽古をした上で，同じライブハウスに別の観客を入れて上演し，それをビデオで記録した．（３）この手順で得た４種類のビデオ（即興演劇ショートシーンＡとＢ，台本演劇ショートシーンＡ‘とＢ’）を評定の対象と定めた．

評定者は，演劇を２回以上見たことのある演劇学部の学生６４人に依頼した．なお，演劇における俳優のパフォーマンス評定尺度はまだ存在していないが，芸人を評価する芸人評価／位置付け尺度（野村,2010）が同じ上演芸術として適用可能であると考えられるため,それを採用する(表1)．

学生たち(8人)にＡとＡ’のビデオを連続して見せ,それぞれに対して７件法による質問紙によって評定してもらった．次にＢとＢ’のビデオを連続して見せ,それぞれに対して評定してもらった．カウンターバランスを取るために，８種類の順番パターンでおこなった．得られたデータはｔ検定によって分析された．

表１　芸人評価／位置づけ尺度（野村，2010）より

<1>	**独自性尺度(GELOS-O)**
1	斬新な
2	クセがある
3	感性豊かな
4	自由奔放
5	独創的
6	個性的
7	奇抜な
<2>	**技術／安定性尺度(GELOS-S)**
1	安定している
2	鋭い
3	作り込まれている
4	技術が高い
5	理論的
6	巧みな
7	切れがある
<3>	**リズム／賑やかさ尺度(GELOS-R)**
1	リズミカル
2	賑やかな
3	積極的
4	テンポが良い
5	勢いがある
6	陽気な
7	元気がある

４．結果と考察

下位尺度の３つの尺度−独自性尺度(GELOS-O)，技術・安定性尺度（GELOS-S），リズム・にぎやかさ尺度(GELOS-R)−で見ると，技術や安定性については，即興演劇も台本演劇もほとんど違いは見られなかったが,独自性尺度とリズム・にぎやかさ尺度については,即興演劇の方が台本演劇よりも高い数値となった(表２)．すなわち，即興演劇は台本演劇よりも，個性的，自由奔放な,陽気な,賑やかなという印象が強いことが判明した．

表1. 観客評定：平均値と標準偏差とｔ値

	独自性尺度		技術・安定性尺度		リズム・にぎやかさ尺度	
	M (SD)	t 値	M (SD)	t 値	M (SD)	t 値
Impro1	4.96 (0.84)	7.56**	4.07 (0.95)	0.46	4.87 (0.95)	6.98**
Scripted1	3.84 (0.97)		4.02 (0.72)		4.31 (1.01)	
Impro2	5.07 (0.87)	6.22**	4.11 (0.89)	0.99	5.09 (0.95)	3.46**
Scripted2	3.96 (0.98)		4.35 (0.85)		4.45 (0.99)	

n=64. *p<.0.5, **p<.01

5. まとめ

本研究では，即興演劇の特徴を調べるために，観客が受ける印象の違いを台本演劇との比較によって調べた。結果として，観客が受ける印象は，即興演劇の方がより独自性が高く，賑やかなものであった．今後の課題は３つある．まず今回は劇場の現実的な制約のためビデオ映像を用いたが，本来の演劇鑑賞はライブで行われるものである．この問題を考慮したデータ収集を考える必要がある.また一般的な結果を得るためには,評定者の年齢や演劇に対する好みを考慮しながらの研究をすべきである．最後に即興演劇も台本演劇も様々なものがあるため，今後は演劇の多様性も考慮する必要があるだろう.

文献

［1］後安 美紀・辻田 勝吉 (2007)．演劇創作におけるシステムダイナミクス．『認知科学』, 14(4), 509-531.

［2］中小路 久美代・絹川 友梨(2015)．即興演劇ワークショップのデザイン学的解釈の試み. 『計測と制御』, Vol.54 No.7

[3] Sawyer, R. Keith (2003). *Improvised Dialogues: Emergence and Creativity in Conversation*. Ablex Publishing Corporation.

[4] Sweet, Jeffrey (1996). *Something Wonderful Right Away.* Third edition. New York: Proscenium Publishers Inc.,

［5］安藤 花恵(2005)．演技計画の段階における演劇俳優の熟達化と３つの視点の役割. 京都大学大学院教育学研究科紀要．51:60-73

[6] Toporkov, V.O.(1979). *Stanislavski in Rehearsal: The Final Years,* trans. Christine Edward, New York, Theatre Arts Books.（馬上義太郎 訳(1979).『稽古場のスタニスラフスキー』. 早川書房.） 1979 P165 邦訳, 220P

[7] Hodge, Alison. (2000). *Twentieth Century Actor Training*. London and New York, Routledge.（佐藤正紀 訳(2005).『二十世紀俳優トレーニング』. 而立書房.）

[8] Fuller, Daniel.& Brian Magerko. (2011). Shared Mental Models in Improvisational Theatre. In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Creativity and Cognition.* Pages 269-278.

［9］佐藤 節子(1990)．舞踊の感情伝達に関する因子分析的研究．『舞踊学』. Vol. 1990号 No. 13, P28-29.

［10］野村 亮太(2010)．あなたにはこの芸人がおススメです ―芸人評価／位置づけ尺度（GELOS）の構成と信頼性・妥当性の検討― 笑いの科学, 2, 57-62.

日本の俳優の演技法とその熟達：
日本の俳優の演技法に関するインタビュー分析から
How Japanese Professional Actors Theorize About Acting Proficiency: An Analysis of Interviews of Professional Actors

小森　創介
Sosuke Komori

玉川大学，株式会社フットプリンツ
Tamagawa University, Footprints Inc.
billy@sosukekomori.com

Abstract

This article presents How Japanese Professional Actors Theorize About Acting Proficiency.

Keywords — Communication, Science, Acting Theory, Professional Actors.

1. はじめに

私は職業俳優として 20 年以上演技をしてきた. あるきっかけから大学で演劇教育をおこなうことになり, 演技という「作業」がどのようにおこなわれているのか, その方法をどのように学生に伝えたらいいのか, について考えるようになった.「演技すること」を言語化するのは非常に難しく，演技の How To などは存在しないように感じている．しかし，確かに演技の How To は存在しないかもしれないが,「良い演技」は存在する．では，その「良い演技」を目指すためには，どのようなことを職業俳優がおこなっているのかを探ろうと考えたのが本研究の動機である.

2. 背景と目的

我々は日常的に「演技」を目にする. テレビなどのメディアに乗って流されるドラマや映画など,「演技」に触れる機会はかなり多い. しかし, 今見ているこの俳優の演技法には, 何が必要だったのか, どうやってできるようになったのか，何を考えて演じているのかはなかなかわからない．俳優の内面では何が起こっているのだろうか.

現代日本における演劇の職業俳優はどのように演技を行っているのか．職業俳優の演技法を分析する．その中枢の最も言語化が難しい個人の内面部分を，インタビューと図表化調査によって浮き彫りにし，その分析によって多様な演じ方の中心的発想，つまり「現代日本の演技法の中枢」を明らかにする．演技時の自身の視点の図表化を切り口とし,「演技・そのとき」を自身の言葉で捉えることから，演技を学ぶ学生達が目指していく，職業俳優の思考，行動などを明らかにし，演劇製作の現場で行われている「演技」は，俳優個人の中でどのようにして構成され遂行されているのかを読み解き,「演技」という行為の「いま」を解明しようとするのが本研究の目的である.

3. 手続きと方法

対象者は職業俳優 7 名. プロとしての演技歴が 25 年以上の職業俳優（40 代～50 代）を対象とした.

調査方法は, 属性をたずねる質問紙, インタビュー調査, および「演技時の視点」について十字軸を基に図表化する十字軸調査をおこなった.

また，職業俳優の演技製作時の方法をとらえるため, 安藤花恵の先行研究（2011）[1]から「演技時の 3 つの視点」として＜役の視点＞＜俳優の視点＞＜観客の視点＞を, また, 演劇製作時の時系列を＜①本読みの段階＞＜②演技計画の段階＞＜③演技遂行の段階＞の 3 つの段階を参考に, 調査, 分析および考察をおこなった.

4. 分析と考察

演技時の視点の十字軸調査における「演技」という実演時の，無意識的と意識的な行動を客体視した上での図表化〉を行ったところ（図 1 参照），俳優自身の「演技」という状態の言語化可能な部分と不可能な部分を再認知させることが可能であった．また，自身の演技方法を十字軸に図表化させたことによって，独自の演技構築のために必要な要素や具体的な方策を考えるときに一助となり得た．つまり俳優個人の内なる意味世界を表出するのに役立つものであった.

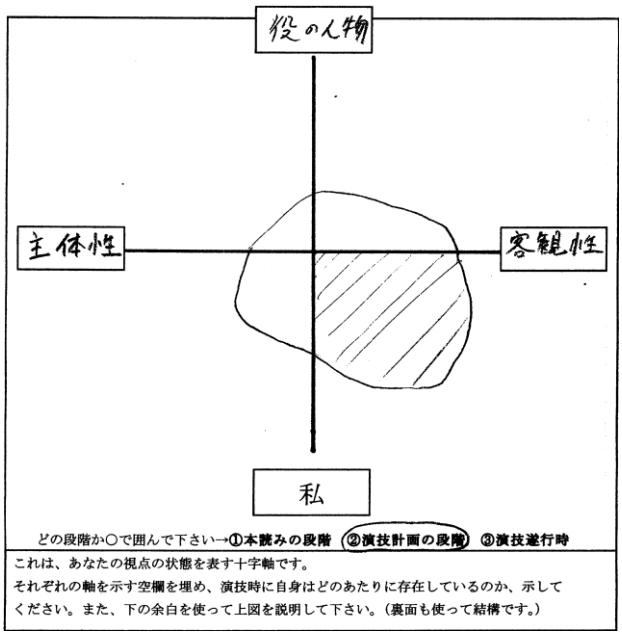


図１　十字軸調査の記入例

また援用した３つの演技時の視点（安藤，2011），つまり＜俳優の視点＞＜役の視点＞＜観客の視点＞は，俳優が演技を考えるときにはまずは不要であって，後からついてくるもの，つまり演技は「虚構である書かれた人物やその状況の中に，生身の今の現実の自分がどう対峙して行くか，どう向き合って行くか，どう触れて行くか」ということが基本であり，「どう見せるか」という技術につながる客観性の視点概念を最初の軸として演技を構築することはないことが判明した．

演技製作時の時系列のニ段階目である＜②演技計画の段階＞で主に客観性を担っているのは演出家で，俳優の仕事はその助けを借りて演技を計画していくことである．＜観客の視点＞は，本番に至るまでは演出家が提供している．また，俳優は，安藤（2011）では指摘されなかった「演出の視点」を使用することも明らかになった．事実，「演出家の視点」を持つ俳優が複数存在した．これは例えば，伝承芸能のシテ（主演俳優）が演出の任を担うことと類似していた．また，「演出」という言葉に様々な意味を持たせて使用していることも明らかになった．

俳優が本番になって初めて出会う観客の影響を受け，その場で熟達を遂げていることから，演劇は観客と俳優による相互行為であることも明らかとなった．TV，舞台，声優，映画など，演技の局面が変わると，俳優は演技の視点を変えていることも今回の調査から示唆されている．しかし，ニーズに合わせ，演技組み立ての手順，並びに演技視点・形態を変えてはいるが，基づく理論の根幹は同一であるという事も確認された．局面別に手順を組み直し，ときには自分の方法論を変えて，その場のコンテクストに適応させる能力を俳優は要求されているのである．

また，「役になりきる」という考え方で興味深いことがインタビュー調査から明らかとなった．先人達が殆ど参考にしたであろう，スタニスラフスキーの「俳優修行」[2]では，役に〈なりきるべし〉とも読み解ける示唆があるため，現代日本の職業俳優も先輩たちからそのように教わってきている可能性は高いはずだ．しかし職業俳優は，憑依的に「役になりきる」といった偶発的なことに拠り所を見出さず，経験知として培った技術で「なりきる行為」をむしろ回避し，様々な視点から〈役を生きる〉という演技行為を実地検証し，熟達させてきていることがわかった．それは 2008～09 年に出版された完全訳版が出て初めてその全貌が明らかになったスタニスラフスキーの「俳優の仕事」[3]と図らずもほぼ同一の方法であったことが明らかとなった．

また，「自己を見つめる自己」の存在も明らかとなってきた．十字軸調査では，最初から私は図の中に書かれている（図１参照）．つまり「図表に記入している私」は，演技時の視点構造を全体的に俯瞰していなくてはならない．言うなれば，職業俳優はこの「自己を見つめる自己」の熟達者なのである．「自己を見つめる自己」の技術を熟達させ，他者である「役」と自己との接点を探し，反復しながら，肉体的にその役の人物を投影し，その状況と関係を「生きる」．観客は「役を生きる」ことを創造的に支持してくれる支援者であって演劇には欠かせない存在であることは，職業俳優においては共通の認識であった．演技の専門職である職業俳優が行っている演技という技術には確固たるスタンダードはなかったが，確かに熟達した技術という範囲の「演技」が存在した．

参考文献

[1] 安藤花恵．（2011）『演技俳優の熟達化に関する認知心理学的研究』風間書房．

[2] スタニスラフスキー，K.（1956）．『俳優修行　第一部』（山田肇・訳）未来社．

[3] スタニスラフスキー，K.（2008a）．『俳優の仕事──俳優教育システム　第一部』（岩田貴・堀江新二・浦雅春・安達紀子・訳）未来社．
スタニスラフスキー，K.（2008b）．『俳優の仕事──俳優教育システム　第二部』（堀江新二・岩田貴・安達紀子・訳）未来社．
スタニスラフスキー，K.（2009）．『俳優の仕事　第三部──俳優の役に対する仕事』（岩田貴・堀江新二・安達紀子・訳）未来社．

情報学／物語学—「人工作者」の時代のために—
Informatics/Narratology: For the Age of “Artificial Authors”

小方孝†
Takashi Ogata
†岩手県立大学
Iwate Prefectural University
t-ogata@iwate-pu.ac.jp

Abstract
This article, at first, shows a survey (necessarily, not systematic) of research and development examples relating to “generation” of various types of information, “artificial authors”. Nine presentations in this organized session will deal with various topics including examples of an artificial author, the philosophical thought, future possibilities, and so on. This article describes those titles and overviews. Lastly, this article focuses on a narrative generation system of the author to discuss important and interesting themes and topics of the future research and development.

Keywords—Artificial author, Narratology, Artificial intelligence, Cognitive science, Narrative generation systems, Contents.

1. まえがき—本セッションの趣旨—
本オーガナイズドセッション—「情報学／物語学—「人工作者」の時代のために—」—（略称「情報学／物語学」もしくは「人工作者」）は，

① 小方孝：岩手県立大学ソフトウェア情報学部
② 川村洋次：近畿大学経営学
③ 金井明人：法政大学社会学部

によって企画・提案されたものである．発表者と発表概要は3節に記す.

以下に，提案書から内容に関する部分を抜粋して引用する.

●セッション内容

近年，国内外において，新聞記事を自動で書くシステムの実用化，小説執筆を支援するシステムを使った小説作品の販売，特定の作家風の文章を自動で作るシステムの宣伝，等のニュースがしばしば耳に入るようになった.『ガリヴァー旅行記』では揶揄的に扱われていた「文書自動製造機」は，現在では既に現実のコンテンツビジネスの課題になりつつある．物語や小説のみならず，ニュース，広告，映像，音楽等を含めた多様なコンテンツを，程度の差はあれ自動的に生成・産出するシステムを総称して, オーガナイザは新しく「人工作者」と呼ぶ.

学問的には，特に欧米において，物語生成や文章生成は，特に人工知能・認知科学・自然言語生成との関連でかなり古くから多くの研究が蓄積されて来ている．本セッションでは，この学問的蓄積の事実とサーベイを踏まえた上で，人工作者に向けた，またこれと関連する様々なテーマを議論する．オーガナイザは，情報学（人工知能や認知科学等）と物語学（既存の物語論や文学理論等）との学際領域において展開される物語生成システム，広告等コンテンツビジネスへの自動生成システムの導入について，映像分析とその自動生成等の主題に特に興味を持つが，無論話題がそれに限定される必要はない．また，情報学的・認知科学的・統計的・文学的・心理学的・経営学的等諸種の方法・アプローチを受け入れる．想定されるテーマとして，上記のもの以外に，以下のようなものがある（その他のテーマもあり得るだろう）.

- 物語，小説，エッセイ，詩，短歌，俳句，ゲーム，マンガ，映像，画像，写真，日記，スケジュール，手紙，音楽，広告，新聞記事，ツイート，等々，考えられるコンテンツの自動生成の方法，技術，システム等の提案.
- そのためのコンテンツ分析（上述のような様々な方法による）.
- 特に，言語，映像，音楽等の表現メディアの諸種の方法による分析.
- 社会や経営の観点からの人工作者の検討.
- 文学等に描かれた人工作者の紹介や分析.

なお，情報学／物語学における“／”は，情報学の観点からの物語や物語論への接近と，逆に物語学の観点からの情報学への接近との，双方の接近法を均等に扱うというニュアンスを表現したものである．本セッションは，両方向からの接近を共に扱う.

●キーワード
情報学，物語学，人工作者，人工知能，認知科学，物語論（ナラトロジー），コンテンツ．

●認知科学的意義

本セッションの内容は，物語や映像の生成・分析研究との関連では，認知科学において従来提案された，記憶やスキーマの研究を継承するものであり，これは人工知能における物語文法，スクリプト，フレーム等の研究につながる．また自然言語処理における談話理論，概念（辞書等）等とも強い関連を持つ．

一方物語論や文学理論の観点からは，構造主義的な物語論の導入という観点からの議論は提案者らが従来から続けて来たところである．しかしそれを超えて，近年の教科書の最終項目としてまとめられることの多い「認知詩学」の中に位置付けられる研究と大いに関連し，本セッションはその延長線上に存在するであろう可能性を展望するものでもある．

さらに，経営学で行われているコンテンツビジネス論は従来認知科学とは密接な関連を持たなかった．しかしコンテンツは人間の認知（感性，感情等を含む）と本質的な関連を持つ対象であり，同時に人工知能等の技術とも関連する．「人工作者の社会的流通」の問題を検討する時，経営学・認知科学・人工知能の三者のリンクを可能とする理論的構成は，新しい可能性を切り開くだろう．

以上のように，本セッションは，主に，認知科学におけるスキーマ理論，認知詩学，人工知能における知識表現や自然言語処理，物語論や文学理論，コンテンツビジネス論等経営学，等の多方面の領域と関連を持つ．また，これを総合的・学際的に取り扱うという意味で，認知科学が本来持っていた重要な志向性を継承するものでもある．

次の 2 節では，本稿では，近年の人工作者に関連する研究を幅広く眺めるための情報を羅列する．

2. 近年の人工作者の諸相

恣意的に選ばれた幾つかの情報源から，近年の人工作者の研究開発の事例を挙げ，それが様々なジャンルに渡っていることを見る．

2.1 最近のニュース記事から拾った各種分野における自動生成的システム

●映画脚本生成

Benjamin：映画監督のオスカー・シャープが，ロンドンの SF 映画祭において，2 日間で映画を作る ”48-Hour Film Challenge”コンテスト向けに制作したもの．スマホのキーボードの予測入力などに使われる AI に他のことを学習させたらどうなるか？ SF 映画の脚本だったら―という発想から作られた．音楽もポップソングを学習した後に自動生成する．(引用に基づき筆者が改訂．)
(http://arstechnica.com/the-multiverse/2016/06/an-ai-wrote-this-movie-and-its-strangely-moving/,
http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20160611-00000016-it_nlab-sci)（確認：2016.7.18）

●音楽生成

Generation of Variations on Theme Music Based on Impressions of Story Scenes Considering Human's Feeling of Music and Stories: “This paper describes a system which generates variations on theme music fitting to story scenes represented by texts and/or pictures. Inputs to the present system are original theme music and numerical information on given story scenes. The present system varies melodies, tempos, tones, tonalities, and accompaniments of given theme music based on impressions of story scenes. Genetic algorithms (GAs) using modular neural network (MNN) models as fitness functions are applied to music generation in order to reflect user's feeling of music and stories. The present system adjusts MNN models for each user on line. This paper also describes the evaluation experiments to confirm whether the generated variations on theme music reflect impressions of story scenes appropriately or not.” (International Journal of Computer Games Technology, Vol. 2008 (2008), Article ID 281959, http://dx.doi.org/10.1155/2008/281959)（確認：2016.7.18）

■映像

『双方向ビジュアル・コメディ：インタラクティブ MR. BEAN の実現へ向けて』:「従来の映画や劇場などの物語はすべての視聴者にとって均一のものであり，すべての視聴者の要求を完全に満たすことは容易ではない．そこで，視聴者毎の要求に応えるために，視聴者とのインタラクションによって物語を動的に変化さ

せるインタラクティブドラマの技術が必要になる.・・・・我々はインタラクティブドラマの中でも比較的に言語を使用しないビジュアル・コメディの分野に着目し，視聴者と主人公のエージェント（以降，エージェントとする.）の間のインタラクションを通じて視聴者に笑いを起こさせるストーリーを展開するシステムの開発を行っている.」(ラック・ターウォンマット (2004). 双方向ビジュアル・コメディ：インタラクティブ MR. BEAN の実現へ向けて，立命館大学 21 世紀 COE プロジェクト・シンポジウム，デジタルアート・エンタテイメントの創成, 37-43.)

●本生成

INSEAD：「大学院大学・ビジネススクールのフィリップ・パーカー経営学教授がこの 10 年間取り組んでいるシステムは，専門家・研究者の思考方法をもとにしたアルゴリズムを用いて任意のトピックに関する本を 20 分で書き上げることが可能です.」(http://dailynewsagency.com/2012/12/17/patented-book-writing-system-lets-p3z/)（確認：2016.7.18）

●人物生成

Elysium：”Project Elysium has been entered into the upcoming Oculus VR Jam 2015.”（擬人化された死後世界体験を作り出し，故人との対話を可能にするシステム.）(http://sign.jp/d23b49d8, http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3054458/Could-Oculus-Rift-bring-people-dead-Virtual-reality-app-claims-reunite-users-deceased-loved-ones.html)（確認：2016.7.18）

●Twitter 生成

LIVESON：「自分が死んだあとも Twitter 上に投稿してくれるというサービス LIVESON. トップページには ”When your heart stops beating, you’ll keep tweeting”（「鼓動が止まったときもつぶやきつづける」）と記されています. このサービスは，LIVESON 用の Twitter アカウントを作成すると，人工知能が自分のメインの Twitter アカウントの分析を行い，ユーザー本人がつぶやいているかのような投稿をしてくれるというものです. また，「執行者」を指定しておくと，ユーザーが死んでしまったときに執行者がアカウントを残すかどうかを決めることができます.」（http://www.gizmodo.jp/2013/03/twitterliveson.html）（確認：2016.7.18）

『りんな』: BOT by Microsoft Japan. LINE や Twitter 内の情報を学習し，人からの呼びかけに応答を返すシステム. (http://rinna.jp/rinna/)（確認：2016.7.18）

●地図生成

『自動運転の早期実現を可能にする地図自動生成システム』: TOYOTA によるシステム. (http://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/10757262)（確認：2016.7.18）

Polygonal Map Generation for Games: 架空地図生成システム. Amit Patel による. (http://www-cs-students.stanford.edu/~amitp/game-programming/polygon-map-generation/)（確認：2016.7.18）

Elementerra 2：架空地図生成システム. Cephalo による. (http://forums.elementalgame.com/405296)（確認：2016.7.18）

■新聞記事生成

Wordsmith：Automated Insights 社（アメリカ. 会社ホームページ https://automatedinsights.com/）によるシステム.「ビックデータをもとに自動で分析を行い，人が理解しやすい文章を自動で生成する変換エンジン.「市場の期待を超える」などの分析内容を盛り込んでいたり，マコーミック社について「スパイス・シーズニング材料を扱う企業」と違う言い回しを取り入れたりする.」「外部から提供を受けた様々な数値データをフォーマット化して配信するもの. 150〜300 ワード前後の長さの短い記事を自動的に作成し，1 四半期に最大で 4400 本程度の記事を配信.」
(AP 通信社：https://blog.ap.org/announcements/a-leap-forward-in-quarterly-earnings-stories（確認：2016.7.18）;
AP 通信社（野球ニュース生成）：https://wirelesswire.jp/2016/07/54569/（確認：2016.7.18）;
New York Times：http://www.nytimes.com/2014/07/01/business/media/the-ap-plans-for-computers-to-write-corporate-earnings-news.html?_r=0（確認：2016.7.18）;
毎日新聞記事：http://mainichi.jp/premier/business/articles/20150902/biz/00m/010/018000c（確認：2016.7.18）)

Quil：Narrative Science 社（アメリカ．会社ホームページ https://www.narrativescience.com/）によるシステム．金融，決算情報をもとに自然言語による記事を自動執筆する Narrative Science のサービス．「Narrative Science の代表製品 *Quill* は，財務データを文章へと変えるプラットフォームだ．同社は，分析ダッシュボードやビジネスインテリジェンス（BI）には限界があるという理論を掲げている．仮想化ツールもその背後にある物語を必要としており，平易な言葉でデータを表現する必要があると主張する．」
(ZD Net 記事 : http://www.zdnet.com/article/narrative-science-lands-10-million-in-funding-usaa-as-customer/#ftag=RSS14dc6a9)（確認：2016.7.18）

2.2 2016 年度人工知能学会全国大会—何らかの情報の生成と関連する研究

以下は，直近の学会大会から，かなり直接的に生成に関連する研究のみ拾い上げたリストであるが，関連する分析や手法の研究を含まればさらに増えるだろう．

- 文章生成：熊谷・持橋・小林・麻生英樹・Muhammad・中村・長井 [1]; 青木・小林 [2]; 樺山・小林・麻生・持橋・Muhammad・中村・長井 [3]; 松尾・小林・西本・西田・麻生 [4]; 徳岡・竹内・國近 [5].
- 要約（物語）：林・馬場・宇津呂 [6]; 鳥海・大澤 [7]; 李・宇津呂 [8].
- 作曲：戸松・長尾 [9].
- ストーリーのシナリオ : 福田・藤野・森・松本 [10].
- アニメーション : 佐藤・中村・鈴木 [11]; 田中・山西・福本・西原 [12].
- 現実（街路）：森田 [13].
- 物語（分析）：村井 [14].

2.3 認知科学会・文学と認知・コンピュータ研究分科会（2007–2012）

筆者が関わっていた第二期 LCC (Literature and Cognition/Computer．2007-2012)に限り，生成関連の論文を抽出し，仮に分類した結果を示す（なおこの研究会は現在休止中である）．さらに，物語生成と言っても，文献に見るように，様々なジャンルの試みを含んでいる．

- 受容（心理生成等）: 岩垣 [15]; 三宅 [16]; 森田 [17].
- 映像生成 : 金井 [18, 19, 20, 21, 22]; 真部 [23, 24, 25]; 真部・田中・長塚・宮本・菅原 [26, 27]; 木下・杉本・榎津 [28]; 金井・上 [29].
- 物語 : 加藤 [30]; 渡辺 [31]; 藤田・小林・西島 [32] 小林・山口 [33]; 岩垣 [34]; 宮本・真部・菅原 [35]; 真部・宮本・菅原 [36]; 森田 [37]; 戸梶 [38]; 阿部 [39];藤田・西島 [40]; 戸梶 [41, 42]; 金井 [43]; 金井・内藤 [44].
- 広告：川村 [45, 46, 47, 48, 49, 50, 51].
- 文学：森田 [52]; 阿部 [53]; 岩垣 [54]; 松井 [55]; 小田 [56].
- 修辞（比喩等）：内海 [57, 58, 59].
- 詩歌（俳句等）: 鈴木・天沼・松澤 [60]; 岩垣 [61]; 海老澤・天沼・松澤 [62].
- 対話：上野・森・松本 [63].
- 夢：岩垣 [64].

2.4 近年の物語生成システムの事例

近年の物語生成システムの研究・開発の事例を引用する．従来と比較して，物語に関する詳細化された話題（焦点化のような物語論的話題も含む）が取り上げられていることが分かる．

NetworkING: Porteous, J., Charles, F. and Cavazza, M., (2013). “NetworkING: using Character Relationships for Interactive Narrative Generation”, Proc. of the 2013 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems, 595-602.
“In this work, we revisit the duality between character and plot in Interactive Storytelling, and demonstrate the important role of social relationships between virtual characters in the generation of narrative: an aspect that has hitherto been overlooked as a generation mechanism. “

Interactive Storytelling with Temporal Planning: Porteous, J., Teutenberg, J., Charles, F. and Cavazza, M., (2011). “Interactive Storytelling with Temporal Planning”, Proc. of The 10th International Conference on Autonomous Agents and Multi-agent Systems, 1323-1324.
“Narrative time has an important role to play in Interactive

Storytelling (IS) systems. In contrast to prevailing IS approaches which use implicit models of time, in our work we have used an explicit model of narrative time. The goal of the demonstration IS system is to show how this explicit temporal representation and reasoning can help overcome certain problems experienced in IS systems such as the coordination of virtual agents and system inflexibility with respect to the staging of virtual agent actions."

SAM: Ontanon, S. and Zhu, J., (2011). "The SAM Algorithm for Analogy-Based Story Generation", Proc. of the 7th AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, 67-72.
"Analogy-based Story Generation (ASG) is a relatively under-explored approach for story generation and computational narrative. In this paper, we present the SAM (Story Analogies through Mapping) algorithm as our attempt to expand the scope and complexity of stories generated by ASG."

Automatic Real-Time Generation of Floor Plans: Marson, F. and Musse, S.R., (2010). "Automatic Real-Time Generation of Floor Plans Based on Squarified Treemaps Algorithm", International Journal of Computer Games Technology, 2010 (7), Article ID 624817.
"A novel approach to generate house floor plans with semantic information is presented. The basis of this model is the squarified treemaps algorithm."

THESPIAN: Marsella, S. and Si M., (2010). "Thespian: a decision-theoretic framework for interactive narratives", PhD thesis, University of Southern California Los Angeles, CA, USA. / Si, M., Marsella, S. and. Pynadath, D. V., (2006). "Thespian Modeling Socially Normative Behavior in a Decision-Theoretic Framework", Proc. of the 6th International Conference on Intelligent Virtual Agents, 369-382.
"In this thesis, I present a multi-agent approach to modeling and simulating interactive narrative, implemented as the Thespian framework. Thespian utilizes a two-layer runtime system to drive the characters' interactions with the user."

The Virtual Storyteller: Swartjes. I. (2010). "Whose story is it anyway? How improve informs agency and authorship of emergent narrative". PhD thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands.
"The Virtual Storyteller is a multi-agent framework that generates stories based on a concept called emergent narrative."

Character-Focused Narrative Generation: Riedl, M. O. and Young. R. M. (2003). "Character-Focused Narrative Generation for Execution in Virtual Worlds", Virtual Storytelling using Virtual Reality Technologies for Storytelling series, Lecture Notes in Computer Science, Springer, 2897, 47-56. / Harrison, B. and Riedl, M. O. (2016). "Learning from Stories: Using Crowdsourced Narratives to Train Virtual Agents". Proc. of the 2016 AAAI Conference on Artificial Intelligence for Interactive Digital Entertainment, Burlingame, California, 2016. / Riedl, M. O., (2016). "Computational Narrative Intelligence: A Human-Centered Goal for Artificial Intelligence". Proc. of the CHI 2016 Workshop on Human Centered Machine Learning, San Jose, California, 2016.
"Because narrative plays such a key role in the understanding of events in our daily lives, the ability to generate narrative can be of great use in virtual reality systems whose purpose is to entertain, train, or educate their users. Narrative generation, however, is complicated by the conflicting goals of plot coherence …"

Story Generation with Multiple Internal Focalization: Bae, B. C., Cheong Y. G. and Young, R. M. (2011). "Automated Story Generation with Multiple Internal Focalization", 2011 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG'11), 211-218.
"In this paper we describe our ongoing effort for automated story generation with a computational model of focalization using a planning-based approach. To generate narrative with focalization, we suggest the use of different plan libraries for story characters. "

Automatic Story Generation from Corpora: McIntyre, N. (2011). "Learning to Tell Tales: Automatic Story Generation from Corpora", PhD thesis, Institute for Communicating and Collaborative Systems School of Informatics University of Edinburgh.
"In this thesis we will motivate a new approach to story

generation which takes its inspiration from recent research in Natural Language Generation. Whose result is an interactive data-driven system for the generation of children's stories."

Virtual Environment for Story Generation: Uijlings, J. R. R., (2006). "Designing a Virtual Environment for Story Generation", Master's thesis, University of Amsterdam.
"In this document I present a model of a virtual world which consists of two components: A specification of actions and an object ontology which enables the execution of these actions."

Planning with applications to quests and story: Cheong, Y.-G., Riedl, M. O., Bae, B. C., and Nelson, M. J., (2016). "Planning with applications to quests and story", In Shaker, N., Togelius, J., and Nelson, M. J. (2016). Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research, Springer, 119-137.
"Games often have storylines. In some games, they are short backstories, serving to set up the action. The first-person shooter game Doom's storyline, about a military science experiment that accidentally opens a portal to hell, is perhaps the canonical example of this kind of story: its main purpose is to set the mood and general theme of the game, and motivate why the player is navigating levels and shooting demons. In other games, the storyline structures the progression of the game more pervasively, providing a narrative.」

3. 本セッションの発表タイトルと概要

本セッションでは，筆者自身の発表の他，以下の発表が行われる．概要はそれぞれの著者自身の文章の引用である．大きくは，物語・小説・修辞・ゲームのような文学的・娯楽的テクストの生成と広告や経営と関連する生成・創造の研究に分けられる．また，人工作者に関する思想的・哲学的思索と，研究・開発システムの紹介を含む．

- 金井明人（法政大学社会学部）: 物語シミュレーションと不確定性

コンピュータが同一の物語的な素材から物語を生成する場合，プログラムによって素材の提示順や提示方法，さらには素材に対応する語りやテロップを操作することによって，複数の物語を生成することができる．また，物語に関する情報を部分的に削除することなどによって，不確定性を上昇させることでも生成される物語は変化する．たとえストーリーが同じであったとしても，複数の物語を生成することができ，それに伴って受け手の認知も変化するのである．この，物語を複数生成し，物語の特質や受け手の認知の変化を探究する行為を物語シミュレーションと定義し，その可能性を本発表では論じる．時間的な構造のある物語を生成するとすれば，その連続性を何によって作るかがまず問題となる．多くの場合，人物あるいはキャラクターと事象を設定していくことによる物語生成が多いとしても，物語の特質はそれに留まるわけではない．本発表では，不確定性の上昇，あるいは不確定性への意志に基づく物語シミュレーションに注目する．

- 新田義彦（日本大学経済学部）: 物語生成理論の持つ万物理論的側面

本セッションの中心テーマは，計算機による物語の自動生成であると理解している．本セッションに参加し講演する機会をいただいたので，「物語生成論あるいは物語自動生成プログラムの効能」についてあれこれ思索してみた．思索の結果の断片を報告して責務を果たしたい．まずあまり聞きなれぬ「万物理論」の定義について述べる．J. D. バローによれば，「あらゆる自然法則を包み込む単一の描像，すなわち，物理的世界にかってあり，現にあり，これから現れるであろうすべての事物の必然性を完全無欠な論理によって導く《万物の理論》」というものである．元来，万物理論は物理的世界における過去現在未来の事象を矛盾や誤謬なく正確に描き出す理論ということになる．物理的世界を人間の知的情報世界へと拡大変容させ，万物理論の位置づけや性質について，思索（想像，模索，妄想）してみた．言うまでもないことであるが，本論文で言う物語は，文芸作品や昔語りのような狭義の概念ではなく，人間の知的産物全般を意味する概念とする．つまり人間あるいは組織が，他の人に理解してもらうことを意図して発信する知的産物，あるいは知的行為全般を「物語」と呼ぶことにしたい．物語は何らかのメッセージの伝達，何らかの主張の表現である．我々が長い人生過程で体験し獲得（習得）する，物語の全体を究極的に総括できる万物理論（万能モデル）について考えてみることは，多分に誇大妄想の誹りを免れぬであろうが，抑えがたい魅力があることも否定できないだろう．あり得た過去の物語，今現在体験している

物語，そしてあり得る未来の物語，を計算（推測，生成）するポテンシャルを「物語生成理論そして物語生成プログラム」は持っているのではないだろうか．現在の強力な計算能力，情報収集検索能力を基礎に持つ「物語生成理論」は，このような万物理論（物語の万能モデル）を構築するポテンシャルを持っているように思う．今回の講演では，物語習得の極限に位置する観念，つまり人生行路の行く末の「諦観」を扱う万物理論（万能モデル）の素描を試みたい．

- 阿部明典（千葉大学文学部）：天国か地獄か….地獄の作家

本論文では「人工作者」に就いて議論する．著者は，「人工作者」が作るとは，「現在生きている人間が全てを生成する訳ではない」という定義を与え，その上で，コンピュータによる作品の自動生成に就いて議論する．

- 内海彰（電気通信大学）：レトリカルエージェントの可能性：比喩を対象として

人工作者を実現していく上で不可欠な要素技術のひとつとして，修辞表現を生成するレトリカルエージェントが考えられる．そこで本稿では，修辞の代表的な技法である比喩を対象として，比喩生成に関する従来の研究を概観し，それらの問題点を指摘した上で，レトリカルエージェントの実現に向けての可能性を検討する．

- 小野淳平・小方孝（岩手県立大学）：ゲームのための自動生成機構―物語自動生成ゲームの開発に向けて―

ゲーム，特にデジタルゲームはコンピュータの諸技術の発展に伴い急速に進歩して来た．物語や人物の反応等，ゲーム内における要素は当初，開発側の手により作り込まれていたが，様々な工夫によって自動的に生成される例も増加して来ている．筆者らは，ゲームの体験過程を通じて，物語が自動で生成されるゲームを提案した．本稿では，ゲームに関連する物語等の自動生成に関連する研究開発について紹介した後に，筆者らの物語自動生成ゲームの現状と計画について紹介する．

- 川村洋次（近畿大学経営学部）：クリエイターと消費者の共創に基づく広告映像制作支援システム

本稿では，クリエイターと消費者の共創に基づく広告映像制作支援システムの概念を紹介し，CFPSS，クリエイター及び消費者の役割を整理した．そして，視聴実験を通じて制作された広告映像とその評価について考察し，広告映像の制作ノウハウを抽出した．商品の消費頻度により興味を持つテーマ（コンセプト）が異なること，カメラ動きとショット秒数の最良パターン，興味を抱く時に注目される要因と購買意欲を持つ時に注目される要因などを分析により明らかにした．

- 廣田章光（近畿大学経営学部商学科）：「インサイト（創造的瞬間）」の促進と「デザイン思考」の効果

本研究では，デザイン思考のプログラムの特性を確認することを通じて，インサイト（創造的瞬間 (石井, 2009)）を促進する手がかりについて考察を行う．デザイン思考とは，北欧の教育システム，イリノイ大学，スタンフォード大学などが創造性促進プログラムとして確立しつつある思考法である．スタンフォード大学のそれは，5 つのステップ，チーム思考，ビジュアル思考，拡散・収束思考として特徴づけられる (Brown, 2009; 廣田, 2016; 廣田・横田, 2016)．本研究ではこれらの特徴と，インサイト（創造的瞬間）との関係について行った予備的考察を行う．

4. 人工作者雑感（に向けて）

ある物語の作者が人間か非・人間かということは，「全体としての物語」という概念にとっては，末梢的な問題，ないしその他多数の問題の中の単なる一つを成すに過ぎない．物語を短絡的に近代小説と等価なものと見做してしまうために，多くは無駄な議論が生じるのだとも言える．

例えば，歌舞伎という物語において，奈河亀輔（助）作とされる『伽羅先代萩』を見て，今でも多くの人間が感動するが，その他『伊賀越乗掛合羽』などの傑作を書いたとされる奈河亀輔という人がどんな人であったのか，あまり良く知られていない．歌舞伎の作者であっただけでなく，劇場の興行主でもあったらしい．我々は，物語『伽羅先代萩』を見る時，作者の個人的な経験や心情を慮って感動しているわけではあるまい．もし奈河亀輔が本当は機械仕掛けの作者であったのだとしても，それ故にこの演目の人気が一気に落ちるとは思えない（逆にそれ故に人気が上がる可能性もあるというところが，物語の怖ろしいところだ）．人気が落ちるとしたら，別の理由からだろう．またその制作過程を見れば，歌舞伎の物語は合作制というスタイルを

取り，複数の作者が共同的に構築する制作物であり，さらに役者や劇場等々その他種々のものとの関係の中に形作られる多元的なものであった [65]．これこそ全体としての物語の一つの具現形態である．一種の機械仕掛けであると言っても良い．人間対非・人間といった議論はこのような物語の場では寧ろしっくり来ない．そんなことどうでも良いのではないだろうか．その中には，人間も存在すれば機械も存在する．両者は必ずしも対立するわけでもない．逆に協調するというわけでもない．単に当たり前の現象であるに過ぎない．そういうこととは関わりなく，その主体もしくは要素が人間であっても機械であっても，それが持つ何か過剰なもの・余計なものがシステムとしての枠組みから漏れ出てしまう，その種のことが面白い現象なのだろう．

そもそも，歌舞伎という物語においては，作者研究というのは，数ある研究カテゴリーの中の一つであるに過ぎず，近代小説のように，超越的で特権的な研究カテゴリーであるということはなかった．ここで言いたいことの一つは，物語を近代小説と等価なものと見做すという無意識の固定観念を外さなければ，生産的な議論はできないという筆者の思想である．それでも，どうしてもそのような土俵の中に議論を押し込め，その中で，人間と非・人間の創造性・意図性等を比較し，機械に物語が作れるだの作れないだのと言いたい人がいるとして，それなら筆者はもう一つ別の相撲の団体でも作るしかない．もう一つの相撲団体は当初極めて拙劣で幼稚で醜悪な物語を駆使する変態の集合になるであろうが，歴史的な経験として，発足時における物語としての質の悪さ自体はその将来の発展を阻害する要因ではあり得ない．

15 年程前，故徃住彰文氏らと，認知科学会・文学と認知・コンピュータ研究分科会のセッションにおいて，「虫の文学」について熱中して語り合ったことを思い出す．徃住氏は虫にも文学は存在すると言った．懐かしいから思い出すのではなく，過激で本質的な議論が行われたために，思い出す．その時，恐らく我々は，制度としての文学ではなく，物語としての文学は，人間に閉じたものではなく，もっと広いものであるという意識を共有していた．多分現代文学理論を経た視点からは極めて素朴な意見かも知れず，実際そのような意見も多数出たと記憶するが，寧ろ構造主義から実存主義へという，逆の道筋を我々は見ていたのかも知れない．上述の「全体としての物語」という概念は一見構造主義的な概念のように見え，実際人工作者を支える思想的基盤は単純には構造主義的発想なのであったが，虫も人間も機械も共に有機的な認知機構として見る観点からは，それぞれがそれぞれなりの実存性を持つ，という仮定も，人工作者を支える一つの根拠となり得る．

話が循環し始めたので，ここで取り敢えずやめ，後日の議論に回す．恐らく，人工作者を巡る議論は，今ある物語論を超えたより大きな物語論の枠組みを要請するということになるだろう [66, 67].

5. あとがき

本稿は，オーガナイズドセッション「情報学／物語学―「人工作者」の時代のために―」（企画：小方孝・川村洋次・金井明人）のための基本的情報提供を意図しているが，将来のより体系的な現代社会の人工作者的状況を巡る論考のための準備も兼ねている．従って今後の課題は，人工作者群草創期の現在進行形の歴史としての物語の記述に，この試みを進めて行くことである．

文献

[1] 熊谷香織，持橋大地，小林一郎，麻生英樹，Attamimi Muhammad，中村友昭，長井隆行，(2016). “モンテカルロ木探索を用いた構造的正しさと言語モデルを考慮した文生成”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，3O4-OS-04b-5in-1.

[2] 青木花純，小林一郎，(2916). “クラスタリングを用いた時系列数値データの動向内容を示すテキストの自動生成手法への一考察”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，1F5-2in1.

[3] 林友超，馬場瑞穂，宇津呂武仁，(2016). “役職確定情報に着目した人狼ログ・ダイジェストの作成”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，2F4-2in2.

[4] 鳥海不二夫，大澤博隆，(2016). “AI 達は物語を生み出すか”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，2F4-5.

[5] 戸松研人，長尾智晴，(2016). “Grammatical Evolution を用いた自動作曲手法の提案”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，2F5-2.

[6] 福田清人，藤野紗耶，森直樹，松本啓之亮，(2016). “ストーリーモデルによる絵を用いたシナリオ生成”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，2J4-OS-08b-3.

[7] 樺山絵里，小林一郎，麻生英樹，持橋大地，Attamimi Muhammad，中村友昭，長井隆行，(2016). “人の挙動を表現するテキスト生成の一考察”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，3P1-2in2.

[8] 佐藤剣太，中村聡史，鈴木正明，(2016). “電子コミックの表現を豊かにする手書き文字アニメーション生成手法”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，4L4-4in2.

[9] 松尾映里，小林一郎，西本伸志，西田知史，麻生英樹，(2016). “深層学習を用いた画像刺激による脳活動データからの説明文生成”，人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集，1G4-OS-11a-5in2.

[10] 森田均, (2016). “街のテクストを生成する試み”, 人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集, 1K4-OS-06a-3.
[11] 田中秀樹, 山西良典, 福本淳一, 西原陽子, (2016). “テキスト会話における発話ニュアンス付与のための吹き出し形状の推薦”, 人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集, 2J4-OS-08b-1in2.
[12] 村井源, (2016). “物語の構造抽出のための慣用的表現の処理”, 人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集, 1K4-OS-06b-3.
[13] 李雪山, 宇津呂武仁, (2016). “プロット中の重要文を情報源とする映画の要約支援方式”, 人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集, 2F5-1in1.
[14] 徳岡拓弥, 竹内章, 國近秀信, (2016). “変更履歴を用いた英語文章作成支援システムの実現”, 人工知能学会全国大会(第 30 回) 予稿集, 1C3-1
[15] 岩垣守彦, (2007). 感覚刺激の観点から感情喚起の方法を探る, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 13 回定例研究会 予稿集, 13G-01.
[16] 三宅芳雄, (2009). 勝手読みのメカニズム：生成と中心化, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 18 回定例研究会 予稿集, 18W-02.
[17] 森田均, (2009). 受容理論は生成の夢を見るか？ --秋元氏へのオマージュ 続・勝手読みのために, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 18 回定例研究会 予稿集, 18W-05.
[18] 金井明人, (2008a). 映像環境の修辞学へ, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 14 回定例研究会 予稿集, 14W-02.
[19] 金井明人, (2008b). 映像と多重制約, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16W-01.
[20] 金井明人, (2010a). 「わかりにくさ」と映像生成, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 20 回定例研究会 予稿集, 20W-02.
[21] 金井明人, (2010b). 映像と規範、その生成, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会 予稿集, 23W-07.
[22] 金井明人 (2013). 過去と反復の映像認知, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 30 回定例研究会 予稿集, 30G-02.
[23] 真部雄介, (2008). 物語を自動で映像化する方法―行為表現オントロジーの構築―, 日本認知科学会文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 15 回定例研究会 予稿集, 15G-06.
[24] 真部雄介, (2010). TVML による演技映像生成システムの試作, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 20 回定例研究会 予稿集, 20W-01.
[25] 真部雄介, (2010). ストーリー映像生成のためのセレクティブ・アニメーションからの行為と動きの抽出, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会 予稿集, 23W-12.
[26] 真部雄介, 田中大輝, 長塚大, 宮本瑠美, 菅原研次, (2008). 物語を自動で映像化するシステムの設計―行為表現オントロジーの構築(2)―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16G-03.
[27] 真部雄介, 田中大輝, 長塚大, 宮本瑠美, 菅原研次, (2009). :物語を自動で映像化するためのツールの試作―行為表現オントロジーの構築 (3) ―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 17 回定例研究会 予稿集, 17G-01.
[28] 木下誠史郎, 杉本徹, 榎津秀次, (2011). 映像制作支援をめざしたシナリオからの絵コンテ自動生成―ショットサイズ決定子としての行動素―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 24 回定例研究会 予稿集, 24G-03.
[29] 金井明人, 上沙織, (2012). 映像と複数のスキーマ, その緩和と移行あるいは切断-『乱れる』を例に-, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 27 回定例研究会 予稿集, 27G-04.
[30] 加藤仁資, (2008). 物語の生成と変容―拡張物語理論 物語の構造分析と変容 パラダイム論とトランスメディア―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 15 回定例研究会 予稿集, 15G-05.
[31] 渡辺光一, (2008). 価値観にかかわる体験談の交換のためのフレームワークとデータ分析, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16G-04.
[32] 藤田米春, 小林剛, 西島恵介, (2008). Hobbs の連接関係の形式化について, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16G-07.
[33] 小林龍生, 山口琢, (2008). パラレルナラトロジーから、クロスナラトロジーへ―物語分析支援のための構造化文書技術の試み―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16G-02.
[34] 岩垣守彦, (2009). 想像の量―想像力と原初的事象展開と「間引き」について, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19G-02.
[35] 宮本瑠美, 真部雄介, 菅原研次, (2009). 子供向け昔話テクストを題材とした物語構造と文章表現の抽出, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19G-04.
[36] 真部雄介, 宮本瑠美, 菅原研次, (2009). 行為フレーム構造の改良と行為連鎖生成法の検討―行為・行為連鎖知識ベースの拡充―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19G-05.
[37] 森田均, (2009). 言説生成の場としての中継番組, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19W-04.
[38] 戸梶亜紀彦 (2009). 感動体験の生成に必要な要因の検討―職務上での実体験調査から―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19W-07.
[39] 阿部明典, (2010). 小説の生成に就いて, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 20 回定例研究会 予稿集, 20W-08.
[40] 藤田米春, 西島恵介, (2010). 数学教科書の物語化―物語生成における論理構成について―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会 予稿集, 23W-05.
[41] 戸梶亜紀彦, (2010). 動機づけ向上のためのシナリオ作成―説得研究やマインド・コントロール研究を応用した物語生成は可能か―, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会 予稿集, 23W-16.
[42] 戸梶亜紀彦, (2011). 動機づけ向上のためのシナリオ作成

（2），日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 24 回定例研究会 予稿集, 24G-04.
[43] 金井明人, (2011). 意図を抹殺するために, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 26 回定例研究会 予稿集, 26W-04.
[44] 金井明人, 内藤優哉, (2012). 物語生成とノスタルジア, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 28 回定例研究会 予稿集, 28G-05.
[45] 川村洋次, (2008). 広告映像の内容技法のパターンの分析, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 15 回定例研究会 予稿集, 15G-07.
[46] 川村洋次, (2009a). 映像編集のシステム化, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 17 回定例研究会 予稿集, 17W-02.
[47] 川村洋次 (2009b). 映像ショットの不連続と音響のリズム, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19W-06
[48] 川村洋次, (2011). 広告映像編集システムの試みーショットから広告へー, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 24 回定例研究会 予稿集, 24G-05.
[49] 川村洋次, (2012a). 生活映像データベースの構築, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 27 回定例研究会 予稿集, 27G-10
[50] 川村洋次, (2012b). 物語原型としての広告ストーリーを基にした広告映像制作システム, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 28 回定例研究会 予稿集, 28G-01.
[51] 川村洋次 (2013). 広告映像における演出技法の視聴実験, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 30 回定例研究会 予稿集, 30G-04.
[52] 森田均, (2008). 「文学」を成立させるための仕掛けと演出, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 15 回定例研究会 予稿集, 15W-02.
[53] 阿部明典, (2008). 実は、作品は鑑賞者が創る? 介在者がつくる????, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 15 回定例研究会 予稿集, 15W-06.
[54] 岩垣守彦, (2010). 言葉と文学生成, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 21 回定例研究会 予稿集, 21W-09.
[55] 松井哲也, (2012). 文学作品の内部情報を用いた系統解析, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 28 回定例研究会 予稿集, 28G-03.
[56] 小田淳一, (2010). 音楽と文学生成, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 21 回定例研究会 予稿集, 21W-08.
[57] 内海彰, (2008). 聞き手は修辞表現を自己中心的に解釈するのか?, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 16 回定例研究会 予稿集, 16W-02.
[58] 内海彰 (2009). 意味空間を用いた比喩生成の試み, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 19 回定例研究会 予稿集, 19W-05.
[59] 内海彰, (2011). .隠喩理解の統合的理論に向けて, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 25 回定例研究会 予稿集, 25G-04.
[60] 鈴木奈々, 天沼博, 松澤和光, (2010). 俳句を用いた天気予報表現法, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 20 回定例研究会 予稿集, 20G-11.
[61] 岩垣守彦, (2010). 俳句と英語の詩行の相違—詩行の生成を視野に入れて, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 21 回定例研究会 予稿集, 21G-02.
[62] 海老澤弘明, 天沼博, 松澤和光, (2010). 諺を用いたニュース見出し生成法, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 23 回定例研究会 予稿集, 23W-02.
[63] 上野未貴, 森直樹, 松本啓之亮, (2011). 対話システムにおける絵情報のモデル化および対話の構造化についての検討, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 25 回定例研究会 予稿集, 25G-08.
[64] 岩垣守彦, (2012). 夢の概略—母語⇔異言語の PC-translator を求めて, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCCII) 第 27 回定例研究会 予稿集, 27G-02.
[65] Ogata, T, (2016). *Kabuki* as Multiple Narrative Structures (Chapter 16). Ogata, T. and Akimoto, T. Eds. *Computational and Cognitive Approaches to Narralotogy*, 400-431. USA: IGI Global.
[66] 小方孝・金井明人, 編著 (2010).『物語論の情報学序説—物語生成の思想と技術を巡って—』. 学文社.
[67] Ogata, T. and Akimoto, T. Eds. (2016) *Computational and Cognitive Approaches to Narralotogy*. USA: IGI Global.

物語シミュレーションと不確定性
Narrative Simulation and Indeterminacy

金井明人
KANAI, Akihito

法政大学
HOSEI University
kanai@hosei.ac.jp

Abstract

In addition to the stories' or characters' goal-directed actions, the indeterminacy made by the non-story and nostalgia aspects is an essential issue for narrative simulation. The past images and the cutting techniques, which can relax constraint with regard to the story, can be the main components of narrative generation and composition.

Keywords — Narrative, Simulation, Story, Non-Story, Nostalgia, Indeterminacy

1. 不確定性

コンピュータによって，物語を構成するための素材群から一つの物語を生成あるいは構成する場合，プログラムによって素材の提示順や提示方法，さらには素材に対応する語りやテロップを操作することによって，複数の物語を生成することができる．また，物語に関する情報を部分的に削除することなどによって，不確定性を上昇させることでも生成される物語は変化する．たとえストーリーが同じであったとしても，複数の物語を生成することができ，それに伴って受け手の認知も変化する．

この，物語を複数生成・構成し，物語の特質や受け手の認知の変化を探究する行為を物語シミュレーションと定義し，その可能性を本発表では論じる．

時間的な構造のある物語を生成するとすれば，その連続性を何によって作るかが，まず問題となる．多くの場合，人物あるいはキャラクターと事象を設定していくことによる物語生成が多いとしても，物語の特質はそれに留まるわけではない[1]．本発表では，不確定性の上昇，あるいは不確定性への意志に基づく物語シミュレーションに注目する．

ドゥルーズは，芸術作品は情報を含まないと語っている[2]．コンピュータ上では，情報は不確定性を減らすための「指令の総体」として捉えられる．この意味での情報は芸術作品には含まれていないとされる．とはいえ，芸術作品がコンピュータ上でデジタル化可能だとすれば，この種の情報を含んでいることになるので，現在ではこの発言はあてはまらないのかもしれない．とはいえ，受け手の認知を含めて考えれば，反・情報としての芸術作品は，コンピュータを介しても可能であるだろう．プログラムによって，物語に関する不確定性を減らすのではなく，不確定性を増すような処理をする場合である．

物語は芸術作品に接近する場合としない場合があるが，そこに不確定性の有無が関わっている．物語はストーリー的な側面を強調することで不確定性を減少させることができるのであるが，逆にストーリー以外の側面を強調することで不確定性は上昇する．

2. ストーリーとノンストーリー

物語にはストーリー的な側面と，ストーリー以外の側面がある．両者が混合する，あるいはどちらかの側面が強調され，さらに受け手の認知が関わることで物語は生成・構成される．物語のストーリー以外の側面とは，例えば小説では，言葉使いや，リズム，字の配置など，映像では，編集，撮影，演出，音や音楽の技法やその組み合わせである．映像や文学におけるストーリーは，作品中に明示的に表現されていないものも含めた作品中に起こる出来事の全て，と定義することができるが，ストーリー以外の側面とは作品中の出来事以外の要素全てであり，映画で言えばその映画的な側面，文学で言えばその文学的な側面である．

物語シミュレーションにあたっては，登場人物を設定し，その登場人物が関わる事象，事象に従属する語りを基にして連続性を構成する，ストーリー的な側面が強調された物語をまず考えることができる．ここでは，事象をどのように連鎖させるかは，様々な物語文法を設定することなどで制御することができる．事象の連鎖を設定した後に，さらにその語り方を物語言説の理論を用いて制御することで多様な物語生成・構成が可能になるわけである．また，不確定性に関しては，語り方の方法に依存することになる．

一方，登場人物にとらわれず，また，事象を一つの連鎖として提示しないノンストーリータイプの物語が

ある．ノンストーリータイプの物語は受け手に対して，ストーリー以外の側面を強調することができる．ノンストーリータイプの物語では，要素間の切断的な関係（切断技法）を事象のつながりよりも優先することで，受け手の視点を変化させていくことが重視される[3]．事象のつながりに関しての不確定性が全面に出ることになるので，ストーリータイプの物語とは生成においても認知においても異なる特質を持つことになるのである．

また，ノンストーリー的な物語生成では，受け手は物語における時間を，ストーリー上の時間ではなく，現実と過去，そして受け手との認知的な関係によって設定することになる．この物語と時間，現実との関係を様々に設定できることが物語シミュレーションの意義であると考えられる．

さらに，ストーリータイプとノンストーリータイプは融合して用いることもできる．また，複数のストーリーを設定する場合や，ストーリーを前提としつつも，ストーリーに関する情報を部分的に欠損させて不確定性を増す処理をする場合もある．

3. ノスタルジアに関する物語シミュレーション

物語と時間の関係を様々に設定する物語シミュレーションにおいて特に重要になる認知的効果としてまず挙げることができるのが，ノスタルジアに関する認知的効果である．ノスタルジアは過去に関する受け手の感情であり，ノンストーリータイプの物語生成の細分化において戦略的に用いることができ，複数の物語を生成・構成する物語シミュレーションにおいても，過去に関する物語を扱う場合には重要になる．

ノスタルジアは，ストーリーが存在しない物語に対しても生じる．例えば，時間や場所がテロップとして表示された過去の写真や映像がノンストーリー的な物語として提示される場合，現在と過去の関係を探る認知が発生するため，ストーリーが存在しない場合でも，受け手にはノスタルジアに関する認知が生じる．このため，ノンストーリー的な物語生成にノスタルジアの理論を応用できるのである[4][5]．そして，以下で論じる Davis(1979)のノスタルジアの三つの属性は物語における不確定性の上昇と関連して論じることができる[6]．物語として提示する過去に関する情報の不確定性を増大させることで，受け手に生じるノスタルジアの属性が変化していくのである．

ノスタルジアの第一の属性は「素朴なノスタルジア（simple nostalgia)」である．これは，否定されるべき現在に対し，賛美されるべき過去を求めるものであり，最も生じやすいノスタルジアである．例えば，古い街並みや建物に対して無意識におこるノスタルジアの多くがこれに分類される．これはノンストーリー的な物語生成においては，切断技法においてストーリーが切断されているが，ノスタルジアによる物語は切断されていない場合に相当する．つまり，現在と過去の関係がはっきりしている場合である．これは，物語を提示していくにあたって，時間の変化を一つの流れとして明確にし，不確定度を減少させることによって可能になる．

第二の属性は「内省的ノスタルジア(reflexive nostalgia)」である．これは，過去に比べて現在を否定するが，再考し，時代を遡及することで，その過去に対しても現在にあてはめて疑問を持ち始めた状態であり，否定的な要素をもったノスタルジアである．昔の良かった時代と比べて今を否定するが，さらに，過去への賛美に対しても疑問を持ち始め，過去への賛美を確かめるために再度過去との比較を行っている場合を指す．廃墟に対するノスタルジアや，戦争の傷跡が残るものに対するノスタルジアなどはこれにあてはまる場合が多い．これはノンスターリー的な物語生成においては，ストーリーが切断され，ノスタルジアによる物語も一度切断されるが，さらにその上でノスタルジアの物語を再構築しようとさせている場合に相当する．つまり，現在と過去の関係が何度も問い直される場合である．これは，物語を提示していくにあたって，時間の変化を複数設定することで可能になる．情報が不確定になる場合と確定される場合が混在している場合である．

第三の属性は，「解釈されたノスタルジア(interpreted nostalgia)」である．これは，内省的ノスタルジアからさらに発展したものである．過去に疑問を持ち，さらに，その疑問を持ち始めた意味さえ問い始めるものであり，否定的要素が重なり合い，混乱した状態を表している．これはノンストーリー的な物語生成においては，ストーリーが切断され，さらにノスタルジアの物語も切断され，物語の構築をできにくくさせている場合に相当する．つまり，現在と過去の関係がはっきりしていない場合である．これは，物語を

提示していくにあたって，時間の変化を切断によって明確化させないこと，不確定度を上昇させることによって可能になる．

場所や時間を説明するテロップを存在させないなどによって，過去との関係を受け手に把握させないことでノスタルジアを発生させない場合も含め，三種類のノスタルジアと非ノスタルジアをコンピュータによる物語生成の出発点にすれば，ストーリーや事象に囚われない物語シミュレーションが可能になる．この場合，三つのノスタルジアの差は，用いる切断技法の種類数と，それぞれの種類毎の頻度となる．ストーリーではなく，切断の積み重ねが物語となるわけである．

過去をめぐる物語には不確定性が伴うのであり，その不確定性の存在を顕在化させるためにも，一つの物語の提示に留まらず，複数の物語を生成・構成し，物語の特質や受け手の認知の変化を探究していく物語シミュレーションとして物語を捉えていくことに意義がある．ノスタルジアを認知させることは，ストーリーを用いても可能であるが，ストーリーを前提としない場合を，送り手側も受け手側も想定することで，物語の生成・認知に対する可能性が，より広がる．単一の一貫した出来事から成る狭義のストーリーに留まることなく，幅広く過去と物語を捉えることができるわけである．

4. おわりに

コンピュータを利用することによって物語の不確定性を高めることができるとはいえ，それは物語の特定の側面についてだけではある．ストーリー以外の側面に関する不確定性をさらに高めるためには，アナログ的な手法を導入することも必要ではあるだろう．デジタルの中にアナログ的要素を取り込むだけでなく，アナログ的要素とデジタル的要素を共にアナログ的に処理する物語シミュレーションについても同時に考察していかなければならない．あるいは，近年様々な試みがなされつつある VR や AR における物語と身体の関係も，この文脈の中で捉えることが可能であるかもしれない．本発表では過去と物語について中心に論じたが，現実に関する物語シミュレーションにおいては受け手の身体性の問題が，映画館などにおける身体の固定化による切断のリアリティも含め，様々な形で浮上することになる[7].

また，コンピュータ上のデジタル情報は，読み取ることさえできれば時間と共に熟成や劣化することはないため，ここでは時間経過に伴う不確定性は生じない．それに対し，アナログ的な要素は時間経過と共に変化していかざるをえず，不確定性の中にあり続ける.アナログ的な要素の不確定性は，ノスタルジアにもつながる概念でもあり，本発表で論じたような過去に関する物語シミュレーションにおいては，さらに考慮していかなければならないだろう．

参考文献

[1] 小方孝・金井明人, (2010) 物語論の情報学序説 －物語生成の思想と技術を巡って, 学文社.

[2] ジル・ドゥルーズ, (1991) 鈴木啓二訳, “映画はコミュニケーションとはいかなる関係もも たない”, 表象 ルプレザンタシオン, 001, pp.151-157.

[3] 金井明人・小玉愛実, (2010) “映像編集のデザイン――ストーリーと切断をめぐって”, 認知科学, 17(3), pp.444-458.

[4] Kanai, A., (2016) “Non-Story, Nostalgia, and Film Cognition: Nostalgia-Based Narrative Rhetoric Composition”, Computational and Cognitive Approaches to Narratology, pp. 385-399.

[5] 内藤優哉・金井明人, (2012) “映像とノスタルジア，その生成にむけて.” 人工知能学会全国大会(第 26 回)論文集, 1N1-OS-1a-2.

[6] Davis, F., (1979) Yearning for yesterday: a sociology of nostalgia, New York: Free Press. (間場寿一・細辻恵子・荻野美穂 訳, (1990) ノスタルジアの社会学, 世界思想社.)

[7] 金井明人, (2013) “映像環境の物語と切断による規範理論 －わかりにくさの認知をめぐって”. メディア環境の物語と公共圏, 金井明人・土橋臣吾・津田正太郎（編）, 法政大学出版局, pp.193-229.

物語生成理論の持つ万物理論的側面
Universal Theoretic Aspects in Narratology

新田義彦
Yoshihiko Nitta
日本大学経済学部
College of Economics, Nihon University
nitta.yoshihiko@nihon-u.ac.jp

Abstract

This article presents universal theoretic aspects in narratology. The universal theory enables a person to observe the state of everything in past, present and future time. Here everything means physical objects and physical phenomena. Using the concept of narrative universal theory, we will try to describe the resignation that everyone will reach at the very end of his/her long life course.

Keywords — Narratology, Universal Theory, Life Course, Another Possible History, Resignation

1. はじめに

本セッションの中心テーマは，計算機による物語の自動生成であると理解している．本セッションに参加し講演する機会をいただいたので,「物語生成論あるいは物語自動生成プログラムの効能」についてあれこれ思索し，その結果の断片を報告して責務を果たしたい．

まずあまり聞きなれぬ「万物理論」について述べる．J.D.バローによれば,「あらゆる自然法則を包み込む単一の描像，すなわち，物理的世界にかってあり，現にあり，これから現れるであろうすべての事物の必然性を完全無欠な論理によって導く《万物の理論》」というものである．元来，万物理論は物理的世界における過去現在未来の事象を矛盾や誤謬なく正確に描き出す理論ということになる．

物理現象世界を人間の知的情報世界へと拡大変容させ，万物理論の位置づけや性質について，思索（想像，模索，妄想）してみた．

言うまでもないことであるが，本論文で言う物語は，文芸作品や昔語りのような狭義の概念ではなく，人間の知的産物全般を意味する概念とする．つまり人間あるいは組織が，他の人に理解してもらうことを意図して発信する知的産物，あるいは知的行為全般を「物語」と呼ぶことにしたい．物語は何らかのメッセージの伝達，何らかの主張の表現である．

我々が長い人生過程で体験し獲得（習得）する，物語の全体を究極的に総括できる万物理論（万能モデル）について考えてみることは，多分に誇大妄想の誹りを免れぬであろうが，抑えがたい魅力があることも否定できないだろう．

あり得た過去の物語，今現在体験している物語，そしてあり得る未来の物語，を計算（推測，生成）するポテンシャルを「物語生成理論そして物語生成プログラム」は持っているのではないだろうか．

現在の「物語生成理論」は，強力な計算能力と情報収集検索能力の上に構築されているので、このような万物理論（物語の万能モデル）的性格について考察することはあながち過大な期待とは言えないように思う．

今回の講演では，物語習得の極限に位置する観念，つまり人生行路の行く末の「諦観」を扱う万物理論（万能モデル）についてその素描を試みたい．

少し話が前後したが，本論文で言う物語は，文芸作品や昔語りのような狭義の概念ではなく，人間の知的産物全般を意味する概念とする．つまり人間あるいは組織が，他の人に理解してもらうことを意図して，発信する知的産物，あるいは知的行為全般を「物語」と呼ぶことにしたい．物語は何らかのメッセージの伝達，何らかの主張の表現である．

このような知的・文化的産物全般を扱う学問が物語理論（narratology）であり，すでにおびただしい研究的知見の蓄積がある（cf. 文献[1]～[8], [10]）が，物語生成過程をその時間軸の上で，「過去 -現在 -未来」という時空で前後に摂動させてみる領域には未だ多少の未開拓地が残っているように感じている．

我々が長い人生過程で体験（習得）する，物語の全体を究極的に総括するには、物語生成論，特にその万物理論（あるいは究極理論）的側面を利用することが不可避と言えないだろうか．

諸々の物語習得の極限に位置する観念が，つまり人生行路の行く末の「諦観」である．物語理論の持

つ「万物理論」的側面を利用して，考察した諦観についてもその素描を提示してみたい．

2. 万物理論とは

註：本章の議論は，同一著者新田の論文[29]の第2章の内容を加筆補正したものであることをお断りする．

バローの著述の翻訳書[J. D. バロー原著，林一翻訳(1999)]の背表紙の解説文の一部を引用して，物理学におけるこの概念の定義に代える．すなわち「あらゆる自然法則を包み込む単一の描像，すなわち，物理的世界にかってあり，現にあり，これから現れるであろうすべての事物の必然性を完全無欠な論理によって導く《万物の理論》:引用終わり」

万物理論に接近した理論としては，まずアインシュタインの一般相対性理論を挙げなければならないだろう．バローの著述でもかなりのページを割いて解説している．しかし万物理論のゴールには到達できなかった．優秀な物理学者による追究は続行しており，バローによればその発見は間近いとされている．

万物理論の同義語として「究極理論（Final Theory)」という術語が使われることもある[28]. 自然界のすべての現象を完全無欠に説明する理論，すでに成立している[正しい]科学原理達を束ねて説明できる原理とされる．究極理論においては，物理現象だけではなく生命と意識についても説明対象としており，文字通りの究極的万能理論である．

数学の世界に限定すれば，万物理論あるいは究極理論に最接近した理論（原理的思想）として，集合論，論理学，公理主義を揚げることができよう．すべての数学概念，有意義な定理は公理系を出発点として，論理により証明（構成）される，という考え方であるが，ゲーデルによる「不完全性定理」の発見により夢は破れた．

すべての数学的概念を，射（morphism）と対象（object）の集まり（圏）として捉える圏論（Category Theory）[cf. [19]～[22]]が，まだ存命中の万物理論のように，筆者は感じている．

以上は物理学と数学基礎論の分野における，普遍性を持つ原理的思想の表層的素描であるが，万物理論の容貌と魅力を語る一助にはなったかもしれない．

さて本論文で追究を試みる「物語生成における万物理論」は，勿論，物理学や数学のように厳密な定式化の体裁を纏うことはできない．

もう一つだけ予備的検討をする必要がある．人類学，社会学，心理学，歴史学，哲学，などの学問を総合して人間に関する知見を総合的に把握しようとする「人間科学」（cf. 文献[23]S．シュトラッサー（著）徳永恂，加藤精司（訳)，『人間科学の理念』）について）を検討する必要があるかもしれない．

”人間についての経験科学という認識論的・存在論的構造についての基礎的省察（ibid. p383 訳者あとがきから)”を行う学問であるからである。本論文のような短編では膨大広範な人間科学の全容について検討することはできないが，哲学の立場から人間科学を深く検討しているシュトラッサーの著述『人間科学の理念』は、ある意味で人間の知的行動全般の万物理論を検討していると見なせるのではないだろうか．

シュトラッサーの言葉「われわれは科学によって人間を説明することができるとは信じない．むしろわれわれは人間から出発して，科学をよりよく理解できるようにすることを望むのである（ibid. p388 訳者あとがきから)」は，物語理解の研究者が、肝に銘ずるべき文言のように思われる．万物理論は、自律的に作動して高い立場から人間の知的所産（つまり物語）を生成的に説明するのではなく，物語の製作者あるいは体験者である個々の人間の方から万物理論に接近すべきなのだ、と筆者は思う．この考え方はシュトラッサーの発言と同期する．

まずは，この万物理論に求められる要件，つまり必要条件を列挙し，この必要条件を満足できる理論あるいは表現形式に接近してみることにする．

3. 物語生成理論に求められること

より正確には、「物語生成理論の持つ万物理論的側面に

求められること」というのが本章の主題である．前章で見た物理学者が取り上げている万物理論や究極理論は，その所期の目標が達成されたと仮定してみても，人間社会全般の知的活動・精神的活動のすべてを統一的包括的に説明するのは無理ではないかと筆者は感じている．万物理論により地球を含む全天体に含まれる物体の運動状態が，分子や原子のレベルで記述されたにせよ，さらに分子が連なって構成される脳神経細胞の状態と活動，さらにはそれら相互の間の通信関係（コミュニケーション）の状態を細大もらさず、過去現在未来にわたり記述するのは，明らかに不可能と思われる．

現行の物語生成理論においては，語の構成や句の構成の説明といった微細構造は扱わず，適当な語句や短文を基本要素として，その構成組み立てとして物語生成を論じている．本論もその伝統に乗って話を進める．

註：本章の以下の議論は，同一著者新田の論文[29]の第３章を参照してまとめたものである．

まず、物語生成理論に期待される要件をランダムに列挙してみよう．

１）人生に関する問題の解答や指針が物語りできること．人生の意味，目的，仕事，結婚，家庭，友人，親子，などの関係について語ること．人生の終末と相続，伝承などについて語ること．（註：相続は経済的なものに限らず有形無形の知的財産全般を意味する）

２）宗教，哲学的問題について語れること．
世界と自分の存在の確認．自分がこの世に存在する意味．自分の存在を証明すること．時間的持続．始めと終わりの存在あるいは不在を語ること．神の存在・不在について語ること．個人の幸福と人類全体の幸福の関係について語ること．

３）政治・経済問題について語ること．
世界全体の人々が同時に裕福（註：経済的に困窮していない状態）な生活を享受できるのか否か語ること．
戦争は何故起きるか．その回避方策について語ること．
核兵器根絶の可能性について語ること．

４）物理的・数学的問題の解答を与えること．
宇宙の誕生と消滅について語ること．時間の存在と存続，空間のねじれについて語ること．種々の未解決問題の解答指針について語ること．

明らかに大きすぎる要件の列挙となっている．このような要件に[たとえ部分的にせよ]応えられる万物理論は作れないであろう．ここで強調せねばならぬことは，物語生成の万物理論は，根源的に局所性あるいは個人依存性を持つという点である．万物理論は，個々人の認識と理解の世界に根源的に束縛・限定される．個々人ごとに異なる万物理論が存在するのである．政治経済に関心のない人にとっては，上記３）の要件は不要となる．

各人の知的関心の拡がりと深さに応じて万物理論（物語生成モデル）は，形と大きさ，密度を変容させる．

筆者自身の卑近な説明要件（物語願望）の一部を示すと下記のようになる．

・政治家の倫理感高揚策 （井戸塀は，今は昔の矜持なり）
・大企業の倫理感高揚と信頼性向上策
・日本が太平洋戦争に突入しそして敗戦を迎えた状況（不可避であったのか回避する転機があったのか）
・地球環境は温暖化しているのか／寒冷化（氷河期）に向かっているのか
・現在読み進めている難解な哲学書の内容の全体図式（論理的構造）
・現在輪講している難解な数学書の主要定理の直観的意味と効用（特に言語理論との関係）
・先祖が子孫（つまり我）に託した思い
・人生の締めくくりの断片文（辞世の句）
・等々

4. 物語生成の図式（モデル）

前章で見た物語生成の万物理論の要件は，いずれも過大要求であったが，そのことはさておき，物語生成の図式（モデル）を描写してみる．１つの生成モデル候補は下記に述べるような函数構造になるだろう．

註：本章の以下の議論は，同一著者新田の論文[16]の第３章を参照してまとめたものである．

現代の標準的物語論（たとえば文献[1][2][3][10][11]）においては，物語の構造を語り手

と聞き手，あるいは書き手（作者）と読み手(読者)における情報の受発信として捉えている．情報の受発信における多様性は，物語の語り手がさらに新しい語り手を作り出す入れ子構造として扱っている．しかし入れ子構造的な観点では，物語の持つ説得力，物語が人を惹きつける語りを生成する力をうまく説明できない．語り手と聞き手あるいは書き手と読み手における入れ子構造解析は，本質的に物語構造を静的に（あるいは記述的に）分析する観点であり，物語が効果的に生成される動的メカニズムをうまく説明できないように思われる．

本論文では，しばし静的な構造分析を放棄する．物語においては，書き手と読み手，あるいは語り手と聞き手が，相互に再帰的（recursive）あるいは再生成的（regenerating）に関係し合うと考える．つまり，物語の生成過程と解釈過程，創作過程と鑑賞過程，（さらに言えば生産過程と消費過程[3]）の相互交渉において，語りと聞き，書くこと（生産）と読むこと（消費）がダイナミックに切り替わると考える．

物語を外部から巨視的に観察した場合には，物語の製作者（語り手）と消費者（聞き手）が存在し，情報伝達（説得）は，前者から後者に向かうという方向性は不変であることが分かる．ひとたび物語の内部に入れば，つまり物語空間という仮想現実の領域に入れば，語り手と聞き手の切り替えが，自由自在に再帰的に行われる．つまり読者は何時の間にか，作者になったり登場人物の一人になったりして，喜んだり，悲しんだり，怒ったり，感心したり，不思議に思ったり，疑問を解いたりするのである．

念の為に標準的物語論（文献[1][2][3][10][11]）における重要概念として，物語内容（histoire）と物語言説（reicit）について簡単に言及する．物語内容とは，語りをする（narrate する）内容，つまり話の内容である．物語言説は，語られた（narrate された）もの，あるいは話された結果のものである．

物語内容は，物語そのものであるが，この物語そのものは静的に鎮座しているのではなく語る（narrate する）という行動を起こすべく待機しているとみなすべきである．（註：私見ではあるが，“物語内容”という既に定着した学術訳語が適切であるのか疑問を持っている）

物語言説の具体例は語りにより製作されたテキストである．テキストは創作されたシナリオ，劇の演出，映画作品（シーンの切り替えと接続，背景と役者の配置）のように拡張解釈してよい．

ソシュールの言語理論においては：

・シニフィアン（signifier 能記，記号表現；記号を使って書き記すこと表記すること）

・シニフィエ（signified 所記，記号内容；記号により記されたもの表記の結果）

という，２つ概念を，対置させて言語の実践（performance）を弁別的に定義している．

物語内容と物語言説の対置は，シニフィアンとシニフィエの対置と同型関係にあると言ってよい．

ここで，先に述べた疑問の根拠を述べる．

・「内容」という語が，「物語内容」と「記号内容」の定義において，逆の関係で出現するので混乱しやすい．

・「物語内容」ではなく「物語意図（物語意欲，物語企画）」のように造語したほうが良いように思う．語りと聞きの再帰的関係は，「物語内容」と「物語言説」の相対的関係・入れ替え可能関係と共通するところもある．

標準的物語理論[1][2]では，さらに，下記の項目を詳細に分析しているが，本論文の扱う問題とは直接に関係しないのでこれ以上は言及しないことにする．

・時間的順序関係：先説（Event を前もって語る）と後説（Event を起きた後で語る）

・時間的持続関係：休止，情景，要約，省略，など

・叙法：物語内容の再現の方法や様態

・言説おける距離：再現（直接話法による会話），転記（間接話法），さらなる物語化（語り手が地文を提示）

・背景（perspective）と焦点（focus）：自然言語処理分野では観点あるいは視点という．

・態（voice）：語り手（narrator）と物語内容の関係，あるいは語り手と物語言説の関係

まだ肝心の「物語生成の持つ函数構造」について述べていない．準備をしていたのである．

準備としてプロット（plot）とストーリ（story）というこれまた，標準理論が好んで使う用語についても言及する必要がある．結論から言うと．プロットは物語内容に相似（対応）しストーリは物語言説に相似（対

応）するように見える．筆者の考え方とは異なり，物語内容の方をストーリの同義語あるいは類似概念として扱う研究書も少なくないことを注意しておく．混乱を招きやすい原因は，この２つの用語が日常生活における頻出用語にもなっているためである．

広辞苑　第５版を検索してみると，

・プロット（plot）：　小説・脚本などの筋．筋書．構想．

・ストーリー（story）：①物語．小説．　②小説・脚本・映画などの筋または筋書．「ストーリー・ライター」（注意：広辞苑では，ストーリではなくストーリーと，語末に”ー”を付している．）

のように書いている．日常生活では，物語，筋書，筋，ストーリ，プロット，という用語を神経質に区別することなく，状況に応じて適当に使い分けていると言えよう．

以上で物語論における術語には，平易な日常語を利用する傾向がありそれが混乱の元であることは示せたであろう．本論文では，函数構造（写像関係）を導入して下記のように，簡潔透明にこれらの術語を再整理する．

Narrate（物語する）とは，Plot から Story に向かう写像である．Plot の構成要素が，様々な Story へと組合せ醸成・展開される．したがって，１つの Plot から様々な[複数の]Story が，作られ得る．１つの Plot は，今後例を示すように登場人物，事件，場面，背景，道具，時期，などの集合である．Story は，線状に配列された言葉の列，あるいは映像の列，演劇における舞台の流れであり，１つの個体対象である．集合ではない．

Narrate:　Plot ――――→　Story

Narrate＝Story Generation，語ること

Plot＝　Narrate の原形物＝物語内容，物語企画，物語構想，あらすじ，物語素描

Story＝　Narrate された成果（結果）物＝物語言説，小説，物語，作品，映画，演劇，ドキュメント，記事文

“写像　Narrate（Plot）＝Story” には様々なコントロール（パラメタによる調整・調律）が作用する．コントロールの代表例は，レトリック，脚色，配材，配役（役割の振り付け），背景描写，時代設定，などである．物語の作者・語り手の才能・技能の発揮のしどころである．同一．共通のプロットを与えられても，作者の才能の如何により傑作も凡作も生まれ得る．

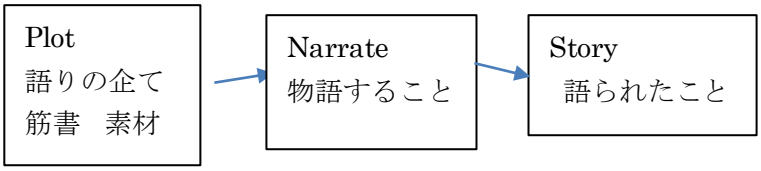


図１．　物語生成の構造

5. 物語生成の核の構築

註：本章の以下の議論は，同一著者新田の論文[29]の第５章を参照してまとめたものである．

物語生成の核には，図式，簡潔な文（標語，諺，キャッチコピー，などの文）など，個人的事情（つまり各人の認知力・知識力・感性・価値観など）によって，任意に設定できる．

本章においては，物語図式，伝統的物語論における定式化（構造図式），俳句（簡潔な断片文）を取り上げる．

５．１　物語生成図式

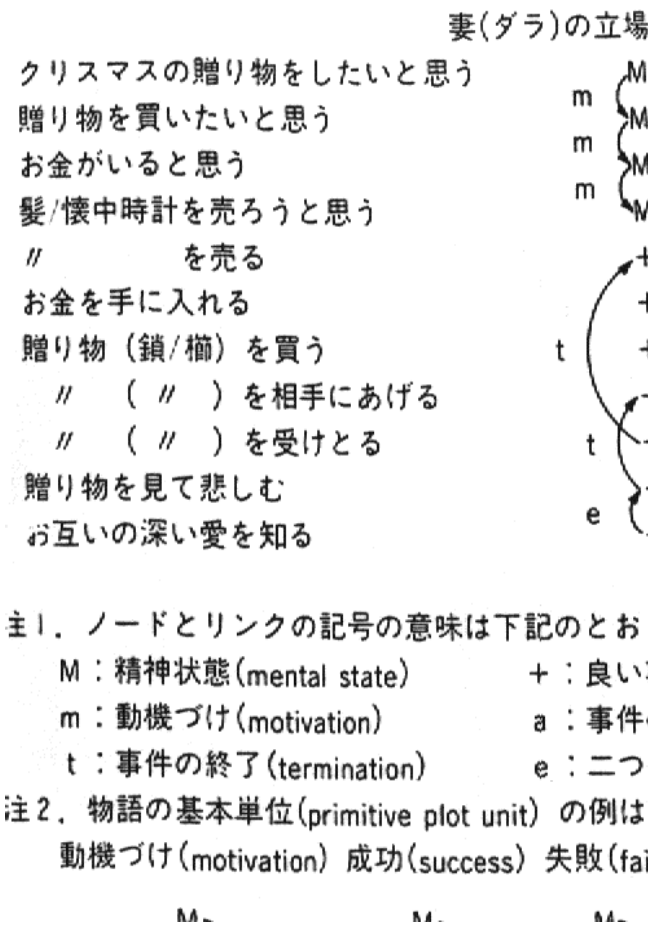
Lehnert(1982)の物語生成図式を，まず取り上げる．この図式の基底にある考え方は，すべての物語は陽（良いこと）と陰（悪いこと）の相互反復，相殺によって構成される．つまり人生には，晴れの日もあれば雨の日もあるという考え方である．

不思議なことに多くの物語はこのパターンに収まる．また多くの人々にとって陽（＋）と陰（－）の切り替えという考え方は理解しやすい．「悪いことはそういつまでも続くわけではない」「うまい話には裏（悪い話）が潜んでいる」．欧米人がテーブル・トークで頻用するレトリック「Good News- Bad News」、「人生万事塞翁が馬」という達観，などは，この範疇に収まる．

陽と陰の均衡は，諦観の一つの特徴として採用できるかもしれない．

次の「図２．Wendy G. Lehnert (1982)の物語生成図式の例解」は，筆者が昔[1986 年 6 月）企業人教育用の教材として作成した図面の一部分である．今なお物

語生成の考察に有効であるので本論文でも引用する．（cf. 文献[27]新田義彦，『自然言語処理（応用）』のｐ.119 図 10-8）



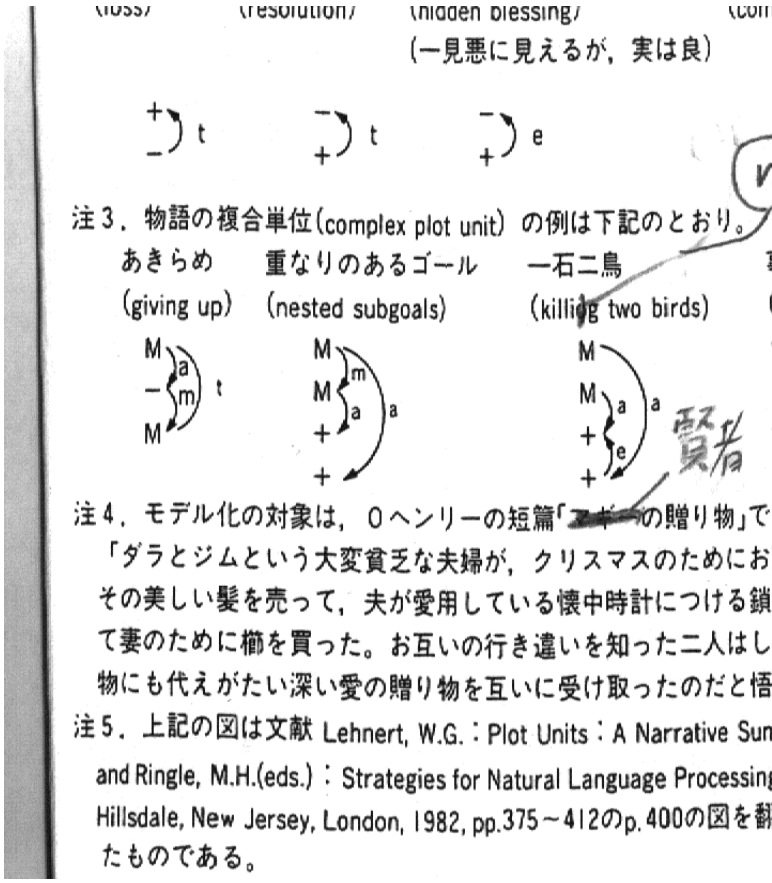


図２． Wendy G. Lehnert (1982)の物語生成図式の例解

このような生成図式の作成と蓄積を進めている．後続の論文で報告したい．

５．２ 伝統的物語論における定式化

ウラジミール・プロップの「昔話の形態学」では，すべての民話は３１個の機能（起こり得る行為，出来事）のうちのいくつかからできている，と主張している．“いくつか”とは，順序保存型の部分集合である．この主張は１００編の民話からなるコーパス分析に基づいている．(cf. 文献ピーター・バリー（著），高橋和久（訳）(2014) の pp.270-274)

３１個の機能には，「家族の一員が家を留守にする」「主人公に禁止が宣告される」 「禁止が破られる」「敵対者が偵察をする」 「敵対者が犠牲者についての情報を得る」 （以上 cf. ibid.）などが含まれる．

ロシアの昔話をコーパスとしているので，現代日本で生活する筆者のための「物語核（諦観）」の構築には使えない．しかしながら，有限個の（比較的少ない個

数）の機能ユニット（プロット単位）の集合で，多くの物語（人生経験の物語）が集約的に把握できるという主張は注目すべきと思う．諦観の構成ユニットは，個々人の枠を超えて比較的小規模な有限集合にまとめられるという予想が立てられるからである．

５．３　現代の物語における様々なプロット構成要素の列挙

文献[3] 小方孝，金井明人,『物語論の情報学説』では，多くの具体例が詳細に論じられている．これらのプロット構成要素を利用して生成される物語言説（註：小生の用語の意味でのストーリ）についても論じられている．現代では物語生成函数が，すでに実稼働する計算機プログラムになっている証左（具体例）が与えられていると解釈してよいだろう．

そして強力な計算機能に裏打ちされた物語生成論は，過去現在未来の時間軸に沿う人生物語の展開（流れ）を，一通りに限定するのではなく，いまひとつ別の可能性（人生物語コース代替案，あり得た過去とあり得る未来）を探る手立てを与えるのではないだろうか．

物語の進行を現実の固定された時間軸の拘束から引き離すことができれば，下記のような面白い思考実験（シミュレーション）が，可能となるだろう．物語生成理論が万物理論へと飛躍する大きな動機であると言ってもよいかも知れない．

１）日本に原爆が投下されなかった場合の歴史の流れ（さらにまた別の戦争終結の姿)
２）著名な推理小説・探偵小説における，　犯人や犯罪、トリックを変更した場合のストーリの流れ方．
３）様々な未解決事件の犯人，動機，凶器，逃走経路，関与者，などの推理（可能性の列挙）
４）新製品開発計画に伴う製品仕様（アピールポイント）と購買者の反応（売れ行き）
等々

５．４　俳句または断片文

ここでは，洗練され陶冶された文としての俳句（あるいは簡潔な短文）を，核に据えてみよう．核としての俳句（あるいは簡潔な短文）と物語理解の例をいくつか示す．

1）木枯らしやすぐに落ち着く水の月　　加賀千代女
――木枯らしがさっと吹いて水面に映った月影が束の間乱れた．しかし，すぐにまた元の寒冷な姿に戻った．水面の月は何もなかったかのような顔をしている．

人生における諦観と結びつけると面白い．人生行路では様々な事件や変動が発生し，我々の心と身体が揺さぶられることが多いが，あわてずに静かにしていると、時の流れが解決鎮静化してくれることもある．やや受け身の諦観であるから，積極的解決に向けて動くべき場合もあることを忘れてはならないとは思う．

２）武士道とは，死ぬことである．あれかこれか，生か死かの選択をせまられたときは，ただ死ねばよい．目的を遂げずに，生きのびたら，腰抜けである．目的も遂げずに死んだら，犬死に，気違い沙汰であるが，恥にはならない．・・・　つねに死に身になって，武士道に達し，一生の間落ち度もなく務めを果たすことができるのである．――山本常朝『葉隠れ』，現代日本語訳は、松本道弘氏および大宮司朗氏による(cf. 文献［Yamamoto Tsunetomo 2005］)

解釈には慎重さが必要な短文である。　筆者は「人生は目的を目指して必死に努力しなければならない．目的なく安穏に生きていてはいけない．　必死とは皮相通俗の拘りの生き様を捨て、透明超越の境地に入ることである」というように解釈している．「死ぬ」という語を前面（全面）に引き出した解釈は，危険な戦争肯定，死地に赴く兵士鼓舞の文言に結びつきかねないので避けるべきである．

３）行く川の流れは絶えずして，しかも，もとの水にあらず．よどみに浮かぶうたかたは，かつ消え，かつ結びて，久しくとどまりたる例（ためし）なし．世の中にある人と栖（すみか）と，またかくの如し．・・・・・そもそも，一期の月影傾（かたぶ）きて，余算の，山の端（は）に近し．忽ちに，三途の闇に向かはんとす．何の業をかかこたむとする．仏の教へ給ふ趣は，事に触れて，執心なかれとなり．今，草庵を愛するも，咎とす．閑寂（かんせき）に着するも，障りなるべし．いかが，要なき楽しみを述べて，あたら時を過ぐさん．しづかなる暁，この理（ことわり）を思ひ続けて，自ら，心に問ひて曰く，世を遁れて、山林に交はるは，心を修めて，道を行はむとなり．・・・・・

方丈記　鴨長明

脈々と未来永劫続行する時空上に分布する棲家とその住人，いずれも束の間の存在でありすぐに消滅する．この世の万物は有為無常．人々が事物環境に執着することを諫めている．己自身の隠者生活への愛着をも厳しく自戒している．

京都の日野山に強靭かつ透徹した観照の精神をもって隠棲した鴨長明の随筆には、いたるところに人生を諦観するための示唆が織り込められている．方丈記の研究書や解説書も多く[cf. たとえば文献[24][25][26]]，人生物語を総括するための核文を抽出するのに事欠かない．

４）一家（ひとつや）に遊女も寝たり萩と月　松尾芭蕉

人生すべて抹香臭い諦観ばかりではない，色彩感覚のある余生を楽しんでいる人もいるかもしれない．老人の目で若い作家の書いた恋愛小説を読むと，ときにこの句のような物語生成の核に辿り着く．

6. おわりに

物語理解の極限，つまり人生行路の到達点（終着点）に存在する「諦観」の追究という，いつかはやっておかねばならぬテーマを念頭におき，万物理論の在り様について考察した．

日本の伝統的文芸である俳句およびそれに準ずる短文が，万物理論の中核に据えられる核となり，「諦観」に接近するための拠点となり得ることは示せた（説得できた）かもしれない．

今後は認知科学，認識論，心理学などにおける諦観，悟りの境地の捉え方などを調べ万物理論の今少しの整備を図りたい．

5. 参考文献

[1] ジャン=ミシェル・アダン（著）末松壽，佐藤正年（訳），『物語論――プロップからエーコまで』，文庫クセジュ 873，白水社(2004)．

[2]Genette, G., *Discourse du receipt, essai de méthode, Figures Ⅲ*. Paris: Seuil.［訳本：ジェラール・ジュネット（著）花輪光，和泉涼一　訳，『物語のディスクール:方法論の試み』，水声社(1985)］．

[3] 小方孝，金井明人，『物語論の情報学説――物語生成の思想と技術を巡って』，学文社（2010-10)．

[4] 新田義彦，「物語と非物語の差異に関する雑感」，人工知能学会・第 49 回ことば工学研究会資料，於 岩手県盛岡市プラザおでって(2015-9-26)pp.65-74．

[5] 新田義彦，「非物語から物語を引き出すこと」，人工知能学会・第 50 回ことば工学研究会資料，於　千葉大学・人文社会学系総合研究棟(2015-9-26)pp.117-123.

[6] 新田義彦，「謎解きによる物語性の抽出について」，電子情報通信学会・総合大会於九州大学・予稿集，D-5（2016-3-15～19）．

[7] 新田義彦，「抽象的概念の理解に役立つ物語性について」，情報処理学会第 78 回全国大会論文集 6B06 慶応大学矢上キャンパス(2016-3-10(木）～12(土))．

[8] 新田義彦,「オントロジー知識を基礎とする質問応答システムの検討」（A Study of Question-Answer Systems Based on Ontology Knowledge）『経済集志』，　Vol.73 No.3　日本大学経済学部（2003-10）pp.29-88.

[9]山本常朝　［英訳　William Scott Wilson，現代日本語訳　松本道弘，大宮司朗］『対訳葉隠れ(Yamamoto Tsunetomo，　Hagakure，The Book of Samurai)』，Kodansha International，Tokyo，New York，London（2005）301P　［原典：　山本常朝，『葉隠れ（葉可久礼）』肥前国鍋島藩（1716 頃）］．

[10]ジョナサン・カラー（著）荒木映子，富山太佳夫（訳）『文学理論』岩波書店（2003）

[原著：Culler，Jonathan，*Literary Theory, A Very Short Introduction*，Oxford University Press（1997）].

[11]ピーター・バリー（著)，高橋和久（訳)，『文学理論講義』，ミネルヴァ書房(2014)　[原著：*BEGINNING THEORY: An Introduction to Literary and Cultural Theory, 3rd ed.*，Manchester University Press(2009)]．

[12] 新田義彦，「遍在する物語性について」，第 20 回言語・認識・表現研究会（LACE20）於　千代田区役所図書館　第 1 第 2 研修室（2015-11-28(土)）．

[13] 新田義彦,「物語性の効用について」，電子情報通信学会　思考と言語（TL）研究会，研究報告

Vol.115,No.441 , T12015-56, 2016-1-29（金）～30（土）明治大学駿河台アカデミィコモン.

[14] 新田義彦,「物語性について（Essay on Narrativity)」,『経済集志』,Vol.85,No.4(2016).

[15] 新田義彦,「物語構造の動的観想（A Dynamic View of Narrative Structure)」,『経済学部・産業経営研究』,No.38（2016-4).

[16] 新田義彦,「物語性の可用性について（On Applicability of Narrativity)」,『経済学部研究紀要』,No.80（2016-4).

[17]J.D.バロー（著）林 一（訳)『万物理論――究極の説明を求めて』みすず書房（1999)

[原著:Barrow, John D., *Theories of Everything---The Quest for Ultimate Explanation,* Oxford University Press（1990）].

[18]Lehnert, W.G.(1982), Plot Units: A Narrative Summarization Strategy, in: Lehnert W.G. and Ringle MN.H.(eds.): *Strategy for Natural Language Processing*, Lawrence Erlbaum Assoc.（1982）.

[19] Mac Lane, Saunders, *Categories for Working Mathematician*, Springer-Verlag, New York LLC.(March 27, 1997)[訳本：S．マクレーン 著、 三好博之、高木 理 訳、『圏論の基礎』、丸善出版(2012-3)].

[20] Freyd,P., *Abelian categories, An introduction to the theory of functors*, New York: Harper and Row（1964）.

[21]清水義夫,『圏論による論理学――高階論理とトポス』, 東京大学出版会（2007).

[22]清水義夫, 『記号論理学講義――基礎理論, 束論と圏論, 知識論』, 東京大学出版会（2013).

[23]S．シュトラッサー（著）徳永恂, 加藤精司（訳),『人間科学の理念――現象学と経験科学の対話』, 新曜社（1978）[原著：Stephan Strasser, *Phanomenologie und Erfhrungswissenschaft vom Menschen, Grundgedanken zu einem neuen Ideal der Wissenschaftlichkeit*, Walter de Gruyter,(1962)].

[24]安良岡康作,『方丈記 - 全訳注』, 講談社学術文庫４５９、講談社(1980).

[25]簗瀬一雄,『方丈記全注釈』, 日本古典叢書、角川書店(1971).

[26]瓜生等勝,『方丈記――複製校異 松平文庫本』, 教育出版センター(1971).

[27]新田義彦,『自然言語処理（基礎）及び同（応用)』, in:人工知能基礎コース（第１版), 第９章及び第10章,（社）日本能率協会, テレラーニングスクール(1986-6)pp.91-124.

[28] S．ワインバーグ（著）小尾信弥,加藤正昭（訳),『究極理論への夢――自然界の最終法則を求めて』, ダイヤモンド社（1994）[原著：Steven Weinbereg, *Dreams of Final Theory*, Pantheon Books, New York,U.S.A.(1992)].

[29] 新田義彦,「物語理解のための万物理論の可能性（An Essay on a Plausible Universal Theory for Narrative Comprehension)」,『経済学部研究紀要』, No.81（2016-7) pp.1-12

天国か地獄か.... 地獄の作家
Writers in the Underworld

阿部 明典 †
Akinori Abe
† 千葉大学 文学部行動科学コース/ドワンゴ人工知能研究所
Division of Behavioral Science, Faculty of Letters, Chiba University/Dwango Artificial Intelligence Laboratory
ave@ultimaVI.arc.net.my, ave@chiba-u.jp

Abstract

In this paper, I will discuss an "artificial writer." I define that works by "artificial writer" are those which are not fully generated by living human beings. Then I introduce several techniques for generating novels or poems.

Keywords — artificail writer, intertextuality, imitation

1. はじめに

様々な所で、詩や小説の生成に於いて、Julia Kristeva の間テキスト性 [11] に就いて言及してきた。この論文も自分が過去に書いた論文からの引用のモザイク (間テキスト性) で全て書くことができるかなと一瞬思ったが、論文剽窃ソフトで引っかかりそうなので、一応、断念した。さて、今年のセッションのタイトルであるが、「物語学 —「人工作者」の時代のために—」である。人工作者とは耳慣れないことばであるが、オーガナイザの小方、河村、金井は、『物語や小説のみならず、ニュース、広告、映像、音楽等を含めた多様なコンテンツを、程度の差はあれ自動的に生成・産出するシステムを総称して、新しく「人工作者」』と呼んでいる。屡々することであるが、テーマに関して議論をする前に「人工作者」の対義語を考えてみたい。恐らく、生きている人間の作者がこれに対極する概念であろう。Artificail の反対は Narural である。すると、日本語で表すと、「自然作者」であろうか? 余り美しくない。生身の作者が生成すると考えて、「生身作者」とすると、生々しすぎる。いずれにせよ、苦肉の策であるが、「人工作者」が作るとは、「現在生きている人間が全てを生成する訳ではない」ということにしようと思う。本論文では、簡単には、コンピュータを人間でないものとして扱う。他にも非-人間があるとは思われるが、議論を簡単にするために、コンピュータに限る。恐らく、他の非-人間でもコンピュータと類似した議論が出来ると思われる。

本論では、過去に筆者などが行った自動生成の可能性に関して (これも色々なところで議論しているが、ここの大会では始めてなので、再掲に近い形で議論する) 概観し、それに基づき、コンピュータでの作品自動生成の可能性に就いて議論する。

2. コンピュータでの作品自動生成の可能性

コンピュータの作品自動生成可能性に関しては、様々な所で議論してきているが ([1, 3] 等)、論文としての一貫性からここでも再度掲載する。尚、オーガナイザ等は、様々な様態のものに関して生成の可能性を言っているが、ここでは、文章作品に関して議論する。勿論、音楽に於いてのサンプリングや、[12] で指摘されているように、ヒット曲では、頻出ワードを使う、カノン進行を使う、歌詞自体が似ているなど、以下で示す間テキスト性で議論できると思うが、音楽に関しては、ここでは議論を行わない。歌詞に関しては、以下で議論していることと同じであると思われる。

2.1 間テキスト性 (intertextuality)

人間の知的、感性的活動として、文学の作成があげられる。文学の生成に関しては、Kristeva が示した間テキスト性 (intertextuality) という考えがある [11]。

Intertextuality :

> The word's status is thus defined horizontally (the word in the text belongs to both writing subject and addressee) as well as vertically (the word in the text is oriented towards an anterior or synchronic literary corpus)... each word (text) is an intersection of words (texts) where at least one other word (text) can be read... any text is constructed as a mosaic of quotations; any text is the absorption and transformation of another.

つまり、あらゆる文学はそれまでに作られた文学作品の断片の組み合わせ (mosaic) から成り立つという話である。この考えは、コンピュータの非常に得意とする仕組みで、コンピュータで作品を生成する時に利用させてもらっている。

2.2 アンドロイド・ユーミン

間テキスト性の考えをベースにしたアプリケーションがある。伊藤は、コンピュータでユーミンが書いたと思われる詩を (半) 自動生成する試みをしている (アンドロイド・ユーミン) [8, 9]。ユーミン (松任谷由実) の作詩した全ての詩を参照して言葉の使い方などをアルゴリズム化して、疑似英語、間テキスト性などの考えに基づいて生成している。つまり、シャノンの情報理論に於ける単語単位の第二次近似言語モデルの作成手法を応用している。そして、ユーミンの作詩した全ての詩から単語を集め、基本的にはそれらの単語をデタラメに並べることによって、センテンスを作成する。しかしながら、完全なデタラメではなく、ある単語のあとに出現出来る単語の出現確率か反映されるようにデタラメに並べるという手法を用いている。このままでは日本語としてはおかしいことがあるので、実際には、助詞などを修正して正しい日本語に修正している。

例えば、

> 朝陽に縁どられ 始発にのれば、
> 中央フリーウェイが右に見える
>
> CAMPARI の氷のかすかな音が
> 耳の底でくりかえす
>
> 私だけが奇麗になれるなんて
> 何かしら待ってるのね

のような疑似ユーミンテクストが生成できている。

よくよく読むとユーミンではないのであろうが、一瞬、ユーミンが書いたのではないかという幻想を抱くことが出来る。又、narinari.com [14] の記事によれば、ことばの使われ方としてであるが、日本の歌の歌詞もかなり分析されているようなので、その結果を使えば、他のアンドロイドも出る可能性があると思える。

ちなみに、伊藤によれば、本実験は、文学における個人文体研究に新局面を開いたり、現代文学理論における「間テキスト性」から「創造性」を考える刺戟剤として意義があるという。

2.3 間テキスト性による和歌の生成

筆者は、以前、間テキスト性による和歌の生成の可能性に就いて議論した [1]。素材にしたのは、小倉百人一首である。和歌であるので、定型であるという制約があって扱いやすい、一応、100 種類のソースがある、が理由であった。先ず、和歌の形式を守るためと、起承転結を保持するために (実際は、処理の簡単化でもあるが、) そのままの順序でまず、扱う。乱数で順番を変えるのがいいのであるが、素材が高々100 しかない。従って、乱数にならないという理由で、全てかなにした上で、あいうえおに関して “昇順、降順、昇順、降順、昇順” として夫々を並べ変える。これを行うと、100 の新たな和歌が誕生するはずである。例えば、和歌には、「あしひきの山」のような枕詞で支配されるような切れない制約や季節感があるが、今回は無視した。以下にこの簡単な操作でできあがった和歌?の一部を示す。

> 吹くからに 折らばや折らむ なりぬれど くだけてものを 人の問ふまで
> 春の夜の かたみに袖を 渚こぐ 恋しかるべき 錦なりけり
> 風そよぐ 人も恨めし 咲きにけり ふりゆくものは 思はざりけり
> 逢ふことの わたせる橋に 明くる間は わが身世にふる 秋風ぞ吹く

話題が一貫していないので、何となく変ではあるが、悪くはない出来ではないであろうか? この場合、下の句は下の句の位置に来るなど、句の位置は全く変わっていないので、それなりに悪くない結果が出たのかも知れない。次に、句の位置を保存しないように、全てをまぜてソートしてみる。つまり、5-7-5-7-7 の中で、7 を 300 個まとめて昇順、5 を 200 個まとめて、降順にソートし、5 の 1–100 番までを上の句、7 の 1–100 まで 2 番目、5 の 101–200 を 3 番目、7 の 101–200 を 4 番目、7 の残りを下の句に置くように再構成する。結果は、例えば以下のようなものが得られた。

> 世の中は あまりてなどか しだり尾の この世のほかの 富士の高嶺に
> 春過ぎて うち出でて見れば 音にきく 常にもがもなものや思ふと

鳴く鹿の 尾上の桜 命にて ながながし夜を 山の奥にも

手向山 からくれないに 明けぬれば はげしかれとは わが身ひとつの

初霜の 衛士のたく火の 奥山に つらぬきとめぬ 紅葉なりけり

「山の奥にも 鹿ぞ鳴くなる」と似たパターンが出てきたのは完全に偶然であろうが、想像以上にいい結果が得られた。勿論、中には変なものもできる。この方法の場合、T.S. Eliot の作品のように元のフレーズの意味を含めることは意図していないが、小倉百人一首を知っているので元の光景がなんとなく浮かんでくるような効果も幾分持つ。つまり、本歌取りのような効果が出るのである。この手法がある程度成功しているのは、元の歌に使われていることばが洗練されているせいであると思われる。又、小倉百人一首に含まれている歌は秋や初冬について謳っている歌が多いように感じる。従って、季節の齟齬もここの例では、思った程出ていない。とはいえ、季節での制約などは入れないとちゃんとした歌はできない。

いずれにせよ、和歌に関していえば、もとの歌が美しいことばを使っており、それを再利用することにより、美しいことばを使った本歌取りのようなことができ、なんとなく良い作品ができるのである。これは、短い作品故できたのであると思われる。物語だとそうは簡単にいかない。

2.4 物語自動生成

小方が中心になって行ってきている物語自動生成の研究がある。文学生成に関する解析とその概念自体は既に 90 年代に提案し [15]、現在では、更に拡張して、「拡張文学理論」、つまり物語理論と認知科学 (人工知能) の融合を行って来ている [16, 17, 18]。そこでは、具体的試行として、特に、物語論の中では特権的な位置付けを与えられてきた Vladmir Propp の昔話形態学 [20] Genette の 物語言説論 [7] を正面から取り上げ、コンピュータプログラムによるシミュレーションを導入しながら理論を精緻化してきている。小方は、「Propp の場合、ストーリーとしての事象の継起に関する理論を超えて、物語世界の構成上避けて通れないオントロジー [1] という側面を持っていると思われ、これを媒介に従来物語理解や生成において行われてきた方法を文学の側から相互補完的に補強するという役割が期待されるし、Genette の場合は、認知科学系統の談話理論と比較して主にマクロな文学的知識を構成しているため、ミクロ–マクロ統合の観点からそのアイディアを拡張的に再構成しつつ、物語生成のより一般的な機構に導入することが可能であると」主張している。そして、これまでに個々に開発されたものの統合もなされている [19]。現状では、生成されるのは、粗筋のような作品ではあるが、それになんらかの肉付けをすれば、パスティーシュのような作品として成立するのではないかと思われると議論していた [3]。

例えば、[3] では、[4] で生成されている以下の粗筋と思われる作品があるが、

イワンが皇女の探索を決意する。イワンが蛇の国へ出立する。[イワンが予言する。蛇がイワンと闘う。[蛇がイワンに予言する。小人達が宮殿を建てる。[小人達が回想する。昔、故国で小人達が家を建てる。昔、故国で小人達が小屋を建てる。]] イワンが腕を負傷する。イワンが蛇に勝つ。イワンは、髪が黒くて眉毛が濃い。蛇は、体は縞模様で、火の翼が生えている。] イワンが腕を負傷する。イワンが蛇に勝つ。[カエルの国でカエルがスワンの金を奪う。カエルは、緑色である。スワンは、背が低く目が細い。カエルの国は、大きな池がある。カエルの国でスワンがカエルと闘う。カエルの国でカエルが倒れる。] イワンが皇女を誘拐する。イワンが皇女と故国へ帰路に着く。蛇が飛ぶ。[蛇が回想する。蛇がイワンと闘う。イワンが腕を負傷する。[皇女が予言する。未来、宮殿で皇女が男の子を産む。未来、宮殿で皇女が男の子を育てる。] イワンが蛇に勝つ。] 蛇がイワンを追いかける。イワンが岩に隠れる。皇女がイワンの傷を認知する。[皇女が回想する。イワンが皇女の探索を決意する。イワンが蛇の国へ出立する。][イワンが回想する。イワンが腕を負傷する。] 小人達が宮殿を建てる。宮殿にイワンが住む。イワンが皇女と結婚する。[カエルの国でカエルがスワンの金を奪う。カエルの国でスワンがカエルと闘う。カエルの国でカエルが倒れる。]

これに対し、千早茜の「魚神 (集英社 (2009))」を利用し、冒頭の主人公等をイワンの物語に出てくるものに一部、無理に変換している所もあるが、基本的に私 → イワン、夢 → 皇女、獏 → 蛇、等と単純に置き換えると (島は敢えて国に変えていない)、以下のようになった。

カエルの島の人間は皆、皇女を見ない。

[1] あるドメインを表現するための概念とそれらの概念間の関係のセットとしての知識の形式的な表現

島の中ほどにある小さな山の上に朽ちかけた宮殿があり、そこに棲む蛇が皇女を誘拐してしまうのだ。島に住む小人達の心は虚ろで、その皇女はあまりに貧しいため蛇はいつも飢えていて、島の灯りに惹かれ訪れたスワンの皇女ですら、その餌食になってしまう。

でも、イワンは知っている。蛇などいないことを。

そのせいかは分らないけれど、イワンは月に一度皇女を見る。

月に一度、イワンの体が水で満たされる時、イワンの意識は皇女の浅瀬をたらたらと彷徨うことができる。遊女の勤めの休みをもらい、じっくりと重い体を引きずって旅につく。数日は水ばかりしか口にしない。やがて、全身が水の膜で覆われたようになり、外界の音や空気や流れ、人の声音に潜む感情の起伏といった全ての波動が感じられるようになってくる。下半身で疼いている痛みも、血の流れが刻む小さな音に同化していく。全身がわんわんと響きだし、全てに繋がる大きな流れに溶け込んでいく。

そのまま、イワンは魚になってうっとりと流されていく。

そこで、皇女に見ることはいつも同じだ。

イワンを運ぶ流れが、ある場所へイワンを届けてくれることをいつも知らず知らず願っている。その願望は血の一粒一粒に宿り、イワンの体のすみずみに絶え間なく注ぎ続けられていることを毎月毎月思い知らされる。そのときに。

だけど、まだ辿り着けたことはない。

そうして、またイワンの体は乾きを取り戻し、皇女を失う。

皇女を探しにいく前書きとしては、やや変な所もあるが、そこそこ使えるのではないだろうか? そして、続きも粗筋にあった作品を探してくればいいのである。例えば、続いて、文体は変わるが、菊池寛の「真珠夫人」の冒頭を使うことで、

馬車が自宅を離れた頃から、イワンの心は、段々烈しくなって行く焦燥しさで、満たされていた。宮殿までの、まだ五つもある休息所毎に、馬車が小刻みに、停車せねばならぬことが、彼の心持を可なり、いら立たせているのであった。

彼は、一刻も早く皇女に、会いたかった。そして彼の愛撫に、渇えている彼女を、思うさま、いたわってやりたかった。

といったものが出来上がる。誘拐された皇女を取り返しにいくはずなのであるが、急に色っぽい話にもなる。

2.5 きまぐれ人工知能プロジェクト 作家ですのよ

「きまぐれ人工知能プロジェクト 作家ですのよ」は、公立はこだて未来大学の松原を中心にしたプロジェクトチームで、星新一のショートショート全編を分析し、エッセイなどに書かれたアイデア発想法を参考にして、人工知能におもしろいショートショートを創作させることを目指している (http://www.fun.ac.jp/~kimagure_ai/)。

現在の作り方はまず土台となる文章を人間が書き、名詞、形容詞、エピソードなどにばらしてそれぞれの要素のバリエーションを「部品」という形で多数用意、あらかじめ決めた「組み立て手順」に従って AI が組み立てた (毎日新聞 2016 年 4 月 5 日　東京夕刊) とのことである。又、現段階ではまだ星作品のデータは生かされていないらしい。

村井は、星新一の作品の中で悪魔物語と薬物語に焦点を当て、物語の構造分析から明らかになるオチの構造とその頻出パターンについて議論している [13]。物語構造の分析結果より、同じジャンルにおける主要な物語のパターンを特定することが可能であるとのことで、悪魔物語に関していえば、数が少ないので、比較的共通の一つのパターンが見られるとのことである。薬物語には様々なパターンがあるようであるが、幾つかのパターンがモデル化できれば、その型にはめることで、物語の流れはできそうである。

ちなみに、星新一賞 (日本経済新聞社主催) に、人工知能が制作した作品を数件応募し、一部は 1 次審査を通ったが受賞には至らなかったらしい。

2.6 あらゆる小説は模倣である?

清水は、「あらゆる小説は模倣である」[21] というタイトルの刺激的な本を書いている。Julia Kristeva の間テキスト性を考えるとそうであろう。T.S Eliot 等は様々な作品から引用して作品を創ったりしている。そこには、ペダンチックな響きすら感じられる。T.S Eliot でないにしても、作家は、「引用」もしくは、inspire されたという形で創作を行っていると思われるが、そうでもないこともあるようなことを清水は言っている。最後の章で模倣実践などということを行っている。マイナーだが、知る人が知るというセンスのある作品が素材なら評価があがるなどと言っている。例

えば、鹿島田真希の「六０００度の愛」はマグリット・デュラスの「24 時間の情事」をベースにしていると思われると評価している。広島を舞台として映画化までされているマグリット・デュラスのこの作品が知る人が知る作品なのかどうかは別として、模倣が成功している例であろう。先程言ったように、コンピュータにとっては、過去の作品の断片を探してきて、それを適当につなぎ合わせるということは、朝飯前である。実際、乱数などを使うと一発で作品ができ、カットアップのような作品すら作ることができる。例えば、[1] では、

あらねど 龍田の川 あぢきな 猪名の笹 あだ波は
るらむ誰 に雲がく る人にせ に朽ちな るも別れ

などのような作品? も出来上がっている。意味は全くわからないが、カットアップというと、パンクな作品だと言われるかも知れない。話を元に戻すが、知る人が知る作品を模倣してコンピュータで出来た作品は、評価されるのかも知れない。このあたりも、コンピュータには、得意分野ではないだろうか?

2.7 作風は学習できる??

小方等の物語自動生成システムでは、作風のようなものを生成するところまではいっていない[2]が、deep learning を使うと可能なようである。前述の伊藤のシステムでは、ユミーンが使いそうな用語を集めて作詞していたが、浅川の研究 [6] では、青空文庫に収録されている作品から、坂口安吾や、北原白秋が使いそうなことば遣いの作品が deep learning により、学習され、生成されていた。チューニングなどの勝負であろうが、なんらかの可能性は見えている。このあたりもイメージと文字の違いはあるが、絵画の自動生成に近い技術で議論できると思われる。

3. ソフトを使った小説生成支援

上記で、コンピュータによる作品の生成の可能性を議論したが、実際にソフトを使って作品を作っているというか、ソフトの支援により、作品を作っていることが最近では稀ではないようである。例えば、ハリウッド映画の脚本作りに於いて、**Dramatica** (`http://dramatica.com/`) を利用しているということは、有名である。Dramatica のページには、「In each of these stories the Main Character ends the story still feeling at odds with the world. Dramatica refers to this concept of story structure as the Story Judgment.

[2]今のところ、敢えて避けているらしい

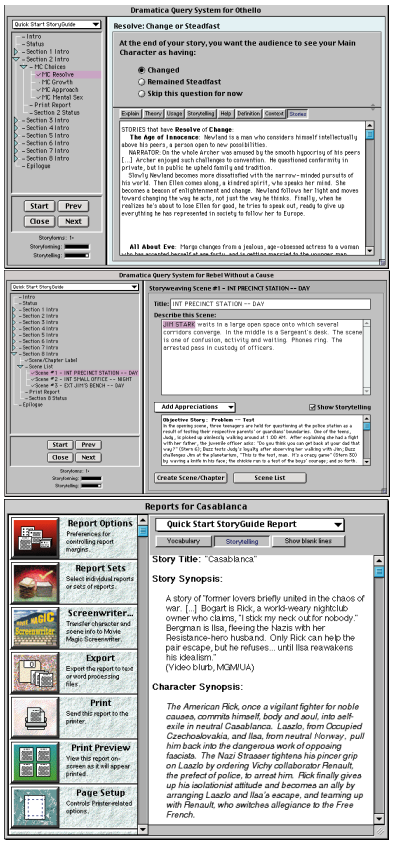


図 1 Dramatica の画面

In addition to the larger story going on, every Main Character suffers through personal issues unique to them. Some overcome their angst. Others continue to languish long after the curtain has drawn.」と書かれている。結構色々なことができそうである。というか、これを使い出すと元に戻ることはできないのではないだろうか?

中村航、中田永一の「僕は小説が書けない (角川書店 (2014))」 では **Scrivener** (`https://www.literatureandlatte.com/scrivener.php`) を利用して書いていると 2014 年 12 月 9 日の朝日新聞夕刊 (東京版) に書かれている。粗筋を書き換えると、本文の順番が自動的に変わるという編集ができるようである。

このように、実際のプロの現場でも “支援” ソフトは使われている。アクセスのいいデータベースとしてこのようなソフトを使うことは、ありだし、昔のように、新聞を何年分コピーしてといった作業がいらなくなるのかも知れない。又、筋の変更による書き直しも原稿の入れ替えよりも楽なのかも知れない。記憶や、手作業に負荷をかけないという意味ではいいのかも知れないがいい意味でのカオスは無くなってしまうのか

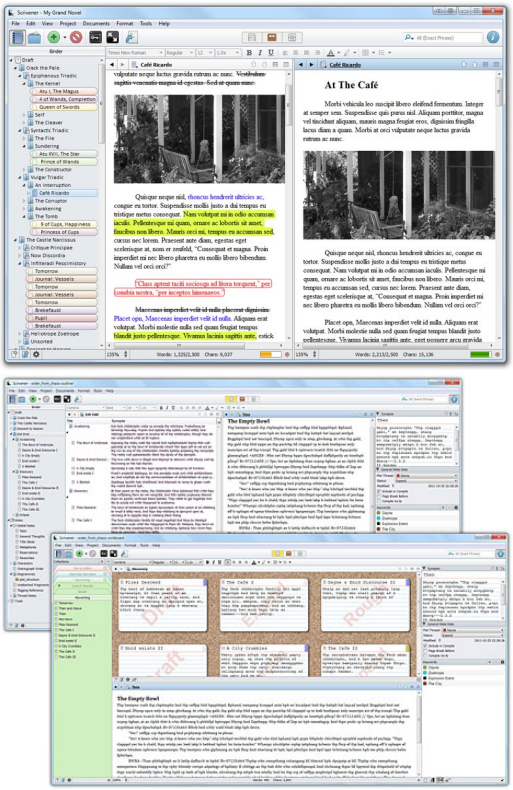


図 2　Scrivener の画面

も知れない。その場合、ソフトにカオス的性格を入れ込んでおくといいかも知れない。

4.　日本文学の表現機構

前記の支援ソフトでは、物語の大筋の流れなどの一貫性などの支援を行っているようである。細かいことは、このままではできないと思われる。そのためには、文学の表現機構を考える必要がある。

安藤らは「日本文学の表現機構」[5] で日本文学の表現自体の面白さについてまとめている。そこでのキーワードは、多義性、引用、語りの自在性、規範、縁語的思考、因果の転倒、人称、共同性、小説家である。この中で、引用は、Kristeva が示した間テキスト性と同じである。これ以外で、物語を “自動” 生成する時に重要と思われるファクターを見てみる。

多義性は、読むときに様々な解釈が成り立つということである。人間の作者が書く場合、意図的に意味を隠したり、二重、三重の意味を埋め込むことがある。コンピュータの場合は、意図せずに多義性が生じることがある。しかも、この多義性は意図していないだけに、困ることもあるかも知れない。しかしながら、コンピュータの作る多義性も楽しもうと思えば楽しめる。

語りの自在性とは、語り手が時に作品全体を俯瞰する目を持ち、時に一人の人物に同化するなど、作中世界を自在に伸縮させることらしい。このことにより、読み手は、語り手との距離を変えることが出来るようである。このあたりの手加減は、コンピュータには難しいかも知れない。モデルを作るのも難しいと思われる。

規範に関しては、古典作品は基本的に規範に法って成立していると指摘している。特に、和歌に関しては規範性が高いと指摘する。規範はコンピュータが一番得意なところかも知れない。上記では乱数で和歌を生成しているが、そこに、規範という制約をいれると少し良い、例えば、季節感のある和歌が出来る訳である。又、星新一の悪魔物語のパターンなども、規範と言っていいと思う。

縁語的思考とは、未完成でありながら過剰であり、つながりの可能性に富む言葉の流動性を、身をもって捉える行為のことを指すと安藤は言っている。正直よくわからない。縁語や連想を使用することで網の目のような言葉の繋がりの可能性を豊かにしているとのことである。これにより、独創的な美が生まれるらしい。縁語や連想なら、シソーラスや、概念ベース [10] などを使うと出来そうであるが、適当な縁語や連想にしないといけない。そのさじ加減がコンピュータに出来るかどうか。

因果の転倒とは、その通りのようである。例えば、徒然草は因果関係をひっくり返すことで、兼好が独自の文体を操りながら我々に語りかけるとのことである。安藤等は兼好が因果律の限界を突破するために、因果の転倒を行ったと指摘する。これにより、後付けの説明以上のことが出来るらしい。ひっくり返すのは比較的楽である。問題は、どうひっくり返すかである。やたらひっくり返しても意味はなくなることがあるであろう。どう、ひっくり返すところを見つけるかであろう。コンピュータに教えるのは難しいかも知れない。

人称とは、文字通り、一人称、三人称等の人称である。一人称の場合は、主観的な小説になり、三人称の場合は、客観的な小説になる。安藤等は人称が制約となって世界を切り開くことができると言っている。徹底的に一人称にすることで、告白的なことができると指摘している。コンピュータでは、一人称的観点、三人称的観点といった観点を導入し、物語の視点を変えることでできそうである。しかし、どこで観点を変えるかは、自動的にはできないであろう。

共同性に関しては、安藤等は「近代小説はひとりで密かに楽しむ「密室の芸術」である。物語には、本来

共同性が求められていたはずで、恰も「共に— 享受している」かのことを行っていると指摘している。これは、一人称 (作中の僕) が君に語りかけることによって架空の共同体に読者を囲い込んでいく揚力を与え、共同性としての性格を与えていると指摘している。コンピュータでは、上記の人称の延長になると思われる。更に、「語りかけ」に関して言えば、パターンとして準備できるのではないであろうか?

小説家に関しては、小説の書き手が「作者」を名乗り、作中に登場することが多くあると指摘している。実際の作者ではない作者が読者に語りかけることにより、読者が様々な謎かけをしていると指摘している。これも、人称の延長になるのではないであろうか?

安藤等は上記のように様々な観点から日本語の文学表現の仕込みを分析している。幾つかはコンピュータで比較的容易に実現できるのではないであろうか? このような仕組みをコンピュータで実現出来ると面白いと思われる。

5. おわりに

「人工作者」は、色々な意味で重要だと思われる。例えば、筆者は、「ロボット分野に関するアカデミックロードマップ 報告書」の中で、2050 年くらいまでには出来ていて欲しい感性に関する研究の方向について議論していた [2]。そこで議論したように、ロボットは、将来的には、場の雰囲気を読んだり、相手の理解度を理解したインタラクティブな対応をする必要があると思われる。そして、本論文の文脈に戻すが、例えば、ロボット等が物語や詩などを自動的に生成して、皆の前で朗読出来ると素晴らしいことだと思われる。Deep learning がコンピュータで実行出来るようになって、例えば、AlphaGo が世界チャンピオン級のプロ棋士に勝てるようになったり、今まででは出来るとは思わなかったことが出来るようになった。では、感性的なことはどうであろうか? 機械的に組み合わせ問題としての物語の生成は、コンピュータの高度化により、質より量を生成して、その中からいいのを選ぶということで、可能である。しかしながら、コンピュータには、まだいい作品を選ぶことができないと思われる。いい作品とは何であるかを我々がモデル化できないからである。感動する作品はどのようなパターンを持っているのであろうか? 泣けるパターンは何となくモデル化できそうである。しかし、一般的に美しい、価値のある作品のモデルとなると難しいと思われる。安藤等が [5] で指摘した文学の表現機構のコンピュータでの実現がまずであろうか? ゴールはまだまだ先であるが、面白い話題である。

参考文献

[1] 阿部 明典 (2005) “コンピュータと感性 (III)”, 人工知能学会研究会資料,*SIG-LSE-A502-5-2, pp. 33–36*

[2] 阿部 明典 (2007) “感性をもって活動するロボット — 2050 年の予測”, 日本総合研究所, 日本ロボット学会, 人工知能学会, 日本人間工学会編: 経済産業省 平成 18 年技術戦略マップローリング事業ロボット分野に関するアカデミックロードマップ 報告書,*pp. I-30–I-43*

[3] 阿部 明典 (2010) “小説の生成に就いて”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-A903-16-8, pp. 129–134*

[4] 秋元 泰介, 小方 孝 (2009) “語り手と聴き手の相互作用による物語言説システム”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-A902-1, pp. 1–12*

[5] 安藤 宏, 高田 祐彦, 渡部 泰明 (2014) “日本文学の表現機構”, 岩波書店

[6] 浅川 伸一 (2015) “ニューラルネットワーク物語生成モデル”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-B501-2, pp. 17–24*

[7] Genette G. (1972) “Discours du récit, essai de methode”, *Figures III. Paris: Seuil* (花輪 光・和泉 涼一 訳: 物語のディスクール, 水声社 (1985))

[8] 伊藤 雅光 (1997–2001) “ユーミンの言語学”, 日本語学

[9] 伊藤 雅光 (1999) “作詞アンドロイド・ユーミン”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-9903-S2*

[10] 笠原 要, 松澤 和光, 石川 勉 (1997) “国語辞書を利用した日常語の類似性判別”, 情処学会論文誌, *Vol. 38, No. 7, pp. 1272–1283*

[11] Kristeva J. (1980) “*Desire in Language: A Semiotic Approach to Literature and Art*”, Columbia University Press

[12] マキタスポーツ (2014) “すべての J-POP はパクリである 〜現代ポップス論考”, 扶桑社

[13] 村井 源 (2014) “ショートショート作品におけるオチのパターンに関する一考察 —星新一の悪魔物語と薬物語を中心に—’, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-B401-1, pp. 1–4*

[14] `narinari.com` (2007) “最近の歌詞は「日本語回帰」? 松任谷由実と中島みゆきで調査”, `http://www.narinari.com/Nd/2007087852.html`

[15] 小方 孝, 堀 浩一, 大須賀 節雄 (1996) “物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク”, 人工知能学会誌, *Vol. 11, No. 1, pp. 148–159*

[16] 小方 孝 (2004) “物語言説技法の統合の方法”, 人工知能学会全国大会 (第 18 回) 論文集, *2D1-03*

[17] 小方 孝 (2007) “プロップから物語内容の修辞学へ —解体と再構成の修辞を中心として —”, 認知科学, *Vol. 14, No. 4, pp. 532–558*

[18] 小方 孝、金井 明人 (2010) “物語論の情報学序説”, 学文社

[19] 小方 孝、秋元 泰介、及川 春香、清藤 綾香、千田 潤 (2010) “「統合物語生成システム」の統合的物語化のためのノート (続): 統合物語生成システム第 0.2 版、音楽と概念的物語の相互変換システム、三島由紀夫『午後の曳航』の分解と再構成、映像技法のルール化などを焦点として—流動と固定 (11)—”, 人工知能学会研究会資料, *SIG-LSE-B002-9, pp. 59–88*

[20] Propp V.Y. (translated by Wagner L.A.) (1928) “*Morphology of the Folk Tale*”, Moskva: Nauk (1928) (北岡 誠司・福田 美智代 訳: 昔話の形態学, 白馬書房 (1987))

[21] 清水 良典 (2012) “あらゆる小説は模倣である”, 幻冬舎新書

レトリカルエージェントの可能性：比喩を対象として
Toward Artificial Rhetorical Agents: A Case of Metaphors

内海 彰
Akira Utsumi
電気通信大学
The University of Electro-Communications
utsumi@uec.ac.jp

Abstract

An artificial rhetorical agent must be one of the essential components involved in an artificial writer. In this paper, therefore, we discuss a possibility of realizing artificial rhetorical agents. For the purpose, we address metaphors as a representative figure of speech, and review existing computational and psychological studies on metaphor generation. We then discuss some issues that must be addressed to create artificial rhetorical agents.

Keywords — Artificial Rhetorical Agents, Metaphor Generation

1. はじめに

小説などの文学作品はもとより新聞記事や論説などの様々な文章において，何を表現するかだけではなく，どのように表現するかという修辞的な側面が重要である (内海・金井, 2007)．したがって，人工作者を実現していく上で不可欠な要素技術のひとつに，修辞生成を行う計算モデル，すなわちレトリカルエージェントが含まれるであろう．

そこで本稿では，レトリカルエージェントの実現可能性について，議論・考察を行い，人工作者の実現のための一助としたい．特に本稿では，修辞の代表的な技法のひとつである比喩 (metaphor) を対象として，比喩生成に関する先行研究を概観したあとに，それらの問題点を指摘した上で，レトリカルエージェントの実現に向けての議論を行う．

2. 比喩の生成研究の動向

2.1 心理実験

比喩に関する言語心理学的な研究の多くは比喩理解に関するものであり，比喩生成やその認知過程に焦点を当てた研究は数少ない．それらの数少ない研究のほとんどは，比喩生成課題によって生成される比喩の性質の分析やその個人差に関するものである (Katz, 1989; Williams-Whitney, Mio, & Whitney, 1992; Hussey & Katz, 2006; Chiappe & Chiappe, 2007; Fainsilber & Ortony, 1987)．例えば Katz (1989) では，比喩表現の喩辞の部分が空欄になっている文（e.g., Chemistry is the _____ of science）を提示して，いくつかの候補から空欄に入るべき適切なものを選択する課題を行い，被喩辞との意味的類似度が適度に低い具象名詞が選択されやすいことを示した．また，執筆経験，推論能力，作業記憶容量などの個人差要因が生成される比喩に影響を与えることも報告されている．例えば，Chiappe & Chiappe (2007) は作業記憶容量の大きい人のほうが，より適切な比喩を生成したと報告している．

これらの研究と異なり，Utsumi & Sakamoto (2015) は比喩生成の動機にあたる談話目標 (discourse goal) の違いが，比喩の生成過程や生成された比喩の質に与える影響を調べている．談話目標として説明的な用途 (explanatory purpose) と文学的な用途 (literary purpose) の二種類を設定し，文学的な用途を考えて生成された比喩の喩辞のほうが，表現すべき特徴に対して典型的でなく，心像性が高く，被喩辞との類似度が低いことが示されている．また，プライミング実験を通じて，文学的な用途を考えて比喩を生成する際には，表現したい被喩辞の特徴を典型的に持つ喩辞だけではなく，非典型的な喩辞も活性化する（つまり探索対象となる）ことも明らかになった．これらの結果は，比喩生成の目的（どのような目的で比喩表現をするのか）が比喩生成過程と，生成の結果として得られる比喩表現の両方に影響を与えることを示している．

2.2 計算モデル

計算論的アプローチによる比喩研究においても，比喩理解や比喩性の認識（比喩検出）に関するものがほとんどであり (内海, 2013; Shutova, 2015)，比喩生成モデルに関してはいくつかの研究 (北田・萩原, 2001; Terai & Nakagawa, 2009; Abe, Sakamoto, & Nakagawa, 2006; Veale & Hao, 2007) が散見されるくらいである．

これらの研究で用いられる比喩生成の方法は，辞書

等の言語資源に基づく概念間の類似度計算 (北田 & 萩原, 2001)，統計的言語モデル (Abe et al., 2006)，ニューラルネットワーク (Terai & Nakagawa, 2009)，ウェブからの知識獲得 (Veale & Hao, 2007)[1] などの違いがあるものの，これらの研究に共通するのは比喩生成というタスクの捉え方である．いずれの研究においても，心理実験における比喩生成課題と同様に，比喩を用いて表現したい概念（被喩辞）とその特徴（側面）を入力として，適切な喩辞を選択することによって比喩を生成する．例えば,「女優」と「美しい」から「女優は宝石だ」という比喩が生成されるという具合である．

このような入力形式や生成される比喩形式が限定された比喩生成モデル（システム）の良さや妥当性を評価することは，その目的（談話目標）や評価基準が明確でないために，難しい問題となる．また，比喩表現の非字義性ゆえに，評価者（比喩を解釈する人）が意味が通じるような解釈を行うこともできる（つまり，生成側ではなくて理解側で比喩解釈を創造できる）のも評価を困難にする要因である．Veale (2015) は，二種類のツイッターボット (Twitterbot) で生成される比喩を評価した結果について報告している．一つは @MetaphorMagnet と呼ばれる筆者の開発した比喩生成機構を備えたボットで，もう一方は，喩辞と被喩辞（やその解釈）をランダムに選択して比喩とする @MetaphorMinute というボットである．これらのボットで生成された比喩表現の理解しやすさ (comprehensibility) を 4 段階で評定してもらったところ，3 以上の評価を受けた比喩は @MetaphorMagnet で全体の 75%，@MetaphorMinute でも 54%となり，大きな差が見られなかった．一方で，生成された比喩の新奇性 (novelty) の評定結果はランダム生成を行う @MetaphorMinute のほうが高い結果となった．この結果は非常に示唆的である．入力として被喩辞とその特徴を与えるだけの限定された比喩生成では，その良さを理解しやすさや新奇性などの一般的な指標で評価することは困難であり，ランダム生成器と変わらない性能になってしまうのである．

3. レトリカルエージェントの可能性

以上で述べた比喩生成研究の現状に基づいて考えると，レトリカルエージェントを実現するために取り組むべき課題として，少なくても (1) 入力，(2) 表現形式，(3) 効果があげられる．

レトリカルエージェントに与えるべき入力の問題は，比喩や修辞の生成に限らず，一般的に言語表現の生成の問題でもある．自然言語処理の分野でも心理学の分野でも，言語理解に比べて言語生成の研究が極端に少ないのは，そもそも入力として何を与えるべきかを決めるのが困難であることに起因する．逆に言うと，入力として与えるべきものが明確な自然言語処理の課題（例：機械翻訳，自動要約）では，言語生成の研究が行われていると言える．

これらの研究は，言語生成というよりは言語表現の変換（言い換え）の問題として捉えることも可能である．前節で概観した比喩生成の研究も,「女優は美しい」を「女優は宝石だ」に変換する処理と考えられる．しかし，レトリカルエージェントを実現するためには，単なる言語表現の変換だけではない処理が求められるであろう．例えば，小説を執筆する際に比喩を用いることを考えると，ことばで書かれた表現を比喩に変換するのではなく，作者の頭の中にある概念，イメージや思考などの，言語で表現されない何かを比喩として言語化する過程だからである．

よって，一つの可能性としては，言語以外で表現された入力から比喩を生成する方法論の開発が必要になるかもしれない．画像情報から言語表現を生成する研究は，深層学習（ディープラーニング）の適用例として多くの研究— 例えば，画像を入力として，その画像の内容を説明する言語表現を生成するシステム (Vinyals, Toshev, Bengio, & Erhan, 2015) — が行われており，比喩生成も可能であるかもしれない．

しかし，レトリカルエージェントの要素技術として本質的に重要なのは，比喩生成の動機，意図や目的を入力として組み込み，それらに基づく比喩生成であろう．例えば，小説の作品全体の流れの中で，この場面を読者に印象づける必要があるため，その場面の描写に効果的な比喩を用いたいというような，比喩生成の意図やその表現対象が相互的に関係しているような入力に対して，適切な比喩を生成すると言ったものである．このような生成が可能になれば，レトリカルエージェントの可能性は大きく開けるかもしれない．さらに言うと，人工作者のためのレトリカルエージェントを考える際には，そのような意図や動機さえも自動的に生じるようなメカニズムが必要なのかもしれない．

どのような比喩形式を用いるべきかという (2) の問題も，レトリカルエージェントを実現していく上で重要な課題である．比喩だけを考えても，様々な形式で表現が可能である．例えば，ある女性を宝石に喩える比喩でも，隠喩（「あの女性は宝石だ」）と直喩（「あの女性は宝石のようだ」）という表現形式だけではなく，

[1] Veale & Hao (2007) で提案された比喩生成システムは，Aristotle (http://afflatus.ucd.ie/aristotle/) という名前で公開されている．

強調語句の付与（「あの女性は文字どおり宝石だ」,「あの女性はまさしく宝石だ」），照応表現としての喩辞の使用（「あの宝石が私に向かって微笑んだ」）や名詞句としての比喩（「あの宝石女性が私に向かって微笑んだ」）など様々な形式が考えられる．比喩形式に関する研究は，隠喩と直喩の違いに関する心理学的な研究 (e.g., Roncero, Kennedy, & Smyth, 2006; Glucksberg & Haught, 2006; Chiappe & Kennedy, 1999) [2]が行われているだけであり，これらの表現形式のどれを選択すべきを決定するための方法論は現在のところ皆無であると言っても過言ではない．よって，今後の研究が待たれるテーマである．

最後に，比喩によってどのような修辞的効果，詩的効果を与えられるかという問題もあまり研究は進んでおらず，いくつかの研究 (Utsumi, 2005; 内海 & 金井, 2007) が行われているくらいである．そこで得られている知見も非常に抽象度の高いものであり[3]，どのような目的を持って，どのような形式や内容の比喩を用いると，どのような効果が得られるのかを解明するまでには至っていない．レトリカルエージェントを設計する上で，今後の研究が不可欠である．

参考文献

Abe, K., Sakamoto, K., & Nakagawa, M. (2006). A computational model of the metaphor generation process. In *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2006)*, pp. 937–942.

Chiappe, D. & Chiappe, P. (2007). The role of working memory in metaphor production and comprehension. *Journal of Memory and Language*, *56*, 172–188.

Chiappe, D. & Kennedy, J. (1999). Aptness predicts preference for metaphors or similes, as well as recall bias. *Psychonomic Bulletin & Review*, *6*, 668–676.

Fainsilber, L. & Ortony, A. (1987). Metaphorical uses of language in the expression of emotions. *Metaphor and Symbolic Activity*, *2*(4), 239–250.

Glucksberg, S. & Haught, C. (2006). On the relation between metaphor and simile: When comparison fails. *Mind & Language*, *21*(3), 360–378.

Hussey, K. A. & Katz, A. N. (2006). Metaphor production in online conversation: Gender and friendship status. *Discourse Processes*, *42*(1), 75–98.

Katz, A. (1989). On choosing the vehicles of metaphors: Referential concreteness, semantic distances, and individual differences. *Journal of Memory and Language*, *28*, 486–499.

北田 純弥, 萩原 将文 (2001). 電子辞書を用いた比喩による文章作成支援システム．情報処理学会論文誌, *42*(5), 1232–1241.

Roncero, C., Kennedy, J., & Smyth, R. (2006). Similes on the Internet have explanations. *Psychononomic Bulletin & Review*, *13*(1), 74–77.

Shutova, E. (2015). Design and evaluation of metaphor processing systems. *Computational Linguistics*, *41*(4), 579–623.

Terai, A. & Nakagawa, M. (2009). A neural network model of metaphor generation with dynamic interaction. In *Proceedings of the 19th International Conference on Artificial Neural Networks*, pp. 779–788. Springer.

Utsumi, A. (2005). The role of feature emergence in metaphor appreciation. *Metaphor and Symbol*, *20*(3), 151–172.

内海 彰 (2013). 比喩理解への計算論的アプローチ―言語認知研究における計算モデルの役割―. 認知科学, *20*(2), 249–266.

内海 彰, 金井 明人 (2007). 認知修辞学の構想と射程. 認知科学, *14*(3), 236–252.

Utsumi, A. & Sakamoto, M. (2015). Discourse goals affect the process and product of nominal metaphor production. *Journal of Psycholinguistic Research*, *44*, 555–569.

Veale, T. & Hao, Y. (2007). Comprehending and generating apt metahors: A Web-driven, case-based approach to figurative language. In *Proceedings of the 22nd AAAI Conference of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI-07)*, pp. 1471–1476.

Veale, T. (2015). Unnatural selection: Seeing human intelligence in artificial creations. *Journal of Artificial General Intelligence*, *6*(1), 5–20.

Vinyals, O., Toshev, A., Bengio, S., & Erhan, D. (2015). Show and tell: A neural image caption generator. In *Proceedings of 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 3156–3164.

Williams-Whitney, D., Mio, J., & Whitney, P. (1992). Metaphor production in creative writing. *Journal of Psycholinguistic Research*, *21*(6), 497–509.

[2]Roncero et al. (2006) はインターネット上で用いられる隠喩と直喩を分析して，直喩のほうがその比喩的な意味を説明する文章が付加されやすいことを明らかにした．隠喩と直喩の効果や役割を考える上で興味深い知見である．

[3]例えば Utsumi (2005) では，理解しやすい比喩では，解釈が多様でその適切性が低い比喩ほど詩的効果が高まるのに対して，理解しにくい比喩では，その比喩の感情価が高い（美しく味わいのある比喩）ほどその詩的効果が高くなることが示されている．

ゲームのための自動生成機構 —物語自動生成ゲームの開発に向けて— Automatic Generation Mechanisms for Games: Toward Development of an Automatic Narrative Generation Game

小野淳平†，小方孝‡
Jumpei Ono, Takashi Ogata
†岩手県立大学大学院，‡岩手県立大学
Graduate School of Iwate Prefectural University, Iwate Prefectural University
g236m001@s.iwate-pu.ac.jp

Abstract
ゲーム，特にデジタルゲームはコンピュータの諸技術の発展に伴い急速に進化してきた．物語や人物の反応等，ゲーム内における要素は当初，開発側の手により作りこまれていたが，様々な工夫によって自動的に生成される事例も増加している．その中で筆者らは，ゲームの体験過程を通じて，物語が自動で生成されるゲームを提案した．本稿では，ゲームに関連する自動生成について紹介した後に，その物語自動生成ゲームついて述べる．

Keywords — Automatic Narrative Generation Game, Narrative Generation, Table-top Role Playing Game, Integrated Narrative Generation System

1. はじめに

昨今の日本では，小説や映画，漫画などの何らかの物語を伴った作品を，日本独自の強みとして世界に広げる動きがある．その中にはもちろんゲームも含まれており，2015 年 6 月 24 日から 8 月 31 日にかけて，国立新美術館にて，「ニッポンのマンガ＊アニメ＊ゲーム from 1989」展[1]が開催された．これは 1989 年から 2015 年までに日本で生み出された漫画，アニメーション，ゲームからいくつかの作品をピックアップし，映像表現技術の進化や，人々の受容形態の変化，また表現されている物語の内容を紹介している．

ゲームの多くは，特に昨今のゲームは，どのようなゲームジャンルであれ，ゲーム展開にストーリーを含んでいる．それらのストーリーは，ゲームユーザの選択による展開の多少の幅は存在するが，おおむね開発側が用意した筋書きに沿って展開するものも多い．しかしアナログゲームやデジタルゲームなど，電源を使うかどうかに関わらず，ゲームユーザが何度もゲームを楽しめるように，様々な要素を自動的に生成する仕組みの導入も試みられてきた．それは例えば，小さいものなら，名前や配置場所が決定する道具や洞窟の構造の変化，大きなものなら，登場人物の行動が変化やそれに伴ったストーリーの展開の流れの変化が挙げられる．

著者らが提案する物語自動生成ゲーム[2][3][4]は，ゲームユーザの入力・操作に基づき，登場人物や物，場所，時間といった要素を自動的に用意し，ストーリーを生成することを目的としたゲームである．このゲームはゲームの進行過程が物語生成そのものになっており，出来上がった物語は，それを一つの物語としてあるいは，物語の発想のもととして利用する．

本稿では，2 節で自動生成を行うゲームについて述べ，3 節で物語を作り出す既存のゲームについて触れ，4 節で著者らが提案している物語自動生成ゲームについて説明し，5 節をまとめとする．

2. 自動生成を行うゲームの紹介

アナログゲームではサイコロなどの乱数発生装置を利用して，一様でないゲーム展開を作り出すことが行われてきた．同様に，デジタルゲームでも現在に至るまでに様々な要素の自動生成が試みられてきた．ストーリー，登場人物が探索する場所，登場人物が手にする道具などである．これらはアナログゲームと同様に乱数のみを利用した方法も存在するが，デジタルゲームの強みとして，人工知能における諸技術やアルゴリズムの導入によって，物語に関わる諸要素の自動生成を行う多く試みられている．以降の小節で，その事例をいくつか挙げていく．

2.1 ストーリーの自動生成

デジタルゲームにおけるストーリーの自動生成は，“サブストーリーを作る”，“本筋のストーリーを作る”，を作るという二つが考えられる．前者は例えば，“○○を取って来てほしい”などのような単純な依頼を複数用意することで，ゲームの内容を途切れないようにする仕組みとして利用されている．後者は，ゲーム内容そのものを作り出すものであり，ゲーム作品によって

は作り出したストーリーに合わせて，ストーリーに必要な，登場人物，物，場所の何れかあるいは全てを同時に生成する．例えば，パソコンや Play Station 向けに販売されたゲームソフト「ティル・ナ・ノーグ」[1]は，ゲームユーザに合わせて世界全体の地図やシナリオ，登場人物，物等を自動的に生成する．次に研究事例に触れる．

The MUSE project は 3D による双方向のストーリーテリングを通して，目の前に実際のテキストを呼び起こす方法に関して，実験・開発・調査を行ったプロジェクトである．童話乃至は内科患者教育材料のような自然言語テキストを入力としており，システムは自然言語を処理して，登場人物や行動，その行動目的や周囲の世界を意味する形式的知識に入力を変換する．ユーザは 3D 映像やゲームによって再現されるテキストを通して，インタラクティブに物語に影響を与える事ができ，3D 空間でゲームを遊ぶことが可能になることを目指している．

以上のプロジェクトにおいて提案・開発されたシステムとして，医療現場，特に内科患者教育材料における登場人物たちの関係性から医療ドラマのような物語を生成するシステム[5]がある．システムはインタフェースを通して人物同士の関係性を変更する事が可能であり，それによって，3D 映像を生成する．登場人物はあらかじめ設定されており，舞台なども共通しているが，登場人物たちの会話や行動が変化していく．

The MUSE project の前身のプロジェクトである，*IRIS (Integrating Research in Interactive Storytelling)* はインタラクティブなストーリーテリングにおけるバーチャルな世界を開発するための優秀な仕組みを提供することを目的とする．このプロジェクトでは，シェークスピアの「ヴェニスの商人」に基づくインタラクティブなエンターテイメント・システムの開発を行っている[6][7]．Porteous らは，近年における新しいメディアとコンピュータゲームにおける技術の効果に対する強い関心をもっており，多くの既存のプロジェクトの概念から，このシステムは離れていることを主張している．また視覚による表現は，プロジェクトにおける他の研究へのビジュアル・プログラミング・アプローチにおいて利用される．

Connor [8]はテレビゲーム内容の進化は，開発者がテレビゲームにおいて利用されていない物語可能性を探り始めている点にあると述べている．Connor の“ゲーム・プロジェクト Mori”のゴールは，研究を通して感情的に挑発的なテレビゲームを作ることであり，ゲーム対ゲームユーザの“楽しみ”価値の感情的な影響を調査し，“Mori”へ導入した．

2.2 登場人物の自動生成

登場人物そのものを生成する場合も考えられるが，ここでは登場人物の行動を生成する例を挙げる．

大野らはゲームの世界を題材とした，物語生成モデルとして存在する OPIATE システムの動作の適切の検証を行った[9]．これはユーザが直接操作しない登場人物（Non Player Character: NPC）に行動目的を与え、その行動目的によって，物語のイベントが進行する．システムにおける物語の展開はプロップによる物語の構造論を元にしており，31 の機能および 7 種類の登場人物のタイプを利用している．上記の結果から，鴨崎は，さらに OPIATE システムにおける配役の問題点を指摘して，同システムの問題の改善を図った[10].

2.3 場所の自動生成

場所は広い範囲で言えば，大陸や海などを生成して架空の世界地図（*Polygonal Map Generation for Games* [2], *Elementerra 2* [3]等の Web 上で公開されているツールがある）や，狭い範囲で言えば住宅や洞窟などの構造を生成する例がある．特殊な事例では，音楽 CD からステージの演出を作り出す *iS internal section* [4]というシューティングゲーム（戦闘機のようなものを操作して，迫ってくる敵を撃ち落とすジャンルのゲーム）が販売された例もある．次に研究事例をいくつか挙げる．

意味論的な情報で住宅間取り図を生み出す新しいアプローチ[11]を提示している．階層的な情報（例えば、ディレクトリ構造と組織構造）に基づくグラフ図を作成するのに用いられたアルゴリズムを利用しており，間取り図生成に，内部の住宅構造の作成を可能としている．リアルタイムに間取り図を作成することに対して，柔軟性や単純さでこのアプローチは優れていると筆者は述べている．

[1]SystemSoft Alpha Corporation 開発 販売.
(http://www.ss-alpha.co.jp/products/tirnanog_consumer.html)

[2]Amit Patel,
http://www-cs-students.stanford.edu/~amitp/game-programming/polygon-map-generation/

[3]Cephalo, http://forums.elementalgame.com/405296

[4]「iS internal section」(1999). ポジトロン/スクウェア 販売, スクウェア（現スクウェア・エニックス） 開発.

長谷川らの研究は，ビデオゲームと現実の要素を結びつけた新しいゲームを提案している[12]. そのゲームは現実世界の風景を素材として切り取り，切り抜いた要素をゲームのオブジェクトとして出現させる．現実世界の情報はユーザが集めたマルチメディアコンテンツであり，元となるゲームはユーザが選択する任意のゲームである．実際にプラットフォームゲーム *Infonite Mario* をベースに，このシステムによる現実世界との融合事例を実装例として示している．

Hartsook [13]は，演繹的な未知の物語構造に基づいて新たなゲームを提供するアプローチを提示している．ストーリーの展開に合わせて，周辺に地域や町の構成などが自動で作られていくアルゴリズムである．

3. 「物語自動生成ゲーム」の紹介

物語を作ること自体がゲームの目的そのものになっているゲーム（ここでは「物語自動生成ゲーム」と呼ぶ）も存在する．筆者らが提案する物語自動生成ゲーム（本稿 4 節）も，ゲームの進行過程が物語生成となることをコンセプトとしている．このゲームは Table-talk Role Playing Game（TRPG）における物語の出来上がる過程をモデル化し利用している．この節では，物語を作ることを目的としたゲームについて触れ，また TRPG 及びそれに関連する研究について述べる．

3.1 物語を作ることを目的としたゲーム

アナログゲームにおいて，物語を作ることを目的としたゲームは，最終的には人間の想像力を利用するため，ある程度の枠組みを作り出す半自動的な仕組みと考えられる．例えば，カードに記述された絵と童話をモチーフとした単語から物語を作る *Once Upon a Times (3rd Edition)* [5]や 9 つのサイコロに描かれた絵で物語を作る *Rory's Story Cubes* [6]といったものが実際に販売されている．デジタルゲームでは *Elegy For a Dead World* [7]という，架空の惑星の上を旅することで見た光景から，ゲームユーザが物語を作り，他のゲームユーザとその物語を共有するゲームが存在する．上で述べた TRPG もアナログゲームではあるが，ゲームユーザどうしの対話によって進行するゲームであり，ゲームユーザがそれと意識せずとも，即興劇のように物語が出来上がる．3.2 節でその TRPG について詳しく説明する．

3.2 Table-talk Role Playing Game

TRPG とは，Game Master（GM）が用意した物語の枠組みにおいて，Player（PL）が登場人物となり，それぞれの役割を果たすアナログゲームである．GM 及び PL のそれぞれがゲームユーザとなる．登場人物の役割として行われる行為が場面の展開を帰結し，結果として一つの大きな物語が出来上がる．なお Table-talk Role Playing Game は和製英語であり，このゲームの発祥元では Table-top Role Playing Game などと呼称されている．

TRPG はゲイリー・ガイギャックスによって，作り出されたゲームである．彼が開発したゲームで最も古くそして, 有名な TRPG として *Dungeons & Dragons* があり，そこに登場する様々な種族や世界の雰囲気は J・R・R・トールキンが書いた「指輪物語」やそれに関連する作品を下敷きとしている．またデジタルゲームにおけるゲームジャンルの一つである Role Playing Game の元となったゲームである[14].

日本における TRPG の初期は，*Dungeons & Dragons* など海外で制作されたゲームシステムを出版社が翻訳したものが流通し，あるいはゲームユーザ自身が直接海外から取り寄せて翻訳することで遊ばれていた．その後，独自にゲームシステムを作り出す組織（グループ SNE など）によって，「ソード・ワールド」など国産の TRPG が流通するようになった．現在は，娯楽として TRPG を楽しむだけでなく，日本では教育やコミュニケーションのツールとして利用できないかという研究もなされており，例えば，対人コミュニケーションの手段としての側面に焦点宛てており，ゲームの進行が「うまいユーザ」が行っている事柄に対して共通的な特徴を見出し，それを一つの手法として利用を考える記事[15]の他，コミュニケーションツールとして TRPG の利用を提案し，高機能自閉症スペクトラム児を対象として，コミュニケーションに何らかの問題を抱えている場合においての有効性を示して事例[16], TRPG サークルに参加する ASD 大学生から語りからの分析した事例[17], TRPG による国語科コミュニケーション能力の開発の事例[18], 高巣は TRPG 自体の魅力とそれに惹きつけられる人物がどのような人物であるかの分析を行っている事例[19]も存在している．

TRPG が物語を作り出す点に注目した研究では，物語の参加者が登場人物の一人として参加するモデルとして

[5].「Once Upon a Times 3rd Edition」(2012), Lambert, R., Rilstone, A. and Wallis, J. 開発, Atlas Games 販売.

[6]「Rory's Story Cubes」(2002), The Creativity Hub 開発 販売.

[7]「Elegy For a Dead World」(2014), Dejobaan Games 開発 販売.

没入型のストーリーテリングのモデル[20]を提案されている. TRPG は語り手と聴き手がストーリー空間を共有し, インタラクティブにストーリーの進行を制御する例として挙げられている. 海外では, TRPG において人間が発揮する物語を作る力に注目した研究があり, TPRG における三種類のゲームを題材にし, “creativity” を検討した事例[21]が挙げられる.

4. 物語自動生成ゲームの概要

著者らが提案する物語自動生成ゲームは, 3.2 節で述べた TRPG における物語が出来上がる過程をモデル化し, 統合物語生成システム（Integrated Narrative Generation System: INGS）[22]をベースとして開発している. この節では, その物語自動生成ゲームについて, 既存の TRPG を題材としたゲームと比較し, またその構成について述べる.

4.1 TRPG を題材にしたゲームとの比較

TRPG をデジタルゲーム化した作品は, 現在も流通している. それは家庭用ゲーム機向けに販売された作品（「ロードス島戦記」[8], 「ナイトウィザード The VIDEO GAME ～Denial of the World～」[9], 「ゲームブック DS ソード・ワールド 2.0」[10]）だけでなく, パソコン向けに販売された作品（*Shadowrun Returns* [11]など）やオンラインゲームとして発表された作品（「ロードス島戦記オンライン」[12]等）が挙げられる. これらの作品は, TRPG の要素を含みつつも, 従来のデジタルゲームの形式に近いあるいはそのままのゲームであり, PL＝ゲームユーザ, GM＝ゲーム機（オンラインゲームであれば運営会社）という図式でゲームが進行すると考えられる.

この研究で提案する物語自動生成ゲームにおけるゲームユーザは図 1 のように, GM や PL と違ったレベルに位置する. 極端な例で言えば, ゲームユーザはゲームシステムを起動するだけの存在として成立する場合から, 従来のデジタルゲームの形式と同じように, PL や GM そのものとなる場合まで, 自由に変化することを想定している.

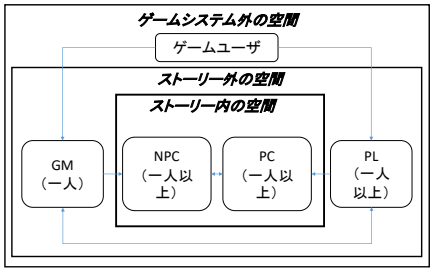


図 1 ゲームユーザの位置付け ([4]の図 1 を引用)

4.2 物語自動生成ゲームの処理過程

以下に物語自動生成ゲームにおける各処理過程の概要である.

4.2.1 Step.1 必須情報の準備

GM により, 世界設定と場面連鎖で構成された初期の物語／ストーリーが用意される. 世界設定は生成される物語において現れ得る人, 物, 場所, 時間に加え, それらに関する制約で構成される. 場面連鎖は複数の場面で構成された連なりであり, 初期は少数の場面で構成された骨組みである. 世界設定の内容は, INGS が持つ名詞概念や動詞概念を階層的に体系化して格納した概念辞書[23]の要素の抽出及び編集によって決定する.

4.2.2 Step.2 物語生成

GM が用意した場面連鎖（大まかな骨組み）に対して, PL と GM の相互やり取りに基づいた, 骨組みの肉付けと展開を行う. そのやり取りでは, 大きなレベルでは, GM がによる場面の提示と, PL による場面の提案のサイクルがあり, 細かいレベルでは GM による PL への場面の描写及び説明と, それに対する PL の反応のサイクルがある. 個々の事象の生成は, INGS のストーリー生成機構が持つ事象生成及び状態生成の機能を利用する.

4.2.3 Step.3 結果出力

ゲーム終了後, 生成過程で提示された場面をまとめて一つのテクストとして出力する. また Step.2 を通して動的に変化した世界設定を保存する. TRPG では, 実際のゲームのプレイ結果を記録し, 一つの物語として編集されて出版（リプレイと呼ばれる書籍形体）さ

[8]「ロードス島戦記」(1995). ハミングバードソフト 開発, 角川書店 販売. (スーパーファミコン)
[9]「ナイトウィザード The VIDEO GAME ～Denial of the World～」(2008). 5pb. 開発 販売. (Play Station 2)
[10]「ゲームブック DS ソード・ワールド 2.0」(2009). 日本アートメディア株式会社 開発, 株式会社ブロッコリー 販売. (Nintendo DS)
[11]「Shadowrun Returns」(2013). Harebrained Schemes LLC 開発 販売. (パソコン)
[12]「ロードス島戦記オンライン」(2016). L&K Logic Korea 開発.

れることや，さらにそこから小説やゲーム，アニメなどに再編集するなどが行われおり，このゲームも最終的な出力結果をそのような形で利用することを考えている．図 2 は各 Step における世界設定及び場面連鎖の内容に関して示している．Step.1 世界設定及び場面連鎖は，GM や PL の操作によって，特定の状態に定まった形となる．Step.2 は，Step.1 における世界設定及び場面連鎖が動的に変化し，Step.3 では Step.2 の変化から，それらが再び特定の状態に定まる．この時の世界設定は，次の生成における初期値として利用可能である．場面連鎖の最終状態はストーリーであり，これを一つの作品として楽しむ，あるいは編集し別の作品として利用すること等を想定する．

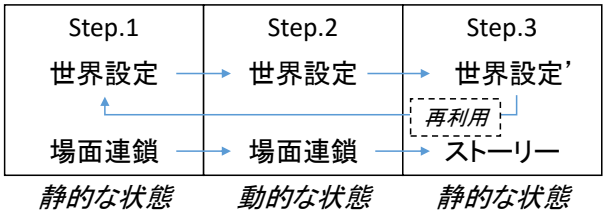


図 2　世界設定及び場面連鎖 ([4]の図 2 より引用)

4.3 物語自動生成ゲームの利用

4.2.3 節でも述べたように，この研究で提案しているゲームは，その最終結果を一つの作品として，あるいは作品のもととして利用することを考えている．ゲームユーザから見たゲームとしての楽しさは，GM として見れば，思い付きの骨組みから何らかのストーリーを得ることが可能であると考えられ，PL として見れば，常に変化する物語を体験することが可能である．あるいはゲームユーザとしてほぼ介入しない場合は，繰り返し動的に変化する世界設定や生成されるストーリーから，ある場合におけるシミュレーションを行うことができる．

また，デジタルゲームとしての利用の一例として，ゲーミフィケーション[24]が挙げられる．これはある物事に対して，それを成すための一連の作業に点数を導入し競い合うなど，ゲームのような形式を加えることで，作業に対する動機づけを行う方法である．そのように，“物語を作る”という行為に対して，本稿で提案するゲームが影響を与えることが考えられる．

5.　まとめ

本稿では，アナログ，デジタルを問わず，また流通されたものから研究の範囲のものまで，ゲームにおける様々な要素の自動生成について触れた．それらの生成はサイコロを振って，出た目に応じた表の項目を参照するような単純なものから，何らかのアルゴリズムに基づいた構造の決定，登場人物どうしの関係性から人物の行動を決定するまで，様々な項目に関して，多様な方法が研究あるいは実現されている．著者らが提案した物語自動生成ゲームは，TRPG における物語の生成過程をモデル化し，登場人物，場所，物，時間及びストーリーの面で自動生成を行う．今後は実例やほかの研究などと比較し，あるいは援用しながら，物語自動生成ゲームの完成を目指したい．

参考文献

[1] メディア・アート国際化推進委員会(編), (2015). ニッポンのマンガ＊アニメ＊ゲーム from 1989, 国書刊行会.
[2] Ono, J. and Ogata, T., (2016). Architecture of a Narrative Generation System based on a TRPG Model: The Use of an Integrated Narrative Generation System for Knowledge Acquisition (Preliminary Version), Bulletin of Networking, Computing, Systems, and Software, 5(1), 40-48.
[3] 小野淳平, 小方孝, (2016). TRPG 方式に基づく物語自動生成ゲームにおける場面連鎖拡張機構の試作, 人工知能学会全国大会（第 30 回）予稿集, 1K4-OS-06a-6.
[4] 小野淳平, 小方孝, (2016). 世界設定を変化させることによる複数ストーリーの生成, 日本デジタルゲーム学会 2016 年夏季研究発表大会 予稿集 (in printing).
[5] Porteous, J., Charles F. and Cavazza, M., (2015). Using Social Relationships to Control Narrative Generation, Proc. of the 29th AAAI Conference on Artificial Intelligence, Virtual Agents Demos.
[6] Porteous, J., Lindsay, A., Read, J., Truran, M. and Cavazza, M., (2015). Automated Extension of Narrative Planning Domains with Antonymic Operators, Proc. of the 14th International Conference on Autonomous Agents and Multi agent Systems.
[7] Gilroy, S., Porteous, J., Charles, F. and Cavazza. M., (2014). Interactive Storytelling with Physiological Input. In Proceedings of the 17th International Conference on Intelligent User Interfaces, 333-334.
[8] Connor, G., (2015). Making Mori: Emotional Depth and the Art of Video Games, Electronic Thesis or Dissertation. Ohio University, 2014. Ohio LINK Electronic Theses and Dissertations Center. 30.
[9] 大野陽介, 鴨崎真直, ラック・ターウォンマット, (2006). 物語生成システムにおける感情を持った NPC の動作の適切さの検証, 情報処理学会研究報告. エンタテインメントコンピューティング, 2006(134), 25-30.
[10] 鴨崎真直, 大野陽介, ラック・ターウォンマット, (2008). 物語生成システムにおける動作への感情を考慮するキャラクタの配役とその効果, ゲーム学会誌, 2(1), 36-42.
[11] Marson, F. and Musse, S. R.., (2010). Automatic Real-Time Generation of Floor Plans Based on Squarified Treemaps Algorithm International Journal of Computer Games Technology 2010, Article ID 624817 (http://dx.doi.org/10.1155/2010/624817).
[12] 長谷川健, 橋山智訓, 市野順子, 田野俊一, (2013). 実世界データでビデオゲームを楽しむ方法の提案, 第29回ファ

ジィシステムシンポジウム, 681-686.
[13] Hartsook, K., Zook, A., Das, S. and Riedl, M. O., (2011). Toward Supporting Stories with Procedurally Generated Game Worlds, Computational Intelligence and Game, 297-304.
[14] 多根清史, (2011). 教養としてのゲーム史, 筑摩書房.
[15] 伏見健二, (2008). バイスティックの RPG 対人援助技術のフィードバック, つぎはぎだより, つぎはぎ本舗, 3, 88-91.
[16] 加藤浩平, 藤野博, 糸井岳史, 米田衆介, (2012). 高機能自閉症スペクトラム児の小集団におけるコミュニケーション支援: テーブルトークロールプレイングゲーム(TRPG)の有効性について, コミュニケーション障害学, 29(1), 9-17.
[17] 加藤浩平, 藤野博, (2015). TRPGサークルに参加するASD大学生の語りの分析 : 余暇活動を通したコミュニケーション支援の観点から, 東京学芸大学紀要. 総合教育科学系, 66(2), .333-339.
[18] 浪崎智哉, (2006). TRPG による国語科コミュニケーション能力の開発, 国語国文研究と教育, 43, 39-55.
[19] 高巣葉子, (2006). どのような人が TRPG に惹きつけられるのか~時間・場所的制約の厳しい遊びである TRPG がそれでも人を惹きつける要素は何なのか?, 筑波大学学位論文.
[20] 星野准一, (2004). ストーリーテリングと AI, 人工知能学会誌, 19(1), 29-34.
[21] Bergström, K., (2012). Creativity Rules. How Rules Impact Player Creativity in Three Tabletop Role-Playing Games, International Journal of Role-Playing, 3, 4-17.
[22] Ogata, T., (2016). Computational and Cognitive Approaches to Narratology from the Perspective of Narrative Generation Ogata, T. & Akimoto, T., (Eds.), Computational and Cognitive Approaches to Narratology, IGI Global, 1-74.
[23] Ogata, T., (2015). Building Conceptual Dictionaries for an Integrated Narrative Generation System, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, 270-284.
[24] ゲイブ・ジカーマン, ジョスリン・リンダー(著), 田中幸(訳), 株式会社ゆめみ(監修), (2014). ゲーミフィケーションは何の役に立つのか 事例から学ぶおもてなしのメカニクス, ソフトバンククリエイティブ.

クリエイターと消費者の共創に基づく広告映像制作支援システム
A Commercial Film Production Support System (CFPSS) Based on the Co-Creation between Creator and Consumer

川村 洋次
Yoji Kawamura

近畿大学
Kindai University
kawamura@bus.kindai.ac.jp

Abstract

This article shows the concept of the Commercial Film Production Support System (CFPSS), and presents the role of CFPSS, creator and consumer firstly. Second the contents and their evaluations of generated commercial films based on the co-creation between creator and consumer are shown, through the viewing experiments with CFPSS. Finally, the creative know-hows are extracted based on the results of the viewing experiments.

Keywords — Commercial Film, Product Support, Co-Creation, Creator, Consumer

1. はじめに

筆者は，クリエイターによる広告映像制作，クリエイターとマーケターによる共同制作，さらには，広告会社と消費者・生活者による共同制作等を，映像修辞に基づいて支援する情報システム（CFPSS，図 1）を構築することを目指している[1][2][3][4][5]．情報システムは，映像データベースを具備し，映像修辞処理に基づき広告映像を検索・生成するデータベースシステムである．

本稿では，クリエイターと消費者の共創に基づく広告映像制作支援システムの概念を紹介し，CFPSS，クリエイター及び消費者の役割を整理する．そして，視聴実験を通じて制作された広告映像とその評価について考察し，広告映像の制作ノウハウを抽出する．

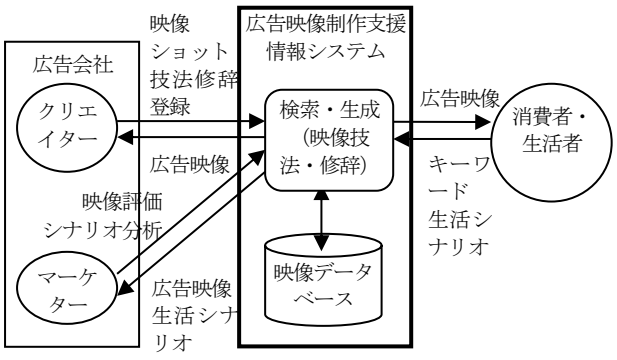


図 1　広告映像制作支援システム（CFPSS）の概念

2. CFPSS・クリエイター・消費者の役割

CFPSS は，クリエイターと消費者との共創により広告映像を制作するシステムである．CFPSS は，クリエイターが用意した商品に関わる様々な映像ショットを格納し，広告ストーリーや編集技法の大枠（テンプレート）を基に，消費者のキーワードや文章の入力に対応して，様々な広告映像を制作する．広告ストーリーの核となるのは，単純な物語原型（「消費者が何らかの状況に置かれ（消費状況），商品と出会い（商品機能），商品を受容し（商品受容），効果を感じる（消費効果）．」）である．CFPSS は，物語原型を基にして，テーマ（広告コンセプト，演出要素（表現要素：空間的特徴，時間的特徴，人物的特徴，物的特徴，雰囲気）に関わるキーワードや文章に合わせて，映像ショットを映像データベースから抽出し，ストーリーボードに映像ショットを並べ，（必要があれば時間順序を入れ替えて）再生する．

クリエイターは，CFPSS が機能するためのシステム環境を整え，広告映像を制作するための広告ストーリーと編集技法を設定する．例えば，映像データベースの映像ショットのバリエーションを増やし，映像ショットにインデックスを付加してデータベース化する．入力されたキーワードを基に検索する際の検索ルール（フィルター）を設定する．広告ストーリー（提供者ストーリー型，消費者ストーリー型，イメージ型，全体型）や編集技法（時系列型，商品機能挿入型，消費効果挿入型）のショット順序のルールを設定する．

消費者は，興味を持つキーワードや文章（エピソード，日記，生活シナリオ）を入力し，制作された広告映像を視聴し，評価する．評価については，広告映像に対する興味度合，興味を持ったところ，購買意欲度合，購買意欲がそそられたところ，消費の頻度などを回答する．

3. 開発したCFPSS

現在，映像データベースとして整備したキーワードの主なものを表1に示す．商品ジャンルはビールである．映像ショットとして，合計1,450種類（消費状況870，商品機能290，商品受容145，消費効果145）のショットを格納している．また，撮影方法として固定とズーム，ショット時間を1.5秒と3秒を備えることから，映像ショットの合計数は5,800ショットである．

CFPSSは，消費者のキーワードや文章の入力に対応して，広告映像を構成する映像ショットを映像データベースから抽出する．現時点においては，クリエイターが設定する映像ショットのインデックスの単語群と消費者が入力するクエリー（キーワードあるいは文章を形態素解析により分かち書きした単語群）の合致度合で抽出の優先順位を設定している．

表1 映像データベースのキーワード

区分	キーワード
テーマ・一言・要約	旅行，暮らし，自然，孤独，食
空間的特徴	家，屋外，風景，海，公園，寺社，青空，砂浜，緑，芝生，イタリア，ハワイ
時間的特徴	朝，お盆，成人，夏
人物特徴	乾杯，飲む，女，男，白，黒，水着，Tシャツ，二人，一緒，２０代
物特徴	ビール，黄色，泡，木，ヤシ
雰囲気	笑顔，真剣，明るい，暗い，楽しい，嬉しい，和やか，穏やか，爽やか，美味しい，幸せ

4. 視聴実験結果

ここでは，CFPSSを活用した基本的な視聴実験として，映像データベースのキーワードを消費者が入力し，それに基づいて広告映像を制作して消費者に提供し，それらの広告映像を評価する実験を行った．

①演出技法に関する視聴実験

演出技法に関わる設定（テーマ・演出要素に関わる165種類のキーワード，カメラの固定とズーム）の入力を基に，それに基づく新規広告映像作品を被験者6人（高頻度消費3人，低頻度消費3人）に提供し，それに対する評価（興味度合，購買意欲度合）を収集した．そして，演出技法の操作に対する効果の分析を行なった．なお，ショット秒数は3秒である．

キーワード・消費頻度別興味度合を図2に示す．全体として「爽やか」「青空」「海」の興味度合が高く，「男」「笑顔」の興味度合が低かった．高頻度消費の被験者は「暗い」「美味」「お盆」が低頻度消費の被験者より興味度合が高く，低頻度消費は「食」「白」が高頻度消費より興味度合が高かった．

興味度合が高く，高頻度消費者と低頻度消費者の興味度合の差が異なるキーワード（「美味」：高頻度大・低頻度小，「海」：高頻度小・低頻度大）のストーリーボードを図3と図4に示す．

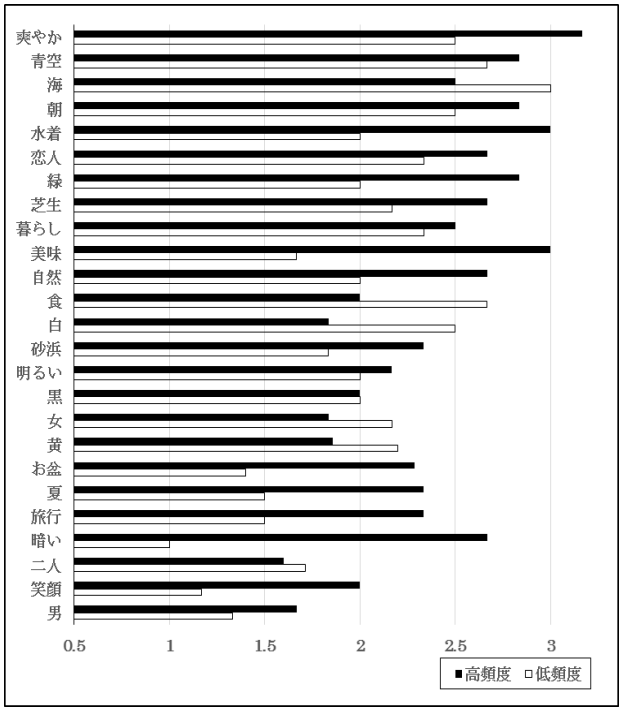


図2 キーワード・消費頻度別興味度合



図3 キーワード「美味」のストーリーボード



図4 キーワード「海」のストーリーボード

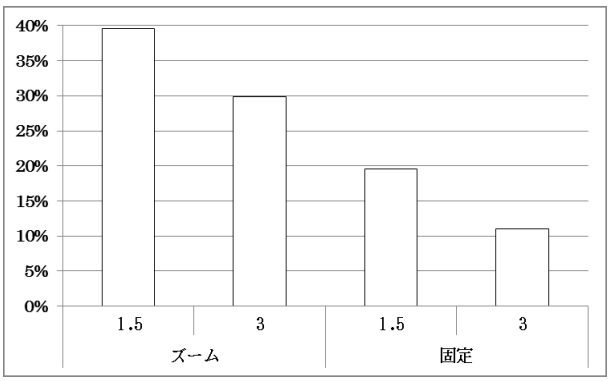


図 5　カメラとショット秒数の最良パターン

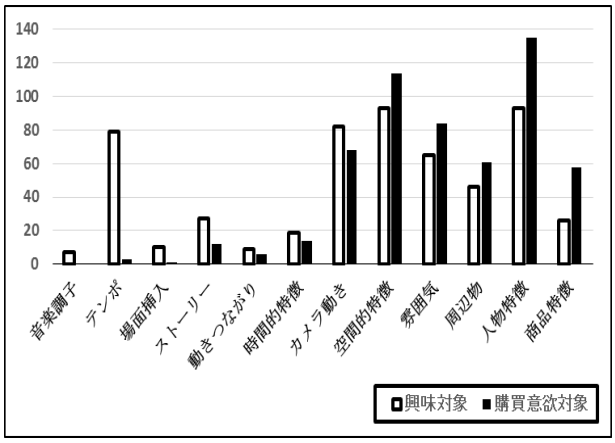


図 6　興味・購買意欲要因の件数

②映像修辞（演出技法と編集技法の組み合わせ）に関する視聴実験

演出技法に関わる設定（88 種類のキーワード，カメラの固定とズーム）と編集技法に関わる設定（2 種類のショット秒数［1.5 秒，3 秒］）の入力を基に，それに基づく新規広告映像作品を被験者 9 人（高頻度消費 5 人，低頻度消費 4 人）に提供し，それに対する評価（興味度合，購買意欲度合）を収集した．また，1 種類のキーワード入力設定毎にカメラ動きとショット秒数の最良パターンの映像，最良パターンの映像の理由（興味を持ったところ，購買意欲がそそられたところ）を収集した．そして，演出技法と編集技法を組み合わせた映像修辞の操作に対する効果の分析を行なった．カメラ動きとショット秒数の最良パターンの件数の割合を図 5 に示す．1.5 秒のズームによる映像を最良とした割合が一番大きく約 40%，次いで，3 秒のズームが約 30%，1.5 秒の固定が約 20%，3 秒の固定が約 11%であった．

興味と購買意欲の理由（自由記述回答）の内容の分類を行い，最良パターンの映像（カメラ動き，ショット秒数）と興味・購買意欲要因との関係を集計すると，1.5 秒のズームによる映像は，他のパターンの映像より，空間的特徴（屋外，海，青空，風景），時間的特徴（夏），商品特徴（泡），人物特徴（おいしそう，飲む，笑顔），全体効果（楽しそう）が購買意欲につながる傾向があることが明らかになった．

最良パターンの映像の興味・購買意欲要因の件数集計を図 6 に示す．「テンポ」「ストーリー」「時間的特徴」「カメラ動き」は，購買意欲要因より興味要因の件数が多く，興味を抱く時に注目される．一方，「空間的特徴」「雰囲気」「周辺物」「人物特徴」「商品特徴」は，興味要因より購買意欲要因の件数が多く，購買意欲を持つ時に注目される傾向がある．

5.　まとめ

視聴実験では，被験者に様々なキーワードを入力させ，それらに基づいて制作された広告映像の評価を行った．商品の消費頻度により興味を持つテーマ（コンセプト）が異なること，カメラ動きとショット秒数の最良パターン，興味を抱く時に注目される要因と購買意欲を持つ時に注目される要因，を分析により明らかにした．視聴実験を通じて，制作ノウハウを抽出できたことは成果であると考える．

今後は被験者の評価を基に CFPSS が提供する広告映像を変化させ，クリエイターと被験者のコラボレーションにより，被験者の嗜好を取り込み，被験者にとって共感できるような広告映像を共創するような仕組みを考えてゆきたいと思う．

また，今回はビールを商品とした視聴実験を行ったが，他の商品カテゴリーについても網羅的に視聴実験を進め，より詳細なノウハウを抽出することにも注力したい．

謝辞

本研究は，科学研究費補助金基盤研究（C）の「映像修辞に基づく広告映像制作支援情報システムに関する研究」（課題番号：22500102）による研究助成を受けている．

参考文献

[1] 川村洋次，（2004）“広告映像の修辞の分析－広告映像制作支援情報システムの構築に向けて－”，広告科学，No.45, pp. 122-139.
[2] 川村洋次，（2007）“広告映像の技法・修辞と効果に関する研究”，認知科学, Vol.14, No.3, pp. 409-423.
[3] 川村洋次，（2009）“広告映像の内容技法と編集技法の分

析－広告映像制作支援情報システムの構築に向けて－”, 広告科学, No.50, pp. 16-32.
[4] 川村洋次, (2013)“広告映像における演出技法の視聴実験”, 文学と認知・コンピュータ研究会Ⅱ（LCCⅡ）第30回定例研究会予稿集, pp. 30G-04-1-5.
[5] Kawamura, Yoji, (2016) “An Attempt of the Commercial Film Production Support System Based on the Image Rhetoric of Commercial Film”, Computational and Cognitive Approaches to Narratology, pp. 117-138.

「インサイト（創造的瞬間）」の促進と「デザイン思考」の効果
The effect of “Design Thinking” for Insight

廣田章光‡
Akimitsu Hirota
Professor, Doctor of Commerce Science
‡近畿大学　経営学部　商学科
KINDAI University (Osaka Japan)
Faculty of Business Administration
akhirota@bus.kindai.ac.jp

Abstract
**This paper has the objective is to discuss the relation to “design thinking” and to create the insight.
This paper show the factors of create the insight in the elements of “design thinking” program
These factors will find the factor to manage the insight**

Keywords
design thinking, insight, value creation, creativity, d.school

概要
本研究は、デザイン思考のプログラムの特性を確認することを通じて、インサイト（創造的瞬間（石井2009））を促進する手がかりについて考察を行う。デザイン思考とは、北欧の教育システム、イリノイ大学、スタンフォード大学などが創造性促進プログラムとして確立しつつある思考法である。
スタンフォード大学のそれは、５つのステップ、チーム思考、ビジュアル思考、拡散・収束思考として特徴づけられる（Brown 2009、廣田2016、廣田・横田2016）。本研究ではこれらの特徴と、インサイト（創造的瞬間）との関係について行った予備的考察を行う。

1.　はじめに
デザイン思考とは、市場を創造できるエンジニアを育成することを目的に、スタンフォード大学のメカニカルエンジニアリングが体系化したものである。北欧の創造性教育、日本の集団による知識創造の仕組みに加えて、経営管理、心理学などがベースになっている。近年、シリコンバレーに拠点を構えるデザイン・コンサルタント会社の IDEO や、スタンフォード大学 d.school、イリノイ工科大学などの活動によって注目度が増してきた。我が国でもデザイン・シンキンの実践と共に、日立製作所、三菱重工はじめ多くの企業での採用が紹介されている（日経デザイン 2014、宮澤 2015）海外では、ＩＢＭ，コカコーラ、Ｐ＆Ｇ，ＳＡＰ、ＧＥヘルスケアなどがデザイン思考を全社的に導入していることはよく知られている(PDMA annual conference 2015)。これらの起業の特徴は、グローバル展開を積極的に進めていること、さらに市場創造に向けて標準化と適応化を組み合わせていることにある。未知の地域、顧客においては不透明性が常につきまとう。彼らは従来の成功例が通用するかどうか判断できない状況の中、現地において社内資源、現地資源を組合せ新たな顧客を創造することを実現する必要がある。そのような状況において、現地の人々をよく理解すること、その理解を行動しながら行うことが必要となる。いわゆる試行錯誤である。

本研究では、デザイン思考のプログラムの特性を確認することを通じて、創造性を促進する手がかりについて考察を行う。

2.　デザイン思考
■デザイン思考の概要
スタンフォード大学のデザイン思考プログラムは、大きく主に機械工学科（メカニカルエンジニアリング）向けに運用されているプログラムと、d.school と呼ばれる学内の他学部学生も参加するプログラムが存在する。
d.school は IDEO の共同創業者の１人でもある、デビッド・ケリーらがＳＡＰの共同創業者であるハッソ・プラットナーの資金支援のもと、スタンフォード大学メカニカルエンジニアの教員、スタッフと共に設立した。現在も IDEO とスタンフォード大学 d.school、メカニカルエンジニアリングは密接な関係にあり、デザイン思考プログラムを発展させている。d.school の各プログラムは、プロジェクトベースで、デザイン思考を具体的な課題発見と解決を通じて体得していく。例えば、アフリカの飲料水問題を解決する事業をデザインする、米国小学生の食事環境をデザインする、新たなコンセプトの病院をデザインする、2025 年のスタンフォード大学をデザインするなどのテーマに取り組む。d.school で学んだ学生は学内、そして社会で創造的な活動を行う場合の共通言語として機能している。シリコンバレーでは、日常的にデザイン思考をベースにしたワークショップが開催できるのも、彼等が基本的なスキルとしてデザイン思考を身につけているからである。

■デザイン思考が注目される背景

デザイン思考が注目されている背景には、社会、企業を取り巻く環境の変化がある。従来の思考、行動に変わるその変化に対応したイノベーションの必要性についての高まりがある（経済産業省　2015）。我が国のビジネス環境は大きく変化している。超高齢化社会と呼ばれる世界各国が経験したことがない規模とスピードによって高齢化が進展している。情報化の進展も急である。高速に大量の情報が社会で共有される環境は、従来の情報の発信者と受信者の枠組みに大きな変化をもたらしている。情報化は同時にグローバル化と連動している。全世界の情報格差は縮小しそれに伴い事業機会は海外、それは先進国のみならず発展途上国まで拡大している。このような事業環境の変化は、従来とは異質の課題に直面することになる。課題が明らである場合はまだ良い方だ。課題すら捉えきれないような状況にも直面することになる。このような状況においては、従来の思考枠組みでは、課題すら捉えることができない、あるいは課題が捉えられても、有効な解決を提示できない状況に陥る可能性がある。このような、不確実、不透明の中に可能性を見出し、新たなイノベーションに結びつけるには試行錯誤が伴う。

■インサイト（創造的瞬間）と仮説思考

経験をもとに仮説を立案し、仮説をデータによって検証する。市場のニーズを確定し戦略を立案する仮説検証型の行動を取り入れた経営を「実証主義的経営」と呼ぶ。実証主義的経営は、市場志向の経営であり、優れた行動である。しかし万能ではない。ニーズが多様化し、環境の不確実性が増す状況においては、実証主義的経営では捉えきれない市場が生まれてくる（石井　2009）。その限界の1つとして、石井（2009）は、見えない何かを見通す力が軽視されることをあげる。新たな市場を切り開く場面の主体者の経験には、新たな切り口が見えた瞬間があると言う。そしてそのような、創造的瞬間は「ビジネスインサイト」と呼ばれる（石井　2009）。

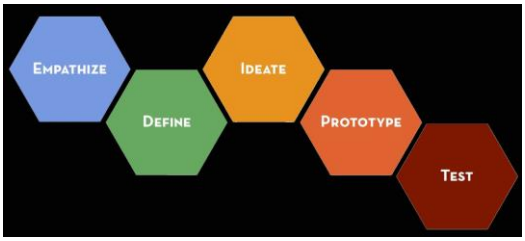
この創造的瞬間は、従来の延長線上とは異なる可能性を発見する上で重要な役割を果たす。イノベーションは既存の要素の組合せであり（シュムペーター　1926）、この組合せの新しさがイノベーションにつながる。組合せの新しさの実現には、直感が重要な役割を果たすことが近年指摘されている（ダガン2007、石井　2009、水越2014）。直感には、戦略的直感と専門的直感が存在する（ダガン　2007）。既知の領域で問題をパターン化して処理する時に発揮されるのが、専門的直感である。一方、未知の領域では従来のパターンにあてはまらないため、時間をかけて最適解を長期間かけて探索する。ここで発揮されるのが、戦略的直感である。ここでは従来にない組合せが生まれる可能性が高い（ダガン　2007）。デザイン思考は戦略的直感を活かす思考法であり、従来のマーケティング発想は専門的直感を活かす思考法であると言える。ダガン（2007）は、2つの直感は個々の人々が有していると指摘する。デザイン思考、マーケティング発想を組み合わせることにより、人の持つ能力を引き出すことにつながる。

■5つのステップ

デザイン思考では、デザイナーではない人々がデザイナーの思考を活用し、日常的に試行錯誤をうまく行うためのプロセスが示されている。このプロセスは図１に示すような５つのステップに区分される。５つのステップは、エンファサイズ（共感）、ディファイン（課題定義）、アイディエイト（課題解決）、プロトタイプ（試作）、テスト（検証）である。エンファサイズはニーズを発見するステップである。このステップだけでニーズを発見することを負わせないところが、デザイン思考の特徴でもある。ニーズの発見は、インサイトに依存する。つまり事実の中から有益な情報に気づき、その情報に顧客ニーズにつながる意味を見出す、ニーズの解決につながるアイディア、アイディアを実現する具体的方法を生み出す創造的活動が必要となる。

デザイン思考は、このようなインサイトは、5つのステップの様々な場面で発生するようにプログラムが設定されている。

例えば、エンファサイズ（共感）のステップでは、現場での観察（狭義の観察に加えて、聞き取りを行う、体験することが含まれる）。また、ディファインの場面では、エンファサイズにおいて発見された多様なインサイトから有線順位づけ、あるいは相互の組合せの中から有望なニーズを設定する。ニーズを解決するアイディアを生み出すアイディエイトのステップでは、効果、実現可能性、収益性の観点から多様な可能性を探る必要がある。デザイン思考の特徴の一つである、プロトタイプでは、実際に手元にある素材を組み合わせて現物化を通じた現実化を行う。最後はプロトタイプを使ったテストである。



出所：http://dschool.stanford.edu/

４．デザイン思考とインサイト（創造的瞬間）

■デザイン思考の構造と考察の枠組み

デザイン思考は、デザイナーではない人々、例えば、ビジネスパーソン、エンジニアなどがデザイナーの思考を活用し、日常的に試行錯誤をうまく行うためのプログラムである。そして「早く失敗し早く学ぶ」ことを通じて、新たな市場の手がかりとなる顧客を理解する。その手がかりは、活動の中で生まれるインサイト（創造的瞬間）にある。先の５つのステップにおいて、どの段階でもインサイト（創造的瞬間）が生まれる可能性がある。従来型のアプローチと比較すると、インサイトが生まれやすくなる

と考えられる。

本研究では、デザイン思考の特性を調査し、実際に活用することを通じて、以下の4つの思考特徴を抽出した。

①ビジュアル思考
②チーム思考
③拡散と収束思考
④対象顧客の選択

次に、この４つの特徴について、その概要を確認し、インサイト（創造的瞬間）の関係について考察を行う。

■ビジュアル思考

ビジュアル思考である。ビジュアル思考とは、表現、コミュニケーションに視覚的表現を積極的に用いることである。ここで言う視覚的表現とは5つのステップにも含まれるプロトタイプに加え、イラスト、写真、動画、マインド・マップ、ストリーボードを指す。ビジュアルは言葉、数字では難しい機能的要素と感情的要素を同時に表現できる特徴を持っている（ブラウン 2009） 。この特性を活かして試行錯誤における頭の中にある複雑かつ曖昧な情報の表現とその共有を促進する。この表現の多様性によって共有が促進され、インサイト（創造的瞬間）の促進につながる可能性がある。

■チーム思考

チーム思考である。デザイン思考ではチームによって活動を行う特徴がある。チームの編成は専門の異なるメンバー、問題発見・解決の能力の異なるメンバーによって編成される。例えば、医学、電気工学、マーケティングを専門とするメンバーの組合せや、調査に関する能力、プロトタイプとして形にする能力、全体のとりまとめ能力の組合せによってチームを編成する。同じ現場において同じ事実に直面しても異なる専門知識や能力を持つメンバーでは、気づく内容に違いが生まれる。この気づきの多様性が新たなインサイト（創造的瞬間）の促進につながる可能性がある。

■拡散・収束の思考

一般にビジネスの日常業務は収束的思考が求められる。既知の顧客に対する課題を発見しその解決に向け具体的製品、サービスとして収束させる。一方、新規事業、スタートアップでは、潜在顧客の発見と課題を広く探索する必要がある。また課題の解決には従来の延長線上にないアイディアが求められる。この場合に必要となるのが従来の思考から離れ、多様な視点を提示する拡散思考である。

一般にビジネスの日常業務は「収束思考」が求められる。特定の顧客の課題を発見しその課題を解決する製品、サービスを開発する。課題を特定化しその解決に向けた１つの具体的製品、サービスとして収束させる。一方、市場創造を目的とする場合では、課題の発見することが求められる。同時に新たな課題の解決には、従来の延長線上にはない新たなアイディアが求められる。この場合に必要となるのが「拡散思考」である。デザイン思考では、場面に応じて、拡散と収束を切り替えながら新たな課題発見、価値創造、そして具体的な製品・サービス、事業モデルへの実現に結びつける。意図的に拡散モードを組み込むことがインサイト（創造的瞬間）の促進につながる可能性がある。

■対象顧客の選択

戦略的直感を導くため、デザイン思考では、取り組む対象は、エクストリーム・ユーザーである。エクストリーム・ユーザーとは、既存の製品、サービスが対象としてない、それらでは充分な満足を提供できない人々を対象とする。例えば、経済水準が低い地域や子供や障碍を有する人々もそれにあたる。あえて既存の思考枠組みが使用できない対象を選択することによって。マインド・セットを引き出し、新たな思考枠組みの創造が生まれ易い状況をつくり出すのである。)（ダガン 2007 p.4）

従来のマーケティングアプローチを、顧客満足を中心としたアプローチとすると、デザイン思考は、顧客創造型のアプローチとして位置づけられる。顧客満足型のアプローチの中心は STP を中心とした行動を展開する。既存の顧客を細分化し、その中から標的顧客（メインストリーム・ユーザー）を選定し、標的顧客に対する意味のある差を生む出すことが求められる。そのため顧客満足型のアプローチは、ボリュームのある社会の中心的な顧客が対象となる。デザイン思考では、既存顧客の中でも小規模あるいは非顧客を対象とするアプローチである。

顧客満足型のアプローチは、既存の顧客すなわち見えている顧客に対する方法である。一方、不透明、不確実性が増した多様な社会においては、既存の顧客以外にも新たな市場の可能性を探る方法が求められる。その場合の対象選定がインサイト（創造的瞬間）に促進につながる可能性がある。

参考文献

[1] 石井淳蔵 (2009)、『ビジネスインサイト』、岩波新書。
[2] 石井淳蔵（2014)、『寄り添う力』、碩学舎。
[3] 経済産業省(2015)「国際競争力強化のためのデザイン思考を活用した経営実態調査」、経済産業省。
[4] 廣田章光・横田浩一（2016)、「早わかりマーケティング新潮流　デザイン思考（1）　」、日経消費インサイト　2016年2月、日本経済新聞社。
[5] 廣田章光・横田浩一（2016)、「早わかりマーケティング新潮流　デザイン思考（2）　」、日経消費インサイト　2016年2月、日本経済新聞社。
[6] 廣田章光・横田浩一（2016)、「早わかりマーケティング新潮流　デザイン思考（3）　」、日経消費インサイト　2016年2月、日本経済新聞社。
[7] 廣田章光(2016)、「デザイン思考が注目される理由」、B to B コミュニケーション　第 48 巻　第 2 号、日本 B to B 広告協会。
[8] 廣田章光(2016)、「デザイン思考の５ステップとエク

ストリーム・ユーザー」、B to B コミュニケーション 第 48 巻　第 2 号、日本 B to B 広告協会。
[9] 廣田章光(2016)、「デザイン思考の進め方」、B to B コミュニケーション　第 48 巻　第 2 号、日本 B to B 広告協会。
[10] Braown,Tim (2009),Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation、HarperBusiness.
[11] Butler,David and Linda Tischler (2015) ,Design to Grow: How Coca-Cola Learned to Combine Scale and Agility (and How You Can Too),Simon & Schuster.
[12] Kelley,Tom and David Kelley(2013) Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential Within Us All, Crown Business.
[13] Luchs,Michael G., Scott Swan Abbie Griffin(2015) Design Thinking: New Product Development Essentials from the PDMA 1st Edition, Wiley-Blackwell.
[14] Hirota Akimitsu(2015), New consumer product market creation by “design thinking” , PDMA annual conference 2015.

人はいかにして「歩き出す」ことを了解するのか —展示物解説活動に埋め込まれた移動— How Do We Agree to Start Walking Together?: Mobility in Explanation of the Exhibits

坂井田 瑠衣[†]，坊農 真弓[‡]
Rui Sakaida, Mayumi Bono
[†]慶應義塾大学／日本学術振興会，[‡]国立情報学研究所／総合研究大学院大学
[†]Keio University / Japan Society for the Promotion of Science
[‡]National Institute of Informatics / The Graduate University of Advanced Studies (SOKENDAI)
lui@sfc.keio.ac.jp

Abstract

In this paper, we illustrate how Science Communicator (SC) and Visitors (V) agree to start walking together in the activity of explanation of the exhibits. It is shown that when Vs start walking depends on how the current temporal F-formation, which they participate in, is initiated to transform by the SC, or how the sequence of utterances is organized. We discuss such phenomena as a social interaction the most of which consists of body movement using analogical ways of thinking of "adjacency pair" and "pre-sequence" originally coming from Conversation Analysis (CA).

Keywords — Mobility, F-formation, Social Interaction

1. はじめに

実生活のフィールドにおいては，屋内外で複数人が共に歩きながら活動を展開することがしばしばある．例えば，スーパーマーケットでの購買活動，展示物や建造物の鑑賞活動などである．これらの活動においては, (1) ある地点に立ち止まって購買や鑑賞などを展開するフェーズと, (2) ある地点から別の地点に向けて移動するフェーズが見られる. (1) のフェーズにおいては, 特定の対象物に複数人が共同注意を向けるという空間陣形[1]を形成するのが一般的であろう．他方，(2) のフェーズにおいては, (1) で形成していた空間陣形を保ったまま移動することは困難であるため, (1) とは異なる空間陣形を形成しながら移動を達成する[4].

本発表で焦点を当てたいのは，(1) から (2) へフェーズが転換する場面である．この場面において，特定の対象物に共同注意を向けることをやめ，次なる地点に向けて歩き始めることを，人々はいかにして了解しているのだろうか．本発表では，日本科学未来館における展示物解説活動に注目する[2]．展示物解説は，展示物を解説する者 (科学コミュニケーター; SC) と，解説される者 (来館者; V) というカテゴリーの非対称性が前提とされる活動である．この活動において，SC と V が，いかにして現在の地点から次の地点に向けての移動の開始を了解するのかを検討していく．

2. 典型的連鎖: SC に促され移動を開始する

「解説する者—解説される者」というカテゴリーの非対称性が前提とされる展示物解説活動においては，解説する者 (本発表では SC) が移動すべきタイミングが訪れたことを示し, 解説される者 (本発表では V) は, それに追随して移動の開始を了解すると考えるのが一般的であろう．この過程についてデータを観察してみると，以下のような連鎖が一般的と推測される．

1. SC が V に，次の展示物への志向／共同注意を (言語的／身体的に) 促す
2. SC が示した次の展示物に V が志向／共同注意を向ける
3. SC が自ら歩き出すことで，V に移動を促す
4. V が歩き出す

4 の V が歩き出すということを達成するために，まず, 1 において SC が当座の解説や話題に区切りをつけ，V に対し，次に解説しようとしている展示物への志向を促す．それに対し，2 において V は，SC が示した展示物に視線や身体を向けることで応じる．続いて，3 において SC が自ら歩き出すことによって，V に対して次の展示物への移動を促す．次節では，事例分析として，まず 3.1 節でこの典型的な連鎖をたどる事例を示す．その上で，3.2 節，3.3 節では典型的な連鎖から

[1] F 陣形[1][2] (特に, 道具的 F 陣形[3]) と呼ばれるものである．詳細は後述する．

[2] 本発表で用いる事例は，坊農・須永[5]によってアノテーションが施されたデータを元に，アノテーションを適宜加筆修正したものである．

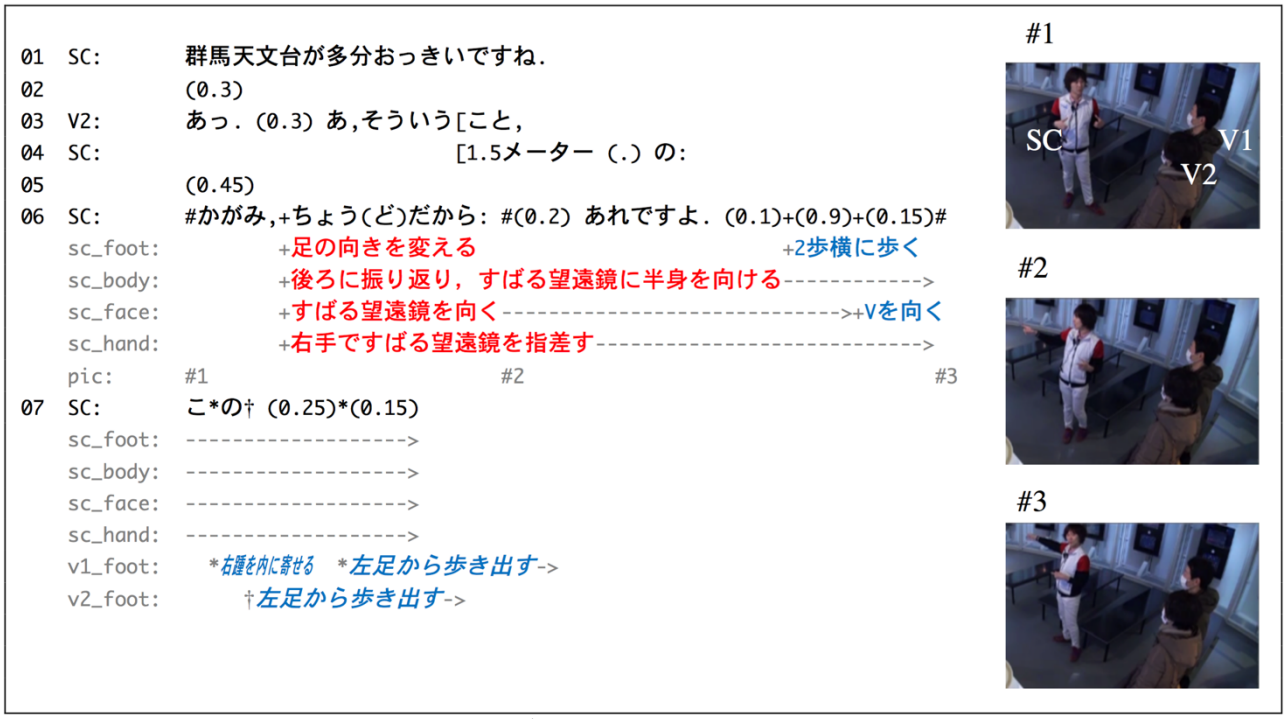


図 1　事例 1 のトランスクリプト

の逸脱事例を示し，その逸脱には，空間陣形の変遷や語りの構造が関わっている可能性を述べる.

3.　事例分析

3.1 事例 1: 維持される F 陣形に留まる

事例 1[3] (図 1) では，まず SC が，次の説明対象である模型を指差し，同時に模型への身体的志向を示しながら「あれですよ」と発言することで，V1，V2[4]に模型への志向を促す (06 行目，赤字部分). その後，2 歩横に歩いて移動を開始しながら V1，V2 を向くことによって，移動の開始を促す (06 行目，青字部分). それに対し，移動の促しに呼応するように，V1 と V2 がほぼ同時に歩き出す (07 行目，青字斜体部分).

しかし，他の事例を観察してみると，SC が歩き出すよりも前に歩き出す V がいたり，SC が歩き出したにもかかわらず，すぐに歩き出さない V がいたりする. そのような特異的事例と事例 1 のような典型的事例[5]では，参与者たちの身体配置によって当座の F 陣形[1][2]がいかに組織されているかということに関係するようである.

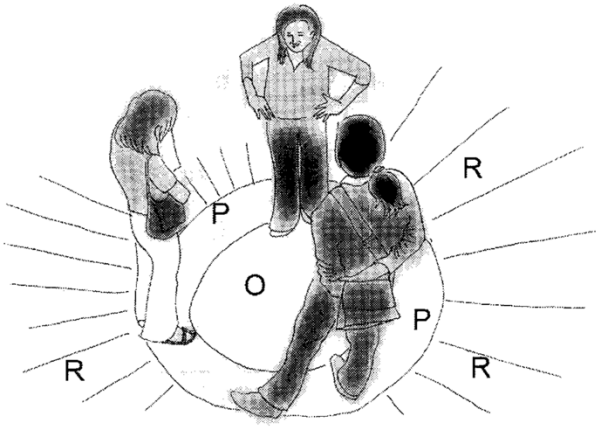


図 2　F 陣形における O 空間，P 空間，R 空間
([1], p. 235 より，イラスト化は[2]による)

複数人が対面で会話する時，参与者たちが身体を向き合わせることによって，F 陣形[1][2]と呼ばれる相互行為空間が組織される (図 2). F 陣形は，参与者たちの操作領域が重なりあう O 空間，参与者たちが身体を配置することで外縁的に作られる P 空間，P 空間の外側にできるバッファ的な R 空間から構成されている[2]. 展示物解説活動における F 陣形は，特定の対象物に複

[3] トランスクリプト記号の詳細は以下のとおりである.「(0.0)」は無音区間の秒数,「(.)」は短い無音区間,「[ ]」は発語の重なりの開始／終了地点,「言葉::」は音の引き延ばし,「(言葉)」は聞き取りが確定できない発語を示す. また灰字の行には各参与者の身体動作が記述される.「+」は SC の動作の変化点,「*」は V1 の動作の変化点,「†」は V2 の動作の変化点,「-->」は同一動作の継続,「#」は図の位置を示す.

[4] 事例の中では V が複数人いる場合，便宜上数字をつけて管理する. 数字には順序には相互行為上の意味はない.

[5] 本発表では，展示物解説活動の基底的なカテゴリーに基づき，事例 1 を典型的事例とみなしている. ただし，必ずしも典型的事例が優先されていることを意味するわけではない.

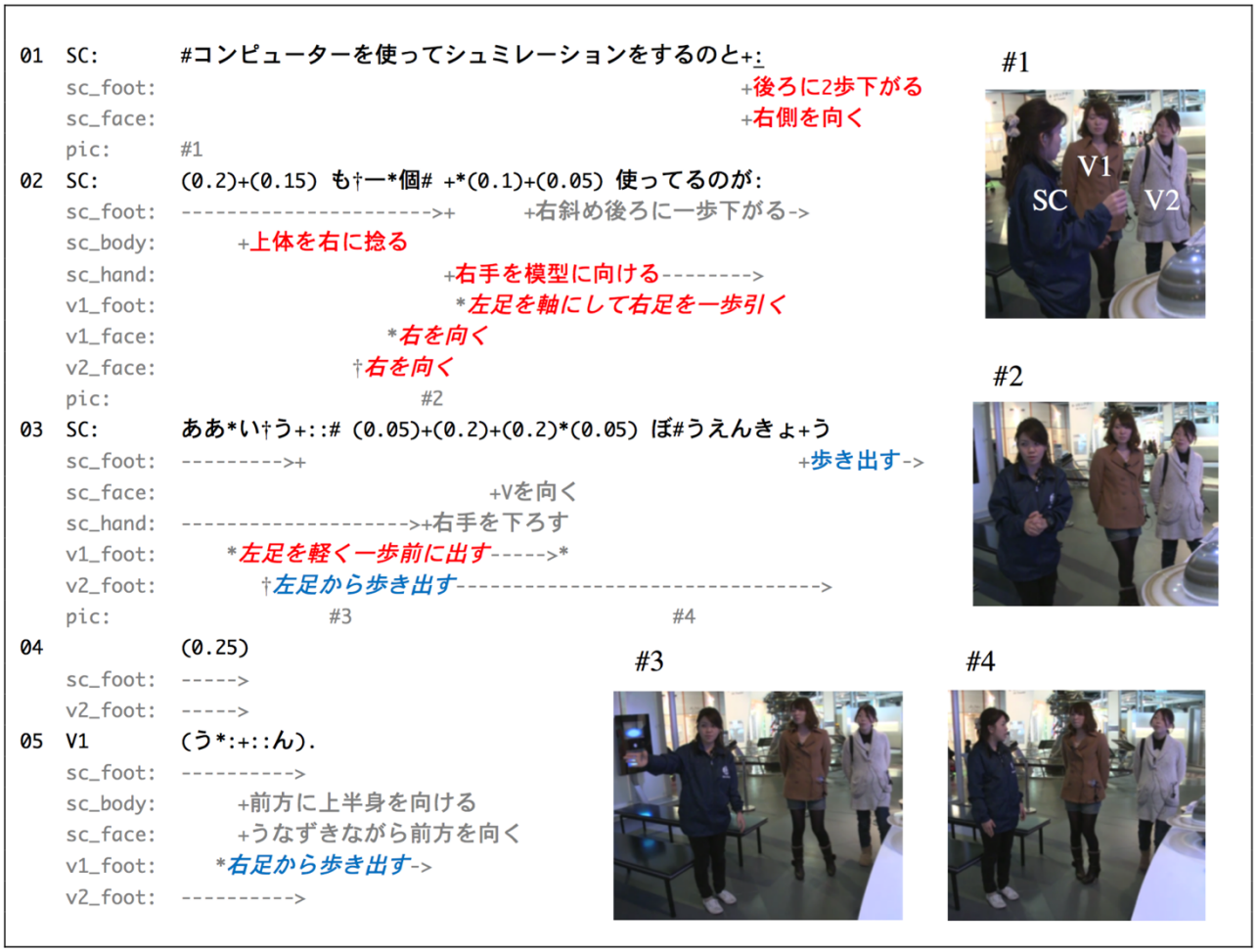


図 3 事例 2 のトランスクリプト

数人が共同注意を向けることによる道具的 F 陣形[3]として組織される場合が多いが，図 2 のような典型的な F 陣形 (社会的 F 陣形[3]) として組織されている場合もある．

事例 1 においても，SC，V1，V2 が F 陣形[6]を組織していることが見て取れる (図 1, #1)．SC が V たちに模型への志向を促す際も，SC は身体を右に向けているものの，立ち位置を変化させないため，それまでの三者による P 空間 (図 1, #1) はさほど変形することなく維持されている (図 1，#2)．ここでは，当座の F 陣形を解消することができるタイミングが訪れているように見えるものの，SC は当座の P 空間を保つことで，当座の陣形の解消を保留している．そのため，V らは P 空間に留まり，SC より先に歩き出すことはせず，SC の歩行の促しによって初めて，歩き出すことを了解していると考えられる．

[6] この陣形は，厳密には通常の F 陣形とは異なり，特定の参与者が異なる立ち位置 (Head position) にある H 陣形 (牧野他, 2015) であると思われるが，ひとまず本発表ではそれらの相違点は議論しない．

3.2 事例 2: F 陣形の解体が移動を投射する

事例 2 (図 3) では，事例 1 のような典型的事例とは異なり，SC が移動の開始を促すのを待たず，V がいち早く移動を開始している．

事例 2 (図 3) では，正面の展示台に志向していた SC が，まず後ろに下がって右側を向き (01 行目)，その後上体を右に捻り，「も一個」と発語し，右手を模型に向ける (02 行目)．ここで，SC から V1，V2 に対し，右側 (の模型) への志向が促される．それに呼応し，V1 と V2 は，それまで正面の展示台や SC の顔に向けていた視線を右側に向ける (02 行目)．その後，SC は模型を指していた右手を下ろし，V1, V2 を向き，「望遠鏡」と発語しながら，その末尾で模型に向かって歩き出す (03 行目)．この連鎖において，V1 は SC が歩き出した後に模型に向かって歩き出す (05 行目，青字斜体部分) のに対し，V2 は，SC の歩き出しを待たず先に歩き始めている (03 行目，青字斜体部分)．02 行目で SC が模型への志向を促したことに対し，V2 は，単にその方向に志向するだけでなく，いち早く歩き出すことによって応じているように見える．ここで，V2 がいち早く歩

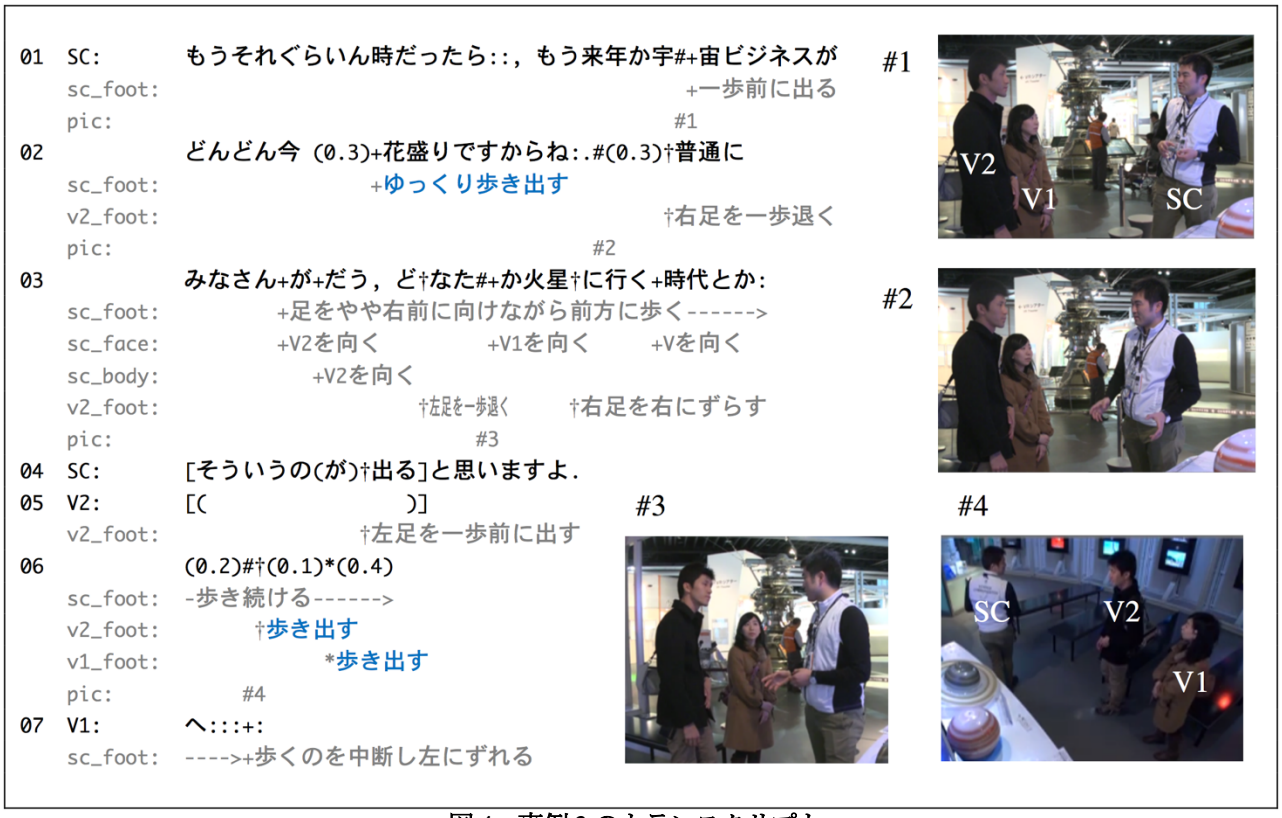


図 4　事例 3 のトランスクリプト

き出したのはなぜだろうか.

F 陣形の変遷に注目すると，SC が後ろに下がることで，それまで三者の身体によって組織されていた P 空間 (図 3，#1) が大きく崩れている (図 3，#2，#3). その結果，事例 2 では一時的に SC，V1，V2 が，この順で一直線上に並ぶような陣形が形成されている (図 2，#3). SC が当座の F 陣形を大きく崩すことによって，SC がこの後に F 陣形を再編成しようとしていることが示唆される. それと同時に，SC によって次の志向先が示されることで，その F 陣形の再編成は移動先で行われるものである可能性が示唆され，移動を開始すべきことがより早いタイミングで V2 に投射され，いち早く歩き出したと考えられる. さらには，SC が立ち位置を変更し，V と次の展示物の間に，V が歩くことのできる広い空間が生まれたことで，SC が V に対して「道を空けている」と認識された可能性もある.

3.3 事例 3: 移動をためらう

他方，次の展示物に向かって SC が歩き出しているにもかかわらず，V がすぐに追随して歩き出さないこともある. 事例 3 (図 4) では，SC が次の志向先となる展示物を示さないまま，自ら歩き出す (02 行目). ここで，V はすぐに追随して歩き出すのではなく，06 行目になってようやく歩き出す. ここで事例 1 や 2 と異なり，V らの歩き出しが大幅に引き延ばされたのは，単に SC が次の志向先となる展示物を示さなかったためだけではない. ここでは，SC が展開している語りの構造と，F 陣形の変遷が，V の歩き出しが引き延ばされた原因となっていると考えられる.

SC はこの事例より前から，V に対し，「宇宙」に関する知識を語り続けている. SC は，それまでの話題を続ける形で，「もう来年か宇宙ビジネスがどんどん今」と発語し，「花盛りですからね:」と語りを続けながら，おもむろに歩き出す. この際，SC が歩き出すことで，確かに三者の F 陣形は大きく変形している (図 4，#2，#3，#4). しかし SC は，歩きながら顔を V らに向け続ける (03 行目). これにより，移動のために F 陣形が崩されているわけでなく，単に SC が立ち位置を変更して F 陣形を再編成しようとしている，という印象を V に与えている可能性がある.

実際，SC が V1，V2 からやや離れた位置まで歩き，V に対して顔を振り向くような陣形 (図 4，#4) になって初めて，V たちは歩き出すが (06 行目)，V たちはそれまで何も反応を示さないわけではない. V1，V2 は，移動する SC に合わせて視線を追従させ，また V2 は，右足，左足を一歩退き，右足を右にずらす (02，03 行目) ことにより，自らの立ち位置を微調整している. これらの振る舞いは，SC が移動を開始したことに追従

しているというより，SC が F 陣形を再編成していることに追従している，と見ることができるだろう．

4. 議論

4.1 「お膳立て」としての先行連鎖

2 節で述べた 1〜4 の相互行為連鎖は，会話における隣接ペア adjacency pair [7]，およびそれに先立つ先行連鎖 pre-sequence [8]のアナロジーで捉えられる．先行連鎖とは，依頼や提案など (隣接ペア第一成分) と，その応答 (隣接ペア第二成分) による本連鎖に先立って，その事前条件が満たされているかどうかを確かめる連鎖である．本発表で扱っている相互行為連鎖を，先行連鎖と本連鎖のアナロジーで捉えると，以下のようになる．

1. SC が V に，次の展示物への志向／共同注意を (言語的／身体的に) 促す **＜先行連鎖第一成分＞**
2. SC が示した次の展示物に V が志向／共同注意を向ける **＜先行連鎖第二成分＞**
3. SC が自ら歩き出すことで，V に移動を促す **＜本連鎖第一成分＞**
4. V が歩き出す **＜本連鎖第二成分＞**

ただし，ここで SC が V に次の展示物への志向を促すことは，典型的な会話の先行連鎖とは異なり，事前条件を「確かめる」というより，榎本・伝[9]が提案したような，事前条件を「整える」，つまり「お膳立て」のための行為と言う方が正確であろう．事例 3 において，SC が次の展示物への志向を促さないままに歩き始めた時，V たちはすぐに歩き出すことはしなかった．これは，V たちが歩き出すための事前条件が整えられていなかった，つまり，V たちに次の移動先が共有されていなかったためであろう．

本発表で照準している事例は，全てが言語的な発話連鎖によるものではなく，一部が身体動作によって構成される連鎖である．特に V による 2 や 4 の振る舞いは，身体的志向や歩行開始という動作によるものである．言語的な発話連鎖における隣接ペアにおいては，例えば質問—応答の連鎖のように，第一成分の後には第二成分の出現が強く期待されるという規範性が存在する．それに対し，身体動作同士の隣接関係については，必ずしも明示的な規範性があるとは言えないかもしれない．しかし，SC が示した次の展示物に V が志向しなかったり，SC の歩き出しに V が応じなかったりした場合，それらの反応の不在は有標化されるであろう．すなわち，このような身体動作を含んだ相互行為連鎖にも，言語的な隣接ペアに類似した，ある種の規範が働いていると見ることができる．

4.2 進行性の優先

事例 2 のような逸脱事例は，6 節で述べた連鎖構造の一般形に対し，以下のようなオプションが採られたものとして記述できるであろう．

1. SC が V に，次の展示物への志向／共同注意を (言語的／身体的に) 促す
2'. 1 で，V に移動のタイミングがいち早く投射された場合，V は SC の歩き出しを待たずに歩き出す

(3. SC が自ら歩き出すことで，V に移動を促す)

(4. V が歩き出す)

※ 3, 4 は省略されている

事例 2 では，SC が V に次の展示物への志向を促したことにより，同時に，次の展示物へ移動すべきタイミングが訪れたことも投射されたため，V はいち早く歩き始めている．ここでは，V が相互行為の進行性 progressivity を優先した振る舞いを選択していると捉えることができる．言語的な発話連鎖においても，先行連鎖第一成分の発話 (e.g. 誘いの前置き) によって本連鎖第一成分の内容 (e.g. 誘い) が投射された場合，先行連鎖第二成分 (e.g. 誘いの前置きに対する応答) だけでなく，続けて本連鎖第二成分 (e.g. 誘いの受諾／拒否) を産出することがあるであろう．次の展示物に移動すべきことが投射された時，SC が移動を促す前に V が自ら歩き始めれば，いち早く次の展示物解説活動に移行することができる．このようにして V は，展示物解説活動が進行性を損なわずに展開することに貢献しているとも言えるだろう．

5. おわりに

最後に，展示物解説活動というフィールドの特性に鑑み，本発表で示してきた分析や考察が，フィールドの当事者たちにとっていかなる意味を持つか，検討しておこう．日本科学未来館での SC による展示物解説活動は，文字通り，科学コミュニケーション活動の一環として行われている．そのため，フィールドへの還元可能性を考えるならば，SC による解説行為の巧拙を問題にすることも求められるだろう[10]．SC の解説行

動を相互行為分析によって明らかにする試みも進められてきたが[10][6][11]，本発表の内容が貢献できることがあるとすれば，科学コミュニケーションとしての展示物解説活動の「やり方」について，その多様な「あり方」を示すことである．

本発表で分析対象とした現象は，いかにして SC が次の展示物に向かって歩き出すタイミングを V に示し，V がそれに応じて歩き出すかという，科学コミュニケーションという活動においてはかなり原初的なやりとりである．しかし，そのような些細なやりとりにおいてさえも，事例 1〜3 で示してきたような，各 SC 間での，あるいは個別場面間での多様性が見られる．そこでは，例えば事例 1 のような，相互行為的に典型的と思われるやり方だけが，科学コミュニケーション活動に相応しいやり方とは限らない．事例 2 では，SC が歩き出しを促すのに先立って V が歩き始めているが，このことは結果的に，活動の進行性を維持することにつながっている．SC の一連の動作がいち早く移動開始を投射したことは，SC 自身の意図するところではなかったかもしれないが，そのような SC の振る舞いが V の (些細ではあるが) 主体的な追随を引き出しているとも言える．あるいは事例 3 では，SC が次の展示物への志向を明示的に促すことなく歩き始めたため，V が歩き出すタイミングが引き延ばされていた．ここで SC は，それまでの話題を引き延ばしながら歩き出すという，ある種のねじれを伴う振る舞いを見せている．これにより，V が歩き出すべきタイミングを一意に特定するというより，V が任意のタイミングで歩き出すことが可能になるように，時間幅を設けているようにも見える．少なくとも現時点では，これらのやり方のどれが優れていて，どれが劣っているのかを議論することはできない．むしろ，これらの事例の多様性を示すことの意義は，いかに SC が展示物解説の多様なやり方を持っているかを例証することにあると考えられる．

参考文献

[1] Kendon, A., (1990) “Conducting Interaction: Patterns of Behavior in Focused Encounters”, Cambridge University Press.

[2] 坊農 真弓, (2009) “F 陣形”, 坊農 真弓・高梨 克也 (編), “多人数インタラクションの分析手法”, pp. 172–186, オーム社.

[3] McNeill, D., (2006) “Gesture, Gaze, and Ground”, Steve Renals & Samy Bengio (Eds.), “Machine Learning for Multimodal Interaction: Second International Workshop, MLMI 2005, Edinburgh, UK, July 11-13, 2005, Revised Selected Papers”, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3869, pp. 1–14, Springer.

[4] De Stefani, E. & Mondada, L., (2014) “Reorganizing Mobile Formations: When ‘Guided’ Participants Initiate Reorientations in Guided Tours”, Space and Culture, Vol. 17, No. 2, pp. 157–175.

[5] 坊農 真弓・須永 将史, (2016) “参与者の理解に基づく身体動作のアノテーション手法の提案”, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-B503, pp. 7–12.

[6] 牧野 遼作・古山 宣洋・坊農 真弓, (2015) “フィールドにおける語り分析のための身体の空間陣形: 科学コミュニケーターの展示物解説行動における立ち位置の分析”, 認知科学, Vol. 22, No. 1, pp. 53–68.

[7] Schegloff, E. A. & Sacks, H., (1973) “Opening up Closings”, Semiotica, Vol. 8, pp. 289–327.

[8] Schegloff, E. A., (2007) “Sequence Organization in Interaction”, A Primer in Conversation Analysis, Vol. 1, Cambridge University Press.

[9] 榎本 美香・伝 康晴, (2015) “フィールドに出た言語行為論:「指令」の事前条件達成における相互行為性・同時並行性・状況依存性”, 認知科学, Vol. 22, No. 2, pp. 254–267.

[10] 坊農 真弓・高梨 克也・緒方 広明・大崎 章弘・落合 裕美・森田 由子, (2013) “知識共創インタフェースとしての科学コミュニケーター: 日本科学未来館におけるインタラクション分析”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 15, No. 4, pp. 375–388.

[11] 城 綾実・坊農 真弓・高梨 克也, (2015) “科学館における「対話」の構築: 相互行為分析から見た「知ってる?」の使用”, 認知科学, Vol. 22, No. 1, pp. 69–83.

高齢者のコミュニケーション支援に向けた遠隔の親子間共食会話の事例分析
Case Study Analysis of Video-mediated Co-eating Conversation between Elderly Parents and Adult Children aiming Communication Support

徳永弘子[1]　武川直樹[1]　秋谷直矩[2]　中谷桃子[3]
Hiroko TOKUNAGA　Naoki MUKAWA　Naonori AKIYA　Momoko NAKATANI
[1]東京電機大学，[2]山口大学，[3] NTTアイティ株式会社
Tokyo Denki University,　Yamaguchi University,　NTT-IT
13iz005@ms.dendai.ac.jp

Abstract
This research aims to verify whether video-mediated co-eating experiences between elderly parents and their independent children improve parents' Quality of Life (QOL) in terms of sense of satisfaction and happiness. We conducted co-eating communication experiments for a 2-month-long period in which two sets of parents and their children pairs participated. Observing the recoded video, we found that communication during eating is organized to have two communication modes. One is local mode where each family independently engages in some actions for taking meal and the other is tele-conversation mode where both families talk over network. Case studies show that topics about their foods given by participants work as mode transition cues, and suggest that participants regard tele-conversation mode as dominant even if they chat locally and leave table temporarily in local mode.

Keywords — co-eating communication, diet meal communication, video-mediated communication

1. はじめに

我が国では近年核家族化が進み，親族のみの世帯のうち 84.6%が核家族である [1]．また共働き世帯も増加傾向にあり，平成 26 年の調査によれば 1077 万世帯にも及んでおり[2]，特に若年夫婦は帰宅後に家事や子供の世話に追われるなど，忙しい毎日を余儀なくされている人も増えている．離れて暮らす高齢の親は，そうした子供たちの生活に障らないよう，用事があるとき以外は自分からの連絡を遠慮しがちになる．こうした状況が定常化した場合，高齢者の孤立が懸念される．

そこで，高齢者のコミュニケーション支援を目指して， ICT（Information communication technology） 技術を利用した取組みがある．たとえば，離れて住む親子が 5 年にわたって，テレビ電話によりコミュニケーションを交わした事例においては，テレビ電話の継続利用が楽しく有益な会話の場を生成し，心理的距離の接近や介護予防などに効果があると報告されている [3].

これまでに筆者らは，VMC（Video-mediated Communication)システムを利用した共食会話の事例を微視的に分析し，VMC においても方向情報が保たれ，音声遅延がない場合には，共食会話が的確にサポートされることを報告した[4]．こうした結果から，我々は高齢者のコミュニケーション機会の一つの手段として，離れて住む子供家族との食事場面を VMC により共有する会話（遠隔共食会話）を提案している[5].

食事はもともと「いただきます」から「ごちそうさま」まで，座るという制約の下での活動であるため，モニターに対峙する遠隔コミュニケーションに適した状態であると考えられる．ここで VMC による食事環境においては，通常の一つの食卓で共食する場合と違って，親側も子側も共に同じ空間にいる家族と食事や会話に従事しながら，通信中の家族ともコミュニケーションをすることになる．これは VMC を利用した共食の特有の現象であると考えられる．分析のため我々は，実際に離れて暮らす高齢の親とその子供家族に遠隔共

食会話を依頼し，会話中の様子を映像に収録してもらった．そこで本稿では，映像観察から親子がVMC を利用した遠隔共食会話をいかに達成するのか，事例的に検討する．特に，親子がそれぞれ同じ空間にいる家族と食事や会話をする状況と，通信先の家族と会話をする状況を行き来する中で，食事行為や食卓の共有がどのように関わっているかに着目し，遠隔共食の利点を見出すことを目的とする．

2. 方法

2.1 実施期間と協力者

2015 年 8 月から 11 月までの間の 2 か月間において関東在住の 2 組の親子を協力者に遠隔共食を行った．協力者の 1 組は 71 歳の母（ID:A1）と 44 歳の娘（ID:A2）である．A1 は夫と二人暮らしで手芸を得意とする専業主婦である．日常的には愛犬の世話や自家菜園を楽しんでおり，1 か月に 1 度は都内で A2 や孫と食事をする機会を作っている．娘の A2 は中学の息子と 2 人暮らしで，日中は仕事に就いている．離れて住む両親のことは常に気にかけているが，現在は元気に暮らしている様子を見守っている状況である．

もう 1 組は 76 歳の父（ID:B1）と 46 歳の娘（ID:B2）である．B1 は妻と 2 人暮らしである．長年自営業を営んできたが，現在はボランティア活動やシルバー人材による仕事で地域に貢献している．ときおり訪ねてくる 3 人の娘や孫たちと一緒に過ごすことが何よりの楽しみである．娘の B2 は夫，2 人の息子との 4 人暮らしである．アルバイトと主婦業に大忙しだが，両親の健康については気遣っている．協力者らは 2 組とも親子関係は良好である．

2.2 調査方法

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

期間中，遠隔共食を少なくとも 1 週間に 1 度のペースで行うよう依頼した結果，A の親子で 7 回，B の親子で 6 回の遠隔共食が行なわれた．そのうち，A,B 組ともに 3 回をビデオ収録してもらった．食事が日常通りに進むよう実験者の介入を控え，協力者らにビデオカメラを託し撮影を依頼した（但し A1 の最終回のみカメラの設置は実験者による）．

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

3. 遠隔共食会話における二つのモード

実空間においての共食は，家族全員が同じ空間に食卓を共有し会話をする（図 1）．一方，遠隔共食会話においては，ローカルの家族内で皿の受け渡しや，独立の話題でコミュニティを形成する状態と，iPad に映る相手の家族と話をする状態（図 2）が観察できた．すなわち VMC システムを挟む



図 1 実空間における共食イメージ



図 2 VMC を利用した共食イメージ

親子間の共食においては，ローカルの家族で相互行為を達成するモード（ローカルモード），遠隔地の家族と相互行為を達成するモード（遠隔モード）という二つのモードの存在が明らかになった．

そこで本研究では，ローカルモードと遠隔モードが時間的に変化する中で，人がどのように遠隔共食会話を達成しているのかについて事例を検討する．事例検討において，参与者らの食事行為がローカルモードと遠隔モードの切替えに影響する様子を短い時間単位で観察する．また食卓がローカルの家族を超えて，遠隔地の家族間を繋ぐことに貢献している現象を，各家族内における文脈を考慮した長い時間単位で観察する．これにより食事が VMC にどのように関わり，遠隔共食がいかなるコミュニケーションを提供しているのかを検討する．

4. 事例検討

4.1 料理への言及がモードの移行になる事例

親子それぞれの家族の食卓に並ぶ料理が，しばしばローカルモード，あるいは遠隔モードの表示材料として使われる様子が観察できた．たとえば，Facetime が繋がり会話を開始する冒頭において，相手のメニューを尋ねたり，自分の料理の食材について説明をすることが，遠隔モードの導入として機能していた．また会話が途切れた場合，目の前の食卓を話題にすることが，遠隔モードの継続表示として機能していた．

一方で，遠隔モードにあっても，ローカルの家族内で卓上の料理に言及があると，それがローカルモードのきっかけになり，遠隔モードからローカルモードへ移行するシーンが観察された．事例 1 は，父母と娘が遠隔モードで会話しているシーンである．最近ニュースになっている，“孫による祖父母殺傷事件”について話していたが，母親が夫に，(おかずの)おくらにはお醤油が必要である，と言及したことをきっかけに，遠隔の親子がそれぞれローカルモードに遷移するシーンである．

図 3 において，親子は 12 分 40 秒付近まで，殺人事件の動機について推測を巡らしている（図 3-①）．ここでトピックが一段落し，母も娘も食事を口に運び咀嚼をしている．咀嚼中の約 6 秒の間（図 3-②），親子の間に発話は無いが，娘は遠隔モードを継続するつもりで，「(事件を起こした孫と祖父母が）近くに住んでたのかな」と発話した（図 3-③）．しかしほぼ同時に母は夫に「おくら」「おくら醤油いるんだわ」と目の前の食卓のおかずについて話を開始している．その様子を見た娘は，「近くに住んでたのかな」に対する応答を求めることなく，食事を続けた．母が食卓のおくらについて言及したことが，双方がローカルモードへ移行するきっかけになったものと推測される．

これは，ローカルモードと遠隔モードが存在する遠隔共食会話において，前述のように料理への言及が明示的なモード表示として利用される場合もあれば，ローカルな食卓事情がモード移行のリソースになりうることを示している．

4.2 モードの遷移がうまくいかない事例

しかしながら，親子間でモードの表示や認識のタイミングにずれが生じると，モードの移行がうまくいかない場合がある．例えば，一旦，遠隔モードを試み親に話しかけたつもりでも，親からの



図3. 料理への言及がモードの移行になる事例

応答の前にローカルの家族内で会話が開始された場合には，試みた遠隔モードを中断することがある．この場合，親からすると応答しようとするタイミングには，娘はローカルモードを表示していることになり，遠隔モードへの移行は成立しない．

図 4 の事例は，こうしたモードの移行がうまくいかなかった例である．まず事例の始め 16 分 27 秒付近で，親側の食卓で夫が妻に（近いうちに）カレーが食べたいと言っている．それとほぼ同時に娘が両親に向け，「そういえばさ」と息子（長男）の文化祭が今週あるという話題（後述より）を出そうと試みている（図 4-①）．妻は夫の「カレーカレー食いたい　カレー」に「うん」と応答してから娘の方に振り向くが，そのとき娘側の家では，孫（娘の次男）が娘に「これでちょっと飲んでみて」とみそ汁の汁椀を差し出している．次男はこの事例より 5 分ほど前に，娘からみそ汁にもう少し味噌を足すように頼まれており，娘が両親に「そういえばさ」と話しかけた直後（16 分 28 秒付近）で，味噌を調合したみそ汁を汁椀に入れ，娘に差し出したのである．娘は次男の声掛けに対し，16 分 29 秒付近で汁椀に視線を移し受け取っている（図 4-②）．娘の「そういえばさ」に反応した母は「うん」「辛いの食べよ」と父とのローカルモードを継続しながら娘の方へ向き，遠隔モードへの準備をしている．しかしこの時は娘と孫の間で汁椀の受け渡しの最中であり，さらに父が「カレー」と再度発話を繰り返したため，ローカルモードに戻り，父に対し「カレー食べよ」と応答した．その様子を見ていなかった娘は，次男から汁椀を受け取りながら 16 分 30 秒付近で「今週」と遠隔モードでの会話を継続しようと試みるが，母の「カレー食べよ」の発話で，長男の文化祭の話はやめている．その後，16 分 35 秒付近で，娘はみそ汁味見をし孫に「なんでこんな薄い，なんでだろう」と言い，母は父に「私餃子食べたくているの今」と言い，両者は遠隔モードに移行しなかった（図 4-③）．この事例はそれぞれのローカルの家族との相互行為に従事しながら遠隔地の家族とコミュニケーションするという 2 つのモードを行き来する VMC ならではのトラブル例である．しかし，トラブルは即座に修正されることはなかった．このことから親子は VMC において，ローカルな食事事情が，遠隔モードを遮ることを許容していると考えられる．食事を続けるうちにいずれ遠隔モードに戻ることを，暗黙に了解し合っていると推測される．今週行われる長男の文化祭の話題は，25 秒後に再度娘から提示された．さらに 2 分 30 秒後に，父が娘に対し孫の姿が映らない理由を娘に尋ねている．これは，背後で孫が何らかの活動に従事していることが，父の観察対象になっており，娘宅のローカルモードに関心を向けるきっかけになっていたと推測される．娘は父に，孫が味噌を足してくれている状況を告げ，娘側の食卓事情が親子間で共有されたと考えられる．

遠隔共食会話においては，2 つのモードを行き来しながら繋がり合うという前提条件が，モード移行に関するある程度のトラブルを許容していた．さらにモード移行のトラブルは，相手のローカル空間や食事事情に関心を向ける効果をもたらしていると考えられた．



図4. モードの移行がうまくいかない事例

4.3 食卓が親子のモードを繋ぐ事例

会話を目的とした遠隔のコミュニケーションでは，会話者が自分の都合で退席したり，共に生活する家族が会話に配慮し映ることを控えたりする場合がある．しかし，今回の遠隔共食会話は，もともとローカルの家族によって営まれる食卓を繋いでいることから，遠隔地の家族にとって，相手の家族が途中から画面上に加わったり，ちょっとした用事で食卓を離れることは自然な活動として扱われていた．

図 5 に示す事例では，娘宅で孫が食卓に途中から加わり，親宅では食卓の都合で母が離席する行為が，自然に行われている様子が観察された．

食事シーンは夕食である．親の食卓はいつものように父と母が，娘宅では，長男が勉強中で娘と次男の二人が食卓についている．事例は食事開始から 20 分ほど過ぎたころで，父が今後テレビで放映されるラグビーや大学駅伝などの話をしたり，



① 父が母に小皿を要求（20分53秒）



② 母が小皿をとりに行く（21分19秒）



③ 勉強を終えた孫が加わる（21分41秒）



④ 父が孫に話しかける（21分53秒）

図5. 食卓がモードの移行を繋ぐ事例

娘が先日もらった煮物が美味しかったなどの話で盛り上がっている．そこで魚を食べていた父が箸を留め，母に小骨を置く小皿を出してくれと要求した（図 5-①）．そこで，母は娘と煮物の会話を継続しながら皿をとりに画面から消える（図 5-②）．母は，会話は遠隔モード，活動はローカルモードという二重のモードを同時にこなしている．このように理由を告げることなく席を離れることが可能なのは，卓上での活動が画面を離れることも許容しているためと考えられる．食卓というシチュエーションが会話とは別の活動を生み出していること，しかし画面から消えてもすぐに戻ることが想定できるため，トラブルとして扱われないものと考えられる．

母が小皿を父に渡して席に戻ると同時に，娘宅の食卓に，勉強していた長男が加わった．長男が食事を始めたことに気づいた母は，嬉しそうに微笑み（図 5-③）長男が画面に映っていることを，父に知らせる．父は食べるのをやめて持っていた箸を置き，長男に「今日は部活はないのか？」と話しかけた（図 5-④）．長男が途中から加わることが，ローカルの空間だけでなく，遠隔通信においても断りなく可能であるのは，食卓が家族の集まる共有スペースであり，食卓につけば会話に参加することが前提であるためと考えられた．VMC システムが食卓というリアルな生活の場を繋いでいるため，ローカルな活動を許容して遠隔地の家族を繋ぐことに貢献していると考えられる．

5. 考察

本研究は，離れて住む親子の食卓を映像で繋ぎ，映像共食における食事が VMC にどのように関わり，いかなるコミュニケーションを提供しているのか事例的に検討した．まず映像共食会話においては，ローカルの家族で食卓を囲むことで生成されるローカルモードと，遠隔地の家族と繋がる遠隔モードが存在することが分かった．親子はそのモードをうまく移行しながら遠隔共食を進めていた．目の前におかれた料理はモード開始のきっかけの役を果たしたり，モード移行を引き起こす要

因にもなっていた．また，2 つのモードを行き来しながら繋がり合うという前提条件が，モード移行で生じるある程度のトラブルを許容していた．トラブルの要因が話題として取り上げられることは，相手のローカル空間や食事事情に関心を向ける事象になりうるとも考えられた．これは普段，離れて暮らす親子にとって，相手のリアルな生活を垣間見る機会でもあり，両者の生活空間に挟み込まれた VMC システムがなせる役割とも言えるであろう．さらにそうしたリアルな生活空間である食卓を繋ぐことは，遠隔のコミュニケーションがローカルの家族の出入りをも許容する場を形成していた．

食卓は自然と家族が集まり，家族の相互行為が達成される場である． VMC システムの食卓への介入は，二つのコミュニケーションモードを生成していた．その状況において，料理は話題提供をもたらし，ローカルでの相互行為を許容する材料となり，食卓は相手のリアルな生活を観察する機会を提供しながら，親子の会話を繋いでいた．

我々は先行研究において，協力者が記入した毎日の生活記録と定期的なインタビュー会話を分析しており，親にとって子供家族との遠隔共食が，実際の対面共食と同様に楽しいイベントとして位置づけられていること，夫婦間の会話に新しい話題を提供していることを示した[5]．今回，新たに食事中の人の行動を事例分析することで，VMC システムが親子の食事コミュニケーションにうまく機能していることが示された．これは，遠隔共食会話が高齢者のコミュニケーション支援の一つとして貢献することを示唆するものである．

6. まとめ

本稿において, VMC システムを利用した親子の遠隔共食会話の映像から，共食中の人の行動を事例的に検討した．その結果, VMC システムは親子の食事の場にローカルモードと遠隔モードを形成し，親子は二つのモードを行き来しながらコミュニケーションを継続していた．本研究により，VMC システムは互いに離れて住む親子に対し，相手のリアルな生活を伝えるとともに，共食コミュニケーションを楽しむ時間を提供したと推測できる．

今後はさらに，事例検討を重ね，高齢者のコミュニケーション支援としての遠隔共食コミュニケーションの意義を明らかにしていくことが必要であろう．

謝辞

本調査実施にあたり，協力者のご家族様にはインタビューへの同席や，使用機器の操作補助に多大なるご支援を賜りました．第三者の視点より貴重な情報提供を頂いたことをここに記し，心より深謝申し上げます．本研究の一部は，科学研究費助成事業基盤研究（C）15K00887 による援助を受けた．

参考文献

[1] 総務省統計局 http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/final/pdf/01-13.pdf

[2] 内閣府男女共同参画局 http://www.gender.go.jp/about_danjo/whitepaper/h27/zentai/html/zuhyo/zuhyo01-02-09.html

[3] 山口真澄（2013）“離れた家族をつなぐコミュニケーションの事例研究–電話チャンネルを用いた 5 年間の記録-”，電子情報通信学会技術研究報告書 HCS，Vol.112，No.455，pp.73-78

[4] 秋谷直矩，武川直樹，徳永弘子，湯浅将英，木村敦，（2012）“VMC システムを介した共食場面の分析～人はいかにして食べることと話すことを強調的に管理するか？～信学会 HCS, Vol.112, No.176, pp. 43-48

[5] 徳永弘子，中谷桃子，秋谷直矩，武川直樹，(2016) “互いに離れて住む高齢の夫婦と子供との遠隔共食会話の事例報告～2 か月間の生活記録とインタビューからわかる共食の効果～” 信学会 HCS,Vol.116, No.31, pp.195-200

[6] http://www.apple.com/jp/mac/facetime/

身体的インタラクションを提示して教授する：柔術の技術指導場面から
Instructing with demonstrating bodily interaction: Examples from coaching of Jiu-jitsu techniques

伝 康晴
Yasuharu Den

千葉大学文学部
Faculty of Letters, Chiba University
den@chiba-u.jp

Abstract

In this paper, we investigate how the instructor instructs Jiu-jitsu techniques with demonstrating bodily interaction with a partner. The instructor cleverly embeds, in his utterances and gestures to students, several cues to the partner, who has not been informed, in advance, of how to act, thereby effectively giving the demonstration without disrupting the description. We discuss how this kind of *multiplicity* of interaction is related to open-communication.

Keywords — instruction, demonstration, bodily interaction, multiplicity of interaction, open-communication

1. はじめに

本研究では、組み技系格闘技の一つである柔術[1]の技術指導場面を取り上げ、指導者が自己とパートナーの身体を使って、攻防の技術を教授するやり方を分析する。教師や指導者が生徒や練習生に知識や技能を教授する実践をつぶさに観察･記述することは、学習科学の重要な課題であるとともに、制度的場面の相互行為分析にとっても興味深い事例である。とりわけ後者において、格闘技は身体的相互行為が中心的な役割を果たすという点において、近年の動向の奔流(たとえばStreeck, Goodwin, & LeBaron, 2014)と合致する。しかし、身体的相互行為の教授場面を自然生起データに基づいて詳細に分析した研究は多くない。

岡田・柳町 (2008)はボクシングのスパーリング場面において、対戦中の選手にコーチが指示を出し、選手がそれに応えるさまを微視的に分析している。指導されている選手は対戦相手と対峙しているため、コーチとの間に直接的な相互行為の場はないが、コーチの指示の内容を自分と対戦相手の身体の動きの文脈に埋め込んで正しく理解し、その理解を対戦中の動きで表示する。柔術のスパーリング場面でも、指導者や上級者から同様の指示を受けることはあるが、このような指示者と被指示者が直接対面しない相互行為場面は教示場面の典型とは言えない。

一方、Okada (2013)は、コーチがボクサーに一対一で技術指導している場面を取り上げている。一対一の対面場面でも、コーチの指示の構造はしばしば変化し、そのことはかならずしもことばで告知されない。被指示者はときにはコーチの指示の変化に気づかないことがあるが、コーチは身体を巧みに使って誤解を修正しようとし、被指示者はそれに追従する。このような過程でのマルチモーダルな資源の利用と技能に関する専門的な知識の重要性が強調されている。

これらの研究が一対一の教授場面であるのに対して、Keevallik (2010, 2013)は、ダンス教室でのカップルダンス（Lindy Hop）の指導という、教室談話に似た多人数の教授場面を取り上げている。そこでは、講師2人がペアを組んでダンスを実演しながら、たとえば生徒たちの悪い動きを正しい動きと対比しつつ説明する。このような場面で講師たちはことばと身体の資源をともに利用して、他者の身体を引用している。

本研究で取り上げる場面は、Keevallik (2010, 2013)のダンス教授場面に似ている。柔術のテクニック練習は、パートナーに協力してもらいながら指導者がその日学ぶ技術について説明し、それを練習生同士でペアを組んで反復練習する、という形式で進む。指導者による説明のフェーズでは、指導者とパートナーが動きを実演し、まわりで見ている練習生たちにそれを提示しながら説明する。ここでは、指導者とパートナーの間の身体的相互行為を練習生たちの眼前で見せることで、指導者から練習生たちへの教授が行なわれている。これは、漫才やラジオ番組などにおけるオープンコミュニケーションに似ている。岡本･大庭･榎本･飯田 (2008)

[1] 柔術（Jiu-jitsu）は、締め技･関節技を主体とする組み技系格闘技の一つである。基本技術としてプロの総合格闘家たちにも取り入られているが、組み技主体で安全性が高く、まったくの素人からでも始められるハードルの低さから、格闘家以外の一般の人々の間にも広まっている。

は、相方との相互行為を観客の眼前で行なうことで、間接的に発話を観客に宛てるオープンコミュニケーションとして漫才を位置づけ、視線や姿勢といった身体的資源がこのようなコミュニケーションの二重性を支えていることを実証的に示した。

しかし、本研究の場面には、これらの先行研究と異なる点もある。

1. パートナーは指導者ではなく、練習生の中からその場で指名され、それゆえ指導内容を事前に知らされていない（(Keevallik, 2010, 2013)との違い）。
2. パートナーとの身体的相互行為を眼前で示しつつ、指導者は練習生たちと直接的に会話的相互行為を行なっている（(岡本他, 2008)との違い）。

このような状況で、指導者は、練習生たちに宛てた自己の発話や身振りの中に、パートナーがいまどう動くべきか判断するための手がかりを埋め込み、パートナーは身体的相互行為の文脈や技能に関する専門的な知識を駆使してその手がかりを読み取る。以下、こういった教授のやり方を事例分析を通じて見ていこう。

2. データ

収録日 2016年1月23日。午後7時半から午後9時までの1時間半。

収録場所 筆者自身が通っている千葉県市川市内の柔術道場。マンションの一室にジョイントマットを敷いて練習場所が設営される（図1）。

参加者 指導者1人（40代前半）と練習生6人（20代前半〜50代前半）。すべて男性。練習生のうち1人がテクニック練習時にパートナーとして指名された。この練習生はその日の参加者の中でもっとも柔術歴が長く、技能が優れていた。

収録内容 以下から構成される通常の練習メニュー

1. 準備運動・基礎練習（約30分）
2. テクニック練習（約30分）
3. スパーリング（約30分）

準備運動はおもにストレッチから構成され、基礎練習では、抑え込みやそこからの逃れ方、身体の入れ替え方などの基本的な動きを反復練習する。テクニック練習では、その日のテーマを指導者が決めて、それに関わる技術をパートナーと実演しながら説明し、練習生たちに反復練習させる[2]。スパーリングでは、その日学んだ技術も含め、それまでに習得した技術を実戦形式の対戦の中で自由に発揮する。



図1 道場の風景

収録機器

- アクションカメラGoPro Hero3+（2台）（1920×1080, 60fps）で映像を収録した。1台は、部屋の隅に三脚を設置し、その上に固定した（図1の映像はそのカメラからのもの）。もう1台は、部屋の奥側の壁に沿って設置されているバレーのバーの中央付近にアタッチメントを使って固定した。
- ICレコーダーSony ICD-SX1000（リニアPCM, 44.1kHz/16bit）を、1台目のGoProの側の壁付近にあるカーテンレールからホルダーに入れて吊るして、部屋の中央部に近い位置から音声を収録した。

分析対象 テクニック練習の冒頭部。指導者が、パスガードしようとする相手を防ぐ動きをパートナーと実演しながら説明する場面。パスガードとは、床に寝た状態の対戦相手が両脚で攻め手の進行をブロックしている状況で、胴体の横に回り込むなど、相手の両脚の制御権の範囲外に進出する技術を指す。守り手は、横に回り込まれないようすかさず対応しなければならず、その対応の仕方がこの日のテーマであった。

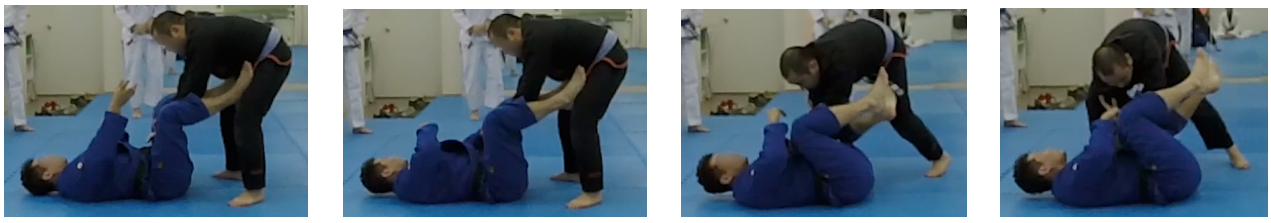
3. 分析

3.1 宛て先の二重性

断片1はテクニック練習開始15秒後の場面である[3]。この断片の直前に、指導者は「ま:パスガード相手がしてきて:(1.2)まそんときの自分の(.)体の使

[2] なお、パートナーも個々の技術の実演が終わると、その都度、練習生たちに混じって反復練習に参加する。

[3] 大文字のIの行には指導者の発話が記述され、「(数字)」は無音区間の秒数、「(.)」は短い無音区間、「言葉:」は音の引き伸ばし、「=」は発話の密着、「(( ))」は注記を示す。小文字のi, pの行にはそれぞれ指導者・パートナーの身体動作が記述され、「*」は指導者の、「+」はパートナーの動作の変化点、「-->」は同一動作の継続を示す。なお、「#」は図の位置を示す。



(a) (b) (c) (d)

図2 断片1中の身体動作

い方っていうか(0.1)考え方」と発話し、この日のテーマがパスガードの防ぎ方であることを練習生たちに知らせる。と同時に、この発話によってパートナーは、自分がこの後パスガードを仕掛けるべきであることを理解する。

```
【断片1】((身体動作は図2))
01 I: う:んと:*(0.1)              じゃ#*こう(.)  #
   i:          *右手をPの顔の前に出す->*左に倒す->
   p: Iの正面に立っている---------------------->
   図                                  #a          #b
02 I: *な+んでもいいんです     *けどしてくるでしょ#=
   i: *右手をPの顔の前に戻す->*左に倒す--------->
   p: -->+Iの両脚をたたみながら左側面に出る----->
   図                                           #c
03 I: =でして+*#きて:(0.2)
   i:          *左手をPの右膝下に置く->
   p:  ---->+静止する-------------->
   図           #d
```

指導者は01行目で、まず「う:んと:(0.1)じゃ」と言い淀みながら、右手をパートナーの顔の前に突き出し（図2 (a)）、その手を左に倒す（図2 (b)）。これは、練習生たちに対して「パスガード」を身振りで示していると同時に、パートナーに対して自分の左側にパスガードするよう促しているように見える。パートナーはそれに反応するように、指導者の左側面に出る（02行目）（図2 (c)）。ここで、指導者は03行目の冒頭で「で」というマーカーを用いて、説明が次の段階に入ったことを示す。パートナーは、自分の進出を止める動作を指導者が次に説明するということを予期し、「で」の直後でみずから静止する（図2 (d)）。指導者は静止したパートナーの右膝下に左手を軽く添え、パートナーの進出を制止した形を作る。

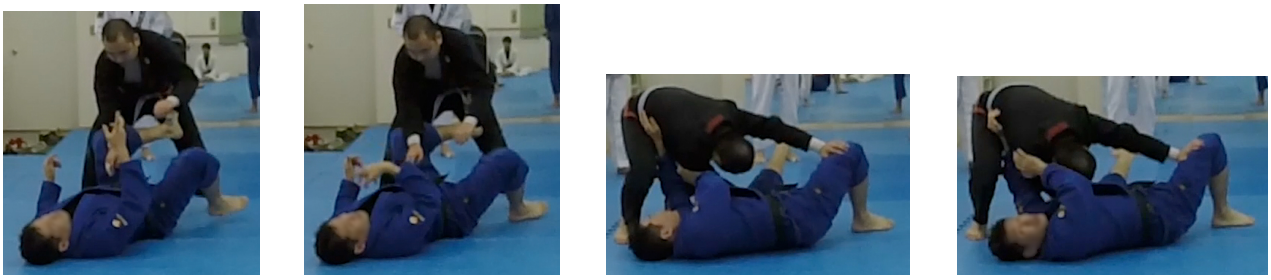
指導者の発話や身振りは練習生たちに対する説明を構成していると同時に、パートナーが手がかりとして利用できる資源（右手を左に倒す身振りや「で」というマーカ）が巧妙に埋め込まれている。このように、指導者の発話や身振りは二重の宛て先を持っている。これによって、パートナーへの直接指示のために説明を途中で止めるといった事態におちいることなく、自然な流れの中で身体的相互行為を効果的に提示できている。

一方、パートナーの動きも巧妙である。先述したように、この日パートナーを務めた練習生は、この日の参加者の中でもっとも柔術歴が長く、技能が優れている。加えて、この種のパスガードやそれを止める動きは基本技術であり、基礎練習でもよく取り上げられる。これらのことが、必ずしも明示的でない手がかりから、期待される動きを読み取ることができた要因と考えられる。もっとも教授場面の実演としてこれらの動きを行なうことは、対戦の中でこれらの技術を駆使することとは異なる面もある。たとえば、03行目でパートナーはパスガードの動きをみずから止めて、指導者の次の説明を待っている（対戦の中であれば、このまま横四方で抑え込みにいくところである）。また、回り込む際にもっと頭のほうまで行く（断片2を参照）のではなく、この位置で止まっていることも、パートナーがたんに柔術の技術を体得しているだけでなく、ここでの教授の意図をよく理解していることを示している。

3.2 文脈に依存した手がかり

断片2は断片1の続きである。指導者の次の説明を待って静止したままのパートナーの身体を操作し、指導者は04–06行目で「もちろんこういうふうに足とかで(0.8)やって(.)できるうちはいいんですけど」と言いながら、相手の右肩に自分の右足を引っ掛けて体を回し、相手の正面に戻る。パートナーはこの間、指導者に自分の身体をコントロールさせている。

```
【断片2】((身体動作は図3))
04 I: も*+ちろんこういうふうに足とかで(0.8)
   i:    *Pの右肩に右足を引っ掛けて体を回す->
   p:     +Iにコントロールさせる----------->
05 I: やって(.)できる*うちはいいんです=
   i: ------------>*Pの正面に戻る-->
   p: ----------------------------->
06 I: =+け*ど
   i:  -->*右足を下ろす--->
   p:  +左手を内腿から外す->
07 I: *+(0.4)                    #
   i: *右手をPのほうに突き出す--->
   p:  +左手を下ろしかけて止める->
   図                            #a
```



(a) (b) (c) (d)

図3 断片2中の身体動作

```
08 I: *ちょっと              あ#+いてが深めに=
   i: *右手を左上方に倒す->
   p: ------------------->+左手をIの右膝に置く->
   図                        #b
09 I: =+入*ってきて=
   i:      *両手でPの腰と肩を止める->
   p:  +Iの頭のあたりまで回り込む-->
10 I: =ちょっとなかなか足を#+利かすのが
   i:  ---------------------------->
   p:  ------------------>+静止する->
   図                        #c
11 I: (0.4)*(0.3)
   i: ---->*右手でPの右肩を軽くたたく->
   p: ------------------------------>
12 I: むず#*かしいな+:って=
   i: ---->*右手をPの右上腕に移動する----->
   p: ------------>+Iにコントロールさせる->
   図     #d
13 I: =いう*とき
   i:  --->*左手をPの右脛に移動する->
   p:  ------------------------->
```

指導者のこの発話は逆接のマーカー「けど」で終わっており（06行目）、これまで説明してきた内容とは対比される内容がこれから説明されることが投射されている。その直前にも指導者は「できるうちはいい」（05行目）と対比のマーカ「は」を用いており、対比的な状況が導入されることは十分に予測可能になっている。前節で述べたように、断片1でのパスガードの攻防は基本技術に属する部類であり、メインのテーマに至る前置きとして位置づけることが可能である。04〜06行目の指導者の発話の構成はこのことと呼応している。実際、「けど」を発すると同時に、指導者は相手の右肩にかかっていた右足をマットに下ろし、次の実演に備える。パートナーもほぼ同時に、パスガードの際に相手の脚を押さえるために掴んでいた右内腿（の胴衣）から左手を外し、次の実演に備えている。

しかし、この段階では、次に説明される状況がどのようなものかまではパートナーにはわからない。そのことを表示するかのように、指導者の脚からいったん離れたパートナーの左手はもう一度脚のほうに下がりかけて止められ、一瞬、宙でさまよう（07行目）。ほぼ同時に、指導者は右手をパートナーのほうに突き出し（07行目）（図3 (a)）、「ちょっと」と言いながらその手を左上方に倒す（08行目前半）（図3 (b)）。この手を倒す方向は、断片1の01, 02行目で右手を左に倒したときより上方、頭寄りである。この違いはパスガードで回り込む位置の違いを示しているように見える。この時点でパートナーは左手を相手の右膝におき、パスガードの動きを始めるが（08行目）、どの位置まで回り込むか理解していたかどうかは定かではない。しかし、指導者が「あいてが深めに」と続けたところで（08行目後半）、先ほどより深く回り込むことが求められていると理解するに至ったと思われる。実際、指導者が「入ってきて」と続ける間に、パートナーは相手の頭のあたりを目指して回り込み始める（09行目）。

先ほどより深いパートナーのこのパスガードに対して、指導者は相手の進出を両手で止める動きを少し早めに始めながらも、「ちょっとなかなか足を利かすのが」と説明を続ける（10行目）。この説明の途中「足を」の時点で、パートナーは相手の頭のあたりまで回り込み終えたため、みずから静止し、指導者の説明の続きを待つ（図3 (c)）。ここでも、パートナーの動きは教授という活動に志向している。ここで指導者は0.7秒の「間」をおく（11行目）。この「間」の途中で指導者はパートナーの右上腕に置いていた右手を離し、右肩を軽くポンと叩く（11–12行目）（図3 (d)）。この動きは柔術の技術ではない。すなわち、練習生たちに提示することを意図したものではなく、パートナーにじかに宛てられたものと見なせる。ただし、これはパートナーの次の動きを直接指示したものというより、実演が一段落し、次の段階に進むことを合図しているように見える。指導者は、10行目でパートナーが静止した（図3 (c)）直後あたりから視線を手前側の練習生たちに移していたが、12行目でパートナーの右肩に触れた（図3 (d)）直後から視線をパートナーに戻している。この視線の移動は説明の段階の移行を表示しているように見



(a) (b) (c) (d)

図4 断片3中の身体動作

える。実際、指導者は左手の位置をそれまでとは変え、次の実演へと移る（13行目）[4]。

事例2でもやはり、パートナーの動きの手がかりは、指導者から練習生たちへの説明の中に埋め込まれている。事例1の指差しに似た身振りや話題の境界を示すマーカーとは異なり、ここでの手がかりは、（発話や身振りによる）対比構造や、一般的な語（「深め」）の意味を、文脈に依存して理解する必要のあるものであった。このように、指導者からパートナーに与えられる手がかりは、表現となすべき動きが一対一に対応したものというより、たぶんに文脈に依存したものである。

3.3 直接的な指示

断片2には、指導者がパートナーにじかに宛てたと思われる身振りがあった。しかし、それはパートナーの動きを直接指示したものとは言えなかった。この日のテクニック練習で、指導者が実演を中断してパートナーに直接指示することは少なかった。しかし、直接的な指示がまったくなかったわけではない。断片3はそのような事例である。

```
【断片3】((身体動作は図4))
01 I: *+たとえば(.)こう=
   i: *右手でPの左襟、左手で右脛を引き寄せる------->
   p:  +右手をIの左耳横、左手を右腰に置き、抑え込む->
02 I: =*来たと+き                          #
   i:  *右手でPの左脇をすくい、引き寄せる->
   p:  ------>+左手をPの右脇腹に移動する->
   図                                      #a
03 I: (0.2)*(0.3)+(0.3)              #
   i:       *左脛でPの左膝を押し下げる->
   p: ---------->+上体を後ろに下げる->
   図                                  #b
04 I: *(0.2)
   i: *左脚をPの両脚の間に入れる->
   p: ------------------------->
05 I: +((小声で))も#*う少し
   i: ------------>*左足を深く差し込む->
   p: +静止する---------------------->
   図              #c
06 I: +(0.5)                #(0.1)
   i: --------------------->
   p: +左膝と上体を前に出す->
   図                       #d
```

断片3は断片2の約16秒後の場面である。指導者はこの間、パスガードが深く入ってきて足で戻せなくなり、ハーフガードなどに持ち込こもうとした状況で、「死に体」にならないことが重要だと、この日のテーマの核心部分に触れる。その後、「死に体」の意味を説明しだすのがこの断片である。

01–02行目で指導者は「たとえば(.)こう来たとき」と言いながら、パートナーに抑え込みの体勢を作らせ、パートナーの身体をみずからの身体に引き寄せる（図4 (a)）。その後、約1秒の「間」を作り、その間にパートナーの左膝にあてがっていた左脛で相手の左脚を押し下げ（03行目）（図4 (b)）、できた空間を利用して、左脚をたたんで相手の両脚の間に入れようとする（04行目）。パートナーは指導者のこの動きに合わせて、押し下げられた左脚だけでなく、上体も後ろに下げる（03–04行目）（図4 (b)）。この場面で指導者が作りたかったのはハーフガードの体勢である。そのためには、パートナーの両脚の間に指導者の膝裏あたりまで入っていなければならない。しかし、パートナーが後ろに下がって静止したのはそれよりも少し遠い位置であった（05行目）（図4 (c)）。これに対して、指導者はパートナーに「もう少し」と小声でささやく。断片的な発話ではあるが、指導者がハーフガードを作ろうとしていることに気づいたパートナーは、この発話が「もう少し（近づいて）」を意味すると理解したと思われる。実際、パートナーはいったん下げられた左膝と上体を前に出し、指導者にハーフガードの体勢を作らせる（06行目）（図4 (d)）。

ここでの指導者の05行目の発話が、まわりにいる練習生たちにではなく、パートナーだけに宛てられたものであることは明白である。それはこの発話が練習生たちには聞き取れないかもしれない小声で発せられていることからもわかる。この発話の後、指導者の説明は0.6秒の間滞っている（06行目）。これまでの事例とは異なり、ここで指導者

[4] 指導者はこの後、相手の両脚の間に自分の左脚を入れて、相手の左脚を引き寄せながら膝をつかせ、その脚を両脚で挟み込んでハーフガードに移行する。ハーフガードとは、下側の人の片脚が上側の人の両脚の間にあり、もう片方の脚とで相手の片脚を挟み込んで、進出を防いでいる状態を指す。

は、練習生たちへの説明の流れを中断し、パートナーに直接指示を送っている。このような直接指示が必要だったのはどうしてだろうか。

01–02行目でパートナーに抑え込みの体勢を作らせた後、03行目で指導者はそれを押しのけようとするが、ここで両者の間に大きな空間を作ることは守り手（指導者）側にとって好ましいことであり、教授場面に志向したパートナーがその状況を大げさに作ったとしても不思議ではない。しかし、そこで生じた距離はハーフガードを作ろうとしていた指導者にとって遠すぎた[5]。どちらのミスとも言えないが、この齟齬を埋めるために、ある意味、有標な手続きが必要になったものと思われる。

4. 議論

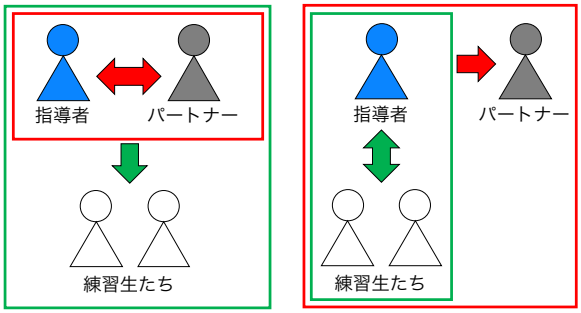
以上見てきたように、柔術の技術指導場面における、自己とパートナーの身体を使った指導者の教授は、以下のようなやり方を取っていた。

- 指導者は、練習生たちへの説明とパートナーへの指示を使い分けるのではなく、前者の中に後者の手がかりを埋め込むという形で、説明の流れを止めることなく、身体的相互行為を効果的に提示する。
- これらの手がかりは、表現となすべき動きが一対一に対応しているというより、対比構造や一般的な語の意味を文脈に依存して理解する必要があるものである。
- 指導者の意図とパートナーの解釈との間に齟齬が生じた場合は、直接的な指示が用いられることもある（が、それほど頻繁ではない）。

パートナーは指導者から暗示された手がかりを、身体的相互行為の文脈や技能に関する専門的な知識を駆使して読み取っていた。この道場のテクニック練習では、その日参加している練習生の中でもっとも経験が深く、技能が優れた者がパートナーとして指名される。それゆえ、多くの場合、上記のような教授のやり方がうまく機能する。しかし、ごくたまに、経験豊かな人がすべて欠席していて、少し劣る人がパートナーとして指名されることがある。練習生として同じ場にいた筆者の印象では、そのようなときには、パートナーへの直接指示が多くなっているように感じる。

1節で述べたように、本研究で取り上げた場面は岡本他(2008)のオープンコミュニケーションに似ている。指導者はパートナーと身体的相互行為を行ない、それを練習生たちに提示することで間接的に身体の動きを教授する（図5左）。と同時に、

[5] これくらい相手が遠ざかれば、ガードポジション（下側の人の両脚の間に上側の人の胴体を挟んだ状態）に戻したり、うつ伏せになって脚にタックルにいったりしたほうが自然である。



直接：指導者・パートナー間相互行為
間接：身体の動きを練習生たちに提示

直接：指導者・練習生間相互行為
間接：動きの指示をパートナーに暗示

図5 相互行為の多重性

指導者と練習生たちとの間の直接的な相互行為も存在する。そこでは、指導者のことばや身振りによる説明が練習生たちに対してなされ、その中にパートナーへの動きの指示が暗示される（図5右）。興味深いことに、これら2つの相互行為は、時間的に交互に起こるとかいうのではなく、前者は身体で、後者は会話でという形で同時に生じる。すなわち、指導者は2つの相互行為に同時に参与しつつ、それぞれがオープンコミュニケーションの形をとるという多重性を示しているのである。今後、このようなタイプの相互行為場面を他にも見つけ、比較していきたい。

謝辞

データ収録に協力いただいた、八木秀樹代表はじめ、ストライプル市川道場のみなさまに感謝します。本稿の内容は、いくつかの機会でのデータセッションや研究発表に基づいています。Lorenza Mondada、Oskar Lindwall、西阪仰の各氏をはじめ、コメントをいただいたすべての方々に感謝します。

参考文献

Keevallik, L. (2010). Bodily quoting in dance correction. *Research on Language and Social Interaction*, **43**, 401–426.

Keevallik, L. (2013). The interdependence of bodily demonstrations and clausal syntax. *Research on Language and Social Interaction*, **46**, 1–21.

Okada, M. (2013). Embodied interactional competence in boxing practice: Coparticipants' joint accomplishment of a teaching and learning activity. *Language & Communication*, **33**, 390–403.

岡田みさを・柳町智治 (2008). インストラクションの組織化—マルチモダリティと「共同注意」の観点から—. 『社会言語科学』, **11** (1), 139–150.

岡本雅史・大庭真人・榎本美香・飯田仁 (2008). 対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析. 『知能と情報』, **20**, 526–539.

Streeck, J., Goodwin, C., & LeBaron, C. (Eds.) (2014). *Embodied interaction: Language and body in the material world*. New York: Cambridge University Press.

猿田彦の舞における舞方と奏方の即興的調整：野沢温泉燈籠祭りの事例から
Improvisational Adjustments between Performers in Sarutahiko's Dance: A Case Study of Nozawa Onsen Yuzawajinja-Reisai

寺岡 丈博†, 伝 康晴‡, 榎本 美香†
Takehiro Teraoka, Yasuharu Den, Mika Enomoto

† 東京工科大学, ‡ 千葉大学
Tokyo University of Technology, Chiba University
†{teraokatkhr, menomoto}@stf.teu.ac.jp, ‡ den@chiba-u.jp

Abstract

In this study, we investigated performers' improvisational adjustments in Sarutahiko's dance, which is one of the Kagura dances performed at the Nozawa Onsen Yuzawajinja-Reisai. During a session, the actor of Sarutahiko performs four kinds of dances, and the instrument players play *hayashi* (festival music) on Japanese flutes and a drum. The *hayashi* contains a particular phrase called *Kaeshi*, in which the players adjust their musical performances with each other at the beginning and the actor adjusts his dance with the music at the end. We analyzed the tempo of *Kaeshi*, and the other musical parts, and the timing of dances in 7 sessions, and found i) that the players' improvisational adjustment was accomplished by sharing the beats during the last long tone just before *Kaeshi* and ii) that the actor's adjustment with players was loosely achieved depending on situations.

Keywords — improvisational adjustment, Sarutahiko's dance, instrumental performance

1. はじめに

他者と行動のタイミングを合わせる機会は日常の中で頻繁にある．例えば，一般的な会話では，話し手の発話が終わるタイミングに合わせて聞き手が話し始める．さらに，聞き手は視線や頷きで応答する時も発話のタイミングに合わせており，このような参与者間相互作用によって会話の場が成り立っている[1, 2, 3]．会話のように言語を主とする活動だけでなく，個々の身体的行為を互いに協調させる共同活動は他に様々ある．Clark [4]はワルツを踊ったり，カヌーを漕いだり，ピアノ二重奏を演奏したり，恋したりする二人を挙げている．日本文化でいえば，神楽・田楽・能・歌舞伎と舞と囃子の協奏が人々によって受け継がれている．こういった共有活動を成功させるためには，単に一定の舞や拍子の型を体得するだけでなく，他者の発する非言語情報を認知し，自己の操作する楽器や身体を協調させなければならない．本研究では，野沢温泉燈籠祭りの神楽舞を対象に，音や拍子や身体動作が個人間でいかに相互調整されるかに焦点をあてる．

野沢温泉燈籠祭り[5, 6]は，湯澤神社例祭の一部として9月8日の夜に毎年行われ，その由来は江戸時代の中期から後期の間とされている．昔からこの祭礼は燈籠連れともいわれ，村人にとって信仰的行事はもちろん大きな娯楽の機会にもなっていた．現在，この祭りの総元締めと執行は野沢組惣代と三夜講（42歳厄年が中心となった3学年からなる男性組織）がそれぞれ担っており，火祭りで有名な道祖神祭りと同様に野沢温泉村の共同体にとって大切な行事の一つである．

燈籠祭りは，まず十王堂前で獅子舞が始まり，お練りの燈籠行列が作られる．制札燈籠を先頭に榊燈籠・猿田御幣燈籠・柳燈籠・花燈籠などが火を灯して長々と列を作り，湯澤神社に向けて大湯通り（村の中心街）を進む．道中の要所要所では，猿田彦の舞（図1）をはじめ，獅子舞，三十六歌仙舞が行われ，奴燈籠を持った子供が獅子舞の合間に燈籠の叩き合いを行う．そして，猿田彦の命は最後に湯澤神社鳥居の注連縄を切って神の通る道を開ける．続いて獅子の剱舞の道中が社殿まで上り，最後に拝殿内で獅子の本舞が行われて祭りは幕を閉じる[5]．

本研究では，この湯澤神社例祭における猿田彦の舞を分析する．猿田彦の舞は，大湯通りの要所要所（十王堂前，大灯籠下，大湯前，湯澤神社鳥居下）に張られた注連縄を切ること（シメキリ）を目的としている．注連縄を張った所は神の来臨される神聖な場所とみなされており，このシメキリによって神が通る道が切り開かれる．燈籠祭りでは大湯通りの4箇所で1回ずつ，翌日の例祭では



図1　猿田彦の舞（注連縄の手前が舞方，奥が奏方）

湯澤神社鳥居下で1回のみで舞が行われる．猿田彦の舞を行う拍子方は村に住む二十代から三十代までの若者であり，次代に引き継いだ場合は舞楽保存会の猿田彦後見人となって後進の指導を行う．

拍子方は，天狗の面を付けて猿田彦命を舞う演者と笛や太鼓の奏者から構成されており，本研究では前者を舞方（まいかた），後者を奏方（かなでかた）と呼ぶ．図1のように，舞方は注連縄の手前で舞い，奏方は注連縄の後方で囃子を奏でる．囃子の旋律や舞の型は決まっているが，毎回時間的に一定ではなく，むしろ異なっている．それにも関わらず,「返し」と呼ばれる囃子の区切りの開始点が笛と太鼓で合う．さらに，この返しは，舞の特定の箇所で生じることが多く，舞方と奏方の間でも何かしらの調整が行われていると考えられる．そこで本研究では，このような一致を可能にしている即興的調整を特定することを目的とする．

2. 猿田彦の拍子方

2.1 舞方

舞方は4人おり，燈籠祭りの4箇所に対してそれぞれ舞う場所が1人ずつ決まっている．湯澤神社鳥居下の舞方のみ，翌日の例祭も湯澤神社鳥居下で舞を行う．猿田彦命を演じる際，舞方は頭にニワトリが乗った兜を被り，天狗の面を付けて，白装束の上に赤い陣羽織を着て舞を行う．最初は手剣で舞い（手剣舞），次に剣を持ち（剣舞），続いて刀に持ち替え（刀舞），そして左手に火のついた松明を持ち，振り回しながら注連縄の前まで進む（松明舞）．最後に，注連縄を松明で燃やした後に刀で断ち切って舞を終える[5].

2.2 奏方

奏方は，笛が4人，太鼓が3人の計7人で構成されている．囃子を奏でる際，笛は前後二列で4人が同時に吹き，前列左に位置する奏者が囃子の次の旋律に進む際の合図を出す指揮者の役割を兼ねている．一方，太鼓は3人のうちの1人が叩き，2回の「返し」ごとに打ち手が順に入れ替わる．返しとは，同じ囃子を繰り返す際に区切りとして奏でられるフレーズのことである．ただし，返しの直後に太鼓を叩きながら打ち手が入れ替わるため，囃子が中断することはない．また，打ち手が笛の奏者とお互い視線を合わせて奏でることはなく[1]，舞方を見るのもシメキリの際のみである．

3. 聞き取り調査

3.1 概要

本研究の分析を行う前に，三夜講の事務局経由で猿田彦の舞の経験者を紹介してもらい，インタビューを2回実施した．1回目は，2016年6月4日に野沢温泉村の宿泊施設にて舞楽保存会猿田彦後見人（舞方経験者）の方に，舞方と奏方が意識して合わせる箇所について尋ねた．2回目は，翌日の6月5日に別の撮影（道祖神祭りに関わる作業の撮影）の際に前猿田彦後見人（奏方経験者）の方々に奏方同士（笛と太鼓の奏者）が意識して合わせる箇所や奏方の練習について尋ねた．

3.2 調査の結果

インタビューの結果，猿田彦の舞では奏方同士（太鼓と笛の奏者）が意識して演奏を合わせる箇所は，区切りのフレーズとして奏でられる返しのみであることが分かった．一方，奏方が舞方に合わせるところは最後のシメキリだけであり，また逆に舞方が囃子に合わせる箇所は手剣舞と刀舞の始まりを返しに合わせる2箇所のみであることが分かった．すなわち，返しの箇所のみ意識的に合わせているといえる．そこで以下では，返しを中心に奏方および舞方の調整について分析する．

4. 分析1：太鼓と笛の間の調整

1回の舞にかかる時間は毎回異なる．その一方で，囃子で奏でられる笛の旋律と太鼓の拍子は全て同じであるため，囃子も返しも各回でテンポが異なっている可能性がある．そこで，囃子と返しのテンポを分析し，その変化に基づき太鼓と笛の奏者間で行われている調整を特定する．

[1] 打ち手によっては笛の指揮者を見ることがあるが，笛が太鼓を見ることはない．

表 1　分析資料

日時		場所
2013/09/08	20:28:53 - 20:48:32	十王堂前
2014/09/08	21:13:57 - 21:33:38	十王堂前
2015/09/08	19:59:21 - 20:17:22	十王堂前
	20:44:05 - 21:01:40	大灯籠下
	21:28:08 - 21:46:05	大湯前
	22:20:48 - 22:39:38	湯澤神社鳥居下
2015/09/09	13:29:23 - 13:44:50	湯澤神社鳥居下

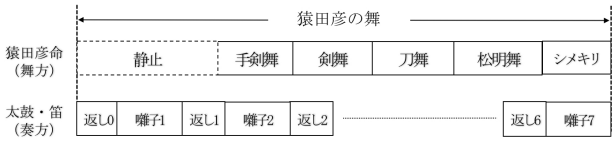


図 2　舞と囃子の構成

4.1　分析資料

表1は，2013年から2015年までの燈籠祭り（9月8日）ならびに2015年の湯澤神社例祭（9月9日）の撮影データから，猿田彦の舞に関して抜粋した映像データの詳細（日付，開始･終了時間，場所）である．ただし，2013年と2014年は十王堂前のみ，2015年は湯澤神社例祭を含めた全ての場所（十王堂前，大灯籠下，大湯前，湯澤神社鳥居下）で収録されたデータを用いる．映像は同一場面を異なるアングルから複数のデジタルビデオカメラで撮影しており，手動で同期した映像と音声を注釈作成ソフトELANに取り込んで分析した．

なお，舞方が舞台に現れてからシメキリまでの間に，奏方は囃子を7〜8回繰り返す．全体の開始時と囃子を繰り返す際には返しが入るため，1回の舞における舞と囃子の構成は図2のようになる．奏方は返し0から始まって囃子7もしくは追加的な囃子8で終わる．囃子の太鼓は一定の間隔で拍子が刻まれるが，返しの太鼓は強弱のついた8打からなる．

4.2　方法

太鼓の音をもとに打のタイミングをアノテーションし，打数と打間の時間を抽出した．分析資料の各囃子区間と返し内の打数と打間の平均時間を用いて1分間あたりの拍数を計算することで，テンポをbpm (beats per minute)で求めた．

図3は，太鼓に関して，返し部分と囃子部分の拍子の関係を縦に並べて比較したものである．1回の返しの長さは，一定の間隔で拍子を打つ囃子の6拍分に相当している．そのため，返しのテンポに関しては，抽出した時間を6拍分に相当するとして計算した．また，場所によっては，囃子7の後に返しの旋律を笛が奏でるが，太鼓は囃子と同じ拍子を打ち続け[2]，その後また囃子に戻ることがあった．囃子と返しのテンポを求める際，この部分は除外した．

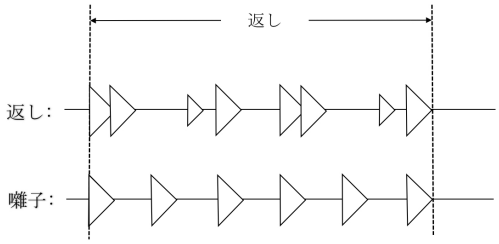


図 3　返しと囃子における拍子の違い

4.3　結果

4.3.1　囃子と返しのテンポ

表2は囃子区間のテンポである．まず十王堂前に着目すると，2013年から2015年の囃子1は順に122.5bpm，123.9bpm，118.8bpmであるのに対して，囃子7はそれぞれ123.7bpm，126.0bpm，123.2bpmとなっており，テンポがどれも速くなっていた．また，2015年の十王堂前から鳥居下-昼までの5箇所に関しても，囃子1と囃子7を十王堂前から鳥居下-昼までそれぞれ比較すると，総じて速くなっていた．

表3は返し区間のテンポである．2013年から2015年の十王堂前では返し0が順に121.3bpm，121.9bpm，115.3bpmだったが，返し6はそれぞれ114.0bpm，112.4bpm，111.4bpmであり，どれもテンポが遅くなっていた．同様に2015年の5箇所についても，返し0より返し6のほうがいずれの場所でも遅くなっていた．

4.3.2　返しにおける笛と太鼓の一致

返しにおける笛と太鼓の出だしが一致しているかどうかを，すべての場所のすべての返し（計49個）で調べたところ，一致していないのは1個（2015年鳥居下-夜の返し4）だけで，他は全て一致していた．調整の手がかりを探るため，返しに入る直前の笛の旋律に着目したところ，囃子の最後の音が長く伸ばされていた．そこで，この笛の最後の音の伸ばし始めから返しに入るまでの太鼓の打数を調べたところ，笛と太鼓が一致していなかった1回を除いて，全て8拍で返しに入っていた．

4.4　考察

舞の開始時と比べて終盤では，囃子はテンポが速くなっていたのに対して，返しは逆にテンポが遅くなっていた．太鼓の音は囃子の序盤は小さい

[2] シメキリ直前のため返しを回避しており,「返しなし」と呼ばれる．

表 2　猿田彦の舞の囃子区間におけるテンポ(bpm)

	2013	2014	2015				
	十王堂前	十王堂前	十王堂前	大灯籠下	大湯前	鳥居下-夜	鳥居下-昼
囃子1	122.5	123.9	118.8	120.8	119.2	118.7	114.8
囃子2	123.5	123.9	120.0	121.3	117.6	119.1	111.5
囃子3	123.0	120.8	122.2	123.8	121.5	121.6	114.4
囃子4	121.9	120.7	121.4	123.4	121.4	120.4	114.6
囃子5	121.9	120.9	121.3	124.8	120.5	123.1	120.2
囃子6	121.0	121.0	121.9	123.4	122.7	122.1	120.0
囃子7	123.7	126.0	123.2	123.2	124.8	121.2	121.7

表 3　猿田彦の舞の返し区間におけるテンポ(bpm)

	2013	2014	2015				
	十王堂前	十王堂前	十王堂前	大灯籠下	大湯前	鳥居下-夜	鳥居下-昼
返し0	121.3	121.9	115.3	120.0	115.1	121.4	120.8
返し1	121.3	115.4	121.8	113.5	116.5	108.7	112.4
返し2	119.8	114.5	123.8	111.2	120.6	110.3	109.2
返し3	118.7	115.3	112.7	119.7	114.1	115.9	110.3
返し4	118.0	114.4	113.7	120.4	110.2	122.8	107.3
返し5	114.2	110.3	110.5	116.7	115.7	116.3	116.3
返し6	114.0	112.4	111.4	114.3	113.0	115.7	114.7

が，終盤では大きな音で叩かれているため，テンポが速くなってしまうきらいがある．太鼓の打ち手は音の強弱に関わらず，舞方のペースを乱さないように拍子を一定の間隔で刻む必要がある．そこで，囃子のテンポが終盤で速いと感じた場合は，返しでテンポを戻すように意識していると考えられる．そのため，舞の終盤では速くなった囃子に対して，返しのテンポをより遅くしてしまい，結果的に，舞の開始時と比べて返しと囃子のテンポの相対的な差が大きくなってしまう．十王堂で行われた過去3年間，ならびに，2015年に行われた5箇所について同じ傾向があることから，舞の終盤で返しと囃子のテンポの差が顕著になることが，通時的かつ共時的な特徴といえる．

このようなテンポの変化にも関わらず，返しの開始点は太鼓と笛でぴったりと一致していた．これは，返し直前の笛の最後の音を伸ばしている間に太鼓が8拍叩く，という規則を共有することで可能になっていると考えられる．表2のように囃子のテンポは毎回異なるため，その都度のテンポに合わせて，おもに笛の奏者が即興的に調整していると思われる．この笛の調整に反して太鼓が違う打数で返しに入ると，返しの開始点が一致しなくなる．実際に，唯一返しの開始点が一致しなかった2015年鳥居下-夜の返し4の前をみると，笛が音を伸ばし始めて8拍後に笛は返しに入ったが，太鼓は9拍後に入っていた．そのため笛と太鼓で返しの開始点がずれてしまったと考えられる．

以上より，奏方は返し直前の音の伸ばしに対して拍子を共有することで，テンポ変化に関わらず，返しの入りを即興的に調整していることがわかった（図4）．

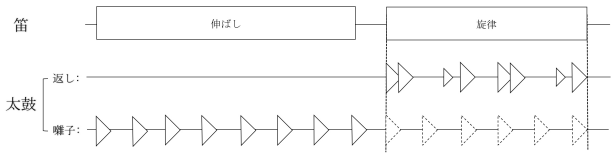


図 4　返しの入りにおける笛と太鼓の調整

5. 分析2: 舞方と奏方の間の調整

手剣舞，剣舞，刀舞の3つは，開始時に猿田彦命が両手を合わせて拍手する．この拍手は，舞の区切りとみなすことができる．この区切りの拍手のうち，手剣舞と刀舞では，拍手の始まりが奏方の返しと一致することが多いため，ここではその傾向について分析する．

5.1 分析資料

分析1と同じである．

5.2 方法

舞方の舞の映像をもとに拍手の準備(preparation)とストローク(stroke)をアノテーションし，太鼓の拍子との時間的関係を調べた．準備は，猿田彦命が両手を腰（図5の左）から正面まで動かして合掌する（図5の右）までの動きを指す．この拍手の準備区間に，返しの太鼓8打のうちの何打目から何打目までが含まれるかを調べた．

5.3 結果

手剣舞と刀舞における拍手の準備区間に返しの太鼓の何打目から何打目までが含まれるかを表4にまとめた．手剣舞の拍手は全て返し1の間に行

表 4　舞方の拍手の準備区間と太鼓の打の関係

	2013	2014	2015				
	十王堂前	十王堂前	十王堂前	大灯籠下	大湯前	鳥居下-夜	鳥居下-昼
手剣舞	打8 - （返し1）-	打5 - 打8（返し1）	打6 - 打8（返し1）	打5 - 打8（返し1）	打5 - 打8（返し1）	打5 - 打8（返し1）	打5 - 打8（返し1）
刀舞	囃子4	打5 - 打8（返し3）	打4 - 打5（返し3）	囃子4	打5 - 打8（返し3）	囃子4	打5 - 打8（返し3）



図 5　猿田彦命の「拍手」（左が準備開始時，右が準備終了時）

われていた．また，2013年の十王堂前を除いて，いずれも打8（返しの最後）で終わっていた．2014年と2015年の十王堂前はどちらも，返しの拍子が半分まで進んだ後に拍手の準備が始まり打8まで続く．すなわち，返しの打5あるいは打6から動き出して最後の拍子と合掌のタイミングが一致していた．2015年の十王堂前以降は，拍手の準備がいずれも打5から始まり打8で終わっていた，鳥居下-夜と鳥居下-昼が同じ舞方であるという以外は全て舞方が異なることを踏まえると，4人中3人の舞方で手剣舞の拍手の準備のタイミングが同じであるといえる．なお，2013年の十王堂前は返しの終わりの拍子（打8）と同時に拍手の準備が開始し，終了は返し後に食い込んでいた．

これに対して，刀舞では，拍手が返しと一致しているのは4箇所だけであった．それ以外の3箇所では囃子中に刀舞が始まっていた．また，拍手と返しが一致している4箇所のうち，3箇所（2014年十王堂前，2015年大湯前，2015年鳥居下-昼）は，手剣舞と同様に返しの打5から打8にかけて拍手の準備をしていた．残る1箇所（2015年十王堂前）は，打4で開始した拍手の準備を打5で終了するというせっかちなものであった．

以上より，手剣舞と刀舞の開始時に舞方の拍手は，原則として，準備の開始を返しの中間に，準備の終了（合掌）を返しの末尾にそれぞれ一致させていることがわかった（図6）．

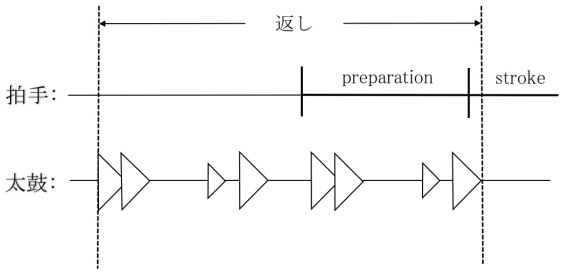


図 6　舞方の拍手と奏方の返しの関係

5.4　考察

手剣舞の拍手の準備はほとんどが打5から打8で行われており，特に終了点はほとんどが打8になっていた．このことから，舞方は合掌を返しの末尾に合わせようとして，返しの中間から動き出しているといえる．この拍手は手剣舞の開始時に行われる動作であり，舞方の最初の動作である．それ以前，奏方によって囃子が奏でられている間，舞方は両手を腰につけて直立している．その後の返しで拍手に入ることを考えると，この最初の拍手は舞の進行状況の影響を受けず，舞方の個性や舞の場所によって入りのタイミングに異なりが生じることは考え難い．そのため，表4の2013年の十王堂前だけ拍手の開始のタイミングが異なるのは，舞方のミスなどではなく，2014年以降とは異なる方略が使われていたと解釈するのが自然である．

一方，刀舞では，手剣舞と同じく合掌を返しの終わりに一致させるのが原則であるが，舞の進行状況によっては必ずしもそうしなくてもよいのだと考えられる．2013年の十王堂前をはじめ2015年の大灯籠下と鳥居下-夜では，返しではなく，その後の囃子の途中で拍手に入っている．これは，刀舞を始める準備が，本来の一致点である返し3までに終わらなかったからである．刀舞の冒頭部は，刀を鞘ごと腰の左側に差した後，拍手を行い，鞘から刀を抜く動作からなる．この腰に刀を差す動作がしばしば問題になる．猿田彦命の面は視界が悪い上に被っている兜の側面が長いため，舞方はほとんど外が見えていない．また白装束の上に羽織を纏っているため，手探りで羽織の隙間から刀を通して腰に差す必要がある．このように視認性と物理的な問題から，刀を差す動作が場合によっ

ては時間を要することがある．このため，拍手の開始が返しに間に合わず，その後の囃子に食い込んでしまったと考えられる．実際に，2013年の十王堂前では，刀を差す動作に30.4秒もかかっていた．

ただし，2015年の大灯籠下と鳥居下-夜に関しては，刀を差す動作にかかった時間は両方とも15秒程度だった．これは特段遅いわけではない（たとえば拍手と返しが一致している2014年十王堂前でも12秒）．また，それまでの舞に目立った失敗はなかった．このことから，単純にそれ以前の舞の進行のペースが遅く，刀舞に入る前に返し3を過ぎてしまったものと思われる．特に，鳥居下-夜は湯澤神社の入り口にある鳥居の下で行うため，他の場所よりもスペースが狭く明かりも暗い．石階段による段差もあるため，慎重に舞った結果，舞を進めるペースが他の場所よりも遅めになったと考えられる．

以上より，舞方が奏方とタイミングを調整する必要があるのは，手剣舞と刀舞の拍手後の合掌の部分である．分析1で示したように返しや囃子のテンポが一定でないことを踏まえると，刀舞では舞の進行状況の影響を受けることがあるため，舞方は無理に奏方に合わせようとはしない．このように，舞方による調整は状況に依存した緩やかなものである．

6. まとめ

分析1と分析2より，猿田彦の舞において即興的な調整が，奏方同士（笛と太鼓）による双方の返しの入りの一致と，舞方の合掌と奏方の返しの一致という形で行われていることが分かった．舞の終盤になると囃子と返しはテンポが異なってくるのにも関わらず，前者では，返し直前に笛が音を伸ばす間に拍子を奏方内で共有することで，返しの出だしを一致させていた．一方，後者では，舞方が舞の開始時に行う拍手の合掌を返しの末尾に合わせることを原則とするが，中盤の舞では，この調整は舞と演奏の進行状況が合致する場合に限られ，前者に対して後者は緩やかな調整といえる．

これらの調整について，2013年～2015年の十王堂前では，奏方内の調整がどの年でも確認できたが，舞方と奏方間の調整に関しては2014年しか確認できなかった．また，2015年の十王道前～鳥居下-昼までの5箇所では，奏方内の調整が全ての場所で確認でき，舞方と奏方間の調整に関しても2箇所で確認することができた．

このように，奏方内の返しに関する調整と，舞方と奏方の間の舞始めの調整は，猿田彦の舞の通時的かつ共時的な特徴とみることができる．ただし，後者の緩やかな調整に関しては，まだ事例数が少ないため，2013年と2014年の分析資料を増やした上でさらに検討する必要がある．

謝辞 調査にご協力いただいている歴代の野澤組惣代・舞楽保存会・猿田彦拍子方・三夜講の方々に感謝します．太鼓のアノテーションには国立国語研究所の石本祐一氏の協力を得ました．記して感謝します．本研究は，科研費基盤(B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」（2015～2017年度，代表：榎本美香，研究課題番号：15H02715）の補助を受けています．

参考文献

[1] T. Stivers, N.J. Enfield, P. Brown, C. Englert, M. Hayashi, T. Heinemann, G. Hoymann, F. Rossano, J.P. de Ruiter, K.-E. Yoon, and S.C. Levinson. (2009) “Universals and cultural variation in turn-taking in conversation,” *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 106, pp. 10587–10592.
[2] 伝康晴. (2007). 多人数会話におけるしぐさの語用論. 月刊言語, Vol. 36, No. 12, pp. 48–55.
[3] 徳永弘子, 武川直樹, 木村敦. (2013) “発話，視線，頷き行動の参与者間のタイミングと心的状態・意図の関係の分析: 会話場を協力的に進める参与者の振舞いに着目して,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 73, pp. 213-218.
[4] Herbert H. Clark. (1996) *Using Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
[5] 野沢温泉村教育委員会. (2014) 野沢温泉村の氏神様. 社会福祉法人ながのコロニー.
[6] 斉藤武雄. (1982) 奥信濃の祭り考. 信毎日新聞社.

飛び入りで協働活動に参加する ～野沢温泉道祖神祭り三年間の事例より～

Unplanned participation into collaborative activities: Case studies from 3-year fieldwork of Nozawa-onsen Dosojin festival

榎本 美香†, 伝 康晴‡
Mika Enomoto, Yasuharu Den

† 東京工科大学大学メディア学部, ‡ 千葉大学文学部
Sclool of Media Science, Tokyo University of Technology, Faculty of Letters, Chiba University
menomoto@stf.teu.ac.jp

Abstract

In this paper, we investigate how necessary conditions for actions are fulfilled by the participants who participate in a collaborative activity that has not been planned in advance. These necessary conditions are: the participants i) have concern about the event at hand; ii) are aware of what to help with; iii) stand at a nearby site of the event; and iv) have an ability to help. In some cases, the participants' concern and awareness are evoked by an utterance explicitly asking some support. In other cases, only participants who have concern about the event, or the cognitive states of other participants being involved, and thereby find what to do can take part in the activity.

Keywords — Unplaned participation, concern, awareness, collaborative activities

1. はじめに

本研究の目的は、予め誰が何をするか決まっていない状況で、その場で繰り広げられる協働活動にどうすれば参加できるのかを明らかにすることである。協働活動とは、2人以上の参与者が同時に1つの作業に従事することを指す。榎本・伝 (2016) では協働活動に参加するための必要条件として以下の4つを挙げた。

1. 何が為されようとしているかに**関心**を向けている
2. 手助けの必要な箇所があることに**気づいて**いる
3. その活動に参加できる**位置**にいる
4. 手助けをする**能力(知識や技能)**がある

たとえば、ブルーシートを広げるという協働活動に参加するためには、まず他者がブルーシートを広げようとしていることに関心を向けていなければならない。そして、その活動を達成するためには誰かがシートの一部を持ってやった方が効率的であることに気づかねばならない。しかも、ちょうど手を差し出せばシートに届く位置にいることも重要である。その上、どこをどう引っ張ればシートを広げられるかといった知識や手でシートを引っ張るという技能を持ち合わせていなければならない。

これらは身体行為遂行の前提条件(Allen, 1983; Litman & Allen, 1987)と関連している。榎本・伝(2015)は、指揮者による「指令」の事前条件が聞き手たちの行為遂行の前提条件から構成されることを示した。そこでは、みんなで木を引くための「指令」の事前条件として以下の4つがあることを示した。

聞き手(たち)の知識 聞き手(たち)が行為を遂行する知識を有する(例:木の引き手(たち)が運搬方法・移動方向を知っている)

聞き手(たち)の配備 聞き手(たち)の身体が行為を遂行するための配置になっている(例:木の引き手(たち)が運搬が可能な位置についている)

事物の状態 行為に関与する事物がその行為の遂行に適切な状態にある(例:木の枝先が養生されている)

場の状態 行為が遂行される場がその行為の遂行に適切な状態にある(例:進行方向に障害物がない)

協働活動へ参加するための必要条件4「手助けをする**能力**がある」は「指令」の事前条件**聞き手(たち)の知識**であるし、必要条件3「その活動に参加できる**位置**にいる」は事前条件**聞き手(たち)の配備**に等しい。「指令」の場合には、これらの前提条件が整っていない場合、指揮者がいち早く聞き手(たち)に指示してこれを満たしていく。

しかし、指揮者がいない場合には、その場にいる者たちが自ら協働活動の必要条件を満たしていかねばならない。この時、問題になるのが協働活動の必要条件1「何が為されようとしているかに**関心**を向けている」や必要条件2「手助けの必要

表 1　道祖神祭りの支度場面の収録内容と既収録時間

行事名	活動内容	時期	既収録時間	既収録年度
シート洗い	ブルーシートの掃除	6月上旬	17時間(3年分)	2014, 2015, 2016年度
御神体伐採	道祖神木像の伐採	7月中旬	17時間(3年分)	2014, 2015, 2016年度
ぼや出し	社殿材料の収集	9月下旬	29時間(3年分)	2013, 2014, 2015年度
御神木伐採	社殿材料の木材伐採	10月中旬	238時間(4年分)	2012, 2013, 2014, 2015年度
御神木里引き	御神木運搬等	1月13日	158時間(4年分)	2012, 2013, 2014, 2015年度
社殿組み	社殿造営等	1月14日	214時間(4年分)	2012, 2013, 2014, 2015年度
道祖神祭り	上棟式・祭り	1月15日	178時間(4年分)	2012, 2013, 2014, 2015年度
シート片付け	道祖神場のブルーシート上げ	4月上旬	11時間(2年分)	2014, 2015年度

な箇所があることに気づいている」である。指揮者がいる場合は指揮者がその活動に関心を向けさせたり、調整が必要な作業内容を指摘したりするため、これらの条件は前景化しなかった。従来の計画立案の枠組みでも、関心を払っていることや何が必要かを発見する箇所は成立していて当然の前提として言及されなかった。しかし、目の前で刻々と移り変わっていく作業に携わるには、今ここで何が行われようとしているかに関心を向け、その中で自分がどのパートを受け持てば良いのかに気づくことが必要になる。

本研究では、予め誰が何をするかきまっていないような状況において行為者たちが協働活動に参加するために，前述の必要条件がどのように満たされていくかを分析する。

2.　分析資料

2.1　収録場所

長野県下高井郡野沢温泉村

2.2　収録対象

野沢温泉で1月に行われる道祖神祭りの支度を担う、「三夜講」という数え42歳につらなる3学年の集団の相互作用を収録対象とした。三夜講内では、毎年42歳30 名弱の集団が祭りの中心的な執行を担う「世話人」となり、それより年下の集団は「見習い」として世話人を手伝う。また、世話人を終えた年上の集団は主だった行事のみ「後見人」として世話人を補佐する。図1にこの模式図を示す。

例えば、前「三夜講」は2013年度に数え42歳をむかえた寶友会を筆頭に、その時41歳であった成翔会、40歳であった煌心会から編成されていた。2013年度は寶友会が世話人、成翔会・煌心会は見習いとして参加していた。2014 年度には、成翔会が世話人となり、煌心会は見習い、寶友会は後見人として参加した。2015年度には、煌心会が世話人となり、寶友会・成翔会は後見人として参加した。また、現「三夜講」の最年長グループである励翔会が引き継ぎのため見習いとして参加した。

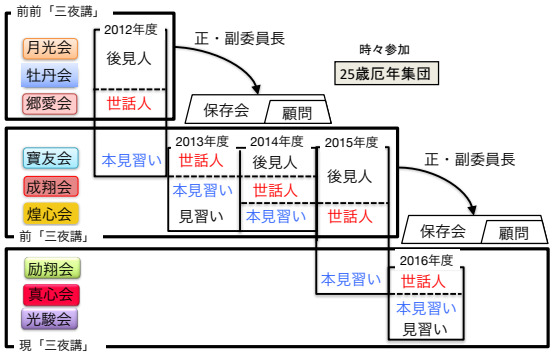


図 1　「三夜講」模式図

2016年度は「三夜講」全体が入れ替わり、励翔会が筆頭となり、その下の2学年が新たに加わる。

「三夜講」各集団の代表者2名（道祖神委員長・副委員長）の6名は保存会として次の「三夜講」の指導にあたる。これに加え、総元締めである野澤組から顧問という役職の者が数名、社殿造営の指導に加わる。顧問以外の保存会は3年毎に入れ替わる。主たる行事には25歳厄年の男性も参加する。

2.3　収録方法

筆者らを含む、最大時総勢9名[1]が各自デジタルビデオカメラを手持ちで対象を追いながら撮影。同一場面を別アングルから撮影した場合は、最初に手拍子を入れ、収録後その情報から同期した。

2.4　分析内容

収録対象である行事名と既収録時間を表1に示す。今回はこの中で、役職による仕事が予め決まっておらず[2]、手の空いている者が随時行うといった作業に着目する。

3.　分析

協働活動が生じるにあたり、次の2つのパターンが考えられる。1つは何も活動に参与していなかっ

[1]行事の大きさに応じて収録人数を調整している。
[2]道祖神委員長、副委員長、総括、副総括、道具、縄、桁、ぼや、運搬、事務局といった役職があり全員がどこかに属している。主だった作業は役職ごとに予め割り振られており、誰が何をするか決まっている。

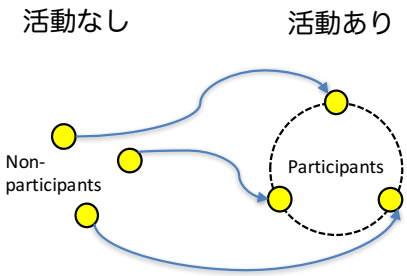


図 2　始動型参与

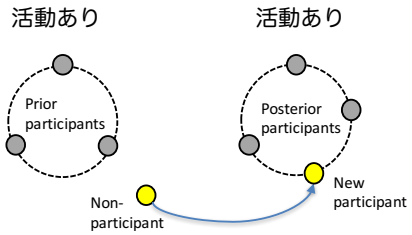


図 3　編入型参与

た人々(non-participants)がある活動を開始する場合である(図2)。これを「始動型参与」と呼ぶ。もう1つはすでに活動をしている人々(prior participants)に後から別の人(new participant) が加わり参与者が拡大する(posterior participants) 場合である(図3)。これを「編入型参与」と呼ぶ。以下、この2つの参与パターンごとにいかにして参与者たちが協働活動に入っていっているかを分析する。

3.1　始動型参与における参与の仕方

活動を行っていなかった人々がある活動を開始する例を見てみよう。

3.1.1　開始の呼びかけがある場合

まず、活動開始を呼びかける発話がある場合をみる。例1 (図4)は、2016年1月13日10時半頃の出来事である。この年の世話人は三夜講最終年度の煌心会であり、後見人が寶友会･成翔会である。また見習いとして次の三夜講年長組の励翔会がついている。この時間帯は、祭り会場となる道祖神場の最終整備が行われる。午後に御神木の里曳き、翌日は社殿造営と祭り支度の最終仕上げとなる作業が控えている。その前に、諸々の細かい準備を終えておかなければならない。この場面は、道祖神場の各部所の整備がほぼ終わり、最後に道具テントを完成させれば終わりという時間帯である。道具テントとは14日の社殿造営のための道具をしまっておくためのテントである。雪がテント内に吹き込まないようにするため、周囲や天井がブルーシートで覆われる。基本的には、道具係の人々が用意すべきものであるが、他の作業を終えた人達もこれを手伝っている。周囲のブルーシートを張り終わり、風でめくれないようシートの裾に雪をかけておくという作業が終わろうとしている。

例1では、道具長の「そしたら手:空いた人ちょっとあのピンク[3]」(1)「大屋根(.)張っちゃうから」(5)という発話を契機として、テントの屋根にブルーシートをかぶせて固定するという協働活動が開始される。この発話は、手助けの必要がある箇所を告示すると同時に、周囲の関心を集めるものでもある。特に誰に何をしろと指示しているわけではないが、「雪よけのためにテントの屋根にはブルーシートをかけておくものだ」という知識があれば、この発話によって道具長がどんな作業を開始しようとしているのか分かる。1, 5の発話は両方とも大きな張りのある音声で発されており、これが周囲にいる「手の空いた人」全員に向けたものであることがデザインされている。

煌心会道具係はテントの中に入ろうとしていたが、1の発話の「そしたら」を聞いて道具長の方へ頭を振り向け、そのまま身を翻して道具長のもとへ駆けつける(2)。同じ世話人の道具長と道具係ということで、この道具係は最も道具長を補佐すべき立場にある上、直前にこのピンクのブルーシートを畳んでいたので、置き場所も用途も把握している。こういった条件が整っていたため、1の発話の最中に真っ先に道具長の元へ駆けつけることができたのだと考えられる。

続いてブルーシートに手をかけるのが成翔会の2人である。1人は桁長、もう1 人は役職不明(成翔会x)であるが道具係ではない。この2人は広げられようとしているシートの前にいて、何も作業をしていなかった。5の発話の「大屋根」まで聞いて、道具長の方へ歩み寄り(6, 7)、ブルーシートを広げるのを手伝う(11, 14)。道具係ではないため、1の発話だけではこれから何が行われるか予測できなかったとみえる。しかし、「大屋根」という単語と道具長がブルーシートを広げだしていることから、テントの屋根にブルーシートをかぶせて固定するのを手伝ってほしいのだと分かったのだろう。「手の空いていた」2人は前に歩みでる(図5画面右側の2人)。

また、煌心会総括は1の発話中にテント脇から道具長の方へ回り込んでいき(4)、見習いである励翔会の道具長もテントの裏側から走り出てくる(8) (図5画面左側の2人)。見習いは同じ役職にある世話人と常に行動を共にしており、この人もま

[3]ブルーシートは古いものも再利用され、その汚れやへたり具合に応じてピンクやブルーや黄色といったリボンが付けられている。中でもピンクは新品(同様)で大きなシートであることを表示する。

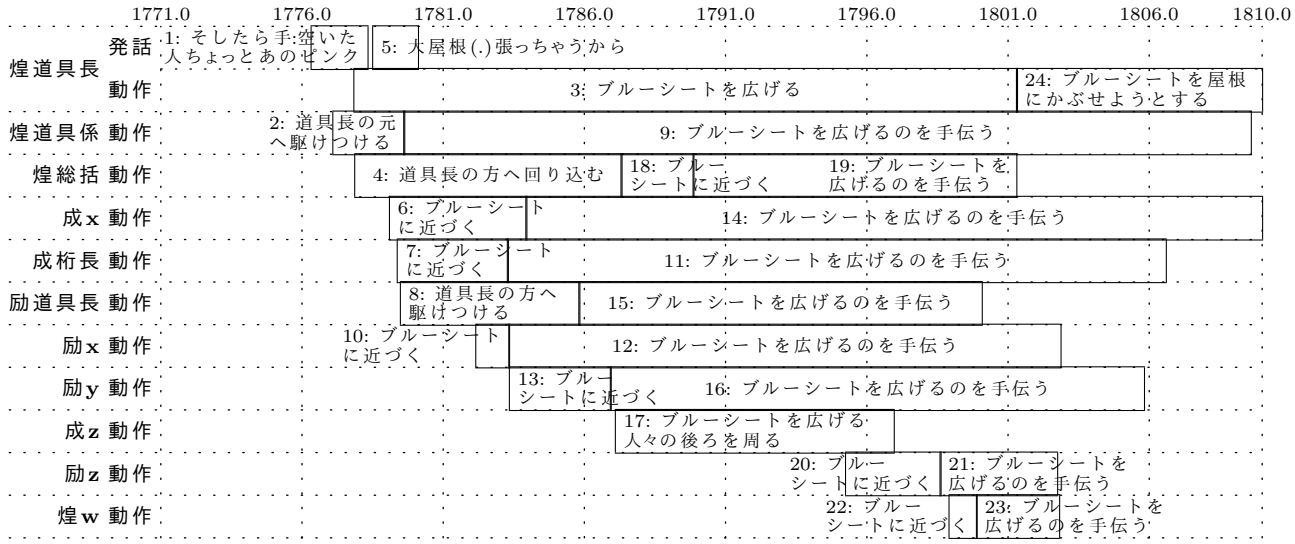


図 4　例1：始動型参与(呼びかけのある場合)



図 5　道具長の呼びかけでブルーシートに集まる人々

た道具長を最も補佐すべき立場にある。おそらくテントの裏で雪をシートの裾にかけるという作業をしていたであろうが、発話の内容を理解するや否やそちらに駆けつけている。総括は初動は早いが、ブルーシートの近くへ来た時にはすでに皆がブルーシートを広げるのを手伝っていて、一瞬躊躇する。が、再度、ブルーシートに近づき(18)、遅れてこの作業に加わることになる(19)。

初動は遅れるが、煌心会道具長の真後ろにいた励翔会xも一歩前に踏み出し(10)、成翔会2人とほぼ同じタイミングでシートに手をかけている(12)。少し遅れて、別の励翔会yもテント脇から回り込んできてシートに近づき(13)、手伝う(16)。この励翔会の2人が活動に手を出すタイミングが先の4人より少し遅れているのは、何が行われようとしているのか一度見てから動くという間を挟んでいるからのように思える。まだ道具テントの完成形を知らない励翔会は、率先してブルーシートを広げにいくのではなく、すでに広げようとしている人々の手助けをする形で活動に入っていっている。

このように呼びかけがある場合、その発話を契機に周囲の者はこれから行われる活動に関心を向けられると同時に、どのような手助けが必要かに気づくことができる。煌心会道具係や励翔会道具長のように、開始されようとする活動の場にいなければ、駆けつけることで位置の条件がクリアーされる。また、たまたま近くにいたという者も参与しやすい。そして、何を行いたいのかに気づきうる知識のある者から参与していくといえる。

3.1.2　開始の呼びかけがない場合

今度は、活動開始の呼びかけがない場合をみる。例2 (図6)は、2013年9月29日16時半頃の出来事である。三夜講初年度で、寶友会が世話人、成翔会が見習いとして参加している。煌心会はこの行事には参加していない。朝から「ぼや出し」[4]が行われていたが、それが早く終わったため、本来は10月中旬に行われる桁材等の伐採が午後から行われた。山で伐って運んできた木材を桁割場[5]でトラックから下ろしている場面である。突発的に行われた作業であり、特に役職によって持ち場が決まっているわけではなく手の空いた人が集まっている。

例2で、成翔会zはクレーンで吊り下げられた木の端を手で押さえて、あまり振動しないよう補佐している(1)。成翔会委員長も同じ箇所を押さえるが(2) (図7)、荷台の上で運送業者の人が小さい木を手で荷台から下ろそうとしている(3)のに気づき、荷台へ近づき(4)その作業を手伝う(9) (図8)。この動きを察した寶友会xも荷台へ近づき(5)これを手伝う(11)。同様に、成翔会ぼや長も荷台に近

[4]社殿の材料として使われる小枝の束を山から持ってくるという作業
[5]普段は役場前の駐車場である。

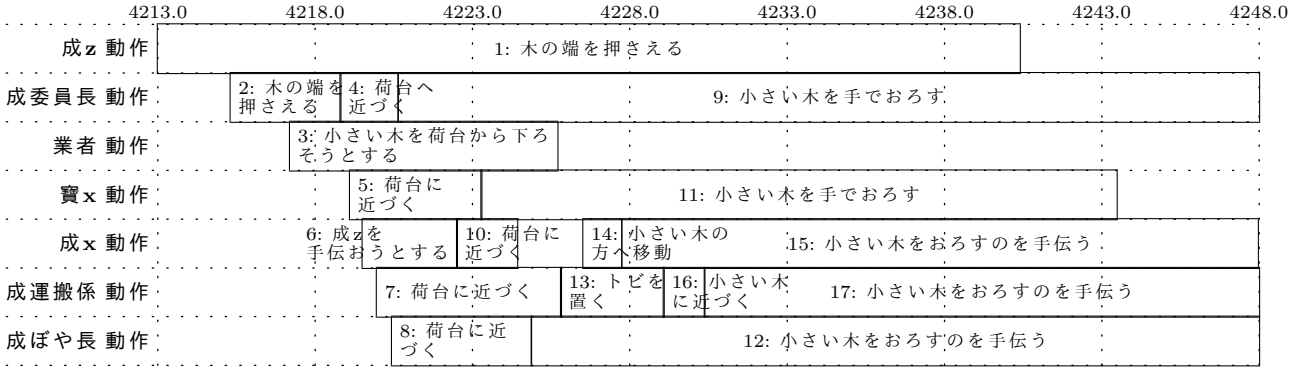


図 6　例2：始動型参与(呼びかけのない場合)



図 7　活動の前



図 9　木を手で下ろす活動への参加



図 8　木を手で下ろす活動の開始

づき(8)これに参加する(12)。成翔会xは成翔会委員長が荷台に近づく動きにつられたかのように前に出るが、どこを手伝うか定まらず最初クレーンで下ろしている木の方へ体を向ける(6)。しかし、小さな木を下ろそうとしているのに気づき、荷台に近づくも(10)、すでに3人がこの木に取り付いておりスペースがない。この木が荷台から引きずり出された段階で、再度この木に近づき(14)ようやく運び下ろす作業に参加する(15) (図9)。成翔会運搬係も、荷台に近づくが(7)、トビを手にしていたためこれを置き(13)、木が荷台から出てきたのを見計らって近づき(16)、運ぶのを手伝っている(17)。

この活動が開始される前、図7を見ても分かるように、周囲の人々は荷台から大きな木を下ろすという作業に関心を向けている。ところが、特に手助けの必要な箇所がない。その中で、運送業者の人が小さい方の木に手をかけて、荷台の後方へ押し出そうとする。ならば、受け取る人間が必要になる。これにいち早く気づいた成翔会委員長が荷台へ行ってその活動を開始する。これを見て周囲の人々が次々と動き出す。このように活動開始の呼びかけがない場合は、今そこで何が必要なのかに自ら気づく必要がある。また、木を運ぶためには木に接する位置へ移動する必要がある。そして、ある程度小さな木は手で運搬することが好まれるという三夜講独自の指向性に関する知識も必要である。成翔会はこの日、三夜講の作業初日であり木に対する接し方はほとんど知らなかったはずである。ただし、山での桁材伐採時に玉切りされた木をロープで運んだり、崖から手で下ろしたりという作業を通じて、「そのぐらいは手で運べ」という言い回しなどから、この指向性を学んだ可能性は高い。また、成翔会委員長はこの年の前年まで7年間桁材等の伐採を行ってきた木こりである。三夜講ではクレーンを使うより手で木を扱う方が好まれるという指向性を他者よりもよく知っていたため、初動の早さにつながったといえる。

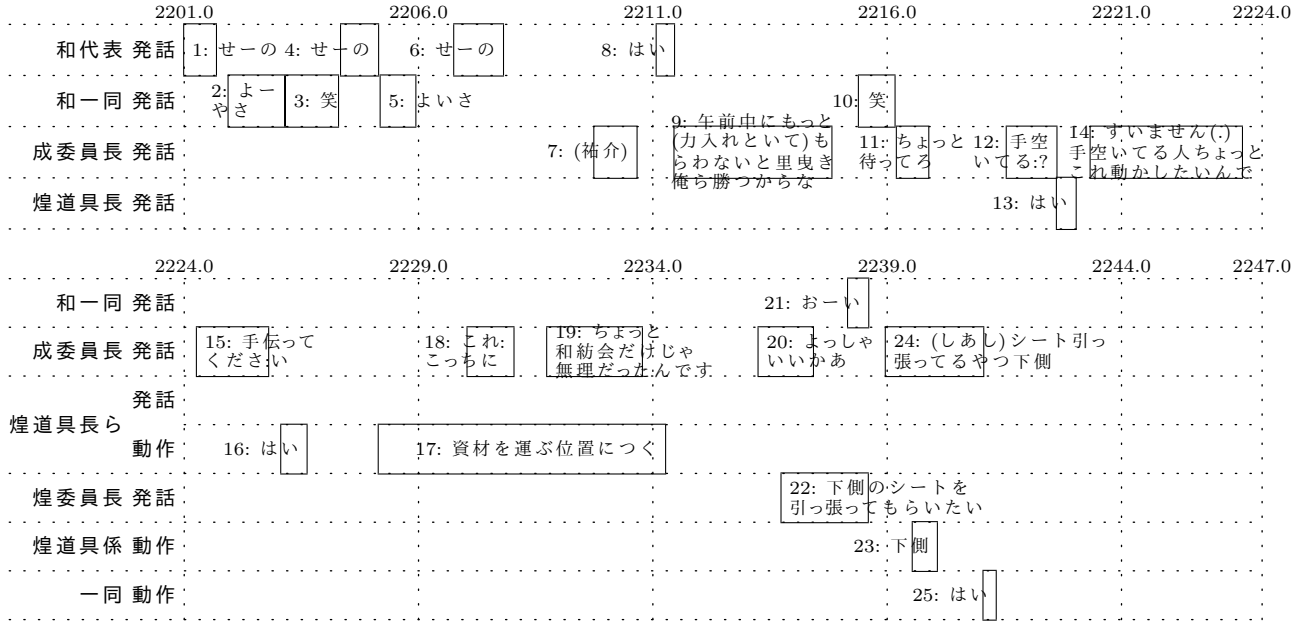


図 10　例3：編入型参与(呼びかけのある場合)

3.2　編入型参与における参与の仕方

今度はすでに行われている活動に途中から別の人が入るタイプの「編入型参与」の仕方をみる。

3.2.1　編入の呼びかけがある場合

例3 (図10)は2015年1月13日午前8時頃のデータである。世話人が成翔会、見習いが煌心会である。またこの日は25歳厄年の和紡会も参加している。この例では、社殿造営に利用される「燃え草」「豆がら」などの資材をブルーシートでくるんだものを移動させようとしている。この作業は委員長の指示の下、25歳厄年が行うことになっている。

例3の場面は成翔会委員長が燃え草の移動先を示し、和紡会で移動させようと指示した後の出来事である。和紡会代表が「せーの」と声をかけ(1)、和紡会一同「よーやさ」と資材を押すが(2)、全く動かない。このため3で笑いが起こっている。この年の25歳は例年と比べ人数が半分程度の十数名になっているせいである。続けてもう一度「せーの」(4)「よいさ」(5)とやるが動かず、次の「せーの」(6)という代表の掛け声に一同動こうとしない。これをみた成翔会委員長は和紡会代表に向かって、「(祐介)」(7)「午前中にもっと(力入れといて)もらわないと里曳き俺ら勝つからな[6]」(9)と冗談をいい、「ちょっと待ってろ」と作業を止める(11)。

ちょうど道具テントの移動を終えて側を通りかかった煌心会道具長らに向かい成翔会委員長が「手空いてる:?」と訊ね(12)、「はい」という返事が返ってくると(13)、周囲に大声で「すいません(.)手空いてる人ちょっとこれ動かしたいんで」と呼びかける(14)。12と14の発話で人手が足りないこと、何を手伝ってほしいのかが分かる。煌心会道具長らはそこで行われている活動に関心を向け、手助けの必要な箇所を知ることができる。すると、煌心会道具長ら十数名が資材を運ぶ位置へ新たに加わる。さらに「これ:こっちに」と何をするのかが示され(18)、その理由「ちょっと和紡会だけじゃ無理だったんです」まで明示される(19)。これによって、現在の参与者(prior participants)だけでは力不足であること、より大きな集団(posterior participants)に拡大する必要があることが明らかになる。これに、煌心会委員長がさらに「下側のシートを引っ張ってもらいたい」とつけ加える(22)。その結果、全体で20名を超える大部隊となり、成翔会委員長は「よっしゃいいかあ」と全員へ号令をかける(20)。

今行おうとしている活動に参加することを呼びかける発話がある場合、それを契機に関心や必要箇所を知り、新たな行為者がスムーズにその活動に参加することができる。さらに、参加した後、何をどうするかまで指示されることで、何をしようとして何に躓いていたのか事前に知らなくとも途中参加が可能になるのである。

3.2.2　編入の呼びかけがない場合

では例3のような編入の呼びかけがなく、後から参加する行為者たちが自ら率先して入っていく場合はどういうやり方がされるのだろうか。

[6]午後に42歳厄年成翔会と25歳厄年和紡会の御神木曳き競争が行われる。ここで力を使っておいてもらうと自分たちが競争に勝つという意味であろう。

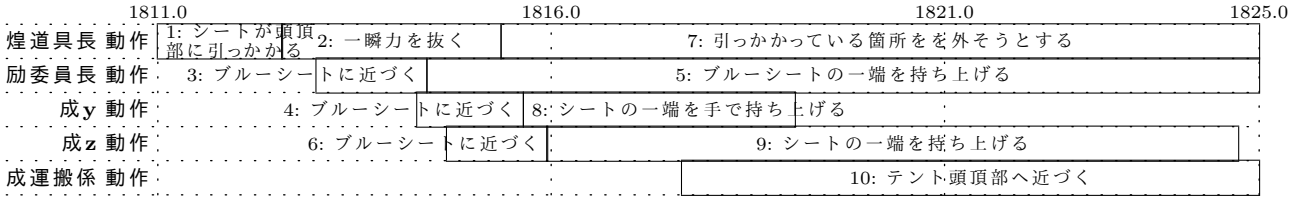


図 11　例4：編入型参与(呼びかけのない場合1)



図 12　傍観する人々



図 13　手助けにいく人々

例4 (図11)は例1の直後の出来事である。皆で広げたブルーシートをテントの屋根にかけようとしている。図12はテント正面に向かって右側の映像である。煌心会道具長が1人でブルーシートを持ち、テントの頭頂部を超えさせようとしている。道具長の後ろに見習いの励翔会の委員長がこれを見ている。また、図の左端には傍観する成翔会5人が写っている。

道具長がシートを引っ張るも頭頂部に引っかかってしまう(1)。ここで道具長は断念したように一瞬力を抜く(2)。すると、背後にいた励翔会委員長が速やかに近づいて(3)、道具長の左隣からシートを持ち上げる(5)。傍観していた成翔会のうちの2人もブルーシートに近づき(4, 6)、シートを持ち上げる(8, 9)。図13がその時の映像である。これに力を得たか、煌心会道具長もまたジャンプして引っかかっている箇所を必死で外そうとしている(7)。それでも中々外れないので、背の高い成翔会運搬係が回り込んできてこれを助けようとする(10)。

例5 (図14)は同じ時のテント正面に向かって左側である。こちらも頭頂部が越せずに、煌心会wが頑張っていると(1)、成翔会wが近づいて(2)これを手伝う(3)。それでも超えないのだが、すぐ真後ろにいた煌心会ぼや係がすっと手を伸ばしてブルーシートを超えさせる(4) (図15)。

例4, 5から分かるように、基本的には先に参与している行為者(prior participants) だけで人手は足りている。しかし、その活動に参与していない者もその活動に関心を向けている。そして、何かトラブルが発生して手助けの必要な箇所が新たに発生すると、すぐに近づいて手出しをすることで新たな集団(posterior participants)が生じるのである。この時、励翔会委員長や成翔会z, y, wと、その後まだ問題が解決できなくて手出しをする成翔会運搬係や煌心会ぼや係という2段構えになっているのが面白い。最初に駆け寄る人は人手を増やすことで問題を解決しようとし、それでも解決できないという事態を招いている。この時、二の矢でより問題を解決できそうな(この場合は背の高い)人間が入ってくるのである。

4. 議論

本研究では、予め誰が何をするか決まっていない状況で、活動が新たに始まる場合の始動型参与の仕方と既に行われている活動に遅れて参加する編入型参与の仕方をみた。協働活動に参加するための必要条件がどのように成立するか以下にまとめる。

活動への関心は、始動型参与・編入型参与のいずれでも呼びかけのある場合には、呼びかけを契機として生じていた。例1や例3にみられる「手の空いている人」という呼びかけが典型であり、この発話によって行為者たちの関心がない状態からある状態へ変化する。一方、呼びかけのない場合は、始動型参与・編入型参与のどちらででも最初から行為者が今行われている作業を見守りながら関心をよせているという状態が存在している(例2, 4, 5)。つまり、呼びかけがない場合は行為者たち自身が関心のある状態にある。

気づきについては、呼びかけのある場合その直

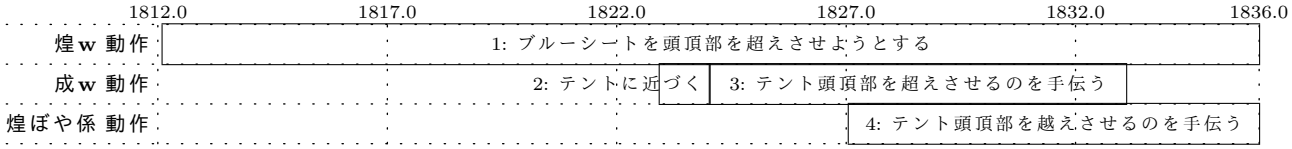


図 14　例5：編入型参与(呼びかけのない場合2)



図 15　背の高い人が助ける

後にどんな手助けが必要かが言及されている。例1では、「あのピンク(の印のついたブルーシートで)」「大屋根(.)張っちゃう」、例3では「ちょっとこれ動かしたいんで」「これ:こっちに」と行為者たちが行う活動が言語的に示されている。この発話を契機として、行使者たちは手助けの必要な箇所に気づくことができる。呼びかけがない場合は、行為者たち自身がこれから必要な行為に気づく必要がある。始動型の例2では、まず最初の1人が小さな木を手で下ろすのを手伝うことに気づき動きだす。この動きを見た周囲の数人が、次々に同じことに気づき動き出している。後続の人々は他者の気づきへの気づき(高梨, 2010)と言えるかもしれない。編入型の例4, 5ではテントの頭頂部にブルーシートがひっかると同時に周囲の人々が気づいてすぐに動いている。逆に言えば、手助けの必要な箇所に気づけなかった人は相変わらず周辺で立ち続けており、活動に参与できないのである。

位置は、すべての事例において行為者たちは参加することになる活動が生じる場所まで数歩のところにいる。呼びかけのない場合は、必要な手助けに気づき得るほどの距離にいたということであり、必然的に近くにいることになる。呼びかけのある場合は、遠くまで人を呼びにいくということも原理的には可能であろうが、周囲にいる人が優先される。あるいは、周囲に人がいる時にのみ呼びかけが発されるとも考えられる。

能力は、基本的に要請されるのが力仕事であることから手助けする能力は誰にでもあることが多い。例1のように「あのピンク」「大屋根(.)張っちゃう」という言語的表現で何を要請されているか気づくには多少の知識が必要である。このような場合、知識の無い者は知識のある者たちがしようとしていることをひとまず観察してから参加しないといけないため、初動に差がでる。また例5のように背の高いといった個人特性に特化してできることの場合は、その特性を持っている人が活動に参加することが優先されるだろう。

このように見てくると、指令という言語行為(榎本･伝, 2015)は行為者たちが協働活動に参与するためのやり方の一部であることが分かる。他にも、行為を要請する発話なしに、行為者たち自身が自ら気づき活動に入っていくというやり方がある。協働活動を引き起こすには、まず最初にこれから成されるべき活動に関心を向け、どのような手助けが必要かに気づいている必要がある。関心や気づきが指令者からの発話で得られないような場合には、近い位置にいて手助けする能力があっても活動に参与できないことを鑑みれば、活動に参与するためには関心がまずあり、次に手助けの必要な箇所に気づくというステップが重要である。他者の気づきへの気づきも参与の契機になることから、関心は作業の進行状態だけでなく活動に参与しうる他者の認知状態にも及ぶと考えられる。

謝辞　調査にご協力いただいている歴代の野澤組惣代･保存会･三夜講の方々に感謝します。本研究は、科研費基盤(B)「祭りの支度を通じた共同体〈心体知〉の集団学習メカニズムの解明」(2015〜2017 年度、代表：榎本美香、研究課題番号：15H02715）の補助を受けています。

参考文献

Allen, J. F. (1983). Recognizing Intentions from Natural Language Utterances. In M. Brady & R. C. Berwick (Eds.), *Computational Models of Discourse*, 107–166. Cambridge, MA: MIT Press.

榎本美香･伝康晴 (2015). フィールドに出た言語行為論：「指令」の事前条件達成における相互行為性･同時並行性･状況依存性. 『認知科学』, **22**, 254–267.

榎本美香･伝康晴 (2016). 目の前の活動に「手を出す」力を育む〜野沢温泉道祖神祭りに携わる「三夜講」の経時的変化の分析〜.『人工知能学会研究会資料』, **SIG-SLUD-B503**, 30–35.

Litman, D. J. & Allen, J. F. (1987). A Plan Recognition Model for Subdialogues in Conversations. *Cognitive Science*, **11**, 163–200.

高梨克也 (2010). インタラクションにおける偶有性と接続. 木村大治･中村美知夫･高梨克也(編),『インタラクションの境界と接続』, 39–68. 昭和堂.

聞き取り調査から描きだされる伊是名の民家の空間図式（民家の一番座・二番座と雨端に注目した住空間の特徴）

Exploring Spatial Schema and the Characteristics of Folk House in Izena Village, Okinawa through the Interviews to the residents（A Study of Characteristics of Folk House Dwelling Spaces focusing on Ichiban-za, Niban-za, and Amahaji.）

篠崎　健一†，藤井 晴行‡
Kenichi Shinozaki, Haruyuki Fujii
†日本大学，‡東京工業大学
Nihon University, Tokyo Institute of Technology
shinozaki.kenichi@nihon-u.ac.jp

Abstract

This paper aims to discuss the characteristics of spaces and spatial schema extracted from traditional folk house and the life lived in it, in Izena village, Okinawa, Japan. The study focuses on the spaces called “Ichiban-za”, ”Niban-za”, and ”Amahaji”, which are important components of the traditional folk house, and plays essential role in the ordinary life of the residents.

The process of collecting narratives of the residents and of experiencing the life in the village are discussed in detail.

Through the analysis of 12 narratives (out of 20 narratives collected through the dialogs with the residents), the authors found the characteristics of the space such as “expansion of space territory of Ichiban-za: a schema of a concéntric circle”, “homogeneity of Ichiban-za and Niban-za”, “inherent characteristics of Niban-za, and its space continuity out to the front yard of the house” , “change of characteristics of borders of the house” .

Keywords — Spatial Schema, Narrative, Embodiment, Experience, Characteristics of Space, Folk House, Izena

１．はじめに

本稿は，沖縄本島北方の離島，伊是名島伊是名集落において，集落の民家に住む人びとの語りから，伊是名の民家にそなわる空間の特徴を抽出し，彼らの認識を方向づける空間図式を議論しようとするものである．特に本稿では，沖縄，伊是名の民家の最も基本的な伝統的空間構成とされる一番座，二番座，と雨端に注目して探究を進めている．

この研究は，集落における生活の経験の表現を写真日記と写真 KJ 法により構造化して原型的な空間図式を抽出しようとする試み（篠崎・藤井ら 2015）ほかの延長にある． 筆者らは，フィールドにおける経験の表現から空間図式を抽出し表現する試みと，その方法の検証を繰り返し，フィールドに存する豊かさを如何に研究室に持ち込み，発見的なプロセスで探究するかを議論している．実験的手法によりターゲットを絞った結果を得るのではなく，無駄は多くても，何か仮定するありそうなことがらを，手探りで見つけようとする，野外科学 1) 的な探究姿勢を大切にしている．

このような探究の仕方は，建築の設計者である筆者の経験から述べれば，よい，未だ見ぬ建築空間をデザインする探究の仕方と，とても似たプロセスである．それは創造的であり発見的である．



図１ 伊是名の地理・集落風景

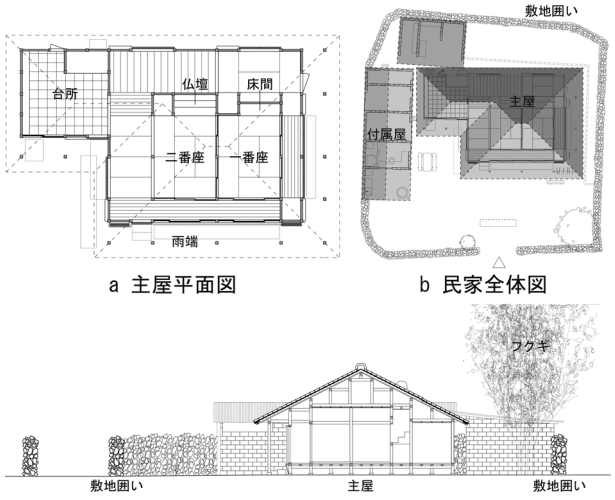
言葉・生活行為・空間構成

集落や民家は，常に動きのなかにあり，生活は変化する．伝統的な生活の仕方や空間の構成は，時代を経ても変化しない，あるいはかたちを変えて継承されるものごととや，時代に従い変化するものごとがある．

筆者らは，生活者の語る言葉から，なんらかの方法で，言葉，生活，空間構成の関係から抽出されるであろう原型的な身体的空間図式を探究することによって，空間の認識の身体的原型性に迫ることができないかと考えている．

1.2. 民家の一般的特徴・伊是名

沖縄，伊是名の民家は， 珊瑚やコンクリートブロック積みの囲繞（敷地囲いなどと呼ぶ）に囲まれ，主屋，付属屋，外部空間とともにその生活がある．木造の柱と梁による開放的な家のつくりで，雨端と呼ばれる奥行き半間ほどの軒下空間が，強い日差しや雨を遮りながら通風を確保する．座敷は南面し，東から一番座，二番座と呼ばれ，北側の私的な空間に対し表の空間とされ，接客や家族の集まり，先祖を祀るなどの生活行為がおこなわれる．かつては，座敷のある主屋と竈のある炊事場が別の棟であったとも言われている．伊是名島は，沖縄の伝統的な生活と，信仰や歴史のつくる特別な空間性が残る，場所自体に身体的感覚のある興味深いフィールドである．



a 主屋平面図　b 民家全体図

c 民家全体の南北方向断面図

図２ 伊是名の民家の実例

２．空間の認識・研究の方法

生活者の，さまざまなレベル，内容や強度の空間認識を語りとして取りだしたい．そこで，

1）多様な語りを集める

2）語りを解釈する者の生活の身体的経験を高める

3）語りの分析（解釈・考察）の仕方を工夫する

ことが大切であると考えた．

1） 多様な語りは， 会話の志向を限定せずさまざまな語りを導くよう， 意図的な操作や誘導を排除することから得られる．このため，語りの採取は，生活者が実際に生活する民家でおこなうことにこだわった．生活の邪魔をしないよう配慮しながらも，生活の場というリアルなフィールドに身を置くことで，眼前の空間やものごとが語りを深め，ディテールを明らかにし，語りを発展させることを目論んだ． 同時に，語り手の生活についての，筆者らの理解を助けると考えた．さらに，生活の経験の獲得と語りの採取を，同時進行させることで，両者のインタラクションを期待できると考えた．

2） 語りの解釈は，聞き手であり解釈する者の身体的な生活の経験に依存する．このため，筆者らは1年半にわたり継続的に伊是名集落を訪れ，さまざまな仕方で集落の生活を経験してきた．

異なる主題をもつ調査，研究を並行して進めることや，祭りのように大勢の村の人びとと体験を共有すること，語りの採取や日常の生活で人びとと対面して話すこと，一人で集落空間を散歩したり，集落や民家について考えたりすることなどで，生活の経験を積み重ねようとした．表１に１年半の伊是名訪問の履歴を示した．

3） 語りの分析の工夫は， 語りは，聞き取る者の解釈なしに理解されないことを，研究者自身が意識し，語り手の言葉があらわす何かや，語りの中にあるかもしれないもの，聞き手の理解が及ばないゆえに未知かもしれないものごとを，如何に獲得するかの方法を工夫することである．

韓国の現代文学作品のテキスト分析から，韓屋の空間構成と住生活の特徴を論じた研究（金・高田，2015）は，作品に表現されたテキストを丁寧に解釈しているが，その根拠を明示し解釈のみちすじを明らかにすることによって，解釈の再現性を担保して， 対象に対する理解の共有することを可能としている．

本研究においても，このように何らかの明示的なプロセスを経ることで，議論を深められないかと考える．

表１　伊是名集落におけるフィールド調査履歴

1) 2014.9.15.-18.	民家立面, 敷地囲いの材料　悉皆調査
2) 2014.11.1.-4.	民家構造の確認　悉皆調査
3) 2014.12.23.-26.	実測・聞き取り調査（伝統12民家+1民家）
4) 2015.3.16.	調査報告発表会, 懇親会
5) 2015.8.6.-11.	豊年祭参加, 1)～4)の追調査・補足
6) 2015.9.15.-18.	空き家, 空き地に関する調査
7) 2015.10.9.-12.	実測・聞き取り調査（伝統7民家）
8) 2016.3.17.-23.	調査報告発表会, 懇親会 実測・聞き取り調査（伝統6民家）

3．語りと経験の身体性

3.1. さまざまな語りを集める

民家での語りの採取の例を図3に示す．図は，実際に調査した民家（A家）の様子である．様々な語りの採取の場面をひとつの図面の上に描き，あわせて採取した語り（部分）も記した．

台所の床の変化を説明する(a)，外部空間と関係する生活の様子を語る(b)，台所の火の神（ヒヌカン）について語る(c)，南の庭でかつてのヒンプンの位置を説明してくれた(d)．三番座の開口部を指しながら，そこでの生活の様子を説明する(e)，一番座へ移動し，縁側や雨端について語る(f)．一番座と二番座の間で，二つの座敷での生活を語り(g)，裏座にあった暖をとるジュールという火鉢の大きさを手で示す(h)．裏の豚小屋の建設経緯を語る(i)，そして台所で長い間立ち話をして，過去の生活を回想しての心情を語る(j)，というように，座敷に座ったややフォーマルな語りとともに，民家の内外の空間を移動しながら，生活と一体となった多様な語りを聞かせてくれた．

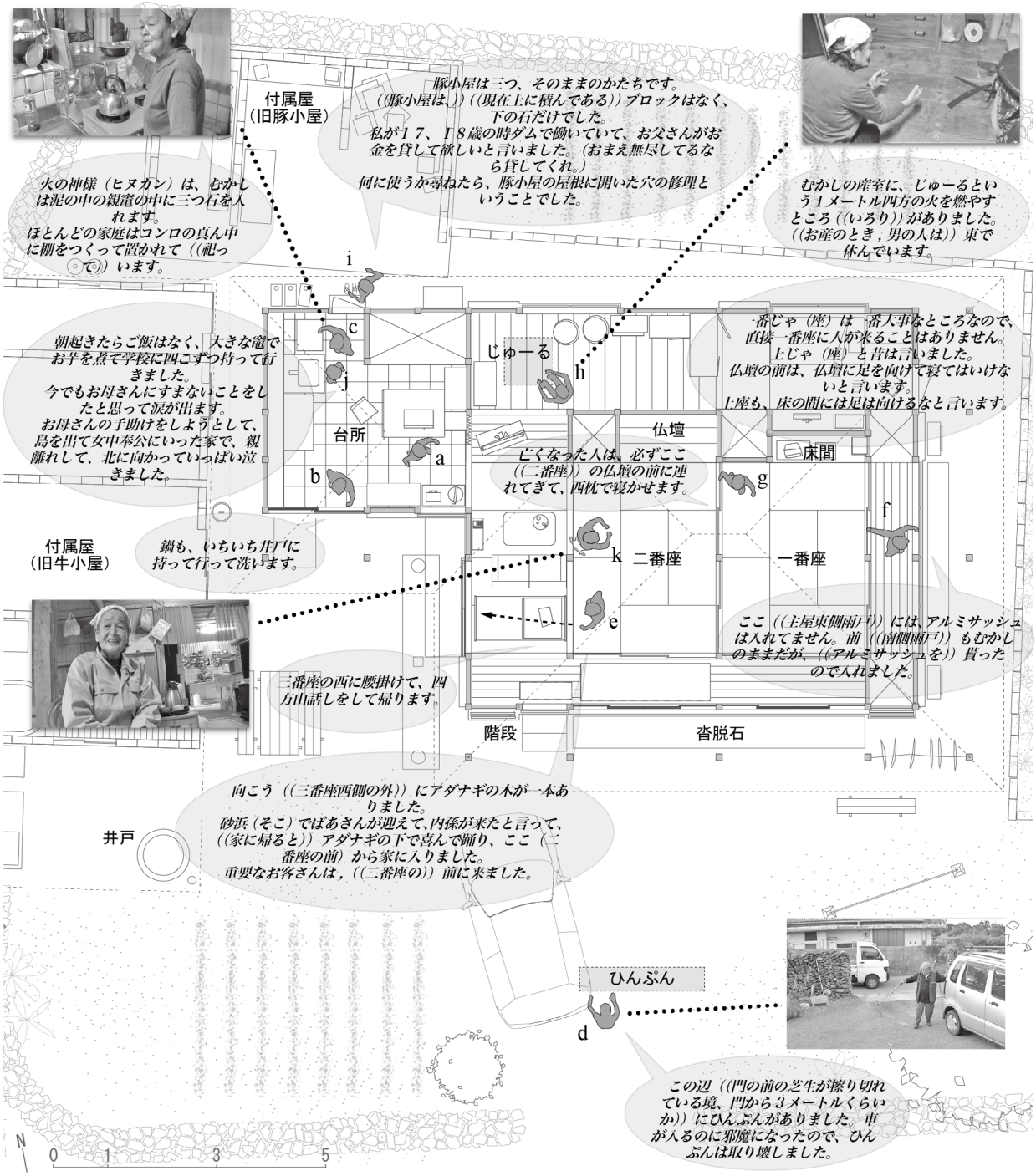


図３ 民家での語りの採取の様子

3.2. 集落の生活の身体的経験の向上

図４は，筆者らの具体的な生活の経験の断片を示したものである．

再生された古民家に投宿し，自炊し，集落の人びとと交流した．集落を歩き廻りひたすら民家と集落空間を見て歩き，民家の実測調査をし，生活者の語りを採取した．年度末には毎年，報告会と懇親会を催し，毎回，予想を超える村の人びとの反応があった．その経緯から， 集落の最も大切な伝統行事である豊年祭にも参加させてもらうことができた．

ウンナーと呼ばれる豊年祭は，毎年，米の収穫のあとに催される．綱引きは祭りの一部で，その年の稲藁を集落総出で大きな縄に結って行われる．綱引きは，東（アガリ・アガリンドウ）と西（イリ・イリンドウ）の対戦で，集落の神の宿る場所や，その年慶事のあった家を廻り練り歩くムラガーイという行事を行った後に，公民館の前で行われる．祭りの準備から行動をともにし， 当日のすべての行事にイリンドウのメンバーとして参加した．（図４のウ



集落を歩き回る 第１回調査

［事実］島の５つの集落を歩き廻り写真日記を書き留めた．民家一軒一軒を観察し，石垣や民家の構造，屋根材料といった基礎的な空間情報を収集した．［経験］実際に集落を歩くと，文献などに学んだ沖縄の民家の特徴を理解するが，それ以上にさまざまな改変や，一見無秩序にも見える民家各戸の違いを認めた．それでも何か共通するものごとがあるのではないか，と考えながらなお歩く．



梅干しの差し入れ・診療所 第１回調査

［事実]前夜，島の夕食を作ってくれたお母さんが，翌朝，体調を崩して寝込んでいた学生調査員のために，梅干しを差し入れてくれた．車で島の中を探した末に，我々を見つけてくれた．［経験］その後，村びとの語りに，病に倒れヘリコプターで那覇に運ばれ… (S 家など)，と何度か聞いた．この学生のおかげで，島の診療所には内科と小児科しかないこともわかり，島の人びとの健康について，リアリティーがわいた．



いひゃじゅーて ★ 第３回調査

［事実］二番目に訪れた民家（B 家）．仏壇の前の二番座前の縁側にいつもお茶の用意がされている．二番座・一番座の欄間や鴨居の上の小壁には，先祖の写真が多数飾られているが全て裏返しになっている．ご主人を訪問の三週間前に亡くされたという．［経験］この人（亡くなったご主人)が，来る人を受け入れたら喜ぶだろうと思う(B 家）と考えて調査に協力してくださった．



ときわでの語り 第３回調査

［事実］ときわは，調査の度にお世話になる民宿である．古い民家で，語りも沢山聞くことができた．ときわは新築当時，今，モデルハウスというのがあるように，伊是名で一番モダンな家だった(C 家)，という．珍しく，ガラス戸が雨戸とともに設えられ二重の開口部で，雨端がなかったという．［経験］写真は，家の外側を一緒に見ながら語りを聞いているところである．



てらじゃな ★ 第３回調査

［事実］語りを聞きに伺うと，必ずと言っていいほど，何かもてなしをしてくださる．縁側に佇む．［経験］てらじゃな，という伊是名で採れる美味しい貝を知った．これが病みつきになる．この写真は，二番座が縁側，雨端を経て庭へと連続し，来訪者と住む人が，雨端，縁側の空間で出会うという空間の特徴をよくあらわしている．



漁船での渡り 第４回調査

［事実］いつも乗るフェリーが舵の故障で運行不能となり，隣の伊平屋島へ渡り，バス，漁船を乗り継いで島に辿り着いた．海も荒れ，我々は酔うなどしたが，たまたま一緒になった伊是名の子どもたちは，平気でゲームに興じていた．［経験］逞しさ．大らかさ．なんくるないさ（なんとかなるさ）．村の人びとは，フェリーの故障を知って，我々が来ないと思っていた．



報告会 第４回調査

［事実］村内放送で，直接，来たことをお知らせした．大勢が集まってくれた．個人情報に配慮して，調査民家の名前を伏せて発表していたが，聴衆から，誰の家か教えて欲しい，みんな家を全部知ってるから大丈夫さ，という声が上がり，結局全てをあからさまにして発表した．［経験］やはり大らかな，村がひとつの家のような感じを受けた．みなさんをもてなすつもりで「いひゃじゅーて」とタイトルをつけたが，結局我々がもてなされた．



懇親会 第４回調査

［事実］報告会に続き，踊り唄い，食べ飲んだ．賑やかさは，予想以上だった．様々な話を聞くことができた．若者がさっさと働き，場を作り，片付けるなど，同じ場を共有するための，年齢による仕分けが無言の中にできている様子が見られた．［経験］お手紙くださって嬉しかった，これは行かなきゃ，と思った (A 家) などと言ってくださった．誰もこないとみなさんがかわいそうだと思って来た，などという方もいらした．



懇親会翌朝の朝食 第４回調査

［事実］前夜の懇親会の深酒で，まだ公民館の舞台上で寝ていた我々に，朝早くお母さんのどなたかが，袋一杯の食べきれないほどのサーターアンダギー（沖縄独特の揚げ菓子）を差し入れて置いて行ってくださった．［経験］ありがたく，伊是名ビーチに出ていただいた．飲み過ぎのお腹には，とてもありがたい朝食であり，集落のほっとする空間でもあった．

図４a 集落の生活の身体的経験１

ンナーの経験の断片に☆印をつけた．）

いひゃじゅーてとは，お茶と茶菓子で，誰彼を問わず訪問者を歓待する慣習であり心である．伊是名島で広く行われていたが，今は伊是名集落に特徴的な生活の経験になりつつある．民家の二番座の縁側に，茶盆が常に置かれ，通りかかった人が自由に縁側に腰掛けてお茶をいただける．家によっては，雨端に椅子が用意されている．調査に伺うと，一通りのすべきことが終わって，この縁側や二番座でもてなしを受けることが多い．このような伊是名の民家に特徴的な空間の体験は，集落の経験を深める．その時の語りもまた大切である．（図４のいひゃじゅーての経験の断片に★印をつけた．）

三線に合わせて唄い踊った．気象条件や船舶機材の故障で予定通り島に渡れないことも何度も経験した．村役場の人びとや郷土資料館， 集落の大工さんらにも話を聞かせてもらい，伊是名島を活性化させようとするNPOの話も聞いた．

これらの経験が，どのように研究者らの認識を深め，広げ，そのことが本研究の目的に沿って，どの



地区ごとに綱を結う ☆　第５回調査

［事実］班ごとに作業場所がある．大きな木の枝を利用して，３人一組で藁を結う．何日も前から結始め，綱引き当日に，公民館前で，班ごとの成果を合わせて大きく太い綱にする．［経験］綱を結う３人は若者で補助する３人は経験豊富な村人で，腕力と知力を住み分け，結い方の指導をしながら作業をしていた．世代を経て，祭りが継承されていくと感じた．



銘苅家殿内の祠 ☆　第５回調査

［事実］東（アガリ・アガリンドウ）のムラガーイで，この大切な場所，空き地の小さな家のような，しかし無人の建物，にも奉納を捧げる．［経験］この豊年祭での体験をきっかけとし，また第６回調査時の観光ガイド養成ツアー同行で郷土資料館の方と一緒になり，この小さな祠のようなものは，本家の家の建物がなくなっても，その場所に先祖を祀るとわかる．



神アシャギでの踊り ☆　第５回調査

［事実］三線の先導で集落の神の居る場をめぐり奉納の踊りをする．［経験］神アシャギの敷地にやすやすとは入れないという意識を持っていたが，村びとらはいとも簡単に境界を超えていく．人びとの生活がそれらの空間とともにあることを実感する．一方で，大切な神聖な場として扱うのかと思いきや，空き缶やペットボトルの殻が，石垣に置かれ残されているという生活のリアルな側面も見た．



民家への訪問・二番座の空間 ★☆　第５回調査

［事実］民家は，訪問者を迎える．お酒（泡盛・ビール），水，食べ物（おにぎり，果物など），子どものお菓子などがふんだんに用意され訪問者はそれらを頂く．民家の住民，訪問者が入り乱れて，民家の庭先で踊り一斗缶を打ち鳴らしラッパを吹き鳴らす．［経験］民家の住民は，二番座の戸を開け放ち訪問者を迎える．訪問者は，敷地囲いの中に二番座の前に三線が中心を作り，踊りの輪を広げる．



東廻りと西廻りの出会い ☆　第５回調査

［事実］ムラガーイの後，綱引きの前にスナイという騎馬戦のような戦がある．相手を板から落とす．
［経験］担いだ．落ちても何度でも這い上がる．それを支える文字通り，集落の人と触れ合うこととなる．
属する人数を同じくするため，東西の分け方は，時に応じて変化するという．筆者らは，厳格な東西の分け方が踏襲されているのではないかと想像していたが，そうではなかった．



見守る村の長老（高齢者）たち ☆　第５回調査

［事実］少し離れているが，大きな木の下に，長老（高齢者）たちのための席が設えられている．皆そこに集まり祭りを楽しんでいるようである．［経験］村の人びとの高齢者を大切にする様子が感じられる．報告会と同じように，同じ場を共有しながら，世代や年齢による，参加の仕方の分担がなされていると感じた．柔らかくもしっかりとした人びとの生活の仕組みがあると感じる．



爆風で家が傾き壊れる　第７回調査

［事実］朝鮮動乱の時に，B29が部落の西側の方に落ちて，その時の爆風で家が10センチ傾いた．爆風で壁が全部なくなったので，家を全部直した（R家）．これをきっかけに屋根が急速に葺き替えられていった，とも言われている．［経験］屋根材料の変化は，一般的に社会的な材料の供給の問題と言われたりするが，もっと現実的な問題が契機になっていたということがわかる．



仏壇を取りだす　第８回調査

［事実］民家の中を，住民と一緒に歩きながら裏座に廻ると，仏壇の後ろにあたる壁が壊されていることに気づいた．［経験］仏壇を引っ越したら，壁の板を剥がす，外す風習がある，という（P,W家）．位牌が二つあったので，後ろの板が二枚剝ぎ取られている（W家）．このようなことは，どの文献にも既往研究にも見たことがない．



拡大する報告会　第８回調査

［事実］前日の調査で，家の骨組みを作る時に，仏壇の東側（一番座と二番座の境）の柱（ハヤ）を立ててその柱を拝む（ウートートーする）（X家）という左手のご婦人の語りを得た．右手の区長さんと再確認している様子．［経験］報告会・懇親会には，歴代の区長さんらも参加してくださり，段々とボトムアップで，筆者らの活動が認知されてきているように感じる．那覇から，わざわざ娘さんが来てくださった方（D家）もある．

図４b 集落の生活の身体的経験２

ような因果関係をもつかを定量的に証明することは難しい．しかしながら，このような語りの採取と生活の経験の積み重ねは，相乗的な効果を発揮することもわかった．第８回の調査の途中で， 佇まいのよい民家に遭遇した．石垣は，伝統的な姿のまま，よく手入れされ，家屋も伝統的な形式を残し，ほとんど改造されていない．丁寧に住み続けられてきたさまが感じられ，大きな付属屋とともに，しっかりその場に建っていた．

民家を訪ねてみると，民家の主人は，ウンナーで中心となって三線をひき唄っていた方だった．先方も我々のことを知っていた．そのようなことから，すぐに実測調査への協力が得られ，たくさんの語りも聞かせていただいた．家は見立ての通り，伝統的な形式を最もよく残す民家で貴重な事例（W家）を加えることができた．これは１軒の民家の追加に過ぎないが，追加に至るプロセスは，伊是名での生活の経験の積み重ねがあればこそのことである．

４． 行為と空間構成の関係が導く事実（空間の特徴）

4.1. 語りの基礎資料と分析

調査の実施

前述の経過を経て，伊是名集落 158 民家のうち 26 民家の調査（実測調査，観察調査，語りの採取）を，2014 年 12 月（第 3 回），2015 年 10 月（第 7 回），2016 年３月（第８回）に行った．このうち伝統的な民家で語りを採取できたのは，第 3 回 12 民家，第７回６民家，第８回４民家の計 20 民家である．

本章では，このうち第 3 回調査で採取した 12 民家の語りを分析した結果を述べる．

語りのデータと基礎資料の作成

民家で語りを記録したビデオデータを，まず逐次文字起こししてテキストとして抽出した．次に，改めてビデオをよく見ながらこのテキストを単文に切り分けた． 単文に切り分けたのは，できる限り解釈を排除できるようにと考えたからである．チャントやパラグラフといった文の集合が意味をもつばかりでなく，集合を構成する個々の要素にも意味があると考えた．

解釈を避け，テキストを自動分析するツールを利用して機械的に解析することは可能だが，本研究が扱うような個別性が強く量の少ないデータの分析には，大量のデータを機械的に分析し数字のもたらす意味を探る手法は不向きである．実際にこのような方法で解析を試みたが，本研究の方法とはならないと判断した．

一方，逐次文字起こししたテキストは，語り手が生活する民家で採取したため，語り手，聞き手双方の眼前に語りの対象となる空間が存在する．このため，語りに指示代名詞が多く，また地域独特の言い回しも多い．このことから，逐次文字起こししたテキストのみを頼りに語りを分析するのは難しいと判断した．

そこで，テキストを単文に切り分ける際に，誰もが最低限の文意を理解するよう，必要な言葉を補うこととした．補う言葉は，テキストに既に使用されている（その文の前後の文に現れる）言葉や，ビデオの映像から誰もが明らかに理解する言葉とした．建築の言葉を用いることで内容がはっきりするなら，それらの言葉を用いた． これらの作業により，逐次文字起こししたテキストを，分析可能な，単文からなる基礎資料として整理した．

4.2. 語りにおける行為と空間構成

基礎資料は，1500 あまりの単文からなる．異なる民家の語りを集めて一括りの基礎資料として扱うことについては，沖縄伊是名島の民家，集落における共通した住まい方と変化の傾向がある（大久保ら 2015）という前提に立ち，これを可と考えた．

一番座と二番座・雨端

基礎資料の文総数が多く，民家の全体を俯瞰して空間の特徴を導き出すことは容易でない．計算機による自動分析に頼れないことは既に述べた．

そこで本稿では，まず一番座と二番座，雨端を中心とした分析と考察をおこなうこととした．先に理解したように，一番座，二番座，雨端は，沖縄，伊是名の民家の伝統的な空間であるだけでなく，筆者らの集落における生活の経験から民家の生活の大切な場所であることを実感するからである．基礎資料からの文の選出は文の内容を解釈しておこなった．

4.3. 語りが導く民家の空間の特徴

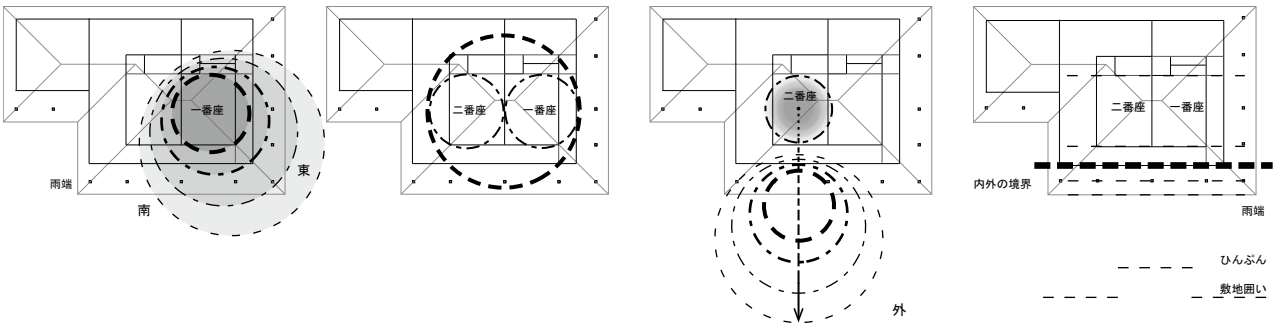
これらの分析と考察を経て，以下の伊是名の民家の空間の特徴を抽出した．この空間の特徴を，住民の語り（部分）とともに表２に整理した．また空間の特徴を解釈し，第一筆者が図式的に描いたものを図 5 に示した．

1） 一番座の領域拡大（同心円状の広がり）

一番座は，民家の最も大切にされる空間である．しかし，日常生活のために幾つかの特徴的な改

表２ 伊是名の民家に見られる空間の特徴

空間の特徴	語りの言葉
一番座の領域拡大（同心円状の広がり）(a)	A2 一番座は大切なところなので,一番座には直接外部から入らない. A185 A3 普段は一番座に居る. F21,F22,L5 A5 男の人は一番座で休む（寝る）. A217,A218 A6 一番座でベッドで寝る. C1,L1 S6 一番座は四畳半から六畳に広げたが,二番座は広げていない. F24,F25 S9 子どもたちが独立してから,一番座南の縁側を,軒先にアルミサッシュを入れて部屋にした.F17,F18,F19,F20,F15 S13 家を拡張したときは,一番座や二番座を拡大するのではなく縁側や雨端を内部に取込むように空間を広げた.I60 S14 一番座の南は,縁側の柱を抜き,雨端の先端まで室内空間を拡大し,奥行き一間の部屋とした. I18,I61 S16 一番座南東角の布団入れの収納は,昔はなく,東縁側から南縁側に回って行くことができた. A191,A192,F16 S19 一番座二番座南の雨端の先端にコンクリートの壁,柱,梁をつくり,二番座南の縁側と一番座南の部屋が追加されたという. H20,H21,H22,H4 S24 昔は一番座の東側で裏に通じる扉があったが,そこを押し入れにしたので通れなくなった. H113,H114,H107,C86,C87 S34 一番座の天井は,二番座の天井より高い. B19
一番座二番座の同質性 (b)	A13 お盆など大勢の集まる時は,一番座と二番座にふたつ座卓を並べて使う. H99,J89,H97,H100 S2 一番座と二番座は欄間で囲われていて,昔から変わらない. I144,J3 S5 一番座も二番座も四畳半である. H2,H3 S35 三番座の天井は,一番座二番座に比べてかなり低い. D81 S39 三番座は,一番座二番座のように座敷と縁側の関係ではなく縁側と一体となった空間（場所）だった. F34,F35,F83
二番座の固有性・外への連続性 (c)	A8 お客様を二番座でもてなす. J55 A10 二番座の仏壇に祖先を祀る. H17,A69 A12 仏壇に足を向けて寝てはいけないという. A197 A14 お盆の時などは,二番座を縁側まで広げて,送り盆をする. H98 A15 改まった時や改まったお客さんは,二番座の前に来たり二番座の前から家に入る.A163,A176,A178,A179,A184 A15 改まった時や改まったお客さんは,二番座の前に来たり二番座の前から家に入る.A163,A176,A178,A179,A184 A19 二番座の前にいつもお茶の用意をしている. B2,A80 A26 ヒヌカンの拝みは,二番座の前で門の方向を向いて拝む. A33 家への出入りは,台所南端と二番座前からしていた.台所南端から二番座縁にも廻った. C121,C123 S6 一番座は四畳半から六畳に広げたが,二番座は広げていない. F24,F25 S21 二番座には仏壇があるから,玄関を二番座の前につくるわけにはいかない. L25,L26
境界の変化 (d)	S14 一番座の南は,縁側の柱を抜き,雨端の先端まで室内空間を拡大し,奥行き一間の部屋とした. I18,I61 S15 一番座や二番座の縁側の南端にアルミサッシュを入れて内部化して,縁側を畳敷きにするなどした. F26,J2 S19 一番座二番座南の雨端の先端にコンクリートの壁,柱,梁をつくり,二番座南の縁側と一番座南の部屋が追加されたという. H20,H21,H22,H4 S20 もともとの木造軸組の雨端の先端に柱をたて,RCの梁を一周させて（ハチマキを巻いて）もたせて,開口を大きくとりアルミサッシュを入れた. I39,I149,I151 S59 東側開口部にはアルミサッシュを入れておらず,昔のままの雨戸が残る. A188 S50 家の外周開口部は,ガラス戸と雨戸があった.このような家は,伊是名で一軒だけだった. C67,C68 S51 南開口部は,現在アルミサッシが入り雨戸はないが,かつて雨戸があったことがわかる.C27,C32,F1,F4,F5,F6 S51 そのコンクリートブロックの壁は,西側雨はじの壁と一緒につくった. D49 S53 南側雨端を取り込み内部空間とした. F2,F3,F7 S56 雨端は高さが低く抑えられていて風土に合っているが,内部の天井も低くなる.I20,I32,I38 S60 南側開口部の雨戸の内側にアルミサッシュを入れた. F8,F9 S62 南側に座りやすいように縁側をつくる. F81, G1



a. 一番座の領域拡大（同心円状の広がり） b. 一番座二番座の同質性 c. 二番座の固有性・外への連続性 d. 境界の変化

図５ 伊是名の民家に見られる空間の特徴の図示

変も共通して行われる．例えば，縁側を一番座の延長として物置や物干しとして利用したり，縁側や雨端を取り込み新たな室内空間をつくるなどである．布団などを収納する収納場所をつくるような改造もよく見られた．

一番座の領域が，一番座を中心とした同心円状の空間の広がりとして，南東方向へ拡大されていると捉えることができるだろう．この領域拡大は，民家の構造の補強や開口部の改変（アルミサッシュの設置）などとともに行われることが多い．

2）一番座・二番座の同質性

一番座は，床の間があり客人をもてなす，二番座は仏壇を祀る，というように，二つの座敷は性質を異にする．しかし，普段は就寝のために両座敷とも使われたり，家族が大勢集まる時は二つの部屋を連続してひとつの空間として使う．一番座，二番座だけに欄間があり，天井が張られている，また天井が高い，もともと畳敷きであるなど建築のつくりかたにおける同質性がある．

3）二番座の固有性と外への連続性

二番座は，仏壇を祀り，死者を横たえるなど，生活の核のような行為とともにある．民家の中心的な位置にあり，改変が最も少ない室である．二番座の変わらない性質を固有性という言葉で表現した．

一方で，いひゃじゅーての設えや人を迎え縁側でもてなす行為（図 4），お彼岸やヒヌカンの拝みは，二番座から外（庭・集落，その外）へと空間が広がるさまを感じさせる．ウンナーのムラガーイの民家訪問（図 4）は，規模の大きい，いひゃじゅーてのようにも捉えられる．二番座の前は玄関のない伝統的な民家においては出入りの場所でもある．

このように，二番座は家の核のように重要な空間であると同時に，家が集落の空間や人びとにつながる接点として重要な役割を担っていると捉えられそうだ．

4）境界の変化

最後に，民家の境界の変化を特徴としてあげたい．伝統的な民家は，開放的なつくりで，開口部には雨戸が設えられるだけだった．絶対的な境界があるというより，屋根の庇や柱，雨端の空間，縁側，雨戸，障子，欄間などの多層の空間や設えで，民家の内外は柔らかく隔てられていた．

現在では，多くの民家で，まず家の南面にアルミサッシュを入れて，民家の内と外をしっかり区切るようにしている．さらに，1）で述べたように，屋根や庇の構造体の補強のために，雨端の先端にコンクリートブロックや鉄筋コンクリートの壁や柱を設置するというように，新たな強い境界を構築するさまが多く見られる．総じて，境界は，より単純で強いラインで描かれる，効率的なあらわれとなりつつあると理解される．

５．まとめ

フィールドにおける生活の経験から，生活者の語りを通して得られる民家の空間の特徴を抽出しようとするプロセスを議論し，プロセスから導かれた民家の空間の特徴を示した．

参考文献

[1] 川喜田二郎，(1967)“発想法”，中央公論新社
[2] 金海梨，高田光雄，(2015)“韓屋におけるチェとマダンのつながりに対応した住生活の特徴に関する一考察（韓国現代文学作品『庭の深い家』を対象として)”，日本建築学会計画系論文集，Vol. 80, No. 718, pp. 2763-2770.
[3] 野村孝文，(1961)“南西諸島の民家”，相模書房
[4] 大久保崇・藤井晴行・篠崎健一，(2015)“沖縄伊是名集落の空間構成への住意識の現れ －空間図式と建築の実体との結びつきに関する研究 その 1-”，日本建築学会大会学術講演梗概集
[5] 坂本磐雄，(1989)“沖縄の集落景観”，九州大学出版会
[6] 篠崎健一，藤井晴行，片岡菜苗子，加藤絵理，福田隼登，(2015)“空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究（写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み)”，認知科学，Vol. 22, No. 1, pp. 37-52.

写真日記を調査資料とする空間図式の構成
Constructing Spatial Schema from Photo Diaries

藤井 晴行 †，篠崎 健一 ‡
Haruyuki Fujii, Ken-ichi Shinozaki
† 東京工業大学，‡ 日本大学
Tokyo Institute of Technology, Nihon University
fujii.h.aa@m.titech.ac.jp

Abstract

The objective of this study is to construct the constructive methodology of finding the spatial schema that influences the experience of space through the interaction with the real space and that with the expression of the experience. For the expression, we propose to make a group of photo diaries composed of a photograph and its captions and to organize the photo diaries by KJ method. This paper explains the methodology from a theoretical point of view and describes the current findings from the on-going studies.

Keywords — Spatial Schema, Photo Diary, Constructive Methodology, First-Person Investigation

1. はじめに

空間の理解を方向づける心的な構造を指す空間図式という概念に基づき，伝統的民家や現代建築，集落や都市など，実際に住まわれている空間の構成と住まい方の関係の持続と変容から居住者による空間の認識の仕方を捉える方法とそれを表現する言語をつくろうとしている．空間の認識の仕方，建築や都市などにおける実体的な空間構成，具体的な使い方の間の関係をからだに紐づけられた基本的（primitive）な空間図式の組み合わせとして表現し，それらについて合理的に議論するための基盤を構築することを目指している．

本研究は写真日記を用いて空間図式を構成する方法を構成的に構築しつつある．本稿は，研究の構成的方法論，空間図式という概念，本研究の構成的方法の核となる写真日記の作成と構造化について説明し，この過程でこれまでに得られているものごとや気づきについて報告して考察する．

2. 構成的研究方法

経験を捨象しない主観的な観察や解釈を根拠として，それらの関係から合意によって導き出せる知見から空間図式のありようや性質を探ろうというのが，研究の方針である．

空間図式は場所を経験したり場所や空間図式を具現化したものごとの外部表現（設計図，スケッチ，図式図など）を理解したりするときにそれらを方向づける．また，建築や家具などによって実際の場所を創出したり場所または空間図式を具現化したものごとの外部表現を作成したりすることによって顕在化される．顕在化された空間図式はその後の場所の経験や図式図の理解を方向づける．

このような図式循環 [1] の概念を利用し，筆者ら [2, 3, 4] は，場所を経験すること，場所の経験を写真日記によって表現すること，つくりためた写真日記を構造化すること，これらの方法を考案することなどを構成的に繰り返すことによって空間図式を顕在化するという探究を進めてきている．場所を経験することは空間図式を復号化することであり，写真日記を作成することは場所の経験を記号化することである．例えば，篠崎，藤井ら [2] は，空間の知覚や認識における身体的な原型（prototype）を，私たちの身体による空間の経験を通して明らかにすることを目的とし，実在のフィールド（滋賀県高島市針江地区）において実際に生活することを通して見いだされるものごとの断片を写真と言語によって表現し，それらの断片を組織化することによって，空間図式を明らかにすることを試みている．これらの研究を含む本研究の探究プロセスをTWIN FNS ループ（図 1）として表現する．

TWIN FNS ループ [5] はものごとを創造するプロセスを実体的なものごとを生成するプロセスと実体に関わるものごとを表現するプロセスに注目して構成的ループ [6] を拡張するものである．TWIN FNS ループは焦点化（Scripting, C_3）を共有する二種類の構成的ループからなる．二種類の構成的ループはそれぞれ異なる種類の実体とインタラクションする．実際に経験する実体とのインタラクション（Interaction, $C_{\sqrt{2}}$）と経験や思考内容の表現に用いる実体とのインタラク

ション（$C'_{\sqrt{2}}$）である．実際の場所で何かを実際に行うこと（C_1），例えば，そこで生活すること，誰かと会話すること，風景を楽しむこと，その場でスケッチをすること，被写体や構図を意識して撮影することは前者のインタラクション（$C_{\sqrt{2}}$）を起こす．これらのインタラクションから空間構成や空間図式を見いだし（C_2），空間の経験を方向づけ（C_3），さらなる空間の経験を行う（C_1）あるいは経験を表現する（C'_1）という構成的ループが形成される．一方，表現をすること（C'_1），例えば，写真日記を作成すること，写真日記を構造化すること，空間図式を図示すること，記憶や記録に基づいて空間構成を図示することなどは後者のインタラクション（$C'_{\sqrt{2}}$）を起こす．これらのインタラクションから空間図式を見いだしたり解釈したりし（C'_2），空間図式を構想し（C_3），さらなる表現を行う（C'_1）あるいは構想した空間図式をもって実際に空間を経験を行う（C_1）という構成的ループが形成される．

私たちは，これまでに，滋賀県高島市針江地区，沖縄県伊是名村，北海道函館市，都内・首都圏各所，スイス連邦ベルン市，ラオス人民民主共和国ゲオ・パトゥ村，シンガポールなどで TWIN FNS ループを駆動して，空間図式を探究している．

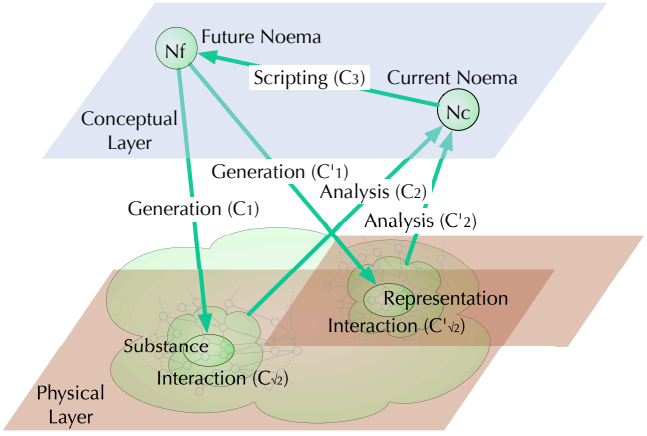


図 1　**経験と表現の Twin FNS Loop**

3.　空間図式

空間図式（spatial schema）は空間的な関係の知覚や認識を方向づける心的な構造であり，空間という概念と図式という概念を合成した概念である．

図式（schema，スキーマ）はものごとに意味や秩序を与える枠組みである．私たちは環境や身体の実体的な状態から，図式を通して，特定の情報を取り出し，自分に意味があるものごとを知覚するとともに，図式を知覚経験にもとづいて逐次形成する [1]．哲学的には「ある現象の理論的説明を方向づけるために用いられる予備的な概念構成の枠組みや形式 [7]」である．私たちは，物質的な状態や出来事を「あるがまま」に知覚するのではなく，それらが放つあらゆる情報の中から特定の情報を，図式に基づいて，取り入れ，自分と環境との間に自分にとって意味のある関係を知覚する [1]．また，図式は知覚経験によって変化する心的構造であり，ある瞬間の図式はその瞬間までの知覚経験にもとづいて逐次形成される [1]．図式を視覚的に図解したものを**図式図**（schematic diagram）とよぶ．

空間（space）は，自分と環境との間に関係を見いだし，自分が生きている世界に意味や秩序を与えるひとつの概念である．私たちは自分が居る場所をそこにあるさまざまな対象との空間的な関係によって知覚し，自分を定位し，自分と環境との間に動的な均衡をつくる [9]．哲学的には「時間とともにそこでものごとが生起する基本形式 [7] 」であり，物理学的には「物質が存在し，諸現象が生起する場 [8] 」である．辞書的な意味では「物がなく，あいているところ [8] 」であるが，日常的には，建築や家具などに実体的な要素に紐づけられる（grounded）物質的な場であったり，個人の意識の及ぶ範囲，社会的な場所，神聖な領域などのように精神的な場であったりする．

空間は，感覚や運動など，環境と身体との物質的な実体としてのインタラクション（身体的経験）を通して認識される．環境と自分の身体からなる実体レベルの物質的構造は，空間図式を通して，空間的な関係として理解される．空間図式は実体レベルでのインタラクションにおける知覚，感覚，運動などの具体的な経験に基づいて形成，維持，更新される．創起は現前のものごとを実現させたい思い描いているものごとに変える方法や手段を構想するプロセスである．法則性，類型などに関する知や図式や心象に基づいて，現在の情況を好ましい未来の情況に変える方法が探索される．

空間図式には基本的な空間図式と複合的な空間図式があると仮定する．**基本的空間図式**（primitive spatial schema）は身体的経験に直接的に紐づけられて形成されるアプリオリ（a priori）な空間図式であり，他の空間図式の組み合わせによって表現することができない空間図式である．**複合的空間図式**（composite spatial schema）は文化的な経験や個人的な経験に依拠して形成されるアポステリオリ（a posteriori）な空間図式であり，基本的空間図式や複合的空間図式の組み合わせによって構成される空間図式である．空間図式は空間

の実体的構成と空間の身体的経験を結びつける．空間を物質的実体として客観的に扱うことと主観的・恣意的に意味づけされた存在として扱うこととを橋渡しする．複合的空間図式によって表現される空間に関する概念を基本的空間図式によって表現される身体的なものごとに接地する媒体である．身体的経験によって意味づけられる運動感覚的イメージ・スキーマと基本レベルの概念 [10, 11] が，この橋渡しにとって，重要な役割を担うと直感している．

運動感覚的イメージ・スキーマ（kinaesthetic image-schemas）は，概念から独立して，経験の実体的な構造の側面と直接的に結びつけられる「直接的に有意味」な図式であり，すべての人間に共通するものである．ここで，イメージ・スキーマは，個々の対象にかかわる具体的な表象を生み出す心的構造である．ちなみに，イメージは，具体的な経験に基づいて形成される心象表象の一種であり，わたしたちが外部世界の対象を把握することを媒介するものである．**基本レベル**（basic level）は人間が身体を通して外的環境と直接的に相互作用する経験のレベルである．私たちの経験は，基本レベルにおいては概念に先行し，かつ，概念から独立して構造化されている．ものごとの概念構造に関する私たちの認識は，基本レベルに属する概念と基本レベルを中間レベルとして上位に汎化および下位に特化することによって構造化される概念の階層構造である．基本レベルの概念は身体的な経験を通して物質的実体と直接的に対応づけられる．概念構造には，基本レベルにおいて，現実世界の身体的経験による制約が加えられる．既に存在する概念は私たちが経験するものごとをさらに構造化しうるが，基本的な経験の構造はそのような既存の概念による構造化にかかわらず存在する．運動感覚的イメージ・スキーマは基本レベルの認識に通底する抽象的な構造であると考えられる．

運動感覚的イメージ・スキーマを基本的空間図式に据える空間図式体系を構築することにより，空間に関する議論において，空間の一人称的な意味を物質的な世界の身体的経験に紐づけて扱うことが可能になる．

4. 写真日記

写真日記（photo diary）はある場所を経験して知ったり気づいたりするものごとを写真とことばによって表現する媒体である [12]．絵日記が絵とことばによって経験したものごとを表現するように，写真日記は写真とことばによって経験したものごとを表現する．写真日記は自分自身の場所の経験とその場所の事実とがどのように関わっているのかを意識することを促す．

4.1 写真日記の構成

写真日記作成の基本は，ものごとを経験したり何かに気づいたりしたときに，それらに意識を向け，それらと関わりをもつものごとを写真に撮るとともにことばで表現することである．

写真はそれを撮影する瞬間におけるその場所の実体的な構造を視覚的に表現する．ことばでは表現できないものごとを視覚的に記録したり，撮影者が意識していないものごとを意識しているものごとと一緒に記録したりする．ことばは視覚的に表現されているものごとのうち注目しているものごとや視覚的には表現できないものごとを表現する．ことばによる表現は，経験している場所に関する事実の記述（事実記述），事実や経験に関連づけられる自分の解釈の記述（解釈記述），自分が経験しているものごとの記述（経験記述），表札，撮影情報からなる．

何かを経験するとき，私たちは単一のものごとを感じているのではなく，いくつものものごとを重ね合わせて認識する．写真日記の写真とことばはこのような経験におけるものごとの輻輳性を反映する．これらのものごとは，写真日記の構造化の過程で顕在化されることによって思いがけない発想や発見のきっかけとなる．

写真（Photograph） 斯々然々なることを記録しようと意図をもって撮影した写真が写真日記の構成要素のひとつである．何かを知ったり何かに気づいたりしたときに注目しているものごとや記録したいあるいは記録すべきであると感じるものごとを写真撮影する．自分が何を被写体にしようとしているのかを自覚して撮影することが不可欠である．意識していないものごとも一緒に撮影される．ことばで表現されるものごとは語彙や文法に制約される．また，そのときの関心に影響される．ことばだけではこのような制約や関心によって捨象されるものごとを写真がそこに写された潜在的情報として保持する．

事実記述（description of facts, D_F） 事実記述は作成者が意識を向けているものごとを自分以外の人が写真日記の写真から自分と同じように読み取れる事実として「客観的」に表現する文章である．写真に撮影されているものごとに直接言及し，後述の解釈記述と経験記述を撮影されている実体的な事実に接地させる．場所の経験や直感的な解釈を実証することを視野に入れて事実に結びつける役割を事実記述は担う．



図 2 **写真日記の例（写真）**

光と陰影が空間の奥行，広がり，境界をつくる．[20151009HF, 銘苅家住宅]

○事実記述
母家の二番座の真正面にひんぷんがある．ひんぷんと母家の間には庭がある．照明を点灯していない二番座は，天空光に照らされて明るい庭とは相対的に，暗い．しかし，暗闇というわけではない．二番座から見える外の景色は建物の構成要素，すなわち，左側の遣戸，右側の雨戸，縁側，軒によって長方形に切り取られている．床と軒下は外の光を反射して仄明るい．
○解釈記述
景色を切り取る額縁の構成要素は屋外の光を反射して屋内に導き入れ，陰影をつくっている．対称ではない左右の陰影の襞は前後方向に単調ではない奥行感を生み出している．また，仄暗い反射光と共存する両脇の陰影は，左右方向に空間の広がりを生み出している．一方，仄明るい，軒下と縁側や畳の反射光が上下の空間の境界を明確にしている．正面に見えるひんぷんは視線を帰着させるアイ・ストップとして働いている．ひんぷんはその外側の景色を見せない．同様に，内側の様子を外側に見せない．
○経験記述
自分は切り取られた景色が放つ光に照らされた空間に居て，庭に正対して座っている．二番座が日常生活において中心的な役割を担う室だとしたら，二番座から見る景色は日常生活にとって大切な景色であると仮定している．二番座とひんぷんに挟まれた空間と二番座の空間が相互に他方に広がり合うようにして融合し，明暗や開放感／閉鎖間の段階的な差異をもつ，ひとつの大きな空間をつくっている．自分の領域は屋内でも屋外でもあるという感覚が生まれる．二番座と庭とが融合するように見えるということが日常生活にとって大切な景色であるということだろうか．

図 3 **写真日記の例（ことば）**

解釈記述（description of interpretation, D_I） 解釈記述は，場所を経験している自分が，現前の注目しているものごと（事実記述の内容）や自分の経験（経験記述の内容）に関連して，あるいは，現前の事実と経験とを結びつけるものごととして，考えたものごと，気づいたものごと，連想したものごと，想像したものごと，妄想したものごとなどを表現する文章である．解釈記述は経験記述の内容と事実記述の内容を結びつけると自分が思うものごとを自覚的して言語表現することを促す．

経験記述（description of experience, D_E） 経験記述は場所における自分が経験しているものごと（例えば，行為，情動，観想などの内容）やその場所について写真を撮影したり写真日記を作成したりしようと意図するに至った経緯を自分自身にとっての「主観的」な事実として表現する文章である．いわゆる「客観的」な事実の表現であるか否かは問わないが，自分の経験に忠実である必要がある．

表札（nameplate） 表札は写真と三種類の記述によって表現しようとしているものごとを端的に表現する文である．

撮影情報（photographic information） 撮影日時，撮影場所，必要に応じて，撮影機材，焦点距離，シャッタスピード，絞りなどを記録する．

4.2 写真日記の構造化

ひとつひとつの写真日記はある場所ある時間におけるある経験を表現する．ある意図で揃えたひとまとまりの写真日記を個々の写真日記が表現するものごとたちが全体でひとつの物語をつくるように構造化する．

階層構造の生成 木構造の生成を KJ 法の要領で行なう．写真によって表現された実体的なものごとの視覚的な関連性や，ことば（事実記述，解釈記述，経験記述，表札）によって表現されたものごとの概念的な関連性を手がかりとして，何らかの関連性を見いだせる写真日記たちをグルーピングする．グループには，必ず，グループに属する各写真日記が表現するものごとをまとめるものごとを端的に表現する表札をつける．直感的にグルーピングしたくなるときは，直感的にグルーピングされる写真日記たちを関連づけると思われるものごとに意識を向け，それを表札に表現する．写真日記をグルーピングするとの同じ要領で，写真日記とグループのグルーピングやグループとグループをグルーピングを，全ての写真日記とグループが包摂される最上位のグループがつくられるまで逐次繰り返す．このようにして写真日記が構造化され，写真日記全体が表現する物語の骨格ができあがる．個々の写真日記はいずれかのグループに属し，個々のグループはいずれかのグループに含まれるという階層構造である．

構造化において大切なことは部分的なものごとによってつくられる全体を紡ぐ何かに気づくことである．個々の写真日記に表現されているものごとの関連性を考えつつ，ボトム・アップでグルーピングしていくことが肝要であり，写真日記やグループをトップ・ダウンで分類したり整理したりするようなグルーピングは行わないように注意する．複数の写真日記を組み合わせて初めて浮き彫りになるものごともある．トップ・ダウンの分類や整理は予めわかっている観点で行われるので，固定観念や先入観を超えた未知のものご

とに気づく機会を失ってしまう可能性がある．

写真日記を作成したり構造化したりする際の省察において，複数の写真日記の組み合わせの中に写真を撮影するときには意識していなかったものごと（事実）が撮影されていることに，偶然，気づくことがある．この気づきがさらなる発見や発想の契機となる場撮影時にはその重要性に気づいていなかったのだが，いくつかの写真日記を同時に見ているうちに実は重要なものごとであるということに気づくのである．

対立するものごとをグルーピングする場合，それらのものごとの論理積や論理和を機械的にとるグループにするのではなく，対立を昇華する新たなものごとを発想するように観方や解釈を臨機応変に創出するようにこころがける．

階層構造の検証と修正　生成された階層構造において各々のグループの表札がそのグループに属するグループの表札や写真日記の記述と表札の内容を捨象せずに反映していることを確認し，階層構造の網羅性を検証する．

1. 最下位層のグループの表札に注目し，当該グループに属する写真日記の記述内容に表札から捨象されているものごとがある場合，その内容を表札に反映させるべく，以下を行う．

1a 注目している最下位層グループとは異なるいずれかの最下位層グループの表札が反映させるべき内容に言及している場合，当該内容はそこで拾遺されているとみなす．このとき，それぞれの表札は，新たな気づきがなければ，そのままとする．あれば，その気づきを加味した表札に更新する．また，所与の階層構造において，ある記述内容を捨象された写真日記がその記述内容を拾遺している最下位層グループにも属するように構造を改変する．すなわち，グループの包含関係によって生成された階層構造は，扱っている内容のうえでは，木構造からセミラティス構造に変容する．

1b 捨象されているものごとを拾遺する最下位層グループがない場合，記述内容が捨象されている写真日記をメンバーとする最下位層グループを新たに作成し，当該内容をその表札に記す．この際，これらの写真日記の記述内容がもともと属していた最下位層グループの表札の内容を維持するためにも不可欠である場合，当該写真日記は新たな最下位層グループと所与の最下位層グループの両方に属するように構造を改変する．ここでも，セミラティス構造が形成される．

2. 上記 1 と同様に，最下位層以外のそれぞれのグループの表札がそのグループに属する下位のグループの表札の内容を捨象せずに反映していることを確認し，捨象されているものごとがある場合，

2a 捨象されている内容を拾遺するとみなせるグループが他にあれば上記 1a と同様にし，

2b そのようなグループがなければ，新たなグループを作成し，当該内容をその表札に記すなど，上記 1b と同様にする．

3. 表札から捨象されているものごとがなくなるまで，上記 1,2 を続ける．

上記の手続を行うことによって，構造全体がちぐはぐになり，すべての写真日記の記述内容からひとつの物語を組み立てることが困難になった場合，所与の階層構造を解体し，構造化をしなおすことも視野に入れておく．

空間図式を顕在化するためのフィールド調査においては，撮影時に，撮影者の空間図式が影響し，それが撮影された写真，事実記述，解釈記述，経験記述，表札に，陽に（自覚的に），陰に（無自覚的に），反映される．写真日記の構造化においては，陰に反映された空間図式が顕在化されることがあり，これが新たな空間図式の発見や発明の契機となる．このように，空間図式は，空間図式を探究する構成的ループの中で，既知のものごとと新たなものごとを包摂するように，あるいは，既知のものごとと新たなものごとの矛盾を昇華するように更新される．

5. 写真日記を用いた空間図式の構成例

滋賀県高島市針江地区，沖縄県伊是名村において，生活の体験（$C_1, C_{\sqrt{2}}$），写真日記の作成と構造化（C'_1, $C'_{\sqrt{2}}$）を通して構成している空間図式の例を示す．運動感覚的イメージ・スキーマを基本的空間図式とし，経験した空間の空間図式を複合的空間図式として構成している．写真日記の構造化の際に作成した表札と空間図式の図式図を合わせて示す．「表札」の右にある記号はグループの ID を示す．A, B, C,.. の順にグループが上位になる．

空間の経験それ自体を表現する空間図式と空間の認識の自覚を表現する空間図式とに分類して示す．

5.1 空間の経験に関する空間図式

空間の経験それ自体を表現する空間図式を示す．空間の実体的な構成やに対応する空間図式である．空間を経験する者がどこにいるかは明示していない．

表札（針江 C03） 何気ない，普段の生活に直結した，美しさや機能性や愛着やライブ感はお互いに作用し合っている．

「ライブ感」とは、音がライブであるデッドであるというように，反射によって返って来るもののあるなしによって場の性質が異なったり変わったりすることでもある．「生きた」反応があるということは，中心から周縁に向けて放射した何かに対応するように周縁から中心に何かが放射される空間図式として解釈する．図 4 は表札の本体に対応する空間図式の図式図である．

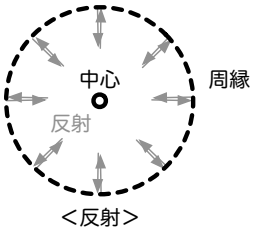


図 4 **C03 Schema Reflection.**

表札（針江 B03） 水の自然な流れを利用すると段々のリズムが生まれる（補足：水は重力によって上から下に流れる．棚田の段々も，川端の壺池や端池の段々も，水に関係している．）

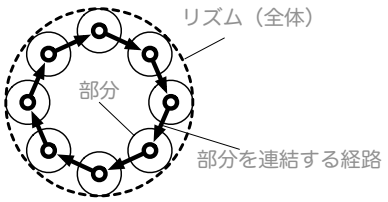


図 5 **B03 Schema - Rythm.**

表札（針江 C02） 普通の性質をもつものごとによって，時間や空間やものの見方が重なり合う（補足：観察している人間がいる）．

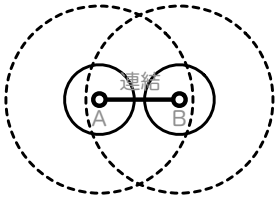


図 6 **C02 Schema.**

表札（針江 B04） 異種のものごとが結節する空間に，人は，居心地の良さや，美しさや，畏れを感じる．

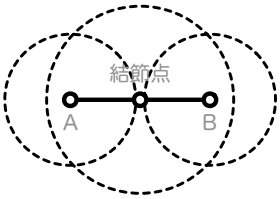


図 7 **B04 Schema.**

表札（伊是名 E02） 二つの不連続な要素が同質性や異質性などの関係によって対を形成するとき，それらを連結する軸と分離する境界（旧：面）が同時に生まれる．同質性（共通性）が強いとき，二つの要素は，類似関係（類似）が優位となり，一体のものとしてとらえられる．異質性が強いとき，対比関係が優位となり，軸に勾配が生じる．勾配の緩急によって，境界が強くなったり弱くなったりする．

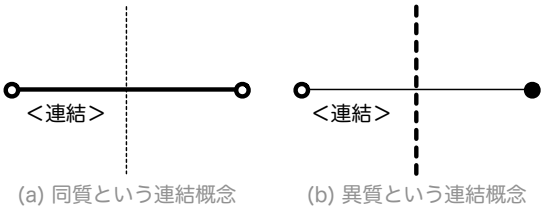


図 8 **E02(Izena) Analogy and Contrast.**

表札（伊是名 F01） いくつかの要素が部分となり，ひとつの全体を形成するとき，全体としての構造を通して，要素のあいだの共通性が浮かび上がる．

部分たちから全体ができると部分の共通性が見えてくる．

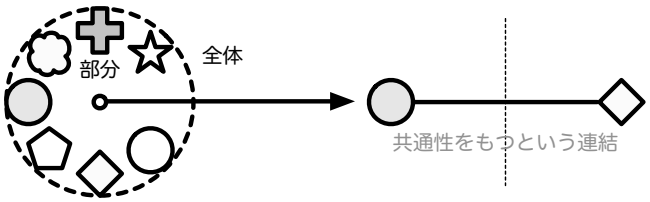


図 9 **F01(Izena) Schema.**

表札（伊是名 E01） 性質が段階的に異なる空間を同心円状に重ね，上部を部分的に覆って陰になる空間をつくることによって，入れ子状の境界が形成され，外部から護られていると感じる．

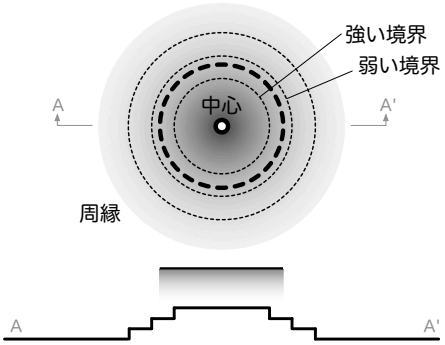


図 10 **E01(Izena) Emergence of Nested Borders.**

5.2 空間の認識に関する空間図式

写真日記の構造化の過程で，自分たちが空間を認識する心的なプロセスに言及する表札が現れてくる．空間構成に関する情報の論理和や論理積を無自覚に採用することを忌避しているため，上位のグループをグルーピングするときに，対立するものごとを昇華するためにメタ認知的な視点が用いられることになったのではないかと感じている．

表札（針江 B09） 自分がそこにいる空間を鑑賞の対象として見ている．

実体としてはそこに居るとわかっているのだが，心的にはそこに居ないと感じている．この空間図式（図 11）は実体として知覚していることと概念的に認識していることの二重性を示している．

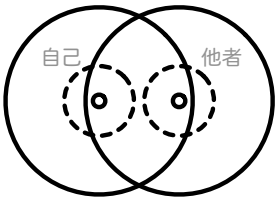


図 11 **B09 Schema**

表札（針江 B11） 水を大切にする意識が行為に結びついているからこそ，水がつくる美しい空間が維持されている．

針江の民家に滞在している間に地域の人々が水をいかに大切にしているのかを教えてもらったり感じたりした．そこのことによって水のある風景を観る姿勢が変化している．図 12 はそのことを空間図式の図式図として表現している．

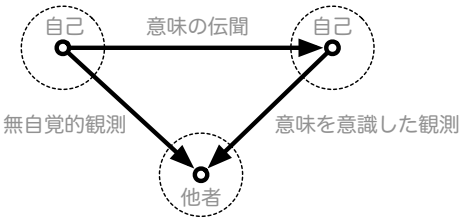


図 12 **B11 Schema.**

表札（針江 B01） 川端の空間が美意識と生活意識の上に成り立ち，人々の愛着が感じられると感じられる．使い易く配置したものが，意図していない美しさを呈しているように見える（補足：美意識は建築的要素が良い塩梅で配置されていることである．生活意識の現われは道具が良い塩梅で配置されていることである）．

川端を使うという経験をすることによって，川端を傍観する姿勢が川端に没入する姿勢に変容し，川端の機能を実感するとともにその機能に結びついた美を発見する．傍観しているときには日用品が無造作に配置されていると思われたが，それらが使い易い位置にあることを実感し，その機能に根ざした配置に美しさを見るようになる．

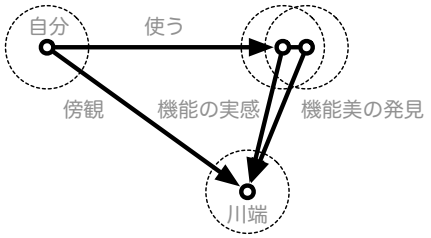


図 13 **B01 Schema.**

表札（針江 C02） 何気ない，普段の生活に直結した，美しさや機能性や愛着やライブ感はお互いに作用し合っている（補足：機能性があるから美しく感じる．美しく感じるから愛着を感じる．愛着を感じるからライブ感を持つ）．

構造化と検証の過程で表札（針江 C02）に，美しさ，愛着を感じたり，ライブ感を覚えたりする理由を補足した．

傍観者としてものごとを認知するという観方が，空間の経験を通じて，そこに没入して認知する観方に変化することを空間図式によって表現すると図 12 を改良して図 14 のように図示する．観測対象の外側から観測する自己が，経験を通して，観察対象を自己の内

部にあるものとして観測する自己に変化するというものごとを空間図式として表現している．

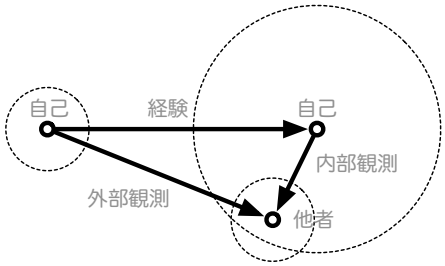


図 14 **Attitude Transition Schema.**

観方の変化の図式図（図 14）に知覚されている空間構成の図式図を加えると図 15 のように表現できる．

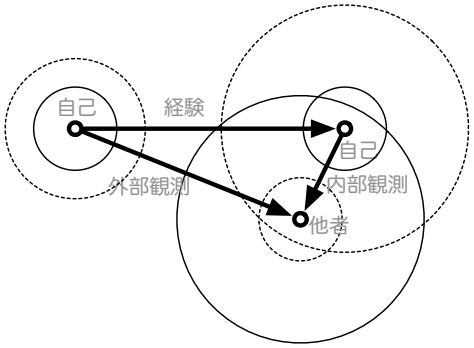


図 15 **C03N Schema.**

自分たちが空間を認識する心的なプロセスについて言及するときに，自分と空間との心的な関係が浮き彫りになった．他所者としてその空間を経験していると感じているとき，気持ちの上では，その空間の内部に自分はおらず，また，自分の内部にもその空間はない．一方，その空間に馴染みを感じてくると，自分が確かにそこにいるという気分になってきたり，その空間を自分なりに理解することで自分の内部にあると感じられるようになってきたりする．これらの認識の仕方を，それぞれ，外部観測と内部観測とみなし，以下のような空間図式によって表現している．

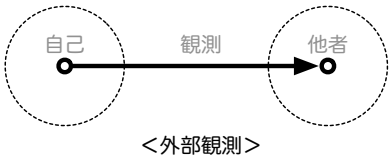


図 16 **B09 Schema - External Observation .**

外部観測では自己の周縁範囲と他者の周縁範囲が重ならない．内部観測では他者を自己の周縁範囲の中に取り込んでいる．

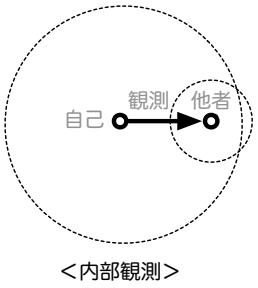


図 17 **Internal Observation .**

6. まとめ

空間図式の概念に基づき，居住空間の構成と住まい方の関係の持続と変容から居住者による空間の認識の仕方を捉える方法とそれを表現する言語を構築して，空間の認識の仕方，居住空間の実体的な構成，具体的な使い方の間の関係などについて合理的に議論するための基盤の構築を視野に入れ，写真日記を用いて空間図式を構成する方法を提案し，その構成的方法によってこれまでに得られている空間図式や気づきについて報告・考察した．

参考文献

[1] Neisser, U.: Cognition and Reality - Principles and Implications of Cognitive Psychology, W.H.Freeman and Co., 1976; 認知の構図 - 人間は現実をどのようにとらえるか（古崎敬ほか訳）, サイエンス社, 1978 年.
[2] 篠崎健一, 藤井晴行, 片岡菜苗子, 加藤絵理, 福田隼登: 空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究 (写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み), 認知科学, vol. 22, no.1, pp.37-52. 2015.3.
[3] 福田隼登, 藤井晴行: 身体性に注目した空間体験の図式表現方法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.80, No.709, pp.559-567, 2015.3.
[4] 福田隼登, 藤井晴行: 空間体験に基づいた心地よいシークエンスの身体的な図式の表現方法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.81, No.724, pp.1281-1290, 2016.6.
[5] 諏訪正樹, 藤井晴行: 知のデザイン―自分ごととして考えよう，近代科学社，2015.
[6] 藤井晴行, 中島秀之: デザインという行為のデザイン, 認知科学, Vol.17, No.3, pp.403-416, 2010.9.
[7] 廣松渉ほか（編）：岩波哲学・思想事典, 岩波書店, 1998 年.
[8] 松村明（編）：大辞林 第三版, 三省堂, 2006 年.
[9] Norberg-Schulz, C.: Existence, Space and Architecture, Studio Vista Limitea, 1971.
[10] Lakoff, G.: Women, Fire, and Dangerous Things, University of Chicago Press, 1987.
[11] Lakoff, G.: Cognitive Semantics. In Umberto Eco (ed.), Meaning and Mental Representation, Bloomington: Indiana University Press, 1988.
[12] 藤井晴行: 創造という行為の研究について, 人工知能学会誌, vol. 28, no.5, pp.720-725. 2013.9.

市民マラソン大会における走者と観客の価値共創の構造 ー盛り上がりとは何か　金沢マラソン 2015 の事例ー
The Scheme of Value Co-creation by Runners and Audience on a City Marathon: Factors of Excitement in Kanazawa Marathon 2015

西中　美和[†]，加藤　鴻介[‡]
Miwa Nishinaka, Kohsuke Katoh
[†]総合研究大学院大学，[‡]金沢工業大学
Sokendai (The Graduate University of Advanced Studies), Kanazawa Institute of Technology
Nishinaka_Miwa@soken.ac.jp

Abstract
This paper provides a scheme of value co-creation by runners and audience on Kanazawa city marathon 2015. We analyze cognitive state of runners and audience during the marathon race to clarify how they make a sense of unity as a value. The research method is a case study. Quantitative research and analysis method are adopted. As an academic contribution, this paper provides a synthetic perspective of social cognitive science and knowledge management. As a practical contribution, we provide factors of excitement which contributes to success of a marathon race as a base theory.

Keywords — Value Co-creation, Sense of Unity, Sympathy, Knowledge Management

1. はじめに
本稿は，市民マラソンにおける走者と観客の価値共創の構造を明らかにする．市民マラソンにおける「盛り上がり」が走者と観客の応援による一体感でもたらされる価値共創であることを示す．研究手法としては，事例研究を採用し，分析手法として定量的手法を採用する．学術的には，知識科学的観点から見た社会的認知研究における事例研究の提示として貢献する．実務的には，市民マラソン大会の成功要因としての一体感による「盛り上がり」が形成される 1 つの要因を示す．それにより，今後のマラソン大会でどのような施策を打つと効果があるかの基礎理論とする．

2. 学術的な背景
学術的な背景としては，知識科学（知識経営を含む），認知科学，社会心理学に基づいた研究となる．知識科学は，文脈の中での相互作用を強調している．特に，知識創造理論においては，文脈（意味）を共有する次元（状況）は「場」と呼ばれ，知識を創造し，共有し，利用する．「場」は物理的，仮想的，精神的な空間であり，それらの組み合わせである[1]．マラソン大会を「場」と見做し，走者と観客，ボランティア，主催者等すべてを場における主体ととらえ，特に走者と観客の相互作用による一体感という価値共創の成り立ちに関して検討を行う．知識科学は，理論的・学術的貢献に加え，実務的な貢献も重要な目的とするため，市民マラソンへの実務的な貢献を含む理論的考察の基礎理論として採用する．

認知科学は「心の動きを内側から解明しようとする科学（http://www.jcss.gr.jp/about/）」であり，言語や頭の中のメンタルモデル（外界の現実を説明するための内的な（頭の中の）概念モデル）を研究対象にする．そのため，走者と観客の相互作用における一体感の醸成に関しては，両者の思いを考察するという意味で認知科学的な側面の検討も含まれる．

マラソンという状況における，走者と観客の関係は，1 対 1，集団の中の多対多，あるいは 1 対多の認知となる．構成的相互作用においては，共同作業における主作業者と従作業者の役割を論じ，問題解決にあたって共同作業がよりよい解を見つけることを示唆している[2]．この三宅の理論は，1 対 1 の個人を対象にしており，集団における多対多，あるいは 1 対多の認知特性を対象にはしていないが，主体と多様な事物の協調作業で現場を理解するアプローチは 80 年代以降に展開をしている[3]．

社会心理学における社会的相互作用は，相互作用に社会的意味づけが入ったものである．自己と他者のやり取りがあり，やり取りの時間を共有し，相互作用の他者の行為への反応として自己の行為を変化させるという通常の相互作用に加え，主体が状況に意味を持たせ，それを他者が意味を解釈し，反応する事象である．知識科学においては，マラソン大会は「場」であり，走者と観客の相互作用による価値共創を考える．これはすなわち，社会的相互作用の関係と同じであると看

做すことができる.

本研究においては状況的認知を適用することはない. 状況的認知とは認知科学における社会的要因の研究の中で,「認知する人（認知者)」,「認知するもの（対象物)」,「認知がなされた状況」のうち，状況に着目したものであり「認知における環境，社会文化的要因，文脈の役割を重視するもの」[4][5] である．認知過程は外界との相互作用で起きるものであり，人の内面の知識・推論機構を想定しない．事例においては人と人との相互作用による一体感を取り上げ，主体は状況に意味を持たせる作用を行うが，相互作用は観客である他者と行い，マラソン大会という状況との相互作用を見ているわけではない.

市民マラソンを考察するにあたっては，観客における「自己移入」(Sympathy)」の考慮を要する.「自己移入」(Sympathy)」は，他者と心を共にすることであり，"a vicarious emotional reaction based on the apprehension of another's emotional state or situation, which involves feelings of sorrow or concern for the other"[6] とあるように, 他人の立場に身を置くことである．これは，観客の心理状態を説明するための要素となる．少なくとも観客側の盛り上がりの要因の 1 つが走者に対する観客の「自己移入」によるものではないか，という仮定を提示する．また，事例で後述するように，自己実現を目的としてマラソンに参加する走者も多い．そのため，マズローの欲求段階における検討も含まれてくる．第 2 回大阪マラソンにおいては，都市型市民マラソンにおける新しい価値は「成熟時代における」「挑戦」することの楽しみであるとしている[7]．これはマズローの欲求段階を念頭においている.

本稿は，市民マラソンにおける一体感の醸成による「盛り上がり」という価値共創を，知識科学を理論ベースとし，認知科学，社会心理学背景から考察し，要因を見出すものである．そのような研究は，これまであまり見受けられないため，これにより学術的貢献を行う．また，結果を今後のマラソン大会のためにフィードバックすることによる実務的な貢献も行う.

3. 事例

本論文は 2015 年 11 月 15 日（日）に実施された「金沢マラソン 2015」を事例とする.「金沢マラソン 2015」は，金沢市で行われる初めての本格的なシティマラソンである．主催は金沢マラソン組織委員会（石川県，金沢市，北國新聞社，石川陸上競技協会，金沢市陸上競技協会）である. 出走者約 12,000 人, 完走率 97%, ボランティア約 6,000 人，沿道観客は，約 20 万人の大規模な大会であり，成功事例である．金沢市は 2015 年 3 月に北陸新幹線が開通し，その効果もあって街全体が新幹線バブルに沸き立つ中, 当大会は開催された. 大会の目的には観光振興も含まれるため観光を兼ねた市民ランナーが多く参加する．一方，日本陸連公認コース，日本陸連公認大会であり国内大会として正式記録も認定されるため，陸連登録競技者も 824 名，招待選手も 8 名参加する．制限時間が 7 時間と長かったこともあり，第 1 回大会ながら 97%という非常に高い完走率を記録した．表 1 に参加者内訳を示す.

表 1　参加者内訳

走者種別	人数
国内からの出走者	11819 人
海外からの出走者	963 人
招待選手	8 人

4. 調査の概要

当調査はアンケート調査を実施し，統計処理による定量的手法で分析を行う．市の組織委員会が大学と連携し，大会運営改善のためのアンケート調査を走者および観客に対して各々行った.

実際のアンケート調査は, 金沢工業大学 経営情報学科の学生が中心となって実施した．観客への調査はマラソン実施日の 2015 年 11 月 15 日に，市内の沿道とゴール会場で行った．調査回答人数は 516 人である．調査ツールは iPad 上にアンケート用アプリケーションを導入し，その場で入力してゆく方法と，アンケート用紙への直接記入による 2 つを併用した．日本人走者へのアンケートは，マラソン実施後，全参加者へメールで依頼した．各々の回答率は以下の表 2 のとおりである．今回の分析は，国民文化の影響を除くために日本人走者を対象に実施する.

表 2　アンケート調査概要

回答者種別	回答人数（回答率）	方法
沿道観客	516 人	対面記入
国内からの出走者	5159 人（43.7%）	メール

5. 分析

5.1. 走者と観客の属性

走者の属性に関しては，アンケート回答者 5159 人中，男性は 4052 人（79%），女性は 1107 人（21%），年齢層は 40 歳台が最も多いという結果になった（図 1 参照）．走者の職業は会社員が最も多く（図 2），マラソンの出走経験は，初回走者も 23.4%いるものの，6 回以上が 44%という高い比率を示している（図 3）．

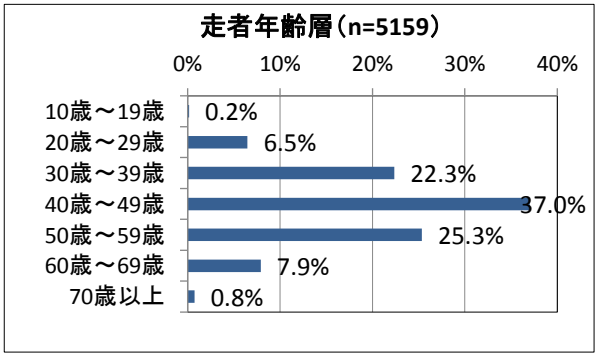


図 1　走者の年齢層

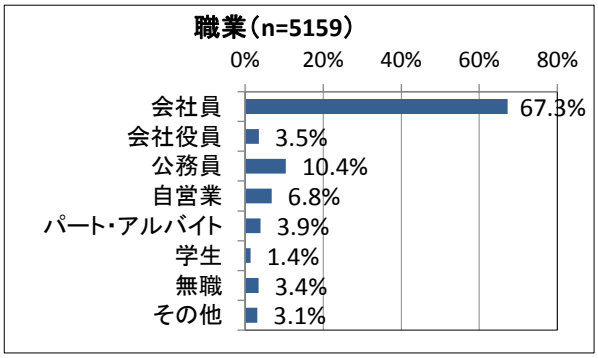


図 2　走者の職業

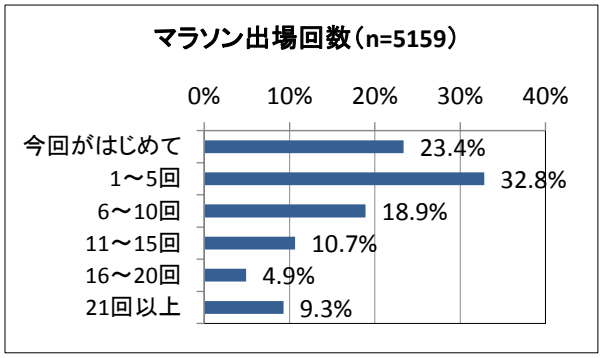


図 3　マラソン出場回数

観客の属性に関しては，アンケート回答者 516 人中，男性は 267 人（52%），女性は 249 人（48%），年齢層は 40 歳台が最も多いという結果になった（図 4 参照）．

観客の職業は会社員が最も多い（図 5）．走者との関係は「家族・親戚」が最も多く，次いで「無関係」が 23%となっている．「走者を知っている」観客が 4 分の 3 を越え，「家族・親戚」「友人」「同僚」「知人」の順で並び，「知っている」程度が「高い」から「低い」方へと，きれいな順序で並ぶという結果となっている（図 6）．沿道観客は，約 20 万人であるため，無作為に回答者を抽出はしたが，最前線で応援をしている観客は，走者の関係者が多いことがわかる．

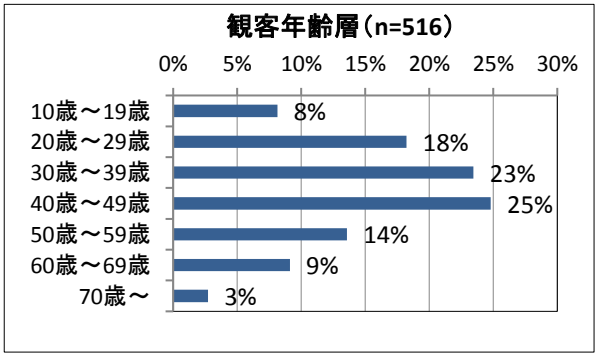


図 4　観客の年齢層

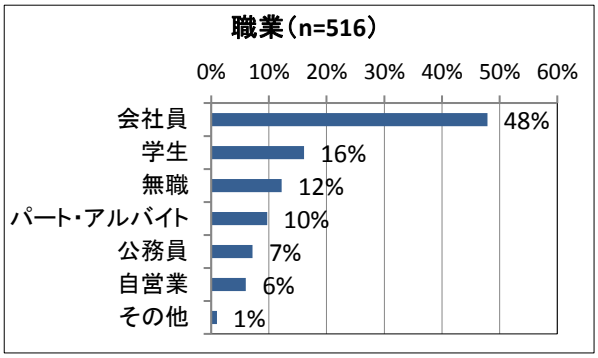


図 5　観客の職業

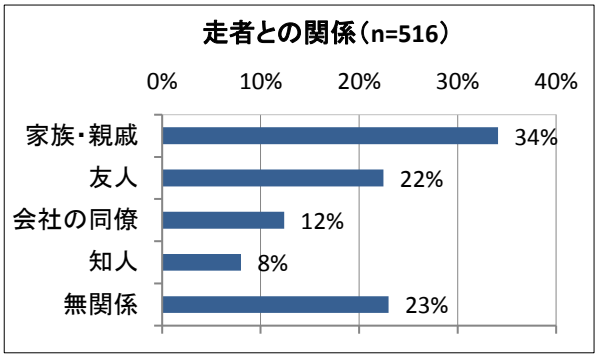


図 6　走者との関係

5.2. 回答結果

走者に対するアンケート調査の回答結果を示す．走者のマラソンを始めた動機は，1 位の健康目的に次いで，自己変革・精神力向上が 27%と，自己実現目的が高い割合を示している（図 7）．盛り上がりに関しては，97%が盛り上がりを「大変感じた」「感じた」と答えており，高い割合となっている（図 8）．要素別の満足度

指数（図 9）によると，「沿道の応援」に対する満足度が際立って高かった．逆に給水・給食，会場アクセス，トイレ配置等は満足度が低いが，これに関しては考察で述べる．

観客においては，マラソンを見るのが好きな理由の 1 位に「努力・苦しみに耐える姿」が 27%で上がり，「人生に見立てた共感」も 12%で少なくない回答率となっている（図 10）．応援の盛り上がりに関しては，「大変盛り上がっていた」「盛り上がっていた」の合計が 90%と高く，応援の盛り上がりを示している（図 11）．

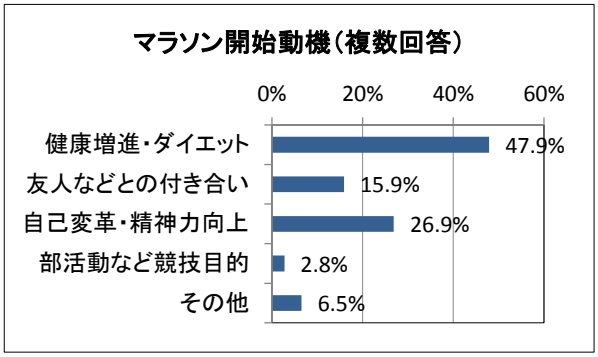


図 7　マラソンを始めた動機（走者）

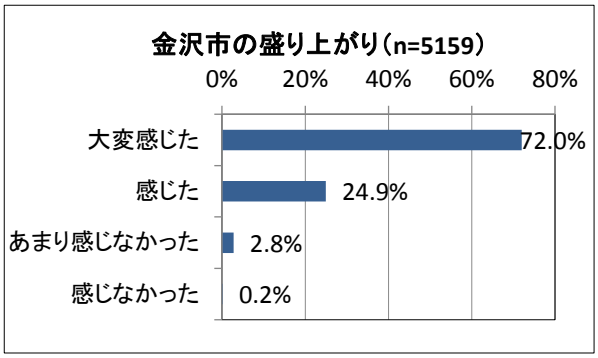


図 8　金沢市の盛り上がり（走者）

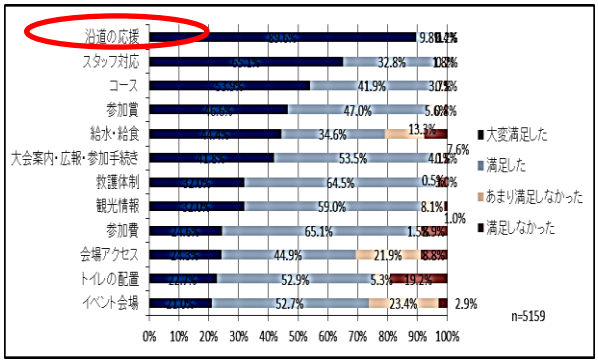


図 9　要素別満足度比率（走者）

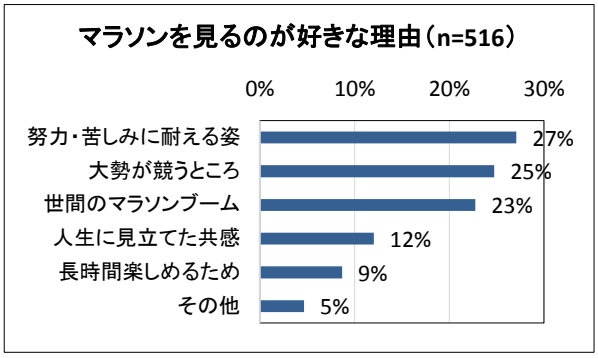


図 10　マラソンを見るのが好きな理由（観客）

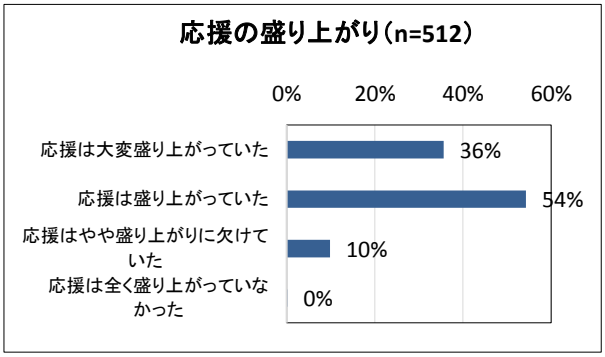


図 11　応援の盛り上がり（観客）

6.　考察

この「盛り上がり」の要因を分析するために，走者の回答に対して，満足度項目で判別分析を行った（図 12）．その結果，金沢マラソン 2015 の目的（「競技」と「観光による地域振興」）を明確に反映し，走者は競技度と満足度によって 4 つの特性グループ（クラスタ）に分類された（図 12）．このクラスタごとの判別分析重点項目を調べたところ，いずれのクラスタにおいても，「沿道の応援」が最も寄与しているという結果になり（表 3），図 9 のクロス集計の結果「沿道の応援に対する満足度が際立って高い」と一致した．

表 4 にクラスごとの特徴と，そのクラスタに属する回答者のコメントを抜粋したものを提示する．また，図 13 に「給水・給食サービスの満足度」，図 14 に「応援に対する満足度」に対する走者クラスタごとの回答結果を示す．

クラスタ 1 は，観光も競技も重視する走者のクラスタであり，いわば金沢マラソンに対する思い入れが強く，期待値も高いクラスタである．コメントを見ると，図 9 で不満足が高かった給水・給食サービス，トイレ配置や，会場アクセスへの建設的意見が多い．クラスタ 2 は，観光重視のクラスタであり，4 つのクラスタの中でも最も平均タイムが悪いクラスタである．コメ

ントには，給水・給食サービス（エイド）に対するものが多い．後半走者が多いクラスタであるため，エイドが後半走者にいきわたらなかったという事情を反映している．図 13 の「給水・給食サービスの満足度」によると，クラスタ 1 およびクラスタ 2 のこれらのサービスに対する満足度が低く，クラスタ 3 および 4 と大きく異なっている．

クラスタ 3 は，市民ランナークラスタであり，タイムも 2 番目によい．成績の良いクラスタであるため，エイドも十分に残っており，給水・給食サービスに対しては満足度が高い．応援に対して満足したというコメントが多く，雰囲気も楽しめている．クラスタ 4 は，競技ランナーのクラスタである．コメントには，沿道応援に対する満足したというコメントが多く，また「金沢市内の盛り上がり」の点数が高い．他のマラソン大会との比較における意見を述べているコメントもあり，他との比較においても応援が良かったとする回答者が多くみられた．競技ランナーは大会における雰囲気を重視している傾向があることがわかる．応援に対する満足度（図 14）もクラスタ 3 および 4 は，クラスタ 1 や 2 に比較して，高い満足度となっている．

以上のように，成績のよいアスリートは，盛り上がりや雰囲気，応援を重視する傾向があり，マズローの欲求段階を反映した結果となっている．なお，盛り上がりが，参加満足度，差別化要因（他大会との比較における善し悪し）のどちらに影響するかという点に関しては，コレスポンデンス分析より差別化要因に影響すると出ている．

以上より，走者は，沿道の応援に満足し，盛り上がりを感じ，観客も盛り上がりを感じていることから，走者と観客の間には社会的相互作用が発生していると思われる．走者と観客の相互作用は，成績の良いクラスタ 3 および 4 で，より強く表れている．これは，満足度の判別重点項目（表 3）におけるクラスタ 3 およびクラスタ 4 の点数の低さ（低い方が満足度が高い），および図 14 の「応援に対する満足度（走者）」のクラスタ 3 およびクラスタ 4 の満足度の高さからも，うかがうことができる．

一方，沿道観客に対するアンケート結果で，「マラソンが好きな理由」に，「努力・苦しみに耐える姿に共感」「人生に見立てた共感」が多いことから（図 10），観客の走者への自己移入が発生していると推測される．この推測を裏付ける別のデータとして，沿道最前線で応援をしている観客は，走者の関係者（家族・親戚，友人等）が多い（図 6）ことも挙げられる．

走者と観客の社会的相互作用，および観客の自己移入の双方の結果より，走者と観客の間には，応援による一体感が生みだされており，それが盛り上がりの 1 つの要因ではないかと思われる．

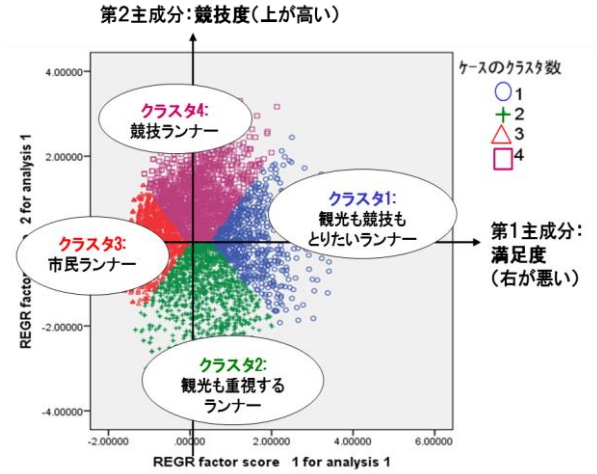


図 12　走者のクラスタ

表 3　満足度の判別分析重点項目（走者）

タイム悪い ⟷ タイム良い

クラスタ番号 ⇒	2 観光	1 両方	3 市民	4 競技	全 体 平均
コース	1.62	2.05	**1.17**	**1.49**	1.51
給水･給食サービス	**2.71**	**2.61**	**1.19**	**1.30**	1.84
救護体制	1.89	2.07	**1.36**	1.78	1.72
トイレの配置	2.35	**2.64**	1.63	1.98	**2.07**
参加費	1.99	2.36	**1.47**	1.96	1.87
大会案内･広報	1.69	2.17	**1.20**	1.79	1.63
沿道などの応援	**1.12**	**1.39**	**1.01**	**1.07**	**1.11**
観光情報･サービス	1.82	2.32	**1.34**	1.96	1.78
会場アクセス	1.88	**2.91**	1.53	**2.72**	**2.15**
スタッフの対応	**1.42**	1.86	**1.06**	**1.41**	**1.37**
金沢市内の盛り上がり	**1.29**	1.77	**1.10**	**1.34**	**1.31**
金沢市石川県の魅力	1.66	2.22	**1.19**	1.69	1.60

判別分析による重点項目:

1: 大変満足した　2: 満足した　3: あまり満足しなかった

4: 満足しなかった　　※点数が高いほうが悪い

赤は2.5以上（悪い項目）　青は1.5未満（良い項目）

表 4　クラスタの特徴（走者）

クラスタ	特徴	コメントから抜粋
1 観光&競技 （735 名）	観光も競技も充実させたい，期待値が高いクラスタ	会場アクセス，給水・給食サービス，トイレの配置の満足度が低い．
2 観光重視 （1419名）	観光重視クラスタであり 4 つのクラスタの中で今回のタイムが最も悪い．	給水・給食サービス（エイド）に対して満足度が最も低い．後半走者が多いクラスタで，エイドが後半にいきわたらなかった．
3 市民ランナ （1586名）	満足度が高い，成績も 2 番目に良い	「沿道などでの応援に満足した」が高得点．良い成績が出て，エイドや雰囲気も楽しんでいる．
4 競技ランナ （1419名）	競技者クラスタ	沿道などでの応援には満足し，金沢市内の盛り上がりの点数が高く，競技者は雰囲気を重視する傾向があると思われる．

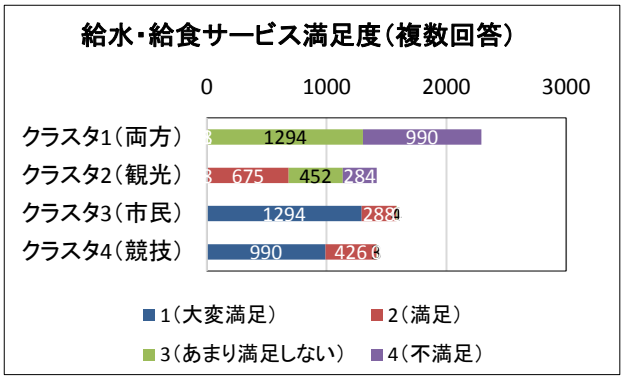


図 13　給水・給食サービス満足度（走者）

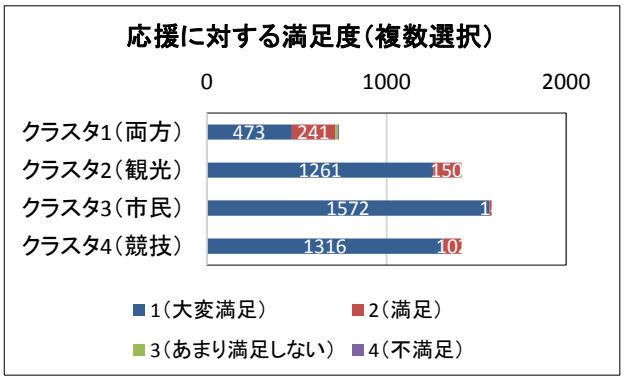


図 14　応援に対する満足度（走者）

7.　結論

考察結果より，走者は，出場目的と成績によって 4 つのクラスタに分類され，クラスタごとに満足度が異なることがわかった．成績のよいアスリートほど，盛り上がりや雰囲気，応援などの精神面を重視する傾向がある．市民ランナークラスタや競技ランナークラスタに対しては，走者に対する観客の「自己移入」も生じており，走者の走りと観客の応援による相互作用による一体感が見受けられた．これらクラスタは応援に対する満足度も高く，盛り上がりの 1 つの要因であると思われる．

マラソンの走者と観客の関係は，1 対 1 でありながら，集団の中の多対多，あるいは 1 対多の認知となる．走者という集団と観客が，マラソン大会という場において，文脈を共有し，完走するという共通の思いを持った結果の盛り上がりであったと思われる．アンケートの自由回答記述欄においても「沿道の応援が途切れることなく続いていてよかった」等の記述があり，市民を巻き込んだ一体感のある大会であったことが成功要因の 1 つとなっている．市民マラソンは走者が完走し，満足を得るだけではなく，観客や市民，市全体を巻き込んだ価値創造が成功要因であると結論づける．また，盛り上がりは，成功要因であると同時に，差別化要因としてより寄与をしていることが結果としてわかった．

クラスタごとに満足度や求めるものが異なってくるため，すべての走者を満足させる対策や，クラスタごとの要望への対応を検討することが今後の課題となってくる．

8.　おわりに

本稿では，市民マラソンにおける価値共創の構造を，金沢マラソンの事例を用い分析した．結果，盛り上がりの 1 つの要因を走者と観客の相互作用による一体感によるものと結論づけた．盛り上がりは，走者と観客が，マラソン大会という場において，文脈を共有し，完走するという共通の思いを持った結果であることがわかった．

学術的には，知識科学的観点から見た社会的認知研究の事例研究の提示として貢献した．本稿の結論は，金沢市にフィードバックし，市民マラソン大会の成功要因，および他のマラソン大会と比較しての差別化要因として，一体感による「盛り上がり」が重要であることを示した．また，この結果より沿道応援をスター

トからゴールまで途切れなく並べることを主催者側に提案した．それにより，金沢マラソン大会 2016 の盛り上がりを醸成する施策に対する基礎理論を提示することになり，実務的にも貢献した．

本稿は，他の研究と同様，事例におけるデータの制約がある．そのため，継続的に今後の金沢マラソンで検証をする必要があり，将来的に別プロジェクト事例でも検証をする必要がある．また，走者と観客の相互作用に関しては，さらなる研究をすることが望ましい．

謝辞

金沢工業大学 情報フロンティア学部 経営情報学科 加藤研究室，および金沢市市役所 金沢マラソン推進課の皆さまに感謝いたします．今後の益々の金沢マラソンの成功を祈念いたします．

参考文献

[1] Nonaka, I., Toyama R. and Konno, N. (2000). “SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation,” *Long Range Planning*, 33(1), pp.5–34.
[2] Miyake, N. (1986). “Constructive Interaction and the Iterative Process of Understanding,” *Cognitive Science*, 10, 151-177.
[3] 波多野 誼余夫 (編). (2001). 『認知心理学〈5〉学習と発達』東京大学出版会.
[4] Norman, D.A. (1993). “Cognition in the head and in the world: An introduction to the special issue of situated action,” *Cognitive Science*, 17, 1-6.
[5] 市川 伸一 (編). (2003).『認知心理学〈4〉思考』東京大学出版会.
[6] Eisenberg, N., Shea, C. L., Carlo, G., and Knight, G. (1991). *Empathy-related responding and cognition: A “chicken and the egg” dilemma*. In W. Kurtines & J. Gewirtz (Eds.), Handbook of moral behavior and development. Vol. 2: Research, pp. 63–88. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
[7] 関西大学・読売新聞社.(2013). 『第 2 回大阪マラソン共同調査研究－「成熟」時代の市民マラソン－』 http://www.kansai-u.ac.jp/mt/archives/pdf/130403_n_marathon.pdf.

「他者の認知の利用」に関する生態学的考察
An Ecological Consideration on “Exploitation of Other’s Cognition”

高梨 克也[†]
Katsuya Takanashi
[†]京都大学
Kyoto University
takanasi@sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp

Abstract
This article considers ecological values of “exploitation of other’s cognition”. Exploitation of other’s cognition consists of conjunction of two hypothetical propositions and is motivated ecologically by cognitive stances for relevance. Inferring other’s cognitive states has the advantage of enabling the observer to obtain valuable environmental information that would not be able to be reached without such inference. Optimization of exploitation of other’s cognition requires some kinds of meta-learning.

Keywords — Exploitation of other’s cognition, Ecology, Abduction, Cognitive stances for relevance

1. 本稿の目指すところ

フィールド調査では，人々が環境内のさまざまな情報を手がかりとして自身の行動を選択しているさまが明らかになってくる（Hutchins(1996)，澤田(2001)，村越(2001)など）．逆に言えば，人々が日常生活の中で自発的に行っている環境情報の利用の実態についてはフィールド調査によって始めて明らかにされる側面が大きい．特にヒトの環境適応の特徴は「環境のインターフェースとしての他者」の利用のウェイトの大きさと複雑さにあると考えられる．しかし，自身の行動を決定するためのリソースとしての「他者」の役割を包括的に調査する試みは少ない[1]．

もちろん，コミュニケーションは他者が自己の行動選択に影響する典型的な現象であり，コミュニケーションを対象としたフィールド調査も盛んになりつつある（榎本・伝(2015)，高梨(2015a)など）．しかし，リソースとしての他者の役割はコミュニケーションだけには限られない．

他方，フィールドにおける人々の多様な実践について個別事例を収集するだけでは，有意義な認知科学的知見は得られにくいため，こうした実践知を比較し一般化するための何らかの定式化の方法も求められる．

[1] これは「社会的認知」の一形態であると考えることもできそうだが，社会心理学における関連研究については寡聞にして聞かない．

そこで，本稿では，ある個体の環境適応行動におけるリソースとしての他者の役割について，コミュニケーションに視野を限定せずに検討するため，「他者の認知の利用」（高梨 2010）という現象を軸とし，そこに見られる推論パターンの特徴を解明することを試みる．

2. 環境のインターフェースとしての他者

生態学 ecology は生物とその環境との相互作用に関する学問であり，環境には物理的環境と生物的環境という 2 つの異なる要素がある（Mackenzie et al, 1998）．言い換えれば，主体は環境と直接関わる（**図 1** の上下の白色矢印）だけでなく，他者を介して環境を関わる場合もある（黒・灰色矢印）．ある主体が他者を介して環境と関わる場合，この他者は「環境のインターフェースとしての他者」であるといえる[2]．なお，本稿では，この「他者」を同種に限定せず，異種の行動やそこから生まれる情報が用いられている場合についても連続的に考える．

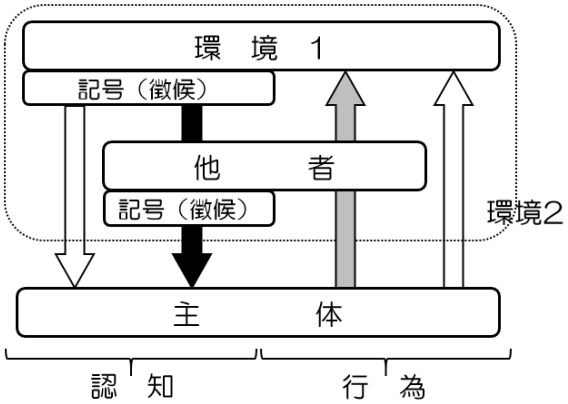


図 1 環境のインターフェースとしての他者

ヒトをはじめとしたいくつかの種にとって，他者が「環境のインターフェース」として利用される典型的な状況はコミュニケーションである．しかし，コミュ

[2] 「環境のインターフェースとしての他者」には「他者の認知の利用」（下向きの黒色矢印）と「他者の行為の利用」（環境への「二段階の働きかけ」）（上向きの灰色矢印）の両側面があるが，本稿では主に前者について考察する．

ニケーションの受信者となる主体の立場から見れば，送信者から送られる信号やメッセージは，環境内に存在し，自らの行動のために利用できるさまざまな形態の情報のうちのたかだかひとつの形態にすぎないともいえる．そこで，受信者の側に立ち，コミュニケーションが他の情報利用活動とどのような連続性をもっているかという視点からの考察を進めてみる．

例えば，「ある主体が道路が凍結しているのを見て，滑らないように注意を払う」という場合，この主体は環境内の対象や特徴から，自身の環境適応にとって必要な行為の可能性を見出しているといえる．こうした場合を「直接認知」と呼ぶことにする．次に，「ある主体 B が別の主体 A から『通りのこの辺は滑りやすいよ』という『警告』を受け，滑らないように注意を払う」ということもある．この場合，B は A によるおそらく意図的な言語行為によって自分の行動の仕方を変えており，典型的な「コミュニケーション」であるといえる（Sperber&Wilson, 1995）．これらの比較からわかることは，一方では，自分自身が環境内に情報を見出す場合と他者からのコミュニケーションを通じて情報を得る場合とで，同様の情報が得られる場合があるが，他方では，直接認知とコミュニケーションとではその情報源が異なっている，ということである．

ただし，コミュニケーションと直接認知の相違点を，前者では他者が情報源であるという点のみに求めるのは誤りであろう．たとえば，「『ある主体 A が道路が凍結しているのを見て，滑らないように注意を払いながら歩いている』のに別の主体 B が気づき，B も滑らないように注意を払う」というケースもありうる．このケースは，（「（A が）滑らないように注意を払いながら歩く」という）観察可能な現象に基づいて B 自身の次の行為を選択するという点では「直接認知」と共通しており，同時に，こうした観察特徴がまさに「他者」による環境認知に基づくものであるという点では「コミュニケーション」とも連続的な現象だということができる．このように，「主体 B が他の主体 A の観察可能な振る舞いなどから，A の認知状態についての情報を獲得することを通じて，環境についての情報を間接的に獲得し，自身の行動選択に利用すること」を，本稿では「他者の認知の利用」と呼ぶ（高梨 2010, 2012）．その他にも，「駅のフォームへ駆け上がる人を見て，電車の到着が近いことを知る」という場合や「前を走る車のブレーキランプが点灯したのを見て，自分もブレーキを踏む」という場合なども，他者の認知の利用の例であるといえる．他者の環境との関わり方に基づいて自らの行為を選択するという現象は，対人援助行動（高梨 2015b）やサッカーのような対人スポーツ（高梨・関根 2010）などにも関わる，環境適応上重要なものであると考えられる．

ここで理論的に重要なのは，コミュニケーションの必須要件となっていた伝達意図の存在が「他者の認知の利用」では問われないということと，「他者の認知の利用」では，伝達意図の有無にかかわらず，結果として他者の振る舞いから何らかの有意義な情報を得ることができている，ということである．ここから，ある主体が他者を利用して環境を認知する方法はコミュニケーションだけには限られないことが分かる．

3. 他者の利用

他者の認知の利用はより広範な「他者の利用」の中の一形態であると考えられる．そこで，他者の認知の利用の特徴について考える手がかりとして，ここでは他者の認知の利用以外の他者の利用の例についても概観しておく．

3.1 他者の存在や行動自体の利用

生物種間には捕食や競争，寄生などのさまざまな形態の相互作用が見られるが，その中に共生という形態がある．共生とは，異なる生物種同士がともに生活することを通じて利益を得ることであり，双方が利益を得る相利共生や一方のみが利益を得る片利共生などの下位区分がある（日本生態学会 2004）．

一方の主体の行動を他方が利用し，後者には利益があるが前者には特に利害が発生しないという点では，他者の認知の利用も片利共生と共通している[3]．ただし，片利共生の典型例として生態学で挙げられるのは，甲虫，ハエ，ハチなどなどの昆虫にくっついて移動するダニなどのように，単に移動するためだけにある種が別の種にくっつく「便乗 phoresy」や，木の洞に住み着く鳥などのように，ある生物が別の生物を住処として生活する「着生 inquilinism」などが多い（Wikipedia「片利共生」）．これらは自身の認知というよりも行為の側面に関わるものであり（図 1 の上向き矢印），また，他者の「認知」を利用しているとも言いがたい．

3.2 他者の行動結果の利用

片利共生の例としては，林床で獲物を襲うグンタイ

[3] これに対して，コミュニケーションでは通常，受信者だけでなく，送信者にも何らかの利益があると考えられる．

アリの後をつけるアリドリの例も挙げられる（Burnie, 2001）．グンタイアリのコロニーが林床上を移動すると，さまざまな昆虫がそこから飛んで逃げるため，グンタイアリの後をつけていたアリドリは林床から飛びだした昆虫を捕えることができる．人間が畑を起こしていると地中から掘り起こされる虫などを目当てに鳥が近寄ってくるというのも同様の現象である．これらが便乗や着生と異なるのは，他個体の行動や存在自体を利用しているのではなく，その行動の結果が焦点となっているという点で，他者の行動と自己の行動との間の関係が間接的だという点である．しかし，「グンタイアリの移動」から「昆虫が飛んで逃げる」ことを予測している必要は必ずしもなく，実際に「昆虫が飛んで逃げる」のだけを認知したとしても同様に行動することが可能であると考えられる．

3.3 他者の行動情報の利用

古来人間は，自然の風物を農耕や狩猟等の生業の目安として利用してきており，こうした民俗的知識をまとめたものに「自然暦」がある（川口 1972）．これらの中には，「田打ち桜」や「コブシの花が咲くと鰯が漁れる」「カッコウが鳴くから大豆を蒔かねばならぬ」などのように，観察可能な自然界の変化を徴候として農作業や漁などを行う時期の手がかりにするという形式のものが多い．ただし，これらの現象では，「桜」「コブシ」や「カッコウ」は単に気候機構の変化に反応しているだけであり，これを他者の「認知」というのは適切ではないかもしれない．

季節というタイムスパンで反復的に見られる現象に対して，「地面の足跡を見て近くに熊がいるかもしれないと警戒する」場合や「漁師が海面近くの鳥の群れを手掛かりに魚群の位置を予測する」場合などのようにより短いタイムスパンでのものもある．前者については，Peirce のいう「指標記号 index」の典型例ともいえるが，熊が歩けば足跡が残るというのは熊の「認知」とは特に関わらないものであるのに対して，後者の場合には，鳥の群れが魚群を「認知」しているといえるだろう．この相違をどのような意味でどの程度重要視すべきかという点については第 4 節で検討する．

逆に，他者の認知の利用が種間の相互作用において慣習化している場合もある（「他種」の認知の利用）．例えば，原猿類のワオキツネザルとベローシファカは，どちらも捕食者の種類（猛禽類，大型肉食獣）ごとに区別された警戒音をもっており，これを用いてコミュニケーションを行っているといえる．しかし，これらの種は互いに他種の個体が発した警戒音の情報も利用している（小田 1999）．

3.4 他者の行動の意図の推測

従来の学習理論が，学習する個人の経験を前提としていたのに対し，Bandura(1977)は学習が他の個体の行動を観察するだけで成り立つという「社会的学習」を実証した．その核心になるのが「モデリング」である．モデリングは，注意，保持，運動再生という過程を通じて行われる観察学習である．このように，少なくとも人間は他者の行動を観察することから自身の行う行動を学習することができる．

模倣において学習されるのは他者が行ったのと同じ（種類の）行動であるのに対して，他者の認知の利用では，観察主体は観察される他者の行動とは異なる（類似している必要すらない）行動を選択する．その意味で，他者の認知の利用のすべてが模倣であるわけではもちろんない．しかし，模倣に関わる認知能力はより一般的な他者の認知の利用を可能にするものである可能性が高い．

Tomasello(1999)は，模倣と関連した現象を次のように下位区分している．

- 刺激強調 stimulus enhancement：他個体がいじっている物体に興味を引かれ，単独で個体学習をする．
- エミュレーション emulation：他者が生み出した環境内での状態変化という外的事象に焦点を当てた学習だが，同種の者の行動や行動ストラテジーに注目したものではない．
- 模倣学習 imitative learning：モデルとなる他者の行動や行動ストラテジーを，そのものと同じゴールを持って再現する．

Tomasello(1999)によれば，このうちの模倣学習のみは人間に固有のものであるが，それは，模倣学習には，発達の過程を通じて，自己を意図を持った主体として経験することと，自己を（同種の）他者と同一視することとを組み合わせることによって，「他者を意図（心的領域）を持った主体として理解する」ようになるという，他種とは異なる人間の社会的認知能力が必要とされるためであると考えられるためである．模倣学習により，教え込みや模倣学習を通じての累進的な文化継承が可能になる（ラチェット効果）．

模倣学習の場合と同様，他者の認知の利用においても，「他者の行動にはその原因となった他者の認知が存

在する」という観察者の理解が必要である．しかし，次節で詳細に検討するように，他者の認知の利用において観察者にとって直接的に価値を持つのは他者の行動自体や，その原因となった他者の認知ではなく，他者の認知の対象となった事態の方である．

3.5 他者の伝達意図の認知

関連性理論（Sperber&Wilson, 1995）によれば，コミュニケーションとは他者の伝達意図を認知することを通じて他者からの情報（意図）を理解するプロセスである．伝達意図はこのようなメタ的な意図であるという点で特権的な形態であるともいえるが，反面で，当該の他者が意図をもって行いうるさまざまな行動がのうちの一つに過ぎないともいえる（注 6 参照）．その意味では，コミュニケーションは他者の認知の利用の中の一特殊形態であると考えることもできる．

4. 定式化と比較

4.1 推論形式の定式化

他者の認知の利用は，「主体 B が他の主体 A の観察可能なふるまいなど（＝Q）から A の認知状態についての情報（＝X）を獲得することを通じて，環境についての情報（＝P）を間接的に獲得し，自身の行動（＝R）に利用すること」であると定式化できる．この定式化を用いるならば，前節で概観した，ある主体の行動選択における「他者の利用」の方法のうち，1 の「他者の存在や行動自体の利用」では Q と X がなく，2 の「他者の行動結果の利用」では X がなく，P と Q の時間的順序関係が逆であり[4]，3 の「他者の行動情報の利用」では X がない場合もある，ということが分かる．そうすると，この定式化における P，Q，R，X をすべて含むのは 4 の「他者の行動の原因の推測」のみとなる[5]．そこで，以下では，問題を次のように 2 つに分けて考察する．

- P，Q，R の間にはどのような関係があるか？
- X を推測することの生態学的価値は何か？

4.2 2 つの仮言命題の結合による推論

他者の認知の利用は，自身の行動 R を含む実践知 P→R と背景知識（その場で推論されたものでもよい）P→Q という二つの仮言命題を結びつけることによって，観察された Q から行動 R を導き出すものであると考えられる．ここで P→R における後件 R は自身が何らかの行為を「すべき」であるという点を述べた当為命題であるため，これは実践的推論である．「前の車のブレーキランプが点灯したのを見て，障害物が落ちているかもしれないと考え，自分もスピードを落とす」という例を用いて示すならば，

背景知識：（人は一般に）障害物があるならば（P）ブレーキを踏む（Q）
実践知：障害物があるならば（P）スピードを落とすべきである（R）

他者の認知の利用について最も特徴的なのは，この推論が Q→P→R の順に進む，という点である．ここでまず重要なのは，一見そのように見えるとしても，観察された事象 Q から直接 R を導けるわけではなく，2 つの仮言命題の共通項 P を経由しなければならないと考える必要がある，という点である．もし「カッコウが鳴いた（Q）」としてもそれが明らかに何らかのエラーであることが分かっているならば（つまり実際には「初夏になった（P）」のでないと考える根拠があるならば），「大豆を蒔く（R）」を行わないのが適切であろう．理論的に重要なのは，ここにはある種の跳躍があるという点である．つまり，P に到達してみなければ有用な R に至るものであるかが判断できないはずであるにもかかわらず，無数にありうる観察可能な現象の中から特定の Q に注意を向け，P を探求する推論を始めることが可能なのはなぜか，という点が解明されなければならない．

まず P→R について先に考えるならば，これが演繹的推論であるという点は関連性理論で定式化された発話理解の構造と同じである．関連性理論では，聞き手による発話理解は発話によってもたらされた情報を聞き手自身が持っていた背景知識と組み合わせることによって，聞き手にとって有意味な何らかの想定を導く次のような演繹的推論として定式化される（例は高梨(2015c)より）．

聞き手の実践知：雨が降ってきたら（P），すぐに洗濯物を取り込まなければならない（R）
＋　話し手の発話：「雨が降ってきたよ」（P）
→　聞き手の推論結果：洗濯物を取り込まなきゃ（R）

一方，背景知識 P→Q に対して，後件 Q から前件 P

[4] ただし，P と Q の順序関係の違いはさほど本質的な問題ではないという考え方もできるかもしれない．この点をどのように理解すべきかについては今後の課題としたい．
[5] なお，コミュニケーションに相当する 5 の「他者の伝達意図の認知」については，上述のように，他者の認知の利用の一形態であるとも考えられるため，本節では取り上げない．

を推測するQ→Pはアブダクションである. 米盛(1981)はパースのいうアブダクションの構造を次のように定式化している（記号は本稿に合わせて変えている）.

・驚くべき事実Qが観察される,
・しかしもしPが真であれば，Qは当然の帰結である,
・よって，Pが真であると考えるべき理由がある

観察可能なQは直接観察することの困難なPの「徴候」（＝指標記号 index）であるといえるが[6]，この推論はアブダクションである以上，他者の認知の利用の過程において，観察されたQからPを推論することに必然性はなく，また常にPが真であるという保証もない. 従って，それにもかかわらず，なぜ人がこのような推論を開始する傾向にあるのかという点の解明が肝要となる．もちろん，Qが「驚くべき事実」であるという点は重要である．つまり，もしQが観察者にとって認知的に顕著なものならば，観察者の注意がQに捕捉（岩崎 2011）されるのは自然である．しかし，Qに注目する動機がこのように自明だとしても，そこからPをアブダクション的に推測する理由にはならない．ましてや，「西の山に雲がかかると（P）翌日は雨になる（Q）」といった知識の場合，「西の山に雲がかかる」自体はそれ自体で注意の捕捉を引き起こすような顕著な事象であるとは言いにくく，むしろ観察者は能動的にこの観察を行っていると考える必要がある.

4.3 関連性の認知原理による説明

上記の定式化のように，他者の認知の利用においては，1. 観察可能なQの顕著さ，2. 自身の行為Rの有用さ，3. P→Rという実践知の習慣化，4. P→Qという背景知識の獲得，という少なくとも4つのモメントが含まれているため，これらの間の関係性を明らかにする必要がある.

関連性理論の第2版の後記では，「関連性の認知原理」として「人間の認知は関連性を最大化するように適応してきた」が新たに明示的に導入されている. これは，人間は自分にとって価値のある刺激に注意を向け，そこから価値のある情報を引き出すように進化してきたということを意味している．しかし，この原理はこのままでは何も言っていないに等しいと考えられるため，本稿で用いてきた他者の認知の利用に関する定式化を題材として，その具体的な内実を埋めようとしてみるならば，上記の4つのモメントの間には，次のようなRからの「逆算」に基づく優先順位があるのではないかと考えられる.

【関連性への認知的構え】
1. 行動Rが有用であるならば，R自体やRの条件となるP, P→Rという実践知に関するリストを事前に準備しておくことや，Pを発見できる確率を高めておくことも有用である.
2. Pが常に直接的に発見できるものでないならば，Pの徴候として利用できるQに気づくことも動機づけられる.

例えば，潜在的にあれ，ある主体にとって行う価値のある行動Rのリストを事前にある程度もっていると考えることができるならば，QはRのための機会が到来したことを知らせるトリガーになっているだけでよい. 上述の自然暦の例を用いるならば，「カッコウが鳴くから大豆を蒔かねばならぬ」は，

実践知：初夏（しかも特定の気象的条件）になったら（P）大豆を蒔かなければならない（R）
背景知識：初夏（特定の気象的条件）になると（P）カッコウが鳴く（Q）

に分解できるが，当該の主体が「大豆を蒔かなければならない」という行動計画とその条件である「初夏（特定の気象的条件）」に関する実践知を事前に有しているからこそ，「カッコウが鳴く」をトリガーとして利用できるようになるのだと考えられる. 当然のことながら，「カッコウが鳴いた」のを偶然聞き，その機会に何かをしようと思い立ち，たまたま思いついたのが「大豆を蒔く」ことだったわけではない. その意味で，この場合の推論は創発的なものとは言えず，むしろ上記のような背景知識や実践知に支えられた習慣化したものであるという点が重要である.

他方で，他者の認知の利用の事例の中には，顕著なQからPを推測し，Pが自身にとって価値のある行動

[6] この点を応用するならば，関連性理論において，話し手からもたらされた情報から有用な想定を導く推論は演繹的推論であったとしても，「関連性の伝達原理」で述べられている「(発話などの)意図明示的刺激はそれ自身の最適な関連性についての推定を伝達する」という点は実際にはアブダクションであると考えられる．すなわち，意図明示的刺激からこの情報に到達するための推論は次のような形式のアブダクションが習慣化したものであると考えなければならない.
＊関連性の伝達原理（アブダクション版）：
・話し手から意図明示的刺激を向けられる,
・しかしもし当該の情報に（聞き手にとっての）最適な関連性があるならば，意図明示的刺激を向けられるのは当然である,
・よって，この情報に最適な関連性があると考えるべき理由がある

R の契機となること自体が新たに発見される，というように，より一回性が強いケースもある．例えば，「駅のフォームに駆け上がる人を見て，電車の到着が近いことを知り，自分も走り出す」という事例では，観察者の注意は Q に相当する「駅のフォームに駆け上がる人」に捕捉されることがまずは重要だと考えるのが自然であろう．そして，「駅のフォームに駆け上がる」理由として「到着しかけている電車に乗ること」を推測するのは，必ずしも困難な推論ではないかもしれないが，こうした知識を無限にストックしておくとしたらきりがない．しかし，「電車が到着しかけている」という P に相当する推測情報は，R に相当する「1 本でも早い電車に乗る」ことや「次の電車の到着をなるべく早く知る」ことが有用な行為として潜在的にであれ志向されているのでなければその価値を発揮しないだろう．その意味では，一見より創発的であるように見える事例においても，「関連性への認知的構え」が不要なわけではない．

注意研究との関連でいえば，カッコウの例では「大豆を蒔く」べき時期を知るという内発的注意としての側面が強く，「駅のフォームに駆け上がる人」の例ではこの他者行動自体が外発的な注意を引き起こしているというように対照的に見えるかもしれないが，関連性の認知原理の観点から言えば，「自身にとっての関連性を最大化する」という方向での認知的バイアスに基づくものであるという点は共通であると考えられる．

4.4 他者の認知を推測することの価値

4.2 と 4.3 では，他者の認知の利用の推論過程に含まれている P，Q，R の間に関係について考察し，行為主体にとって最も直接的に価値のある R からの逆算に基づいて，R に到達する可能性のある P や Q を探求するというバイアス化された認知的志向ないし習慣が形成されているという可能性に到達した．この点を踏まえ，ここでは，観察された事象 Q から P へのアブダクション推論において他者の認知 X を経由すること（P→(X)→Q）の意義について検討する．

まず，Q から X を推測する「能力」については，人間には「他者を意図（心的領域）を持った主体として理解する」という能力があるという Tomasello(1999) の主張（第 3 節）によってある程度説明されているといえるだろう．さらに，より微視的に考えるならば，他者の認知の利用が可能になるのは，他者の身体動作がアフォーダンスを用いて環境のある側面と「機能特定的」に関わることによって生み出されているためであると考えることもできる（高梨 2015b）．

しかし，こうした能力が存在するであろうことはもちろん否定できないものの，これらの説明はあくまで，実際に生起した他者の認知の利用のエピソードにおける個々の推論がなぜ可能であったかのメカニズムを事後的に説明するものでしかない．言い換えれば，他者の行動の意図を推測する能力は他者の認知の利用の必要条件の一つではあるが，他者の認知の利用を生態学的に「動機づける」ものであるわけではない．4.2 節で述べたように，本稿が解明すべきであると考える問いは，他者の認知の利用という認知過程において，Q から X への推論を動機づけている要因は何かという点なのであって，この推論ができるメカニズムではない．そこで，ここでも同様に，関連性の認知原理という着想を参照し，この点を次のように説明できるのではないかと考えることにする．

【関連性への認知的構え（続き）】

3. 他者の認知 X を経由することによって，X を経由しなければ P に到達できないはずの Q をも，P についての徴候として利用できるようになる．

他者の認知 X を推測することの重要性をこのように強調しすぎる点については，次のような反論もありうるかもしれない．つまり，3.3 節の例を用いるならば，「地面の足跡を見て近くに熊がいるかもしれないと警戒する」という，熊の認知が介在していないケースと「漁師が海面近くの鳥の群れを手掛かりに魚群の位置を予測する」という，鳥の群れの認知が介在している場合とを区別する必要があるか，ということである．

この点について，道路の凍結の例を再度用いて検討してみよう．例えば，「『ある主体 A が滑らないように注意を払いながら歩いている』のを別の主体 B が見て，道路が凍結しているのに気づき，B も滑らないように注意を払う」という事例（＝α）においては，「注意を払いながら歩いている」というのは他者の「意図」についての推測であるといえそうだが，「『ある主体 A が滑って転んだ』のを別の主体 B が見て，道路が凍結しているのに気づき，B 自身は滑らないように注意を払う」というケース（＝β）においては，B が推測するのは「A が転んだ」ことの「意図」ではもちろんなく，その物理的な原因に過ぎない．つまり，α においては Q から他者の認知 X を経由して P へという推論が行われているのに対して，β では Q からその物理的原因 P

が直接推論されている．しかし，αとβのいずれにおいてもBが自身の行動のために獲得した情報「道路が凍結している」は同じである．であるならば，ここでのαとβをことさらに区別する必要があるのか，という疑問も生じる．

この点については，本稿でも，あくまで事後的な視点からならばαとβの価値には大差はないと考える．しかし，重要なのは，もし観察者Bがβの因果推論しかできないならば，Bは「Aが滑らないように注意を払いながら歩いている」という観察（Q）から自身にとっての有意味な情報「道路が凍結している」（P）を得ることはそもそもできなかったはずだと考えなければならない，という点である．これが上記の「関連性への認知的構え」の3の「Xを経由することによって，Xを経由しなければPに到達できないはずのQをも，Pについての徴候として利用できるようになる」ということの生態学的価値である．他者の認知の利用が生態学的に価値を持つのはこれがより複雑な推論プロセスだからではなく，あくまでこの推論を行わなければ到達できない情報に価値があるからである．

Reed(1996)は，ある動物種が環境における自身にとって重要なアフォーダンス群を利用することへと向けた動機づけの集合を進化させていくことを「価値を求める努力 effort after values」，そうしたアフォーダンス群を利用するために，それらを特定することに資する「情報」の検索へ向けた動機づけの集合をも進化させていくことを「意味を求める努力 effort after meaning」と呼び，動物主体の環境との関わりの二重性を指摘している[7]．そして，「情報」については，「情報についての情報」というものを論理的には無限に考えることができるという点からいえば，主体の環境探索は多層的ないし多段の認知過程であると考えられる．上記の「関連性への認知的構え」の1〜3は，Sperber& Wilson(1995)では具体的な内実が与えられていたとはいいがたい関連性の認知原理の一端を解明するものであると同時に，こうした主体の環境探索の多段性を明示化するものともなっている．

5. 課題：他者の認知の利用の最適化

4.2節では，「Pに到達してみなければ有用なRに至るものであるかが判断できないはずであるにもかかわらず，無数にありうる観察可能な現象の中から特定のQに注意を向け，Pを探求する推論を始めることが可能なのはなぜか」という問いを掲げた．このうち，「なぜ可能か」という点については，4.3節において，その推論メカニズムだけでなく，推論の動機づけについても考察してきた．しかし，現実的な環境適応においては，可能性だけでなく，認知コストについても考慮しなければならない．

人間の大人であっても他者の認知の利用の頻度や巧拙には個人差があると考えられる．シャーロック・ホームズはアブダクションの達人であり，助手のワトソンが気づけない多くのことをさまざま徴候から推測していく（Sebeok,1980）．このように，アブダクションという推論には得手不得手のような個人差が大きいと考えられる．逆に言えば，そこには学習可能性がある．この学習可能性によって，偶有的な機会をより効果的に利用できるようになる余地が生まれる．

3.4節で概観した模倣などの社会的学習とは異なり，他者の認知の利用においては，観察された行動自体を学習するのではなく，これを「情報として利用する方法」を学ぶ必要がある．ただし，知識や情報自体を学ぶこととは異なり，知識や情報を「どのように利用すべきか」を学ぶことは難しい．われわれは共在する他者のすべての行動を観察しているわけではもちろんなく，また観察された行動をすべて自身の次の行動に利用するわけでもないため，いつ，どのような他者行動を観察し，観察から推論された情報をいつ，どのように行為に用いるのかを学習する必要もある．学習の方法を学ぶという意味で，これは学習についての学習，すなわち「メタ学習」を伴うものである．

Bateson(1972)は，一般的な意味での学習である「反応が一つに定まる定まり方の変化」のことを「学習I」と呼んでいる．他者の認知の利用においても，背景知識P→Qや実践知P→Rを習得すること自体は学習Iに属すると考えられ，ある意味ではこれは「やればできる」ことである．これに対し，Batesonは「学習Iの進行プロセス上の変化」である「学習II」というものも想定している．他者の認知の利用に関していうならば，「関連性への認知的構え」を身につけることや，この構えに基づき，実際にどのような状況で，どのような種類の他者の認知の利用を実行するのが適切かの判断を習得することは学習IIに相当するのではないかと考えられる．しかし，学習IIがより機械的な学習I

[7] さらに言えば，群棲環境 populated environment では，社会集団内で生活する動物が互いに近接していることによって，より広範な動機づけ形成の経験をもつことが可能となる（Reed,1996）．その意味で，群棲環境は他者の認知の利用の可能性を本来的に高めるものであるといえる．

よりも高度なものであるのと同様，また，注意を環境内のどこに，いつ向けるべきかに関する最適な制御が困難であるのと同様（高梨 2015a，2016），いつ，どのような他者の認知の利用に従事すべきかを学習することや，またその認知メカニズムを解明することは非常に難しい課題である．

フィールド調査は人々が現実世界において自発的に行っている他者の認知の利用のエピソードを収集したり，その実践の個々の状況内での生態学的価値を記述したりするのに適したアプローチであるため[8]，本稿で提案した他者の認知の利用に関する定式化を活用して，フィールド調査で得られた事例を比較検討していくことがますます求められる．

【アンケート】他者の認知の利用の事例収集

次の 2 点について，ご意見や情報をお持ちの方は著者（takanasi@sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp）までお寄せいただけますと幸いです．ご協力をお願いいたします．

1. 他者の認知の利用という現象について今後さらに検討していく上で，今回の発表で抜けている理論的視点や重要研究はどのようなものか？
2. 今回の発表の趣旨に照らして，今後考慮すべき他者の認知の利用の事例にどのようなものがあるか？

参考文献

[1] Bandura, A. (1977), Social Learning Theory. Prentice-Hall.（原野広太郎（訳），社会的学習理論：人間理解と教育の基礎，金子書房，1979）

[2] Bateson, G. (1972), The logical categories of learning and communication. In Bateson,G., Steps to an Ecology of Mind. The Estate of Gregory Bateson.（佐藤良明（訳）『精神の生態学』新思索社,改訂第 2 版 2000）

[3] Burnie, D. (ed.) (2001), Animal. Dorling Kindersley Limited.（日高敏隆（訳），世界動物大図鑑，ネコ・パブリッシング，2004）

[4] 榎本美香・伝康晴(2015)，フィールドに出た言語行為論：「指令」の事前条件達成における相互行為性・同時並行性・状況依存性，認知科学，22(2), 254-267.

[5] 榎本美香・伝康晴(2016)，目の前の活動に「手を出す」力を育む：野沢温泉道祖神祭りに携わる「三夜講」の経年的変化の分析，人工知能学会研究会資料 SIG-SLUD-B503-06，30-35.

[6] Hutchins, E. (1996), Cognition in the Wild. A Bradford Book.

[7] 岩崎祥一(2011)，注意の理論とその歴史，原田悦子・篠原一光（編），現代の認知心理学 4：注意と安全，北大路書房，2-35.

[8] 川口孫治郎(1972)，自然暦，八坂書房.

[9] Mackenzie, A.，Ball, A. S. & Virdee, S. R. (1998), Instant Notes in Ecology, BIOS Scientific Publisher.（岩城英夫（訳），生態学キーノート，シュプリンガー・フェアラーク東京，2001）

[10] 村越真(2001)，ナヴィゲーションにおける状況的認知，上野直樹（編著），状況のインターフェース，金子書房，166-186.

[11] 日本生態学会（編）(2004)，生態学入門．東京化学同人.

[12] 小田亮(1999)，サルのことばー比較行動学からみた言語の進化，京都大学学術出版会.

[13] Reed, E. S.(1996), Encountering the World: Toward an Ecological Psychology, Oxford University Press.（細田直哉（訳），アフォーダンスの心理学ー生態心理学への道，新曜社，2000）

[14] 澤田英三(2001)，漁業者の生態学的な認知：豊島からの報告，茂呂雄二（編著），実践のエスのグラフィー，金子書房，180-204.

[15] Sebeok, T. A. (1980), You Know My Method: A Juxtaposition of Charles S.Peirce and Sherlock Holmes. Gaslight Publications.（富山太佳夫（訳），シャーロック・ホームズの記号論ーC.S.パースとホームズの比較研究，岩波書店，1981）

[16] Sperber, D. & Wilson, D. (1995), Relevance: Communication and Cognition, 2nd edition, Blackwell.（内田聖二他（訳），関連性理論ー伝達と認知（第 2 版），研究社出版, 1999）

[17] 高梨克也(2010)，インタラクションにおける偶有性と接続，木村大治・中村美知夫・高梨克也（編著），インタラクションの境界と接続，昭和堂，39-68.

[18] 高梨克也(2012)，社会的インタラクションにおける「見えるもの」としての身体ーエコロジストとしての E. Goffman とインタラクショニストとしてのJ. J. Gibsonー，2012 年度人工知能学会全国大会発表論文集，3E2-OS-16-1.

[19] 高梨克也(2015a)，懸念を表明する：多職種ミーティングにおける野生の協同問題解決のための相互行為手続，認知科学，22(1)，84-96.

[20] 高梨克也(2015b)，他者を環境とともに理解する，木村大治（編），動物と出会う II：心と社会の生成，ナカニシヤ出版，55-75.

[21] 高梨克也(2015c)，対話における発話意図の認定をめぐる問題ー話し手が「伝える」ことと聞き手に「伝わる」ことー，日本音響学会誌，71(9)，468-475

[22] 高梨克也(2016)，触っちゃダメ：2 つの「注意」と責任の発達，高田明・嶋田容子・川島理恵（編），子育ての会話分析：おとなと子どもの「責任」はどう育つか，昭和堂，29-54.

[23] 高梨克也・関根和生(2010)，サッカーにおける身体の観察可能性の調整と利用の微視的分析， 認知科学, 17(1), 236-240.

[24] Tomasello, M, (1999), The Cultural Origins of Human Cognition. Harvard University Press.（大堀壽夫他（訳），心とことばの起源を探る：文化と認知, 勁草書房, 2006）

[25] 米盛裕二(1981)，パースの記号学，勁草書房.

[8] 祭りの準備における目の前の活動への「手出し」の仕方についての経年的変化を分析した榎本・伝(2016)はこの点を示す好例であるといえる．

ICTによる観光資源開発支援と多言語ホスピタリティー・コミュニケーション

Touristic Resource Development through ICT and Multi-lingual Hospitality Communication

原田 康也[1]，森下 美和[2]，伊藤 篤[3]
Yasunari HARADA, Miwa MORISHITA & Atsushi ITO
[1]早稲田大学，[2]神戸学院大学，[3]宇都宮大学
Waseda University, Kobe Gakuin University, Utsunomiya University
harada@waseda.jp, miwa@gc.kobegakuin.ac.jp, at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract

The Internet abounds with diverse pieces of information and misinformation on how people in Japan lead their daily lives, which are distributed, shared, copied and edited through such SNS media as Twitter, Facebook, Instagram and YouTube. All of these attract attention of people overseas and possibly lure them into visiting Japan. Such flow of information, on the other hand, may help make the world "flat" in such a way that in the globalized touristic world today, you are surrounded with such brand shops as Louis Vuitton, Gucci, Coach, Swarovski etc. at the airports or in the middle of the downtown areas wherever you go and you start to feel that there is nothing new under the sun. A touristic visit starts with some knowledge about and interest in the destination and the experience of being there will help you notice various minor things in life, which later might turn into a cherished memory of your lifetime. How proper use of ICT might help those touristic experiences is the central topic of this organized session, and we will discuss some of the important issues in multilingual hospitality communication from the point of view of cognitive science.

Keywords — hospitality communication, touristic resource development, multilingual hospitality communication, cognitive science

0. はじめに

Twitter, Facebook, Instagram, YouTube などインターネット上の各種 SNS によりさまざまな発信者による多様な情報が無限に拡散することを通じて、日本人にとっての「日常」が日本に来た経験のない外国人の興味・関心を引き付ける一方で、「均一化した世界」における日常が際限なく広がることで「日本らしさ」・「地域らしさ」を示すわかりやすい指標が失われ、地域固有の「歴史と文化」をどのように次世代や非地域居住者に伝えていくのか、共有・固有の生活習慣・歴史・文物・価値観・世界観をどのように多言語で表現するかが課題となっている。

本オーガナイズド・セッションでは、観光資源開発・インバウンド観光客対応などにおいて、ICT をどのように活用するか、旅行前の期待・旅行中の気づき・旅行後の記憶（思い出）に満足をもたらすための ICT 活用による期待・気づき・記憶モデルの提案を基に、非日常の経験としての旅の魅力を損なわずに国内外の観光客に情報提供する仕組みについて様々な技術的可能性を検討する一方、多言語ホスピタリティー・コミュニケーションのあり方を模索しつつ、観光開発の認知科学を再検討するきっかけとしたい。

1. 研究背景と先行研究

(1) 観光心理学：観光心理学では観光旅行を時間的経過に即して実施前・実施中・実施後の 3 ステージに分類する考え方がある（佐々木土師二 (2007), pp.38-39）。観光のモチベーションの 1 つは新奇性欲求であるという研究もある（Lee, T. & Crompton, R, E. (1990)）。しかし、これらの研究は観光を盛り上げる未知の要素を創造し観光の魅力をアピールする技術、また、次につながる期待を作る技術に関する理論的検討を含まない。

(2) 観光情報とアプリケーション：2012 年 11 月の情報処理学会誌では「観光情報学」が特集されている。PC 使用の事前事後情報を扱うポータルサイトにとどまらず、スマートフォンやタブレットを使用したナビ、ゲームを入れ込んだ仕組み、避難所情報、多言語対応など、使用シーンは特に現地使用中心に広がりを見せている。しかし、既に 660 余存在するご当地アプリは、無料であってもインストール数は必ずしも多くない。

(3) TAG CLOUD：TAG CLOUD は、FP7 の枠組みの中で推進されている RFID タグを利用した観光案内システム開発プロジェクトである。現在欧州の 3 箇所（スペインのアルハンブラ宮殿・英国の Barber Institute of Fine Arts・ノルウェイの Trøndelag）で実証実験が行われている。（http://www.tagcloudproject.eu）しかし、クラウドを前提とすると、高額な 3G/LTE のローミングを嫌う外国人旅行者には使い勝手が悪い。また、自然遺

産のような場所では 3G/LTE の接続が無いことが多いため使えないという問題もある。

(4) 伊藤・平松ほかが実施してきた研究の成果 : 2006 年 7 月、宇都宮大学伊藤篤・中央大学平松裕子ほかは「楽しい修学旅行研究会」（http://joyful-shu-gaku.com）を設立し、学習効果のあるモバイルアプリを利用した修学旅行のありかたを検討してきた[1]。2014 年に宇都宮大学と中央大学で総務省の SCOPE 委託研究「観光客の満足度向上のための情報提供技術の研究開発」を受託し、フェーズ 1 として BLE（Bluetooth Low Energy）ビーコンとスマホを組み合わせた観光案内の実現可能性を検証した。日光駅から神橋（東照宮エリアの入り口）までに 25 個のビーコンを 100m 間隔で設置し、90%以上の確率でビーコンを検出できることを確認し、観光案内の実現可能性を示すことができた[2]。また、インターネットで情報を多く持っていると予想される若年層及び外国人観光客について、実際には情報不足であることが調査より明らかになった。2015 年度は SCOPE のフェーズ 2 としてクイズラリー機能を実装し、未完成な部分を完成させたいという欲求や緊張が記憶を持続させる点を利用し、未知の部分に注目させることにより旅行の興味を引く Zeigarnik Effect の有効性の調査を行った。クイズラリーを行った箇所に関して記憶が詳細にあるという傾向が既に表れている。英語版を作成し外国人旅行者にアンケートを実施した結果、昨年度の若年層の回答との類似傾向が多く見られ、両者を同時にターゲットとできる見込みである。

2. 多言語コミュニケーションの齟齬

駅にもホテルにも銀行にも公共の場所に日本語に加えて英語・中国語・韓国語など外国語・多国語による表示・案内が増えているが、よく見ると目先の表現だけ日本語から英語に置き換えようとして意味が通じなくなっている場合もある。例えば、「地球環境保護のためにトイレットペーパーは使い切ってから次のロールをご使用ください」という趣旨と思われる英文が “Please use up toilet rolls to protect earth.” となっていると指示内容も目的も見当はずれで、意味不明・了解不能となってしまう。

駅名・地名については日本人であっても地域住民でないと漢字の読み方や実際の発音が理解できない場合もあるが、ローマ字表記に関しては長い複合的な名称を一つの綴りで表現して可読性を失っている例も多い。例えば、西早稲田を Nishi-Waseda 、本郷三丁目を Hongo San-Chome と表記すれば、まだしもヘボン式表記に従って発音できるであろうが、Nishiwaseda や Hongosanchome と表記することによって一目で形態素解析を行うことができず、ヘボン式表記に従っても発音に支障が生じる。新大阪を Shinosaka と表記しては多くの日本人は篠坂かと思って判読不能であろう。一方、新神戸駅を New Kobe Station のように表記しては一般的な日本人とのコミュニケーションに齟齬が生じる。

2000 年前後の北カリフォルニアのファーストフード店の一部では、カウンターをはさんで顧客は英語表示のタッチパネルを操作して注文し、従業員はスペイン語表示のタッチパネルを操作して受注・調理をする光景が広く見られた。電子化したデータを媒介とすれば、端末ではそれぞれのユーザの使いやすい言語で表示するような処理も可能となり、場面によって有効となるであろう。ローマ字表記の地名を瞬時に判読できない日本人も多いので、日本人とのコミュニケーションのためにはローマ字表記と日本語表記の併記が便利であり、ある時期に首都圏の書店で市販されていた二か国語表記地図を見かけなくなったのは残念である。[3]

首都圏では 2004 年前後から地下鉄をはじめとする鉄道各社・各路線にアルファベットと数字を割り当てる仕組みが導入され、各地域に広がっているが、これは上記のような地名・駅名のアルファベット綴りに関する様々な問題点をあり程度まで迂回することを可能とし、現地の交通事情が不案内な外国人旅行客と現地の事情に慣れ親しみすぎている地域住民との円滑なコミュニケーションにとって極めて有効な対応策である。

3. 非定型多言語コミュニケーション

駅構内・車内の表示や通常運行時の音声アナウンス等の各国語対応は日本国内の主要鉄道路線・空港・観光地・商業地などを中心に充実しつつある。こうした

[1] 詳細については Hiramatsu et. al. (2014)・Ito (2013)・Hiramatsu et. al. (2012)・平松裕子ほか (2010)を参照。
[2] 詳細については Ito et. al. (2015) ・平松裕子ほか (2015/9)・平松裕子ほか (2015/3)・伊藤ほか (2015)を参照。
[3] 地名の英語表記については国土交通省国土地理院 (2015) が公開されているが、わかりやすい方針かどうかは疑問である。地図の多言語化については現在政府関係の多数のガイドラインが公表されている。また、オンライン地図の多言語化についてもいくつかのプロジェクトが見られる。国土交通省 (2009)・総務省 (2013)など参照。一方で移民・多文化共生政策に反対する日本国民の会 (2014) のような多言語化によって案内が見にくくなるという見解にも一定の合理性がある。

定型的な案内は基本的な情報を文書で整理して用意すれば音声案内も読み上げや録音などで対応できる。平常時の航空便の機内案内など、マニュアルに基づいて簡単な外国語の文を読み上げるだけであれば、CEFR（言語の評価・学習・教育におけるヨーロッパ共通参照枠組み）[4]で A2 または A1 レベルであっても若干の訓練・練習によって対応可能である。ところが、緊急時の機内案内や乗客誘導にはこれよりはるかに高度な言語運用能力が求められる[5]。このため、観光客・旅行客を主たる対象とした外国語による案内は，天候や事故などでスケジュールが乱れたときの非定型の案内が不十分であることが世界的にも一般的である。人身事故などでダイヤが乱れたときの鉄道の車内放送・駅構内放送でも，日本語と同じとまでは言わないまでも，必要最低限の情報を外国語で伝えようとする努力はまれである。首都圏を中心とする車内電子サイネージによる案内でも、不通・回復などの状況報告は見られるようになってきたが、迂回経路案内までは見られない。

1995 年 1 月 17 日の阪神・淡路大震災・2011 年 3 月 11 日東日本大震災・2016 年（平成 28 年）4 月 14 日以降の熊本地震などの例を挙げるまでもなく、地震・台風・局地的豪雨・土砂崩れ・堤防決壊などの自然災害は日本での生活につきものである。日本語非母語話者に対する平常時・緊急時の情報提供には、個人ならびに地域コミュニティーの支援を前提として「やさしい日本語」[6]などのアプローチが地方自治体を中心に広まっている[7]。一方で、広域的な緊急時には母語コミュニティーの協力を前提として、多言語での情報発信を模索する動きもある[8]。観光情報の多言語での提供に当たっては、観光資源としての魅力だけではなく、潜在的・顕在的な危険や災害時の一般的な対処方法なども含めた包括的な情報提供を用意する必要がある[9]。

4. 場に依存した情報提供：地図が現地だ

ハヤカワ (1985) はアルフレッド･コージブスキーの提唱する一般意味論の流れを汲み、「地図は現地でない」というテーゼを有名にしたが、認知的活動主体である人間にとっては主観的価値を接地する「地図」がすなわち「現地」であるともいえる。その意味で、グルメマップ・ショッピングマップ・観光スポットマップなど、さまざまな地図をどのように編成するかはホスピタリティー・コミュニケーションのツールとして重要な観光開発上の課題である。

観光案内図は行政も含めていろいろな団体が作成しているが、訪問者の視点を忘れた地図はおおむね意味不明となりがちである。地図には雑多な情報を掲載しがちであるが、一人の旅行者が必要とする情報はそのうちの限られた側面であることが多い。それぞれの旅行者がどのような種類の情報を必要とするか多様であるため、印刷媒体での地図では一つに集約する必要が生じるが、電子媒体の場合には複数のレヤーに分けて情報を格納して、利用者の要求と必要に応じて不要な情報を秘匿・遮蔽することが可能となる。

2016 年 7 月にアメリカから導入され始めた Pokémon Go が世界的な現象を巻き起こしているが、「地図が現地である」という認知的観点からも観光開発資源として重要な示唆を持つ。Augmented Reality は Not Apparently Real な隠れた情報を位置情報に基づいて Apparently Real に顕現化させる ICT 技術だとすると、観光資源開発にふさわしいテクノロジーであるといえる。

5. 「伝統文化」と youtubers

観光に際しては建築物・食事・文物を見学し、経験するだけでなく、その背後の歴史も知りたくなる。しかし、「日本文化」が何を指すかは日本語学習者に向けて「日本文化」と称する授業を担ってきた日本語教育関係者の間でも時期によって理解や定義づけが大きく異なり、個人によって極端に意見が分かれる[10]。1970 年代までの「日本文化」・「日本事情」は華道・茶道・和服の着付け・日本の古典文学などが中心であり、1980 年代以降は日本の産業界の発展やビジネス習慣の紹介なども含まれるようになり、1990 年代以降にはそのようなステレオタイプ的な「日本文化」観への反省から個人の認識としての「異文化」理解への志向性が強まり、近年では「クールジャパン」への反発から日本文化の伝統と歴史性へ

4 Council of Europe (2001) 参照。
5 非常時の状況説明を的確に外国語で行うためには、CEFR で B2 または C1 レベルに至っている必要があると思われる。
6 弘前大学人文学部社会言語学研究室 減災のための「やさしい日本語」
7 横浜市 やさしい日本語での情報発信について
8 日本中国語学会『多言語･情報弱者対応災害支援リンク集』
9 佐藤京子 (2015/9/27)・佐藤京子・内海玲那(2016/3/13) など参照。
10 Department of Defense. Department of the Army. Office of the Deputy Chief of Staff for Operations. U.S. Army Audiovisual Center. (1957)

の回帰も見られる[11]。

これとある意味で対極にあるのがいわゆる youtubers による vlog などの情報発信である。従来の政府関係機関・旅行業者団体などの観光案内のほかに近年ではインターネットを活用した個人の情報発信も観光旅行の動向に大きな影響を与えることから、いわゆる youtuber などの情報発信[12]にも着目する必要がある。2016 年 7 月の時点では、日本に一定の期間在住して観光地を巡り飲食店を訪問するタイプの情報発信、旅行者として東京・大阪・そのほかの都市の飲食店を巡るタイプの情報発信のほかに、日本でいろいろな店を回って買い物をしてきた成果物を一点ずつ紹介するタイプの情報発信が目に付く。Japan Haul などと称するこうしたビデオ[13]では、地方観光拠点での土産物などよりも、スタジオジブリや秋葉原など特定の興味・関心を持つ人が集う場所でのマニア向けの商品やおまけなどに関心が集まるような印象である。こうした情報発信者の情報発信動機が何であるか、必ずしも金銭的なメリットとも思えない場合もあり、観光開発資源としての活用には難しい側面もあるが、官公庁旅行業界ではアプローチできない個人にダイレクトに影響することから積極的な活用を検討すべきであると考えられる。

インターネット上には韓国から日本に到着するとわき目も降らずに神田明神に赴くという海外からの「聖地巡礼者」も報告されている[14]。台湾からの旅行者が江ノ電に乗るのは鉄道会社間のタイアップの影響と効果もあるが、基本は「聖地巡礼」の一つの現れである。現在各地方自治体に設置されているフィルムコミッション[15]の中には特定の外国関係者とのつながりを生かし、その国の映画関係者にロケーションとして国内の特定地域を紹介し、その映画を現地で見た観客が日本を訪問してそのロケーション地を訪問するという流れもできている。

5. 国際会議開催による地域振興

日本政府観光局（JNTO）は、世界 14 都市に海外事務所を持ち、日本へのインバウンド・ツーリズム（外国人の訪日旅行）のプロモーションやマーケティングを行っている。JNTO によると 2015 年の国際会議開催件数について日本は 355 件で世界第 7 位であり、JNTO は国際会議開催に向けて (1) 主催者向けセミナーの開催 (2) 「国際会議誘致マニュアル」の提供 (3) 開催都市選定の支援 (4) 立候補書類作成の支援 (5) PR 用画像・映像の提供 (6) 海外キーパーソン招請 (7) 「国際会議マニュアル」の提供 (8) 寄附金募集の支援などを行っている[16]。一方、国土交通省観光庁も「MICE の開催・誘致の推進」を進めている[17]。ここでいう MICE とは「企業等の会議（Meeting）、企業等の行う報奨・研修旅行（インセンティブ旅行）（Incentive Travel）、国際機関・団体、学会等が行う国際会議（Convention）、展示会・見本市、イベント（Exhibition/Event）の頭文字のことであり、多くの集客交流が見込まれるビジネスイベントなどの総称」[18]である。2015 年 8 月 19 日に日本政府観光局（JNTO）はコンベンション推進機関から推薦された候補者から井佐原均豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター教授ほか 7 名を「MICE 誘致アンバサダー」として認定した[19]。国内・国際的な学術活動に関わる研究者にとって、研究会合の開催を観光開発の観点から見直すことも求められている。

参考文献

[1] アニメツーリズム, (2016) “全国 アニメ聖地マップ” http://anime-tourism.com/cgi-bin/map.cgi

[2] 著者不詳, (2015/10/23) “「日本から離れたくなかった」聖地巡礼をしてきた外国人アニメファンの旅行体験記が話題”. http://www.all-nationz.com/archives/1043326771.html

[3] 伊藤篤・藤井雅弘・羽多野裕之・渡辺裕・佐藤文博・平松裕子・佐々木陽, (2015/1/23) “BLE ビーコンを利用した観光支援,” 第 6 回ネットワークソフトウェア研究会.

[4] 移民・多文化共生政策に反対する日本国民の会, (2014) 「多言語表記及び観光政策に関するアンケート」調査結果. http://goo.gl/8V8ic9

[5] 上田一貴・目野友嗣, (2014) 製品に対する予測感性の認知神経メカニズム. 日本機械学会論文集, 80(818), TRANS0289.

[6] 内海玲那, (2016/07/02) “「日本文化」に対する日本語教師の意識とその取り組み,” 第 119 回次世代大学教育研究会,

11 内海玲那 (2016/07/02)・内海玲那 (2016/07)など参照。

12 一例として AmazingPhil, (2015/4/22)・・MissNosebleed (2016/2/22) など参照。

13 一例として catguts (2015/6/9) ・Chanwon (2015/12/21)・CutiePieMarzia (2016/4/7)・ItsIzzy, (2016/1/24)・PJTheKick (2016/3/24)・Merete loves Japan (2015/10/27)・MissNosebleed (2016/3/11) など参照。

14 カイカイ反応通信 (2015/12/28)・マイナビ (2015/10/22)・アニメツーリズム, (2016)・著者不詳 (2015/10/23) など参照。

15 神戸フィルムオフィスは「2000 年 9 月 13 日の設立以来 15 年間で約 2,300 本の映像作品を支援」してきた、としている。(神戸フィルムオフィス (2015/9))

16 日本政府観光局 (2014) 参照。

17 国土交通省観光庁 (2016/6/27) 参照。

18 国土交通省観光庁 (2016/6/27) 参照。

19 国土交通省観光庁 (2015/8/19) 参照。

早稲田大学.
[7] 内海玲那, (2016/07) “「日本文化」を題材にした日本語授業の可能性：日本語教師の意図と授業方法に着目して” 未発表原稿, 早稲田大学日本語教育研究科.
[8] カイカイ反応通信, (2015/12/28) 30 代の韓国人女性「ラブライブのコスプレをして初めての秋葉原に行ってきた…東京旅行記」. http://blog.livedoor.jp/kaikaihanno/archives/47341258.html
[9] 神戸フィルムオフィス, (2015/9) 神戸フィルムオフィスクロニクル. http://www.kobefilm.jp/data/kobeFilmOffice_Chronicle.pdf
[10] 国土交通省, (2009) 多言語案内表示ガイドライン. https://wwwtb.mlit.go.jp/tohoku/ks/annaihyoji/annai7.pdf
[11] 国土交通省観光庁, (2016/6/27) MICE の開催・誘致の推進. http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kokusai/mice.html#igi
[12] 国土交通省観光庁, (2015/8/19) MICE 誘致アンバサダーに 8 名を認定！. http://www.mlit.go.jp/kankocho/news07_000088.html
[13] 国土交通省国土地理院, (2015) 地名の英語表記方法及び外国人にわかりやすい地図記号について：外国人にわかりやすい地図表現検討会報告書. http://www.gsi.go.jp/common/000111876.pdf
[14] 岡本亮輔, (2015/2/24) 「聖地巡礼：世界遺産からアニメの舞台まで」, 中央公論新社.
[15] 佐々木土師二, (2007) 『観光旅行の心理学』, 北大路書房.
[16] 佐藤京子, (2015/9/27) “外国人住民にとって必要な言語支援とは何か： 東日本大震災における福島県の事例から,” 信学技報, vol. 115, no. 238, TL2015-39, pp. 29-34.
[17] 佐藤京子・内海玲那, (2016/3/13) “日本語学校における防災教育の再考：日本語指導の一環として,” 日本英語教育学会第 46 回年次研究集会：言語テストと高大接続, 早稲田大学.
[18] 総務省, (2013) 外国人旅行者の受入環境の整備に関する行政評価・監視 ＜観光地における外国人旅行者向けの案内表示等の整備について参考連絡＞. www.soumu.go.jp/main_content/000262274.pdf
[19] 日本政府観光局, (2014) JNTO の役割. http://mice.jnto.go.jp/role/role_of_jnto.php
[20] 日本中国語学会,『多言語・情報弱者対応災害支援リンク集』http://www.chilin.jp/dz/dz.html
[21] S. I. ハヤカワ著・大久保忠利訳, (1985/2/25) 思考と行動における言語（原書第四版）, 岩波書店.
[22] 平松裕子・伊藤篤・徳増智子・島田文江・佐藤文博, (2010/12) “初等教育における携帯リテラシー教育：授業の中における情報端末としての新しい利用可能性”, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 29, pp. 76-79.
[23] 平松裕子・佐藤文博・伊藤篤・佐々木陽, (2015/3/12) “BLE ビーコンとスマートフォンによる歴史的地域の観光再生：日光山内への参道における期待感の創出,” 2015 年度電子情報通信学会総合大会.
[24] 平松裕子・伊藤篤, (2015/9) “日光の観光客の意識調査に基づく ICT による旅行支援の可能性に関する考察,” 中央大学経済研究所年報, Vol. 46.
[25] 弘前大学人文学部社会言語学研究室, 発行年不詳 “減災のための「やさしい日本語」” http://human.cc.hirosaki-u.ac.jp/kokugo/EJ1a.htm
[26] マイナビ, (2015/10/22) “聖地巡礼：実在する土地が舞台のおすすめ「ご当地アニメ」20 選,” 学生の窓口. https://gakumado.mynavi.jp/gmd/articles/22362
[27] 増淵敏之, (2010/4) 「物語を旅するひとびと：コンテンツ・ツーリズムとは何か」, 彩流社.
[28] 横浜市, 発行年不詳, “やさしい日本語での情報発信について” http://www.city.yokohama.lg.jp/lang/ej/kijun.html
[29] AmazingPhil, (2015/4/22) “A Day in the Life of Dan and Phil in JAPAN!”. https://www.youtube.com/watch?v=ljZuro77hbI
[30] catguts, (2015/6/9) “JAPAN HAUL ! Harry Potter World / Studio Ghibli / Sailor Moon / Pokemon / Gudetama”. https://www.youtube.com/watch?v=-zMqQedOZ8I
[31] Chanwon, (2015/12/21) “Japan MUST BUY | My Japan Haul”. http://www.chanwon.com/2015/12/japan-must-buy.html
[32] Council of Europe, (2001) *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*. http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework_EN.pdf
[33] CutiePieMarzia, (2016/4/7) “MEET THE TALKING GUDETAMA | Japan Haul”. https://www.youtube.com/watch?v=mf8RU6LlIiw
[34] Department of Defense. Department of the Army. Office of the Deputy Chief of Staff for Operations. U.S. Army Audiovisual Center, (1957) *You in Japan*. https://www.youtube.com/watch?v=9IAOpL3yWu8
[35] Ito, A., (2013) “Designing Education Process in an Elementary School for Mobile Phone Literacy,” *Journal of Green Engineering*, Vol. 3, 307-324.
[36] Ito, A. Hatano, H. Fujii, M. Sato, M. Watanabe, Y., Hiramatsu, Y. Sato, F. & Sasaki, A., (2015/11) “A Trial of Navigation System Using BLE Beacon for Sightseeing in Traditional Area of Nikko,” IEEE ICVES 2015 (International Conference on Vehicular Electronics and Safety).
[37] ItsIzzy, (2016/1/24) “Japan Haul 2016!”. https://www.youtube.com/watch?v=CLz-Q5gZiHU
[38] Hatano, H., Kitani, T., Fujii, M., Ito, A., Watanabe, Y., Onishi, H. & Aoki, T., (2015/1) “Positioning Method by Two GNSS Satellites and Distance Sensor in Urban Area,” *IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, vol. E98-A, no. 1, pp. 275-283.
[39] Hiramatsu, Y., Ito, A., Fujii, M. & Sato, F., (2014/6) “Development of the Learning System for Outdoor Study Using Zeigarnik Effect,” HCII 2014, pp. 127-137, (table of contents Part 2), Greece.
[40] Hiramatsu, Y., Ito, A., Sato, F., Shimada, F. & Tanaka, N., (2012) “A Study of Mobile Application for Children’s Learning Based on Study of Japanese Old Poetry,” ADIS E-learning, pp. 161-168, Lisbon.
[41] Lee, T. & Crompton, R, E., (1990) *Travel and Tourism*. Huntingdon, Cambridgeshire, Elm publication.
[42] Merete loves Japan, (2015/10/27) “JAPAN HAUL 2♡ Gudetama”. https://www.youtube.com/watch?v=mf8RU6LlIiw
[43] MissNosebleed, (2016/2/22) “JAPAN VLOG- Temple Fail...”. https://www.youtube.com/watch?v=iSNapjEOCIA
[44] MissNosebleed, (2016/3/11) “Huge JAPAN HAUL🐼”. https://www.youtube.com/watch?v=YiRZyu3VyRs
[45] NHK, (2012/3/7) “アニメを旅する若者たち「聖地巡礼」の舞台裏”, クローズアップ現代, No.3171, 2012 年 3 月 7 日(水)放送. http://www.nhk.or.jp/gendai/articles/3171/1.html
[46] PJTheKick, (2016/3/24) “JAPAN HAUL”. https://www.youtube.com/watch?v=gqK39L5wWHA
[47] Ueda K., & Meno Y., (2013) “The neural correlates of product evaluation and recognition.” Society for Psychophysiological Research 53rd Annual Meeting, Florence, Italy.

BLE ビーコンを利用した旅行案内アプリにおける気付きの評価
Evaluation of Possibility of Aware of Notification from BLE Beacon on Sightseeing Application

伊藤　篤[†]，平松 裕子[‡]，上田 一貴[*]，羽多野 裕之[†]，佐藤 美恵[†]，
渡辺　裕[†]，佐藤 文博[‡]，佐々木　陽[**]
Taro Hokudai, Hanako Hokudai
[†]宇都宮大学，[‡]中央大学，[*]東京大学，[**]（株）GClue
Utsunomiya University, Chuo University, University of Tokyo, GClue Inc.
at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract

We have been developing sightseeing application in Nikko to increase visitors to Nikko by receiving fund of Strategic Information and Communications R & D Promotion Programme (SCOPE). This article presents the result of evaluation of possibility of aware of notification from BLE beacon on sightseeing application. We firstly mention the design of our application and then we discuss the possibility of aware of notification from BLE beacon on sightseeing application. The result of experiment in 2015 shows that the rate of being aware beacon is under 25%, so that we performed an experiment to measure possibility to be aware of notification from a beacon by wearable device in 2016. As the result of that experiment, if we use wearable device such as Apple Watch, the possibility to be aware notification from beacon is about 85%. It is clear that wearable deice will the one of the most important device for delivering information from a beacon and we have to consider appropriate use of such devices.

Keywords — Sightseeing Application, BLE Beacon, Location Based Service, Wearable Device

1. はじめに

宇都宮大学工学部と中央大学経済学部は，日光観光協会様，旅行代理店様，東照宮参道の商店街様等と連携し，総務省からの受託研究「観光客の満足度向上のための情報提供技術の研究開発」(戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE):地域 ICT 振興型研究開発)（2014～2017 年度）を実施している．この研究開発の主眼は，ICT を用いて，いかにして観光客の満足度を高め，リピータを増やすか，ということにある．

日光の社寺は平成 11 年 12 月に世界遺産に登録されたが，日光市を訪れる観光客数の推移をみると，外国人以外には必ずしも震災前も観光客誘致に効果的に働いていない．来訪者数こそ微増しているものの，経済効果の大きい宿泊に関しては逆には，1998 年を 100%とした場合，2002 年には，93%と減少している．その後もこの傾向は継続し，震災時以外は 1100 万人をベースに推移している[1]．

また，日光市は観光ルネッサンス事業に参画し，外国人環境客に優しい仕組みづくりをめざし，NPO や市民の協力を得てワークショップを開催するなど積極的な行動もおこなっているが，課題解決に至っていない．日光の課題として，以下のものが浮かび上がる．

名勝地である点

建築物や景勝の価値が評価されることは観光地にとって有益である一方，近代的な設備の構築障害となる．交通量の増加による建物の取り壊し，道路の拡充ができない．日光の交通渋滞と駐車場の不足は，観光客の長時間，宿泊を伴う来訪に歯止めをかけている．

世界遺産である点

名勝地の価値を認めることの最たるものが世界遺産である．この評価は日本にとっても意味の大きなものであるが，登録の厳しい条件が地域の振興の足かせにもなりえる．

知名度が高いということ

世界遺産になって集客が向上した地域はそもそも知名度が低かった地域であった．世界遺産になることで興味をかきたてた．しかし，日光のような日本国内ではすべからく知られている場合は知名度の UP は国内では特に期待できなかった．

すなわち，日光の課題は日本人皆が知っているということである．すなわち，先に述べた観光旅行に必要な要素である「新奇性」の欠如である．加えて，施設整備中心の開発がしにくい．日本人の大人にとっては修学旅行で行ったことがあったり，教科書で習ったりして名前を知ってはいるがわくわくしない場所で，駐車場など設備も不足した場所と認識されている．

そこで，これらの課題を，ICT を利用して解決することを目的として，上記の研究開発を開始した．

我々は，認知心理学による「期待」の高揚と BLE ビーコンによる情報受発信が相乗効果を持って新しい観

光を作成することを目指した．具体的には，以下の２点である．

（１） BLE ビーコン

日光地域での行動を見てみると，駅から東照宮までの約 1.5km を歩く人が多い．駅と神橋の間は商店街であり，神橋を渡って日光山内に入ると，杉並木の道である．そこでは，100m 単位でのおおまかな位置確認ができればそれほど困らない．しかし，杉並木の由来を記載した看板の近く，古くからの祠の近くでリマインドしたり，歴史・文化の詳細情報を渡したりすることの有用性が期待される．小型で，設置が容易，ボタン電池１個で半年〜1 年動作する BLE ビーコンは，情報提供のツールとして有用である．

（２） Zeigarnik Effect[2]による情報提供

少しだけ不十分な情報を提供されると，人はさらに興味を持つ．これは，Zeigarnik Effect として知られている．例えば，観光地の，普段は気が付かないようなところの写真を載せておくと，それについて調べたくなることは，誰にでもあることである．また，ユーザインターフェースの設計においては，クリックやタッチの回数よりも，その操作によって得られる情報や満足感が重要であると言われている．このことから，情報を適切に隠蔽することで，より満足感が高い情報配信が可能となると思われる．しかし，この適切な隠蔽方法は明確ではない．そこで，本研究開発を通して，その適用方法を検討することを目指した．

この研究開発の実証のため，我々は，日光駅から東照宮の間に BLE（Bluetooth Low Energy）ビーコン [3] を設置するとともに，BLE ビーコンと連携して，観光情報を提供するスマートフォン用アプリケーションを作成し，観光客への観光情報の配信サービスを開始した [4, 5, 6, 7].

たとえば，日光東照宮までなぜ歩くのか．日光駅から日光東照宮までは不便なのか．不便は旅行にとって必ずしもマイナス要素ではない．その苦労にもし意味を付加できれば，それは期待を生む．少しも苦労せずに手に入れたものの印象は薄い．昔の人が参道を歩きながら参拝への気持ちを高めていったようなそんな情報を今提供することができれば，段階的な旅の期待を作る仕組みにもなる．なお，これらの情報に加え，目に見える形のもの，触れるものとして残るものを作れると，リピートにつながる可能性がある．人間は忘れる．思い出す手掛かりとして，観光のかけら，可視の要素もこの情報化社会だからこそ，考慮すべきである．日光の歩きに期待を創る旅を具体化することが必要である．

Zeigarnik Effect の応用に関する詳細は，本オーガナイズド・セッションの他の論文に譲り，本論文では，BLE ビーコンを利用した旅行案内アプリケーションの概要を述べるとともに，実証実験の中で明らかになった課題のひとつである，観光情報を配信した場合に，配信情報に気がつく頻度について調査した結果について報告する．

2 章では, ICT による旅行支援の研究動向について述べる．3 章では，BLE ビーコンを利用した観光案内システムの概要を述べる．4 章では，これまでの実証実験で得られた成果と課題について述べる．5 章では，ウエアラブルデバイスの利用による問題の解決可能性について議論し，6 章では，まとめと今後の課題について述べる．

2. ICT による旅行支援

日本には，既にスマートフォンを利用した地域観光アプリが多数ある [8]. しかし, それらが提供するのは, 飲食店情報，土産物情報，天気予報，MAP の表示等であり，既存のガイドブックの電子版という位置づけである．[9]は，2015 年 3 月の段階の地域観光アプリの本数を数えているが，それによれば 666 本という膨大な数である．96%が無料アプリである．また，ダウンロード数 1000 以下のものが 69%，10000 以下のものが 91%となっており，多くのアプリがあまり利用されていないという現状も明らかである．特に，有料アプリはダウンロード数が 500 以下となっている．

海外では，EU の FP7 の枠組みの中で実施された TAG CLOUD プロジェクト（Technologies lead to Adaptability and lifelong enGagement with culture throughout the CLOUD） [10]がある．これは，ヨーロッパの名所（トライアルでは，スペインのアルハンブラ宮殿，ノルウェーのトレンダイム，英国の The Barber Institute of Fine Arts 等）を紹介する，スマートフォンと QR コードや IC タグを組み合わせた情報提供サービスである．アプリ名は，”Coolture”である．しかし，TAG CLOUD はクラウドへのアクセスを前提としており，郊外や建物内の場合，クラウドへのアクセスが困難であり，使い勝手に課題がある．（尚，TAG CLOUD は 2016 年 1 月に研究期間が終了し，Coolture のアプリケーションサーバを停止している．）

3. BLE ビーコン

BLE には，ハンズフリーフォンやワイアレスヘッドフォンなどで利用されるクラッシック BT と，2011 年に標準化され，今後 IoT への利用が期待される BLE（Bluetooth Low Energy）がある．BLE と BT クラッシックは，以下の違いがある．

- 接続方法：クラッシク BT では，ペリフェラルとホストデバイスは, OS 同士が直接つながるため，相互接続性の保証（プロファイル）が必要．これに対して，BLE では，App 間の接続になるため，相互接続性に関する厳密な取り決めが不要．
- 通信方法の違いと消費電力：クラッシック BT では，一度コネクションが確立されると，通信サイクルに合わせて，Master/Slave が，双方向通信を継続する．これに対して，BLE では，Master（クライアント）側から Slave（サーバ）側に，必要なときに必要なデータを要求する．このため無駄な通信が発生しない．（このため，消費電力を押さえることができる）
- データサイズ：クラッシック BT では制限は無いが，BLE では，バケットサイズは 20 バイトとなっている．従って，電話をつないだり音楽を聞いたりするにはクラッシック BT が向いており，センサーなどの小さなデータを東進するには BLE が向いていると言える．

以下に，スマートフォンとペリフェラル（キーボードやセンサ等のデバイス）が BLE により接続する状況を説明する（図１）．

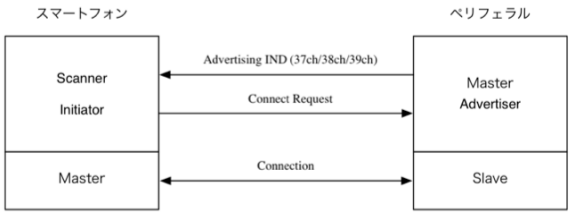


図１　BLE のコネクション手順

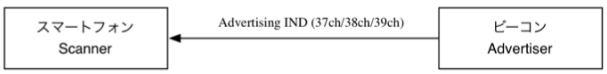


図２　BLE ビーコンの動作

まず，ペリフェラルは Advertising（アドバタイジング）を出し続ける（Broadcasting）．スマートフォンは Scanner モードで Advertising を待つ. Advertising を受信すると Connect Request をペリフェラルに送信する．その後，コネクションが確立される．ここでは，役割が入れ替わり，ペリフェラルが Slave，スマートフォンが Master となる．

BLE のビーコンとしての利用 : BLE を利用したビーコンは，接続要求の無いアドバタイジングを利用した一方向通信（Broadcast）を利用して実現する（図 4）．Broadcast の送信間隔(アドバタイジングインターバル)は, 10msec から 10sec の間で自由に設定ができる. 尚，iPhone の iBeacon では，10msec を推奨しているが，屋外のビーコンであれば，送信間隔は長くても問題はないと考えられる．現在，我々は 500msec を設定している．

4. 日光ビーコンの概要

4.1 旅行者に対する調査

日光を訪れる観光客の課題を調査するため，2014 年 9 月に，日光を訪れた旅行者に対するアンケート調査を実施した．

実施目的：

日光を訪れる日本人観光客及び外国人観光客の属性，観光に対する事項の評価，不足点を調査し，アプリ作成を念頭にした日光観光に必要な要素の精査を行う．

実施期間：2014 年 9 月 1 日（月）～3 日（水）

実施箇所：東武日光駅，日光郷土センター，鬼怒川観光情報センター，日光自然博物館・赤沼の 4 カ所．なお，東武日光駅（鉄道駅），日光郷土センター（徒歩で日光駅から 10 分．東照宮までの参道の途中），鬼怒川観光情報センター（鬼怒川温泉駅前），日光自然博物館・赤沼（戦場ヶ原：ハイキング経路）という異なったロケーションでの調査とした．

実施方法 : 各箇所 1～5 名の調査員を置き，観光客に対して，趣旨説明を行い，回答用紙を渡し記載を依頼した．

質問項目：性別，年代，居住地（外国人は国籍），宿泊数，交通手段，リピート回数，何が良かったか，行った場所，行きたい場所，など．

結果概要 : 9 月 1 日～3 日までの 3 日間の調査で日本語アンケートは 501，英語アンケートは 72，全体で 573 の回答が得られた．アンケート結果は，以下の様に総括することができた．

- 日光東照宮の日光以外の情報が少ない
- バスや電車の時間や乗る電車の選択，乗り換えや乗り場の情報が少ない

- 固定観念を破る魅力，自然豊かなリピートしたい日光の情報が欲しい
- 具体的な歩き方を知りたい（東照宮までの距離がどれくらいあるかわからない，など．バスなど交通機関の利用を含む．）

また，アンケートへの回答をクラスター分析した結果を図 3 に示す．

この結果は，以下のように分類することができる．

- 第 1 クラスター　動きたくない，宿泊物価を気にする(140 人)
- 第 2 クラスター　歴史自然宿泊には特別というほどの興味はないが動きたい（103 人）
- 第 3 クラスター　自然歴史に興味があり (62 人)
- 第 4 クラスター　総じて高評価，特に動きたい（37 人）

また，各クラスターの年齢分布を図 4 に示す．第 1 クラスターは割合的には 60 代が多く，第 4 クラスターは 10 代，20 代が 70%以上である．

そこで，我々は，日光に対する評価が高く，動きまわりたい若者をターゲットとし，彼らの満足度を高めるという方針で，アプリケーションの設計を進めることとした．尚，アンケートの分析の結果，外国人旅行客も第 4 クラスターと同じような傾向を示すことがわかった．

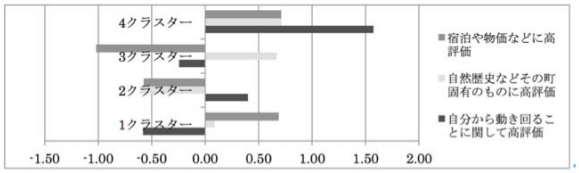


図３　アンケートのクラスター分析

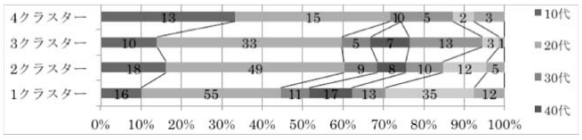


図 4 各クラスターの年齢分布

4. 2 BLE 到達距離調査

BLE の到達範囲を調査するため，東武日光駅，東照宮, 戦場ケ原の 3 箇所において, 2 台の iPhone6, iPhone5 を利用して調査を行った．その結果を以下に示す．

- 市街地，東照宮（地面は石畳）においては，約 83m の到達距離であった（図 5）．
- 戦場ケ原（樹林の中）においては，約 25m の到達距離であった．（図 6）尚，東照宮近辺の杉林でも数十メートルの到達距離であったことを勘案すると，地面の状態による影響が大きいことが想像される．
- 店舗に設置した場合，入り口から３～４m 奥に



図５　東武日光駅前での調査



図６　戦場ケ原での調査



図７　店舗における調査

設置すると，店の正面をとおりかかった時だけ反応する．（図 7）

上記の測定結果から，以下の方針でビーコンを利用することができると想定した．

- 日光駅付近の店舗内にビーコンを設置した場合，当該店舗の内部と正面（入り口付近）以外では受信が不可能である．このため，店舗の位置特定には有効である．
- 見通しの良い街中，広い神社の境内などでは 80m 程度届く．このため，おおまかな方向の確認，当該神社などへの案内には適している．
- 1〜2mで電波強度 50〜60，2〜3m で電波強度 70 程度が得られることは，街中でも森林でも確認できた．これを利用することで，目標物の近くであることを知ることができる．
- 図8　アプリ画面例戦場ヶ原の森の中では，電波の届く距離は 20m くらいになる．距離は短いが，その分，場所を絞り込める．電波強度情報と合わせることで，地図上に正確な場所を示すことが可能となる．

4.3 アプリ設計

調査結果を元に，カテゴリ 4 のユーザを念頭に，旅行前の楽しさが旅行中も維持され，さらに期待通り，また，期待以上の印象を残すことで，リピータをつくりだすことを目指すこととした．この目標を満たすため，以下の方針でアプリケーションを設計した．

- 電池の消耗を抑えるため，極力 GPS を利用しない．
- ビーコンに連動して，観光情報を発信する．
- ビーコンによる案内は，バックグラウンド，フォアグラウンド，両方に対応する．
- 神橋までの距離，駅までの距離を，ビーコンに連動して表示する．
- バスの時刻表を簡単に参照できるようにする．
- 名所旧跡の情報を把握できるようにする．
- 土産物店，レストランなどの店舗情報を，ビーコンを利用して発信し，集客の一助とする．

図 7 に，本アプリケーションの動作概要を示す．ビーコンから UUID を受信したスマートフォンは，その中に持っている，ビーコン ID と一致する観光情報を画面に表示するというものである．

図 8 に，iPhone アプリの設計画面サンプルを示す．アプリには日光のゆるキャラ「日光仮面」を取り入れて，親しみがわくようにした．尚，バックグラウンドでは，フォアグラウンドと同じメッセージが notification として表示される．

4.4 ビーコン設置

今回は，iPhone の利用を前提としたため，バックグラウンドでのビーコン取得間隔を 1 分間あける必要がある．これは，iPhone では，バックグラウンドでビーコンを取得すると 1 分間反応しなくなる，という制約を満たす必要があるためである．

歩行中のビーコンが確実に取得できるようにするために，ここで，ビーコンの間隔を D，ビーコンの届く範囲を R として，以下の 3 パターンを検討した（図 10）．

パターン 1 （D＜R）：

この場合，ビーコン b の電波をビーコン a の手前で受信し，また，ビーコン c の電波をビーコン b の手前で受信する可能性がある．そのような場合は，ビーコンの位置を正確に特定できなくなるという問題が発生する．

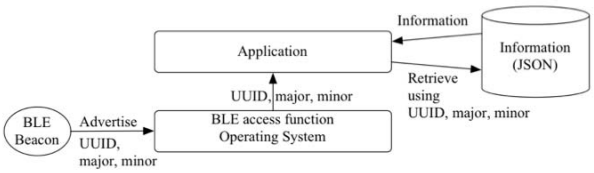


図 8　アプリ動作概要

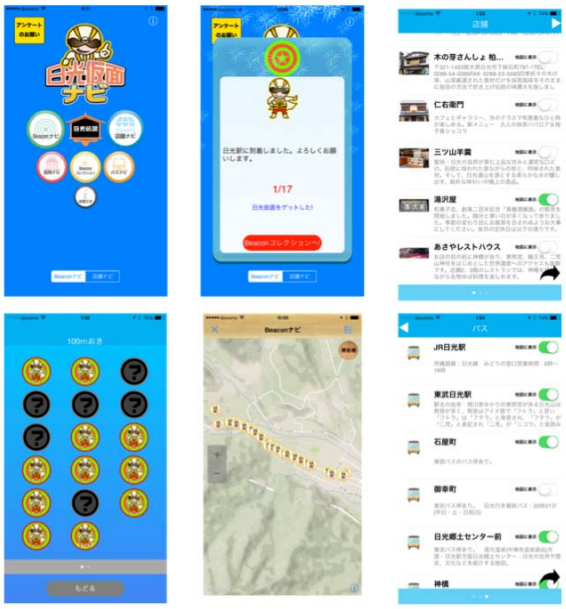


図 9　アプリ画面例

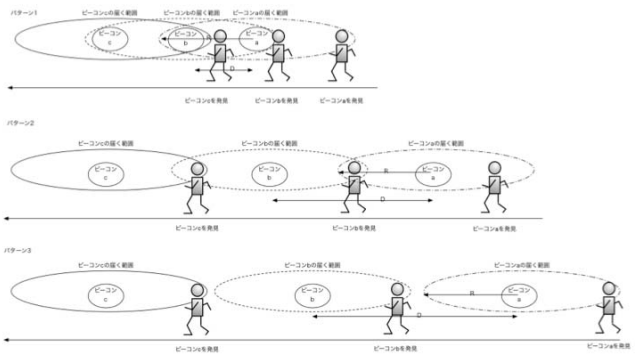


図 10　ビーコンの設置パターン

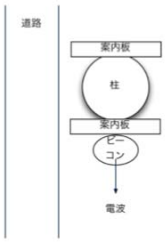


図 11　案内板とビーコンの位置関係

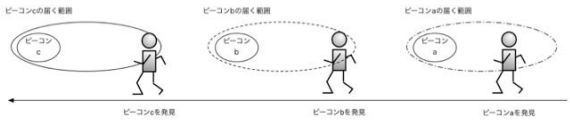


図 12　最終的なビーコンと電波の範囲の関係

パターン２（R＜D＜2R）：
この場合は，ビーコン a の範囲にいる間にビーコン b を発見するが，ビーコン a を既に通過していることを確認できていればビーコンの取り違えは発生しない．
パターン３（D＞2R）：
この場合は，ビーコンを検出する範囲が途切れてから次のビーコンを発見することになるので，確実にビーコンを区別して取得することができる．

そこで，人の歩行速度を 84m/分と仮定し[11]，またビーコンの到達距離を 84m として，上記のパターン 2 または 3 を満たすような配置を行うことで，安定したビーコンの取得が可能になる．今回は，D=100m, R=84m とした．

また，ビーコンの設置場所に選んだ案内表示板は電柱に設置されている（図 11）．このため，案内板の上にビーコンを設置すると，電波は後方には届かなくなる．このことを利用すると，電波の飛ぶ方向を 1 方向にすることができる（図 12）．

図 13 に，今回構築したビーコンの位置関係を，図 14 に，東照宮参道に設置されたビーコンの様子を示す．
また，iPhone の場合，一つのアプリが待ち受けできるビーコンの数（UUID）は 20 個に制限される，このため，5 個の UUID を繰り返し使うことで，この問題を回避している．

5.　これまでの成果と課題

作成したアプリケーションにとって，ビーコンの電波受信に応じて，いかに情報配信に気づかせるかということが重要な課題である．そこで，本研究では，開発したシステムを実際に使用してもらっている際に，配信情報にどれくらい気づくのかを，学生および一般観光客を対象とした調査を行った．

5.1　2014 年の実証実験

2014 年 11 月 8 日にビーコンを設置し，9 日に実証実験を実施した．4 名の宇都宮大学の学生と 2 名の中央大学の学生，2 名の宇都宮大学の教員，1 名の中央大学の教員が実験に参加した．当日は雨であったが，最後の紅葉を求めて多くの人が日光を訪れていた．



図 13　ビーコン設置 MAP



図 14 ビーコン設置状況

実験では，東武日光駅から東照宮の入り口にあたる神橋までの往復（帰りは郷土センターまで）を，徒歩，バスで移動し，iPhone によるビーコンの取得状況と，ユーザによる気付き状況を調査した．

5.1.1 スマートフォンによるビーコンの検出

表１に，ビーコンの反応状況を示す．尚，操作ミス等によりログがうまくとれなかったケースがあったので，それは除外している．東武日光駅から神橋への歩行の場合，95%の確率でビーコンを取得できていた．このことから，歩行速度の場合，想定通りのビーコン取得性能が得られていると言える．また，神橋から郷土センターへの徒歩での移動においては，１名だけ 33%の取得率のデータがあったが，それでも 80%のビーコンを検出できた．ある程度，お店の情報を事前に得ており，そこを目標にしているような場合には，さらに取得確率が向上することが見込まれる．

バスで，東武日光駅前から神橋まで移動した場合，フォアグラウンドであれば 100%取得できたが，バックグラウンドでは，抜けが多く出ていることがわかった．

尚，表には入れていないが，車の助手席で iPhone を持って乗車して移動した場合は，ほとんどビーコンを検出することができなかった．これは，ビーコンが地上 1m くらいのところに設置してあるため，車のドアが遮蔽物となるためであると考えられる．iPhone を窓の高さに持ち上げたりダッシュボードに置いた場合はビーコンを検出できたが，40㎞ 程度の速度になると，フォアグラウンドであっても検出できたりできなかったりという状況になった．

表１　ビーコン検出割合

方向	回数	検出数	%	備考
駅→神橋（徒歩）	1	15/15	100%	バックグラウンド
	2	14/15	93%	バックグラウンド
	3	15/15	100%	バックグラウンド
	4	13/15	87%	バックグラウンド
	5	14/15	93%	バックグラウンド
	平均	14.2/15	95%	
駅→神橋（バス）注1	1	13/13	100%	フォアグラウンド
	2	7/13	54%	バックグラウンド
	3	4/13	31%	バックグラウンド
	平均	8/13	62%	
神橋→郷土センター（徒歩）	1	9/9	100%	混在
	2	3/9	33%	混在
	3	8/9	89%	混在
	4	8/9	89%	混在
	5	7/9	78%	混在
	6	8/9	89%	混在
	平均	7.2/9	80%	

注1：駅→神橋（バス）の場合、#1,2はバス停に到着するよりも前に検出されるため、駅前バス停→神橋のビーコンは13個。

5.1.2 ユーザの気づき

2014 年度は，上記の実験の中で，10 名を対象として，観光時に常にスマートフォンを手に持って使用する条件と，ポケットに入れて使用する条件で，ビーコンの電波を受信した時のアプリケーションの反応（振動，音）にどのくらい気づくのかを調査した．このときの対象のビーコンは，駅～神橋の北側歩道に設置した 15 個が対象であった．

2015 年度は，アプリをダウンロードしていただいた一般の観光客に，持ち方を指定せずに使っていただき，ビーコンの電波を受信した時のアプリケーションの反応（振動，音）に気づいたかを調査した．この時の対象ビーコンは，駅～東照宮までの 20 個のビーコンが対象であった．回答総数は 57，内訳は，外国人 15 名，日本人 42 名であった．

この結果をとりまとめたものが，図 15 である．気づいたビーコンの個数の通過したビーコンの個数に対する割合が 0～25%，26～50%，51～100%という 3 つのグループに分類して表示している．

これを見ると，2014 年度では，気づいた割合が 0～25%の割合が 10%であったが，2015 年度では，89%となっている．また，50%以上のビーコンに気がついたわり合いは，2014 年度は 50%であったが，2015 年度では 4%となっている．これは，あくまでも試験として実施した場合と完全に自由意志で利用した場合の気付きの割合は，非常に乖離していることを示している．

また，2014 年度に測定した結果では，手に持っていれば 60%の割合で気づくが，ポケットに入れた場合は 40%と，持っている場所により，かなり気づく割合が低下する．バッグに入れた場合は，ポケットよりも気がつく割合が低下することが想像される．

いずれにしても，歩きスマホは危険であるため，ポケットに入れていたり，バッグに入れていたりすることを前提として，ビーコンに反応したことに気づくような，アプリ設計上の対策が必要となる．

6. ウエアラブルデバイスの可能性

5 章で示したように，意識的にスマートフォンに注意を払っていない状態では，ビーコンに反応していることを認識しづらいという課題が明らかになった．

近年，Apple Watch，Pebble，Fitbit などのウエアラブルデバイスの販売が急速に伸びている［12］．

そこで，ビーコンからスマートフォンだけでなく，ウエアラブルデバイスからも，振動，音，光などを利用してビーコンからの電波の受信を知らせることで，情報が届いたことをユーザに通知することが考えられる．

ウエアラブルデバイスを装着する位置としては，帽子，メガネ，手首，ベルト，ネックレス等が考えられる．先行研究として，肩，胸，上腕，手首，ウエスト，膝，靴先に LED を付けて，それが点灯したことに気がつくまでにかかる時間を測定したものがある．これによると，手首に付けた場合が，一番気づくのが早いとされている（図 16）［13］．

別の先行研究では，振動デバイスを利用した情報の認識に関するものがあり，手首から肘にかけての振動は 90%以上の認識率であることも示されている［14］．

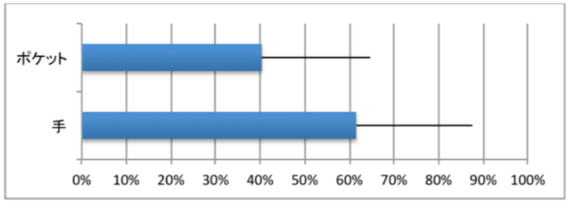
そこで，ビーコンと連動するウエアラブルデバイスを利用して情報到着を知らせる実験を行う予定である．ウエアラブルデバイスの装着場所としては手首を利用することとし，以下のように，試験方法として 2 案を検討した．

案１は，スマートフォンとウエアラブルデバイスは連携して動作するものであり，案２は，ウエアラブルデバイスとスマートフォンは，独立に動作することを想定している（図 17）．2 案を検討した結果，以下の２つの理由から，案１をとることとした．

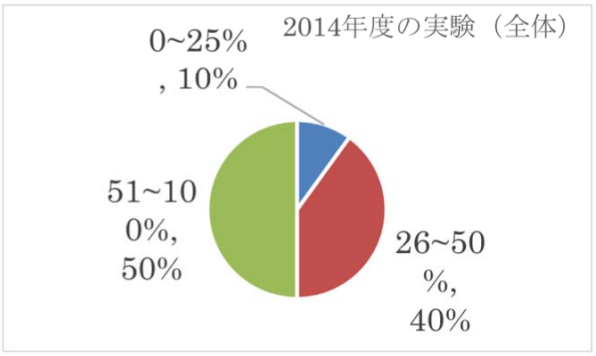
（理由１）Apple Watch などの腕時計系デバイスは，

	2014			2015
	手	ポケット	全体	（位置は不明）
0~25%	0%	33%	10%	89%
26~50%	57%	33%	40%	7%
51~100%	43%	33%	50%	4%

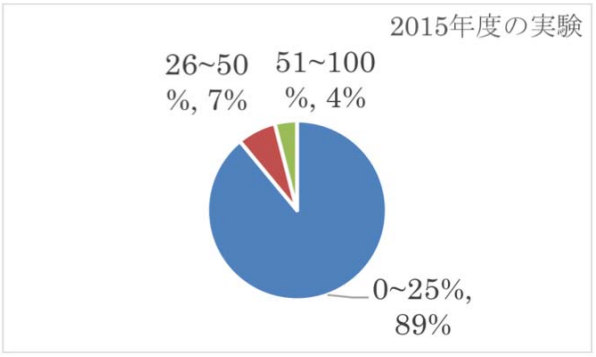
（気付きの割合の集計表）



（ポケットと手の気付きの差，2014 年）



（2014 年度）



（2015 年度）

図 15 ユーザの気づき

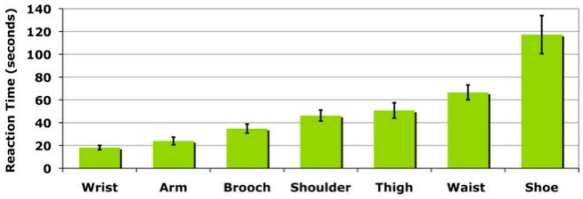


図 16 ウエアラブルデバイスの装着位置と気がつくまでの時間[13]

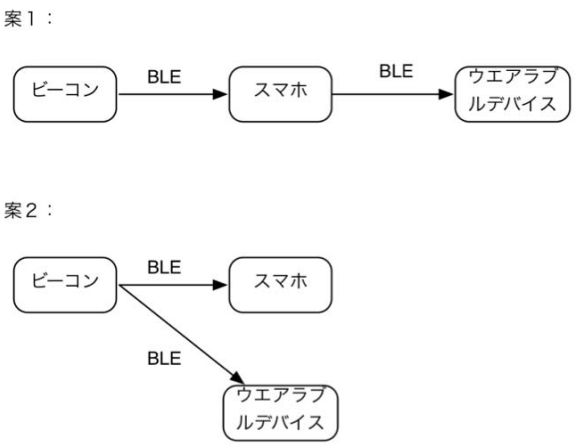


図 17 ウエアラブルデバイス利用実験構成案

スマートフォンとの連携が前提となっている

（理由２）案２の場合，スマートフォンとウエアラブルデバイスが異なるビーコン信号を受信する可能性がある

情報を提供する側としては，観光客がビーコンの有効半径内（80m，徒歩で約 1 分）に入ってから，1 分以内（ビーコンを通過するまで）に気がついてもらいたい．それ以降だと，次の情報を受信したり，見どころを通りすぎてしまったりする可能性がある．逆に，1 分以内で情報提示可能な通知方法を提供できれば，満足度に繋がると考えられる．

案１に基づき，Apple Watch を利用したビーコンからの情報への気付きの調査を,2016 年 6 月に実施した．Apple Watch に表示された notification 画面の例を図 18 に示す．

結果的には，駅から神橋までのルートの内，駅前とバス停を除く 13 個のビーコンに気がつく割合は 69～100%，平均 85%と，非常に高い数値となった．

勿論，これは試験として実施しているため，完全な自由行動を前提とした場合には，気がつく割合は低下することが想定されるが，スマホ端末を手に持った場合の気付きが 60%であったことを考慮すると，非常に有望な情報配信方法であることがわかった．



図 18 ウエアラブルデバイス上への表示

5. まとめ

本論文では，宇都宮大学工学部と中央大学経済学部が総務省からの受託した「観光客の満足度向上のための情報提供技術の研究開発」(戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE):地域 ICT 振興型研究開発)の概要を述べ，次に，これまでの実証実験の一部として，ビーコンから発信した情報への気付きの度合いを評価した．

その結果，ウエアラブルデバイスとして Apple Watch を装着して，日光駅から神橋までの歩いた時に，駅前とバス停を除く 13 個のビーコンに気がつく割合は 69～100%，平均 85%と，非常に高い割合となった．スマホ端末を手に持った場合が 60%であったことを考慮すると，非常に有望な情報配信方法であることがわかった．

今後は，ウエアラブルデバイスなどを有効に活用して，ビーコンからの情報受信に気づかせる方法を検討するとともに，実装・評価する予定である．

謝辞

本研究開発を推進するにあたり貴重なご意見をいただいた，一般社団法人日光市観光協会の舟越様はじめ，日光観光客満足度向上委員会のメンバーの皆様，鉢石会の皆様，興雲律院　中川様に深謝する．

尚，本研究開発は，総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE):地域 ICT 振興型研究開発」として実施した．研究の機会を与えていただいたことを感謝する．

参考文献

[1] 日光市観光振興計画　2014 年 3 月 http://www.city.nikko.lg.jp/kouryuu/gyousei/shisei/kankoukenseibi/documents/kankoshinkokeikaku.pdf

[2] B. V. Zeigarnik, “On finished and unfinished tasks.” In W. D. Ellis (Ed.), A sourcebook of Gestalt psychology, New York: Humanities Press, 1967

[3] What is iBeavon? A Guide to Beacons, [Online]. Available from: http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons/ Aug. 22, 2015.

[4] Atsushi Ito, Hiroyuki Hatano, Masahiro Fujii, Mie Sato, Yu Watanabe, Yuko Hiramatsu, Fumihiro Sato, Akira Sasaki, “A Trial of Navigation System Using BLE Beacon for Sightseeing in Traditional Area of Nikko”, IEEE ICVES 2015(International Conference on Vehicular Electronics and Safety), (Nov. 2015)

[5] Atsushi Ito, Yuko Hiramatsu, Hiryuki Hatano, Mie Sato, Masahiro Fujii, Yu Watanabe, Fumihiro Sato, Akira Sasaki, "Navigation System for Sightseeing using BLE Beacons in a Historic Area", IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI 2016)

[6] Yuko Hiramatsu, Fumihiro Sato, Atsushi Ito, Hiroyuki Hatano, Mie Sato, Yu Watanabe, Akira Sasaki, "A Service Model using Bluetooth Low Energy Beacons-To Provide Tourism

Information of Traditional Cultural Sites", Service Computation 2016

[7] http://beacon.cc.utsunomiya-u.ac.jp/

[8] "特集　観光情報学", 情報処理学会誌(2012 年 10 月号)

[9] 倉田陽平, 青木美岬, 相尚寿, “日本国内のご当地観光アプリの概要把握”, 観光情報学会第 12 回全国大会, pp.68–69, 2015

[10] Tag Cloud, Technologies lead to Adaptability and lifelong engagement with culture throughout the CLOUD project, [Online]. Available from: http://www.tagcloudproject.eu ,Aug. 22, 2015

[11] 堀 宗朗, 宮嶋 宙, 犬飼 洋平, 小国 健二, “地震時避難行動予測のためのエージェントシミュレーション”, 土木学会論文集A,Vol. 64 (2008) No. 4 P 1017-1036, 2008

[12] http://forbesjapan.com/articles/detail/10921

[13] Harrison, C., Lim, B. Y., Shick, A., and Hudson, S. E. 2009. Where to Locate Wearable Displays? Reaction Time Performance of Visual Alerts from Tip to Toe. In Proceedings of the 27th Annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '09. ACM, New York, NY. 941-944.

[14] Lorna M. Brown, Stephen A. Brewster and Helen C. Purchase, "Multidimensional tactons for non-visual information presentation in mobile devices", Proceeding of MobileHCI '06, Pages 231-238

Zeigarnik effect を利用した記憶に残る情報提供技術の提案 -学習効果を中心に-

Proposal of a Technology to Provide a Memorable Information using Zeigarnik Effect -Focusing on learning effect -

増田孝男†, 佐藤文博†, 平松 裕子†, 伊藤 篤‡, 佐々木 陽‡†
Takao Masuda, Fumihiro Sato, Yuko Hiramatsu, Atsushi Ito , Akira Sasaki
†中央大学, ‡宇都宮大学院, ‡†株式会社GClue
Chuo University, Utsunomiya University, GClues Inc.
konnnyakuoisii@yahoo.co.jp , {fsato,susana_y}@tamacc.chuo-u.ac.jp, at.ito@is.utsunomiya-u.ac.jp , akira@gclue.jp

Abstract

We, Utsunomiya University and Chuo University, has been research in Nikko to develop sightseeing application to increase the number of visitors from 2014 to 2017 as a part of the Strategic Information and Communications R & D Promotion Programme (SCOPE). In this application, we proposed a technology to provide a memorable information using Zeigarnic Effect.

To evaluate this technology, we performed a trial to evaluate this technology focusing on learning effects. Students from Utsunomiya University, Chuo University, and Utsunomiya Techinical High School used the [Nikko Kamen Nav] application.

This application does not use Wi-Fi, but uses Bluetooth Low Energy (BLE) beacon that is usually used indoors. But in this research, twenty-two BLE beacons were placed outside along roadsides in Nikko. Tourists and students on school trips were able to receive travel information during walking when they pass a beacon. In this case, the application provided quizzes according to a signal from beacon to induce the Zeigarnik effect. As the result of the trial, we proved the effect of Zeigarnic Effect to emphasize memory of visited palce.

Keywords — Smartphone, BLE Beacon, World Heritage Site, School Trip , Zeigarnik Effect

1. はじめに

ご当地アプリは様々に開発・実用化が行われてきたが, 観光客にとって必ずしも観光情報を集める有効な手段として認識されていない問題がある. 必ずしも情報を観光客のニーズに合わせて提供できていないのが主要な要因である. 2014 年より, 中央大学経済学部は宇都宮大学工学部とともに, 総務省「戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) : 地域 ICT 振興型研究開発」を受託し,「観光客の満足度向上のための情報提供技術の研究開発」を進めてきた. 本研究開発は日本の世界遺産を有する「日光」の観光活性化を目的とし, その手段としてスマートフォンの先進的な技術の利用や, 観光心理学を用いた観光客へ魅力的な情報が提供を目指している. 単に便利なだけでなく, どのような情報が観光客を惹きつけるのか. 調査に基づきアプリの開発及び改善を行っている.

日光では一般観光客に加え, 修学旅行など学習目的の来訪も多い. 小学校の修学旅行地は関東地区では 1 位が日光である[1]. また, インバウンドも一般観光客だけでなく, 台湾からの修学旅行生も今後増加が見込まれる[2].

本論文では観光の中でも特に修学旅行生や訪日外国人等に対する学習効果に着目した. 世界遺産にとって文化をどう継承するかは大きな課題の 1 つである. 修学旅行という事前の学習も含めた観光の中で, どのように文化的な景物に着目させ, 学習効果を高められるだろうか. 主にアプリのクイズ機能を Zeigarnik effect の誘因として利用し[3], アプリユーザが観光地に関する記憶が残るよう情報提供をし, 修学旅行で使われた際にはより観光地の知識を充実したものとなるようにしていきたい. 今回の調査では大学生と高校生にアプリを使用してもらった結果得られた Zeigarnik effect の効果について述べる.

本論文の構成は 2 章で先行研究について記し, 3 章では本研究調査で開発使用したアプリ「日光仮面ナビ」の概要を, 4 章ではアプリを使用した実証実験とその結果について述べる. それらを踏まえ 5 章では本研究調査の結論を出し, 今後の学習アプリの展望について述べる.

2. 先行研究

2009 年中央大学佐藤, 平松らによるゲーム要素, AR を取り入れた校外学習用の携帯端末使用のオリエンテーリングの仕組みの開発及び実証[4]が行われた. 事前事後学習と関連付け, 中央大学, 宇都宮大学では引き続き開発及び実証を行い, 位置情報の充実, 競争要素も加

え，鎌倉におけるモバイル使用によるクイズアプリの作成を経て，フィーチャーフォンを使用した校外学習のツールをスマートフォン用に作成し，アプリの校外学習使用に関する実証及び効果検証が行われた[5]（2013 年）．この研究を継続させ，SCOPE における一般観光客に関する調査及び研究に関しても，特に地域情報の入れ込み及び地域の商店との連携による商品だけでない歴史や習慣の発信という観点からの研究も行っている[6]．

また，特集としては『情報処理』(2012 年 11 月 Vol. 53 ）において，AR 利用，位置情報の観光・商業利用，デジタルアーカイブの利用，歴史資料の配信，ジオキャシングによる現実社会のゲーム化に関する言及などがある[7]．海外への情報発信，インバウンドを念頭にした取り組みの必要性にも言及している．

今回使用した BLE ビーコンに関しては屋外より屋内使用の論文が多く見られる[8-9]

これらの先行文献をうけて，我々は屋外において BLE ビーコンを使用し地域情報を地域も巻き込んで発信する仕組みを実証し，実用化を目指した．

3. 開発アプリ

3.1 アプリ概要

今回の研究では「日光仮面ナビ」というアプリを開発，使用した．このアプリの特徴は情報提供に Bluetooth Low Energy (BLE) ビーコンを利用していることにある．BLE は IoT (Internet of Things) の一連の技術で注目を浴びている．BLE ビーコンは消費電力の少なさ，Wi-Fi やネット環境に依存せず Bluetooth を受信ができれば情報を取得できることがメリットとして挙げられる．また電波は一般的に障害物があると電波が遮断され伝わらなくなることがあるが，Bluetooth は障害物に強いという特徴があり，カバンやポケットに入れていても十分に情報を受信することが可能である．

加えて総務省によると日本の Wi-Fi の設置件数は諸外国より少ない傾向にあり[10]，現在設置件数を増加させる取り組みが行われているが，十分に設置されるまでは時間がかかると言われている．栃木県においては Free Wi-Fi スポットの増加へ向け対応が始まっており[11]，日光市では 400 箇所設置されている．しかしこれを利用するためには Free Wi-Fi カードを受け取り，カードに書かれている手順を踏まなければいけない．その作業に 5 分程度かかるものであり，カードが配布箇所は日光市内には 9 か所のみである．訪日外国人にはまだ使用しにくい状況である．これらを踏まえ訪日外国人や，または通信制限がかかっている人達などに BLE ビーコン設置による情報提供は有用だと考えられる．本アプリでは図 1 の右側に示されているように，街灯に設置した BLE ビーコンに近づくと情報を受信．図 2 に示されているようにショップからアプリをインストールする際はインターネット接続が必要であるが，ホテルや喫茶店でインストールすれば，後は，インターネット接続なしで情報の取得が可能である．

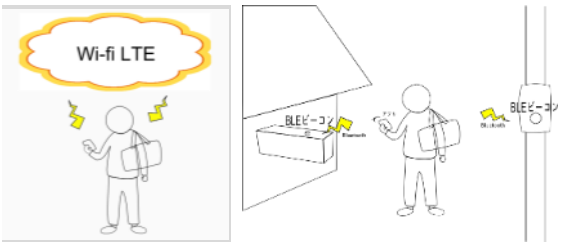


図 1 従来のアプリ (左) と日光仮面ナビ (右)

図 2 は日光仮面ナビのシステムを示している．

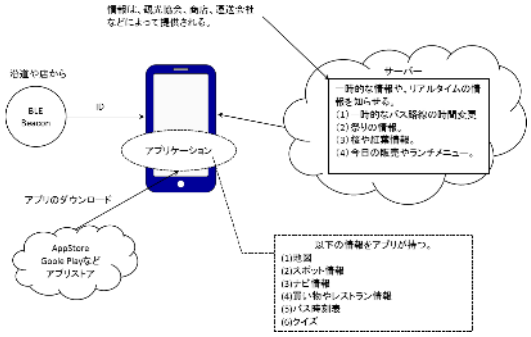


図 2 システムの仕組み



図 3 東武日光駅から東照宮までのビーコン配置

図 3 に示されるように BLE ビーコンは日光の沿道，東武日光駅，日光東照宮間にほぼ 100m おきに設置されており，それらの BLE ビーコンからの電波をこのアプリから受信し，情報を得る．その際の受信した位置や電波を発信している BLE ビーコンから現在地の表示や周

辺の情報を受け取る.

本アプリでは図 4 に示されているように大きく一般ナビ機能と学習機能の 2 つの機能が搭載されている. 一般ナビ機能は街並みや店舗, 名所, Beacon, バスの情報を扱っており, 学習機能「日光伝説」では日光に関するクイズを取組むことができるようになっている.

本論文ではこの学習機能を用いた実証実験及びその結果に言及する.

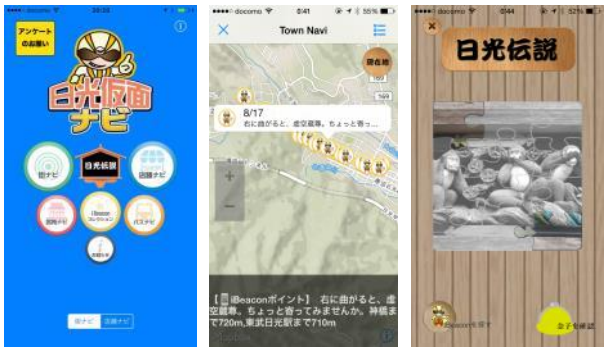


図 4 左からトップ画面, 街ナビ, 日光伝説

3.2 学習クイズ機能(日光伝説)

修学旅行生の利用を想定し本アプリに搭載された「日光伝説」(クイズ機能) は, 他機能同様, 設置されている BLE ビーコンからクイズを受信し, 回答する仕組みである. クイズに対し正答が出来た場合には一両獲得でき, 誤答後は再挑戦できるが獲得する金子の額が減少する. 4 回以上間違えると借金が生じアプリ内のアイテムが動く. このクイズ機能は「街歩き編」「江戸時代編」の 2 コースがあり, 今回の実証実験においては大学生はこれら 2 コースを使用, 高校生は「街歩き編」の中に半数自分たちで作成したクイズを入れ直したものを使用した.

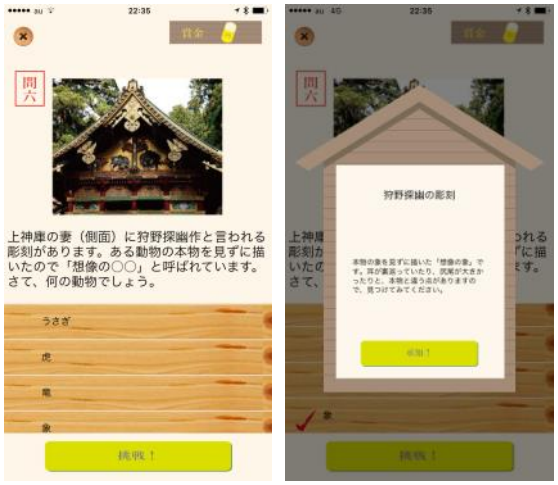


図 5 想像の象のクイズ(左) クイズの解説(右)

例えば, 日光東照宮の境内目前に設置されたビーコンからは図 5 左に示されている境内の建物上部の彫刻に関する問題が送られる (大学生高校生共通) . この問題の回答後には図 5 右の解説がスマートフォンの画面に掲示される. 被験者は境内に入る直前でクイズを解き, あるいはクイズ画面を開いたままで, 境内に入りクイズの対象となった場所に行く. その結果クイズの対象となった彫り物に目をやるという行為に自然に結びつくと想定した.

人間が達成できなかった物事や中断している物事に対し, より強い記憶や印象を持つとする Zeigarnik effect を利用し, 実際にクイズの結果をその場で見るまで興味をもつという形を作る. ただ漫然と風景の中に身を置くのではなく, 観光客(修学旅行生)に景色の中の着目点を作る. これによって記憶は助けられ, 学習に益するのではないだろうか.

4. 実証実験

4.1 全体の調査概要

宇都宮大学, 中央大学の学生及び宇都宮工業高校生の生徒に協力を得て, クイズ機能からどのような効果が出るか実証実験を行った.

大学生はクイズ作成をせずに当日日光で初めてアプリを使用した. なお, 被験者はアプリ使用者及び比較のために未使用者分けられ, 東武日光駅から東照宮まで歩く前, 歩いた後それぞれアンケートに答えてもらった. そして一カ月, 二ヶ月後に追跡調査として当時のことについて繰り返しアンケート調査を行った. 一方, 高校生は 2015 年 11 月にクイズ機能に入れるクイズ作成をしてもらい, 2015 年 12 月に実際にアプリを使用してもらい大学生同様アンケートに答えてもらった. クイズ機能のクイズは一般社団法人日光市観光協会から提供してもらったクイズと高校生のクイズで構成されている. 学生の詳細については表 1 の通りである.

表 1 被験者の詳細情報

学生	事前クイズ作成	事前アンケート	使用直後アンケート	1ヶ月後アンケート	2ヶ月後アンケート
高校生	○	○	○	×	×
大学生	×	○	○	○	○

4.2 大学生を被験者とした実証実験 -記憶に関する調査-

4.2.1 実証概要

大学生の実証実験は表2に示した. 2015年9月26日, 宇都宮大学, 中央大学の被験者 28 名に事前アンケートに回答してもらい, 最大2時間かけて図3に示したビーコンが設置されている沿道を東部日光駅から東照宮まで歩いてもらった. 2 名で 1 組で, 1 組ずつ時間をずらしながら東武日光駅から出発した. 東照宮まで歩いた後, 郷土センターに集合し事後アンケート 2 種類(事後アンケート, クイズアプリアンケート)を実施した. (有効アンケート件数は 25) .

2015 年 10 月 30 日, 宇都宮大学, 中央大学の被験者 28 名に1ヶ月後の追跡調査アンケートに 10 分程度で回答した. 9 月 26 日同様有効件数は 25 名である.

2015 年 12 月 4 日, 宇都宮大学, 中央大学の被験者 28 名に2ヶ月後の追跡調査としてアンケートに 10 分程度で回答した. 9 月 26 同様有効件数は 25 名である. これらのアンケートは, 同一の被験者 28 名に行った. アプリ未使用者はアプリに関する項目は全て未回答となっている.

表 2 大学生アンケート実施表

タイミング	場所	アンケート概要	数
事前アンケート	現地到着前	一般観光と日光に関する調査	28 名 (有効 25 名)
事後アンケート	日光郷土センター	地図作成, クイズアプリ評価	28 名 (有効 25 名)
1ヶ月後	宇都宮, 中央各大学	ヒートマップ調査	28 名 (有効 25 名)
2ヶ月後	宇都宮, 中央各大学	日光の観光調査	28 名 (有効 25 名)

4.2.2 大学生事後調査結果(地図作成)

アプリ評価に関しては 4.2.4 で改めて扱うが, 当日の事後アンケートでは, アプリ評価に加え沿道の地図を作成してもらった. その結果, アプリ使用者の地図の中の景物記載数の平均は 5.80 であったのに対して, アプリ使用者の景物記載数の平均は 9.18 であった. なお, ビーコンの場所を書き入れた地図は1通のみで, クイズ機能使用者の多くにはビーコンそのものではなくビーコンの周囲の景物を記載する地図が多かった.

4.2.3 大学生事後調査結果(ヒートマップ)

2015 年 9 月 26 日の大学生被験者は 2015 年 10 月 30 日に一ヶ月後の追跡調査としてアンケートを実施した. 東武日光駅から東照宮にあった景色の写真を載せ, 注目した箇所を 3 か所チェックするという調査を実施した.

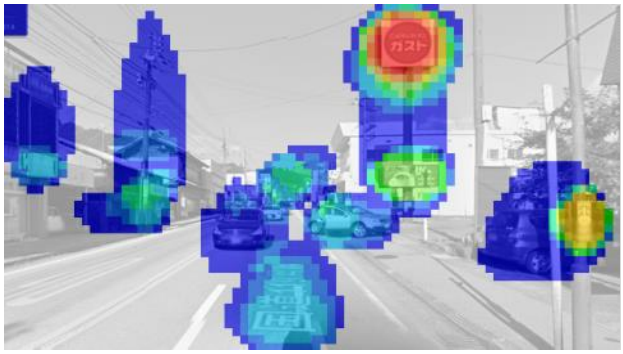


図 6 大学生アプリ使用者注目箇所(沿道)

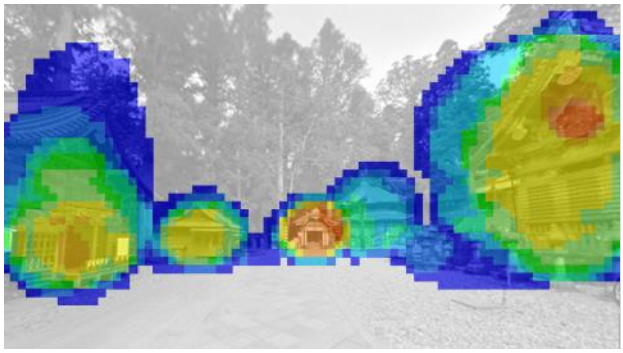


図 7 大学生アプリ使用者注目箇所 (境内)

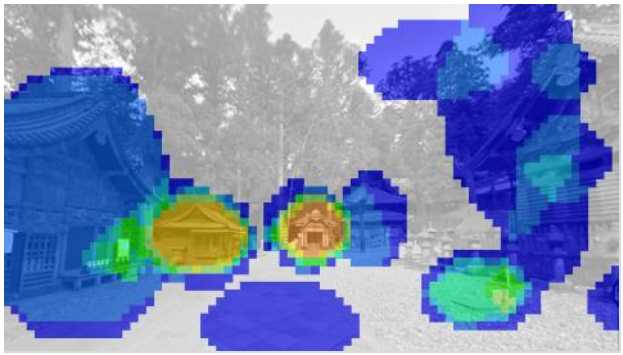


図 8 大学生アプリ未使用者注目箇所 (境内)

図 6, 7 はアプリ使用者が着目した箇所をヒートマップで示したものである. 図7右の色の濃い部分は図4にもあった「想像の象」で, クイズで取り上げられている箇所である. このように色が濃くなっていることからクイズが景色の注目点を作っているといえる. 後日, 比較対象として, 今回の実証に関係のない 15 名に着目点3点のチェックを依頼した, その結果が図8である. 図7に比べ図 8 の着目点は正面の建物を中心に展開され, クイズの対象部分への注目はない.

また図 6 からは, 情報を読み取ろうと看板や文字に注目することが分かった. 加えて被験者は, 文字以外に情報発信に関連する電柱の BLE ビーコンに注目してい

た.

4.2.4 大学生事後調査結果（クラスター分析）

大学生の事前と二ヶ月後追跡調査アンケートの結果を３つのクラスターに分け, 事前と二ヶ月後でどのような変化が確認できるか分析を行った.

アンケートの内容は, アプリの全体的な印象の５段階評価及び, 操作性やデザインなど具体的な機能やインターフェースに対する５段階評価で成り立っている. アプリの全体印象の相関分析を行った結果, アプリ全体の印象と操作性が 0.6 と, かなり強い相関が見られた. 色は 0.406 と中程度の相関が確認でき, 次に画面デザインの 0.377 である程度の相関が確認できた.

操作性には全体の印象, 画面デザイン, 文字の大きさ, 色には画面デザイン, 文字の大きさ, 音, 表現言葉が, 画面デザインには操作性, 文字の大きさ, 色, 表現言葉が関わっているとわかる. これらを踏まえ以下の３つのクラスターに分けた.

表３主成分分析

	成分			
	1	2	3	因子抽出後の共通性
全体の印象	.87	−.09	−.01	.77
画面デザイン	.73	.45	.08	.73
操作性	.78	.01	.45	.80
文字の大きさ	.38	.29	.70	.72
音	.04	.51	.71	.77
色	.53	.72	.08	.81
表現言葉	.23	.76	.16	.66
クイズの内容	−.19	−.63	.06	.44
地図の見やすさ	−.01	−.43	.81	.83

因子抽出法：主成分分析

表３は主成分分析を行ったものである. 第一因子を印象, デザイン, 操作性などの「アプリの完成度」を重視した学生とし, 第二因子をデザイン, 文字の大きさ, 色, 表現言葉などの「インパクトさ」を求めた学生, 第三因子を文字大きさ, 地図の見やすさなどの「わかりやすさ」を求めた学生に分けた. これらの変数をクラスターにかけてみたところ３つの回答者に分けられた.

表４ クラスターごとの比較

	クラスター1	クラスター2	クラスター3
全体の印象	3.29	4.57	3.25
画面デザイン	4.00	4.14	3.25
操作性	3.00	3.71	3.25
文字の大きさ	4.14	4.00	4.00
音	4.43	3.29	3.25
色	4.57	4.29	3.25
表現言葉	4.29	3.86	3.25
クイズの内容	3.14	4.14	4.25
地図の見やすさ	3.43	3.29	5.00

表４はクラスターごとの評価の比較を示している. 第１クラスターはアプリに音などのインパクトを感じた学生, 第２クラスターはアプリとしての完成度に高評価を示した学生, 第３クラスターはアプリの中身であるクイズ, 地図に高評価を示した学生となった. 人数は, 第一クラスターから順に７, ７, ４人であった.

表５ クラスターごとの事前事後評価

	事前			事後		
	1	2	3	1	2	3
自然風景	5.00	5.00	3.75	4.43	4.83	4.50
歴史文化	4.29	4.71	3.25	4.43	4.80	4.75
町並み	4.43	4.29	4.50	4.00	3.83	4.00
温泉	4.14	3.71	3.50	3.57	3.50	3.25
伝統芸能特産品	3.86	4.00	3.75	3.71	3.83	4.00
食べ物	4.71	4.43	4.25	3.71	3.83	4.75
体験型観光	3.43	3.57	2.50	3.00	2.83	3.75
ショッピング	4.14	3.14	3.50	3.00	3.17	3.75
夜を楽しめる場所	3.71	3.00	4.50	3.00	2.67	3.00
地域とのふれあい	2.83	3.29	3.00	3.71	3.33	3.00
宿泊予約のしやすさ	4.00	3.29	3.75	3.00	3.17	3.00
宿泊施設の質価格	4.57	3.71	5.00	3.00	3.17	3.50
交通手段便利さ	4.71	4.43	4.50	3.29	3.50	1.75
物価	4.14	3.57	3.75	3.00	3.83	3.25

表６クラスターごとの評価の変化

差	1	2	3
自然風景	−.57	−.17	.75
歴史文化	.14	.09	1.50
町並み	−.43	−.45	−.50
温泉	−.57	−.21	−.25
伝統芸能特産品	−.14	−.17	.25
食べ物	−1.00	−.60	.50
体験型観光	−.43	−.74	1.25
ショッピング	−1.14	.02	.25
夜を楽しめる場所	−.71	−.33	−1.50
地域とのふれあい	.88	.05	.00
宿泊予約のしやすさ	−1.00	−.12	−.75
宿泊施設の質価格	−1.57	−.55	−1.50
交通手段便利さ	−1.43	−.93	−2.75
物価	−4.00	−3.86	−3.75

表５は各クラスターの事前と二ヶ月後を示しており, 表６はその評価の比較結果を示している. クイズの内容や, 地図の見やすさなどの「わかりやすさ」を重視した第３クラスターに関しては, 歴史文化と体験型観光への評価が好印象へ好転した. そのほかの項目を見比べても第３クラスターは他のクラスターに比べ印象が悪化している箇所が少ない. 第１, 第２クラスターに関しては印象が好転する項目が少なく, 日光での経験が

あまり印象の残っていなかった. しかし第 3 クラスターが重視するアプリのクイズの内容や地図の見やすさといった「わかりやすさ」に関する項目を改善していけば二ヶ月経ったあとも好印象が残った.

4.3. 高校生を被験者とした実証実験-事前のクイズ作成を含む調査-

4.3.1 実施概要

宇都宮工業高校生には, 日光訪問前に事前のアンケートへの回答及び独自クイズを作成し提出してもらった. 高校生の作ったクイズを「街歩き編」10 問中 5 問に入れ替え使用した. 2015 年 12 月 6 日, 宇都宮工業高校生 11 名に東武日光駅から東照宮までアプリを使用しながら最大 2 時間で東照宮まで歩いてもらった. その後, 郷土センターに集まり, 事後アンケートに回答してもらった（有効件数 9）.

表 8 高校生アンケート実施表

タイミング	場所	アンケート概要	数
事前アンケート	現地到着前	一般観光と日光に関する調査	11 名（有効 9 名）
事後アンケート	日光郷土センター	日光観光調査 クイズアプリ	11 名（有効 9 名）

4.3.2 調査結果-期待度と満足度の推移-

高校生は大学生と違い, 事前にクイズ作成をしてもらった. 事前にクイズ作成することで事後の評価にどのような影響があるか. 事前アンケートには「日光観光に対する期待度」を 5 段階で評価してもらった. そして事後アンケートには「日光観光に対する満足度」を同じく 5 段階で評価してもらった. その結果期待度は平均で 4.2 であった. 大学生の平均は 4.23 である. クイズ作成が期待度上昇には影響しているとはいえない. そして満足度の結果は平均 4.3 とほとんど変わらない. しかし大学生平均が 3.68 と減少していることから, 事前クイズ作成が観光への充実感上昇もしくは充実感の減少の抑制効果を生むが可能性がある.

事後アンケートには満足度の次の項目に「満足度の理由」を自由記載で用意してある. 図 9 は満足度の理由を示したものである. 高校生の場合アプリに関する記載とクイズに関する記載が 9 名中 5 名 (55.55%) であった. 対する大学生のほとんどは自然, 歴史文化に対する記述でアプリに対する記述は 19 名中 5 名 (26.32%) であった. 満足度の理由からクイズ作成を行ったことで観光に対する期待が食べ物, 自然, 歴史文化からアプリに対する期待へと変わったと考えられる. その結果満足度の上昇または減少の抑制に繋がった可能性がある.

加えて事後アンケートに「日光にまた来てみたいですか」という質問に「はい」「いいえ」「どちらでもない」で回答してもらった. 高校生には「いいえ」と回答した者はなかった. 大学生は 19 名中 4 名 (21.05%) がいいえと回答していた.

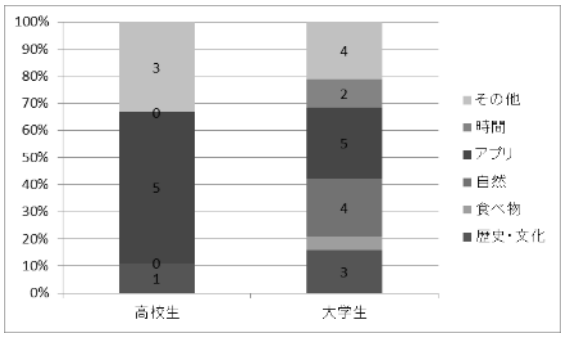


図 9 大学生高校生 満足度の理由

これら一連の結果から事前のクイズ作成は観光に対する満足度向上の一因となりうる可能性がある.

4.3.3 調査結果-アプリ評価について-

クイズ作成がクイズアプリへの評価に影響するのだろうか. 高校生のアプリ評価を大学生の評価と比較した. その結果, 評価が大学生の平均より低いのは「地図の見やすさ」「音」「操作性」であった. それ以外の項目に関してはどれも平均 4.5 程度の高評価を得られた. 「クイズの内容」の評価自体は全体的に見ると平均程度の評価であった. 高校生と大学生ではクイズの内容が一部共通している. 「印象深いクイズ」「難しいクイズ」「面白かったクイズ」について回答してもらったが, 大学生の場合は「東照宮のある地点の標高がスカイツリーと同じ」というクイズが印象深い, 難しい, 面白いのどれにも該当していた. このスカイツリーの問題は大学生と共通の問題であったが, 高校生に関しては自分達が作成した「男体山」「眠り猫」「神橋」に関する問題が多く印象深い, 難しい, 面白いに該当していた.

4.4 クイズ機能に対する印象-大学生と高校生の比較-

4.4.1 印象比較

大学生, 高校生双方の被験者にアプリのクイズ機能を使ってもらった後にアプリの印象に対して回答してもらった. 回答の形式は「ありふれた」, 「ユニーク」, 「役に立たない」等と言った印象の候補を挙げ, 被験者に該当する物すべてに丸を付けてもらう形式である.

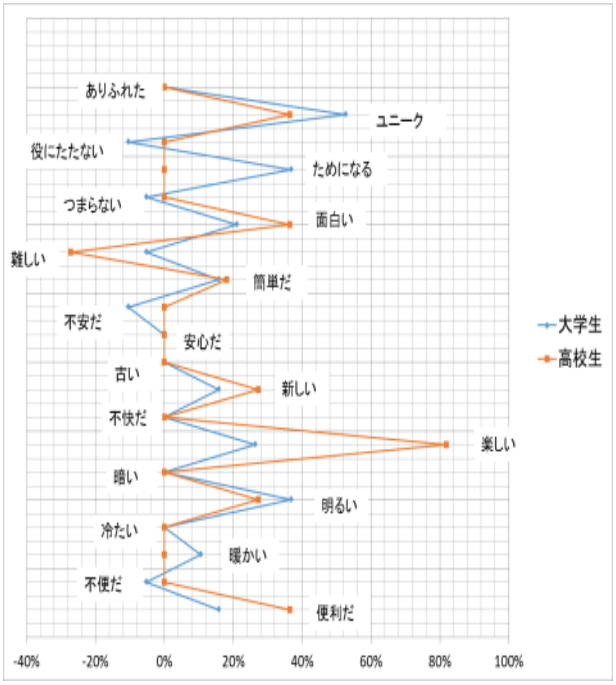


図 10 大学生高校生クイズアプリ全体評価

図 10 は大学生, 高校生ごとに丸を付けた割合をグラフにしたものである. 図 10 左側の印象は否定的印象, 右側の印象は肯定的印象である. 大学生, 高校生共にアプリ全体の評価は肯定的印象が多い. 事前にクイズアプリの存在を知り, クイズを作成してから現地に来た高校生とは異なり, 現地に来て初めてアプリを操作した大学生は「ユニーク」の印象が一番多く (52.63%), 高校生は「楽しい」が一番多かった (88.89%) .

一方, 割合は低いが否定的印象では, 大学生の「役に立たない」と「不安」の印象が多く (10.25%), 高校生には「難しい」が多かった (33.33%). 高校生は「難しい」以外の否定的印象はなかった. 難しい問題が存在することは他の否定的印象に直接影響を与えるとは限らない. また 88.89%の人が「楽しい」と答えている.

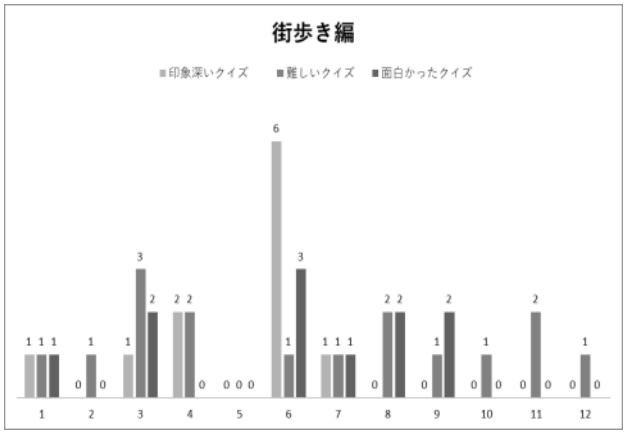


図 11 大学生のクイズの印象 街歩き編

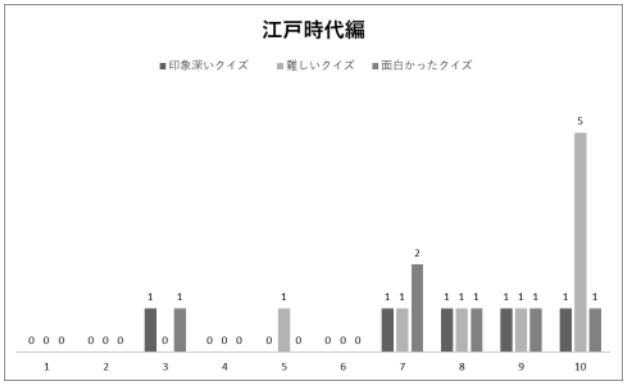


図 12 大学生のクイズの印象 江戸時代編

図 11, 12 はクイズに「印象深いクイズ」「難しいクイズ」「面白かったクイズ」をそれぞれ 1 問ずつ回答してもらったものをグラフにしたものである. 一度も評価されないクイズもあるが, 江戸時代編の 10 問目のように 5 人が難しいと言っても「印象深い」「面白かった」にも入れる人もいた. そのため難易度が高いクイズがつまらないという評価になるとは限らない. クイズの適度な難易度は楽しさややりがいを呼び起こしていることも考えられる.

また高校生の方が各項目に対するチェックが多い傾向にある. 被験者の数が少ないため一人ひとりのチェックが全体の割合に多く影響するが, 「楽しい」を始めとした「ユニーク」「面白い」「便利だ」などにも半分近くの被験者がチェックをしていた. 高校生はクイズ作成にも関わっているため, よりクイズに親和感情を抱いた可能性がある.

4.4.2. 問題の正答率の比較

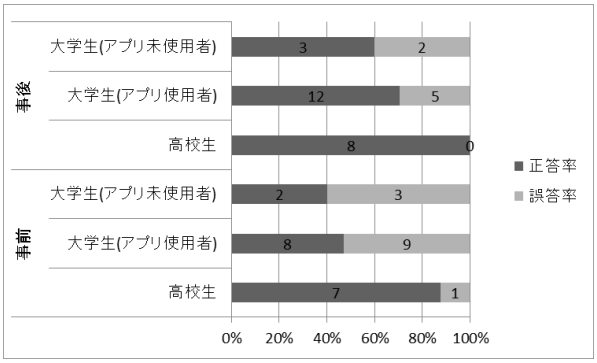


図 13 大学生, 高校生 事前事後クイズ正答率

事前事後のアンケートの中に, 日光に関して知識を問う設問を 1 問設けた. 図 13 は大学生と高校生のクイズの正答率の推移を示している. 大学生は事前アンケートでは, 誤答 53%, 正答 47%であったが, 事後アンケートで, 誤答が 29%まで下がり, 正答が 71%まで上昇した. 24%ものの正答率の上昇効果が確認できた.

大学生に比べ高校生は事前の時点から高い正答率であった. 事前アンケートの場合は誤答率 13%, 正答率 88%に対し, 事後アンケートは正答率 100%と全員が正解した. 高校生の被験者はクイズ作成に携わり, 一カ月が経過しているが高い正答率を維持し, 記憶にこの時点では残っていた.

また事後アンケートだけにアプリのクイズ機能の中にあるクイズから学べる知識に関する問題を 1 問挿入した. 結果は以下のようになった.

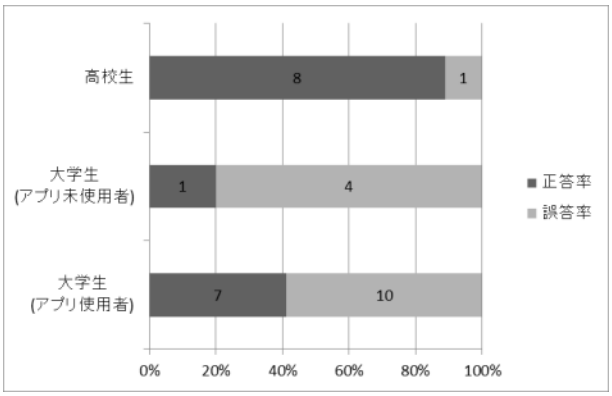


図 14 事後アンケートのクイズ正答率

図 14 は被験者の条件ごとに正答率を示したものである. 大学生は, アプリ使用者とアプリ未使用者となっている. アプリ使用および問題作成は高校生である. アンケートに載せた問題はクイズアプリと同じではなく, クイズアプリのある問題を解く過程で知ることが出来る知識に関する問題で, クイズのように 4 択ではなく記述式とし, 自分の記憶の中から答えを書きだすことになる. 問題作成に関わっていた高校生は非常に高い正答率であった.

またアプリ使用の大学生は, 問題作成・アプリ使用の高校生に比べ正答率は低いが, アプリ未使用者(大学生)と比較すると正答率が倍以上である. これはアプリ未使用よりもアプリ使用者の方が多くの情報を提供できていたことや, クイズによる記憶への定着が考えられる結果である. 問題内容が拝殿の天井に関する問題であるため, 意識して見ていたか, もしくは知っていたなどの前情報がない限りアプリ未使用者が正答するのは難しい. そのためこの結果はクイズを行うことで景色の中の着目点を作りだし, アンケートのクイズの回答の手助けになったと考えられる.

4.4.3 クイズ機能に対する評価の比較

アプリのクイズ機能使用後にクイズ機能に対する評価を 5 段階リッカートスケールで行った. 結果は以下の通りである.

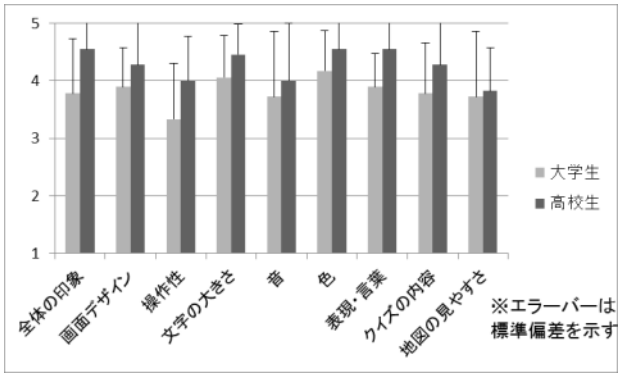


図 15 大学生高校生のクイズ機能の印象

図 15 のグラフはクイズアプリ使用者の評価の比較である. 大学生と高校生で全体の印象を比較すると大学生のクイズ評価平均が 3.76, 高校生のクイズ評価平均が 4.55 であった. 大学生はアプリ使用のみだが, 事前のクイズ作成から関わった. 高校生は全体の印象だけではなく, その他の項目も全て大学生より平均値が高い.

5. 結論

5.1 実証結果から得られる結論

未完全なところをクイズという形で残し, 実物を見せるところまで興味を引き延ばすという Zeigarnik effect を応用した実証は, 被験者の回答から, 今回はアプリの記憶への定着がしやすいという結果を得た. この効果は高校生がクイズを作成したように, 事前勉強をすることでより高い効果を発揮した. また事前学習なしでもクイズにより着目点を作り, それを見て納得することでヒートマップが示したように, 建築物の細かな箇所まで着目点を作ることができた. クイズ作成に関わっていることが積極的にアプリを使用し, 記憶に残りやすい状況を引き起こしている.

さらに目的地に向かう沿道では, 文字情報に注目しやすいことも確認できた. 今回のヒートマップではクイズに出た箇所やビーコンに加え看板などの文字が書かれている箇所に注目が集まっていた. このことからクイズの内容で観光客の着目点の誘導が可能であると考えられる.

これらの点は今後被験者の数を増やし, 実証実験を重ねることで明確な実証結果を示していきたい. さらに Zeigarnik effect の効果についてより明確に評価可能とする実験方法を検討したい. 今回の研究調査は被験者の人数が少なかったため, これら結論に導くためにも今後十分な検証ができる環境下で引き続き調査を行

う必要性がある.

5.2 学習アプリとしての展望

今回のアプリ評価結果に鑑み,「操作性」や「地図の見やすさ」に関しては,今後も改善を重ねていきたいが,それだけではなく,学習アプリという観点からコンテンツの充実もはかりたい.

データと機能を完全に独立させることで,データを差し替えるだけで気軽に姉妹アプリが出来上がるプログラムの再利用性は現状でもあるが,今後華厳の滝や足尾銅山などといった他の観光地にも対応させていくとなったとき,対応範囲を拡大するだけではなく,誰がどこに興味を持ってほしいのかといった点を明確にし,クイズ等のアプリの内容をより効果的なものにしていく必要がある.それに伴いクイズの注目度の差にも着目していく.今回のクイズでは注目度の高いクイズとそうでないクイズがあった.今後の調査では興味を引くクイズの要因を抽出していき,より高い学習効果が得られることを目指す. 今後、追加の調査を行い,修学旅行生や訪日外国人らに普及させていきたい.

加えてビーコンによる観光客の誘導も視野に入れている.本アプリではビーコンの電波の強弱による位置測位によって情報の取得を行っている.その仕組みの特徴からビーコンの設置による観光客の誘導も可能である.今回は利用していないが、いくつかの店舗にもビーコンを設置し、旅行者への情報提供のトライアルを開始している。今後は観光客の誘導も視野にいれ,より効果的に情報をアプリ利用者に提供する技術に発展させていきたいと考えている.

謝辞

本研究開発には宇都宮大学工学部渡辺裕教授をはじめに宇都宮大学工学部羽田野裕之准教授のお力をいただいた.調査補助には宇都宮大学及び中央大学の学生の協力を得た.中央大学経済学部八若大輔,呉暁斌,市川竜也,成瀬開,南雲雄太,松浦直樹,商学部江頭広輔の諸氏に改めて謝意を述べる.

また日光仮面ナビのクイズ機能の実装にあたり,一般社団法人日光市観光協会舟越様と宇都宮工業高校の生徒の皆様にクイズの提供をして頂いた.心理学的側面から東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻上田一貴特任講師にアドバイスを頂いた.深く謝意を表す.

本研究開発は,総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)」として実施した.研究の機会を与えていただいたことを感謝する.

参考文献

[1] マイナビニュース会員,(2012 年 12 月 14 日),” 小学生の時の修学旅行はどこへ行きましたか？”, http://news.mynavi.jp/c_career/level1/yoko/2012/12/post_2765.html
日光調査期間：2012/9/27～2012/10/1 アンケート対象：マイナビニュース会員有効回答数 1000 件(ウェブログイン

[2] excite ニュース,(2015 年 4 月 15 日),”海外高校生の訪日修学旅行,台湾から大幅増 中国本土の生徒は興味湧く”, http://www.excite.co.jp/News/chn_soc/20150415/Xinhua_15159.html

[3] Zeigarnik,B.V. “On Finished and Unfinished Tasks In W. D.Ellis(Ed.) A Sourcebook of Gestalt Psychology”, New York, Humanities Press 1967

[4] 平松裕子 佐藤文博 鈴木耀夫 伊藤篤, (2009 年 8 月) “校外学習によるモバイルリテラシ教育”, CIEC 2009 PC カンファレンス

[5] Yuko Hiramatsu, Atsushi Ito, Fumihiro Sato ,(2013 年 7 月) “The Site-specific Learning Model on Mobile Phones Using Zeigarnik Effect - Designing Collaboration Tool for Outdoor Studying -”, HCII (International Conference on Human-Computer Interaction),(Posters, PartII), pp.43-47

[6] Yuko Hiramatsu, Atsushi Ito Fumihiro Sato Akira Sasaki Hiroyuki Hatano, Yu Watanabe and Mie Sato (2016 年 3 月), “A Service Model using Bluetooth Low Energy Beacons -To Provide Tourism Information of Traditional Cultural Sites -“, Service Computation 2016, Roma, Italy

[7] 一般社団法人 情報処理学会,“特集観光情報学”,(2012 年 11 月),情報処理, Vol. 53, No.11 通刊 572 号

[8] 井上豊, 池田剛,山本潔,幸島明男,山下倫央,麻生英樹,車谷浩一,「ComPass ビーコンを用いた スマートフォン上での屋内自律型測位システム」,pp195-202, 情報処理学会研究報告,2008,3

[9] 古舘達也,堀川三好,工藤大希,岡本東, 「Bluetooth Low Energy ビーコンを用いた 屋内測位手法に関する研究」,pp311-312, FIT2015(第 14 回情報科学技術フォーラム)

[10]総務省,(平成 26 年 11 月),”Wi-Fi 整備についての現状と課題”, http://www.soumu.go.jp/main_content/000322502.pdf.

[11]栃木県日光市,(平成 27 年 10 月 14 日),”栃木県内で外国人観光客に向け無料 Wi-fi サービスがますます充実!”,http://www.pref.tochigi.lg.jp/f05/houdou/kankoti/documents/wi-fi.pdf

観光をテーマとしたゼミにおけるプロジェクト活動：学生の気づきと行動変容

Noticing and Behavioral Changes among University Students in Project-based Learning Activities on Tourism and Hospitality Communication

森下 美和
Miwa Morishita

神戸学院大学
Kobe Gakuin University
miwa@gc.kobegakuin.ac.jp

Abstract

Since opening up its port internationally in the year 1868, the City of Kobe has developed itself as an "international city" in terms of residence, trade and tourism, with close relationships with cities overseas such as Seattle, Marseille, Rio de Janeiro, Barcelona, etc. As the economic activities become more and more globalized, competitions with other cities in Japan and outside are getting tougher. Among measures taken to survive such competitions, promotion of "inbound tourists" to the city are considered important. In this presentation, we will discuss how activities by students taking the class of "hospitality communication" at Faculty of Global Communication of Kobe Gakuin University have tried to make new proposals from this perspective and how those activities changed the students' perception and activities in relation to "global communication" and "hospitality communication."

Keywords — Tourism, Hospitality, Project-based Learning

1. 背景

2020 年の東京オリンピック開催に向け，「観光立国」が重要な国策的課題となっている．2015 年度に日本を訪れた外国人観光客数は，前年度比 45.6%増の 2135 万 9000 人となり，初めて 2000 万人の大台を超えた．これを受けて，政府は 2020 年までに年間 2000 万人としてきた目標を 3000 万人に引き上げている（毎日新聞，2016）．

神戸市は，1868 年の開港以来，国際都市として海外との交流により発展してきた．現在の人口は約 154 万人であるが，そのうち外国人住民は，約 130 の国と地域を出身とする 4 万人強である（兵庫県，2015 ほか）．韓国人・中国人・ベトナム人で全体の 4 分の 3 を占めるが，ブラジル人・インド人など，歴史的に関わりの深い国からの移住者の存在も目立つ．

グローバル経済が発展し，国内外で都市間競争が激化する中，2015 年 2 月には「神戸市国際戦略」を打ち出し，さまざまな取り組みを行っている（神戸市，2015）．そのうちの大きな柱に「インバウンド観光誘致」があり，訪日客増加が見込める東アジア・東南アジア地域を中心に，プロモーションを強化することを目的としている．

発表者は，共通教育科目の 1 年次生を対象とした「地域学入門 I」で「神戸学」をテーマとした授業を担当しており，約 250 名の受講生を対象に，神戸の歴史や文化を学びながら観光のあり方を考えさせる講義を行っている．初回授業で，神戸の観光に関するアンケート調査を実施した．

有効回答数（242 名）のうち，神戸市出身は 61 名のみであり，神戸市以外の兵庫県出身の 68 名と合わせても，約半数近くが県外の出身であった．そのためか，自身の神戸のイメージと国内外からの観光客が持っていると考える神戸のイメージは，いずれも「おしゃれ」「きれい」というようなステレオタイプ的なものが大半であった．おすすめスポットについても聞いたところ，異人館・南京町・ハーバーランドなどの一般的な観光スポットがほとんどを占め，「自分自身がまだよく知らない」というような回答も少なくなかった．たとえ自身の出身地でなくても，一定期間居を構えたり，通学したりする場所についての情報を得ることは，

日々の暮らしを豊かにするだけでなく危機管理にもつながる．今後，観光都市としての神戸の存在感を高めていくためにも，大学生への当該分野の教育は重要なカギとなると考えられる．

2. ゼミの目標

神戸学院大学グローバル・コミュニケーション学部は 2015 年 4 月に設立されたが，発表者は同大学の経営学部から新学部に異動することを前提に，その立ち上げに関わってきた．

グローバル・コミュニケーション学部は，英語・中国語・日本語コースに分かれ，語学学習を中心としているが，学生の多くは語学を生かしたホスピタリティ産業への就職を希望している．発表者は，新学部におけるゼミを担当するにあたり，学生のニーズを考慮し，英語の通訳案内士として観光産業に携わった経験もあることから，「ホスピタリティ・コミュニケーション」をキーワードに，観光をテーマとしたプロジェクト型のゼミを担当することとした．

一般に，観光客・旅行客を主たる対象とした外国語による案内は，平常時に比べて天候や事故などでスケジュールが乱れたときの案内が不十分であることは，国内外を通じて経験するところである [1]が，地震・噴火・台風などの自然災害とともに暮らしてきた日本人を主な顧客としてきた従来型の観光産業は，災害時における多言語コミュニケーションへの対応が遅れている．そのため，発表者のゼミでは，平常時の多言語・多文化対応だけでなく，災害時を想定した多言語・多文化コミュニケーションへの対応力の養成を目標としている．

3. 活動内容

グローバル・コミュニケーション学部は，神戸港内にある人工島「ポートアイランド」の中にあるキャンパスに新設された．大型客船が停泊できる埠頭（ポートターミナル）があるだけでなく，神戸空港や新幹線の新神戸駅にも近く，高速道路へのアクセスも良い．陸海空の交通アクセスに優れていることから，観光をテーマとしたプロジェクトには，好都合な立地条件と言える．

2016 年度からの 2 年次生を対象としたゼミに先立ち，2015 年度には，神戸市主催の神戸港開港 150 周年記念イベントの一環として，「みなと神戸広報応援団」に参加した（神戸開港 150 年記念事業実行委員会，2015）．このプロジェクトは，発表者のゼミを希望する・しないに関わらず，神戸港周辺の観光スポットに関心のある学生を募り，彼らに取材をして記事を書いてもらうというものであった．学生には，主に LINE 上で原稿と写真を送ってもらい，内容を確認した上で，発表者が立ち上げたブログにアップロードするという方法を取った．ブログは，大学および神戸市のホームページとリンクを貼ってもらう形で広く公開している．本プロジェクトでは，神戸市と提携することにより，さまざまなイベントへの参加の機会を得ることができ，また活動助成金をいただくことで，学生の交通費や入場料などの実費を補助することができた．2015 年度の実績にもとづき，2016 年度もゼミの中で本プロジェクトを続けることとなった．

2015 年度の「広報応援団」プロジェクト（プレゼミ）では，身近なところから調査を開始することにしたため，ポートアイランドキャンパス内についての記事が多かった．2016 年度のゼミでは，神戸の観光産業を盛り上げるため，地域と連携したさまざまなプロジェクトを行う予定であり，その活動報告という形で「広報応援団」用の記事を書くように指導している．

2016 年 7 月現在までの活動としては，外国人観光客のための多言語マップの作成を目指し，既存のガイドマップを調査・分析したうえで，文化・自然・グルメ・インフラ（トイレ，インフォメーション，銀行，ATM，交通機関，free wifi，ベンチ，病院，交番など）のチームに分かれて実地調査を行ってきた．今後，これらの内容をまとめ，観光客にとって使い勝手の良い「ホスピタリティ・マップ」を作成し，大型客船が入港する際の神戸港周辺やインフォメーションセンターなどで

配布する予定である．作成したガイドマップをもとにいくつかのモデルコースを考え，実際にボランティアツアーを企画することも検討している．

並行して，神戸と関わりの深い中国・ブラジル・ベトナム・インドなどの国についても調査を行った．神戸在住者が多いこれらの国からは，その家族・親戚・友人たちが数多く訪れるため，神戸における彼らの歴史や文化について学ぶことは，ガイドマップの作成にも大いに役立つと考えられる．

学生はこれらの活動について，なるべく時差が出ないように原稿にまとめることになっている．ブログ上に下書きの形で保存しているものを発表者が確認し，適宜修正を加えたうえでブログにアップロードしている．

学生はまた，神戸国際観光コンベンション協会の運営する「神戸市総合インフォメーションセンター」で，ボランティアガイドとしても活動している．単なる観光案内所ではなく，市政情報と観光情報を日本語・英語・韓国語・中国語などで一体的に提供する珍しいタイプのインフォメーションセンターであるため，今回のガイドマップの作成に欠かせないホスピタリティについて学ぶうえで最適な場所であると言える．

2016 年度後期には，神戸在住外国人へのインタビューを行う予定である．彼らは多様な仕事に就いており，日常生活の中で接触する機会は多いものの，実際にどのような状況にあり，何を必要としているかはあまり知られていない．インタビューを通してそれらを知ることにより，外国人観光客のニーズにも対応できると考えられる．

2017 年度前期にはセメスター留学を控えており，学生によって派遣先が異なるものの，引き続き現地での実地調査を行うことが期待されている．

4. まとめ

学外連携・地域連携に基づくプロジェクト活動型学習は，教室内での講義を中心とした学習と比べ，多様な認識の変化と気づきを促し，行動変容をもたらすことが広く知られている．発表当日は，これまでの活動内容および，学生自身による気づきと行動変容の報告を紹介し，今後の計画について述べる．

注

[1] 人身事故などでダイヤが乱れたときの鉄道の車内放送・駅構内放送でも，日本語と同じとまでは言わなくても，ある程度の情報を英語などの外国語で伝えようとする努力はまれである．首都圏を中心とする車内電子サイネージによる案内では，不通・回復などの状況報告は見られるようになってきたが，迂回経路案内までは見られない．

参考文献

[1] グローバル・コミュニケーション学部森下ゼミ (2016). “Hospitality Communication.” http://hospitalitykobe2.blogspot.jp/

[2] 神戸開港 150 年記念事業実行委員会 (2015).「大学との連携によるみなと神戸広報応援団」 https://www.kobegakuin.ac.jp/cheer/

[3] 神戸市 (2015).「神戸市国際戦略」 http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2015/02/img/20150216012002-2.pdf

[4] 兵庫県 (2015).「兵庫県内在留外国人数」 https://web.pref.hyogo.lg.jp/ie12/documents/h2712hp.pdf

[5] 毎日新聞 (2016 年 4 月 20 日).「15 年度，初の 2000 万人突破」 http://mainichi.jp/articles/20160421/k00/00m/020/043000c

謝辞

本稿で報告する活動の一部には，次の助成を利用している：平成 28 年度神戸学院大学研究助成金研究助成 C「災害時に備えた言語支援の在り方：関西在住外国人と訪日観光客へのインタビューに基づく調査」（研究代表者：森下美和）．

手描き線画自動彩色技術の観光支援ツールとしての利活用
Application of Automatic Colorization System for Freehand Line Drawing for Sightseeing

倉田　沙織†，森　博志†，外山　史†，東海林　健二†，伊藤　篤†
Saori Kurata, Hiroshi Mori, Fubito Toyama, Kenji Shoji, Atsushi Ito
†宇都宮大学
Graduate School of Engineering, Utsunomiya University
kurata@image.is.utsunomiya-u.ac.jp

Abstract
Recently, mobile devices such as smartphones and tablet terminals are introduced widely in school, company etc. as gateway of digital information. One unique application of them is, guide system for sightseeing resorts and theme parks.

We have been developed the system to automatically colorize freehand line drawing based on the pixel value of the reference image like a color photograph in online and a method of real-time updating function for the colorized results, and evaluated considered the good way to use the system in sightseeing resorts.

In the sightseeing resort, it is popular to send postcards and email with photos. If we could draw a scenery on a postcard by hands, the handwriting card is only one souvenir to friends and family. We assume that satisfaction of both sender and receiver of a postcard will be increased and a sender would like to visit there again and a receiver would like to visit there.

We performed a preliminary trial to evaluate that assumption in Nikko. , As the result of the trial, we received good response from testers and believed that our automatically colorize freehand line drawing is suitable to increase satisfaction in sightseeing resort.

Keywords — Line Drawings, Automatic Colorized, Sightseeing

1. はじめに

近年，タブレット端末は一般家庭だけではなく企業や学校教育，絵画制作等の現場でも導入され，プレゼンテーションやCG イラスト制作などビジネスの場でも印象的な表現や意思疎通の補助等を目的として幅広く利用されている．観光地やテーマパークにおいても，道案内などの情報提供を行ったり，魅力的なデジタルコンテンツを提供したりする等，旅行の満足度向上や印象に残る思い出作りの試みを目的としての利用が期待出来る．また，タブレット端末の利活用をさらに進め，情報を旅行者に提供するだけにとどまらず，デバイスと対話的にやり取りしてもらう事により，その観光の記憶をより鮮明に残りやすくする効果も期待出来ると考えられる．特にタブレット端末は，タッチペンでの入力動作が紙面でペンを扱うのと同様の感覚で行える特長を考慮すると，デバイスとの対話的なやり取りとして，特に手描き線画入力に適していると考えられる．

手描き線画は，イラスト制作では絵画の被写体の形の詳細なイメージを表現する重要な役割を担い，編集も彩色等の他の工程と比較して短時間かつ容易に行う事が出来る．彩色を行う事でより鮮明に印象に記憶に残りやすくなるが，編集には時間を要す他，表現に高度な技術を要する場合がある．そこで我々は従来研究として，絵画の初心者にもデジタル端末上で手軽に印象的な絵画制作を自身の手で行うことが出来るようにするために，彩色の自動化によるイラスト制作支援として手描き線画への自動彩色手法を提案してきた[1].

本研究では，カラー写真のような参照画像を下敷きにして描いた入力線画に対し自動で彩色を行った結果を実時間で更新し，彩色線画を印刷するシステムを提案し，観光地やテーマパークなどでの効果的な利活用の可能性について検討する．

2. 従来研究

本研究に関連する従来研究として，カラー写真から絵画風の画像を生成する研究が多く存在する．

カラー写真から水彩画風の絵画を生成する類似研究として，猪島らの研究が挙げられる[2]．この研究は，実写画像を入力として水彩画風の画像を生成するアルゴリズムを提案するものである．手法の流れとして，入力画像の画素値を荒く量子化して抽出した領域に，水彩画風の着色が出来るようにモルフォロジー処理，距離変換，アルファブレンディングを施し，実写画像から抽出したエッジを描画するという流れを取る．しかしこの研究では入力は実写画像の写真のみであり，ユーザが絵を描く作業を伴っていないため画像が同じであれば必ず同一の結果となり，ユーザ自身の絵画の個性を反映出来ない．

ユーザが写真と好みの画家の情報を入力すると画家の作風を反映した絵画を自動生成するシステムとして斉藤らの PAINT-IT がある[3]．処理は，まず原画像と画家情報を入力したときに，画像処理フィルタを木構造状に組み合わせた画像変換部を遺伝的プログラミングで最適化し，絵画風画像を生成する処理の自動構築を行う．その後，進化計算の世代交代で各個体(木構造)は入力された画家用に作られた SVM を利用する画像変換部によって評価する．絵画の個性の反映は出来るが，個性を反映する描き手が絵画の専門家であり数多くの作品を学習画像として利用することを前提としている事から，ユーザ自身が絵画制作に触れる事を目的としたものではない．

これらの研究に対し，我々はこれまでに彩色手法によりユーザの絵画の独自性を反映した彩色結果を得られる事と，絵画制作の過程を楽しむ利用の可能性を示してきた[1]．本研究では，彩色結果を実時間更新して表示し，印刷してユーザに提供できるシステムを提案し，そのシステムを観光地で利用させる事で，観光旅行の印象に残る思い出作りの一環としての利用可能性について検討した．

3. 彩色手法



図 1 参照画像

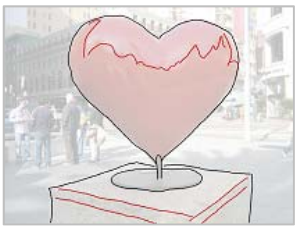


図 2 入力線画

本節では，入力された線画画像に対して自動彩色を行う方法について説明する．入力された線画に対し，ドロネー三角形分割[4]を用いて入力線画を小さい三角形領域に分割する．そして，三角形ごとに重心位置にある参照画像の画素値を参照する．この計算のみで決定した色情報のまま塗りつぶすと，隣接三角形間の色の変化が目立つので，隣接する三角形間で色の平滑化処理を行う．

図 1 を参照画像とし，描いた図 2 の入力線画に対し，以下の手順で彩色することを考える．なお，図 2 における青色と赤色の描画線は，彩色処理の際に役割の違いは無く，結果表示においてのみ役割が異なるものである．

3.1. 入力線画のサンプリング

タブレットから入力する描画線上にサンプリング点を取る．入力描画線は最大 60 回毎秒 の速さで座標情報を読み取り順次記録する．2 つのサンプリング点間が 10 画素以上離れている場合は 10 画素おきにサンプリング点を追加する．同じ位置にサンプリング点が挿入された場合は削除する．

画像の外枠には，10 点おきにサンプリング点を打つものとする．

3.2. 制約付きドロネー三角形分割

3.1.節にて得られた点群に対し，描画線と分割線が交差しない制約を付加したドロネー三角形分割を行う．

ドロネー三角形分割とは，距離空間内に離散的に分布した点群の集合に対し，それらを以下のルールに従い辺で結ぶことで三角形の集合を生成する手法である．

平面上にn個の母点$P_i(i = 1,2, \dots, n)$ が与えられたとき，以下の式(1)に従い各P_iごとに他の母点との垂直二等分線を$(n-1)$ 本作る．

$$V_n(P_i) = \{P \mid d(P, P_i) < d(P, P_j), i \neq j\} \quad (1)$$

$d(P_i, P_j)$は点P_i，P_j間のユークリッド距離を表す．式(1)で定める$V_n(P_i)$をP_iのボロノイ領域といい，これを用いてボロノイ図を構成する事が出来る．そして，共通辺を持つボロノイ多角形の母点を線分で結ぶことでドロネー三角形分割を行うことが出来る．

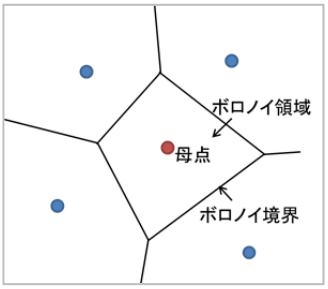


図 3 ボロノイ図

また，分割三角形の外接円内にその三角形頂点以外の点が存在しないよう分割されるという性質を持つ．ただし，描画線と分割線が交差しない制約を付加しない制約を適用した結果，外接円中に頂点以外の点が存在する場合が起こり得る．

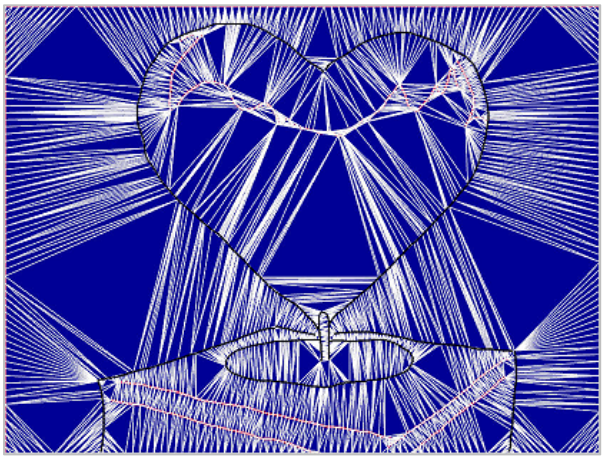


図 4　三角形分割結果

3.1.節と本節の手順を図 2 に適用した三角形分割結果を図 4 に示す．黒色線は入力線画，白色線は三角形分割による分割線を表す．

3. 3.　三角形毎の画素値の計算及び平滑化

分割した各三角形の重心位置における，参照画像の画素値をその三角形の色とする．この状態で三角形を塗りつぶした結果が図 5 である．隣接する三角形間の色の差が激しく不自然な結果となる為，隣接する三角形間で色の平滑化を行う．

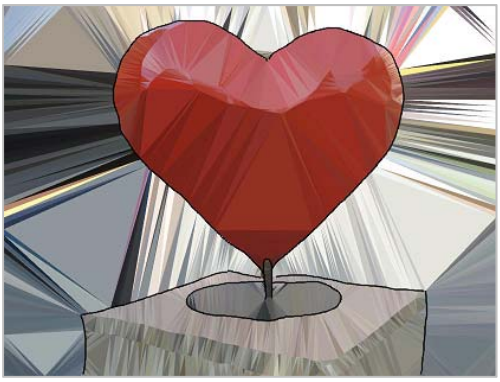


図 5　彩色結果(平滑化なし)

平滑化は，図 5 において，式(2)により，各三角形の R，G，B 値をそれに隣接する三角形の面積での重み付け平均により R，G，B 値を計算することにより行う．A_iは三角形iの面積，V_iは三角形iの画素値を表す．

$$V_i = \frac{A_i V_i + \sum_{j=1}^{3} A_{i_j} V_{i_j}}{A_i + \sum_{j=1}^{3} A_{i_j}} \qquad (2)$$

ただし，図 6 において，三角形iとi_3のように 2 つの三角形の共有辺上に描画線が存在する場合は，$A_{i_3} = 0$ と定義し計算する．これを適用する事により，描画線をまたいでぼかさないようにする．この平滑化を繰り返すことで，隣接三角形間の色の差が小さくなり，自然な彩色結果が得られる．

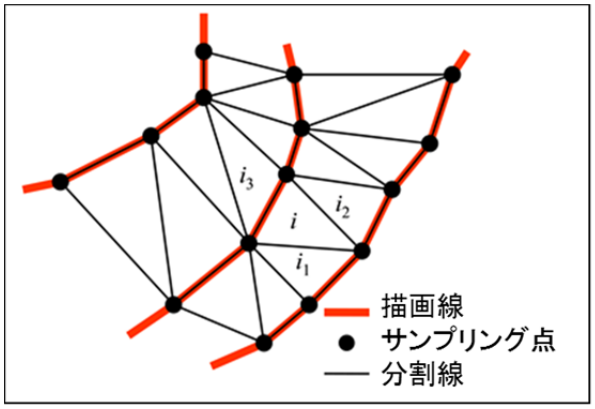


図 6　三角形分割結果の模式図

この色の平滑化を 500 回繰り返した結果を図 7 に示す．隣接三角形間の色の変化が滑らかになっているのがわかる．

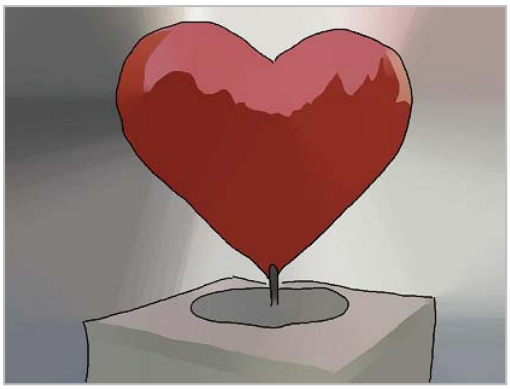


図 7　彩色結果(平滑化 500 回)

4.　対話型自動彩色システム

4. 1.　システム概要

3 章で説明した彩色手法に基づくシステムの UI 画面を図 8 に示す．プログラムの実装は Microsoft Visual Studio 2010 開発環境にて C++ ツールキット openFrameworks を用いた．

4.2. システムの構成

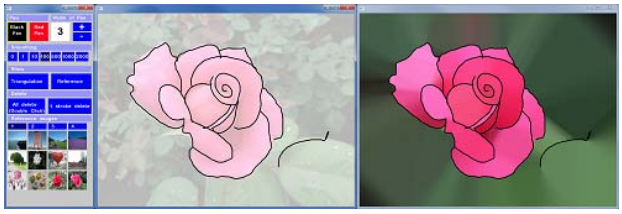


図 8　システムの UI 画面

本システムは 3 つの画面構成から成り，左からツールバー，描画キャンバスである入力部，彩色結果表示画面である表示・処理部となっている．ユーザが中央の描画キャンバスに描画線を入力すると，右側の彩色結果表示画面に彩色結果がリアルタイムで表示される仕様となっている．機能の切替はツールバーで行う．

3 つの画面のプログラムは各々が独立しており，UDP/IP プロトコルを用いたプロセス間通信を用いて描画線の座標情報及び機能切替情報をやり取りしている．

描画用ペンの種類選択，描画線の太さ変更，平滑化回数変更，画面表示切替，線画の削除，参照画像選択機能等の描画を行うための最低限の機能が備わっている．

描画線を描くための主なペンの種類として，オブジェクトの外形・輪郭を描くための外形線向けペンと影や模様、細部を描くための補助線向けペンがある．前者で描いた線は彩色結果にて描画線を境界として色領域を分割し黒色の実線として残り，後者で描いた線は色領域の分割はするが実線として残らない．両者を使い分ける事で絵画の完成度を高める意図がある．

4.3. システムの仕様

本節では，図 9 に示す本研究でのシステムの仕様について説明する．

本システムでは，まず，ユーザが参照画像としたいカラー写真を画像データベースに格納する．

システムを起動後，ツールバー，入力部，表示・処理部は参照画像情報の入力待ち状態となる．ユーザがツールバー内に表示された参照画像のサムネイル画像から参照画像を選択すると，入力部，表示処理部に参照画像の番号を送信し，画像データベースを参照し，画像表示を行う．これで描画線の入力に対して彩色が可能な状態となる．

常に入力部と表示・処理部はユーザからの入力待ちの状態となっており，4.2.節で説明した平滑化回数の変

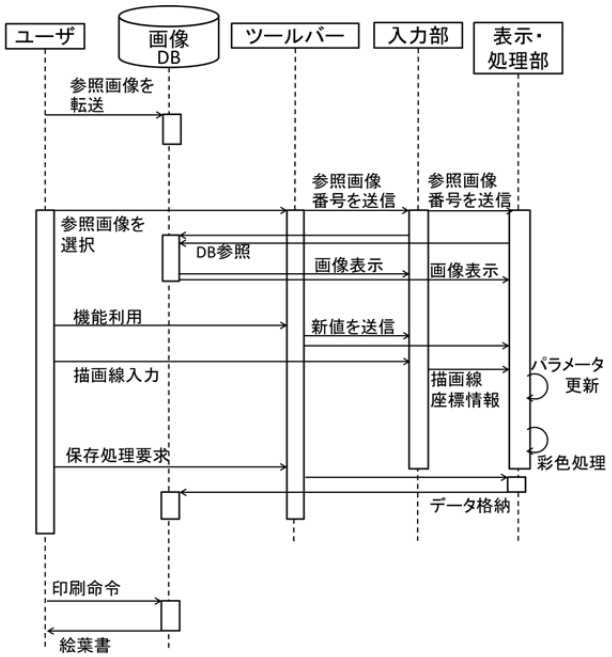


図 9　システムの使い方のシーケンス図

更などのツールバーに実装された機能をユーザが使用，描画線の入力を行った場合にパラメータの更新を行い，表示部を更新させる．

ユーザから保存処理要求があった場合，システム内の画面のスクリーンショット機能が作動し，そのデータを画像データベースに格納する．

システム利用後に画像データベースにユーザがアクセスし，印刷を行うという流れとなる．

4.4. 彩色システムの機能と描画の流れ

まず始めにユーザが好みの参照画像を一枚選択する．本節では，図 10 に示す栃木県日光市の神橋を撮影した画像を参照画像として説明する．

次に，図 11 に示す描画キャンバスにて，図 12 の左側ように線画を描いていく．外形線向けペンを用いて橋や木々，川等の主要な被写体を描いていくと，図 12 の右側のような結果が得られる．描画線を境界として，緑色，赤色，川の色などの主要な被写体の色を表す色が現れているのがわかる．本システムの描画線には，3.3 節で説明した平滑化手法により描画線をまたいで色をぼかさないように制御する機能を持つため，描画線に沿った彩色を可能としている．描画線に沿った彩色がなされており，被写体の形状が認識できる．しかし，このままの状態だと色の変化が単調でやや不自然である．

そこで，図 13 の左側のように補助線向けペンを用い

て模様や影など色の変化をつけたい部分に加えていくことで，図 13 の右側に示すように，絵画全体色の変化をつけることが出来る．また，参照画像の右図に写っていた白い車などの描画したくない細部は描画せずにぼかす事が出来る為，より印象に残したい部分をより細かく描き，逆に削除したい部分を隠す利用の仕方も可能である．このように，線画の描き方はユーザ次第であるため，ユーザの絵画の独自性を反映させた絵画制作が可能となる．



図 10　参照画像

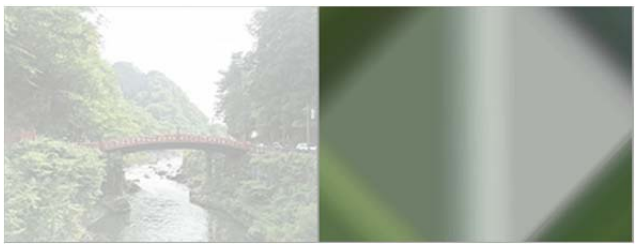


図 11　参照画像選択直後の入力画面(左)と結果画面(右)

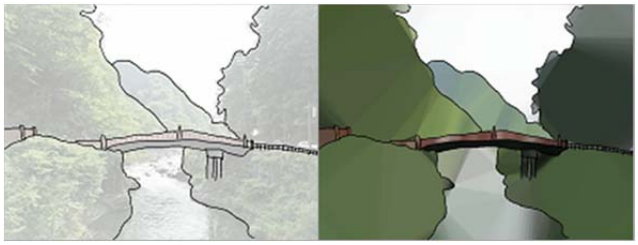


図 12　外形線向けペンで描いた経過



図 13　補助向けペンで描いた経過

5.　彩色システム評価実験概要[5]

先行研究として文献[5]で報告した，本妻色手法を用いたシステムを用いたシステムの評価実験について述べる．

評価実験では，4.1 節で説明したシステムと 12 名の被験者を用いた．本実験では，実際に線画を描き絵画を生成するユーザ視点で，リアルタイム更新機能の有効性及び，システム全体評価を目的としている．

12 名の被験者に，図 8 の入力部と表示・処理部を 1 つのウィンドウで切替表示するシステム(以下通常版システム)と，4.2.節で説明した 3 つのウィンドウで構成されたシステム(リアルタイム版システム)の 2 つのシステムを利用してもらう．その後，表 1 に示す評価語について 4 段階の評価をしてもらった．

実験環境として，ノート PC と液晶タブレットを使用した．ノート PC は OS ：Windows 8.1，CPU：Intel(R) Core(TM) i5-3317U CPU @ 1.70GHz，メモリ：4.00GB である．液晶タブレットはワコム社の Cintiq 13HD を使用した．

表 1　評価語一覧

絵を描きやすい
疲れない
わかりやすい
使いやすい
楽しい
彩色結果に満足した
彩色結果を想像しやすい
日常的に絵描きが行いたくなった
また使いたい

リアルタイム版システムを利用時は，ノート PC に表示・処理部の彩色表示画面を，液晶タブレットにツールバーと入力部の描画キャンバスを表示させて行った．通常版システム使用時は，液晶タブレットにツールバーと描画キャンバスを表示させて行った．

参照画像はピクセルサイズが幅 832 ×高さ 624 のものを 46 枚用意した．

5.1.　評価実験結果

実験結果を図 14，図 15 に示す．縦軸は評価語毎の評価平均値を示しており，青色が通常版，赤色がリアルタイム版の結果を示す．

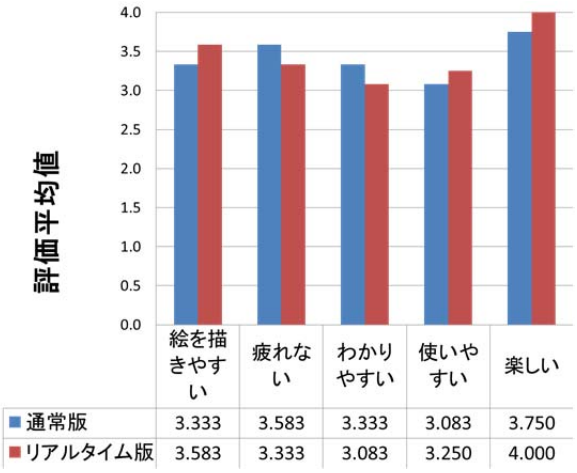


図 14　実験結果(1/2)

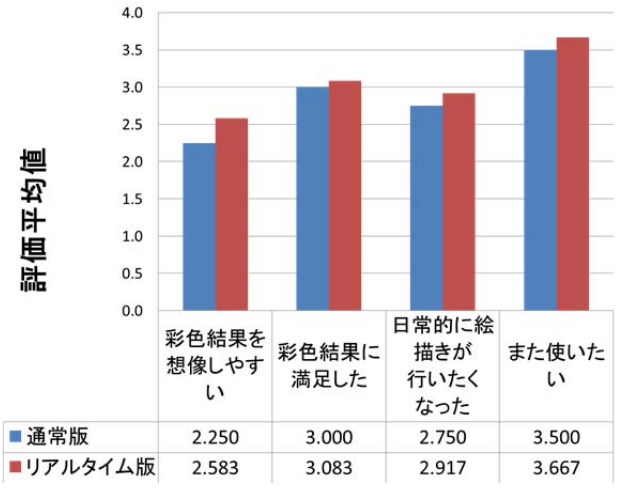


図 15　実験結果(2/2)

表 2　通常版とリアルタイム版のt検定結果

評価語	p値
絵を描きやすい	0.275
疲れない	0.339
わかりやすい	0.275
使いやすい	0.339
楽しい	0.082
彩色結果を想像しやすい	0.166
彩色結果に満足した	0.586
日常的に絵描きが行いたくなった	0.339
また使いたい	0.339

図の結果の平均値の差の検定として，両者のシステムの平均値の差が統計的に有意であるかを確認した結果を表 2 に示す．自由度 11（被験者 12 名より），有意水準 5 %で両側検定のt検定を行った所，いずれの評価語においても両者のシステムの評価平均値の差には統計的な有意差は見られなかった．

リアルタイム版システムにおける一部の評価語における評価平均値を比較する為にt検定を行った対象評価語は彩色結果の満足度の指標である「彩色結果に満足した」と，システム利用過程に関する評価を示す評

価語を対象とした．その中で統計的有意差が表れた結果を表 3 に示す．

この結果から，「楽しい」，「また使いたい」の評価平均値は，「彩色結果に満足した」の評価平均値を統計的に上回る結果であるといえる．

5. 2.　評価実験考察

表 2 のt検定において，有意差が見られなかった要因

表 3　リアルタイム版の一部の評価語間のt検定結果

評価語	p値
「彩色結果に満足した」と「楽しい」	0.0006
「彩色結果に満足した」と「また使いたい」	0.002375

として「楽しい」「彩色結果が想像しやすい」ついては比較的p値が小さめの傾向が出ている．評価段階の少なさ，被験者数の少なさが原因として挙げられるため，これらの問題を解決する事で有意差を確認出来ると期待出来る．

表 3 の検定結果にて，「楽しい」，「また使いたい」の評価平均値が「彩色結果に満足した」の項目を上回った事から，彩色結果に対する満足を示す評価よりも，システムを利用して絵画制作を行う過程での満足度の評価が高いという事がわかる．この為，絵画専門家向けへの作品編集ソフトとしての利活動よりも，絵を描く過程自体に注目したシステムとしての利活用を検討する事が効果的と考えられる．絵を描く動作は対象物を記憶する手段としては，文字で記録するよりも有効な手段であるという事が文献[7]の研究で明らかになっている．思い出に残したい景色等を絵に残すシステムを観光地等の思い出作りの場所に導入するのが有効な手段として検討できる．

現在でも観光先では，キャラクターが描かれた板に顔部分がくり抜かれていて，後ろから顔を出して記念撮影が出来る「顔出しパネル」や，ご当地キャラクター，きぐるみと旅行者の写真撮影等，印象に残すた

めの思い出作りの試みは多く行われている．また，近年 SNS の発達によりお互いの近況をリアルタイムで共有する事が盛んに行われるようになっている背景からも，観光地での催し物は話題づくりの一環として重要な役割を担っている．観光地で，名所旧跡の写真に加え，これらのご当地キャラクターや顔出しパネルを被写体とした観光写真も下絵の写真として利用する事を想定すると，観光地の効果的な宣伝にもなり地域の活性化が期待出来ると考えられる．

6. 観光地利用を想定した調査アンケート

本章では，観光地利用を想定し，調査アンケートを実施した内容について説明する．

2016 年 4 月 2 日から 3 日にかけて行われた宇都宮大学のさくらフェスタ[6]にて本システムを訪問客に対して利用してもらい，アンケートを行う形で行った．このイベントは，栃木県宇都宮市の市民と宇都宮大学の交流を目的としたイベントであり，花見スペースの開放と同時に大学活動での催し物の紹介を行っていた．

6.1. 予備調査

予備調査は 10 歳前後の子供 24 名と成人男性 2 名の計 26 名を対象とした．好みの画像を選択してもらい，本システムを利用後，アンケートに答えてもらった．

システム動作環境は，デスクトップパソコンで OS は Windows 7 Pro x64，CPU は Core i5 660，メモリ 500GB である．モニタは 22 インチタッチパネル付きモニタの iiyama ProLite T2250MTS を利用した．

6.2. アンケートの項目

アンケートの質問内容は，利用したい写真の題材，利用したい画面のサイズ，印刷したいサイズを記入してもらった．写真の題材については，重複回答も可能である．

アンケート回答者が子供である事から，質問項目について不明な点は保護者と実験者が説明を添え，読み書きが難しい場合は利用者の保護者が利用者に質問をし，その内容を保護者に記入してもらう形式を取った．

6.3. アンケートの結果及び考察

アンケートの結果，利用したい写真の題材としては，5 名はアニメーションや地域・企業団体等でのイベント宣伝利用されるキャラクターを，11 名は花や木等の植物を，5 名は犬や猫，魚などの動物，海の生物などを，その他には電車や人物等を描きたいという声があった．

システムのサイズは今のままの 22 インチサイズが良いという声が 15 名、今以上の大画面を希望する声が 6 名，15×20cm 程など、タブレット端末程度のサイズのものを希望する声が 1 名ほどとなった．

印刷サイズは，今回の葉書のサイズ，写真程度のサイズを希望する理由からちょうど良いという声が 9 割以上であり，ごく一部で大きいサイズが欲しいという声があった程度であった．

利用したい写真として，桜などその時の季節に関する題材やその場のマスコットキャラクターの固有名詞名を回答に挙げた人もいた．実際に観光地やテーマパークなどで活用すれば，その土地で撮影された写真を利用される可能性も期待出来る．

7. 栃木県日光市におけるシステム評価

本章では，栃木県日光市の日光郷土センターにて行った本システムの評価実験について説明する．

7.1. 評価実験概要

対象は日光に観光に来た 10 名の老若男女とし，中には海外からの観光客も含まれる．

評価実験の流れは，図 9 に示したシーケンス図のようにまず被験者が使用する参照画像を画像データベースに送信する．該当の写真が無い場合は，データベースにある既存の参照画像を使用した．システムを起動し，本システムの機能を利用，画像を絵葉書として印刷する．その後，7.3 節で説明するアンケートに回答してもらうという流れを取る．

システム利用環境は，デスクトップパソコンで OS は Windows 7 Pro x64，CPU は Core i5 660，メモリ 500GB．モニタはタッチパネル式ではない 22 インチ式の通常のものを使用し，ペン入力の為にワコム社の液晶タブレットは Cintiq 13HD を使用した．液晶タブレットに入力部の描画キャンバスを，モニタに表示・処理部の彩色結果表示画面を表示させる環境を作成した．

7.2. アンケートの項目

アンケートで回答してもらった項目は，使用した写真，次に使用したい写真のジャンル(利用したい具体案があれば自由回答にて記載)，利用したい端末とその理由，システムを利用したい場所とその理由，絵葉書の

利用予定である．各項目は複数回答可能である．海外からの観光客には，英語のアンケートを作成し，同一の内容の回答項目に回答してもらった．

7.3. 評価実験結果

アンケートの回答結果について，利用したい写真についての結果を表 4 に，利用したい端末，利用したい場所についての結果を表 5，6 にそれぞれ示す．

絵葉書の利用については，「友人・知人に送る」が 5 名，「部屋に飾る」が 2 名，「保管する」が 1 名，無回答が 2 名となった．

表 4　写真題材の希望の集計結果

ジャンル	希望人数
植物	5
建物・建造物	2
彫像	1
乗り物	1
食物	2
キャラクター	2
動物	3
人物	2
街中	1

表 5　利用希望端末の集計結果

端末性質	端末種類	希望人数
携帯可能端末	スマートフォン	5
	タブレット	4
移動可能端末	ノート PC	2
固定端末	デスクトップ PC	2

表 6　利用希望場所の集計結果

場所	希望人数
電車・バス内	1
観光地施設の室内	4
屋外	1
自宅	2
ホテル	1

7.4. 評価実験考察

表 4 の結果を見ると，絵画制作の題材にしたい写真にはばらつきがあるものの，植物や自然などの題材が好まれる傾向が強い事がうかがえる．また，アマゾン川等の旅行先の固有名詞を挙げた被験者もいた事から，印象に残った景色をより深い思い出にしたいという心理が働いていると考える事が出来る．

表 5 を見ると，利用希望端末は今回利用したデスクトップ PC のような固定端末よりも，スマートフォン，タブレットのような携帯可能でどこでも操作が可能な端末での利用を期待されている傾向がある事が読み取れる．回答した理由として，「描きやすい画面サイズであるから」，「写真を撮ってすぐ描けるから」，「どこでも描けるから」等が挙げられている．一方で，デスクトップ PC を選んだ被験者は，「落ち着いてじっくり描けるから」という理由を挙げており，絵画制作を落ち着いて行える環境が適切という意見も見られた．この事から，スマートフォンアプリの形で評価を行い，どの端末での利用がより観光の思い出が印象に残るかを調査する事も今後の課題といえる．

表 6 の結果においては，利用希望場所は主に移動中よりも観光施設や自宅，ホテル等の室内の環境が好まれる事がわかる．また，「どこでも描けるから」という理由で希望端末に「スマートフォン」や「タブレット」を選択した被験者の中にも，室内を選択した人が多い．これは，旅行者は基本的に旅行の移動で急ぎ足の傾向がある為，移動している隙間時間と絵描き動作は相性が悪いからだと考えられる．

今回の被験者の年齢層は 10 代が 1 名，20 代が 1 名，40 代が 2 名，50 代が 3 名，60 代が 2 名，80 代が 1 名であった．その中でも海外からの観光客からの利用中の評価が特に良好な傾向が見られている．これは，海外の国立公園などで，アートが 1 つの重要なイベントとなっている背景が関係している事が可能性として挙げられる．例えば，シンガポールの国立公園では絵を描くイベントが毎月行われており[8]，自然の中でスケッチを楽しむ事が一般的かつ日常的となっている．海外における自然交流におけるイベントでの活用も検討出来ると考えられる．

7.5. 彩色結果一例

一部の被験者が描いた彩色結果について図 16 から図 17 に示す．これは，既存のデータベースにある画像を用いて描いたものである．参照画像は図 10 を使用した．他の被験者が描き，完成した結果を図 18 と図 19 に示す．入力線画と参照画像については，被験者からの削除依頼があったため，掲載しないものとする．

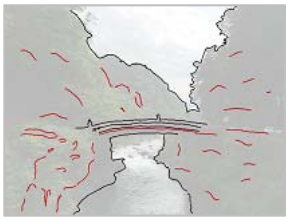


図 16　入力線画



図 17　彩色結果

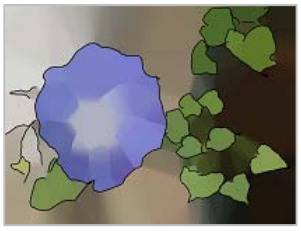


図 18　彩色結果 2



図 19　彩色結果 3

8.　今後の課題及びまとめ

本研究では，カラー写真のような参照画像を下敷きにして描いた入力線画に対し自動で彩色を行った結果を実時間で更新し，印刷するシステムを提案し，観光地やテーマパークなどでの効果的な利活用の可能性について検討した．絵画専門家の為の制作ツールとしてではなく，絵描き動作による旅行の思い出作りに注目し，観光地での利用を通して適正利用のフィードバックを得た．

今後は，スマートフォン向けアプリケーションを作成し，評価試験を行い実施する事である．

謝辞

本研究開発の一部は，総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)」として実施した．研究の機会を与えていただいたことを感謝する．

参考文献

[1] 倉田沙織，石山雄也，森博志，外山史，東海林健二，（2014）“参照画像を利用した手描き線画への彩色”，映像情報メディア学会誌, Vol.68, No.8, pp.J381-J384.

[2] 猪島靖公，吉田俊之，（2008）“実写画像に対する水彩画風イメージ生成について”，電子情報通信学会技術研究報告, IE2008-66, pp 85-90.

[3] 斉藤翠，長尾智晴，（2015）“画家の作風を考慮することができる絵画風画像自動生成システム PAINT-IT ”，電子情報通信学会技術研究報告=IEICE technical report：信学技報, Vol.115(111):2015.6.23-25，pp. 137-144.

[4] Oyvind Hjelle, Morten Dahlen, (2006) “Triangulations and Applications", Springer.

[5] Saori Kurata,Fubito Toyama, Hiroshi Mori, Kenji Shoji, (2015) "Evaluation of a Real-time Automatic Coloring System for Freehand Line Drawings", IDW'15 The 22nd International Display Workshops, Applied Vision and Human Factors, VHFp1 - 7, pp.1021-1024

[6] 宇都宮大学工学部「あそびにおいでよ！さくらフェスタ 2016- 宇都宮大学工学部」http://www.eng.utsunomiya-u.ac.jp/sakura2016/ (2016 年 7 月 15 日)

[7] Jeffrey D. Wammes, Melissa E. Meade & Myra A. Fernandes, (2016) “The drawing effect: Evidence for reliable and robust memory benefits in free recall”, The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol. 69, No. 9, pp. 1752-1776,.

[8] Singapore Government, “National Parks Board”, https://www.nparks.gov.sg/~/media/peb/programme-booklet/nparks-prog-booklet-jul-to-dec-2016_lowres.pdf, (2016.7.18)

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

「学校内外の学びをつなぐ(1)」について
On Organized Session “Connecting the learning inside and outside schools (1)”

白水 始†
Hajime Shirouzu
†東京大学
The University of Tokyo
shirouzu@coref.u-tokyo.ac.jp

本オーガナイズド・セッションの趣旨について，一言説明しておく．

本セッションは，「認知科学」誌上の 23 巻 3 号特集「学校内外の学びをつなぐ」（2016 年 9 月発行）を基に，特集への掲載が決まっている二人の若手研究者の論文を材料として，「学校内外の学びをつなぐにはどうすればよいのか」，「それを学術論文として有意味な形で発表していくにはどうすればよいのか」という二つのテーマについて，対面でインタラクティブな議論を引き起こすことを目的としている．

セッションの狙いを OS への Call for Paper から再掲しておく．

「ICT やデータサイエンスの力で，学校でのフォーマルな学習と学校外でのインフォーマルな学習をシームレスに支援・評価する世界が実現されつつある．学校内でも，毎日の授業に見られる子供同士の会話や子供と教師のやり取りなど相互行為を可視化・数量化し，授業改善につなげる試みも始まっている．しかし，テクノロジが力を増したこの世界で私たちがいかなる教育を行いたいのか，学校の中だけでも多様で複雑な子供たちの学びの過程を，さらに学校の外といかにつなぐのかについては十分に検討されていない．またはそもそも，学校の内／外，もしくはフォーマル／インフォーマルといったような二元論的な学習の捉え方自体が，この議論を停滞させる要因のひとつになっているのかもしれない．本セッションでは，学校内外の学びを広く対象として，学習科学や行動科学，データサイエンス，状況論的アプローチ，認知論的アプローチなど学問分野や手法を問わず，学校内外の学びをいかにつなげるか，人の一生に亘る学習をいかに支えるかに資する研究を集め，私たちがこの先，テクノロジの力を使いこなして，どのような世界を創り出していくべきかの議論を交わす機会としたい.」

この狙いを実現するため，本セッションの構成は次の通りを予定している．

○ イントロダクション（白水）
○ 齊藤萌木氏論文「説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用」の本人による紹介
  - 宮崎清孝・村山功氏による論文への感想・コメント，今後への期待
  - 齊藤氏との議論
○ 飯窪真也氏論文「教師の前向きな学びを支えるデザイン研究」の本人による紹介
  - 山住勝広・村山功氏による論文への感想・コメント，今後への期待
  - 飯窪氏との議論
○ 上記全員をパネリストとしてフロアの皆様と議論

構成の趣旨は，齊藤・飯窪氏の論文について，初稿段階から詳しく読み込んで議論してくださった方を招いて，「学校内外の学びをつなぐ」といった高度に実践的な研究内容を論文にしていくというプロセスはどうあるべきかについても議論するものとなっている．その助けとなるよう，本イントロに続く，齊藤・飯窪両氏の論文は，上記雑誌論文の「議論のしどころ」を中心とした要約を依頼した．詳細は雑誌を御覧になっていただきたい．

また，本セッションは，SIG DEE（教育環境のデザイン分科会）の協力を得て実施される．上記の狙いに含まれる「二元論的な学習の捉え方自体」に対する疑問も，全体の議論を通して浮上すれば面白い．

なお，このセッションはオーガナイズド・セッション「学校内外の学びをつなぐ (2) : ラウンドテーブル」との連動企画であるため，上記のセッションの在り方をひな形として，同時並行的にラウンドテーブルで議論が深まることを期待したい，

説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用
Socially Constructive Interaction Fostering Elaboration of Explanatory Model

齊藤　萌木
Moegi Saito
東京大学
The University of Tokyo
saitomoegi@coref.u-tokyo.ac.jp

Abstract
In order to clarify the nature and mechanism of socially constructive interaction, this paper presents an analysis of an Hypothesis-Experiment-Instruction(HEI) classroom discussion in which 21 third-graders collaboratively developed a rudimentary scientific concept of air. The lesson unit consisted of 11 problems whose answers were to be predicted and discussed one at a time. The analysis focused on the 8th class discussion, which is seen to be most critical for the conceptual change of the children.

The author adopted two analytic perspectives: the framework theory perspective and the knowledge-in-piece perspective. From the frame work theory perspective, each child's model was unique. The diversity of the explanatory model in the class was maintained in the entire discussion. From the knowledge-in-piece perspective, every child actively engaged in the discussion, integrating various knowledge pieces into his/her model. Role change between task-doing and monitoring in a collaborative situation basically led children to elaborate their models. Particular type of monitoring aroused in the classroom played an interesting role in constructing a newer model.

Keywords — socially constructive interaction, collaborative learning, Hypothesis-Experiment-Instruction, explanatory model, conceptual change

※本稿は，認知科学23(3)特集「学校内外の学びをつなぐ」に採録の同名論文を一部要約したものである．

1. 主題の設定

本稿の目的は，小学校 3 年生 21 人が順に配列された 11 の問題の解を協調的に探究する活動をとおして空気の概念を学んだ仮説実験授業『空気と水』（板倉，1963；仮説実験授業研究会，1970）の記録を分析し，説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用の実態は，参加者一人ひとりが，自身の経験に依拠した固有の枠組みを持った説明モデルに，他者の発言をモニタリングすることによって様々な知識を取り込んだり，関連づけたり，知識そのものを見直したりしながら，独自のモデルでありながらなおかつ精緻なモデルへと，説明モデルをそれぞれ変化させていくプロセスであるという知見を提示することである．

教科内容に関する知識の深い理解のために，児童生徒を協調問題解決活動に繰り返し従事させることが必要であるという知見は，これまで数多く蓄積されている（Hatano & Inagaki, 1991；Clark & Linn, 2003; Schwartz & Martin, 2004；Miyake, 2008）．しかし，教室における協調問題解決活動が一人ひとりの児童生徒の理解深化に資するメカニズムについては知見が十分でない．学習科学研究では，協調問題解決活動が理解深化に貢献するメカニズムを，社会的建設的相互作用をとおして一人ひとりの学習者が「説明モデル」を構成し，精緻化していく過程としてモデル化することが提案されている（CoREF, 2015）．また，説明モデル精緻化の過程において「概念的くさび」となりうる概念が，モデルの構成要素を統合するくさびとしての機能を果たすことも指摘されている（Hatano & Inagaki, 2003）．しかしこうしたメカニズムの実態を，教室の児童生徒の学習の実際と結び付けて明らかにした例は少ない．

2. 研究の枠組ー知識の社会的構成モデルー

学習科学研究では，協調問題解決活動が教室の児童生徒の理解深化に貢献するメカニズムを，「社会的建設的相互作用」をとおして一人ひとりの学習者が説明モデルを構成し，精緻化していく過程としてモデル化することが提案されている（表 1）．

知識の社会的構成モデルは，協調問題解決活動は説明モデルの構成と精緻化につながる社会的建設的相互作用を引き起こすために，参加者の理解深化に貢献するという考えを示すものである．そこで本稿では，説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用の実態に焦点を当て，協調問題解決活動が学習者一人ひと

りの理解深化に貢献するメカニズムをもう一歩詳細に明らかにすることを試みる．

表１　知識の社会的構成モデル（CoREF，2015）

レベル３ 科学者集団の合意	先生が教えたい，教科書にのる様々な知識	例） 熱力学の体系
レベル２ 「説明モデル」	他者が持っている知識も統一的に説明できるような，少し抽象的で視野の広い知識	例） 動き回る粒の図式
レベル１ 一人で作ることができる知識	学習者一人ひとりが作ってきた知識 経験のたびに確認して強化される／してしまう	例） ものを温めると体積が増える

3. 仮説実験授業『空気と水』における理解深化のプロセス

3. 1 仮説実験授業における問題解決手順

本稿で研究の題材とする仮説実験授業は，社会的建設的相互作用を引き起こす授業デザインの典型の１つである（Roseman，et. al.，2008）．仮説実験授業は主題となる知識に関する様々な問題を，１つひとつ順を追って協調的に解決していく活動に学習者を従事させることによって科学の概念や法則を教える授業であり，その問題解決手順は表２のような一連のステップとして定式化されている．

表２仮説実験授業の問題解決手順と学習者が従事しうる活動

手順	従事しうる活動
1. 教師が，問題（予想選択肢があればそれも含）と実験手順を説明する	モニタリング
2. 実験結果を各自予想する（多くの場合 2-4 種類の選択肢から選ぶ）	課題遂行
3. 教師がそれぞれの予想を選んだ学習者に挙手を求め，数を数え，板書して分布を表示する	課題遂行とモニタリング
4. 予想の根拠や各予想への疑問点などを出し合い，自由に討論する	課題遂行とモニタリング
5. 教師が実際に実験を行って問題の解を明らかにする	モニタリング
6. 実験の結果を各自の言葉で授業書に書き留める	課題遂行

3. 2『空気と水』の問題配列と期待される知識統合のプロセス

『空気と水』では，様々な場面で空気と水の出入りを問う 11 の問題が準備されている．一連の問題をとおして様々な場面での水の動きを目に見えない空気の存在やはたらきによって説明できることが目指されている．知識の社会的構成モデルに即して言えば，ねらいはレベル２の知識の構成と精緻化と言える．

11 の問題は性格の異なる２つの問題群に分けられる． ２つの問題群をまたいで社会的建設的相互作用を繰り返させることで，説明モデルの構成と精緻化を支援している．11 の問題とその図式を図１に示す．

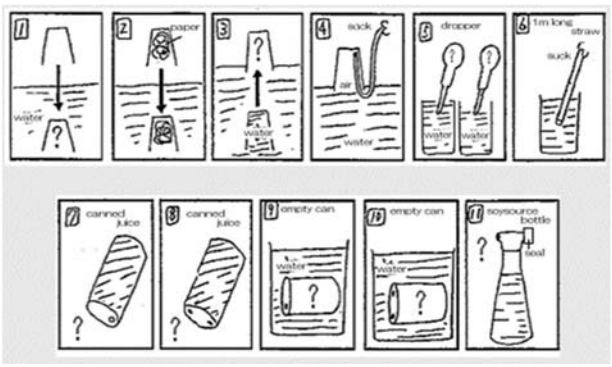


図１　『空気と水』の問題の内容配列(筆者作成)

P1～6（P＝問題）は，空気に関する日常の知覚経験と結びつきやすい難易度の低い問題となっている．対して，P7 以降はそうした経験と結びつきにくく，経験則を活用しづらくなる。P7 以降の問題のこのような性質は，説明モデルの吟味を活発化させ，説明モデルの精緻化を促すと考えられる．齊藤（2014）は，教材デザインから期待されるプロセスが実際に生じることを，授業記録の分析によって確認した．説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用は，特に P8 において集中的に生じていたのである（図 2）

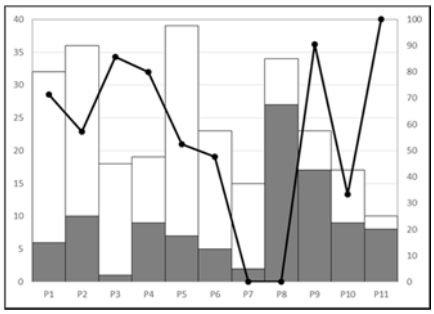


図２　各問題における発言の数と正答率（齊藤，2014）
発言の数は左軸の棒グラフに示す(単位は発言数)グレーの部分が説明モデルを問題解決に活用しながら吟味する発言の数，白い部分がその他の発言数を示す．正答率を右軸折れ線グラフに示す（単位は%）

4. 仮説と方法

4.1 仮説

先行研究により，仮説実験授業『空気と水』による一連の授業では，P8 の討論において，説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用が特に活発に起こっていることが示唆された．そこで，本稿では, P8 の討論の場で生じた社会的建設的相互作用の実態を分析する．

分析に際し，「P8 における社会的建設的相互作用の実態は，参加者一人ひとりが，固有の枠組みを持った説明モデルに，他者の発言に影響を受けて様々な知識を取り込んだり，組み替えたり，知識そのものを変化させたりしながら，独自のモデルでありながらなおかつ P8 の実験結果をより精密に説明できるモデルへと，説明モデルを変化させていくプロセスである」という仮説を設定する．

先行研究では，協調問題解決活動が学習者の理解を深化させるプロセスは，参加者が知識を共有して考えを 1 つの方向へ向けて変化させていく過程であるという知見と，一人ひとりがそれぞれに特徴を持った固有のプロセスで考えを変化させていく過程であるという知見が示されている．Roschelle(1992)は，速度と加速度を学んだ高校生ペアの 15 分間の会話を, 話者間での知識の共有に着目して分析した．Roschelle は，片方の生徒が説明に用いる語句が，会話を経てもう 1 人の生徒にも用いられるようになっていることを確認し，協調課題解決過程ではそれぞれの学習者の知識が相手に共有されて 2 人の知識が全体として変化し，1 つの科学者集団の合意に近づく方向に収斂していくという結論を導いている．

一方，Shirouzu & Miyake(2002)は，Roschelle のデータを，発話の変化に着目して話者ごとに再分析した．その結果，速度と加速度の関係を説明する 2 人の生徒の発言には最初から最後まで違いがあり，その生徒だけが用いる特徴的な語句が含まれることを確認し，協調課題解決過程において各人には固有の知識構成のプロセスがあり，やり取りを経ても個人の知識の固有性は維持されるという知見を提示している．Miyake(2008)はこの分析から，Roschelle が分析対象とした 2 人の生徒は，最後まで「各自異なったモデルを持っていた」と結論づけている．

Miyake(2008)は, 一見対立的に見える Roschelle と，Shirouzu & Miyake のアプローチは相補的であると述べている.しかし，相補性がいかなるものであるかについてはこれまで詳細な検討が行われていない. そこで，本稿では, Roschelle と Shirouzu & Miyake の知見は，協調問題解決活動が学習者の理解を深化させるプロセスの相補的な 2 つの側面を明らかにしたものであるという解釈に基づき，仮説を設定した．日常経験に照らして考えても，やりとりをとおして理解が深まるプロセスは，知識を共有しながら考えを変化させていく過程であると同時に，自身の考えをある程度一貫性の取れた固有のものとして整備していく過程でもあるという 2 つの側面を持ったプロセスとして経験される．Roschelle の分析は, 学習者が互いに影響を与えあって知識を変化させるプロセスとしての側面に光を当てており，Shirouzu & Miyake の分析は，一人ひとりの学習者が固有性のある知識構造を整備するプロセスとしての側面に光を当てている．このようにとらえると，知識の共有および考えの変化が起きているという解釈と，やりとりを経ても個人に固有の説明モデルが維持されているという解釈は，矛盾せず，相補的なものだとみなすことが可能となる．

以上より，『空気と水』の P8 における社会的建設的相互作用をとおした説明モデルの精緻化プロセスも，
個々の学習者がやりとりをとおして知識を共有しながらモデルを変化させていくプロセスであると同時に，討論開始時までに構成されつつあった説明モデルをある程度一貫して自身の予想を正当化できるような固有の説明体系として整備していくプロセスでもあると考えられる．そこで，本節冒頭に提示した仮説を設定した．

4.2 方法

本稿では「要素」と「枠組み」という 2 つの着眼点を設定して P8 の討論における児童の発話を分析し，説明モデルの精緻化のプロセスの 2 つの側面を描出することを目指す．「要素」に照準を合わせた分析法によって，個々の学習者がやりとりをとおして知識を共有しながらモデルを変化させていくプロセスを描出し，「枠組み」に照準を合わせた分析法によって,相互作用を経ても保持される各自の説明モデルの固有性を描出する．

分析方法は，概念変化研究における概念変化過程の描出法を参考に設定した．説明モデルの精緻化のプロセス，すなわち問題に対する解をより精密に説明できるモデルへと説明モデルを変化させていく過程は，知識の構造的な変化を伴う学習のプロセスであり，認知科学研究において「概念変化」と呼ばれるプロセスの

1つである．概念変化の基本的なメカニズムに着目する研究では，概念変化のプロセスの記述の仕方として，要素（elements）と呼べるような様々な小さな知識の組み合わせが変化するプロセスとして記述する方法と，枠組み理論（framework theory）に立脚した説明体系のゆるやかな変化のプロセスとして記述する方法が並存してきた．

前者の記述法は,1つの問題の解決過程や1時間の授業,インタビュー中といった比較的短いスパンでの概念変化プロセスを記述する方法として使用されてきた（diSessa, 1988, 2013; Minstrell, 1989; Williams, Hollan & Stevens, 1983).

Roschelle(1992)が高校生ペアに「共有される知識」として着目していたのも，「要素」と呼べる知識である．それぞれの研究例では，着目する小さな知識に「自律的オブジェクト」,「p-prim」,「ファセット」といった名前を付けている．名前は異なるが,ここで着目している知識は,断片的で独立して使うことができ,知覚経験から自然に獲得され,それ自体変化するという特徴を備えたものとして想定されている．「ものを押せば縮み，離せばもとに戻る（弾性)」などがそうした知識の一例である．これは抽象的な知識ではあるが,複雑な構造を持たない知識であり,自覚的な学習を伴わずに自然に獲得され,この知識を使う学習者にとって深く吟味せずに受け入れられる．表1の「経験則」の領域における,直感的で素朴な「知識の群」と位置づけることできるだろう．「要素」に着目した描出法では,小さな知識が主題や学習環境に応じて組み上げられたものとして説明モデルを描きだすことができ,その精緻化は,モデルを構成する小さな知識やその関係性が変化するプロセスとして描きだすことができる．Roschelle(1992)は，こうした描出法を用いることによって，知識を共有しながら考えを変化させていくプロセスとして，やりとりをとおした理解深化過程を描出したと言える．

一方,後者の記述法は,幼児から学齢頃までの発達の過程といった比較的長いスパンでの概念変化プロセスを記述する方法として使用されてきた（Carey, 1985; Vosniadou, 2013; Wellman & Gelman,1992）．これらの研究例では,説明モデルの背景には，ある程度整合性の取れた概念構造があると説明されている．

Vosniadou とその同僚による「地球」の説明モデルに関する一連の研究はその典型である．ここでは,幼児が「地球」とはどのようなものであるかについて「半円形」「長方形」などの「誤った」説明モデルを持つとき,説明モデルの背景には,ものの存在や動きに関する素朴な理論（「軽いものは上，重いものは下で安定する」「ものは支えられて安定する」など）を基底とする概念構造があると説明している．基底となる理論は,「地球」に関する経験以外も包含する適用範囲の広い理論であり,説明モデルの基本的な性格を特徴づける．言わば，説明モデルに「枠組み」を与える理論である．そこで「枠組み理論（framework theory)」と呼ばれる．枠組み理論は様々な物理的事象に関する経験則と関連づけられているため，容易に変化しない．しかし，社会文化的制約のもとで長期に亘る学習経験を積み重ねることで，ゆるやかに変化していく．枠組みに着目する描出法では,説明モデルを,何らかの「理論」を枠組みとして構成,精緻化される，ある程度整合性の取れた説明体系として描きだし,その精緻化は，長期的には「『誤概念』から『科学的概念』への変化」と表現されるようなゆるやかで大きな変化のプロセスとして描きだすことができる．

枠組みに着目する描出法は，1つの問題解決の過程などの短期的なプロセスの分析に用いれば，固有の説明体系が維持される様子を描き出すことができると考えられる．Shirouzu & Miyake(2002)が着目した，2人の「固有性」は，力の合成を「加算」とみなす数学的な考え方と，「加速度が速度を引き出す」ととらえる物理的な考え方という説明モデルの基本的な性格の「固有性」である．ここでは，分析の着眼点は「枠組み」にあり，それによって，一人ひとりの学習者が固有性のある知識構造を整備しているプロセスを描出できたと言えよう．

「要素」に着目する記述の仕方と，「枠組み」に着目する記述の仕方は，相互に排他的であると考えられてきた．しかし近年,「要素」に着目する記述の仕方と,「枠組み」に着目する記述の仕方は，概念変化プロセスへの接近度の違いであり，俯瞰的に全体像をとらえようとしたか（zoom out)，接近して微視的にとらえようとしたか（zoom in）というピントの合わせ方の差であるという見解が示されている（Clark & Linn，2013)．Clark らによれば，2つの描出法は,概念を関連する様々な知識から構成されるものとみなし，その変化を描きだそうとする点では同一である．しかし，異なる照準で概念変化のプロセスにアプローチしているために，描出されるものが異なるという．

概念を様々な関連知識から構成される構造物とみな

したとき，その構造物に接近して記述すれば，構成要素となる小さな知識の要素単位の変化に照準が合う．これが，「要素」に着目した描出法である．対して，ズームアウトすると，構造物全体の形状に照準が合う．この照準で全体の形状を特徴づける理論を描出しようとするのが「枠組み」に着目する記述の仕方である．このようにとらえると，これまで対立的にとらえられていた 2 つの描出法は，相補的で併用可能だということになる．「要素」に照準を合わせた微視的なレンズを用いた分析法では，文脈に応じた知識の変化を描出することができるが,説明モデルの全体像を描出することが難しい．対して,「枠組み」に照準を合わせると,各人の説明モデルがどのような理論を基底として組み上げられているかその全体像を把握できる．「枠組み」に着目した分析は,より長いスパンで行えば,説明モデルの全体像を基底する理論のゆるやかな変化を描出することもできるだろう．しかし,巨視的なレンズのみでは,変化の端緒となりうる小さな変化を描出することは難しい．2 つの描出法を併用することにより,概念変化プロセスのより詳細な実態が明らかになると考えられる．

本稿では, 2 つのレンズを併用して P8 の討論における説明モデルの精緻化の過程にアプローチする．1 つ目の分析では，説明モデルを構成する基本単位となるような知識を「要素」と呼んで焦点化する．「要素」に照準を合わせた分析により，児童が既有知識やその場に提供される様々な知識のうちどんなものをとりあげて説明モデルに取り込んでいくのか，やりとりによる説明モデルの変容を微視的に描写する．また，説明モデルの基本的な性格を基底する理論を「枠組み」と呼び,もう 1 つの分析視点とする．「枠組み」に照準を合わせた分析では，それぞれの児童がやりとりをしながら構成，精緻化しようとしている説明モデルの特徴を巨視的にとらえる．

5. データおよび分析手続き

5. 1 分析対象データ

本稿では齊藤(2014)の事例①と同じ授業の記録を分析対象とする．授業は，2002 年の 5 月から 6 月にかけ，45 分の授業 12 コマを使い，小学校 3 年生の 1 学級で，21 人の児童を対象に行われた．授業が行われた学校は一般的な公立小学校，実践者は仮説実験授業の実践経験豊富な 50 代女性である．実践に際し，問題を飛ばす，加える，問題解決手順を省略する等の意図的な改変を行っていないことが確認できている．

授業記録は，自身の授業の振り返りのために実践者が作成し，のちに筆者が譲り受け，分析する許可を得たものである．従って分析対象とするデータは，全て学習過程で自発的に生起した外化物であり，研究目的のために意図的に採取したデータを含まない．ゆえに，本データには量・質共に制限がある．しかし，教師が日常の業務の一環として採取できるデータでどこまで児童生徒の認知過程にアプローチできるかの限界を確認することは，教育実践と認知科学の連携のあり方を考える手がかりになるのではないだろうか．

授業の記録に含まれるデータは，予想分布，討論中の発言記録，授業後感想文，事後テスト点数の 4 種類である．今回は，4 種類のデータのうち「討論中の発言記録」を主に使用する．これは，討論における児童の発言を実践者が MD に録音して書き起こしたものであり，録音された発言の全てを起こしたことが確認できている． 話者の区別のため，21 人の児童には，総発言数の多い順に A～U のアルファベットを付す．

P8 は 12 時間の授業中 9 時間目に 1 コマを使って授業されており，討論中の発言数は 34 発言である．「発言数 1」とは児童が，1 人の児童が発言をし始めてから他の児童が発言をし始めるまでに行われた一連の発話を意味し，文や語の数は様々である．

5. 2 分析の手順

分析は，P8 の討論において特に発言数が多く，認知過程を想定しやすい児童 4 名（児童 ABCE）を中心に行い，以下 2 つの手続きによって，説明モデルの精緻化の過程にアプローチする．それぞれの児童が P8 において選んだ予想と討論中の発言回数を表 5 に示す．

表5：分析対象児童がP8で選んだ予想と発言回数

児童	選んだ予想	発言回数
A	イ　でてこない	5
B	ウ　ぽとぽとつづいてでてくる	7
C	イ　でてこない	6
E	イ　でてこない	3

※P8の選択肢は
ア　ジュースはいきおいよくでてくる
イ　ジュースは、でてこない
ウ　ジュースは、ぽとぽとつづいてでてくる
の３つであり，正解は「ア」．

5. 2. 1 説明モデルの構成要素に着目した分析

はじめに，説明モデルの構成要素に着目した分析の手続きを説明する. 構成要素に着目した分析では, 様々な要素のうちでも，特に空気の概念に関する諸要素に

焦点を当てる．空気という概念は，この授業の説明モデル精緻化の過程において「概念的くさび」(Hatano & Inagaki, 2003) としての機能を果たす概念である．概念的くさびとは，説明モデルの要となる概念であり，説明モデル精緻化の過程において様々な要素を強固に結びつけるくさびの役割を果たす．そこで，空気という概念に焦点を当てることで，説明モデルの中核的な構造の変化を描出できると考えられる．

分析の際，空気の概念に関する説明モデルの構成要素として，6 つの要素を抽出する（表 6）．6 つの構成要素は，空気に関する知識で，4.2 で検討した小さな知識の要素に共通する特徴を備える知識とした．要素は P1-P7 までの討論中の児童の発言と，「空気」の概念の発展に関する科学史研究（三宅，2011），および発達心理学研究（永盛，2008）を参考に，児童が活用しそうな要素を 6 種類設定した．

要素は Element の頭文字を採用し，E1～6 と略記する．1～6 に序列は設けていない．また，6 つの要素は説明モデルの構成要素を網羅するものではなく，説明モデルの中核となる「空気」の概念に関する構成要素として設定している．齊藤（2014）では，「空気」という単語が説明モデルを活用しながら吟味する発言と連動して児童に使用されることが示されている．そこで，発言者が「空気」という単語をどのような語句と結びつけているかを指標に，空気の概念に関する説明モデルの構成要素の種類，関連づけ，要素そのものの意味をとらえる．

分析の例を表 7 に示す．発言中の指標とした語句に下線を記している．分析結果は「要素」の欄に，構成要素の記号と，加算記号を使って表現する．この発言は「空気」を主語とした 1 つの文であり，「泡になって上に出ていく」という語が空気と結びついていると言える．「空気」が主語となっているところから，空気が存在しているという知識が発言の前提にあると分析できる．「泡になって」という言葉から，空気は泡という形態を取りうるという要素が使われていると分析できる．更に「上に出ていく」という言葉から，空気は運動するものであるという要素，上昇する特性を持つという要素が使われていると分析できる．結果として，この発言時，この児童の説明モデルは E1, E3, E4, E6 という要素が結びついて構成されていると解釈できる．

このような分析を発言ごとに行うことで，要素の変化を描写することができると考えられる．分析では,変化を 3 種類に区別して描出する．新しい要素が加味さ

表6 「空気」という概念に関する説明モデルの構成要素

記号	要素
E1	空気というものが存在している
E2	空気は空間を満たす
E3	空気は水中で泡になる
E4	空気は動く
E5	空気は力を持つ
E6	空気の持つその他の特性についての知識

表7 構成要素に着目した分析の例

発言	分析	要素
空気は泡になって/上に/出ていくんだ。	「空気」 空気というものが存在している(E1) 「泡になって」 空気は泡という形態を取りうる（E3） 「上に出ていく」 空気は運動する（E4）， 空気は上昇する特性を持つ（E6）	E1+E3+E4+E6

れるなど,説明モデルを構成する要素の種類の変化を「取り込み」,要素どうしの関連づけの変化を「組み替え」，要素の適用範囲の広がりや，要素を表現する言葉の変化など，要素そのものの内実に変化が想定されるものを「充実」と呼ぶ．

5．2．2 説明モデルの枠組みに着目した分析

次に，P8 において児童 A，B，C，E の説明モデルの枠組みに着目した分析の手続きを説明する．3.2 節および 4 節で検討したように，児童の説明モデルはこれまでの授業（P1-P7）をふまえて構成，精緻化されると考えられる．だとすれば P8 において児童は，日常体験から作り上げる素朴な理論で， P1-P7 までの実験結果を一貫して説明できる児童なりの理論を枠組みとして，説明モデルを構成・精緻化すると考えられる．

ここでは分析に際し，そうした枠組みで児童が採用しそうなものを， 3 種類仮定し，発話を分析する．

表8 説明モデルの枠組み

枠組み	着眼点	指標となる語句
位置関係枠組み	空気と水の相対的位置関係（上下） 空気と水の運動の向き	上/下/あがる/さがる
相互作用枠組み	水と空気の力の及ぼし合い	力/押し出す/入り込む
出入り口枠組み	出入り口の数や大きさ 空気と水の出入り口でのふるまい	一方/両方/入れない/出れない/ふた/満杯

位置関係枠組みは，軽いものは上，重いものは下に動くという枠組みである．この枠組を採用すると．（軽い）空気は（重い）水より上にいこうとして動き，（重い）水は（軽い）空気の下にいこうとして動く，水が相対的に空気より下にあれば安定するという説明モデルを構成できる．

相互作用枠組みは，運動は力の及ぼしあいで起こる

という枠組みである．この枠組みを採用すると，空気と水の動きは互いに相手に対して力を及ぼしており，力がつりあえば運動は生じず，どちらかの力が弱い／強い時は運動が生じるという説明モデルを構成できる．

出入り口枠組みは，空気の出入りと水の出入りはセットであり，出入りが起こるかは出入り口の有無によるとする枠組みである．この枠組みを採用すると，出入り口があれば／なければ空気と水の入れ替わりが起こる／起こらないという説明モデルを構成できる．

分析の際，その枠組みによる説明モデルを活用して P8 の実験結果を説明しようとした場合に予想される着眼点と，着眼点の指標となる語句を設定し，それぞれの児童の発言中にどの語句が多く含まれるかを確認する．確認の結果，最も多く含まれる語句から採用している枠組みを推定し，その後，他の指標の使用例にも注目して，枠組みの転換や統合の可能性を検証する．

6. 分析結果

2 つの視点から発言を分析した結果，P8 における社会的建設的相互作用による説明モデルの精緻化のプロセスの二面性を描出できた．以下，構成要素に着目した分析と，説明モデルの枠組みに着目した分析のそれぞれについて結果の概要を記述する．詳細な分析結果は，掲載論文を参照のこと．

6. 1 説明モデルの構成要素に着目した分析の結果

説明モデルの構成要素に着目した分析からは，それぞれの児童が，他者の発言をモニタリングすることによって，説明モデルに新しい要素を結びつけたり，要素を組み替えたり，要素そのものを充実させたりして，説明モデルを変化させていく様子を描出することができた．討論を経て説明モデルの構成要素が変化しなかった児童はいなかった．

児童 A は，討論をとおして，児童 B，児童 C，児童 F などの発言から影響を受け，説明モデルの構成要素を組み替えたり，新たな要素を取り込んだり，要素そのもの充実させたりしていた．児童 B は，主に討論の前半において，児童 A，児童 C，児童 E の発言に影響を受け，説明モデルの構成要素の組み替えと，新たな要素の取り込みを短期間で頻繁に行っていた．

児童 C は，討論の前半では，説明モデルの構成要素を組み替えたり，新たな要素を取り込んだりはせず，要素そのものを充実させる変化が中心であった．しかし，討論の終盤で児童 B への質問（21）をきっかけとして新たな要素を取り込んだ．

児童 E は児童 A,B,C に比べ，討論中の役割交代の頻度が低いのが特徴的であるが，長いモニタリングの後の 3 番目の発言では要素の変化を確認できた．

6. 2 説明モデルの枠組み

一方，説明モデルの枠組みに着目した分析の結果，児童 A，B，C，E は P8 において，それぞれ別々の枠組みを採用していると解釈できた．また，討論をとおして枠組みが 1 つの方向に収斂しているとは解釈できなかった．語句の使用数から，児童 A，B および E は「位置関係枠組み」，「相互作用枠組み」，「出入り口枠組み」を主に採用していると解釈できた．しかし，児童 C については，「相互作用枠組み」の指標となる語句と「出入り口枠組み」の指標となる語句を同数用いていた。そこで発言をより詳細に分析した結果，社会的相互作用をとおして相互作用枠組みと出入り口枠組みを統合した等と解釈するよりも，児童 C 自身の固有な枠組みを維持していたと解釈することが妥当であることが確認できた．指標となる語句の使用法から，児童 C の枠組みは，「領域不可侵枠組み」と呼ぶことができる．

7. 結論

以上により，仮説実験授業『空気と水』の P8 において生起した説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用の実態は，参加者一人ひとりが，自身の経験に依拠した固有の枠組みを持った説明モデルに，他者の発言をモニタリングすることによって様々な知識を取り込んだり，組み替えたり，知識そのものを充実させたりしながら，独自のモデルでありながらなおかつ P8 の実験結果をより精密に説明できるモデルへと，説明モデルをそれぞれ変化させていくプロセスであると結論づけることができる．

説明モデルの構成要素に着目した分析からは，それぞれの児童が，他者の発言のモニタリングをきっかけとして自身の説明モデルに様々な知識を結びつけたり，知識を組み替えたり，要素そのものを充実させたりしながらモデルを変化させていく様子を描出することができた．討論を経て説明モデルの構成要素が変化しなかった児童はいなかった．

他方，説明モデルの枠組みに着目した分析からは，児童 A，B，C，E が P8 において，活用，吟味している説明モデルには，それぞれ異なった枠組みがあることを確認できた．児童はそれぞれ討論中に主に着目するポイントが異なっており，相互作用をとおして各自の枠組みが 1 つの方向に収斂する，別の児童の枠組み

と統合されるなどは確認できなかった．枠組みは，日常経験とP1-P7の実験結果に即した素朴な理論であり，科学の形式理論原則（レベル3）に照らすと間違いを含みながらも， P8 という新しい文脈とこれまでの学校内外の経験をある程度一貫して説明できる説明体系へと，説明モデルを精緻化していくことを支える知識であった．

8. 考察

以下では，本稿で得られた結論が，協調問題解決活動が学習者の理解を深化させるメカニズムに関する知見をいかに精緻化しうるかについて考察し，概要を示す．考察の詳細については掲載論文を参照のこと．

結論から，社会的な建設的相互作用の場面では，一人ひとりの学習者の認知過程において，枠組みレベルで固有の説明体系が,要素レベルでの知識の変化によって整備されていくことにより，一人ひとりの学習者が，他者の持つ知識を統一的に説明できるような「説明モデル」を，自ら構成，精緻化していくことが可能になるという示唆が得られる．学習者一人ひとりが固有の枠組みを採用することによって，自身内での一貫した説明体系の構成と精緻化という安定したゴールを目指した学習が可能になる．このとき，説明モデルの構成要素の単位では，知識の充実や，組み替え，新しい知識の取り込みが活発に起こっている．社会的建設的相互作用に従事することで，各学習者の認知過程においてこうしたプロセスが進行するために，主体的に自分たちのペースでやりとりしつつも，課題を共有する別の学習者の持つリソースを有効に活用し，説明モデルを少しずつレベル3に近づけていくというプロセスを実現させることができると考えられる．

更に，本稿の分析結果からは，建設的相互作用の建設性を担保する2つの重要な学習活動のうちモニタリングの機能についても新たな示唆を得ることができる．建設的相互作用において，モニタリングは発言の見立て直しや視点の転換を伴う能動的な知識構成の活動であると位置づけられてきた（Shirouzu et al., 2002）．しかし，モニタリングにおける能動的な知識構成活動の実態は，特に3人以上の他者が課題を共有して考えを出し合うときに起こる社会的な建設的相互作用の場合では，詳しく明らかにされているとは言えなかった．

ここでは，本稿の分析結果をもとに，社会的建設的相互作用におけるモニタリング中の知識構成活動の機能について仮説を提示したい．すなわち，社会的建設的相互作用における　モニタリングの機能は，説明モデルを構成要素となる知識の 1 つを充実させる活動（知識の充実），知識の連関を組み替える活動（知識の組み替え），新しい知識を取り込む活動（知識の取り込み）の3つに区別でき，更に，知識の取り込みには，他者が活用している知識を自身の説明モデルに取り入れる場合（知識共有型）と，自身の既有の知識構造を探索してその議論の場で誰も言及してない新しい知識を説明モデルと関連づける場合（知識想起）の2つがありうるという仮説である．

9. 実践への示唆

最後に，教室において児童生徒の理解深化を支える協調問題解決活動のデザインについて，本稿からいかなる示唆を見出せるかを検討したい．本稿の結論をふまえると，協調問題解決活動を授業に参加する多様な児童生徒が説明モデルを構成し，精緻化する学習につなぐには，要素と枠組み両方のレベルで学校内外の学びを結びつけるデザイン戦略が必要であるという示唆が得られる．

説明モデルの精緻化が，一人ひとりの学習者の認知過程における要素単位での知識の変化と，固有の枠組みを持った説明体系の整備を同時に進行させる社会的建設的相互作用によって支えられているとすると，学習者の説明モデルの精緻化に資する協調問題解決活動をデザインするには，多様な児童生徒が要素を自由に出し合え，なおかつ，各自の枠組みを学校内に持ち込める必要があると考えられる．学校内外の経験という視点から,「要素」と「枠組み」を定義してみるならば，要素とは，学校内外の経験から自然に獲得している小さな知識であり，枠組みは児童一人ひとりが学校外の日常体験から作り上げている素朴な理論である．協調問題解決活動を授業に参加する多様な児童生徒が説明モデルを構成し，精緻化する学習につなぐには，要素と枠組み両方のレベルで学校内外の学びを結びつけるための戦略が必要であると言える．

まず要素レベルでの結び付けに関する戦略について検討する．4.2節で述べたように，要素は，複雑な構造を持たない小さな知識であり，断片的で独立して使うことができるため，文脈に応じて柔軟に活用できやすい．そのため，全ての児童が課題遂行とモニタリングを行き来しやすい環境で問題の解決に取り組ませることが，多様な児童生徒が学校内外の経験から自然に獲得している要素を自由に出し合うための戦略として重

要と考えられる．

本稿で分析の題材とした仮説実験授業『空気と水』では，表 2 のような問題解決手順により，全ての児童が課題遂行とモニタリングを行き来しやすい環境を作っていた．こうした環境が，多様な児童生徒が要素を自由に出し合うことを可能にしたと考えられる．

仮説実験授業の問題解決手順が，要素レベルでの知識の変化に資することは，Hatano & Inagaki の一連の研究や，Toma & Wertch の先行研究によっても裏付けられる． Hatano & Inagaki（1991）は，討論の前に予想分布を確認させる手順は，「党派性（partisanship)」を学習者に明示することにより，討論の場での理解深化を促進するという知見を提示している．党派性を明示することで，児童にとっては，自分と同じ予想を選んだ学習者に対して行われた発言を，自身に対して直接行われた発言として受け取りやすい環境が生まれる．こうした環境があれば，図 3 に示したようなモニタリングの多様な機能が実現するチャンスが増えるだろう．Hatano & Inagaki（1991）は，予想分布の確認によって党派性を明示したうえで討論させるという手順が，構成要素の単位での知識の変化が頻繁に起こりやすい環境をつくることを明らかにしたものと解釈することができる．

また，Toma & Wertsch（1995）は，討論の前に全員に問題の解を予想させ，予想の分布を確認したうえで他者の発言に出会う流れは，討論の場において行われる発言に「対話的機能（dialogic function)」を持たせるという知見を提示している．対話的機能を持った発言は，考えの道具あるいは意味の発生器（generator）としての役割を果たし，討論を単なる情報交換以上の協調的学びへと深化させる．発言が考えの道具や意味の発生器としての機能を持つということは，ある学習者の発言が，別の学習者にとって，知識の組み替えや，取り込みを促すツールになるということを意味する．知識の組み替えや取り込みは，モニタリングの中でも認知的過程に対する負荷の高い機能と位置づけられる．だとすれば Toma & Wertsch（1995）は，予想分布の確認の後に討論をさせる手順が，モニタリングの機能のうち負荷の高いものをも実現しやすくし，要素レベルでの知識の変化を促進することを明らかにしたものと解釈することができるだろう．

他方，枠組みレベルで学校内外の学びを結びつけるには，問題の内容に関する戦略が重要になると考えられる．枠組みとは，児童一人ひとりが学校外の日常体験から作り上げている素朴な理論である．これを学校内に持ちこむには，児童の学校外の日常体験と結びつきうる文脈で，個別具体的な知識だけでは解決できない問題を課す必要がある．個別具体的な知識を再生することで正解できるような問題であると，説明モデルの枠組みとなるような理論を持ち込まずに探究が終わってしまうだろう．

また，重要なのは，枠組みを学校内に持ち込むための問題の内容に関する戦略を，説明モデルの構成と精緻化を促すための問題配列上の戦略と両立させることである．3 節で検討したように，説明モデルの構成と精緻化を支援するには，経験則を活用して実験結果を正しく予想しやすい問題から経験則を活用しづらい問題へと，性格の異なる問題群を順に配列する戦略が有効であった．同時に，説明モデルの枠組みとなる理論を授業に持ち込むには，日常体験と結びつきうる文脈で問題が設定される必要がある．仮に，後半に難易度が高い問題を設定した場合でも，学習者の日常体験や既有知識と結びつかない問題であったりすれば，経験則は活用しづらいが，枠組みとなる理論を持ち込むことが難しくなってしまう．学習者一人ひとりが固有の枠組みを採用し，自身内での一貫した説明体系の構成と精緻化という安定したゴールを志向して説明モデルを精緻化させていくには，後半の難易度の高い問題群は，経験則を活用しても実験結果を正しく予想できず，なおかつ日常体験と結びつきうる文脈で設定される必要があるということになるだろう．

本稿で分析対象とした仮説実験授業『空気と水』では後半の難易度の高い問題でも缶ジュースという日常で出会うものを素材とし，日常体験との結びつきを持たせている．なおかつ，穴を開けた缶からの水の出入りという直接遭遇しづらい場面を取りあげることにより，経験則は活用しづらくなっている．こうした問題が，効果的なタイミングで配列されることにより，児童一人ひとりが学校外の学びをとおして構築してきた固有の枠組みを採用し，学校内の学びを含む自身の経験を統一的に説明できるある程度一貫した説明体系の構成と精緻化という安定したゴールを目指すことが可能になったと考えられる．

以上の検討からはまた，協調問題解決活動を授業に参加する多様な児童生徒が説明モデルを構成し，精緻化する学習につなぐには，複雑で時間のかかるデザイン研究が必要であるという課題も見いだされる．問題解決の手順と問題の内容の両面からデザイン戦略を検

討すると共に，1 つの問題の解決手順と単元レベルでの問題の配列が学びに与える影響を微視的，巨視的に評価しながら授業デザインを見直していく過程は，認知科学の専門家や多様な経験を持つ実践者，コンテンツの専門家などの協働によってはじめて可能になるものであろう．学校の教室において理解深化に資する協調問題解決活動を日常化するためには，認知科学の知見を深化させると共に，授業のデザイン研究のあり方についても新たな枠組みを提案することが重要な課題になると言える．

参考文献

[1] Carey, S.(1985).Conceptual Change in Childhood.MIT Press.

[2] Clark, D. & Linn, M. C. (2003). Designing for Knowledge Integration: The Impact of Instructional Time. Journal of the Learning Sciences, 12 (4), 451-493.

[3] Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. Cognition and Instruction, 24 (4), 467-563.

[4] Clark, D. B. & Linn, M. C. (2013). The knowledge integration perspective connections across research and education. In Vosniadou, S. (Ed.), International Handbook of research on conceptual change. London: Taylor & Francis Group.

[5] Clement, J. (2008) The Role of Explanatory Models in Teaching for Conceptual Change. In Vosniadou, S. (Ed.), International Handbook of research on conceptual change. London: Taylor & Francis Group.

[6] diSessa, A. A. (1988) .Knowledge in pieces. In Forman,G. & Pufall,P.(Eds.)Constructivism in the computer age.Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

[7] diSessa, A. A. (2013). A Bird's-Eye View of the "Pieces" VS. "Coherence" Controversy (From the "Pieces" Side of the Fence). In Vosniadou, S. (Ed.) op.cit.

[8] 東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (CoREF). (2015). 『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト平成 26 年度活動報告書』.

[9] Hatano, G. & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In Resnick, B. Levine, J. M. &Teasley, S. D. (Eds.). Perspectives on socially shared cognition. Washington, DC: American Psychological Association.

[10] Hatano, G , Inagaki, K. (2003). When is Conceptual Change Intended? A Cognitive-Sociocultural View. In Sinatra, G. M., , Pintrich, P. R. (Eds.), Intentional conceptual change . Mahwah , NJ: Laurence Erlbaum Associates.

[11] 板倉聖宣. (1963). 仮説実験授業の提唱.『理科教室』11 月号.

[12] 仮説実験授業研究会. (1970). 『授業書《空気と水》』. 仮説実験授業研究会：東京.

[13] Minstrell, J.(1989).Teaching science for understanding. In Resnick, L.B. & Klopfer, L.E.(Eds.). Toward the Thinking Curriculum. Association for Supervision and Curriculum Development.

[14] Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. Cognitive Science, 10, 151-177.

[15] Miyake, N. (2008). "Conceptual change through collaboration." In Vosniadou, S. (Ed.), op.cit.

[16] http://www . mext . go . jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2013/06/07/1335220_01_1. pdf.

[17] 三宅泰雄. (2011).『空気の発見』. 東京：角川学芸出版

[18] 永盛善博. (2008). 空気と風に関する子どもの概念の分化過程. 教育心理学会第 50 回総会，702.

[19] Roschelle,J. (1992) Learning by Collaborating: Convergent Conceptual Change. Journal of the Learning Sciences, 2 (3) , 235-276

[20] Roseman, J. E., Linn, M. C., Koppal, M. (2008). Characterizing Curriculum Coherence, In Kali, Linn, Roseman (Eds .) Designing Coherent Science Education, New York, NY: Teachers College Press.

[21] Saito, M. & Miyake, N. (2011). Socially constructive interaction for conceptual change. In Law, N. et al., (Eds.), Proceedings of CSCL 2011, 96-103, Hong Kong.

[22] 齊藤萌木. (2014). 学習記録に基づく学習環境デザインの機能の解明の試みー仮説実験授業『空気と水』における「説明モデル」の活用と吟味の生起に注目してー,『科学教育研究』, 38 (2). 84-96.

[23] Schwartz, D. M. & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for learning: The hidden efficiency of original student production in statistics instruction. Cognition & Instruction, 22, 129-184.

[24] Shirouzu, H. & Miyake, N. (2002) . Learning by Collaborating Revisited: Individualistic vs. Convergent Understanding The 24th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Washington, U.S.A. , 48.

[25] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection, Cognitive Science, 26, 469-501.

[26] Shirouzu, H. (2013). Focus-based constructive interaction. In Suthers D. D., Lund, K., Rose, C. P. , Teplovs, C., & Law , N. (Eds.), Productive Multivocality in the Analysis of Group Interactions (Computer-Supported Collaborative Learning Series 16), New York: Springer, 103-122.

[27] Toma, C. & Wertsch, J.V. (1995) . Discourse and Learning in the Classroom: A Sociocultural Approach. In Steffe,L.P. & Gale, J. eds. Constructivism in education. Lawrence Arlbaum Associates, Inc.

[28] Vosniadou , S. (2013) . Conceptual Change in Learning and Instruction The Framework Theory Approach. In Vosniadou, S. (Ed.), op.cit.

[29] Wellman, H.M. & Gelman, S.A.(1992). Cpgnitive development: Foundational theories of core domains. Annual Review of Psychology, 43, 337-375.

[30] Williams, M.D., Hollan, J.D.,& Stevens, A.L.(1983).Human reasoning about a simple physical system. In Gentner, D. & Stevens, A. (Eds.), Mental models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

教師の前向きな学びを支えるデザイン研究―「知識構成型ジグソー法」を媒介にした東京大学 CoREF の研究連携―

Design-Based Research to Encourage an Attitude of "Learning Forward" in Teachers towards the Discovery of New Goals – Collaborative Research Project Centering on the "Knowledge Constructive Jigsaw Method" jointly conducted by CoREF at the University of Tokyo and the Regional Boards of Education

飯窪 真也[†]
Shinya Iikubo
[†]東京大学
The University of Tokyo
iikubo@coref.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This article describes the design and development of a system for sustainable innovation to foster an attitude of "learning forward" in teachers towards the discovery of new goals. Focusing on analysis of the collaborative research project being jointly implemented by the Consortium of Renovating Education for the Future (CoREF) of the University of Tokyo and the regional boards of education in the manner of design-based implementation research, the author analyzed two components of the project: 1) the existence of a shared concrete framework of practices and tools for reflection, and 2) a holistic structure consisting of tools and learning events, in order to test a hypothesis that those two components help teachers bridge the new framework and daily practices and change their concept of teaching and learning. The project has since evolved to share a concrete framework in the form of the "Knowledge Constructive Jigsaw method" with networks consisting of teachers, researchers and educational leaders working together to design, practice and reflect lessons across subjects, schools and districts. In the process of analyzing the past six years of the project, the author found that the main focus of the project had changed from developing shared teaching materials to helping teachers mutually change their concept of teaching and learning and fostering their capacity to sustainably improve their daily practices. The change occurred as a consequence of scaling up the project and followed a redesign of the framework, tools and system itself.

Keywords — design-based research, social implementation, Knowledge Constructive Jigsaw, practice and reflection, collaborative research project

※本稿は，認知科学23(3)特集「学校内外の学びをつなぐ」に採録の同名論文を一部要約したものである．

1. はじめに

学習科学では，教育現場と大学の共同による教育実践研究において，実際に教室での実践の質の向上につなぐことを主目的とし，同時に，研究に参加する実践者，研究者の間で教育実践の継続的改善に資する知見を深めることを目指す新しい研究のあり方（デザイン研究）の重要性が指摘されている（Bereiter, 2002）．また，近年では，こうしたデザイン研究の考えに教育行政の視点を組み込み，取組の継続的な発展のためのシステム形成，改善も視野に入れたより包括的な実践研究としてのデザイン社会実装研究（Design Based Implementation Research，以下 DBIR)の考え方も登場している（Penuel et al., 2011）．

こうした新しいデザイン研究を特徴づけるのは，学校現場と研究者との関係の転換であり，個々の実践者が経験知と理論を有機的に結びつけ，実践の質を上げるための新しい問いとゴールを創発し続けていくということであり，そうした実践者の前向きな学びを支えるシステムのデザインであると言える．問題は，「新しい問いとゴールを創発し続けていく」というときに，その創発自体をいかにデザインするかということである．予め何も定めないことが創発を引き起こすものではないことは自明だが，どのような自由度をデザインに残しておくことが創発につながるかという問いはまだ十分には解明されていない．経験知と理論の融合についても，「こうすれば必ずうまくいく」という一つの正解を研究者が教育現場に下ろしていくような理論の実践化とも，教育現場に次々と降りかかる多様な難題に研究者が実践者と共に右往左往するような教育改善運動とも違う，学習理論を教育現場で生きて働くシステムの形に落とし込んでみて，多様な実践者と研究者がその中で協調的に実践研究を行い，一人ひとりの「人はいかに学ぶか」の理論を豊かにしながら，よりよいシステムのあり方やそのデザイン原則自体も模索していくような社会実装の在り方が求められる．

本稿では，日本の DBIR の先駆的事例として，東京大学 大学発教育支援コンソーシアム（以下 CoREF）と教育委員会との研究連携を取り上げる．東京大学 CoREF の研究連携は，複雑な学校現場において継続的に発展し続けることに主眼を置いた学習理論の社会実装のためのシステム形成の試みであり，上で述べた

DBIR としての特徴を備えている.

東京大学 CoREF では，2010 年度から全国の教育委員会及び学校と連携し，協調学習を引き起こすための授業改善の連携事業を行ってきた．連携では，「知識構成型ジグソー法」という共通の授業の型を使った授業デザイン，実践，振り返りを 1 セットとする実践研究を多くの参加者が互いに関わりながら継続的に行い，実践例を蓄積している.

本稿の第一の目的として，これまでの学習理論の社会実装の試みから導き出した（1）実践に制約をかける共通の型やツールの存在，(2) 学習観の変容を支える仕組という 2 つの初期仮説を枠組みとして，東京大学 CoREF の DBIR を機能させているシステムの構成要素を検証することを設定する.

もうひとつの目的は，東京大学 CoREF におけるスケールアップ問題の解決の試みを検証することを通じて，学習理論の社会実装のためのシステム構成要素の第 3 の仮説を提示することである．東京大学 CoREF の研究連携は現在まで 6 年間にわたるロングスパンの DBIR であり，その途上で大きなスケールアップを行ってきた．このスケールアップに伴って，どんな問題が生じたのか，そのためにどのような解決策を設定し，どんな成果が得られたのかを明らかにし，それを基に仮説を提示する.

こうした検証と整理を通じて，日本型 DBIR の先駆事例のシステム構成要素を明らかにすることによって，これからの実践者の前向きな学びを支えるシステムのデザインに貢献することを目指す.

2. 研究の枠組み

２．１ 学習理論を社会実装する試みとしての DBIR

Penuel ら(2011)は，研究，授業実践，教育行政の関係者が，それぞれの視点から共有しうる実践的な課題を出発点とし, 理論に立ち返り学びを深めることで, 実践の持続的な改善を目指す Design Based Implementation Research (DBIR)の枠組みを提案している．DBIR の特徴は次の 4 点とされる．(1) 様々な立場の関心による実践的課題への焦点化，(2) 多様な参加者による協調的な授業デザインの繰り返し，(3) 子どもの学習と研究連携の組織の仕方についての理論の開発，(4) 取組の継続的な発展のためのシステムの改善への配慮である.

DBIR の枠組みは，実際の教育現場で行われている学習の質の改善そのものを射程とし，さらにこうした改善を継続的に行い続けることを目的としている点，この目的のために研究連携のあり方自体を含むシステム形成を課題にしている点で，学習理論を基に研究者側がデザインした教材やツールを教育現場で何度か試してみて，その妥当性を論文にまとめることを主目的とする研究とは区別されるものだと言える．むしろ，個々の文脈を生きる多様な実践者に学習理論そのものを活用可能な形で手渡し，学習理論がこの多様な実践者に継続的に活用され，生きて教育実践の改善に資するためのシステム形成を模索する研究であると言える．すなわち，DBIR とは学習理論の社会実装の試みとしての研究だと定位できるだろう.

２．２ 学習理論を社会実装するためのアプローチ

学習理論を学校教育の現場に社会実装していくためのアプローチとしては，大きく分けて 2 つの方法が考えられる. それぞれには長所と短所があり, 学習理論の社会実装を考える際には, この両者の短所を補い, 長所を生かすようなシステム形成が要請される.

学習理論を学校教育の現場に社会実装していくためのアプローチについては，白水・三宅・益川（2014）が 1970 年代から 2000 年頃までの学習科学の展開として代表的な 3 組のプロジェクトをその「制約」（三宅・波多野, 1991）の程度に注目しながら比較検討している．3 組のプロジェクトは，いずれも学習理論を教育現場に手渡し，教室で質の高い協調的な学びを引き起こすことを目的としたものだったが, そのアプローチは, 研究者が開発したドラマ仕立てのビデオ教材を学校現場に手渡すものから，ビジョンと掲示板システムのツールだけを手渡し内容や活動は学校現場に一任するものまで多岐にわたっていた.

ここでは, 白水らに基づいて, 学習理論を学校教育の現場に社会実装していくためのアプローチをまず大きく以下の 2 つに整理したい.

1 つは教育内容や学習活動に対する「制約」の強いアプローチである. このアプローチでは, 研究者やその実践協力者が理論に基づいて教材やツールを開発し，現場の実践者がすぐに使えるパッケージとして手渡すのが典型である. 本稿では以降, パッケージ化アプローチと呼ぶことにする. このアプローチの長所としては, 研究者が直接教材を開発するため教材化のプロセスで基盤となる学習理論の考え方が変質しにくいこと，実践者が手軽に実践できることが挙げられる反面，実践者の自身の実践に対する省察（Schön, 1983）やそれに伴

う修正が働きにくく，複雑で多様な教室の現実に対応しきれなかったり，実践者自身が理論的な概念や原理を実践の文脈に即して解釈し直したり深めたりする活動につながらないこと（佐藤, 1997），膨大な学習内容をカバーする教材作成を少数のスタッフで行うことが困難であることと言った短所がある．

もう 1 つのアプローチは，教育内容や学習活動に対する「制約」の弱いアプロ―チであり，典型的には具体的な教材や具体的な授業の型を手渡すのではなく，理論そのものやそれに基づく授業改善のビジョンを提示する．本稿では以降，ビジョン提示アプローチと呼ぶことにする．こちらのアプローチは，理想的に機能すれば，理論に基づいた実践者自身の創意工夫を促し，多様な文脈に沿った自由な実践が可能になると考えられる．反面，基盤となる学習理論のエッセンスが実践者に了解されなければ，実践と理論の乖離が生じる ．すなわち，実践者の現在持っている学習観と学習理論が近い場合か，実践者の学習観の変容をうまくサポートできるような仕組みがある場合でないと機能しにくいアプローチであると言える．また，多様な文脈に沿った自由な実践は，言い換えれば，なぜその実践がうまく機能しているのか／いないのかを説明するのが難しい実践でもある．その点で，このアプロ―チには，実践者が自分の実践に対して省察を働かせたり，実践者同士がお互いの実践をリソースにして学びあったりすることが難しいと言う短所も挙げられる．

3. 研究の仮説と構成

３．１ 研究の仮説

2 つのアプローチの特徴を踏まえると，両者の短所を補い，長所を生かすような学習理論の社会実装のためのシステムの構成要素について，次のような仮説が導かれる．

(1) 実践と理論の媒介として，教室の文脈にあわせて実践者自身が実践を修正したり，教材を開発したりすることを促すような教材の型やツールを提供すること
(2) 基盤となる学習理論と異なる学習観をもった実践者に対しても，学習理論のエッセンスが了解され，学習観の変容を支えるための仕組を備えること

(1) の仮説では，学習理論を基に完全に作りこまれた教材を手渡すのでも，ビジョンだけを提示して自由に教材開発を行ってもらうのでもなく，学習理論を基に作りこまれた教材の型やツールの枠内で，実践者が文脈に応じて授業デザインする余地を残すといったアプロ―チの可能性を問題にしている．

さらに (2) の仮説では，新しい教材の型やツールを実践に架橋するための研修等の学習機会を保障すること（Cobb and Jackson, 2011）により，研究者が用意した教材の型やツールの枠内での授業デザイン，実践の活動に対し，実践者が基盤となる学習理論に即して省察を行うことを促し，自身の学習観そのものを見直していくことを支える仕組の必要性を問題にしている．

白水・三宅・益川（2014）は「制約に触れることがその先の改変や原理の理解を可能にするのか」を今後の認知科学の検討課題として提示したが，本研究の初期仮説では，(1) のやや強い制約を持った型やツールを (2) の省察を促す仕組みで支えることによって，制約に触れることを契機として学習理論を実践者のものにしていくシステムを形成することが可能になると考えた．以降では，この 2 つの仮説に基づいて，東京大学 CoREF の研究連携を検討することにしたい．

３．２ 本論の構成

本稿では，東京大学 CoREF の研究連携をその規模を基に創成期（2011, 2012 年度）と展開期（2012 年度以降）に大別して扱う．研究連携に携わる教員数が 2012 年を契機に激増し，それに伴ってシステム自体に大きな見直しが必要になったためである．

4，5 節では，上述した研究の仮説の枠組みに基づいて，東京大学 CoREF の研究連携の概要と「知識構成型ジグソー法」の授業の型を中心にした連携の基本システムについて検証する．6 節では，このシステムに基づく研究連携の創成期の成果と課題について示す．7 節では，研究連携のスケールアップとそれに伴って生じた新たな課題について述べる．8 節では，新たな課題に対応するために創発された手法とその成果を記し，9 節で今後に向けた研究仮説を提案する．

これは通常の実験論文等の構成とは異なるが，実践当初に結果のすべてを予見できないという「実践学」的な認知科学研究の性質によるものである．

4. 研究連携の特徴

東京大学 CoREF では，全国の市町教育委員会を中心としたネットワークと「新しい学びプロジェクト」，埼玉県教育委員会と「未来を拓く『学び』プロジェクト」という 2 つの大きな連携を行っており（東京大学

CoREF, 2016)，校種等の相違はあるが，研究連携の基本的な枠組みや進め方の特徴は共通している．その特徴を研究の 2 つの仮説を縦軸に，実践者，研究者，行政関係者，それぞれに期待される役割を横軸にして整理したのが表 1 である．

表 1：東京大学 CoREF の研究連携の基本的な枠組みや進め方の特徴

<table>
<tr><th></th><th>実践者</th><th>研究者</th><th>行政関係者</th></tr>
<tr><td rowspan="2">仮説（1）
実践に制約をかける共通の型やツール</td><td>・「知識構成型ジグソー法」の型を使った授業デザイン</td><td>・「知識構成型ジグソー法」の型のデザイン・提供</td><td>・自治体の教育課題に応じた「知識構成型ジグソー法」の活用</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">・オンラインでの協調的な授業デザイン検討</td><td>・CMS やメーリングリストによる協調的な授業デザイン検討の場の提供</td></tr>
<tr><td>仮説（2）
学習観の変容を支える仕組</td><td>・研修会参加
・共通の書式での振り返り</td><td>・研修や振り返りのためのツールのデザイン・提供</td><td>・研修会参加
・実践や振り返りの共有化</td></tr>
</table>

教育行政の抱える課題を基に研究実践の場が設定され，そこで実践者が「知識構成型ジグソー法」という共通の授業の型を使って実践を蓄積していくのが基本的な取組の進め方である（仮説 1 に対応）．個々の実践者の授業のデザインの活動は主にオンライン上で協調的に行われ（仮説 1・2 に対応），研修会や振り返りのツールによって支援されることで，実践を通じた学習観の変容が期待されている（仮説 2 に対応）．

5. 型を媒介にした協調的な授業デザイン

東京大学 CoREF の研究連携では，「実践に制約をかける共通の型やツール」（仮説 1）にあたる「知識構成型ジグソー法」の型がパッケージ化アプローチにもビジョン提示アプローチにも分類しにくい折衷的な特徴を持っており，その特徴をこの型を媒介にした実践者，研究者の協調的な授業デザインという取組の進め方で補うことで「学習観の変容を支える仕組」（仮説 2）を整えようとしている．

５．１ 「知識構成型ジグソー法」の型の特徴

「知識構成型ジグソー法」は，建設的相互作用（Miyake, 1986）を活用して概念変化や知識構成を支援する授業を教室で実現するための授業の型として，三宅なほみ氏を中心とした東京大学 CoREF の研究グループによって開発された（三宅, 2011）．

「知識構成型ジグソー法」の授業で学習者は，まず教師から提示された本時に「答えを出したい問い」に最初の考えを書き出してみて，その問いに答えを出すためのヒントになる「部品」をいくつかに分かれて担当し（エキスパート活動），それぞれ異なる「部品」を担当したメンバーが集まって問いに対する答えを作り上げ（ジグソー活動），教室全体で出てきた答えを共有，比較吟味し（クロストーク），最後に個々人が問いに対する自分の納得の行く答えを書いてみる，という流れで，課題遂行役とモニター役を繰り返し担いながら，様々な部品や他者の視点を比較吟味，統合し，自分の解の表現の質を向上させていく．この一連の学習のステップが「知識構成型ジグソー法」の授業の型であり，教師はこの型の授業を成立させるために必要な「答えを出したい問い」，エキスパート活動の「部品」の設定を中心に授業デザインを行う．

このように「知識構成型ジグソー法」は，授業デザインの自由度という点ではかなり制約の多い型である．その意味では，ビジョンや原則を提示して実践のデザインは実践者の自由に一任するビジョン提示アプローチとは一線を画しており，パッケージ化アプローチに近い性質を持っているとも言える．

三宅（2010）は，「知識構成型ジグソー法」について紹介した初期の著作で，自然発生的な協調学習がうまく起きた場合から抽出される学習環境の 7 つの特徴を挙げ，こうした環境を教室に実現するための授業の型が「知識構成型ジグソー法」であると述べている．この型の細分化された学びのステップは，三宅の挙げる学習環境条件と対応したものとなっている．

しかし，三宅の抽出した 7 つの特徴をよく検討すると，そのいくつかは実際に実現されるためには「知識構成型ジグソー法」の型を用いるだけでは不十分なことが分かる．例えば，三宅の挙げる条件のうち，一連の過程の起点となる「(1) 参加者が共通して『答えを出したい問い』を持っている」については，教師が用意した問いが子どもにとって「答えを出したい問い」になるかどうかは，用意された問いと学習者との相互作用によって決まるものであって，型が所与に保障するものではない．同様に，「(5) 話し合いなどで多様なアイディアを統合すると，一人ひとり，自分にとって最初考えていたのより確かだと感じられる答えに到達できる」かどうかも，用意された問いと資料，学習者の相互作用によって決まるものだろう．

その意味では,「知識構成型ジグソー法」は，そのまま教室で適用すればよい教材やツールではなく，学習理論やビジョンをやや具体化した形で提示した授業の型だと整理することも可能であり，ビジョン提示アプローチの性質も備えていると言える.

すなわち,「知識構成型ジグソー法」はビジョン提示アプローチ，パッケージ化アプローチのどちらにも分類しにくい中間的なアプローチであり，その特徴を短所からまとめると，授業デザインの点で多くの制約を課す型でありつつ，その型の通りに授業をデザインしさえすれば必ずねらった学習環境条件を整えることができるわけではない型であると整理できる. 他方, 長所からまとめると，ねらった学習環境条件のかなりの部分を型が担保しながら，学習内容の面で実践者の自由度を残した型であると整理することもできる.

５．２　型を活かして学習観の変容を支える仕掛け

５．１節に記した特徴によって, この型を生かした学習理論の社会実装を考える際には，型のみを手渡すのではなく, 型を媒介にした実践研究によって, 個々の実践者の学習観の変容と継続的な授業改善を可能にするようなより大きな仕組が必要とされる.

そこで, 研究連携の創成期には, 授業デザイン原則における型の保障しきれていない部分をフォローするために，実践的力量の高い選ばれた実践者と研究者が直接かかわり合いながら，研修と協調的な授業デザインを繰り返し行い,「知識構成型ジグソー法」の実践例を蓄積するという研究連携のデザインを採用した.

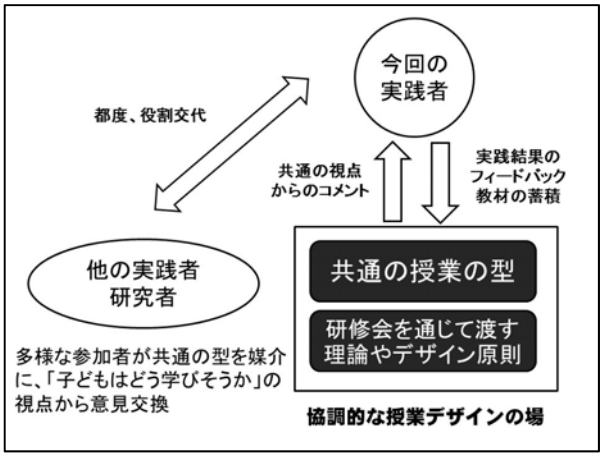


図１：研究連携の初期における協調的な授業デザイン

創成期に 2 つの研究連携に携わった実践者は，13〜66 名と小規模であり，自治体の授業改善の中核として期待される教員歴 10 年以上の教員であった. この選ばれた実践者と 3 名の東京大学 CoREF 教員スタッフ, 教育委員会関係者が年間 5 回程度の対面の研修会とオンライン上での授業デザイン検討を通じて,「知識構成型ジグソー法」の教材開発を行った. 図 1 の様に，共通の型とデザイン原則を共有することによって，専門性の異なる多様な実践者・研究者が役割交代しながら同じ視点で多様な考えを出し合い，ひとつの教材を協調的に検討するというモデルの実践研究である.

6.　創成期の実践の成果と課題

研究連携の初年度 2010 年と翌 2011 に行ったアンケートからは子どもの活発なコミュニケ―ションを引き出す手法としての「知識構成型ジグソー法」,「協調学習」という理解から学習者中心の授業観へと変容が認められた．2 年間続けて回答が確認できた実践者 16 名を対象に回答結果を分析したところ（データは『認知科学』掲載論文を参照のこと),「『協調学習』についてどんなイメージをお持ちですか？」という問いに対して, 2010 年は「話し合い・コミュニケーション力」,「グループ学習」,「学習者中心・主体的学習」,「個々の理解深化への効果」に関連した回答がほとんど同程度（30%前後）あったのに対し，2011 年は「話し合い・コミュニケーション力」,「グループ学習」に対する言及はほとんどなくなり,「学習者中心・主体的学習」や「個々の理解深化への効果」に関連した回答は倍増していた.

他方，協調学習を通じた個々の理解深化や認知過程への着目という点では，この時期の実践には共通の課題が指摘できる.「知識構成型ジグソー法」の授業の型では，授業の最初に本時の中心となる問いに「『今，どんな答えが思いつくか』を考えてもらう」ことを設定している（三宅, 2010）．これは授業を通じて個々の子どもの理解がどのように変容するかを子ども自身，実践者が自覚して次の学びにつなげるために設けられた重要なステップである. にも関わらず, 創成期に開発された教材のうちこのステップを設けていることが授業案や教材から確認できたのは 34.5%のみであった.

このことから, 創成期の実践においては, 学習者中心の授業観への変容は見られたものの，その中での個々の子どもの認知過程への着目については十分な変容が見られなかったと整理することができる.

創成期のもうひとつの潜在的な課題として，参加する実践者の力量の高さとグループの規模（実践者グループの大きさや実践者対研究者の人数比）に依存する

実践研究のスタイルが挙げられる．限られた数の質の高い実践者と研究者との濃密な関わりを基盤としてデザインされた創成期の実践研究の限界を踏まえると，これをスケールアップしていくためにはシステムの再デザインが課題として要請されることとなる．

7. スケールアップに伴う新たな課題

2012 年に埼玉県教育委員会が「知識構成型ジグソー法」を高等学校初任者研修に導入したことにより，研究連携に携わる実践者の規模，質の条件が大きく変化した．これにより創成期の研究連携デザインが潜在的に抱えていた実践者の力量の高さとグループの規模に依存する実践研究という限界が，取り組むべき課題として現出した．以降の実践を展開期と位置付ける．

７．１ 教育委員会の実践的な課題に伴う研究連携のスケールアップ

埼玉県教育委員会は，2 年間の研究連携の成果を踏まえ，2012 年度から「知識構成型ジグソー法」を初任者研修に導入することを決めた．これによって 250 名超の高等学校の初任者教員が「知識構成型ジグソー法」の授業デザインと実践を行うことになった．

当時埼玉県は教員の大幅な入替期を迎えていた．この大幅な教員入替は教員の質の確保の上での大きな課題となると同時に，革新的な授業改善の取組を導入する好機でもあった．こうした課題状況に伴って，埼玉県教育委員会の主導で研究連携にスケールアップという新たなチャレンジが持ち込まれたのである．

７．２ 展開期の課題

展開期の第一の課題として，スケールアップに伴って「個々の授業デザインに対して，研究者が直接介入してアドバイスを行うことが難しい状況」が生じたことによって，研究者の積極的な介入による実践者と研究者の協調的な授業デザインと実践，振り返りの活動を中心としたこれまでのシステムの見直しが必要になったことが挙げられる．

また，第二の課題として，実践者の基本的な授業実践の力量の質が一層多様化した点が挙げられる．創成期の研究連携では，各自治体で授業改善の中核として期待されるような実践者が参加し「知識構成型ジグソー法」の手法と協調学習の基本的な考え方を身に付けることが目指されていたが，展開期では「知識構成型ジグソー法」の手法を使った研究を通じて，授業力を向上させること自体が大きな目的となった．

8. 新たな課題の解決に向けたシステムの再デザイン

第 7 節で挙げたスケールアップに伴う課題に対応するため，東京大学 CoREF では，新たな振り返りの様式の開発を中心としたツールや型の見直しを行うことで，子どもの学びのデータに基づく授業の振り返りに重点を置くことをねらった．振り返りの仕方を構造化することによって実践者に実践を捉える共通の枠組みを提供し，教材開発，実践，振り返りのサイクルを通じた実践者同士の学びあいを支えることをねらったものである．この見直しは同時に，第 6 節で挙げた「個々の子どもの認知過程への着目」という創生期の課題への対応でもある．

また，スケールアップに伴って，東京大学 CoREF と連携する埼玉県教育委員会では，「知識構成型ジグソー法」を共有する様々な研修，研究連携事業を多面的に展開，ネットワークすることによって，多様なライフステージにある実践者がこうした教材開発，実践，振り返りのサイクルを通じて学びあうことを支えるためのシステムの見直しを続けている．

本節では，こうしたツールや型，システム見直しがどのように行われたのかを示し，その結果，新規参入者だけでなく，既存の研究連携メンバーにどのような成果がもたらされたのかを検証する．

８．１ 振り返りの仕組の開発と型の捉えなおし

このスケールアップ問題に対応するため，東京大学 CoREF は，これまで研修会で伝えてきた授業デザインの原則を振り返りの仕組として授業デザインの活動に実装していくというツールや型の見直しを行った．具体的には，授業前後の子どもの解答の具体的な変容の実データを基に授業を振り返ることを中心とした新しい振り返りの様式を開発している．

2010, 2011 年度も実践結果の共有蓄積のために，「授業後のコメント」と名づけた振り返りの様式が使用されていたが，「今後ご自分の教室で「協調学習」を目指した授業を行うには，どのようなメリットとデメリットがありそうだと感じましたか？」のように「協調学習」や「知識構成型ジグソー法」の効果や活用可能性を問うような研究開発的な意図の強い様式であった．

それに対して，2012 年度に開発された「授業者振り返りシート」（表 2）は，子どもの学習を基に授業者自

身のデザインを振り返ることを主目的とした様式であること，振り返りの基となる子どもの学習を授業前後の解答の実データを基に評価することを求めている点で以前の様式と大きく異なっている．

表 2：2012 年度から使われている「授業者振り返りシート」の項目（一部省略）

1. 児童生徒の学習の評価（授業前後の変化）
(1) 3 名の児童生徒を取りあげて，同じ児童生徒の授業前と授業後の課題に対する解答がどのように変化したか，具体的な記述を引用しながら示して下さい．
(2) 児童生徒の学習の成果について検討して下さい．授業前，授業後に児童生徒が答えられたことは，先生の事前の想定や「期待する解答の要素」と比べていかがでしたか．
2. 児童生徒の学習の評価（学習の様子）
児童生徒の学習の様子はいかがでしたか．事前の想定と比べて，気がついたこと，気になったことをあげてください．
3. 授業の改善点
児童生徒の学習の成果や学習の様子を踏まえ，次の 3 点について今回の授業の改善点を挙げて下さい．

この「振り返りシート」の開発によって，「知識構成型ジグソー法」の授業デザインと振り返りに大きな変化が認められた．

一つは，授業の進め方の変化である．授業前に課題に対する答えを聞くステップを明示的に設けていた授業が創成期の実践では 34.5%だけだったのに対し，新たな振り返りシートを導入した 2012 年度では 58.2%，導入後 3 年が経過した 2014 年度では 79.4%でこのステップが確認された．新しい振り返シートの導入を契機に，それまでの課題であった「授業の前後で同じ問いを聞く」というステップによる子どもの認知過程への着目が実践者に広がっていることが分かる．

授業案とセットで使用する「振り返りシート」に前後の解答の変容の項目が設けたことによって，これまで看過されがちであったこのステップが初めて型の一部として明確に位置づき，「知識構成型ジグソー法」の型自体の見直しが生じたとも言える．

続いて，こうした振り返りシートの変化に伴って振り返りにも質的な変化が見られている．同一実践者の同一教材による実践の振り返りを比較してみると，主に本時の授業がねらったとおりうまく進んだかという観点から，本時で扱っている内容についての子どもの理解の仕方に着目した記述への変化が認められた（データは『認知科学』掲載論文を参照のこと）．

この実践者は，研究連携の初年度から参加している教員歴 20 年以上のベテランであり，子どもの協調的な学びを引き起こすこの教材そのものは 2011 年にデザインされている．この実践者にはその時点で高い授業デザインの力量があったと言える．しかしここで留意したいのは，暗黙的に形成してきた経験知を基によい教材を開発できる，よい実践ができるということと，授業で起こっている事実を言語化したり，他者に伝えたりできることは区別して考える必要がある（Schön, 1983）ということである．振り返りの様式を新たにしたことは，初任者に学びの機会を提供するだけでなく，熟達者に新たな省察の機会を与え，着眼点や言語化できることを変えていく点でも機能したと言える．

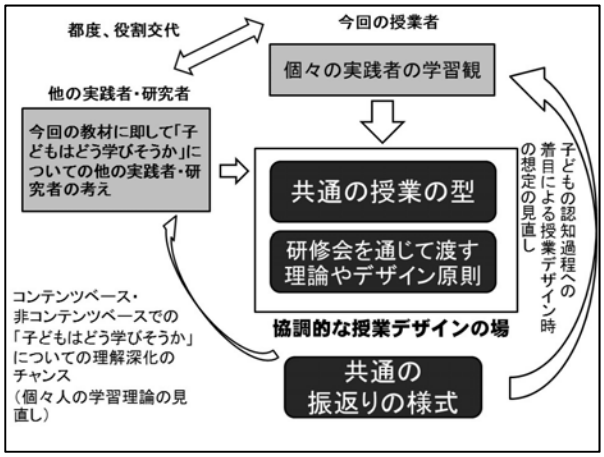


図 2：振り返りの仕組を生かした協調的な授業デザイン

授業前後の理解の変容を扱う振り返りの様式の共有化に伴って，研究連携のシステムの主眼が協調的な授業デザインを通じた実践例の蓄積から，こうしたプロセスを通じて，実践者や教材研究に関わる他の実践者・研究者が子どもの認知過程に着目し，仮説・実践・検証によって，この教材で，この教科内容で，あるいは別の文脈にも適用できそうな「子どもはどう学びそうか」についての自身の学習理論を見直すようなサイクル作りに移行してきたと整理することができる（図 2）．

また，「授業前後での同じ課題に対する子どもの考えを比較する」実践データの蓄積は，研究者側の新しい研究の切り口としての評価手法研究（「前後理解比較法」）に結実している（東京大学 CoREF, 2016）．

8．2 研修・研究連携事業をつなぐシステムの見直し スケールアップに伴う課題への第二のアプローチ方

法として，東京大学 CoREF と連携する埼玉県教育委員会では，「知識構成型ジグソー法」の型を媒介にしたデザイン，実践，振り返りのサイクルを中心とした研究連携の基本的な枠組みを様々なフェイズで活用するとともに，様々なフェイズをネットワークすることで多様な参加者の学びの機会が保障されるようなシステムデザインを行った．

埼玉県教育委員会では，2012 年度の初任者研修への「知識構成型ジグソー法」の導入以降，これまで独立に行われていた研究事業や研修をこの授業の型をひとつの軸に有機的に連関しながら展開し始めている（図 3）．

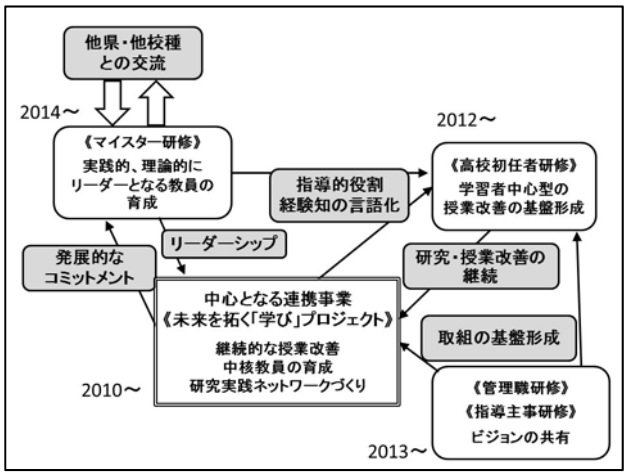


図 3：埼玉県における研究連携の展開

初任者研修の指導者を研究者と共同で行うこと，マイスター研修に参加することは，熟達した実践者に実践の省察と経験知の言語化の機会を与えている（東京大学 CoREF, 2015）．実践・省察と別の角度からの言語化のチャンスを繰り返し経た実践者は，研究者・実践者の線引きを越境する存在として機能しつつある．

同時に埼玉県教育委員会では，「『協調学習』をアクティブ・ラーニングの中で捉え直し新たな有効性・可能性について研究する」といった自分たちの進めてきた実践研究を新たな文脈から捉え直そうという「守破離」の動きも表れている（埼玉県教育委員会, 2016）．

9. ディスカッション

本稿では，学習理論の社会実装のためのシステムの構成要素について，(1) 実践に制約をかける共通の型やツールの存在，(2) 学習観の変容を支える仕組という 2 つの初期仮説を設定し，東京大学 CoREF と教育委員会との研究連携を検証してきた．

「(1) 実践に制約をかける共通の型やツール」としての「知識構成型ジグソー法」は，型の持つ制約によってねらった学習環境条件のかなりの部分を担保しながら，同時にコンテンツの面では実践者の教材開発の自由度を高く設定しているものであるという長所を持ちつつ，型単独ではねらった学習環境条件のすべてを満たすことができず，個別の授業デザインに依存する割合も大きいという特徴を持つ．CoREF の研究連携では，こうした特徴をもった型と相補的な「(2) 学習観の変容を支える仕組」として，創生期には研修や実践者と研究者の協調的な授業デザイン，展開期には一人ひとりの子どもの認知過程に着目する振り返りのツールや実践者同士の学びあいを促す研修・研究連携事業のシステムデザインが機能していた．このふたつの相補的な機能によって，協調的な授業デザインと実践についての対話を通じて，型単独で担保していない授業デザイン原則を手渡していくアプローチが取られていた．

加えて，この検証の過程では，2012 年に教育行政の課題に即して持ち込まれたスケールアップというチャレンジによって，型やツール，システム全体の見直しが起き，そのことが新規参入者だけでなく，既存の実践者の学習観の変容や研究連携の主眼の捉えなおし，新たな研究の切り口の創出につながったことが見えてきた．

こうした知見に基づき，学習理論の社会実装のためのシステム形成について仮説の (1) (2) を支える 3 つ目の仮説として，

(3) 実践と省察のサイクルを実践者と研究者が協調的にまわし続けることによって，研究に参加する個々の実践者・研究者が「人はいかに学ぶか」についての考えを見直し，それに基づいて個々の授業デザインや共通の授業の型，ツール，さらにシステムそれ自体も見直し，実践を継続的に改善させることのできる場を設けるための試みを続けること

を挙げておきたい．

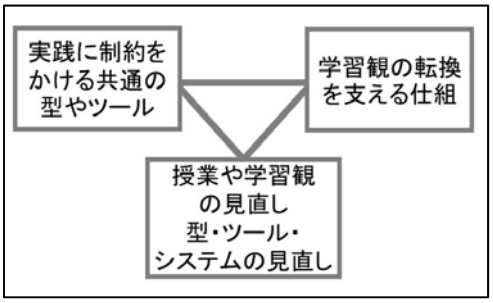


図 4：学習理論を社会実装するシステムづくりの仮説

東京大学 CoREF の研究連携のシステムでは，この 3 つの構成要素が図 4 のように相互に支えあうことで，「知識構成型ジグソー法」の型を媒介にした実践者，研究者，教育行政関係者の連携による継続的な授業改善のサイクルづくり，そしてそれを通じた個々の学習観の見直し，学習理論研究の進展が引き起こされていると整理することができるだろう．

表 3：研究連携の成果

<table>
<tr><th></th><th>実践者</th><th>研究者</th><th>行政関係者</th></tr>
<tr><td>仮説（1）
実践に制約をかける共通の型やツール</td><td colspan="2">・教材の蓄積（2015 年度までに小中高で 711 教材）</td><td rowspan="3">・研究連携に参加する実践者の拡大(2015 年度には小中高で 1136 名）

・型を活用した研修等の多面展開

・より広い文脈における型の捉え直し</td></tr>
<tr><td>仮説（2）
学習観の変容を支える仕組</td><td>・学習者の認知過程への着目</td><td rowspan="2">・振り返りの様式の開発と型の見直し

・評価手法研究の展開</td></tr>
<tr><td>仮説（3）
授業や学習観の
見直し
型・ツール・システムの見直し</td><td>・経験知を言語化し，省察するチャンスの獲得</td></tr>
</table>

表 3 では，この 3 つの仮説への対応を縦軸に，実践者，研究者，行政関係者を横軸にして，本稿で検証してきた東京大学 CoREF の研究連携の成果を整理した．

表中の教材開発数より実践者の数の方が多いのは，教材開発を協調的に行っていること，教材開発による教材の蓄積そのものより，教材開発を通じた実践者の学習観の変容と継続的な授業改善に研究連携の主眼が移行しているためである．こうした研究連携の主眼の移行は，教育行政関係者の抱える課題を出発点にした研究連携の枠組みの見直しとしての研修等の多面展開に伴って起こった．

この研究の枠組みの変化に伴って引き起こされた「授業前後での同じ課題に対する子どもの考えを比較する」ことをベースにした振り返りツールや型の見直し，研修等の多面展開ネットワークは，当初ターゲットだと考えられた経験の浅い実践者だけでなく，経験を積んだ実践者にも経験知を言語化し，省察するチャンスを与え，自身の実践について表現できること，「人はいかに学ぶか」について表現できることの質をあげることを可能にした．また，「授業前後での同じ課題に対する子どもの考えを比較する」実践データの蓄積は，新しい評価研究に発展した．こうして，実践者の視点や研究者の視点が「知識構成型ジグソー法」の型による教材開発そのものからそこで起こっている学習を捉え，それを一人ひとりの子どもが何を学んでいたかの具体的な実践レベル，それぞれの学習理論と言うべきより抽象度の高いレベルで表現することにシフトすることに伴うように，教育行政の作る制度枠組みも「より広い文脈における型の捉え直し」へとシフトしてきている．

本稿では，「知識構成型ジグソー法」というひとつの授業の型を媒介に，実践者と研究者が協調的に授業をデザインし，授業の中で起こったことを振り返ることで個々人が授業観を変容させていく仕組，こうした仕組を行政が様々なフェイズで活用しながら，それぞれのフェイズをネットワークすることで次の学びのきっかけを生む仕組，それらが有機的に連関しながら，学校の中だけでなく学校の外ー学校間ーの学びをつなぐようなひとつのシステムを形成し，教師の，そして研究者の前向きな学びを支えるデザイン研究の可能性を示すことができた．

今後の研究課題として，今回検討した学習理論の社会実装のためのシステムの 3 つの構成要素の転用可能性が挙げられる．条件の違う 2 つの大学間での授業プログラムの適応的転用について研究した益川（2006）は，適応的転用には，抽象度の高いデザイン原則でも，具体的過ぎて適応的な改変のできない教材等でもない活動原則の抽出が必要であると主張している．規模や条件の複雑さ，発展性は異なるが，本稿で検討した 3 つの構成要素の粒度は益川の挙げる活動原則に近い．

この 3 つの構成要素が特に「知識構成型ジグソー法」という特徴的な型を中心とした東京大学 CoREF のケースにのみ特徴的なものなのか，他の DBIR のシステムにも共通するものなのか，新たに DBIR を構想する際に転用可能なものなのかの検討は今後の課題である．

もう 1 点，DBIR としての東京大学 CoREF の研究連携が次に抱える課題についても触れたい．次期学習指導要領の改訂に向けた諮問で「知識構成型ジグソー法」が参考例として取り上げられたこと（中央教育審議会 2015）もあり，研究連携の外からビジビリティが急激に上がっている．こうした「外」からの目線では「知識構成型ジグソー法」の型とその開発教材のみが完成したパッケージとして捉えられ，一方通行で使われるケースが急増するだろう．また，こうしたケースは単純な一方通行だけでなく，研究連携とは関わりの薄い「知識構成型ジグソー法」の応用的な実践研究や行政的活用の発信といった「周辺」も生んでいる．次のレベルのスケールアップとしての，研究連携の「外」や「周辺」

との付き合い方が DBIR としての東京大学 CoREF の研究連携が次に抱える大きな課題となるだろう．

本稿で検討した学習理論の社会実装のためのシステムの 3 つの構成要素に照らしてみると，この実践的な課題は，「外」や「周辺」を緩やかに巻き込む場をどのようにデザインし，その中で彼らの学習観を変えるような仕組みをどのように設けられるか，というシステムデザインの課題として捉えなおすことが可能になる．このように課題を捉えなおしてみると，例えば，「外」や「周辺」に開かれている CoREF のポータルサイトをより双方向的な場にデザインしなおすという方針を立てることができるだろう．具体的な方法としては，例えば過去に開発された教材が公開されているページを教材の周辺（授業者のデザイン意図やその教材を使った際の子どもの学びの記録）までが見えるようにして，「この教材を使ったとき，あなたの教室ではどんな学び方をする子がいましたか」というコメントを書き込んでいけるような場としてデザインしなおすといったやり方も考えられる．このコメント欄を学習観の変容を促す仕組と考えるなら，報告の羅列ではなく，やり取りを通じた考えの変化，違いが見えることによる考えの変化を促すものとしてデザインしたい．だとすると，思い切って教材の公開数を絞るという制約をかけてしまった方がよさそうだという方針も立ってくる．

これはあくまで一例だが，本稿で明らかにした 3 つの構成要素は，CoREF にとって，現実の教育現場，社会の中で次々と表れてくる実践的な難題を，そのためのシステムデザインという課題に落とし込んでいく際の次の指針（仮説）として活用できる．

教室で「知識構成型ジグソー法」という授業の型が持つ制約によって制約されていない創造の余地が見えやすくなり，「新しい問いとゴールを創発し続けていく」学びが促されるのであれば，実践者，研究者の学びの場，授業づくりのためのシステム構築にもそうした制約による創発の可能性を適用すべきだろう．本論文の記述を完全な仮説検証型でも仮説生成型でもなく，2 つの構成要素を中核とした仮説でシステムデザインを制約しながら，そこで見えた次の課題に対して新しい仮説を生成するという形にしたのは，それがシステムの発展過程を動的なものとして捉えやすくすることをねらったためである．

本稿では，今後のシステムデザインに使える 3 つの構成要素だけでなく，その根拠を発展経緯と共に示すことで，さまざまな教育現場のシステムデザインの指針として役立つことを期待している．こうした形である時点での実践研究から得られた知見を活用しながらシステムをデザインし，また知見そのものも見直していくような実践研究をつなげていくことが DBIR の基本姿勢であり，様々な切り口から引き続きこうした実践研究を重ねていくことが，認知科学を実践化し，学校内外の多様な関係者の学びをつなげていくための課題の中核となる．

参考文献

[1] Bereiter, C. (2002). Design Research for Sustained Innovation.『認知科学』, 9(3), 321-317.

[2] 中央教育審議会(2015).『教育課程企画特別部会　論点整理』

[3] Cobb, P. & Jackson, K. (2011). Analyzing educational policies: A learning Design Perspective. The Journal of the Learning Sciences, 21(4), 487-521.

[4] 益川 弘如 (2006). 適応的に転用可能な 授業における学習者の活動原則の抽出 ―他機関授業への適応的転用と実践的評価―. 日本認知科学会第 23 回発表論文集, 64-65.

[5] Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. Cognitive Science, 10, 151-177.

[6] 三宅 なほみ (2010). 協調的な学習の仕組み. 東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト平成 22 年度報告書』, 2- 8.

[7] 三宅 なほみ (2011). 概念変化のための協調過程―教室で学習者同士が話し合うことの意味―. 『心理学評論』, 54(3), 328-341.

[8] 三宅 なほみ・波多野誼余夫 (1991). 日常的認知活動の社会的文化的制約.『認知科学の発展 vol. 4.』, 105-131, 東京: 講談社.

[9] Penuel, W. , Fishman, B. , Cheng, B. H. , & Sabelli, N. (2011). Organizing Research and Development at the Intersection of Learning, Implementation, and Design. Educational Researcher, 40(7), 331-337.

[10] 埼玉県教育委員会 (2016). 「未来を拓く『学び』プロジェクト」について. 未来を拓く「学び」プロジェクト平成 27 年度シンポジウム配布資料, 1-6.

[11] 佐藤 学. (1997). 『教師というアポリア』. 神奈川: 世織書房.

[12] 白水 始, 三宅 なほみ, 益川弘如 (2014). 学習科学の新展開 : 学びの科学を実践学へ. 『認知科学』, 21(2), 254-267.

[13] Schön, D. (1983). The Reflective Practitioner: How professionals think and action. New York: Basic Books.（佐藤 学 & 秋田 喜代美 訳 (2001). 『専門家の知恵』. 東京: ゆみる出版）

[14] 東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (2015).『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト平成 26 年度報告書』

[15] 東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (2016).『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト平成 27 年度報告書』

高校数学における思考の外化を促す活動とその効果
Activities in High School Mathematics that Promotes Externalization of the Thoughts and the Effects

永井　香
Kaori　Nagai
桜美林中学校・高等学校
J.F.Oberlin Junior and Senior High School
hzr02476@nifty.com

Abstract

In high school mathematics, many students don't understand the meaning of expressions or the terms clearly, and notice that they don't understand the content only after the exarmination. In this study, I examined if the thoughts of students were externalized through collaborative learning when students explained to each other(knowledge construction jigsaw method). I also used an activity where students describe the reflection of their learning routinely. These activities suggested that students understood meaning of expressions and the terms more deeply and that they got more conscious of study and their level of understanding .

Keywords － Externalization of Thoughts, Metacognition, Reflection, Collaborative Learning

１．はじめに

高校生の数学の答案を見ると，式や用語の意味理解が曖昧なゆえの間違い，なぜそうやって解くのかを意識しないままに解こうとするために起きる間違いが多い.

教師が一斉授業で講義を行う場合，生徒は板書を写すこと，説明を理解しようとすることに集中し，自らの思考過程を意識することは稀であろう．それに対して生徒同士が説明し合うような状況では，必然的に，数学用語や式を頻繁に使うこととなり，自分の考えを分かってもらうために自らの思考過程を外化・言語化することが必須となる.そうであれば，田島(2007)の言う「学習した内容を他者に向けてわかりやすく解説したりするような表現活動によって，『分かったつもり』に陥っていて理解が不十分であったことへの気づきや，他者の視点を取り込んだり予想したりすることによる説明の工夫が促され，学習内容の理解が深まっていく」状況を生む協調的な学習を取り入れた授業デザインが有効と考えられる.

また，学習内容の理解度については，普段から「ここが分からない」と具体的に意識している生徒は少なく，試験を受けて初めて「分かっていなかった」ことに気づく生徒や，試験で問題を解いているとき「途中で何をやっているのか分からなくなった」という生徒もいる．日常的に自分の理解度を意識・記述させること，すなわち生徒のメタ認知を促すことは，自らの学習課題や学び方を意識させ，より深い学びを促すことにつながると考えた.

そこで本研究では，思考過程の外化・言語化を促す方法として知識構成型ジグソー法を，理解度を意識・記述させる方法としてリフレクションカードを用いた授業を通して，式や用語の意味理解および学び方についての意識にどのような効果が見られるかを探った.

２．方法

2.1　対象生徒

本学高校 2 年生理系コース　2 クラス 48 名

2.2　活動

①知識構成型ジグソー法

自力解決→エキスパート活動→ジグソー活動→発表

②リフレクションカード

生徒が自分の理解度の 4 段階評価と理解度について毎時間記入し，筆者がコメントした.

2.3　実施時期と単元名

①知識構成型ジグソー法

2015 年 5 月・ベクトル（クラス 1）

6 月・微分・積分（クラス 2）

10 月・三角関数（クラス 2）

②リフレクションカード

2015 年 9 月～ 10 月（15 回）２次曲線（クラス 1）

2.4 データの収集・分析の方法

2.4.1 ジグソー法のデータ収集

生徒に記述させたワークシートについて，自力解決段階（エキスパート活動前）でどこまで記述しているかのレベルとジグソー活動時の説明に用語や式，図を利用している延べ人数の割合を調べた．

また．10 月の授業については．自力解決時からジグソー活動後の課題解決にどのような変化が見られたかを調べた．

2.4.2 リフレクションカードのデータ収集

リフレクションカードについては，記述量および記述内容の変化を調べた．記述量については，授業で扱った内容と記述量の推移の関連について分析した．記述内容については数学の内容や理解度に関して具体的に踏み込んでいない記述と具体的内容を含んだ記述の割合の推移を調べた．

2.4.3 学習内容の適用

それぞれの授業に関して，学習した内容が定期試験・実力試験の類似問題または問題に適用できたかどうかを調べた．

・ジグソー法授業

ベクトル：4 日後中間試験・類似問題

8 週間後実力試験・活用問題

微積分　：2 日後期末試験・類似問題

三角関数：3 日後実力試験・活用問題

・リフレクションカード

2 週間後中間試験・基本問題と応用問題

３．内容・単元の選定意図

3.1 知識構成型ジグソー法

2015 年 5 月に「ベクトル」，6 月に「微積分」，10 月に「三角関数」と扱った分野は異なるが，定期試験や実力試験を前にして，その分野のまとめとなる問題を取り上げることとした．

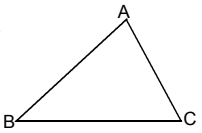
「基本問題は解けるけれど応用問題は苦手」という生徒は多い．彼らのいう「基本問題」は学習したそのままの形にごく近いもの，また一つの知識・式で，あるいは一段階の手続きで解けるものを指していることが多い．それは学習した内容が一つずつ孤立した状態で存在していて，関連づけられていないためではないかと考えた．そこで「応用問題ではあるけれども重要な基本事項を組み合わせることで解くことができる」という視点で題材を選んだ．

① 5 月・ベクトルで扱った問題

△ ABC の内部に点 P があり，次の式を満たしているとき，次の問に答えよ．

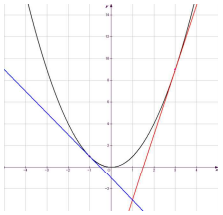
(1) 点 P はどのような位置にあるか．

(2) △ PAB，△ PBC，△ PCA の面積の比を求めよ．



② 6 月・微積分で扱った問題

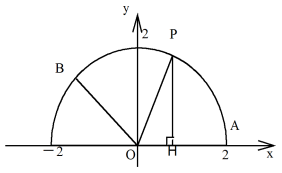
放物線 C：$y=x^2$ 上の点 $A(-1, 1), B(3,9)$ における接線をそれぞれ ℓ_1，ℓ_2 とする．放物線 C と 2 接線 ℓ_1，ℓ_2 で囲まれる図形の面積を求めよ．



③ 10 月・三角関数で扱った問題

図のように，原点 O を中心とする半径 2 の円の周上に 2 点 $A(2, 0), B(-\sqrt{2}, \sqrt{2})$ をとる．

弧 AB 上に点 P を $\angle AOP=\alpha \left(0<\alpha<\frac{\pi}{2}\right)$ となるようにとり，点 P から x 軸に垂線 PH を下ろす．また，$\sin\alpha+\cos\alpha=t$ とする．



(1) $\sin\alpha\cos\alpha$ を t を用いて表せ．

(2) ∠ POB を α を用いて表せ．また，△ OBP の面積を $\sin\alpha$，$\cos\alpha$ を用いて表せ．

(3) 四角形 OBPH の面積 S を t を用いて表せ．

また，$\sin 2\alpha=\frac{4}{5}$ のとき，S の値を求めよ．

①②③のどの授業においても，問題を解決するの

に必要な内容を３つの部分に分割してエキスパート資料を作成し，エキスパート活動後，3 人ないし 4 人でジグソー活動を行った．

①②の授業では，各エキスパート資料に１つずつの数学の内容を割り振ったが，③は実力試験の過去問題であり，必要となる内容が多く，各エキスパート資料に２つずつの内容を割り振った．

3.2　リフレクションカード

数学Ⅲ「２次曲線」の授業で取り入れた．「２次曲線」の単元では，新しい用語や紛らわしい用語が次々と導入されること，楕円と双曲線の方程式や焦点を求める式がよく似ていて間違えやすいことなどから，生徒自身が「何が分かったか」「どこを難しいと感じているか」などを，頻繁に言語化して振り返りをすることが有効と考えこの単元を選定した．

４．結果

4.1　ジグソー法

4.1.1　自力解決段階の記述

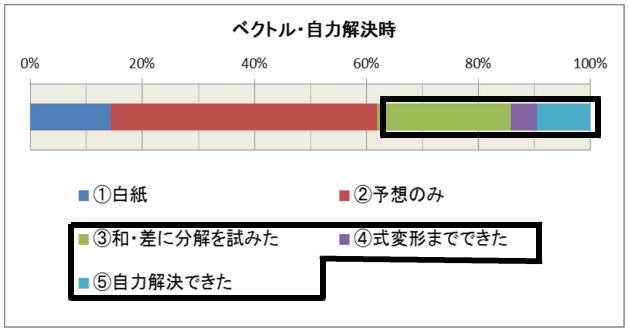


図１　５月ベクトル（クラス 1）

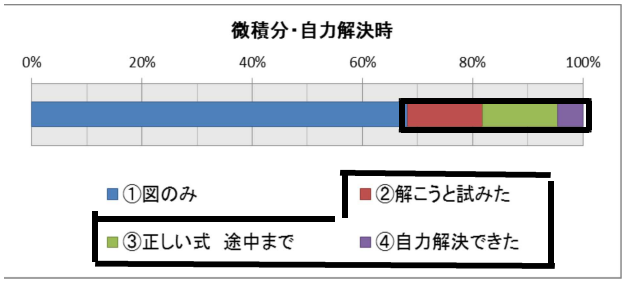


図２　６月微積分（クラス 2）

図 1，図 2 は，5 月と 6 月のジグソー授業時，自力解決段階の記述レベルについてその割合を示している．

この段階では，何らかの式を立てて解こうと試みた生徒を含めても 3 割強から 4 割弱と，問題を解く方針が見つけられない生徒が多数を占めた．

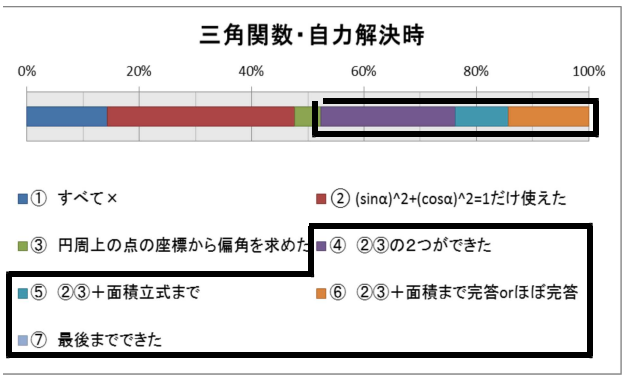


図３　10 月・三角関数（クラス 2）

図 3 は 10 月のジグソー授業時，自力解決段階の記述レベルの割合を示している．実力試験を前に，前年度に学習した内容の復習として行った．

ここまでは知識が定着しているであろうと筆者が予想していた基礎を問う小問 2 問（(図 3）の②③に相当）のうち，一方（(図 3）の②）は 8 割の生徒が正答したが，両方できた生徒は 5 割弱であった．単独の知識としては分かっていたとしても，複雑な問題の中に埋め込まれているときにはそれを活用することはハードルが高いと言えるかも知れない．

4.1.2　ジグソー活動時の記述

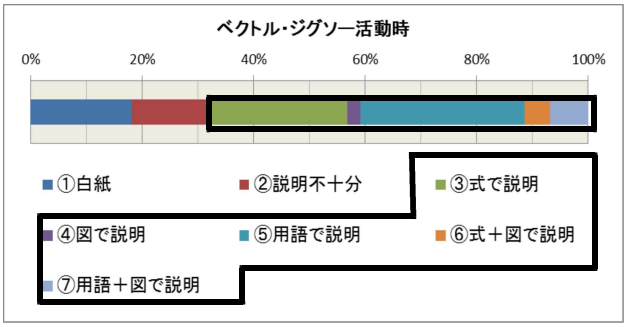


図４　ジグソー活動時の記述（5 月・ベクトル）

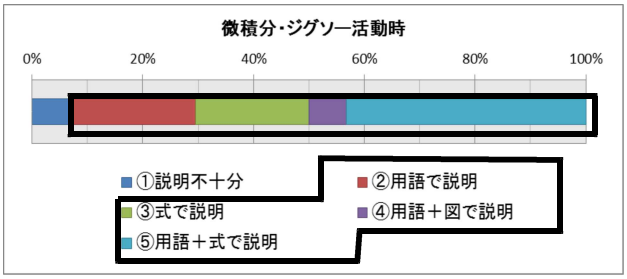


図５　ジグソー活動時の記述（6 月微分・積分）

図 4，図 5 は同じ授業のジグソー活動時，他の生徒からの説明を受けた生徒がその内容を表現する際に利用したものの割合を示している．用語と図または式の両方を用いて詳しい説明を記述している生徒

が約半数おり，ほとんどの生徒が式または用語を用いた説明を記述した．自力解決時と比較して理解が大きく進んだと考えられる．

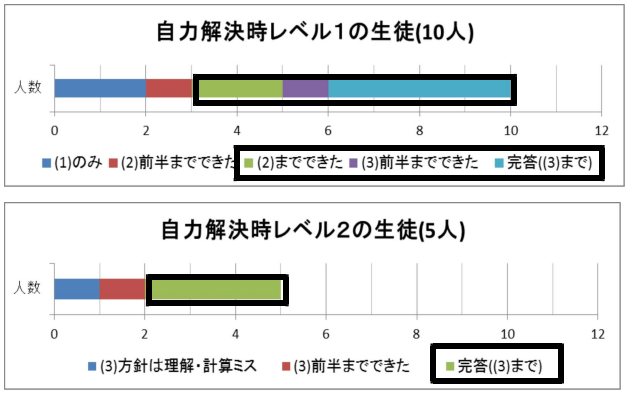


図 6　三角関数・自力解決時レベル別・ジグソーの解決レベル

図 6 は，三角関数の自力解決時にどこまでできていたかによって生徒を 3 グループに分け，そのグループ毎にジグソー活動でどこまで課題を解決出来たかを示したものである．自力解決時にすべて不正解または（1）のみできた（即ち $sin^2\alpha+cos^2\alpha=1$ のみを使えた）生徒（(図 3 の①②に該当)）をレベル 1，（2）の前半（即ち，円周上の点の座標から偏角を求める）までできていた生徒（図 3 の④に該当）生徒をレベル 2，それ以上をレベル 3 とした．

レベル 1 の生徒 10 人のうち，ジグソー活動で(2)後半まで，ないしそれ以上の解決レベルに達した生徒は 7 人，完答できた生徒も 4 人であり，レベル 2 の生徒は 5 人のうち 3 人が完答した．授業前における理解度や既習事項の定着度に差はあっても，生徒一人ひとりの理解が進んだことが伺える．

4.1.3　統合的理解を示す記述

3回行ったジグソー法の授業のうち，微積分のワークシートでは，22人中5人の生徒が「大事だと思ったこと」の欄に解法の手順のまとめを記述していた．例えば以下のような記述である．

> ・接線の方程式を使って直線ℓ_1，ℓ_2の方程式を求める
> ・求めたい面積を 2 つに分ける
> ・計算する（積分する）ときにできるだけ簡単に解けるように公式を利用する

この 5 人のうち，4 人は自力解決時には図を描いただけで問題を解く方針が立てられなかった生徒である．人数として多くはなかったが，問題が解けただけでなく，学習した内容の統合を図ろうとしたことが見てとれる．

4.1.4　類似問題・活用問題への適用

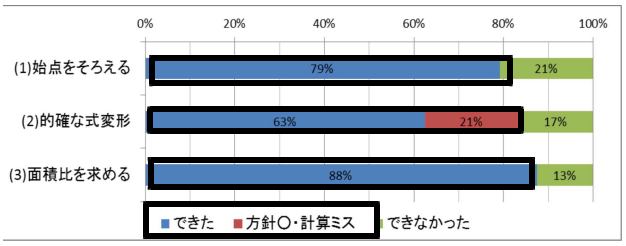


図 7　ベクトル・中間試験類似問題

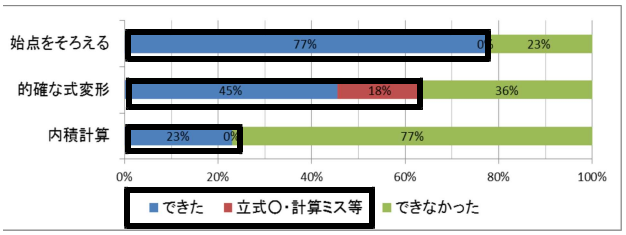


図 8　ベクトル・8 週間後実力試験活用問題

図 7，図 8 は，それぞれベクトルの授業 4 日後の中間試験における類似問題と 8 週間後実力試験活用問題においてジグソー法の授業で学習した内容（手法）が使えているかについて調べたものである．

中間試験では，（2）式変形において「できた」がやや少なかったが，立式までできた者を含めるとどの問題においてもおよそ 8 割の生徒が学んだ手法を使うことができていたことが分かる．

8 週間後の実力試験では，授業で扱った問題とは全く異なる形式ではあるが，授業で扱った手法を利用する問題が出題された．（図 7）を見ると授業で扱った「始点をそろえる」「(位置ベクトルの考え方を用いた）的確な式変形」については 6 割から 8 割の生徒が少なくとも立式まではできていることが分かる．8 週間という時間を経ていること，出題の形式が全く異なることを考えると，ジグソー法の授業を通して学習したことは，その時の問題が解けたということにとどまらず，「こういう場合にはこの手法が使える」という汎用性をもつ理解ををもたらしたと考えられる．なお，3 番目の内積計算は前年度の既習事項ではあるが，今回の授業では扱っていない．

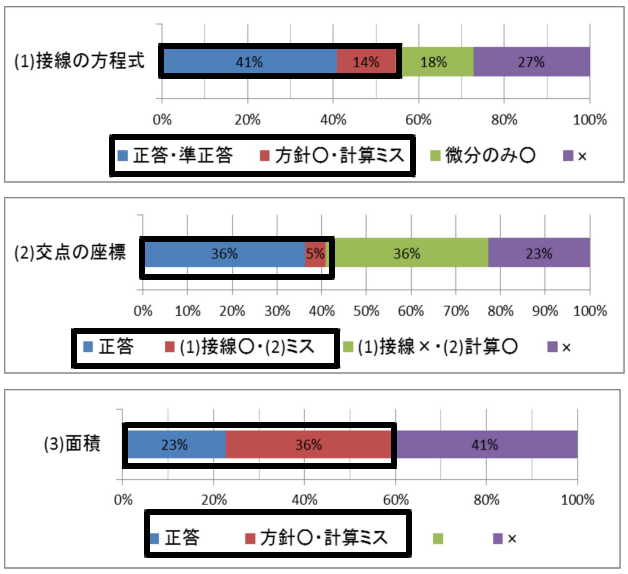


図 9　微積分・期末試験類似問題

図 9 は，微積分の授業 2 日後の期末試験における類似問題において，ベクトルのときと同様，学習した手法が使えているかを調べたものである．

（2）は授業の中で使った知識ではあるが，「2 直線の交点」（手順が 1 段階）を求める部分であり，ほとんどの生徒が難なく解けるので授業中にもあえて説明はしていない．（1）の接線の方程式を求めて（2）の交点で間違えた者は 1 名しかおらず，半面（1）の接線を求めるところで間違えたために正答できなかったものは多かったが，交点の計算自体はミスなくできた生徒は少なくとも 7 割はいたことになる．

接線の方程式，積分で面積を求めるなど 3 段階以上の手順を必要とする問題では計算間違いが多い．

接線の方程式は正答または方針は分かっていて計算間違いしたものを合計しても 6 割弱と低調であった．解答の方針が立たなかった生徒は，微分したがその後何をすれば良いか分からなくなった，微分に気付かなかった，「ｙ’＝」と書いて積分した，など間違いの内容は生徒によって様々であった．(3) は正解または方針が立っていて正解に至らなかったものを合わせて 6 割弱だが，正解者は 23 %にとどまった．

以上の点を総合してみると，「２直線の交点を連立１次方程式を用いて求める」という中学校で学習し，手順が１段階の計算は大半の生徒ができるが，手順が何段階か含まれる難易度の高い問題では，正答率が下がるだけでなく，解答の方針が立たない生徒もかなりの数に上った．

その要因として，ベクトルの授業で扱ったものよりも手順を多く含む複雑な問題であったこと，微積分の授業を行ったクラスの方が数学の苦手な生徒が多かったことなどが考えられる．エキスパート資料の作り方や振り返り活動の時間設定など，より生徒の状況に即した授業設計が必要であろう．

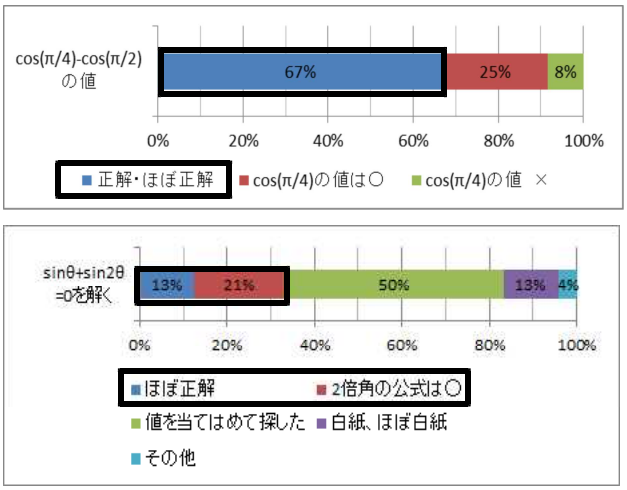


図 10　三角関数・実力試験活用問題

図 10 は三角関数の授業 3 日後の実力試験に出題された三角関数の問題のうち．授業で扱った内容を活用する問題の出来について調べたものである．

出題された問題は

(1)　$cos(\pi/4)-cos(\pi/2)$ の値を求める

(2)　$sin\theta+sin2\theta=0$ を満たす θ の値 $(0\leqq\theta<2\pi)$ ををを求める

（(3)は省略）

であるが．授業と直接関連する内容は(1)と(2)の途中途中（2 倍角の公式を用いて変形するところ）までである．(1)のように単純な問題では学習した知識を使うことができる生徒が多かったが．見た目がかなり異なる問題（授業で扱ったのは図形問題．実力試験の出題は方程式問題）になると．活用することのできた生徒は約 3 分の 1 にとどまった．

4.2　リフレクションカード

4.2.1　記述量の推移

図 11 はリフレクションカードの記述量の推移を示している．既有知識との関連が見えやすい，適度な難易度，興味を引く題材などの授業時に記述量が増加しているとことが分かる．

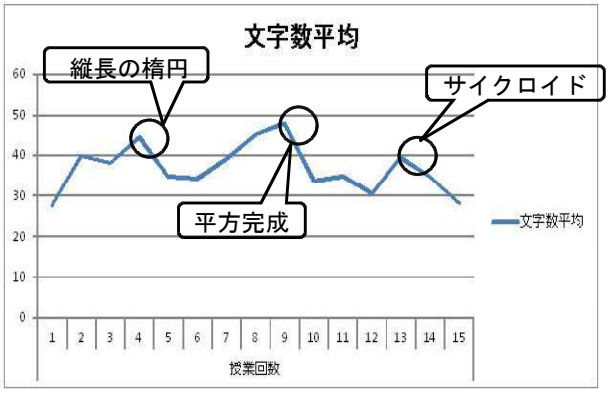


図 11　記述量の推移

4.2.2　記述内容の変化

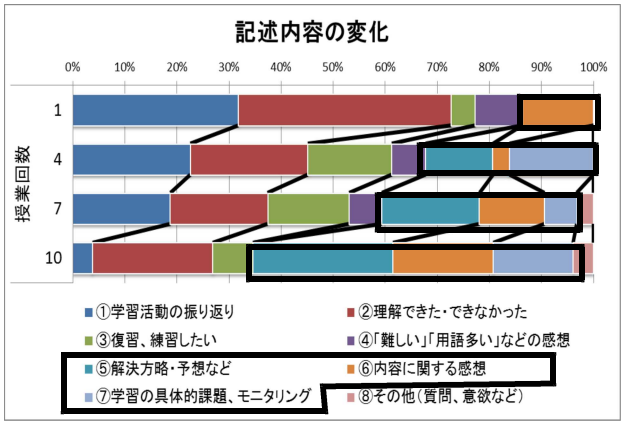


図 12　記述内容の変化

図 12 は記述内容の変化を示している．始めは「理解できた」「難しい」など具体的内容を伴わない記述が多かったが，回を追う毎に内容や理解度に関する具体的内容を含んだ記述が増え，記述内容が深まっていると言える．

1 回目の記述例

・これから軌跡に近いことをやると思いました。

・図の意味が理解できました。2 次曲線が何か分かりました

7 回目の記述例

・楕円の頂点の位置の関係から双曲線における頂点の位置を導き出すことができた

10 回目の記述例

・2 次方程式ならどんな形でも判別式が使える。もっと高次な式に判別式はあるのか。

11 回目の記述例

・放物線などの焦点の求め方は覚えていたが、定義を間違えて覚えてしまっていた

4.2.3　類似問題（基本・応用）への適用

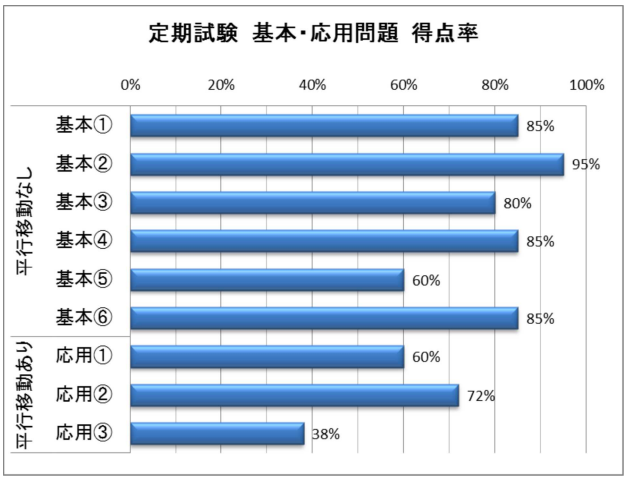


図 13　中間試験・類題の得点率

2 次曲線を学習した 2 週間後に行われた定期試験に基本問題を 6 題．応用問題を 3 題出題した．

図 13 はそれぞれの得点率である．基本問題で 8 割前後，応用問題でも方針が立てられた者を含めて 6 割前後とある程度学習内容が保持されていたと考えられる．

5．考察

一斉授業で一通り学習しても，複数の知識を統合させる必要のある問題を一人で解ける生徒は少ないが，ジグソー活動を通して，多くの生徒が式や用語を用いて説明することができ，あるいは一人ひとり既有知識の異なる生徒がそれぞれに理解を深めた．また，リフレクションカードの記述量は授業内容に左右される部分が大きいものの，内容は「難しい」など単純なものから数学の内容や自分の学習課題に具体的に踏み込んだものに変化していく様子が見られた．

ジグソー法のように思考の外化・言語化を促す活動は，式や用語の意味理解を深めること，リフレクションカードのように自らの理解度を意識・記述する活動は学習内容や理解度，学習課題についての意識を高めることが示唆されたと言えるだろう．

本研究では，知識構成型ジグソー法とリフレクションカードの 2 つの実践を行ったのであるが，ここでこれらの関係を考えたい．

両者の相違点は，前者においては学びの過程に他者との対話が介在するが，後者にはそれが存在しないということである．生徒はリフレクションカードに記述をするとき，自らの理解度を個人内で省察，振り返りを行う．これに対して，ジグソー法におい

ては他者の考えを聞くことで，1 人では気づかなかった視点を獲得する，自らの間違いに気付く，あるいは他者に説明するために自らの理解を改めて見直し，言語化する必要に迫られる，など学びが深まる状況がより起こりやすいと言えるだろう．

また，理解した内容を「問題を解く」ことにどの程度適用できるかという点においては，生徒一人ひとりの既有知識や計算スキルの差，問題の難易度など多くの要因が影響すると考えられ，本研究では十分に明らかになってはいない．しかしながら，少なくとも授業で扱った問題の類似問題や基本問題に関しては多くの生徒がある程度適用できていたとは言える．知識の活用可能性については，上述のような要因の影響を考慮に入れた上で，どのような生徒にどのような教示や活動，課題設定が有効なのか，更に検討が必要であると考えている．

謝辞

本稿の執筆に際し，貴重な助言を頂いた放送大学大学院の三宅先生，白水先生に深く感謝する，また，議論の中で有益なコメントを頂いたゼミの皆様に感謝する．

参考文献

[1]高垣マユミ，(2010)，授業デザインの最前線Ⅱ，北大路書房

[2]東京大学・大学発教育支援コンソーシアム推進機構／自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト，(2014)，協調学習　授業デザインハンドブックー知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり

[3]三宅芳雄，(2012)，教育心理学特論，放送大学教育振興会

[4]三宅なほみ・白水始，(2003)，学習科学とテクノロジ，放送大学教育振興会

[5]白水始・三宅なほみ，(2009)，認知科学的視点に基づく認知科学教育カリキュラムー「スキーマ」の学習を例に，認知科学，16，pp．348-376

[6]田島充士，2007，教育場面での説明実践と評価，比留間太白・山本博樹(編) 説明の心理学ー説明社会への理論・実践的アプローチ，ナカニシヤ出版

創造的教養を育む芸術教育実践：日常の写真活動に及ぼす効果
Development of creative literacy in an artistic photography course

石黒　千晶[†]，岡田　猛[†‡]
Chiaki Ishiguro, Takeshi Okada

[†]東京大学大学院教育学研究科，[‡]東京大学大学院学際情報学府
Graduate School of Education, and Graduate School of Interfaculty Initiative in Information Studies
University of Tokyo
sanagi327@nifty.com, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Individuals with creative literacy are acknowledged to play important roles in the development of a creative society. This article reports design-based research into an artistic photography course aimed at enabling undergraduates to acquire creative literacy. The photography course, taught by a professional photographer, included the following activities: lectures teaching the theory and practice of photography; appreciation and imitation of acclaimed artistic photographs; reflection by the participants on their own photo taking through diary writing; and an artwork exhibition in the classroom. Twenty-one undergraduates participated in this course. Interviews conducted one year after the end of the course reveal that the number of students who practiced photography increased after the course. They reported that they had benefitted from the hands-on experience of photo taking, from acquiring knowledge and skills of photography, and from inspiration by artworks encountered on the photography course.

Keywords — creative literacy; art education; creation; photography; design-based research

1. はじめに

創造的教養人の育成

現代社会では，美術館やギャラリー，インターネットなど，誰でも芸術作品やそれに関する情報に触れることができる環境が整っている．このような環境では，芸術家や批評家などの創造活動の熟達者だけでなく，芸術を専門としない一般市民も様々な形で鑑賞や表現といった芸術活動を行っている．縣と岡田(2013)は，このような創造活動を活発に行う市民を創造的教養人と呼び，彼らが社会の構築に重要な役割を果たすことを指摘している．創造的教養人とは，(1)芸術などの創造活動に関する知識や経験を持ち，(2)日常的に創造活動に親しんでいる人のことを指している(縣・岡田, 2013)．芸術領域での創造的教養を育成するためにはいくつかの有効な方法が存在するが，その一つは，芸術表現に関わる知識や技能を体系的に教えることである．もちろん，表現以外の鑑賞なども重要な芸術活動だが，これらは相互に影響しあって発展する活動である．例えば，表現経験は他者作品鑑賞において他者の表現意図や方法を推測する際に役立つ．すなわち，芸術教育実践で表現に関わる知識や技能を教えることは表現そのものだけではなく，その他の鑑賞などの芸術活動にも影響を与えるのである．そのため，芸術教育では両者の関係性を考慮した教育の必要性が指摘されている(赤木・森・山口, 2006)．具体的な教育実践としては，大学などのフォーマルな教育現場で美術やダンスなどの芸術表現を実際に体験しながら学ぶ授業が実施され，その結果，参加者が表現に関する知識を獲得したり，自分なりの表現を追求したり，芸術活動により親近感を感じたりするようになることが示されている(縣・岡田, 2009b; 中野・岡田, 2012;石田, 2013)．このような教育実践の影響は実践直後の学生の芸術活動についての知識や態度にとどまらず，実践から一定期間経った後の日常生活での芸術活動にも影響を与える可能性がある．学んだことを学んだ場から持ち出して日常生活での問題解決に利用することが転移の一つである(白水・三宅, 2009)ことを踏まえると，学習者が教育的介入で得た知識や経験が個人の日常的な学習場面に転移することは，重要な教育的達成の一つであると言える．その際，知識や態度に加えて，日常場面の行動を変化させることも，創造的社会の一員である創造的教養人を育成する上で重要な教育目標となるだろう．

したがって，本研究では，芸術表現に関する教育実践を企画・実施し，授業を通しての学生の芸術活動に関する知識や態度の変化や，日常の芸術活動の変容について検討する．その際に，デザインベース研究(Design-based research)，あるいは，デザイン実験(Brown, 1992; Barab, 2014)の発想に基づいて，教育実践とその評価を行う．この研究方法は，統制群を設定する実験とは異なり，ある状況や対象に対して最適だと思われる教育活動を実施し，その教育活動のプロセスを踏まえて，教育効果が表れるメカニズムを考察

し，次の教育プログラムを改善していく研究手法である．認知科学では 2002 年に『学習環境のデザイン実験』の特集号が組まれ，それ以降もデザインベース研究やそれに準ずる教育実践と評価が複数行われている（白水・三宅, 2009; 大島・大島・田中, 2002;楠見・田中・平山，2012 ほか）．本研究は，過去の芸術教育や創造的教養人育成を目的とした研究をもとに教育方法を改善して実践に組み込み，それによる知識・理解への効果，日常場面の活動への転移への効果を検討するという意味で，デザインベース研究に則っている．このようなアプローチを取ることによって，本研究は創造的教養人の育成という新しい教育目標を達成するための教育方法と評価を考える上での第一ステップとなる知見を提供すると思われる．

芸術領域の学習とその教育要素

創造的教養人の育成のためには，芸術表現の授業やワークショップなどで実際に表現活動を体験することが重要視されている(縣・岡田, 2009ab)．そもそも芸術に関わる教育実践で，学習者は何を学んでいるのだろうか．Halverson & Sheridan (2013)は数学や理科，歴史などの学習と異なる特徴の一つとして，芸術は表現に関わる領域であることを指摘し，その領域での学習を通して，学習者はどのような表現を選択すれば様々な観衆に意味を伝えることができるかについて自覚的になることを指摘している．石黒・岡田(2013)は，このような学習者の変化を表現の意図と方法を一致させる試みを示す「表現の自覚性」の高まりとして概念化している．なお，表現の自覚性を高めるためには，単に表現活動を体験するだけでは十分でないことも指摘されている．石黒らは写真初学者 2 名を対象に約 3 ヶ月間にわたる写真創作についてのケーススタディを実施した結果，初学者でも数週間で表現の意図と方法を一致させる重要性についての知識は獲得されたが，個々の作品制作で表現の意図と方法の一致を意図する表現の自覚性の実践には他者作品を鑑賞して模倣するといった介入が重要であることを示唆している．このような獲得プロセスを鑑みても，表現の自覚性は様々な創造に関わる経験を通して獲得される，より抽象化された，汎用可能性の高い創造に関わる知であり，縣・岡田(2013)が創造的教養の一部として指摘する創造活動に関する知識の一つとして位置付けられる．

以上の議論とこれまでの美術教育に関わる先行研究を踏まえて，本研究では，創造的教養人を育成するためには，以下の 4 つの教育要素を段階的に組み込むことが重要であると考えた．具体的には，(1)表現を実際に体験すること，(2)特定の領域の具体的な知識や技術を身につけること(3)当該領域の表現者や作品に出会うこと，(4)自分の表現体験を省察して，そこから学ぶこと，といった要素を芸術活動の習熟に合わせて段階的に組み込むことが有効である．以下，それぞれについて説明する．

まず，創造活動について知識や経験を持つという創造的教養人の定義(縣・岡田, 2013)や表現の自覚性の獲得過程(石黒・岡田, 2013)を踏まえると，「(1)表現を実際に体験すること」は授業実践に不可欠な要素である．また，実体験に加えて，表現や鑑賞に関わる基礎的知識や技術など「(2)特定の領域の具体的な知識や技術を身につけること」も重要である．美術教育の領域では，表現活動を実際に経験しながら美術領域のための知識を獲得することの必要性が指摘されている (Eisner, 1986)．もちろん，芸術を専門としない市民にとっては，表現や評価についての専門家レベルの知識は必要ない．しかし，各芸術領域には特有の材料や道具が存在することから，最低限それらの材料や道具を使用するための基礎的な知識や技能を身につける必要がある(金子, 2003; Halverson, 2012)．また，芸術領域にはそれぞれに鑑賞の際の作品評価基準があり，作品の発表会や講評会を通してその領域の評価基準を知ることが不可欠だと考えられる．

また，創造活動を楽しむ習慣や態度を育むためには単に表現の体験や知識の獲得だけではなく，自分の表現スタイルを固定せず，多様に発展させていくことも重要である．岡田（2013）は，表現行為のモデルを提案し，その中で芸術領域の様々な表現者に出会うことや自己の内面を発見することが芸術表現の変化をもたらすことを指摘している．ただし，ここでの表現者とは熟達者に限らず，表現を行う全ての人を指す．例えば，芸術教育実践の参加者にとっては，自分以外の参加者の表現に出会うことが自分の表現を振り返ったり，発展させたりするために重要な役割を持つと考えられる．この考察を踏まえると，自分の表現を発展させるためには，「(3)当該領域の表現者や作品に出会うこと」や「(4)自分の表現を省察して，そこから学ぶこと」が必要であると考えられる．

「(3)当該領域の表現者や作品に出会うこと」は，個人の表現に転換をもたらすという意味で重要性を持っている．新しい表現を提案する人の作品を鑑賞したり

模倣したりすることは，学習者が自分の表現のあり方を見直すきっかけになる．例えば，足立・福田(2000)は，学校教育場面で芸術作品を模倣させることは学習者の表現へのヒントの獲得を促すと指摘している．ただし，このとき扱う芸術作品は教育目的に応じて選ぶことが重要であろう．先行研究では，新しい表現を促進するために，学習者にとって馴染みのない他者作品を鑑賞したり，実際に表現したりする（模倣する）ことが重要であることが示されている(石橋・岡田,2010; 植阪・光嶋, 2013; 石黒・岡田, 2013)．学習者は芸術作品を鑑賞したり模倣したりするときに，自分の既有知識や価値観と関連付けて他者作品を理解することを試みる．この作品理解は，個人で鑑賞を行うことに加えて，その後に他者と意見交換をして，鑑賞体験を共有することで深まることも指摘されている(例えば，蝦名, 2008)．また，教師による作品解説は芸術史的観点からの作品理解を促すと考えられる．

さらに，自分の表現を省察することも学習者が自分の表現を発展させるために重要である(Schön, 1983)．絵画教育研究でも，自分の表現主題を発見するために，自分の作品について説明したり，表現プロセスを振り返ったりするなど「(4)自分の表現を省察して，そこから学ぶこと」ことが有効であることが示唆されている(小澤・岡田, 2012)．

研究の目的

以上の知見を踏まえて，本研究では芸術専攻ではない一般大学生を対象に，芸術表現についての教育実践を企画・実施する．その際，表現活動の過程や方法についての知識や技能の獲得を支援するための教育的介入として，表現についての基礎的知識・技能の講義と実習を含む「レクチャー」を組み込む．また，学生の表現活動の発展を促すための介入として，領域の表現者や実在する芸術作品から表現に関する知識を得る機会となる「鑑賞・模倣」と「発表会」を行う．さらに，授業外では学生自身の作品や表現の「省察」を促す課題を取り入れる．

そして，この授業を通して学生が創造的教養を獲得したかどうかを検討する．学生の創造的教養は，2つの側面から評価することができる．第一に，創造活動の知識や態度といった内的な側面である．本研究の実践では表現に焦点を当てた介入を行うため，授業を通して学生は自分の表現意図を明確に意識し，それを適切に具現化することの重要性を認識するようになるだろう．このような学生の表現の自覚性は表現のみならず，鑑賞においても高まると考えられる．第二の評価の側面としては，創造活動を楽しむ習慣といった行動の変化がある．学生は授業期間中に表現や鑑賞といった芸術活動に関わることになるが，授業を通して創造活動の知識や態度を身につけていれば，フォーマルな教育場面を離れた1年後でも日常生活の中で教育実践の中で行った芸術活動を継続したり，それ以外の芸術活動を始めたり，あるいは，教育実践参加前から行っていた芸術活動を発展させているだろう．

前者の内的な創造的教養の変化の検討については，石黒・岡田(印刷中)を参照されたい。本稿では行動の側面での創造的教養の変化として，授業実践前と1年後の参加者の芸術活動の変化を追跡インタビューによって検討する．さらに，参加者の芸術活動に変化があった場合，授業に含まれるどの教育的要素が影響したのかについても考察する．なお，芸術活動についての行動の変化は本授業で扱う芸術領域に限らず，芸術一般に適用される可能性がある．これは，特定の芸術領域についての教育実践で得た知識や経験が，学生が実践参加前から行っていた芸術活動の領域やその他の芸術領域についての考えや行動に影響する可能性があるからである．そのため，本研究では芸術活動の変化について，授業で扱った芸術領域と，それ以外の芸術領域一般をそれぞれ検討する．

2. 方法

芸術教育実践

本研究では，芸術教育実践として 1 学期間の芸術写真表現の授業と全 3 回の写真表現ワークショップ（以下，WS と略す）を実施した．

芸術教育実践を実施するにあたって他の芸術領域よりも技術的なハードルが比較的低く，日常的に馴染みの深い媒体である写真を選定した．絵画や彫刻などの芸術領域は，デッサンなどの基礎的な技術を習得するために数年以上の長い学習時間が必要になるが，芸術写真はカメラさえあれば数種類の設定の操作で多様な作品を短時間で生み出すことが可能である．このような技術的な手軽さと媒体の馴染み深さを選定基準としたのは，学生の多くが創造活動に対する苦手意識を持っている(縣・岡田, 2010)ためである．

芸術写真の授業

(a)概要　芸術を専攻としない学部 3,4 年生を対象とした「芸術創作実践演習」という科目で授業を行った．講師は国内外で展覧会の経験を持ち，写真専門学校での

表 1　授業のスケジュール

第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 6 回	第 7 回
ガイダンス	レクチャー①	創作①	レクチャー②	レクチャー③	レクチャー④	創作②
第 8 回	第 9 回	第 10 回	第 11 回	第 12 回	第 13 回	第 14 回
鑑賞・ 模倣①	創作③	鑑賞・ 模倣②	創作④	発表会	創作⑤	講師の 作品紹介

表 2　芸術写真の授業における教育的介入とその実施内容

教育目的	教育的介入	実施内容
特定の領域の具体的な知識や技術を身につけること	レクチャー	各回のテーマについて 20 分程度の講義の後、知識やテクニックの実習を行った. 講師は毎回のレクチャーの撮影実習後に数人の学生が撮影した写真について講評を述べた. 各回のテーマは以下。 ① カメラの使い方(露出・絞り・シャッタースピードなどの基礎的な操作方法) ② ライティング ③ 被写体との距離感のとり方 ④ 総復習
当該領域の表現者や作品に出会うこと	鑑賞・模倣① 鑑賞・模倣②	個人で模倣対象の写真を 5 分程度鑑賞し, 感想や気付いたことを共有することを求めた. その後, 講師が写真や写真家の創作の特徴や時代背景について解説を行った. それらを踏まえて, 模倣対象写真を模倣することを学生に求めた. 講師は毎回の鑑賞・模倣の撮影実習後に数人の学生が撮影した写真について講評を述べた.
	発表会	授業で撮影した写真から 5 枚の写真を選んで作品として発表することを学生に求め, 講師はそれぞれの発表について講評した. 同時に, 学生には授業内で他の参加者の作品を鑑賞し, 感想を書くことを求めた. その感想は発表会後集計され, 各学生に電子メールでフィードバックされた.
自分の表現を省察して、そこから学ぶこと	課題	各授業後に, 学生に創作に関する自分の創作体験を省察する2つの課題をすることを求めた. 一つ目の課題は, 授業後 2 日以内に各授業で撮影した写真について説明を加える「写真説明課題」を提出すること, 二つ目の課題は, 各授業や授業後の一週間の間で芸術表現について考えた事や気付いた事やそのきっかけとなった出来事を記述する「日記課題」を授業 3 日後から次の授業までの間に提出することであった.

注) 表現の実体験は, 全ての授業に含まれていたため, 個別に記述しなかった. なお, 灰色の教育的介入は、学生が毎回授業外に行う課題であった.

講師を兼任する写真家が務め，知識・技術指導を行った．また，授業の担当教員である第二著者は，授業の成績評価など授業の実務的側面についての説明を行い，参与観察者として授業計画や授業に立ち会った．授業は 2012 年 4 月 10 日から 7 月 17 日まで，第 1 回目のガイダンスと最終授業の講師の作品紹介を含めて全 14 回（1 回の授業時間は 90 分）かけて行われた(表 1)．全授業で参加者には専用の一眼レフカメラを貸し出し（ただし 5 名の学生は自分のカメラを持参した），希望者には授業外での貸し出しも行った．

(b)参加者　授業には 21 名(男性 10 名，女性 11 名，20 名が文系の学部に所属，年齢 $M = 21.33$, $SD = 1.58$)の学生が参加し，病欠の場合を除いて全員が全ての授業に参加し，課題を提出した．参加者の中には写真やその他の芸術領域の表現について専門的な教育を受けた経験のある学生はいなかったが，21 名中 12 名が趣味や課外活動として小説執筆や音楽演奏などの芸術表現をしていた．また，学生にはガイダンスで授業の映像・音声記録をとること，課題や質問紙のデータを個人情報が明らかにならない形で研究資料として利用することを説明し，許可を得ていた．なお，成績評価は学生の授業参加と態度をもとにして第 2 著者によって行われ，その際に学生の写真作品や課題の内容が評価に利用されることはなかった．成績評価の方法は授業のガイダ

ンスでアナウンスされ，全受講生のうち 2 回以上欠席した学生はおらず，全ての学生が出席した授業回の全ての課題を提出していた. したがって, 成績評価の方法や内容によって学生の追跡インタビューへの回答が影響を受けることは考えにくい.

(c)授業内容　芸術領域の知識やその領域での活動を実践的に経験するための教育的介入として「レクチャー」,「鑑賞・模倣」,「発表会」,「課題 」，さらに，自由に創作を楽しむ「創作」といったプログラムを含む授業を実施した(表 1). 各教育的介入の実施内容は表 2 に示した. なお，2 回の「鑑賞・模倣」では，学生の創造を促すため, 講師である写真家と議論した上で, 学生にとって馴染みがないと考えられる写真 2 枚を選定した．一回目の「鑑賞・模倣」では，アウグスト・ザンダー(August Sander: 1874-1964)の写真集『People of the 20th Century』の『農家の娘』，二回目の「鑑賞・模倣」では，ゲイリー・ウィノグランド(Garry Winogrand: 1928-1984)の 1969 年の作品『Los Angeles, California』を模倣対象写真とした．学生の中にこれらの写真を知っているものはいなかった.

写真表現 WS

(a)概要　本研究の芸術教育実践では，1 学期間の芸術写真の授業に加えて，授業の継続を希望する参加者のために，コンセプトやテーマを探して写真表現を行うことの支援を目的とした写真表現 WS を計 3 回実施した．作品制作にかかる時間を考慮して WS は約 2 週間ごとに行い，講師や WS の受講希望者の予定から実施日を決定した．第 1 回は 2012 年 10 月 27 日，第 2 回は 11 月 10 日，第 3 回は 12 月 8 日で，一回の WS は約 2 時間であった．授業の参加者のうち 5 名が WS に参加した．なお，参加者は毎回異なり，全ての WS に参加したのは 1 名，2 回参加したのは 2 名，1 回のみ参加したのは 1 名であった.

(b)WS 内容　各参加者は WS で自分なりのコンセプトやテーマで作った一連の写真作品を講師と他の学生に見せて説明し，講師と他の学生は気になった写真について講評・コメントした．さらに，その後，講師や他の写真家の写真を見て創作の背景やプロセスについて議論した．この WS の前後に参加者は自分の写真創作のテーマやコンセプトを考えて，質問紙に記述した.

実践の経過と教育評価

本授業がどのように経過したか, また, その教育効果を評価するにあたって，学生の表現の自覚性や表現力が芸術写真の授業を通してどのように変化したかを検討した. まず, 表現の自覚性についての質問紙の回答が授業期間内にどのように変化したかを測定した. 次に, 作品が時系列の中でどのように変化したかを検討するため, 学生が授業期間内に制作した作品について, 複数の領域熟達者による評価を行い(評価方法については後述)，これを表現力の指標とした.

さらに，教育実践の前後で学生の芸術活動が変化していたかどうかを検討するために，授業前の芸術活動に関する質問紙調査と，芸術写真の授業終了から約 1 年後に追跡インタビューを実施した. その際に, 芸術教育実践で扱った写真領域とそれ以外の芸術活動一般の両方を検討の対象とした. 加えて, 授業前後で芸術活動が変化した場合に，教育実践でのどのような経験がきっかけとなったかについても追跡インタビューにおける学生の発言をもとに検討した.

授業前後の芸術活動の変化

授業前後の芸術活動の変化を検討するため，追跡インタビューをおこなった.

追跡インタビュー　授業終了から約 1 年後，写真表現 WS から約半年後の 2013 年 7 月に学生に対して追跡調査を実施した．電子メールを通した調査依頼をしたところ, 授業参加者 21 名中 14 名の協力を得た ．追跡調査では，第一著者が半構造化面接によってインタビューを行い, 14 名の平均所要時間は 29 分(SD=11.7)であった ．

インタビューでは,「授業の中で印象に残っていることはありますか」「授業に参加したことはどのような経験になりましたか」「授業の中でどのようなことを学びましたか」など芸術写真の授業についての経験について尋ねた．また,「授業以降，写真に関わることで何かしたことはありますか」「授業以降，芸術一般に関わることで何かしたことはありますか」「授業以降，芸術一般との関わり方は変わりましたか」など授業終了後の写真や，芸術一般の活動の継続やその変化などに関して尋ねた ．

3. 結果と考察

授業前後の写真活動

(a)授業前後の写真活動の変化　学生の写真活動が教育実践前後でどのように変化したかを検討するために，追跡インタビューに参加した学生 14 名の授業前の写真表現についての自由記述と写真鑑賞に関する回答，および，追跡インタビューにおける「授業以降，写真に関わることで何かしたことはありますか」という質問

表 3 授業前後の写真活動の変化

				回答者数 授業前	回答者数 授業後	McNemar's χ^2	
写真活動	作品の鑑賞	日常生活における写真との接触	雑誌やテレビなど日常生活の中で写真を画像として利用している媒体を通して、写真を見ること	0	1 (0)	1.0	
		芸術としての写真鑑賞	雑誌や写真集で写真家の作品を見る、写真展に行く、あるいはインターネット上で写真表現をしている他者作品を見るなど、日常生活で触れる写真や画像・映像以外で写真作品を見る行動、あるいは、授業で学んだ写真表現の知識を利用した他者作品の鑑賞	3 (1)	8 (4)	3.6	
	写真撮影	記録としての撮影	旅行やイベントなど日常の記録として写真撮影をすること	3 (1)	13 (5)	10.0	*
		表現としての撮影	写真表現の技法を利用しながら風景や人物などの写真撮影をしたり、コンセプトやテーマを持って写真撮影をするなど、アマチュアとして写真表現を楽しむこと	0	7 (3)	7.0	*
	作品の公開・発信		日常の記録ではなく表現としての意図をもって撮影した作品をインターネット上、展覧会、コンテストなどを通して他者に見せる行動	0	4 (2)	4.0	
	創造的熟達者のサポート		写真家の展覧会を手伝うためのボランティアをするなどの行動	0	0		

注 1:灰色部分は授業の中で学生が実施した活動を示す.
注 2:()内の数値は 14 名の学生で写真表現 WS に参加した学生の数を示す.
注 3:各カテゴリの授業前後の差の検定では、Bonferroni 法を利用した.

への答えを分析した. 分析にあたっては, 本実践の目的から創造的教養人としての芸術活動を想定して, 縣・岡田(2013)で挙げられている創造的教養人の創造活動を参考にして「作品の鑑賞」「写真撮影」「作品の公開」「熟達者の支援」の 4 つのカテゴリを作成した. ただし, 多くの人は日常的に画像として写真に接触したり, 旅行やイベントなどの記録として写真撮影したりすることで写真活動を行っている(石黒・岡田, 2013). したがって, 写真活動に関するカテゴリ作成にあたっては, このような写真活動と授業で学生が初めて行うと考えられる芸術領域としての写真活動を切り分けるために, 「作品の鑑賞」に関しては「日常生活における写真との接触」と「芸術としての写真鑑賞」の下位カテゴリ,「写真撮影」に関しては「記録としての撮影」と「表現としての撮影」の下位カテゴリを作成した(表 3).

まず, 学生の授業前の写真活動について検討した. 「作品の鑑賞」における「芸術としての写真鑑賞」については「好きな写真家はいますか」という質問について「いる」と回答し, 具体的な写真家や写真集について回答した学生の人数をカウントしたところ 14 名中 3 名であった. また,「写真撮影」に関しては写真表現の経験についての自由記述に回答した学生は 14 名中 3 名で,「食べ物の写真を撮る」「旅行などで写真を撮る」といった回答が見られたため,「記録としての撮影」に分類した.「作品の公開」や「熟達者のサポート」に関しては定義に当てはまる活動を行っている学生が質問紙への記述から見られなかったため, 回答者を 0 とした. 授業後の写真活動に関しては, 授業後の追跡インタビューでの写真活動についての発言をカテゴリにしたがって分類した. なお, 全データについての 2 名の評定者間の一致率は 90%(κ = .89)であった. 評定者間で一致しなかった箇所は協議によって決定した.

以上の分析の結果, 授業前後で学生は記録としての撮影や表現としての撮影のような「写真撮影」を行うようになったことが示された. この結果から, 本授業は授業参加者の写真撮影を促したことが示唆される.

(b)写真活動の変化のきっかけ 授業後の写真撮影に授業がどのように寄与していたかを検討するため, 授業後に新たに写真撮影を始めた学生が授業をどのように捉えていたかを分類した. 分析にあたって, 本授業にお

表 4 授業前後で写真活動への参与があった学生となかった学生の授業のとらえ方

				回答者数(%)			
			合計人数	表現の体験	領域の具体的な知識や技術	当該領域の表現者や作品との出会い	自分の表現の省察
写真撮影	記録としての撮影	あり	10	8 (80.0)	8 (80.0)	7 (70.0)	0 0
		なし	4	1 (25.0)	2 (50.0)	2 (50.0)	0 0
	表現としての撮影	あり	7	6 (85.7)	7 (100.0)	5 (71.4)	0 0
		なし	7	3 (42.9)	3 (42.9)	4 (57.1)	0 0

ける教育目的と教育活動の要素に関する 4 つのカテゴリを作成した(表 4). 具体的には,「表現の体験」は授業中に外に出て写真を撮影したことを示す発言,「領域の具体的な知識や技術」は授業中に講師から写真についての知識や技術をレクチャーしてもらったこと，また，講師に自分の作品を講評してもらったことを示す発言,「自分の表現の省察」は各授業の課題として，自分の作品について説明を加えたり，一週間の表現活動について振り返ったことを示す発言,「当該領域の表現者や作品との出会い」は授業で著名な写真家の作品を鑑賞したり模倣したりしたこと，発表会で他の学生と作品を鑑賞し合ったこと, また, 領域の熟達者である講師の表現についての考えを聞いたことを示す発言としてそれぞれ定義した. さらに, 各カテゴリが追跡インタビューにおける「授業の中で印象に残っていることはありますか」「授業に参加したことはどのような経験になりましたか」「授業の中でどのようなことを学びましたか」といった授業経験についての質問に対する学生の回答に見られるかどうかを評定した. なお, 全データについての2名の評定者間の一致率は87.5%(κ =.81)であった. 評定者間で一致しなかった箇所は協議によって決定した.

各カテゴリについて発話した回答者数をカウントした結果，授業後に記録としての撮影や表現としての撮影を始めた学生は表現の体験，領域の具体的な知識や技術，当該領域の表現者や作品との出会いに関わる教育要素について述べる傾向にあった. 以上の結果から，自分の表現の省察以外の教育要素を総合的に教育活動に取り入れたことが授業後の学生の積極的な芸術活動を促したことが示唆された.

(c) 授業前後の芸術活動の変化とそのきっかけ 学生の写真以外の芸術活動一般の変化を検討するにあたっては，授業前後で芸術活動がどのように変化したのかを比較するよりも, むしろ, 学生本人が本教育実践で得た写真領域の知識や経験を他の芸術活動へ積極的に利用したり，芸術活動についてどのような気付きを得たりしたかを質的に検討することが重要であろう. したがって, 分析にあたっては, 追跡インタビューにおける「授業以降，芸術一般に関わることで何かしたことはありますか」「授業以降，芸術一般との関わり方は変わりましたか. 変わった場合は, 何がどのように変わったかを詳しく話してください」という質問への回答から，芸術一般の活動に変化があった場合の変化の詳細を分析した.

その結果，14 名の学生のうち 4 名が芸術活動に変化があったと答えた. 一例を挙げると, 自分の表現活動について，以下のような発言が見られた.

(S3-1) *サークルのライブは出て終わり，1曲 2 曲なんで, やっても. でちょっと上手いから演奏の機会を与えられて, それで終わりになっているんじゃないかって. 自分達で面白いことを, 面白いことっていうか, そうじゃなくてグループとしてなんかこういうのを目指したいとかそういうのをしっかり自分達で考えなきゃいけないんじゃないかっていうのをテーマで1 2月のライブに向けて考えてやってたっていう. (略)例えば, 演奏以外にも見せるところがあるんじゃないのかってのがあって, 演奏してダンスしたりとか, (略)一応そういうのやって, でも全体として一応演奏して終わりじゃないっていうのを目指してはいました. (略)やっぱりそういった経験をやっぱり多少授業の影響を受けたかなあと思います.*

(S3-1)の発言は, 学生(S3)が授業前から行っていたアカペラサークルでのパフォーマンスについて，授業後に自分たちのパフォーマンスの目的が明確ではなかったことに問題意識を持ち，パフォーマンスの改善のために試行錯誤したことを示している. また, 学生(S3)が

そのきっかけとして本授業を挙げていたことから，授業で写真活動をしたことで，表現目的や意図を意識するようになったと考えられる.

4. 総合考察

近年，芸術表現を専門としない市民を対象にして，創造的教養人を育成する教育実践が実施され，教育実践を通して学生の創造活動についての知識や態度がどのように変容するかについて検討されている．本研究では，総合大学の学生を対象に創造的教養の育成を目的とした写真芸術に関する教育実践を実施し，彼らが教育実践の場を離れた一年後も各々の日常場面において芸術活動を継続的に行っていたかどうかを検討した.

本実践の結果，授業終了から約１年後の追跡インタビューを通して長期的な教育効果を検討した結果，授業前よりも授業後に記録としての撮影や表現としての撮影など写真撮影を行う学生がみられた. 特に, 追跡インタビューに参加した14名中7名の学生が表現としての撮影を授業後も行っていたことが明らかになった. 一方, 写真以外の芸術活動に関しては, 追跡インタビューに参加した14名中3名が授業前から行っていた芸術活動について表現意図と表現方法を合致させようとする表現の自覚性を意識し，実践するようになったことが示唆された. したがって, 本実践は芸術写真領域との出会いを提供し，日常生活でも表現を行う創造的教養人を育成することに貢献したと考えられる. また, 表現の自覚性という創造活動の過程や方法に関する知識は写真という特定の芸術領域のみならず，芸術一般に敷衍される可能性が示唆された.

創造的教養人育成のための教育プログラムとその効果

本教育実践の結果，実践前後で写真撮影をする学生が増えた．このような授業効果が得られた要因としては, 表現の体験や領域の具体的な知識, 当該領域の表現者や作品との出会いの提供といった教育要素が挙げられる. 例えば, 本授業の期間中に実施されたレクチャーや模倣は領域の具体的な知識や技術の獲得, および, 当該領域の表現者や作品との出会いを支援した．このような教育的要素は写真表現の自覚性の促進につながり，学生が写真撮影を行う土台となる知識と経験を提供したと考えられる.

ただし，これらの教育プログラムの中には学生の学習を十分に支援できなかったものもあった. 例えば, 本教育実践では表現の省察を促すため，撮影した写真について説明する課題や表現について振り返る課題を取り入れたが, 追跡インタビューでは, 学生がこれらの課題について発言することはなかった．この結果を踏まえると，本研究の実践で学生は授業経験として省察の効果を実感していなかったと考えられる. しかし, 自分の体験の省察が学生に全く影響を及ぼさなかったと結論することはできない. なぜなら, 本授業に参加した学生は芸術活動の初心者であるため，省察行為を自ら意識的に行うことが難しいと考えられるためである．今後は効果的な省察を促す介入を授業に組み込むことが必要になるであろう.

既存の芸術経験と芸術教育実践の相互作用

近年，テクノロジーの進歩によって様々な芸術領域での活動が容易になり，その領域の専門家になることを目指さなくても，趣味や課外活動として芸術活動を行う市民が増えている．実際に，本研究の授業参加者21 名のうち 12 名が芸術表現活動を行っており，同様の集団と比較しても表現の自覚性が高かった．このような参加者の特徴は，本実践の教育効果にも影響していた可能性がある. つまり, もともと芸術表現に親しみがあったために，芸術に関する既有知識や経験を授業中の活動に利用しやすく，授業１年後の芸術活動も促進された可能性がある. 一方, 本授業の参加者の追跡インタビューに基づき，授業後に教育実践前から行っていた芸術活動で自覚的な表現を実践できるようになった学生の事例を報告したが，これは教育実践の学習内容が，実践参加以前から参加者が行っていた芸術活動に影響したことを示している. これらのことから, 教育実践プログラムを企画実施する際には，参加者の芸術領域での活動経験と教育実践で行う芸術領域での経験との間に相互作用を考慮する必要があることが示唆される.

本教育プログラムの他の芸術領域への一般化可能性

本研究の教育実践で扱った教育プログラムの多くの要素は他の芸術領域にも一般化できると考えられる. ただし，領域の具体的な知識の学習を支援するときには, 想定される参加者の知識や技術のレベルと, 教育プログラムで扱う知識や技術の難易度を考慮する必要がある. 例えば, 本研究で扱った実践は芸術活動を専門としない学生を対象にしていたため，学生が日常生活で使う表現媒体や技術的難易度を考慮して写真を芸術領域として採用した. 芸術領域の中には絵画や彫刻など，表現の技法によっては習熟に数年以上の訓練を要するものもあり，その難易度が芸術活動を継続する上で大きなハードルになる場合がある. しかし, 写真のように

数種類の機械操作で多様な表現ができる領域は，技術的なハードルは低いと言えるだろう．もし，習得に時間がかかる技術を利用する領域を扱う場合には，レクチャーや実習により多くの時間を割く必要があるかもしれない．また，芸術活動に親しみのない参加者を対象にする場合には，参加者にとって教育実践で扱う領域が馴染みある領域かどうかも考慮する必要がある．例えば，普段身体表現をしたことがない人にとって，ダンスや舞踊をすることは抵抗があるだろう．このような場合には，その芸術領域に慣れ親しむための活動を最初に行うことが必要かもしれない．

今後の課題

本研究のアプローチには次のような限界がある．第一に，本研究は単一の実践事例を扱ったため，本実践で扱った教育プログラムの有効性について強い根拠を得ることはできなかった．この点を詳細に検討するためには，複数の教育実践を繰り返し実施し，芸術教育実践の中に含まれていた諸要素の効果を丁寧に吟味していく必要があるだろう．第二に，本研究では芸術教育実践の長期的効果を検討するために主にインタビューデータを扱ったが，参加者の行動の変化を客観的に示すデータを扱うことができなかった．1 年程度の長期的な効果を示す際に，内省は重要なデータの一つであると考えられるものの，今後は鑑賞や表現，公開した作品の数など行動を示す，より客観的なデータを収集することも必要と思われる．

今後より多くの創造的教養人の育成を目指すためには，創造活動に親しみのない人にどのようにアプローチするかを考える必要がある．最後に，本実践では表現や鑑賞を中心的に行う教育プログラムを実施し，その結果，写真撮影が促進されたことが示された．しかし，創造的教養人の育成を目的としたとき，撮影のような表現活動以外にも，写真鑑賞や作品の公開，熟達者のサポートといった様々な形態の写真活動を促すことも考えらえる．今後は表現以外の活動にも焦点を当てた教育プログラムを行うことで，鑑賞や作品公開，熟達者のサポートといった活動の促進に効果的な方法を検討することも必要であろう．

参考文献

[1] 赤木里香子, 森弥生, & 山口健二. (2006). 美術鑑賞教育のタイポロジー. 『美術教育』, 2006(289), 8-15.

[2] 足立直之・福田隆眞 (2000). 中学校の絵画学習に おける模倣と創造に関する考察. 『山口大学教育 学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 11, 117-129.

[3] 縣　拓充,・岡田　猛. (2009a). 教養教育における 「創造活動に関する知」 を提供する授業の提案: 「創作プロセスに触れること」 の教育的効果. 『教育心理学研究』, 57(4), 503-517.

[4] 縣　拓充・岡田　猛 (2009b). 美術創作へのイメージや態度を変える展示方法の提案とその効果の検討 『美術教育学』, 30, 1-14.

[5] 縣拓充, & 岡田猛. (2010). 美術の創作活動に対するイメージが表現・鑑賞への動機づけに及ぼす影響.『教育心理学研究』, 58(4), 438-451.

[6] 縣　拓充・岡田　猛 (2013). 創造の主体者としての市民を育む :「創造的教養」を育成する意義とその方法 『認知科学』, 20(1), 27-45.

[7] Barab, S. (2014). Design-Based Research: A Methodological Toolkit for Engineering Change. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2nd Edition), 151-170. New York, Cambridge University Press.

[8] Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. The journal of the learning sciences, 2(2), 141-178.

[9] 蝦名敦子. (2008). 鑑賞授業における教材化の意味と論理: 実践的研究を通して.『 美術教育学: 美術科教育学会誌』, 29, 117-127.

[10] Eisner, E. W. (1972). Educating artistic vision. New York：Macmillan (アイスナー, E. W. 仲瀬律久他(訳) (1986).『美術教育と子どもの知的発達』 黎明書房)

[11] Halverson, E. R. (2012). 16 Participatory Media Spaces: A Design Perspective on Learning with Media and Technology in the 21th Century. In C. Steinkuehler, K. Squire, &S. Barab (Eds.), Games leaning & society: Leaning and meaning in a digital age. New York: Cambridge University Press.

[12] Halverson & Sheridan（2013）Arts Education and the Learning Sciences. Sawyer(eds.) The CambridgeHandbook of the Learning Sciences 2nd Edition. 626-646.

[13] 石黒千晶・岡田　猛 (2013). 初心者の写真創作における”表現の自覚性”獲得過程の検討 : 他者作品模倣による影響に着目して 『認知科学』, 20(1), 90-111.

[14] 石田喜美（2013）ピア・グループ型ワークショップによる，メディアリテラシー学習の支援–高校生対象の連続ワークショップ「写真部」を事例として—読書科学, 55 (3), 90–101.

[15] 石橋健太郎・岡田　猛 (2010). 他者作品の模写による描画創造の促進 『認知科学』, 17, 196-223.

[16] 金子一夫 (2003).『美術科教育の方法論と歴史』. 中央公論美術出版.

[17] 楠見　孝・田中優子・平山るみ. (2012). 批判的思考力を育成する大学初年次教育の実践と評価. 『認知科学』, 19(1), 69-82.

[18] 小澤基弘・岡田　猛. 2012. 教員養成学部の絵画教育における省察的実践に関する研究Ⅰ：ドローイングを主題とした新しい教育実践とその分析枠組みの提案.『大学美術教育学会誌』, 44, p. 207-214.

[19] 中野優子・岡田　猛(2012). 即興表現を中心としたダンス授業実践とその効果 ： 大学生の心理的変容に注目して 『舞踊学』, 35, 52-63.

[20] 大島律子・大島　純・田中秀樹. (2002). CSCL を用いた高等教育カリキュラムのデザイン実験: 知識構築活動を

支援する学習環境の構築. 『認知科学』, 9(3), 409-423.
[21]岡田　猛 (2013). 芸術表現の捉え方についての一考察 : 「芸術の認知科学」特集号の序に代えて　『認知科学』, 20(1), 10-18.
[22]白水　始・三宅なほみ. (2009). 認知科学的視点に基づく認知科学教育カリキュラム.『認知科学』, 16(3), 348-376.
[23]Schön, D. A. (1983). The reflective practitioner: How professionals think in action. Basic books.
[24]植阪友理・光嶋昭善. (2013). 創作と鑑賞の一体化を取り入れた俳句指導. 『教育心理学研究』, 61(4), 398-411.
[25]横地早和子・八桁　健・小澤基弘・岡田　猛（2014）教員養成学部の絵画教育における省察的実践についての研究Ⅲ:授業アンケートによる授業実践の効果の検討.『美術教育学研究』, 46, p.285-292

野火的な超小型衛星開発プロジェクトのフィールド調査から得られた教育的示唆[i]

Pedagogical Implications of Results of Fieldwork in a Wildfire Project for Developing a Nanosatellite

渡辺 謙仁[†]，田邉 鉄[‡]
Takahito Watanabe, Tetsu Tanabe

[†]北海道大学大学院国際広報メディア・観光学院，[‡]北海道大学情報基盤センター
Graduate School of International Media, Communication and Tourism Studies, Hokkaido University,
Information Initiative Center, Hokkaido University
t_watanabe@imc.hokudai.ac.jp

Abstract

The purpose of this paper is getting pedagogical implications for joining learning at the inside of school and that at the outside of school together through an ethnographic study in a nanosatellite-developing project generated from among “Nico-TECH:.” “Nico-TECH:” is a makers’ community spreading like wildfire mainly mediated by NiconicoVideos. “Nico-TECH:” has no institutional organization. It is “Social Media Satellite Development Project” (SOMESAT) which is the project for developing a nanosatellite on which “Hachune Miku” (Hatsune Miku) does performance in the space.

From the result of the ethnographic study, SOMESAT was able to be taken as a goal-oriented project, and also a zone of human development such as a distributed, mobile and multidirectional pulsation. Activities which realized such a human development were partially mediated by architecture of NiconicoVideos to stimulate emergence of contents and ideas, and by a boundary crossing body of Hatsune Miku’s character. This paper must show potential for new learning and give some kind of suggestions about school education in the future.

Keywords — Nico-TECH:, Activity Theory, Wildfire Activities, Architecture, Fieldwork

1. はじめに

本稿の目的は，ニコニコ技術部から立ち上がった，メディアとしての超小型衛星開発プロジェクトにおけるフィールドワークを通じ，学校内外の学びをつなぐことに対する教育的示唆を得ることである．ニコニコ技術部とは，制度的組織を持たず主にニコニコ動画に媒介されて分散的かつ流動的にヒトやモノが繋がる，野火のように広がるものづくり活動を行う人々のコミュニティのことである．そのようなコミュニティの中から「はちゅねミク」（ボーカロイド[ii]「初音ミク」の派生キャラクター）を乗せて宇宙空間でネギを振らせるというパフォーマンスをさせ，関連する技術試験・実証を行う，メディアとしての超小型衛星を共同開発する「ソーシャルメディア衛星開発プロジェクト SOMESAT」（Social Media Satellite Development Project．以下，SOMESAT）が立ち上がった．この衛星の開発には多岐にわたる分野の技術要素が必要で，職業的技術者であっても一人で開発することは難しく，共同開発することになったことはほぼ必然であった．

ヴィゴツキー[1]に理論的源泉を持つ「活動理論」において，エンゲストローム[2][3]が提唱した制度的組織を持たず分散的にヒトやモノが繋がる「野火的活動」については，近年理論的な研究や具体的なフィールドにおける検討が重ねられてきた．SOMESAT は，メディアとしての超小型衛星を開発し，宇宙空間へ打ち上げ運用することをゴールとする「プロジェクト」でありながら，ニコニコ技術部の野火的なものづくり活動の歴史性に埋め込まれている．具体的には「プロジェクトには原則的に誰でも参加でき，メンバーは流動的かつメンバー／非メンバーの境界は曖昧」「衛星の実物大模型やプロジェクトのプロモーションビデオといった有形無形のモノが自発的に多数作られている」「メンバーは SOMESAT 内外のヒトやモノの繋がりを動員

して，衛星開発にとどまらずペットボトルロケットの打ち上げなどの航空宇宙関連の幅広い活動を自発的に行っている」といった特徴を持つ．一方でプロジェクトである以上，組織形態の明確化や活動拠点の確保といった，活動を取り巻く境界を積極的に生成しようとする実践も行われている．このような，プロジェクトでありながら野火的な側面も有するというユニークな特徴を持つ SOMESAT でフィールドワークを行うことで，学校内外の学びをつなぐことに対する，興味深い教育的示唆が得られると考えられる．

本稿では，(1) 活動理論の五原理，(2) 制度的組織を持たず分散的にヒトやモノが繋がる野火的活動，といった理論的観点を踏まえつつ，SOMESAT という野火的な側面を有する「プロジェクト」における学びの諸相を記述，分析した後，そこから得られる学校内外の学びをつなぐことに対する教育的示唆とは何かを考察する．以下，2 節では活動理論に関する先行研究のうち，本稿の分析に用いる理論的観点に関するものをレビューする．3 節ではフィールドの概要をまとめる．4 節では本研究の方法を説明する．5 節では本研究の結果と分析を述べる．6 節では，5 節の内容から得られる学校内外の学びをつなぐことに対する教育的示唆とは何かを考察する．7 節では結語を述べる．

2. 活動理論

本節では，活動理論の五原理 (2.1)，野火的活動 (2.2) の 2 つの小節に分けて，活動理論に関する先行研究のうち，本稿の分析に用いる理論的観点に関するものをレビューする．

2.1 活動理論の五原理

活動理論は「文化歴史的活動理論」とも呼ばれる，人々の認知や行為はコミュニティ固有の文化や歴史に埋め込まれているとする，ヴィゴツキー[1]に源泉を持つ理論である．活動理論の主な論者には，レオンチェフ[4]やエンゲストローム[3][5]がいる．活動理論は人々の集合的活動（活動システム）を分析単位とし，その分析視座のエッセンスは五原理（1.対象志向，2.ツールと記号による媒介，3.行為と活動の相互の構成，4.変化の源としての矛盾と逸脱，5.歴史性）に示される[3]．ここでは紙幅の都合上，活動理論の五原理のうち，本稿における分析に特に関係する「1.対象志向」(2.1.1) と「2.ツールと記号による媒介」(2.1.2)，「5.歴史性」(2.1.3) について解説する．

2.1.1 対象志向

レオンチェフ[4]によれば，活動理論で分析単位とする活動は，活動を引き起こす何らかの「対象」(object) を志向したものであり，対象なき活動などありえない．活動が対象を持たないように見えることもあるが，活動を活動理論で分析する場合には，活動の対象を明らかにしなければならない．活動の対象とはつまり，活動の有効な「動機」のことである．また，本稿で言う「ゴール」とは，「自覚され意識化された動機としての目的」[4]のことである．一般的に対象＝動機は捉えどころのないこともあるが，ゴールは明確に意識化され，達成されたかどうか評価し得るものである．

2.1.2 ツールと記号による媒介

活動理論では，人々の活動は人工物（モノ）[iii]によって媒介されることなしには達成されないとする．エンゲストロームによれば，そのような人工物には「ツールと記号の両方，外的手段とメンタル・モデルのような内的表象の両方が含まれる」[3]．有形と無形の両方があると言ってもいいだろう．しかし，人工物を外的あるいは有形のモノと，内的あるいは無形のモノに固定的に分類すべきではない．「内的表象は発話，仕草，記述，物質的環境の操作を通じて外在化され，逆に外的過程は内面化される」[3]といったように，モノが内的か外的かは絶えず揺れ動いているからである．

ヴィゴツキーの流れを汲む文化心理学者のコールも，「人工物が創造され使用される過程で生じた諸変化によって，それは，同時に，観念的（概念的）でもあり，物質的なものでもある」（傍点原文）[6]と言っている．ありとあらゆる人工物がこのような性質を持つだろうが，活動理論の考察の対象となることが多い人工物の例としては，大工道具，文房具，言語，概念・言説，図表，マス・ソーシャルメディア，ICT ツール，実物大模型等が挙げられるだろう[iv]．

本稿では，従来の活動理論が扱ってきたこれらの人工物に加え，「アーキテクチャ」を考察の対象にする．情報環境研究者の濱野は「アーキテクチャ」を「複数の人々がなんらかの行動や相互行為を取ることができる，「場」のようなもの」[7]と定義している．「「場」のようなもの」というのは，人々が意識しなくても，人々のある種の行為を可能にしたり，また他のある種の行為を不可能にしたりするものという意味だと考えられる．活動理論が従来扱ってきたツールとは異なり，人々

が意識的に用いなくても，人々の活動や行為を媒介するという点で，アーキテクチャは活動理論におけるツールの概念を拡張できる可能性がある．本稿では暫定的に，アーキテクチャを新たなタイプのツールとして扱う．

2.1.3 歴史性

エンゲストローム[3]によれば，活動理論は，人々の認知や行為はコミュニティ固有の文化や歴史に埋め込まれているとし，分析対象とする活動がどのような歴史を経てきたかに着目する．ニコニコ技術部のものづくり活動は，コミュニティ全体として見ると何か一つのモノをつくることをゴールとしてきたわけではなく，具体的な実践は各個人の自発性に任され，ヒトやモノが分散的かつ流動的に繋がってきた．それ故，活動の始まりと終わりが明確でなく，常に継続的ではないものの，今日まで活動が全く途絶えることはなかった．

2.2 野火的活動

エンゲストローム[2][3]によれば「野火的活動」とは，制度的組織や中心を持たず，人々が分散的に繋がり，同時多発的に野火のように広がる非継続的な活動でありながら，長寿命の活動のことである．野火的活動の例として，バードウォッチングやスケートボードが挙げられるという．Maker コミュニティ[8]やファブラボ[9]，後で詳しく見るニコニコ技術部などにおけるものづくり活動も野火的活動と言えよう．野火的，あるいは拡散しつつ集合する「拡集型」の活動と，学校や会社等の組織内外の境界が比較的はっきりした「うつわ・箱型」の集合体を比較する香川[10]による表が分かりやすいので，表 1 に引用しておく．

ここで，野火的活動においては，ヒトだけでなくモノもヒトと分散的に繋がっているという視座を持っておきたい．活動理論が示すように，人々の集合的活動は，ツールや記号といった様々な有形無形のモノに媒介されて初めて達成可能となる．上野[11]も，野火的活動を見ていく時，人々の活動がどのようなモノによって媒介されているかに焦点を当てるべきだとしている．本稿においては，初音ミクというキャラクター，衛星の実物大模型やプロジェクトのプロモーションビデオ（以下, PV）等が, そういったモノに該当するだろう．

3. フィールドの概要[v]

この節では，SOMESAT が生まれた社会技術的背景と歴史的経緯（3.1）と SOMESAT の特徴（3.2）を記述する．

3.1 SOMESAT が生まれた社会技術的背景と歴史的経緯

ここでは，SOMESAT が生まれた社会技術的背景と，およそこの 15 年程度のことであるが歴史的経緯を記述する．2.1 節で見たように，活動理論では活動の歴史性に着目するため，歴史的経緯を踏まえておくことは重要なことである．以下，超小型衛星キューブサットと個人に開かれた宇宙開発（3.1.1），ニコニコ動画とニコニコ技術部，N 次工作（3.1.2）の順に見ていく．

3.1.1 超小型衛星キューブサットと個人に開かれた宇宙開発

キューブサットは，10 cm 立方が基本サイズとなっている，手の平に乗る超小型衛星である（図 1）．SOMESAT で開発されているのもキューブサットである．1999 年，米国カリフォルニア・ポリテクニック州立大学の Jordi Puig-Suari らによってキューブサットの仕様が発表された．

表 1 うつわ型と野火型の比較．あくまで総論であり，実践ごとに該当の程度の強弱や特徴に違いが現れるだろう[10].

タイプ	①継続性	②報酬と動機	③中心性	④境界
うつわ・箱型	継続的，組織的に存続	公的報酬が明確にあり，それに動機付けられる	幹部や官僚組織等の中心が比較的明確	コミュニティの内と外との境界が比較的明瞭
野火・拡集型	非継続的だが長命	はっきりとした公的な報酬はないが高い動機	中心のない共生的でハイブリッドな繋がり	流動的で境界が曖昧

2003年，ロシアのロコットロケットにより，日本の大学が作成した2機を含む計6機のキューブサットが世界で初めて打上げられた．キューブサットは，人工衛星の開発・打ち上げ費用を大幅に下げた．キューブサットのパーツやキットをネット販売する店も多数出てきている[12]．近年では，日本を含む世界の多くの研究・教育機関や企業などが，開発過程を通した人材育成，技術実証，科学研究，商用利用等の様々な目的のために，キューブサットを開発している．

人工衛星の超小型化は，個人が人工衛星をパソコンのように自作できる可能性を感じさせ，宇宙開発を個人に開かれたものにしつつある．2011年には，オライリー・ジャパンがものづくり雑誌『Make:』で「DO-IT-YOURSELF 個人に開かれた宇宙開発」という特集をしている．その号のMake:誌の表紙は，宇宙用ではないレゴのおもちゃを使って作られた，衛星の機能を完全に模したプロトタイプの写真で飾られた[13].

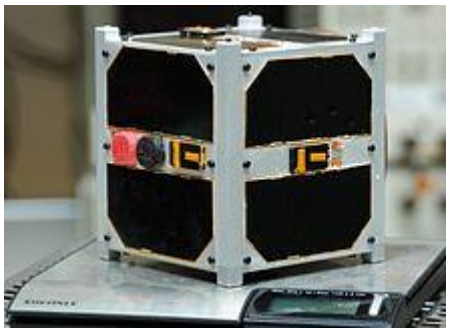


図 1　エストニアで初めて開発された衛星であるキューブサット ESTCube-1 [14].

3.1.2　ニコニコ動画とニコニコ技術部，N次工作

ここでは，SOMESATの母体となったニコニコ動画とニコニコ技術部，そしてそこでの「N次工作」について詳しく見ていくことにする．2006年からサービスが始まったニコニコ動画では，投稿された動画にその属性を示す「タグ」を視聴者が付けたり編集したりすることができるのだが，ニコニコ技術部は2007年頃，ものづくり系の動画に付けられたタグから始まった分散的な緩い繋がりである．部員を自任する者による自発的な活動であり，うつわ型の組織や入部資格があるわけではない.

ニコニコ技術部では，ニコニコ動画の動画投稿サイトとしてのアーキテクチャを最大限に活かし，モノをつくるための一連の作業を撮影した短編の映像を投稿することで，つくりかたの知識を広く共有しようとしている．これは，料理の分野で「3 分クッキング」といった映像編集法が編み出されてきたこととよく似ている[15]．加えてニコニコ動画では，動画中の任意の時点に視聴者が付けたコメントが，動画に重畳表示されるようになっている．このようなニコニコ動画のアーキテクチャが，物理的実体を持った有形のモノの制作過程と，つくったモノが実際に動いている様子，その様子を見た人の感想や感情を皆で共有することを可能にし，「N次工作」とも言うべき有形のモノのN次創作[vi]を生み出した．このようなものづくりは，単なる個人的な行為ではなく，他者と楽しむものづくりという意味で「ソーシャルファブリケーション」[8]の一種と言えよう.

このようなN次工作の象徴的な例の一つが，「はちゅねミク」(N次創作された初音ミクの派生キャラクター）とその小型化戦争である．2007年に，置き時計の針の動きを利用して，はちゅねミクがネギを振っている様子を表現した装置を撮影した動画がニコニコ動画に投稿されるや否や，多くの人がそれに触発され，様々な仕組みのはちゅねミクを競って作成し，動画を投稿した．このはちゅねミクは，2008年にその小型化を競う戦争（レース）も引き起こすことになる．「はちゅねミク小型化戦争」は，ミクがミクロン単位にまで小型化されるに至り，幕が引かれることとなる[16]．SOMESAT でミクにネギを振らせることを目指す宇宙とは，はちゅねミク小型化戦争の終結で一つのフロンティアを失ったニコニコ技術部員（ニコニコ技術部のメンバーであることを自任するもの）たちが，新たに見つけたフロンティアと見なすことも出来るだろう.

3.2　SOMESATの特徴

SOMESAT（図 2）は，キューブサットに「はちゅねミク」を乗せて宇宙でネギを振らせるとともに，そのことに対する社会の反応を調べるプロジェクトである[17]．ソーシャルメディアにおいては，異なるカテゴリのクリエイターたちの相互作用によってコンテンツが生成されることがある[18]．SOMESATはニコニコ技術部を起源とし，原則的に誰でも参加できるし，SOMESAT で使っている BBS（掲示板）やチャットのログ，進捗報告書類といった関連資料のほとんどはインターネットで誰でも閲覧できる．SOMESATのプロジェクトは異なるカテゴリの技術者や事務担当者たちの相互作用，つまりソーシャルメディア的な手法に

よって進められている．また，衛星打上げ後は，ミクが宇宙でネギを振っている映像をソーシャルメディアに流すなど，ソーシャルメディアと連動した実践を行っていくことが考えられている．SOMESAT とは，ソーシャルメディアによる，ソーシャルメディアとしての衛星開発プロジェクトである．



図 2　SOMESAT ロゴ[17]

SOMESAT では毎週末，ニコニコ技術部員の 1 人が部員同士の交流のために立ち上げた IRC（Internet Relay Chat）というテキストチャットのチャンネルを用いて，プロジェクト遂行のためのオンラインミーティングや雑談を行っている．また，関西に住むメンバーが大阪日本橋の電気街にある活動拠点「SOMESAT 大阪ラボ 305」で開発作業やオフラインミーティングを行ったり，NT 京都などのものづくりの展示会に出展したりもしている．IRC などの場への出入りは事実上自由になっており，2009 年のプロジェクト発足当初からずっといるメンバーもいるが，メンバーは流動的で入れ替わってきた．メンバー／非メンバーの境界は曖昧である．

メンバーの性別，年齢，職業については，2011 年 2 月に，18 人に対する対面での質問紙調査を行っているので[19]，その時の調査結果を簡単にまとめておく．性別は全員男性であった．年齢については，平均は 27 歳だが，10 代から 50 代まで広く分布していた．職業については，半数が会社員であったが，公務員や学生もいた．前述の通り，メンバーは流動的で入れ替わってきたので，本稿執筆時においては，質問紙調査時から性別，年齢，職業の分布が変わっている可能性もある．

4.　方法

SOMESAT をフィールドとした理由は，第一には，プロジェクトでありながら野火的な側面も有するというユニークな特徴を持つ SOMESAT でフィールドワークを行うことで，学校内外の学びをつなぐことに対する，興味深い教育的示唆が得られると考えられるからである．このような，従来の野火的活動にとどまらない特性を内包したフィールドにおける検討としては，松浦ら[9]によるファブラボ鎌倉をフィールドとしたものがある．本稿は，活動の意図的なデザインという側面と野火的な側面の両面を併せ持つフィールドに対する理解を，より豊かにするものにもなるだろう．また，SOMESAT には原則的に誰でも参加でき，関連資料のほとんどは誰でもオンラインで閲覧できるという，フィールドへのアクセスの容易性も，SOMESAT をフィールドとして選択した大きな理由である．

学校外のフィールドから，学校内外の学びをつなぐことに対する教育的示唆を得るという本稿の目的を達成するためには，実際のフィールドで調査を行うことが必要になる．そこで本研究では，フィールドでの参与観察やインフォーマル・インタビュー，関連資料の収集などを組み合わせるフィールドワークを行った．フィールドワークの方法に関しては，フリック[20]や小田[21]を参考にした．

SOMESAT では，活動拠点などでオフラインで会って話し合ったり，NT 京都などの自分で作ったモノを持ち寄って交流する祭典に参加したりすることもあるが，定期的に BBS や IRC を用いて衛星開発やプロジェクト進行に関する話し合いも行っている．そこで本研究では，研究者の身体をフィールドに投じる従来型のフィールドワークも用いるが，オンラインで関連資料の収集や参与観察などを行う「オンライン・エスノグラフィー」も用いる．本稿の発表前には，真実性などが確保されているかどうか，SOMESAT のメンバーに確認を求めた．

本稿で取り上げるのは，2010 年 9 月頃から 2015 年 12 月頃まで SOMESAT で行ったフィールドワークの結果得られたデータである．第一著者が IRC でニックネームを確認したメンバーは 55 人ほどであるが，オフラインで会ったことがあるのは 25 人ほどである．

5.　結果と分析

本節では，活動理論の五原理のうち「対象志向」と「ツールと記号による媒介」，「歴史性」を主な理論的観点として，プロジェクトでありながら野火的な側面も持つ SOMESAT における特徴的な事例を提示し，分析していく．

以下，自発的に多数作られる有形無形のモノ（5.1），分散的な繋がりを動員した幅広い活動（5.2）について記述し，検討していく．

5.1 自発的に多数作られる有形無形のモノ

SOMESAT では，ミクが登場する PV や，モックアップと呼ばれる衛星の実物大模型といった，プロジェクト関連の有形無形のモノが，個人の自発的な動機によって多数作られている．本稿執筆時において管見の限りでも，PV は SOMESAT の前身である HAXA 時代のものを含めて 5 つ(e.g., [22])，実物大模型は 7 つ(e.g., 図 3，図 4)ある．はちゅねミクに宇宙空間を模した環境でネギを振らせる実験の様子を撮影したもの[23]など，PV に限らなければ，SOMESAT や HAXA に関連する動画の数は 262 件[vii]にも及ぶ．それらの動画や模型の中には，プロジェクトとして計画的に作られたモノもあるが，一度も SOMESAT の IRC で他のメンバーに挨拶したことがない者が作ったモノもある．



図 3 衛星の実物大模型の例 1（2011 年 3 月 27 日に NT 京都 2011 で展示．[24]）



図 4 衛星の実物大模型の例 2（2015 年 3 月 22 日に NT 京都 2015 で展示．第一著者撮影）

モノを作ることで，はちゅねミクの宇宙ネギ振りという集合的なゴールの達成に資するという意識はあるかもしれないにせよ，必ずしも誰かの了解や指示を得ることなく，個人の自発的な動機に基づいて有形無形のモノが多数作られている．その様は，初音ミクというキャラクターやニコニコ動画のアーキテクチャに媒介され，ミクの音楽・動画等の創作活動や，ニコニコ技術部のものづくり活動が野火のように自発的にあちこちで行われていることに似ている．SOMESAT はゴール志向型のプロジェクトでありながら，その出自である集合的なゴールが特にないニコニコ技術部の野火的なものづくり活動の歴史性に埋め込まれていると言えよう．

このように野火的に作られたモノは，活動のさらなる野火的な広がりを媒介する．PV には，ニコニコ技術部員がストレートに技術的にやりたいミッションを説明したもの[25]，宇宙ファンが HAXA を人類が宇宙へ進出していく物語の中に位置付けたもの[26]，ボーカロイドのファンが，ボーカロイドキャラクター達がキューブサットを共同開発し，宇宙ネギ振りを達成して喜びを分かち合うドラマチックなストーリーに仕立てたもの[22]など，「宇宙ネギ振り」というゴールが多様に解釈されたものがあり，これらが様々な文脈からの新たなメンバーの参加を媒介した[27]．

また，メンバーの一人が自発的に作っていた実物大模型の出来が良く，たまたまその頃に SOMESAT がブースを出すことになっていた「ニコニコ超会議」というイベントで，その模型が展示されることになった．展示された模型がニュースサイトの記者の目に留まり，後日 SOMESAT のメンバーが記者からインタビューを受け，記事化された[28]．このように，有形のモノが新たな繋がりを媒介することもあった．衛星開発の活動が野火的に広がる様になったのは，10 cm 立方の手の平サイズの「キューブサット」という超小型衛星の規格が作られたことが大きく影響していると考えられる．10 cm 立方なら，野火的な活動によって実際に宇宙に打ち上がる衛星が完成させられるかどうかは別として，個人が自発的かつ気軽に実物大模型を製作し，それを鞄に入れて運んでイベントで展示したり，インタビューの際に記者に見せたりすることが出来，自分達にも衛星が作れそうだ，作りたいという集合的な動機を形成することに繋がるのである．なお，2.1 節で見たことを思い起こせば，有形の模型は「実物を模したモノである」という歴史性に埋め込まれた集合的な内的表象としての概念があって初めて模型足り得るので

あり，その意味では有形であると同時に無形のモノでもあることが了解されよう．キューブサットの実物大模型は，その有形性だけで野火的活動を媒介しているのではない．

5.2 分散的な繋がりを動員した幅広い活動

SOMESAT のメンバーは，SOMESAT 内外のヒトやモノの繋がりを動員して，衛星開発にとどまらない航空宇宙関連の幅広い活動を行っている．ここでは，メンバーの一人である D 氏（仮名）の自発的な動機に基づく活動を事例として提示する．

2010 年頃，関西在住の中学生だった D 氏は，個人的にペットボトルロケットを製作して地元の広場などで打ち上げ，その様子を YouTube 等に投稿していた．2011 年に D 氏が高校に進学すると，製作するロケットの大型化とともに活動は社会的に広がり，ロケット製作は高校の部活動としての側面も持つようになった．2012 年 7 月からは，D 氏は SOMESAT の IRC に参加し，D 氏の活動を SOMESAT の実験や広報に活用したい SOMESAT のメンバーの意向もあり，ロケットに関する活動を SOMESAT を支援するものとしても位置づけるようになる．D 氏は，ペットボトルロケットに実験装置等を載せ，様々な試験や実験を行い，データ等を取っていきたいとしていた．

2013 年 7 月頃には，D 氏のロケットは全長約 2.5 m，容量約 9 L に及び，高度約 200 m まで飛ぶことが予想されたため，打ち上げ場所に困るようになっていた．そこで，和歌山大学に人的繋がりを持つ第一著者の紹介で，和歌山大学宇宙教育研究所が主催する，高校や大学，企業等がモデルロケットの打ち上げ実験等を行うイベント「加太宇宙イベント」において，D 氏のペットボトルロケットも打ち上げられることになった．加太宇宙イベントには高校の部活動として参加することになった．そして D 氏は，ニコニコ技術部や SOMESAT の活動で知り合った人々から，ロケットに充填する空気を圧縮するためのコンプレッサー等の物品の提供やアドバイスを受ける．また D 氏は，宇宙教育研究所の教員とのメールの中で当初実名を名乗らず，実名を使うように諭された．2014 年 3 月 26 日，コスモパーク加太（和歌山県和歌山市）で行われた第二回加太宇宙イベント[29]において，D 氏や第一著者を含む SOMESAT のメンバー等 5 人が D 氏のロケットの打ち上げ作業にあたった．何回か発射を試みたが，強風のためにロケットがガイドレールに引っ掛かり，発射には至らなかった（図 5）．しかし，次回以降の打ち上げのための様々な学びを得ることが出来た．



図 5 発射台に据え付けられた大型ペットボトルロケット（2014 年 3 月 26 日，コスモパーク加太にて第一著者撮影）

D 氏が SOMESAT 内外の様々な人々から支援や物品の提供を受けることで，大型ペットボトルロケットの打ち上げ実験が実現した．D 氏が SOMESAT 内外の分散的なヒトやモノの繋がりを動員したとも言えるだろう．ペットボトルロケットの製作と打ち上げは，衛星にミクを乗せ，宇宙でネギ振りをさせるという SOMESAT のゴールの達成にとって合目的的かどうかは曖昧であり効率的でもなく，ゴールの達成とは別方向を向いた実践に見える．仮に，各種実験装置のデータを取ることが衛星開発にとって必要だったとしても，大型のペットボトルロケットを製作して実験装置を載せて打ち上げるやり方よりも，もっと効率的なやり方が考えられるからである．

しかし，ペットボトルロケットに衛星開発のための実験装置を載せて打ち上げることは，個人的な活動を SOMESAT という集合的な活動と関連づけ，SOMESAT に貢献するための D 氏なりのやり方であった．また，第一著者のように現地で打ち上げ作業にあたった人，物質的・精神的に支援した人，打ち上げの様子を動画等で見た人などにとって，楽しくて見栄えがし，SOMESAT の広報にも役立つという，合目的性が曖昧で効率的ではなくても，ある意味では上手いやり方でもあった．SOMESAT はこのように，集合的

なゴールを志向する一方向に発達しようとする活動である一方で，分散的で「多方向性のパルス」（multidirectional pulsation）[2]のような発達の場でもある．

6. 考察

本節では，前節での記述と分析から得られる教育的示唆とは何かを考えてみたい．今後，学校内外の学びをつないでいく上で特に興味深い，5.2 節で取り上げた D 氏の事例を考察する．加太宇宙イベントへの参加は D 氏が当時通っていた高校の部活動としての参加であり，D 氏は高校の教師から様々な支援を受けた一方で，D 氏はニコニコ技術部や SOMESAT の活動で知り合った人々から物品の提供やアドバイス等を受けていた．よって，大型ペットボトルロケットの打ち上げ実験は，学校内外の学びをつなぐ実践だったと言える．

何がそのような実践を可能にしたのだろうか．ここでは大きく 4 つのことを取り上げたい．1 つ目は，学校の教師の理解である．一般的に学校では児童や生徒に対し，ネットで知り合った人物に個人情報を教えたり，深い関係を持ったりしないように指導する．本事例においても，ネットで知り合った人物であるし，ましてや高校の部活動として参加する活動に教師が知らない人物から物品を提供してもらったり，実験当日に手伝ってもらったりしてはいけないと教師が指導していたら，実験は実現しなかったかもしれない．

2 つ目は，5.2 節でも述べたが，SOMESAT が集合的なゴール志向型のプロジェクトであると同時に，分散的かつ流動的で多方向性のパルスのような発達の場でもあるという野火的な側面を持っていたことである．ペットボトルロケットの打ち上げは，「宇宙ネギ振り」という SOMESAT のゴールの達成にとって合目的性が曖昧で効率的ではなくても，D 氏の個人的な活動と SOMESAT という集合的な活動を結び付け，また SOMESAT の広報にも役立つという形で，ゴールの達成に繋がっていた．このことは，一見すると学習に向かっていない活動が，学習に繋がったり，学習を支えたりする可能性を示している．

3 つ目は，D 氏自身の分散的なヒトやモノの繋がりを動員する能力が高かったことである．活動理論が示すように，人々の集合的活動は，ツールや記号といった様々な有形無形のモノやヒトに媒介されて初めて達成可能となる．本事例においても，D 氏は理解ある教師をはじめとした学校内の教職員や実験機材，ニコニコ技術部や SOMESAT の活動を通して知り合った人々や，彼らが提供した様々な物品といった，分散的なヒトやモノの繋がりの中にあった．ペットボトルロケットの打ち上げ実験は，そのような繋がりに媒介されて達成されたと言っていいだろう．しかし，D 氏自身がソーシャルメディア等の現代的なテクノロジーを使いこなし，そのような繋がりを動員する能力を持っていなければ，言い換えれば，ヒトやモノの繋がりの中に分散しながらも D 氏自身が持つ「行為主体性」（agency）[viii]がなければ，実験は達成されなかったのではないか．

4 つ目は，3 点目で取り上げた能力の構成要素と言えるかもしれないが，実名と匿名，あるいは仮名の使い分けである．1 点目で指摘したように，ネットで知り合った人物に個人情報を教えたり，深い関係を持ったりすることにはリスクが伴う．そこで，不特定多数の人物が利用する BBS や Twitter 等では，匿名あるいは仮名を使用することでリスクを低減することが一般的になっている．ネットでは匿名を利用する理由としては他に，岡部[30]が「腐女子」と呼ばれる女性のオタクを対象としたエスノグラフィックな調査を通して示しているように，世間一般からは逸脱的に捉えられてしまう趣味のコミュニティやネットで見せる自己のアイデンティティを世間一般からは不可視にしたい，ネットで見せる自己のアイデンティティと世間一般に見せるそれを乖離させたい，というものもあるだろう．SOMESAT で使っている IRC や BBS も，匿名性が高いアーキテクチャになっている．D 氏もそのようなアーキテクチャの中で，ネットでは実名ではなく匿名や仮名を使うことを学んでいた．D 氏は宇宙イベントを主催する大学の研究所の教員とのメールの中で実名を名乗らず，実名を使うように諭されることもあった．そして，D 氏の中でネットでの名前の使い方に関して学び直しが起こり，D 氏は実名と匿名や仮名の使い分け方を獲得して，高校や大学といった実名を使うべき場から，ニコニコ技術部や SOMESAT といった仮名を使うのが一般的な場に至るまで，様々な場におけるヒトやモノの分散的な繋がりを動員できるようになったと考えられる．「実名圏」と「匿名圏」といった，異なる文脈を越境する能力を身に着けたとも言えるだろう．

以上の 4 点が，大型ペットボトルロケットの打ち上げ実験のような，学校内外の学びをつなぐ実践を可能にしたことだと考えられる．本節での考察を通して，新たな学びの可能性を拓き，これからの学校教育のあ

り方に何らかの示唆を与えることが出来たはずである.

7. 結語

本研究で行ったフィールドワークの結果とその分析は概観的なものにとどまり，どのような活動システムをフィールドに見出し，それらのどれに着目して分析するのかについては，必ずしも明確に示せなかった．また，個々人の動機等については想像に頼る部分があった．今後は，個々人に活動の動機等を尋ねるインタビューを行った上で，着目する活動システムを明確に絞り込んで分析していきたい.

一方で，活動を媒介する人工物ではあるが，従来の活動理論が扱ってきたツールとは異なり，人間が意識的に用いることが出来ない，人間に意識されずとも活動を媒介することが出来る「アーキテクチャ」を活動理論を用いた分析で扱うことで，活動理論におけるツールの概念を拡張できる可能性を示せたと思う．これについては，別稿で深めていきたい.

謝辞

本研究にご協力頂いたソーシャルメディア衛星開発プロジェクト SOMESAT の皆様, 大型ペットボトルロケットの打ち上げ実験にご協力頂いた和歌山大学宇宙教育研究所の皆様，研究途中での口頭発表と議論の機会のご提供を通じ研究へのヒントをくださった小型衛星の科学教育利用を考える会の皆様，そして研究への様々なアドバイスをくださった北海道大学大学院国際広報メディア・観光学院の皆様に，心から感謝いたします.

参考文献

[1] ヴィゴツキー L. S., (1987) “心理学における道具主義的方法”, 心理学の危機：歴史的意味と方法論の研究, pp. 51-59.

[2] Y. Engeström, (2009) “Wildfire activities: New Patterns of Mobility and Learning”, International Journal of Mobile and Blended Learning, Vol. 1, No. 2, pp. 1-18.

[3] エンゲストローム Y., (2013) ノットワークする活動理論: チームから結び目へ.

[4] レオンチェフ A. N., (1980) 活動と意識と人格.

[5] エンゲストローム Y., (1999) 拡張による学習: 活動理論からのアプローチ.

[6] コール M., (2002) 文化心理学: 発達・認知・活動への文化-歴史的アプローチ.

[7] 濱野 智史, (2008) アーキテクチャの生態系: 情報環境はいかに設計されてきたか.

[8] 安田 駿一・岡部 大介, (2012) “電子工作実践を通したものづくり文化の分析: Makerコミュニティから見る Make: Tokyo Meeting”，東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル, No. 13, pp. 80-88.

[9] 松浦 李恵・岡部 大介・大石紗織, (2015) “ものづくりコミュニティへの参加を通した学習: ファブラボ鎌倉におけるフィールドワークを通して”，認知科学, Vol. 22, No. 2, pp. 268-281.

[10] 香川 秀太, (2015) “矛盾がダンスする反原発デモ（前篇）―マルチチュードと野火的活動”，越境する対話と学び：異質な人・組織・コミュニティをつなぐ, pp. 309-335.

[11] 上野 直樹, (2011) “野火的活動におけるオブジェクト中心の社会性と交換形態”，発達心理学研究, Vol. 22, No. 4, pp. 399-407.

[12] “CubeSat”, Wikipedia(ja), [Online] Available: http://ja.wikipedia.org/wiki/CubeSat [Accessed: 17-Jul-2016].

[13] オライリー・ジャパン, (2011) Make: technology on your time, Vol. 11.

[14] E. Kulu, (2012) “File:Estcube-1 2012-12-27.jpg - Wikimedia Commons”, [Online] Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estcube-1_2012-12-27.jpg [Accessed: 17-Jul-2016].

[15] 田中 浩也, (2013) “ディジタルファブリケーション:8. パーソナルファブリケーション時代におけるものづくりのオープンソース化の動向とFab Commonsの提案”, 情報処理, Vol. 54, No. 2, pp. 127-134.

[16] “はちゅねミク小型化戦争”, ニコニコ大百科, [Online] Available: http://dic.nicovideo.jp/a/はちゅねミク小型化戦争 [Accessed: 17-Jul-2016].

[17] SOMESAT, “ソーシャルメディア衛星開発プロジェクトSOMESAT”，ニコニコ技術部まとめwiki, [Online] Available: http://wiki.nicotech.jp/nico_tech/index.php?%E3%82%BD%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%A1%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2%E8%A1%9B%E6%98%9F%E9%96%8B%E7%99%BA%E3%83%97%E3%83%AD%E3%82%B8%E3%82%A7%E3%82%AF%E3%83%88

%20SOMESAT [Accessed: 17-Jul-2016].

[18] 濱崎 雅弘・武田 英明・西村 拓一, (2010) “動画共有サイトにおける大規模な協調的創造活動の創発のネットワーク分析 ニコニコ動画における初音ミク動画コミュニティを対象として”, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 157-167.

[19] 渡辺 謙仁, (2011) “ソーシャルメディア衛星開発プロジェクトSOMESATの質問紙調査”, 日本天文学会2011年秋季年会発表ポスター.

[20] フリック U., (2011) 質的研究入門: 「人間の科学」のための方法論.

[21] 小田 博志, (2010) エスノグラフィー入門: 「現場」を質的研究する.

[22] ussy, (2010) “【第5回MMD杯本選】 ちょっと宇宙行ってくる！SOMESAT PV”, ニコニコ動画, [Online] Available: http://www.nicovideo.jp/watch/sm11819454 [Accessed: 17-Jul-2016].

[23] den, (2009) “はちゅね初！宇宙へ 【４．やった！無重力ネギ振り13連発ｗ】”, ニコニコ動画, [Online] Available: http://www.nicovideo.jp/watch/sm6140721 [Accessed: 17-Jul-2016].

[24] SOMESAT, (2011) “イベントレポート NT京都-当日編-”, SOMESAT NEWS, [Online] Available: http://ameblo.jp/somesat/theme-10016632283.html [Accessed: 17-Jul-2016].

[25] フリスクP, (2009) “【SOMESAT】ソーシャル・メディア衛星開発プロジェクト【PV】”, ニコニコ動画, [Online] Available: http://www.nicovideo.jp/watch/sm8677330 [Accessed: 17-Jul-2016].

[26] BeDai, (2009) “【宇宙的ＰＶ】Escape by ジミーサムＰ【ＨＡＸＡ応援動画】”, ニコニコ動画, [Online] Available: http://www.nicovideo.jp/watch/sm6387174 [Accessed: 17-Jul-2016].

[27] 渡辺 謙仁, (2015) “初音ミクと宇宙開発の草の根な関係： 「ソーシャルメディア衛星開発プロジェクトSOMESAT」に着目して”, 草の根文化研究会, Vol. 2.

[28] 秋山 文野, (2012) “「宇宙で、初音ミクに、ネギを振らせたい。」民間衛星プロジェクトSOMESAT開発者インタビュー”, 週刊アスキー, [Online] Available: http://weekly.ascii.jp/elem/000/000/096/96023/ [Accessed: 17-Jul-2016].

[29] 和歌山大学宇宙教育研究所, (2014) “第二回加太宇宙イベント実験計画書”, [Online] Available: http://www.wakayama-u.ac.jp/ifes/news/data/20140326-28_p.pdf [Accessed: 17-Jul-2016].

[30] 岡部 大介, (2008) “腐女子のアイデンティティ・ゲーム: アイデンティティの可視/不可視をめぐって”, 認知科学, Vol. 15, No. 4, pp. 671-681.

[31] 渡辺 謙仁・田邉 鉄, (印刷中) “野火的な「プロジェクト」と学び : メディアとしての超小型衛星開発プロジェクトにおけるフィールドワークを通して”, 認知科学, Vol. 23, No. 3.

[32] 青山 征彦, (2012) “エージェンシー概念の再検討 : 人工物によるエージェンシーのデザインをめぐって”, 認知科学, Vol. 19, No. 2, pp. 164-174.

---

[i] 本稿は印刷中の拙稿[31]を加筆修正したものである.

[ii] ユーザーがメロディと歌詞を入力すると，内蔵音声による歌を作成できるソフトウェア，およびその擬人化キャラクター．初音ミクが有名だが，その他にもソフトウェア（キャラクター）は多数存在する.

[iii] 本稿では「人工物」と「モノ」を同じ意味で用いる.

[iv] ヴィゴツキー[1]は心理的道具の例として，「言語，記数法や計算のさまざまな形式, 記憶術のための諸工夫, 代数記号, 芸術作品，文字，図式，図表，地図，設計図」等を挙げている.

[v] 本節の内容は，渡辺[27]の 3, 4 章を加筆修正したものである.

[vi] N 次創作とは，濱野[7]によれば「一つの作品が基点となって派生作品（二次創作）が生み出されるだけではなく，派生作品（二次創作）がまた別の作品（三次創作）にとっての部品（モジュール）としての役割をはたしていき，その三次創作がまた別の……という一連のプロセス」のことである.

[vii] 2016 年 7 月 18 日時点において，ニコニコ動画で「SOMESAT」（184 件）および「HAXA」（78 件）でキーワード検索して見つかった動画の数の合計.

[viii] 活動理論の中での行為主体性の取り扱いについては, エンゲストローム[3]や青山[32]を参照のこと.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

３歳児から見たロボット，ロボットから見た３歳児 — 保育園での長期インタラクション観察から —

Three-year-olds with an interactive robot — A participating observation at a preschool —

小嶋 秀樹 †
Hideki Kozima
† 宮城大学
Miyagi University
xkozima@myu.ac.jp

Abstract

This article presents our year-long observation of 27 typically-developing preschoolers (three-year-olds) interacting with an interactive robot, Keepon. Keepon was placed in their playroom and tele-controlled by a human operator (wizard) in a remote room. Throughout 25 sessions (3h long each), the children showed not only individual actions, such as approach to, exploration of, and interaction with Keepon, but also collective social actions, where the children spontaneously and actively situate Keepon in their circle of, for example, playing house. This field study suggests that Keepon's minimally-designed appearance and capabilities would induce from the children various prosocial behavior as if they took care of or protected Keepon, and the children referred to and exchanged each other's projection of social meaning, such as a role in pretense play, to Keepon.

Keywords — Child development, Social interaction, Longitudinal observation

1. はじめに

子どもの保育・教育，そして療育を支援するためにロボットを活用する研究（たとえば [1][2][3]）が取り組まれている．これら研究の多くは，子どもの個人特性（能力・個性など）を知るために，また，子ども間（あるいは子ども-大人間）の社会的なやりとりを観察するために，ロボットによる参与観察（participating observation）をその基盤手法としている．

本論文では，このような認知発達・社会性発達の研究ツールとして著者らが開発したロボット Keepon を紹介し，それを使って実践した保育園における長期縦断的なインタラクション観察（3 歳児クラス 27 名，1 年間＝ 25 セッション＝約 75 時間）の概要を解説する．

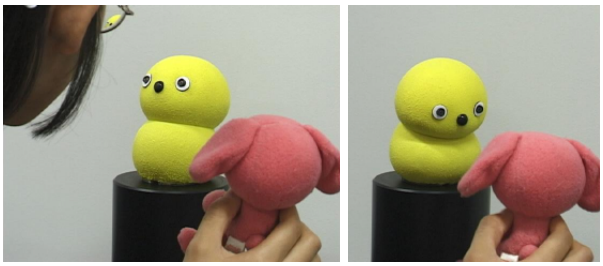


図 1　参与観察ロボット Keepon（左：アイコンタクト，右：共同注意）

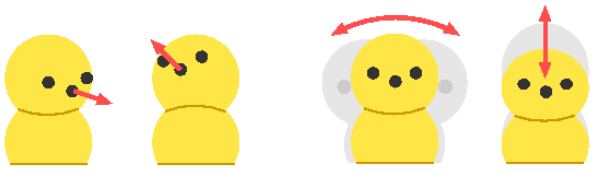


図 2　Keepon による注意表出と感情表出

ロボットを使った参与観察は〈侵襲的〉とも考えられるが，シンプルな外見に非言語的なコミュニケーション機能（視線と感情の表出）のみを与えたロボットを使うことで，子どもたちとのピア関係をつくることができ，そのラポールのもとで，より深く子どもたちの日常的に入り込み，さまざまな社会的能力が運用される現場を捉えることができる．

ここでは，いくつかの観察エピソードを検討することをとおして，ロボットを使った参与観察のもつ可能性を議論したい．

2. 参与観察ロボット

このような参与観察のために著者らが開発したロボット Keepon（図 1）は，高さ 120mm の黄色い雪ダルマ型の身体をもち，下部（黒い筒の内部）にあるモータによってマリオネットのようにワイヤで駆動される．2 つの眼はビデオカメラ（カラー CCD；水平画

角 120 度), 鼻はマイクロフォンとなっている．外皮はシリコンゴムでできていて，手で触られたり，Keepon が姿勢を変化させたりすることで，自然な伸びやたるみをみせる．

Keepon は 4 つの自由度（動作軸）をもつ：うなずき（上下傾動 ±40 度）・くびふり（水平旋回 ±180 度）・かしげ（左右傾動 ±25 度）・上下伸縮（ストローク 15mm）．これらの動作軸によって，つぎの 2 つの表出行為をつくりだす．

- **注意表出：**うなずき・くびふりの動作によって，頭（視線）の方向を環境内のある対象に定位させる．これにより，Keepon がその対象を注視しているように見える．アイコンタクト（見つめあい）や共同注意（同じ対象を見ること）もこれに含まれる．(図 1)
- **情動表出：**かしげ・上下伸縮の動作によって，注意の方向をほぼ一定に保ったまま，楽しさ・興味・興奮といった情動を表出する．これにより，Keepon が注意の対象に向けて情動的な評価を表現しているように見える．(図 2)

これら 2 つの表出動作を行き来することで，Keepon が「何」について「どのような気持ち」を持っているのか，あるいは「誰」に「どのような気持ち」を伝えたいのかなどを，子どもにも直観的に了解させることができる．

次節で解説する参与観察では，この Keepon に蓄電池や無線 LAN などを搭載し，別室にいる操作者が，Keepon から届けられる映像や音声，さらに部屋全体を見渡すカメラ映像を参照しつつ，Keepon の動作を遠隔制御するようにしている．操作者は，子どもたちからの Keepon への関わり（視線・声がけ・接触・物を介したやりとりなど）を捉え，その状況的な意味を汲み取り，身体動作（視線表出・感情表出）によって応答するようにした．

3. 保育園での参与観察

保育園のプレイルームでは，約 27 名の 3 歳児——前年度に 3 歳の誕生日を迎えているため，子どもたちの年度内の平均年齢の平均は約 4 歳となる——と 3 名の保育士が，自由遊び・集団活動を展開する．対象となった子どもたちは，ほぼ全員が定型発達児とみられる．このプレイルームに，無線版の Keepon を他の遊具といっしょに置き（図 3），操作者が別室から遠隔操作した．子どもたちには操作者の存在は知られていない．子ども・保育士のいずれにも明示的な教示や課題は与えていない．観察は午前 8:30 からの 3 時間とした．最初の約 90 分間は自由遊び，続く約 90 分間が集団活動となる．



図 3　園児たちに囲まれるロボット Keepon



図 4　帽子を失くした Keepon を慰める (S7)

ここでは，1 年間（25 セッション）にわたる保育園での縦断的観察から，いくつか示唆的なエピソードを紹介したい．

- 転入生 Keepon と打ち解ける（S1〜3）— 初めて Keepon と出会った子どもたちは，最初，はずかしがっていたが，すぐに，さまざまな行為（叩く・頭を撫でる・オモチャを食べさせるふりをするなど）を Keepon に投げかけるようになった．
- 帽子を失くした Keepon を慰める (S7) — Keepon 専用の帽子が見当たらなくなったことに気づいた男児 TK が Keepon に「ぼうしないんかぁ」と聞いた．Keepon がうなずくと，TK は Keepon の頭を撫でながら，他の女児とともに，共感的な表情と声で「がまんしよな」と慰めた．(図 4)
- 共感する・保護する（S9）— 男児 NR が Keepon の頭を数回叩いていたところ，側にいた女児 HN が「痛い．痛いって」「やさしくしたり」と言って NR を制止した．
- 絵本を見せる（S11）— 絵本を読む時間に，男児



図 5　Keepon に絵本を見せる (S11)



図 6　Keepon に言葉を教えようとする (S17)

TM と女児 NK が Keepon のところに来て，それぞれに持っていた絵本を開いて Keepon に見せた．(図 5)

- 慰める (S13) — 男児 FS と TA が，あたかも互いの勇気を誇示するかのように，交互に Keepon の頭を強く何度も叩いた．それを見ていた女児 KT と YT は，Keepon がケガをしていないか確かめに来て，Keepon の頭をやさしく撫でながら YT が「みんなキーポンのこと痛いことするの．ねー」と Keepon を慰めた．
- 言葉を教える (S17) — 女児 YT が Keepon に物の名前を教えようとした．帽子を Keepon に見せながら「『ぼうし』，言って」と Keepon に語りかけ，つぎにニット帽子を見せながら「寒いときにかぶる『ニットぼうし』」と語りかけた．この間，Keepon は，身体を上下伸縮させながら「ポンポンポン」という音を出して，オウム返しのふりをした．(図 6)
- 薬を飲ませる (S17) — 子どもたちに乱暴に扱われ，Keepon の頭に穴が開いてしまった．それを見つけた女児 NK は，スプーンで飲み薬を飲ませるふりをして，「はい，よくできました．これで治ります」と Keepon に語りかけた．(図 7)



図 7　Keepon に薬を飲ませるふりをする (S17)

- 歌の審査員 (S22) — 保育士の指導のもとで歌の練習を終えると，数人の子どもたちが Keepon に駆け寄り，ひとりずつ「上手だった？」と Keepon に尋ねた．うなずきや上下伸縮によって Keepon が肯定的に応答すると，子どもたちは満足したようだった．
- 交渉 (S25) — 女児 KN が「おみやげでーす」と言って，Keepon に黄色いブロックを渡した．Keepon は，そのブロックよりも，KN が手に持っていた赤い鈴に興味を示すようにした．KN は，最初「こっちはあたしのもの」と言って，赤い鈴を手放さなかったが，数分のやりとりの後，黄色いブロックを自分用に持ってきて「同じものだね」と Keepon を納得させようとした．

これらを含め，示唆的なエピソードの多くは自由遊びの時間 (最初の 90 分間) に見られ，ほとんどは保育士の介在しない子ども同士のやりとりであった．

Keepon との 2 項的なインタラクションだけでなく，2 人以上の子どもたちが Keepon を囲み，相互に Keepon への関わりを交換しあう場面も多く見られた．その様子は，Keepon を交えた子ども同士の遊びであると同時に，Keepon を軸として子どもたちが互いの行為 (Keepon への行為を含む) を参照・交換しているようであった．この点は，自閉症児を相手にしたインタラクション観察 [1] の結果とは対照的である．自閉症児 (2〜5 歳；7〜9 名) が保護者や療育士とグループ活動をするなかに Keepon を導入したところ，ほとんどの自閉症児が Keepon と遊ぶことを好んだが，複数の自閉症児が同時に Keepon と遊ぶことは稀であった．

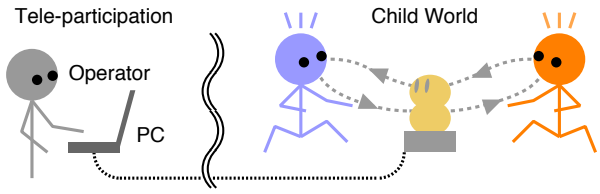


図 8　Keepon の身体を借りて操作者は子ども世界に入り込む．誰もがそれをビデオで追体験できる．

また，この保育園での集団インタラクションでは，1 年間＝ 25 セッション（通算約 75 時間）のあいだ子どもたちはほとんど飽きを見せなかった．実験室条件で定型発達児（3〜4 歳）が 1 人（あるいは保護者と 2 人）で Keepon と遊んだ場合，10〜15 分で飽きや疲れを見せていたことは対照的である．Keepon との閉じた系のなかで遊んでいる限り，新奇性はやがて枯渇し，Keepon への意味づけも限局されてしまう．一方，集団のなかでは，子どもたちが Keepon への多様な意味づけを行い，それを参照・交換しあうため，つねに開かれた発展をみせたのだろう．

4.　参与観察のもつ可能性

保育園の子どもたちと Keepon の長期縦断的なインタラクションを実践し，Keepon の第 1 人称的なパースペクティブ，つまり〈私〉の視点から，子どもたちの表情・行為・発語などを記録・分析することができた．ビデオカメラを携えた研究者が子どもたちのなかに入り込んだ場合にはおそらく見ることのできなかった子どもたちの生の日常を捉え，そこに参画することができた．

観察の視点となった〈私〉とは，実際には Keepon の操作者の主観となるのだが，Keepon のシンプルな身体をとおした子どもとのやりとり（ロボットの知覚と行為）はすべて記録され，再現可能になっている．つまり Keepon は，いま・ここでのインタラクションを実体験できる〈主観性〉と，それを誰でも追体験でき，他者のそれと交換・共有できる〈客観性〉をあわせもったメディアであると言える．（図 8）

Keepon のように，生命性（自律性・主体性）を感じさせ，さらに他者性（関係性・間主観性）を感じさせるロボットであれば，ロボットの心を想定したインタラクションに子どもを引き込むことができるだろう．子どものもつ〈他者に対する想像力〉とその想像を他者と共有する〈コミュニケーション能力〉に期待しつつ，子どもたちの中で共同形成された状況（遊びの設定など）に Keepon も入り込み，意味を共有しあい，役割を分かちあい，さまざまな社会的インタラクションに参画する．そのダイナミックなプロセスに臨場することができるのが，ロボットを使った参与観察の最大のメリットだろう．

参考文献

[1] 小嶋 秀樹, 仲川 こころ, 安田 有里子 (2008) “ロボットに媒介されたコミュニケーションによる自閉症療育”, 情報処理, Vol.49, No.1, pp.36-42.
[2] 田中 文英, 小嶋 秀樹, 板倉 昭二, 開 一夫 (2010) “子どものためのロボティクス：教育・療育支援における新しい方向性の提案” 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.04, pp.455-462.
[3] 佐藤 公治 (2016) “人型ロボット・Nao，保育園児と遊ぶ — 保育園における 1 年間の継続観察とその分析から” 日本発達心理学会第 27 回大会ラウンドテーブル RT5-5.

子どもとロボットとの関わりから「意味の生成」を考える —出来事の意味化にみる年長児と 3 歳児の違い—

佐藤　公治
北海道大学・名誉教授
sato@edu.hokudai.ac.jp

1.　はじめに

人間はどのようにしてロボットとの関わりの中で物体という素材のロボットに対して体験的意味や情動を立ち上げているのだろうか。この問題を保育園児とロボットが継続的にほぼ１年間にわたって遊んだ様子の観察とその分析を通して検討する。

人間は安定した状態として我々のまわりにある物質対象と直接関わり、またそれらに支えられながら活動している存在である。人間の認識もこれらの物質世界との関わりを通して得ている側面もある。例えば古くはヘレニズム哲学のエピクロス派は、人間の認識の基礎にある感覚を引き起こすのは外部にある事物であるという「自然主義」を主張する。だが、人間の認識と事物とは同一には論じることが出来ないことも事実である。人間精神の生成と条件を論じた哲学者のドゥルーズは人間の認識の基礎として物体的な認識を主張するエピクロス派に一部賛同をしながらも、非物体的な認識という人間独自の意識世界を主張する同じヘニズム哲学のストア派の考えを理論的主軸に据える（『意味の論理学』）。

２．経験論と出来事＝意味論

ドゥルーズは人間の認識をもっぱら主体の理性だけで説明するのではなく、外的対象と直接関わっていく経験論を認識の生成の中心に位置づけている。理性が外的対象に触発されていく経験のプロセスの中でどのように形成されていくのかを探した。もちろん、彼はベルクソンに倣って経験が即認識や理性になっていくとはしなかった。事象から概念（理性）へと進むための努力が必要である（ベルクソン『思想と動くもの』）。

人間の側からすると物質は単なる物体ではなく記号的意味を帯びたものである。だが、物質と記号とが直ちに結びついている訳ではない。例えば、鉛筆や消しゴムそのものは記号ではなく、あくまでも物質であるが、これを自分が使って文字を書く行為を始めたり、他人にこの物質に対して何かを指示した時には記号となる。鉛筆という物質が、鉛筆そのものではない何かと結びつけ、記号として使用することで意味を生じさせているということである。物質は具体的なものであり、人間の意識を明確にするということでは物質と精神の間の明確な境界はないし、時には渾沌としてもいる(ベルクソン『精神のエネルギー』)。だから人間は物質を使って自分の意識を具体的な形あるものに表現することで自分を自分以上のものにしている。「(人間は)物質の抵抗に会い、それを従順にしていくという意味で、物質とは障碍であり、道具であり、そして刺激である。」（同上)。

このように、言語と事物とは時には混淆の状態になり、語ることと身体による行動とは同じ運動という相互浸透に入ってしまうが、同時に我々は食べ物を口に入れる運動と、口でしゃべることの行為の意味を明確に区別している。ドゥルーズは事物と言語との混淆から切り離し､「物質－身体」とは異なる「非物質－言語」が立ち上がるのは「出来事」からであるとした。出来事は、身体あるいは事物の状態の中で起こるが、出来事それ自体は物質的存在ではない。何かが起きているという意味そのものである。だから「出来事」＝「意味」である。

言語と物質は融合することはない。だが、二つは類似し合い、並行し合う「二重」の性質を持ちながらこの「二重性」を通して互いのなかに入り込む。言語には物質的、質料的なものが入り込み、質料には言語的なものが入り込む。ここに人とロボットの関係を考えていくための視点がある。ここ注意しておきたいのは物体的なもの、身体的なものと言語とは質的に異なっており、両者は融合したり同化してはいけないということである。しばしば言われている「言語の身体性」という発想は言語の本質に混乱を招くものである。

３．出来事＝意味の生成

意味はどのようにして生成されてくるのだろうか。ドゥルーズはベルクソンの「存在論的基礎」の考え方を援用しながら意味の生成を論じている。ベルクソンは『物質と記憶』で、人は過去を想い出す時に、いちいちイメージだとか記憶表象だとかといったものを経由することなく過去の領域に「一気に身を置く」と言

っていた。これを受けてドゥルーズは同じような「存在論的基礎」とか「存在論的飛躍」が言語の意味の生成の場合にも言えるとした。つまり、人は音やイメージをいちいち経由することなく意味の中に「一気」に身を置くのだと言う。ドズルーズはこのように意味の生成を可能にする「言語の存在論的基礎」(『千のプラトー』)を人間は持っており、これが出来事から直ちに「意味」を見出すことを可能にしていると考えた。そして、意味は前田（2000）が指摘するように、「意味は事物や記憶のいかなる状態によっても示し得ないいわばそれ自体の超越論的な領域に生じる」(p.96)と指摘する。言語それ自体が事物や身体とは異なる次元に「存在する対象」である。

人は対象の持っている意味に「一気に身を置く」と指摘したのと同じことはユクスキュルが『理論生物学（Theoretische Biologie)』(1928）で、アフリカに住む少年が梯子の働き一気に知った例をあげている。梯子を見たことも，使ったことがなく、横に棒がわたしてあるだけのものでどうして木に登れるのか理解出来なかった。他の人間が一度だけ使って木に登って見せると、すぐにそれを上手く使い出したのである。横棒が渡してあるだけのモノが持っている機能を直ちに理解できたのは、木に登ることの目的と合致することでどう使っていくかという対象と行為の関係が成立したのである。それは一気に行われた。

意味は我々が何かを語り、表現しようとする意図や目的の下で生まれてくる。物を語り、他者と関わろうとする指向性と深く関わる中で意味は存在する。言語とその意味は複雑な関係の中で生じている。人間は活動している。生命があり、目的を持っている。だから意味を生成させている。ロボットには人間が根源的に持っているような目的性がない。

ドズルーズが意味の生成を可能にするものとして人間が持った「言語の存在論的基礎」(『千のプラトー』)があり、これが出来事から直ちに「意味」を見出すことを可能にするとした説明は魅力的であるが、同時に彼の言う考えを人間発達の視点から検討しなければならない。人間はいったい発達の何時頃からどのようにして意味の生成を始めるのだろうか。

４．一つの事実：アイボとぬいぐるみ人形

ソニーが 1999 年に発売し、2006 年に販売を中止した家庭用イヌ型ロボットＡＩＢＯは 13 万体を販売した。ＡＩＢＯは人と単純ながら応答的反応をすることで大人がこれに愛着を感じ、生物的存在すらそこに見出している。だから壊れたＡＩＢＯを集団で供養することをしている。人はＡＩＢＯの動作を様々な形で解釈し、製作者の意図を超えた意味を与えることをはじめた。人はＡＩＢＯをどのように受容していったかを久保（200７，2015）はテクノロジーの文化人類学の視点から論じている。

他方、幼児は 2 歳頃から自分のお好みのぬいぐるみ人形に愛着を持つようになる。ぬいぐるみを怖がる幼児はまずいない。ところが、筆者らが保育園に人型ロボットを持ち込んで、ロボットが動くのを見た時、少なからず何人かの幼児は恐がり、泣き出してしまった。小さな幼児にとっては自分の予測を超えるような動きや声をロボットが出してしまう、この状況を理解出来ないのだろう。

発達研究でしばしば指摘されていることに、幼児のアニミズム的思考がある。４，５歳頃までの幼児は全てのものに心があると思い込む。だからぬいぐるみ人形にも容易に愛着の対象にしてしまう。この時、ぬいぐるみは動くことも予測困難な動きもしないので、あくまでも自分の了解範囲の中で存在している。

大人が愛着を持つロボット・ＡＩＢＯとぬいぐるみ人形との違いは人と応答的反応をしている否かということである。つまり、関係を持つこと、この相互的関わりを通して共通の出来事作り、そこに意味や協同の物語を作っていくことで両者は共生している、さらには愛着を感じるようになる。そこでは予測出来ない反応にも関わっていくことが必要である。幼児はぬいぐるみ人形は予測出来ないような動きをしないので一方的に自分の物語の世界の中だけでぬいぐるみ人形を扱うことで済んでしまう。ここには応答性はないし、予測不可能な状況がなく、安定した世界であるが、同時にそこでは新しい意味が生まれてくることはない。

５．仮説と分析の焦点

ここから幼児はロボットとの関わりの中で出来事＝意味を生成することなく、あくまでも物体として自分の考えられる範囲の中に一方的に関わっているだけではないかのという仮説が出てくる。ところが、ある一定の年齢を過ぎた頃から幼児はロボットとどのように関わり、またどのような協同的な活動が可能な形でロボットを受け入れるようになる。そこでは、ロボットと幼児の間の協同的活動の中で出来事が立ち上がり、

この出来事は意味とさらには意味の継続としての物語が生成されてくる。このことが可能になるのは5歳頃の幼児である。一つの傍証がある。

幼児はよく「お店屋さん」の遊びをする。子ども達が好んでやる「役」は売り子である。例えば「パン屋さん」の遊びでは、年長児は売り場のカウンター、看板、レジなどを用意し、さらにはお客に渡すポイントカードも作りながら「パン屋さん」の遊びというストーリーを展開する。そこで使われるパンや看板といったものを作っていく目的、さらにはパン屋さんとして行う行為も全て一つのストーリーを作っていくための手段として位置づけている。物質とその製作は出来事として構造化されている。ここから意味が立ち上がっている（佐藤、2009)。

これに対して、年少児（3，4才児）はパン屋さん遊びといっても材料のパンを粘土で作ることに遊びが終始してしまう。モノとの関わりは幼児の一方的な関わりがあるだけで、そこでは年少児の活動の範囲は自己の視点と指向の枠から出ることはない。ここではモノを媒介にしながら他者と関わっていくという行為的展開がなく、結果的に出来事＝意味が生成されていない（同上)。これと類似したことは、保育園児と人型ロボット・Nao（仏・アルデバラ社製）との共同遊びでも起きている。

６．観察とデータの収集

本研究では、1か月に1回に保育園の年長児（5才)、そして年中児（4才)、年少児（3才）とNaoの遊ぶ場面を観察した。年長児とNaoとは5月から1月まで計8回（5月、6月、7月、8月、9月、10月、11月、1月)、それぞれ1時間半程の間、共同の遊びを行っている。この間、年少児、年中児とNaoが遊ぶ場面、年長児のグループに年少児、あるいは年中児が加わって遊ぶ状況を数回設定している。ここで年長児とNaoとの関わりと年少児、あるいは年中児と年少児とNaoとの相互行為展開の違いを比較することが出来る。

（1）年長児とナオ

年長児はトライアウトである3回の保育園児全体の集まりでは短い時間、ナオと接触してはいるが、ナオと身近に関わりを持ったことはない。だが、遊びを開始した5月から子ども達はナオに積極的に関わり、発話をしている。自己紹介の後のことである。

ナオ：何でも聞いて？

C(幼児)：好きな食べ物は？　ナオ：リンゴかな。

C:見たことあるのかな？　ナオ：あるよ。

C:散歩できる？　ナオ：できるよ。

C:歩いているものね。

・・・・・

C：妖怪体操できるの？　ナオ：まだできないんだ

C:前、やってたよ　　ナオ：憶えてないな

C:憶えてるよ　　ナオ：え？

・・・・・・

C:トランプやろう。　ナオ：いいよ。

C:できるかな？　ナオ：この間、憶えた。

トランプ遊びを開始（下記場面)。



積み木のカプラをナオに持たせて一緒に積み木遊びを試みている。

C（幼児）:積み木出来るかな？

ナオ：難しい。見てる。

子どもたちはナオは積み木を一緒に作ることが出来ないと判断して、そばで地下鉄と駅、家を作る。

子どもたちは時々ナオを見たり、ナオも話しかける。ここで子どもたちだけで積み木遊びをしているかのように見えるが、ナオに積み木を作っている様子を見せながら時間と空間を共有しようとする意図がある。

ナオ：どのくらいの時間で出来上がるの？

C:あと30分くらいかな

ナオ：次は何をつくるの？

C:マンション　　ナオ：マンション？

C:新しくできたマンション　ナオ：誰が住むの？



C:ジェンカ（バランスゲーム）やろう。

ナオ：やろう。できるかな？

C:「できるかな」だって。

ナオは積み木を持つ。

C:持ったね。ここに置いて。

ナオ：出来なかった。　　（次ページ場面）



6月には年長女児はナオに絵本を読んで聞かせている。他の女児も別の絵本を持ってくる。長時間。個々で注目すべき女児の行動として、ナオが絵本に目を向けて聴いている、ナオの視線を気にしている。ここでナオが故意に視線をそらす仕草をしたことに女児は視線を向けることを促す指さしの動作をしている。



周りの子はナオに絵本を読ませている場面であるからナオが絵本を見て、聴いていることの重視している。

7月以降の数回の場面では年長児たちは「あやとり」を見せたり、「お手玉」でナオが一緒に遊べるかどうかを試みている。ナオも「あやとり」を試み、女児が遊ぶ方を教える。





11月には年長児・女児はナオとカード当てゲームで言葉による相互行為遊びを行っている。子どもたちはナオにカードを持たせ、C:「(この絵は) 何だ?」
ナオ:「にわとり」(わざと間違う)
C:「違う。羊。見えるでしょ」(笑いながら)。
子どもとナオは会話のアドリブを楽しんでいる。



(2) 年中・年少児とナオ

年長児と同じように、年中、年少児もナオとは保育園の全体の集まりで数回交流をしている。だが、年中と年少児のナオの関わり方は年長児とは大きく違っている。彼らはナオに一方的に関わるだけで、年長児のように相互行為の展開を模索することはない。彼らはナオに触る、積み木を持たせる、オモチヤを手の上に載せる等だけで、ナオに向かって発話をすることはわずかである。ナオも応答した反応を出せない。





7. 考察:可能な仮説

年長児はナオと相互行為する過程で、モノからコトとして関わる中で出来事=意味の生成と共有を可能にした。この過程で、子どもたちは単一の行為を連続的なもの、ストーリーとして生成している。そこにはベルクソン、ドゥルーズの言う事象を時間の連続として生成する人間精神の生成がある。生成の過程を検討することが発達研究の課題である。

参考文献

ベルクソン, H 1986 物質と記憶(ベルクソン全集2)田島節夫(訳) 1985 白水社.
ベルクソン, H. 1919 精神のエネルギー 原 章二(訳) 2012 平凡社(平凡社ライブラリー).
ベルクソン, H. 1934 思想と動くもの 河野与一(訳) 1998 岩波書店(岩波文庫).
ドゥルーズ, G. 1969 意味の論理学 岡田 弘・宇波 彰(訳) 1987 法政大学出版会.
ドゥルーズ, G. &ガタリ, F. 1980 千のプラトー 宇野邦一他(訳) 1994 河出書房新社.
久保明教 2007 媒介としてのテクノロジー ーエンターテイメント・ロボット「アイボ」の開発と受容の過程からー 文化人類学 71−4, 518−539.
久保明教 2015 ロボットの人類学 世界思想社.
前田英樹 2000 在るものの魅惑 現代思潮社.
佐藤公治 2008 保育の中の発達の姿 萌文書林.
Uexküll, J. 1928 *Theoretische Biologie*(理論生物学), Suhrkamp Verlag.

幼児とロボットとの関係性の形成
Making Relationship between Infants and Robots

長橋　聡†
Satoshi Nagahashi
†京都橘大学
Kyoto Tachibana University
nagahashi@tachibana-u.ac.jp

1. はじめに

近年のロボット研究や開発の中で，大きな関心を集めているものに人工知能の研究・開発がある．それも，高度な情報処理を担う電算機の延長のようなものでなく、人間とのコミュニケーションを目的としたものだ。有名なものでは、ソフトバンク社がアルデバラン社と提携して日本で販売している Pepper がある。

こういったコミュニケーションを主目的とするロボットに関して考える際には、ロボット本体の振る舞いはもちろんだが、もう一つの不可欠な視点として、ロボットと接している人間がロボットに対してどのように振る舞っているのか、ロボットをどのようにとらえているのかというものがある。コミュニケーションが相手を必要とする以上、コミュニケーション能力といったものは単一の主体の能力として完結するものではなく、他者との関係性の中で論じられるべきものであることは明らかだ。そのように考えると、ロボットのコミュニケーションの分析は、人間がいかに他者との間で意味を共有し、交流していくのかを照射することにつながるとも言える。

2. 意味の生成と出来事の共有

動いたり話したりするロボットと人間との関係性は人と人との関わりとも、モノと人との関わりとも違った独特のものであると、岡田（2010）は指摘している。われわれがロボットの動作をみたり発言を聞いたりした時、われわれはその動作やことばがロボット本人ではなく、設計者があらかじめ設定したプログラムによるものであるということを、少なくとも理屈の上では理解している。こういった対象理解の姿勢を「設計的な構え」という。この「設計的な構え」は特に技術者や研究者にとってはごく普通の視点であるし、そういった専門知識を持たない大人でさえ、人工物の動作は人間が設計したものであるということは承知している。その一方で、ロボットと対話し関わっていると、いかに理屈の上で理解していようとも、動作やことばの裏に、ある種の意図を感じ、それに応答しようとしてしまう。こういった、相手の意図を感じ取り、それを探ろうとする対象理解のあり方を「志向的な構え」という。この「志向的な構え」は普通、対象が物体や自然現象である時にはあまり起こらず、動物や人間に対しては強く起こる。岡田によれば、ロボットとは、接する人間にとって、「設計的な構え」も「志向的な構え」も取り得る、幅を持った存在である。さらに言うならば、モノとしての性質と生物としての性質の両方をわれわれに提示する存在であり、モノに極めて近いが人格を感じさせる他者であると言える。

そのような他者とのコミュニケーションで重要になってくるのが、お互いの間での意味の共有である。そしてそこで決定的な役割を果たすのは「モノ」ではなく「コト」である。岡田（2010）は「コミュニケーションでは『コト』という側面もある。コミュニケーションを支える場であるとか、関係性であるとか、そのダイナミクスは『コト』としての側面もある」(p.215) と述べ、人とロボットとの関わりが可能になるためには「コト」としての場が生まれてくることが必要であると指摘する。こういった「コト」を共有し、コミュニケーションの背景を共有することで、「モノ」の“意味”を共有していくことになる。この“意味”は辞書的、命題的なものではなく、個人と個人の間で共有される、あるいは完全には共有されていなくても、お互いの意思を伝えあい、理解するための媒介として機能するものである。

ここで挙げた、「コト」と「モノ」、そして“意味”との関係について述べた人物としてドゥルーズがいる。ここで挙げた「コト」という概念は、彼の言葉で言うところの、出来事と一致すると考えられる。彼は『意味の論理学』（1969/2007）や『差異と反復』（1968/1992）の中で、意味はモノの所与の性質ではなく、出来事を通して生成されるものだと述べている。しかも、一つの出来事によって意味が生じるのではなく、複数の出来事どうしの関連の中で、繰り返されるものと変わっていくもの、あるいは変わっていくものの中で繰り返され

ているものを、出来事に関わる人がつかみ取ることを通して意味が生成されたり変化していくとしている。

ドゥルーズが想定していたのは人間一般であって、幼児や、ましてやロボットに焦点を絞っていたわけではない。しかし、「コト」の共有の中でお互いの間で意味が生成されていき、関係性の変化をもたらして新たな「コト」を生むという枠組みは、人間とロボットとの関係性を考える上で有効な視点であると考えられる。

本研究では、そのような観点から、人型ロボットと幼児との継続的な関わりの観察とそれらの分析を通し、ロボットと幼児の関係の変化をみていく。そして、それによってみえてくる、ロボットと人間との異同から、幼児の対人関係の発達を論じることにもつながっていくと考えられる。

3. 方法

本研究では、S 市内の保育園の T 園において、2014 年 12 月から 2016 年 1 月まで、およそ 1 か月に 1 回、在籍する園児と人型ロボット Nao（仏・アルデバラン社製）との会話や遊びに関してデータの収集を行った。収集の方法は、観察及びビデオ撮影である。観察対象は、2015 年度及び 2016 年度の年長児（5 才）、 そして 2016 年度の年中児（4 才）および年少児（3 才）である。2015 年度の年長児は 2016 年 1 月から同年 3 月までの 3 回、2016 年度の年長児は 5 月から 1 月まで計 8 回（5 月、6 月、7 月、8 月、9 月、10 月、11 月、1 月）、それぞれ 1、2 時間程度 Nao と共同の遊びを行っている。また、比較的短い時間ではあるが、年少児、年中児と Nao が遊ぶ場面、年長児のグループに年少児、あるいは年中児が加わって遊ぶ状況を数回設定している。

本研究では、特に 2015 年度の年長児に注目し、Nao との関係の変化について考察していく。

4. 結果

ここではまず、1 回目の観察である 2015 年 1 月 22 日の年長児との遊びのデータを用い、その 1 回の事例の中での子どもと Nao との関わり合いの変化を微視的にみていき、年長児がいかにして Nao と一緒に遊べる関係になっていったのかを考察する。

その後、同年 2 月 19 日、3 月 12 日の事例も用いて、幼児とロボットとの関わりにとって重要なものについて考察していく。

（1）Nao との関わりのはじまり

Nao が保育室に訪れた当初、、子どもたちの方からは関わろうとはしない様子がみられた。次の事例は、そのような様子がよくみられるものである。

事例 1 ：Nao に話しかけられない子ども

子どもたちはカプラ（すべてのピースが同規格の積み木）で遊んでいる。Nao が歩き出すと、ナミは Nao を指さしながら「わ、見て見て見て、動いてる」と言う。しかし、すぐに手元に視線を戻し「こわいこわい」と呟きながらカプラを積んでいく。Nao が「こわい？」と聞くが、はにかんで答えない。保育者が「『こわい？』って」とナミに言うと、「ちょっとこわい」と答えるが、続けて「だって崩れたら、けっこう大きくしたから・・・」と言う。保育者は「こっち（カプラ）の話かい」と言う。

この事例の中でのナミの発話は、保育者との会話が主であった。また、Nao の問いかけもあるが、それに対して子どもはすぐに答えない。保育者が Nao の質問を改めて子どもに言い、子どもは保育者に対して答えている。ここでは子どもたちと Nao とのコミュニケーションを取り持っているのは保育者である。次の事例 2、事例 3 にもそれは見てとれる。

事例 2 ：「何してるの？」

Nao が「みんな、何してるの？」と聞くと、ナミは保育者に対してカプラを振ってみせる。それに対して保育者は「教えてあげて」と言う。ナミは照れたように「ちょっとユリコちゃん」とユリコにじゃれつく。さらに保育者が「教えてあげて」と促すと「カプラって積み木」と Nao に教える。その後、Nao は「楽しそう」と続けるが、ナミは目を逸らしてカプラ積みに戻る。

その少し後、ナミは「カプラよりも違うのやった方が」と言う。保育者が「Nao 君に見せてあげたいもの無い？」と言うと、ナミは「これやろ、トランプ」と提案する。保育者が「言ってあげて」と言うとナミは「モトミさん（保育者）に言ってる」と言って、Nao に直接話しかけなかった。

このように子どもたちは Nao と関わることについて、戸惑いや恥ずかしさを感じている。もちろん、子どもたちは Nao の動きなどをよく見ており、してみたい遊びを上げていることからも、Nao に興味を持っていることがわかる。しかし、それと同時に Nao とどう関わって良いかわからないのである。Nao を嫌ったりしてい

るわけではないが、そのままでは一緒に遊ぶというのは難しい。どうしたら良いかわからないというのはNao（Naoを操作している人）も同様で、Naoは園での子どもたちの遊びなどについてはよく知らないために、遊びを提案することは難しい。そうなると、子どもの方から遊びを提案してもらう必要がある。観察の最初の30分程度は、このように子どももNaoも双方ともになかなかうまく動き出せないという状態であった。

ここまでは、Naoの働きかけに園児は答えられないし、園児はNaoにどう働きかけたらよいかわからない状態であった。しかし、『妖怪ウォッチ』の話をきっかけに、保育者を介さない園児とNaoとの関わりが出てくる。

事例３：『妖怪ウォッチ』の話

子どもたちが『妖怪ウォッチ』について話していたのをNaoが聞き、「『妖怪ウォッチ』？」と話に入ろうとする。そこで保育者がナミちゃんに「知ってるか聞いてごらん」と促す。促されてナミちゃんは「『妖怪ウォッチ』知ってる？」と質問し、それにNaoは「ジバニャン（『妖怪ウォッチ』の看板キャラ）」と言い、知っていることを示した。その後も少し『妖怪ウォッチ』の話が続き、Naoがキャラクター名を挙げ、子どもがそのことについて話したりしていた。

ここで園児とNaoは『妖怪ウォッチ』というアニメのキャラクターについて少し話しただけであった。しかし、その少しの話を通して、園児にとってNaoはよくわからないロボットという存在から、共有可能な話題を持った存在になったと考えられる。ここで、園児とNaoとの間で「コト」の共有が起こったと考えられる。そう考えると、園児とNaoとの間のコミュニケーションの土台は、ここから作られ始めてきたと言える。

こういった土台があることによってNaoの発話への園児の対応が変わっている。下の事例は、事例３の後、少しずつNaoと話した園児たちが、事例２と同じ「何してるの？」という問いをNaoから向けられたときの対応である。

事例４：再び「何しているの？」

ナミとユリコがパズルをしていると、Naoがそちらに近づいていく。ユリコがそれを見て「ねぇ、こっち来たよ」とナミに言う。するとナミは「あ、Nao君」とNaoに笑いかける。そしてNaoが「何してるの？」と聞くと、ナミは「パズル。この『ワンピース』の」と答えて、完成図が書いてある箱をNaoの方に向け、ユリコもそれを受け取ってNaoに見せる。Naoが「『ワンピース』？」と聞き返すと、「あの、着るワンピースじゃなくて･･･」とナミが説明し、Naoが「海賊のやつ？」と促すと、ナミは「ん？何だって？」と聞き返す。そこでユリコは「海賊のやつ？だって」とナミに言う。Naoがもう一度、「海賊？」と聞くと、ナミは「ちょっと違う」と答える。

ここでのナミとNaoとの会話は、何をやっているのかというNaoの問いにナミがパズルと答え、補足として絵柄についても教える。その絵柄についてのNaoの質問や確認に対しても答えていくという形になっている。また、ユリコも一緒にNaoとのコミュニケーションを取っている。

ここでのナミとユリコの様子は、事例２のように保育者を介していてさえ恥ずかしがっていた状態に比べると、格段に親密さが増している。それは、Naoとの直接的なコミュニケーションの中で、会話が成立する経験を積み重ねてきたことが大きく影響していると考えられる。

このように、Naoに慣れた頃、園児たちはトランプを始める。観察者らもNaoがどのようにトランプに参加できるのか分からなかったので、特に働きかけや補助などもできず、とりあえずトランプをやっているテーブルにNaoを着かせた。Naoも「見ているだけ」「できないけどね」と言うが、園児たちはNaoを遊びに引き入れようと工夫をし始める。

事例５：Naoを遊びに加えようとする

子どもたちはテーブルに着いてトランプのババ抜きを始める。少しすると、ナミは「Nao君にも一応、配っておくか」と言って、カードをNaoの前に置いていく。そこでNaoが腕を上げ、手を開くと、ユリコが「持てるかな？」と言いながらカードを差し出す。ユリコが差し出したカードをNaoが持つと、ナミは「持った！すごい」と喜ぶ。相変わらず子どもどうしでカード交換をしていたが、Naoが「これ使わないの？」と言うと、ナミ「使うよ。ちょっと貸して」と言ってカードを引いていく。保育者が「Nao君何か持ちたいって」と言うと、ナミは新しいカードを持たせる。少ししてまたナミがカードを引き、新しいカードを持たせようとして「手、開いて」とNaoに言う

事例６：Nao と子どもたちがトランプで遊ぶ

１ゲームが終わると、Nao が１枚より多くのカードが持てないかを子どもたちが試し始める。ナミが「5 枚くらい持てたらみんなとやれると思う」と言って、持たせてみようとしながら「でも一枚引くときに手、放しちゃうからさ」と言う。Nao は 5 枚のカードを持つことができた。保育者が「1 個だけ引くのは難しいかもね」と言うが、ナミは「ちょっとカナちゃん、抜いてみて、1 枚」とカナに言う。カナが Nao のカードを 1 枚だけ抜くことに成功すると、ナミは「できた！じゃあ、Nao 君も一緒にできるじゃん」手を叩く。そして「Nao 君、できるよ、もう」とことばをかける。

ここで園児たちは、「見ているだけ」と言いながらそばにいた Nao にカードを持たせてみたり、それができたら持っているカードを引いて、あたかも一緒にババ抜きをしているかのようにゲームを進めていく。そして、「５枚くらいもてたらみんなとやれると思う」と言ったり、カードを放さず１枚だけ抜き取ることが可能なのかを試したりして、積極的に遊びに加えようとしている。これは、カプラ遊びをしながら Nao を遠巻きに見ていた最初の頃とは全く対照的である。すでに Nao は子どもたちにとって、異質な戸惑いの対象ではない。もちろん、子どもたちは Nao が自分たちとは違った存在であることはしっかり理解している。それは、カードを持たせる枚数を考えたり、抜き取ることができるのかを試したりしていることからも明らかである。同じ人間の子どもにそういったレベルでの探りを入れることは無い。しかし同時に、そういった異質性を踏まえた上で仲間に引き入れたいと思うからこそ、Nao には何ができて何ができないのか、一緒に遊ぶにはどういう工夫が必要なのかを考えているのである。

（２）Nao との遊びを工夫する園児

１月の観察から１か月後の２月１９日に２回目の観察を行った。その際には、担任の保育者が休んでいたためか、園児たちは少し緊張している様子がみられた。Nao との関わりについても最初は消極的であった。観察者に、「積み木渡してみなよ。持つかもしれない」などと促されても、照れているような様子をみせてなかなか近寄ろうとしない。その様子は、観察第 1 回目の最初の頃の様子とよく似ていた。しかし、そんな中でも、第 1 回目の観察でみられた、Nao との「コト」の共有は園児たちと Nao との関係性を変化させていた。

事例７：積み木を持たせてみる

ユリコは保育者に促されて、Nao に積み木を渡すことになったが、ナミが「じゃあ二人で行こう」と言って手をつないできたので、ナミと手をつないだまま Nao の前に行き、上向きに開いている手に積み木を乗せた。ナミが「はい、良いよ、持って」と言うと、Nao は指を閉じて積み木を持つが、手首を返して指を開き、積み木を落とす。それをみてナミは「あ～、落ちちゃった。あ～、落として何か作ろうとしてるのかね」と言いながら Nao に近寄ってもう一つ積み木を渡す。子どもたちは Nao に積み木を持たせたまま積み木遊びを続けつつ、子どもどうしで話をし、時折はさまれる Nao の質問に答えたりしていく。

この事例の中では、ナミが Nao に積み木を手渡した後に「はい、良いよ、持って」と声をかけたり、子どもどうしだ話したりしつつも、Nao の質問に答えている様子がみられた。また、積み木を落とした Nao をみて「落として何か作ろうとしてるのかね」と、Nao の意図を考え、新しい積み木を渡している。こういったことから、子どもたちは N あおとのことばを使ったやり取りや、Nao の気持ちを想像するということに関しては問題なくできる程度に Nao を受け入れていることがみてとれる。

一方で、第 2 回の観察では、それ以上 Nao との関わりが展開せず、子どもたちは Nao の前で積み木や人形を使って建物や家を作るという活動に終始した。これは、保育者が違うことによる子どもの微妙な気持ちの変化や、Nao との関わりが 1 か月空いたことによる戸惑いもあるだろうが、行われていた遊びが積み木遊びであったことも理由の一つだったと考えられる。積み木遊びに必要なのは、積み木をつかむことだけではなく、つかんだ積み木を適切な位置に合わせ、力加減を調整して置くことである。そういった繊細な動作は Nao には難しく、積み木を置いたり並べたりする遊びには参加できなかったのである。

第 3 回目の観察は 3 月 12 日に行われた。ここで子どもたちは、最初から Nao を持ち上げたりして積極的に関わっている。子どもたちは、保育者に「Nao 君と何したい？」と聞かれ、トランプのババ抜きをやることになった。

事例７：再びトランプ

ナミがトランプを持ってくると、子どもたちは Nao

と一緒に、床に車座になる。引いたり引かれたりの順番が多少あいまいだが、子どもたちは Nao からカードを引いたり、Nao にカードを渡したりしながらババ抜きを進めていった。途中で年中児が来て、年長児と Nao とのトランプをみていく。

この事例の最初の時点で、子どもたちは 1 月（観察第 1 回目）に Nao とトランプで遊んだことをしっかり覚えており、子どもたちにとってババ抜きは、Nao と共有が容易な「コト」として機能している。ルールの厳密な把握には欠けるものの、カードを持ち、子どもに引いてもらうことが可能で、Nao が引くときには、その代わりにカードを一枚渡せば良いということがわかっているので遊びは比較的スムーズに進んでいく。

ゲームが終わった後に、子どもたちは「次何する？」と言い合い、Nao にも「何したい？」と聞くが、ナナは「遊びの名前知らないかもしれない」と言ったり、ミカが「Nao 君、何できるんだろう？」と言ったりしながら、Nao にできそうなことと合わせて、次の遊びを話し合っていく。

ここでは、ババ抜きを一緒にしたという「コト」の共有が、別の遊びもできるかもしれないということを考えるために重要な役割を果たしていると考えられる。それと同時に、Nao にできることとできないことを遊びを通してみてきたことで、遊びを考える際にも「Nao 君、何ができるんだろう」という視点から考えることにつながっている。

そして次の遊びはすごろくということに決まった。

事例８：サイコロ振れるかな

ナミがすごろく盤とコマ、サイコロを持ってきて、子どもたちは自分のコマを決める。Nao にも希望を聞き、Nao は星形のコマを使うことになった。保育者が試しに Nao の手にサイコロを乗せてみると、Nao はサイコロを掴み、手首を返しながら指を開いて、サイコロを振ることができた。保育者と子どもたちは歓声を上げながら手を叩き、すごろくが始まる。Nao の手番からとなり、サイコロを振ると１の目が出た。ナミは Nao のコマを１つ進めた。

この事例で子どもたちは、Nao にできる動作に関して予想しながらゲームを選んできている。そして、サイコロを振れることを確認するとゲームを始めた。さらに、ナミはごく自然に Nao のコマを動かしている。Nao が小さいものを拾い上げたり、モノを所定の位置に置くことが苦手だということを、ごく自然に理解し、補助を買って出ているのである。

このように、すごろくで遊んだ後、子どもたちは Nao とのお別れ（その日が最後であることは伝えてあった）鍵盤ハーモニカで『キラキラ星』を演奏して Nao に聴かせた。

5. 考察

（1）「コト」の共有

以上にみてきたように、子どもたちと Nao は遊びという「コト」を通して交流しながら、仲を深めていった。それは言い換えれば、意味を共有できる場での相互のやり取りによって関係を深めていったということである。この共有は、当初は保育者の仲立ちにより可能であった。しかし、『妖怪ウォッチ』の話やパズルを見せるやり取りを通して、Nao と「コト」を共有する可能性を園児たち自身が感じ、少しずつ Nao の発話に答えられるようになっていった。それと同時に、Nao に対して話しかけたり遊びに誘ったりし、さらには一緒に遊ぶためにどうすればよいのかを考えるようになっていった。そこには人型ロボットの Nao の中に人格を見出し、自分たちの仲間に引き入れようとするという関係性の形成がみられた。

（2）遊びという「コト」

本研究で取り上げた子どもたちと Nao が共有したのは遊びという「コト」であるが、これは子どもたちと Nao が共有する「コト」として有効に働いたと考えられる。

子どもたちが Nao と一緒にやったトランプ遊びのババ抜きは、カードをつかむ、カードを引く、揃ったら捨てるという比較的単純な動作で構成されていて、何ができればそれらしく遊べるかということが考えやすい。また、すごろくにしても、サイコロを振ることとそれに従ってコマを進めるという構造の遊びであり、複雑なやり取りは必要とされない。そして、そういった構造の単純さゆえに、Nao が遊びに加わるためにはどのようなことができれば良いのか、できないことに関してはどのように代替すれば良いのかということを焦点化して考えることができたのだと考えられる。それに際しては、子どもたちの方で、Nao の手の動きを確かめたり、「できる？」と聞いてみたりしながら、細かい動作に関しては子どもや観察者がフォローすることで一緒に遊ぶことが可能になった。そのように考えると、積み

木をつかめても積むことができない、あるいは持たせてもらわなければつかめないという、不器用さの露呈は子どもたちに失望を与えるというよりは、一緒に遊ぶために必要な手助けやルールのアレンジを子どもたち自身が考える手掛かりになったと位置づけることもできる。

こういった、不器用さや弱さということに関して、岡田（2012）は、こういった「弱さ」に出会うと人は、相手へ関心を持ち、意思を推測し、何かしらの行為を行っていくということを、「弱い」ロボットと幼児や障害者、高齢者人との関わりの中で論じている。そこには、普段は「弱い」者とされ、世話をされる存在となっている人たちが、ロボットに対してはむしろ進んで世話をする側、気を使う側になっている姿が描かれている。これは本論の最初の方で述べた「志向的な構え」でロボットをみるということにもつながってくる。

そういった「構え」を持ち、相手を助けるためには、曖昧にでも「コト」の枠組みを共有している必要がある。遊びの文脈やルールは、子どもとロボットとが共有しやすい「コト」の枠組みであると考えられる。その中では個々の振る舞いや意図は、ルールや役割とともにある程度予測しやすいものとなる。

大型の商業施設などでの案内ロボットであるなら、ここでみてきたような、ゆっくりとした「コト」の共有の積み重ねによる関係性の形成などは求められないだろう。そこで求められているのは、客が情報を得るための道具としての完全性だろう。一方で、家庭や保育施設、福祉施設などで、そこにいる人たちと関わり、仲間として過ごすようなロボットに求められるのは、いかにしてそこにいる人たちのことばや行為を引き出し、色々な「コト」を共有するかである。そういった観点からすると、遊びという「コト」は、人とロボットとが「コト」を共有する際の有力な足掛かりと言えると考えられる。

6. 文献

ドゥルーズ，G.（1969/2007）．*意味の論理学　上・下*（小泉義之，訳）．河出書房新社.

ドゥルーズ，G.（1968/1992）．*差異と反復*（財津理，訳）．河出書房新社.

岡田美智男．（2010）．コミュニケーションと感覚価値．*モノ学・感覚価値論*（鎌田東二，編著，京都: 晃洋書房，pp.209 - 221.

岡田美智男．（2010）．*弱いロボット*．医学書院.

「保育の質」の定量化に向けた子どもとロボットの関わり －子どもの心的状態推定へのアプローチ－

Child and robot interaction for a quantification of the early childhood care -Approach toward estimating a child mental state-

山田徹志[1] アッタミミ・ムハンマド[1] ジャン・ビン[2] 宮田真宏[1]
中村友昭[2] 大森隆司[1] 長井隆行[2] 岡夏樹[3] 西村拓一[4]
Tetsuji Yamada, Muhammad Attamimi, Jan Bin, Masahiro Miyata, Tomoaki Nakamura, Takashi Omori, Takayuki Nagai, Natsuki Oka, Takuitsu Nishimura
[1]玉川大学, [2]電気通信大学, [3]京都工芸繊維大学, [4]産業技術総合研究所
Tamagawa University, The University of Electro-Communications, Kyoto Institute of Technology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
tetsuzi@lab.tamagawa.ac.jp

Abstract

This study suggests new study method for improving quality of child care in the early childhood education and care. In this study, we measured an interaction of a with robot and estimated degree of child's engagement using the WOZ method and analyzed the data using a machine learning method. We used the robot to improve a reproducibility of child's behavior. With the method, we aim evaluating a possibility of an artificial intelligence technology for estimation the procedural specialty of childminders. With the method, we expect to make the child care study more scientific to ensure the observation of child care objective.

Keywords — Robot, Child, ,mental, Early childhood education and care

1. 背景・目的

1.1 待機児童問題にみる保育の現状

昨今，待機児童問題が改めて深刻な社会問題として取り上げられている．この問題について昨年度より施行された子ども・子育て支援新制度（以下，新制度）により保育を提供する為の認定こども園をはじめとした保育施設の量的拡充が行われている．

しかし，新制度での保育施設の量的拡充には大きな問題が生じている．子どもへ保育を提供する保育者（職員）の不足である．現在，2017 年までに保育利用を必要とする子ども約 40 万人に対し，約 10 万人の保育者の不足が予想され，厚生労働省[1]は，そのうち約 6.9 万人の保育人材確保を盛り込んだ「保育士確保プラン」を示している．

この保育者の不足問題の根幹的な原因は保育者の離職であるとされている．この問題に対し今年度より「保育者の職務裁量の拡大」,「保育者の不足, 離職対策に向けた給与の補填」等が検討されている．そして，これにより，待機児童の施設入所数の一時的な増加と保育者の急速な雇用が生じると予測される．

1.2 保育者の離職と専門性の低下

保育者の離職については，文部科学省の学校教員動向調査（2015）では私立離職幼稚園教諭 10.233 名の内 30 歳未満が 53%と報告されている[2]．これは，他の学校教育機関と比較して極めて高い水準である（同調査の離職者数全体に占める 30 歳未満の離離率：「公立小学校 15.2%」,「公立中学校 14.2%」,「公立高等学 9.0%」,「私立高等学 14.9%」）．さらに，全国社会福祉協議会は，保育者の離職率は満 30 歳未満で高く，多くは勤続 5 年未満で離職すると報告している(2013)[3]．つまり，慢性的な保育者不足とその背景として保育者の早期離職の実態がありながら，突貫的に保育人材が確保されつつある．

ここで，懸念されるのが保育者の専門性の低下である．十分な保育経験や専門職者としての養成段階を有さない保育者が保育に従事することは，保育の質に少なからず影響を及ぼすことが予想される．Early ら［4］は，早期離職により保育者の専門性や資質が発揮されないことが保育の効果を低下させる原因の一つであるとしている．また，秋田ら[5]は，諸外国の就学前教育・保育支援における比較研究より，保育者の専門性の低下は「保育の質」そのものの低下につながり，保育者の専門性こそが「保育の質」の実現の重要な要因であると指摘している．

1.3「保育の質」と保育者の専門性

「保育の質」とは何かということについて，その解釈は多様である．例えば世界的保育指標でもあるECEC(OECD) [6]では，保育の質を大きく2つの側面から捉えている．第一の側面が，容易に可視化でき設置基準等の明確な指標として提示し得る保育施設の広さや人員配置などの質，すなわち「構造の質」である．第二の側面は，保育者が子どもとのかかわりを通して行うミクロな保育のプロセスの質，すなわち「過程の質」である．保育者の専門性とはこの「過程の質」を指している．「過程の質」については以前より保育学や乳幼児教育学等の分野において，ワザ・コツ・ノウハウ[7]などの客観的指標では表現困難な曖昧な要素とされてきた．また, Bernstein [8]は，教科教育とは異なり生活活動に依拠する保育実践（乳幼児教育，保育）ではその定量化は容易でないことから「見えない教育」と呼んだ．つまり，「過程の質」は「保育の質」を保証する上で重要な側面でありながら，その内容は不明瞭なものとされている．その他，Fonytaine ら [9]は，国や文化によらずミクロな教育のプロセスを見直すことが専門性の評価・開発につながり，「保育の質」を改善して子どもの発達に好影響を与えるとしている．しかし，国内の保育者の専門性に関する研究は保育臨床での事例研究が中心であり，その内実が何かという客観的根拠に基づいた知見の導出は成されていない．

以上より保育者の専門性，すなわち「保育の質」をデータに基づき科学的に議論するには，保育者の実践内容からの専門性の客観的な定量化が必要だと考えられている．そこで我々は，「保育の質」に関わる指標を工学技術により客観化・定量化することで，「保育の質」の向上へ寄与することを試みる．そして本稿では，その手段として子どもとロボットの対話に焦点をあてて調査を実施した為，それを中心に報告する．そして，分野融合的な手法が切り開く保育学・乳幼児教育学分野における新たな研究の方向性を提起したい．

2. 「保育の質」の定量化に向けての仮説

本研究の目的である「保育の質」(保育者の専門性)の定量化に向けた研究の方向性を提起する上で，以下の仮説を置く．

仮説 1
子どもの環境に対する主体的なかかわり

保育一般においてその実践とは，子どもの「遊び」による「学び」であると提言されている．また，子どもの遊びとは「子どもが主体的に環境へかかわること」とされている．すなわち，子どもが環境と主体的にかかわる為の援助こそが保育の目的である[10][11][12].

子どもが環境（ひと・もの）へと主体的にかかわる時，その活動量と活動特徴から「保育の質」の評価につながる特徴量が得られることを期待する．子どもの主体性は，子どもの積極的な心の状態を示す指標であろう．

仮説 2
保育者の子どもへの主体的なかかわりにみる「読み取り」と「働きかけ」

保育者は，子どもとのかかわりの中で「子ども理解」を計りつつ，保育を行っている[13]．「子ども理解」とは子どもの主体性の認識であり，子どもの環境を整備・選択する際の根拠である．つまり，保育者は実際に子どもへの「働きかけ」を行う前に，まず子ども今の心情，意欲，態度といった心の状態（心的状態）の「読み取り」を行っている．また， 保育者は子どもと主体的にかかわる中で，子どもの心を積極的に理解しようとする態度の必要性を認識している．実際，保育の場での保育者は，子どもの心的状態を刻々と推定しつつ働きかけていると思われる．これより，保育者の子どもへの積極的なかかわり（読み取り）における判断指標を物理量として計測することは，子どもの心的状態を把握するための要素の抽出につながろう．

仮説 3
子どもの「心的状態推定」（心を読み取る能力）

保育実践は，「子ども」と「保育者」のかかわり合いにより，互いの主体性を取り交わしながら形成される過程と理解できる[14]．そこで，子どもと保育者が関係性を築く過程での子どもの活動と，保育者が子どもの心の状態を記述するオントロジを作成して組み合わせることで，子どもの心的状態を推定できると考える．保育の質に関わる保育者の心的状態には Margaret [15]のラーニングストーリーを参考として，心的状態の抽出モデルを作成した（図 1）．子どもと保育者の活動や働きかけは，センサにより観測可能な物理量と場の記述から導き出されるとする．本モデルの信頼性及び妥当性は検証の途中であるが，多くの保育者は本モデル

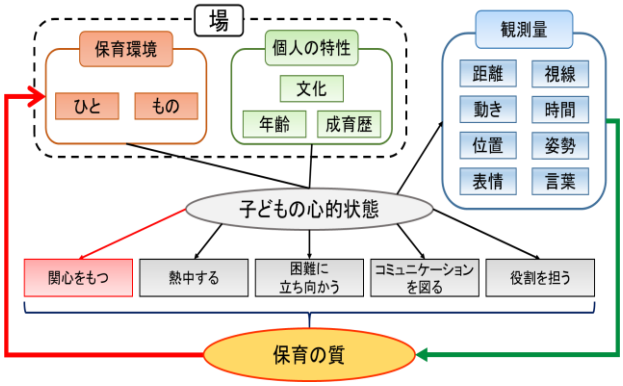


図 1 「心的状態推定モデル」

に類似した構造で直感的に子ども心を読み取る技能を，その専門性として共有していると考える．

仮説 4
保育の質を定量化するための再現性の確保

個々の保育者の保育の方法は多様であり，子どもとのかかわり方を統制することは困難である．これがこれまでの比較研究を困難にしてきた要因の一つであろう．そこで，子どもと保育者のかかわりの再現性を確保するため，プローブとして行動制御プログラムにより行動再現性の高いロボットを用いる．それと同時に，子どもとロボットのかかわりを3Dセンサと画像センサで精密に計測・認識処理することで，客観的なデータの抽出が可能となると期待する．

以上の仮説に基づき，子どもと保育者のかかわりの中から「保育の質」へと関連する心的状態推定の要因を物理量として観測することを試みた．

3. 研究方法

【調査環境】

子どもとロボットの関わりにみる保育の質を，子どもが環境（人:ロボット）に対して示す関心を物理量として抽出する試みとして， Kinect V2 for Windows を用いて RGB(カラー情報)，D（深度情報）画像を計測した．また，指向性マイクにより音声データを記録した．ロボットには Pepper （SoftBank 社製）を用いて，WOZ 法による対話実験を実施した（図 2）．

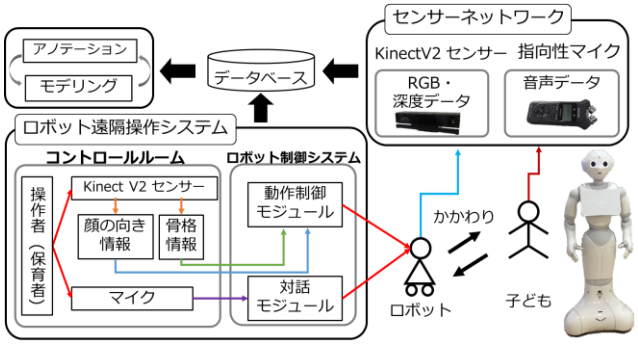


図 2 「WOZ 法：調査環境」

WOZ 法における Pepper の操作は，身体動作 1 名，対話処理 2 名，子どもの傍での補助および安全確保 1 名，の計 4 名で行った．対話の意思決定は保育経験（9 年）を有する研究者が行った．なお，調査に用いた場所は子どもが通っている幼稚園であり，普段子どもが出入りしているホールに子どもがロボットと自由にかかわりをもてる場を設定した．

【調査場面の一例】



【分析対象】

調査において Pepper と関わりをもった子どもは，幼稚園に在籍する満 3〜6 歳児，計 23 名であった．この被験者の内，最年少の 3 歳女児 R とロボットの関わりを詳しく分析した．

【分析方法】

子どもの関心の有無を計測された物理量から推定する評価実験を行った．分析方法は，観測された物理量を入力として子どもの関心を推定する自動識別機を学習的に構成し，その結果と子どもの関心について人手によるアノテーションの結果とを比較した．

自動識別機には，教師あり学習を用いたパターン識別を行なう機械学習の手法の一つである SVM（Support Vector Machine）を用いた．

教師データには教育・保育経験を有する 10 名に女児 R−Pepper 間のインタラクション場面の動画を示し，関心の有無を評価してもらった．機械学習は，人によって抽出された物理特徴量と，センサからの自動的デー

タ処理による物理特徴量の 2 パターンに対して，別々に行なった．

センサからのデータは Kinect V2 センサの深度情報を用い，「距離」（女児 R－Pepper 間），「視線」（女児 R が Pepper を見ているか），および「感情推定」（表情分類ソフト OKAOVISION を用いた顔の表情分析）の結果を用いた．

人による判断には，上記と同じ教育・保育経験者が「視線」（ロボットへの視線の向き），「発話」（ロボットに対しての発話の有無），「動き」（行動が関わりをもとうとしているか）を評価し用いた．この 3 点の観測データを選定した理由は，心的状態推定モデル（図 1）を元に保育者が子どもの関心を推定すると想定した為である．

4. 結果・考察

4.1 女児 R とロボットの関わりにおける関心の推定

心的状態（関心状態）の推定についての SVM による推定結果は，教育・保育経験者により評価された特徴量を用いた場合には正答率 82.05%であり，センサデータの自動特徴量推定による結果は 78.63%であった（図 3）．

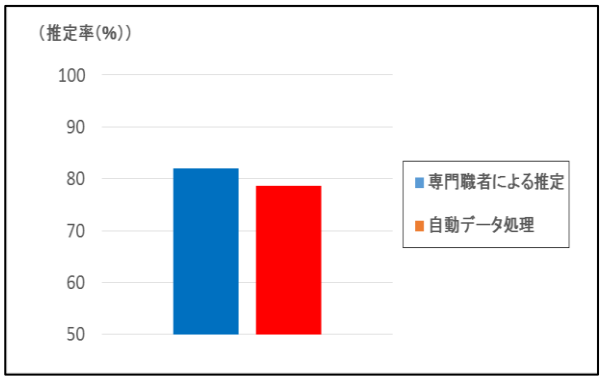


図 3　心的状態推定（関心）のパターン別推定率

4.2「保育の質」を定量化する可能性

4.1 の結果より，人（専門職者）により評価した特徴量の方が，計測データの解析よりも高い推定結果を得ることが出来た．一方で，センサデータを自動特徴量推定したデータによる関心推定の結果でも 78.63%とかなり高い正答率を得ることができた．

センサデータの自動特徴量抽出による推定精度は人（専門職者）よりはやや低い値を示しているが，その差は小さく，今後の実運用に使える可能性は高い．このことから，人手による特徴量アノテーションを用いることなく，センサからの計測データを解析することで保育の質を定量化することの可能性が示されたと考える．

4.3「場」に応じた状態推定

本分析対象の女児 R と Pepper との関わりついては，心的状態推定への可能性が示された．しかし，調査へ参加した他の子どもたちと Pepper との関わりでは，同様の推定結果は得られなかった．例えば，Pepper の周りに複数の子どもが集まって関わりを持った場面では，子ども同士の関わりが強く影響していた．また，女児 R と同様に他の子どもが Pepper と 1 対 1 の関わりをもった場面では，どう関わりを持てばよいのか判らず困惑し，沈黙する場合も多くあった．これらの現象をどう説明するか，単に個人の内部過程のモデル化ではない，他者との関係も含めた集団の場のモデル化が必要であるように思われる．その一つの要因として，そのインタラクションの「場の構造」があろう[16]．子どもが今，対峙している場をいかに理解して活動しているかを推定する「場」の推定モデルを考慮することが，多様な「場」に応じた心的状態の推定に関連すると予想される．

5. まとめと今後の課題

「保育の質」の定量化に向けた試みとしての子ども-ロボットインタラクションの分析について紹介した．その高機能化についての課題は多くあり，現状は一部の心的状態推定の分析に留まっている．

一方で我々は，他の推定するべき要因及び多様な「場」の理解に向けた定量化分析も実施している．現在，我々は本稿で述べた女児 R－Pepper 間の関わり以外にも以下の調査アプローチを行っている．

① 子どもとロボットの関わりの場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年長児　計 22 名

【調査内容】 子ども-ロボットの関わりから心的状態推定要因を抽出する為，ロボットと自由に関わりをもてる場を設置し調査を行った．（Pepper を使用）

【調査場面】



② 日常の保育における一斉活動の場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年中児 計 55 名

【調査内容】 日々の保育における子どもの活動と保育者の援助方法を観測するため，一斉活動場面（英語クラス，おかし作り，リトミック）の調査を行った．

【調査場面】



③ 日常の保育における自由活動の場

【調査対象】 幼稚園に在籍する年中児 計 33 名

【調査内容】 日々の保育における子どもの活動と保育者の援助方法を観測するため，自由活動場面（室内自由遊び）の調査を行った．

【調査場面】



これら，複数の調査をもとに「保育の質」に関する特徴量の抽出と分析を試みている．

本研究は乳幼児教育，保育学分野におけるセンサおよび機械学習手段による新たな研究の方向性を提起するものであり，乳幼児教育・保育を科学の対象とする試みである．今後，さらなる研究発展を目指しわが国における保育・乳幼児教育へ寄与する発見と知見の発信を目指していきたい．

本研究は産業技術総合研究所人工知能研究センターからの委託研究により実施したものである．一見すると保育研究に見える子どもの心的状態推定の研究を，人工知能の教育応用の基盤およびフィールド開拓として我慢強く見守ってくださる関係者に感謝する．

参考文献

[1] 厚生労働省，（2015）“保育人材確保のための「魅力ある職場づくり」に向けて” http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-11601000-Shokugyouanteikyoku-Soumuka/0000057898.pdf（2016.7.1）

[2] 文部科学省，（2015）“平成 25 年度学校教員統計調査（確定値）の公表について” http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/__icsFiles/afieldfile/2015/03/27/1356146_1.pdf（2016.7.1）

[3] 全国保育士養成協議会 専門委員会 平成 25 年度 課題研究報告，（2013）“保育者の専門性についての調査 -養成課程から現場へとつながる保育者の専門性の育ちのプロセスと専門性向上のための取り組み-（第 2 報）”

[4] Early. D. M et al, （2007） “Teacher's education classroom quality and young children's Academic skills : Results from seven studies of preschool programs.” Child Development, VoL.78, No.2, pp.558-580.

[5] 秋田喜代美，箕輪潤子，高櫻綾子，（2007）“保育の質研究の展望と課題”，東京大学大学院教育学研究科紀要 Vol.47,pp.289-305.

[6] OECD（編集），星三和子，首藤美香子，大和洋子，一見真理子（訳），（2011）『OECD 保育白書 人生の始まりこそ力強く：乳幼児期の教育とケア（ECEC）の国際比較』，明石書店

[7] Donald. A. S, （1983） The Reflective Practitiner, How Professionsls Think in Action, A Member of Perseus Books Group

[8] Bernstein. B（著），萩原元昭（編），（1985）『教育伝達の社会学 開かれた学校とは』，明治図書

[9] Fonytaine. N.S, Torre. L. D, Grafwallner. R, & Underhill. B, （2006）“Increasing quality in early care learning environments”, Early Child Development and care, Vol.176, No.2, pp.157-169.

[10] 文部科学省，『幼稚園教育要領』

[11] 厚生労働省，『保育所保育指針』

[12] 内閣府，『幼保連携型認定子ども園教育・保育要領』

[13] 津守真，（1997）『保育者の地平』，ミネルヴァ書房

[14] Reddy. V（著），佐伯胖（訳），（2015）『驚くべき乳幼児の心の世界ー「二人称的アプローチ」から見えてくることー』，ミネルヴァ書房

[15] Margaret. C (著), 大宮勇雄, 鈴木佐喜子（訳），（2013）『保育の場で子どもの遊びをアセスメントする「学びの物語」アプローチと理論と実践』，ひとなる書房

[16] 小野哲雄，今吉晃，兼古哲也，（2014），“Com-brane:人とロボットの共創インタフェースとしての「コミュニケーションの膜」”，信学技報 CNR2014，Vol.3, pp.11-16.

身体知の言語化とその情報学的な段階モデルの応用 立位と歩行に注目して
The Study of Information Scientific Stage Model to Verbalization of Embodied Knowledge Focusing on Standing and Walking

山田 雅敏 †，里 大輔 †，坂本 勝信 †，小山 ゆう †，砂子 岳彦 †，竹内 勇剛 ‡
Masatoshi Yamada, Daisuke Sato, Masanobu Sakamoto, Yu Koyama
Takehiko Sunako, & Yugo Takeuchi
† 常葉大学，‡ 静岡大学創造科学技術大学院
Tokoha University，Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
yamada@hm.tokoha-u.ac.jp

Abstract

Several studies have reported that the verbalization is effective to acquire the embodied knowledge as Tacit Knowledge. Research issue that is left are as follows. The problem seems that the studies have not focused on the interaction between learner and teacher. On the other hand, it is common that there are leaders who were skilled in the field. Therefore, it is important that the interaction about the effectiveness of the verbalization to acquire the embodied knowledge must be discussed. Purpose of this study is to build the stage model (X, Y, g) between teacher and learner by functional, and verify the validity of the stage model through the practice focusing standing and walking of middle power is needed sports like rugby or basketball. Thereby, it is possible to describe the stage model about embodied knowledge of verbalization. And it is evident from the verification of the validity that the verbalization of embodied knowledge interfere with the mastery of skill in some cases. The results from this study indicates that it is critical that the interaction between learner and teacher be discussed about verbalization of embodied Knowledge.

Keywords — embodied knowledge, verbalization, otherness, principle of least action

1. はじめに

1.1 身体知の熟達と言語化

近年，身体知は，多くの研究領域において，大きく注目されている．知的システムの構造・機能・発生における情報の流れを科学的に探る認知科学 [1] も例外ではなく，活発に議論・研究がなされている．身体知は，知識を言語化できる形式知に対して，言語化することが不可能な暗黙知に位置づけられる [2]．そのため，身体知を熟達させるためには，訓練によって生じる身体感覚を，強く意識することが重要となる．

一方，ただ身体感覚に意識を向けるだけではなく，身体感覚に対する言語化が，身体知の熟達に有効なツールであると報告されている [3]．先行研究によると，ダーツ投げについて，多くの概念の関係を定常的にことばにできるようになることと，パフォーマンスの急上昇に深い関係があることを示唆している [4]．また，ボウリング [5] やスポーツフィッシング [6] についても，同様の研究成果が報告されている．

1.2 問題提起

先行研究が主張する言語化とは，時間と辛苦を伴いながらも，他者からの知識や情報を鵜呑みにせずに，自身の身体で実践した時の意味を，一人称視点で考えることを意味している [7]．たしかに, 方法論的独我論 [1] によって，心的状態を観察するという現象学的試みは，還元された結論を導くことを可能にする．その一方で，現象学は二人称である「他者性（otherness）」に対して思索を試行錯誤してきた．

そこで，本研究では，コーチングの現場から，現象学において様々な議論を誘発してきた他者性を垣間見ることにする．

学習者が具体的経験をする環境には，重要な他者に位置づけられる教授者がいることが，一般的である．たとえ教授者がいない場合でも，対象となる身体知に関する教材や資料・映像など，何かしらの媒体を通して，学習者へと教示されていることだろう．

たとえば，諏訪らの報告には，ボウリングに関する

[1] 方法論的独我論（methodological solipsism）: アメリカの哲学者 J.A. フォーダーが，1980 年に唱えた認知科学の方法論上の立場であり．心と外界の関係よりも，心そのものの考察に重点を置き，心を外界から切り離して単独で理解できるとする．これと酷似した考えとして，遡れば，外界の超越的存在との関係を捨象して，心的状態をその純粋に内在的なあり方において考察しようとする純粋心理学の構想を，現象学の一環として打ち出した E. フッサールに見出される [8]

教示について詳しい記載はないが [5]，ボウリングは，日本において，一般的に広く普及されているスポーツであり，約 9 か月間（204 日）ボウリング場に通ったと報告されていることから，スコアの高い競技者の動作を観察する機会が多々あったと推測される．ダーツ投げも同様に，8ヶ月間（56 日）に，413 ゲームを友人と競いながら行っていると報告されており，学習者は，他者のパフォーマンスを身近で観察していたことだろう [4]．さらに，山田らのスポーツフィッシングに関する文献では，元プロアングラーの熟達者に帯同しており，熟達者のことばが，学習者のメタ認知記述化に対して，影響を与えたと考えられる [6]．

ここで，先行研究では，身体感覚に対する言語化を試行するにあたり「直感的に」「とりあえず」「気軽に」「正しい保証がなくてもいいから」，ことばにすることが，重要であると主張している [9]．しかし，もし仮に，学習者の正しい保証がない主観的な言語化だけで，身体知がある程度上達しても，その道を専門とする教授者が評価した場合に，正しい方向に向かっていないケースも考えられる．また，教授者から見て間違った言語化が，修正されずに継続された場合，学習者の身体知の熟達を妨げる場合も，十分あり得る．さらに，ある段階でスキル行使に必要な情報が，次の段階で必要であるとは限らない [10]．この場合，良い感覚を生み出した言語化自体が，熟達の足枷となる可能性も考えられる．なお，先行研究 [7] においても，他者の存在の重要性について述べられているものの，当該領域における実践検証の段階において，議論やデータはほとんど示されておらず，未だ十分であるとはいえない．

以上，残された課題として，現象学の盲点というべき他者性の課題に注目することは，自然の流れであり，主客を超えた知見を見出すことが可能となり得よう．そこで，本研究では，両者の言語的インタラクションを考慮した上で，身体感覚に対する言語化の外延的なモデルを構築し，モデルの妥当性について，実践的検証を行うことを目的とする．

2. 段階モデルの構築

2.1 初歩的な歩行の指導の例

ある初歩的な歩行を学びたい学習者がいると仮定し，教授者の言葉がけによって，まず一歩目の歩行が可能になるように導くことを想定する（図 1 参照）．

教授者と学習者は，言葉のキャッチボールをしながら，段階的な歩行の熟達を目指す．はじめに，教授者が，「50cm 右足を出す．右足に体重を移し，左足を 50cm 出して，左足に体重を移す」と指示する．その指示に対して，学習者はその通りに実行できる場合もあれば，できない場合もあろう．ともかく，そのときの感覚を言語化してもらうと，「左右にぐらぐらする」と言うかもしれない．それを聞いて，次に教授者は「その左右のぐらぐらを大事にしながら，歩いてみよう」と指導し，学習者は再びそれを実行に移す．このときも，上手くいくこともいかないこともあり得るが，上記の過程を見てもわかるように，段階的に，教授者は，最初の具体的な数値を用いた指示から，学習者が歩行のときに感じた左右の振り子感覚を，ことばで伝えるようになる．なぜならば，この抽象的な表現の振り子感覚が，教授者の求める歩行を可能にする身体感覚だからである．



図 1　初歩的な歩行指導の例

そこで，この歩行訓練の例をもとにして，モデルを構築を試みる．まず，教授者による言語的指導「50cm 右足を出す」を x とする [2]．おそらく 50cm でなくともよいはずで，48cm だろうが，51cm だろうが，大きな違いはさほどない可能性が高い．一方，学習者にとって，教授者の言語的指導 x の 50cm が，最適な目安だったとする．すると，この言語的指導 x は，連続化して考えるとき，極値を持つことが要請されることになる．

その理由は，次の通りである．教授者の言語的意味空間は，言語の意味によって構成されたネットワークを示す．この言語的ネットワークにおいて，教授者は，自身が伝えたい意味の表現の近傍において学習者を評価することになる．この時，差分あるいは，ネットワークに距離を入れて連続化することによって，微分による極値を，評価の指標とすることが可能となるためである．

2.2 言語的インタラクション

次に，初歩的な歩行から，高度な歩行を目指す．ことばによる教授者と学習者との言語的インタラクションを通して，互いに身体感覚を共有していく様を表現する．教授者の言語的指導を x で表し，それを実

[2] 教授者の段階的指導内容を x^k で表すならば，教授者の評価を指導段階に応じて与えることも意味がある．なぜなら，賢明な教授者は，しばしば学習者に実行しやすい簡単な指導から始めて，次第に難易度を上げる．この場合，指導内容の評価もそれにつれて高くなるであろう．

行した学習者の主観的なことばによる表現（以下，言語化）を y とする．ここで，教授者の言語的指導 x を実行した学習者に対して，学習者の身体表現，すなわちパフォーマンスが，学習者の言語化 y^k に表われると仮定すると [4]，学習者の言語化 y が，教授者が求める歩行の身体感覚に沿わないとき，さらなるアドバイスがなされる．一方，この教授者の身体感覚が，簡単に学習者に伝わればよいが，往々にして困難な場合が多いのではないだろうか．なぜならば，教授者が学習者に伝えたいことは，教科書に書かれたような形式知ではなく，暗黙知に位置付けられる身体知だからである [2].

よって，教授者は，学習者に適した段階的な指導法を考案し，自らの身体感覚のいわば，技のコピーを試みる．コピーしたい技は，具体的な指示「50cm 右足を出す．右足に体重を移し，左足を 50cm 出して，左足に体重を移す」ではなく，ことばによって，伝え難い歩行に伴う抽象的な身体感覚である．そのため，教授者の言語的指導 x と，学習者の言語化 y は，段階的に交わされていき，教授者の感覚へ近づいていく作業が行われる．

ここで，教授者の言語的指導 x と学習者の言語化 y が，どのぐらい隔たりがあるのかを数値化できたとすると，それは学習者の身体知の熟達度合を評価したことに他ならない．そのため，各段階における学習者の言語化 y を評価する必要がある．そこで，教授者による学習者の言語化 y の評価関数を $g(y)$ とする．

この評価関数 $g(y)$ が，教授者の指示にいかに近づけているかを評価するものであり，評価の最も高い状態 y が決められる．ここで，時間 t に依存しない場合，この評価関数は，極値によって表される [3].

$$\frac{dg(y)}{dy} = 0 \tag{1}$$

なお，この評価関数が，時間などのパラメータに依存する場合は，最小作用の原理すなわち，停留曲線を求める問題となる（付録 A 参照）.

次に，教授者の言葉的指導 x^k は，その指示を忠実に実行した後に，学習者によって，気づかれることが期待されている．一方，学習者の気づきが不十分な場合，学習者の言語化 y に対して，教授者は次の指示 x^{k+1} を与えることになる．教授者の指導 x^k のもとで，学習者がそれを実行した後，次の教授者の指導 x^{k+1} が与えられて，それに対する学習者の言語化 y^{k+1} がもたらされるという，k による段階ができる（各段階 $k = 1, 2, \cdots, n$ に対して，x^k, y^k と定義）．この段階は，教授者が学習者の熟達状況を観て，熟達がなされたと評価するまで続けられる．このモデルは，変数 x^k および，変数 y^k と評価関数 $g^k(y^k)$ よるものなので，段階モデルを (X, Y, g) と記すこととする．ただし，$X = x^k$，$Y = y^k$，$g = g^k(y^k)$，$k = 1, 2, \cdots, n$ とする．図 2 は，学習者の言語化が，熟達とともに，教授者の極値に，近づいていく様子が表現されている．なお，教授者の期待と，学習者の熟達度合のズレが認識できる最終手段は，教授者が学習者の身体動作を観察することにある．よって，言語的インタラクションに限って，モデルに資することが可能である点を確認したい．

2.3 関数化の工夫

構築した段階モデルから示されるように，教授者と学習者の言語的インタラクションのポイントは，評価関数にある．これは，教授者の伝えたい身体感覚を陽に与える（明示的にパラメータを指定する）ことを意味するため，評価関数を有効に決めることが重要な課題となる．

そこで，学習者の身体感覚に対する言語化の表現に対して，それを言語的意味空間と捉えて，教授者が期待する身体感覚に近い言葉と，遠い言葉のトポロジーを決める方法を提案する．これは，いくつかのパラメータに整理された身体感覚を表現した空間となる．言語的意味空間の設定は，そのまま評価関数に反映されるので，教授者と学習者双方にとって，参考になる空間モデルとなり得ると予想される．

たとえば，立位の指導として「80 度の角度で立つ」ことを，教授者から指示されたと仮定する．実際は個人差があり，人によって 80 度から多少ずれて，最終的な達成として熟達した時の身体感覚が要請される．まず，$x^1 = 80$ 度とする．これに対して学習者からさまざまな言語化 y がある．このとき，80 度近辺で，学習者の身体感覚が，教授者の要請する身体感覚になれば，指導の目的は達せられるとする．次に，その前後で，学習者の感覚が，教授者の身体感覚に僅かに近づけば，連続で滑らかな関数 y^1 によって与えられることとなり，このとき，y^1 を言語的意味空間にとることができる．すなわち，教授者の身体感覚に近い表現，遠い表現を直線上に分布させて，滑らかに教授者の身体感覚の極小値をとるように，評価関数 g^1 を設定することにより，学習者の言語化を評価できる．

3. モデルの妥当性

3.1 実践的検証

段階モデル (X, Y, g) を理論的に構築できる見通しがついたことを確認した上で，実践的検証に移る．どのような数理モデルであれ，抽象化と本質的要素の抽出作業を通して，いったんは実践の世界を離れるが，再び，実践の世界と結び付けられることで，妥当性が

[3] 一般的に，時間に依存するならば，$g^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)$ となるので，(1) 式は，変分 $\delta \int g^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)dt = 0$ で表される．

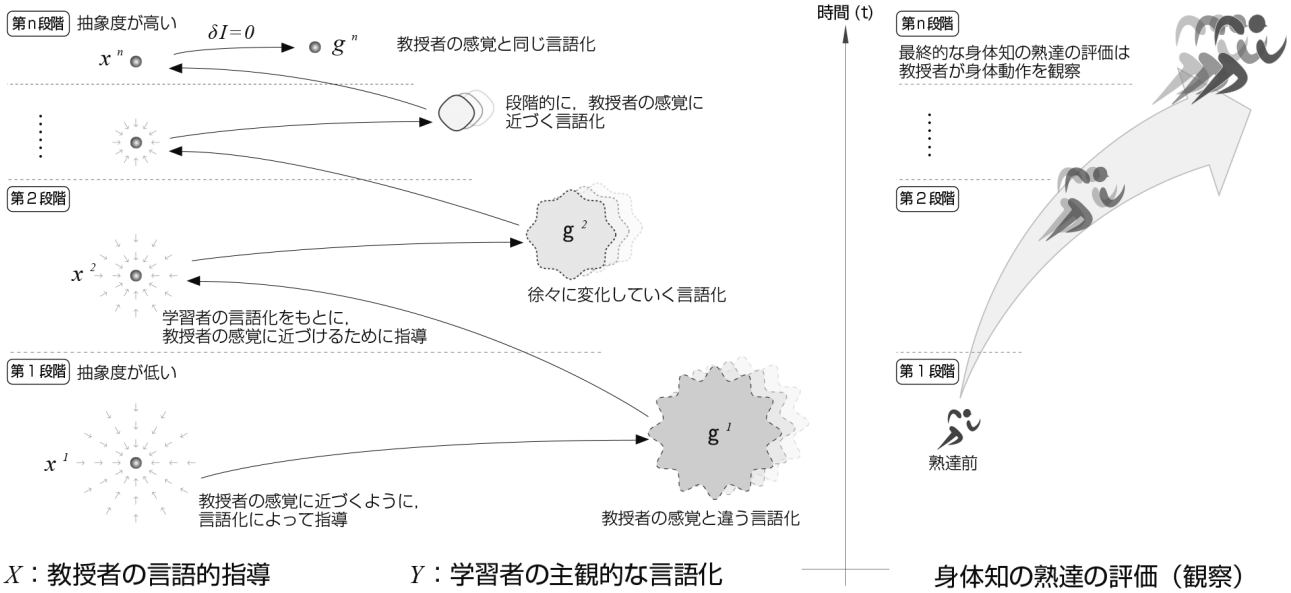


図 2　教授者と学習者の言語的インタラクションの段階モデル (X, Y, g) と，身体知の熟達の評価（観察）

確認されなければならない [13]．そこで，段階モデルの妥当性について，次の実践的検証を行った．

実践課題は，立位姿勢（以下，立位）および，歩行動作（以下，歩行）である．なお，スポーツの競技特性ごとに，理想とする形に違いがあるため [14][15]，本研究では，ラグビーやバスケットボールといったミドル・パワー [4] に適した立位と歩行を対象とする．

3.1.1　教授者と教授方法

本実践では，スポーツ教育学が専門の研究分担者（第 2 筆者）を教授者とした．教授者の略歴として，中学時代の 100m 全国チャンピオンをはじめ，高校・大学時代には，全国レベルで活躍した．現在は，国内外のスポーツ選手を対象に走りの指導をしている．速く走るための，身体の軸を作る立ち方 [5] や，効率的な歩き方の向上を重視した指導により，静岡市内の高校を全国高校ラグビー大会初出場に導き，強化に貢献した．立位と歩行を熟達させる独自の指導方法が評価され，日本ラグビー U-20・U-18・U-17・ユース 7 人制日本代表コーチに就任し，今に至る（2016 年 4 月現在）．

教授方法は，次の通りである．教授者が考案した立位と歩行のプログラムを実験協力者（以下，学習者）に課した．言語的インタラクション以外の要因があることを反駁するために，教授者の実演は行わず，言葉



図 3　第 1 段階の指導風景（教授者による立位指導）

がけのみの指導とした（図 3 参照）．その後，トレーナーが帯同のもと，同じプログラムを継続し，自らの身体の動かし方や体感，気付きや感想，環境への知覚などをできる限りノートに記録した．教授者は，ノートを定期的に確認し，なるべく学習者が使用した言葉を使って，言語の記述による指導を行った．

3.1.2　学習者，実施期間・場所

学習者は，本学女子バスケットボール部に所属する大学生（女子 20.8 歳± 4.2）8 名である．このうち，教育実習による途中不参加（2 名）と，練習中による怪我（1 名）の 3 名を除いた，計 5 名を対象に分析を行った．なお，熟達者の指標として，学習者が全員女子であることを考慮して，教授者が約 20 か月指導し，

[4] ミドル・パワーとは，一瞬にして大きなパワーを発揮する運動と，運動時間が長くパワーが低い運動の中間に位置し，運動時間が 30 秒から 3 分間持続するような力を意味する [16]

[5] 教授者は，この立位の状態を「ゼロポジション」と命名し，スプリント理論を構築している

熟達のレベルに達したと評価された陸上競技部所属の大学生（女子 20 歳，以下，熟達者 X）1 名に協力を仰いだ．スポーツトレーナーが全ての実践に帯同し，安全に細心の注意を払い実施した [6]．実践期間は，2015 年 11 月 6 日から 12 月 5 日であった．場所は，本学の屋外陸上競技場と屋内体育館で実施した．

4. 身体知の熟達に対する評価

学習者の立位と歩行を評価するに際し，いかに優れた機器によって，動作解析を行ったとしても，長年その道を専門とした教授者の直接的な観察に勝る手法はない．しかし，教授者の大局的な観察は，主観的な評価であるだけに，評価方法は多様化され，信頼性と妥当性を担保するには限界があるのも事実である [17]．そこで，信頼性の検証について，それぞれ促進前後に 2 回ずつ撮影された立位と歩行のデータのひとつを評価し，一定期間をあけて，もう片方のデータを再度評価する平行検査法を用いて検討した．また，教授者の評価に対する妥当性を検証するために，理学療法士の研究分担者（第 5 筆者）が，臨床的見地から視認による局在的な解析を行った．

4.1 立位と歩行の解析

4.1.1 測定方法

測定機器は，デジタルカメラ Panasonic DMC-FZ200 LUMIX を使用した．立位の測定方法は，前面，側面（左右），後面の四方向から，全身が写る距離を保ち，それぞれ 2 回ずつ撮影した．歩行の測定方法は，無風状態のアリーナにおいて，1m 間隔にミニバーを設置し，20m の自由歩行（速さを一定に保つことを教示する以外は，自由に行う歩行）を実施した．定常の歩行を評価するのに適切な加速歩行路の距離を考慮し，デジタルカメラを中間地点（10m）に設置し，2 回の撮影を行った．デジタルカメラは，動画機能ハイスピードモード（120fpsHD）に設定し，右側面から撮影した．

4.1.2 解析方法

理学療法士の研究分担者（第 5 筆者）と相談の上，臨床評価の基準に則り，次の解析を行った．

立位は，四方向の画像のうち，歩行と同方向である右側面に注目した．全身の傾斜は，外果を通る床への垂直線と耳垂の角度$\angle\alpha_1$ と肩峰の角度$\angle\alpha_2$ に，上肢の傾斜は，大転子を通る床への垂直線と耳垂の角度$\angle\beta_1$ と肩峰の角度$\angle\beta_2$ に，下肢の傾斜は，外果を通る床への垂直線と大転子の角度$\angle\gamma_1$ にそれぞれ注目し，画像解析ソフト Image J を用いて，解析を行った．

歩行は，一歩行周期に注目した．一歩行周期とは，片側の踵が接地（踵接地）し，両足で体を支えながら（両下肢支持期），次第に逆側の踵が地面から離れ（踵離地），片足で体を支える（単下肢支持期）状態から，再び両下肢支持期を経て，もう一度，単下肢支持期の状態となり，同側の踵が，再び踵接地するまでの動作（以下，重複歩）である．この重複歩が撮影された動画データを，動画編集ソフト Adobe Premiere に取り込む．その後，開始肢位と最大可動域到達時のフレームを視認にて抽出し，画像編集ソフト Adobe Photoshop に取り込み，画像化した．この画像をもとに，それぞれ大転子と肩峰を結んだ直線と肘関節との角度の肩関節屈曲$\angle\theta_1$ と肩関節伸展$\angle\theta_2$，歩幅 W と身長 H との比率を，画像解析ソフト Image J を用いて解析した（図 4 参照）．

4.1.3 学習者全体の解析結果

図 1 に，立位および歩行の促進前後の解析結果を示す．ここで，先行研究に倣い，学習者全体として，熟達者の立位と歩行に近づいたかを確認する目的で，t 検定（対応あり）により統計的に検証した．

立位については，有意水準 5%で t 検定（両側）により検証した．全体の傾斜を確認する$\angle\alpha_1$（t(4)=2.88, $p<.05$）と$\angle\alpha_2$（$t(4)=2.97$, $p<.05$），下肢の傾斜を確認する$\angle\gamma_1$（$t(4)=2.97$, $p<.05$）は，促進前後で，有意な差があることが分かった．一方，上肢の傾斜を確認する$\angle\beta_1$（$t(4)=1.44$, n.s.）と，$\angle\beta_2$（$t(4)=1.82$, n.s.）は，有意な差が認められなかった．

次に，歩行については，立位と同じく有意水準 5% で t 検定（両側）により検証した．肩関節屈曲$\angle\theta_1$（$t(4)=2.84$, $p<.05$）と 20m 歩行のタイム（$t(4)=4.70$, $p<.05$）には，促進前後で有意な差があることが分かった．一方，肩関節伸展$\angle\theta_1$（$t(4)=0.70$, n.s.），歩幅 W と身長 H との比率（$t(4)=1.27$, n.s.）は，有意な差が認められなかった．

そこで，有意な差があった計測項目に対して，熟達者 X の値に近づいたかどうかを検証した．帰無仮説 H_0 を熟達者 X の計測値に設定し，有意水準 5%で t 検定（対応なし）により検証したところ，促進前に有意な差があったすべての項目が，促進後は，$\angle\alpha_1$（$t(4)=0.17$, n.s.），$\angle\alpha_2$（$t(4)=0.69$, n.s.），$\angle\gamma_1$（$t(4)=1.09$, n.s.），$\angle\theta_1$（$t(4)=1.80$, n.s.），20m 歩行のタイム（$t(4)=2.55$, n.s.）と有意な差が認められなかった．

以上の結果から，促進前に有意差があった計測項目に関して，促進後で，学習者全体として熟達者 X の数値に近づいたことが確認された．

[6] 本研究は，研究代表者の所属機関の平成 27 年度第 2 回研究倫理審査において承認されている

表 1　立位と歩行の解析結果および，教授者の評価

		骨格筋量 (kg)		体脂肪率 (%)		$\angle\alpha_1$		$\angle\alpha_2$		$\angle\beta_1$		$\angle\beta_2$		$\angle\gamma_1$	
学習者	身長 cm	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
学習者 A	177.5	30.5	29.8	15.5	17.6	2.7	7.2	4.0	7.4	0.8	5.7	3.5	6.2	4.8	8.1
学習者 B	161.9	23.5	24.2	19.4	17.8	3.8	3.8	5.1	4.6	1.5	1.6	2.2	2.9	8.1	7.6
学習者 C	168.0	24.6	24.5	20.9	18.1	2.1	5.5	2.5	5.7	0.8	3.6	0.6	2.8	4.5	8.4
学習者 D	158.0	23.0	23.6	23.1	21.0	4.3	5.2	3.6	5.3	3.4	1.9	2.0	1.1	4.9	8.6
学習者 E	166.0	24.1	24.6	28.8	26.5	1.5	5.3	1.2	4.8	-0.4	1.3	-0.8	0.3	3.2	9.9
熟達者 X	169.0	-	-	-	-	-	5.3	-	5.2	-	1.9	-	1.6	-	9.0

	$\angle\theta_1$		$\angle\theta_2$		歩幅/身長		20m 歩行			立位の採点		歩行の採点	
学習者	前	後	前	後	前	後	前	後	教授者の採点 [1]	前	後	前	後
学習者 A	21.2	31.4	16.3	29.7	0.54	0.61	7”72	10”14	⇔	3，3	3，3	3，3	3，3
学習者 B	22.2	22.1	33.9	25.7	0.68	0.58	8”68	10”33	⇔	1，1	2，1	1，1	1，1
学習者 C	24.8	28.8	42.4	43.0	0.62	0.59	8”73	9”51	⇔	2，3	1，1	3，3	1，1
学習者 D	22.7	32.2	18.3	29.2	0.58	0.53	9”13	11”40	⇔	3，3	2，2	3，3	3，2
学習者 E	41.7	45.5	49.0	46.5	0.62	0.55	8”72	12”24	⇔	3，3	2，2	3，3	3，2
熟達者 X	-	38.9	-	23.1	-	0.56	-	11”96	⇔	-	0	-	0

[1] 最少作用の原理の則り，教授者の身体感覚に近い立位および歩行ほど，低い得点（0 点 ∼3 点の 4 件法）を与えた．

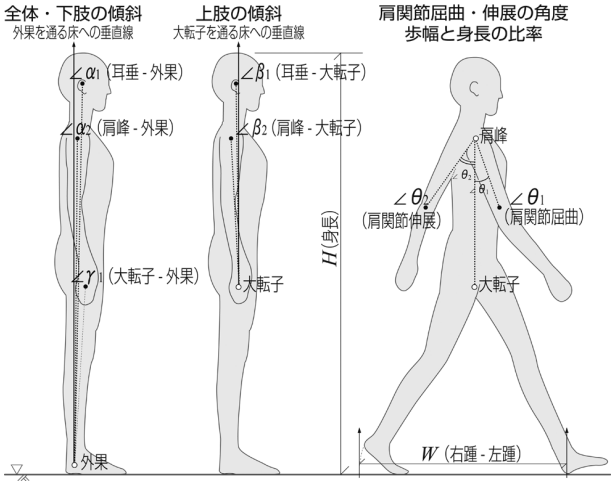


図 4　立位と歩行の解析項目

4.2　学習者に対する教授者の採点結果

学習者全体として，統計的に熟達者に近づいたことを確認したところで，次に，それぞれ個々の学習者の熟達に注目する．

教授者が，学習者の立位と歩行が撮影された画像・映像データを視認し，平行検査法によって，*2* 回ずつ採点した．採点に関しては，最少作用の原理に則り，教授者の身体感覚と同じ動作である場合は *0* 点，近い場合は *1* 点，遠い場合は *2* 点，全く違う動作である場合は *3* 点と，教授者の身体感覚に近い立位および歩行ほど低い得点（*0* 点 ∼*3* 点の *4* 件法）とした．その結果は，図 *1*（下段右側）に示す通りである．採点の信頼性を検証するために，得られた *2* 回の評価について，*Cronbach* のアルファ係数（*IBM SPSS Statistics22* 使用）を算出したところ，アルファ係数=*.93*（>*.80*）と十分な値が得られた．ここで，教授者の評価の妥当性を検証するために，理学療法士の研究分担者（第 *5* 筆者）が，臨床的見地から視認による画像と映像の分析を行った．その結果，教授者の評価に対する妥当性が担保されたことが確認された．

5.　学習者の言語化に対する評価

5.1　言語化に対する採点方法

次に，段階モデルに基づき，学習者が記入した言語化に対して，教授者が採点を行った．評価方法に関しては，教授者の身体感覚に近い言葉と遠い言葉のトポロジーを決める言語的意味空間（図 *2.3* 参照）の方法とした．最少作用の原理に則り，教授者の感覚に近い言語化ほど，低い得点（*0* 点 ∼*3* 点の *4* 件法）を与えた．なお，教授者が評価できないと判断した言語化については，採点から除外した．

学習者の言語化に対する教授者の評価の信頼性について，学習者の言語化を評価し，一定期間をあけて，再度同じ言語データを評価する再検査法を用いて検討した．その結果，*Cronbach* のアルファ係数（*IBM SPSS Statistics22* 使用）を算出したところ，アルファ係数=*.85*（>*.80*）の値が得られた．*2* 回の評価に違いがあった場合は，教授者が学習者の言語化を再度確認し，最終的に採点を行った．

5.2 パラメータ

5.2.1 パラメータの設定

学習者の言語化のパラメータについて，(1) 身体的パラメータ（知覚と行為に関する記述）と，(2) 思考的パラメータ（不安・疑問・願望などに関する記述）の *2* つに設定した．

5.2.2 パラメータの結果

各段階における身体的パラメータおよび思考的パラメータに属するの要素数の変化を図 *5* に，教授者が採点した言語化の平均値の推移を図 *6* と図 *7* に示す（グラフ系列の誤差範囲は *5%*の値で表示）．

はじめに，各段階におけるパラメータの要素数の変化（図 *5* 参照）に注目すると，学習者 *B* や学習者 *C* のように，教授者からとても高い評価を得た学習者ほど，各段階における身体的パラメータの要素数が多く，思考的パラメータの要素数が少ない傾向にある結果が示された．一方，促進前後ともに評価がとても低かった学習者 *A* に関しては，身体的パラメータの要素数に比べて，思考的パラメータの要素数が多いことが確認された．

次に，身体的パラメータについて（図 *6* 参照），それぞれ学習者の言語化と，身体知の熟達が対応している結果が示された．たとえば，促進前後ともに評価がとても低かった学習者 *A* の言語化の得点の平均に関して，第 *1* 段階 *2.0*（*s.d.=0.0*），第 *2* 段階 *1.8*（*s.d.=0.9*）から，最終の第 *3* 段階で *2.8*（*s.d.=0.4*）と得点が上昇し，教授者の感覚から遠ざかったことが示された．また，促進後にとても評価が高くなった学習者 *C* の言語化に関しては，第 *1* 段階 *2.4*（*s.d.=0.9*），第 *2* 段階 *1.9*（*s.d.=1.0*），第 *3* 段階 *1.0*（*s.d.=0.5*）と，教授者の感覚に段階的に近づいた結果が示された．

一方，思考的パラメータについて（図 *7* 参照），第 *2* 段階から第 *3* 段階で，すべての学習者の言語化が，教授者の感覚から遠ざかったことが示され，学習者全体として，ほぼ同様の傾向を示した．

5.3 段階別の結果

第 *1* 段階では，それぞれの学習者が，教授者からの具体的な指導を受け，その言葉がけを自分なりに理解し，言語化を行っていることが確認された．また，学習者 *A* と学習者 *E* は，身体的パラメータの要素数に比べて，思考的パラメータの要素数が多く，「膝をスムーズに動かすって何だろう（*2015/11/10:A*）」「難しいけど，まずはやっぱり股関節の伸びと重心を意識しよう（*2015/11/11:A*）」などの言語化が確認された．

第 *2* 段階では，教授者の言葉がけを自分なりに理解しながら行為を実行し，体感した感覚を言語化していることが確認された．また，学習者 *E* を除く *4* 名の学

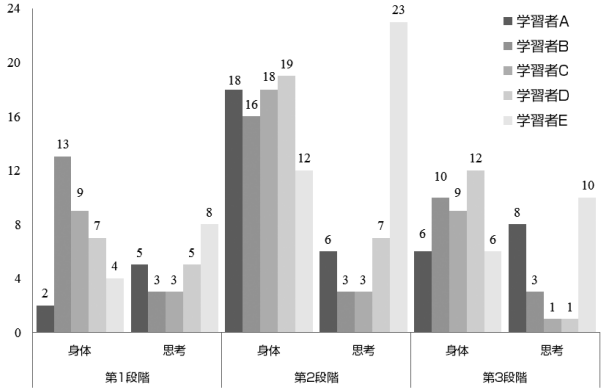


図 5 各段階における身体的および思考的パラメータの要素数

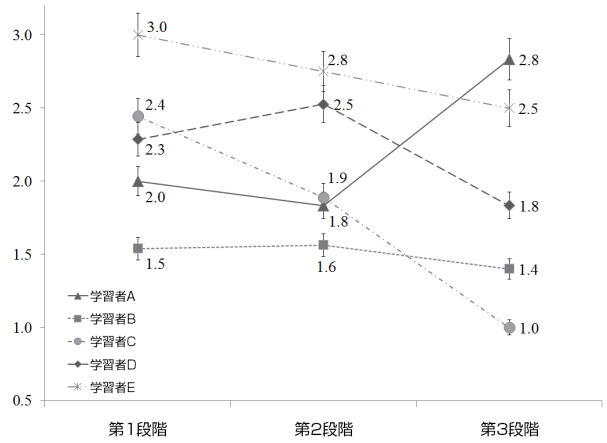


図 6 身体的パラメータに属する言語化の得点の推移

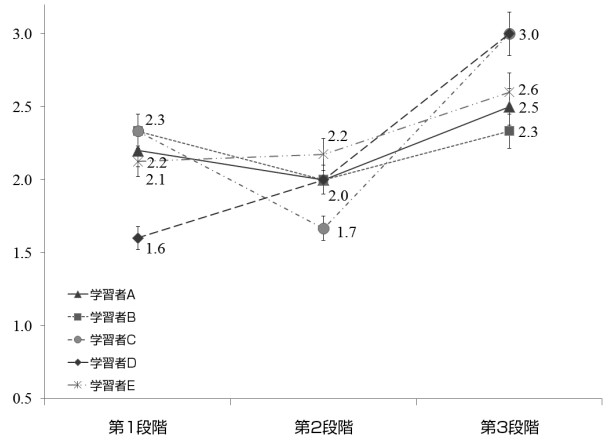


図 7 思考的パラメータに属する言語化の得点の推移

習者において，思考的パラメータに比べて，身体的パラメータの要素数が多かった（図 5 参照）．

第 3 段階では，主体的な言語化や，教授者の身体感覚から遠い言語化が確認されるようになった．たとえば，学習者 A について「今日は足をいつもより大きく前に出してみた（2015/11/27:A）」の言語化が確認された．しかし，教授者から見て，歩幅を大きくするオーバーストライドは，踵着地になり易く，スピード低下を引き起こす可能性が高いため，採点は 3 点と低かった．なお，歩幅と身長の比率に関して，学習者 A のみが，促進後に増加した結果（0.54 → 0.61）となった．また，学習者 B は,「この前の計測で，モデル歩きっぽいって言われた（2015/12/1:B）」の言語化が確認された．しかし，一般的にファッションモデルの歩き方とは，両足を過度に交差しながら着地し，腰を捻るような動作であり，継続すると，将来目標とする疾走のパフォーマンスに影響する可能性が高いため，教授者の評価は 3 点と低かった．

6. 考察

本研究の目的に鑑み，(1) 他者性を考慮する必要性，(2) 実践から得られた新たな知見，(3) 段階モデルを構築する意義，の 3 つの視点から考察する．

6.1 他者性を考慮する必要性

段階モデルに基づいた実践結果から，学習者全体として有意な差が認められ，諏訪らの主張 [3] と同様の傾向を示した．一方，学習者の熟達の度合いには，多様性が示され，さらには，教授者が求める立位と歩行には変化せずに，熟達しなかったと評価された学習者 A も確認された．

阪田によれば，身体の学びの中で，学習者は，教授者からことば以上の何かを主体的に読み取る必要があると述べる [18]．たとえば，学習者 B に対する教授者の「腕は鳩尾から付いているイメージ（2015/11/26: 教授者）」の言葉がけについても，当然のことながら，物理的に腕は鳩尾から付いていない．しかし，学習者 B は「どうすれば，腕が鳩尾から付いている感覚が得られるのだろうか？」と主体的に考えることが重要となる．

しかし，学習者の主体的な言語化は，必ずしも教授者の指導した内容や，求める身体感覚と一致するとは限らない．たとえば，学習者 A の主体的に歩幅を広げるような言語化を例にとっても，教授者からは身体感覚と全く違うものとして低く評価される．

もし，仮に教授者がいないとすると，間違った言語化は修正されないため，身体知の熟達を妨げる可能性は十分に考えられる．もちろん学習者のみでも，時間が経過すれば，いつかは歩幅を広げたことが，間違いであることに気づくことはあり得る．しかし，問題提起でも，主張したように，スポーツのコーチングにおいて，学習者の持つ時間には限りがある．熟達の妨げになるような言語化を修正し，熟達に導くのは，その道を専門とする教授者にほかならないだろう．

次に，鈴木らは，学習者の身体を取り巻く環境は，常に変化しているため，ある段階でスキル行使に必要な環境の情報が，次の段階で必要であるとも限らないと述べている [10]．諏訪も，身体知の熟達の過程を，身体と環境の関係を常に再構築し続ける漸進的プロセスであると主張しているように [3]，身体が環境から取り出す情報は，常に変化しているわけである．ここで，学習者だけで，情報の変化に対応できれば問題ないのだが，実際のスポーツ現場では，往々にして難しいケースもある．

このような場合に，教授者の客観的な視点が重要となる．たとえば，本実践で良い身体感覚を生み出した「ファッションモデル」の言語化を見ても，教授者は，将来的にそれらの言語化が，次の疾走の段階で必要なくなり，その言語化自体が身体知の熟達を妨げる可能性があることを予測し，低い評価を与えている．

仮に，教授者が存在しなかったとしたら，学習者は，良い身体感覚を生み出した言語化を持ち続け，歩行を実行し続けることも予想される．特に，上手くいく身体感覚を生み出した言語化は，学習者にとって手放し難いものである．ある段階で必要な試行であった言語化が，次の段階で不要となったのにもかかわらず，そのことばを手放すことができない学習者に対して，データ提示や用具を変えたり，動作の原理を再度考えさせ [19]，新たな気づきや視点を持たせることができる一番近い存在こそ，対象の身体知に熟達した教授者なのである．

6.2 実践から得られた新たな知見

一般的に，数理モデルのパラメータ数が少ないほど，シンプルな現象への理解へ導く良いモデルとされる．そこで，本研究では，知覚と行為に関する身体的パラメータと，不安・疑問・願望などに関する思考的パラメータの 2 つに設定した．

その結果，身体的パラメータに関する言語化と，身体知の熟達が対応している結果が示された（図 6 参照）．一方，思考的パラメータについては，学習者全体として，ほぼ同様の傾向を示し，身体知の熟達と相関関係にないことが確認された（図 7 参照）．

運動療法学 [20] では，身体の位置や動きについて気づいた印象の運動感覚[7] は，人それぞれ個人差があり，特に位置覚･運動覚（関節位置および四肢，または体幹の動きなどの感覚）などの深部感覚は，受容器が身体

[7] 運動感覚：表在感覚にかかわる外受容器および深部感覚などの内受容器からの入力と，中枢性運動指令に伴う信号が統合された結果として，身体の位置と動きに関して気づいた印象と定義．

の深い所に位置（内受容器）しているため，知覚することが難いことが明らかになっている．そのため，学習者によっては，身体の動きや体感をことばにする以前に，深部感覚を知覚すること自体が難しい場合も考えられる．実践結果から示された大きな特徴としても，身体知が熟達しなかった学習者は，身体的パラメータと比べて，思考的パラメータの要素数が多いことが挙げられた．たとえば，学習者 A は，ノートへの記述量としては他の学習者に比べてとても多かったが,「これが無意識にできるようになりたい（2015/11/25:A）」「力を抜くって大事だなぁと思う（2015/11/25:A）」などの思考的パラメータの要素が多いことが確認された．これらの言語化は，学習者の気持ちを表現したものであり，深部感覚と比較して，ことばにし易い．

一方，先行研究では，身体知の言語化を試行するにあたり「直感的に」「とりあえず」「気軽に」「正しい保証がなくてもいいから」，ことばにすることが重要であると述べている [9]．また，諏訪も，身体知の言語化の対象として,「身体部位の働き」「五感的知覚」「自己受容感覚」に加えて,「思考」を挙げている [4]．

ここで，先行研究が主張するように，正しい保証がなくてもいいから，一人称視点で自由に言語化するならば，知覚することが難しい位置覚・運動覚の深部感覚について言語化するよりも，学習者 A のように，ことばにすることが簡単な思考の表現ばかりを記述することになるのは，十分に予想される．

もちろん，スポーツのコーチングにおいて，学習者の積極性ややる気などの思考は，重要な課題である．しかし，実践結果からも示されたように，いくら学習者が頭で理解をしたり，やる気などの意識が高くても，実際のスポーツ現場では，身体知が熟達するとは限らない．時として，スポーツや武道を指導する賢者たちも「考え過ぎない」ことや,「考えずに，感じる」ことといった，思考（考える）ではなく，感覚（感じる）が，技を覚えるために大切であることを説く場合があるが，つまるところ，最終的な目的とは，訓練によって，学習者の頭で技を覚えることではなく，学習者の身体が技を覚えることにある．

以上の議論と実践結果より，身体知を熟達させるための有効なことばとは，学習者の熟達段階によって主観的な思考を対象としない場合もある可能性が示唆された．

6.3 段階モデルを構築する意義

モデル化のメリットは，抽象化と本質的要素の抽出作業によって，現象の性質をより深く考察できることにある．本実践においても，表現が難しいとされる身体知の熟達過程を，段階的に分析した結果，身体的パラメータの推移が，身体知の熟達に対応していることが示された．今後パラメータの再検討は必要であるが，評価関数の蓄積によって，身体知の熟達現象が予測できる可能性が示された．

また，この段階モデルでは，最少作用の原理に則り，教授者の身体感覚の停留点に収束していく減算的な熟達過程を表現している．これは，従来のパフォーマンスを到達目標ごとに数段階に分けて記述し，熟達度合を加算的に示すルーブリックとは違った，新たな評価へと発展すると考えられる．

一方，本実践では，言語以外の要因が影響することを反駁するために，学習者に対して教授者の実演は行わなかったが，教授者と学習者との言語化のみのインタラクションの限界も見受けられた．さらに，ことばの曖昧性，多義性，類似性などの性格から，定量的な評価が困難となるとともに，学習者の言語化自体が，身体知の熟達を妨げる可能性も示唆された．

しかし，ことばに注目して，身体知の熟達をモデル化することに意味がないかというと，そうとは限らない．ことばは，意識の表現としては（曖昧性，多義性，類似性があるといえども），自他を結ぶコミュニケーションの中でも，最も信頼できる手段のひとつであり，ことばによって，我々は目に見える形で，教授者と学習者のインタラクションが垣間見られるのである．

7. まとめと今後の課題

学習者と教授者の言語的インタラクションを考慮した上で，身体知の熟達に関する段階モデル (X, Y, g) を，理論的に記述できる見通しがついた．また，妥当性の実践的検証により，実践の世界と結び付けることができ，さらには，実践から新しい知見が得られた．

今後の課題は，次の通りである．ひとつは，段階モデルの実践的検証の蓄積である．そのために，実験協力者を増やすことや，立位と歩行から発展した疾走の熟達，また，他の実践による段階モデルの妥当性の検証は，この研究テーマをより確かなものにするために必須と考えられる．

もう一つは，間身体性への発展である．本研究では，一人称研究からの発展として，教授者と学習者の間主観的インタラクションに注目した．一方，自他を超えたところに存在する感性の共有性すなわち，両者にとって無人称・非人称 [21][22] の体験である間身体性 [23][24] に注目している．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 16K12986（研究代表者：山田雅敏）の採択を受けたものです．

参考文献

[1] 鈴木宏昭（2016）“ 教養としての認知科学 ” 東京大学出版会，pp.1-22
[2] 日本認知心理会 編，三浦佳世編（2002）“ 知覚と感性 ” 北大路書房，pp.213-236

[3] 諏訪正樹（2005）“身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化”人工知能学会誌，Vol.20，pp.525-532
[4] 諏訪正樹，高尾恭平（2007）“パフォーマンスは言葉に表れる - メタ認知的言語化によるダーツの熟達プロセス”第 21 回人工知能学会全国大会 1H3-6
[5] 諏訪正樹，伊東大輔（2006）“身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷”第 20 回人工知能学会全国大会 2D1-6
[6] 山田雅之，栗林賢，諏訪正樹（2012）“スポーツフィッシングにおける身体知獲得支援ツールのデザイン”第 26 回人工知能学会全国大会 1O1-OS-6-6
[7] 諏訪正樹，藤井晴行（2015）“知のデザイン 自分ごととして考えよう”近代科学社，pp.3-217
[8] 廣松渉・子安宣邦・三島憲一・宮本久雄・佐々木力・野家啓一・末木文美士（2006）“岩波哲学・思想辞典”岩波書，pp.285，pp.567，pp.1481
[9] 松原 正樹, 西山 武繁, 伊藤 貴一, 諏訪 正樹（2010）“身体的メタ認知を促進させるツールのデザイン”人工知能学会 身体知研究会 SIG-SKL-06-03
[10] 鈴木宏昭，大西仁，竹葉千恵（2008）“スキル学習におけるスランプ発生に対する事例分析的アプローチ”人工知能学会論文誌 23 巻，3 号 SP-AP，pp.86-95
[11] Edmund Husserl 著，浜渦辰二，山口一郎監訳（2012）“間主観性の現象学”ちくま学芸文庫，pp.15-506
[12] Payk Parsons 編，Martin Rees 序言（2013）“30 秒で学ぶ科学理論 示唆に富んだ 50 の科学理論”STUDIO TAC CREATIVE，pp.16-17
[13] 長谷川計二（2005）“「数理モデルと実証」によせて”理論と方法，Vol.20, No.2，pp.135-136
[14] ジェームズ・アマディオ著，橋本辰幸監訳（2006）“フェルデンクライス・メソッド WALKING 簡単な動きをとおした神経回路のチューニング”スキージャーナル株式会社，pp.8-17
[15] 木寺英史（2004）“本当のナンバ常歩”スキージャーナル株式会社，pp.143-150
[16] 日本体育協会（2012）“公認スポーツ指導者養成テキスト共通科目 I 第 3 章トレーニング論 I”pp.50-54
[17] 対馬栄輝（2005）“変形性股関節症患者における歩行分析について”理学療法研究 22 号，pp15-19
[18] 佐伯胖監修，渡部信一編（2011）“「学び」の認知科学事典”大修館書店，pp.495-524
[19] 藤波努（2006）“リズムで超える時間の壁 身体知へのアプローチ”映像情報メディア学会技術報告 Vol.30，No.68，pp.71-76
[20] 市橋則明編（2014）“運動療法学 障害別アプローチの理論と実践第 2 版”文光堂，pp.292-307
[21] 奥井遼（2011）“メルロ= ポンティにおける「間身体性」の教育学的意義 :「身体の教育」再考”京都大学大学院教育学研究科紀要，pp.111-124
[22] 砂子岳彦（2015）“間身体性のモデル”常葉大学経営学部第 2 巻，第 2 号，pp.15-20
[23] Maurice Merleau-Ponty 著，竹内芳郎，木田元，滝浦静雄，佐々木宗雄，二宮敬，朝比奈誼，海老坂武訳（1985）“シーニュ2”みすず書房，pp.1-39
[24] 山田雅敏，里大輔，坂本勝信，小山ゆう，松村剛志，砂子岳彦，竹内勇剛（2016）“身体知の言語化とその段階モデル 間身体性に注目して”人工知能学会第 22 回身体知研究会 SKL-22-03

付録

A　停留曲線とオイラー方程式

評価関数が，時間などのパラメータに依存する場合において，教授者の身体感覚と，学習者の身体表現が異なるときの様子は，汎関数の停留曲線を求める変分原理によって表現できる（付録 A 参照）．この停留曲線は，「自然の運動は，常に最も簡単で最短のルートを通る」という最少作用の原理（Principle of Least Action）[8] に従う [8][12]．最少作用の原理とは，物事は常に最小の労力で起こることを意味する原理である．この原理の発見が，力と運動の関係を記述する方程式の定式化につながり，ポテンシャルエネルギーや運動エネルギーといった重要な概念を生み出した．

たとえば，学習者の身体表現に対して，一般的に評価関数 $g^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)$ をとることができるので，作用積分 $J^k[y^k]$ が，次のように与えられる．

$$J^k[y^k] = \int_{t_0}^{t_1} g^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)dt \qquad (2)$$

この作用積分の停留曲線は，次のオイラー方程式，

$$\frac{dg^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)}{dt} - \frac{dg^k(y^k(t), dy^k(t)/dt)}{d(dy^k(t)/dt)} = 0 \quad (3)$$

によって導かれる．そして，具体的に評価関数が与えられれば計算できる．一方, このように理論上の記述はできるが, 実践研究の段階においては, 重心・加速度など複雑な計算が含まれる．

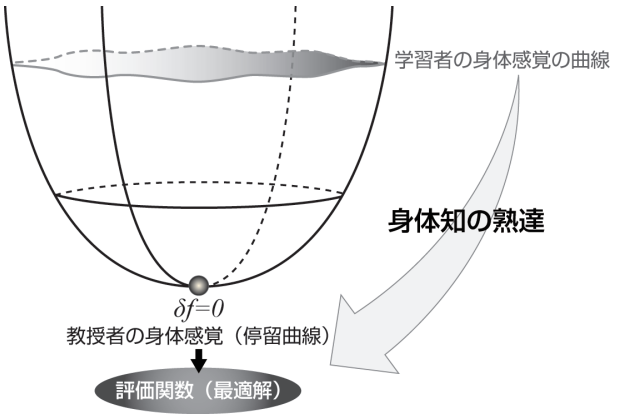


図 8　停留曲線と最少作用の原理の模式図

[8] 自然界の現象が一定の物理量の最小値あるいは極値として表現されうるという観点は「自然はなんら無駄なことを行わない」というアリストテレスの言葉の中にも，萌芽的ながらすでに見れられる

読者の熱中・忘我状態の同定
How can we identify losing ourselves

布山　美慕†，日高　昇平‡
Miho Fuyama, Shohei Hidaka
† 慶應義塾大学 SFC 研究所，‡ 北陸先端科学技術大学院大学
Keio Research Institute at SFC, Japan Advanced Institute of Science and Technology
miho02@sj9.so-net.ne.jp, shhidaka@jaist.ac.jp

Abstract

It would be exciting and beautiful experiences to be absorbed in reading fictional proses. However, if a readers are deeply absorbed, their introspective reports should not be able to have enough reliability. Therefore, we had not know whether the readers' absorption states have some kind of "consistency" and "sameness". This article have discussed the kind of sameness, and made clear the way of study readers absorption states. We also shared our results of three experiments based on this method. These discussion and results have suggested that the readers absorption states have a consistency and sameness which can be measured in an objective manner.

Keywords — Reading, Absorption, Sameness

1.　読者の熱中・忘我

小説の世界に熱中し我を忘れて読んだ経験は多くの読者が持つだろう．こういった読者の熱中や忘我状態は，物語理解や読者の信念変化にも影響するとされ，様々な認知過程と関連しうる研究対象として注目されてきた [1, 2].

これまで，読者の熱中状態は主に質問紙を用いた内観報告の分析によって分類され，特徴づけされてきた．しかし，まさに熱中し我を忘れている状態に関する読者の自己報告の信頼性は高くないと推察されるので，内観報告のみで熱中状態を信頼性・一貫性高く特徴づけできるのか疑問がある．

そもそも，分類や特徴づけを行う前に，読者の熱中状態はなんらかの一貫した同一性を持ち，観測可能な認知的状態なのかという問題がある．もしこういった認知状態として扱えないのであれば，分類や特徴づけ可能な対象と見なせないだろう．著者らは，読者の熱中状態も一貫した同一性を有する研究可能な認知的状態であるという仮説をもち，いくつかの実験を行ってきた．本論文では，読者の熱中状態の同一性の問題と研究方法について議論したあとで，これまでに得た実験結果を紹介し，この仮説を支持したい．

2.　同一性の種類

熱中状態の同一性について議論する前に，まずは同一性の種類について検討する．

コップが 2 つ並んでいるとき，私たちはその 2 つともを "コップ" だと思う[1]．たとえ多少形状が異なっても同じように "コップ" だと思うだろうし，全く同じ形状だとしても，厳密には同じ場所に位置することは不可能なため空間的には同一にはなりえないが，"コップ" という点では同一性を認めている．さらに，この円筒状の物体は現実世界に存在するモノだが，それとなんら必然的な関係のない「コップ」という音的表象，あるいは文字による "言葉" と私たちは一貫して関係づけ，記号として同一視する．記号の意味で，この円筒状のモノと言葉の「コップ」は同一である[2]．

このコップの例が示すのは，完全に時空間的に同一の物でなくても，また現実世界の物と記号や概念といった別種の対象でも，私たちはそれらの間になんらかの同一性を見出し同一視するということである．このような同一視が，世界を分節化し，対象を抽象化し，私たちの行動や思考をある意味で自由に，ある意味で制約している．

私たちの認知的な状態も，時空間的には完全に同一な状態は存在しないので，その意味では全て一回性の出来事である．しかし，研究を行う上で，通常はなんらかの同一性を見出し，1 つの情報処理として特徴づけ，ある 1 つの状態として調べる．このように見出す同一性には完全に同一な状態から，より弱い比喩のよ

[1]論理的には，同一視の経路としては，概念的な "コップ" を介して同一性を見る，2 つの物自体の形状や用途の類似性によって同一性を見る，の 2 つのパターンがありうる．

[2]ソシュールは言語の 2 つの恣意性，概念の分節化の恣意性と，シニフィエ（概念）とシニフィアン（聴覚イメージ）の結びつきの恣意性を指摘した．もちろん概念はモノではないが，人は "モノ" をそのまま認識できないので，いったん概念を介していると思えば，ここで行われている同一性は後者のシニフィエとシニフィアンの結びつきだと理解することもできる [3].

うな対応づけの意味での同一性までいくつかの種類が考えられる．この同一性の種類を議論するために，Tsuchiya, Taruchi, & Saigo (2016) [4] を参照する．

Tsuchiya らは意識の研究において，クオリアと観測可能な状態の指標の関係を議論するため，その種類の異なる 2 つの対象がどういった意味で同一（類似）と言えるのか，またその同一性がどのように意識研究において有効なのかを，圏論を用いた数学的な定式化を利用して議論している[3]．彼らが圏論を用いたのは，圏論の表現を用いればいくつかの種類の同一性を明確に区別して定義でき，かつ扱おうとしている意識状態の領域も，観測可能な指標の領域も，圏と見なせると考えたためである．ここで，圏とは，いくつかの Object（類）の集合と，任意の Object 間の関係性を定める Arrow（射）の集合からなり，恒等射が存在し射の合成が行えるシステムである[4]．

彼らは，2 つの圏の同一性を，対応づけを行った際にどの程度それぞれの圏の構造が保持されるのかによって区別した．そして，その同一性が強い順に，“identical”，“categorically isomorphic”，“categorically equivalent”，“existence of adjunction”，“existence of functor” とした．順に，2 つの圏が，全く同じ，同型（常に逆の対応づけが存在する程度に同じ），情報が保持される関係が作れる程度に同じ（2 つの圏の間を行って帰って来ても元に戻すことができる程度に同じ），特定の条件の下で最も類似したものが存在する（たとえば，片方がもう片方の典型例の集合になる），片方からもう片方へ Object と Arrow の関係性を保った対応づけができる程度に同じ（たとえられる），という同一性の程度に対応する．その上で，彼らは，この中ではもっとも弱い同一性である “existence of functor” でも，観測できる量とクオリアに対応づけができれば，十分意識研究において価値のある同一性であるとした．なぜなら，クオリアという扱いが難しい意識の経験を，観測可能な量に弱い意味でも定式化して対応づけることができれば，後者の観測や分析が容易な圏における分析が有意味なものとなるためである．

ナイーブに想起する “同一性” は “existence of functor” よりも強い制約条件に対応すると想像できる．しかし，意識に関連する状態を特徴づけ，分類していくのには，まずは “existence of functor”，あるいは可能ならデータから対象の状態が推定できる程度の同一性 “existence of adjunction” のような，より操作が簡単な別の空間への有意味な対応づけが可能なのかという点から検討する方がリーズナブルであろう．つまり，研究において、たとえばある認知状態をモデル化するにあたっては，その状態とモデルの同一性にはいくつか種類があり，どの意味の同一性をもっているかを意識しさえすれば，より弱い同一性であっても有効だと考えられる．研究においては同一性はモデル化だけではなく，いくつかの場面で検討が必要となる．次節ではこれらを議論する．

3. 研究における 3 つの同一性

多くの実験を行う研究，特に研究対象が人の認知の研究では，次の 3 つの同一性の問題を考えることができる．1 つめは，研究対象に関する研究者の概念や直観と，それを実証的に研究可能な形式でモデル化した際のモデルの同一性の問題である．2 つめは，観測結果とモデルの同一性の問題である．加えて，3 つめとして，複数の観測に対してそれぞれモデルが推定された場合，それらの間の同一性の問題である．前節 2. 節で議論したように，これらの同一性にはいくつかの種類がありうる．順にこれら 3 つの同一性の問題を議論しながら，読者の熱中状態の研究における対応を示す．

3.1 現象の概念とモデルの同一性

1 つめの研究対象に関する研究者（あるいは広く一般に人々の）の概念や直観と，それを実証的に研究可能な形式でモデル化した際のモデルの同一性の問題は，知りたい対象をどのようなものだと思うか，どのように研究できると考えるかという仮説形成に関わる．一般に，研究者の概念や直観はモデルに先立ち，1 つのモデルで表現できないような複数の経験や思い入れも関連している．本論文では，この概念のうち研

[3]具体的には，Tsuchiya, Taruchi, & Saigo (2016) [4] が観測可能な量として扱ったのは，Tononi, G., & Massimini, M. (2013)[5] の意識の統合情報理論（Integration information theory of consciousness）で意識の経験と関係づけられる *Maximally irreducible conceptual structure*（MICS）である．ただし，彼らも述べているように，圏と見なせる観測量であれば，とくに MICS に限定される議論ではない．また，彼らは MICS 自体の妥当性を主張しているわけではなく，また本論文もこれを主張するものではない．

[4]数学的な圏の定義として，Tsuchiya, Taruchi, & Saigo (2016) [4] 内の定義を引用しておく．

> Mathmatically speaking, a category C consists of (1) a collection of objects such as X and (2) a collection of arrows, which define relationship between any pair of objects, such as X and Y, such that (3) for every X there is a self-referential arrows $1x : X \to X$, (4) any pair of arrows, such as $f : X \to Y$ and $g : Y \to Z$, are composable, that is, $gf : X \to Z$, (5) a self-referential arrow is both a left and right unit for composition, that is, if $f : X \to Y$, then $f1x = f = 1yf$, and (6) composition is associative, that is, $(hg)f = h(gf)$[4, 1–2].

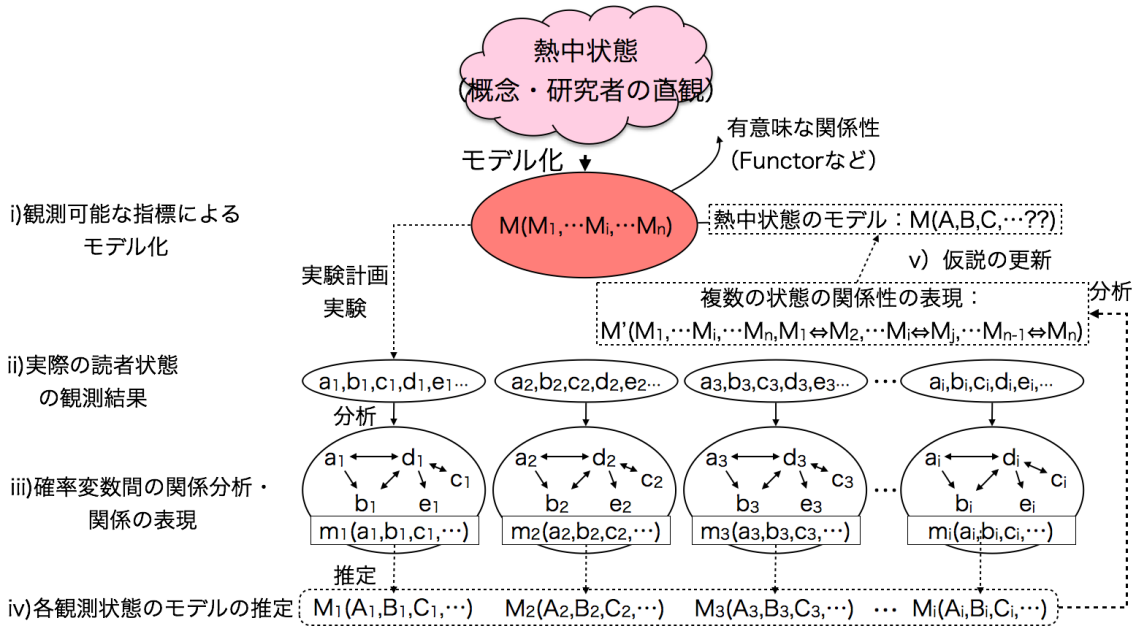


図 1　読者の熱中状態の研究方法概念図：大文字の A〜E,... や A_i〜E_i は状態を表す確率変数，小文字の a_i〜e_i は観測結果としての 1 つの値．M はあるモデルを表し，そのモデルを表現する確率変数を括弧内に書いた．m は観測結果の関係性の表現を示す．i）研究者の持つ熱中状態の概念のうち観測可能な部分をモデル化する．ii）実験でいくつかの読者の状態（複数読者，あるいはある読者の異なる作品の読書状態など）を観測し，iii）各観測結果の複数の種類の観測値の間の関係性を分析し，iv）各観測状態を確率変数を用いてモデル化し，v）熱中状態のモデルの仮説を iv）の結果を用いて更新する．ただし，実験前に，先行研究等から iv）のモデルはある程度推測され，そのモデルに基づいて実験を行う

究者が本質的だと考える部分をより明確に定式化し，様々な方法で研究可能な記述で表現することを，この段階でのモデル化とする．このモデル化によって，もとの概念や直観の有していたいくつかの情報は失われるが，研究者が本質だと思う部分に関して検証可能な形式で記述される．モデル化の際には，同時に，それまでの先行研究の知見が活かされ必要な整合性がとられる．

この対象のモデルは，対象とする概念，その概念が対応する現象自体とどのような同一性を持つだろうか．Tsuchiya, Taruchi, & Saigo (2016)[4] では，対象とするクオリアに対して，観測可能な指標は少なくとも Functor の関係をもつとしていた．Functor はいわば比喩のような，互いの空間上で構造を保つ関係性と解釈できる[5]．Functor レベルの同一性でも前述の通り意味があるが，Functor では観測結果からもとの概念や直観が対応する対象の状態の十分な推定にはならないため，通常は対象とする状態のある部分に関して，isomorphic（同型．全単射がある），categorically equivalent（適切に解釈することで，観測結果から状態の推定が情報の損失なく行える），あるいは existence of adjunction（情報の損失があるが，適切な解釈によって，観測結果から状態の推定が行える）などより強い同一性を仮定することが多いと考えられる．ただし，現象そのもの，概念そのもの（identical）は，何も捨象していないモデルなので，モデル化の意味がないであろう．

読者の熱中状態の研究では，研究者が読者としての自身の読書時の熱中状態に関して考え，他者の読書体験を聞き，また様々な分野の先行研究の知見を踏まえてモデル化を行う．図 1 に著者らが考えるこの読者の熱中状態の研究方法を示した．上部の “モデル化” という部分がこの箇所に該当する．本研究の目的は熱中状態がこのように観測可能な指標によってモデル化可能な，一貫した同一性をもつ状態かどうかをこれまでの著者らの実験をレビューしつつ議論することである．1. 節の通り，著者らは，読者の熱中状態も他の認知状態と同様に，観測可能な一貫した同一性をもつ状態であるとの仮説を持つ．この仮説を反映したモデルは，こういった一貫性をもつ具体的なモデルのうちのどれかで熱中状態が記述できるというメタ的なモデルであり，したがってより具体的な（観測可能な指標やその指標間の関係性を指定した）モデルの集合として表現される．これらのモデルのうち少なくとも 1 つの

[5]比喩に関して，山梨（2007）[6] は，メタファーを比喩するものから比喩されるものへのトポロジー的写像だと指摘している (p.207)．これは，ほぼこの Functor のあり方と同じだと解釈できる．また，圏論の側からも西郷（2012）[7] が比喩を Functor とみる議論を提示している．

モデルがありえることが示されれば，著者らの仮説は支持される．また，実際の観測で熱中状態のモデルの記述が完全にわからなくても，何らかの一貫性をもった記述が可能であることがわかればこの仮説はある程度支持される．本研究では，実験によっていくつかのモデルを探索し，少なくとも 1 つあることを示す．具体的には著者らは先行研究の結果から，読者の熱中状態が，フロー状態と類似した身体状態を示す蓋然性，読解処理と関係して変化する蓋然性が高いと予想し，これらの指標と読者の熱中度報告という複数種類の指標を観測してその関係性を調べた．これらの実験は，これらの指標間の関係性によって熱中状態のある側面がモデル化可能という仮説の検証にあたり，もしこういった指標でモデル化ができることがわかれば，著者らの仮説はこの実験の範囲内で支持される．

3.2 観測データと分析結果のモデルの同一性

研究者はモデルの仮説に基づき実験計画をたて，実験を行う．この実験で得られたデータを，モデルの仮説に基づき分析する．観測で得られる対象の情報は観測方法に応じたもとの認知状態の一部分であり（ほぼどのような観測も確率的な揺らぎをもつので観測結果は確率変数として表現される），加えて分析結果は得られたデータのなんらかの縮約となる．たとえば，回帰分析であれば，この縮約はデータを線形近似することに対応する．縮約は前述の Adjunction の強さの同一性と見なせるので，観測データに対する分析結果の同一性はこの Adjunction の強さになる．また，この分析結果の適切な表現は 1 つのモデルと見なせる．たとえば線形近似した回帰分析の結果は，対象を一次元で表現した 1 つのモデルである．もし観測結果からただ 1 つのモデルが推定されたならば，この実験によって推定されたモデルを踏まえて，実験前に立てたモデルの仮説を更新する．

著者らは，読者の身体状態や読解時間を観測する実験を行い，これらの客観的データと読者の主観的な熱中度報告データを合わせて相関分析や重回帰分析（線形近似）を行い，これらの指標間の線形の関係性で表現されるモデルを推定した．実験は複数回行い，それぞれのデータから 1 つのモデルを推定した．本研究の仮説は，読者の熱中状態がなんらかの一貫した同一性をもつ認知状態であるという仮説であり，具体的にどのような指標のどのような関係性で表されるかは指定しない．したがって，まずは各データから何らかの有意なモデルが推定できるかが問題となる．もし各データから有意なモデルが推定されれば，次の複数モデル間の同一性を踏まえて，どの範囲で（被験者間・作品間など）一貫性をもった状態と考えられるのか判断する．

3.3 複数のモデル間の同一性

実験では，分析するデータの単位が実験で取得したデータを全てまとめて 1 つとしない限り，複数個の分析結果が推定される．たとえば，10 回分の観測結果をまとめて 1 回の回帰分析を行えばそれが 1 つのモデルとなるが，1 回ずつのデータ間の違いをみる必要がある場合などには 1 回ずつ分析をするだろう．その場合は 10 データから回帰分析によって 10 のモデルが推定される．通常の人の認知に関わる実験において，それらの各分析結果が値も含めて一致する可能性はほとんどないと考えられる．つまり，回帰分析で全ての変数の t 値が完全に一致する可能性はほぼないだろう．したがって，これらの完全には一致しないモデル間の関係性をどう評価するのか，あるいはそれらの複数の分析結果のモデルから最初のモデルの仮説の更新をどのように行うのかを考える必要がある．

これらの複数のモデル間の関係性の評価や仮説の更新に関しては，最初に立てたモデルの仮説，およびその背景にある知りたいことの仮説に依存して必要な同一性や更新の内容が変わる．もしモデルの仮説が仮定した精度に対して，各データから推定されたモデルのばらつきが大きすぎ，かつそのばらつきが観測や分析の精度で説明できないのならば，それらのモデルの間の同一性は少なくとも仮定されたモデルの意味では弱い（小さい）と見なせる．仮説の更新ではこのばらつきの原因を考え，可能ならそのばらつきを説明可能なモデルへと更新する．

本研究では実験前のモデルの仮説は，なんらかの一貫性をもつモデルで表現できる，という緩い仮説であって，具体的なモデルの精度は仮定していない．もし複数の推定されたモデル間にばらつきがあれば，その程度のばらつき（逆に見ればその程度の一貫性）をもったモデルで熱中状態が表現しうると解釈するか，あるいは複数の “熱中状態” の種類があると解釈する．

4. 読者の熱中・忘我状態の研究方法

ここまで同一性の議論とともに本研究の提示する熱中状態の研究方法を提示してきたが，ここで改めて本研究がとった熱中状態の研究方法を順を追って説明す

る．Tsuchiya, Taruchi, & Saigo (2016) [4] はクオリアを別の観測可能な指標の空間に写して研究する有効性を主張した．同様に，熱中状態の研究も，有意味な対応づけが可能ならば，まずは熱中状態を調べるために読者の状態を適当な写像（具体的にはなんらかの読者状態の観測）を用いて別の状態空間に写し，その状態空間上で分析を行うことが有効だと考える．前述のように，この対応づけはナイーブな “同一” を意味する必要はない．この別の空間への対応づけは，本研究ではいくつかの観測可能な指標を用いた読者の熱中状態のモデル化を意味する．本研究ではこの有意味なモデル化が可能かどうかを明らかにすることが目的である．

これまでの質問紙調査を用いた熱中状態の研究は，この状態空間として質問紙への回答を用い，写像として人間の報告（観測装置が人間）が用いられていたと解釈できる．この方法の問題点は，1. 節で述べた熱中時の報告の信頼性・一貫性が不明なことであり，言い換えれば写像が安定しないという点である．したがって，写った先のデータを分析しても，もとの状態との対応づけが不安定で，信頼性の評価ができない．

これまで述べてきたように，読者の熱中状態の研究の 1 つの方法論は，熱中状態を観測可能な複数種類の指標を用いてモデル化し，このモデルにそって実験を行い，実験結果からモデルを更新していく方法である（図 1 参照）．この熱中状態のモデルは熱中状態とナイーブに “同一” ではないが，熱中状態の重要な構造を保って複数の観測可能な指標の張る空間に写されたものである．本研究はこういった熱中状態を一貫性をもって表現できるモデルが 1 つでも存在するのかを調べることが目的なので，より緩いモデルを仮定し実験を行うことになる．

この手法は，図 1 に示すように，順を追って以下のように書ける．i）研究者の熱中状態に関する概念や関連する先行研究の結果から熱中状態の一部を観測可能な指標によってモデル化（モデルの仮説構築）する．ii）モデルに従って実験計画を立て，実験でいくつかの読者の状態（$1, 2, ..., i, ...n$）（例えば複数の読者の読書状態）における複数の変数（$a, b, c, ..$）（たとえば，熱中度や心拍数）を観測する．iii）観測した変数間の関係を分析（たとえば相関分析や重回帰分析など）して表現し（ $m_i(a_1, b_i, ...)$），iv）その関係性から各観測状態のモデル化を行う（$M_i(A_i, B_i, C_i, ...)$．v）各状態のモデルの関係性を分析（同一性はあるか，どの程度同一か）し，同一性があれば一般の熱中状態としてモデル化を行う．

本研究では，前述の通り，i）のモデルの仮説は，具体的な指標や指標間の関係性を想定するものではなくて，そういった指標や指標間の関係性によって記述される何らかの具体的なモデルがありうる，というモデルである．したがって，モデルとして表現されるのはこういった緩い制約のモデルの集合となる．次の ii）では，既存の先行研究が示唆する熱中状態に関連する可能性のある指標を観測する実験を行い，こういった何らかのモデルがありうるのか探索を開始する．どの指標によって，またそれらの指標間のどのような関係性によって熱中状態がモデル化されても構わないが，現状では読者の主観的な熱中感覚を指標の 1 つとし，かつ複数の客観的に観測可能な指標を観測して，それらの間の関係を含めてモデル化することが “読者の熱中状態” を調べるために適すると考える．主観的な熱中感覚は観測された状態が対象としたい直観や概念の熱中状態に関連したものであることを示唆し[6]，客観的指標との関係性はその主観的指標の一貫性をある程度担保しうるためである．また，本質的には，1 つの指標で読者の熱中状態をモデル化するよりも，複数の指標間の関係性を含めた記述の方がより一貫性の高いモデルとなる蓋然性が高いと考えるためである（後者は前者を含む）．主観的な報告のみに頼らないことで，先行研究の問題点が一定程度回避される．iii）で行う確率変数間の関係の分析では，分析内容がこの指標間の関係性の仮説に対応する．本研究では，どういった関係性かは問わないので，何らかの分析で一貫性のある関係性が見つかれば良い．

前述の 3 つの同一性の問題は，この図式の中では次のように対応している．現象の概念とモデルの同一性は，i）のモデル化の際の同一性に対応する．観測データと分析結果の同一性は，iii）と iv）の分析・モデル推定に対応する．複数のモデル間の同一性は，iv）の後，v）に至るまでの「複数の状態の関係性の表現」において検討される．

また，著者らは，複数の種類の異なる指標間の関係性を調べるための共通項として時間変化を採用し，各指標の時間変化を観測した．したがって，ある時間幅を持った状態のセットが 1 つの観測結果と見なされ，このセット内の指標間の関係性が m_i として表現される．

A さんと B さんの熱中状態の同一性や，昨日の A さんと今日の A さんの熱中状態の同一性は，これら

[6]読者の熱中や忘我に関して，著者らは現実世界の認識を変化させることが 1 つの大きな特徴だと考えている．その意味では，熱中感覚との結びつきが弱くても構わないが（その場合，呼び方は変わりうる），現段階では熱中感覚との関連性を重視している．

の観測データの分析結果のモデル間になんらかの一貫した同一性を見出せるか否かで判断される．著者らはその前段階として，1 名の被験者が 1 作品を読む間のデータから 1 つの熱中状態の有意なモデルが推定できるか否かから始め，その後 1 名の被験者で多作品，さらに 10 名 2 作品など作品数や被験者数を増やしながら，観察される熱中状態の一貫性・同一性を検討した．次節から現在までに行った実験の結果を簡単にレビューしながら，熱中状態がある一貫性を持った状態として観測しうることを示す．

5. これまでの実験

著者らはこれまでに読者の熱中状態に関して 3 種類の実験を行い，それぞれの実験で種類の異なる指標間に一貫した関係性，即ち 1 つのモデル（あるいはその記述の一部分）を見出した．これらの 3 つのモデル間の関係性はいまのところ不明確だが，すくなくとも 1 つ以上の熱中状態の一貫性をもつ記述が可能であることが示唆されたと言える．以下に 3 種類の実験について，概要と結果を簡単に述べる．なお，5.1・5.2 の研究成果の詳細は布山・日高（2016）[9] に，5.3 は Fuyama & Hidaka（accepted）[10] に報告済みである．詳細はこれらの論文をご参照いただきたい．

5.1 実験 1：熱中度と心拍数の関係性

読者の熱中状態と類似が指摘される状態にフロー状態 [8] がある．フロー状態とは自分の能力と拮抗する難易度の何らかの行為に没頭し，それ自体が非常に楽しい経験となる状態を指す．フローを提唱したチクセントミハイも読書行為でフロー状態になりうると述べており [8]，また読者の熱中状態の研究においてもその類似性が指摘されてきた [11]．フロー状態に関する研究は様々な手法によって行われており，本人達のインタビューや内観報告に加えて，客観的な生理指標や身体動作などの身体状態に特徴があることが報告されている [12, 13]．

著者らはフロー状態との類似性を踏まえて，読者の熱中状態でも身体状態に変化が起こる可能性があると考え，熱中度と心拍数，および熱中度と身体動作の時間的な相関関係を調べた．前述の研究方法に即して言えば，熱中状態を記述しうるモデルの 1 つの候補としてこれらの指標とその指標間の関係性を調べた．その際，被験者の熱中度の報告を絶対的な指標（予め熱中状態を記述しうると保証された指標）として扱うのではなくて，あくまでも相対化し，熱中状態のモデル化に用いる 1 つの指標として扱った．つまり，熱中度報告も他の指標との有意な関係性が見出せなければ，モデルの有効な指標として見なさない．これは 1. 節で議論した通り，熱中時の状態に関する報告の信頼性が不明であるためである．

5.1 では熱中度と心拍数の関係を調べた実験を述べる．この実験では，1 名の中での熱中状態の同一性の検討に注力するためと，被験者負担が大きいことにより，被験者を 1 名とし，第一著者が担当した．前述の通り，1 名の被験者内での読書中の熱中状態の一貫性も不明なので，まずは広く多くの被験者の平均的な傾向を検討するよりも，1 名の被験者の強く熱中したデータを分析することから始めることがリーズナブルと判断した．また，被験者負担は実験で長編作品を数時間かけて読むこと，また細かい熱中度評価をするために高負荷となった．

被験者は被験者の自室で椅子に坐って普段通り読書し，その際の映像と心拍数を取得した．日本の著名な作家の長編作品を 2〜5 時間程度かけて 1 日 1 作品読み，計 9 回（合計 9 作品）の実験を行った．以降，どの実験でも 1 回の実験の単位をセッションと呼ぶ．実験 1 ではしたがって 9 セッション行った．

熱中度報告の時間的粒度を心拍数の時間的粒度に近づけ，またなんらかの提示できる要素をもって熱中度を推定するために，この実験では熱中度を読書中の身体動作に紐付けて評価した．先行研究 [13, 14] や次節 5.2 が示唆するように，熱中時の身体動作には特定の傾向があるとされる．たとえば，前のめりや静止する状態は熱中度が高く，重心が後ろに移動したり細かい動きが増えると熱中度は低く報告される傾向がある．この情報を活かして，実験時に読者の映像を取得し，その姿勢や動作を書き出して，姿勢・動作に対する熱中度評価表を作成し，各時点の姿勢・動作に対して熱中度を評価づけした．熱中度評価は -2〜$+2$ の 5 件法で行い，評価表は [13, 14] を参考に作成した．ただし，熱中度評価が先行研究の知見から難しいような姿勢や動作に関しては，被験者（第一著者）が自身の読書映像や読んでいた箇所を確認して熱中度を決めた．

心拍数データとしては，1 拍のピークからピークまでの時間間隔である心拍 R-R 間隔をデータとし，線形と非線形の分析を行った．先見分析としては、心拍数の変動幅や周波数の分析によって，被験者の自律神経の状態（緊張やリラックス）が推定できるとされ，フロー状態の研究でも分析されてきた（[12] など）．この自律神経の指標として，心拍変動係数を採用した（線形分析）．心拍変動係数の式は次の通りである．

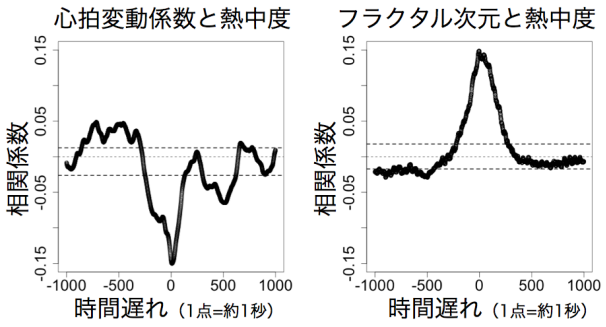


図 2　心拍数と熱中度の交差相関分析：左が心拍変動係数と熱中度，右が心拍数から推定したフラクタル次元と熱中度の交差相関分 析．ほぼ時間ずれなし（時間ずれを表す横軸=0）で相関が最大となる．太い点線はサロゲートデータと交差相関分析した場合の相関係数の最大・最小値を示す．この点線よりも大きな絶対値の相関は有意と考えられる．細い点線は相関係数=0 を示す

$$\frac{\text{心拍変動係数}}{100} = \frac{\text{心拍 } R-R \text{ 間隔 100 点間標準偏差}}{\text{心拍 } R-R \text{ 間隔 100 点間平均値}}$$

また，生体の情報は本質的に非線形で線形分析では十分ではないとの指摘があり，心拍数分析でも非線形分析が利用されてきた [15]．より心拍数の情報を活かすため，本研究でも線形に加えて非線形分析を行った．非線形な系を表す 1 つの指標としてフラクタル次元が挙げられる．本研究では各時点でのフラクタル次元として点次元を推定した．本研究では Hidaka & Kashyap (2014)[16] の手法を用いて，ある時点から数十点前までのデータを用いてその統計的な分布を推定し，この分布の推定から点次元を推定した．この分析手法の利点として，(解析的に解けない）フラクタル次元推定の既存の手法に比べて，ノイズに堅牢な推定手法であることが挙げられる．

このように推定した熱中度と心拍数の線形/非線形分析結果の交差相関分析結果を図 2 に示す．交差相関分析とは 2 つのデータを時間的にずらしながら相関分析する手法である．時間ずれなし（横軸=0）の相関係数が通常の相関分析による相関係数に相当する．また，身体動作に紐づく熱中度と心拍数が動作を介して疑相関している可能性を検討するため，3 セッション（セッション No.7〜No.9）で胸部加速度も取得し，この加速度の 3 軸の平方和を動作量と見なして，心拍変動係数，フラクタル次元と合わせて説明変数とし，熱中度を目的変数とする重回帰分析を AIC によるモデル選択と合わせて行った．結果を表 1・2 に示す．なお，心拍変動係数は表中では CVR-R（Coefficient of Variation of R-R intervals の略）と記載した．両分析では熱中度と心拍数の分析結果の時間的粒度には違いがあるため，心拍数に合わせて熱中度のデータを補完した．心拍数に合わせた理由は，熱中度が身体動作に結びついているため，もし熱中度側に時間的粒度を合わせると，静止時に比べて頻繁に姿勢を変える（熱中度評価値が低い期間に多い）のデータが重視されて相関分析・重回帰分析をすることになり，本実験の目的にそぐわないためである．心拍 R-R 間隔はほぼ 1 秒に 1 回なので読書中特定の期間のデータが相対的に重視されることなく分析できる．

表 1　AIC によるモデル選択の結果：AIC は相対的な値にだけ意味があるので，各データセットに対して AIC 最小のモデルを 0 基準とし ∗ で示したうえで，最小の値との差を示した．脚注 4 に示すように，AIC が 2 小さいと e 倍，20 小さいと e^{10} 倍尤度が大きくなる．

変数セット/AIC相対値	CVR-R +次元 +加速度	CVR-R +次元	CVR-R +加速度	次元 +加速度
No.7	0*	33.5	235.6	36.9
No.8	1.8	0*	21	371.3
No.9	0*	14.3	20.9	113.1

交差相関分析結果（図 2）から，熱中度-心拍変動係数，熱中度-フラクタル次元間にほぼ時間ずれなく有意な相関が示唆された．また AIC によるモデル選択（表 1，AIC の値が小さいほど相対的に良いモデルと判断される）によって，心拍変動係数，フラクタル次元ともに加速度よりも熱中度を良く説明することが示唆された．加速度にのみ依存していれば，身体動作を介した心拍数と熱中度の疑相関である可能性があったが，これは否定されたと解釈できる．重回帰分析でも交差相関分析と同様の有意な相関傾向が見られ，心拍変動係数，フラクタル次元，加速度の 3 変数が全て説明変数として $p < .0001$ で有意となった．心拍変動係数は小さいほど交感神経優位で緊張状態にあると解釈できるため，熱中度との負の相関は，熱中状態が緊張状態にあることを示唆する．この傾向は，フロー状態における自律神経の傾向に類似している．

これらの結果から，熱中度報告と心拍数の分析結果の間には一貫した関係性があり，この関係性の意味で，ある熱中状態が一貫した状態として観測可能である可能性（1 つのモデルとして表現できる）が示唆された．

5.2　実験 2：熱中度と身体動作の関係性

先行研究や著者らの研究によって，読者の熱中状態の動作や姿勢には特徴があることが示唆されている [13, 14]．もしそうなら，身体動作もまた熱中状態を記

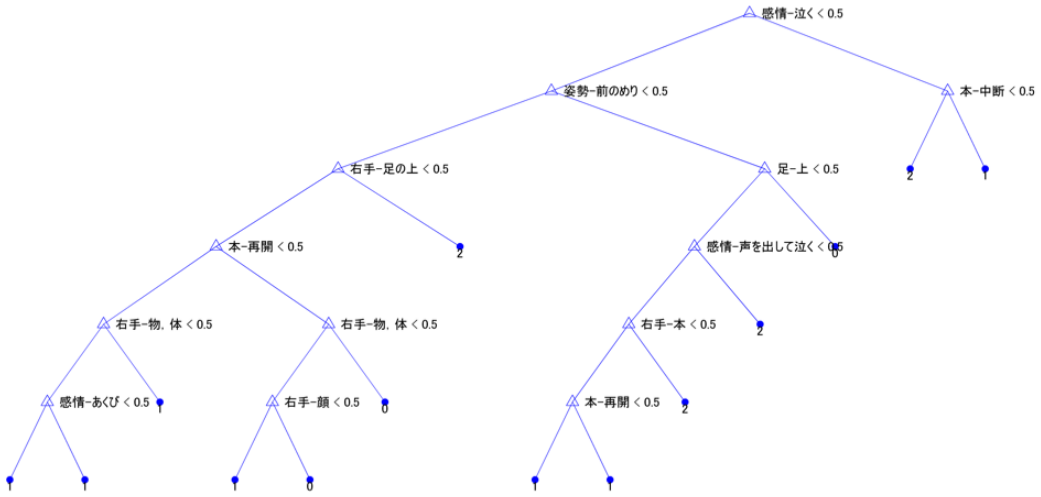


図 3　No.1 の分類木分析結果の一部．ハイフンの前はそれぞれ，右手，左手，姿勢，感情を示す身体状態の変化，本の位置のうち，どの対象の状態なのかを示し，ハイフンの後がどのような状態なのかを示す．例えば，「姿勢-前のめり」は姿勢が前のめりであることを示す．分岐の右側が分岐の内容に合致する（例えば感情-泣くの右側は読者が泣いていることを示す）．木の全体は紙面のスペースの都合上掲載できないため，寄与率が高い順に 20 個の分岐までの木構造を載せた

表 3　熱中度を目的変数，身体動作を説明変数とした分類木の分析結果．分類正答率の有意検定には p<.05 の結果に $*$ を付した．No.1 と No.2 が長編作品を第一著者が読んだ実験，No.3〜No.8 が別の 6 名がそれぞれ短編小説を読んだ結果を示す．

実験 No	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
分類正答率	0.729	0.551	0.777	0.455	0.523	0.477	0.443	0.676
分類正答率検定 p 値	<.000*	<.000*	<.000*	0.093	0.003*	<.000*	0.037*	<.000*

表 2　3 データの重回帰分析結果（t 値のみ）：定数項以外の p 値は全て p <.0001．No.8 では AIC によるモデル選択の結果，加速度を説明変数に採用せず，表中「未使用」と記載．

	定数項	CVR-R	次元	加速度
No.7 t 値	-16.59	-6.24	15.57	5.96
No.8 t 値	-0.42	-19.46	4.58	未使用
No.9 t 値	-3.43	-10.37	3.73	2.71

述するモデルに組み込むことが可能な指標の 1 つであるだろう[7]．実験 2 では読書時の身体動作を説明変数に，読後の 2 ページ単位の熱中度報告を目的変数として分類木分析を行った．もし両者の間に一貫した関係性があれば，分類木分析の正答率は偶然よりも有意に高くなる．

実験は 2 種類あり，実験 1 と同様に被験者が第一著者 1 名の 2 セッションの実験（実験 2-1）と，他者 6 名を 1 名ずつ被験者とする 6 セッションの実験（実験 2-2）に分けられる．実験 2-1 では長編小説を，実験 2-2 では 49 ページの短編小説（1 セッションのみ長編小説の冒頭 39 ページ）を読んだ．読後に再度作品の各ページを確認しながら熱中度を 1 ページごとに評価した．その 1 ページごとの評価を平均して 2 ページ単位の熱中度とし，書き出した動作（ページを捲る動作から 2 ページ間で行われた動作）と対応させて分類木分析を行った．ただし，実験 2-1 の初読データは実験 1 と共有しており，実験 1 の分析が全て終了してから熱中度報告を行ったため，初読後 100 日後に熱中度を報告した．

分類木分析の一例を図 3 に示す．分類木分析では，ある動作や姿勢のルールを作成して熱中度を分類する．両者の間に一貫した関係性があれば，作成されたルールは熱中度を偶然よりも有意に高い正答率で当てる．

分類分析の結果として，この分類ルールの正答率を表 3 に示した．分類木の正答率は，実験 2-1 で 72.9%と 55.1%，実験 2-2 で 45.5%〜77.7%であった（表 3 参照）．本研究での分類木分析の目的は，身体動作から熱中度を高い確率で推定できるルールを作ることではなく，この 2 つの変数間に有意な関係があるか調べることである．そのため，正答率の絶対値の大小を議論するのではなく，この分類木の正答率が，最も頻度が高く解答された熱中度の確率（チャンスレベル）に比べて有意に高いかが意味を持つ．これを 2 項検定で調べた．その結果，実験 2-1 では 2 セッションとも，実

[7]実験 1 ではこれらの先行研究を踏まえて熱中度を身体動作に紐付けて評価した．実験 2 はこの正当性の検討を兼ねている．

験 2-2 では 6 回のセッション中 5 セッションでチャンスレベルに比べ分類木の正答率が p 値 <0.05 で有意に高く，実験 2-2 の残りの 1 セッションも p 値 <0.1 で有意に高かった（表 3 参照）．以上の結果から，身体動作が熱中度を有意に分類可能な程度一貫した関係を持つことが示唆された．この関係性の意味で，ある熱中状態が一貫した状態として観測可能である可能性（1 つのモデルとして表現できる）が示唆された．

5.3 実験 3：熱中度と読解時間の関係性

読むことで熱中状態となるので，読者の熱中状態は読解処理と関連する可能性が考えられる．そこで，著者らは読解処理の時間的な変化と熱中度報告の関係性を調べた．読解処理の推定には読解時間の統計的な分布の推定を利用した．これまで多くの文章理解の研究において，読解時間の増減から読解処理の変化が推定されてきた（文章理解の研究方法を含むレビューとして [17]）．しかし，読解時間の増減だけでは，読解処理が質的に変化したのか，処理内容は変化せず処理時間が変化したのか区別できない．著者らは Hidaka (2013)[18] の方法を用いて，読解時間の統計的分布を推定することで，ある認知処理に含まれているサブプロセス数の変化，またはその処理速度の変化を推定し，読解処理の質的変化を推定した．この推定方法では，読解時間の統計的な分布がそれぞれ異なった読解処理に対応すると解釈し，読解時間の分布が混合分布であれば，読解処理は含まれる分布の数に対応した複数種類の処理で構成されていると解釈する．紙幅の関係上この推定のプロセスの詳細は書けないため，本論文では以下に簡単に実験条件と結果のみ述べる．詳しくは Fuyama & Hidaka (2016b)[10] を参照いただきたい．

実験 3 は実験 2 と同様に，被験者が第一著者（実験 3-1）か他者か（実験 3-2）で 2 種類に分けられる．実験 3-1 は被験者が第一著者で 20 編の長編作品を 1 セッション 1 作品読んだ．このうち 9 セッション分は実験 1 のデータおよび実験 2 の熱中度報告データを用いた（実験 1・2 と別に新たに実験をしたのではなく同じデータを分析した）．実験 3-2 は 10 名の被験者が 2 作品の短編小説および長編小説の冒頭を読んだ（2 データが欠損し，計 18 データ）．このうち，6 セッションは実験 2 と共通のデータを分析した．読んでいる際の映像を録画してページを捲る動作を書き出し，2 ページごとの読解時間を分析に用いた．熱中度は読み終わってから作品を読み直しながら 1 ページあるいは 2 ページごとに報告した．実験 3-1 の主な目的は読解処理推定手法の有効性および読解処理が 2 種類以上推定されるかを確かめることであったため，熱中度データは 2 作品でのみ取得した（実験 2 で分析に用いた熱中度と共有）．

実験と分析の結果，2 種類の読解処理が推定され（読解時間の統計的な分布が 2 つのガンマ分布の混合分布として最尤推定された），その時間的変化が熱中度の時間変化と有意な相関を示した．熱中度とこの読解処理の変化との関係を調べるため，読解処理の変化に対応する読解時間から推定された分布のパラメータを目的変数，熱中度と各ページの文字数を説明変数として重回帰分析を行った．その結果，目的変数が読解時間の分布のため，文字数は当然有意な説明変数となったが，加えて熱中度も有意な説明変数となった（ただし，読んだ物語が作品の冒頭のみで作品に展開がないと有意とならなかった）．読解処理のうちの一種類は読み初めや物語の予想外の展開で用いられ，もう一種類はある程度内容が読者に予想されやすい場所で用いられていると解釈できた．また，実験 3-2 の結果から，同じ作品を読んでいる場合，被験者間で読解処理の変化が類似（有意に正の相関をもつ）することが示唆された．これらのことから，推定された読解処理は予測可能性に関わる文脈依存性をもち，この読解処理の変化が熱中状態の多寡に一貫して関係している可能性が示唆された．

6. 総合議論

以上 3 つの実験から，それぞれ熱中度-心拍数，熱中度-身体動作，熱中度-読解時間の間に有意な線形の関係性があることが示唆された．このそれぞれの関係性は，熱中状態のモデルの一部の推定結果と見なせ，これらの指標間の一貫した関係性の意味で熱中状態が一貫した同一性をもった状態であると解釈できるだろう．ただし，3 つの実験がそれぞれ示唆する 3 つの熱中状態がなんらかの意味で同一なのか，重複する部分があるのか，あるいは別の “熱中” 状態なのかは現段階では不明である．直観的には，共通の（あるいは類似の）熱中度という指標を用いているため，なんらかの同一性や類似性をもった状態であると考えるのが自然だと考える．

もちろん，読書に熱中する体験は個々人ごと，また作品ごとに固有性があり，また “あの” 読書時の我を忘れた感じが忘れられない，といった一回性を持つこともあるだろう．一方で，本研究の結果は，熱中状態のある側面は，客観的な指標によって一貫性をもって観測・特徴づけ可能な認知的な状態であることを示唆

する．この示唆は，無論，“あの” 読書体験の個人にとっての一回性・特別性をなんら否定するものではない．一方で，このような観測や特徴づけ可能な一貫した同一性を持つ認知的状態として扱えることは，たとえば物語理解や読後の現実世界の認識など，他の認知的機能との関係性の議論を可能にする．

アリストテレスが悲劇の本質の１つとして感情の浄化であるカタルシスをあげたように [19]，またリクールが忘我による読者の変化，それにともなう物語の本質的理解と現実世界の認識の変化を議論したように [20]，読者の熱中・忘我状態は単なる読者の一時的な感情的・情動的状態として閉じるのではなく，他の認知的状態と関連することが期待できる．近年，実証的な先行研究においても，物語理解と熱中状態との関係性 [2] や，読後の信念変化と熱中状態の関係性 [1] が注目されている．本研究においても，読解処理が熱中状態と関連して変化していたことは示唆に富む．

本研究によって読者の熱中状態が一貫性をもつ状態であることをある程度確認できたことは，こういった他の認知的機能との関係性を探る基礎として有益であろう．著者らは，今後さらに読者の熱中や忘我状態の特徴づけを進め，こういった他の認知的機能や状態との関係性を調べ，読者の熱中や忘我状態という読書中の印象的な現象から読書行為を捉え直していくことを目指す．

謝辞

本研究を進めるにあたり，圏論に関してご教示と議論をしてくださった長浜バイオ大学の西郷甲矢人さんに感謝します．

参考文献

[1] Green, M., & Brock, T. (2000), “The role of transportation in the persuasiveness of public Narratives”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 79, No. 5, pp.701–721.

[2] Kuiken, D., Phillips, L., Gregus, M., Miall, D., Verbitsky, M., & Tonkonogy, A. (2004), “Locating self-modifying feelings within literary reading”, Discourse Processes, Vol.38, No.2, pp.267-286.

[3] Saussure, F. D. (1910), “3 ème Cours de Linguistique Générale”, Constantin, M.（Ed). (影浦 峡・田中久美子（訳）『ソシュール　一般言語学講義: コンスタンタンのノート』，東京大学出版会．)

[4] Tsuchiya, N., Taguchi, S., & Saigo, H. (2016). “Using category theory to assess the relationship between consciousness and integrated information theory”, Neuroscience research, Vol. 107, pp.1-7.

[5] Tononi, G., & Massimini, M. (2013), “Nulla di più grande”, Baldini & Castoldi. (花本 知子（訳）(2015)．『意識はいつ生まれるのか- 脳の謎に挑む統合情報理論』．亜紀書房.)

[6] 山梨 正明（2007）, “比喩と理解（コレクション認知科学，新装版）”，東京大学出版会．

[7] 西郷 甲矢人 (2012)，“すべての人に矢印を：圏論と教育をめぐる冒険”，数学セミナー．Vol.51, No.7，pp.72–78.

[8] Csikszentmihalyi, M. (1990), “Flow: The psychology of optimal experience”, New York, Harper and Row.（今村 浩明 訳（1996）『フロー体験　喜びの現象学』，東京：世界思想社.）.

[9] 布山 美慕・日高 昇平. (2016), “読書時の身体情報による熱中度変化の記述”, 認知科学, Vol.23, No.2, pp.135-152.

[10] Fuyama, M., & Hidaka, S. (accepted), “Context-dependent processes and engagement in reading literature”, In *Proceedings of the 38th annual meeting of the cognitive science society.*

[11] Green, M. C., & Brock, T. C. (2002), “In the mind’s eye: Transportation imagery model of narrative persuasion” In M. C. Green, J. J. Strange, & T. C. Brock (Eds.), *Narrative impact: Social and cognitive foundation.* New York: Psychology Press. pp.315–341.

[12] Peifer, C., Schulz, A., Schächinger, H., Baumann, N., & Antoni, C. H. (2014). “The relation of flow-experience and physiological arousal under stress–can u shape it?”, *Journal of Experimental Social Psychology*, 53, pp.62–69.

[13] D’Mello, S., Chipman, P., & Graesser, A. (2007). Posture as a predictor of liarner’s affective engagement. In *Proceedings of the 29th annual cognitive science society*, Vol.1, pp.905–910.

[14] 布山 美慕・諏訪 正樹. (2013), “読書行為の熱中過程–読書中の映像分析による熱中状態変遷の観察”, 第 16 回身体知研究会予稿集（SIG-SKL-16），pp.26–34.

[15] 大塚 邦明・久保 豊・堀田 典寛. (2007)，“心電図 R-R 間隔変動：非線形分析（カオス・フラクタル解析）”，日本自律神経学会（編）『自律神経機能検査第 4 版』．文光堂，東京．pp.169-182.

[16] Hidaka, S., & Kashyap, N. (2014), “On the estimation of pointwise dimension”, *arXiv preprint arXiv: 1312.2298*, No.23300099.

[17] Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994), “Discourse comprehension”, *Annual review of psychology*, Vol.48, pp.163–89.

[18] Hidaka, S. (2013), “A computational model associating learning process, word attributes, and age of acquisition”, *PLOS ONE*, Vol.8, No.10, e76242.

[19] アリストテレース・ホラーティウス（trans. 1997），“詩学”，松本 仁助・岡 道男（訳），岩波書店．

[20] Ricœur, P. (1983), “Temps et récit I”, Paris: Seuil.(久米 博 (1987). 『時間と物語 < 1 > 物語と時間性の循環／歴史と物語』．新曜社.)

創作に注目した「身体表現教育」の実践とその効果 ：ダンスを専門としない大学生を対象として

Developing and testing an undergraduate educational program for non-dance-majors to foster creative physical expression

中野 優子†，清水大地‡，岡田 猛‡
Yuko Nakano，Daichi Shimizu, Takeshi Okada

†東京大学大学院学際情報学府，‡東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies/Graduate School of Education, The University of Tokyo
nakanoyuko89@gmail.com, daichi@p.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp,

Abstract

In this study, based on our previous practices ([1][2]), in collaboration with a professional dancer, we designed a dance course focused on the creation process for non-dance majors. We analyzed its educational effects using four types of data: students' response papers, evaluations of students' physical expression, questionnaires administered before and after the course, and students' final reports. The results show that the dance course improved various aspects of the undergraduates' awareness (e.g., characteristic features of themselves and other students, and the relationship with other students), and their communication patterns. We discuss how the design of this dance course can be applied to various participants.

Keywords — Artistic expressive education, Artistic creation, Physical expression , Dance, University education

1. はじめに

身体表現を創作するという経験は大学生にどのような変化をもたらすのだろうか．また，それらの変化を効果的にもたらすための授業はどのようにデザイン・実施されると良いのだろうか．

近年，「身体」や「身体活動」が注目され，関連した様々な研究や教育的試みが実施されつつある．そもそも身体の重要性に関しては，例えばDamasio[3]が心身二元論への反論として取り上げたのを契機として，身体の認知への影響を検討した身体性認知（例えば[4]）の重要性や，ジェスチャーなどの非言語コミュニケーションの重要性[5]などが指摘されてきた．そのような「身体」を用いる様々な活動を考えてみると，スポーツ，芸術表現（演劇，音楽，ダンス），日常生活，などが挙げられ，人間の活動はすべて身体を伴っている，と主張することも出来よう．そこで本研究では，様々な活動の中でもとりわけ，ダンスを創作するという活動に注目する．「身体」を基にして考えたり，表現したりするダンス創作という活動には，自分自身の思いや感情やイメージを身体活動を通して他者に伝えたり，身体感覚に基づいて自分自身や他者と深く関わり合ったり[6]，普段の言語的なコミュニケーションとは異なるコミュニケーションの在り方に触れたり，ダンスの文化そのものに参加したりといった，様々な教育的可能性が秘められていると考えられる．教育の領域では，創造的教養人[7]として生涯にわたって能動的に芸術文化に触れていく力や，21世紀型スキル[8]のように自ら新しい考えを生み出す創造力や他者と協働活動を行っていく能力の重要性が主張され始めているが，これはダンス表現教育の持つ教育的可能性と重なるところが大きいだろう．以上のことを踏まえると，ダンスの創作活動を体験することは，ダンスの専門家を目指さない学生・社会人にとっても大きな意味があると考えられるだろう．特に，大学教育では，これまで行われてきた教養教育の見直しの中で，情動や身体を介した表現活動・創造活動に取り組むことの必要性が主張されてきているにも関わらず，その実践はほとんど行われていないのが現状である[9]．

そこで，本研究では，ダンスアーティストの美木マサオ氏と協働で，ダンスを専門としない大学生を対象に，創作に注目したダンスの授業をデザイン・実施し，その教育的効果を多様な観点から測定した．

1．1．ダンス創作において必要とされる要素

創作に注目したダンスの授業をデザインするにあたり，以下ではまずそもそもダンスを創作するとはどのようなプロセスで営まれるのか，その結果として創作を行う人にはどのような変化が生じるのかを検討することで，授業で何をどのように教えるべきか，その要点について導出する．

ダンスとは，「時間と空間において，目的的，意図的かつリズミカルで文化的に影響された身体運動や静止の連続によって構成された人間の行為」[10]と定義されているように，身体を媒体として，ある時間と空間において，伝えたいことを表現するといった特徴を持

つ芸術表現である．即ち，1）内的なものを，2）身体を通して表現し，3）誰かに伝えるという構造がダンスの特徴であるといえよう[6]．とすると，ダンス創作の本質的要素は，1）内的表象の形成，2）身体運動の形成，3）他者への伝達であると考えられる．では，実際の創作活動は，これらの要素がどのように機能することで営まれていくのだろうか．以下では，その具体的なプロセスに着目した．

1．2．ダンスの創作プロセス

美術や演劇，ダンスといった多様な表現領域を対象に，その創作プロセスを検討している岡田[11]は，様々な先行理論を統合して芸術表現プロセスのモデルを提案している．そのモデルでは，芸術創作は，芸術領域との関わりの中で，「知覚と行為のサイクル」と「行為と省察のサイクル」が繰り返されることで展開すると主張されている．このモデルに基づいて考えると，ダンス創作は，ダンス領域をはじめとした様々な領域の文化との関わり（特に，上演芸術としてのダンスの特性から観客や共演者といった他者や，音楽や空間といった環境との関わり[12]）の中で，「知覚と行為のサイクル」と「行為と省察のサイクル」という 2 つのサイクルが繰り返されることで展開すると考えられる（図1）．具体的には，作品のコンセプトや知識といった様々な事柄についての長期記憶から具体的なコンセプトやアイディア，感情，イメージといった内的表象が形成される．これがダンス創作の本質的要素の 1 つである内的表象の形成である．その形成した内的表象を，運動神経系や筋肉・関節などによる身体運動制御などを通して実際に身体行為としてある環境の中で表す．これがダンス創作の本質的要素の 2 つ目である身体運動の形成と関わってくる．実際に運動としてある環境において行為が行われると（本質的要素の 3 つ目である他者への伝達），環境や他者からフィードバックが返ってくる．それを積極的に知覚し，省察したりしながら内的表象を形成し直し，その内的表象に基づいて，更なる運動が生成されるというサイクルが繰り返されていくことで，ダンスは創作されると考えられる．もちろん，サイクルの始まりが内的表象の形成ではなく，まず運動が生み出されて，それを環境の中で行うことで返ってきたフィードバックにより内的表象が形成されていくという場合もあり得るだろう．

まとめると，ダンス創作はダンス領域を始めとしたさまざまな領域の文化との関わり，観客や共演者といった他者や環境との関わりの中で，「知覚と行為のサイクル」と「行為と省察のサイクル」が繰り返されていくことで展開する。その際，ダンスの本質的要素である 1）内的表象の形成，2）身体運動の形成，3）他者への伝達が相互に関わり合うことで上述のダンス創作のプロセスは営まれていると考えられる．

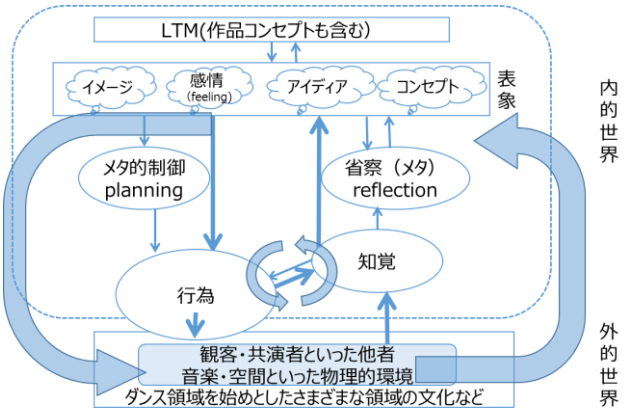


図1 岡田（2013）をもとに作成したダンス創作プロセスのモデル

1．3．創作者に起こりうる変化

上述のようにダンス創作のプロセスが展開されるとすると，それを行う創作者にはどのような変化が生じるだろうか．例えば自分の内的表象や知覚したことに対して省察したり，それをメタ的に制御して身体行為を行う際に，自分自身のイメージやアイディア，感情といった内的表象や身体行為について意識し自覚的になることで，自分自身の身体的，内的特性へ気づきが生じる．またある環境の中で他者に対して自分の身体表現を発信したり，他者からのフィードバックを得たりしながら知覚と行為，行為と省察のサイクルを展開させるということは，外的世界に注意を向けて，意識的に関わることを意味し，その結果，他者の身体的・内的特性への気づきや環境への気づき，自分と外的世界（他者や環境）との相互作用や関係性に対する気づきが生じる可能性がある．更に他者との積極的な関わり合いが円滑に行われるということは，同時にコミュニケーションが促進されることにもつながるであろう．このように創作者には，様々な気づきやコミュニケーションの促進といった変化が生じうると考えられる．

以上を考慮すると，創作に注目したダンスの授業は，内的表象の形成，身体運動の形成，他者への伝達といったダンスの本質的要素を体験するために，学習者の中で「知覚と行為」「行為と省察」のサイクルが，多様な外的世界との関わりの中で活発かつ効果的に繰り返されるようにデザインされるべきであろう．

1．4．創作に注目したダンス教育の目標

上述したように，現代社会では身体への関心の高ま

りとともに，生涯，芸術をはじめとした文化に能動的に親しんでいけるような力（創造的教養[7]）や，現状をきちんと理解するだけでなく，他者と協働で現状から新しいアイデアや考えを自ら創出していく力（ 21 世紀型スキル[8]）が求められている．更に，特に大学教育に関しては，情動や身体を介しての創造活動の必要性が主張されている[9]．以上の現在の教育・大学教育で目指されていること，そして上述したダンス創作の際に創作者に起こりうる変化を考慮し，本研究では教育目標を以下の 2 点に設定した．1 点目は，自分・他者・環境について，多様な見方・観点を通して接し，積極的に新たな気づきを得る力を促進すること，2 点目は，他者とのコミュニケーションを促進することである．

1．5．教育プログラムのデザインの指針

上述したダンス創作のプロセスを教育プログラムとして具体的にデザインしていく上で，どのような指針を設けると良いのか．中野・岡田[13]の熟達したダンサーの振付創作についての実証的な研究によると，熟達したダンサーは，確かにモデルにあるような実に様々な対象（自分の身体やイメージといった内的表象や，音楽や空間といった環境，他者など外的なもの）に積極的に注意を向け，省察することでダンスを生み出す際の着想を得ること，その着想を様々な身体運動の観点（空間的側面や時間的側面）を利用することで実際にダンスとなって現れる身体運動を生成し，その運動に注意を向け更なる着想の観点を得て，再び動きを生み出していく，といった認知過程と身体過程を複雑に関わり合わせ，それを繰り返しながら，ダンス創作を営んでいた．岡田[11]のモデルとこの知見を基に，中野・岡田[1]や Nakano, Shimizu, & Okada[2]におけるダンス教育プログラムのデザインでは，教育的介入の観点として，様々な対象を積極的に知覚・省察することと，その省察に基づいて行為を生み出すということ，更に他者とのインタラクションを促進することを重視していた．これら 2 回の実践からは，他者とのインタラクションや協働作業に困難さと面白さを感じる参加者が多かったため，本研究では，上述した教育的介入の観点の中でも，他者や環境という外界とのインタラクションを積極的に促進する，という点を強調して教育プログラムをデザインした．

1．6．教育効果の測定

新たな教育プログラムを開発する際，実践の教育効果は様々な観点から測定される必要がある [14]．本研究の教育目標は，ダンスの創作を体験することを通して，受講生の様々な気づきや，コミュニケーションを促進することである．この目標が達成されたかどうかを，本研究では，授業中と授業後の変化の 2 つの側面から捉える．まず，授業時に受講生が自分や他者に注意を向けて多様な観点から捉えることができるようになったのか，それを受けて他者との関係の中で身体運動を工夫して表現することができるようになったのかについて，受講生自身の認識と専門家の評価から検討する．

次にそのような授業でのプロセスを経て，結果としてどのような変化が起こったのかについて検討する．変化については，これまでの著者らの実践（[1][2]）と同様に授業前後の質問紙で，身体表現活動を通して受講者のダンスや表現活動，日常生活における意識がどのように変化したのかについて検討する．更に，気づきに焦点をあて，具体的に授業で印象に残った体験と，そこで起こった気づきの内容の詳細を捉えるために，授業後に課題として提出されたレポートの内容について分析を行った．

1．7．本研究の目的

ここまでの内容を考慮し，本研究では，創作に着目したダンスの授業を，他者や環境との関わり合いを重視した設定の下，デザイン・実施し，その教育効果を授業中に生じた変化と授業後に生じた変化，という 2 つの側面から実証的に検討することを目的とした．

2. 方法

以下で，実際に行われた授業の概要とそのデザイン，また教育効果の検討方法について述べる．

2．1．授業の概要とデザイン

授業は東京大学教育学部において「身体表現の創作」という講義名で，2016 年 1 月 18 日から 22 日までの 5 日間，集中講義として実施された．講師はダンスアーティストの美木マサオ氏であり，学部 3，4 年生を中心に 9 名（男性 : 5 名，女性 : 4 名）が参加した．授業の目的は，上記の教育目標等を踏まえ，「他者との関わりの中から自分について気づきを得ること」と設定した．

授業を担当した美木マサオ氏は，舞台等の作品創作活動と，様々な人を対象としたワークショップ活動の両方を 16 年にわたり，多数行ってきた現役のエキスパートの芸術家である．また，「機能の解体と再構築」という創作ビジョンのもと，他者や環境（特にモノや人工物）との関係を捉え直すことでダンス作品を生み出

表1 授業の概要

授業	目的	内容	調査
1日目	物事を多角的に捉える	環境（モノ）と積極的にかかわることでダンスを創作する（例：サボテンと踊る）	質問紙調査（事前調査），エアー，コメントシート
2日目	他者からのフィードバックを積極的に利用しながら自らの表現を創作する	他者との関わりからダンスを創作する（例：他者のためのダンスを創作する）	
3日目	環境（モノ）と他者の両者と関わることでダンスを創作する	少人数に分かれて，グループごとにモノとも関わりながらダンスを創作する	
4日目	構成	3日目までにやったことを組み合わせて一つの作品を構成する．	
5日目	発表	作品の発表	質問紙調査（事前調査）
1～2週間後			レポート

したり，そのような自身の創作プロセスを体験させる教育活動を広く行っている[15]．これらのことから，本研究におけるダンスの文化と創作活動を体験させる授業の実践担当者としてふさわしいと考えられた．

授業に関しては，美木氏と議論を重ねつつ，デザインを行う際の指針に基づいて計画を立てた．5 日間の授業概要とそのねらいを表 1 に示す．教育目標である外界とのインタラクションを効果的に体験することができるよう，様々な対象と段階的に関わりを深めていけるよう授業内容を設定した． 1 日目は，今ここにある物事を多角的に捉えるという観点を養うために，環境と積極的に関わり合うことでダンスを創作するという活動を主に行った．今回の授業では，初学者の大学生が対象として関わりやすいように，環境の中でもモノに焦点を当てた．具体的には，脚立やヘルメット，サボテンといったモノを用意し，受講生がそれぞれに好きなモノを選び，そのモノを様々な観点から注意深く観察して，そのモノとの関係性からソロのダンスを創作した．多角的にモノを観察する際の観点については，講師が手本を示した．2 日目は，他者からのフィードバックを積極的に利用しながら自らの表現を創っていくということを体験させるために，他者との関係性の中から動きを生み出す活動や，他者の特徴を様々な観点から捉え，他者のためのダンスを創作するという活動を中心に行った．3 日目は，モノ（環境）と他者の両者と関わりながらダンスを創作するという活動を行った．また，授業日後半の作品創作に向けて，1 人 1 人が表現者であるという意識を促すために，講師にパフォーマンスを行ってもらい，そのパフォーマンスについて批判させるという活動も行った．4 日目は 3 日目までに体験した活動を組み合わせて全員で 1 つの作品を構成していくということが行われた．5 日目は，構成された作品を，文脈を共有していない他者に伝えるということを体験させるために，授業と関わりのない外部の人を観客として招待し，発表する発表会が行われた．発表された作品のタイトルは「each position」（約 40 分）であった．

なお，これらの授業デザインは，講師と第一著者，第二著者の三名で授業が実際に開始される 1 年前から定期的にミーティングを実施し，議論を行った上で決定された．

2．2．教育効果についての検討方法

授業の教育効果については，以下の 4 つの方法を用いて，多角的に検討した。まずは，1）各授業回における認知的な変化を具体的に捉えるためのコメントシート（1 回の授業ごとに提出），2）受講生の身体表現の変化を捉えるための特定のワーク（エアー）におけるパフォーマンス評価（ワーク自体は，1 回の授業ごとに実施），3）授業前後での表現活動・日常生活に関する認知的変化を捉える質問紙（初日の授業開始時と最終日の発表会後に実施），4)受講生が得た気づきの具体的な内容と，それを引き起こした体験について検討するための受講生のレポート（全授業終了後 2 週間以内に提出）の合計 4 点である．以下詳述する．

2．2．1 授業ごとのコメントシート

授業時に受講生が自分や他者に注意を向けるようになったか，それを受けて他者との関係の中で身体運動を工夫して表現することができるようになったのか，受講生の認識について検討した．毎回の授業後に全 13 項目の質問項目（5 件法；1：全くそう思わない～5：そう思う）と 6 項目の自由記述を含むコメントシートを配布し，それを次回の授業の冒頭で回収した．5 件法による質問項目を表 2 に示す．

分析においては，今回は 5 件法による質問項目のみを利用し，全 5 日間の授業を通した変化をその平均値から検討した．

2．2．2．エキスパートによる評価

受講者の身体表現は，エキスパートから見ても，他者を多様な観点から捉え，それを受けて身体表現を工夫できるようになっていたのか．ここでは，授業に参加することで生じた受講者の身体表現の変化に対して，連日実施されたワークを対象にし，「他者を多様な観点



図2「エアー」を行う受講生

から捉えられていたか」「他者との関係において身体の動きを工夫できていたか」という観点からエキスパートに評定を行ってもらい検討した．対象としたワークは，「エアー」[16]という複数名の他者と協働で 1 つの身体表現を即興的に創作していくワークである(図2)．分析では，2 日目から 5 日目に行われたこのワークでの参加者の表現の質について，エキスパートによる評定を行い，時期を通した変化を検討した．(1 日目に関しては，講師も共に参加し，表現を行ったため，分析からは除外した．)

「エアー」では，受講生が 4〜5 人のグループに分かれ，円になって立ち，少しずつ身体を様々に動かしたり，様々な声を出したりしながら，お互いを感じて動いていく．他者に対して即興的に身体運動や声を用いて反応し合うことで，グループ全員で 1 つの身体表現を創発させていくワークである．毎回の所要時間はグループによって若干異なるものの，5 分程度であった

このワークについて，授業に携わっていない 2 名の熟達したコンテンポラリーダンサー（経験年数 11 年，20 年）に評定を依頼した．2 名のダンサーは，講師の美木氏，ワーク考案者の香瑠鼓氏の活動に長期間関わってきた経験を有しており（美木氏：5 年，10 年；香瑠鼓氏：5 年，13 年），このワークについての評価基準を共有していると考えられる．評価の手続きとしては，まず全グループの映像を 1 度通して見てもらった上で，再度映像を見ながら，グループごとに 1)グループ全体の評定，2)グループ内の個人の評定を行ってもらった[1]．評定項目を表 3 に示す．これらの項目を全てのグループ，全ての個人について，7 件法（1:まったくそう思わない〜7:とてもそう思う）により評価してもらった．なお，これらの評価項目の内容については，このワークの経験を豊富に有する第一著者が，考案者である香瑠鼓氏と議論の上作成し，第二著者と協議し修正した上で，講師の美木氏に確認し，作成した．

[1] グループの提示順については，評定者ごとにランダム化し，実施時期が分からないようにしたうえで提示した．

2．2．3 授業前後の質問紙

5 日間の授業を受けた結果として，受講生にどのような認知的な変化が生じたのかを捉えるために，授業期間の前後（初日の授業開始時と，最終日の発表後）に受講生 9 名を対象に質問紙調査を実施した．質問項目については，中野・岡田[1]を参考にして作成した Nakano, Shimizu, & Okada[2]と同様の，「表現活動に関する興味や他者との関係性」と「日常生活におけるものの捉え方や他者との関係性」を問う全 35 項目であった．

分析は，1）欠損値の補完，2）授業実施前後における各因子得点の変化の検討（Nakano, Shimizu, & Okada[2]の因子構造をそのまま利用），という手順で進められた．各分析の詳細は，結果において後述する．

2．2．4 レポート

受講生に生じた気づきの詳細な内容を捉えるために，授業の中でどのような体験から，どのような気づきが引き起こされたのかについて受講生が授業終了後に書いたレポートを分析対象として，検討を行った．レポートは，様々な質問項目に対して自由記述形式で回答を求めたものであったが，分析の目的から「授業についての感想」と「授業を受けてからレポートを書くまでの間に，授業での体験が日々の生活にどのように影響したか」という 2 つの項目についての回答を分析対象とした．

分析は，1)回答の区切り，2)該当する回答の抽出，3)カテゴリの生成，という 3 つの手順で行われた．まず，意味内容に基づいて回答をセグメントに区切った．次にその区切られた回答について，「気づきを引き起こした体験」と「気づきの内容」に関係したもののみを抽出し，最後にそれぞれに関する回答をまとめて，ボトムアップにカテゴリを作成した．分析のすべての段階は，第一著者と第二著者の協議により進められた．

3. 授業実施による教育効果

3．1．授業ごとのコメントシート

授業時に受講生が自分や他者に注意を向けるようになったか，それを受けて他者との関係の中で身体運動を工夫して表現することができるようになったのか，受講生の認識について，授業 1 回ごとに尋ねたコメントシートを分析対象として検討した．結果を図 3 に示す．まず項目 1,2 の自分自身への意識については，いずれの項目も平均点が 3.8 以上と高く，受講生が授業の 5 日間を通して，自分自身のイメージや感情，アイ

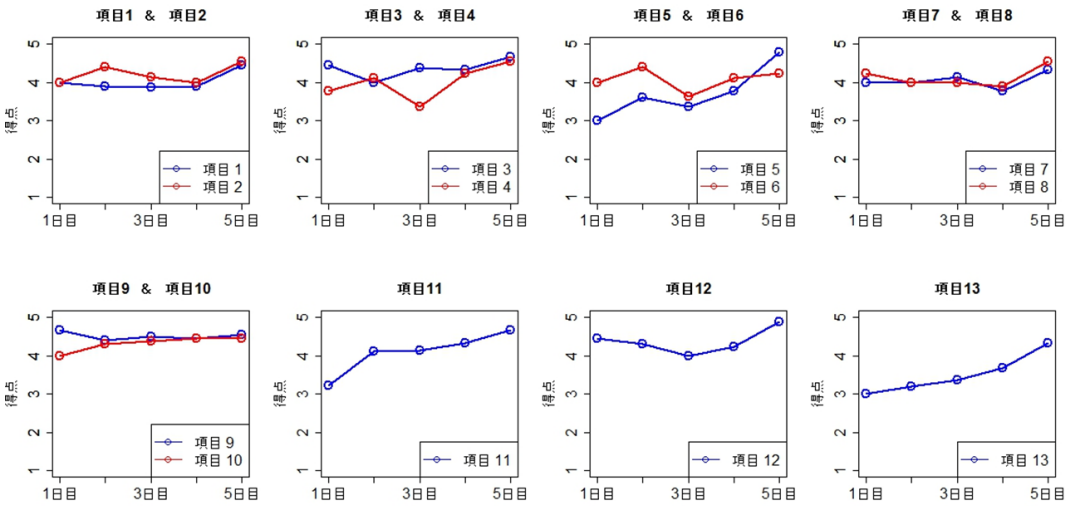


表2 コメントシート質問項目

1. イメージ，感情，アイディアなどが浮かんできた
2. 自分の身体を意識した
3. 他者の持つイメージ，感情，アイディアなどに気づいた
4. 他者の身体状態について意識した
5. 今日は身体を使った表現がうまくできたと思う
6. 今日は自分の身体表現のバリエーションが増えたと思う
7. 授業中に自分のダンスについて振り返った
8. 自分について何か気づきがあった
9. 授業中に他者のダンスに注意を向けた
10. 他者について何か気づきがあった
11. 自分と他者との関係について何か気づきがあった
12. 表現として，次は何をしてみようかと考えたり，動きの順序を工夫したりすることがあった
13. 考えすぎずに，感じたままに踊ることができた

図3 コメントシート分析の結果

ディア，身体に終始注意を向けている様子が窺える．特に項目 2 の身体に関しては，平均点が 4 以上と終始高く，受講生が授業を通して特に自分の身体を意識していたことが示唆された．

次に，項目 3,4 の他者に関しては，項目 3 の平均点が終始 4 以上であるという結果から，授業期間を通じて，受講生は他者のイメージや感情，アイディアを常に意識している様子が窺われた．一方で，他者の身体状態への意識（項目 4）は，3 日目で下がり（3.38），最終日に向かって再び上がっていく様子が見られた．これは 3 日目に，多様な観点から他者や環境と関わっていく中で，並行して身体運動を生み出していくことに困難が生じたためだと考えられる．確かに受講生のコメントシートにおける自由記述を見てみても，印象に残った出来事として「エアーがうまく展開できなかった」と受講生の一人が述べているように，他者と関わるワークについて苦心している様子が見受けられた．これは，1 日目，2 日目とダンス創作の体験を重ね，活動に慣れてきためにかえって様々なことを意識しすぎたためと，更に，3 日目の授業内容が環境と他者の両方に注意を向けながらダンスを創作するという複雑な内容であったことも影響して，他者の身体状態に対して，どのように自身の身体で反応したらよいのか，迷いが生じてしまい，グループ内での反応が停滞していたためと考えられる．実際，「意識しすぎて動きづらくなった」，「他の人の動きを感じるのが難しい」といったコメントも見られた．よって，上記の理由から，3 日目に，他者の身体状態を意識できなかったと感じた人が多かったのであろう．一方で，他者についての気づき（項目 10）は終始 4.3 以上と，授業期間を通じて，高い状態を維持している様子が見られた．また，自分と他者の関係性への気づき（項目 11）は，授業初日は平均点が 3.2 と比較的低い状態から，授業を経るごとに徐々に上がっていく様子が示された．これらの変化には，他者と多様な観点から関わり合えるように，初日はモノを多様な観点から捉え直すことから始めて，徐々に他者との関わりを濃密にしていった授業デザインが深く関係していると考えられよう．受講生は授業を通して自分や他者に積極的に意識を向けながら身体表現を行った結果，自分自身や他者，自分と他者の関係性に対して何らかの気づきを得ていたのだと考えられる．また，「身体でよく表現できたと思う」という項目 5 に関しても，授業後半になるにつれて徐々に得点が上昇しており，注意を向けたことについて身体表現として的確に表現できるようになったと受講生自身が認識していった様子が窺える．

以上のように，受講生は授業が展開するにつれて，ある側面に困難を感じながらも，自分や他者により注意を向けるようになり，身体運動を工夫して表現できるようになっていったと認識していたことが示された．

3. 2. エキスパートによるパフォーマンス評価

受講生の身体表現の質はエキスパートの観点からも授業を通して変化していったのだろうか。まず，グループの結果を図 4 に示す．図からわかるように，身体運動の側面，声の側面，空間の側面いずれに関しても，授業前半（2 日目，3 日目）よりも後半（4 日目，5 日目）に高くなっていく様子が見られた．このことから，グループ全体としては，お互いにメンバーの身体の動きや空間の使い方，声などを多様な観点から捉えること，そしてそれらを考慮し，身体の動きや空間の使い

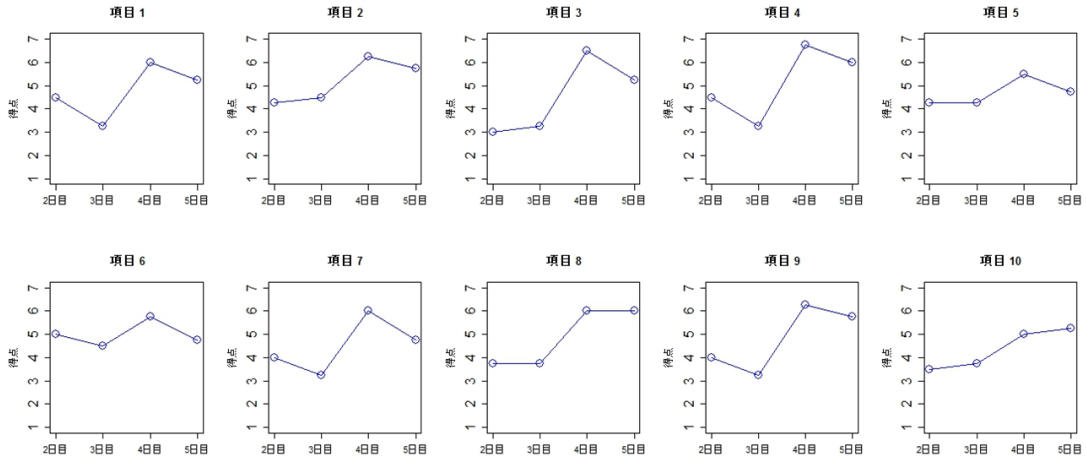


図4 エキスパート評定の結果（グループ）

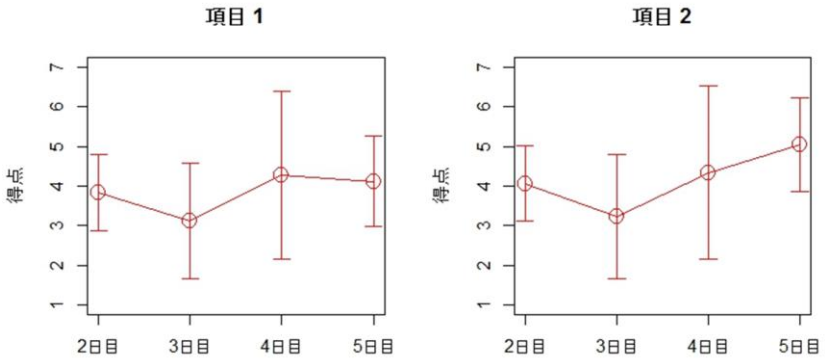


図5 エキスパート評定の結果（個人）

表3 評定項目

	グループ
1	他者の身体の動きを多様な側面から捉える
2	身体の動きを工夫する
3	他者の空間の使い方を多様な側面から捉える
4	空間の使い方の工夫
5	他者の声の使い方を多様な側面から捉える
6	声の使い方の工夫
7	他者の身体の動き，空間の使い方，声の使い方を多様な側面から捉える
8	身体の動き，空間の使い方，声の使い方の工夫
9	グループとしての作品の良さ
10	評定者の作品に対する好み
	個人
1	他者の身体の動きや空間の使い方、声を多様な観点から捉える
2	他者との関係において身体の動きや空間の使い方、声を工夫できていたか

方，声を工夫して表現することが出来るようになったと言えよう．他者と積極的に関わることが授業の主な活動内容であったことと，その中でも更に，発表会に向けて個人個人というよりはグループで 1 つの作品を創ったという活動を行ったため，グループ全体としては，他者を多様な観点から捉えて，その捉えたことを実際に表現として具現化することができるようになったと考えられる．

次に，個人に関する結果を図 5 に示す．図 5 から，項目 1（他者の身体の動きや空間の使い方，声を多様な観点から捉えることが出来ているか），項目 2（身体の動きや空間の使い方，声を工夫出来ているか），共に 4 日目，5 日目に評価が高くなっていることが分かる．実際に分散分析と多重比較により検定を行ったところ，項目 1 において 2 日目と 4 日目，3 日目と 4 日目に差異が見られたこと（分散分析：$F(3, 21) = 4.74$, $p = .011$, 多重比較：$p = .009$, $p = .057$），また項目 2 において 2 日目と 5 日目，3 日目と 4 日目，3 日目と 5 日目に差異が見られたこと（分散分析：$F(3, 21) = 5.52$, $p = .006$, 多重比較：$p = .047$, $p = .047$, $p = .014$）が示唆された．これらの結果から，個人に関してもグループと同様に授業前半（2 日目，3 日目）よりも後半（4 日目，5 日目）において，他者について様々な観点から捉えることと，他者との関係において身体運動を工夫することができるようになっていたと考えられる．これは，上記した他者と積極的に関わる活動を行ったことに加え，他者との関わりを通して自分の特性について気づきを得られるように，他者からフィードバックをもらう時間を積極的に設けたり，一人一人が表現者であるということを自覚してもらうために，講師のパフォーマンスを批判する時間や，少人数で講師と対等に踊り合うという活動を行ったことも関係していると考えられる．このように受講者一人一人が，個性を持った表現者として，対等に刺激し合うことで最終日の発表会に向けての創作活動が営まれた．その結果として，グループ全体としてだけでなく個人個人の表現としても，授業前半よりも後半の方で評価が高くなったと考えられる．

以上の結果から，エキスパートの観点からも，授業を体験することによって，授業前半よりも後半の方が，他者との関わりという観点からみたグループとしての受講生の身体表現そのものが良くなる様子が見られた．また個人に関しても，捉え方に関しては若干の変動が見られるものの，特に実際に身体表現に工夫ができていたかどうかという点に関して得点が上昇した．

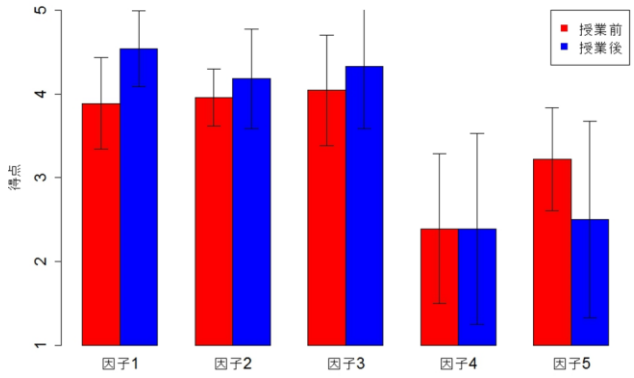


図6 授業前･授業後の因子得点

では，こういった授業のプロセスを経た結果，受講生の認知的な側面はどのように変化したのだろうか．

3．3．授業前後の質問紙

同様の質問紙を用いた Nakano, Shimizu, & Okada[2]では探索的因子分析の結果，5 因子構造が抽出されていた．ここでは，この結果を参考にし，それらの 5 因子の得点が授業参加前後に変化したかどうかを，受講生 9 名のデータを用いて検討した（図 6）．対応のある t 検定を行ったところ，因子 1 が $t(8)=2.9$, $p<0.02$,$d=0.97$,[0.13:1.17]，因子 2 が $t(8)=1.61$, $p<0.15$,$d=0.54$,[-0.10:0.54]，因子 3 が $t(8)=1.8$, $p<0.11$,$d=0.6$,[-0.08:-0.66]，因子 4 が $t(8)=0$, $p<1$,$d=0$, [-1.36:1.36]，因子 5 が $t(8)=1.53$, $p<0.16$,$d=0.51$, [-1.81:0.37]という結果が示唆された．9 名とサンプル数は少ないものの，因子 1 において統計的に有意な差がみられた．また因子 2，3，5 においては統計的に有意な差は見られなかったものの，中程度に近い一定の効果量が示された（豊田[17]を参照）これらの結果から，授業を通して受講生の表現活動・創作活動への興味・思いが増したこと，ダンスを行う際に他者との関わり方により注目するようになったこと，自己主張の必要性への認識が下がり，日常生活における自分自身や他者の感情や身体への注目が増加したことが分かる．次節では，このような変化の中でも，特に教育目標である自分自身や他者への「気づき」に焦点をしぼり，レポートの分析を行う．

3．4 レポート

授業終了後のレポートの分析により，受講生は授業の内容の中でも具体的にどのような「体験」から，どのような「気づき」を得たのかについて検討した．作成されたカテゴリと回答を分類した結果を表 4（体験），表 5（気づき）に示す．

体験に関していえば，「他者と関わり合うことで動きを生み出す体験」（9 人中 7 人）や「物事を多角的に見る体験」（9 人中 5 人），「協働で 1 つの作品を創作する体験」（9 人中 4 人）が最も多く言及され，他者との関わりを積極的に行ったり，モノを多角的に観察したりすること，そして他者と協働で身体表現を生み出すことといった，今回の授業で指針として重視して設定した内容が，受講生の中で体験として印象に残っているようであった．

またその体験から，受講生は「自分自身に対する気づき」，「他者に対する気づき」，「他者と関わることに対する気づき」，「日常生活に対する気づき」，「芸術表現に対する気づき」といった実に様々な気づきを得ていた．その中でも特に「自分自身に対する気づき」である「自分の特性」（9 人中 7 人），「他者と関わることに対する気づき」である「相互作用の面白さ」（9 人中 5 人），「場を共有することへの面白さ」（9 人中 5 人）をはじめとしたカテゴリが多く言及されており，受講生が他者との関わり合いの中で，その関わり合いそのものに対する面白さに気づいたり，その相互作用を活発にするための要素である全員で一つの場を共有するという感覚の面白さを体感していたり，そのような他者との関係性の中における自分自身の個性や役割といった自分の特性に対して認識を深めている様子が伺えた．このように授業を通して受講生は多様な観点に関する気づきを得ていた．また，それらの内容を統合して考えると，他者とのやり取りや協働活動により注意や興味を抱くようになっており，コミュニケーションが促進されたと主張することも出来るだろう．

4. 総合考察

本研究では，ダンスを専門としない大学生を対象として，創作に注目したダンスの授業をデザイン・実施し，その教育効果を多様な観点から測定した．なお，授業のデザイン・実施に関しては，著者らがこれまで積み重ねてきた実践（[1][2]）を考慮しつつ，ダンスアーティストの美木マサオ氏と協働で取り組み，今回は，ダンスを通して，特に他者や環境といった外的世界との関わり合いを活発に行うことを強調した．また，授業の教育効果について，質問紙や授業の感想やレポート，授業時のダンスパフォーマンスといった多様な観点から検討した結果，ダンスの創作に取り組む経験を通して、受講者には自分や他者，そしてその関係性といった様々な点に気づきや変化が起こり、コミュニケ

表4 気づきを引き起こした体験

番号	カテゴリー	定義	$a_{さん}$	$b_{さん}$	$c_{さん}$	$d_{さん}$	$e_{さん}$	$f_{さん}$	$g_{さん}$	$h_{さん}$	$i_{さん}$	total(人)
1	他者と関わり合うことで動きを生み出す体験	他者とインタラクションを行う中でダンスを生み出していくという体験	○		○	○	○		○	○	○	7
2	物事を多角的に見る体験	一つのモノや他者を様々な観点から観察した経験		○	○	○		○			○	5
3	協働で1つの作品を創作する体験	他者と協力し合って，一つのダンス作品を創っていくという体験				○		○	○		○	4
4	他者からフィードバックを得る体験	他者から自分の特性についてのフィードバックを得た体験			○	○		○				3
5	多様な他者と時間をすごす体験	普段の授業では知り合わないような多様な他者と集中講義を通して時間を共にすごしたという体験						○		○		2
6	感じたことを直接表現する体験	感じた感情などを取り繕うことなくそのまま表現するという体験	○					○				2
7	まず行動してみるという体験	一見難しそうに聞こえる課題でもやってみると意外と動けるという体験			○			○				2
8	その他				○	○			○	○		4

表5 受講生が得た気づき

番号	カテゴリー		定義	$a_{さん}$	$b_{さん}$	$c_{さん}$	$d_{さん}$	$e_{さん}$	$f_{さん}$	$g_{さん}$	$h_{さん}$	$i_{さん}$	total(人)
1	自分自身に対する気づき	将来に関する目標	自分自身の将来のビジョンや目標に気づく			○			○				2
		自分の特性	自分自身の個性や集団における役割に気づく	○		○	○		○	○	○	○	7
		自分の感覚	五感や体性感覚といった自分自身の感覚に気づく				○		○	○	○		4
2	他者に対する気づき	他者の特性	他者の個性や集団における役割について気づく	○		○			○			○	4
3	他者と関わることに対する気づき	相互作用の面白さ	他者の動きに反応し合うことで，動きを生み出していくことの面白さに気づく	○	○		○				○	○	5
		協働作業の面白さ	他者と協力し合って，一つのダンス作品を創っていくことの面白さに気づく				○		○	○		○	4
		場を共有することへの面白さ	他者と1つの場所に共に存在し，互いに対する興味を持ち合っている状態を体感し，その面白さに気づくこと			○	○	○		○		○	5
4	日常生活に対する気づき	物事を多角的に見ることの重要性	1つの物事に対して多様な観点から捉えることの重要性に気づく		○	○	○						3
		コミュニケーションの際の観点	日常生活におけるコミュニケーションの際に，他者の考えや意図を推測することの重要性について気づく	○		○				○			3
		非言語コミュニケーションの重要性	日常生活のミュニケーションにおいて，身体の表現が伝える情報量の多さに気づく				○	○					2
5	芸術表現に対する気づき	感覚を直接表現することの重要性	自分の感じた感情や感覚について，取り繕うことなく表現することの重要性に気づく			○	○		○				
		身体表現の多様性	身体を用いて生み出される表現のバリエーションの豊かさに気づく		○		○				○		3
		声で表現することへの困難	声を用いて表現を行うことに対する困難に気づく					○			○		2
		芸術表現への興味	ダンスに限らず美術や音楽といった様々な芸術表現に興味を持つ				○		○				2
		芸術表現に対する親しみやすさ	授業を経験することで，ダンスに対する抵抗感が緩和され，親しみを持つ			○	○						2
6	その他							○	○	○		○	4

ーションが促進された様子が示された．

4．1．大学における芸術教育への示唆

本研究は，先行研究や前例がほとんどない，大学における専門教育以外での芸術表現教育，特にダンス教育に対する具体的な教育プログラムとその背後にあるデザインの指針，そしてその教育効果を明らかにしたものであると言えよう．本研究では，芸術表現を創作するということがどのようなプロセスで成立しているのか，そのプロセスは活動者にどのような変化をもたらしうると考えられるのかについて理論や先行研究を整理し，そのメカニズムを考慮した上で授業をデザインしている．このように，本研究で提示した授業デザインとその教育効果は，芸術表現創作が営まれるメカニズムについて深い理論的考慮の下で想定・検討したものであり，それによって得られた上記の知見は，他の芸術表現の授業に対しても応用可能なある程度普遍性を持ったものであると考えられるだろう．

4．2．ダンス教育への貢献

高校までのダンス教育は，創作ダンスがその教育の根幹として位置付けられ，ダンスの専門家になる・ならないに関わらず，松本千代栄による課題解決学習という教育プログラムが開発され(例えば松本・山田[18])，中心的に実施されている．課題解決学習では，イメージ課題と運動課題という課題が教師から与えられて，そこから生徒が自由に発展させていくという手順で創作ダンスが行われている．形式的操作といった人間の発達や現在の大学教育に求められている内容（創造的思考や他者との協働）を考慮すると，抽象的思考が円滑に行えるようになり，身体的にも十分に成熟した大学生以降の教育では，(例えば高校までの学習では，きっかけとして教師から与えられていたイメージや運動自体についても自分自身で探索していくような）より抽象度の高い教育プログラムがより必要になってくると考えられる．本研究では，実際に外的世界との積極的な関わり合いから自分自身の表現したいイメージや身体運動そのものを探求し，作り出すことを支援した実践を行っており，現在高校までに行われている創作ダンスの枠組みを，大学生に対しても効果的に適用出来るよう，拡張した研究であると捉えることも出来るだろう．

4．3．今後の展開

本研究は，大学教育という，いわばフォーマルな教育における教育プログラムのデザインとその教育効果の検討を行った．今後の展開としては，もちろん，大学教育において実践を積み重ね，デザインの原則を更に精緻化させていくことが必要である．またそれに加えて，例えばワークショップや美術館での教育普及活動といったインフォーマルな教育に対しても，今回のデザインの指針に基づいたデザインを行い，その拡張可能性を検討することは十分に意義がある試みだと考えられる．こういった試みの重要性を述べる理由としては，特に自ら生涯にわたって芸術や文化に親しんでいく創造的教養[7]や 21 世紀型スキル[8]などは，大学生だけではなく，それ以降の大人にも継続的に必要とされる力であると考えられるためである．また，インフォーマルな教育の顕著な特徴の 1 つでもある「探求・発見」といった活動[19]との相性の良さも，上記の拡張を試みる理由として挙げられる．その際に，どのような実践をデザインし，その効果をどのように測定していくのかといった点は，今回の知見や受講者の特性等も考慮し，更に検討していくことが必要とされるだろう．

5. 謝辞

本研究を行うにあたってダンスアーティストの美木マサオ氏，並びにアシスタントを務めてくださった正井雪香氏，更に評定に関しまして香瑠鼓氏，C ュタツヤ氏，外山晴菜氏，に多大なご協力を賜りました．心より感謝いたします．また本研究は，文部科学省科学研究費基盤 A（24243062，代表岡田猛），文部科学省科学研究費若手 B（26780352，代表清水大地）の助成を受けて行われました．

参考文献

[1] 中野 優子・岡 田猛（2012）“即興表現を中心としたダンス授業実践とその効果－大学生の心理的変容に注目して”，舞踊學，Vol.35，pp.53-64.

[2] Nakano, Y., Shimizu, D., & Okada, T. (in prep) “Classroom practice and its educational effects in an improvisational dance course for undergraduates: Focusing on problem finding and communication skills”, The 31st International Congress of Psychology, Yokohama, Japan. July

[3] Damasio, A. R. (1994) Decarte’s Error: Emotion, Reason, and the Human Brain, New York: Putnam Publishing（田中三彦（訳） (2010) デカルトの誤り：情動、理性、人間の脳，東京：筑摩書房.）

[4] Bhalla, M., & Proffitt, D. R. (1999) “Visual-motor recalibration in geographical slant perception”, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol.25, No.4, pp.1076–1096

[5] Vargas,M.F (1986) LOUDER THAN WORDS –An Introduction to Nonverbal Communication, Iowa: Iowa State University Press.（石丸正（訳）(1987) 非言語コミュニケーション，東京：新潮社.）

[6] H’Doubler, M. N. (1940). Dance: A Creative Art Experience, Wisconsin: The University of Wisconsin Press.（松本千代栄（訳）(1974)．舞踊学原論－創造的芸術経験－，東京：大修館書店.）

[7] 縣 拓充・岡田 猛(2013) “創造の主体者としての市民を育む：「創造的教養」を育成する意義とその方法”，認知科学, Vol.20,No.1, pp.27-45.

[8] Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (2012), Assessment and Teaching of 21st Century Skills, Dordrecht: Springer. (三宅なほみ（監訳），益川弘如，望月俊男（編訳）(2014) 21 世紀型スキル―新たな学びと評価のかたち，京都：北大路書房)

[9] 岡田 猛（2014）“「芸術を専攻しない大学生」のための芸術実践授業の意義-序に代えて”，小澤 基弘・岡田 猛（編著）探る表現-東大生のドローイングからみえてくる創造性, pp.1-10. 京都：あいり出版.

[10] Hanna, J. L. (2008) “A Nonverbal Language for Imagining and Learning: Dance Education in K–12 Curriculum”, Educational Researcher, Vol.37,No.8, pp.491–506.

[11] 岡田猛 (2013)“芸術表現の捉え方についての一考察：「芸術の認知科学」特集号の序に代えて”,認知科学, Vol.20, No.1, pp.10-18.

[12] Nakano, Y., & Okada, T. (2012) “Process of Improvisational Contemporary Dance”, Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Sapporo, Japan. pp.2073-2078.

[13] 中野優子・岡田猛（2015）“コンテンポラリーダンスにおける振付プロセスの解明”,舞踊学,” Vol.38, pp.43-55.

[14] Collins, A (1992). “Toward a design science of education”, In E.Scanlon & T. O’Shea(Eds.), New direction in educational technology, New York:Springer-Verlag. pp.15–22.

[15] 中野優子・岡田猛（2016）“駒場博物館ダンスワークショップ「博物館で踊ろう！からだで鑑賞？」の実践とその効果”,中小路久美代, 新藤浩伸, 山本恭裕, 岡田猛（編著）触発するミュージアム―文化的公共空間の新たな可能性を求めて―, pp.149-162. 京都：あいり出版

[16] 香瑠鼓（2012）脳とココロとカラダが変わる 瞬感動∞ワークショップ, 東京：高陵社書店

[17] 豊田秀樹（編著）(2009) 検定力分析入門–R で学ぶ最新データ解析–, 東京：東京図書.

[18] 松本千代栄・山田敦子（1982）“舞踊課題と創作学習モデル―高等学校における実験授業研究―”, 日本女子体育連盟紀要, Vol.81, pp.1-40.

[19] Crowley, K., Pierroux, P., & Knutson, K. (2014) “Informal Learning in Museums”, In R.K.Sawyer (Eds.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences(2nd Edition), New York: Cambridge University Press. pp.461-478.

都市歩行の研究に基づく「ありのままの認知」の研究方法に関する考察
A Thought on Research Method of "Cognition as it is" based on the Research on City-Walk

北 雄介†
Yusuke Kita
†京都大学
Kyoto University
yusuke.kita@design.kyoto-u.ac.jp

Abstract

The author has been studying on total phenomenon which we feel while walking around our cities, based on the concept of "modality." This paper aims to discuss about research method on "cognition as it is," which is main topic of the organized session, by reviewing on my research about city-walk.

By modality, I mean total mode of being, which can be understood with a theoretical model including concepts of route and frame. I conducted walkthrough experiment in Kyoto city, and asked subjects of those experiments to record what they feel as it is. A huge amount of records enabled me to visually depict urban modality both by numbers and words. By analyzing these recorded and depicted data, I could strengthen and expand the basic theoretical model.

After introducing the outline and results of the research, this paper reflects on it from viewpoints of, firstly behavior of city-walk, secondly situation of the experiment, and finally recording by words. These reflection proved meaning and validity of the research method for empirically analyzing and theoretically modeling urban modality. Furthermore, I discuss on applicability of the method for other behaviors in our daily life, such as car driving, talking, internet browsing and so on. Conceptual model which is based on route and frame, and recording method of modality using free words have much possibility of application. Such inter-behavioral research on modality is expected to be an important approach for the cognition as it is.

Keywords — modality, city-walk, route, frame, cognition as it is, spatio-temporal

1. はじめに

1.1. 本稿の背景と目的

筆者は、われわれが街を歩くときに何を、どのように感じ取っているかを明らかにするために、「都市の様相」（urban modality）という概念を用いて研究してきた[1] [2] [3] [4]。そこではまず、被験者に指定した街路を歩いて、感じ取った様相を主に言葉を用いて記録（record）してもらう実験を行なう。その記録を重ね合わせることで、多くの人が共通して把握している都市の様相を、定量的・定性的に記述（depict）する。それらの記録・記述データを分析することを通じて、様相と都市の構成や歴史との関係を分析し、また様相把握を理解するための理論モデルを発展させてきた。

本稿は、本オーガナイズドセッションの「ありのままの認知」という魅力的なキーワードを手がかりとし、筆者の行なってきた研究を反省的に再解釈することを通じて、「ありのままの認知」の研究方法について考察することを目的とする。この研究はこれまで、主に建築分野において発表を行なってきた。建築分野では都市の物理的構成やデザインと認知との関係についての議論が中心となったが、認知科学会においては、認知過程そのものや、その研究方法についての深い議論ができれば幸いである。

1.2. 本稿の流れ

2章では、様相概念とそれを理解するための理論モデルについて述べる。3章では、筆者の行なってきた都市歩行の研究を概観する。4章では、あらためてこの研究に用いた様相の記録方法を検証し、5章ではその方法の応用可能性を考えることで、「ありのままの認知」の研究方法について考察する。

2. 基本的な理論モデル

2.1. 様相概念

通常、認知科学において「モダリティ」という語は刺激に対する知覚の諸相を指すが、本研究では「様相」という意味において扱う。この概念はアリストテレス以来の歴史をもち、定義も多様である。それらに共通する考え方は、何かの存在物自体ではなく、その在り方を指すということである。特に様相論理学では可能と必然という二つの在り方を中心に、様相が定式化されてきた。世界の集落を調査し、建築家としても著名な原広司は様相の概念を建築・都市分野に導入し、「事物の状態や空間の状態の見えがかり、外見、あらわれ、

表情、記号、雰囲気、たたずまいなどと記録される現象」を様相と呼んでいる[5]。

本研究ではこの考え方を導入し、様相という語を、ものごとの全体的な在り方（total mode of being）を指すものとして用いる。すなわち都市の様相とは、都市の全体的な在り方のことである。このような様相の定義は都市以外にも適用可能で、「議論の様相」「国際関係の様相」などといったような、一般的に様相という語が用いられるときの意味内容にも合致する。

そしてわれわれは、街を歩き、また日常生活を過ごす中で、常に何らかの様相を把握（grasp）している。

2.2. 経路

前述の原は、様相を理解するための概念装置として「経路」（route, path）を提示している[6]。われわれはこの世界を、経路に沿って経験する。生きることは、時間的経路を辿ることである。街を歩くことで人は、時間的経路と同時に空間的経路を移動する。経路は、インゴルド[7]の「ライン」（line）の概念と符合するものである。

経路上で、様相は変化する。ある世界がある様相をもつとすれば、われわれは経路に沿って、複数の異なる世界を横断（traverse）する。したがって、経路上には様相としてのあるまとまりをもった領域（domain）と、領域と領域の間の境界（boundary）が交互にあらわれる。これを図1のダイアグラムに示す。

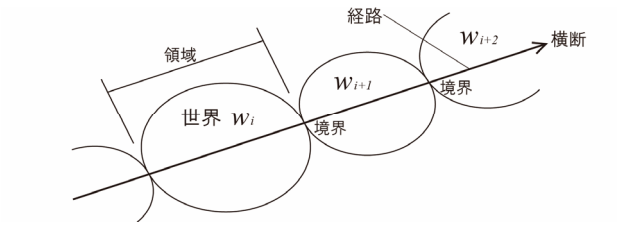


図1　経路の基本ダイアグラム

2.3. フレームと様相

人は常に経路上にあり、図1の世界に内在している。したがって世界は客観的な世界ではなくその人にとっての世界、つまりユクスキュル[8]の言う「環世界」（Umwelt）である。

その世界に在るとき、人は様相を把握しているだけでなく、その把握した様相を記憶として蓄積している。本研究では記憶およびそれを司るメカニズムを「フレーム」（frame）と呼ぶ。フレームはミンスキー[9]らによって用いられる語で、ナイサー[10]らの「図式」（schema）とも似た概念である。ナイサーが指摘しているように、われわれは記憶をもとに常に次なる状態を予想し、認知の仕方を方向付けている。様相把握の仕方はフレームに制約される。

経路が世界と世界との境界に達し、様相が変わるとき、フレームに生成された予想が裏切られる。ここにおいて、次なる世界の様相が強く把握される。つまり様相は差異のあるところで顕在化する。たとえばずっと静かな道を歩いているときや、ずっと賑やかな道を歩いているときではなく、急に賑やかになる場所において、音はもっとも強く意識される。そしてその差異を把握したとき、フレームは書き替えられる（図2）。

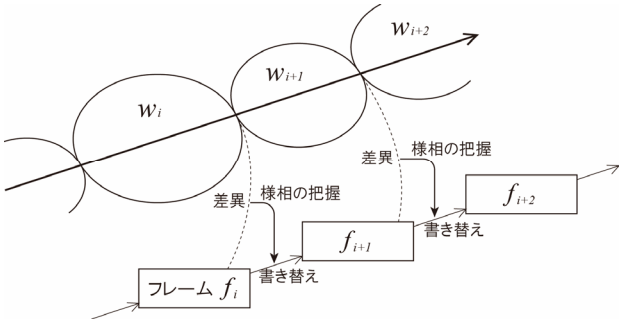


図2　様相把握とフレームの基本ダイアグラム

2.4. 様相把握と認知

様相の把握は、認知、とりわけ「ありのままの認知」という概念と非常に近い意味をもつと筆者は考えている。両者ともに、時々刻々と変化する一回性のものであり、また表現の難しい不可分な全体性を感じ取ることだからだ。

しかし筆者はこれまで、認知（cognition）という言葉を用いてこなかった。認知という語が、外的かつ具体的な対象物に対する知覚や解釈を指す傾向が強いからである。それに対し筆者の様相論では、様相を把握する当人も世界に含みこまれる、世界の一部だという立場をとり、主体の内外は連続的である。また具体的な対象物がなくとも、様相把握は生じる。たとえばある人が街を歩いているときに空腹を感じたり、ふと昔のことを思い出したりしても、それらも彼の世界に関する様相把握であると考える―「都市の」様相の把握とは呼べないまでも―。

勿論、認知という言葉の捉え方にはさまざまな議論があるであろう。特に「ありのままの認知」という言葉には一回性や全体性が含意されている。しかし認知科学は一回性をそのままにするのではなく、再現可能

な知識を追求する科学の一領域である。では様相把握あるいは「ありのままの認知」は、いかにして科学になりえるのであろうか。

3. 都市の様相の記録・記述・分析

筆者がとったアプローチは、まず把握した様相をなるべくそのままに、多くの人に記録してもらい、次にそれらの中に共通の認知過程を見出しモデル化することで、そのモデルを個々の記録へと投げ返し、一回的な現象を理解するというものである。

様相の記録のために筆者は、「経路歩行実験」(walkthrough experiment) という方法を考案した。

3.1. 経路歩行実験による都市の様相の記録

経路歩行実験では被験者に、京都市内の指定した3つのルート（図3 ルートⅠ：四条大宮～八坂神社／ルートⅡ：同志社大学～金閣寺／ルートⅢ：嵐山～鳥居本）を実際に歩いてもらった（写真1）。被験者は京都大学で建築を学ぶ学部生・大学院生が中心で、のべ84名であった。

被験者は、ルート周辺の地図が載った記録用紙（図4）とペンを持ってルートを歩き、捉えた様相をその場で、地図上の位置と対応づけて自由記述で記録する（「様相表現」と呼ぶ）。書き方の説明の際には「様相」「把握」などの一般に馴染みのない用語は使わず「雰囲気」という言葉で代表させ、記入例と口頭で、見たもの、音、におい、なんとなく感じたことなど、把握した様相を表現するあらゆる言葉を記入してよいことを補足した。

また歩行終了後には、ルート全体を、大きく様相の異なるいくつかの領域に分割してもらった（「領域分割」）。そして各領域に対し、7指標での5段階評価（「領域評価」）と、その領域を一言で表現する自由記述（「領域表現」）を記入してもらった。この歩行後の作業は、図1の経路－世界モデルに準じて、ルートを事後的に構造化してもらうものである。

3.2. 記録の重ね合わせによる都市の様相の記述

次に、得られた記録を重ね合わせる（superimpose）ことで、漠然とした都市の様相を可視的に記述する。

歩行中に記す様相表現は、合計5,882得られた。その一つ一つを表1の78の言葉（「様相因子」）でラベル付けし、各ラベルのついた言葉がルート上のどの位置で使われたかをプロットする（図5）。同じ四条通でも「四条大宮～四条室町あたりは統一感がない」「四条烏丸周辺は統一感がある」というような傾向が見て取れる。

歩行後の領域分割は、各人の分割地点を合成するこ

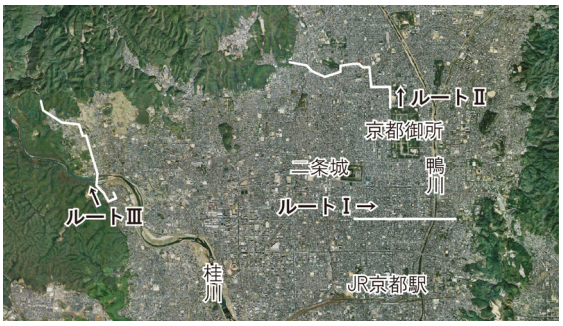
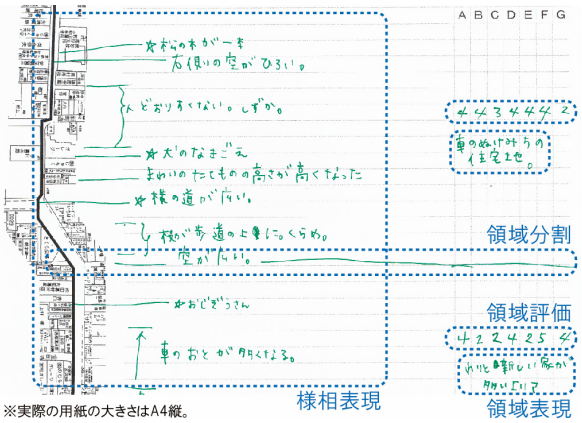


図3 経路歩行実験のルート



写真1 経路歩行実験の様子



※実際の用紙の大きさはA4縦。

図4 記録用紙の例と説明

表1 様相因子の一覧

分類			内容
視覚	左右	群建物	[1]住居, [2]マンション, [3]店舗, [4]観光, [5]業務, [6]茶道
		単体建物	[7]寺社・境内, [8]教育施設, [9]駅, [10]デパート, [11]その他単体建物
		建物の属性	[12]建物のスケール, [13]建物の素材, [14]建物のデザイン, [15]建物の色彩, [16]建物の年代, [17]建物の密度, [18]建物の立ち方, [19]建物の付属物, [20]建物内部の様子
		人・車	[21]人の数, [22]観光客・外国人, [23]子ども, [24]学生, [25]人の行動, [26]車の数
		その他沿道の要素	[27]空地, [28]塀・壁, [29]サイン, [30]工事, [31]駐輪, [32]その他沿道の人工物, [33]沿道の植物, [34]沿道の生物, [35]川・水路, [36]その他沿道の地形
	上		[37]空, [38]アーケード
	下		[39]街路の幅, [40]街路の色彩・テクスチャ, [41]街路の勾配, [42]街路の形態, [43]その他ルート上の街路について, [44]交差する街路について
	全体・遠方		[45]明るさ・陰影, [46]空間の広さ・開放感, [47]視界・見通し, [48]前方の寺社, [49]遠方の山や森
聴覚			[50]音環境, [51]人の声, [52]人工的な音, [53]自然の音
嗅覚			[54]人工的なにおい・空気質, [55]自然のにおい
触覚			[56]気温, [57]風
印象			[58]好み, [59]統一性, [60]普通さ, [61]調和・特異, [62]楽しさ・賑わい, [63]落ち着き・風情, [64]都市性, [65]中心性, [66]日本らしさ, [67]京都らしさ, [68]地域らしさ, [69]いかにも, [70]グレード, [71]生活感, [72]親しみ, [73]裏, [74]歩きやすさ
その他			[75]固有名詞(場所), [76]固有名詞(建物), [77]街路の左右の比較, [78]街路のサイド

とで、様相の変化度合を記述した（図6黒線）。そこから、大きく様相の変化する場所「エッジ」（図内Eと表記）とあまりかわらない場所「エリア」（図内Aと表記）を検出した。領域評価も同じ考え方でグラフ化した（図6赤線）。最後に領域表現は、検出したエリアに割り振った上で様相因子によりラベル付けし、各様相因子を用いた被験者の割合を算出することで、エリアの様相を言語的に記述した（図7）。たとえば図6と図7を見ると、AⅡ-3の住宅街からAⅡ-4に移ると京都らしさや古さが大幅に増し、いい雰囲気になっているとわかる。しかし次のAⅡ-5は寂しい住宅街では評価は急落し、前エリアと共通する言葉はほとんどない。

3.3. 都市の様相の分析

記録および記述を元に、主に以下のような3つの方法で分析を行なった。本稿では詳細には触れず、理論モデルの発展に係る部分のみ次節で言及する。

1) 各記述データの定量的分析（記述データ単体での分析、記述データ同士の関係性の分析、実際の都市空間との関係性の分析）
2) 記録データの直接的分析（主に言語とフレームに関する分析）
3) エッジ・エリアごとの総合的分析（記録・記述データに、その場所の歴史や周辺環境を加味した分析）

3.4. 分析を通じた理論モデルの発展

前節の主に1), 2)のデータ分析の結果、2章で述べた理論モデルをいくつかの方向で発展させることができた。本節ではそのモデル発展について概説する。なお本節で例示する言語データの表はすべて、表2の凡例に従うものとする。

3.4.1. フレームについて

1) フレームのタイムスパン

スクワイヤの短期記憶と長期記憶の分類[11]をフレームモデルに適用すると、図8のようになる。

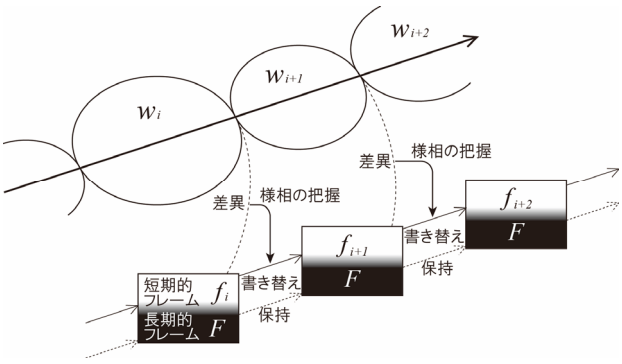


図8 短期的・長期的フレームを導入したダイアグラム

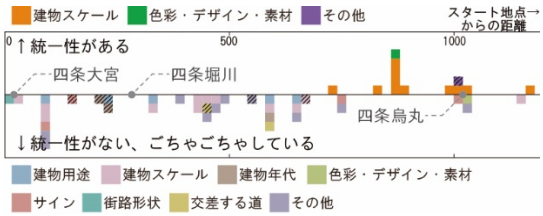


図5 様相表現に基づいた記述例（ルートⅠ「[59] 統一性」）

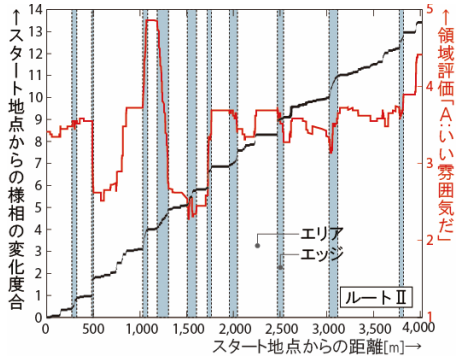


図6 領域分割、領域評価に基づいた記述例

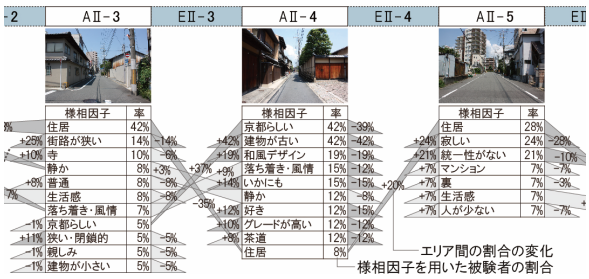


図7 領域表現に基づいた記述例

表2 3.4.で用いる表の凡例

略記	意味
No.	表内の様相・領域表現番号
被	被験者番号
R	ルート番号
種	記録の種類（図1参照）
	― …変化点
	↑ …変化域
	} …等質範囲
	☆ …特異点（様相表現）
	領 …… 領域表現

略記	意味
始	始点
終	終点（等質範囲、変化域、領域表現のみ）
表現	様相表現または領域表現の内容

■その他
〈記録数〉…全記録（様相表現5,882、領域表現951、合計6,833）中どれだけの記録に当該ピックの表現が見られたか
二重線…表中でのトピックの区切り

フレームを頻繁に書き替えられる短期的フレーム（short-term frame）と安定的な長期的フレーム（long-term frame）に分けて理解するものである。いつもの道を迷わず辿れること、目の前の建物を「住宅」「店」と判断できること、また「住宅」「店」という言葉を躊躇なく使えることも、長期的フレームに支えられている。また「住宅はこれくらいの大きさで、玄関と窓と屋根がある」というような、ミンスキーの言うデフォルト（default）に当たるものが存在する。

短期的フレームは、様相が把握されると同時に書き替えられる。つまり歩行中に記録されるすべての記録は、フレーム変更の記録でもある。

長期的フレームは書き替えられにくいが、それだけに、デフォルトから外れたものはわれわれに驚きや疑問を喚起する（表3-①）。また建物が建て変わるなど、通常あまり変化しないものが変化すると、長期的フレームも書き替えられる（表3-②）。

2) フレームの社会性・個人性

上述した「住宅」「店」などの判断や言語使用は、一般的に常識と呼ばれるもので、かなりの程度で社会的に共有されていると考えられる。

ただし常識的知識の獲得を含め、フレームは各個人が辿ってきた経路、つまりこれまでの人生を反映している。表4-①, ②のような、きわめて個人的な記憶についての記録や、特徴的な文章表現が見られた。

社会と個人の中間に、集団がある。アルヴァックスは、記憶が集団に属するという見方を提唱している[12]。実際、被験者の多くを占める、京都大学で建築を学ぶ学生に特有とみられるフレームの作用が見られた（表4-③）。他に今回の被験者には「日本人」「京都在住」「年齢が10代後半～20代前半」などの共通項も存在する。さまざまな集団の重なり合いが、一人ひとりの人間のフレームを規定している。

3.4.2. 空間モデルについて

1) 領域の階層性

領域評価の7指標を主成分分析した結果、「好印象」「オープンさ」の2主成分が抽出された。各エリアの範囲内での主成分得点の平均値をプロットし、ルートのシークエンスでつないだものが図9である。

この中で、隣接エリア同士のプロットが大きく離れ、その間（つまりエッジ）で様相が急激に変化する部分もあれば、グレーで示した部分のように、隣接エリア間でもあまり様相が変わらないこともある。このとき、それらのエリアはより大きな単位の「マクロエリア」とでも言うべきものを形成している。さらに大きなマクロエリアも想定できる（図9の点線部分）。つまり領域は階層構造となる（図10）。

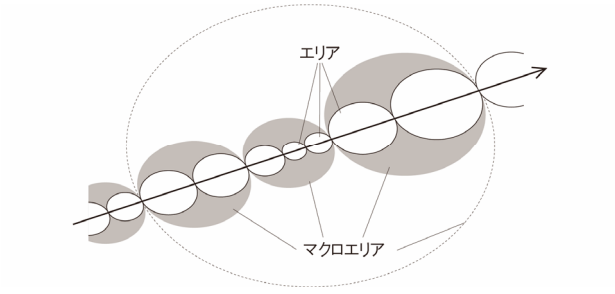


図10 領域の階層性のダイアグラム

表3 長期的フレームに関する記録

①驚き・違和感（記録数:159）

No.	被	R	種	始	終	表現
i	111	Ⅰ	☆	778		池坊学園、ふところ深い＆赤いじゅーたんで**ぎょっ！！**とする
iii	213	Ⅱ	☆	1,234		裏千家学園って**！！？**茶家関係？かと思った
iv	227	Ⅱ	—	3,602		意外に高い橋で**びっくり**
vi	309	Ⅲ	☆	3,390		外壁がピンク**！**でかい**！**

②都市の変化によるデフォルト構造の修正（記録数:6）

No.	被	R	種	始	終	表現
i	129	Ⅰ	☆	1,040		いつの間にか、新しい建物が**できてる**
ii	129	Ⅰ	☆	2,532		こんな所にスタバ**あったっけ？**
iii	124	Ⅰ	—	2,662		八坂神社の門がアイストップになっている、**けど今は**工事中
v	309	Ⅲ	☆	1,540		コンビニ**あったっけ？**

表4 フレームの社会性・個人性に関する記録

①被験者129の個人的な記憶

No.	被	R	種	始	終	表現
i	129	Ⅰ	☆	896		DIPLOMAXの思い出
ii			☆	1,254		ヴィトン、そういえば永山ゆう子は可愛かったです

②被験者210の特徴的表現

No.	被	R	種	始	終	表現
i	210	Ⅱ	—	494		合理主義的／くちゃっ／プレファブ。／白い
ii			—	974		町、人、生きている、いつもどおりふつうに
iv			—	2,490		むにゅっとのみこまれない
vi			☆	3,186		長屋／愛／おとうちゃん

③京都大学の建築系の学生被験者に特有とみられるフレームに基づく表現〈記録数:73〉

No.	被	R	種	始	終	表現
i	203	Ⅱ	☆	746		**オリジン**が見える
ii	209	Ⅱ	☆	746		**Shin TAKAMATSU**
iii	214	Ⅱ	☆	750		**織陣**
v	102	Ⅰ	}	2,258	2,430	こっちのアーケードは、烏丸～河原町とちがって通り側に柱がある。**キャンチ**じゃない。
vii	212	Ⅱ	☆	1,980		**GL**が低い
viii	216	Ⅱ	—	2,440		神社の手前で少しキレイめの**ファサード**

※二重線より上の記録はいずれも、当時京都大学の教授であった建築家・高松伸氏の代表作「織陣」が脇道に見えることを意味する。二重線の下の下線部は建築用語。

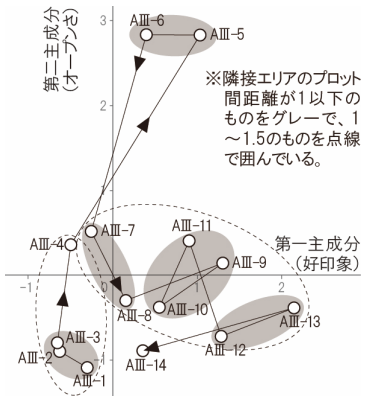


図9 主成分得点のエリア内平均値の変化

2) 領域の輻輳性

ルートⅢのエリア別の領域表現の変遷（図11）を見ると、AⅢ-3であらわれる「観光」は、割合を増減しながらも、AⅢ-8までをつなげるコネクター(connector)である。一方「住居」はAⅢ-4までとAⅢ-7以降で共通しており、「京都らしい」はAⅢ-3～6をつなぐコネクターである。

このような現象を領域モデルに当てはめると図12のようになる。コネクターのつなぐ範囲は、入れ子になったり、範囲が交差したりしている。

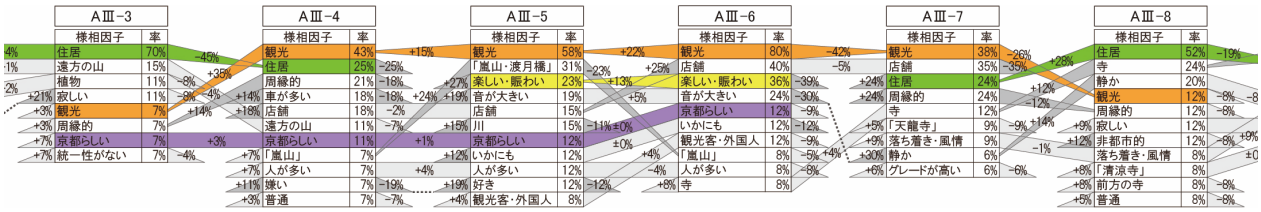


図11　領域表現のエリアごとの移り変わり

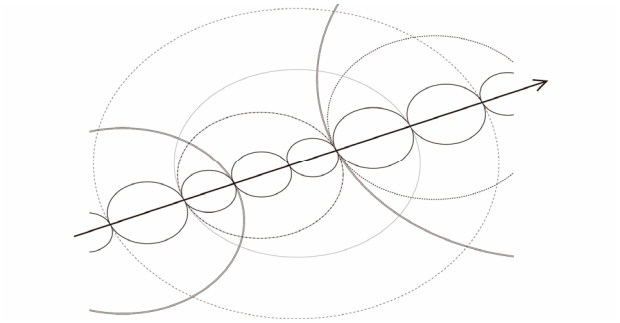


図12　領域の輻輳性のダイアグラム

図10は領域間の類似・差異の度合いによる階層構造を、図12は領域間の類似・差異をつくる要素による輻輳構造を示す。これらの構造はそれぞれ、アレグザンダー[13]の言うツリー構造（tree structure）とセミラティス構造（semi-lattice structure）に対応する。

3) 遠方への気づき

図2のモデルは基本的に、主体が現在いる世界についての記憶をフレームに蓄積することを前提としている。しかし実際には、われわれは広がりのある空間内に在り、遠くのものを見ることができる。表5-①は前方、表5-②は後方に対する気づきの記録である。前方への気づきは、これから向かう世界についての予想を早くから生み出し、世界とフレームとの差異を減少させる。後方への気づきは、これまでに通過してきた世界の在り方を改めてフレームにおいて構造化することに貢献する（図13）。

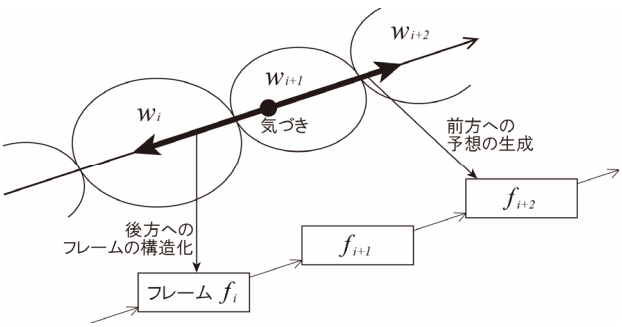


図13　遠方への気づきに関するダイアグラム

表5　遠方への気づきについての記録

①前方への気づき〈記録数:91〉

No.	被	R	種	始	終	表現
i	123	Ⅰ	—	282		**この先の**四条は混んでそうに見える
ii	126	Ⅰ	—	724		**前方の**景観が都会って感じ
iv	102	Ⅰ	☆	966		四条のアーケードが**見え始める**、あ、四条だというかんじ
vi	306	Ⅲ	☆	2,728		**前方に**木のトンネルが見えてくる、涼しそう

②後方への気づき〈記録数:不可算〉

No.	被	R	種	始	終	表現
i	119	Ⅰ	—	578		工事中。**そういえば**トラックの音が**気になっていた**。全体的にうるさい。
iii	109	Ⅰ	☆	782		ふと電柱に気づく、**今までの道にもあったことに気づく**
iv	116	Ⅰ	—	998		四条大宮からここまで工事中のビルが**多かった**
vi	226	Ⅱ	☆	2,712		わんこの前足だけ見える。**そういえば**犬が少ないなぁ…と思う

表6　アトラクターについての記録

①アトラクター〈記録数:合計553〉

No.	被	R	種	始	終	表現
i	126	Ⅰ	}	1,866	1,920	繁華街の**中心的**な雰囲気
ii	105	Ⅰ	領	1,988	2,220	鴨川を**中心**とした自然を感じるエリア
iii	221	Ⅱ	領	3,476	3,618	左大文字**がきれいに見える**エリア
v	128	Ⅰ	領	0	326	「駅前」のにぎわい**を引きずっている**エリア
vi	125	Ⅰ	領	1,132	1,544	繁華街**の前**の少し栄えたエリア
viii	325	Ⅲ	領	1,842	2,172	観光地**のはずれ**
x	125	Ⅰ	↑	1,932	2,070	**中心部から遠ざかって**いき、少しずつ落ち着いてくる
xi	218	Ⅱ	↑	2,234	2,472	鳥居**に向けて**聖なる感じがふえていく。
xii	308	Ⅲ	—	1,068		観光地**然としてくる**
xiii	218	Ⅱ	—	278		大学の**終わり**、ふつうのまちの始まり
xiv	228	Ⅱ	—	1,294		いかにもなゾーン**おわり**
xv	317	Ⅲ	—	2,092		観光地という雰囲気**から**町の雰囲気へ
xvii	111	Ⅰ	}	1,658	1,710	「**The** 京極」的ふんいき
xvii	220	Ⅱ	領	3,786	3,944	**パリパリ**観光地の雰囲気
xix	308	Ⅲ	領	1,200	1,750	**いかにも**嵐山なエリア

4) アトラクター

都市の様相において方向性をつくり出す要素を、本研究では原[14]の用語を参照し、「アトラクター」（attractor）と呼ぶ。

具体的な記録としては表6のような表現がある。表6の二重線による区切りは、アトラクターに言及した記録の表現の類型を表わしている。上から、

A. アトラクターを中心とした領域把握
B. アトラクターから離れた場所での、アトラクターとの関係による領域把握（「〜の周辺」など）
C. アトラクターとの距離の変化（「向かう」「遠ざかる」など）
D. アトラクターを通り過ぎたことの記録
E. プロトタイプ性を示す表現（「いかにも」など）

これまで経路モデルでは、何らかの境界が定められる世界を想定してきた。しかしアトラクターのつくる領域はアトラクターの「周りに」形成される境界の曖昧なものである（図14）。静的に見える都市も、アトラ

クターの存在により様相としてはベクトル場を形成している。またアトラクター自体は経路上に存在しなくても、その経路において把握されうる。

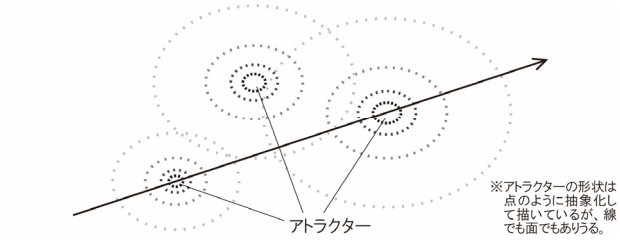


図14　アトラクターによる領域形成のダイアグラム

また①一般によく知られている、②周辺との差異がはっきりしているものが、アトラクターとなりやすい。前者は長期的フレームに、後者は短期的フレームに深く関係する。

5) 鳥瞰的視点

アトラクターへの言及は、ランドマークや都市の中心ー周縁構造など、自分のいる都市のグローバルな構造を参照しているものだと理解できる。それがより顕著にあらわれるのが、東西南北の方角を用いた表現である（表7-①）。

東西南北を用いた表現は、ルートⅠで多い。ルートⅡやⅢでは方角を間違う被験者さえいる。ルートⅡやⅢが曲がり角の多いルートであるのに比べ、四条通をまっすぐ東進するルートⅠは、東西南北に敷かれた京都の「碁盤の目」の街路構造に従っている。さらに「方角＋山」という形式の表現も多い（表7-②）。これは京都が東山、北山、西山という「三山」に囲まれた特徴的な地形をしていることに要因がある。

このように、都市の空間構造がフレームに組み込まれている。われわれは、現在地から周囲を見る虫瞰的な目と、都市の中での自分の位置づけを推し測る鳥瞰的な目を併せ持ち、使い分けることができる。

4.　本研究の実験方法の再検証

本章では、本研究の実験方法について「都市歩行という行為」「経路歩行実験という状況」「言語を用いた記録」という順にフォーカスを絞りながら再検証し、「ありのままの認知」に対する研究方法としての妥当性について考察する。

4.1.　都市歩行という行為

われわれの生活の多くの部分は都市において行なわれる。都市は主に建物と街路から成る。都市歩行は、

表7　鳥瞰的視点についての記録

①東西南北の方角（記録数:ルートⅠ30/ルートⅡ9/ルートⅢ4）

No.	被	R	種	始	終	表現
i	101	Ⅰ	}	84	280	**北側**は金融系の店が立ち並び、**南側**は新しい感じの商店街の様
ii	123	Ⅰ	—	236		堀川×四条**北東**のマンションがすごい存在感を出している
iv	111	Ⅰ	}	1,658	1,710	**南**は電気街／**北**は寺町＆新京極
vi	303	Ⅲ	—	1,600		**南側**《正しくは東側》のお店のひさしが多くなる

②東西南北の山（記録数:ルートⅠ14/ルートⅡ5/ルートⅢ2）

No.	被	R	種	始	終	表現
i	106	Ⅰ	—	460		このあたりから、向かいに**東山**が見えた／近くに**東山**が見えるだけで祇園を想い浮かべる
ii	109	Ⅰ	—	1,544		**東山**がよく見えてくる
iii	114	Ⅰ	☆	2,092		**東山**近！
iv	129	Ⅰ	}	2,080	2,132	鴨川、川の音、風、川床、**北山**が見える

建物から建物への街路上の移動方法のうち、もっとも原初的なものである。

建物内での活動のみと考え、その間は単なる移動にすぎないと考えると、街路はインゴルドの言う連結器（point-to-point connectors）である。特に自動車に依存した郊外生活は、そのようなモデルで捉えられることも多い。しかし都市歩行は時間や労力、継続的体験を伴う。自動車での移動も実際には同じである。そう捉えたとき、街路はインゴルドの言う踏み跡（trail）という概念に相当するものとなる。

さらに都市歩行は日常的行為でありながら、それ自体が楽しみですらある。街路を逍遥しながら美しい景色を楽しみ、人と出会い、また思索に耽ったり、食事や娯楽に出かけたりといったように。ベンヤミン（Walter Benjamin）や永井荷風らの文学作品は、こうした街歩きの中で生まれてきたものであった。

経路モデルは、われわれの人生のタイムラインそのものにも適用可能である。すべての行為は時間的経路の移動を伴う。そしてさまざまな行為の中でも、都市歩行は時間的経路に加えて空間的経路をも辿る行為である。したがって都市歩行は、経路モデルを用いて空間の認知を研究するのにもっとも適した対象の一つであると考えられる。3.4.で示したように、把握した様相についてのデータに、実際の空間構成というコンテクストを掛け合わせて分析すれば、様相把握のメンタルモデルについて深く追求できる。

4.2.　実験という状況

都市歩行者の心理状況や歩行の目的にはさまざまな可能性があり、それによって把握される様相も異なると考えられる。情緒的な気分で街を逍遙する人は、街並みの機微や、季節の移り変わりを示す木々などに心が惹かれるであろう。目的地へと急いでいる人や郵便ポストを探している人にとっては、そうしたものはほとんど目に入らないはずである。

こうした違いは、フレームの在り方の差異によって

説明できる。その時々の状況や目的が短期的フレームのはたらき方を規定し、予想を形成することで、次なる様相把握の仕方を方向付けている。フレームは状況に対して受動的に記憶を蓄積するだけではなく、志向的なものでもある。

それでは「経路歩行実験」という状況はどのようなものであろうか。筆者としては、「さし迫った目的を持たず、街をぶらぶら歩いている」状況を想定・期待した。そのために実験では、ルートは指定したものの、歩くペースや記録する内容は被験者に一任し、休憩や寄り道も自由とした。ただしその想定がどの程度達成されているかは判断が難しい。無理に何かを感じようとしたり、自分が感じていることをどう言語化するかを意識的に考えたりしてしまう傾向があったと考えられるからだ。「交通量多かった。ふだんはそんなに変化に気づかなそう」という様相表現も見られた。ルートを歩いて記録することを繰り返すうちに、記録するという行為自体が身体化あるいは目的化し、シュルレアリスムの自動記述（automatic writing）のような状態が生じていると見ることもできる。表4-②の被験者210の記録などは特にそれを想起させる。

ただそれを勘案しても、取得された記録は分析データとして概ね有効であると筆者は考えている。普段の状況と比べ、短期的フレームのある部分は異なっているものの、長期的フレームや、フレームのメカニズムそれ自体は共通していると考えられるからだ。街の情緒を楽しんでいる人と、郵便ポストを探している人と、経路歩行実験の被験者との間で、把握する様相の共通部分も多いと考えられる。

また、普遍的な「普段の状況」というものが果たして実在するのであろうか。実験中の様相把握も、実験という状況下における「ありのままの認知」である。それは街を逍遙していても、郵便ポストを探していても同じである。様相把握は常にフレームの制約下にある。その影響を取り去った状況、あるいは平均化した状況は理論上のものでしかないし、存在したとしてもそれが普遍的な状況とは言えないであろう。

4.3. 言語を用いた記録

把握した様相を分析するためには、それを何らかのかたちで表現し、外在化してもらわなければならない。本研究ではその方法として、言語を用いた自由記述という形式をとっている。

他の記録方法について検証しよう。都市の記録のために、写真や動画、スケッチはすぐれた方法である。しかしそれらが表現しうることはその場の風景にすぎない。また、歩いて感じた印象を多肢選択法やSD法などを用いて被験者に記録させる研究も広く行なわれている[15]。これは被験者にとって簡便で、研究者にとっても分析が容易な方法であるが、選択肢やSD法の形容詞として選ばれている事項しか、被験者は表現できない。きわめて理論負荷的であり、被験者が捉えた様相を十分に表現することは不可能である。「ありのままの認知」の研究はなるべく理論負荷性を抑え、無仮説に近い態度で行なうべきだと筆者は考えている。

言語は、人間がこの世界の様々な事項の伝達手段として太古から発達させてきたものである。それに依拠することで、捉えた様相のかなりの部分を、研究者の期待や理論とは無関係に、自由に表現できると筆者は考えた。実際に得られた記録は3.4.の各表に示すように多彩で、ラベルづけには表1のように78もの分類を要した。

とはいえ、言語をもってしても捉えた様相をそのまま表現できるわけではない。まず様相は不可分な全体性を指しており、部分を表現する言語をいくら積み重ねても、全体には到達しえない。次に言語には線条性があり、同時に把握した様相も順を追ってしか記録できない。また使用言語によって認知や表現が制約される「サピアーウォーフ説」[16]にも留意する必要がある。

ただし、もし捉えた様相が言語によって全て記録されると想定すると、記録は爆発的な数となる。したがって言語の表現力が有限であることは、捉えた様相のうち何らかの意味で重要な部分だけを抽出する仕組みにもなっている。それによってはじめて、分析が可能となる。このことは、記録方法に求められる条件には「くまなく記録できること」と「分析しやすいこと」があり、両者がトレードオフ関係になりやすいことを示している。多肢選択法やSD法は、記録の範囲は狭いが分析は容易である。

なお被験者に紙に記してもらう方法以外では、感じたことを自由に声に出してもらう "think aloud" 法が考えられる。実際に都市における認知科学的研究の先駆者であるリンチは、この方法を使って都市歩行実験を行なっている[17]。

5. 本研究の応用可能性

前章において、本研究の実験方法が都市歩行という行為における「ありのままの認知」の研究方法として

一定の妥当性をもつことを示した。そこで本章では、本研究の都市歩行以外の対象への応用可能性について検証する。

5.1. 実験方法として

本研究の、何らかの行為をする中で捉えた様相を言語で記録してもらうという実験方法は、多くの日常的行為の研究に応用可能であると考えられる。

まず、空間的移動を伴うさまざまな行為に応用できる。自動車の運転、旅行などがそれにあたる。

空間的移動が伴わなくても研究は可能である。たとえば都市のある場所に一日中座り、刻々と変化する様相を言葉で書き留める実験がありうる。この場合、経路は時間的である。人や車の増減や様子、気温や天気の変化など空間の時間的変遷が、分析の際に参照するコンテクストとなる。

都市や空間以外でも、たとえばインターネットブラウジングの研究が可能である。ページの遷移過程が経路であり、そこでの表示内容やサイトの構造がコンテクストとなる。言語データの記録は "think aloud" 法が適していると考えられ、発話時の表示ページと紐付けることで分析が可能となる。これは、「インターネット空間」という仮想空間内での経路を辿る実験だという解釈もできる。

ただしページの遷移経路は統制しておく必要がある。インターネット空間内を被験者が自由にブラウジングすると、被験者ごとに通っている経路が異なることになり、特に3.2.で示したような記録の重ね合わせによる記述が困難になる。これは都市歩行についても同じである。筆者は本研究の発展として、都市の一定範囲を自由に歩行してもらい、把握した様相を記録してもらうことで、都市の様相を面的に記述する研究も展開しているが、経路モデルが適用できないため分析が難しい[18]。

また、言語が伴う行為には本研究の方法は適用が難しい。たとえば会話も時間的経路を辿る行為であるが、会話と様相の記録の両方の行為に、言語が必要となるからである。

5.2. 理論モデルとして

図1で示した経路上の異なる世界の横断という基本モデルも、多くの行為や経験の解読に応用可能だと考えられる。たとえば人生は、幼年期、少年期、思春期、…などの世界を経路に沿って横断するものである。世界の横断と対応したフレームの書き替え（図2）や、3.4.1のフレームのタイムスパン（図8）、および社会性・個人性についても、同様に応用範囲が広い。

3.4.2の空間的モデルは、都市歩行という行為に依拠している部分も多いが、やはり他の対象にも読み替え可能である。インターネットブラウジングの場合、サイト同士の関係やサイト内のディレクトリの構成は階層構造（図10）となっている。しかし同時に、複数のサイトで同じニュースを見るといったように、サイト・ディレクトリ構成をまたぐ領域を規定することも可能で、領域の構成は輻輳したもの（図12）となりうる。

空間から時間の写像も、多くの面で可能である。人生という経路において、時間的には遠方のことを参照することがある。昔のことを思い出せば経路の後方に向かってフレームが再構成され、明日の天気予報を見れば前もって予想が生まれる(図13)。アトラクター(図14）は正月や結婚のような重要な出来事に相当する。時間的表現として「この後」「明日」などの言葉を使うときは現在を起点とした虫瞰的な見方をしており、「18時」「2030年」などと言うときは鳥瞰的な視点に立っている。

ただし思考を一歩進めると、対象によってうまく適用できないことも考えられる。たとえば都市空間においては経路上にない遠くの山もアトラクターとして認識されたが、時間的経路において、経路上にない出来事を認識するということはあるのだろうか。また空間的経路やインターネットブラウジングでは後戻りができるが、時間的経路ではそれができない。この違いは何を意味するのであろうか。

都市歩行とは異なる対象において研究することで、このような差異が浮かび上がる。また3.4.で示したものとは異なる経路モデルの発展形が見出だされる可能性も大きい。そうした研究対象間の違いを検証することによって、それぞれの研究対象の本質がより明確になると考えられる。

6. まとめ

本稿で筆者が提案してきたのは、何らかの行為をしながら捉えた様相を言語で記録し、それを経路という基本的な理論モデルに則って解読するという研究方法である。言語による記録は、様相の全体性を表現しうる、また研究者の期待や理論の入りこみにくい方法である。さらに得られた記録は経路上における空間的・時間的な位置情報を有している。これらの特性により、豊富な分析が期待できる。言語をベースとすることで、

3.2.で示したような様相の記述をするために、領域分割や領域評価などの補助的手法がより有効になる。経路モデルはプリミティブなものであるがゆえに、さまざまな展開が可能である。得られるモデルは仮説的解釈にすぎないが、豊穣なデータによる裏付けが期待できる。

また本稿では、都市歩行の研究の方法が他の多くの行為の研究に応用可能であることを示した。そうした応用は実験方法や理論モデルの発展を図る上でも有益である。

さらに、それらの異なる行為をつなぎあわせることで、「都市歩行→建物内歩行→インターネットブラウジング→会話→論文執筆→…」といったような、行為の連続する経路を構想できる。都市歩行や会話により形成されたフレームが論文執筆に影響することもあるだろう。これは日常生活、あるいは人生そのものである。こうした行為群を対象とした横断的な研究は、われわれが日常生活あるいは人生において成している「ありのままの認知」そのものに対する、有力なアプローチになると考えられる。

参考文献

[1] 北雄介・門内輝行,（2010）“経路歩行実験による都市の様相の記述－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その１）”, 日本建築学会計画系論文集, Vol.75, No.651, pp.1159-1168.

[2] 北雄介・門内輝行,（2011）“様相因子による都市の様相の分析－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その２）”, 日本建築学会計画系論文集, Vol.76, No.661, pp.625-634.

[3] 北雄介・門内輝行,（2011）“エッジ、エリアの特性による都市の様相の分析－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その３）”, 日本建築学会計画系論文集, Vol.76, No.666, pp.1433-1442.

[4] 北雄介・門内輝行,（2014）“フレーム概念に基づく都市の様相の分析とモデル化－都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その４）”, 日本建築学会計画系論文集, Vol.79, No.696, pp.421-430.

[5] 原広司,（1987）“空間〈機能から様相へ〉”, 岩波書店, p.224.

[6] 原広司,（1998）“空間の文法「横断(1)」”, GA JAPAN, vol.35, A.D.A. EDITA Tokyo, pp.120-125.

[7] インゴルド, T.,（2014）“ラインズ　線の文化史”, 工藤晋訳, 左右社.

[8] ユクスキュル, J.・クリサート, G.,（2005）“生物から見た世界”,日高敏隆・羽田節子訳, 岩波文庫.

[9] ミンスキー, M.,（1979）“知識を表現するための枠組”, コンピュータービジョンの心理 第6章, ウィンストン, P.H.編, 白井良明・杉原厚吉訳, 産業図書, pp.237-332.

[10] ナイサー, U.,（1978）“認知の構図 人間は現実をどのようにとらえるか”, 古崎敬・村瀬旻訳, サイエンス社.

[11] スクワイヤ, L.R.,（1989）“記憶と脳 心理学と神経科学の統合”, 河内十郎訳, 医学書院.

[12] アルヴァックス, M.,（1989）“集合的記憶”, 小関藤一郎訳, 行路社.

[13] アレグザンダー, C.,（2013）“都市はツリーではない”, 押野見邦英訳, 鹿島出版会.

[14] 原広司,（1997）“空間の文法「場(2)」”, GA JAPAN, Vol.29, A.D.A. EDITA Tokyo, pp.94-99.

[15] 船越徹他,（1977～1989）“参道空間の研究（その1～その15）”,日本建築学会大会学術講演梗概集. 他

[16] ウォーフ, B.L.,（1978）“言語・思考・現実”, 池上嘉彦訳, 弘文堂.

[17] Lynch, K. and Rivkin, M., (1959) "A WALK AROUND THE BLOCK", *LANDSCAPE*, vol.8, No.3, pp.24-34.

[18] 北雄介・宮部真衣・荒牧英治,（2014）“位置情報つき自由記述データを用いた都市の様相記述に関する考察－「経路歩行実験」と「100人でつくる京都地図」の比較を通して－”, 日本建築学会近畿支部研究報告集・計画系, No.54, pp.573-57.

ブレイクダンスにおける練習と実践との関係性
The Relations between Practice and Performance in Expert Break Dancers

清水 大地†，岡田 猛†
Daichi Shimizu, Takeshi okada

† 東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, The University of Tokyo
daichi@p.u-tokyo.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp

Abstract

How do practice and the experience of performing in front of an audience affect performers' development of expertise in the domain of performing arts such as dance, theater and musical? In this study, we conducted fieldwork focusing on three expert break-dancers over a four-month period to investigate how they developed their expertise through the combination of practice and dance performance. We analyzed the changes in certain skills that were acquired during that period with regard to the following three aspects: 1) Quality of the skills; 2) Contents of the sequence (the skills and the movement before and after the application of those skills); 3) Purpose of the practice of the skills. The results indicate that dancers start to use a skill in dance performances after developing the content and quality through practice. It is also suggested that dancers actively create and develop variation in skills before and after dance performances. More research is needed to fully understand the influence of dance performance on the development of dancers' expertise.

Keywords — Expertise, Practice and Performance, Performing arts, Creativity, Skill acquisition

1. 問題と目的

芸術表現活動において，実際に観客や聴衆を前に，共演者と共にパフォーマンスを披露することは，活動者の熟達にどのような影響をもたらすのであろうか．本研究では，対象としてブレイクダンスを取り上げ，練習と実践を通したダンサーの熟達過程について，数ヶ月に渡るフィールドワークによる実証的な検討を行った．

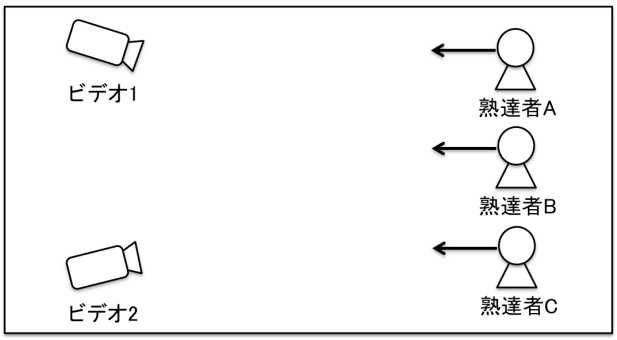
熟達という，人が特定領域において習熟し，優れた能力・活動を示すようになる過程については，心理学において盛んに取り上げられてきた（e.g., Galton, 1869; Watson, 1930）．それらの研究の中で，特に広く扱われているのが，繰り返し練習を行うことの重要性を示した研究である．例えば，認知スキル・身体スキルの獲得過程におけるベキ乗則を示した研究（e.g., Newell and Rosenbloom, 1981）や教師・コーチによって構造化された練習に長期間取り組む重要性を示した deliberate practice の理論 (e.g., Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993) が挙げられる．

一方で，近年示唆されつつあるのが，実際に観客や聴衆を前に，対戦相手や共演者と共に活動を行う実践場面の重要性である．例えば，Gobet and Campitelli (2007)や Howard (2009)では，経験した実践場面の数が，練習時間よりも成績や順位を強く説明すること，そして実践の影響として，観客や共演者に対する慣れや動機づけの変化，実践を通して自分と異なる考え方・方略を用いる他者と触れ合うことによる変化などが提示されている．また，実践へのフィールドワークや準実験を通して，ブレイクダンスにおける実践の影響を検討した清水・岡田 (2013) や清水・岡田 (2015a) では，ダンサーがそれまで培ってきた動き（ある技術や技術の連なり）を非常に多く用いつつも，実践を通して新しい動きを少しずつ生成していくこと，対戦相手の動きから影響を受け，動き全体の構成といったより大きな観点に基づいた動きの変更・生成を行うことが示されている．

このように，実践による熟達への影響が示される一方で，実践と練習との関係性を明確に検討した研究は未だ行われていない．両過程はどちらかが強く影響を与える，といった切り離された関係にあるのではなく，互いに影響を及ぼし合いながら長期的な熟達が進んでいくと推測される（清水・岡田，2013）．本研究では，練習と実践との関係性について，ブレイクダンスを対象に探索的な検討を行った．

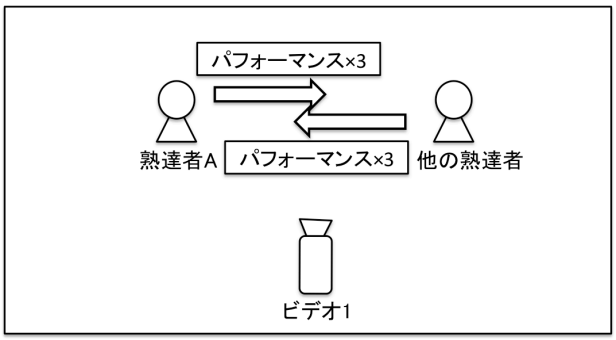
2. 研究方法

国内の大会で入賞経験を有する熟達者 A，熟達者 B の 2 名 (両者とも 20 代男性, 経験年数はそれぞれ 8 年, 9 年）を対象に，練習・実践（大会）に対するフィー



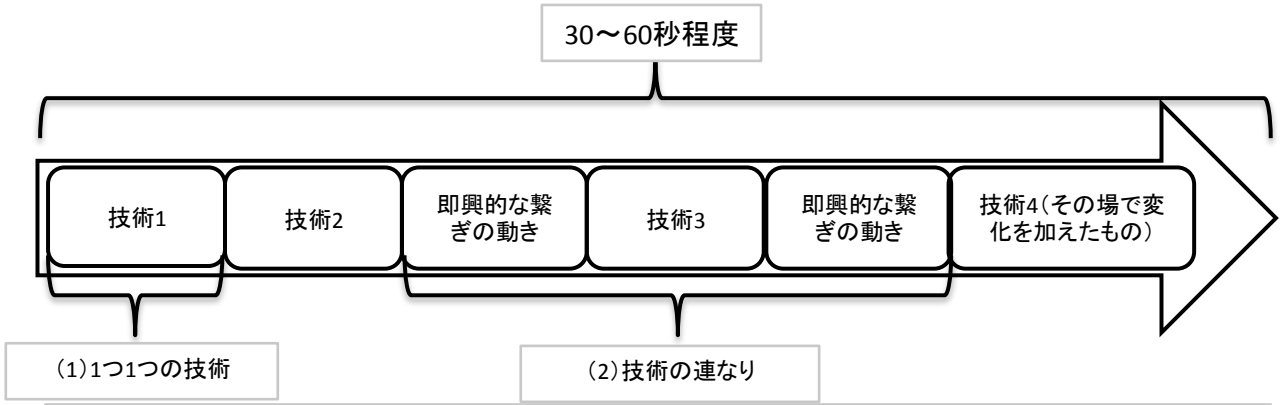
注1)→は熟達者の視線の向きを示す
注2)熟達者Cは十分な実践のデータが取得出来なかったため，分析から除外している

図1 練習時のフィールドワークの様子



注）見やすさのため，ジャッジや観客は省略している．通常であれば両熟達者の周囲にジャッジや観客が存在する．

図2 実践時のフィールドワークの様子



※簡略化のため，技術の数や動きの詳細を大幅に省略して記述した．実際のパフォーマンスでは，さらに多くの技術や技術と明確に定義出来ない曖昧な動きも数多く含まれている．

図3 ダンスパフォーマンスの1例



熟達者Aが技術（エアチェアー）を実施した様子．図中の左手のみで身体を支え，ポーズをとっている部分（4枚目～6枚目）が対象とした技術に該当する．

図4 分析対象とした技術を実施した様子

ルドワークを行った．期間は，練習が 2011 年 7 月末から 2011 年 11 月末まで（14 回の練習），実践が 2011 年 7 月末から 2012 年 2 月まで（6 回の実践）である．ともにビデオカメラ 2 台と IC レコーダーにより映像記録を取得した（練習：図 1，実践：図 2）．

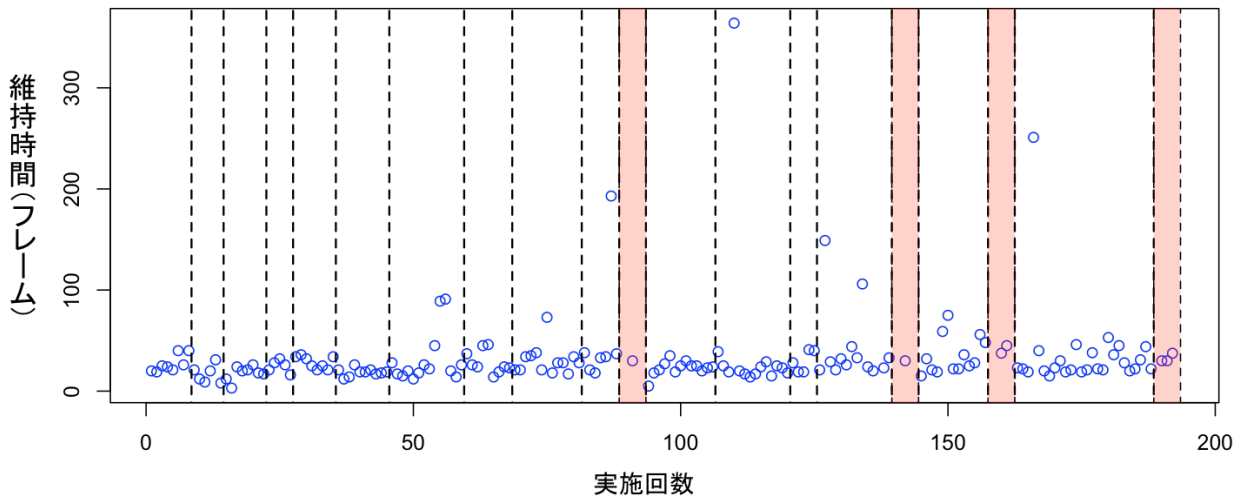
本研究では，分析単位として 1 つ 1 つの技術に着目した．上述のように，ブレイクダンスの実践では既有の技術や技術の連なりを多く用いつつ，それらを多様な観点から変更しながら活動を営んでいく（図 3）．そのため，実践で多く行われた技術を抽出し，それらの技術を練習でどのように行ったのか，特に実践の直前・直後とその他の時期で差異が見られたのかを分析することで，練習と実践との関係性について検討することが可能である．分析については，結果と考察にて詳述する．

3. 結果と考察

3. 1. 熟達者 A

対象とした技術（エアチェアー）を図 4 に示す．熟達者 A は，この技術を練習においては計 165 回，実践においては計 6 回，使用していた．

1）技術自体の内容（図 5，表 1）



注1）縦軸と平行に引いた点線は，練習や実践1回ごとの区切りを示す．練習と実践合わせて20回分の区間がある．
注2）色付けされた区間は，実践が行われた区間を示す．

図5　技術の維持時間に関する縦断データ

表1　実践の直前・直後とそれ以外における技術の維持時間

持続時間	実践の前	実践の後	それ以外
1（10フレーム未満）	0 (0%)	1 (1.92%)	3 (3%)
2（10フレーム以上20フレーム未満）	7 (11.86%)	8 (15.38%)	30 (30%)
3（20フレーム以上30フレーム未満）	25 (42.37%)	25 (48.08%)	44 (44%)
4（30フレーム以上40フレーム未満）	13 (22.03%)	8 (15.38%)	12 (12%)
5（40フレーム以上50フレーム未満）	6 (10.17%)	5 (9.62%)	7 (7%)
6（50フレーム以上100フレーム未満）	4 (6.78%)	4 (7.69%)	3 (3%)
7（100フレーム以上）	4 (6.78%)	1 (1.92%)	1 (1%)

まず，この技術自体について練習と実践でダンサーがどのように実施していたかを検討した．指標としては，熟達者本人から重要であると指摘のあり，領域においても重要視されている「技術を維持出来た時間」を用いた．時間については，映像記録よりブレイクダンスに関する長期経験を有する第一著者と研究目的を知らない認知科学領域の研究者とが議論を行いながら抽出した．なお，時間の抽出はフレーム単位（1/30 秒）で行った．

結果を表 1，図 5 に示す．ダンサーが，練習である程度長時間実施出来るようになってから実践で使用すること，一方で，実践では必ずしも練習と同等の質を保てていないことが分かる．

2）技術の前後も含めた連なり（表 2，図 6）

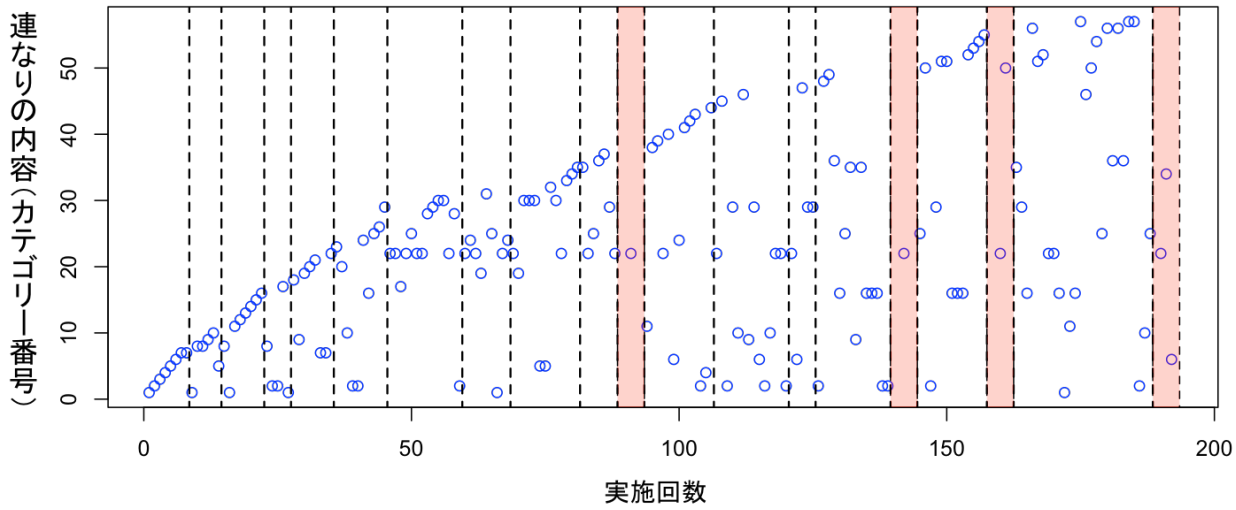
次に，技術の前後も含めた連なりとして，ダンサーがどのような動きを実施していたかを検討した．ここでは，清水・岡田（印刷中）で作成したカテゴリー（全部で 57 のカテゴリーに内容を分類したもの）を利用し，内容を判断・分類した．

結果を表 2，図 6 に示す．技術自体と同様に，ダンサーは，ある程度様々な種類の連なりを作った上で実践に用いること，実践では練習で多く行っていた内容を行う場合が多いこと，一方で実践の前後の練習では，過去に生成した内容をあまり繰り返さずにさらに新しい内容を生成していくことが示唆された．

3）技術の練習を行った目的（表 3，図 7）

熟達者 A に対し，事後インタビューを行い，どのような目的で各練習を実施したかを清水・岡田（2015b）に基づいて作成した選択肢により検討した．

結果を表 3，図 7 に示す．ダンサーは，技術自体を



注1）縦軸と平行に引いた点線は，練習や実践1回ごとの区切りを示す．練習と実践合わせて20回分の区間がある．
注2）色付けされた区間は，実践が行われた区間を示す．

図6　技術の前後も含めた連なりの内容に関する縦断データ

表2　実践の直前・直後とそれ以外における技術の連なりの実施回数

カテゴリー	実践の前	実践の後	それ以外
内容1	1	1	5
内容2	5	3	9
内容3	0	0	1
内容4	0	1	1
内容5	0	0	4
内容6	0	1	3
内容7	0	0	4
内容8	0	0	4
内容9	1	0	3
内容10	1	1	4
内容11	1	2	1
内容12	0	0	1
内容13	0	0	1
内容14	0	0	1
内容15	0	0	1
内容16	10	6	2
内容17	0	0	2
内容18	0	0	1
内容19	0	0	3
内容20	0	0	2

	実践の前	実践の後	それ以外
内容21	0	0	1
内容22	4	3	16
内容23	0	0	1
内容24	0	1	3
内容25	5	3	3
内容26	0	0	1
内容27	0	0	0
内容28	0	0	2
内容29	3	2	6
内容30	0	0	6
内容31	0	0	1
内容32	0	0	1
内容33	0	0	1
内容34	0	0	1
内容35	4	1	1
内容36	4	2	0
内容37	1	0	0
内容38	0	1	0
内容39	0	1	0
内容40	0	1	0

	実践の前	実践の後	それ以外
内容41	0	1	0
内容42	0	1	0
内容43	0	1	0
内容44	0	1	0
内容45	0	0	1
内容46	1	1	1
内容47	0	0	1
内容48	1	0	0
内容49	1	0	0
内容50	2	2	0
内容51	3	3	0
内容52	2	2	0
内容53	1	1	0
内容54	2	2	0
内容55	1	1	0
内容56	3	3	0
内容57	3	3	0

洗練させようとする取り組み（目的 1）を実践の前後であまり実施しないこと，技術自体を変化させた派生系を生成しようとする取り組み（目的 2）が実践の，特に直前で多く行っていたことが分かる．このことは，実践の直前，直後，それ以外を予測変数，練習の目的を従属変数とした多項ロジットモデルによる分析によっても示された（紙面の都合上，結果は省略する）．

3．1．熟達者 B

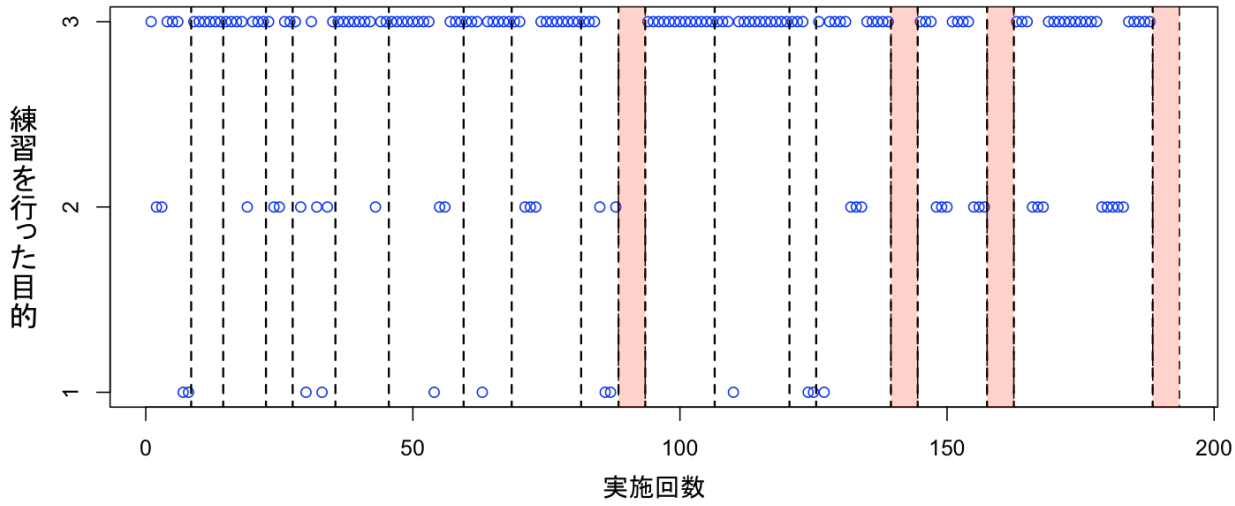
紙面の都合により詳細は省略するが，全体として熟達者 A と同様の結果が示唆された．

4．　総合考察

本研究で示唆されたことを整理すると，以下の 3 点にまとめられる．

1）ダンサーは，練習において技術を一定期間繰り返し，ある程度技術自体の質を上げ，技術の前後も含めた内容を十分に生成した上で，実践に用いる．

2）実践では，基本的に練習で行った内容に基づいて技



注1）縦軸と平行に引いた点線は，練習や実践1回ごとの区切りを示す．練習と実践合わせて20回分の区間がある．
注2）色付けされた区間は，実践が行われた区間を示す．

図7 練習を行った目的に関する縦断データ

表3 実践の直前・直後とそれ以外における練習を行った目的の概要

目的	実践の前	実践の後	それ以外
1（技術自体の洗練）	3 (5%)	0 (0%)	9 (9%)
2（派生系の生成）	19 (31.67%)	14 (26.92%)	14 (14%)
3（実践への組み込みと調整）	38 (63.33%)	38 (73.08%)	77 (77%)

術を用いる．

3）実践の前後，特に直前では，新しい内容を活発に生成しようとする．

特に重要と考えられるのは，2，3 である．2 については，練習で行ったことのない新しい動きが生成されるとする先行研究の知見（清水・岡田，2013）と異なった結果が得られた．この結果については，対象とした実践の数が 6 個と非常に少なかったこと，新しい動きが稀にしか生じないことを踏まえ，データや対象者を追加した上で，さらに検討を行うことが必要だと考えられる．また 3 についても，実践の直前で，一見実践と関連の薄い技術の派生形の生成・探索が活発に行われていた．この点については熟達者へのインタビューや練習過程の分析を行い，さらなる検討を行うことが必要であろう．一例ではあるが，この点を熟達者に質問したところ，実践で激しく変化しうる状況（対戦相手や音楽）に柔軟かつ即興的に対応するために多様なやり方を発展させ，有しておくことの重要性を述べていた．

本研究では，特に身体表現芸術における練習と実践との関係性の一端を探索的に検討したに過ぎない．今後は対象者数を増やし，練習と実践に関する詳細なインタビューデータも加えることで更なる検討を行う予定である．

5. 参考文献

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, **100** (3), 363-406.

Galton, F. (1869). *Hereditary genius*. London: Macmillan.

Gobet, F., & Campitelli, G. (2007). The role of domain-specific practice, handedness and starting age in chess. *Developmental Psychology*, **43**, 159-172.

Howard, R. W. (2009). Individual differences in expertise development over decades in a complex intellectual domain. *Memory & Cognition*, 194-209.

Newell, A., and Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice, in Anderson, J.

R. ed., *Cognitive Skills and Their Acquisition*. Lawrence Erlbaum Associates., Hillsdale, NJ.

清水 大地・岡田 猛（2013）．ストリートダンスにおける即興的創造過程．『認知科学』，**20** (4), 421-438.

清水 大地・岡田 猛（2015a）．ブレイクダンスにおける即興的な対応方略とその要因．『2015 年度日本認知科学会第 32 回大会発表論文集』，283-289.

清水 大地・岡田 猛（2015b）．ブレイクダンスにおける技術学習プロセスの複雑性と創造性．『認知科学』，**22** (1), 203-211.

清水 大地・岡田 猛（印刷中）．ブレイクダンスにおける熟達者の探索的練習過程．『2016 年度人工知能学会全国大会（第 30 回）大会発表論文集』

Watson, E. (1930). *Behaviorism*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

6. 謝辞

本研究を行うにあたり，ダンサーのみなさまには多大なご協力を賜りました．心より感謝申し上げます．また本研究は，文部科学省科学研究費若手 B（26780352，代表：清水大地）の助成を受けて行われました．

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

他者との身体的な同期運動が我々の意識的・無意識的態度に与える影響
The effect of physical synchronization on conscious and unconscious attitudes toward others

伴　碧[†]，高橋　英之[‡]
Midori Ban, Hideyuki Takahashi
[†]同志社大学，[‡]大阪大学
Doshisha University, Osaka University
mban@mail.doshisha.ac.jp

Abstract
It has been reported in many studies that synchronizing body movements with others can greatly transform interpersonal relationships. Our goal in this study was to investigate the effects of synchronizing body movements on conscious and unconscious attitudes toward others. In the experiment, the subject was asked to synchronize with a decoy using upper arm exercises for two minutes. We then used questionnaires to measure the subject's conscious attitudes toward the decoy. To measure unconscious attitudes, we used the distance between the chairs of the subject and decoy. On the conscious level, significant trends were seen in the "similar scale" questionnaire and the prisoner's dilemma, while the other measures did not differ significantly. On the unconscious level, we found that the proportion of subjects choosing to engage in cooperative behavior in the prisoner's dilemma rose with synchronization. The distance between the chairs of the decoy and the subject was also shortened after the subject synchronized with the decoy. This result suggests that synchronization of physical movements affects unconscious attitudes toward others.

Keywords — physical synchronization, Unconscious attitude

1. はじめに

他者との体の動きの同期（synchrony）は，他者との関係性を大きく変容させることがこれまで多くの研究で示されてきた。例えば，参加者と実験者がコンピュータに表示される合図に合わせて指でドラムパッドを叩く同期運動あるいは非同期運動を実施した後に，実験者に対する好意度を測定した実験では，同期運動を行った参加者は非同期運動を行った参加者に比べて，実験者に対する好意度が高くなることが報告されている[1]。また，同期運動を行うことで，相手に対する好意度が高くなるだけではなく，相手との類似感が高くなったり，相手との一体感が高くなることも報告されている[2] [3]。このように，他者との体の動きの同期は，心理尺度のような我々の意識的な態度に影響を及ぼすことが示されている。

さらに，他者との体の動きの同期は，心理尺度以外の意識的な行動にも影響を及ぼす。例えば大学生を対象とした実験では，参加者と実験者とでボタン押しを用いた同期運動あるいは非同期運動を行った後，実験者がペンを落とす状況を提示された。その結果，非同期運動を行った参加者よりも同期運動を行った参加者の方が，実験者が落としたペンをより多く拾うという援助行動を行ったことが報告されている[4]。つまり同期運動を行うことは，我々の心理的な側面だけではなく，他者を援助するといった意識的な行動にも影響を及ぼすことが示唆される。さらに，このような影響は成人に限られたことではない。1 歳過ぎの乳児を対象とした同期運動の研究においても，非同期運動を行った相手よりも，同期運動を行った相手に対する援助行動（被援助者が落下させた物を拾って渡す行動）が高くなることが報告されている[5]。このように，リズムに合わせてボタンを押す，あるいは体でリズムをとるといったように，実験者からの教示により外発的に同期運動を行ったにもかかわらず，同期した相手に対して好意度が高くなったり，援助行動を促進する効果があることが示唆されている。

しかしこれまでの研究は，身体的な同期運動を行うことが，心理尺度や援助行動といった我々の意識的な態度に及ぼす影響を検討するものであり，我々の無意識的な態度へ及ぼす影響の検討を行っていない。従来から行われてきた質問紙法などの意識的（顕在的）指標は，社会的に望ましい方向への自己呈示・自己欺瞞が起こりやすく，社会的望ましさの影響を強く受けることが知られており[6]，他者に対する態度を十分に測れていない可能性が挙げられる。そこで本研究では，他者との身体的な同期運動・非同期運動が意識的および無意識的な態度に与える影響を検討することを目的とした。

2. 方法

参加者　参加者は，57 名 (男性 29 名，女性 28 名，平均年齢 = 20.35 歳, 範囲 = 19—29 歳, 標準偏差 = 1.47 歳) であった。各参加者はランダムに各条件 (同期･非同期) に割り当てられた。同期条件は 29 名 (男性 15 名，女性 14 名，平均年齢 = 20.17 歳，範囲 = 19—23

歳，標準偏差 = 0.89 歳)，非同期条件は 28 名 (男性 14 名，女性 14 名，平均年齢 = 20.54 歳，範囲 = 19—29 歳，標準偏差 = 1.90 歳) であった。

同期運動課題 課題には，同期運動条件および非同期運動条件を設けた。また，各条件で 2 種類のリズム (BPM = 80 または 112) を用いた。同期条件では，参加者と協力者 (サクラ) の 二者が同じリズム (協力者-参加者: BPM = 80-80，または 112-112) とし，一方非同期条件では，異なるリズム (80-112，112-80) とした。リズムの組み合わせは参加者ごとにカウンターバランスを取った。参加者と協力者は，ヘッドホンから聞こえるメトロノームのリズムに合わせて右腕の上下運動を行った。また，リズム課題中の参加者と協力者の運動の同期または非同期の操作チェックとして，モーションセンサーを 2 台使用し，運動の加速度を 3 次元で測定した。参加者と協力者に，右腕の上下運動中にこれをそれぞれ右手で所持させることで，同時刻での運動の測定を行った。

対人距離 参加者の無意識的態度の指標として，対人距離を用いた。同期運動課題の終了後，参加者と協力者に紙媒体の質問紙 (ダミー質問紙) に回答するように教示した。質問紙は，参加者と協力者が同期運動課題を行った場所とは別の場所に配置された。机の上には質問紙が置いてあるだけで，椅子，回答用のペンは配置されていなかった。実験者が“回答に必要なペンを用意するのを忘れていました。△△ (協力者) さん，こちらにペンを取りに来てください。○○ (参加者) さんは，後ろにある椅子を二脚，机の方へ運んで座っておいてください。”と教示した。参加者が椅子を配置していることを確認した後，実験者は協力者にペンを手渡し，その後質問紙へ回答してもらった。全ての課題が終了後，参加者が配置した 2 つのイスの距離を測り，無意識的な態度の指標とした。

質問紙（心理尺度） 日本語版対人反応性指標 (Interpersonal Reactivity Index: Davis, 1994 菊池訳 1999) , We-ness Scale (Fergus & Reid, 2001) , Inclusion of Other in self Scale (Aron, Aron, & Smollan, 1992)，類似感尺度(Valdesolo & DeSteno, 2011; Wiltermuth & Heath, 2009)，Dyadic Trust Scale (Larzelere & Huston, 1980)，共感的感情反応尺度 (桜井他, 2011)，協力者(サクラ)に対する囚人のジレンマゲーム (Batson & Moran, 1999)を，場面想定法を用いて実施した。質問文および選択肢は PC 上に提示され，参加者はマウスを用いて回答を行った。

手続き 参加者は，協力者の待機する部屋に入室した後，机を 2 台挟んで協力者の正面に用意された椅子に座った。その後，“これからお二人には，目の前にある装置を使って，ヘッドホンから聞こえるリズムに合わせて腕を上下に振っていただきます。”と教示した。参加者，協力者それぞれの机上には，ヘッドホン，モーションセンサーが配置されており，ヘッドホンから聞こえるリズム音に合わせて“上”，“下”，“上”，“下”と右腕を振るように教示を与えた。実験者が開始の合図をしてから 2 分経過後に，実験者が再び参加者と協力者の傍に立ち，“終了してください”と教示をして終了した。なお，参加者と協力者が腕の上下運動を行っている間は，実験者は参加者と協力者の視界に入らない位置に待機した。その後，参加者は紙媒体の質問紙に回答するために，椅子の設置を行った。質問紙への回答終了後，参加者は PC が設置された別の実験室に移動した。参加者には，設置してあるパソコンの前に座り，画面に表示される内容をよく読み，全ての質問に回答するように教示した。回答は，画面に表示される選択肢をクリックすることで行われた。参加者にすべての質問への回答が終了したら，実験者の待機する部屋に入室して回答が終了したことを報告することを求めた。参加者が実験者に報告した時点ですべての手続きを終了とし，デブリーフィングを行った。

3. 結果および考察

まず，同期運動課題について，参加者と協力者(サクラ)の運動の加速度をそれぞれ 3 次元ベクトルの値を一方向に統一し，標準化した後，二者間の相関係数を同期率の指標として用いた。条件間で同期率を比較した結果，条件間で同期率に有意な差が示されたため (t (55) = 13.77, p = .001)，条件間で同期・非同期運動の操作が適切に行われていたことが示された。

次に，全ての指標について，同期運動条件と非同期運動条件を独立変数とした対応のない t 検定を行った。その結果，意識的な態度を測るための質問紙（心理尺度）では，類似感尺度において条件間で有意傾向にある差がみられた(t (55) = 1.89, p = .06)。つまり，同調運動条件の参加者は，非同期運動条件の参加者よりも，協力者に対して自分との類似感を高く感じていることが示された。また，相手への信頼的態度を反映すると考えられている一回限りの囚人のジレンマにおいて，同期運動条件の参加者の方が非同期運動条件の参加者よりも協力行動を選択する参加者の割合が高かった

(Mann-Whitney U=317.5, z=2.00, p=.04) 。この結果から，他者との身体的な同期運動の影響は，行動面においても見られることが示された。他方，他の心理尺度については，条件間で有意差はみられなかった。また，無意識的な態度を測るための対人距離について，参加者が配置した自身の椅子と協力者の椅子との距離は，同期運動条件の方が非同期運動条件よりも短かった (t (55) = 1.72, p = .09) 。つまり，他者との身体的な同期運動は，無意識的な他者への態度にも変化を及ぼす可能性が示された。以上の結果から，他者との身体的な同期運動は，意識的な態度だけではなく無意識的な他者への態度にも影響を及ぼすことが示唆された。

参考文献

[1] Hove, M. J., & Risen, J. L. (2009). It's all in the timing: Interpersonal synchrony increases affiliation. *Social Cognition*, 27, 949-960.

[2] Paladino, M. P., Mazzurega, M., Pavani, F., & Schubert, T. W. (2010). Synchronous multisensory stimulation blurs self-other boundaries. *Psychological Science*, 21, 1202-1207.

[3] Vacharkulksemsuk, T., & Fredrickson, B. L. (2012). Strangers in sync: Achieving embodied rapport through shared movements. *Journal of experimental social psychology,* 48, 399-402.

[4] Kokal, I., Engel, A., Kirschner, S., & Keysers, C. (2011). Synchronized drumming enhances activity in the caudate and facilitates prosocial commitment—if the rhythm comes easily. *PLoS One*, 6, e27272. doi: 10.1371/journal.pone.0027272

[5] Cirelli, L. K., Einarson, K. M., & Trainor, L. J. (2014). Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants. *Developmental science*, 17, 1003-1011.

[6] 土井淳子・川西千弘 (2012). 拡散モデルに基づく潜在的連合テストデータの分析 京都光華女子大学研究紀要, 50, 111-122.

ジェットコースター刺激を用いた高覚醒状態における景観記憶の研究

○佐久間嶺央* 横山ゆりか 福田玄明 植田一博
（東京大学大学院 総合文化研究科）

はじめに

ジェットコースターでは興奮や恐怖を伴う上下運動の間に様々な景色を探索することが出来る．そのような複雑な空間情報が飛び交う中でも，特に頂上で見る景色を記憶している人が多いようである．これはどうしてか考察する．頂上では速度が最小になるために景色を眺めやすいことが予想されるが，ここでは速度を統制し，覚醒水準に着目する．興奮や恐怖の心理状態に伴う覚醒水準が記憶に影響を及ぼすとする研究はこれまで多く行われてきた．例えば Loftus らは事件・事故の写真を刺激に用いて再認課題を行い，統制条件に比べて記憶が抑制されたと報告した[1]．また Libkuman らや野畑らは IAPS 写真群を用いて実験を行い，高覚醒状態では写真の中心情報の記憶が促進され，周辺情報の記憶は快不快感情で異なる挙動を示すと示唆した[2] [3]．このように覚醒状態と記憶に関する様々な研究の多くが，記憶課題とは直接関係のない写真を刺激とする実験手法を用いてきた．本実験ではジェットコースター乗車時のヴァーチャルリアリティ映像(以下 VR）を，首の動きに映像が追従する 360 度ヘッドマウントディスプレイで提示する．そのことで，より迫力のある 3D 映像を刺激とし，低覚醒から高覚醒まで一連の状態を実現して覚醒状態と景観の記憶の関係を調べる．

方法

実験参加者：健常な視力を有する大学生および社会人 29 名(男性 13 名，女性 15 名，平均年齢 24.3 歳）
実験装置：ヘッドマウントディスプレイ(Oculus Rift DK2）,皮膚電位計(Polymate AP1132)，ヘッドホン，PC
VR 環境：ジェットコースターの VR 環境と乗車中の移動アニメーションを Unity および City Engine で制作した．なお，ジェットコースターの速度は違和感のない範囲で調整をし，走行開始から上昇まで，上昇時，頂上で同程度の速度を保った．落下と落下後の上昇までの区間については自然な速度とした．
手続き：まず参加者に Oculus Rift と皮膚電位計を装着し，テスト VR による練習と，暗転による安静状態 2 分をとってもらった．その後，実験開始とともにジェットコースターVR をスタートした．VR では 540sec の間に 3 回上昇と落下を行った（図 1）．実験が終わり，暗転して 2 分間の安静の後，装置を外して再認課題を行った．再認課題では，実験に使用した VR 環境のキャプチャ画像 36 枚と，VR 環境の街並みを一部変更した画像 72 枚について，見覚えのある画像か否かを弁別してもらった．



図 1，VR アニメーション

分析：(1) まず実験で提示した VR が高い覚醒状態を誘起していたかどうかを確かめるために，ジェットコースターの上下運動にあわせて，皮膚電位の SCL が変動するかどうかを調べた．上昇開始から VR 終了までの速度の高さ成分の絶対値と SCL の相関を求め，参加者毎の回帰係数 $\beta 1$ とゼロ行列を比較した．(2) 次に頂上で見た景色と頂上以外で見た景色のどちらをより記憶しているかを調べるべく，『頂上区間』と『頂上区間以外』に分けて，再認課題の正答率を比較した．(3) さらに，『頂上区間』と同程度に速度の高さ成分の絶対値が小さい『VR 開始から上昇開始までの区間』と『落下終了から続いての上昇開始までの区間』をとりあげ，これらの再認課題の正答率を『頂上区間』の正答率と比較して，(2)の結果が頂上区間だけに見られる現象かどうかを検定した．

結果と考察

(1) 速度の高さ成分の絶対値と SCL の相関を求め，参加者の各回帰係数 $\beta 1$ とゼロ行列を比較した結果，回帰係数 β 1 の平均値はゼロよりも有意に大きいことがわかった($t = 2.43$, $df = 28$, $p < 0.022$)．従って，速度の高さ成分の絶対値が小さい区間では覚醒度が低くなり，大きい区間では覚醒度が高くなっていた．VR 環境では上下移動というジェットコースターの環境特性にあわせて自律神経系が賦活されていたと考えられる．

(2)『頂上区間』とそれ以外の再認課題の正答率を比較した結果，『頂上区間』の方が『頂上区間以外』の正答率よりも有意に高かった(図 2, $t = 2.57$, $df = 54$, $p < 0.013$)．頂上以外の景色よりも頂上の景色を覚えている現象が，VR 環境において起こっていたことがわかった．

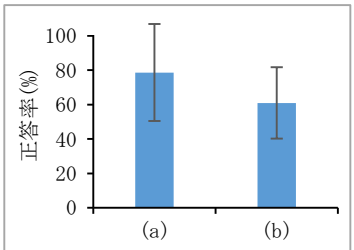


図2，(a)頂上区間と(b)頂上区間以外の再認課題の正答率

(3) 図 3 の 3 群において 1 要因分散分析を行った結果，有意な主効果が見られた($F_{2,76} = 13.07$, $p < 1.32\text{E-}05$)．また多重比較(Holm の方法)を行った結果，『頂上区間』における正答率が，『走行開始から上昇開始までの区間』と『落下終了から続いての上昇開始までの区間』における正答率よりも有意に高いことが分かった(図 3, (a)と(b) $p < 0.017$ / (a)と(c) $p < 3.11\text{E-}05$).

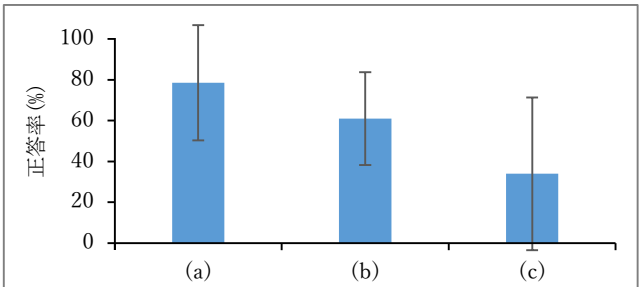


図3，(a)頂上区間と(b)走行開始から上昇開始までの区間と(c)落下終了から続いての上昇開始までの区間における正答率

以上の結果から，ジェットコースターから見た景観の記憶は，単純に速度の高さ成分の絶対値や覚醒水準に対応するものではなく，相対的に低い覚醒度の場面の中でも特に頂上での景色，つまり落下恐怖を伴う高覚醒の直前で見た景色を記憶しやすいということが分かった．視覚情報の認知処理が落下直前で促進されるこの現象は，一定時間後に中覚醒で不快な写真を提示することを予告すると，不安感情を抑制して N-back 課題の成績が統制条件よりも高くなるとする研究結果と類似しており[4]，落下を予期できるジェットコースターによって生じた情動予期に関連して生じたのではないかと考えられる．

文献：
[1] Loftus, et al. (1987). *Memory and Cognition*, **10**, 318-323.
[2] Libkuman, et al. (2004). *Memory vol.12*, **2**, 237-247.
[3] 野畑, et al. (2005). 認知心理学研究, **3**, 23-32.
[4] Erk, et al. (2006). *European Journal of Neuroscience*. **24**, 1227-1236.
(* 現在は修士課程修了・会社員)

情報の「理解」の定式化に向けて
Toward mathematical formulation of what understanding is

日高　昇平†
Shohei Hidaka

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

Abstract

A long-standing dream in research on artificial intelligence (AI) is to build a *strong* AI termed by Searle (1980), which understands and processes the input, unlike a *weak* AI which just processes it as programmed. The key question here is what understanding is. In this study, I propose a direction toward a mathematical formulation of understanding. Revisiting Searle's Chinese room argument, we find the importance of information transmission, and I propose an extension of Shannon's information theory by relaxing its key assumption on the common codebook. Further, I point out the essential difference between learning and understanding. From this series of arguments, I summarize it by showing research steps toward a formulation of understanding.

Keywords — Understanding, strong artificial intelligence, information theory, and learning.

1. 理解と強いAI

人工知能(以下 AI)の研究における哲学は、大きく二つに分けられる。一つの流儀は、ある特定の機構をもった機械あるいは計算プログラムを作り、人あるいはその他動物の行動や心の働きとその機械を比較し、人の心の働きと同種の機構を実現する一例として機械をみなす方法論である。もう一つは、人を含め「知能」をもつものは、特定の機能の実現によって定義できるとし、逆にそうした機能実現こそが「知能」の本質であると考える方法論である。前者は特定の認知機能を実現するモデルとしての AI、後者は機能が実現できる限り人と機械を区別せず、高い機能をもった AI により人と同等の「知能」を人工的に実現できると考える。Searle(1980)は前者を「弱い AI」、後者を「強い AI」と呼び、強い AI の思想に懐疑的な批判を行った。

Searle の強い AI に対する批判は、「中国語の部屋」と呼ばれる思考実験に集約される。この思考実験では、中国語を知らない Searle 自身が、小窓からスクリプトの出し入れが可能である部屋に入り、彼にとっては理解できない中国語の問いを受け取り、Searle の母国語である英語で書かれた回答手順書にしたがって中国語の答えを返す(図 1(A))。もし英語で書かれた手順書が十分に洗練されていれば、Searle 自身が中国語をまったく理解できないとしても、部屋から出てくる中国語の答えは、外の観察者からは中国語話者と違いが判別できないであろう。したがって、この中国語の部屋における、英語の手順書(プログラム)、そしてそれを実現する Searle 自身(機械・AI)は中国語を理解できずに、言語的な応答能力によって知能を定義する Turing test に合格するはずである。

以上の中国語の部屋論法により、Searle は強い AI と弱い AI をわける鍵が「理解」とし、単に特定の機能あるいは入出力の対応関係の実現だけにとどまらない「理解」なるものが知能の本質であると批判した。しかし、Searle 自身は「理解」が何であるか明確な定義を与えておらず、直感的な事例の列挙による説明にとどめている。

2. マネ碁と情報の伝達

本稿では、「理解」とは何かという問いに対し、直観や共感に訴えることなく定式化を与えたい。まず直観に訴えるために作られた中国語の部屋論法を、その本質を失わずより簡潔にした思考実験を考える。

ごく最近、チェスや将棋より複雑な探索空間をもつと考えられてきた囲碁でも、ついに DeepMind の開発した Alpha Go が人間のトッププレイヤーを破ることとなった(Silver et al., 2016)。この囲碁を例にとり、名人と同等以上の強さをもつ AI プログラムが作れたなら囲碁版の Turing test に合格と認めるとしよう。それには、AlphaGo の開発を待たずとも以下のようなごく簡単なプログラム(マネ碁 AI)を作ればよい(図 1(B))。

1. 対局 1 では名人と AI プレイヤーが、対局 2 では名人と肩を並べる挑戦者と AI プレイヤーが対局する。

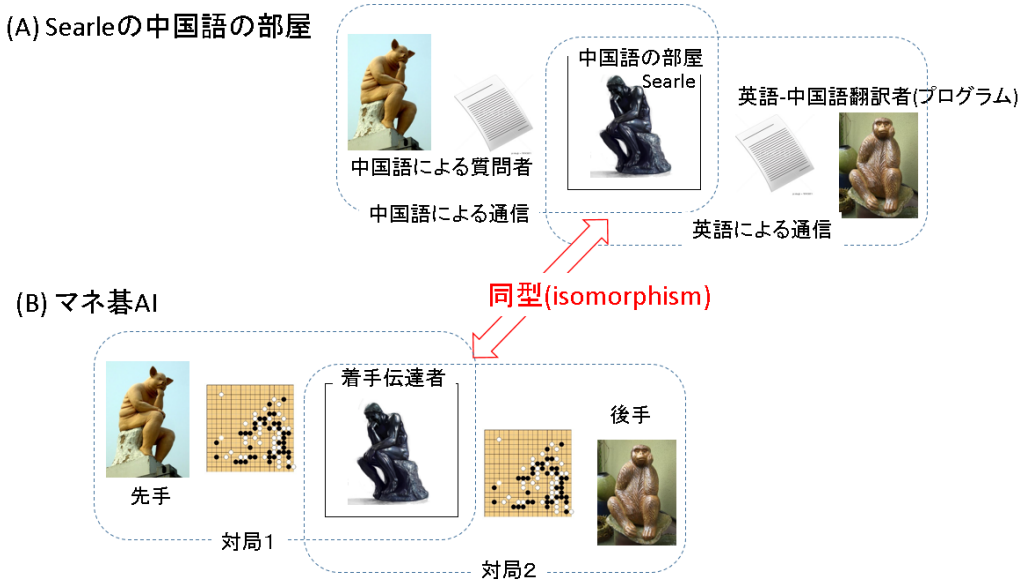


図 1：(A)Searle の中国語の部屋と(B)マネ碁 AI(着手伝達エージェント)の同型性

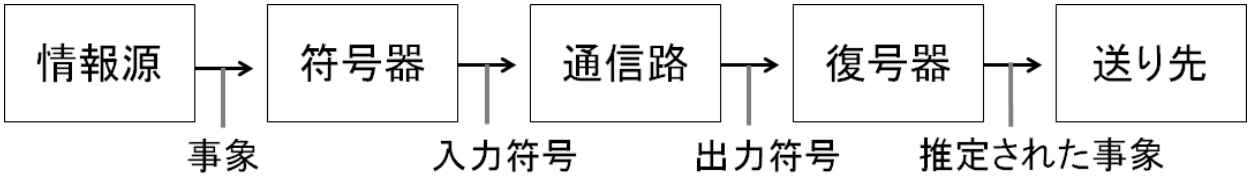


図 2: Shannon の情報伝達モデル。送り手(情報源)から送り先へ、通信路を通じて符号を送ることによって信号を伝える。一般に通信路は確率的誤りを含むが、信号を符号へと変換する符号器、符号を信号へと変換する復号器を適切に設計することで、誤り確率の任意に小さい通信が可能である。この Shannon モデルでは、復号器の設計には符号器の知識を必要とする。

2. 対局 1 では AI プレイヤーが後手番となり、対局 2 では AI プレイヤーが先手番とする。
3. 対局 1 で名人の第一手をまち、それと同じの手を AI プレイヤーは対局 2 で打つ。
4. 対局 2 での挑戦者の第二手をまち、それと同じ手を AI プレイヤーは対局 1 で打つ。

以下これを繰り返すと、AI プレイヤーは二局とも引き分けあるいは、一勝一敗の結果を得る。従って、この AI プレイヤーは名人と同格であり、囲碁版の Turing test (Turing, 1950)を合格する。

このマネ碁の思考実験は、Searle 論法の中国語話者を名人、また Searle に英語の手順書を与える翻訳者を挑戦者とすると、本質的に中国語の部屋論法と同型である(図 1)。一方、Searle の「理解」の直観的説明なしに、このマネ碁 AI が囲碁の理解を必要としないことが明白である。つまり、このマネ碁 AI は、対局 1 と 2 の間の通信あるいは情報の伝達しているに過ぎない。これは中国語の部屋論法において、Searle が中国語話者と翻訳者の問答を媒介するのと同型である。翻って、中国語の部屋論法は、本質的に情報の伝達と理解の違いを指摘しようとしているのである。

3. 情報の伝達を超えて

以上の思考実験から、「理解」と情報伝達の類似性および、本質的な違いが示された。本論では、情報伝達の数理を再考し、情報「理解」の定式化に向けた提言を行いたい。

Shannon (1948)によって定式化された情報理論は、伝達可能性を与える通信容量定理により、情報

の概念に明確な定義を与える。この情報理論の定式化において、Shannon は情報の「理解」という問題の定式化を巧妙な前提を置くことにより避けて、情報の「伝達」のみに焦点絞って数学的に表現している。逆に言えば、情報理論の前提の再考および緩和により、「理解」の定式化できる。実際、Shannon と Weaver (1948)は、明確に情報の伝達・理解・因果性の 3 つを区別し、情報理論によって伝達の問題だけを解くことを宣言している。

Shannon の情報伝達モデル(図 2)の再考から得られる洞察は、伝達される符号列と元の信号との対応表である符号器が、情報の送り手と受け手の間で**事前に共有されているという仮定(共有符号器の仮定)**が、この定式化において重要な役割を果たしているという点である。この仮定により、最も重要な伝えられた符号列の「解釈」あるいは「理解」の問題に悩まされることなく符号列が誤りなく伝達可能な条件にのみ焦点を絞って数学的な議論を展開できる(詳細については、日高(2016; 査読中)および Hidaka & Kashyap (2014)を参照)。

4. 情報・学習・理解

一般に、学習と理解は異なると考えられる(たとえば、佐伯 (2007))。たとえば、算数教育において、特定の手続きで計算ができるようになるには、繰り返し計算問題を解くことで成績が上がる(学習)。しかし、これは、応用的な問いに対する答えから察せられる本質的な数学的な理解とは必ずしも同じではない(銀林, 2007)。この意味で、情報伝達と学習、さらに学習と理解と違いは考察に値する。

情報の伝達では、静的な復号器を想定していたが、データから復号器を近似的に推定する方法のひとつとして学習について考えよう。情報理論の枠組み(図 2)において、「学習」とは、近似的に復号器を再構成することである。一例として、教師あり学習による分類問題を解くことを考えよう。この場合、ある特徴空間上に表現された事例(データ/符号)の少なくとも一部に対して同一性を明示する教師信号が与えられる。教師信号は事例のクラスを明示し、同じクラスに属する事例を同じクラスに分類し、異なるクラスに属する事例を異なるクラスに分類する分類器は、符号(事例の特徴)から信号(クラス)を与える写像(復号器)の近似とみなせる。この問題において、特定の学習則により、近似的な復号器を構成可能であれば、一見、この学習により前述のメタ復号器の問題を解けるように見える。しかし、こうした教師あり分類学習は、符号、信号の両方が与えられており、メタ復号器の問題の一部にトップダウンに正解を与えている。従って、符号・信号の両方が与えられた条件下での復号器の再構成は、それだけではメタ復号器の問題の十分な解とはいえない。

これは他の種類の学習においても同様である。次の例として、教師なし学習のひとつとしてクラスタリングを考えてみよう。一般に、クラスタリングでは、事例の特徴と、その特徴空間上の類似性(距離関数)が与えられ、クラスタ間と比較してクラスタ内の事例の類似度が高くなるように事例のクラス分けを行う。この種の問題では、信号(クラス教師信号)は陽に与えられていない。しかし、特徴空間の距離関数が与えられているため、暗に復号器に相当する類似性が与えられている。この意味で、やはり教師なし学習もメタ復号器の問題の解にはなりえない。

ここで述べたように、特徴の解釈たる類似性が与えられれば分類が可能であり(教師なし学習)、あるいは、クラス信号が与えられれば、そのクラスを与えるのに適した類似度の関数を構成できる(教師あり学習)。しかし、その両方を同時に解決することは難しい。こうしたジレンマは、概念獲得の根本的な問題であると考えられている(Murphy & Medin, 1985)。

近年の機械学習分野の発展により、特徴とクラスの繰り返し相互に推定する方法 (e.g., Expectation-Maximization(EM) 法 (Dempster et al., 1977)など)など、こうした特徴とクラスの相互参照性を部分的に解決する方法論は存在する。しかし、こうした解決法は、復号器の推定と信号の推定の両面で使える目的関数(上記 EM 法の場合、尤度関数)を与えており、本質的には与えられた枠組みの中で部分的な変数を統計的に推定する構造となっている。従って、本質的に、「学習」は与えられた条件の下で特定の写像(復号器、あるいは信号)を構成する計算とみなせる。

すでに述べたとおり、学習と理解が異なるとすれば、こうした学習において本質的にみられる、符号・復号器・信号の相互依存的な関係を解消する性質を「理解」が持つと考えられる。この学習と理解の違いは、それぞれ「(部分的な)記述」と「説明」ではないだろうか。これらの本質的な違いは、「記述」が断

片的な情報の集合であるのに対し、「説明」がその**局所的記述と全体の整合性を有する情報の集合**である点にある。「学習」が、与えられた他の部分を補うように、未知の部分を推定する(記述する)のに対し、「理解」は、完結した「説明」を構成するのに対する述語と考えられるのではないだろうか。

5. 理解の定式化に向けて

以上をまとめて本論では、この共有符号器の仮定を緩和することで、情報の理解の数学的な定式化を模索することを提案する。

結論として、本研究では以下の理論的な予想・研究プログラムを提案する。

（1）情報の理解とは、信号から符号への写像である符号器を、符号列だけから推定する復号器を、推定することである。陽には与えられない復号器を、符号列のみから推定するこの問題を**メタ復号器の問題**と呼ぶ。

（2）情報の伝達と理解に対応する「記述」と「説明」の本質的な違いを捉え、全体的な整合性を有する情報の単位を同定する問題を**全体性単位の問題**と呼ぶ。

個々の記述から全体性へと対応付ける(〜説明する)ことが（1）メタ復号化であり、またメタ復号化に過不足のない情報の単位が、（2）全体性の単位であると言えると予想される。従って、この２つの相補的な問題を追究する研究プログラムの推進により、情報理解の数学的な定式化を提案する。（1）および（2）は、それぞれ Shannon の情報理論の、共有符号器のない状況への拡張、および多数の送り手と受け手の全体的な整合性を制約としておいた通信への拡張、に相当する。大会発表では、著者のこれまでの研究(日高, 2016; 査読中; Hidaka & Kashyap, 2014)および、最新の研究(Hidaka, in preparation)を具体的な基礎として、研究の方向を論じたい。

謝辞

本研究は平成28年度科学研究費補助金若手研究A 16H05860 の助成を受けて行われた。

参考文献

[1] Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the royal statistical society. Series B (methodological),* 1-38.

[2] Hidaka, S. and Kashyap, N. (2014). The Generalist Approach to Frame Problems, in Proceedings of The Third Asian Conference on Information Systems, pp. 318–325.

[3] Hidaka, S. (in preparation). Unbiased and asymptotically optimal estimator for partition with the minimal information loss.

[4] Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological review*, 92(3), 289-316.

[5] Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs, Behavioral and brain sciences, Vol. 3, No. 03, pp. 417–424.

[6] Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication, Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423.

[7] Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication, University of Illinois press.

[8] Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., Driessche, van den G., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam, V., Lanctot, M., et al. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, Vol. 529, No. 7587, pp. 484-489 (2016)

[9] Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence, Mind, pp. 433–460.

[10] 佐伯 胖 (Ed.). (2007). *理解とは何か* (Vol. 2). 東京大学出版会.

[11] 銀林浩. (2007). 算数・数学における理解 佐伯胖 (編) コレクション認知科学 2 理解とは何か 新装版 東京大学出版会.

[11] 日高 昇平 (2016). 情報理論から意味理解の理論へ., 第 30 回人工知能学会全国大会.

[12] 日高 昇平 (査読中). 情報の伝達から理解へ.

書き言葉におけるプライベートスピーチの発達
Development of Private Speech during Writing in Early Childhood

石本　啓一郎
Keiichiro Ishimoto

立教大学大学院文学研究科
Rikkyo University, Graduate School of Arts
ishimoto@mbr.nifty.com

Abstract

There are two stages in literacy acquisition, the first stage, in which letters are not used as tool, and the second stage, in which letters are used as tool. The present study focused on how the task solving method changes in this transition and examined the function of private speech (PS) which regulates task solving. This study focused on 31 participants (age 5-7) who wrote using Japanese Hiragana letters during a memory task with pen and paper. This study analyzed the PS which they uttered while they wrote. It was found that the function of PS changed depending on the literacy acquisition stage. Finally, it is discussed that the organization of task changes in literacy acquisition.

Keywords — Literacy Acquisition(文字獲得), Private Speech (プライベートスピーチ), Tool (道具)

1.　問題と目的

1. 1. 道具としての文字

文字は，何らかの課題を遂行するための道具として利用される．例えば，メモを書いてから買い物に行くことがある．その場合，書かれた文字は買い物を成し遂げるための道具になる．文字は，こうした特定の文脈において道具として役に立つ．

文字は社会の歴史において改変されながら継承されてきた道具であり[4]，私たちは，自らの課題を達成するための道具として歴史的に継承されてきた文字を使用している．レオンチェフ[14]は，他の動物には見られない人間の個体発生の特殊性を，「人類によって蓄積された経験」を獲得する点に見出したが，文字の獲得はそれにあたる．歴史的に改変されながら継承されてきた文字を，子どもはどのような過程を経て自分のものにして，課題を達成するための道具として使用するようになるのだろうか．

一般的に，「道具」は課題の遂行を容易にするものだと想定される．しかし，文字などの表記を課題遂行の道具として捉えるこれまでの研究では，子どもが表記を産出してもそれが課題遂行の役に立たないことがあることが指摘されてきた[3][6][7][8][9][12][15]．例えば，Eskritt & Lee [6]は，小学生に対して，トランプの「神経衰弱」のように絵カードの図柄と位置を覚える課題を，紙とペンが使用できる条件で行った．その結果，課題遂行に必要なカードの図柄や位置について紙に書き込まないことがあり，表記が課題遂行の手段にならないことがあることが示された．

特に注目したいのは，子どもの文字獲得過程において，文字を書いてもその文字が課題遂行の手段として役に立たない段階があるという指摘である．文字の獲得の途上にある幼児を対象にした研究において，幼児が文字を書いたときにその文字が課題遂行の役に立たない段階があることが報告されている[12][15]．ルリヤ[15]は，語や文を呈示してそれらを後で思い出すように求める課題を，紙とペンが使用できる条件で実施した．その結果，子どもが文字を獲得する途上で，文字を書いてもその文字が語や文を思い出すために役に立たないことがあったという．

なぜ子どもが書く文字は課題遂行の手段にならないことがあるのだろうか．その説明の一つとして，レオンチェフの指摘が有効であろう．レオンチェフ[14]は，単語などを呈示してそれを後で思い出すように求める課題を，その課題遂行の道具となりうる絵カードが使用できる条件で行った．その結果，道具を使うことによって逆に課題が複雑になってしまって，本来の課題の達成が妨害されてしまう場合があると指摘している[11][14]．子どもが書いた文字が課題遂行の道具にならない場合も，同じことが予想される．つまり，子どもが文字を書くことによって，課題遂行が容易になるというよりも，逆に子どもにとって課題が複雑になってしまって，本来の課題の遂行が妨害されてしまう場合があるのではないか．

以上の観点に基づいて子どもの文字獲得過程について考えると，次の点が問題になる．文字を書いてもそれが課題を達成する手段として役立たない段階から，文字が手段として役立つ段階へ移っていく過程で，どのように子どもの課題の遂行の仕方が変わっていくのだろうか．

これまで，子どもの表記を課題遂行の道具とみなす研究[3][6][8][9][15]では，表記が課題を達成するための道具になる場合とならない場合で，子どもの課題遂行の仕方がどのように異なるのか検討してこなかった．例えば，表記のタイプと課題の成績の関係[3][6][9][15]や，表記のタイプと年齢の関係[3][6]，表記のタイプと課題のタイプ

の関係[8]などは分析されてきたが，文字などの表記が道具として使用されるプロセスは分析されてこなかった．本研究では，子どもが文字を使用して課題を遂行するプロセスに着目して，文字が課題遂行の道具になるにつれてどのように子どもの課題遂行の仕方が変わるのか検討する．

1.2. プライベートスピーチの機能

上記の問いに取り組むために，本研究では，メモを取ることができる記憶課題を遂行しているときの幼児の「プライベートスピーチ（PS)」に着目する．PS は，課題の遂行を自ら制御する際に発せられるつぶやきである（総説として，[2][20]）．PS がどんな働きをしているのか詳細に分析することによって，幼児がいかにして課題を遂行するのか検討することができる．本研究では，記憶課題を遂行するための手段として文字を書く過程に着目し，文字を書いている間の PS がどんな働きをしているのか明らかにすることを目的とする．

課題の遂行において発話される PS の機能は，どのように分析することが出来るのか．ヴィゴツキーは，PS の機能について，行為と発話の時間的順序の観点から分析していた．それによれば，PS は「子どもの活動の発達につれてどのようにだんだんと操作の中間に，そしてついには操作の最初に移行し，こうしてこれからの行動の計画・方向づけの機能を獲得する」([19], p.60)．つまりヴィゴツキーは，PS の機能が，行為の後や途中に発せられる場合と，行為の前に発せられる場合で異なると捉えていた．

ヴィゴツキー以降，PS の機能の発達について研究が蓄積されてきた．多くの PS 研究（例えば，[13]）は，PS の発話内容を分析してきた．それに対して，Duncan & Pratt [5]は，上記のヴィゴツキーの観点を強調して，PS の機能の発達を検討するためには，発話と行為の時間的順序を検討する必要があると主張した．しかし，Duncan & Pratt は発話と行為の順序性に着目したが，発話内容には着目しなかった．発話内容を考慮せずに，発話と行為の順序性だけを分析しても， PS の機能を検討することは難しいと考えられる．本研究では，行為と発話の時間的順序と発話内容の両方を分析することによって，子どもが文字を書いているときの PS の機能を検討する．

本研究の目的は，子どもが文字を書いているときに自ら発する PS の機能の発達を明らかにすることである．それを明らかにすることによって，子どもが文字を書いてもそれが課題を達成する手段として役立たない段階から，文字が手段として役立つ段階へ移っていく過程で，課題の遂行の仕方がいかに変わるのか，示唆が得られるはずである．

2. 方法

石黒・石本[12]のデータを再分析した．

2.1. 実験協力者

年少児（平均年齢 3:10（3:4-4:3)），年中児（平均年齢 4:10（4:4-5:3)），年長児（平均年齢 5:10（5:4-6:4)），小１児（平均年齢 6:10（6:5-7:4)），各 20 人．計 80 人．

2.2. 材料・装置

鉛筆と A6 判の白紙を使用した．記録には三脚で固定されたビデオカメラを用いた．

2.3. 手続き

ヴィゴツキー[18]の「二重刺激の機能的方法」の枠組みに基づいて，紙と鉛筆を使ってメモを取ることができる記憶課題を実施した．

実験協力者に紙と鉛筆を渡して，呈示された文を後で思い出せるように紙にかくように教示した．8 文を口頭で呈示し，各文を読み上げる前に紙を一枚ずつ渡した．呈示文は相互に関係のない状況記述文であった（例えば，「たくさんの星がキラキラと光っています」，「女の子が怒っています」など）．8 文すべて呈示した後，「今言ったことを最初から教えてください」と指示し，子どもが呈示した 8 文に対応させてかいた紙を順に一枚ずつ見せて，呈示文の想起を求めた．これを 2 セット（計 16 文）行った．

課題の全過程を，子どもの手元が映るように後方からビデオカメラで撮影した．

2.4. 分析

課題において文字を産出した年長児 11 名と小 1 児 20 名（計 31 人）を分析対象とした．

2.4.1. 課題遂行の手段の分析　子どもが書いた文字が，呈示文を思い出す課題達成のための手段になっていたかどうか分析した．まず，子どもが自ら書いた文字を見て想起した内容の分類項目を作成した．この分類項目は，呈示文の内容が保持されている程度によって区別され，「不正解」「部分正解」「完全正解」に大きく分けられた．「不正解」は呈示文と無関係な内容の想起であり，「部分正解」は呈示文の内容に対して部分的な変更がなされている想起であり，「完全正解」は呈示文と内容が等しい想起である．

2.4.2. プライベートスピーチの分析　文字を書いている間の子どもの発声を分析した．発声が一度でも見られた子どもに関しては，比較的多くの発声が見られた 1 文をそれぞれ抽出し，その 1 文を書く過程を Adobe 製 Premiere Element 9 で 1/30 秒毎にコマ送りし，0.2 秒単位で発声と行為を記述してトランスクリプトを作成した．

そのトランスクリプトに基づいて発声を分類した.

まず, Duncan & Pratt [5]の分類方法を参考に, ある発声が, (I) 次の発声と 2 秒以上空いている場合, (II) 次の発声と異なる行為時 (後で定義するように,「筆記時間」・「停留時間」を「異なる行為時」として区別した) に発せられた場合, (III) 実験者との会話を構成している場合に, その発声を「1 つの発話」とした. 呼吸音やため息などの発声は分析から除いた.

次に, すべての発話を, 自己に向けられた「PS」と, 他者に向けられた「社会的言葉」に分けた. 具体的には, McGonigle-Chalmers, Slater & Smith [16]の分類方法を参考に, 実験者と顔を見合わせながらの発話や, 実験

Table 1 書き言葉におけるプライベートスピーチのタイプ

(1)停留時間	
【A : まだ書いていない文字に関する発話】	
1-A-a	次に書く文字をつぶやく発話。
1-A-b	まだ書いていない文字・文字列をつぶやく発話。
1-A-c	まだ書いていない文字にコメントする発話。(例えば,「"な"が難しい」,「これ書けそう」)
【B : 既に書いた文字に関する発話】	
1-B-a	直前に書いた文字をつぶやく発話。(つまり, 直前に書いた文字の読み直し)
1-B-b	既に書いた文字・文字列をつぶやく発話。(つまり, 既に書いた文字・文字列の読み直し)
1-B-c	既に書いた文字にコメントする発話。(例えば,「出来た」,「間違えた」)
【A+B : AとBの組み合わせ】	
1-AB-a	既に書いた文字・文字列をつぶやく。その後, その次に書く文字をつぶやく発話。
1-AB-b	既に書いた文字・文字列をつぶやく。その後, まだ書いていない文字列をつぶやく発話。
(2)筆記時間	
【A : まだ書いていない文字に関する発話】	
2-A	次に書く文字をつぶやく発話。
【C : 書いている途中の文字に関する発話】	
2-C-a	書いている途中の文字をつぶやく発話。
2-C-b	書いている途中の文字にコメントする発話。 (例えば, 書いている途中の文字を間違えた時の「いやあ」という発話)
【C+A : CとAの組み合わせ】	
2-CA	書いている途中の文字をつぶやく。その後, まだ書いていない文字・文字列をつぶやく発話。
【B+C : BとCの組み合わせ】	
2-BC	既に書いた文字・文字列をつぶやく。その後, 書いている途中の文字をつぶやく発話。

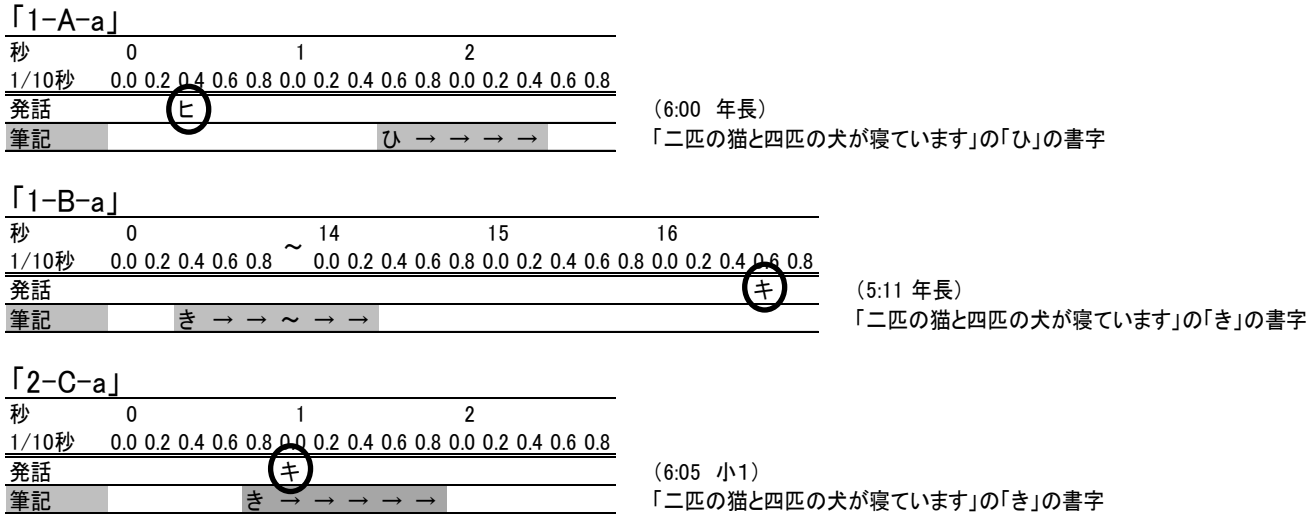


Figure 1 主要な PS のタイプ (1-A-a, 1-B-a, 2-C-a) の事例

者の方を振り向きながらの発話，実験者によって応答された発話を，「社会的言葉」とした．そして，「社会的言葉」に該当しない発話をすべて「PS」と定義した．

PS は，発話と書字行為の時間的順序の観点と，発話内容の観点から，計 13 のタイプに分類した（Table 1）．まず，平林・河野・中邑[10]の分析方法を参考に，一文字の一画目のストローク開始時点からその文字の最終画のストローク終了時点までを「筆記時間」，その終了時点から次の文字の一画目のストロークの開始時点までを「停留時間」と定義した．全ての PS を（1）「停留時間」の発話と，（2）「筆記時間」の発話に分類した．それから，PS の発話内容によって，（A）まだ書いていない文字に関する発話，（B）既に書いた文字に関する発話，（C）書いている途中の文字に関する発話，そしてこれらの発話を組み合わせた発話に分類した．分類の詳細とその例は，Table 1 と Figure 1 の通りである．

3. 結果

3.1. 課題遂行の手段としての文字

子どもが自ら書いた文字を見て想起した内容は，「不正解」「部分正解」「完全正解」に分類された．「部分正解」と「完全正解」の両方を「正解」とすると，本研究が分析対象とした年長群・小 1 群の計 31 人の想起の「正解」率は 95.8%（475/496）であった．全体としては，課題遂行の手段として文字が使用されていると言える．

しかし，文字を書いた年長群・小 1 群の子ども全体の「正解」率が 95%を超えるなかで，31 人中 3 人（いずれも年長群の 5 歳 11 ヵ月）は，文字を書いたにもかかわらず「正解」率が 80%（16 文中 13 文）未満であった．その 3 人を「文字が課題遂行の手段にならない子ども」とみなすことにする．

文字を書いたにもかかわらず，それが課題遂行の手段にならない子どもは，年長群だけに見られた．年長群と小 1 群の間に，課題を遂行する仕方にどのような違いが見られるのだろうか．次節以降で PS を詳細に分析することによって，それについて示唆が得られるだろう．

3.2. 書字中のプライベートスピーチ

Figure 2 は，年齢順に PS のタイプ毎の発話数をまとめた図である．縦軸は年齢順に並べられた個体で，横軸は PS のタイプ（Table 1）である．個体ごとに最も多く見られた PS のタイプに網掛けを施した．PS が一度も見

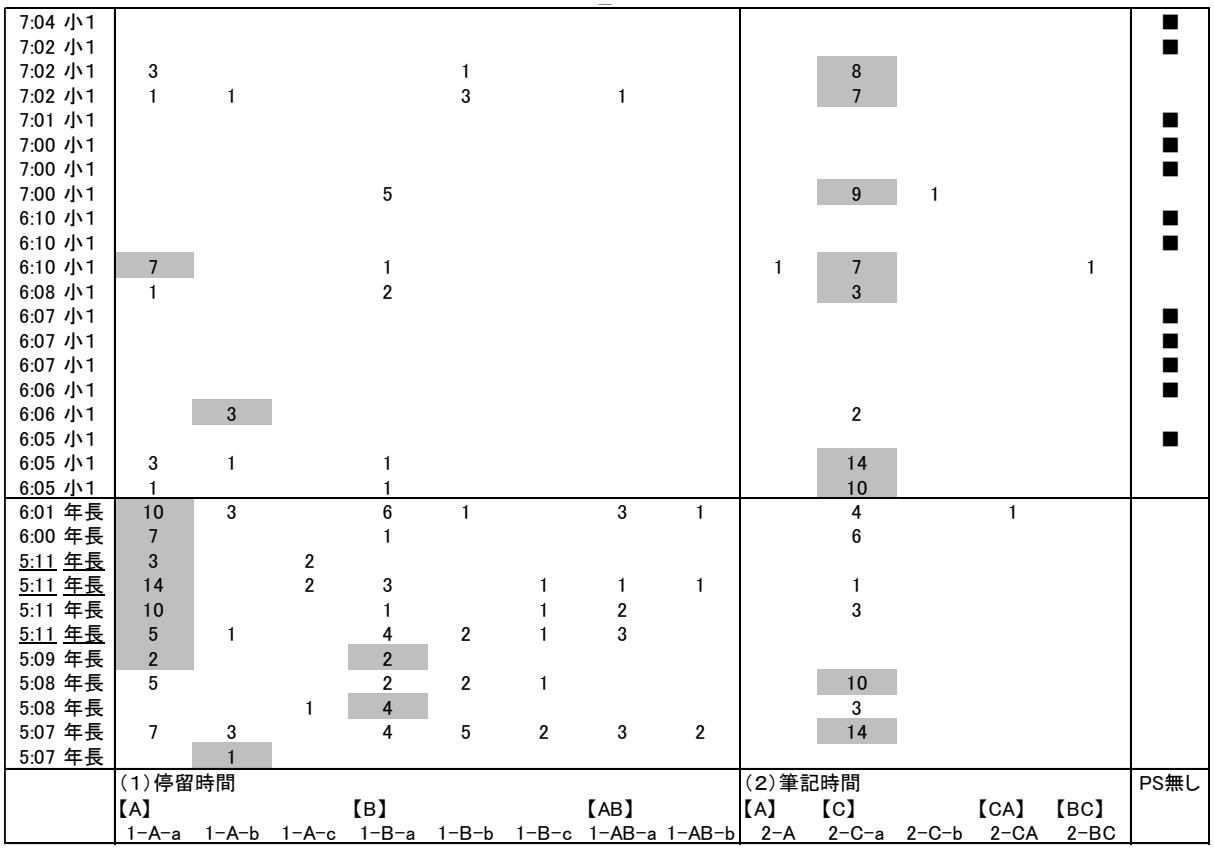


Figure 2 プライベートスピーチのタイプの年齢順の推移

注）個体ごとに最も多く見られた PS のタイプに網掛けを施した．PS が一度も見られなかった場合は「PS 無し」に■を記入した．「文字が課題遂行の手段にならない子ども」（年長群の 3 名）には下線を引いた．

られなかった場合は「PS 無し」に印（■）を記入した．

PS のタイプ毎に見ると，「1-A-a」と「2-C-a」が多く見られた．「1-A-a」は，停留時間（文字を書いていない時）にこれから書く文字の音韻をつぶやく PS である．これは全 PS の 28.6%（79/276）を占めていた．「2-C-a」は，筆記時間（文字を書いている途中）に，その時書いている文字の音韻をつぶやく PS である．これは全 PS の 36.6%（101/276）であった．

次に年齢群ごとに検討する．文字が課題遂行の手段にならない子ども 3 名を含む年長群では，様々なタイプの PS が散見されたが，「1-A-a」が最も多く見られた．年長群（計 11 名）の「1-A-a」の平均出現数は 5.7 回であり，小 1 群（PS 無しの子どもを除く，計 8 名）の 2.0 回と比べても多かった．一方，小 1 群では「2-C-a」が最も多く見られた．小 1 群（PS 無しの子どもを除く，計 8 名）の「2-C-a」の平均出現数は 7.5 回であり，年長群（計 11 名）の 3.7 回と比べても多かった．さらに，一度も PS が確認されなかった「PS 無し」は，年長群では 0 名であったのに対して，小 1 群では計 12 名と大幅に増えていた．

以上の結果から，文字が課題遂行の手段にならない子どもを含む年長群では，文字を書き始める前にその文字の音韻をつぶやく PS が見られたが，小 1 群ではそれが大幅に減少し，その代り，文字を書き始めてからその文字の音韻をつぶやく PS が見られるようになった．さらに，小 1 群では PS を発しない人数が大幅に増えていたことも分かる．

4. 考察

子どもが文字を書いてもそれが課題を達成する手段として役立たない段階から，文字が手段として役立つ段階へ移っていく過程で，どのように課題の遂行の仕方が変わるのか．それについて示唆を得るために，本研究では，PS の機能の発達を明らかにすることを目的とし，PS の機能を詳細に検討した．PS の機能を検討するために，PS の発話内容と，発話と行為の時間的順序に着目し，PS のタイプを分類した．その結果，確認された PS のタイプが，文字が課題遂行の手段にならない子どもを含む年長群と，小 1 群では，異なっていることが分かった．最も多く見られた「1-A-a」と「2-C-a」の二つのタイプの PS を中心に考察していく．

年長群では，文字を書き始める前にその文字の音韻をつぶやく PS（1-A-a）が，最も多く見られた．文字が課題遂行の手段にならない子どもにも，その PS が最も多く見られた．行為に先行する PS は，その行為をプランする機能を果たすと考えられる[5][19]．それに基づけば，この PS は，これから書く文字の音韻に注意を向け，その音韻に対応した文字形態を思い出す機能を果たしていると考えられる．文字を書き始める前に，書こうとしている文字を思い出さない限り，その文字を書くことはできないと考えれば，当然発せられるべき PS だと言えるだろう．

それに対して，小 1 群では，年長群で最も多く見られたその PS が大幅に減少した．その代わり，文字を書き始めてからその文字の音韻をつぶやく PS（2-C-a）が，最も多く見られた．この PS は，年長群が最も多く発していた PS と明らかに異なる．なぜなら，年長群で最も多く見られた PS は，文字を書き始める「前」に，まだ書いていない文字をつぶやく PS であったのに対して，小 1 群で最も多く見られたこの PS は，文字を書き始めた「後」に，既に書き始めている文字をつぶやく PS であったからである．PS が発せられるタイミング（発話と行為の時間的順序）は，PS の機能について考察する上で重要なポイントだと考えられてきたが[5][19]，この PS が発せられるタイミングの変化は何を意味するのだろうか．

まず考えられることは，小 1 群は，PS による制御なく文字を書き始めるようになったということである．小 1 群は，年長群のように文字を書き始める時に PS によって自分の行為を制御する必要がなくなった．いわば，「手が文字を覚えた」と言い換えられるかもしれない．佐々木・渡辺[17]によれば，大人は文字を思い出す時に「空書」を行うが，それは文字の記憶に感覚運動的な成分が関与することを示している．この知見に基づくと，本研究において小 1 群が PS の制御なく文字を書き始めるようになったことは，文字を思い出す時に感覚運動的な成分に依存するようになったことが推測される．

ただし，小 1 群においても PS が無くなったわけではなく，文字を書きながらその文字を読み上げる PS（2-C-a）は多く見られた．文字を読み上げることには，どのような意味があるのだろうか．既に書いた文字を読み上げる PS（1-B と 1-AB）は，年長群にも見られた（Figure 2）．年長群におけるこのような PS は，既に書いたものを読み上げることによって，次に書くべき文字を特定する機能を果たしていたと考えられる．例えば Figure 3 は，ある年長児が既に書いた文字を読み上げる PS を発したときのトランスクリプトである．年長児（5:11）が，「たくさんの星がきらきらと光っています」という文の「と」を書く場面である．「たくさんのほしがきらきら」と既に書いた文字を読み上げてから，「と」を書き始めている．このような PS は，既に書いた文字を読み上げることによって，次に書くべき文字を特定する機能を果たしてい

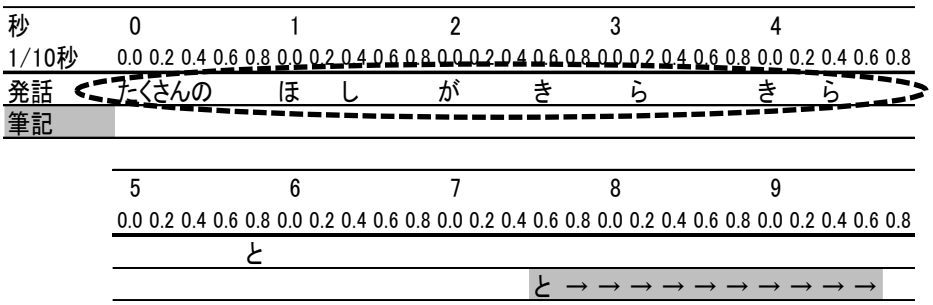


Figure 3 既に書いた文字を読み上げる PS の事例

注）年長児（5:11）による，「たくさんの星がきらきらと光っています」という文の「と」の書字と，その前の発話のトランスクリプト．点線で囲まれた箇所は，既に書いた文字を読み上げている PS である．

ると考えられる．そもそも，ある文字を書き終えた後，次に書くべき文字を特定するためには，既に書いた文字を覚えておく必要があり，覚えていない場合はそれを確認する必要がある．小１群で多く見られた，書いている途中の文字を読み上げる PS も，年長群で見られたものと同様の「文字を読み上げる PS」であったと考えると，次に書くべき文字を特定する機能を果たしていたと考えられる．

また，年長群と小１群で異なる点として，小１群では「PS 無し」が多く見られた．一度も PS を発話しない者は，年長群には一名も見られなかったが，小１群では 12 名見られ，大幅に増加していた．この PS の消滅は，何を意味するのだろうか．PS が内言の前身であるという知見[1][19]に基づくと，それは内言の発生を意味する．小１群で使用されていた PS は内化し，内言によって制御された書字が生まれたのだと考えられる．

本研究では，PS の微視的な分析によって，年長群と小１群でつぶやかれる PS の機能が異なることが示された．年長群では，これから書く文字をつぶやき，その文字形態を思い出す機能を果たす PS が頻出した．それに対して，小１群では，書いている文字をつぶやき，次に書くべき文字を特定する機能を果たす PS が頻出していた．

最後に，この PS の機能の変化に基づいて，最初に提示した問いについて議論しておきたい．子どもが文字を書いてもそれが課題を達成する手段として役立たない段階から，文字が手段として役立つ段階へ移っていく過程で，子どもの課題の遂行の仕方はいかに変わるのだろうか．

文字が課題遂行の手段にならない子どもを含む年長群では，文字を書く前にこれから書く文字をつぶやき，その文字形態を思い出す機能を果たす PS が最も多く見られた．さらに，Figure 3 で確認したような既に書いた文字を読み直す PS（1-B, 1-AB）も頻繁に見られた．これらは，年長群の子どもにとって，呈示文を後で思い出せるようにメモする課題が，「一文字を書くこと」と「既に書いた文字を読んで次に書くべき文字を特定すること」という時間的に別々に行われる二つの課題によって組織されていたことを示唆する．

それに対して，文字が課題遂行の手段になっていた小１群では，書いている途中の文字をつぶやいて，次に書くべき文字を特定する機能を果たす PS が最も多く見られた．これは，小１群の子どもが，ある文字を書くのと同時に，次に書くべき文字を特定していたことを意味する．そのため，年長群において時間的に分かれて順々に組織されていた課題が，小１群では一つに統合されて組織されていたことが推測される．つまり，小１群の子どもにとって，呈示文を後で思い出せるようにメモする課題は，「一文字を書くこと」と「書いている文字を読んで次に書くべき文字を特定すること」が，時間的に別々に順々に行われるものではなく，同時に行われる一つの課題として組織されていたようだ．

以上のように考えると，文字が課題遂行の手段にならなかった年長群の子ども達は，複数の別々の課題に直面していたため，課題が複雑化し，本来の課題遂行（呈示文を後で思い出せるようにメモすること）とは異なる課題に推移してしまったのかもしれない．それに対して，小１群の子ども達は，そのような別々の課題に直面することなく，本来の課題遂行に留まったのだろう．ただし，本研究では分析対象にした PS の数が少なく，課題遂行の過程の変化について十分に検討できたとは言えない．デジタルペン等の機器を用いて，書き言葉における PS の微視的な検討を縦断的に積み重ねることによって，道具としての文字の獲得過程で子どもにとっての課題の組織のされ方がいかに変わるのか明らかになる可能性がある．

参考文献

[1] Alderson-Day, B. & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: Development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. Psychological Bulletin, 141, 931-965.

[2] Berk, L. E. (1992). Children's private speech: An overview of theory and the status of research. In R. M. Diaz & L. E. Berk (Eds.), Private speech: From social interaction to self-regulation (pp.17-53). Hillsdale: L. Erlbaum.

[3] Bialystok, E. & Codd, J. (1996). Developing representations of quantity. Canadian Journal of Behavioural Science, 28, 281-291.

[4] Cole, M. 久富節子 (訳) (1985). リテラシーの文化的起源 佐伯 胖 (編) 理解とは何か 東京大学出版会

[5] Duncan, R. M., & Pratt, M. W. (1997). Microgenetic change in the quantity and quality of preschoolers' private speech. International Journal of Behavioral Development, 20, 367-383.

[6] Eskritt, M., & Lee, K. (2002). "Remember where you last saw that card": Children's production of external symbols as a memory aid. Developmental Psychology, 38, 254-266.

[7] Eskritt, M., & Lee, K. (2007). The impact of notation on cognition and its development: Theoretical perspectives & empirical evidence. In E. Teubal., J. Dockrell., & L. Tolchinsky. (Eds.). Notational knowledge: Developmental and historical perspectives. Rotterdam: Sense Publishers, pp.233-255.

[8] Eskritt, M., & McLeod, K. (2008). Children's note-taking as a mnemonic tool. Journal of Experimental Child Psychology, 101, 52-74.

[9] Eskritt, M., & Olson, D. R. (2012). From depiction to notation: How children use symbols to represent objects and events. Journal of Cognition and Development, 13 (2), 189-207.

[10] 平林ルミ・河野俊寛・中邑賢龍 (2013). デジタルペンを用いた小学生の書字パターンの発達的変化の検討 発達心理学研究, 24, 13-21.

[11] 石黒広昭 (2001). 発達に対する社会歴史的アプローチ―ヴィゴツキー学派― 中島義明(編) 現代心理学[理論]事典 (pp.406-427) 朝倉書店

[12] 石黒広昭・石本啓一郎 (2012). 文字の前史 : なぐりがきから文字へ 日本発達心理学会第 23 回大会発表論文集, 620.

[13] Kohlberg, L., Yaeger, J., & Hjertholm, E. (1968). Private speech: Four studies and a review of theories. Child Development, 39, 691-736.

[14] Леонтьев, А. Н. (1965). Проблемы, развития психики. Второе, дополненное издание. Москва: Мысль. (レオンチェフ, A. N. 松野 豊・西牟田久雄 (訳) (1979). 子どもの精神発達 明治図書)

[15] Лурия, А. Р. (1929). Материалы к генезису письма у ребенка. В Вопросы марксистской педагогики, Том 1, pp.143-176. (Luria, A. R. (1977-78). The development of writing in the child. Soviet Psychology, 16 (2), 65-114.)

[16] McGonigle-Chalmers, M., Slater, H., & Smith, A. (2014). Rethinking private speech in preschoolers: The effects of social presence. Developmental Psychology, 50, 829-836.

[17] 佐々木正人・渡辺 章 (1983). 「空書」行動の出現と機能―表象の運動感覚的な成分について― 教育心理学研究, 31, 273-282.

[18] Выготский, Л. С. (1928). Проблема культурного развития ребенка. Педология, 58-77. (ヴィゴツキー, L. S. 柴田義松・宮坂琇子 (訳) (2008). 子どもの文化的発達の問題 心理学論集 学文社 pp.143-161.)

[19] Выготский, Л. С. (1934/1956). Мышление и речь. В Избранные психологические исследования. Москва: Академии Педагогических Наук. (ヴィゴツキー, L. S. 柴田義松 (訳) (2001). 思考と言語 新読書社)

[20] Winsler, A . (2009). Still talking to ourselves after all these years: A review of current research on private speech. In A. Winsler., C. Fernyhough., & I. Montero. (Eds.). Private speech, executive functioning, and the development of verbal self-regulation. Cambridge University Press.

発話意図推測に関する文脈的手がかりと言語的手がかりの理解
Understanding Cues of Language Expression and Conversational Context in Guessing Referential Intentions

安田 哲也[1*]，伊藤 恵子[1]，高田 栄子[2]，小林 春美[3]
Tetsuya Yasuda, Keiko Itoh, Eiko Takada, Harumi Kobayashi
[1]十文字学園女子大学，[2]埼玉医科大学総合医療センター，[3]東京電機大学
Jumonji University, Saitama Medical University, Tokyo Denki University
[*]t-yasuda@jumonji-u.ac.jp

Abstract

The experiment examined the relationship between cues of language expression and conversational contexts in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) and typically developing (TD) children. Participants were 18 ASD children and 14 TD children. The experiment consisted of two factors; cues of 1) language expression including facial expression and prosody and 2) conversational contexts. In the experiment, the participants looked at some video clips that show, for example, a child gives a graded test that was either excellent or poor to his mother (i.e., a conversational context). Then the mother responded using four different combinations of facial expressions and prosody, that is, praise, joking, sarcasm, and scolding. Participants answered to three questions. The results show that both ASD and TD children interpreted positive utterances in positive contexts as praise. However, some ASD children more frequently interpreted positive utterances in negative contexts as praise than TD children.

Keywords - Pragmatic Interpretation, Communicative Intentions, Autistic Spectrum Disorder

1. はじめに

コミュニケーションを円滑に行う上で、発話の意図を適切に推測することは重要なことである(Tomasello, 2008, 2014)。日常場面において，話者の発する言語情報とその発話意図は必ずしも一致するとは限らず、その理解には韻律や表情等の語用論的理解を必要とする。よって非言語情報を利用することが困難な自閉スペクトラム症(Autism Spectrum Disorder: ASD)児・者は発話意図を適切に推測することが難しい (Happè, 1993; 大井, 2006)。ASD 児は、社会的相互交渉の障害、コミュニケ―ションの障害、想像力の障害という 3 つの主な特徴を持っているとされている(Wing, 1996)。

日常会話においてコミュニケーションを的確に成立させるためには、他者から発せられる言語がどのような意図を持っているか適宜判断する必要がある。特に複雑な発話意図を有する皮肉では、言語的意味と発話意図が一致しない状態であり、ASD 児は、この発話意図を理解することが困難であるとされている(伊藤, 2015; 大井, 2015)。定型発達 (Typically Developing: TD) 児では、9 歳ごろには皮肉を理解する兆しを見せるようになるとされる (松井, 2013)。この実験は、子どもと保護者との会話やりとりが 2 つの状況(i.e., 肯定的場面:おもちゃが散らかっていない 否定的場面:おもちゃが散らかっている)で行われた後、保護者が子どもにいずれかの 3 つの韻律(i.e., 褒める, 叱る, 棒読み)で声がけするという刺激を見せた後に、それがどのような発話意図で発せられたかを選択させるものであった。その結果、叱るという韻律情報を用いた場合は、保護者が提示している発話情報が皮肉であるという理解を行った。一方、否定的場面であった場合、褒める韻律であっても参加児は皮肉であると判断した。一方、棒読みであった場合では、韻律情報を用いることができないので、否定的場面であっても褒めていると判断した参加者がいた。以上のことから定型発達の 9 歳児であれば、韻律や場面の情報を利用することで、発話意図の特定がしやすくなる可能性がある。三浦ら(JSDP 2015) によれば、ASD 児は韻律情報の理解に関して TD 児のパターンと異なるというデータを提出している。また、これらの理解を ASD 児・者は、定型発達(Typically Developing: TD)児と異なる方略で理解していると指摘している研究もある(Pexman, Rostad, McMorris, et al., 2011)。

Happè and Frith (2006)の Weak Central Coherence 理論によれば、ASD 児は他者から発せられた情報の部分のみに注意することが情報統合する力の弱さにつながっているとしており、ASD 児のコミュニケーションの困難さの理由として、統合の弱さを挙げている。様々な研究で、ASD であると言語的意味と発話意図が一致しない場合の理解が困難であるという知見が提出されているが、情報の統合の困難さゆえの問題の可能性も考えられる。

本研究では、映像刺激を利用した発話意図推測課題のデータ(伊藤・安田・高田・小林, JSDP 2015)に TD

児のデータを加え、比較・再分析を行い、発話意図を推測するために重要な要因を、文脈と発話の観点から検討した。

2. 方法

医師により ASD と診断された小学生の参加児 18 名(平均年齢 = 9 歳 1 カ月, SD = 1.28, レンジ = 7 – 12 歳, 女児 2 名)、定型発達とされる小学生 14 名(平均年齢 = 9 歳 3 カ月, SD = 1.20, レンジ = 7 – 12 歳, 女児 7 名)が実験に参加した。実験を行うにあたり, 著者らの所属する各大学の研究倫理審査委員会の審査を経て, 保護者及び参加児に対し調査目的および方法を説明し研究協力の同意を書面にて得た。

実験は、注視点計測装置 (Tobii X2-30)が備わったモニター上にビデオ刺激を提示させ、その後 4 つの発話意図に関しての回答を求めるものであった。使用した言語表現は、言語的意味が相手を賞賛する表現 (e.g. 上手ね) と言語的意味が相手を叱責する表現 (e.g. 下手ね) であった。ビデオ刺激の構成は、母親役の女性話者 1 名が息子役の男児に向かって、やり取りする場面で作成されており、発話意図を推測させるものとして賞賛・皮肉・冗談・叱責の 4 種類の発話を設定した。発話意図を推測させることが容易になるように、その発話に対して文脈情報(e.g. 習字場面においては、文字のきれいさ)を付加した。よって、文脈では 2 種類(e.g. きれいな字、汚い字)が、発話では 2 種類(e.g. 上手ね、下手ね)が設定され、2×2 の要因計画を用いた実験とした。刺激映像はたとえば、息子が母親に手渡す資料の情報が(1a = Positive な文脈 ; 1b = Negative な文脈)が提示され、その後母親が資料を受け取り、その資料に対して発話と表情の情報(3a = Positive な発話; 3b = Negative な発話)が提示されるものであった。なお、発話の情報には、その発話意図に合わせた韻律情報が付与された。

参加者にモニター上に母と子がやりとりしている刺激映像を呈示した後, 同一モニターに以下の 3 つの質問 (質問①お母さんは何と言いましたか？②お母さんの本当の気持ちは何ですか？③それはなぜですか？) が文字と男性音声によってそれぞれ提示され, 参加児はこれらの質問に, ことばもしくは指さしによって回答した。質問③の選択肢は、ほめているから(賞賛)、じょうだんを言っているから(冗談)、いやみを言っているから(皮肉)、しかっているから(非難)、であった。

分析を行なう際、③で得られた参加者の選択に関して、各条件で、賞賛だと判断した合計数(Max = 5)、皮肉だと判断した合計数(Max = 5)を、従属変数として得点化を行った。

3. 結果

発達 (2: ASD vs. TD) × 文脈 (2: Positive vs. Negative) × 発話 (2: Positive vs. Negative)を独立変数とし、各得点を従属変数とした混合 3 要因分散分析を行なった。なお、発達は参加者間要因であった。

参加児が発話意図として賞賛を選択した場合を調べたところ(図 3)、文脈($F(1,30) = 123.885$, $p < .001$)、発話($F(1,30) = 45.938$, $p < .001$)に有意な主効果が認められた。また、文脈×発話に有意な交互作用($F(1,30) = 82.994$, p



図 1 賞賛場面の一例



図 2 皮肉場面の一例

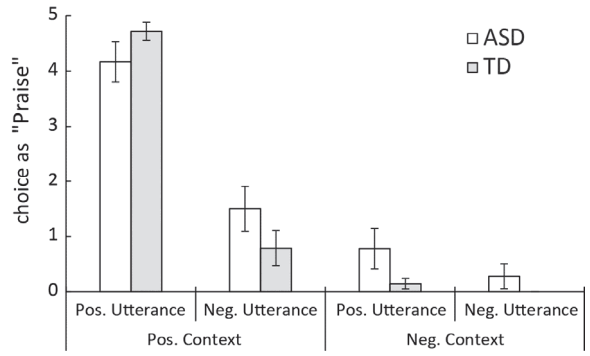


図 3　各要因における賞賛として選択した頻度

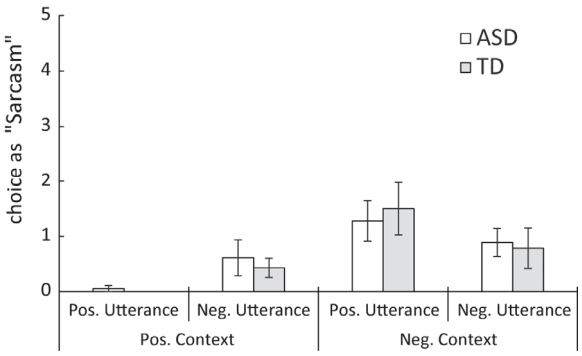


図 4　各要因における皮肉(嫌味)として選択した頻度

< .001)、発達×文脈×発話に有意な 2 次の交互作用($F(1,30) = 6.140, p < .05$)が認められた。

2 次の交互作用に関して単純交互作用を求めたところ、ASD 児における文脈×発話に有意な単純交互作用($F(1,60) = 21.993, p < .001$)、TD 児における文脈×発話に有意な単純交互作用($F(1,60) = 67.141, p < .001$)が認められた。この単純交互作用から単純・単純主効果を求めたところ、ASD 児における、Positive な発話の場合では、Positive な文脈 ($M = 4.16$)の方が Negative な文脈 ($M = 0.78$)よりも多く、賞賛だと判断していた($F(1,60) = 90.441, p < .001$)。Negative な発話の場合では、Positive な文脈の方($M = 1.50$)が Negative な文脈 ($M = 0.28$)よりも多く、賞賛だと判断していた ($F(1,60) = 11.764, p < .005$)。また、TD 児における、Positive な発話の場合では、Positive な文脈 ($M = 4.71$)の方が Negative な文脈 ($M = 0.14$)よりも多く、賞賛だと判断していた($F(1,60) = 136.033, p < .001$)。Negative な発話の場合では、Positive な文脈の方 ($M = 0.79$)が Negative な文脈 ($M = 0$)よりも多く、賞賛だと判断していた($F(1,60) = 4.019, p < .05$)。

Positive な文脈の場合は、ASD 児、TD 児共に Positive な発話を賞賛だと判断していた(ASD: $F(1,60) = 36.296$, $p < .001$, TD: $F(1,60) = 78.776, p < .001$)。また、Positive な文脈であり Negative な発話の場合は、ASD 児の方が TD 児よりも賞賛だと判断している傾向にあった($F(1,60) = 2.793, p = .09$)。これ以外の要因においては、ASD 児と TD はほぼ同様の結果であった。

参加児が発話意図として皮肉を選択した場合を調べたところ(図 4)、文脈($F(1,30) = 15.643, p < .001$)に有意な主効果が認められた。また、文脈×発話に有意な交互作用が認められた($F(1,30) = 6.570, p < .05$)。この交互作用における単純主効果を求めたところ、ASD 児と TD 児共に、Positive な発話の場合では、Negative な文脈 ($M = 1.39$)の方が Positive な文脈 ($M = 0.03$)よりも多く、皮肉だと判断していた($F(1,60) = 21.424, p < .001$)。また、Positive な文脈の場合では、ASD 児、TD 児共に Negative な発話($M = 0.51$)の方が Positive な発話 ($M = 0.03$)よりも多く、皮肉だと判断する傾向にあった ($F(1,60) = 2.842, p = .097$)。また、Positive な文脈の場合では、ASD 児、TD 児共に Negative な発話($M = 0.84$)の方が Positive な発話 ($M = 1.39$)よりも多く、皮肉だと判断する傾向にあった ($F(1,60) = 3.571, p = .06$)。

また、皮肉に関しての理解を直接 ASD に尋ねたところ、多くの参加者がネガティブな印象であると答えていた。

4.　考察

本研究は、賞賛と皮肉の発話意図の理解がどのように異なるかを、2 つの文脈と 2 つの発話意図の要因を映像刺激により ASD 児と TD 児を対象に調べた。

ASD 児と TD 児共に文脈と発話が Positive に一致した場合は賞賛を選択し、Positive な文脈で Negative な発話等の発話意図が一致しない場合は皮肉を選択することが示唆された。

Negative な文脈の場合は、発話内容の Positive, Negative に関わらず皮肉の理解が変わらないことが示唆された。しかしながら Positive な文脈であれば Negative な発話であっても、ASD 児は TD 児と比べ、より賞賛と判断する傾向にあることが示唆された。ASD 児は 5 場面中、3 回以上皮肉として回答した 3 名、1 回皮肉として回答した 2 名の計 5 名、TD 児では 5 場面中、1 回皮肉として回答した 2 名が字義通りの解釈をしていた。これらの ASD 児は TD 児よりも字義通りの解釈を多く行ったと考えることができ、これは先行研究の知見と一致していたと言える。一方、ASD 児の

13 名は文脈依存の回答を行っており、この結果は字義通りに解釈するという先行研究の知見とは異なっていた。今回の実験は文脈情報を映像のみで提示しており、先行研究とは文脈の提示方法が異なっていたことが影響していたかもしれない。Happé 等の研究では、言葉等を用いて文脈情報を提示していたため、ASD 児は言葉等の情報により多く注意してしまい、その情報に影響を受けた可能性がある。今回は言語での文脈情報の提示は行わず、ビデオ刺激のみの文脈情報提示であったため、字義通りの解釈が行われづらかった可能性も考えられる。

ASD 児、TD 児共に Positive な文脈情報で Positive な発話は、皮肉として判断していないことから、皮肉は Negative な発話意図を持っていると理解していることが示唆される。一方、松井の結果とは異なり、9 歳児でも皮肉の理解が困難であったことは、文脈情報を映像のみで提示したことが理由として考えられる。文脈情報を映像と文章で提示すると、TD 児は情報の統合ができるので、正しい解釈ができると考えられる一方、映像のみの文脈情報では情報の資源が乏しく、皮肉のような難しい解釈の場合に、多様性をもたらしてしまう可能性も考えられる。

本研究は、ASD 児の発話意図推測プロセスにおいて、言語情報が比較的少ない場合には、文脈情報を発話意図の解釈において利用できる可能性を示したと言える。今後、注視点計測装置からのデータを利用し、分析することで発話意図推測プロセスがどのように TD 児と ASD 児で異なるかを調べる必要がある。

参考文献

[1] Happé, F.G. (1993). Communicative competence and theory of mind in autism: A test of relevance theory. *Cognition*, *48*(2), 101-119.

[2] Happé, F. G., & Frith, U. (2006). "The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders." *Journal of autism and developmental disorders*, *36*(1), 5-25.

[3] 伊藤恵子. (2015). "教育・保育・子育て支援のための発達臨床心理学." 文化書房博文社

[4] 伊藤恵子, 安田哲也, 高田栄子, 小林春美. (2015). "話し手の発話委とに関する非言語情報の理解 (1)." 日本発達心理学会第 26 回大会, P4-47, 東京大学.

[5] Pexman P.M., Rostad K.R., McMorris C.A., Climie E.A., Stowkowy J., & Glenwright M.R. (2011). "Processing of ironic language in children with high-functioning autism spectrum disorder." *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*(8):1097-112. doi: 10.1007/s10803-010-1131-7.

[6] 松井智子. (2013). "子どもの嘘、大人の皮肉." 岩波書店.

[7] 三浦優生, 松井智子, 藤野博, 東條吉邦, 長内博. (2015). "自閉症スペクトラム児における感情プロソディーの理解 (3)." 日本発達心理学会第 26 回大会, P2-54, 東京大学.

[8] 大井学. (2006). 高機能広汎性発達障害にともなう語用障害: 特徴, 背景, 支援. コミュニケーション障害学, 23(2), 87-104.

[9] 大井学. (2015). "隠喩, 皮肉, 間接依頼: 自閉症における言語の字義性について." コミュニケーション障害学 32(1), 1-10.

[10] Tomasello, M. (2008). "*Origins of Human Communication*." MIT Press.

[11] Tomasello, M. (2014). "*A Natural History of Human Thinking*." Harvard University Press.

[12] Wing, L. (1996). "*The Autistic Spectrum, A Guide for Parents and Professionals*." London: Constable and Company Limited (久保紘章, 佐々木正美, 清水康夫監訳. (1998). 自閉症スペクトルー親と専門家のためのガイドブックー. 東京書籍)

語意の再編成過程における情報共有志向性の役割
How does shared intentionality facilitates/non-facilitates the reorganization process of lexical development?

佐治伸郎[1]，王沖[2]，洪春子[3]，大庭真人[4]
Noburo Saji, Chong Wang, Chunzi Hong, Masato Ohba

[1]鎌倉女子大学，[2]大連理工大学，[3]お茶の水女子大学[院]，[4]慶應義塾大学，
Kamakura Women's University, Dalian University of Technology, Ochanomizu University, Keio University
saji@kamakura-u.ac.jp, mychong44@hotmail.com, chunzi@hotmail.co.jp, ohba@sfc.keio.ac.jp

Abstract

The current study examined the effects of different communicative demands on children's naming of 28 cutting/breaking events. In the experiment, 4-years, 6-years old children and adults participated in the experiment. The naming task was contrasted with two versions. In one version, participants asked to tell what is going on in the video which was visible to the addressee. In the other version, participants are again asked to tell the events but they were not visible to the addressee. Multivariate analysis was conducted to evaluate how differently participants use words across the two conditions. The results showed that 4-years old children tuned their word uses, and produce more spontaneous gestures when the videos were not visible to the addressee. The results indicated that young children are sensitive to communicative demand of others, and this affects the process of organization process of lexical development.

Keywords — Lexical development, Word learning, Shared intentionality

はじめに

子どもは言語習得の初期において，語の参照対象のカテゴリーを適切な基準を用い素早く推論することができる(即時マッピング : fast-mapping)．一方，個別言語毎に異なる複雑な意味体系の習得には，即時マッピングを端緒としつつも，非常に長い時間をかけて行われることが近年様々な研究で指摘されている[1, 2, 3, 4]．本研究は，この語の意味体系の習得過程において、「相手に自分の知っている情報を伝える」という人間の情報共有志向性に基づくコミュニケーション上の要請(communicative demand)が，この過程にどのように影響を与えるかを検討する．

個別言語は外界の事象・事態を非常に複雑な仕方で分節する．例えば日本語には「切る」や「壊す」のような，他動的行為の結果モノに対して状態変化を引き起こす事態を表すための一連の動詞群があるが，これらは動作様態や結果状態等の様々な分節基準によって，非常に細やかに使い分けられる[5]．子どもはこのような複雑な語の意味体系をどのように習得するのであろうか．この問題を扱った古典的観察研究では，子どもが用いる語の分節基準となる意味特徴の「数」が中心に論じられていた．例えば Clark は，子どもは語を運用するあたり，対象を表す限られた意味特徴の集合から始まり，この意味特徴の数を増やしていくことによって正確な語の使い分けができるようになることを指摘している[6]．また Nelson は逆に，語の意味が単に対象の性質としてでなはく環境との相互作用の中で生まれる機能(function)にある故に多分に状況依存的であり，必然的に大人にとっての意味よりも多くの意味特徴を含んでいると論じている[7]．両者は，それぞれ子どもの語運用の過剰汎用と過小汎用を説明する議論として注目を集めてきた．但し一方で，これらの議論の中心にある意味特徴それ自体は，そもそも大人側の語の運用基準から求められたものであり，子どもにとってそれらの意味特徴が分節の基準として用いられている保障はない[8]．

そこで近年多くの研究が，子どもが初期の習得過程において質的に大人とどのように異なった基準を用いて語を運用し，それがどのように変化しているかに着目している．例えば Saji らでは，中国語母語児を対象に，子どもが「モノを持つ」動作を表す様々な動詞をどのように習得するのか調査した．その結果，子どもは，初期には持っている「モノの性質」(e.g.,「ボウル」か「鞄」か等)のような定常的に安定した要素を分節基準として用い，次第により抽象的な「動き」(例えば「手を用いるどうか」等)に重みを置いていくことを報告した[1]．更に Yurovsky らは，行動実験データを基に"red", "blue"などの色語彙の使い分けの習得モデルを構築し，それぞれの色語彙の「カテゴリーサイズ」，参照される色の「知覚的顕現性」，環境からの「語の入力の頻度」等，カテゴリー学習一般の特徴が正確な色語習得の学習過程を説明する要因になることを報告している[9](類似のモデルとして[1]も参照)．このように，

近年多くの研究が個別言語における語の意味体系の学習において子どもは，参照対象となるカテゴリー自体の性質と，実際に入力を受ける言語側の性質の双方が影響を受けていることを報告している．

語の意味体系の学習を進める原動力として，その重要性が認識されつつも未だ充分に検証されていない要因の一つとして，情報共有志向性があげられる[10]．情報共有志向性は，人間が他者と情報を共有したいという基本的な志向性であり，実際に，この志向性に基づくコミュニケーション上の要請は子どもの言語/非言語コミュニケーションにおいて様々な調整行動を引き起こす．例えば，子どもは他者に新奇の語音を「教える」状況において，母音を伸ばすなどより明瞭になるように音響的調整を行う[11]．また聞き手の知識状態を想定できる場合において生起するジェスチャーは客観的視点を伴ったものになる[12]．本稿の主題である語の使い分けにおいても，事物や事態に対する命名行為に際し文脈が大きな影響を与えうることは古くから指摘されてきたが[13]，Malt は，「相手に情報を伝える」という文脈がどのように名詞の選択的運用に影響を与えるかを実験的に調査した[14]．ここでは，成人を対象に，実験協力者が「自らには知覚可能だが，他者には知覚不可能な状況」にあるモノ(この実験では，様々な「容器」)を他者に伝える場合どのように言語的調整が行われているかを調査した．その結果，相手に伝えなければいけないというコミュニケーション上の要請があった場合，修飾詞の量は増えるものの，名詞自体の産出傾向は変わらないことを報告している，

但し Malt の実験で分析されたのは産出された語(名詞及び形容詞)のタイプ数の比較のみであり，語がどのようなカテゴリーを参照していたか等，複数の語の使い分けの詳細にまで踏み込んだ分析は行われていない．更に，このような調整が子どもの言語習得過程においてどのように起こるのかを実証的に研究した研究は未だない．情報共有志向性が子どもの共同注意の成立やそれに基づく記号表現である叙述的指さしをはじめとする種々の自発的ジェスチャー(spontaneous gesture)の発現に強く関与しており，さらにそれらを基盤とした初期の語の意味推論には有効に働くことがこれまでに報告されている[10]．しかしこの点に着目する多くの議論は語彙習得の初期過程に集中しており，その後訪れる語の意味再編成過程においてこのような志向性が，語の使い分けにどのように影響を与えるのか，またそこにジェスチャー等の非言語的記号表現がどのように働くのかという問題は未解決の問題である．

そこで本研究では，子どもが語の使い分けを学習する際，情報共有志向性に基づくコミュニケーション上の要請が，語彙の使い分け及びそれに伴う自発的ジェスチャーの利用にどのように影響を与えるかを探索的に調査した．実験では，子どもは二つの条件での実験に参加した．情報の共有条件では，被験者は実験者と共に 28 の様々な「切る」/「壊す」動きを表したビデオを見て，一つ一つのビデオの動きを言語化して表してもらった．更に情報の非共有条件では，実験者はビデオを見えない位置に座し，被験者に対してビデオの内容を言語化してもらった．分析では，両条件において被験者の語の使い分けの調整，及びそれに伴う自発的ジェスチャーの生起がどのように行われたのかを吟味した．

実験

実験参加者

実験には，日本語を母語とする 4 歳児 17 名， 6 歳児 20 名，大人 21 名が実験に参加した．

刺激

刺激として，28 種の「切る」/「壊す」事態を撮影したビデオを作成した．これらの事態は，全 28 言語を対象に「切る」/「壊す」系動詞の通言語的な分節基準を調査した Majid らの研究を参考に作成された(表 1)[5]．

表 1　刺激に用いたビデオ一覧

ID	道具	対象	硬さ	方向	相	面予測	結果
1	包丁	肉	柔	縦	継続	可	二分
2	包丁	肉	柔	横	継続	可	二分
3	包丁	肉	柔	横	継続	可	二分
4	包丁	肉	柔	縦	瞬間	不可	細分
5	包丁	ニンジン	硬	縦	継続	可	二分
6	包丁	ニンジン	硬	縦	瞬間	可	細分
7	包丁	骨	硬	縦	瞬間	不可	二分
8	包丁	トマト	柔	縦	継続	可	二分
9	鎌	草	柔	横	瞬間	不可	二分
10	斧	丸太	硬	縦	瞬間	不可	二分
11	鋸	丸太	硬	縦	瞬間	可	二分
12	はさみ	草	柔	横	瞬間	可	細分
13	はさみ	髪	柔	縦	瞬間	可	細分
14	はさみ	紙	柔	縦	瞬間	可	二分
15	はさみ	布	柔	縦	継続	可	二分
16	爪切り	爪	硬	縦	瞬間	可	二分
17	カッター	紙	柔	縦	継続	可	二分
18	手	パン	柔	横	継続	不可	二分
19	手	パン	柔	横	継続	不可	二分
20	手	パン	柔	横	瞬間	不可	細分
21	手	鶏肉	柔	横	瞬間	不可	二分
22	手	紙	柔	横	継続	不可	二分
23	手	布	柔	縦	継続	不可	二分
24	手	肉まん	柔	横	継続	不可	二分
25	手	割り箸	硬	横	瞬間	不可	二分
26	手	ニンジン	硬	横	瞬間	不可	二分
27	手	チョコレート	硬	横	瞬間	可	二分
28	手	りんご	硬	横	瞬間	不可	二分

Majid らの研究では，28 言語に共通する分節基準として「切断面の予測可能性」(鋭利な刃物であれば切断面の形が用意に予測可能/鈍器で壊すような事態であると予測し難い),「手を使うかどうか」「折るか/砕くか」といった特徴を抽出しているが，これらを表現するために，撮影されたビデオでは他動的事態における「道具」及び切断の「方向」，切断の「対象」，対象となるモノの「硬さ」，切断面の予測可能性を表す「面予測」，力を加えた状態としてのモノの状態として「結果」の状態を考慮して決定された.

手続き

実験では被験者にビデオがランダムで提示され，そのビデオが表す動作を答えてもらった．また 4 歳及び 6 歳の被験者は，一人の被験者が二つの異なる条件下で産出実験に参加した．まず共有条件では子どもは，実験者と子どもが共に映像を見ながら，「何をしているか」を実験者に伝えてもらった．非共有条件では，実験者は映像が見えない位置にいる状況下で子どもは実験者に対して，「何をしているか」を伝えてもらった(図 1)．実験の状況はビデオで撮影され産出された言語表現，言語表現を行っている間に産出されたジェスチャーが書き起こされた.

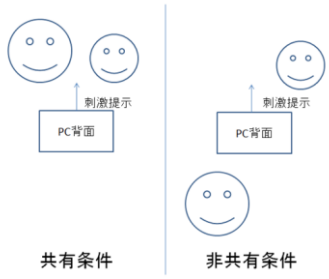


図 1　共有条件と非共有条件

分析と結果

まず Malt ら[12]と同様，言語表現中において動作を表すために産出された動詞を抽出した．産出された語彙数は 4 歳児共有条件が 3.6 語，4 歳児非共有条件が 3.8 語，6 歳児共有条件が 4.0 語，6 歳児非共有条件が 4.2 語，大人が 8.4 語であり，Malt[14]の報告と同様，子どもの間で産出動詞タイプ数に有意な差はなかった．表 2 に各ビデオに対して産出された最頻出動詞のリストを示す.

4 歳児は共有/非共有条件の別を問わず，殆ど全てのビデオに対して，動詞「切る」を最頻出動詞として産出している．6 歳でも，やはり両条件に跨って「切る」が最も多く産出されるが，「おる」「わる」「ちぎる」等の動詞の産出も現れる．大人はそれに加え「やぶる」「さく」「かる」等の動詞を用いて動作を表すようになる．この集計は，子どもが 4 歳時点において限られた既知語彙(i.e.，「切る」)を大人と比べ過剰に汎用すること，それ故に経るごとに新たな動詞が新規に現れる過程を示す[6].

表 2　年齢及び条件ごとの最頻出動詞

ID	4 歳(共有)	4 歳(非共有)	6 歳(共有)	6 歳(非共有)	大人
1	きる(1)	きる(1)	きる(0.95)	きる(0.95)	きる(0.9)
2	きる(1)	きる(1)	きる(1)	きる(0.85)	きる(0.76)
3	きる(0.94)	きる(1)	きる(0.95)	きる(0.95)	きる(0.95)
4	きる(0.88)	きる(0.94)	きる(0.75)	きる(0.7)	たたく(0.52)
5	きる(0.94)	きる(1)	きる(0.95)	きる(0.9)	きる(0.9)
6	きる(1)	きる(0.94)	きる(0.9)	きる(0.9)	きる(0.76)
7	きる(0.88)	きる(1)	きる(0.85)	きる(0.75)	きる(0.71)
8	きる(1)	きる(1)	きる(0.95)	きる(0.85)	きる(1)
9	きる(0.65)	きる(0.82)	きる(0.7)	きる(0.6)	かる(0.81)
10	きる(0.29)	きる(0.59)	きる(0.7)	きる(0.8)	わる(0.95)
11	きる(0.88)	きる(0.88)	きる(0.95)	きる(0.95)	きる(0.9)
12	きる(1)	きる(1)	きる(0.95)	きる(0.95)	かる(0.48)
13	きる(1)	きる(0.94)	きる(1)	きる(0.95)	きる(1)
14	きる(0.94)	きる(1)	きる(1)	きる(0.95)	きる(1)
15	きる(1)	きる(1)	きる(1)	きる(0.9)	きる(0.81)
16	きる(0.94)	きる(1)	きる(1)	きる(0.95)	きる(1)
17	きる(0.94)	きる(0.94)	きる(1)	きる(0.95)	きる(1)
18	きる(0.65)	きる(0.41)	ちぎる(0.6)	ちぎる(0.5)	ちぎる(0.52)
19	きる(0.76)	きる(0.82)	ちぎる(0.55)	ちぎる(0.45)	ちぎる(0.86)
20	きる(0.53)	きる(0.65)	ちぎる(0.6)	ちぎる(0.5)	ちぎる(0.81)
21	きる(0.29)	きる(0.59)	ちぎる(0.55)	ちぎる(0.5)	さく(0.71)
22	きる(0.76)	きる(0.76)	きる(0.6)	きる(0.5)	やぶる(0.48)
23	きる(0.94)	きる(0.82)	きる(0.55)	ちぎる(0.4)	さく(0.43)
24	きる(0.47)	きる(0.53)	きる(0.35)	きる(0.4)	わる(0.57)
25	きる(0.47)	きる(0.41)	おる(0.4)	きる(0.4)	おる(0.81)
26	きる(0.35)	わる(0.41)	きる(0.45)	きる(0.3)	おる(0.71)
27	きる(0.35)	きる(0.53)	わる(0.4)	わる(0.4)	わる(0.86)
28	きる(0.41)	きる(0.53)	わる(0.6)	わる(0.5)	わる(0.9)

()内は最頻出動詞が各ビデオに対して産出された全動詞に対する割合

しかし表 2 からはそれぞれの動詞がどのような範囲のビデオを参照していたか，最頻出動詞以外の動詞がどのように異なった分布をしていたか，またそれらがどのように条件間で異なっていたか等に踏み込む詳細な情報は分からない．そこで，この点を分析するために多次元尺度法のアルゴリズムの一つである individual scaling(INDSCAL)を実施した(図 1). INDSCAL は，5 つのグループにおいて共通にビデオを言い分ける際に用いた共通次元を抽出し，更にそれぞれの次元に各グループがどれくらい重みを置いていたかを算出する．INDSCAL を実施するために，Malt らにならい，ビデオに対して産出された動詞のパターンを表す類似度行列を作成した[15]．行列は年齢群毎に作成された．まず被験者毎に，あるビデオと別のビデオが同じ動詞で表されていれば 1，別の動詞で表されていれば 0 とし，各被験者動詞を用いてどのように

ビデオを区別したかを表した．更にこれらを合算することにより，年齢ごとに各ビデオをどのように共通の/異なる動詞で表していたかを表す類似度行列を作成した，INDSCAL への入力とした．抽出された共通空間の座標を図 2 に，個人空間の座標を図 2 に示す．

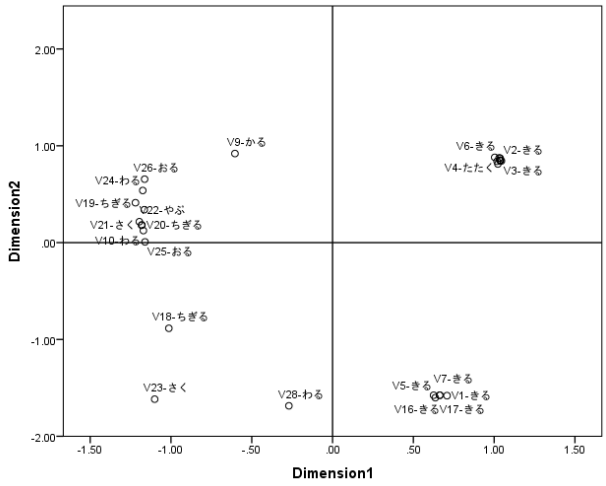


図 2　子ども-大人の動詞産出に関わる共通空間

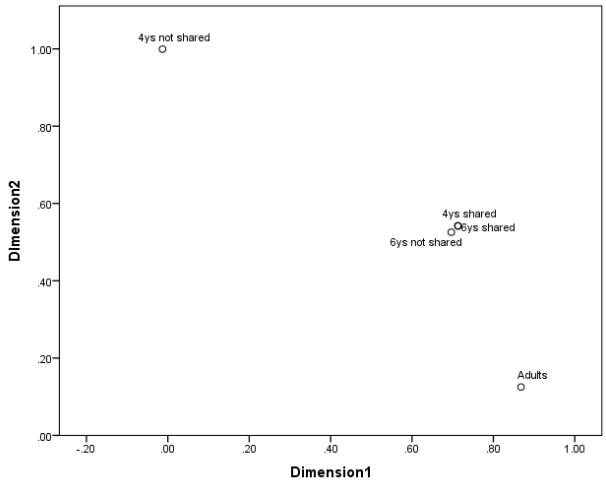


図 3　子ども-大人の動詞産出に関わる個人空間

図 2 における点は 28 のビデオを表し，距離は各ビデオのペアがどれくらい同じ動詞で表されていたかを示している．各点に付与したラベルには，どのようなビデオであったか想定しやすい様，大人の最頻出動詞を示した．まず共通空間の次元 1 は，道具を持って切っているビデオが全て正方向に集中し，負方向に分布するビデオは殆どが手でちぎったり割いたりしているものであることから，明確に「切断の際に用いる道具の利用」を表している軸と解釈できる．特に道具を用いているビデオについては，切断面が予測可能なものが多い．次元 2 は，正方向に，切断の結果モノが多数に分かれているもの，負方向に切断の結果モノが二分されているものが配置されており，「結果状態」を表している軸として解釈できる．それぞれ前者には瞬間相の動作が，後者には継続相の動作が多い．図 3 の個人差プロットを見ると次元 1 に関しては，大人の重みづけが強く，次元 2 に関しては子ども重みづけが強い．このことは，大人は日本語動詞を使い分ける際に「道具」の有無を重要な分節基準として用いているが，速度を含む「結果状態」を重要な分節基準として用いていることを示している．更にこの傾向は，6 歳児では共有/非共有条件間でほぼ差がないが，4 歳の非共有条件で特に顕著である．このことは，4 歳の非共有条件下において特に子どもが他の条件・年齢群と比べて異なるコミュニケーション行動をおこなっていたことを示唆する．

この点を精査すべく，本研究では子どもが言語表現時にどのような非言語的調整を行っていたかを吟味した．具体的には，年齢及び条件がジェスチャーの生起にどのように影響を与えるかを調査した．ここでは年齢(4 歳/6 歳)及び条件(共有条件/非共有条件)及び年齢と条件の交互作用を固定効果，実験参加者及び刺激のビデオを変量効果として，ロジスティック混合効果モデルを利用しジェスチャーの生起(あり/なし)を予測した．固定効果においては，4 歳，非共有条件をそれぞれダミー変数の基準に定めたその切片(β=4.27, *SE*=.66, *z value* = 6.51, p<.00)，年齢(β=-2.04, *SE*=.86, *z value* = -2.37, p<.05)，条件(β=-.83, *SE*=.26, *z value* =-3.28, p<.01)の主効果，及び交互作用(β=.66, *SE*=.32, *z value* = 2.03, p<.05)が有意であった．このことは，特に語の運用方略が大人から最も離れている 4 歳の非共有条件において，他条件と比べジェスチャーの生起が高まっていたことを示している．

総合考察

本研究では，情報の共有を求めるコミュニケーション上の要請が，子どもの言語運用にどのような影響を与えるのかを産出実験を用いて調査した．結果，6 歳においては，コミュニケーション上の要請が語の使い分けに影響を与えることは少ないが，4 歳においてはその影響がみられることを示した．4-6 歳の子どもの一般的な傾向として，大人よりもモノの状態に対して名づけの重きを置く傾向が見られた．動作状態を表す際に，子どもはより定常的なモノの状態に依存した動

詞の使い分けをする傾向があることは先行研究からも示唆されていたが[1], 特に低年齢(4 歳)の段階では他者と情報が共有できない場面においてその傾向が強まる可能性を示した．更に子どものジェスチャーの生起をみると，4 歳の子どもは他者と情報が共有できない条件において情報伝達の目的を達成するために動作様態を表す自発的ジェスチャーが増えていた．興味深いことに，このジェスチャーの利用は，動詞語彙の運用に影響を与えている可能性がある．例えば非共有条件における 4 歳児は「切断の際に用いる道具の利用」よりも相対的に「モノの結果状態」に関する分節基準に重みづけをしていたが,「モノの結果状態」は動作様態でないために，ジェスチャーで表すことは難しい．一方「切断の際に用いる道具の利用」は,「手でちぎる」「ハサミで切る」等，動作様態に直結するためにジェスチャーによる表現が容易である．このために，ジェスチャーで表すことが難しい「モノの結果状態」に関しては，言語的表現による分節による説明が積極的に行われた可能性がある．

本研究の結果は，今後の語の意味体系の習得研究に対して，次の二つの論点を提示する．第一に，情報共有に関する志向性は，従来指摘されていた初期の言語習得過程のみならず，語の意味体系の構築過程にも影響を与えうることである．今後このような影響が，どのような意味領域にて，どのような機序で現れるのかを精査する必要があるだろう．第二に，語の意味体系の構築過程を調査するにあたり，言語コミュニケーションの側面だけではなく非言語コミュニケーションの側面にも焦点を当てる必要があることである． これまでの語の意味体系の習得研究は，その殆どがカテゴリーの知覚的特性や入力の頻度分布に基づく説明を試みていた．初語から語意爆発に至る初期の言語習得過程においては，種々の有縁記号や非言語的コミュニケーション行動が語習得の牽引的役割を担うことについてはこれまでも多くの議論があったが，その後の習得過程においてそれらがどのように意味の体系の精緻化に寄与するかは今後検討されるべき問題であると考える．

謝辞

本研究は，本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究課題番号 26870573, 若手研究(B)課題番号 26560421, 及び The Project Supported by National Social Science Foundation of China（Grant No. 14CYY045）の援助を受けた．

参考文献

[1] Saji, N., Imai, M., Saalbach, H.,Zhang, Y., Shu, H., & Okada, H. (2011).Word learning does not end at fast-mapping: Evolution of verb meanings through reorganization of an entire semantic domain. Cognition 118, 48-64.

[2] Tillman, K. A., & Barner, D. (2015). Learning the language of time: Children's acquisition of duration words. Cognitive psychology, 78, 57-77.

[3] Wagner, K., Dobkins, K., & Barner, D. (2013). Slow mapping: Color word learning as a gradual inductive process. Cognition, 127, 307–317.

[4] Widen, S. C., & Russell, J. A. (2008). Children acquire emotion categories gradually. Cognitive development, 23(2), 291-312.

[5] Majid, A., Boster, JS., & Bowerman, M.(2008). The cross-linguistic categorization of everyday events: a study of cutting and breaking. Cognition 109, 235-250.

[6] Clark, E.V. (1973). What's in a word? On the child's acquisition of semantics in his first language. In T.E. Moore(Ed.), Cognitive development and the acquisition of learning(pp. 65-110). New York: Academic press

[7] Nelson, K. (1974). Concept, word, and sentence: Interrelations in acquisition and development. Psychological Review, 81, 267-285.

[8] Mervis, C.B. (1987). Child-basic object categories and early lexical development. In U. Neisser (Ed..), Concepts and conceptual development: ecological and intellectual factors in categorization (pp. 201-233). Cambridge: Cambridge Univesity Press.

[9] Yurovsky,D., Wagner, K., Barner, D.,& Frank, M.(2015). Signatures of domain general categorization mechanisms in color word learning. Proceedings of the 38th Cognitive Science Society, 2775-2780.

[10] Tomasello, M.(2008). Origins of Human Communication. The MIT Press.

[11] Syrett, Kristen and Kawahara, Shigeto (2014) Production and perception of listener-oriented clear speech in child language. Journal of Child Language 41: 1373 - 1389.

[12] Malt, B.C. (2013). Context sensitivity and insensitivity in object naming. Language and Cognition, 5, 81-97.

[13] 片山顕裕・針生悦子. (2007). 幼児におけるジェスチャーの視点 : 認知的役割取得能力との関連. 教育心理学研究, 55(2), 266-275.

[14] Labov, W. (1973). The boundaries of words and their meanings. In C.-J. Bailey & R.Shuy (eds.), New ways of analyzing variation in English, 340-373. Washinton, DC; Georgetown University Press.

[15] Malt, B., C. (2013). Context sensitivity and insensitivity in object naming. Language and Cognition, 5(1), 81-97.

[16] Malt, B. C., Sloman, S. A., Gennari, S., Shi, M., & Wang, Y. (1999). Knowing versus naming: Similarity and the linguistic categorization of artifacts. *Journal of Memory and Language*, *40*(2), 230-262.

感情の価値システムとしてのモデル化の試み
An attempt on modeling of emotion system as a value calculation system

宮田 真宏[†]，大森 隆司[‡]
Masahiro Miyata, Takashi Omori
[†]玉川大学大学院工学研究科，[‡]玉川大学工学部
Graduate School of Engineering, Tamagawa University, College of Engineering, Tamagawa University
mytma4re@engs.tamagawa.ac.jp

Abstract
Emotion is a very popular but not well-known phenomenon of animals. Human feeling is more complex including the emotion features and the intelligent features. Though there are many researches on emotion / feeling, its computational role on survival or intelligence is not known well. But it must be important because most of animals look to have similar emotion and there must be a reason of its similarity. Therefore, in this paper, we discuss on a possible component of emotion system, compare their computational model, and propose a possible hypothesis that the emotion is a system of value calculation for a decision making. For a discussion, we show a possible computational model of feeling system in brain.

Keywords — Emotion, Decision Making, Monte Carlo method, Value System, Model

1. はじめに
近い将来，人工知能（AI）の技術を用いた製品は社会へ広がり，より人間的な機能が要求される場面が多くなってくると予想される．その典型例は，対人インタラクションであり，AI の重要な応用領域の一つである．対人インタラクションとは基本的には人を対象とする広義のコミュニケーションであり，その実行のためにはまず相手の人の意図や要請・ニーズの理解，自身の認識や意図の伝達が必要であり，その次に相手に対するサービスの提供がある．

しかし，ヒトのコミュニケーションの方法は多様かつ複雑である．それは，言語やサインによる命令のような明確な解釈が可能である情報から，身振りや行動による暗黙かつ曖昧な情報まで，様相の異なる多様な相互作用を同時並列的に含んでいる．対人インタラクションとは，これらの多様な情報を同時進行的に読み取り，それに基づいて相手に働きかけることで相手の認識，行動を変えていくタスクを通じて，自己の目的を達成する課題である．

これは人間にとっては無意識的にでも行うことが可能であるため，比較的易しいタスクと考えられているが，その内部過程を考えると決して単純ではない．さらにこれを汎用人工知能に実現させようとすると，AI にはどういう機能が求められるのか．その問題理解とモデル化についての議論が本稿の目的である．

対人インタラクションの理解の鍵となる要素として本研究では感情に注目する．コミュニケーション場面をはじめ，感情は動物にとって重要な機能を持つ現象である．しかし，これまでに多くある感情研究の大部分は現象面からの解析と分類であり，感情の発生する認知的なプロセス，さらにはその計算論的役割を検討したものは少ない．そこで本研究では，感情とは行動の意思決定のための価値計算システムであると想定し，その計算モデル化の可能性を検討する．

2. 従来の感情／情動モデル
2.1. 動物に共通な情動[1]
情動に関しては心理学や生理学の分野でこれまでも多くのモデルがあり[1][2][3]，コミュニケーション場面における感情の役割についても従来から多くの研究がなされてきた[4][5]．対人インタラクションの場面では，阿部[6]はロボットと子どものインタラクションの行動調査を通じて保育士の対人インタラクション戦術について研究し，インタラクション場面における感情の誘導がコミュニケーションの成功に重要であることを示している．

従来，コミュニケーションとは言語による情報伝達や表情認識であると考えられてきた．しかし実際に成功するコミュニケーションには，相手の心の中の状態の推定，すなわち相手の注意，興味，意図，目的などの文脈の推定が重要であることは，人対人のコミュニケーションを考えても自明である．

[1] 本稿では動物の情動の機能についての議論を通じて人の感情を論じる．感情と情動はその複雑さにおいては区別するが，機能に本質的な違いはないものとして扱う．そのため，感情と情動は本文中で明白な区別はせずに使用する．

例えば，ある人に特定の行動をしてほしいとき，我々は以下のように行動するだろう．

(1) 相手に声をかけて注意を引く
(2) 自己紹介をして，相手にこちらの言葉を聞くスタンスを取ってもらう
(3) こちらからの依頼の必要性を言い，それへの協力の意義を伝える
(4) 相手がこちらの伝えたことを理解したことを確認する
(5) 相手がこちらの言葉を聞くスタンスになるまで待つ
(6) 意図した依頼について発話する

通常のコミュニケーションでいう発話とはここでいう(6)だけであり，相手にコミュニケーションに必要な心的姿勢になってもらうまでの(1)…(5)の過程は従来的なコミュニケーション研究では想定されていなかった．しかしその部分こそが成功するコミュニケーションのカギとなる要因である．

この事例で我々が対話ロボットのプログラムを書くとしたら，例えば以下のような機能が必要となろう．

(1) 相手の注意が自身に向いていることの判定
(2) 相手がこちらの言葉を認識したことの判定
(3) 相手がこちらの要請を理解したことの判定
(4) 相手がポジティブ／ネガティブな心的状態にあることの判定
(5) 適切な言葉をかけることによる相手の心的状態の変化の予測

これらはいずれも相手の心的状態の推定である．相手の心的状態は従来の言語や身振りによるコミュニケーションでは考慮されていない．他者の心的状態は，明示的には計測できない変数であり，その推定は技術的な困難が多いものと思われる．しかし，人間のコミュニケーションが相手の心的状態に依存して大きく変わることは自明な事実であり，人工知能やロボットのような擬人化エージェントによる対人インタラクションを考えるなら避けて通ることはできない．

さらにここでいう心的状態とは，注意の向き，認識の状態，理解の状態，心的状態の良し悪し，働きかけによる変化の予測など，極めて動的なものである．本稿では，ここまでの心的状態を含めて「広義の感情」と呼ぶ．そして，人は他者の感情を知ることでインタラクションをより円滑に遂行できる．人のインタラクションを理解する上で広義の感情のモデル化は重要である．

2.2. 感情のモデル

感情に関してはこれまで多くのモデルがある．Ekman の FACS model[1]は表情筋の緊張の記述から得られた表情の分類モデルであり，その分類がそのまま基本 6 分類として顔からの感情の分類に用いられている．また Russel は二次元の軸で表される空間に円環状に感情を配置し，個別の感情状態の間の関係を示した[2]．しかしこれらは現象の記述モデルであり，脳や認知のメカニズム，さらにその計算的意味には迫るものではない．

それに対して戸田は，人間の複雑な感情から行動決定に至る過程の定性的な説明理論を構築し[7]，結果として感情はその場の状況に価値を振り振って意思決定に至る過程であるという説明をした．この研究は，人間の多様かつ複雑な感情を基本情動の価値の計算に落とし込む概念モデル化を試みた，という意味で画期的であった．

一方で Koelsch[8]は，情動を生存・安全・愛着・価値の 4 要素に分解して脳の部位に対応付けての説明を試みた．この研究では，感情の中に価値も含まれていて眼窩野前頭葉がその責任部位とされており，戸田の概念的ではあるが複雑な人間感情を説明するモデルや現在の脳生理学の知見との矛盾はない．これらの理論は，広義の感情に関して新しい概念を提供してくれているように見える．

3. 広義の感情＝価値計算システム仮説

3.1. 動物に共通な感情

脳を持つ動物には，少なくとも爬虫類から哺乳類まで脳幹や間脳が共通にあり，この部分は爬虫類脳と呼ばれている．爬虫類脳があることにより，脳を持つ動物は自らの身体を守るために恐怖などの情動を持つことができるとされる．ルドゥー[3]は感情の一部である恐怖情動に注目し，恐怖の認識や学習によって恐怖に対応する危険の認識が導出される過程について生理学的な視点から解明している．動物はこの導出された恐怖の情動を受け，次に行う行動を決定している．

恐怖に限らず，多くの喜び，怒りなどの基本的な情動はヒトを含む多くの動物で共通しており，進化の過程において変化が少なかったことが推測される．とすると，情動には進化の過程で維持されるべき理由があったはずである．それを明らかにするには，進化という現象を理解する以上に，現在の動物で情動がどういう役

割を果たしているか，抽象的なレベルで明らかにする必要がある．なお，感情は情動に推論や学習などの知的情報処理が加わって実現されていると本稿では考える．そのため，情動の理論が得られたなら，必然的に感情の理論もまた得られると期待する．

3.2. 感情と価値計算システムの関係

ヒトは日々の生活において様々な意思決定を行っている．この意思決定の際，ヒトは意識的／無意識的に各選択肢の価値を計算すると考えられている[9]．これによりヒトは，一見して無益と見える行動でも長期的には価値があると判断したときは，将来的な価値を期待して行動する．また戸田[7]は，感情は適応的な行動選択システムであるとし，感情メカニズムのモデルとしてヒトの比較的高度な感情を説明するアージ理論を提案した．アージ理論では，ヒトの複雑かつ多様な感情は基本的な情動と知的能力による推論により導きだされるものとして，多様な高次な感情の説明を試みている．

一方で Koelsch ら[8]は，このように幅広いヒト脳の感情系のモデルとして，脳幹，間脳，海馬，前頭眼窩野の４要素が相互作用する感情のカルテット理論を提案した．

- 脳幹は自律神経系の中枢である．身体の状態の自律的な制御に関わり，ホメオスタシスの維持を行うと同時に，生殖，不安，恐れなど個体の維持と種の保存に関わる生物としての基本機能をつかさどる．この目的に適合する状態は報酬，不適な状態は罰と考えると，個体維持についての価値の表現となる．基本的には遺伝子にプログラムされている．
- 間脳は，古典的な意味の情動システムである．我々が報酬や罰と感じる，喜び，痛み，闘争，逃避などの基本的な情動を表し，結果として対外的な安全にかかわる価値の表現となっているように見える．遺伝的にプログラムされた部分と，扁桃核のように経験によって学習する部分が混在している．
- 海馬系は，一般には記憶のシステムと言われるが，同時に感情にも深く関与する．例えば場所の好みのような親近性を表現し，愛着の中心でもある．情動のシステムと認知のシステムが同居し，結果として両者の接点ともなっている．
- 前頭眼窩野は，推論などの高次情報処理の中枢とされる．推論により外部の刺激についての報酬価の予測を行うと考えられ，ここの障害は無謀なギャンブルを引き起こす．また，より高次の価値としての倫理，罪や恥の感覚なども表現すると言われている．推論は前頭眼窩野に限らず前頭葉全体に見られる機能でもあり，その関係は明確ではない．

このモデルの特徴は，愛着や推論と言ったこれまでは感情に含まれていなかった要素まで含めて広義の感情としたことにある．しかしその内容を見ると，感情というよりは身体維持や安全まで含めた広い意味の意思決定のための価値表現および価値計算であるように見える．そこで本研究では，ヒトを含む多くの動物の感情は意思決定のための価値計算システムとして働くと考えそのモデル化を試みる．

3.3. 仮説的価値計算システム

本研究で想定する広義の感情モデルでは，ヒトの感情系は Koelsch らが提案した脳部位だけでは不足があると考える．すなわち，ヒトの感情系は脳幹，間脳，海馬，前頭眼窩野に加え，扁桃体，大脳基底核，前頭葉内側部，そして側座核を含むより幅広いシステムであると想定する．Koelsch らの論文にもこれらの領域はコメントがあるが，その位置づけは不明確である．

各脳部位の役割は，ヒトの身体維持に関連する脳幹・間脳，報酬予測誤差に基づく強化学習を行う大脳基底核，記憶に関連する海馬，海馬とともに価値記憶の固定に関わるとされる扁桃体，推論を行うとされる前頭野，それぞれの脳部位の価値情報を統合して大脳皮質への中継核として働くと考える側坐核，などが想定される．外界からの刺激は知覚の処理の後に脳幹・間脳，大脳基底核，海馬，扁桃体，前頭葉の各脳部位にて固有の価値に変換され，それを側坐核にて統合して意思決定に利用する，と現時点では考えている．（図１）

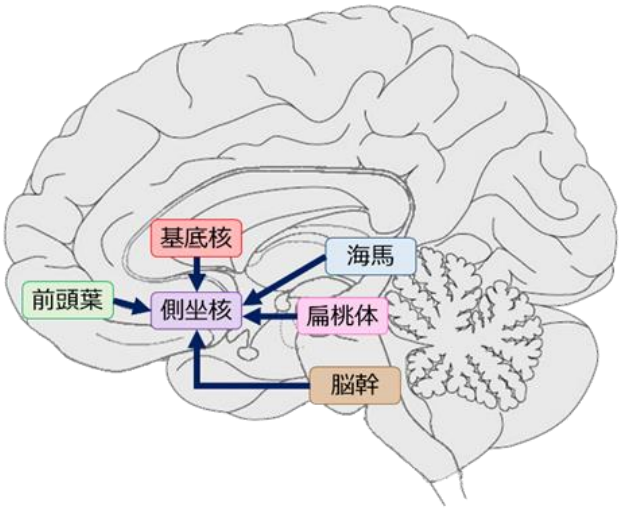


図１　感情＝価値計算システム概要

4. 検証方法

4.1. 感情に関わる脳モデルについて

本研究の感情＝価値計算システムのうち，側坐核は他の脳部位で処理された価値情報を統合し，大脳皮質に伝達する中継点であると考える．そのため，ここでは側坐核を除いた各脳機能のモデルについて例を交えて述べる．

- 脳幹：身体状態を［良い－悪い］の軸にマップする変換器とされ，Gerken[10]がモデル化している．
- 扁桃体：川村[11]により海馬と共に臨床心理の立場から機能の分析が行われている．
- 海馬：記憶に関係した部位として佐藤[12]はじめ多くのモデルがある．
- 大脳基底核：強化学習の部位としてSchultzら[13]により生理学的に検証されており，さらにSuttonら[14]によりモデル化されている．
- 前頭葉：一杉[15]によりベイズ理論を用いた階層的マルチエージェント強化学習としてモデル化されている．しかし前頭葉は，神経興奮により並列的かつ探索的に推論すると考えると，神経回路で可能な分散的な推論の表現モデルが必要であろう．

4.2. 前頭葉推論モデル

前頭葉は現在状態に世界についての知識を加えて確率探索をすることで予測を行い，その結果に付随する価値をリアルタイムで判断することで枝刈りをする，というサイクルを行うと考える．

感情を価値計算システムであるとしたとき，その計算過程はどのようなものであろうか．感情の計算メカニズムの理解はその計算論的意義の理解にも関わるため重要である．表１に現在ありうると考えている計算モデルについてまとめた．身体と安全については遺伝子により規定される身体部分に作用するため，かなりの部分が固定であり，学習が含まれる部分も比較的容易なパターン認識で実現可能と思われる．ここでの一番の課題は外界の事象や状況の認識であろう．

愛着とは，過去の価値に関わるエピソードの蓄積としての価値の習慣的な想起と考える．その実現には，個々の場面での価値につながる事物／事象の認識と，その場面の集合の一般化による習慣の形成の二段階があると考えられ，前者はパターン認識として，後者は強化学習として説明・実現ができるように思える．そう考えると，愛着については基本的にはこれまでの機械学習の枠組みでアプローチが可能であるように見える．

表１　価値システムの脳でありうる計算モデル

項目	ありうる計算モデル	該当する脳部位
身体	センサによる直接検出およびその組み合わせによるパターン認識と固定価値	遺伝子で固定された生体センサによる検出とパターン認識
安全	感覚センサからの固定パターンおよび学習されたパターンの認識と価値判断	感覚領野，特徴抽出系としての感覚性連合野，間脳，扁桃体
愛着	場面認識と価値の連合（エピソード）と，その一般化（強化学習）	新皮質での場面認識，海馬系での記憶，線条体
経済的価値	知覚された現在状況からの推論，ツリー探索や関数近似での状況・価値マッピング	前頭眼窩野，社会的価値については前頭葉内側面，推論は前頭葉とされる

ここまでの計算理論は既に多くの研究とモデルがあり，実現にあたってはそのうちのどれを選択するか，場面や対象に応じたアルゴリズムの選択が課題となるであろう．

一方で，価値の推論の方法と，全体のシステムを統合，制御する方法については議論が必要である．推論を用いた価値の計算とは，以下のようにモデル化できよう．

(1) 新規場面に出会い過去の経験による価値が割り振れない（強化学習が適用不可）場合に
(2) 周りの環境に基づき今後起こりうる場面を予測することを繰り返し
(3) 予測結果に価値の割り当てが可能となる状態に到達する．
(4) 予測の不確実性を考慮し，(1)の場面に価値を割り当てる
(5) 予測可能な全状況について価値を求め，価値が最大化となる行動を選択する

この方法は，AI の行動探索手法としてよく用いられる Tree Search の過程として実装が可能であるように見える．Tree Search は広く深い探索を行い，その探索結果を最後に評価することで，最良の行動を選択する．しかし，ヒトの行動決定は Tree Search 的ではないと考える．ヒトは，やや精度は劣るが狭く浅い探索を予測とそれに伴う評価を，瞬時かつ並列的に行っているよ

うに見える．この点において現在までに行われてきたAIの探索手法と前頭葉における推論とは異なっているように思える．

そのため本研究では前頭葉という脳のデバイスに可能な瞬時かつ並列的な探索方法として，モンテカルロ法による確率探索的なモデルを考える．このモデルでは，前頭葉の神経興奮の連想的活動伝搬が条件付き確率探索のモンテカルロ法的な表現になっており，そこに価値システムからの価値の興奮が加わって，実質的な探索の枝刈りをする，という推論方式を用いる．次章では，実世界のナビゲーションの推論場面に近いトイモデルを作成し，そこでのシミュレーションを通じてその妥当性を検討する．

5. 前頭葉シミュレーション

5.1. ヒトの脳における価値付き探索モデル

ヒトは行動選択を行う際，無意識的に最適な行動を行う事ができる．逆に，初めて経験する場面においては過去に経験したものの中から近いと判断した経験を基に，適切な行動を見つけていく行動選択をするように思える．例えばNavigation Planningのトイ問題では，現在位置にて動かないまま，これからの行動の結果を確率的かつ並列に探索して評価する，という設定になろう．

Navigation 課題での最適経路探索はこれまで強化学習を用いて説明されてきた．しかし，強化学習は試行を何度も繰り返す必要があり，ヒトや多くの動物が行っている直感的かつ思考的な一撃での行動決定とは異なる．そこで本研究では強化学習にて繰り返し行なわれていた探索的な行動の替わりに，複数ステップ先の経路を連想により確率的かつ並列に推論し，最適であると判断した行動を選択する探索モデルを作成して評価する．

5.2. モデルの三層構造

本研究で作成したモデルは三層構造をしており，それぞれ「地図」,「場所－価値連合」および「確率並列探索」の機能を持つ（図２）.「地図」を表す第一層は，空間地図の脳内表現の部位に相当し，脳では例えば海馬系や前頭前皮質が想定されよう．実際のフィールドを考えると，現在位置からすべての方向に移動可能であるとは限らない．また，最適なコースを通るには敢えて迂回する必要もある．これより本モデルでは，推論においても環境世界の経路地図そのものは脳内にあらかじめ用意されていると想定する．ヒトの場合には，街の基本的なレイアウトや店舗の特徴などは過去の経験から一般知識として持っている，という想定になろう．

「場所－価値連合」を表す第二層は，一部の場所に対して過去の経験に基づいた価値（予測報酬）と実環境からの報酬の価値を割り振る機能を持つ．実際の脳では大脳基底核と脳幹や間脳がこれに相当し，前者は期待報酬を学習し，後者は実際に報酬が得られたときにその価値を伝搬させる．価値が割り振り可能な領域はその個体の経験の量により異なるであろう．本モデルでは，この価値の分布はQ学習（（１）式）で獲得した．

$$Q(s_{t+1},a_{t+1}) \leftarrow Q(s_t,a_t) + \alpha\left(r + \gamma \max_a Q(s_{t+1},a) - Q(s_t,a_t)\right) \quad \cdots (1)$$

本トイモデルの課題設定では，探索を行う際にはこの価値の分布は世界の一部分のみで獲得されており，その外の世界では経験不足による現在位置に価値が割り振られないため，推論による予測と価値の評価を繰り返す，という想定である．

「確率並列探索」を表す第三層は，脳内におけるニューロンの発火による連想的な脳活動を表現する．外部からの刺激入力に対してエージェントは現在位置から価値が最大となる位置（ゴール地点）への確率並列探索を行う．それに対応する脳神経細胞の興奮伝搬を表現するためモンテカルロ法による事前分布付き確率連想を用いた．この連想を複数回行うことで，エージェントの頭の中での探索を表す神経興奮が広がり，現在位置から価値の割り振りが可能な過去の経験で知っている状態への到達を可能とする．

モンテカルロ法におけるニューロンの興奮確率の計算および，探索の結果得られた価値に基づくエージェントの行動選択にはSoftMax法を用いた．SoftMax法では，エージェントが行動 i を選択する確率を以下の式（２）により算出する．

$$P(i) = \frac{exp\left(\frac{Q(s,a_i)}{T}\right)}{\sum_j^n exp\left(\frac{Q(s,a_j)}{T}\right)} \quad \cdots (2)$$

この式では選択肢の中からQ値の高い行動が選択されやすくなるるため，Q 値の差が大きいほど貪欲法に近い選択をするようになる．また，SoftMax法ではT値（温度パラメータ）を用いることで選択確率のQ値に対する感度を変えることができる．具体的には，T値が大きいとQ値による影響が少なくよりランダム

に近い行動選択を行ない，逆に小さくすると選択肢内の Q 値の差に敏感になる．本シミュレーションでは T 値は 1 で固定化したが，より複雑なタスクを行う場合などは T 値を調節することで探索の広がりを制御できることを期待している[16]．

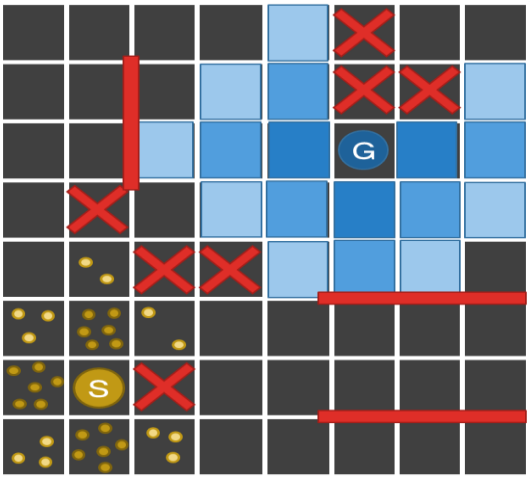


図２　トイモデルの図式化

5. 3. シミュレーションにおけるコスト定義

本研究では三層構造のうち，第一層（地図），および第二層（事前確率分布）を事前知識として与え，そこに 2 種類の探索（従来からの Tree 探索による方法と今回提案したモンテカルロ法による確率探索的な推論）を行い，その探索コストを比較した．ここで，探索のコストとして我々は，エージェントが実際に移動することによるコストが，脳内での神経興奮の伝搬による推論コストよりもずっと大きいと想定した．具体的には，移動にかかるコストは 1 回あたり 10 を，推論のコストはモンテカルロ法による 1 回の興奮伝搬あたり 1 を割り当てた．

また，実環境では，目標となる価値が割り当てられた瞬間における状態（初期位置）は必ずしも同じであるとは限らない．そのため本研究では，学習が完了するたびに初期値をランダムに変化させ学習を行なっている．

6.　結果

図３にシミュレーションの結果を示す．図３では，縦軸はエージェントの初期位置から目標価値を得るまでにかかったコストの合計を，横軸は学習回数を示し，全体として試行毎のコストの変化を表した．

従来法である Tree 探索手法よりも本研究にて想定した前頭葉における確率探索的推論の方が，価値を得るまでに必要な探索コストが早い段階で少ないことがわかる．また，推定を行なう際のエージェントの初期位置が毎回異なっても探索コストは大きくは変化せず，環境の変化にも強いことがわかる．

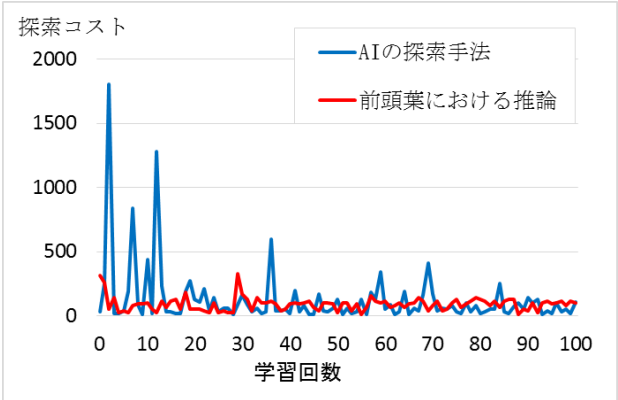


図３　探索手法の違いによる探索コストの違い

7.　考察とまとめ

以上，感情／情動の脳過程と価値に基づく意思決定についての考察から，広義の感情とは価値計算システムであるとする仮説を提案し，その計算論的な実装に必要な神経論的に妥当な推論の表現について検討した．トイモデルではあるが，ヒトの推論の基本的な特性は実現できたのではないかと考える．今後は，推論過程のより現実的なシミュレーションによる妥当性の検討と，感情システム全体を仮想的な環境で実装しての評価を行う必要がある．

ヒトの感情は幅広く，単なる価値による意思決定を超えて我々の日常を豊かかつ複雑にしている．それに対して本研究で考える広義の感情モデルは，ヒトを含む動物に広く共通した価値最大化のための計算論的意思決定の過程である．そのため，例えば Russel の二次元モデルが扱うヒトの多様な感情については説明できていない．ヒトの感情は，価値計算に戸田[7] が考えたような複雑な知的推論過程が加わって現れるものと考えるが，これについては今後の課題である．

ヒトの感情状態を場面と観測に基づいて推定できるシステムが出来たなら，ヒトーヒト間のインタラクションのより深い理解だけでなく，ヒトーロボットにおけるインタラクションにも応用できよう．本研究は文部科学省科研費 15H01622 の助成を受けた．支援に感謝する．

参考文献

[1] P. Ekman et al, (1997) “What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)”, Series in Affective Science

[2] J. A. Russell, (1980) “A circumplex model of affect”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 39, pp. 1161-1178.

[3] J. LeDoux, (1998) “The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life”, Simon & Schuster.

[4] D. Derksa et al, (2008) “The role of emotion in computermediated communication: A review”, Computers in Human Behavior, Vol. 24, No. 3, pp. 766-785.

[5] A. Ilyasova, (2015) “Emotional competencies: Connecting to the emotive side of engi-neering and communication”, IPCC, pp. 1-5

[6] 阿部香澄, 岩崎安希子, 中村友昭, 長井隆行, 横山絢美, 下斗米貴之, 岡田浩之, 大森隆司, (2013) “子供と遊ぶロボット：心的状態の推定に基づいた行動決定モデルの適用”, 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 3, pp.263-274.

[7] 戸田正直, (1992) “感情”, 東京大学出版会

[8] S. Koelsch et al, (2015) “The quartet theory of human emotions: An integrative and neurofunctional model”, Physics of Life Reviews, Vol. 13, pp. 1-27.

[9] 大竹文雄ら, (2012) “脳の中の経済学”, ディスカヴァー携書

[10] G. M. Gerken, (1996) “Central tinnitus and lateral inhibition: an auditory brainstem model”, Hearing Research, Vol. 9, No. 1-2, pp. 75-83.

[11] 川村光毅, (2007) “扁桃体の構成と機能”, 臨床精神医学, Vol. 36, No. 7, pp. 817-828.

[12] 佐藤直行, (2015) “海馬から大脳へ：記憶の計算モデル”, 2015 年度日本人工知能学会全国大会予稿集, Vol. 29, pp. 1-4.

[13] W. Schultz et al, (2000) “Reward processing in primate orbitofrontal cortex and basal ganglia”, Cerebral Cortex, Vol. 10, No. 3, pp. 272-283.

[14] R. S. Sutton et al, (2000) “Reinforcement Learning”, Cerebral Cortex, Vol. 10, pp. 272-283.

[15] 一杉裕志, (2006) “SOM のネットワークによる 前頭葉の計算論的モデルの構想”, https://staff.aist.go.jp/y-ichisugi/besom/20060824.pdf.

[16] 鈴木宏昭, (2004) “創造的問題解決における多様性と評価 : 洞察研究からの知見”, 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 2, pp.145 - 153.

ライフログ写真と認知アーキテクチャを利用したモデルベース回想法: ケーススタディの報告

Model-based Reminiscence utilizing Lifelog and Cognitive Architecture: A Case Study

森田 純哉[1]，平山 高嗣[2]，間瀬 健二[2]，山田 和範[3]
Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, Kazunori Yamada
[1] 静岡大学，[2] 名古屋大学，[3] パナソニック式会社
Shizuoka University, Nagoya University, Panasonic Corporation
j-morita@inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

This paper proposes an approach to elderly mental care called model-based reminiscence, which utilizes cognitive modeling to guide a user's mental time travel. In this approach, a personalized cognitive model is constructed by implementing a user's lifelog in the ACT-R cognitive architecture. The constructed model retrieves photos based on human memory characteristics such as learning, forgetting, inhibition, context, and noise. These memory characteristics are regulated with parameter values corresponding to cognitive and emotional health. The authors assumed that it would be possible to motivate a user by guiding their memory recall with photo sequences generated from a healthy optimal state model. As a preliminary step toward realizing model-based reminiscence, this paper presents a case study in which an elderly person was presented with photo sequences generated by a cognitive model having her lifelog. From the verbal protocols obtained in the case study, it is suggested that a model-based lifelog presentation elicits storytelling and social reactions, pointing to the feasibility of the proposed concept.

Keywords — Photographs, Life log, ACT-R, Reminiscence

1. はじめに

人生のログとしてためられた写真（ライフログ写真とよぶ）は，過去を思い出す手段として有用である．神経心理学的に，過去の想起は，未来の活動のプランニングと表裏一体である．ともに現在ではない時間に意識を向けることから，メンタルタイムトラベルと呼ばれる [1]．過去と未来のメンタルタイムトラベルは共通の脳部位が担う．その部位は，安静時に賦活するデフォルトモードネットワークと重なる．デフォルトモードネットワークは認知症診断のバイオマーカーとしても注目されている．また，メンタルタイムトラベルは，時として過去の生々しい再体験を含み，強い情動状態を導く．記憶と情動の関係について，神経科学・心理学的な知見が多く積み重ねられている [2]．

以上のように，ライフログ写真の閲覧は，記憶の想起，情動の喚起，未来のプランニングを伴う．よって，ライフログ写真を用いることで，高齢者の認知機能や情動機能の健全さを測定するとともに，未来の活動をガイドするアプリケーションを考えることができる．これを実現するために，著者らは，モデルベース回想法という仕組みを検討している [3]．システムがユーザの認知的・情動的な状態を具体化するモデルをもち，ユーザの理想的な状況を表現するモデルをもつ．前者によってユーザの状態をモニタリングし，後者によってユーザの活動を導く．

本発表では，モデルベース回想法に関わる研究として，メンタルタイムトラベルのモデル化，およびモデルによって検索されるライフログ写真をユーザに提示したケースを示す．

2. メンタルタイムトラベルのモデル化

認知アーキテクチャベースのユーザモデリングをおこなう．本研究で用いた認知アーキテクチャは ACT-R [4] である．ACT-R は人間の心理的機能と対応する複数のモジュールからなる．用いた ACT-R のモジュールと構成を図 1 に示す．

本研究のモデルは，ACT-R の宣言的記憶にライフログ写真を搭載することでユーザの記憶の状態を表現する．写真は撮影時期 (When)，撮影場所 (Where)，人物 (Who)，シーン (What) の観点で属性づけされる．撮影時期と撮影場所は Exif データのクラスタリング，人物は写真ライブラリソフトに付属する顔認識，

シーンは深層学習モデルによって属性を付与した．モデルは，現在想起している写真と共通する属性の写真を検索し，連想を繋げる．ACT-R による記憶の検索は，これまで多くの実験室実験の結果をシミュレートするようにチューニングされてきた．よって，ACT-R の記憶検索に即すことで，写真検索のプロセスに一定の人間の記憶らしさを加えることができると考えた．本研究のモデルの持つ特性は，以下のようにまとめられる．

- 忘却: 最近撮影された写真ほど検索されやすく，古い写真は検索されづらい．
- 学習: 過去に複数回検索された写真は検索されやすい．よって，古い写真であっても，一旦検索されればそれ以降検索されやすくなる．
- 抑制: 直近に検索された複数枚の写真の活性値を抑制する．
- コンテクスト: 現在表示されている写真と複数の属性が共通する写真は，単一の属性が共通する写真に比べ，検索されやすくなる．
- 活性ノイズ: 上記一連の効果の強さは，ノイズの大きさによって弱くなる．

図 2 は，モデルパラメータとして，抑制の有無と活性ノイズの高低を操作した結果を示している．シミュレーションには第一著者のライフログ写真 3,202 枚を用いた（1977-2014 年に撮影）．図 2 の横軸は，検索された頻度によって写真を降順に並べている．図より忘却と学習のみが働くモデル（左の青線）は，少数の写真に偏った検索がなされたことがわかる．それに対して，抑制は，忘却と学習によってもたらされる繰り返し検索を，わずかではあるが抑えた．抑制の効果に比べ，ノイズの効果は，より顕著に観察される．高ノイズが付与された条件（青線）では，低ノイズの条件（黒線）に比べ多くの種類の写真が検索された．

ACT-R の研究者は，しばしば学習と忘却のみが働くベーシックなモデルによる連想検索の挙動を，病的なものと表現する (pathological behaviors such as out-of-control looping [5])．実際，記憶の研究者は，PTSD などの精神的な疾患において，記憶が偏って繰り返し検索される症例を報告している [6]．また，同一の内容の繰り返し的な検索は，認知症の人の振る舞いでも観察される．つまり，ACT-R は，デフォルトで精神疾患や認知症の人の振る舞いを再現する．図 2 は，デフォルトのモデルに抑制や適度なノイズを加えることで，健常な人の記憶のプロセスを再現できることを示唆している．さらに，先行研究に従えば，抑制とノイズはそれぞれ認知的な状態と情動的な状態に関わるパラメータと考えられる．抑制はデフォルトで起動されるメンタルタイムトラベルを方向づける前頭葉の働きを表し [5]，ノイズはアドレナリンと関係づけられた働きを表す [7].

3. モデルベーススライドショーの提示実験

前節の認知モデルを用いることで写真スライドショーを作ることができる．この写真スライドショーにおいて，ユーザはモデルによって検索されるライフログ写真を観察する．この際，モデルによる写真検索をユーザが好み，また自分の記憶想起と，(何らかの抽象度で）同型性を感じるのであれば，そのモデルはユーザの心的な状態を具体化したものとなる．それに対してモデルによる写真検索にユーザが違和感を抱くのであれば，そのモデルはユーザの状態をモデル化するものとはならない．たとえば，図 2 に示したような病的な検索に違和感を抱かない場合，なんらかの精神疾患の可能性が推測される．こういったモデルベース回想法のアプリケーションを実現する前段階として，ユーザに写真スライドショーを提示したケーススタディを報告する．

図 3 は一名のライフログ写真を，写真を保持していた本人（75 歳）にスライドショー提示したケースを示している．写真提示のアルゴリズムやパラメータを実験者が変更しつつ，複数回スライドショーを提示した．左側は忘却に関わるパラメータを設定しない条件で写真スライドショーを走らせたケース，右側は完全にランダムに写真を検索したケースを示している．スライドショー提示時に，参加者は写真を見て思ったことを自由に発話することを求められており，図にはその内容も書き入れている．

両者で検索された写真シーケンスには,「まとまり」という点でちがいがある．左側は共通する時代の写真が連続して検索されている．それに対して右側の写真には規則性がみえない．興味深いことに，両者では発話の「まとまり」も大きく異なっている．左側のシーケンスでは「修学旅行」や「中村先生」という単語が写真をまたいで連続して発話されている．

参加者から得られた発話を表 1 のように分類した．はじめのカテゴリは，写真の場面を認識する発話，もしくは関連する記憶を想起する発話である．表に示されるように場所，時間，人，シーンに関わるものを含む．2 節で示したように本研究のモデルは，写真に対してこれらの属性を付与し，連想検索に用いている．よって，これらの発話はモデルが採用した属性付与に対して一定の心理学的妥当性を与える．

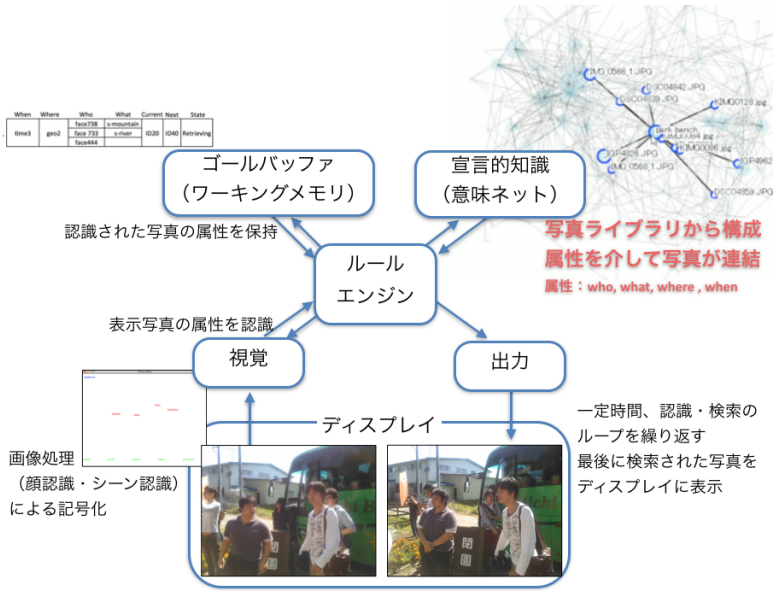


図 1　モデルの概略

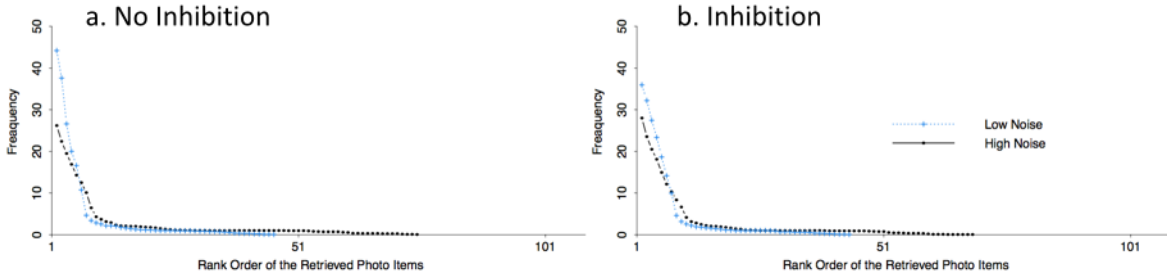


図 2　検索された写真の順位別頻度

2 つめのカテゴリは，写真を観察して喚起された感情や意欲に関わる．1 節で述べた想定と整合し，感情にかかわる発話が多くなされた．さらに，過去の想起と未来のプランニングは表裏一体というメンタルタイムトラベルに関わる主張と整合し，未来の意欲に関わる発話がなされた．このことはライフログ写真の提示が高齢者の活力を向上させる手段となることを示唆している．

上記 2 つのカテゴリは，モデルベース提示，ランダム提示に関わらず観察された．それに対して 3 つめのカテゴリは，モデルベース提示とランダム提示で内容がことなった．モデルベース提示では「よっぽどこの写真が気に入った」,「なんか魂胆がある」などスライドショーの意図を問う発話が多く出現した．これらの発話には，通常人間に対して用いられる動詞が含まれている．つまり，参加者は，認知モデルを利用したスライドショーに対人的な状況に近い反応を返した．図 3 の傾向（発話のまとまり）と合わせて考えれば，その反応は発話をつなぐストーリーを語るものということができる．こういった対人的反応は人間と機械のインタラクションを持続させる重要な要素と考えられている [8]．よって，ここで得られたケースから，我々の目指すモデルベース回想法の実用化可能性が示唆されたといえる．

4.　おわりに

本稿では，まずモデルベース回想法のコンセプト，メンタルタイムトラベルに関わる認知モデルのプロトタイプを示した．構築されたモデルは，シミュレーション研究，および一人の高齢者が参加するケーススタディに適用された．シミュレーション研究の結果，構築されたモデルのモデルベース回想法への適用可能性が示され，ケーススタディによって構築されたスライドショーシステムの特徴が明らかになった．

本研究には未だ多くの限界がある．ケーススタディにて報告した定性的傾向は統制された実験における定量的な検討によって確かめられるべきであろう．今後，こういった限界を克服するために，ライフログの収集



図 3　認知モデルベースのスライドショーとランダムなスライドショー

を含む実験を計画している.

参考文献

[1] D. L. Schacter, D. R. Addis, and R. L. Buckner, “ Remembering the past to imagine the future: the prospective brain, ” Nature Review Neuroscience, vol. 8, no. 9, pp. 657–661, Sep. 2007.
[2] S. Ramirez, X. Liu, C. J. MacDonald, A. Moffa, J. Zhou, R. L. Redondo, and S. Tonegawa, “ Activating positive memory engrams suppresses depression-like behaviour, ” Nature, vol. 522, no. 7556, pp. 335–339, Jun. 2015.
[3] 森田純哉, 平山高嗣, 間瀬健二, 山田和範. メンタルタイムトラベルを誘導するモデルベース回想法. 高齢社会デザイン研究会 (ASD). 2015.7.27-28.
[4] J. R. Anderson, “ How can the human mind occur in the physical universe? ” Oxford University Press, 2007.
[5] C. Lebiere, and B. J. Best, “ Balancing long-term reinforcement and short-term inhibition, ” In Proceedings of 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society, 2009.
[6] D. L. Schacter. 2002. The Seven Sins of Memory: How the Mind Forgets and Remembers. Houghton Mifflin.
[7] C. L. Dancy, and F. E. Ritter, “ Using a cognitive architecture with a physiological substrate to represent effects of a psychological stressor on cognition, ” Computational and Mathematical Organization Theory, in-press.
[8] B. Reeves and C. Nass. 1996. The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places. Cambridge University Press.

表 1　発話カテゴリ

カテゴリ	発話例
認識と想起	どこいったんだっけ，富士山だ [**where**] これは中学 [**when**] 現代だ [**when**] ＊＊さん お世話になったのに，ご恩返しできなかった [**who**] 雪みたいだ，まわり [**what**]
感情･動機づけ	なつかしいね **【感情】** かわいいね **【感情】** このころが一番しあわせ **【感情】** また頑張ろうという気になってきた．原点に帰ってね **【動機づけ】** 写真を見ると歩みがわかって幸福感がます．ここまで頑張ってきた **【動機づけ】**
評価	ずいぶんちぐはぐにならべたね**【ランダム条件】** 複雑にさせるね．昔の写真と並べられると．面白いもんだ．変化がでる **【ランダム条件】** よっぽどこの写真が気に入ったと見えて．この写真は進路が別々になって．胸がきゅっとなる **【モデルベース条件】** なんでこれが出てくるのか．なんか意味があるかね．誰とも付き合ってないよ． **【モデルベース条件】** またこの写真．なんべん見てもわからない．どういう意味なんだ．同級生なんだよね．おさげの子．なんか魂胆があるんだろうね．おなじような写真を見せるということは． **【モデルベース条件】**

自分の食事中の静止画を見ると食事をおいしく感じる
People taste food better by a static picture of self-image of eating

中田　龍三郎†, 川合　伸幸‡
Ryuzaburo Nakata, Nobuyuki Kawai

†‡名古屋大学
Nagoya University
† nakata@cog.human.nagoya-u.ac.jp, ‡ kawai@is.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Food tastes better when eaten in company than when eaten solely. Although several accounts are proposed for this social facilitation of eating, they share the basic assumption that this facilitation is achieved by an existence of other individuals. We previously reported that the "social" facilitation of eating was observed with a mirror, suggesting a possibility of the social facilitation of eating without an actual existence of others. We further explored a minimal condition for the "social facilitation" in terms of a static picture of self-image. Despite neither the synchronization of the action with someone nor the dynamic visual information was provided during eating, the elderly participants tasted popcorn better and eaten more with the static picture of self-image than with a static picture of the wall. These results suggest that the "social" facilitation of eating to occur requires neither an existence of other individual nor an engagement of the same activity (i.e., eating).

Keywords — Taste, Consumption, Eating together, Eating alone, Social facilitation of eating, Co-action

1. はじめに

他者と食を共にする「共食」は人間の食の大きな特徴である。共食することは個人間の社会的結びつきを強め[1]、集団のパフォーマンスも向上させる[2]。食事らしい食事として家族や友人との楽しく食べる食事を想起することが多いように[3]、共食は他者との社会関係を構築する場としての役割もある[4]。

共食することは食行動それ自体にも影響する。共食すると１人で食事する「孤食」と比べて食品をおいしく感じ[5]、摂取量が増加する[6]。従来の研究では、この現象（食行動の社会的促進[7]）は日常的な共食場面[8]やそれを模した実験状況[9]で検証されることが多かった。そのため、日常的な共食場面で通常行われる会話などのコミュニケーションやそれによって高まる気分、リラックスした雰囲気がこの現象の要因として考えられてきた [10]。

しかし近年になって、それらを統制した状況であっても、食行動する対象が視覚刺激として存在するだけでも食行動の社会的促進が生じることが明らかになってきた。中田・川合 (2015)は鏡に映る自分の姿を見ながら食べると、実際には孤食であっても、ポップコーンをおいしく感じ、摂取量は増加すること、若齢者でも高齢者でも同様に効果が認められたことを報告した[11]。これは食行動の社会的促進にとって他者の存在それ自体が必ずしも必要とされないことを示している。

鏡映自己像に含まれるどの情報が現象の生起に重要であるか検討することは、この現象のメカニズムを明確にするために重要である。鏡映自己像には実際の共食場面と共通する情報として、食事を行う対象の動的な視覚情報が含まれている。共食場面において他者の「食べる」活動に影響され食品の摂取量が変化することが指摘されており[12]、鏡映自己像に含まれる「食べる」動的な情報によって効果が生じている可能性がある。そこで本研究では動的情報を統制しても鏡を見ながらの食事と同様の効果が生じるか、事前に撮影した食事場面の静止画像を刺激とすることで検討した。

高齢化が急速に進む日本において、高齢者の孤食は近年顕著になってきた特徴である。特に70代以上の女性では、ほとんど毎日孤食すると答えた割合は19.0% と全体の平均である9.8%とくらべて突出している[13]。食事を楽しむことは高齢者のQOL (quality of life)と密接に関係していることが指摘されている[14]。誰もが他者と共食して食事を楽しむ

ことができる社会が望まれるが、現実的には孤食は家族形態やライフスタイルといった環境要因との関連が強く、改善は容易ではない。特に高齢者は現在の環境を変化させることへの抵抗感が強く、変化させた際のネガティブな影響も考慮しなければいけない[15]。もし孤食でも食品のおいしさが向上するのであれば、高齢者のQOLを向上させ心身ともに健康な生活を営むことに役立つかもしれない。そこで本研究では高齢者を対象にして、自分の食事中の静止画を見ることで孤食にもかかわらず食行動の社会的促進が生じるか検討した。

2. 方法

65歳以上（66歳～74歳）の高齢者12人（女性７名、平均年齢68.9歳）を実験参加者とした。すべての実験参加者に改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)を実施し、総合点21点以上で認知症の可能性が低いことを確認した。実験で使用した食品への忌避やアレルギーがないことを確認した。

独立変数として、２つの食事条件を設けた。実験ブースの卓上に設置した24インチの縦型モニタ(38 cm x 57 cm)上に実験参加者が食事している静止画像を呈示した条件（自己像条件）とブース内の無人の静止画像を呈示した条件（統制条件）であった（**図１**）。実験参加者はそれらの画像を見ながら食事した。自己像条件の画像は後述する練習試行で食事中に撮影した画像を使用した。本試行用の食品としてキャラメル味のポップコーンを使用した(**図２**)。練習試行用の食材として煎り大豆を使用した。



図１　自己像条件と統制条件のイメージ



図２　キャラメル味のポップコーン

実験参加者は実験前後に現在の気分を日本語版UWIST気分チェックリスト（JUMACL）[16]により評定した。実験前に数種類の種類の異なるポップコーンの味を評価する課題であること、ポップコーンは好きなだけ食べてよいことが教示され、その後に練習試行として煎り大豆を90秒間食べた。その直後に食べた食品の味に関する７項目（おいしい、質が良い、また食べたい、腹の足しになる、しょっぱい、甘い、苦い）を６段階（６：非常によく当てはまる～１：まったく当てはまらない）で評定した。続く本試行ではキャラメル味のポップコーンを食べ（90秒）、評定（練習試行と同様の項目について６段階）することを２回（自己像条件と統制条件）繰り返した。自己像条件と統制条件の順番は実験参加者ごとにランダマイズした。食事中、実験ブース内には実験参加者のみが滞在していた。つまり実験参加者はひとりで食事した。実験終了後に実験参加者が食べ残した各ポップコーンの量を計量し、残さず食べた場合を100%として、条件別にポップコーンの平均消費割合を計算した。

3. 結果

評定項目のうち、「おいしい」、「甘い」の平均評定値と平均消費割合を**図３**に示す。各項目について被験者内要因として自己像条件と統制条件の間でt検定を行ったところ、「おいしい」の項目と平均消費割合で条件間に有意な差が認められた（おいしさ：自己像条件（$M = 5.08, SD = 0.90$）、統制条件（$M = 4.75, SD = 0.97$）、$t(11) = 2.35, P < 0.05$）、消費割合：自己

像条件 ($M = 48.18$, $SD = 15.02$)、統制条件 ($M = 40.31$, $SD = 17.97$)、 $t(11) = 3.76$, $P < 0.05$)。具体的には、自己像条件の評定値と消費割合が統制条件よりも高かった。

その他の項目には条件間で有意な差は認められなかった（**図４**）。JUMACLによる実験前後の気分評定の結果を**図５**に示す。実験前後の気分評定値に差は認められなかった。

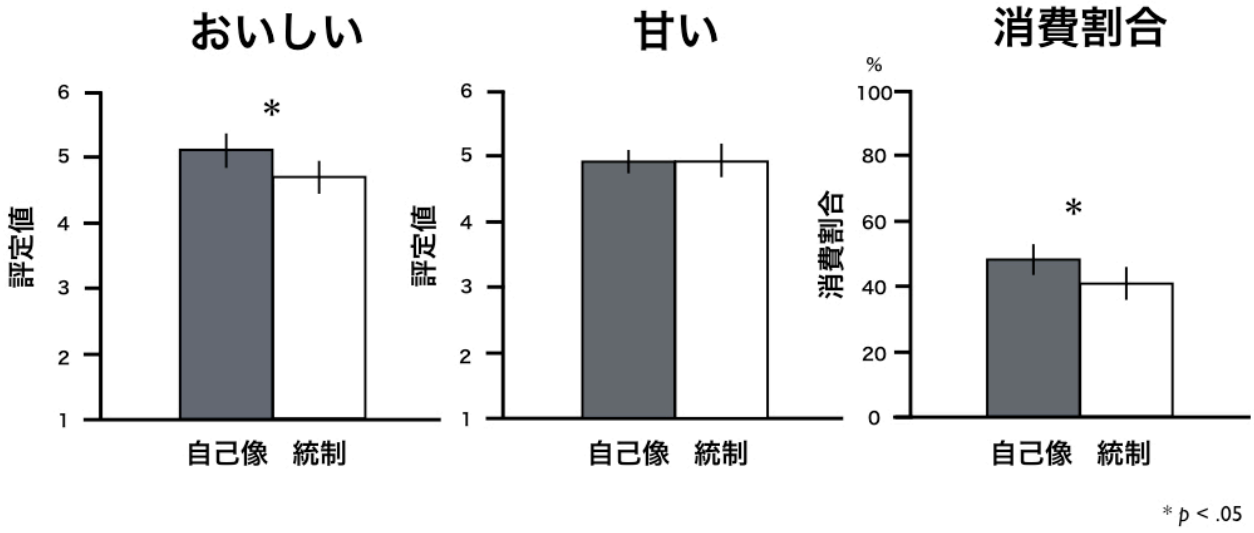


図３　おいしさ、甘さの評定値と消費量

実験参加者	高齢者	
ポップコーンの種類	キャラメル味	
条件	自己像条件	統制条件
おいしい	5.08(0.26)	4.75(0.28)
質が良い	4.08(0.38)	4.25(0.28)
また食べたい	4.75(0.28)	4.41(0.34)
腹の足しになる	4.00(0.28)	4.25(0.22)
しょっぱい	1.42(0.19)	1.50(0.19)
甘い	4.92(0.19)	4.92(0.26)
にがい	1.25(0.13)	1.58(0.26)
消費割合 (%)	48.18(4.38)	40.32(5.19)

数値は平均値（標準誤差）

図４　各条件の評定値と消費割合

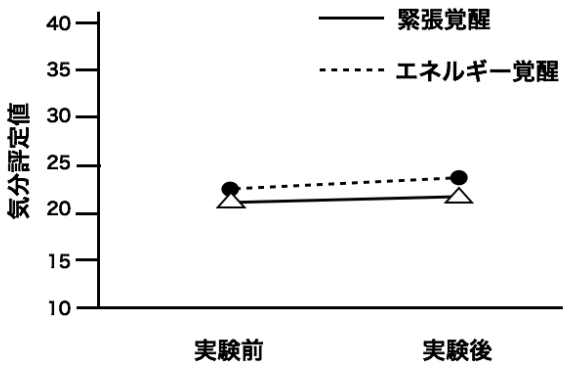


図５　実験前後の気分評定値

4. 考察

自分が過去に食事した際の静止画を見ながら食事すると、実際には１人で食事しているにもかかわらず、ポップコーンをおいしく感じ、摂取割合も増加することがわかった。一方で甘さやしょっぱさといった味覚に差は生じなかった。食品摂取の前後で気分に差がなかったにもかかわらずこの効果は生じた。いずれも鏡を見ながらの食事[11]と同様の傾向であった。

実際の共食場面と共通する視覚情報として、鏡映自己像には食事を行う対象の動的情報が含まれていたが、これらの情報はおいしさの向上や食品摂取量の増加に必ずしも影響するわけではないようだ。さらに今回使用した静止画は別の食品を食べている画像であることから、「同じ食品」を食べなくても効果は生じると考えられる。

食行動の社会的促進はこれまで自己と他者が「共に」食事をする場面で確認されてきた[7]。本研究で用いた食事の場に他者は存在せず、視覚情報として存在したのは自己の過去に食事した際の静止画であった。これは現実の共食場面に存在する「食事という活動に従事する他者」という要素は必ずしも食行動の社会的促進に必要ではないことを示唆している。

食事内容や食事の準備状況を想像させるなど、食事に関係する心的な感覚を生起させると食認知や食行動は変化する[17] [18]。今回の現象も刺激に含まれる特定の視覚情報の直接的な影響というよりも、視覚情報を通して「だれかと」共食している心的な感覚が生起することによって効果が生じたのかもしれない。それによって孤食であっても「擬似的な共食」としてポップコーンをおいしく感じ、消費量が増加するという通常の共食場面と同様の効果が生じた可能性がある。

高齢者の孤食は配偶者に先立たれるなど共食する相手を失うことによる食習慣の大きな変化にともなって生じることが多い[19]。さらに孤食傾向の高い高齢者はうつになりやすいことも報告されている[20]。つまり日常的に共食する習慣を有している高齢者であっても、食習慣の変化によって孤食傾向が高まり、心身の健康に悪影響を及ぼす恐れは常に有しているといえる。面接や調査によって高齢者の食について多くの知見が得られている一方で、高齢者の食行動を実験的に検討した研究はまだ少ない[21]。本研究では実際には孤食にもかかわらず「擬似的な共食」によって食品のおいしさを高め、摂取量を増やすことができた。「擬似的な共食」を応用することは、孤食時の食事の質を簡便に高め、食事への興味を向上させ、孤食を改善することに役立つかもしれない。

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (15k16230, 25285199) の助成を受けて遂行された。

参考文献

[1] Miller L, Rozin P, and Alan PF (1998) “Food sharing and feeding another person suggest intimacy; two studies of American college students”, *Eur. J. Soc. Psychol.* Vol. **28**: pp. 423-436.

[2] Kniffin KM, Wansink B, Devine CM, and Sobal J (2015) “Eating together at the firehouse: how workplace commensality relates to the performance of firefighters”, *Hum. Perform.* Vol. **28**: pp. 281-306.

[3] 外山紀子(1990) ”食事概念の獲得—小学生から大学生に対する質問紙調査による検討”, *日本家政学会誌*, Vol. **41**: pp. 707-714.

[4] Rozin P (1996) “Towards a psychology of food and eating: from motivation to module to model to

marker, morality, meaning, and metaphor", *Curr. Dir. Psychol. Sci.* Vol. **5**: pp. 18-24.

[5] Bellisle F and Dalix AM (2001) "Cognitive restraint can be offset by distraction, leading to increased meal intake in women", *Am. J. Clin. Nutr.* Vol. **74**: pp. 197-200.

[6] Clendenen VI, Herman CP, and Polivy J (1994) "Social facilitation of eating among friends and strangers", *Appetite* Vol. **23**: pp. 1-13.

[7] Herman CP (2015) "The social facilitation of eating. A review", *Appetite* Vol. **86**: pp. 61-73.

[8] de Castro JM, and de Castro ES (1989) "Spontaneous meal patterns of humans: Influence of the presence of other people", *Am. J. Clin. Nutr*. Vol. **50**: pp. 237-247.

[9] King SK, Meiselman HL, Hottenstein AW, Work TM, and Cronk V (2007) "The effects of contextual variables on food acceptability: a confirmatory study", *Food Qual. Prefer.* Vol. **18**: pp. 58-65.

[10] Hetherington MM, Anderson AS, Norton GNM, and Newson L (2006) "Situational effects on meal intake: A comparison of eating alone and eating with others", *Physiol. Behav*. Vol. **88**: pp. 498-505.

[11] 中田龍三郎・川合伸幸 (2010) "鏡で自分を見ると食事をおいしく感じる–大学生と高齢者の比較–", *2015年日本認知心理学会第32回大会発表論文集*, pp. 51-56.

[12] Conger JC, Conger AJ, Costanzo PR, Wright KL, and Matter JA (1980) "The effect of social cues on the eating behavior of obse and normal subjects", *J. Pers.* Vol. **48**: pp. 258-271.

[13] 内閣府 (編) (2015) 教育白書 平成27年度版.

[14] Vailas LI, Nitzke SA, Becker M, and Gast J (1998) "Risk indicators for malnutrition are associated inversely with quality of life for participants in meal programs for older adults", *J. Am. Diet. Assoc.* Vol. **98**: pp. 548-553.

[15] 足立己幸・松下佳代 (2004) "65歳からの食卓~元気力は身近な工夫から~", 日本放送出版協会.

[16] 白澤早苗・石田多由美・箱田裕司・原口雅浩 (1999) "記憶課題に及ぼすエネルギー覚醒の効果", *基礎心理学研究*, Vol. **17**: pp. 93-99.

[17] Morewedge CK, Huh YE, and Vosgerau J (2010) "Thought for food: imagined consumption reduces actual consumption", *Science* Vol. **330**: pp. 1530-1533.

[18] Gray K (2012) "The power of good intentions: perceived benevolence soothes pain, increases pleasure, and improves taste", *Soc. Psychol. Personal. Sci.* Vol. **3**: pp. 639-645.

[19] Rosenbloom CA, and Whittington FJ (1993) "The effects of bereavement on eating behaviors and nutrient intakes in elderly widowed persons", *J. Gerontol.* Vol. **48**: pp. S223-S229.

[20] Tani Y, Sasaki Y, Haseda M, Kondo K, and Kondo N (2015) "Eating alone and depression in older men and women by cohabituation status: the JAGES longitudinal survey", *Age Ageing* Vol. **44**: pp. 1019-1026.

[21] 中田龍三郎 (2016) "共食の社会的意義を探る–共食は何をもたらし、なぜ孤食は問題とされるのか-", *行動科学*, Vol. **54**: pp. 91-99.

教えるは知るよりも高し：知識・情報における所有効果
Teaching is more expensive than knowing: endowment effect in knowledge

中村　國則
Kuninori Nakamura
成城大学社会イノベーション学部
Faculty of Social Innovation, Seijo University
knaka@seijo.ac.jp

Abstract

A purpose of this study is to explore the endowment effect (e. g., Kahneman, Knetch, & Thaler, 1990) when people pay or receive to exchange information. To accomplish this, the current article performed two experiments where participants estimate value of information about gossips (Study 1), course credit (Study 2), or chocolate bar (Study 3). Although results of Study 3 contradicted to the existing endowment effect that value of willing to accept (WTA) is estimated higher than that of willing to pay (WTP), result of the three studies consistently demonstrated discrepancy between WTA and WTP for value of information.

Keywords — endowment effect, knowledge, willing to accept (WTA), willing to pay(WTA)

1.　はじめに

教育産業やコンサルティング，あるいはマスコミなどの例をみる限り，知っていることを教える，知らないことを教わるという知識のやりとりは，人間社会の中で欠かすことの出来ない経済活動として定着しているものあるといえる．これらの活動では紛れもなく知識は価値を持つものとして扱われ，持っているものは一定の報酬と引き換えにそれを与え，持っていないものはコストを払ってそれを得ている．その意味で，知識は経済学でいうところの財にあたり，実際経済学の中でもArrow (1962)が商品としての情報を論じて以来，多くの議論が重ねられてきた．

財としての知識や情報が特徴的であるのは，他者に伝達してもそれが自分の手元に残るという点である．すなわち，知識を相手に教えて報酬を得たとしてもその知識は報酬と交換ということではなく，自分の手元に残ったまま再び知らない他者に与え報酬を得るということが可能になっている．この意味で知識という財は生産コストが殆ど生じないこと，誰かが所有すればそれ以外の人は所有できないといった競合性という性質を持たないといった特徴を有している．それでは，このような特徴を持つ知識という財に対し，人はどのような形で価値を見積っているのだろうか．このような問題はこれまで殆ど検討されていないものである．

知識のコストや生産性という側面を考慮すると興味深いのが所有効果(endowment effect; Kahneman, Knetch, & Thaler, 1990)である．この所有効果とは同じものであっても他人が持っているより自分が持っている方がそのものの価値を高く見積もるという現象であり，これまで様々な場面・状況で確認されているものである．その一般的な実験手続きでは，実験参加者をマグカップのようなものを予め与えられた条件か，これから与えられる条件のどちらかに振り分け，前者の条件では幾ら貰えば譲り渡すことを受け入れるか(Willing to accept: WTA)，後者の条件では幾らまでなら譲り受けるために払ってもよいか(Willing to pay: WTP)を回答させる．ここでいわゆるコースの定理(Coase's theorem; Coase, 1960)，すなわち取引コストなどが成立しない場合はものの価格は一意に定まり，WTA と WTP の間に差は生じないはずである．しかしながらこれまでの研究では一貫して WTA の値が WTP の値を上回ることが示されており(Kahneman, Knetch, & Thaler, 1990; また Plot & Zeilr, 2005 も参照)，一度自分がものを所有してしまえばその価値を市場価格より高く見積もる傾向があることの証拠として考えられてきた．

これまでの所有効果の研究ではいずれもマグカップやキャンディー(Kahneman, Knetch, & Thaler, 1990))といった実験刺激を用いてきており，これらはいずれも生産コストや競合性を有する財と考えることができるものである．ここで仮に所有効果が知識という財についても成立するのだとすれば，知識に対しても人は何らかの形で生産コストや競合性が生じうる財とみなしている可能性が考えられだろうる．また，所有効果という現象の成立範囲という問題としても，知識という題材は非常に興味深いものと考えられる．

そこで本研究では，情報を伝える条件と受け取る条

件の 2 つを設定し，両条件間での情報の価値づけを検討した．具体的には，タレントのゴシップや都市伝説の真偽といった情報に対する価値づけ(研究 1)，実験的に設定された情報交換状況における価値づけ(研究 2)，の 2 点から検討を加えた．

2. 研究 1　噂話の値段

研究 1 では質問紙状況で様々なゴシップに対する WTA と WTP の金額を比較することを目的とした．この目的のため，Table 1 に示した様々な分野におけるゴシップ・噂話について，自分がこれらの情報を知っていた場合にいくら払ってもらえれば教えるか，あるいは相手が知っていた場合にいくらまで払って教えてもらうかのどちらかを実験参加者に尋ね，両者の値を比較した．

方法

都内の私立大学生 89 名が参加し，刺激文の提示・参加者の回答の測定は全て質問紙上で行った．41 名が WTA 条件，39 名が WTP 条件にそれぞれ割り当てられた．両条件の参加者は，Table 1 に示す 23 の話題について，それぞれに対して自分が最も適切だと思う金額を質問紙上に回答した．ただし，WTA 条件に割り当てられた参加者に対しては，“自分が下に示すような内容を知っているとします。これらの内容を知らない人に教えるなら，あなたは最低いくら欲しいと思うでしょうか?もっとも適切だと思う金額を記入してください”という文面で回答を求めた．それに対して WTP 条件の参加者に対しては，“知人が下に示すような内容を知っているとします。これらの内容を教えて貰えるのなら、あなたは最大いくらまで払っていいと思うでしょうか?もっとも適切だと思う金額を記入してください”という文面で回答を求めた．全ての参加者は 10 分以内に回答を終了した．

結果および考察

Table 1 に各項目に対する WTA・WTP の平均・中央値・最大値を示す．参加者の評定値の幅が大きく正規分布を仮定できないため，これらの項目の WTA・WTP 間の差に対してマン・ホイットニーの U 検定を行った結果，ほぼすべての項目で WTA の WTP よりも有意に高い値を示した．このような結果は，知識の様な生産コストや競合性を有さない財についても所有効果が生じることを示している．

3. 研究 2・3　実験的な交換状況における検討

研究 2・3 の目的は，実験的に設定した情報交換状況における WTA と WTP の差を検討することである．研究 2 と 3 は交換する情報に伴う利益が授業のポイント(研究 2)，あるいはチョコバー(研究 3)という点のみが異なり，大まかな手続きは一致するため，ここではまとめて説明する．

方法

授業の一環として集団状況で大教室内で実施した．研究 3 では 242 名(WTA 条件 123 名，WTP 条件 124 名)，研究 3 では 47 名(WTA 条件 22 名，WTP 条件 25 名)が実験に参加した．実験参加者には実験前に，実験者が心の中で思い浮かべていることばを当ててもらうゲームに参加してもらうと説明した後，実験参加者には 2 つのグループに分かれ，お互い離れて着席させた．着席した後，双方のグループに異なる種類の実験刺激が記入された紙を配布した．参加者には実験者の教示があるまで紙に書かれた内容をみないよう教示した．

配布後，実験参加者には以下の教示を口頭で与えた(カッコ内は研究 3 の教示)；

> 私が思い浮かべている言葉は 2 つあります。どちらの言葉を言っても 3 ポイントアップです(1 つもらえます。両方言えれば 6 ポイントアップです(両方貰えます)。
>
> さて、今皆さんに渡された紙には答えの言葉の 2 つのうちの 1 つが書かれています。もう片方の言葉は、反対側にいる人達の紙に書かれています。
>
> まず、反対側の人にみえないように黙って紙を裏返して言葉をみてください。この言葉が正解の 1 つです。

ここまでの教示を与えたのち，実験参加者に紙に書かれた内容をみるよう教示した．正解として書かれた言葉は 2 つの無意味綴り(“リテワノ”，“ズムサメ”)のうちの 1 つであった．紙に書かれた言葉をみたのち，以下の教示を与えた；

> 今皆さんは、少なくとも 3 ポイントアップできる状況にあります。
> もし 6 ポイントアップを目指す場合，
> 反対側にいる人たちからもう 1 つの正解を聞かなければいけません。

Table 1 研究 1 における各質問項目の内容と記述統計量・検定結果

項目	WTA	(median)	WTP	(median)	p
次の定期試験の問題の内容と解答	270002.44	10000	9285.00	3000	0.009**
厳しいドハマり授業や楽勝科目の情報	1056.12	500	1047.80	500	0.066†
気になる異性の現在の恋人の有無や過去の恋愛関係の情報	4882658.56	500	2291.25	400	0.601
綾瀬はるかのスキャンダル	742212.22	10000	98.18	0	0.000**
次に覚醒剤使用で逮捕される有名芸能人やスポーツ選手の名前	291648.80	5000	220.63	0	0.001**
週刊文春や週刊新潮が次に繰り出すスクープ	295432.98	3000	338.13	0	0.002**
次にマグニチュード8以上の巨大地震が起きる場所	20613148.80	2000	46347.37	6250	0.423
明日の気象情報	244.39	1	68.28	0	0.122
次に無差別テロが起きる場所	3677102.73	100	44223.68	5000	0.523
次の競馬の天皇賞の一着	199751041.65	100000	2882148.75	1000	0.000**
年末ジャンボ宝くじのあたり番号	81438589.74	100000	4608518.42	20000	0.001**
次のKEIRINグランプリの一着	8741425.00	50000	129722.75	200	0.004**
STAP細胞の存在の真偽	25000036630.10	6500	4158.35	0	0.008**
P≠NP予想の証明	395209.13	1000	205.28	0	0.000**
邪馬台国の本当の場所	1007732.33	10000	942.78	1	0.000**
ムー大陸の場所	3938693.87	10000	927.78	0	0.000**
アトランティス大陸の場所	6353226.53	10000	3552.78	0	0.000**
坂本竜馬の暗殺犯の名前	6128176.53	10000	3347.58	0	0.000**
切り裂きジャックの正体	5718165.67	3000	2727.83	0	0.000**
ツチノコが生息する場所	255404273.78	22500	42775.28	55	0.000**
効果的なダイエットの方法	278741.05	1000	26832.53	100	0.071†
次に流行するファッションスタイル	37912.90	500	3191.83	0	0.009**
おいしいスイーツの穴場の店	1669.26	100	862.83	100	0.381

一方、それは反対側の人たちも同じで、6 ポイントアップしたい場合には
あなたにもう 1 つの正解を聞く必要があります。
このような状況を踏まえ、紙に書いてある質問に回答してください。質問には正答や誤答と言ったものは一切ありませんので、自由に感じたままをお答えください。また、隣の人と相談せず、自分だけで考えて回答してください。

以上の教示を与えたのち，WTA 条件の実験参加者は“反対側の人に紙に書かれている言葉を教えてあげるには、最低いくら払って欲しいと思いますか?”という質問に，WTP 条件の被験者には“反対側の人に紙に書かれている言葉を教えてあげるには、いくら払って欲しいと思いますか?下線部に自分が考える金額を記入して下さい”という質問に円単位で回答することを求められた．全ての実験参加者は 2 分以内に回答した．

結果および考察

研究 2 における両条件の WTA・WTP の平均値を Figure 2 に示す．Figure 2 が示すように，WTA 条件の方が WTP 条件より高い値を示しており，この差は統計的に有意であった($t(245)=2.27$, $p<.05$)．また，研究 3 における両条件の WTA・WTP 条件の平均値を Figure 3 に示す．平均値をみる限り，情報に伴う利益が授業の成績ではなくチョコバーである場合，WTP の値の方が WTA よりも高い．両条件の値の分布に正規性を仮定できなかったため，Man-Whitney の U 検定

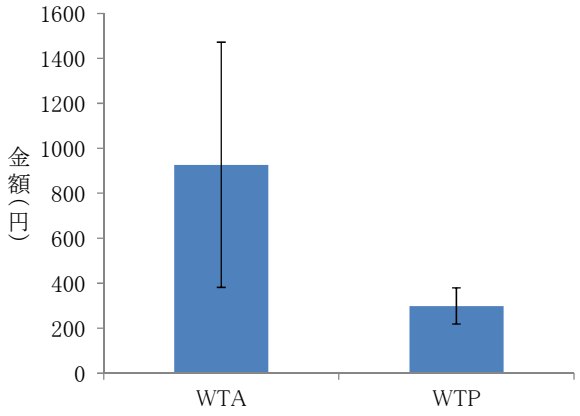


Figure 2 研究 2 における WTA・WTP 条件の平均評定金額：エラーバーは 95%信頼区間を示す.

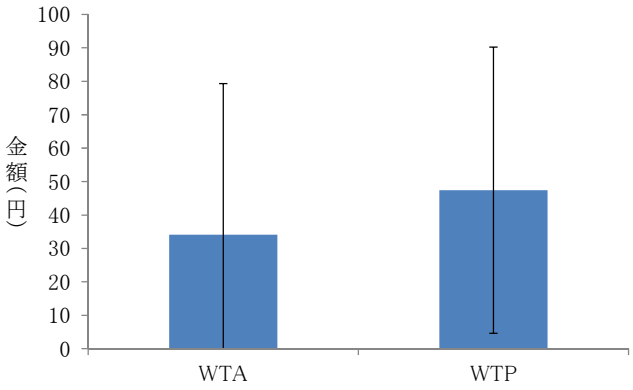


Figure 2 研究 3 における WTA・WTP 条件の平均評定金額：エラーバーは 95%信頼区間を示す.

によって条件間の差を比較したところ差は有意であった(p<.05). 以上の結果は，実験的に設定した交換状況でも WTA と WTP の差がみられることを示している.

4. 結論

これまでの所有効果(Kahneman, Knetch, & Thaler, 1990)の研究では，マグカップやチョコレートバーといった生産コストや競合性を有する財を用いて検討が加えられてきた. それに対し本研究の結果は，情報という財に対しても所有効果が生じることを示している. このような知見は所有効果という現象が成立するあらたな状況を示したと同時に，情報という財の持つ心理的価値を考える上でも重要である. すなわち，情報は他者と競合せず，与えたのちでも送り手に残るにもかかわらず，“自分が有していた”ということによる付加価値が伴うような財である可能性を本研究は示している. このような知見は，情報はそれ自体の価値のみならず，知っていることがもたらす他者に対する優位性がある種の価値をもたらすことといった社会的比較()を示唆しているのかもしれない.

一方本研究では，WTP の方が WTA よりも高い値を示す場合があることを示している(研究 3). 著者の知る限り，このような知見は所有効果の文脈ではきわめてまれであり，情報という財の特殊性を示唆するものとしてとらえられるかもしれない. 結果の再現性やメカニズムなどは今後の興味深い検討課題といえよう.

5. 引用文献

[1]. Arrow, K. J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. *National Bureau of Economic Research, The Rate and Direction of Inventive Activity: Economics and Social Factors*. Priceton: Princeton University Press, pp.609-626.

[2].Coase, R. (1960). The problem of social cost. *Journal of Law and Economics,* 3, 1–44.

[3].Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental tests of the endowment effect and the Coase Theorem. *Journal of Political Economy*, 98, 1325–1348.

[4].Sayman, S., & Onculer, A. (2005). Effects of study design characteristics on the WTA–WTP disparity: A meta analytical framework. *Journal of Economic Psychology*, 26, 289–312

眼球運動特性を用いたマインドワンダリングの判別
The detection of mind wandering with eye movements.

吉村 直己‡，牧岡 省吾 †
Naomi Yoshimura ， Shogo Makioka

大阪府立大学　人間社会学研究科　人間科学専攻
Department of Human sciences, Graduate School of Humanities and Social Sciences, Osaka Prefecture University
‡ sv502087@edu.osakafu-u.ac.jp
† makioka@hs.osakafu-u.ac.jp

Abstract
We examined the characteristics of eye movements during mind wandering and developed a model to discern whether mind wandering is occurring. We recorded eye movements by an eye tracker during participants executed an n-back task. A discriminant analysis showed the pattern of eye movements can predict the occurrence of the mind wanderings. The participants tended to report the mind wanderings when their gaze were located on the right side of the display.

Keywords ― mind wandering, eye movements, eye tracker, discriminant analysis

1. はじめに

講義中や運転中など，何かに集中しないといけない時にそれとは別の事を考えてしまい注意がそれてしまう経験をした事はないだろうか．このように注意が外部環境(課題)から内的な表象(課題無関連思考)に逸脱する現象をマインドワンダリング(mind wandering)と呼ぶ（Smallwood& Schooler, 2006）. 認知課題遂行中にマインドワンダリングが生じると課題遂行成績が低下する(Mooneyham & Schooler, 2013)といったネガティブな側面があることはよく知られている．マインドワンダリングは課題の難易度が低い時により多く生起し，未来方向の思考は記憶を再構成するための認知資源を要するため，課題の難易度が低い時は未来方向のマインドワンダリングの生起頻度が多く，課題の難易度が高い時は未来思考が抑制されて過去方向のマインドワンダリングの生起頻度が多くなる(Smallwood,J., Nind,L., & O'Connor,R.C., 2009)．また Mason, Norton, Van Horn, Wegner, Macrae (2007)は，認知負荷がマインドワンダリングの発生を抑制していることを示した.

ワインドワンダリング研究で使われる課題無関連思考の測定は自己報告測定とプローブ報告測定に大別される(Smallwood & Schooler, 2006). 自己報告測定は課題中すべての思考を抽出したり参加者がマインドワンダリングを認めた時に報告したりする方法で，プローブ報告測定は課題中に割り込む形で参加者の思考を抽出する方法である.

本研究では眼球運動に注目し，マインドワンダリングが生じたことを眼球運動から識別できるかどうか検討した．眼球運動については，そのパタンから個人を識別可能(白間. 小泉. 北川. 2012)など様々な研究があるが，眼球運動とマインドワンダリングの関係は充分理解されていない.

本研究は眼球運動とマインドワンダリングの関係を調べることを目的とし，飯島・丹野（2012）の実験を追試しながら眼球運動を測定し，マインドワンダリング時の眼球運動特性を用いて判別分析を行う事で眼球運動からマインドワンダリングを判別可能かどうか検討する.

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は大阪府立大学で心理実験を 1 回以上経験している第 2 学年以上の学生 29 名(女性 20 名，男性 9 名)で，平均年齢は 20.4 歳(標準偏差 0.9)であった.

2.2 アイトラッカー

眼球運動を測定するアイトラッカーは Tobii Technology 社製品 Tobii Pro X2-60 を使用し，制御には同社の Tobii Pro Analytics SDK を用いて MathWorks 社の MATLAB®で制御した．この装置は 500mm(幅) × 360mm(高 さ) で 動 作 距 離

400mm~900mm の頭部動作補正があるので，本研究ではアゴ台等による身体の固定は行わなかった．なお実験参加者には頭は大きく動かさないように教示した．ディスプレイは Iiyama PLG2488H (24 インチ 1920×1200 pixel)を使用した．

2.3 認知的負荷課題

認知負荷課題は飯島・丹野（2012）を倣って行った．黒色文字の 1 から 8 までの整数および，緑色文字の 1 から 8 までの整数が刺激である．数字はひとつずつ呈示されるが，緑色の整数が呈示されたときに，n 回前（n=0,1,2）に呈示された整数が偶数か奇数かの判断を求めた．反応は，参加者の回答は, 参加者の正面に置かれたボタンが白, 赤, 緑の 3 つだけのキーボックスを用いて取得した．偶数なら白ボタン，奇数なら緑ボタンを数字の呈示から 2 秒以内に押すように求めた．2 秒を超すと自動的に次の試行に進んだ．n=0 のときの 0 バック条件，n=1 の 1 バック条件， n=2 の 2 バック条件の合計 3 条件を被験者内計画で行った．刺激が呈示される前に画面中央に注視点を 1000msec 呈示し，刺激の整数を 2000msec 呈示し，何も提示されないブランク(白い画面)を 250msec おいた．各条件において，緑色の整数は 24 回（1 から 8 までの整数が 3 セット），黒色の整数は 152 回（同 18 セット）で，緑色の整数が次の緑色の整数のターゲットとならないようにセミランダムで呈示された．また全条件で最初の 3 試行以前に緑の整数が呈示されないように行った．課題の概要を Figure1 に示した．

2.4 思考サンプリング

思考サンプリングも飯島・丹野（2012）を倣って行った．思考サンプリングは認知的負荷課題をしているときのマインドワンダリングの有無を測定するために行った．ブランクの後に青い背景に黒い文字で「いまあなたは何を考えています？選択肢から選んで回答してください.」と表示して，過去のときは白，課題そのもの(現在)のときは赤，未来のときは緑のボタンを押すように求めた．思考サンプリングは認知的負荷課題中に行われ，各条件 5 回ずつ, その間隔は刺激呈示 20 個以上あけるようにセミランダムに行った．思考サンプリングの制限時間は設けなかった．

2.5 手続き

まず実験参加者ごとアイトラッカーのキャリブレーションを行った．画面上の 5 ヶ所にランダムに呈示される青い点を身体を動かさずに目だけで追うように求めた．キャリブレーションの成否は Tobii Pro Analytics SDK のプログラムで自動的に判定され，できなかった参加者にはもう再度キャリブレーションを行うように求め，すべての参加者が 3 回以内にキャリブレーションに成功した．次に認知的負荷課題の説明文を画面に呈示して，

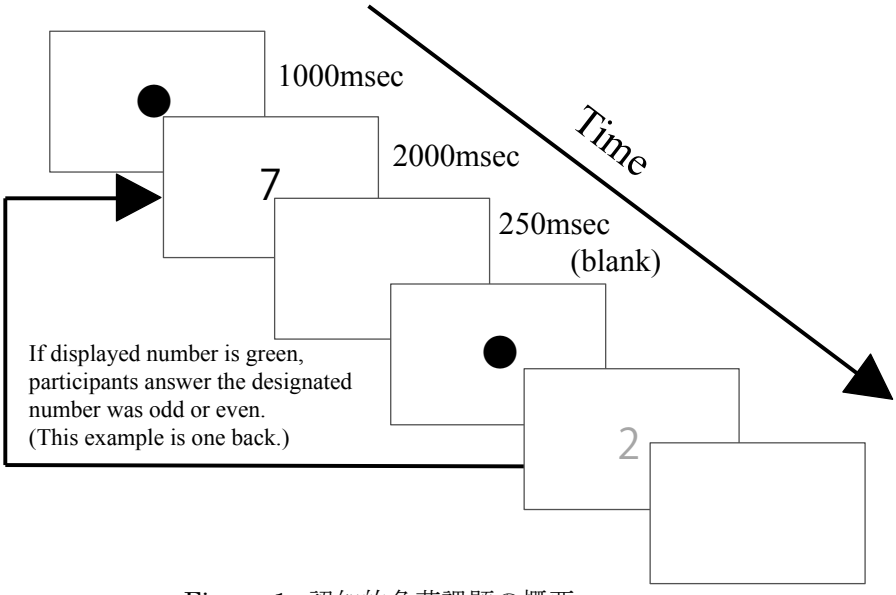


Figure 1. 認知的負荷課題の概要

参加者の任意のタイミングで課題を実行するよう求めた．練習試行を 5 試行行った後に本試行を行った．実験条件(0,1,2 バック)の実施順序はカウンターバランスを取り, 各条件の間には 30 秒の休憩をおいた.

3. 結果

課題中にプログラムが停止しデータを取る事ができなかった 2 名を分析から除外し，27 名のデータを分析に用いた．課題の条件ごとの正答率は 0 バック条件 0.85，1 バック条件 0.87，2 バック条件 0.82 で有意な主効果はみられなかった ($F(2,52)=0.89$,*n.s.*)．次にマインドワンダリングの発生頻度について検討するため時間（過去・未来）×実験条件（0,1,2 バック）の被験者内 2 要因計画で分散分析した結果，実験条件に主効果はなく ($F(2,52)=0.739$,*n.s.*)，交互作用が有意であった ($F(2,52)=7.89$,$p<.01$)．Ryan 法による多重比較の結果，未来方向では 0 バックより 2 バック，1 バックより 2 バックの方がマインドワンダリング発生頻度が 5%水準で有意に低かった．これは Smallwood et al.(2009)の課題が困難になると未来思考が抑制されるという結果と一致する．なお全体のマインドワンダイングの発生頻度は 0.549 であった．Figure2 に過去，課題種集中，未来の思考の生起頻度と分析結果を示した.

眼球運動データについて，生データを凝視クラスターとサッケードに分ける変換作業を行った．変換には MATLAB®上で動く EyeMMV toolbox (V. Krassanakis, V. Filippakopoulou & B. Nakos, 2014) を利用した．変換過程において実験者は t1，t2，Minimum Duration（MD），思考サンプリングから何 msec の眼球運動データを用いるのか（Time）を任意に決定しなければならない(t1, t2, MD の詳細については Krassanakis et al.(2014)を参照の事)．そこで上記 4 変数について, それぞれ t1（50, 150, 300），t2(40，120，240)，MD（30，90，180），Time（2500，5000，10000）の 3 値を設定し 81 通りを検討した．なお変換後の結果凝視クラスター総数が 100 以下になるような組み合わせは，眼球運動のデータとして少ないので除外した.

変換後に出力されるデータは 7 つあり，原点をディスプレイ左上とした各凝視クラスターの重心ユークリッド X,Y 座標[pixel](V1)(V2)，変換の最終過程で削除される前のデータの個数(V3)，削除後のデータの個数(V4), 凝視の開始時間[msec](V5), 凝視の終了時間[msec](V6)，凝視の継続時間[msec](V7)である．V3，V4 は凝視の回数であり，これらが多いとよく目が動いている事を表す．これら 7 変数に加えて，画面に呈示されている数字の大きさの範囲に各凝視データの重心が有るか無いか[0 or 1](V8)，各凝視データの重心が画面の範

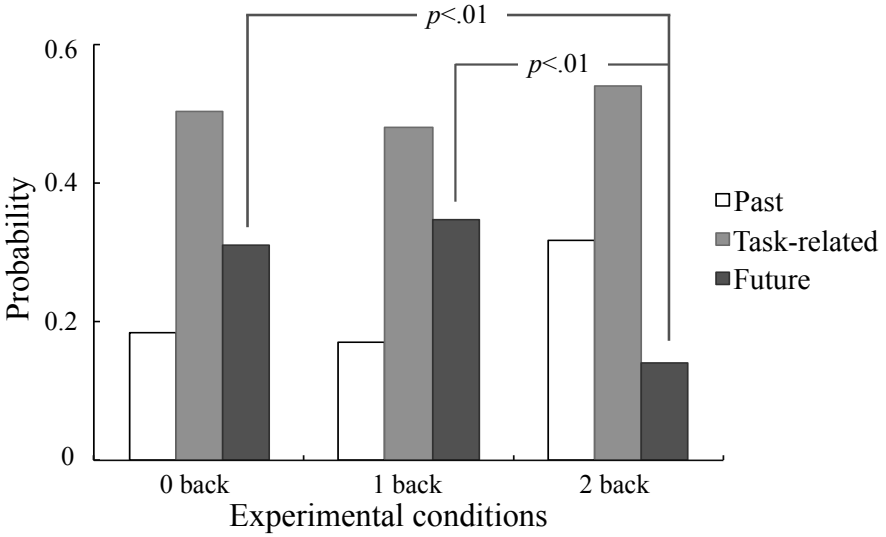


Figure 2. 条件と思考方向ごとの頻度

Table 1. 組み合わせごとの標準判別係数

Combinations (Time-t1-t2-MD)	V1	V2	V4	V6	V7	V8	V9	Coefficients of Discriminants
5000-300-240-90 (n=166)	-0.88	0.34	0.20	-0.63	0.02	0.14	-1.06	0.687
5000-300-120-30 (n=196)	-0.59	0.08	-0.02	-0.70	0.32	0.61	-0.84	0.668
5000-300-240-30 (n=202)	-0.61	0.25	0.05	-0.68	0.32	0.60	-0.52	0.668
5000-300-240-180 (n=140)	-0.93	0.15	0.30	-0.59	-0.13	-0.16	-0.70	0.664
5000-300-40-30 (n=153)	-0.60	0.19	0.22	-0.67	0.14	0.23	-1.51	0.660

囲の中に収まっているのか[0 or 1](V9)を加えた．上記 9 つを説明変数とする判別分析を行うが，V3 と V4 の相関が.94(p<.01)，V5 と V6 の相関が.99(p<.01)強く，多重共線性をさけるため V3 と V5 は判別分析の説明変数から除外した．

マインドワンダリングの有無を目的変数，上記 7 変数を説明変数として R Ver3.1.1*を用いて判別分析を行った．正しく判別できた率を判別率として，判別率の信頼性を検討するために凝視データを半分に折半し，一方をサンプル群もう一方をテスト群にして t1-t2-MD-TIME の組み合わせごとに判別分析を 100 回繰り返して判定率の標準偏差を算出した．最も判別率が高かった組み合わせは t1:300，t2:240，Minimum Duration:90，Time:5000 の時で, 判別率は 0.687(標準偏差 0.046)であった．判別率上位 5 組の判別係数を Table1 に示した．Table 1 より，V9，V1，V6 の順に影響力が強く，V4 と V7 の影響力が弱い傾向が見られた．

4. 考察

本研究の目的は眼球運動とマインドワンダリングの関係を調べ，眼球運動からマインドワンダリングの有無の判別が可能か検討する事であった．まず後者については，ある程度高い判別率が得られたことから，判別できる可能性が示唆された．今後は実際に参加者の眼球運動データを取りながらリアルタイムでマインドワンダリング生起を検知するような実験で判別式が機能するのか検討を進めていきたい．

本研究は飯島・丹野（2012）の実験を追試した．Figure2 より，課題の難易度が高い 2 バック条件で未来方向のマインドワンダリングが抑制され Smaiiwood et al.(2009)の説を支持する結果が得られた．しかし飯島・丹野（2012）の結果とは違い，本研究では 2 バック条件の時に過去方向のマインドワンダリングが有意ではないが増加していた．Smaiiwood et al.(2009)は未来方向の思考では認知的負荷の影響を受けると述べてはいるが，過去方向の思考には触れられてはいない．Marson et al.(2007)の認知負荷が増えるとマインドワンダリングが抑制されるという結果は，未来方向の思考だけが強く抑制されたことによって，全体としてマインドワンダリングが減少したのかもしれない．そうすると，本研究で過去方向の思考が増加した事がこれまでの研究と矛盾する事にはならず，むしろ未来思考が強く抑制されるという事で Smaiiwood et al. (2009)の仮説をより強く支持する可能性がある．ただし本研究ではそれを明らかにする根拠は充分ではなく，これから検討する必要があると考える．

眼球運動とマインドワンダリングの関係について，判別分析では V9（各凝視データの重心が画面の範囲の中に収まっているのか）の影響が大きかった．これは視線が画面外に向けられている状態なので課題から注意が逸脱していると言える．V1（各凝視クラスターの重心の X 座標）が負の値を取っているという事は，画面の右側を見ているほどマインドワンダリング傾向が高いということである．またどの組み合わせでもその傾向が一貫しており，マインドワンダリングと視線方向の関係が示唆される．V2（各凝視クラスターの重心の Y 座標）は V1 ほど影響力はなかった．V6(凝視の終

了時間)はすなわち実験開始から時間が経過した方がマインドワンダリング傾向が高くなるという事である．これは課題に慣れて認知負荷が下がったためだと考えられ，これは Marson et al.(2007)が認知負荷が低い課題は高い課題よりマインドワンダリングを生じやすいといった事に一致する．一方で V4（凝視変換過程を経て削除された後の生データの個数）,V7（凝視の継続時間）の影響力は低かった．つまりある区切りの時間内では凝視の長さは影響しないという可能性がある．つまりマインドワンダリング中であっても凝視が長くなる事も短くなる事もないという事である．

以上をまとめると，マインドワンダリング中の眼球運動は激しくも沈黙もせず，課題から目が逸れており，特に右側を見ている状態であると考えられる．本研究では利き手の調査を行わず，ボタンを押す手の指定をしなかった．日本人の多くが右利きであり，ボタンを右手で扱っていたと推測される．実験中は実験者は退室しており，実験室には本研究で使用しているパソコン以外の動くものや課題実行中に目につくようなものは置かれていないが，参加者の右手が参加者から見える唯一の動いているものであり，それがマインドワンダリング中の視線を引きつけたという事が考えられる．この仮説は本実験だけでは立証できず，今後検討していく事になる．また本研究では眼球運動によるマインドワンダリング判別の可能性が示された．今後は眼球運動によるマインドワンダリング判別法の精緻化を図っていく事が望まれる．

5. 参考文献・資料

飯島 雄大．丹野 義彦.(2012) “認知的負荷がマインドワンダリングの時間方向に及ぼす影響”．心理学研究, 83, 232-236

Mason, M. F., Norton, M. I., Van Horn, J. D., Wegner, D. M., Grafton, S. T., & Macrae, C. N. (2007). “Wandering minds: The default network and stimulus-independent thought.” *Science, 315, 393- 395.*

* R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

白間 綾．小泉 愛．北川 智利. (2012). “発話中の眼球運動に現れる個人性”．*電子情報通信学会 信学技報 19-24*

Smallwood, J., Nind, L., & O’Connor, R. C. (2009). “When is your head at? An exploration of the factors associated with the temporal focus of the wandering mind”. *Consciousness and Cognition, 18, 118-125.*

Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2006). “The restless mind”. *Psychological Bulletin, 132, 946-958.*

マルチタスク環境下における認知的リソース配分の個人差
Individual differences in Distribution of Cognitive resources under Multitasking

西崎 友規子[†]，永井 聖剛[‡]
Yukiko Nishizaki, Masayoshi Nagai
[†]京都工芸繊維大学，[‡]立命館大学
Kyoto Institute of Technology, Ritsumeikan University
yukikon@kit.ac.jp mnagai@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract
This study aims to create a design guideline for multitasking support system and to investigate the individual differences in the multitasking ability. Result of the dual-task experiment, participants who has theoretical low multitasking ability, measured by working memory task (LST), were not influenced of the multitasking when the load of secondary task was small. However, participants who have theoretical high multitasking ability were affected to multitasking even in the small load of secondary task. It would be suggested that only individual differences in working memory tasks dose not estimate accurately multitasking ability.

Keywords — multitasking, working memory capacity, individual differences

1. はじめに
近年，スマートフォンに代表される機能的な電子機器の広がりとともに，マルチタスク遂行による問題は避けられなくなっている．米国運輸省の 2014 年の調査によれば，自動車運転中にスマートフォンなどの機器を手に持って操作したことがある人の割合は 2011 年から急速に増加しており，重大な交通事故を引き起こす要因として大きな社会問題となっている．ナビ操作や空調操作等を含めれば自動車運転そのものがマルチタスクであり，安全にマルチタスク遂行させるためには，マルチタスク遂行の特性を明らかにし，個々人の能力に応じた支援や操作制限を行っていく必要があると考える．

認知資源の容量には個人差が認められること，さらにマルチタスク遂行における容量配分の仕方にも個人差が存在することは，多くのワーキングメモリ研究から明らかにされており（Unsworth & Engle, 2007, Ophir et al., 2010 など），日常的なマルチタスク遂行における弊害の大きさにも個人差が生じると推定できる．著者らは，ワーキングメモリ容量の個人差によって，マルチタスク遂行時にいずれの課題成績も低下しない人が一定数いる可能性を示した（Nishizaki & Osaka, 2006）．さらに，Watson らもマルチタスク遂行のネガティブな影響を全く受けない人（supertaskers）が集団の中に 2.5%程度いることを明らかにしている (Watson & Strayer, 2010; Medeiros-Ward & Watson, 2015).

安全なマルチタスク遂行を支援するインタフェースの設計指標作成のために，マルチタスク遂行能力が何に起因する個人差であるのかを解明することが必要であると考える．本研究は，ワーキングメモリ課題で測定するワーキングメモリ容量の個人差と，日常場面で起こり得るマルチタスク遂行の個人差との関係を検討することを目的とする．

2. 方法
実験参加者　日本語を母語とする大学生 139 名を対象に，ワーキングメモリ容量の異なる実験参加者群抽出のため，日本語版リスニングスパンテスト（LST，苧阪, 2003）を実施した．その中から，低スパン群（LST 得点 1.0-3.0，正誤判断正答，且つ再生単語総数 50 以下）13 名，高スパン群（LST 得点 4.5-5.0，正誤判断正答，且つ再生単語総数 60 以上）11 名を抽出し，計 24 名が本実験に参加した．

実験計画　二重課題法を用い，一次課題が負荷量の異なる二次課題から受ける影響を，実験参加者群間で比較した．実験参加者群（低スパン群・高スパン群）× 課題負荷（小・大）の２要因混合計画とした．

実験課題

一次課題：テレビやラジオ等による情報収集をイメージし，リスニング課題とした．日本語能力検定試験の最上級レベルで過去に実施された聴解問題，及びその想定問題集より引用した 12 種の聴解課題を使用した．文章の平均呈示時間は 51.25 秒（42-60 秒，SD5.13），平均モーラ数は 318.83（247-401, SD42.09）であり，文章呈示後に１つの問題がそれぞれ設けられていた．

二次課題：書字課題とした。負荷小条件では，実験参

加者は時間内に自分の名前をできるだけたくさん書くことが求められた．負荷大条件では語流暢課題とし，実験者が指示した音を文頭にした単語（例：“あ”から始まる単語→“あめ”，“アメリカ”等）を時間内にできるだけたくさん書くことが求められた．

手続き　実験参加者は最初に，リスニング課題，及び書字課題（負荷小，負荷大）の練習を行い，各課題の回答方法が習熟できた後，本実験に移行した．本実験では，統制条件（書字課題の負荷なし），負荷小条件，負荷大条件の３条件で各4.つの聴解課題を行い，試行順と使用する 12 文章はカウンターバランスされた. すなわち，各条件の成績は 0 から 4 点の範囲で計測された．なお，LST 実施と同時期に実験参加者全員に，日常的注意経験質問紙（篠原ら，2007）を参考に作成した，日常的ななから行動の頻度を問う質問（７問）を課した．

3.　結果

二重課題実験の結果　一次課題の成績について, 負荷小条件，負荷大条件ともに統制条件との差分を算出し，各条件の一次課題成績とした（図１）．実験参加者群（２）×条件（２）の２要因分散分析を行ったところ，条件の主効果が有意（F(1,23)=5.23, MS=4.93, p<.03），さらに実験参加者群の主効果に有意傾向（F（1,23）=3.17, MS=3.64, p<.08）が認められた．交互作用は認められなかったが，本研究は実験参加者群間で二次課題から受ける影響が異なる可能性の検討を目的としていたため，条件毎に実験参加者群間の比較を行った．その結果，負荷小条件においては，低スパン群と高スパン群間で有意差が認められた（F(1,23)=5.74, MS=4.12, p<.003）が，負荷大条件においては２群間に有意な差は認められなかった．

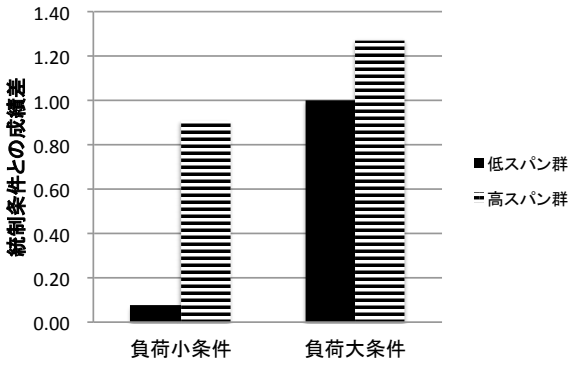


図１　各群の一次課題成績（統制条件との成績差）

なお，二次課題の成績は，各条件において実験参加者群間で有意差は認められなかった．

日常的ながら行動傾向との関係　LST 得点と日常的ながら行動傾向質問紙の関係を検討したところ，両者は負の相関関係にあること（r=-.25, p<.006）が示された．二重課題実験の結果と日常的ながら行動傾向の間に関しては，特に有意な関係は認められなかった．

4.　考察

ワーキングメモリ課題（LST）で測定された認知資源容量の少ない群（低スパン群）はリスニング課題遂行中，低負荷の書字課題を課されてもリスニング成績に変化が生じないことが示された．認知資源容量の少ない群は，適切な負荷量であれば，２つの課題を同時に遂行できることを示しており，彼らにとってマルチタスク遂行は必ずしも不安全なものとは限らない可能性を示唆している．反対に，認知資源容量の多い群（高スパン群）は，低負荷の二次課題であってもリスニング課題成績が低下した．彼らは同時に２つの課題を遂行することが困難であることを示唆している．本結果は，先行研究（Nishizaki & Osaka, 2006）を支持するものであり，低スパン群はマルチタスクではない統制条件においても，一つの課題に注力することができず，何か他のことに注意が拡散してしまっている可能性が考えられる．このように実験参加者群間で有意差が認められたことは，実験室で測定するワーキングメモリ課題（LST）の個人差，つまり理論上のマルチタスク遂行能力だけでは，マルチタスク遂行能力を予測することができないことを示しているといえよう．

さらに，LST 得点と日常的ながら行動指向性の間には負の相関が認められ，“理論上のマルチタスク遂行能力が高い人は，日常的にマルチタスクを行っていない”ことが明らかとなった．本結果は，先行研究（Ophir et al., 2010, Sanbonmatsu et al., 2013）を支持するものであり，ワーキングメモリ課題成績が高い人は状況判断やメタ認知の能力が高いことが想定できるので，マルチタスク遂行による問題を予測し，マルチタスクを好んで日常的に行うことを避けているのではないかと推察できる．

これらのことから，マルチタスク遂行の個人差は，ワーキングメモリ課題で測定する認知資源容量という理論上のマルチタスク遂行能力だけでは予測できず，日常経験，さらにそれを支える認知スタイルや性格特

性の個人差をもが複雑に絡み合っていると考えられる．今後，自動車運転など，よりリアルなマルチタスク遂行における個人差をも対象に，さらなる検討を行っていく．

参考文献

[1] Medeiros-Ward, N., & Watson, J. M. (2015) On supertaskers and the neural basis of efficient multitasking. Psychonomic Bulletin & Review, 22, pp. 876-883.
[2] Nishizaki, Y., & Osaka, M. (2006). Working memory dual-task paradigm demonstrates individual differences in cognitive style. Kansei Engineering International, 6(2), pp. 61-68.
[3] 苧阪満里子 (2002) 脳のメモ帳ワーキングメモリ．新曜社.
[4] Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009) Cognitive control in media mutitaskers. Proceedings of the National academy of Sciences. USA, 106, pp. 15583-15587.
[5] Sanbonmatsu, D. M., Strayer, D. L., Medeiros-Ward, N., & Watson, J. M. (2013). Who multi-tasks and why? Multitasking ability, perceived multi-tasking ability, impulsivity, and sensation seeking. PLoS ONE, 8(1), Article e54402.
[6] 篠原一光・山田尚子・神田幸治・臼井慎之介 (2007) 日常生活における注意経験と主観的メンタルワークロードの個人差．人間工学, 43(4), pp. 201-211.
[7] Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007) The nature of individual differences in working memory capacity: ctive maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. Psychological Review, 114(1), pp. 104-132.
[8] Watson, J. M., & Strayer, D. L. (2010) Supertaskers: Profies in extraordinary multi-tasking ability. Psychonomic Bulletin & Review, 17, pp.479-485.

嚥下運動の Automatic imitation
Automatic imitation of swallowing movement

松田 剛†，山脇正永†
Goh Matsuda, Masanaga Yamawaki
†京都府立医科大学
Kyoto Prefectural University of Medicine
gmatsuda@koto.kpu-m.ac.jp

Abstract

We investigated whether observing or hearing other people's swallowing aids in one's own swallowing. Humans have a response tendency to unconsciously imitate the actions of other individuals, known as automatic imitation (AI). If AI of swallowing can be achieved, it would lead to the development of a simple and intuitive rehabilitation method for patients with dysphagia. The surface electromyography (EMG) electrodes were attached to the right suprahyoid muscles, and an electronic microphone was attached to the left side of the laryngeal prominence in 16 healthy adults (mean age, 23.1 years). The participants were asked to swallow 3 mL of water as soon as possible when the color of the white fixation cross changed to green. Simultaneously, one of the four experimental stimuli (a moving image of a man swallowing with a swallowing sound, a moving image without sound, a still image of a man with a swallowing sound, and a still image without sound) was displayed behind the cross. We calculated the swallowing reaction time (SwRT) from the amplitude of EMG and acoustic data under each condition. The SwRT was approximately 70 ms faster when the swallowing sound was played, while observing the action had no effect. In daily life, we rarely observe the laryngeal swallowing movement but commonly hear the swallowing sound. Therefore, a swallowing sound would have a greater effect on the AI.

Keywords — Swallowing, Automatic imitation, Electromyography

1. はじめに

嚥下は複数の筋が関わる緻密かつ連続的な運動あり、随意的および不随意的に開始・実行されている。そのため脳血管疾患などにより嚥下障害を起こし、リハビリで意識的に実行する必要が生じた際に、その実行方法（筋の動かし方など）の理解には困難が伴うことが多い。そこで本研究では、言葉では理解が難しい嚥下運動を見たり聞いたりすることで促進できる可能性を検討した。そのための根拠となる認知機能が Automatic imitation である。Automatic imitation とは目にした他者の運動を無意識のうちに模倣してしまう認知機能のことであり、言い換えれば外部刺激と自身の運動の互換性による運動の促進効果のことである[1]。例えば、人差し指のタッピング課題において、被験者に他者のタッピング運動と、指を逆方向に（下から上に）動かすリフティング運動の映像を見せた場合、タッピング運動を見せたときの方が反応時間が有意に早くなることが報告されている[2]。本研究では他者の嚥下場面を見たり聞いたりしているときの参加者の嚥下運動を筋電計とマイクによって記録し、Automatic imitation による嚥下運動の促進効果を検討した。

2. 方法

参加者は嚥下障害のない健常成人 16 名（男 8, 女 8, 平均 23.1 歳）であった。参加者の右舌骨上筋群と右舌骨下筋群上の皮膚に無線筋電計（WEB-1000, 日本光電）の電極を装着し、喉頭隆起の左 4～5cm の位置に咽喉用マイク（SH-12iK, 南豆電機）を装着した。筋電は 1000Hz、音は 44,100Hz で記録した。

視覚刺激として事前に撮影した嚥下場面の動画（男性の横顔）と動画の 1 フレーム目を抽出した静止画を、聴覚刺激として嚥下音を用い、それらを組み合わせた動画・嚥下音条件、動画・無音条件、静止画・嚥下音条件、静止画・無音条件の 4 条件で測定した。実際の嚥下場面においては喉頭挙上よりやや遅れて嚥下音が発生するが、刺激のオンセットを揃えるため、動画・嚥下音条件では喉頭挙上と同時に嚥下音が提示された。視覚刺激は 23 インチ液晶モニタに提示し、聴覚刺激はヘッドフォンで提示した。参加者とモニタの距離は約 60cm とした。

1 試行の手続きは以下の通りである。実験者が 3ml の水が入った紙コップを参加者の前に置き、参加者はその水を口に含んだ状態で待つ。試行開始の合図として 450Hz の矩形波音が 100ms 提示され、同時にモニタの中央に注視点となる白い十字が提示された（図 1）。その 3 秒間後に十字の背景に男性の横顔が表示され、さらに 1.2 秒（または 2.4 秒後）に嚥下開始のキューとして十字の色が緑色に変化した。参加者は事前に十

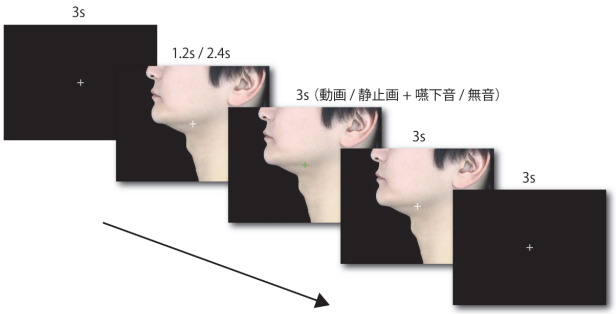


図 1　各試行のシークエンス

字を見続け、十字が緑色に変わったらできる限り早く口に含んだ水を飲み込むように教示されていた。嚥下開始のキューと同時に条件に応じて動画または嚥下音が（動画・嚥下音条件のときは両方同時に）再生された。そしてその 3 秒後に横顔が消え十字が白色に戻り、さらに 3 秒後に試行終了となった。

各条件 4 試行ずつと、さらにキャッチ試行として十字が緑色に変わらない静止画・無音条件を 2 試行加えた計 18 試行を 1 ブロックとし、ブロック間に数分の休憩を挟んで 2 ブロック実施した。各ブロックの冒頭には練習試行を 5 回行い、条件の出現順序はランダムとした。

3.　解析

嚥下開始のキューから 4 秒間を解析区間とし、筋電および録音データの Onset（嚥下反応時間に相当）と Offset、継続時間（Onset から Offest までの時間）、4 秒間の平均振幅（筋電は全波整流値、音は 1ms ごとの RMS を使用）を求めた。筋電は全参加者で明瞭な活動が見られた舌骨上筋群のデータを用いた。嚥下動画と嚥下音による嚥下運動への影響を検討するため、各測定データの嚥下反応時間、継続時間、平均振幅ごとに反復測定二要因分散分析［映像（動画／静止画）× 嚥下音（あり／なし）］を行った。筋電と音の平均振幅は各参加者の静止画・無音条件の平均振幅が 1 となるように正規化してから分析を行った。

4.　結果

嚥下反応時間は筋電と音のいずれにおいても嚥下音の主効果が有意であり（筋電: $F(1,15) = 10.58$, $p < 0.01$; 音: $F(1,15) = 29.30$, $p < 0.01$）、嚥下音ありの方が反応時間が短かった（図 2）。音の平均振幅では嚥下音の主効果が見られ（$F(1,15) = 9.07$, $p < 0.01$）、嚥下音ありの方が振幅が大きかった（図 3）。筋電の平均振幅においては交互作用が見られ（$F(1,15) = 5.21$, $p < 0.05$）、単純主効果検定の結果、静止画・嚥下音条件よりも動画・嚥下音条件の方が振幅が小さい傾向が見られた（$p = 0.06$）。信号の継続時間には主効果や交互作用は見られなかった。

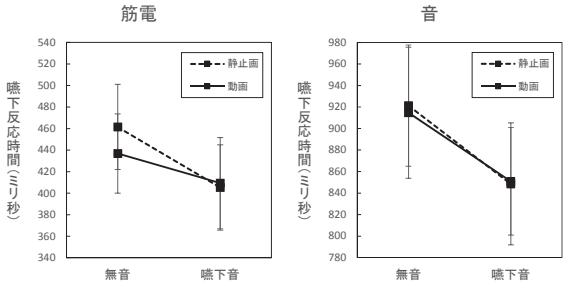


図 2　各条件の嚥下反応時間

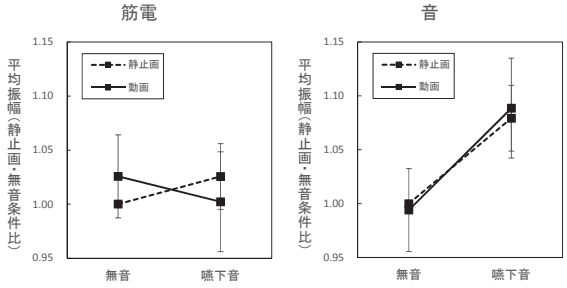


図 3　各条件の嚥下反応時間

5.　考察

本研究では他者の嚥下を見たり聞いたりすることによる嚥下運動の促進効果を検討した。その結果、他者の嚥下音を聞くことで嚥下反応時間が短くなり、自身の嚥下音の音量が大きくなることが明らかとなった。

嚥下運動自体は延髄にあるパターンジェネレータによって制御される不随意な運動であるが、本実験のように意識的に嚥下運動を開始する場合、大脳皮質の嚥下関連領野からの遠心性の信号によってパターンジェネレータが駆動されることが知られている[3]。嚥下反応時間の短縮はこの遠心性の信号伝達が迅速に実施されたことを示唆しており、その背景にはミラーニューロンシステムの介在があるのかもしれない。脳磁図を用いた研究では、嚥下動画や嚥下音を視聴したときに運動前野が活動することが報告されている[4]。

嚥下音が増大した要因については、飲み込む食塊の量が増えると嚥下音の音量が大きくなることが示されているため[5]、もしかすると本研究のように同容量の水を口に含んだ場合でも、嚥下音を聞くことによって一度に咽頭に流れ込む水の量が増えていたのかもしれ

ない。嚥下音を分析した研究は複数存在するが[6, 7]、その多くは嚥下音の継続時間や成分数、周波数、またそれらの年齢差、男女差などに着目しており、個人内の同一容量の嚥下における音量の変化とその要因について検討した研究は見当たらない。そのため本研究において嚥下音が増大した要因については推測の域を出ず、その正確な解釈にはさらなる研究が必要である。

一方で、他者の嚥下を見ることによる顕著な効果は観察されなかった。今回は視覚刺激として喉頭隆起の上下運動のみを用いたが、四肢の運動と比べて規模が小さく、我々が日常生活において他者の嚥下運動を直視する機会はあまりない。むしろ嚥下音を聞く機会の方が多いため、聴覚刺激の方が効果的に働いたのかもしれない。

ただし筋電の平均振幅が静止画・嚥下音条件よりも動画･嚥下音条件のときに小さくなったという結果は、他者の嚥下運動の観察が自身の嚥下運動に何らかの影響を及ぼしている可能性を示している。筋電の振幅は筋肉の活動量に比例しているため、静止画を見ながら嚥下音を聞いたときよりも、動画と嚥下音を同時に視聴したときの方が嚥下に関する筋活動量が小さかったことになる。これは筋活動が不十分な嚥下運動が行われたという解釈も可能だが、嚥下反応時間や音量、継続時間に両条件間の差はなかったことから、いずれの条件においても同質の嚥下が実行されていたと考えることもできる。つまり静止画・嚥下音条件よりも、動画・嚥下音条件の方がより少ない筋活動量で同質の嚥下運動を実行できていたと解釈することが可能である。

また、統計的に有意ではなかったものの、図 3 を見ると無音条件間ではこの傾向が逆転しており、動画・無音条件よりも静止画・無音条件の方が筋活動量が小さいように見える（$p = 0.11$）。もしかすると、静止画・嚥下音条件と動画・無音条件では、音と映像の不一致によって余計な認知的負荷がかかったため、嚥下の開始に本来よりも過剰な筋活動を生じさせる必要があったのかもしれない。

6. おわりに

本研究により、嚥下音を聞くことで自身の嚥下が促進されることが明らかとなった。ただし今回用いた聴覚刺激は嚥下音のみであるため、この結果が嚥下音によって惹起された Automatic imitation なのか、単なる聴覚刺激による反応促進効果なのかは不明である。また嚥下動画による筋活動の変化が観察されたものの、嚥下音ほどの顕著な促進効果は見られなかった。今後は嚥下音とその他の音声の比較や、日常的な嚥下場面に近い視覚刺激を用いた実験を実施し、嚥下運動の Automatic imitation の存在とその効果についてより詳細に検討していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K01380 の助成を受けている。

参考文献

[1] Heyes, C. (2011). Automatic imitation. Psychological bulletin, 137, 3, 463-83.

[2] Brass, M., et al. (2000). Compatibility between observed and executed finger movements: comparing symbolic, spatial, and imitative cues. Brain and cognition, 44, 2, 124-143.

[3] Mihai, P. G., et al. (2014). Sequential evolution of cortical activity and effective connectivity of swallowing using fMRI. Human brain mapping,

[4] Ushioda, T., et al. (2012). Visual and auditory stimuli associated with swallowing activate mirror neurons: a magnetoencephalography study. Dysphagia, 27, 4, 504-13.

[5] Youmans, S. R. and Stierwalt, J. A. (2005). An acoustic profile of normal swallowing. Dysphagia, 20, 3, 195-209.

[6] Boiron, M., et al. (1997). Exploration of pharyngeal swallowing by audiosignal recording. Dysphagia, 12, 2, 86-92.

[7] Morinière, S., et al. (2006). Sound component duration of healthy human pharyngoesophageal swallowing: a gender comparison study. Dysphagia, 21, 3, 175-182.

自己誘導運動による体感風速と体感温度への影響
Effect of vection on sensory wind speed and sensory temperature

阿部慶賀
Keiga Abe

岐阜聖徳学園大学
Gifu Shotoku Gakuen University
keiga.abe@gmail.com

Abstract

In this paper, we examined whether feeling of self-motion that is induced by visual stimuli ('vection') affect our subjective sensory wind speed and sensory temperature. We hypothesized that vection biases participants' sensory wind speed. Furthermore, it was hypothesized that the biased sensory wind speed makes participants overestimate sensory temperature. To examine the hypothesis, we conducted a psychological experiment. The result showed that vection biases participants' sensory wind speed and sensory temperature. Especially, when wind speed was fast, vection whose speed was faster than wind speed lowered participants' sensory temperature. On the other hand, vection whose speed was slower than wind speed increased participants' sensory temperature.

Keywords — 自己誘導運動（ベクション）, 温感, 体感風速

1. 背景

1.1 ベクションとその要因･他の認知処理への影響

視野の広域に一様な運動視覚刺激を提示されると、刺激の運動方向とは逆の方向への身体移動感覚（自己誘導運動：ベクション）が生じる。例えば、駅で停車した電車に乗車中、隣の車両が発車するのを窓から覗くと、自分が乗車している車両の方が動いているように感じてしまうといったことを経験した人はいるだろう。これも日常にみるベクションの一例である。ベクションの惹起、およびその効果に関与する要因にはさまざまものが報告されており、視覚刺激のみならず他の感覚入力や感情、意味処理まで、広範囲の刺激が同時入力されることでベクションの効果が左右される。

例えば、ベクション映像内の動く模様の色は赤より緑のほうが効果が強いとされている（Seno, Sunaga, Ito, 2010）。それだけでなく、ベクション映像が風景である場合、風景であるという意味処理が困難な場合だとベクション効果が抑制される(Riecke, Vastfjall, Larsson & Shulte-Pelkum, 2005)。一方、ベクション映像が葉っぱや羽毛のような落下物を用いたものである場合には逆に意味処理によってベクションが抑制される(Ogawa & Seno, 2014)。これらの研究からは、視覚刺激に付与される意味によってベクション効果が促進または抑制される場合があることを示している。また、Seno, Abe & Kiyokawa(2015)では、重さ刺激を受けた状態でベクション映像を視聴した場合に、抑制効果が生じることが報告されている。

一方、Seno, Ogawa, Ito & Sunaga(2011)では、ベクション映像視聴時に顔に風を当てることでベクション強度が強まることが報告されている。また、平泳ぎのような腕の動作と連動してベクション映像を提示することで、より強い移動感を与えるといった知見もある（Seno, Funatsu & Palmisano, 2013）。

前節では同時提示された刺激がベクション効果を促進･抑制する知見を紹介したが、その逆にベクションが知覚や思考に作用する知見もある。例えば、ベクション映像を提示することで移動時間がより短く感じられる（Seno, Ito & Sunaga, 2011）。また、上昇方向のベクション映像を見せることで、気分の高揚とポジティブ語の連想が促進されること（Seno, Kawabe, Ito & Sunaga, 2013）や、数字の自由連想時に後退方向の（風景や模様が中央へ収束する）ベクション映像を提示することでより大きな数値の連想が促される（Seno, Taya, Ito & Sunaga, 2011）などの効果も示されている。

1.2 研究目的と仮説

ここまでに述べた知見からは、ベクションが他のさまざまな感覚入力や認知的処理からの影響を受けるだけでなく、他の認知的処理がベクションによって影響を受けるという双方向的な関係にあることが示されている。本研究では、その中でも



図 1 オービィ横浜常設展示「マウントケニア」(オービィ横浜 website より転載 URL:http://orbiearth.jp/jp/exhibition/)

風刺激とベクション、および体感温度の三項の関係について扱う。先行研究では、風刺激を同時提示することでベクション効果が強まったという知見が挙げられている。これに関し、逆にベクションによって体感風速が変化するか否かは検討されていない。

環境工学分野では、風によって体感温度が変化することも知られており、概算では風速が1メートル速くなると体感温度は1℃低下するとされている。エンターテインメントの分野では、こうした風による体感温度の低下を利用して、擬似的に極寒の環境を安全に体験させるといった試みも行われている。例えばオービィ横浜での常設展示の1つである「マウントケニア」(図1)では、室温0℃の部屋で風速15m/秒の風を提示することで擬似的にマイナス15℃の極寒環境を体感できる。ベクション映像によって体感温度をより低く錯覚させることができれば、こうした場面においても安全に低温環境の疑似体験を提供することも可能になろう。また、視覚によって温度情報にバイアスがかかるとすれば、冬山登山などでは自身の体温の誤認を招き安全性を脅かすものにもなりうる。こうした観点からもベクションなどの視覚情報と体感温度の相互の関係を検討することが必要となろう。

本研究ではまず、ベクションと他の感覚との双方向的な影響が風速の認知にも生じると仮定し、「体感風速はベクション刺激によって促進、抑制される」という仮説1を立て、次節にて実験による検討を行う。また、先行研究では風刺激によって体感温度が低下することが示されていることから、仮説1を前提として「ベクションによって体感風速が速いと感じられた場合には体感温度も低下する」という仮説2もあわせて検討する。

2. 実験

2.1 方法

2.1.1 協力者

視覚の健常な大学生13名（男性7名、女性6名、平均年齢20歳）が実験に参加した。風刺激を提示される上半身の着衣枚数は下着を除き平均1.84枚、全員下腕部を露出した半袖の衣類を着ていた。下半身の衣類については、2名が7分丈、11名が裾の長いズボンを着用していた。

2.1.2 題材・実験環境

実験は6月中旬から7月上旬の約3週間にわたって行われ、この期間の平均室温は23.4℃、平均湿度は52.3％であった。実験室は3m× 2mの防音室となっており、窓等の外部からの光は遮断した。協力者は背もたれのない椅子に座り、足を椅子にかけないよう教示した。また、足が床につかないよう座面高は68cmのものを用いた。これは、足を不安定にすることによって移動感を促進する目的での操作であった。

視覚刺激の提示には、ソニー製ヘッドマウントディスプレイ（HMZ-T2）を用いた。ベクション映像は、黒地の背景に緑色のドットが中央から周辺へと拡散するよう設定した前進の移動感を誘導する映像を用い、ドットの移動スピードは高速と低速の2段階を設定した。低速ではドットが画面中心から画面周辺へ移動し消失するまで3秒、高速では1秒かかるよう設定した。

風刺激の提示はシィー・ネット社製扇風機（CFML101）を用いた。扇風機は協力者の1m手前に配置し、協力者の胸から顔にかけて風が当たるよう高さを調整した。協力者の位置する1m手前での風の強さについては、強風（2.7m/秒）、弱風（1.7m/秒）の2段階を設定した。

2.1.3 手順

まず試行前の確認として実験開始前に協力者の年齢、性別、視力、視力矯正の有無、当日の服装を確認し、実験開始前の疲労度を10段階（1：疲労感なし～10：疲労感が強い）で尋ねた。なお疲労感が7を超える被験者は居なかった。続いて、実験開始前の実験室の体感温度の回答するよう課した。回答後には当時の実際の室温を教示した。

続いて事前質問として、風刺激を提示せずベクション映像のみを提示した場合の「移動している感じ」（101件法）と体感温度を回答するよう課し

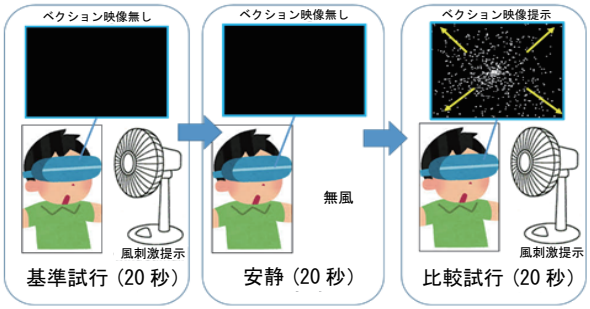


図 2 事後質問の試行手順

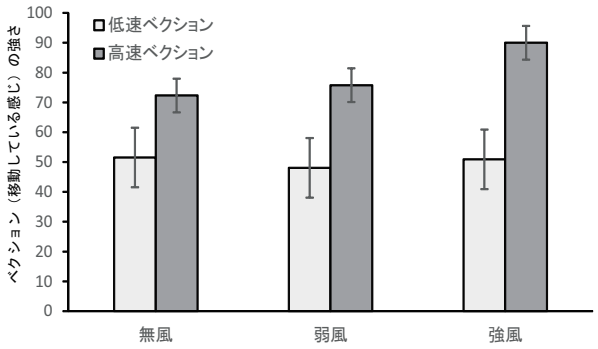


図 3 風刺激によるベクション強度の変化

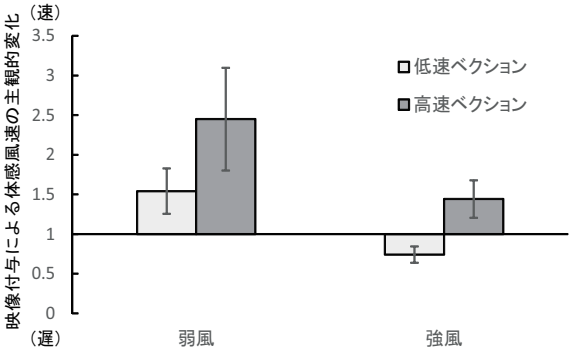


図 4 ベクション提示による体感風速の変化

た。映像は低速と高速の2種類を設け、それぞれについて移動している感じと体感温度を回答させた。これを 1 セッションとして 3 回回答を求め、3 回の中央値を分析に用いた。

事後質問では以下に述べる基準試行と比較試行を行った（図2参照）。先に基準試行としてベクション映像無しで弱風、あるいは強風の風刺激のみを20秒間提示し、その直後に体感温度を尋ねた後、20秒間の安静時間をとった。その直後に比較試行として、高速、あるいは低速のベクション映像を提示しながら同じ強さの風を20秒提示し、その直後に体感風速と体感温度、移動している感じの強さを尋ねた。体感風速は日常で推測する機会が乏しいため、基準試行での風の強さを基準値1とした場合の強さを数値で回答するよう課した。移動している感じの強さは101件法での回答を求めた。これを 1 セッションとして 3 回の刺激提示と回答を行い、3 回の中央値を分析に用いた。この実験は風の強さの要因（3水準：無風・弱風・強風）とベクション速さの要因（2水準：低速・高速）からなる被験者内要因計画として実施した。

2.2 結果

まず、協力者の温度感覚を確認するため、無風、映像刺激無しの条件下での体感気温と室温の差を検討した。その結果、平均-0.52℃ ($SD = 2.39$)となり、基準となる差異0との間にも有意な差は認められなかった。このことから、今回の協力者は全体として温感に過度な偏りがないものとみなした。

続いて、風提示によるベクション強度の変化について、図3に示した。風の強さ（無風･弱風･強風）とベクション速度（低速･高速）の 2 要因の分散分析を行ったところ、ベクション速度の要因の主効果 ($F(1,12) = 51.493, p = 0.010,$ 偏$\eta^2 =$) と交互作用 ($F(1,24) = 7.289, p < 0.05$)が有意であった。単純主効果検定では、低速ベクション提示時には風速による有意差は見られなかった ($F(2,48) = 0.273, p = 0.729,$ 偏$\eta^2 = 0.22$) が、高速ベクション提示時には風速による有意差が見られた ($F(2,48) = 7.032, p = 0.004,$ 偏$\eta^2 = 0.369$)。強風提示時は弱風提示時に対してベクション強度が高く ($t(12) = -2.475, p = 0.029, d = 0.667$)、また無風時に対してもベクション強度が高いという結果になった ($t(12) = -2.368, p = 0.036, d = 0.693$)。

ベクション提示による体感風速の変化について図4に示した。弱風提示時、強風提示時それぞれについて、ベクション映像を提示していない風刺激のみの場合での体感風速を基準値1とし、ベクション付与時の体感風速の変化を比較した。Wilcoxon符号順位検定の結果、弱風提示時は低速･高速どちらのベクション映像を提示した場合も有意に体感風速が向上した (低速時$p = 0.035$, 高速時$p = 0.005$)。また、強風提示時は低速ベクション映像を提示した際に有意に体感風速が低下し ($p = 0.028$)、高速ベクション映像提示時に有意に体感風速が向上した ($p = 0.018$)。

ベクション提示による体感温度変化について図5に示した。まず、各条件での体感温度について基準である0との差があるかどうかを検討した。基準を0とした一標本でのt検定を行った結果、強風提示時に低速ベクションを提示された場合には有

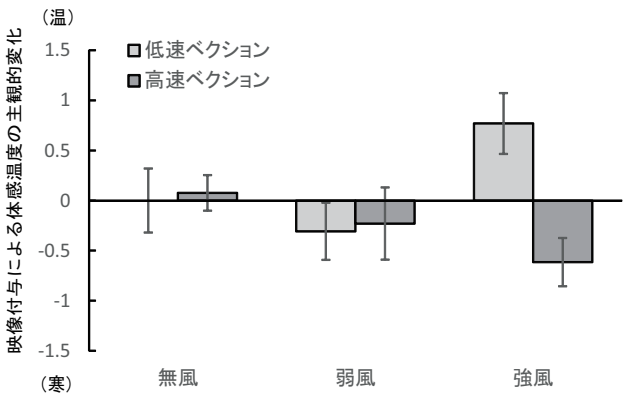


図 5 ベクション提示による体感温度の変化

意に体感温度が上昇し（$t(12) = 2.540, p = 0.026$）、高速ベクションを提示された場合には有意に体感温度が低下した（$t(12) = -2.540, p = 0.025$）。

各条件間での違いを比較するにあたり、風の強さ（無風･弱風･強風）とベクション速度（低速･高速）の 2 要因の分散分析を行ったところ、有意な交互作用が見られた（$F(2, 24) = 9.197, p = 0.001$, 偏 $\eta\, 2 = 0.434$）。単純主効果検定では、強風が提示された条件下で高速ベクション提示時が低速ベクション提示時に比べて体感温度が低くなるという結果が示された（$t(12) = 3.343, p = 0.006, d = 1.140$）。弱風提示時（$t(12) = -0.186, p = 0.856, d = -0.063$）、および無風時（$t(12) = -0.186, p = 0.856, d = -0.063$）においてベクション速度に伴う体感温度の違いは見られなかった。

2.3 考察

まず、風提示によるベクション強度の変化については、高速ベクション提示時においては先行研究と同様に風速の向上に伴うベクション強度の向上がみられた。低速ベクション提示時では風速による影響が見られなかったが、これは低速ベクションの速度が遅いために、風刺激によるベクション強度の過大評価が生じても、有意な違いとして表れにくかったためだと考えられる。

一方、ベクション提示による体感風速の変化については、弱風下では高速･低速どちらのベクション映像を見ても体感風速が向上した。これは提示された弱風が高速･低速の両方のベクション映像に比してなお動きが遅かったため、どちらの場合もベクション映像に誘導されて風速を過大評価したものと考えられる。これに対し、強風下では低速ベクションを提示した場合に体感風速が低下し、高速ベクションを提示した場合には体感風速が向上した。強風とともに低速ベクションを提示した場合には、風速がベクションに誘導されて過小評価され、高速ベクションを提示した場合にはベクションに誘導されて過大評価が起きたものとみられる。これらの結果は、「体感風速はベクション刺激によって促進、抑制される」という本研究の仮説を支持するものであった。

また、ベクションによる体感風速変化にともない、「ベクションによって体感風速が速いと感じられた場合には体感温度も低下する」という第 2 の仮説を立てたが、この仮説も一部支持的な結果が得られた。弱風提示時には影響がみられなかったものの、強風提示時に高速ベクション映像を提示すると体感温度が低下した。また、逆に強風提示時に低速ベクション映像を提示すると体感温度が上がるという結果も得られた。弱風提示時では効果が見られなかったのは、提示された風刺激の風速が遅いために、風速が過大評価されても体感温度に影響が及ぶには十分ではなかったと考えられる。一方、強風提示時においては、低速ベクション提示時は体感風速が過小評価され、体感風速に応じて体感温度が相対的に増加する方向に補正されたものと考えられる。強風提示かつ高速ベクション提示時の場合は体感風速の増加による補正が生じ、より体感温度が低く評価されたことが示唆される。

3. 結論

本研究ではベクション提示による体感風速と体感温度への影響を検討した。実験結果からは、ベクション映像の速度と風刺激の風速との間での不一致がある場合に、風刺激から受ける体感風速や体感温度がベクション映像に誘導されて補正されることが示された。こうした結果は、風速や温感という不可視的な感覚情報がベクションという視覚情報によって歪められることを示している。本研究ではベクション提示による風速の過大評価、温感の過小評価を予測していたが、実験の結果では風速の過小評価、温感の過大評価という結果も得られた。体感温度の過大評価については本研究の仮説としては挙げていなかったが、視覚情報によって低温を高く見誤るという結果は低温環境下の活動時などでの体温把握など、現実の場面での安全面に対する示唆もあろう。

ただし、今回の検討については、まだ未検討の側面も多い。今回は被験者の安全面や実験実施時期の都合から比較的温暖な状況下での検討となったが、一般に温感は気温が低い状況下ほど敏感になるため、より低い気温や、湿度、気圧の状況下でも再検討を行い、再現性を確かめる必要もある。

また、実験参加者に対して衣服の着用の条件を指定していなかったが、これらも実験前に衣服を用意する等の統制や、clo値（着衣の種類や枚数による断熱、保湿性の指標）の影響を考慮した評価が必要であろう。これらの側面も十分に統制した上で、現象レベルにとどまらず、定量的に体感風速の影響を予測できるモデルの構築が望まれる。

参考文献

[1] Seno, T., Taya, S., Ito, H. & Sunaga, S.(2011) Mental number line in depth revealed by vection. *Perception*, **40**, 1241-1244.

[2] Seno, T., Ito, H. & Sunaga, S. (2011) Self-motion perception compresses time experienced in return travel. *Perception*. **40**, 497-499.

[3] Ogawa, M. & Seno T. (2014). Vection is modulated by the semantic meaning of stimuli and experimental instructions. *Perception*, **63**, 605-615.

[4] Seno, T., Kawabe T., Ito H. & Sunaga, S.(2013) Vection modulates emotional valence of autobiographical episodic memories *Cognition*, **126**, 115-120.

[5] Riecke, B. E., Vastfjall, D., Larsson, P., & Schulte-Pelkum, J. (2005). Top-Down and Multi-Modal Influences on Self-Motion Perception in Virtual Reality. *HCI International 2005*, 1-10. Las Vegas, NV.

[6] Seno, T., Funatsu, F. and Palmisano, S. (2012) Virtual swimming - breaststroke body movements facilitate vection. *Multisensory Research*, **26**, 267-275.

[7] Seno T., Ogawa M, Ito H. and Sunaga S. (2011) Consistent air flow to the face facilitate vection. *Perception*, **40**, 1237-1240.

[8] Seno, T., Abe, K. and Kiyokawa, S. (2013) Wearing heavy iron clogs can inhibit vection. *Multisensory Research*, **26**, 569-580.

[9] Seno T., Sunaga S., Ito H. (2010) Inhibition of vection by red. *Attention, Perception & Psychophysics*, **72**, 1642-1653.

到達運動における位置誤差と誤差評価

上田 奈津貴[1,2], 田中 観自[1.3.4], 渡邊 克巳[1,3]
Natsuki Ueda, Kanji Tanaka, Katsumi Watanabe
[1]早稲田大学 理工学術院
[2]茅ヶ崎リハビリテーション専門学校
[3]東京大学 先端科学技術研究センター
[4]日本学術振興会
[1]Faculty of Science and Engineering, Waseda University
[2]Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo
[3]Japan Society for the Promotion of Science
n.ueda000@gmail.com

1. はじめに

私たちが普段運動をする時，運動の結果は視覚と固有受容覚により知覚される．固有受容覚は姿勢や身体位置の感覚を求心性に伝え，特に暗闇の中で自らの身体位置を知覚する．また，固有受容覚は運動の熟達に伴い正確性が向上することから，運動の熟達との関連も示唆されている(Lin, Lien, Wang, & Tsauo, 2006).

固有受容覚は筋紡錘や関節受容器などいくつかの受容器の情報が中枢神経で統合された複合感覚で，知覚の正確性には様々な要因が影響する．例えば，固有受容覚により記憶された空間上の参照点への到達運動では，参照点が身体の中心線から遠くなるにつれて運動の誤差が大きくなり，さらにその誤差は加齢によって増大することが示されている（Schaap, Gonzales, Janssen, & Brown, 2015）．

求心性の感覚神経線維が障害された場合，視覚遮断下での誤差の修正や空間における運動の位置表現が障害され，身体が空間上のどこに位置し，どこで運動しているかを知覚することが困難になる（Nougier et al., 1996）．一方，健常成人ではこのような空間上の身体位置の知覚がどの程度正確か, また，身体から近い，あるいは離れた場所でどのように変化するかについてはほとんど知られていない．そのため，今回は到達運動の参照点が前方・側方，同側・鏡像に移った場合の位置誤差の計測をし，その際に誤差評価がどのように変化するかを検討した．

また，運動の得意な者，不得意な者，あるいは自信のある者，自信のない者で位置誤差や誤差評価に違いがみられるかどうかを検討するために，実験参加者に運動有能感尺度（伊藤，1986），個人志向性・社会志向性 PN 尺度（伊藤，1995），特性的自己効力感尺度（成田 et al., 1995），自己受容測定尺度（沢崎，1993），運動経験年数の５つの回答をさせ，質問紙の解答と位置誤差，誤差評価，誤差評価と位置誤差の差分との相関を検討した．

2. 実験手順

本研究では，右利きの成人 14 名（男性 11 名，女性 3 名; 平均 22.09±2.31 歳）が参加した．身体位置の計測には 5 台の赤外線カメラで構成される三次元動作解析装置（Qualysis, Sweden）を使用し，右手指先，左手指先，胸骨の 3 点にマーカーを貼付し，3 点の位置座標を計測した．指先のマーカーは，示指と中指をテープで固定した指先に貼付した．

実験課題は，4 条件（同側前方，同側側方，鏡像前方，鏡像側方）で，すべて視覚遮断下で行った．まず，参加者はそれぞれの条件で到達運動を行い，その最終地点を各条件の参照点とした．同側条件の場合，実験参加者は参照点を決定する到達運動を左手で行い，その後の 7 試行では，参照点に対して到達運動も左手で行った．鏡像条件の場合，実験参加者は参照点を決定する到達運動を右手で行い，その後の 7 試行では，正中線を挟んで参照点と鏡像になる位置に対して到達運動を左手で行い，最終位置で 3 秒間静止することが求められた．また，実験参加者は各試行後に直前の到達運動の静止地点と参照点との誤差について空間上の直線距離を回答するよう教示された．

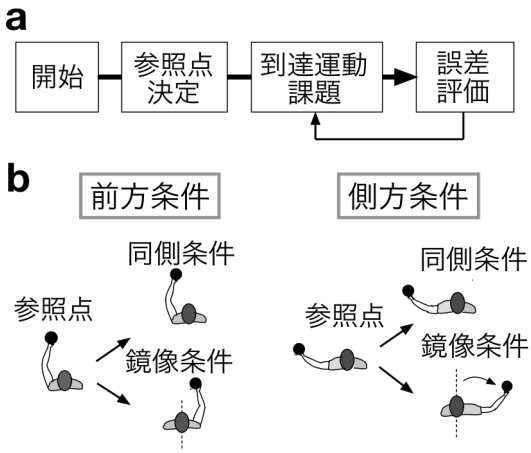


Figure1. a: 実験の流れ　b: 実験条件

3. 計測方法

計測した 3 点の位置座標データは 100Hz で計測し，平滑化を行った（Butterworth filter, cut off frequency 8Hz）．参照点と到達運動最終地点との距離は以下の式で算出した．

$$\text{位置誤差} = (d_x^2 + d_y^2 + d_z^2)^{1/2} \quad \cdots (1)$$

dx, dy, dz はそれぞれ *x, y, z* 方向の参照点と最終地点の誤差である．参照点，到達運動の最終地点の位置座標は，運動を行う上肢の運動速度が 0±2*SD* 以下の時点での位置座標を平均した(Adamovich, Berkinblit, Fookson, & Pozner, 1999).

4. 結果

位置誤差と誤差評価についての解析

解析ではまず，参照点と到達地点との直線距離を位置誤差とし,同側前方，同側側方，鏡像前方，鏡像側方の各条件で比較した（Figure2）．その結果，位置誤差は前方に比べ側方への到達運動課題の際に大きくなり($F(1,13) = 17.7$, $p<0.01$)，鏡像条件では同側での到達運動課題に比べ有意に大きいことが明らかとなった($F(1,13) = 6.1$, $p<0.05$). 誤差評価は前方に比べ側方への到達運動の際に大きくなったが($F(1,13) = 4.94$, $p<0.05$)，同側条件と鏡像条件では有意な差はみられなかった．

位置誤差と誤差評価の差は，位置誤差と同じく前方条件に比べ側方条件で差が大きく($F(1,13) = 17.99$, $p<0.01$)，同側条件に比べ鏡像条件で差が大きいことが明らかとなった($F(1,13) = 5.33$, $p<0.05$).

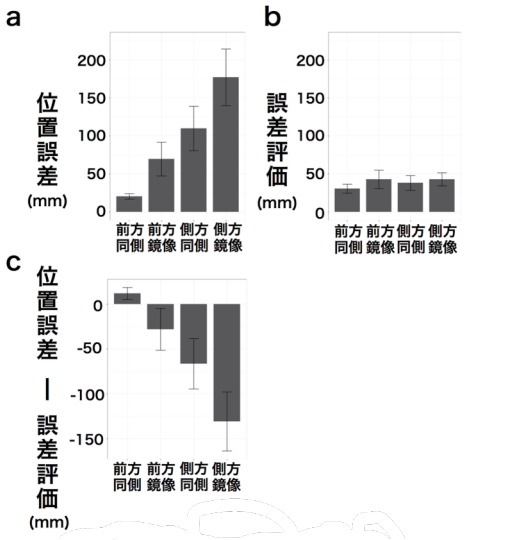


Figure2. 到達運動課題の結果
a: 到達点と参照点の誤差(mm) b: 誤差評価(mm)
c: 位置誤差と誤差評価の差（mm）

心理尺度との相関分析

到達運動課題を実施した実験参加者に，運動有能感尺度（伊藤，1986），個人志向性・社会志向性 PN 尺度（伊藤，1995），特性的自己効力感尺度（成田 et al., 1995），自己受容測定尺度（沢崎，1993）の５つの質問紙と，運動経験年数の聴取を行った．個人志向性・社会志向性 PN 尺度の下位項目４項目と，他の心理尺度，運動経験年数の９項目を独立変数とし，到達運動課題を従属変数としてステップワイズ方式の重回帰分析を行った．到達運動課題は，４条件（前方同側，前方鏡像，側方同側，側方鏡像）の位置誤差，誤差評価，誤差評価と位置誤差の差分について解析を行った．

解析の結果，位置誤差については前方条件で同側・鏡像条件ともに心理尺度との相関はみられなかった．側方・同側条件では運動有能感尺度，自己受容測定尺度，個人志向性・社会志向性 PN 尺度の個人志向性 N 尺度の３つの心理尺度と正の相関（Table１）がみられ，側方・同側条件ではこれらの心理尺度の得点が高いほど位置誤差が大きくなる傾向が示された．側方・鏡像条件では運動有能感と正の相関（Table２）がみられ，側方・鏡像条件では運動有能感の得点が高いほど位置誤差が大きくなる傾向が示された．一方，誤差評価はいずれの質問紙とも相関がみられなかった．

Table1
位置誤差と心理尺度との相関
（側方・同側条件）

独立変数	β値	t値
（定数）	-0.294	
運動有能感	0.572*	3.204
自己受容感	0.513*	2.750
個人志向性P尺度	-0.362	-2.125
個人志向性N尺度	0.744**	4.420

*$p<0.05$，**$p<0.01$
重相関係数（R)=0.76
調整済み決定係数(R^2)=0.65

Table2
位置誤差と心理尺度との相関
（側方・鏡像条件）

独立変数	β値	t値
（定数）	0.221	
運動有能感	0.628*	2.625
個人志向性P尺度	-0.525	-2.187
自己効力感	0.496	1.945

*$p<0.05$，**$p<0.01$
重相関係数（R)=0.507
調整済み決定係数(R^2)=0.36

誤差評価と位置誤差との差分では，側方・同側条件で個人志向性 N 尺度と負の相関（Table３）がみられ，個人志向性 N 尺度の得点が高いものほど自らの位置誤差を実際より少なく評価する傾向が示された．一方，側方・鏡像条件においては運動有能感尺度・特性的自己効力感尺度と負の相関，個人志向性 P 尺度と正の相関がみられ，運動有能感尺度，自己効力感尺度の得点が高いものほど自らの位置誤差を実際よりも少なく評価し，個人志向性 P 尺度の得点が高いものほど自らの位置誤差を実際よりも大きく

評価する傾向が示された（Table４）．

Table3
誤差評価と位置誤差の差と
心理尺度との相関（側方・同側条件）

独立変数	β値	t値
（定数）	0.176	
運動有能感	-0.457	-2.272
自己受容感	-0.458	-2.299
個人志向性P尺度	0.298	1.615
個人志向性N尺度	-0.706**	-3.894
運動経験年数	0.240	1.247

*$p<0.05$，**$p<0.01$
重相関係数（R)=0.76
調整済み決定係数(R^2)=0.61

Table4
誤差評価と位置誤差の差と
心理尺度との相関（側方・鏡像条件）

独立変数	β値	t値
（定数）	-0.109	
運動有能感	-0.698*	-3.147
個人志向性P尺度	0.499*	2.244
自己効力感尺度	-0.57*	-2.408

*$p<0.05$，**$p<0.01$
重相関係数（R)=0.58
調整済み決定係数(R^2)=0.45

５．考察

到達運動課題の結果から，位置誤差は前方条件よりも側方条件，同側条件よりも鏡像条件で大きくなることが示された．一方，誤差評価は前方条件と側方条件の間では変化せず，より誤差の大きい条件では実験参加者の想定以上の位置誤差が生じることが示された．

到達運動の位置誤差と心理尺度の回帰分析の結果から，運動有能感尺度と自己受容尺度，個人志向性N尺度の得点が高い者ほど，側方・同側条件での到達運動の正確性が低下することが示された．運動有能感が高い者は自らの身体能力を高く評価し，運動のモチベーションを維持できるとされるが，身体能力への高い自己評価とは対照的に，運動有能感が高いほど側方・同側への到達運動の正確性は低下することが示唆された．また，自己受容測定尺度における自己受容感の高さは一般的に対人面において肯定的に捉えられることが多いが，側方・同側への到達運動では自己受容感の高さが運動の正確さを低下させる可能性が示唆された．個人志向性Ｎ尺度は個人の否定的側面における志向性を示し，この項目の点数の高いものは非適応的な自己表現によって，周囲との齟齬を生み出す傾向があるとされるが，側方・同側条件の到達運動では自己表現において非適応的な傾向が高いものほど運動の正確性が低下することが示唆された．一方，側方・鏡像条件では運動有能感尺度のみと正の相関がみられ，運動有能感が高い者ほど側方・鏡像への運動の正確性が低下することが示された．一方，誤差評価はいずれの質問紙とも相関がみられず，個人の心理過程と位置誤差の関係が主観のみによって変化するものではないことが示された．

また，位置誤差，誤差評価の差分と心理尺度の回帰分析の結果では，側方・同側条件において個人志向性Ｎ尺度と負の相関がみられ，個人志向性Ｎ尺度の得点が高い場合実験参加者は実際の誤差よりも誤差を少なく見積もることが示された．一方，側方・鏡像条件で運動有能感尺度・自己効力感尺度と負の相関，個人志向性Ｐ尺度と正の相関がみられた．この結果から，運動有能感尺度・自己効力感尺度の点数が高い者ほど，想定よりも大きな位置誤差が生じていることが示された．また，個人志向性Ｐ尺度は，得点が高いほどより適応的な形の自己表現をなす傾向があると言われており（伊藤，1995），この尺度の点数が高い者ほど，位置誤差を実際の誤差と同等か，実際よりも多く見積もることが示された．

同側条件と鏡像条件間で相関の違いがみられた原

因として，参照点と同側の位置誤差は非適応的な自己表現の傾向など個人内の心理特性と関係する一方，参照点と鏡像の位置誤差は運動有能感や，自己効力感など他者との関係の中で形成される心理特性と関係している可能性が考えられる．例えば嬉しさや悲しさなど個人の心理過程と密接に関係するジェスチャーの多くは片手で行うが，運動有能感や自己効力感，適応的な自己表現は幼少期からスポーツや遊びなど，様々な活動を通して他人との関わりの中で形成されるものであり，その多くは両手を使用する動作である．このような動作の持つ心理的な特性が同側条件と鏡像条件の違いに影響している可能性がある．

6. 結論

本研究では運動空間によって位置誤差が変化する一方，誤差評価は変化せず，位置誤差が大きい条件では実験参加者の想定以上の位置誤差が生じることが明らかとなった．

また，心理尺度との相関から，同側への到達運動は鏡像への到達運動に比べ，より個人の内的な心理的側面との関わりがあることが示唆された．一方，鏡像への到達運動は同側への到達運動に比べ，より他人との関わりの中で形成される心理特性との関わりがあることが示唆された．今後これらの違いは利き手，非利き手の違いや左右間の感覚運動転移によるものかについて検討が必要である．

参考文献

[1] 伊藤 豊彦 (1986). 原因帰属様式と身体有能さの認知がスポーツ行動に及ぼす影響 ―スポーツ行動に関する原因帰属モデルの検討―．体育学研究，31，263-271

[2] 伊藤 美奈子（1995）．個人志向性・社会志向性 PN 尺度の作成とその検討．心理臨床学研究，13，39-47

[3] 上村 有平（2007）．青年期後期における自己受容と他者受容の関連：個人志向性・社会志向性を指標として．発達心理学研，18, 132-138

[4] 沢崎 達夫（1993）．自己受容に関する研究 (1)―新しい自己受容測定尺度の青年期における信頼性と妥当性の検討．カウンセリング研究，26，29-37

[5] 成田 健一・下仲 順子・中里 克治・河合 千恵子・佐藤 眞一・長田 由紀子（1995）．特性的自己効力感尺度の検討―生涯発達的利用の可能性を探る．教育心理学研究，43，306-314

[6] Adamovich, S. V., Berkinblit. M. B., Fookson, O., & Pozner, H. (1999). Pointing in 3D space to rememberd targets Ⅱ: Effects of movement speed toward kinesthetically defined targets. *Experimental Brain Reserch, 125,* 200-210

[7] Carey, L. M., Matyas, T.A., & Oke, L. E. (1993). Sensory loss in stroke patients: effective training of tactile and proprioceptive discrimination. *Achives of Physical Medicine and Rehabilitation, 74*, 602-611

[8] Fiehler, K., Rösler, F., & Henriques, D. Y. P. (2010). Interaction between gaze and visual and proprioceptive position judgements. *Experimental Brain Reserch，203*，485-498

[9] Green, A. M., & Labelle, J. P. (2015). The influence of proprioceptive state on learning control of reach dynamics. *Experimental Brain Reserch，233*，2961-2975

[10] Heuer, H., & Lüttgen, J. (2014). Motor learning with fading and growing haptic guidance. *Experimental Brain Reserch，232*，2229-2242

[11] Lin, C.H., Lien, Y. H., Wang, S. F., & Tsauo, J. Y. (2006). Hip and Knee Proprioception in Elite, Amateur, and Novice Tennis Players. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation，85*，216-221

[12] Mostafa, A. A., Salomonczyk, D., Cressman, E. K., & Henriques, D. Y. P. (2014). Intermanual transfer and proprioceptive recalibration following training with translated visual feedback of the hand. *Experimental Brain Reserch，232*，1639-1651

[13] Mostafa, A. A., Kamran- Disfani, R., Bahari- Kashani, G., Cressma, E. K., & Henriques, D. Y. P. (2015). Generalization of reach adaptation and proprioceptive recalibration at different distance in the workspace. *Experimental Brain Reserch，233*，817-827

[14] Missaoui, B., & Thoumie, P. (2009). How far do patients with sensory ataxia benefit from so- called “proprioceptive rehabilitation”?. *Clinical Neurophysiology，39*，229-233

[15] Nougier, V., Bard, C., Fleury, M., Teasdale, N., Cole, J., Forget, R., Paillard, J., & Lamarre, Y. (1996). Control of single- joint movements in deafferented patients: evidence for amplitude coding rather than position control. *Experimental Brain Reserch, 109*, 473-482

[16] Quintern, J., Immisch, I., Albrecht, H., Pöllmann, W., Glasauer, S., & Straube, A. (1999). Influence of visual and proprioceptive afferences on upper limb ataxia in patients with multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences，163*，61-69.

[17] Rand, D., Weiss, P. L., & Gottlieb, D. (1999). Does Proprioceptive Loss Influene Recovery of the Upper Extremity After Stroke. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 13*，15-21

[18] Sainburg, R. L., Ghilardi, M. F., Poizner, H., & Ghez, C. (1995). Control of Limb Dynamics in Normal Subjects and Patients Without Proprioception. *Journal of Neurophysiology，73*（2）, 820-835

[19] Schaap, T. S., Gonzales, T. I., Janssen, T. W. J., & Brown, S. H. (2015). Proprioceptively guided reaching movements in 3D space effects of age. *Experimental Brain Reserch，233,* 631-639

[20] Simon, D. A., & Bjork, R.A. (2001). Metacognition in Motor Learning. *Journal of Experimental Psychology, 27,* (4), 907-912

[21] Soechting, J. F., & Flanders, M. (1989). Errors in Pointing are Due to Approximations in Sensorimotor Transformations. *Journal of Neurophysiology, 62,* 595-608

[22] Timmermans, B., Schilbach, L., Pasquali, A., & Cleeremans, A. (2012). Higher order thoughts in action-consciousness as an unconscious re description process. *Philosophical Transactions of the Royal Society, 367,* 1412-1423

[23] Wong, J. D., Kistemaker, D. A., Chin, A., & Gribble, P. L. (2012). Can proprioceptive training improve motor learning?. *Journal of Neurophysiology, 108,* 3313-3321

刺激画像が示唆するパワーと発揮握力との関係

永井聖剛[1]・山田陽平[2]・金谷英俊[3]・川上直秋[4]・西崎友規子[5]
[1]立命館大学 [2]奈良教育大学 [3]愛知淑徳大学 [4]島根大学 [5]京都工芸繊維大学
email: mnagai@fc.ritsumei.ac.jp
key words：握力，刺激が示唆するパワー，刺激反応適合性

1. はじめに

刺激–反応適合性研究に関しては空間次元について検討したものが多いが（e.g., Simon & Berbaum, 1990），少数ながら刺激の物理的強度と反応強度（「強い」あるいは「弱い」キー押し）との間の刺激–反応適合性，すなわち，大きい，明るいなど物理強度が大きい刺激に対し強い反応が適合していることが報告されている（Romaiguère et al., 1993）。我々はさらに，刺激の単純な物理的性質だけでなく，より抽象化された概念的レベルでの刺激情報が反応出力システムと共有されていることが示唆するデータを報告した（永井・山田・河原，2013 年日本心理学会）。また，抽象化レベルでの情報共有は運動出力間でも生じること，すなわち，大きな声を出しているときには，小さな声を出しているときよりも，描画される円の大きさが大きくなることも報告している（永井・山田・河原，2014 年日本認知心理学会）。したがって，刺激の物理量に関する情報，運動の強さ/大きさに関する情報は，知覚と運動との区別なく，抽象レベルで（例，大-小，強-弱）共通に表現され，相互に影響を与えるものと考えられる。

そこで本研究ではさらなる検討として，刺激が示唆するパワーと発揮される握力という刺激-運動反応間での適合性について調べた。レスラーの画像と乳幼児の画像を実験参加者に提示し，刺激が示唆するパワーが大きいレスラー画像の場合に発揮握力がより大きくなるものと予測された。

2. 方法

実験参加者　大学生 15 名が実験に参加した。

実験装置　実験参加者から 200 cm離れたスクリーン（265 cm x 149 cm）に，MacBook Pro によって制御された液晶プロジェクタによって視覚刺激を提示した。握力測定のため，デジタル握力計を用いた。

刺激および手続き　実験参加者は事前に，利き手および非利き手での最大筋力を計測し，その 50 %の値を目標とした。実験参加者が目標値に近い数値を出力できるように練習を行った後，実験を開始した。

各試行では，黒の背景に，緑の点が 3 回点滅した後，乳幼児画像，レスラー画像，あるいはブランク画面が提示された。実験参加者は人物画像が提示されたときに，事前に練習を行った 50 %目標値で握力計を握ることを求められた。各ブロックは 4 試行から成り，乳幼児画像 1 試行，レスラー画像 1 試行，ブランク 2 試行が含まれた。また，ブロック内では計測する手（利き手，非利き手）は固定された。実験参加者は，利き手，非利き手でそれぞれ 2 ブロックずつ，計 4 ブロック，16 試行行った。

3. 結果

利き手，非利き手に分けて，乳幼児画像あるいはレスラー画像が提示されたときの発揮握力を 50%目標値との差（= ((測定された握力値-50%目標値) / 50%目標値)を算出した（図 1）。利き手，非利き手いずれにおいてもレスラー画像に対し乳幼児画像よりも発揮握力が大きくなっているが，この傾向は非利き手においてのみ統計的に有意であった（非利き手, $t(14) = 2.51$, $p < .05$；利き手，$t(14) = 1.08$, $p = .30$）。

4. 考察

実験の結果から，刺激が示唆するパワーが発揮される筋力の強弱に関連することが示された。

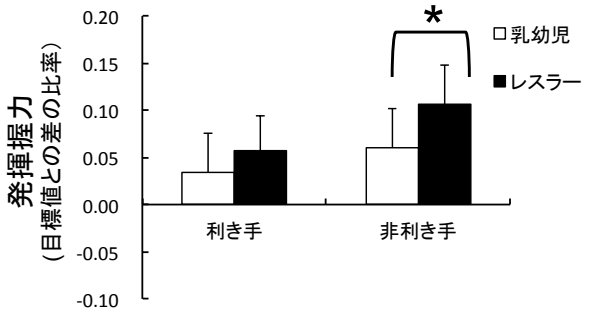


図１. 各手における乳幼児およびレスラー画像に対する発揮握力および標準誤差

今回では 50 %筋力を発揮するように実験参加者に求めた。利き手では随意的な筋力のコントロールが正確なため刺激が示唆するパワーの影響を受けにくく，非利き手では相対的にコントロールが不正確であるために刺激の影響を受けたものと推察される。本実験で得られた「提示する刺激の質によって，発揮筋力が変化する」という知見から，視覚刺激を有効活用することによって麻痺四肢の筋力アップ等に役立つものと考えられる。

今後は，筋力を発揮する部位や提示する刺激を変更することを予定している。例えば,「豆」,「船」のような単語刺激を提示し，刺激の物理的パワーではなく，単語が示唆する抽象的・概念的意味によって発揮筋力が変化するか等を調べる予定である。

5. 参考文献

Simon, J. & Berbaum, K. (1990). Effect of conflicting cues on information processing: The Stroop effect vs. the Simon effect. *Acta Psychologica*, 73, 159-170.

Romaiguere, P., Hasbroucq, T., Possamai, C.-A., & Seal, J. (1993). Intensity to force translation: A new effect of stimulus—response compatibility revealed by analysis of response time and electromyographic activity of a prime mover. *Cognitive Brain Research, 1,* 197-201.

戦略的文脈における無意識的模倣の影響
Automatic imitation in a strategic context

井藤 寛志
Hiroshi Ito

愛知大学
Faculty of Letters, Aichi University
hito@vega.aichi-u.ac.jp

Abstract

We examined the effect of automatic imitation in a strategic context within an East Asian culture (i.e., Japan) by using the rock-paper-scissors game; the task of strategic players was to avoid imitating their opponents. Participants (N = 27) were instructed to play the rock-paper-scissors game with the aim of achieving as many "wins" as possible, while either one or both players were blindfolded. Results revealed that sighted participants did not unconsciously imitate the gestures of blindfolded participants. Previous findings from Western populations on the effect of automatic imitation were not replicated within the current East Asian sample.

Keywords — Automatic imitation, rock-paper-scissors game, mirror neuron system

1. 序論

近年、他者とのより良い共感的なコミュニケーションを行うための根幹には、相手の非言語的な行動（細かい身体運動）への同調が重要な機能の１つを担っていることが明らかになってきている。身体運動（以下、単に運動と呼ぶ）への同調は、他者の行動を観察すると、同時に自分に類似した行動が起こるという意味で行動的共感と呼ばれる。行動的共感を生み出す心的過程とそれを支える脳神経基盤の仮説が、ミラーニューロン・システム（mirror neuron system）と「心の理論（theory of mind）」の研究から提案されている。近年、これら２種類の認知システムが他者への共感を実現する相補的なシステムを構成するとして注目されている[1]。

しかし、相手の運動に同調するか否かがどのように決定されるのか、また、運動への同調がどのように共感に結びつくのかというメカニズムは十分に明らかにされていない。そこで本研究では、運動への同調を引き起こす心的過程の特徴について，無意識的な模倣（automatic imitation）に注目した。

本研究では，意識的に他者の運動を真似する（模倣）課題ではなく、２者間で思わず無意識的に運動への同調（模倣）が生じるとされるジャンケン[2]を課題として用い、そのメカニズムを検討した。Cook et al. [2]は，実験参加者２名が対面してジャンケンを行い、対戦相手の身振りを無意識的に模倣する行動が起こることを報告した。彼らの実験では目隠しの有無が操作された。両者が目隠しをしてジャンケンを行えば、偶然「あいこ」になる確率は約 33%になると予測される。これに対して、一方の参加者が目隠しをして、もう一方の参加者のみが対戦相手の身振りを見ることができる条件では、目隠し無しの実験参加者は無意識的に相手の身振りを模倣してしまい「あいこ」になる確率は両者が目隠しをしている条件のそれよりも高くなった。しかしながら，Aczel et al. [3]は，Cook et al. [2]の追試を行い，無意識的な模倣は生じなかったと報告しており，ジャンケンのような戦略的な文脈においても無意識的な模倣が生じるか否かは議論がある。

そこで本研究では，Cook et al. [2]のジャンケン課題を用いて同様の実験を行い，日本人において先行研究で示された無意識的な模倣が生じるか否かを検討した。意識的に何らかの判断を下す場面には，他者に対する同調傾向が，欧米人のみならず [4]，日本人を対象として社会的同調を調べた研究においても報告されている [5]。

2. 方法

実験参加者: 矯正あるいは裸眼視力が正常な大学生 27 名（男性 10 名，女性 17 名）が個別に実験に参加した。平均年齢は 20.4 歳（±0.7）であった。

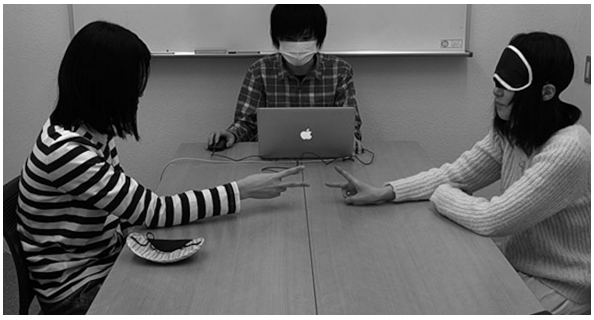
実験計画: 本実験では 1 要因被験者内計画を用いた。要因はジャンケン課題中における目隠しの有無であり，一方の実験参加者のみが目隠しをする条件（目隠し無し：blind-sighted）と両方の実験参加者が目隠しをする条件（目隠し有り：blind-blind）の 2 水準を設けた。

装置: 実験参加者が出した身振り（手の運動）の同期を分析するために，課題遂行中の実験参加者の身振りをハイスピード撮影が可能なデジタルビデオカメラ（FDR-AX100, SONY 社製）によって記録した。サンプリングレートは 120 fps であった。

手続き：実験は 3 名 1 組で実施され，実験参加者は各組へランダムに割り当てられた。女性のみの組が 2 組，女性 2 名と男性 1 名の組が 5 組，女性 1 名と男性 2 名の組が 1 組，男性のみの組が 1 組，合計 9 組で実験を実施した。実験参加者はお互いに授業や学内で顔を合わせたことはあるが，友人同士ではなかった。

実験参加者の課題は，2 名ずつ対面でジャンケンを行うことであった。対戦中は 2 名の実験参加者がジャンケンを行い，残りの 1 名の実験参加者が審判を務め，ジャンケンの身振りの種類（グー，チョキ，パー）と勝敗をスコアーシートにコンピュータで記録した。審判の存在は後出しのような戦略を防ぐためでもあった。1 組あたり 9 回の対戦があり，各対戦では 20 試行のジャンケンを行った。各対戦では，一方の実験参加者が目隠しをしているか，あるいは，両方の実験参加者が目隠しをしていた。Figure 1 は各条件の実験場面を示す。

（A）blind-sighted condition



（B）blind-blind condition

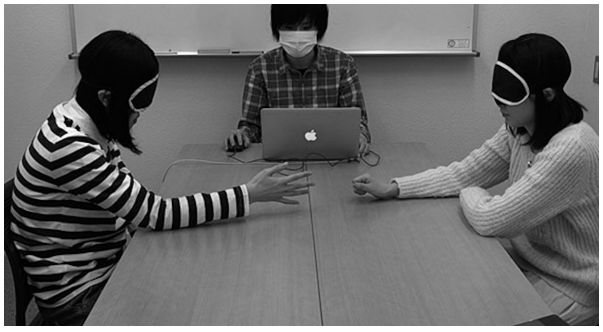


Figure 1. Experimental settings

1 試行は以下のとおりであった。ジャンケンの身振りを出す前に，実験参加者は椅子に座りお互いに対面し，体の前のテーブルに握り拳を置いた。握り拳はグーと区別するために，少し手の力を緩め指が少し開いた自然な状態であった。次に，審判の合図に従ってジャンケンを行った。審判は目隠しをした実験参加者が対戦相手を見ることができないこと，実験参加者が各対戦において必ず対面していることを確認した。そして，審判は目隠しをした実験参加者に相手の出した身振りを知らせ，各対戦の勝敗を声に出して宣言した。実験参加者は，2 試行からなる練習試行を行った後，本試行に参加した。各対戦における条件の実施順序は，blind-sighted 条件を交互に行った後に，blind-blind 条件を実施する順に固定された。各条件を実施した後に対戦相手を交代した。

実験参加者の勝利への動機付けを高めるために，実験参加への謝礼（2000 円）に加えて，ある対戦者との 60 試行のジャンケンで勝利数が多い実験参加者に対して勝利ボーナス（500 円）を与えた。この手続きは実験参加者が意図的に引き分けを狙うことがないように，引き分けと負けの場合にはボーナスは与えられなかった。

3. 結果と考察

まず各条件において，実験参加者が示した 3 種類の身振りの出現頻度をカウントし，条件ごとに平均出現頻度を算出した。Table 2 は各条件における身振りの平均出現頻度を示す。

Table 1. Distribution of the three gestures for the blind-sighted games, the blind-blind games and collapsed across all manipulations (%).

	rock	paper	scissors
blind-sighted	31.4	33.9	34.6
blind-blind	33.0	33.8	33.3
overall	32.2	33.8	34.0

目隠しの有無が 3 種類の身振りのいずれかを選択する割合に影響するか否かを検討するために，目隠しの有無（2）と身振りの種類（3）を要因とする 2 要因被験者内の分散分析を実施した。その結果，いずれの主効果（目隠し: $F(1, 26) = 0.25$, $p = .62$; 身振り: $F(2, 52) = 0.35$, $p = .71$），および交互作用も有意ではなかった（$F(2, 52) = 0.61$, $p = .55$）。このことは目隠しの有無に関わらず，3 種類の身振りの平均出現頻度に差が無いことを示す。つまり，実験参加者はいずれの対戦条件においても 3 種類の身振りを偏りなく出していたと考えらえる。

次に，実験参加者ごとに各条件の勝利数と引き分け

数をカウントし，条件ごとに平均の勝率と引分率を算出した。Table 2 は各条件の平均勝率と平均引分率を示す。

無意識的な模倣が生じているか否かを検討するために，目隠し無し条件における引分率と目隠し有り条件の引分率に対して 1 要因の分散分析を実施した。その結果, 目隠しの有無の主効果は有意傾向であった（$F(1, 26) = 3.56, .05 < p < .10$）。このことは目隠し無し条件における引分率（34.2%）が目隠し有り条件におけるそれ（30.9%）よりも有意に高い傾向にあることを示す。本研究の結果は, 目隠し無し条件の引分率（36.3%）が目隠し有り条件のそれ（33.3%）よりも高いことを示した Cook et al. [2]の結果と一致する傾向にある。

Table 2. Summary of the outcomes observed across the 27 participants.

	mean	SD
blind-sighted		
blind wins (%)	34.0	8.1
sighted wins (%)	31.9	6.1
draws (%)	34.2	4.8
blind-blind		
wins (%)	34.4	8.1
draws (%)	30.9	7.5

だだし，先行研究との相違点は，本研究では目隠し有り条件の引分率が相対的に低くなっている可能性があることである。ジャンケン課題の場合，偶然に引分になる確率は 33.3%であると考えると，本研究の目隠し有り条件では，引分が少なくなっているという解釈が成り立つ。

そこで，目隠し無し条件において対戦相手に対する無意識的な模倣が生じているか否かをより詳細に検討するために，ハイスピードカメラで撮影した引分時の運動の同期を分析した。具体的には，まず各試行において，目隠しをした実験参加者と目隠しをしていない実験参加者のそれぞれの身振りが同定可能な最初のフレームを反応の開始点（オンセット）として取り出した。次に，目隠し無しの実験参加者のオンセットから目隠し有りの実験参加者のオンセットを引いて，身振りの時間的なズレを算出した。もし，対戦相手の身振りが見えている目隠し無しの実験参加者が，相手の身振りを見た後にその身振りを模倣するのであれば，時間的なズレはポジティブ（+）な値を示すと予測された。

Figure 2 は全引分試行（370 試行）における身振りの時間的なズレの分布を示す。ズレの頻度のピークは -25ms から 25ms の間であり，平均の時間的なズレは -16.0ms（±81.4ms）であった。また，時間的なズレがネガティブ(-)な値を示した試行は 214 回(57.8%)，0 を示した試行は 7 回（1.9%），そしてポジティブな値を示した試行は 149 回（40.3%）であった。時間的なズレがポジティブな値を示した試行は約 40%存在していた。しかしながら，Cook et al. [1]が指摘している無意識的な模倣に必要な最小限の時間である 200ms を超える試行は 5 回のみであった。

これらの結果は，目隠し無しの実験参加者が相手の身振りを無意識的に模倣したために引分の頻度が高くなったという解釈を支持しないと考えられる。つまり，目隠しが無い条件において対戦相手に対する無意識的な模倣は生じているとは結論づけられなかった。

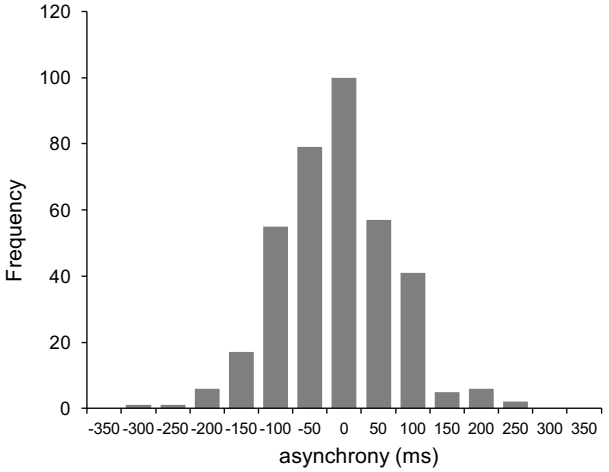


Figure 2. Distributions of asynchronies observed for the 27participants to analysis.

引用文献

[1] 梅田聡 (2014). コミュニケーションの認知科学 2 共感 岩波書店

[2] Cook, R., Bird, G., Lunser, G., Huck, S., & Heyes, C. (2012). Automatic imitation in a strategic context: players of rock-paper-scissors imitate opponents' gesture. *Proc. R. Soc .B*, **279**, 780-786.

[3] Aczel, B., Bago, B., & Foldes, A. (2012). Is there evidence for automatic imitation in a strategic context? *Proc. R. Soc .B*, **279**, 3231-3233.

[4] Asch, S. E. (1956). Studies of Independence and Conformity: I. A Minority of One Against a Unanimous Majority. *Psychological Monograph: General and Applied*, **70**, Whole No. 416.

[5] Ito, H., & Mori, K. (2015). The effect of post-event conversation on eyewitness memory: Using the MORI technique with an East Asian sample. *Proceedings of the 11th Biennial Meeting of the Society for Applied Research in Memory & Cognition*, 55.

日本語の基本色名における色の中心度と短期記憶パフォーマンスとの関係に対する実験的研究

An Experimental Study of the Relationship Between Focality and Short-Term Memory of Colors in the Japanese Language

方 思源 †，松居 辰則 ‡
Siyuan Fang, Tatsunori Matsui
† 早稲田大学大学院人間科学研究科，‡ 早稲田大学人間科学学術院
Graduate School of Human Sciences of Waseda University, Faculty of Human Sciences of Waseda University
siyuanfang@asagi.waseda.jp

Abstract

In this study, we investigated the relationship between color focality and short-term memory (STM) performance for colors in the case of the Japanese language, firstly aiming to evaluate the universality of the focality effect of language-specific basic color terms (LSBCTs). Noticing that the LSBCTs in the Japanese language and the universal basic color terms (UBCTs) are similar in focal color location, we also employed our experiment data to approach the debates on the focality effect of UBCTs. Our experiment found no correlation between color focality and STM performance for colors, but detected a strong correlation between color discriminability and STM performance for colors, suggesting that STM performance for colors was mainly determined by color discriminability. Considered together with the results of some previous studies, our experiment results implied the possibility that the strength of the focality effect of LSBCTs may differ greatly across languages, and that there lacks enough evidence supporting the existence of the focality effect of UBCTs.

Keywords — color, category, Japanese, focality, short-term memory, discriminability, basic color term

1. Research Background and Objective

The research history on the relationship between linguistic color categorization and color perception began with Brent Berlin and Paul Kay[1]'s study. Berlin and Kay investigated 98 languages and found that the basic color terms in any language are restricted in the eleven terms *white*, *black*, *red*, *green*, *yellow*, *blue*, *brown*, *purple*, *pink*, *orange* and *grey*. To explore the cause of this phenomenon, Eleanor Rosch Heider[2] conducted a series of psychological experiments and put forward the hypothesis (called "Rosch's hypothesis" for short in this paper) that the special status of these eleven color terms are derived from the universal perceptual saliency of their focal colors. One of her experiments delved into the relationship between focality of colors and humans' short-term (STM) performance for colors. The focality of a color means the goodness of the color as a representative of the category it belonged to. In this experiment, Rosch used a simplified version of the color array used by Berlin and Kay[1], and selected from it 24 color chips as experimental stimuli of which eight were of the highest focality for each of the eight basic color terms *red*, *green*, *yellow*, *blue*, *brown*, *purple*, *pink*, *orange* (i.e. focal colors), eight of intermediate focality (i.e. internominal colors) and eight of low focality (i.e. boundary colors). Each of the stimuli was tested on two groups of subjects, one speaking English and the other Dani. In each trial, the subject was instructed to watch the color chip for five seconds and search for it in the color array after a 30-second interval. The results showed that for both subject groups, the focal colors were better recognized than the non-focal colors, namely the internominal and the boundary colors. Considering that the Dani language has only two basic color terms *white* and *black*, this result implies, in Rosch's view, that in any language the focal colors of the basic color terms are more perceptually salient, and hence tend to be better recognized through STM than other colors, no matter whether the lexicon of the language actually includes all these color terms or not.

In this paper, we name the correlation between color focality and STM performance for colors as "focality effect". We call this effect "focality effect of universal basic color terms (UBCTs)" if the calculation of color focality is based on the universal basic color terms, which are what we get if we, as Rosch did, average language-specific basic color terms (LSBCTs) across languages. And, we call this effect "focality effect of LSBCTs" if the calculation of color focality is based on the LSBCTs of a specific language. Because Rosch used the UBCTs to determine the focality of her test colors, the focality effect reported in her study was the focality effect of UBCTs.

Debi Roberson et al.(2005)[3]'s study marks a turning point. Although using Rosch's experiment design, they failed to find the same effect on a group of Himba-speaking subjects. When they noticed that some of the internominal colors for UBCTs were within the focal color range for the LSBCTs of the Himba language, they compared the colors that were focal only in English, those focal in both languages, and those focal only in Himba, in terms of STM performance. The results showed that while there was no difference in STM performance between the colors that were focal only in Himba and those focal in both languages, the colors that were focal only in Himba were better recognized than those focal only in English. A re-analysis of a data set collected from a group of Berinmo-speaking subjects using the same method obtained a similar result. In view of the absence of the focality effect of UBCTs in Himba, and the discovery of the focality effect of LSBCTs in Himba and Berinmo, Roberson et al. argue that what is universal is the focality effect of LSBCTs, rather than the focality effect of UBCTs as proposed by Rosch, thus casting doubt on the validity of Rosch's hypothesis.

In our study, we try to further evaluate the universality of the focality effect of LSBCTs through a psychological experiment to see whether this effect can be detected in the Japanese language. And, owing to the similarity between the LSBCTs of the Japanese language and the UBCTs in coverage distribution, which we discovered during the process of data analysis, we also employ our experiment data to probe into the existence of the focality effect of UBCTs.

2. Experiment Settings

Thirteen subjects (six males and seven females, ages: 32.69 ± 12.78, native Japanese speakers, no art experience) participated in our experiment. All of them passed the Ishihara Color Vision Test (38 plates, International Edition), thus being considered as normal in color vision.



Fig. 1 The experiment procedure.

The whole experiment, which was conducted in Japanese, had two sessions (procedure shown in Figure 1). The first session, which had a similar procedure as Rosch's experiment, aimed to test the subjects' STM performance for colors. It consisted of 33 trials. In each trial, a color chip, mounted on the white surface of a cardboard (5.0 cm*5.0 cm), was presented to the subject for five seconds and then retrieved by the experimenter. After a 30-second interval, the subject was asked to find the color in a color array, which was mounted on the white surface of a cardboard (58.5 cm*28.5 cm), by writing on an answer sheet the index of the color chip that he/she thought was the right answer. There was no conversation between the experimenter and the subject during the interval. The color array was the one developed by Rosch, which had the layout shown in Figure 2. The colors tested in this session (called "test colors" in the following) are those within the bold-line-surrounded area in Figure 2. When an answer sheet was completed, the experimenter retrieved it to prevent the subject from referring to the previous answers in the following trials. Each test color was tested at least once to each subject, and for each subject the order of color-testing was randomly determined. For each subject there were three repeated trials, which were intended to prevent the subject from using the strategy of excluding the already tested colors. Before the formal experiment started, a two-trial training using a different set of test colors was carried out. All the color chips were picked from Munsell Book of Color (Glossy Edition), like those in the aforementioned pre-

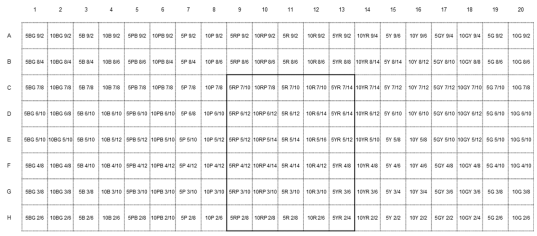


Fig. 2 The layout of the color array.

vious studies.

The second session is targeted to elicit the coverages of the six color categories corresponding to the six basic color terms *Akairo (Red)*, *Pinkuiro (Pink)*, *kiiro (Yellow)*, *Orenjiiro (Orange)*, *Chairo (Brown)* and *Murasakiiro (Purple)*[4], and to obtain the focality of each test color using a modified version of Berlin and Kay[1]'s method. Firstly, the subjects were required to write on six answer sheets, one for each basic color term, all the colors which they thought could be named by each of the color terms. When a subject completed an answer sheet, the experimenter retrieved the answer sheet before giving him/her the next one to prevent the interference of past answers. The six answer sheets were provided to each subject in a random order. Then, the subjects were asked to write on an answer sheet the indexes of the colors that they thought were the best examples of each of the six basic color terms. For each basic color term, reporting more than one colors was allowed, but the subjects were instructed to narrow down their choices as they could. The introduction of the second session was made after the end of the first session, so during the first session the subjects did not know that this experiment was about color categories or color terms.

The experiment was performed indoors with fluorescent lighting (type: National FHF 32EX-N-H; daylight color; color temperature: 5000K), which was close to the CIE D50 standard illuminant. The experimenter and the subject sat opposite at a table on which the stimuli were presented. The distance between the stimuli and the subject's eyes was fixed at 50 cm. A cardboard separating the two persons was set on the middle of the table, making the subject unable to see the experimenter's face when observing the stimuli, waiting at the time interval, or filling the answer sheets.

3. Data Analysis for Investigating the Focality Effect of LSBCTs

3.1 Coverages of Basic Color Terms and Quantification of Focality

Using the data obtained from the second session of our experiment, we specified the coverages of the color categories corresponding to the six basic color terms, and defined the focality of the test colors in a quantitative way.

First, we introduce Red Index, Pink Index, Yellow Index, Orange Index, Brown Index or Purple Index, which measure how often a color has been named using each of the basic color terms. The Red Index of a color is defined as the percentage of the subjects who named the color as red, and the other five indexes are similarly defined. Then, we define the Overall Index (OI) of a color as the largest of the six indexes of the color. Figure 3 shows the distribution of the non-zero OIs and the partition of the six color categories. We classify a color into the color category Red if its OI is its Red Index, or the color category Pink if its OI is its Pink Index, and so forth.

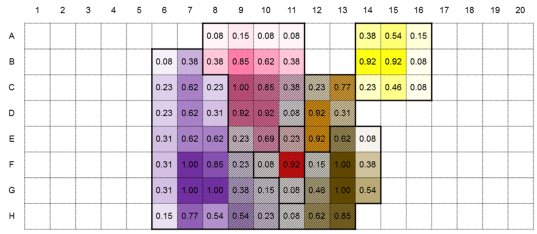


Fig. 3 The distribution of the Overall Indexes of the test colors (colors within the area covered by thin diagonal stripes) and other relevant colors, and the partition of the six basic color categories Red, Pink, Yellow, Orange, Brown and Purple. Color depth corresponds to the magnitudes of Overall Indexes.

Because the colors having the largest OIs and the colors most frequently selected as the best examples (shown in Figure 4) overlapped greatly in location, we think that the OI of a color probably represents the goodness of the color as a typical example of its category. Thus, we quantitatively define the focality score (FS) of a color as its OI value.

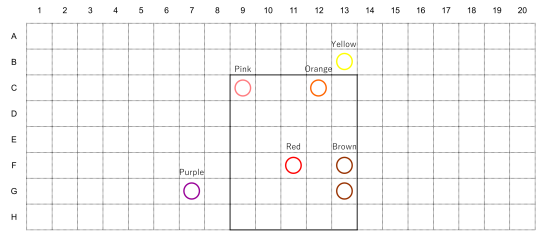


Fig. 4 The colors most frequently selected as the best examples of the color terms *Red*, *Pink*, *Yellow*, *Orange*, *Brown* and *Purple*.

3.2 Relationships Between STM Performance and Focality

We adopt memory accuracy score (MAS) and error distance score (EDS) as two measures of STM performance, like Rosch's and Roberson et al.(2005)'s studies. Because the variable FS is continuous in our study, rather than categorical as in Rosch's and Roberson et al.(2005)'s studies, we think it is best to deem the variables MAS and EDS as continuous. Thus, we define the MAS of a test color as the percentage of the trials where the subjects correctly recognized the color. And we define the EDS of a test color as the mean of the color differences between the test color and the colors mistaken for the test color in the incorrect recognition trials. Color difference is defined as Euclidean distance in the CIE L*a*b* color space throughout this study. So, before calculating color distances, we transformed the Munsell coordinates of the relevant colors into firstly the CIE xyY coordinates (using the O.S.A.-developed conversion tables[5]), then the XYZ coordinates, and finally the L*a*b* coordinates.

To look into whether STM performance for colors correlates with color focality in the Japanese language, we calculated the Person's correlation coefficient between the FSs and the MASs of the test colors, as well as that between the FSs and the EDSs of these colors. No statistically significant correlation was found (FS and MAS: Pearson's correlation coefficient = 0.174, $P = 0.356$, scatter plot shown in Figure 5; FS and EDS: Pearson's correlation coefficient = -0.009, $P = 0.964$, scatter plot shown in Figure 6). It means that, contrary to what Roberson et al.(2005)'s study implies, we failed to find a focality effect of LSBCTs in the Japanese language.

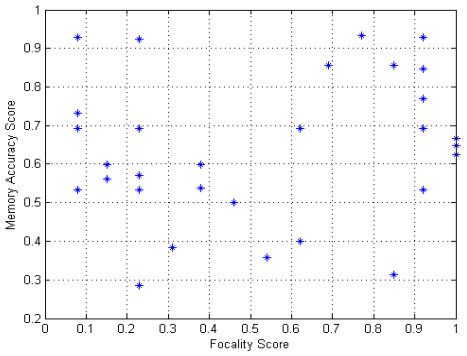


Fig. 5 The relationship between the focality scores and the memory accuracy scores of the test colors.

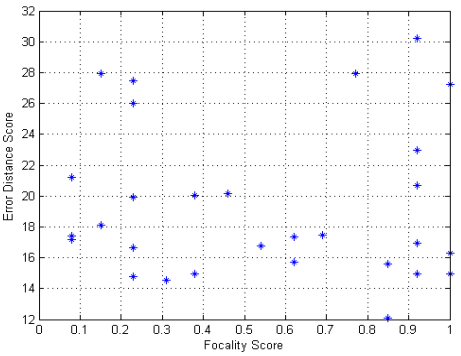


Fig. 6 The relationship between the focality scores and the error distance scores of the test colors.

4. Data Analysis for Investigating the Focality Effect of UBCTs

4.1 Overlapping of the LSBCTs and the UBCTs in the Japanese Language

During data analysis, we noticed that on the color array the locations of the colors that have the highest FSs for the the LSBCTs of the Japanese language are nearly the same as the locations of the focal colors for the UBCTs[1], which suggests a large overlapping of these two sets of color terms in coverage distribution. We then considered that even if the focality effect of LSBCTs does not exist in the Japaese language, if the focality effect of UBCTs exists in this language, we should still have been able to detect the correlation between color focality and the STM performance

[1]To see the locations of the focal colors of the UBCTs in Rosch's color array, please refer to Rosch's paper "Universals in color naming and memory"[2].

for colors. Not founding this correlation in our experiment indicates that the focality effect of UBCTs does not exist in the Japanese language, which runs counter to what Rosch's study suggests.

In order to figure out the cause of the discrepancy between the result of our experiment and that of Rosch's, we searched the literature and found two studies, one by John Lucy and Richard Shweder[6] and another by Debi Roberson et al.(2000)[7], both of which opposed Rosch's proposition. Lucy and Shweder raised the concern that because the discriminability of Rosch's focal colors was higher than that of the non-focal ones in her color array, it was possible that what actually determined the STM performance for her test colors was not their focality, but their discriminability. Here, discriminability of a color means how easily we can discriminate a color from its surrounding colors in the color array. Through discarding some color chips and then randomly shifting the locations of the remaining color chips, Lucy and Shweder changed the color chips which were adjacent to the test colors, and thereby the discriminability of the test colors. Using this new array, they could not detect the focality effect of UBCTs on a group of English-speaking subjects, despite using the same experimental paradigm as Rosch's study. Roberson et al.(2000)'s study, through a successful replication of Lucy and Shweder's experiment results on a group of English-speaking subjects and a group of Berinmo-speaking subjects, supports the idea that it is the discriminability of Rosch's test colors that plays the chief role in determining the STM performance for the colors. In Roberson et al.(2000)'s first experiment, which used Rosch's color array, they obtained a similar result as Rosch's experiment especially in the case of English-speaking subjects. But, when they changed the array configuration to Lucy and Shweder's design and ran the experiment again, they detected the focality effect of UBCTs in neither subject group.

To see whether the discriminability of the test colors, as Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s studies suggest, acts as the determining factor for the STM performance for the colors in our experiment, we firstly defined the discriminability scores of our test colors, and then investigated the relationships between discriminability score and the two indicators of STM performance, namely MAS and EDS.

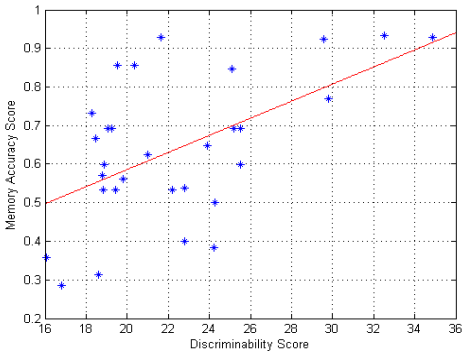


Fig. 7 The correlation between the discriminability scores and the memory accuracy scores of the test colors (Pearson's correlation coefficient = 0.545, P = 0.0018).

4.2 Relationship Between STM Performance and Discriminability

We defined the discriminability score (DS) of a color as the average of the color differences between this color and its eight adjacent colors.

The DSs of the test colors have a standard deviation of 4.61, which is a relatively large quantity as compared to the mean (22.437), and relatively large statistically significant correlations are found between the DSs and MASs of the test colors (Pearson's correlation coefficient = 0.545, P = 0.0018, scatter plot shown in Figure 7) and between their DSs and EDSs (Pearson's correlation coefficient = 0.626, P = 0.0002, scatter plot shown in Figure 8). These results confirm the heterogeneity in discriminability over the color array and suggest the great impact of the discriminability of the test colors on the STM performance for these colors.

5. Discussion

5.1 Implication to the Focality Effect of LSBCTs

Our experiment did not find the focality effect of LSBCTs in the Japanese language, thus casting doubt on the universality of this effect which was proposed

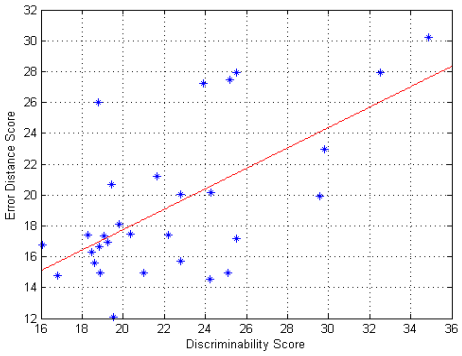


Fig. 8 The correlation between the discriminability scores and the error distance scores of the test colors (Pearson's correlation coefficient = 0.626, P = 0.0002).

by Roberson et al.(2005). In their study, they detected this effect in both the Himba-speaking subject group and the Berinmo-speaking subject group. Because both of the two languages differ from each other and from English in focality distribution[2], it is reasonable to rule out the discriminability of the test colors as the cause of their superiority in STM performance.

On the other hand, like the Japanese language, the LSBCTs of the English language are also similar to the UBCTs in focal color location over Rosch's color array[3][7], which suggests that the coverages of these two sets of color terms overlap greatly. Hence, Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s experiment results, which were originally used to disconfirm the existence of the focality effect of UBCTs, can also be taken as counter-evidence to the existence of the focality effect of LSBCTs in the English language.

Considering these experiment results as a whole, we speculate that the focality effect of LSBCTs exists in some languages (e.g. Himba and Berinmo), but not other languages (e.g. Japanese and English), perhaps due to the differences in living environment between the people speaking the former languages and the people speaking the latter languages.

[2]Both the Himba language and the Berinmo language have five LSBCTs[3][7].

5.2 Implication to the Focality Effect of UBCTs

In Rosch's study, the same test colors and color array are presented to both the English-speaking subjects and the Dani-speaking subjects. As mentioned in Section 4.1, Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s studies found that in Rosch's set of test colors the focal colors are more discriminable than the non-focal ones in average over the color array, and when this discriminability advantage of the focal colors is eliminated, there is no correlation between the focality of the colors and the STM performance for the colors. These results, as the researchers of the two studies argue, imply that the superiority of the focal colors in STM performance observed in Rosch's experiment actually resulted from the higher discriminability of the focal colors, rather than their higher degrees of focality as contended by Rosch. In other words, what seems to be the "focality effect" in Rosch's experiment is probably a "discriminability effect".

By calculating the DSs of Rosch's test colors using our definition and calculation method described in Section 4.2, which were based on strict modern colorimetry, we affirmed the higher discriminability of the focal colors as compared to the non-focal colors (the DSs of the focal colors: mean = 26.17, SD = 9.52; the DSs of the internominal colors: mean = 22.31, SD = 8.43; the DSs of the boundary colors: mean = 21.30, SD = 7.03). And, because the focality of the test colors used in our experiment does not correlate with their discriminability (FS and DS: Pearson's correlation coefficient = 0.125, P = 0.509), we are able to investigate respectively the two relationships, one between the focality of the colors and the STM performance for them, and another between their discriminability and the STM performance for them. Our experiment results indicate that the focality effect of UBCTs does not exist in the Japanese language, thus objecting to the universality or even the existence of this effect, and support the decisive role of color discriminability in determining the STM performance for colors. Obviously, these results tally well with the conclusions of Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s studies.

6. Summary and Future Works

In this study, we conducted a psychological experiment to see whether the focality effect of LSBCTs exists in the Japanese language. Although this experiment is originally intended to evaluate the universality of the focality effect of LSBCTs, due to the great possibility that the LSBCTs of the Japanese language coincide with the UBCTs in focality distribution, our experiment data can also be employed to approach the focality effect of UBCTs. Our experiment found no correlation between the focality of the test colors and the STM performance for them, but detected a strong correlation between the discriminability of the colors and the STM performance for them.

Considered together with the results of Roberson et al.(2005)'s study as well as Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s studies, our experiment results suggest that the strength of the focality effect of LSBCTs may vary greatly across languages. And, regarding the focality effect of UBCTs, like the studies by Lucy and Shweder and by Roberson et al.(2000), our experiment data argue against the universality or even the existence of this effect, and support the hypothesis that what appeared to be the "focality effect" in Rosch's study was in fact a "discriminability effect".

To see how robust our experiment results are, we plan to recruit more subjects and use test colors different from this time in our future studies. In addition, a closer scrutiny of Figure 5 makes us feel that there seems to be a weak tendency that STM performance improves as focality gets closer to its two extremes. Although this U-shaped relationship has not reached statistical significance, we think that in future studies it is important to consider the possibility of nonlinear relationships between color focality and STM performance for colors.

Of course, to eventually resolve the long-term debates on the existence, robustness or universality of either the focality effect of LSBCTs or the focality effect of UBCTs, much more studies investigating different languages and using different experimental methods are needed[3]. One thing to note is that, to prevent the factor of color discriminability from disturbing the analysis of the relationship between color focality and STM performance for colors, researchers should avoid using test colors whose focality correlate with their discriminability.

References

[1] Berlin, B., & Kay, P., (1991) "Basic color terms: Their universality and evolution", University of California Press.

[2] Heider, E. R., (1972) "Universals in color naming and memory", Journal of experimental psychology, Vol. 93, No. 1, pp. 10-20.

[3] Roberson, D., Davidoff, J., Davies, I. R., & Shapiro, L. R., (2005) "Color categories: Evidence for the cultural relativity hypothesis", Cognitive psychology, Vol. 50, No. 4, pp. 378-411.

[4] Uchikawa, K., & Boynton, R. M., (1987) "Categorical color perception of Japanese observers: Comparison with that of Americans", Vision Research, Vol. 27, No. 10, pp. 1825-1833.

[5] Newhall, S. M., Nickerson, D., & Judd, D. B., (1943) "Final report of the OSA subcommittee on the spacing of the munsell colors*", Journal of the Optical Society of America, Vol. 33, No. 7, pp. 385-418.

[6] Lucy, J. A., & Shweder, R. A., (1979) "Whorf and his critics: Linguistic and nonlinguistic influences on color memory", American Anthropologist, Vol. 81, No. 3, pp. 581-615.

[7] Roberson, D., Davies, I., & Davidoff, J., (2000) "Color categories are not universal: replications and new evidence from a stone-age culture", Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 129, No. 3, pp. 369-398.

[8] Garro, L. C., (1986) "Language, memory, and focality: A reexamination", American Anthropologist, Vol. 88, No. 1, pp. 128-136.

[3] There is a study by Linda Garro[8] whose results conflict with Lucy and Shweder's and Roberson et al.(2000)'s for the reasons still unclear to us, and it is difficult for us to explain why the discriminability advantage of the focal colors did not lead to their superiority in STM performance in the case of Himba-speaking subjects as reported by Roberson et al.(2005)[3]. We hope that more empirical data obtained in future studies will help to answer these questions.

服飾ブランドの記憶の誤帰属：ブランドイメージの長期的な変容

Memory misattribution of clothing brand: long-term change of brand image

佐 山 公 一
小 樽 商 科 大 学
Kohichi Sayama (sayama@res.otaru-uc.ac.jp)
Otaru University of Commerce

Abstract

How an image of clothing brand is going to change on a long-term basis, what factors constitute brand image in the case of clothing brand in the first place, and how such factors will explain long-term change were investigated. Results show that misattribution occurred, even though "famousness" of existing clothing brand is gradually reduced year by year. Results also indicate that the image of clothing brand consists of "high-class sense", "uniqueness", and "novelty". The difference among existing clothing brand, and, learned or not learned fictional brand was thought to be the difference in degree of "novelty". A clothing brand are going to be felt less fresh as time goes by, so that famousness of it will diminish. Nevertheless, misattribution to the learned fictional brand will still remain large, because a word sound itself of the fictional brand comes to be felt new.

Keywords － memory misattribution, implicit memory brand, brand image

20代前半の女性はファッションに敏感で，彼女らの好みは他の購買層と比べとりわけ多種多様である。実際，彼女らをターゲットとした既製服には，多くのブランドが存在し彼女らが個々のブランドに対して抱くイメージも多様である。一般に，ブランドのイメージは，製品に関するイメージ，メーカーに対するイメージ，言葉そのものに対するイメージが合わさったものである。このことは服飾ブランドにもあてはまる。製品に関するイメージ，メーカーに対するイメージ，言葉のイメージは時間的に互いに異なる変化の仕方をすると考えられる。言葉のイメージは時間がたつにつれ聞きなれてきて新鮮さがなくなるが，製品やメーカーに対するイメージはその製品が良く使われている限りさほど変わらないと考えられる。また，製品やメーカーに対するイメージは，経済状況の変化によって変容するが，言葉のイメージはさほど変化しないであろう。本研究では，次の二つの仮説を検証することにした。まず，ブランドイメージが潜在記憶であることを確認する。潜在記憶であるとすれば，記憶の誤帰属現象を引き起こす。この仮説を実験1で確認する。次に，ブランドイメージの潜在記憶は，製品とメーカーに対するイメージと言葉そのものに対するイメージ，など，性質の異なる部分からなっている。それぞれが長期的な時間経過とともに異なる変化の仕方をする。このことを実験2で明らかにする。

本研究では，服飾ブランドに関する同じ実験（実験1および実験2）を2001年，2008年（リーマンショック発生直後），2013年の3回にわたって行い，結果の違いを分析した。

実験1では，実在する20代の女性向け既製服ブランドと，これらに似せた架空のブランドを使い，架空のブランドに対し，記憶の誤帰属課題（Jacoby, Woloshyn, & Kelley, 1989）を行い，記憶の誤帰属が生じることを確認する。さらに，2001年時，2008年時，2013年時のすべてで誤帰属が生じているかどうか，生じているとすれば大きさはどのように変化するかを調べる。

実験2では，実験1で呈示したブランドに対する印象評定を行いブランドイメージが長期的にどのように質的に変わるかを調べた。既存の有名ブランドそのも

のは，2001年当時に有名であったものを選んでいるため，既存の有名ブランドそのものに対するイメージも，また，有名ブランドから架空ブランドに（誤）帰属されるイメージも，2001年時，2008年時，2013年時で少しずつ変わる。まず全体で因子分析を行い，服飾ブランドのイメージを構成する因子を抽出し，各因子が2001年，2008年，2013年でどのように変わるかを調べる。

実験1

方法　実験参加者　大学生の女子100名であった。

材料　実在する20代の女性向け既製服のブランドをできるだけ多く集め，きわめて有名（CHANELのような）ではないが，ある程度有名なブランドを20個選んだ。選択は学生2名と著者が行い，3名のうち2名が有名と判断したものを採った。

洋服に詳しい女子学生2名が実在しない架空のブランドのリストを作成し，その中から実在するブランドと雰囲気は似ているが綴りの似ていないものを20個選んだ。

手続き　参加者は暗幕で仕切られた実験スペースに連れて来られ，コンピュータの前に座らせられる。実験は学習段階とテスト段階の2回に分けて行われる。

学習段階において，架空のブランド10個が一つずつランダムな順番で提示されるたびに，参加者はそれを声に出しできるだけ早く読み，読み終えると同時に画面上の「終了」の表示をクリックするよう言われる。ブランドの下には，タイマーが表示されており，ブラントが提示され読み終わるまでの経過時間が分かるようになっている。

学習段階の課題を行った直後，3日後，一週間後のいずれかにテスト段階の課題が行われる。参加者は，40個のブランドがランダムな順番で一つずつ提示されるたびに，提示されたブランドが有名か無名かを判断しなければならない。40個のブランドのうち，10個は学習段階で提示された架空のブランド，10個は初めて提示の架空のブランド，残り20個は実在する有名ブランドであった。学習段階の直後にテスト段階の課題を行う場合にのみ，有名/無名判断と同時に，実験者によって乱数が読み上げられ，偶数が三つ連続したら「はい」と口頭で答えるよう求められた。

実験計画　実験実施年度（2001年，2008年，2013年），二つの実験段階の間の時間間隔（直後，3日後，一週間後）を参加者間要因，ブランドの種類（テスト段階で新たに加えられた「学習していない」架空ブランド，学習段階で提示された「学習した」架空ブランド，実在する有名ブランド）を参加者内要因とした。また，実験参加者，ブランドをランダム要因とした。

結果　ブランドの種類の主効果が有意であった（$F(2, 37)=24.56, p<.0001$）。参加者は，有名ブランド（.57）を学習した架空ブランド（.34）よりも有意に有名と判断した（$t(37)=3.88, p<.0001$）。さらに，学習した架空ブランドを学習していない架空ブランド（.17）よりも有意に有名と判断した（$t(37)=2.56, p<.05$）。学習した架空ブランドと学習していない架空ブランドのとの間に有意差が認められたことから，記憶の誤帰属が生じている可能性が示唆される。実験段階の間の時間間隔，および実験実施年度の主効果は有意ではなかった（順に，$F(2, 94)=.66, p>.52$；$F(2, 94)=.01, p>.90$）。

ブランドの種類と実験実施年度との交互作用が有意であった（$F(4, 3572)=48.25. p<.0001$）。3つの実験実施年度，2001年，2008年，2013年のいずれにおいても，ブランドの種類の単純主効果が認められた（2001年，$F(2, 37)=24.56. p<.0001$；2008年，$F(2, 37)=24.56. p<.0001$；2013年，$F(2, 37)=24.56. p<.0001$）。Figure 1に，ブランドを有名と判断した割合を，「ブランドの種類」および「実験実施年度」ごとに示す。2001年，2008年，2013年のいずれの実験実施年度においても，学習した架空ブランドは学習していない架空ブランドよりも有意に有名と判断した割合が大きくなっている（2001年，$t(44)=2.30, p<.02$；2008年，$t(63)=2.29, p<.02$；2013年，

$t(48)=2.48, p<.01$）。にもかかわらず，有名ブランドを有名と判断した割合は年を追うごとに小さくなっており，2001年は2008年，2013年よりも有意に高かった（順に，$t(160)=5.22, p<.0001$；$t(119)=7.03, p<.0001$）。有名ブランドと学習した架空ブランドとの間に有意差が認められたのは，2001年度のみ（$t(44)=7.90, p<.0001$）であった。2008年度には有意な傾向（$t(67)=1.89, p<.06$）は認められたが，2013年度には有意性は認められなかった（$t(48)=1.13, p>.25$）。2001年度に比べ，2008年度，2013年度には，実在する有名ブランドを有名と判断した割合，すなわちブランドイメージそのものが小さくなっているが，記憶の誤帰属そのものは2001年度だけではなく，2008年度，2013年度にも生じていることが分かる。

ブランドの種類と「実験段階の間の時間間隔」との間の交互作用，実験実施年度と実験段階の間の時間間隔との間の交互作用，ブランドの種類と実験段階の間の時間間隔と実験実施年度との間の交互作用はいずれも有意ではなかった（順に，$F(4, 3557)=1.87. p>.011$；$F(4, 93)=.06. p>.99$；$F(8, 3557)=1.23. p>.027$）。

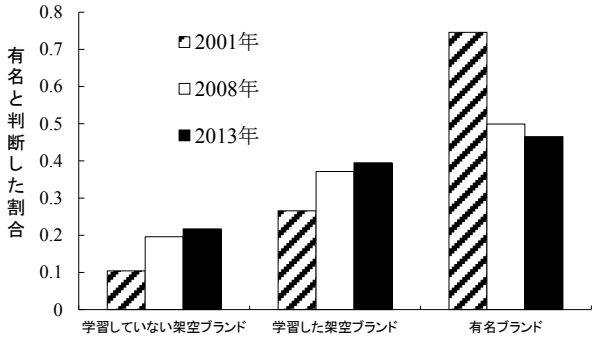


Figure 1. ブランドランドイメージの誤帰属の時間的な変化

実験2

方法　実験参加者　実験1と同じ大学生の女子100名であった。

材料　実験1で用いた「学習していない」架空ブランド，「学習した」架空ブランド，実在する有名ブランドに対するイメージがどのように変化したかを調べるために10対の形容語尺度「子供っぽい-大人っぽい」，「高級な-低級な」，「上品な-下品な」，「洗練された-やぼったい」，「派手な-地味な」，「大胆な-繊細な」，「華麗な-質素な」，「個性的な-平凡な」，「斬新な-時代遅れな」，「魅力的な-魅力のない」が用意された。

手続き　参加者は実験1のテスト段階終了後，引き続きコンピュータの前に座らせられる。画面には，「学習していない」架空ブランド10個，「学習した」架空ブランド10個，有名ブランド10個の中のいずれか一つが提示されている。ブランドは必ず実験1で提示されている。ブランドの下には10対の形容語尺度が並び,尺度の順序と向きはランダムにされている。参加者はそれぞれのブランドの印象を形容語尺度上で評定しなければならない。制限時間は課されない。

結果

探索的因子分析を行った。反復主因子法（共通性の初期値は*SMC*），スクリープロット基準，斜交回転（プロマックス回転）を使い，3因子を抽出し，それぞれ高級感，個性，新しさと命名した。累積寄与率44.8%であった。結果をTable 1に示す。

Table 1
探索的因子分析の結果.

	高級感	個性	新しさ
子供っぽい−大人っぽい	-.68	-.04	.10
高級な-低級な	.62	.08	.09
上品な-下品な	.62	-.21	.11
洗練された-やぼったい	.42	-.01	.38
派手な-地味な	.05	.77	-.02
大胆な−繊細な	-.25	.54	.00
華麗な−質素な	.33	.52	.00
個性的な−平凡な	-.03	.50	.26
斬新な−時代遅れな	-.02	.17	.59
魅力的な-魅力のない	.17	-.01	.55
寄与率(%)	18.24	17.65	8.93

探索的因子分析の結果を使って検証的因子分析を行った。結果をFigure 2に示す。AGFI = .972，CFI = .976，RMSEA = .047となり，適合度は良好であった。パス係数はすべて.1%水準で有意であった。

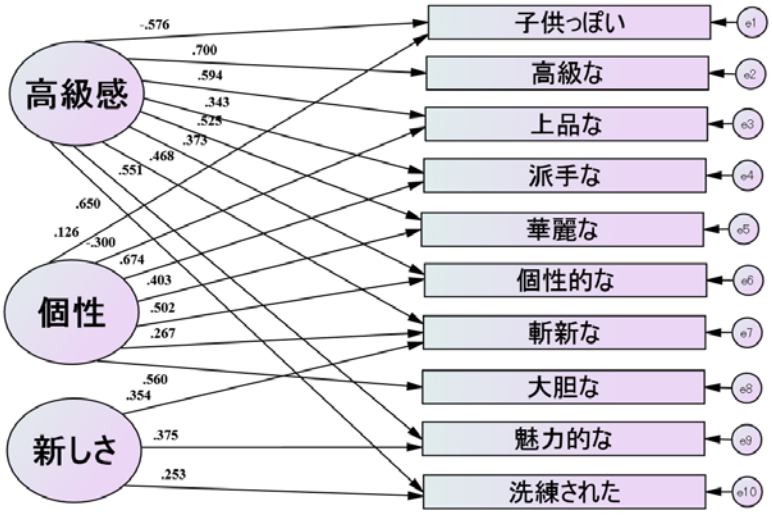


Figure 2. 検証的因子分析の結果（標準化解）

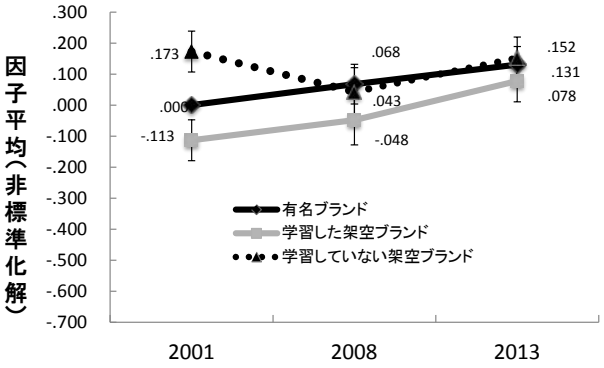


Figure 3(a).「高級感」の時間的な変化.

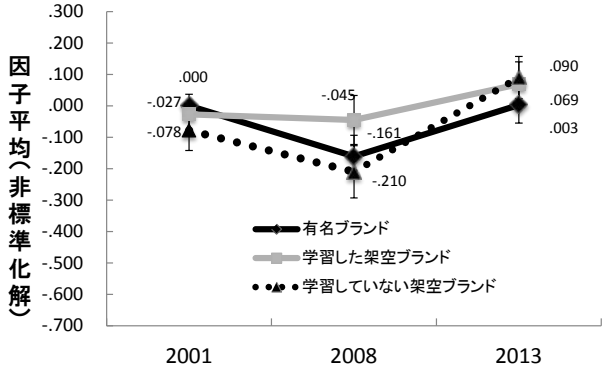


Figure 3(b).「個性」の時間的な変化.

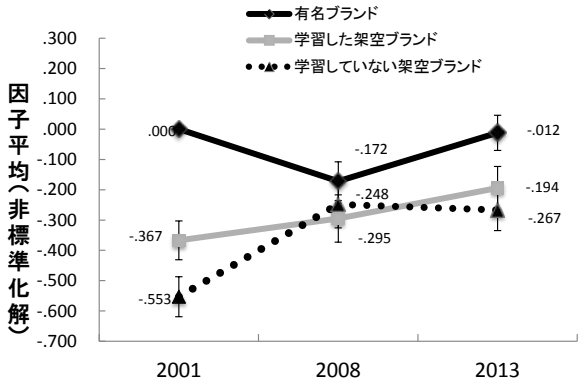


Figure 3(c).「新しさ」の時間的な変化.

次に，検証的因子分析の結果を使って，実験実施年度別に分けた平均構造を含む多母集団の同時分析を行い，各因子の因子平均を実験実施年度別に算出した。結果を Figure 3(a), (b), (c)に示す。識別性を確保するため，2001 年度の有名ブランドの「高級感」，「個性」，および「新しさ」の因子平均を 0 と置いた。

因子平均の間の一対比較を行ったところ，2001 年度には，学習していない架空ブランドの「高級感」（.173，Figure 3(a)を参照）は有名ブランドより（.00）も有意に高かった（z=2.63,p<.01）。また，2001 年度

有名ブランド（.00）の「新しさ」は学習した架空ブランドの「新しさ」（-.367，Figure 3(c)を参照）および，学習していない有名ブランド（-.553）よりも有意に高くなった（順に，z=4.17, p<.01；z=5.86，p<.0001）。2001年度の比較の中で，これ以外に有意差は認められたものはなかった。

2008年度の一対比較では，有意差の認められたものはなかった。

2013年度の一対比較では，2008年度の「新しさ」と似たパターンが認められた。すなわち，有名ブランドの「新しさ」（.00）は，学習した架空ブランドの「新しさ」（-.194，Figure 3(c)を参照）および学習していない架空ブランドの「新しさ」（-.553）よりも有意に高くなった（順に，z=2.46, p<.01；z=3.25，p<.01）。2013年度の比較の中で，これ以外に有意差は認められたものはなかった。

2001年度と2013年度に，学習した架空ブランドは学習していない架空ブランドよりも「新しさ」が数字の上では大きくなった。誤帰属によって，架空ブランドに付与されるブランドイメージの属性は「新しさ」と関係があるのかもしれない。

そこで，実験1の有名性（有名と判断した割合）の結果に，実験2の因子がどの程度影響しているかを調べた。Figure 5のモデルを構成した。図の中の「有名性」に誤差を設定すると不適解となったため誤差はモデルに含めなかった。Table 2に結果を示す。2001，2008，2013年度すべてにおいて「新しさ」因子から有名性へのパスが有意であった。

パス係数間の一対比較を行ったところ，2001，2008，2013年度すべてにおいて，有名ブランドと学習した架空ブランドは，ともに学習していない架空ブランドよりも有意にパス係数が大きかった。「新しさ」因子が，有名ブランドと学習した架空ブランドには影響しているが，学習していない架空ブランドには影響していないことが分かる。このことからも誤帰属によって付与されるブランドイメージの属性が「新しさ」と関係があることが示唆される。

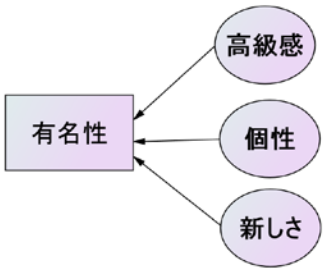


Figure 5. 因子から有名性へのパスを引いたモデル.

Table 2
因子から有名性への非標準化パス係数

	高級感→有名性			個性→有名性			新しさ→有名性		
	2001年度	2008年度	2013年度	2001年度	2008年度	2013年度	2001年度	2008年度	2013年度
有名ブランド	-.035 *	-.049	-.050 *	.023	.020	.028	.433 ***	.495 ***	.495 ***
学習した架空ブランド	-.046	.011	.001	-.003	.039	.027	.439 ***	.486 ***	.488 ***
学習していない架空ブランド	-.015	.073 *	-.004	-.036	-.014	-.004	.304 ***	.387 ***	.412 ***

*p < .05, **p < .01, ***p <.001.

実験 1 の有名性判断に「新しさ」因子が影響しているとすると，有名ブランドの有名性そのものが年度を追うごとに小さくなっている理由は容易に説明できる。また，2001，2008，2013 年度すべてを通して，学習した架空ブランドの有名性が学習していない架空ブランドの有名性よりも有意に高くなっている理由は，学習した架空ブランドがスラスラ読める印象に，言葉の響きの新しさ，すなわち，初めて見る新しいブランドのような印象が加わって，有名性が増幅されたからかもしれない。

引用文献

Jacoby, L. L., Woloshyn, V. &, Kelley, C. (1989). Becoming famous without being recognized: Unconscious influences of memory produced by dividing attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118(2), 115-125.

幼児の言語使用による類推への効果
The effect of elicited verbal framing on children's analogical reasoning

齊藤　都[†]，佐治 伸郎[‡]，廣田　昭久[‡]
Miyako Saito, Noburo Saji, Akihisa Hirota
[†]名古屋大学[院], [‡]鎌倉女子大学
Nagoya University, Kamakura Women's University
m.teru2bouzu@gmail.com

Abstract
The present study examined whether the elicited verbal framing scaffolds the accomplishment of analogical reasoning in children and adults. In the experiment, 4-, 5-years old children and adults were assigned to either of the following two experimental conditions. In the passively hearing condition, the participants were told the two picture-stories which were conceptually similar but used complementary verbs, such that the subject of the one event was the object of the other event. In the verbal flaming condition, the participants saw the same picture-stories but asked to explain what was going on in the picture-story by themselves. In both conditions, participants were then asked to judge whether the pair of stories had similarities, and then to draw an inference about the one story from the other story (i.e., analogical reasoning). The results showed that adults could find the similarities between the two stories and accomplished analogical reasoning, regardless of the experimental conditions. Children on the other hand could detect the similarities only in the verbal flaming condition. Furthermore, children's success in analogical reasoning depended on the quality of verbal framing; children who gave the same verbs across the two stories could succeed in the analogical reasoning. The findings suggest that elicited verbal framing facilitates children's analogical reasoning, when they help children to re-represent the relational knowledge between the two different structures.

Keywords — Analogy, Re-representation, similarity

1. はじめに

未知の対象・事象に出会った時，既知の対象・事象をもとに未知の対象・事象を理解しようとする人間の類推能力は，発達と共にその内実が変化することが知られている．例えば，4, 5 歳の子どもは，既知の対象・事象と未知の対象・事象との間に知覚的な類似性があると類推能力が促進されやすいが，6 歳になると知覚的な類似性がなくとも類推能力を発揮することができるようになる[1]．このように，抽象的な関係に着目する類推が年齢を追う毎に可能になる背景には，記憶容量の増加やそれに伴う表象的脱中心化傾向等，様々な要因の存在が考えられるが[2]，本研究では特に，事態の抽象的性質の発見を助ける言語化の作用(e.g.,[3])が類推の成立にどのように影響を与えるかを検討した．具体的には視点の入れ替わりのある物語 (e.g.,「追いかける」側が主人公の物語と「逃げる」側が主人公の物語)を使用して，2 つの物語の類似性を判断させる課題(類似性判断課題)，及び一方の物語の結末からもう一方の物語の結末を推測させ，類推の成立を確認する課題(転移課題)において，子どもが物語を言語化して捉えることがそれぞれの課題の成績にどのような影響を与えるのかを調査した．

1.1 類推能力の発達

類推の成立は，異なる事態間における類似性の発見を前提としている．つまり事態間に構造の類似性が検出された場合に，既知の事物・事象を含むベース領域から未知のターゲット領域への写像が可能になり，ベースの要素からターゲットに転移すれば類推が成立する．類推の成立過程を説明する古典的理論である構造写像理論では，ベースとターゲット間の類似性について，抽象性の低いものから順に対象類似性，関係類似性，構造類似性と， 3 つのレベルが存在することを想定する [4]．対象類似性とは，色や形などの知覚的に捉えられるものの類似性，関係類似性とは，2 つの対象を結ぶ類似性，また構造類似性とは，2 つの関係を結ぶ類似性を指す．例えば，「リンゴが木から落ちたので，犬はリンゴを手に入れた」という事態において，対象に該当するものは，「リンゴ」，「木」，「犬」であり，関係に該当するものはそれらを結ぶ「落ちた」と「手に入れた」となる．さらに「落ちたから手に入れた」が関係を結ぶ構造にあたる．

類推の発達過程において，4 歳ぐらいの子どもはまず知覚的情報に基づく対象類似性を発見するようになり，6 歳ぐらいになるとより高次である関係類似性を発見できるようになることが知られている [1, 5]．関係類似性発見への足掛かりとしてベースとターゲット間の対象レベルの類似性の役割は非常に大きい．実際に 4 歳児では，ベースとターゲットの構造における対

象間の類似性が比較し易いよう対提示すると関係類似性の発見が促される．逆に対象レベルの知覚的類似性がない場合には，5 歳児であっても類推の成立は難しくなる[1]．更に，細野では，ターゲットとベースの対象の対応付けが難しい状況では，対象間の知覚的類似性の有無に関わらず，4，5 歳児において類推が成立しないことを示した[6]．この実験では，4-6 歳児を対象に，視点の入れ替わりのある物語の対象レベルの構成要素が知覚的類似性のある図版で構成されている場合と，知覚的類似性のない図版を構成されている場合で，どのように類推の成立に差があるのかを調査した．ここで視点の入れ替わり[1]のある物語とは，鬼ごっこの物語の場合，ベースとターゲットとして対提示される物語のうち一方は「追いかける側」の視点で描かれている物語となっており，もう一方は「逃げる側」の視点で描かれている物語となっている物語のことである．このようなケースでは，2 つの視点から見た事態をそれぞれの別箇の事態として捉えるのではなく，1 つの事態であると捉えなおす必要があるために，両者を比較し類推が成立させることが難しくなると考えられる．細野の実験では，このような視点の入れ替わりのある２つの物語を子どもに聞かせたのち，ベースとターゲット間に類似性を発見することができたかを問う類似性判断課題[2]及び物語の結末をベースからターゲットに転移させることができたかどうかを問う結末推測課題を行った．その結果，比較する二つの物語が視点の入れ替わりを含む場合，対象間の知覚的類似性の有無にかかわらず 4 歳児の多くは類似性を発見できず，転移が困難であった．また 5 歳児は類似性を発見できても，転移が成立しなかった．

細野は，この結果について子どもは事態を再表象する能力が未発達なことにより，知覚的類似性があってもそれを類推へと結びつけることができなかったと考察した[6]．つまりベースとターゲットに視点の入れ替わりがある場合，構造類似性の発見のためには「追いかける」，「逃げる」などの関係レベルの構成要素を「鬼ごっこ」として捉えなおすといった構成要素の再表象が必要とされるが[7]，このことは 4，5 歳の子どもには非常に難しいことであると考えられる．

1.2 事態の再表象における言語化の役割

本研究では，この類推における再表象を促す可能性があるものとして，言語化の効果に着目する．言語は認知主体の事態の捉え方を外化することにより，事態に対するメタ認知を促進することが様々な分野で報告されている．例えば白水では，学習場面における言語の使用は，知識の構造化を促し，より転移が生じやすくなるとの議論を展開している[8]．スキルサイエンスの分野においても，身体的な行動を言語化することで，着目すべき事象や概念が焦点化されるという報告がある[9]．さらに子どもの抽象的属性の推論に関する研究においても，言語的なラベルによって知覚的な類似性から，より抽象的な属性へと着目できるようになることが示されている[3]．

このように事象・対象の言語化は，子どもが事態を再表象することを助ける可能性がある．そこで本研究では，事態の言語化が子どもの類推の成立に影響を与えるのか否かを検討する．具体的には，[6]では難しいとされた，視点の入れ替わりを含む二つの物語の関係類似性を捉える課題において，4，5 歳児が自発的に事態の言語化を行うことが類推の成立を助けるかどうかを検討する．また，単に言語化するということだけではなく，どのように言語化したかというその内容が類推にどのような影響を与えたのかも合わせて検討した，

1.3. 本研究の概要

本研究は，従来 4，5 歳児には関係類似性の発見が難しいとされてきた視点の入れ替わりのある物語を使用して，事態を言語化して捉えることが類推の成立にどのような影響を与えるのかを検討した．

実験 1 では，まず大人を対象に，[6]では検討されていなかった視点の入れ替わりのある物語に対する類似性判断の有無，類推の成立について検討する．更に，物語を言語化することによる類推への影響の有無を合わせて検討する．実験 2 では， 4，5 歳児を対象に，大人と同じく自発的に事態を言語化することが類推にどのような影響を与えるのかを検討する．事態の言語化がベースとターゲットの構造比較を促進するならば，両者の間に類似性を発見しやすく，またその結果とし

[1]本研究において，「鬼ごっこ」「かくれんぼ」など出来事の内容は一致しているが「追いかける」，「逃げる」等，描かれている主人公の立場が異なる物語を「視点の入れ替わりのある物語」として扱う．[6]では「主客の入れ替わり」と表記されていたが，関係レベルの構成要素がベースとターゲットで異なる動詞で表現されるため「視点の入れ替わり」として扱う．

[2] [6]では「共通性判断課題」と表記されていたが，「似ている/似ていない」の判断を求めるため「類似性判断課題」として扱う．

て転移の成立も起こりやすいことが予想される.

2. 実験 1

2.1 方法

2.1.1 調査参加者

神奈川県内の女子大学生 1〜4 年生読み手条件に 21 名，聞き手条件に 20 名，41 名が参加した．平均年齢は 20.78 歳，*SD*＝1.26， 2016 年 10 月及び 2016 年 2 月に学生の調査が行われた.

2.1.2 刺激

調査にあたり，[6]で使用された材料をもとに本課題用物語，ディストラクタ用物語，練習用物語，結末カードを A6 サイズのケント紙(以下図版)を使用して作製した．各物語は 2 枚の図版で 1 つの物語となるように構成された．本課題用物語と，ディストラクタ用物語は, 1 つの物語に対して結末カードを 2 枚作製した．各物語を 2 つの物語で 1 ペアとした.

本課題用物語の各ペアは, 知覚的類似性(登場人物の向き・形・色の類似)があり，視点の入れ替わりのある物語となるように作製された．物語の内容は計 4 つであり，各内容について 2 つ作製した(鬼ごっこ×2，貸し借り×2，かくれんぼ×2，お誕生日会×2).「鬼ごっこ」の図版の例を図 1 に示す.

ディストラクタ用物語は，すべての課題が知覚的類似性を持ち，視点の入れ替わりがある物語であると，回答に偏りがでることを防ぐために作製された．知覚的類似性がなく，視点の入れ替わりもない物語となるように 4 ペア作製された．本調査の手続きを理解するために 2 つの練習用物語を作製した．以上の物語図版計 100 枚が作製された.

全ての物語に対して物語文を作製した．物語文は 3 文構成であり，1 文目は物語の枠組みを提示するための文章(以下お話 1)，2 文目は各物語の物語図版の 1 枚目に対応する文章(以下お話 2)，3 文目は各物語の物語図版の 2 枚目に対応する文章(以下お話 3)である. 本課題用物語，及びディストラクタ用物語については，結末カードの物語文も作製した．物語分の例を図番と合わせて図 1 に示す.

2.1.3 手続き

参加者は，読み手条件もしくは，聞き手条件のどちらかに参加した．どちらの条件も，練習課題 1 試行，本課題 4 試行，ディストラクタ課題 2 試行の計 7 試行で構成された．全試行は記録のため，IC レコーダーで

	男の子1	男の子2
お話1	「たろう君とじろう君が鬼ごっこをしています」 教示: 全ての図版のたろう君及びじろう君の指さし.	「ひろし君とけんた君が鬼ごっこをしています」 教示: 全ての図版のたろう君及びじろう君の指さし.
お話2	「たろう君は10まで数えています」	「ひろし君は走っています」
お話3	「たろう君はじろう君を追いかけました」	「ひろし君はけんた君から逃げました」
結末	「たろう君はじろう君を，捕まえました」もしくは 「たろう君はじろう君を捕まえられませんでした」	「ひろし君はけんた君から，逃げられませんでした」もしくは 「ひろし君はけんた君から逃げることができました」



図 1 物語図版の構成例; 鬼ごっこの物語

の録音を行った．提示順，ベースとなる物語の視点の入れ替わり及び，ベースとなる物語の結末カードが 2 枚の内どちらを使用するかは，全てカウンターバランスがとられた．両条件とも，お話 1 を提示する場合には，提示された全ての図版のうち，該当する人物全てに対して指さしを行った．

読み手条件

まず初めに，練習課題を行った．練習課題は，参加者に練習課題であることを説明して実施した．参加者には，調査者が練習用物語図版2枚を全て提示し，提示した物語のお話1を提示した．調査者が提示した図版の1枚目から順に，物語の主人公である登場人物が何をしているかの回答を求めた(e.g.,「○○は，何をしているかな？」)．この際，必ず該当する人物の指さしを行った．続けて，物語文と同様の物語を参加者が読めているかを確認するために，物語の登場人物名，物語のお話の内容について質問をし，回答を求めた．

本課題は，類似性判断課題，類似性判断理由付け課題，結末推測課題，結末推測理由付け課題の4課題を順に行った．物語の内容は，鬼ごっこ，貸し借り，かくれんぼ，お誕生日会の物語を各1回ずつ使用した．

類似性判断課題は，物語ごとに1枚目，2枚目と順に全て提示し，初めに提示した物語のお話1を提示する．提示後，参加者に1枚目から順に読み進めるように求めた．1つ目の物語を読み終えたら，調査者がもう一方の物語のお話1を提示し，同様に参加者が図版の1枚目から順に読み進めるように求めた．その後に物語のペア同士が似ているか，似ていないかを尋ね，回答を求めた(e.g.,「今読んでくれた，この2つのお話は，似ていますか，似ていませんか」)．

類似性判断理由付け課題では，類似性判断課題の回答に対する理由を尋ね，回答を求めた(e.g.,「どうしてそう思ったのか理由も教えてください」)．

結末推測課題では，初めに提示した物語の結末カードを提示し，結末のお話を参加者が読み進めた．次に，もう一方の物語の結末が決まっていないことを説明し，結末カードを2枚提示し，調査者がどのような結末になったのか尋ね，2枚とも参加者が結末を読み進めた．読み終えた後に，初めに提示した物語の結末を振り返り，どちらか一方の結末カードを選択するように求めた(e.g.,「こっちのお話は，こうだったけど，じゃあ，こっちの物語の最後は，どうなると思いますか」)．

結末推測課題理由付け課題では，結末推測課題での回答の理由を求めた(e.g.,「どうしてこっちになるな，と思ったのですか」)．

ディストラクタ課題は，ディストラクタ用物語図版を使用し，本課題と同様の課題が行われた．参加者には，ディストラクタ課題であることは分からない状態で行われた．

読み手条件では，物語文はお話 1 のみ提示された．参加者が物語を自ら読み進める際に，お話 2，3 の内容の主人公及び，述部が一致するように，各物語の主人公にあたる人物が何をしているかを質問する形式で行われた(e.g.,「○○は，何をしているかな？」)．参加者が主人公にあたる人物を主語にせず，お話 2，3 と述部を一致させない場合は，再度，物語の主人公が何をしているかを尋ねた．それでも，物語のお話の主人公が入れ替わってしまう際には，発話された物語の内容の述部がどちらの行為であるかを尋ね，物語の主人公でないことを確認して次の図版や課題に移った．

聞き手条件

聞き手条件では，読み手条件の参加者が読み進めるところを，物語文を使用し，全て調査者が読み上げた．物語文を提示する際は，登場人物名の読み上げと同時に，物語文に対応する図版のうち，該当する人物の指さしを行った．それ以外の手続きは読み手条件と同様であった．

2.2 結果

分析には，調査時の教示間違いがあった試行のデータは分析対象外とした．したがって，大人 41 名のデータを使用し分析をした．平均年齢は 20.78 歳，*SD*＝1.26 であった．IC レコーダーで採集した音声データのうち，類似性判断理由付け課題，結末推測理由付け課題の発話は，文字に書き起こされた．

2.2.1 類似性判断課題及びその理由付け

類似性判断課題において，個人ごとに各試行に対し「似ている」と回答した試行の割合を算出し，それを平均したものを図 2 に示す．

表1 類似性判断課題理由付けカテゴリー基準

カテゴリー	内容	プロトコル例
構造・関係	構造・関係に言及	鬼ごっこ，鬼ごっこだったから(4歳・読み手条件)，．お話が同じだから(5歳・聞き手条件) えっと，同じかくれんぼをしているから(大人・読み手条件)
知覚に着目	知覚的類似性に言及	顔が違うから(4歳・聞き手条件)，なんかズボンがにてる．色が違うけどさ，形が同じ．ここくつが同じ感じだった(聞き手条件・5歳児)，登場するキャラクターが違いますし，あ，ま，それですね，登場するキャラクターが違うなっていうのが，違うっなあと思いました(大人・読み手条件)．
その他	判断基準が不明	似てないから(4歳・読み手条件)，わかんない(5歳・聞き手条件)

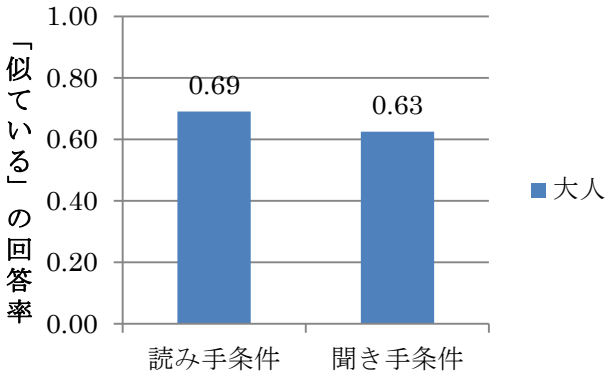


図2 大人の類似性判断課題における「似ている」の回答率

条件が類似性の判定に影響を与えているかを検討するために，ロジスティック混合効果モデルを採用した[10]．被説明変数は似ている／似ていないの二値の反応とし，説明変数として条件(読み手条件／聞き手条件)を固定効果に，参加者及び刺激素材を変量効果としてモデルに投入した．効果の解釈をしやすくするために，説明変数に関しては正方向に「読み手条件」，負方向に「聞き手条件」が対応するよう，中心化処理を行った[11]．モデルの作成は統計ソフトウェア R(3.2.0)及び lme4 パッケージ(1.1.7)を用いて行った[3]．結果，切片のみが有意であった(β=1.27, SE=.62, z=2.05, p<.05)．一方条件ごとの類似性判定傾向に有意な差は見られなかった．このモデルにおける対数オッズのゼロは 50%の正答率を指すため，切片が有意に正の値となっていることは，条件の効果がない場合においてチャンスレベルを上回っていたことを示している．

各条件間において「似ている」の回答の理由がどのようなレベルの構成要素であったのかを知るために得られた理由付けを「構造・関係に着目」した理由であったもの，「知覚に着目」した理由であったもの，「その他」の 3 つのカテゴリーに分けを行った．表 1 にカテゴリーわけの基準を示す．

読み手条件では 88%が「構造・関係に着目」のカテゴリーに属する回答であった．聞き手条件では，86%が「構造・関係に着目」のカテゴリーに属する回答であった．

2.2.3 結末推測課題及びその理由付け

結末推測課題に関して，各試行でベースの結末をターゲットに転移させている割合を算出し，その平均を条件間で比較したものを図 3 に示す．

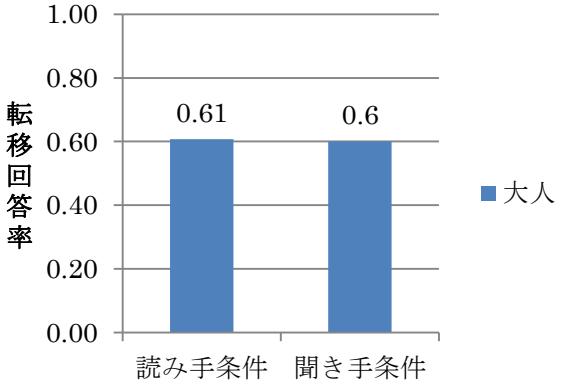


図3 大人の結末推測課題における転移回答率

転移の有無に，条件，及び類似性判断の結果が影響を与えるかどうかを調べるため，転移の有無(あり/なし)を被説明変数，条件(読み手条件/聞き手条件)，類似性判断の結果(あり/なし)，及び両者の積である交互作用を固定効果に，参加者と刺激素材を変量効果としてロジスティック混合効果モデルを作成した．結果，類似性判断の結果が有意であった(β=1.21, SE=.42, z=2.87, p<.00)．以上の分析より，大人の類推の成立において類似性判断の成功が転移の成功へと結びつくことが示唆された．

[3] 以下の分析でも同様のソフトウェアを用い同様の説明変数に対する中心化処理を踏まえ分析が行われた．また二値変数の中心化処理における正負は，本稿では以後先に記載する変数を正，後に記載する変数を負とする．例えば年齢(4 歳児/5 歳児)であれば，4 歳児を正方向に，5 歳児を負方向に中心化している．

結末推測課題時にベースをもとに結末カードを選択したのかを調べるために，結末推測課題理由付けで得られた理由を，ベースに言及しているものと，していないものの 2 つのカテゴリーに分けを行った．表 2 にカテゴリーわけの基準を示す．読み手条件では，56%が「ベースに言及」のカテゴリーに属する回答であった．聞き手条件では， 48%が「ベースに言及」のカテゴリーに属する回答であった．

実験 1 によって，大人は条件に関係なくチャンスレベルより高い割合で類似性を検出することが可能であり，さらに類似性が検出されると転移を成功させることが示された．

3. 実験 2

3.1 方法

3.1.1 調査参加者

横浜市内の保育園の年少～年長クラスの園児のうち，満 4，5 歳児の計 47 名を対象に調査を行った． 4 歳児 22 名 5 歳児 25 名であった．4 歳児は平均月齢 55 ヶ月，SD=3.62，5 歳児は平均月齢 65.9 ヶ月，*SD*＝3.83 であった．なお，4 歳児は男児 11 名，女児 11 名，5 歳児は男児 11 名，女児 14 名であった．本調査は，2015 年 10 月に園児の調査が行われた．読み手条件には，4 歳児 11 名，5 歳児 14 名，聞き手条件には 4 歳児 11 名，5 歳児 11 名が参加した．

3.1.2 刺激

実験 1 と同様のものを使用した．

3.1.3 手続き

実験 1 と同様の手続きで行われた．

3.2 結果

分析には，調査時の教示間違いがあった試行のデータ，途中で調査参加が中断し，行われなかった試行のデータは分析対象外とした．したがって，幼児 47 名のデータを使用し分析をした．IC レコーダーで採集した音声データのうち，類似性判断理由付け課題，結末推測理由付け課題及び，読み手条件における物語の発話は，文字に書き起こされた．

3.2.1 類似性判断課題

類似性判断課題において，個人ごとに「似ている」と回答した試行の割合を算出し，それを年齢ごとに平均したものを図 4 に示す．

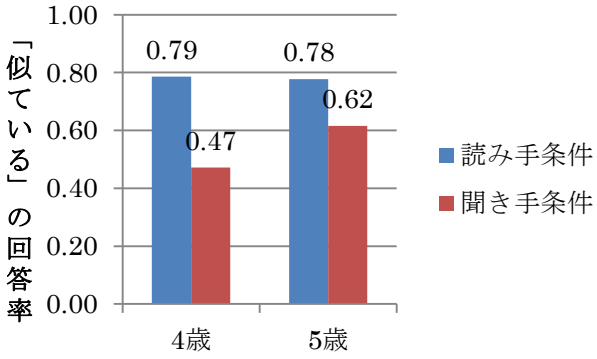


図 4 4, 5 歳児の類似性判断課題における「似ている」回答率

読み手条件において，4歳児は79%，5歳児は78%が「似ている」と回答した．聞き手条件において4歳児は47%，5歳児は62%が「似ている」と回答した．年齢と条件が類似性の判定に影響を与えているかを検討するために，ロジスティック混合効果モデルを採用した被説明変数は似ている／似ていない二値の反応とし，説明変数として年齢（4歳児／5歳児），条件（読み手条件／聞き手条件），年齢と条件の交互作用を固定効果に，参加者及び刺激素材を変量効果として指定した．結果，切片（β=2.27, *SE*=.10, *z*=2.27, *p*<.05）と条件の効果（β=3.87, *SE*=.1.91, *z*=2.02, *p*<.05）が有意であった．この結果から，

表2 結末推測課題理由付けカテゴリー基準

カテゴリー	内容	プロトコル例
ベース言及	ベースに言及	楽しいから(**4**歳・読み手条件)．こっちも貸してあげたし，こっちも貸すから(**5**歳・読み手条件)．似ているからです．お話が似てたからです．こっちも見つけられるにしました(大人・聞き手条件)．
その他	ベースに言及なし	かくれんぼの時，みつかんないのがいい(**4**歳・聞き手条件)，おうちでもあんまりそういうのない．こっちの方がいつもあるよ．(**5**歳・聞き手条件)えーっと，んーいつかは疲れて捕まるから，捕まるかなー(大人・読み手条件)．

4，5歳共に聞き手条件に比べて，子どもの場合，読み手条件の方がより「似ている」と回答しやすいことが示された．

各条件間において「似ている」の回答の理由がどのようなレベルの構成要素であったのかを知るために得られた理由付けを「構造・関係に着目」した理由であったもの，「知覚に着目」した理由であったもの，「その他」の 3 つのカテゴリーに分けを行った(表 1)．

読み手条件において，4 歳児は 22%，5 歳児は 21%が「構造・関係に着目」のカテゴリーに属する回答であった．聞き手条件において，4 歳児は，17%，5 歳児は 32%が「構造・関係に着目」のカテゴリーに属する回答であった．

3.2.3　結末推測課題

結末推測課題は，被験者毎に各試行でベースの結末をターゲットに転移させている割合を算出し，その平均を条件間で比較したものを図 5 に示す．

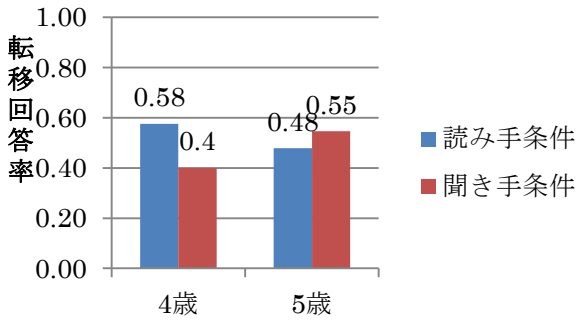


図 5　4，5 歳児の結末推測課題における転移回答率

読み手条件において，4 歳児では 58%，5 歳児では 48%が転移回答であった．聞き手条件において，4 歳児では 40%，5 歳児では 55%が転移回答であった．この転移の回答が年齢及び条件，さらに条件に応じた類似性判断課題の結果の影響を受けているかどうか検討するために，転移の有無を被説明変数(あり/なし)，年齢(4 歳児/5 歳児)，条件(読み手条件/聞き手条件)，類似性判断の結果(あり/なし)及びそれらの総当たりの交互作用を固定効果，参加者と刺激素材を変量効果としたロジスティック混合効果モデルを行った．結果として，切片も含め有意な変数は検出されなかった．

結末推測課題時に子どもがベースをもとに結末カードを選択したのかを調べるために，結末推測課題理由付けで得られた理由を，ベースに言及しているものと，していないものの 2 つのカテゴリーに分けを行った(表 2)．

読み手条件において，4 歳児は 13%，5 歳児は 45%が「ベースに言及」のカテゴリーに属する回答であった．聞き手条件において，4 歳児は，19%，5 歳児は 37%が「ベースに言及」のカテゴリーに属する回答であった．

3.2.4　視点の入れ替わりと転移

ここまでの結果は，子どもは自発的に事態を言語化することにより事態間の類似性を検出しやすくなること，一方で，大人と異なり，類似性を検出しやすくなることが類推における転移を必ずしも促進するわけではないことを示唆している．但し重要な点として，本研究における視点の入れ替わりのある物語の自発的な言語化は，物語文を提示していないために子ども自身が図版から想像し，それぞれの方略で言語化を行ったものである．したがって，すべての子どもが一様に同じ発話をしたわけではない．この言語化の仕方の違いが転移の有無に影響を与えている可能性がある．具体的には，言語化に際し二つの物語における視点の移動を反映させているか/いないかに応じて，言語化により外化される構成要素が異なり，それを利用した転移の成立にも影響を与える可能性がある．例えば，視点の移動を反映させている場合には，ターゲットとベースで関係レベルの構成要素が異なる言語的なラベルがはられ，反映させていない場合には，ターゲットとベースで関係レベルの構成要素に同じ言語的ラベルがはられていることが考えられる．このことが転移の成立に与える影響として，次の二つの可能性が考えられる．第一に，正しく視点の移動を言語化することの帰着としてベースとターゲットの構造の理解が進み，再表象が促される可能性，第二に，視点の移動を言語化することが二つの事態に別のラベルを与えることにつながり，そのことが事態間の相違点を強調することにより転移を妨害する可能性である．

そこで，本研究では，読み手条件において，言語化を行った際に視点の移動が生じていたかどうか次のような基準で分類した．物語のうち，視点の入れ替わりのあるお話 2 にあたる図版を発話する際に，当該物語の主人公にあたる人物・動物の行為を表す動詞がベースとターゲットで異なる表現を使用した場合，もしくは，初めは物語の主人公ではなく，物語の被動作主にあたる人物・動物の動詞を発話しているが，再度調査者が主人公の行為を尋ねた場合に，当該物語の主人公の行為を表す動詞が発話できた場合を視点の入れ替わ

りがあるとして分類を行った.

続いて視点の移動の成立が転移の成立に影響を与えているかどうかを確かめるべく，各年齢児において視点の移動が成立している場合/していない場合の転移の成功率の平均を算出した．算出したものを図 6 に示した.

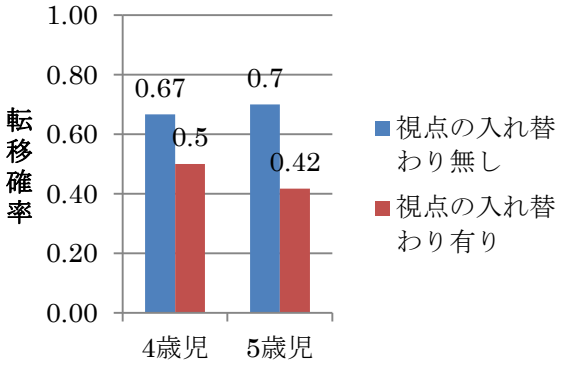


図 6　4，5 歳児の視点の入れ替わりによる転移確率

その結果，4 歳児において視点の移動が成立している場合の転移の成功率は.50，視点の移動が成立していない場合の転移の成功率は.62，5 歳児において視点の移動が成立している場合の転移の成功率は.42，視点の位相が成立していない場合の転移の成立は.61 であった．ここで視点の移動の成立が類推の成立を妨げる可能性を検証すべく，ロジスティック混合効果モデルを用いて検証した．ここでは，転移の成立を被説明変数とし(あり/なし)，年齢(4 歳児/5 歳児)，視点の移り変わりの有無(あり/なし)及びそれらの交互作用を固定効果，参加者と刺激素材を変量効果とし分析を行った. 結果，視点の移動の有無が有意傾向であった (β=-1.13, SE=.60, z=-1.85, p=.06).

実験 2 によって，子どもは読み手条件において，聞き手条件よりも有意に類似性を検出することが示された．さらにベースとターゲット間の視点の入れ替わりを正しく言語化できる子どもよりも，正しく言語化していない子どもの方が，より転移を成功させることが示された.

4.　総合考察

本研究は，従来難しいとされてきた 4，5 歳児における視点の移動のある物語間における類推について，自発的な言語使用がこの類推の成立をどのように助けるかを検討した．実験 1 の結果，大人は視点の入れ替わりのある物語間において類推を行う場合，両者の物語を似ていると判断すれば転移が起こりやすいことが示された．但し，言語化をすることによって類似性の判断や転移の成功が変化することは無かった. 一方で，子どもは言語化することによって，事態間の類似性を発見しやすくなることが示された．さらにこの言語化の内容が視点の移動を含まない場合においてのみ，転移の成功を促す可能性が示された.

4.1　自発的な言語化による類推への影響

本研究の結果から，4–5 歳児は物語を自ら言語化し読み進めることにより，物語の構成要素の構造化が促され類似性の発見を促したことが示唆される．たとえば，「鬼ごっこ」の物語の場合，子どもがこれを言語化するためには，自分で対象レベルの構成要素である「たろう」と「じろう」を関係レベルの構成要素である「追いかける」もしくは「逃げる」といった動詞を使って結び付ける必要がある．物語の構成要素を構造化して捉えることを可能とし，類似性判断課題時に，ベースとターゲットの比較が容易となり，「似ている」の回答が増加したと考えられる．単にお話しの内容を聞く場合には，調査者が物語文を読み上げるため，「たろう」と「じろう」が関係レベルの構成要素とどのように結びついているのかに注意を向ける必要が少なかったと考えられる.

しかし，子どもは大人と異なり，「似ている」と判断を行っても，その理由は構造・関係類似性に言及されない．理由を尋ねられた際に構造・関係類似性への言及が子どもにとって難しい可能性がある．したがって子どもが「似ている」という判断の際にどの程度，各レベルの構成要素を捉えられているかを理由付けから推定することは難しいと考える.

更に転移の成立については，大人は類似性判断に成功すれば転移が成立していたが，子どもにおいては，その言語化の内容が転移の正答率に影響を与えるという傾向が見られた．正しく視点の入れ替わりについて言語化が行えなかった子どもの方がより，転移回答となりやすい傾向が示された．正しく視点の入れ替わりを言語化することができた子どもの転移が起こらなかった理由として，ラベル効果が考えられる．[3]は，5 歳児は言語的ラベルが類似していることによって，知覚的類似性に着目した類似性判断ではなく，知覚的には捉えられないより抽象的なものの類似性に着目した類似性判断を行うようになることを報告している．本

研究の読み手条件は，自らが物語の関係レベルの構成要素をラベルづけすることを求められていたと言える．視点の入れ替わりを正しく言語化できた子どもは，ベースとターゲットに異なるラベルをはり，視点の入れ替わりを正しく言語化できなかった子どもは，ベースとターゲットに同様のラベルをはった．たとえば，鬼ごっこの物語の場合，視点の入れ替わりを正しく言語化できる場合には，一方の物語には「追いかける」のラベルをはり，もう一方の物語には「逃げる」のラベルをはる．視点の入れ替わりを正しく言語化できない場合には，一方を「追いかける」，もう一方にも「追いかける」のラベルをはることになる．視点の入れ替わりを言語化に反映していない子どもは，複数の事態に対し同様のラベルを使用したことによって，同様の事態であるとして，関係レベルの構成要素を再表象へとつなげることが可能となった．一方で，視点の入れ替わりを言語化に反映した子どもは，ベースとターゲット間の関係レベルの構成要素に異なるラベルをつけたことによって，ベースとターゲットを違いが強調されてしまい，再表象が妨害され，転移へとつながらなかったと考える．大人の場合には，視点の入れ替わりを正しく言語化できているが，ラベル効果が生じないことから，ラベルの効果が子どもに強く働くことが考えられる．

結末推測課題時の結末カードの選択理由については，大人の「ベースに言及」のカテゴリーに属する回答がチャンスレベルを超えていない．ベースとターゲットを対提示しているため，ベースから何らかの影響があると考えられるが，理由付けから参加者自身がベースに言及できるという事と転移の結果との関連は．明らかとされなかった．

子どもの言語使用は，本研究でも示されたように視点の入れ替わりのような事態の言語化を適切に行えない場合がある．しかし，どのような形であっても言語化は知識の構造化を促しそれは類推にも使用される．本研究の結果は，言語の発達と類推の発達は個別の事態ではなく，相互に関連したものである可能性を示唆する．言語の役割は，対象・事象を切り取り，他者との情報伝達のため媒介物であるというだけに留まらず，類推のような創造的な推論の源泉となる．それは［9］で示されているような大人だけではなく，4，5 歳児のような子どもあっても同様に起こりえると言える．

また，子どもにおいて，言語化が類推の成立を阻むケースがあることは，類推における再表象という認知的操作それ自体は子どもにとって不可能ではなく，子どもにとってそれを阻害しうる幾つかの要因が存在していることを示唆する．その一つと考えられるラベル効果に関して言えば，そのような効果が大人よりも子どもに現れやすい原因として，子どもが対象・事象を理解するために，言語化を積極的に利用する志向性を有することが考えられるかもしれない．［3］で示されるように，ラベルを使用することによって目に見えない属性へと着目できるようになるが，子どもは言語化を積極的に利用することで，外界のカテゴリー化を急速に進めていくのである．

最後に今後の課題について述べる．本研究の結果から見られる，子どもの結果は大人の類推の結果と比べるとその違いは大きい．類推の発達を捉えるために，未就学児だけではなく，児童にも目を向ける必要がある．また，本研究において言語のラベル効果による再表象の妨害が見られたが，この効果がどの程度の年齢まで優勢に働くのかを検討する必要がある．

4.3 結論

本研究は，類推の成立における言語化の影響を調査した．大人は事態を言語化することの影響を受けず，二つの事態の間に類似性を見出すことができれば，類推を成立させることができていた．一方，幼児においては事態の言語化は事態間に類似性を検出することを促進したが，この言語化の過程において比較すべき複数の事態に別のラベルを利用すると，転移を行うことが難しくなることが示された．本研究の結果から，これまで 4, 5 歳児には難しいとされてきた再表象であるが，言語を使用することによって，ベースとターゲットの構成要素が構造化され，類推能力の発揮を促すことが示された．この時，どのように言語化を行ったかによって，再表象が可能となったり，妨害されたりすることが示された．

謝辞

本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究課題番号 26870573，若手研究(B)課題番号 26560421，の援助を受けた．

参考文献

[1] 細野美幸，（2006）“子どもの類推の発達―関係類似性に基づく推論―”，教育心理学研究, Vol.54, pp. 300-311.
[2] Goswami, U. (2003) “子どもの認知発達(Cognition in Children)”,岩男卓実，上淵寿，富山尚子，中島伸子訳．新

曜社.
[3] Imai, M. （1996）“Asymmetry in the taxonomic assumption: word learning vs. property induction”, *Child Language Research Forum*, Vol. 27, pp. 157-166.
[4] Getner, D. （1983）“Structure-mapping: A theoretical framework for analogy”, *Cognitive Science*, *Vol. 7*, pp. 155-170.
[5] Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006) “Children’s development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems”, *Journal Experimental Child Psychology*, *Vol. 94*, pp. 249-273.
[6] 細野, （2011）“子どもの類推の発達―関係類似性に基づく推論―”, 教育心理学研究, Vol. 54, pp. 300-311.
[7] Gentner, D., & Kurtz, K. J. (2006) “Relations, Objects, and the Composition of Analogies” ,*Cognitive Science* , *Vol. 30*, pp. 609-642.
[8] 白水始, （2012）“認知科学と学習科学における知識の転移”, 人工知能学会誌, Vol. 27, No. 4, pp. 347-358.
[9] 諏訪正樹, (2005) “身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化”, 人工知能学会誌, Vol. 20, No. 5, pp. -.
[10] Jaeger, T. F. （2008）“Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards logit mixed models”, *Journal of Memory and Language* , *Vol. 59*, pp. 434-446.
[11] Cai, Z. G., Pickering, Pickering, M. J., Branigan, H. P. （2012）“Mapping concepts the syntax: Evidence from structural priming in Mandarin Chinese,”, *Journal of Memory and Language*, *Vol. 66*, pp. 833-849.

乳児は視線に随伴するキャラクターに自己を投影するか？ ～行為主体感の拡張性の発達的検討

Do infants attribute agency to gaze-contingent object? A developmental study of extended self-agency

宮崎 美智子†，高橋 英之‡
Michiko Miyazaki, Hideyuki Takahashi
†大妻女子大学，‡大阪大学
Otsuma Women's University, Osaka University
myzk@otsuma.ac.jp

Abstract

When you were handling an on-screen character in a TV-game, you might feel the movement of character as-if an extended the self. Such ability can call extended self-agency. It is an important cognitive ability, which is fundamental for tool-use, self-recognition, and sympathy. However, when and how infants emerge such ability during development is unclear. To find evidences of extended self-agency, we prepared a gaze-contingency task. In the task, two geometrical objects were prepared. One object is controllable (self-character), other object is uncontrollable (other-character). We examined whether infants discriminate self-character from other-character and show preference to either object. Eleven 5-month-olds and twenty 8-month-olds participated in the gaze-contingency task and preference test (looking and reaching). The results demonstrated that 8-month-olds shown evidences of extended self-agency. They controlled their eye movement in goal-directed and preferred self-character in the preferential reaching task. These results suggest that self-attribution possibly began from 8-month-olds.

Keywords — Infant, Gaze-contingency, sense of agency, extended self

1. はじめに

自らが行為をしているという感覚は行為主体感（Sense of agency）と呼ばれる(Gallagher, 2000)．我々の自己意識を形成する重要な認知機能の一つである．たとえば，コンピュータのマウスを操作するときや，テレビゲームをプレイする際，我々はマウスカーソルやゲームのキャラクターに自然に自己を帰属して操作を行う．このような自分以外のものに自分を投影させる能力（拡張された行為主体感）がどのように獲得され，組織化していくのか，その発達過程についてはまだほとんど分かっていない．行為主体感は自らの行為に対する主観的感覚であるため，四肢の運動制御が未成熟で言語報告ができない乳幼児では，行為主体感を評価することが難しかったからである．

直接的に行為主体感を扱った研究ではないが，「自らがある行為の所有者である」という理解が前提となって出現すると考えられる行動がある．それは、目標 - 手段の理解に基づく意図的な合目的的行動である．Piaget(1953)は乳児が生後 8 か月から 12 か月の間に、目標達成に近づくための手段を理解し，目標に近づくために 2 段階以上のステップを踏んで，意図的に目標に近づけることを示した．具体的には，自分からは手の届かない位置に魅力的なおもちゃが置かれたとき，届かないおもちゃに手を伸ばすのではなく，おもちゃの置かれた布をたぐり寄せることでおもちゃを手に入れられるようになる，といった行動が現れる．ただし，生後 8 か月前後に見られる手伸ばし反応は，まだまだ未熟な点が多く，運動発達の未成熟が乳児の目標 - 手段理解の能力を覆い隠している可能性は否めない．

我々はこれまで，運動発達の未熟さに比較的制約を受けない視線を利用することによって，行為主体感を評価する視線随伴課題を開発し，乳児の行為主体感の定量的評価に取り組んできた（miyazaki, Takahashi, Rolf, Okada & Omori, 2014）．開発した視線随伴課題は，被験者の目の動きと画面変化に随伴的な関係を持たせ，非接触型のアイトラッカーを用いて被験者の視線をリアルタイムに取得しながら，被験者が目を動かすことで絵を削り出すという目的的な視線操作が行えるかを評価するものであった．これまでの研究から，絵をより多く削り出そう，という意図性にもとづく視線操作が生後 8 カ月ころから確認できることが分かってきている．

しかし，この意図性にもとづく視線操作が，操作対象に対する自己帰属を伴っていたのかどうか，あるいは自己帰属までは充足しなくても，自らの運動とそれとは関係のない刺激をきちんと区別できていたことを意味するのかどうかについてはまだ示されていない．そこで我々は，すでに開発した視線随伴課題を工夫し，視線の動きに連動して画面上のキャラクターが動いて

イベントが引き起こされる課題を作成した（図１）．この課題においては，自分の視線の動きに連動して動くキャラクターとそうでないキャラクターの 2 種類が交互に呈示される．呈示されているキャラクターのいずれかが被験児の視線に随伴していることを見出し，それに基づく視線の操作が求められる．すなわち，Agency が感じられうるキャラクターを別のキャラクターから区別する要素を含んでいる．この新たな視線随伴課題を用いて，①乳児が合目的な視線の操作をするか，②視線随伴性を伴うキャラクターとそうでないキャラクターの動きを区別し，いずれかに選好を示すか，という点について検討を行った．

2. 方法

52 名の乳児が実験に参加し，5 カ月児 17 名，8 カ月児 20 名が最終的な分析対象となった．図 1 に示す通り，自他の区別を伴って，合目的的な視線操作が期待される新たな視線随伴性検出課題を用いた．

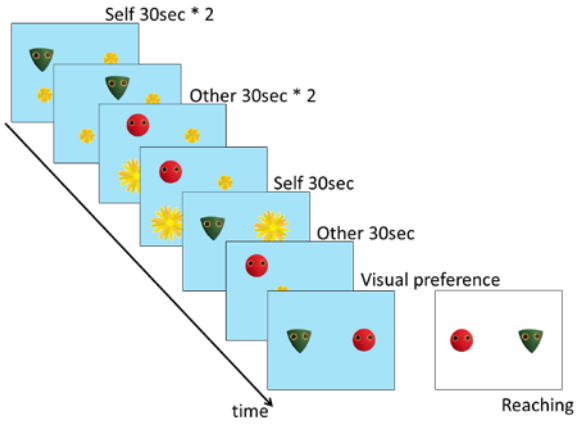


図１．新たな視線随伴性検出課題
実験参加者は、画面上の緑（あるいは赤）色のキャラクターが自分（あるいは他者）の視線に応じて操作できる。黄色い花のつぼみに触れると、音が鳴って花が咲く。それぞれの条件を 30 秒ずつ，おおよそ交互に 6 試行にわたり経験した。その後、選好注視とリーチングタスクが遂行された。

乳児は 2 種類の幾何学図形のキャラクター（自己キャラ・他者キャラ）を交互に呈示される．まず，自己キャラ条件では，乳児の視線データがリアルタイムに利用され，乳児の注視位置にカーソル代わりのキャラクターが表示された．乳児が画面上のキャラクターを視線で動かし，つぼみに触れると，音を伴って花が咲く．そして次のつぼみが表示される．他者キャラ条件では，自己キャラとは別のキャラクターが表示された．他者キャラ条件では，キャラクターは別の乳児の視線の動きを再現するプログラムによって動いたため，被験者の乳児は他者キャラを思い通りに動かすことはできなかった．それぞれの条件を 30 秒ずつ，おおよそ交互に 6 試行にわたり呈示した．

乳児が自分の目の動きと画面変化の視線随伴性を検出するのであれば，花を咲かせる回数の増加といった，合目的な視線の操作が期待される．また，自己キャラ・他者キャラの区別を行っているのであれば，注視あるいは手伸ばしによる選好に偏りが見られることが期待される．

3. 結果

まず，自己キャラ操作条件において，花を咲かせた回数を月齢別に見ていくと，5 ヶ月児では平均 8.9 輪，8 ヶ月児では平均 15.9 輪の花を咲かせており，5 ヶ月児に対して 8 ヵ月児において有意に多くの花を咲かせた（$t = 4.263$, $df = 35$, $p = 0.00015$，図 2）．

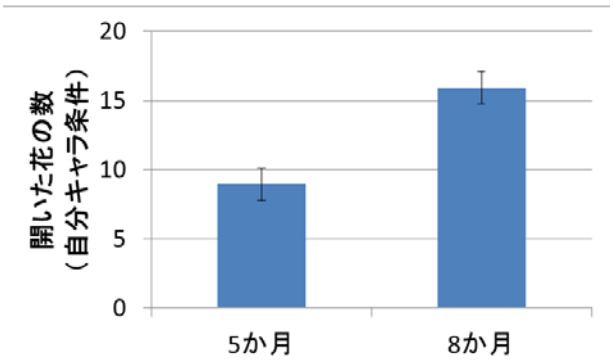


図２．自己キャラ操作条件における平均目標指向行動出現回数（花を咲かせた回数）

次に，キャラに対する選好を注視ならびに手伸ばし反応によって検討した．注視による選好は有意な差が見られなかったが，手伸ばし反応については，8 ヶ月児の方が自己キャラを選択する被験児が有意に多かった（Wilcoxon の順位和検定, $z = 2.367$, $p = 0.018$）．

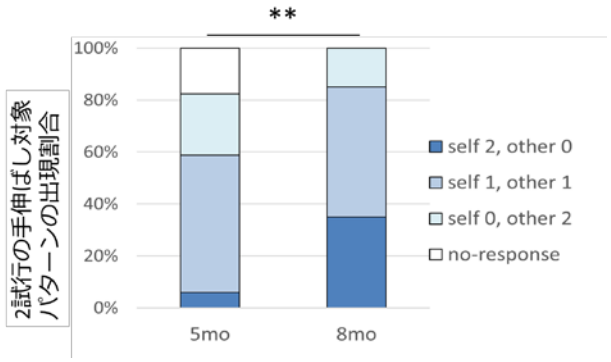


図３．手伸ばし対象パターンの出現割合（２試行）

4. 考察

得られた結果から，①新たな視線随伴課題でも乳児は合目的な視線の操作をすること，視線の操作は８ヶ月児の方が長けていること，が示された．また，②乳児は視線随伴性を伴うキャラクターとそうでないキャラクターの動きを区別し，特に８ヶ月児において，自己キャラに手伸ばし反応をするという選好を示した．

参考文献

[1] Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in cognitive sciences*, 4(1), 14-21.
[2] Piaget, J. (1953). The origin of intelligence in the child.
[3] Miyazaki, M., Takahashi, H., Rolf, M., Okada, H., & Omori, T. (2014). The image-scratch paradigm: a new paradigm for evaluating infants' motivated gaze control. *Scientific reports*, 4.

Crime Detection in Text for a Better Moral Reasoning System

Radoslaw Komuda†, Michal Ptaszynski‡, Rafal Rzepka†, Kenji Araki†

† Graduate School of Information Science and Technology Hokkaido University
† {komuda,rzepka,araki}@ist.hokudai.ac.jp,

‡ Department of Computer Science Kitami Institute of Technology
‡ ptaszynski@cs.kitami-it.ac.jp

Abstract

We begin this paper with highlighting the importance of Artificially Intelligent in supporting human efforts in mining web resources for crime-related conversation. By introducing Lawrence Kohlberg's theory of stages of moral development, we identify this work as preliminary research and a part of an ongoing research. Thirdly, we discuss our experiences in extracting drug- and traffic-related offences from the British law system and ranking them in a weighted model. Finally, we describe our methods to broaden system's results and present sample query result on British National Corpus.

Keywords — Crime Detection, British Law System,

1. Introduction

Machines have been used as tools to support human efforts in many fields like industry, information gathering and processing. Recently highly specialized machines, such as computers and robots are also taking over human roles in many parts of these fields. The development of Internet resulted in new challenges, especially for law enforcement, such as online frauds or identity theft. With their computational capabilities, computers are able to find patterns difficult to discover for humans. However, social network services, blogs, dark web fora – all of these virtual places contain conversations containing potential crime references. Therefore, detecting them, recognizing and evaluating is an important endeavor.

This paper introduces preliminary research on a system designed to automatically detect such crime-related references in text.

2. Kohlbergian agent idea introduction

Lawrence Kohlberg was an American psychologist and the author of a theory of scale of moral development [1]. Known as the "moral equivalent of Piaget's theory of cognitive development", Kohlberg's theory states that there are 6 consecutive and rare to regress levels of moral reasoning:

- stage 1: obedience and punishment driven morality in which the worse the punishment for the act, the more "wrong" an action is perceived to be,
- stage 2: self-interest driven approach searching for the direct benefit from an action,
- stage 3: "good" determined by social consensus on approval or disapproval to certain actions,
- stage 4: law and social order driven morality that ensures maintenance of a functioning society,
- stage 5: laws and rules considered a "social contract" and though this approach respects individuality – the majority decides,
- stage 6: universal ethical principles and abstract moral reasoning level.

Using Kohlberg's theory as a path to follow [2], this paper introduces stage 4-based module development.

3. Crimes and penalties catalogue creation

For this research we use Welcome to Gov.UK website [5]. We have decided to manually extract drugs- and traffic-related felonies, infractions, violations and / or misdemeanors from the English (England and Wales) law system.

For drugs-related penalties, we were able to collected 60 initial entries, covering possession and supply and production of drugs of different classes, incl. cocaine and LSD, cannabis and ketamine or khat and anabolic steroids. Traffic-related crimes catalogue cover 20 entries, from some of the most serious, such as "causing death by dangerous driving", "failing to stop after an accident," "failing to report an accident", or "driving without insurance", through less socially harmful, such as "speeding" or "cycling on the pavement."

4. Ranking creation and penalty weighting

The maximum penalties for drug possession,

supply (dealing) and production in the England and Wales' law system depends on what type or 'class' the drug is, having them grouped A through C (plus additional "temporary class") depending on how strong they are differing from lifetime sentence to a mere confiscation.

For traffic-related offences, the penalties start from a plain 500 GBP fine and go all the way up to 14 years of imprisonment.

Second step with working with the created catalogue was to rank actions accordingly with these penalties. For the purpose of this ranking creation we have decided to normalize our findings:

1. prison penalties were normalized by dividing each value by the maximum penalty expected; lifetime sentence was counted as 100 years,
2. fines were calculated with the above manner but unlimited fine was determined as 10,000 GBP, because this amount reflected its nature,
3. driving disqualification was ranked with 1 point for obligatory disqualification, 0.5 point for discretionary and 0 for lack of disqualification penalty,
4. only maximum value of the penalty points (pp) was taken for consideration, i.e. "3-11 pp" wound be ranked higher than "5-10 pp" and where the penalty was either 3-6 pp or a fixed penalty of 3 pp – the ranking would position the offence among other 6-pp-valued ones.

After penalty normalization we have created a weighted model of the ranking, multiplying normalized values by 100, 7, 2 and 1 for prison, fine, disqualification and pp penalties respectively. This approach resulted in a unified ranking, making it possible to compare offences from not only the same crime group, but also – between different offence types.

5. Weighted model result analysis

In the final quantification (Appendix 1) – being a summation of the weighted values – A-class drug supply and production with its lifetime sentence and unlimited fine was the top offence in the ranking. Next five offences, namely causing death by dangerous driving, causing death by careless driving under the influence of drink or drugs, B-class drug supply and production, C-class drug supply and production and temporary-class drug supply and production shared the same score for prison (up to 14 years) and unlimited fine penalties but the weighted model has put driving-related events higher in the ranking. Though the potential harm and reach for drug-reletad offences might be considered higher, the ranking's basic goal is to assess consequences for the Actor and at current stage of the research it does not take social harm into consideration. This situation repeated itself in later part of the ranking, putting dangerous driving before C-class drug possession offence.

6. Common English lexicon creation

Our initial experiments with the law-language inputs within the British National Corpus has proven to limit the number of entries extracted, e.g. "failing to stop after an accident" returns only 6 entries, while "hit and run" query results in 28 entries being returned. "Cannabis" on the other hand returns 400 results but "marijuana" expands the list of entries by over 33%. Because of these findings, we have decided to expand our offence catalogue with WordNet [3] and ConceptNet [4] to find words and phrases connected with the initial law terminology.

7. Different search methods used

We performed our crime detection experiment with a keyword search with the crimes names across the corpus, which resulted in high precision but rather low recall. To enhance these results, we have enriched the queries and used not only the crime itself, but also – included details, i.e. searched not for "A-class drug possession" but named every drug in that group and did a separate search for each one of them, which increased the recall. After excluding English stop words, system's precision was increased even more. Getting our list of crime synonyms extended with the ConceptNet and WordNet help, we improved the results even further.

Table 1 and Table 2 present sample frequency results for different queries performed on the British National Corpus:

Table 1 Sample results for drug-related queries

Query:	Frequency:
cocaine	634
ecstasy	592
heroin	923
LSD	165
magic mushroom	1
methadone	77
methamphetamine	1
amphetamine	131
cannabis	418
ketamine	59

Table 2 Sample results for traffic-related queries

Query:	Frequency:
dangerous driving	63
careless driving	43
inconsiderate driving	1
drink driving	
driving while disqualified	1
driving without insurance	77
speeding	1
seat belt offence	131

5. Conclusions and future work

This paper introduced a system for crime recognition in text. By using a weighted model approach, we were able to compare actions from different categories in an independent manner, with the usage of commonly respected factors. Our research proved that when working with law documents alone one can get a limited amount of data and by enriching law-language entries with common English words and phrases (i.e. synonyms) broader insight into the corpus' content is provided.

In future work we wish to develop both systems' weighted offense ranking and the lexicon database. We consider testing systems capabilities on other British corpora as well, i.e. British Blog Corpus.

References

[1] Lawrence Kohlberg, (1981) „Essays on Moral Development", Vol. I The Philosophy of Moral Development. San Francisco, CA: Harper & Row. (1981).
[2] Radoslaw Komuda, (2010) „Kohlberg's Theory of Moral Development Stages as a Path to Follow In Machine Ethics Research", Language Acquisition and Understanding Research Group (LAU) Technical Reports, pp. 6-10.
[3] WordNet, https://wordnet.princeton.edu
[4] Concept Net, http://conceptnet5.media.mit.edu
[5] Welcome to Gov.UK, https://www.gov.uk

Appendix 1 Weighted model calculation and final quantification:

offence:	penalty:				weighted model:				quantification:
	prison:	fine:	disqual.:	pp:	prison:	fine:	disqual.:	pp:	
A-class drug supply and production	100	10,000	--	--	7.14	4			746.29
causing death by dangerous driving	14	10,000	1	11	1.00	4	1	1	135.00
causing death by careless driving under the influence of drink or drugs	14	10,000	1	11	1.00	4	1	1.00	135.00
B-class drug supply and production	14	10,000	--	--	1.00	4			132.00
C-class drug supply and production	14	10,000	--	--	1.00	4			132.00
temporary-class drug supply and production	14	10,000	--	--	1.00	4			132.00
A-class drug possession	7	10,000	--	--	0.50	4			82.00
B-class drug possession	5	10,000	--	--	0.36	4			67.71
dangerous driving	2	10,000	1	11	0.14	4	1	1.00	49.29
C-class drug possession	2	10,000	--	--	0.14	4			46.29
driving while unfit or failing to provide specimen for analysis	0.5	10,000	1	11	0.04	4	1	1.00	38.57
failing to stop after an accident or failing to report an accident	0.5	10,000	0.5	10	0.04	4	0.5	0.91	37.48

offence:	penalty:				normalization:				quantification
	prison:	fine:	disqual.:	pp:	prison:	fine:	disqual.:	pp:	
driving while disqualified	0.5	10,000	0.5	6	0.04	4	0.5	0.55	37.12
driving after refusal or revocation of licence on medical grounds	0.5	10,000	0.5	6	0.04	4	0.5	0.55	37.12
using a vehicle in a dangerous condition	0	10,000	1	3	-	4	1	0.27	34.27
careless and inconsiderate driving	0	10,000	0.5	9	-	4	0.5	0.82	33.82
driving without insurance	0	10,000	0.5	8	-	4	0.5	0.73	33.73
speeding	0	2,500	0.5	6	-	1	0.5	0.55	9.55
failure to have proper control of vehicle or full view of the road and traffic ahead, or using a hand-held mobile phone when driving	0	2,500	0.5	3	-	1	0.5	0.27	9.27
dangerous cycling	0	2,500	0	0	-	1	0	-	8.00
driving otherwise than in accordance with a license	0	1,000	0.5	6	-	0.4	0.5	0.55	4.75
traffic light offences	0	1,000	0.5	3	-	0.4	0.5	0.27	4.47
failing to identify driver of vehicle	0	1,000	0.5	0	-	0.4	0.5	-	4.20
no MOT certificate	0	1,000	0	0	-	0.4	0	-	3.20
careless cycling	0	1,000	0	0	-	0.4	0	-	3.20

offense:	penalty:				normalization:				quantification:
	prison:	fine:	disqual.:	pp:	prison:	fine:	disqual.:	pp:	
seat belt offences	0	500	0	0	-	0.2	0	-	1.60
cycling on pavement	0	500	0	0	-	0.2	0	-	1.60
temporary-class drug possession	0	0	--	--	-	0			-

絵本の内容理解における下位技能の寄与(II):文脈の理解しやすさの効果

The relationship between text comprehension and false belief in preschoolers (II).

光田 基郎†
Motoo Mitsuda

†大阪教育福祉専門学校
Osaka Vocational College of Education and Nursing
mitsuda@mopera.net

Abstract

This study analyzed components of text comprehension skills of preschoolers aged 5-6 year olds, by figuring out how textual contents are organized and integrated with previously acquired world knowledge to build a coherent mental representation of the meaning of the text.

Keywords —Preschooler, Text comprehension, Context

1. 目的

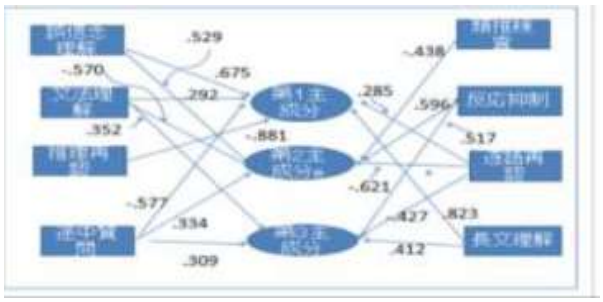
5歳児に電算画面で絵本を読み聞かせ,理解が困難な文(古い家の雨漏りは泥棒や狼より怖いとの話を泥棒と狼が立ち聞きして,お互いを未知の「ふるやのもり」と誤解して恐れて逃げる話)と,理解が容易な例(偽坊主が老婆にネズミがちょろちょろと出鱈目なお経を唱えさせたらこれを聞いた泥棒が老婆に監視されたと誤解して逃げる話,光田,'15日教心)の各々の理解と下位技能得点を主成分分析して,パス図を対比する.

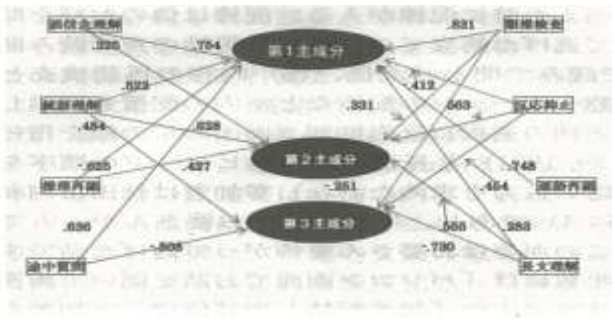
2. 方法

上記の絵本を12又は14画面と挿入質問4画面を録音・録画して参加者ペースで個別に画面で読み聞かせた.参加者は秋田市内の私立幼稚園の5-6歳児28又は24名,半数は「なぜ泥棒が逃げたか」を考えて視聴する様に事前教示. 閲読後に画面で再認検査,下位技能検査(類推:大人―子供と窓の開閉など2次元を組合せて対応させた室内図選択),反応抑制(リンゴを指さす前にバナナを指さすなど),統語(トラックをタクシーが牽く絵の選択など),誤信念理解(サリーとアン課題)と長文記憶(留守番中の読書,電話,郵便の配達を読み聞かせた順序通りに画面の図を指さす)を計11画面で実施した. 個別実験の平均所要時間は16分である.

3 結果と考察

上記の絵本の各々の再認とその下位技能を主成分分析してパス図を求めた結果が図Iである. 幼児が理解し難い「雨漏り」を題材とした絵本では(a)類推が第1主成分を構成しない. 第1主成分は長期記憶系の出力に限定される点で,文が理解しやすい場合の第1主成分が類推と長文理解技能が示す高次の表象操作と処理資源活用を示す結果とは対照的である.第2主成分はいずれの文の場合も反応抑制による間接的な誤信念理解への促進に, 第3主成分は,文法など言語理解をそれぞれ示す.(b)理解困難な文では閲読前の教示が途中質問,閲読後の内容推理再認と反応抑制の各々を促進しない点で理解容易な文とは対照的である.





図Ⅰ. パス図の一部(教示条件:上は「雨漏り」文,下は「ネズミ経」文の理解の技能の主成分を示す,)

以上,誤信念理解における作業記憶の寄与を示唆した.

4. 文献

Kim,Y.2015.Language and cognitive predictors of text comprehension:Evidence from multivariate analysis.*Child Development*,86, No.1, 128-144.

信念及び知覚的表象と解釈及び判断との関連
Relationships among beliefs, encoded perceptual representations, interpretations and decisions

福岡 未紗†，三輪 和久†，前東 晃礼†
Misa Fukuoka, Kazuhisa Miwa, Akihiro Maehigashi
†名古屋大学大学院情報科学研究科
Nagoya University Graduate School of Information Science
fukuoka@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract
People make a decision by interpreting or giving meaning to various types of external representation such as graphs. Beliefs bias those interpretations or meanings. We experimentally investigated relationships among graph comprehension, decisions, and beliefs. Results showed that graph comprehension, e.g. detecting differences between experimental conditions, influences interpretation, and the interpretation also influences final decisions without beliefs in advance. On the other hand, when preceding beliefs exist, graph comprehension influences interpretation, but final decisions were not affected by the interpretation, but decisively influences by the beliefs.

Keywords — belief, external representation

1 導入

人は様々な外的表象を取り込み，そこに解釈，及び意味づけを行うことで，判断を下している。その際，「信念」により，解釈や意味づけにバイアスや誤解が生じることは良く知られた現象である。たとえば，平山・楠見[1]は，人は自分の信念と矛盾した情報に対しては拒絶的になり，その情報についての価値を軽減させる信念バイアスにより，自分の信念と一致した結論を導きやすいことを示した。また，超常現象や陰謀説など根拠のないものを信じる信念は分析的な思考と負の相関があり，それらの根拠のない信念は分析的な思考の低下と関連するという[2]。

本研究では，外的表象としてグラフのような視覚的な表現を取り上げる。視覚的な表現は情報を理解しやすくし，グラフは量的な関係の理解を簡単に行えるものである[3]。一方，グラフの知覚的表現が解釈にバイアスを与えたり，グラフを見る人によっては正しく理解できなかったりすることもあり，エラーを誘発することも少なくはない[3]。

グラフの理解について，Freedman & Shah [3]はKintsch [4]の文章理解のCIモデルに基づくグラフ理解のCIモデルを提唱した(図1)。それによれば，グラフの理解は，視覚的特徴からのボトムアップ処理と先行知識からのトップダウン処理の統合によって行われる。具体的に言えば，視覚的特徴から構築したいくつかのグラフベース同士を先行知識で関係付けることを繰り返し，グラフに表現されている情報の内容を解釈する。彼らは，グラフの読解にボトムアップ処理とトップダウン処理が互いに影響するとして，両処理の相互作用によってグラフ理解がされると述べている。また，神崎・三輪[5]は，線グラフの理解におけるボトムアップ処理とトップダウン処理の相互作用を，ボトムアップ処理はグラフの表現の違いの観点から，トップダウン処理はそのグラフを理解する視点の観点から検討している。その結果，トップダウン処理がボトムアップ処理からの解釈を妨害することはなく，両処理の読み取りは併存していることが示された。

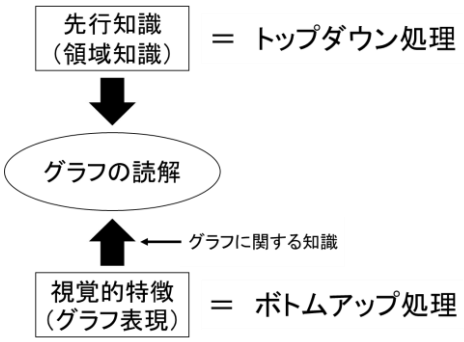


図1 グラフ理解のCIモデル

本研究では，CIモデルに基づき，図2に示したモデルを仮定する。本研究における「知覚的表象」とは，外的表象（この場合はグラフ）から形成された内的表象である。このフェーズでは，外的表象は編集されることなく，そのまま内的表象へ取り込まれるものとする。「差の受容」のフェーズでは，提示されたグラフの知覚的な差異を受け入れるかどうか，「解釈」のフェーズでは，グラフの知覚的な差異にどのように意味づけをするか，さらに「判断」のフェーズでは，グラフの話題に関する最終的な決定をどうするかが決定される。実験1では，参加者にとって，既存の知識や態度を誘発しない抽象的課題を実験課題に用いることで，トップダウン処理の影響，この場合で言えば「信念」からの影響を抑制し，

「知覚的表象」の視覚的特徴によるボトムアップ処理に焦点を置いた実験を行う。一方，実験 2 では，参加者にとってその事案に関する態度を前もって抱かせるような身近な話題を実験に用いることで，トップダウン処理の影響，すなわち図 2 のモデルの「信念」からの影響がボトムアッププロセスに介入することが期待される実験を行う。なお，本研究における「信念」とは，社会的規範や態度のことを言う。

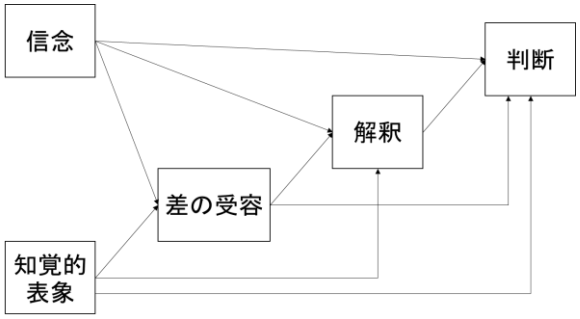


図 2　本研究で仮定するモデル

2　実験 1

2.1　提示グラフ

実験 1 では，仮想的に設定された実験において，2 つの条件群における，従属変数の値の知覚的な差異が異なる 5 つの棒グラフを使用した。実験に用いた 5 つのグラフを図 3 に示す。分析では，提示グラフの種類を独立変数とする分析を行うが，知覚的差異が小さなグラフから大きなグラフに対して，それぞれ 1 から 5 の得点が与えられた。

実験では，持続力を高めることが期待される成分 A の効果を検討するために，ラットを用いた「回し車課題」の実験を行ったという状況が設定された。グラフは，成分 A を投与した群としなかった群のそれぞれで，2 万事例を収集し，3 分以上回し車を回し続けられた事例数を示したものとして提示した。

5 つのグラフにおける 2 群間の知覚的な差異はそれぞれ異なるものの，実際の情報の内容は，成分 A 投与群が 1190 事例(全体の 5.95%)，成分無投与群が 1110 事例（全体の 5.55%）で，両群間の差異は 80 事例(全体の 0.4%)と同一であった。

2.2　方法

実験参加者は大学生 90 名(男性 53 名，女性 37 名；M_{age}=18.44, SD_{age}=.84)である。実験は，講義時間を利用し，集団で実施した。所要時間は約 20 分だった。

本実験では 2 つの実験課題が課された。

①グラフ読み取り課題

参加者には，図 3 に示された 5 つのグラフのうち 1 つを提示し，「ある製薬会社のアドバイザとして，提示されたグラフを基に，強壮剤の開発についての意見」を考えさせた。その後，「グラフの両条件間に差がある」という問いに対して，「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の 5 段階評定させた。この評定を「差の受容」の得点とした。

②評価課題

グラフ読み取り課題後，提示されたグラフを基に，2 つの問いについて，5 段階評定させた。

1 つ目の問いは，「成分 A は持続力を上げる効果がある」であり，「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の 5 段階で評定をさせ，この評定を「解釈」の得点とし

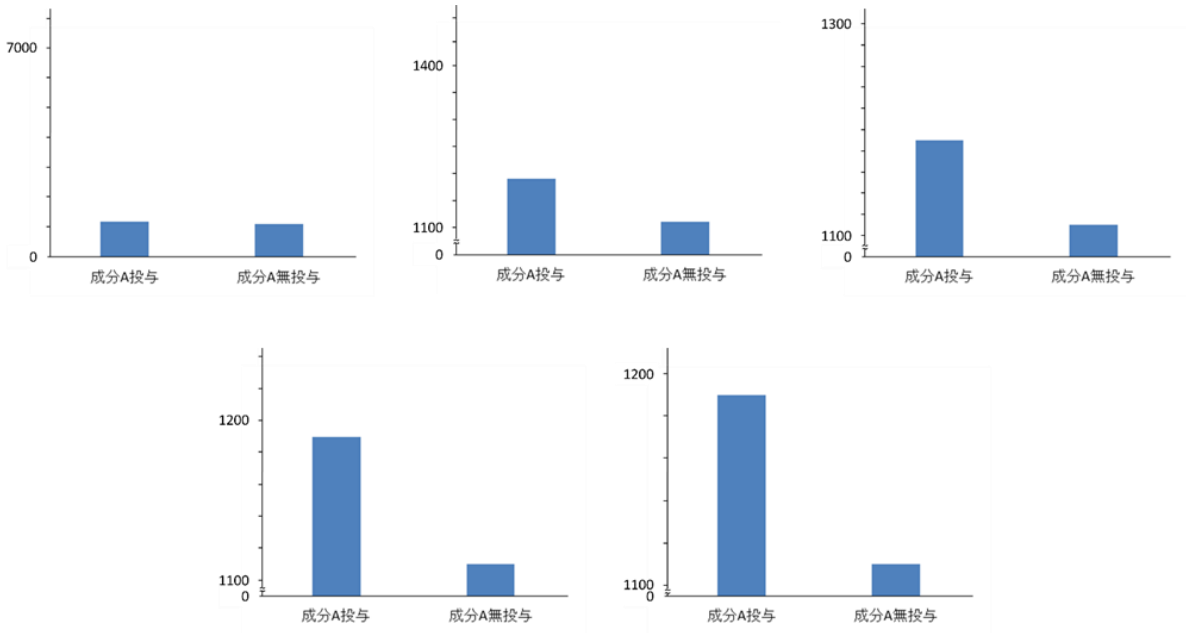


図 3　提示グラフ

た。

2つ目の問いは,「強壮剤に成分Aを含めるべきである」であり,「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の 5 段階で評定をさせ，この評定を「判断」の得点とした。

2.3 結果

本研究のモデルは系列的に処理される 4 つのフェーズからなるが, あるフェーズを従属変数, そのフェーズに先行する全てのフェーズを独立変数とする重回帰分析を，後続の 3 つのフェーズそれぞれにおいて行った。結果を図 4 に示す。まず，知覚的表象を独立変数，差の受容を従属変数として単回帰分析を行った。その結果, 有意な関係性はみられなかった(β = .04, $t(88)$ = .36, p = .71, R^2 = .002)。次に，知覚的表象と差の受容を独立変数，解釈を従属変数として重回帰分析を行った。その結果, 知覚的表象と解釈には有意な関連性はみられなかった(β = .04, $t(88)$ = .39, p = .69, R^2 = .17)。しかし，差の受容と解釈には有意な関連性がみられた(β = .41, $t(88)$ = 4.16, p < .001)。最後に，知覚的表象と差の受容と解釈を独立変数, 判断を従属変数として重回帰分析を行った。その結果, 知覚的表象と判断(β = -.01, $t(88)$ = -.08, p = .94, R^2 = .23)，差の受容と判断(β = -.10, $t(88)$ = -.96, p = .34)に有意な関連性はみられなかった。しかし, 差の受容と解釈には有意な関連性がみられた(β = .51, $t(88)$ = 4.90, p < .001)。

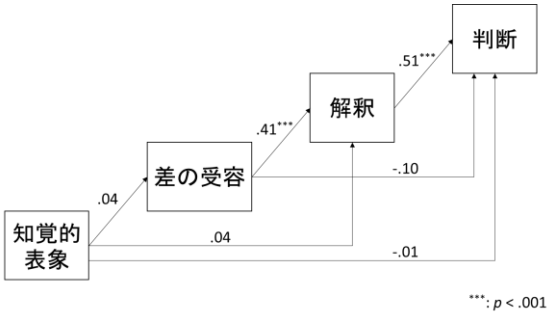


図 4 実験 1 の重回帰分析の結果
(図中の数値は標準偏回帰係数)

2.4 考察

知覚的表象は，後続する 3 つの要因のいずれにも，影響を与えなかった。このことから, 提示されたグラフと,「グラフの両条件間に差があるか」といった差の受容や,「成分 A は持続力を上げる効果があるか」といった解釈,「強壮剤に成分 A を含めるべきであるか」といった最終的な判断は関連しないことが考えられる。

また, 差の受容から解釈への影響は有意になった。このことから,「グラフの両条件間に差があるか」といった差の受容は,「成分 A は持続力を上げる効果があるか」といった解釈に関連し，グラフの条件間に差があると思うほど, 成分 A の効果を認める解釈をすることが考えられる。

さらに, 解釈から判断への影響も有意になった。このことから,「成分 A は持続力を上げる効果があるか」といった解釈は,「強壮剤に成分 A を含めるべきであるか」といった判断に関連し，成分 A に効果があると思うほど，強壮剤に成分 A を含むべきであるという判断をすることが考えられる。

よって, 今回の参加者において, 知覚的な差異の大きさが異なるどのようなグラフを提示されても，解釈や最終的な判断が変わることはなく，解釈はグラフの差の受容によって行われ，さらに最終的な判断は解釈によって下されたことを示唆している。

3 実験 2

3.1 知覚的表象

実験 1 の結果を踏まえ，実験 2 では，ある自体に対する態度や信念が，実験 1 で明らかになったプロセスにどのように関与するのかを明らかにする。実験の基本的な枠組みは，実験 1 と同様である。以下，異なる手続きについて述べる。

実験では，架空の都市 A 市において，市民の健康調査を行ったという状況が設定された。グラフは, 2 万人を対象とした調査において，家族に喫煙者がいる群といない群のそれぞれで，呼吸器系疾患の罹患者の数を示したものとして提示した。

5 つのグラフにおける 2 群間の知覚的な差異はそれぞれ異なるものの, 実際の情報の内容は, 家族に喫煙者がいる群が 1190 人(全体の 5.95%)，家族に喫煙者がいない群が 1110 人（全体の 5.55%）で，両群間の差異は 80 人(全体の 0.4%)と同一であった。

3.2 方法

実験参加者は実験 1 と同様の大学生 90 名(男性 53 名, 女性 37 名 ; M_{age}=18.44, SD_{age}=.84)である。実験は，講義時間を利用し，集団で実施した。所要時間は約 20 分だった。

本実験では 3 つの実験課題が課された。

①グラフ読み取り課題

参加者には，5 つのグラフのうち 1 つを提示し,「ある会社のアドバイザとして, 提示されたグラフを基に, 社員の喫煙についての意見」を考えさせた。その後,「グラフの両条件間に差がある」という問いに対して,「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の 5 段階評定させた。この評定を「差の受容」の得点とした。

②評価課題

グラフ読み取り課題後, 提示されたグラフを基に, 2 つの問いについて，5 段階評定させた。

1つ目の問いは，「喫煙は周囲の呼吸器系疾患のリスクを高める」であり，「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の5段階で評定をさせ，この評定を「解釈」の得点とした。

2つ目の問いは，「社員の会社内外における喫煙を，全面的に禁止すべきである」であり，「全くそう思わない(1)」から「非常にそう思う(5)」の5段階で評定をさせ，この評定を「判断」の得点とした。

③信念アンケート

実験が行われる1週間前に，喫煙に対する信念のアンケートを実施した。このアンケートは，吉井・加濃ら[6]の加濃式社会的ニコチン依存度調査票(KTSND)に基づき，作成した。「喫煙は社会にとって害悪でしかない」や「タバコにはストレスを解消する作用がある(反転項目)」など10項目の問いに対して，「あてはまらない(1)」から「あてはまる(5)」の5段階評定させた。なお，4項目は逆転項目とした。この評定を「信念」の得点とし，得点が高いほど「喫煙を嫌悪する信念」であるとした。

3.3 結果

本研究のモデルは系列的に処理される4つのフェーズと1つのフェーズからなる。系列的に処理されるフェーズの中でのあるフェーズを従属変数，そのフェーズに先行する全てのフェーズと独立した1つのフェーズを独立変数とする重回帰分析を，後続の3つのフェーズのそれぞれにおいて行った。結果を図5に示す。まず，信念と知覚的表象を独立変数，差の受容を従属変数として，重回帰分析を行った。その結果，信念と差の受容(β= .10, t(88) = .96, p= .34, R^2 = .01)，知覚的表象と差の受容(β= -.001, t(88) = -.01, p = .99)に有意な関係性はみられなかった。次に，信念と知覚的表象と差の受容を独立変数，解釈を従属変数として重回帰分析を行った。その結果，信念と解釈には有意な関連性はみられなかった(β= .14, t(88) = 1.64, p = .11, R^2 = .40)。しかし，知覚的表象と解釈(β = .21, t(88) = 2.50, p < .05)，差の受容と解釈には有意な関連性がみられた(β= .56, t(88) = 6.63, p < .001)。最後に，信念と知覚的表象と差の受容と解釈を独立変数，判断を従属変数として重回帰分析を行った。その結果，知覚的表象と判断(β= .02, t(88) = .23, p = .82, R^2 = .31)，解釈と判断(β= -.06, t(88) = -.50, p = .62)，差の受容と判断には有意な関連性はみられなかった(β= .19, t(88) = 1.72, p = .09)。しかし，信念と判断には有意な関連性がみられた(β= .52, t(88) = 5.57, p < .001)。

3.4 考察

解釈は，知覚的表象及び差の受容からの影響が有意になった。このことから，「喫煙は周囲の呼吸器系疾患のリスクを高めるか」といった解釈は，提示されたグラフや，「グラフの両条件間に差があるか」といった差の受容に関連し，提示されたグラフの知覚的な差異が大きかったり，グラフの条件間に差があると思ったりするほど，喫煙は疾患のリスクを高めると解釈することが考えられる。

また，判断は，信念からの影響が有意になった。このことから，「社員の会社内外における喫煙を，全面的に禁止すべきであるか」といった判断は，喫煙を嫌悪するほど，より社員の喫煙を全面的に禁止すべきであると判断することが考えられる。

よって，今回の参加者において，信念の強固な身近な話題を取り扱った場合，解釈は提示されたグラフの知覚的な差異や，その差の受容によって行われるが，最終的な判断は信念に従って下されたことを示唆している。

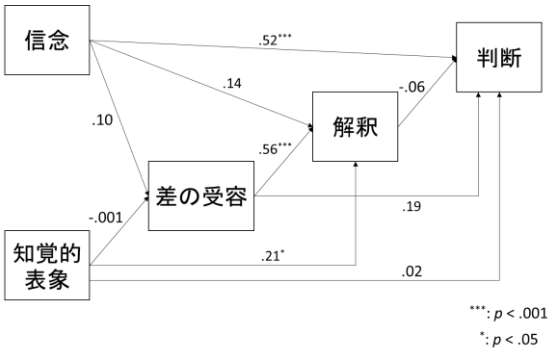


図5 実験2の重回帰分析の結果
(図中の数値は標準偏回帰係数)

4 結論

本研究の目的は，外的表象，その解釈，それらに基づく最終的な判断の関連について，あらかじめ参加者が抱いている信念や態度が，そこにどのように介入するのかを議論することだった。実験1の結果，グラフの知覚的な差異を受け入れるかどうかが，後続の解釈を左右し，グラフの知覚的な差異をどのように意味づけるかが，最終的な判断に影響していることが考えられ，ボトムアッププロセスが確認された。ただし，知覚的見えが，実際の情報の内容を反映しないといった本研究で設定された状況においては，上記のプロセスに，外的表象の表現の差異の影響は見られなかった。一方，実験2の結果，信念が強固に形成される身近な話題を取り扱った場合，信念からのトップダウン処理は，差の受容やその解釈といったグラフの理解には関与せず，最終的な判断に対してのみ大きな影響を与えた。ただしその場合も，実験1で確認された，ボトムアップ処理としての差の受容から解釈への影響は，依然，頑健に残されることが確認された。

謝辞

本研究はJSPS 科研費(15H02927)の助成を受けた。

参考文献

[1] 平山るみ・楠見孝, (2004) “批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響—証拠評価と結論生成課題を用いての検討—”, 教育心理学研究, Vol. 52, pp. 186-198.
[2] Gordon P, Jonathan A. F., & Derek J. K., (2015) “Everyday Consequences of Analytic Thinking”, Psychological Science, Vol. 24, No. 6, pp. 425-432.
[3] Freedman E. G., & Shah P., (2002) “Toward a Model of Knowledge-Based Graph Comprehension”, Lecture Notes In Computer Science, pp. 18-30
[4] Kintsch W., (1988) “The role of knowledge in discourse comprehension. A constructionintegration model”, Psychological Review, Vol. 95, pp. 163-182.
[5] 神埼奈奈・三輪和久, (2012) “グラフの解読に表現と理解の視点が及ぼす効果に関する実験的検討”, 心理学研究, Vol. 83, No. 3, pp. 163-173.
[6] 吉井千春・加濃正人・磯村毅・国友史雄・相沢政明・原田久・原田正平・川波由紀子・城戸優光, (2006) “心理的ニコチン依存を評価する新しい質問票—加濃式社会的ニコチン依存度調査票(KTSND)—”, J UOEH(産業医大誌), Vol. 28, No. 1, pp. 45-55.

階層ディリクレ過程隠れ言語モデルと深層学習を用いた語彙獲得過程の計算論
A Computational Approach for Vocabulary Acquisition with Hierarchical Dirichlet Process-Hidden Language Model and Deep Learning.

林 楓 †，中島 諒 †，長坂 翔吾 †，谷口 忠大 ‡
Kaede Hayashi, Ryo Nakashima, Shogo Nagasaka, Tadahiro Taniguchi
† 立命館大学 情報理工学研究科, ‡ 立命館大学 情報理工学部
Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University,
Dept. of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University.
k.hayashi@em.ci.ritsumei.ac.jp

Abstract

Human infants have been called 'stastical learners' capable of discovering words from speech signals. For a computational understanding of the language acquisition by infants, many researchers have developed machine learning models that can acquire knowledge about words and phonemes. The nonparametric Bayesian double articulation analyzer (NPB-DAA) is one of the unsupervised methods for a word discovery and can simultaneously learn a language model and an acoustic model. By integrating the NPB-DAA with the deep sparse autoencorder, it outperformed pre-existing unsupervised learning methods. In this paper, we show a new experimental result about word discovery from multiple Japanese speakers' speech signals. The results confirmed its effectiveness to the signle speaker data, but show the difficulty in the multiple-speaker data.

Keywords — Bayesian Nonparametrics, Deep Learning, Speech Recognition, Unsurpervised Learning, Word Discovery

1. はじめに

人間の幼児は身の回りから得られるセンサ情報を手がかりに言語を獲得していく．養育者の発音した音声信号から語彙を獲得するとき，幼児は時系列音声データからの単語分割問題を解いていることになる．つまり，幼児は言語を学習する過程で，言語に関する事前知識を持たずに時系列音声信号を認識し，単語列に分節化した上で，語彙を獲得する必要がある．このことから，単語分割および語彙発見は幼児が自律的に言語を獲得している過程の基盤となる技術であると言える．月齢 8ヶ月の幼児は音同士の統計的な共起性を用いて連続音声信号を分節化し，単語を抽出できることが示されている [1].

語彙獲得に関する既存研究として，事前の辞書なしでテキストデータを単語単位に分節化する先行研究 [2]，[3] がある．Mochihashi らはノンパラメトリックベイズに基づく nested Pitman-Yor language model (NPYLM) を提案し，高い精度の教師なし形態素解析を可能にした [2]．しかし，テキストデータからの語彙獲得と比べて，音声信号からの語彙獲得は困難である．この理由として，まず音声認識結果には音素認識誤りが頻繁に含まれることが挙げられる．また，初期の学習段階において，幼児は音素を完全に知らないままで語彙を獲得しなければならない．これに対して，Neibig らは NPYLM を拡張し，音素認識誤りを含んだ音声認識結果をラティスとして出力させたものを教師なし形態素解析し，その結果とともに音声認識結果を確定させる Latticelm を提案したが，この手法には音素獲得は含まれていない [3].

幼児の語彙獲得を再現するには音素獲得が必要であり，音素獲得と語彙獲得は相互に作用し合いながら行われると考えられている．これらの獲得過程の相互関係をモデル化することは，人間の言語獲得を計算論的に理解するための積年の課題となっている．近年，Lee らと Kamper らは音声信号からの教師なし語彙獲得手法を提案した [4]，[5]．また，Taniguchi らは，hierarchical Dirichlet process-hidden language model (HDP-HLM) とこれの潜在変数を推論する推論手法を構築することで，，人間の音声信号のみから言語モデルと音響モデルを同時に推論する機械学習手法 Nonparametric bayesian double articulation analyzer (NPB-DAA) を提案した [6]．HDP-HLM は音素獲得と語彙獲得を統合した確率的生成モデルであり，言語モデル (word model)

と音響モデル (acoustic model) を含んでいる．さらに，NPB-DAA に Deep sparse autoencorder (DSAE) を組み合わせることで，教師なし語彙獲得の精度向上を実現している [7]．この研究では，母音のみによって構成された単一話者による実音声データからの語彙獲得および音声認識において，既存の標準的な音声認識装置 [8] を上回る性能を持つことが示された．しかし，実際の幼児の言語獲得過程において，単一話者だけでなく複数の話者から語彙を獲得していると考えるのが妥当であるが，複数話者の音声信号からの語彙獲得は考慮されておらず，複数話者から得た音声信号に対して適用した際の有効性は検証されていなかった．したがって本研究では，NPB-DAA と DSAE の統合モデルを用いて，複数話者の実音声データから教師なし語彙獲得を行い，その実験結果について詳報する．

2. NPB-DAA

ここでは NPB-DAA の生成モデルである HDP-HLM について説明し，DSAE と NPB-DAA の統合モデルについて述べる．なお，NPB-DAA の推論過程などの詳細は [7] に記載されている．

2.1 HDP-HLM

HDP-HLM は，文を構成する Language model，単語を構成する Word model，音の情報を持つ Acoustic model からなる，HDP-HSMM [9] の拡張モデルである．図 1 に HDP-HLM のグラフィカルモデルを示す．z_s は HDP-HLM の super state であり，潜在単語を表している．また，i 番目の super state である $z_s = i$ は音素列 $w_i = (w_{i1}, ..., w_{ik}, ..., w_{iL_i})$ を持っている．ただし L_i は i 番目の単語 w_i の長さである．また，生成過程は以下のように表される．

$$
\begin{aligned}
\beta^{LM} &\sim \mathrm{GEM}(\gamma^{LM}) \\
\pi_i^{LM} &\sim \mathrm{DP}(\alpha^{LM}, \beta^{LM}) && i = 1,2,...,\infty \\
\beta^{WM} &\sim \mathrm{GEM}(\gamma^{WM}) \\
\pi_j^{WM} &\sim \mathrm{DP}(\alpha^{WM}, \beta^{WM}) && j = 1,2,...,\infty \\
w_{ik} &\sim \pi_{w_{ik-1}}^{WM} && i = 1,2,...,\infty \\
& && k = 1,2,...,L_i \\
(\theta_j, \omega_j) &\sim H \times G && j = 1,2,...,\infty \\
z_s &\sim \pi_{z_{s-1}}^{LM} && s = 1,2,...,S \\
l_{sk} &= w_{z_s k} && s = 1,2,...,S \\
& && k = 1,2,...,L_{z_s} \\
D_{sk} &\sim g(\omega_{l_{sk}}) && s = 1,2,...,S
\end{aligned}
$$

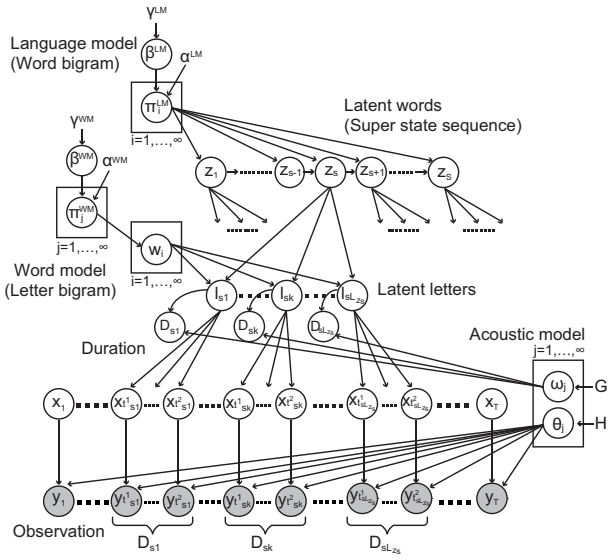


図 1　HDP-HLM のグラフィカルモデル

$$
\begin{aligned}
& && k = 1,2,...,L_{z_s} \\
x_t = l_{sk} & && t = t_{sk}^1, ..., t_{sk}^2 \\
& && t_{sk}^1 = \sum_{s'<s} D_{s'} + \sum_{k'<k} D_{sk'} + 1 \\
& && t_{sk}^2 = t_{sk}^1 + D_{sk} - 1 \\
y_t = h(\theta_{x_t}) & && t = 1,2,...,T
\end{aligned}
$$

ここで，β^{WM} は基底測度であり，α^{WM} と γ^{WM} は単語を生成する word model のハイパーパラメータである．$\mathrm{DP}(\alpha^{WM}, \beta^{WM})$ は潜在文字 j から次の文字への遷移確率 π_j^{WM} を出力する．β^{LM} は基底測度であり，α^{LM} と γ^{LM} は単語バイグラムを生成するハイパーパラメータである．また，$\mathrm{DP}(\alpha^{LM}, \beta^{LM})$ は潜在単語 i から次の単語への遷移確率 π_i^{LM} を出力する．また，上付きの文字 LM と WM はそれぞれ LM: Language Model と WM: Word Model を意味している．潜在単語 w_i に含まれる潜在文字は $\pi_{w_{ik-1}}^{WM}$ から順にサンプルされる．HDP-HLM では，持続分布は各潜在文字 l_{sk} によって決まる．潜在文字 l_{sk} の持続時間 D_{sk} は $g(\omega_{l_{sk}})$ から生成される．ただし，l_{sk} は s 番目の潜在単語 w_s の中の k 番目の潜在文字であり，$\omega_{l_{sk}}$ は潜在文字 l_{sk} の持続パラメータである．また，潜在単語 w_s の持続時間は $D_s = \sum_{k=1}^{L_{z_s}} D_{sk}$ となる．

HDP-HLM では潜在単語 z_s が潜在文字系列 $l_{sk} = w_{z_s k}$ $(k = 1,2,...,L_{z_s})$ を決定する．その後 w_{z_s} に基づいて，l_{sk} の持続時間 D_{sk} が生成され，出力分布 $h(\theta_{x_t})$ から観測データ y_t が生成される．これにより，潜在単語としてチャンク化される区間は一定の遷移パターンを持つデータとしてモデル化される．

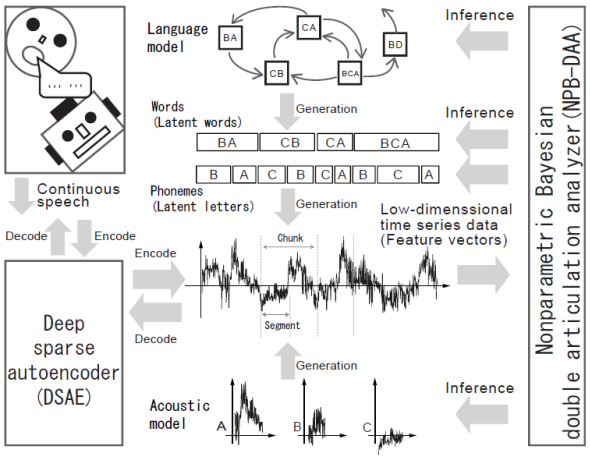


図 2　ロボットが実音声データから音素と語彙を獲得するための提案手法の全体像

2.2　NPB-DAA と DSAE の統合モデル

本研究で提案する機械学習手法の全体像を図 2 に示す．DSAE は実音声の信号から音声特徴を表現する時系列データを抽出している．そして，NPB-DAA はその時系列データを解析している．ここでの学習手法はすべて教師なし学習であり，音声信号からの特徴抽出や単語分割も教師なしで行われている．したがって，提案モデルである NPB-DAA と DSAE の統合モデルは，幼児が行う連続音声信号からの単語の発見や，音素の知識を得るための学習過程を説明するモデルの候補となりうる．

3.　実験

DSAE を組み合わせた NPB-DAA を用いて，複数人の実音声データから教師なし語彙獲得を行う．実験では 4 話者の実音声データから単一話者ごとに推定し評価平均をとったところ，DSAE を組み合わせた NPB-DAA の性能は 1 話者のみの実音声データを使用した実験 [7] での性能を上回った．しかし，4 話者の音声データから同時推定した場合の性能は，話者ごとに推定した場合の性能を大きく下回った．さらに，DSAE を用いて，4 話者のデータセットから抽出した特徴量の分布を確認したところ，男性話者と女性話者の特徴空間に大きなずれが生じていることがわかった．

3.1　実験条件

日本語を母国語とする男女各 2 人に，30 文を自然なスピードで 2 回ずつ繰り返し読んでもらい，合計 60 × 4 文分の音声を録音した．ただし，実験で用いた文は，日本語母音列 {a, i, u, e, o} のみから構成された 5 単語 {aioi, aue, ao, ie, uo} の組み合わせで作られたものである．30 文のうち，25 文は 2 語文（”aioi aue”, ”uo ie”など）でのり，5 文は 3 語文である．実験では，提案手法のある DSAE を組み合わせた NPB-DAA [7] と特徴ベクトルとして MFCC を用いた NPB-DAA の [6], conventional DAA [10]，そして既存の音声認識装置である Julius [8] を比較した．また，NPYLM と Latticelm のソフトウェア latticelm [11] を用いた．その他の実験条件については [7] と同様である．以降，2 名の女性話者データセットを K-DATA，M-DATA，2 名の男性話者のデータセットを H-DATA，N-DATA と呼称する．

3.2　実験結果

表 1 に 4 話者で平均をとった調整ランド指数（ARI）の値を示す．手法の末尾に（MAP）と表記のあるものは，他の手法が 20 試行した結果の平均をとっている一方，20 試行のうち事後確率が最大となった結果を示している．また，AM, LM の列にあるチェックマークは，それぞれ事前に音響モデルもしくは正しい単語辞書をもっている手法であるかどうかを示している．結果として，この単語分割タスクにおいて，提案手法は既存手法の性能を上回った．また，この実験では，4 話者分のデータセットから 1 話者ごとに推定し評価平均をとったが，それは 1 話者のみのデータを用いた実験 [7] で得られた評価値よりも良い結果を記録した．

表 2 は，DSAE を組み合わせた NPB-DAA を用いて，単一話者ごとに独立で解析した場合（one speaker）の平均 ARI と 4 話者分のデータセットから同時推定した場合（four speakers）の ARI の比較である．4 話者分のデータセットから同時に語彙獲得を行ったところ，単一話者ごとに独立で行った場合と比較して音素，単語ともに著しく性能が低下した．図 3 は 4 話者のデータセットから DSAE で抽出した 3 次元の特徴量を Principal component analysis (PCA) により 2 次元に変換した結果の特徴分布図である．そのうち，左図は 4 話者全員分の特徴分布図であり，右図は男性話者の H-DATA と女性話者の K-DATA 2 人分の特徴分布図である．ここから，男性話者と女性話者の特徴空間に大きなずれがあることがわかる．

4.　おわりに

本稿では，音声信号からの教師なし語彙獲得の手法として DSAE を組み合わせた NPB-DAA の紹介し，複数話者での実験により性能を評価した．今回の実験で，

表 1　推定された潜在文字と潜在単語の ARI

Method	Letter ARI	Word ARI	AM	LM
NPB-DAA with DSAE (MAP) [7]	**0.621**	**0.627**		
NPB-DAA with DSAE [7]	0.523	0.448		
NPB-DAA with MFCC (MAP) [6]	0.599	0.486		
NPB-DAA with MFCC [6]	0.561	0.394		
Conventional DAA with DSAE [10]	0.548	0.078		
Conventional DAA with MFCC [10]	0.591	0.091		
Julius (phoneme dictionary + NPYLM [2])	0.486	0.297	✓	
Julius (phoneme dictionary + latticelm [3])	0.538	0.319	✓	
Julius DNN (phoneme dictionary + NPYLM [2])	0.633	0.396	✓	
Julius (word dictionary)	0.586	0.486	✓	✓
Julius DNN (word dictionary)	0.674	0.769	✓	✓

表 2　単一話者ごとのデータから推定した場合の平均 ARI と 4 話者分のデータから同時推定した場合の ARI

NPB-DAA with DSAE	Letter ARI	Word ARI
one speaker (MAP)	**0.621**	**0.627**
one speaker	0.523	0.448
four speakers (MAP)	0.161	0.073
four speakers	0.234	0.139

DSAE を組み合わせた NPB-DAA が既存の標準的な音声認識装置よりも高い性能の語彙獲得が可能であることが示されたが，韻律的特徴や大規模語彙獲得を考えると解決すべき課題がいくつかある．この課題として話者依存性への対応が挙げられる．実験で，4 人分のデータを同時に DSAE と NPB-DAA にかけ解析した場合において，4 人分の音声データを別々に解析した場合の性能と比較して急激な性能低下がみられた．これは，話者による発声器官や発声方法などの違いにより，音声学上同じ音素と認識されるべきものが違う音素であると認識されているためだと考えられる．一方，人間の幼児は，様々な人から受け取った話者依存のある音声から語彙を獲得している．これを実現するには，顔認識などによって獲得した話者の識別情報を用いて，話者依存の音声から話者非依存な音声特徴を得るなどのアプローチが考えられるが，さらなる検討が必要である．さらに，幼児の語彙獲得を理解するためには，提案手法のような計算論的なモデルと実際の脳を照らし合わせて検討することは不可欠である．認知科学，神経科学の分野と協力して，人間の言語獲得の過程でこのような処理が脳のどの部位で行われているのか，また他の認知機能とどのように結びついているのかなどの議論を交わし，研究を進めていきたい．

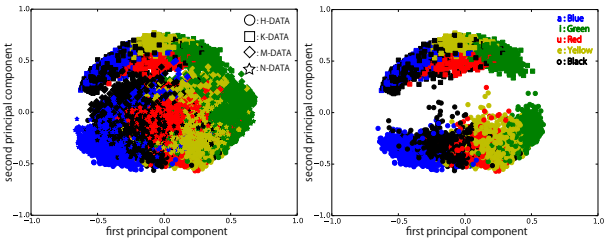


図 3　DSAE から PCA に変換した際の特徴分布図

参考文献

[1] Jenny R Saffran, Richard N Aslin, and Elissa L Newport. Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274(5294):1926–1928, 1996.

[2] Daichi Mochihashi, Takeshi Yamada, and Naonori Ueda. Bayesian unsupervised word segmentation with nested pitman-yor language modeling. In *Proceedings of the Joint Conference of the 47th Annual Meeting of the ACL and the 4th International Joint Conference on Natural Language Processing of the AFNLP: Volume 1-Volume 1*, pages 100–108. Association for Computational Linguistics, 2009.

[3] Graham Neubig, Masato Mimura, and Tatsuya Kawahara. Bayesian learning of a language model from continuous speech. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 95(2):614–625, 2012.

[4] Chia-ying Lee, Timothy J O'Donnell, and James Glass. Unsupervised lexicon discovery from acoustic input. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 3:389–403, 2015.

[5] Herman Kamper, Aren Jansen, and Sharon Goldwater. Fully unsupervised small-vocabulary speech recognition using a segmental bayesian model. In *Proc. Interspeech*, 2015.

[6] Tadahiro Taniguchi, Shogo Nagasaka, and Ryo Nakashima. Nonparametric bayesian double articulation analyzer for direct language acquisition from continuous speech signals. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 2016, accepted.

[7] Tadahiro Taniguchi, Ryo Nakashima, Hailong Liu, and Shogo Nagasaka. Double articulation analyzer with deep sparse autoencoder for unsupervised word discovery from speech signals. *Advanced Robotics*, 30(11-12):770–783, 2016.

[8] Open-source large vocablary csr engine julius. `http://julius.sourceforge.jp/`.

[9] Matthew J Johnson and Alan Willsky. The hierarchical dirichlet process hidden semi-markov model. *arXiv preprint arXiv:1203.3485*, 2012.

[10] Tadahiro Taniguchi and Shogo Nagasaka. Double articulation analyzer for unsegmented human motion using pitman-yor language model and infinite hidden markov model. In *System Integration (SII), 2011 IEEE/SICE International Symposium on*, pages 250–255. IEEE, 2011.

[11] latticelm. `http://http://www.phontron.com/latticelm/index-ja.html/`.

第二言語としての英語学習における Real Life Experience 法の提案
The proposal of Real Life Experience Method for ESL learning

野田 浩平[†‡]，松岡 良彦[†]
Yoshihiko Matsuoka, Kohei Noda
[†]株式会社ココロラボ，[‡]スターティングポイントイングリッシュアカデミー
Kocoro Laboratory Inc., Starting Point English Academy
noda@kocorolab.com, contact@sp-ea.com

Abstract
This article proposes the new language studying method "Real Life Experience (RLE) method." After the review of current existing methods and our new RLE method, we also introduce statistical and case study of the method. As a conclusion, we conclude that the effect of this method cannot be calculated numerically in comparison with other method but theoretically the method has a certain effect to bridge between English language learning in class room and actual world where English is used.

Keywords — Language acquisition, ESL, Learning by doing, Experiential learning

1 はじめに

日本の学校教育において，英語学習は中学及び高校の６年間で学校で学ぶ教科の一つとして多大な時間を用い，勉強されている。また，学校教育以外でも一般の英会話学校などで英会話を中心に勉強されている．しかしながら実態としては，日本人の大多数が英語を使いこなせるようになっているわけではなく，以下のような統計結果が挙がってきている．

すなわち，９割の中高生が社会での英語の必要性を感じ，しかしながら５割弱は自身は将来英語を使うことはないであろうと予想している．[1]

そして大人になってからは２０代から６０代のどの世代でも３分の２前後の比率で英語が苦手であるという意識が生まれる状況となっている．ちなみに英語が苦手ではないと言う人の比率は２割にも満たない．[2]

ここから言えることは中高の学校教育で６年勉強していて，必要性は感じつつも将来使わないだろうなとも思っている英語を勉強し続けた結果，大人になり英語が苦手であるという意識を持つ人が大量に発生するという事象が発生しているということである．

ここで，根本的な課題として学校で教えられている英語学習の方法は苦手意識を生むことはありこそすれ，効率出来ではない学習方法ではないのではないかという仮説が生まれる．そしてそこに対する解決策として認知科学的に最も妥当で効果的な言語習得法を提案することが本稿の目的である．

2 認知科学的に妥当な言語習得の過程

人間が言語をいかに習得し，理解するようになるかについては，Chomsky の生成文法(generative grammar)理論から Schank の自然言語理解の理論まで数多く提案されているが基本原理は以下のように考えられるであろう．[3]すなわち，例えば母語を初めて習得する乳幼児の場合，自身の身の回りで頻度が高く話されている単語や言い回し（文章）を多数回認知するために記憶するという基本の記憶過程があり，それに加えて，生存により有用な情報であると認識された場合，さらに記憶の可能性が上がるというものである．すなわち，ポジティブ及びネガティブな感情に結びつくものはより覚えやすいというものである．報酬及び罰の感情価が付与される体験（とそこで現れる単語，言い回し）をより覚えるというものである．

乳幼児ではなく，ある程度の年齢の子供から大人の場合も基本的には同じ原理で，まずは社会的生活を営むための生活環境があり，そこで頻出する表現やより生存に必要と思われる強い感情価が付与される体験に関連する表現が記憶されるであろう．ただ，乳幼児より大きな年齢の子供と大人の場合は母語はすでに習得しており，新しく言語を習得する場合は，それは第二言語の習得という環境になる．これがまさに日本における英語学習（第二言語としての英語学習）でも適用できるはずの言語習得の基本原理である．しかしながら，これまでの学校教育では実際に言語が使われる環境は無視して（逆に，使用される環境を日本における教室内では作り出せないという制約もあるかと思うが）教科書を用いて学問的に単語，語彙，文法，読解，作文などを行う授業が行われてきた．また，英会話学校でも，教室内での教師と生徒との英語を勉強するための会話という環境での英語学習が行われてきた．

その中でこれまで提案されてきたより効果的である

と思われる第二言語習得の学習法や，第二言語習得に使用できそうな学習科学上の方法論を次項で概観する．

3 これまでに提案された効果的と思われる言語学習法，及び援用できる学習科学概念

より言語が使用される環境に即して言語を習得しようという方法論はこれまでにもいくつか提案されてきている．

例えば１８００年代後半から Berlitz により提案されたベルリッツメソッド®は母国語を介さずに英語のみで英語を会話ベースで習得するという語学留学や日本国内の英会話学校，あるいはスカイプ英会話の手法の源流となる手法である．[4]ここでは，英語を使用する日常の場面を題材に英語で，必要となる語彙や表現，文法などを学んでいく．しかし，根本的に環境が教室の中での集合レッスン，あるいはマンツーマンレッスンのため，実際に生活の中で英語が使われている環境を見ずして仮想的に生活場面を想定して必要な表現を学んでいくという問題が存在している．

教室の中という環境だけだと，やはり，その学んでいる単語，表現の重要性も理解できなければ，コミュニケーションへの成功/失敗のプレッシャーもなく，さらに先生が生徒のレベルに合わせて調整するという非日常的な状況が起こるため，学習効率は落ちると思われる．

Immersion 法は第二言語の習得を対象第二言語で授業を行うことで達成しようという手法で１９６０年代のカナダから始まり，世界中に広がってきた．[5]この方法は大人というよりは子供の言語習得の側面から発展してきて，学校での対象言語の授業だけで開く，他の授業の科目も対象言語で行うことにより，より対象言語の使用可能範囲を広めようという手法が取られている．もちろん，大人の言語習得に対しても Immersion 法は適用されることもあり，子供に限っているわけではない．また，言語以外でも学校の教科を対象言語で学ぶので学校場面における対象言語の使用は上達することが考えられるが，例えば家庭の中や街中での言語使用の場面は Immersion の場面としては設定されていないという Berlitz 法と同じ構造的な問題がある．

1980 年代にインドのバンガロールで始まり，世界に広まった第二言語の学習手法として Task Based Language Teaching/Learning 法がある．[6] これは情報ギャップのあるタスクを同定し，それに対し事前に学習を積んでそのタスクを遂行するという実施する作業を絞り込んで学習する手法である．例えば商店の売主と顧客の設定などでロールプレイを行うなどの場面がある．ただ，この手法も場面を特定し，そこの場面で使いこなせるように目標を絞り学習するのは良いが，あくまで教室内でのロールプレイになることが多く，実生活に結びついていないという問題点は残る．

言語習得とは別に学習科学，人材育成の観点から効果的なスキルの習得法としても幾つかの概念があがっている．

例えば，元々自然言語理解の研究を行っていた Schank は言語理解の研究から派生して学習科学全般への研究に進み，Learning by Doing, Learning by Failure, Goal-based Scenario などの概念で，スキル習得の方法論を子供の学校教育と大人の学校教育，及び企業などの人材育成の方法論として展開した.[7] ここでの概念は対象知識やスキルを実際に使用し，失敗体験を通じて学習することを狙いとしている．ここで，対象とする学習分野を明確にし，その分野の目標(Goal)や手段(Plan)などの知識表現を網羅した形で体験できるようにシナリオ(Scenario)を構成することが重要となる．大人の学習では企業研修や軍隊の実戦訓練の E-learning などにその応用が見られるが，あくまでも E-learning か研修としての実際の業務場面を想定しての仮想プロジェクトの実行など，実際の場面とは厳密には異なるが，実際の場面と可能な限り近くなるよう作り込むという点で，上記に挙げた第二言語習得法と比べてはるかに現実場面に近い形で対象知識・スキルを習得する方法論となっている．ただし，この概念を言語習得に応用した事例はこれまでにない．

ただし，筆者の事例として，筆者が Schank がアドバイザーを行っていた Accenture(当時 Andersen Consulting)にて 1990 年代後半にコンサルティング業務についての Goal Based Scenario(GBS)に基づく企業研修を受講した際に，当時，英語が一度も使ったことがなく，話せない状態で３週間の英語による GBS 研修を受けたのち，TOEIC の得点が３週間で 180 点上昇した経験を持つ．ちなみにこの研修受講時に語学としての英語の学習は一切行っておらず，あくまでコンサルティング業務についての研修を受けていたのみである．

他に Kolb の経験学習(Experiential Learning)モデルも企業の人材育成の文脈では座学で知識，スキルを学ぶのではなく，実際に体験を行い，それに対する内

省から概念化を行い，新たな場面で施行するという実体験を通じて学習する学習観である．[8]これもSchank のモデルと同様，言語習得に対して述べているモデルではないが，実体験を通じてなんらかの知識，スキルを習得するという学習観は同じである．

さてこれらの過去の言語習得法や学習科学の理論を紐解き，第二言語としての英語習得を考える時，理想的な学習モデルの仮説が設定される．次項では筆者らが提案する仮説について述べる

4 RLE(Real Life Experience)法

前項まででこれまでの日本における英語の言語習得の課題と，それに対する既存の言語習得法，及び学習科学の方法論から援用できそうな概念を概観してきた．

さて，大人の自然な言語習得として必要な条件をあげると以下の通りとなるであろう．

- 対象言語において学習する場面，目的の同定
- 実環境での対象言語が使用されている場面の観察
- 実環境での対象言語の使用実践
- 実環境で用いられる語彙，表現の事前習得
- 実際の訓練後の省察
- その後の継続使用

これらの前提を踏まえ，筆者らは所属先である Starting Point English Academy のカリキュラムを上記の前提条件が踏まえられるようなカリキュラムとして提案する．これを Real Life Experience(RLE)法と名付ける．

特徴としては，まず，大人の言語習得の過程としては総花的に全場面での言語使用を目指すのではなく，特定の場面で使用できるように目的を定め，その場面での使用が可能になったら他の場面でも使用できるようにできる場面，範囲を広げていくという方式をとる．それぞれの場面には達成すべき課題目標（これをミッションと呼ぶ）を定め，それを達成するために英語を用いてコミュニケーションを行う．

これは Schank の Goal Based Scenario と同様の考え方で目標を明確化するということである．

しかしながらここで対象言語のスキルについて，初級者か中級者か上級者かにより，目標をどのように設定するかが問題となってくる．初級者の場合，対象言語の語彙や表現がまだ十分に使いこなせるレベルになっているわけではないので，任意の場面や目標を設定するのではなく，最低限，街中で生活出来る表現を習得できる場面で英語を使用することを達成すべきミッションとして設定し，それを週に２場面，４週間，８ミッションこなすことにより初級者の英語使用の Goal Based あるいは Mission Based のカリキュラムとして設定する．

ちなみに標準的なカリキュラムの１日の授業は表１のように設定されており，月曜から金曜まで朝の８時から夕方の５時まで，昼の１２時から１時の昼食時間を除いて１日８時間英語を学習するようにカリキュラムを組んでいる．また，初級者向けの RLE1 クラスでは水曜日と金曜日の午前１０時から１２時までが街に出てミッションをこなす時間に充てられている．それに向けて月曜日から火曜日は水曜日のミッションに向けた準備としての授業を受け，水曜日にミッションから帰って来たらそのまとめを行い，プレゼンを行うように準備をし，振り返りのプレゼンを行う．金曜日も同様である．

表. 1 授業の内容と時間割例

８時	グループ/スピーキング
９時	グループ/発音
１０時	語彙
１１時	RLE作文
１２時	昼食
１３時	自習
１４時	RLE読解
１５時	RLE発音 /スピーキング
１６時	RLE スピーキング

科目の中でRLE と冒頭についている科目はRLE 法のミッション用にカスタマイズされた専用の授業となっており，RLE 作文であればRLE のミッションに必要となる質問や会話の文章の作文などを準備することになる．RLE 読解であればミッションで必要となる分野の知識の事前読解となる．

また，グループとついている科目はグループレッスンでフィリピン人教師１名に対し，学生が５名以内の複数人で行われる．他の科目は教師１名に対し，

学生１名のマンツーマンレッスンである．

初級者向けのミッションの例は例えば以下の通りである．

・公園で街中の人にインタビュー/会話
・市場（いちば）で店主やお客さんにインタビュー/会話

初級者向けのミッションといっても，街中にで一般市民に話しかけるので話しかけた相手が初級者向けに簡単な英語で話してくれるとも限らず，あくまでも初級者としてミッションの選択で調整されているのは，あまり専門的な会話を必要とする場面（何かの専門職の専門家との会話など）ではなく，日常生活で世間話として可能な場面の設定をする，あるいは日常生活でまず最初に必要となるような場面の設定ということである．

ちなみに中級者向けのカリキュラムRLE2におけるミッションの例は以下の通りである．

・授業実施
・販売体験

例えば小学校での授業を実施するために，なんらか教える事項のファシリテーションを準備したり，プレゼンテーションを準備する，店舗で販売の体験をするために仕事で使う英語の準備をするということである．そしてそれを実際に現場で実施し，うまくいったところ，いかなかったところの振り返りをプレゼンを通じて発表する．これは，Kolbの経験学習が概念化している効果的な学習のサイクルである．中級者は１週間に一つ目標を定め，それに向けて準備，実践，振り返りを行う．

上級者になると自身で目標を定めるようになる．例えば筆者自身の事例では野田はメンタルヘルスにも関わる専門家であるので，現地の公営精神病院に訪問し，閉鎖病棟の視察，患者へのインタビュー，職員（看護師等）へのインタビューを行い，それを日比及びASEAN，先進国との比較で考察，発表するというようなミッションを行った．他に後ほどの事例で出てくるように，カメラマン志望の参加者の場合，現地で展覧会を行うために，素材の撮影，ギャラリーとの交渉，運営の準備など，実際の自身の活動を英語学習の一環として実施した．

5. 研究方法

被験者は１ヶ月に渡り，RLE法のカリキュラムに従い，英語学習を行う．開催場所はSPEAが所在するフィリピン国ネグロスオリエンタル州シブラン市の学校キャンパス及びシブラン市が所属する都市圏であるドゥマゲテ市の市中である．RLEのミッション自体はドゥマゲテ市の市内で行われることが多い．

前項で提案した実践的英語学習手法 RLE 法の効果を分析するために２種類の研究手法を用いる．すなわち，英語能力試験による得点の経時推移の確認と考察，及び参加者に対するインタビューによる事例研究である．英語能力試験は教育測定研究所が開発したCASEC試験を用いる．本試験は英語コミュニケーション能力判定テストであり，TOEIC 及び英検に対して得点の換算が可能となっている．

被験者は３名である．

１．高卒直後の１０代男性：６ヶ月の長期滞在の１２週滞在後から１ヶ月
２．４０代男性：６ヶ月滞在の７週滞在後から１ヶ月
３．３０代男性：２ヶ月滞在の１週滞在後から１ヶ月

の３名である．

検査期間は2016年５月２３日から６月２３日の１ヶ月間とする．

表2．CASECテストの得点の推移

		リーディング		リスニング		合計	TOEIC換算	英検換算
		語彙	表現	大意把握	具体情報聞き取り			
1	5月23日	73	74	130	39	316	255	３級
	6月23日	80	105	124	102	415	325	３級
2	5月23日	123	111	124	113	471	375	準２級
	6月23日	145	127	140	130	542	455	準２級
3	5月23日	115	121	73	105	414	325	３級
	6月23日	110	113	146	132	501	405	準２級

6. 結果

まず, はじめに１ヶ月間の RLE 法の授業を受けてみての CASEC 試験の得点の推移は表２のようになった.

総じて, CASEC 試験の得点は上昇している. TOEIC 試験の換算で３名の得点の上昇幅が 70 点, 80 点, 80 点となっていることから, RLE 法を用いた英語学習法が英語力を下げる，あるいは停滞させる学習法であるということはないようである.

他にテストの得点から見られることとしては被験者１と被験者３のそれぞれ１００点を下回っていたリスニングの項目は１ヶ月後１００点を上回っていた．そのことから, 著しくバランスに欠ける, 不得意な要素, 特にリスニングの要素については RLE 法による英語習得はその欠点克服に効果を発揮するかもしれないということである．また，ミッションが会話中心に進むため，リスニングの得点が向上するかもしれないということである.

しかしながら，ミッションの準備では読解や作文もあり，語彙や表現の訓練もある．また，ミッション後のプレゼンテーションの準備にも当然，語彙，表現が必要な作文が必要となる．となると，RLE 法もこれまでの英語学習法と同じで総合的に英語を勉強しているため，複合的に学習効果がテスト得点向上に影響していると考えられる. そして, その RLE 法としての特徴がどこにあるのかは，単純な得点比較ではなく，被験者からのインタビューの主観的体験を通して考える必要があると思われる．以下が各被験者に対するインタビューのまとめである.

１．１０代男性

SPEA に語学留学するまでは英語は全くできないという意識で, 実際にテストの点数などもよくなかった. しかし，留学して５ヶ月経つようになり，英語が苦手という状況も徐々に解消されていっている. RLE 法も良い原因となったと思う．RLE１を経た後の，RLE2 に進むとミッションを自分で決めることができるようになる．そうすると，自分の興味のあることを聞けるようになり，また，会話が通じると嬉しいという体験ができるようになる.

具体的には，闘鶏場を見学に行くミッション，散髪に行き，バーバーの人にどんなヘアスタイルが人気なのかなどインタビューする，あるいは日本の文化を紹介する授業を行うなど自身が興味を持ったミッションに取り組めた.

このように毎回変わるミッションに取り組めることは英語学習に効果があると思える．実際にあることだが，毎日教室で同じ先生と会話するようになると慣れてきてしまい, 授業ごとに担当の先生は変わるものの, ミスをしても平気という意識にもなってきてしまう.

しかし，外にミッションに行くと，初めての人，慣れていない人との会話やインタビューとなり，しっかり準備しないと失礼にあたる，あるいはミッションを全くこなせないという状況になるので，緊張感がありよい.

また，ミッションへの付き添いの先生とはミッション直後の学校キャンパスへ戻る経路から反省の振り返りができ，どこが良かった，どこは次に向け改善しようとアドバイスももらえるのでそこが学習に進むと思う.

そもそも私は，親から言われたから，この学校に留学をした．当初はやる気も特になかった．しかし，今はここに来れて良かったと思っている．途中からもっと話せるようになりたいと思うようになった．今から思えば，もっと最初から自信を持ってどんどん話していったら良かったと思う．帰国しても英語の勉強は続けていきたい.

SPEA での体験は英語力が伸びるという体験であるが，それだけでなく，性格が変われる場所だと思っている．日本にいた時は奥手な性格であったが，SPEA に来てからはもっと前に出ていいのだと思えるようになった．会話をしていると先生や他の学生も明るい．その雰囲気が自分を前に出させてくれる．そしてそれが自分の通常の性格になってしまったようだ．その性格の変化は自分では良いと思っているので日本に帰っても変わらないと思う.

また，自己主張もできるようになったと思う．これも，先生が会話の中で「何故だ？」と理由を聞いてくるのでそれを答えるうちに，自分の意見が言えるようになった.

２．３０代男性

英語が伸びているという実感はない．一般論で自分の年齢だとそれほど劇的には伸びないというのはわかっているがそれでも自分の設定したラインには達していない．もっと自分の言いたいことが出てくるようになると思っていた.

例えば音楽の趣味が共通のイタリア人と会話した時も，有名なバンドの有名な曲などについては共通の知識があり，自分の意見も伝えられるが，相手がわからずに自分が伝えたいマニアックな意見などは，本当はそれが伝えたいのだが伝えられないというもどかしい気持ちになる．

大学卒業してから２５年間は英語を使っていない．高校では英語の成績は１０段階で６などと普通の成績であった．海外旅行などは行っていなかった．脱サラをしてニーズのある国際業務の行政書士になろうとしたことを機に，英語の勉強を始めようと思った．自身が設定した目標に対しては１０段階のうち現在２グラまでしかまだ達成できた意識ではない．とにかく話せるようになりたいので，１ 日８時間スピーキングでも良いと思っている．

RLE 法のミッションではとにかく話せるアクティビティをということで専門職のインタビューなどを多くこなし，弁護士へのインタビューや裁判の傍聴などを行っている．

３．４０代男性

もともと，海外旅行もしていて英語に対する苦手意識などはなかった．しかし，日本で英語学校に行っていたとなると，恥ずかしいという意識が働いてしまい，周りの生徒が英語ができると失敗したくないという意識が働いてしまい，積極的には学習できていなかったかもと思う．

しかし，ここでは積極的に参加できている．

うまく聞き取れない，喋れないという意識が，会話したいというモチベーションになっている．そして耳も慣れてきて徐々に聞き取れるようになってきた．また，発言の方も文章で喋れるようになってきている．先生との会話の中で単語でも拾ってこれるようになったので自信になっているかもしれない．

RLE 法のアクティビティは初級の簡単なアクティビティ（街中での一般の人との会話，質問）はこれまでも旅行でやってきていた．しかし，特定の職業の人へのインタビューなどは旅行では経験できないことなので役になっていると思う．また，カルチャーショックとしてそのような専門職へのインタビューなどもすんなり受け入れてくれる寛容なフィリピンの文化に驚いている．また，様々な人とアクティビティを通じて交流することにより，その地域のことがわかり，その後に街に行った時もアクティビティの時のような意識で接することができるので役に立っている．

上級編では，個人での目的であるプロカメラマンとして世界の写真を撮るという目的に沿ってアクティビティを組めている．具体的には写真対象のストリートキッズにインタビュー，小学校で子供の写真を撮らせてもらう，プロカメラマンにインタビュー，写真展を開くための企画と準備などである．これらのミッションは一人で行うには難易度が高く，英語学校の授業として取り組めるのは良かったと思う．

また，そこで使用する語彙や背景知識はミッションを行う前に事前に勉強していけるので，ミッション中で例えばインタビューなどがある場合は，さも昔から知っているというような態度で入っていけるし，そもそも興味のある事柄なので英語としても覚えやすいと実感している．

以上が３名に対するインタビューの概要である．それぞれ RLE 法に対する感想だけでなく，留学全体に対する感想としてコメントを述べている．ここからの解釈については次項で議論する

7. 考察

本論文では，第二言語学習としての英語の学習方法として，教室内での環境における授業だけでなく，実際の生活での英語使用と，目的を明確化せた手法が有効であるという仮説の元，RLE 法を提案した．また，その効果を探るために，１ヶ月の RLE 法による英語学習の前後での英語能力試験の実施，及びその得点推移の分析，そして，事例分析として学習後のインタビューを行った．

その結果，幾つかの考察の観点が見出された．

まず，筆記試験の結果については，学習前後で総じて被験者の得点が上がっていることが見出され，それ自体は学習が進んだといえる結果となっている．しかしながら他の英語学習手法を１ヶ月行い，得点が上がることとの相対的比較は行えておらず，場合によっては他の手法の方がより得点が上がることが想定される．

特に，英語の文法，語彙，表現などを実生活とは関係なくともその記憶数を増やそうという学習を集中的に行うと得点の伸びも大きくなることが想定される．RLE 法の場合は，実際に使用する，使用したい場面での英語力を効果的に高める手法であるので，汎用的な英語力を高めているわけではなく，必要な場面でのコミュニケーション能力を集中的に高めていることにな

る．その意味では，総合的，汎用的な能力も高めるためには，併用していわゆる文法，語彙，表現などを総合的に高める学習方法もハイブリッドで行う必要があるかもしれない．しかしながら，それについては受講学生の希望に依存するため，必要に応じて取り入れられるべきであろう．

また，インタビューから得られる考察としては，被験者１は英語コミュニケーションのみならず，基本的なコミュニケーションの仕方全体に RLE 法による英語学習とフィリピンでの留学全体が寄与していたとコメントしている．これは，RLE 法が語学学習の方法のみならず，実際に触れるフィリピンの異文化を効果的に取り入れる効果もあることを指し示しているであろう．逆に言うと英語コミュニケーション能力のみの伸びをどのように測ればいいのかという構造的な問題を指し示していると言える．

被験者２の事例は，被験者の希望に従って RLE 法のミッション（アクティビティ）を組み，実施しているが本人の主観的能力の伸びは実感されないという事例となっている．しかしながら，テストの得点は伸びているので実際には使用能力は伸びていることが推察される．ここで起きている現象は，被験者の自身に対する期待値の高さと，実際の学習のスピードが結びついていないという現象であろう．しかし，理論的には被験者は本人が希望するミッションを選択して熱心に予習復習も行い学習しているので，最大限に学習するという適応過程を進めていると考えられ，自己評価の低さについては属人的な要素と考えられる．

被験者３の事例についてはミッションのテーマ設定が被験者の興味と完全位結びついたよい例であり，英語学習というだけではなく，被験者自身の今後の人生の仕事，あるいはプライベートの進む道に完全に一致した活動を英語を用いて行うという形態となっている．ここで言えることは，被験者自身も述べているように，英語学校や英語の学習方法としてこのような自身の興味に従ってカリキュラムを組める手法は他にはないので，その意味で非常に価値が有るということができると評価されている．

これらの事例をより大きな観点で捉えると RLE 法が提供している英語学習の手法は個別の英語能力の要素をどれだけ効果的に伸ばすかというところに着目した手法というより，英語学習を英語使用圏における異文化適応の環境に被験者を置く仕組みということが言えるであろう．そしてその異文化適応の仕方が，被験者が興味を持つ課題に対して英語という言語で取り組むという仕組みを取り入れている手法となる．

そのような枠組みで本手法を捉えた時に，その効果を個別の能力（語彙，表現，文法）に分けて測り，他の手法と比較するのは理論的にあまり意味がないと言えると思われる．もちろん，ミッションで使用される語彙，表現，文法をミッション前後で比べれば，一般の学習手法で同じ期間ランダムに必要なレベルの英語知識を学ぶよりはその分野の知識は深まることが予見されるが，それは特定の分野の知識を深める努力をしているからという当たり前の結果から得られるものである．

逆に，RLE 法が提供している現実の街の中での体験というのは，総合的な経験であり，学習が行われている場所にも非常に依存する．本研究ではフィリピンのネグロス島ドゥマゲテ市という学園都市で実施しているが，被験者である学生自身は日本に比べれば発展途上国であるフィリピンの一般市民が，母語ではなく，第二言語としての英語を用いて市民生活を送っている場面への適応を図るということになっている．これは，同じ英語使用圏でも母語として使用されている欧米先進国で学習，あるいは適応を行っているのとは全く違う経験となり，その意味で局地的，局所的な英語使用体験を積んでいるということが言える．

ただ，世界のどの地域でも汎用的な英語使用圏というものは存在せず，全ての地域が局所的と考えると，実際に生活で使用されている英語を現地に密着して使用するという経験は英語学習の経験の中では非常に必要とされる経験と考えられる．

その意味では，これまでの日本国内における英語学習，日本国内からスカイプなどを通じて音声あるいはビデオで現地の先生と学習を行う英語学習法では理論的に実際の英語使用場面を経験できないという欠点があり，実際の英語使用圏へ留学して学校で勉強しても学校の中だけで授業を受けている場合は，実際の使用能力を高めるための学習機会を非常に逸しているという構造があった．

それに対して RLE 法では，英語使用が行われる現場に密着し，そこに対しての教室での学習も行うので，理論的にはその現地，現場で生活するためには最も効果的な英語学習法であるということはできるであろう．

最も効果的ということを数値では立証できないという難点はあるが，それは本稿でも先行研究，先行方法論として挙げた Schank の理論や Kolb の経験学習でも

同じことであり，理論的には正とされると考えられていても，それを実証する方法論は理論研究か事例研究でしかあげられない．

その構造的状況が本研究で得点比較と事例研究としてのインタビューを通じてより明確に見出された．そしてその中で今後 RLE 法がより効果を上げるために改善する取り組みとしては以下があげられる．

- 学習者の英語使用の目的の明確化：事例３のカメラマン志望の被験者のように目的が明確であればあるほど，明確なミッションを組むことができ，それは既に英語学習だけではなく，その被験者の人生に関わる新たな進むべき体験となり，効果が最も発揮されるであろう．そのためには，学習前の事前カウンセリングがより重要となる
- 開催場所やミッションの多様化：学習者の英語使用の目的が明確化されるとそれは英語学習を行う学校の国，文化と異なる場合がでてくることが考えられる．そうすると最も効果を上げるためには，場所などに依存しない手法の提供体制を作ることも重要となってくると考えられる．例えば，欧米英語圏での就業が目的の場合は欧米での母語の英語が聞き取れる場所で実際の就業体験を積むことが最も効果的になろう．
- 学習者の適切なレベルチェックと必要な知識の提供：現地，現場での体験と同時に重要となってくるのは，学習者の総合的な英語力の底上げでもある．いくら局所的な場面での英語コミュニケーション能力をあげても，学習者が初級者の場合，必要となる汎用的な英語能力はそれだけでは補えない場合がある．その場合，併用して一般的な英語能力も学習し，それを現場で積極的に使っていくようにする必要がある．その意味で，学習者の英語力チェックとそこに対して知識として教授すべきカリキュラムも最適なものを揃えておく必要がある．

これらをまとめると，RLE 法を最も効果的に導入するには，英語学習のコーチング的要素を極力高め，学習者一人一人の目的やレベルに合った学習法を提供することが肝要であるという結論に帰結する．

8. 今後

前項の考察で述べたように，RLE 法の今後の改良は，より学習者一人一人に合ったコーチング的な学習方法の導入ということがあげられる．しかし，これらの改良は学術的に効果を測れたりすることがなかなか推察されないため，あくまでも理論的な方法論の改善と，その実導入となろう．

また，方法論の普及のために，様々な啓蒙活動を行い，方法論の実施コミュニティを作り，コミュニティ内で方法論のブラッシュアップを図る，学会活動などで様々なコメント，批判をいただくということも進めていく必要がある．

参考文献

[1] ベネッセ総合教育研究所，（２０１４）“中高生の英語学習に関する実態調査 2014”，http://berd.benesse.jp/global/research/detail1.php?id=4356
[2] 株式会社バルク，（２０１４）“外国語に関する調査”，https://www.vlcank.com/mr/report/081/
[3] 徃住 彰文，（１９９１）“心の計算理論”，東京大学出版会
[4] ベルリッツ・ジャパン，（２０１６），http://www.berlitz.co.jp/bj/
[5] Baker, C. (1993). *Foundations of Bilingual Education and Bilingualism*. Clevedon: Multilingual Matters.
[6] Prabhu, N. S. (1987). "Second Language Pedagogy". Oxford University Press.
[7] Schank, R and Chip C. (1995). Engines for Education. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
[8] Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

(Non) genericity とテンスの形式
(Non) genericity and Tense System in Japanese

山森　良枝
Yoshie Yamamori
同志社大学
Doshisha Universiy
yy080707@gmail.com

Abstract
I give an account of the distributional pattern of Japanese tense morphemes such as *ru* and *ta*. The argument is based on empirical and theoretical considerations for their semantic relationship to the episodic/generic distinction, which has been previously proposed in Carson (1977) and Carlson & Pelletier (1995).

Keywords — Genericity, Tense Morphemes, 'Ru', 'Ta', Japanese

1. はじめに

日本語の述語には（ス）ル形・(シ) タ形(以下、ル形・タ形と記す)の両方が使用できる場合と片方しか使用できない場合がある。
本研究の目的は、このル形とタ形の分布を支配している制約はどのようなものかを明らかにすることにある。ここでは、現場を離れた場合とそうでない場合を区別し、現場を離れた場合の発話について、Carlson(1977)の存在論を援用して、(1)stage, object, kind の存在レベルのうち、ル形は individual-level 述語、タ形は stage-level 述語に対応する意味を表示すること、(2)この違いがル形とタ形の分布を制約していること、を提案する。

2. 現象

定延（2004）によると、山で、{花が咲いている/虫が鳴いている}のを見つけた時、(1a,b)のように、このことをル形とタ形のどちらを使って表現してもよい。

(1)a. こんなところに花が{咲いている/咲いていた}
b. こんなところに虫が{鳴いている/鳴いていた}

しかし、花の美しさや虫の大きさについて言う際には、(2a,b)のように、ル形しか使えない。

(2)a. きれいだな～　/　*きれいだったな～
b. 大きいな～　/　*大きかったな～

ところが、帰宅してこのことを話す時には、(3a,b)のように、再び、ル形とタ形の両方を使うことができる。

(3)a. あの山の花は{きれいだよ/きれいだったよ}
b. あの山の虫は{大きいよ/大きかったよ}

2. 先行研究

日本語学では、タ形について、概して次のようなことが指摘されている。

(4) 発話時以前に観察された状態だけを切り離して独立に叙述するもので、発話時以前の観察行為の存在を暗示するために活用される（金水 1998, 井上 2001, 定延 2004 他）。

例えば、(1a,b)では、ル形の場合、山歩きの途中、偶然花や虫を見つけたことを表すだけである。これに対して、タ形の場合には、山にどんな植物や昆虫が生息しているのかを探索していたところ、当該の花や虫に行き当たった、という読みが付加される。これが、(4)の言う、タ形による「発話時以前の観察行為の存在の暗示」である。
定延(2004)は、(4)を踏まえて、(1)-(3)におけるル形・タ形の選択制限について、次のように述べている。

(5) 山を探索領域とするマクロ探索は探索時間が長く存在情報以外の情報も得るため文型の制約がない。一方、発話現場の一瞬の出来事を領域とするミクロ探索では得る情報が限定的で文型が制約される。

言い替えると、突然生起した眼前の出来事はル形でしか表せない。しかし、現場に制約されなくなると、つまり、「探索時間」が長くなると、ル形・タ形の両方が使用可能になる、ということである。

では、数日後に上の体験を想い出して回想する場合を見てみよう。その場合、(6a,b)が示すように、タ形だけが可能である。

(6) a. あの花は、{*きれいだな/きれいだったな}
b. あの虫は、{*大きいな/大きかったな}

(6a,b)は、現場から隔たった時空間での発話であり、マクロ探索の例だと考えられる。とすると、(5) からル形もタ形も認可されることが予測される。しかし、実際には、タ形だけが認可される。

また、これとは逆に、現場から隔たった時空間での回想であっても、(7a,b)のように修飾節を使ってどんな「花/虫」であったかを限定する場合には、ル形しか認可されない。

(7) a. 山で{きれいな/*きれいだった}花を見つけたよ
b. 山で{大きい/*大きかった}虫を見つけたよ

3. エピソード文と属性叙述文

そこで一旦、「ミクロ」「マクロ」「探索」という概念から離れて、Carlson(1977)の存在論の枠組を援用して現象を整理してみよう。ここまでに見た例を、特定の時空間に束縛された出来事を表すエピソード文(episodic sentence)か、特定の時空間に束縛されない恒常的な事物の性質を表す属性叙述文（characterizing sentence）か、という観点から捉え直すのである。

Carlson(1977)によると、エピソード文は、(8b)のように、「普通は/いつも（は）/概して/一般的に」などの習慣を表す副詞と共起できないが、他方で、(8c)のように、存在文に言い換えることができる。

(8) エピソード文(episodic sentence)：
空間的に束縛され、短時間しか存在しない出来事を表す。
a. 犬が吠えている
b. *犬が｛普通は/いつも（は）/概して｝吠えている
c. 吠えている犬がいる

一方、属性叙述文は、(9b)のように、「普通は/いつも（は）/概して/一般的に」と共起できるが、(9c)のように、存在文に言い換えることができない。

(9) 属性叙述文（characterizing sentence）：
恒常的な事物の性質を表す。
a. ここの生徒はおとなしい
b. ここの生徒は｛普通は/いつも（は）/概して｝おとなしい
c. ??おとなしいここの生徒がいる

これを§１の例に適用してみると、(1a,b)は、(10a,b)のように、存在文に言い換えられるので、「現場」によって時間的にも空間的にも束縛された事象を表すエピソード文であることが分かる。

(10) a. こんなところに咲いている花が{ある/あった}
b. こんなところに鳴いている虫が{いる/いた}

また、現場で、花や虫の様子について言う(2a,b)も、(11a,b)が示すように、「いつも/概して」等と共起できないことから、エピソード文だと見なすことができる。

(11) a.＊｛いつも/概して｝きれいだな～
b.＊｛いつも/概して｝大きいな～

さらに、下山後に、山での出来事を報告する(3a,b)では、ル形とタ形の両方が使用できた。ところが、(12a,b)が示すように、ル形は「いつも/概して」と共起できるが、タ形はこれらの副詞と共起できない。そのため、ル形の場合は属性叙述文、タ形の場合はエピソード文を作ると考えられる。

(12) a. ｛いつも/概して｝あの山の花は、{きれいだよ/*きれいだったよ}
b. ｛いつも/概して｝あの山の虫は、{大きいよ/*大きかったよ}

また、タ形だけが可能であった回想文の(6a,b)も、(13a,b)のように、「いつも/概して」と共起できず、エピソード文に分類される。

(13) a. ＊ {いつも/概して} あの花は、きれいだったな
b. ＊{いつも/概して} あの虫は、大きかったな

以上は、ル形は「いつも/概して」と共起し属性叙述文を作り、タ形は共起せず、エピソード文を作る、という傾向をもつことを示している。

ただし、(7a,b)の名詞修飾節「きれいな花/大きい虫」では、ル形だけが使用可能であるにも拘わらず、(14a,b)のように、「いつも/概して」と共起することができない。

(14)a.*山で {いつも/概して} きれいな花を見つけたよ
b.*山で {いつも/概して} 大きい虫を見つけたよ

この点を、ル形の生起位置に着目してもう少し明確にしてみよう。(7a,b)の「きれいな花/大きい虫」は、「見つけた」を主動詞とする主節に埋め込まれた名詞修飾節である。そのため、これらは、時間的には安定した性質をもった個体(object)であるものの、他方で、発見現場による空間的な束縛を受ける。つまり、この花や虫は、ある場所では、見つけられるかもしれないが、ある場所では、見つけられないかもしれず、「いつも」発見されるとは限らない。「いつも」と共起できないのはそのためである。
一方、「きれいな/大きい」と同じく状態性述語に類別される「そびえている/優れている」などのテイル形でしか使用されないという特徴をもち、金田一(1950)が「第4種の動詞」と名付けた動詞は、時空間的な束縛を受けない恒常的な状態を表す。しかし、それにも拘らず、(15a-c)の名詞修飾節に生起するこれらの動詞には、タ形だけが認可される。

(15)a. 旅先で、高く{*そびえる/そびえた}山を見た
b. 旅先で、{*優れる/優れた} 論文を読むことができた
c. 日韓両語にはよく{*似る/似た}語がある

影山(1996)は、名詞修飾節において、属性叙述の用法を持つ(影山の用語では、完了形容詞[1]の意味を表す) 動詞のうち、タ形を取る動詞は、他動詞と非対格動詞の中でも状態変化を表すものに限られる、と言う。次はその例である(影山, 1993)。

(16)a. 他動詞：
大きく開けた口、白く塗った壁、
よくゆがいたスパゲティ、煮た魚、
ゆでた卵、磨いた靴
b. 非対格動詞：
腫れた足首、たまった水、さびたナイフ、腐った野菜、縮んだセーター、落ちた葉っぱ
c. 非能格動詞(過去解釈ならOK)：
＃踊った少女、＃泳いだ子供、＃暴れたやくざ、＃泣いた赤ん坊、＃きらめいた星

影山は、(16a,b)の動詞はどれもある結果状態に到達するという要件を充たすものであることから、結果状態への到達可能性がタ形動詞に完了形容詞としての用法を与える要件である、と述べている。従って、他動詞、非能格動詞のうち、結果状態への到達、というアスペクトを表さない打撃や接触を表す他動詞、および、結果状態を表さない非能格動詞が、完了形容詞として使用されることはない。また、非対格動詞でも、状態を表す動詞が完了形容詞として使用されるためには、(17)が示すように、ル形を取る必要がある。

(17)非対格動詞：
注目に{*値した/値する}作品
長時間を{*要した/要する}課題
語用論に{*属した/属する}問題
城を{*取りまいた/取りまく}お堀

[1] 山岡(1999, 2000)は、ル形で属性叙述文の述語として用いられ、時制が未来ではなく「超時」(寺村の用語)として解釈され、かつ、「非常に役立つ」のように程度副詞によって修飾され得る動詞を「属性動詞」として範疇化することを提案している。山岡の主張とル形を「individual レベル」述語として捉える本研究との親和性は高いと考えられる。

(16) と (17) を比べてみると、タ形を取る (16) の名詞修飾節に生起する動詞は、状態変化の結果を表し、それは、時空間間的に束縛されたエピソーディックな出来事を介してもたらされたものである。これに対して、ル形を取る(17)の名詞修飾節に生起する動詞は、少なくとも時間的に束縛されない恒常的な状態や性質を表している。

では、先程の(15a-c)の名詞修飾節に現れる「第4種の動詞」が、(本来、ル形を取るべき状態動詞であるにも拘らず)、タ形を取る理由は何だろう。ここでは、金田一 (1950) が指摘するように、テイル形でしか使用し得ない、という「第4種の動詞」の特殊性に着目してみよう。

(18) a. あの山は高く{*そびえる/そびえている}
b. この論文は {*優れる/優れている}
c. 日韓語の文法はよく{*似る/似ている}

これらの動詞は、非意図的な事象を表す点で、非対格動詞に属すると考えられる。先述した通り、影山(1996)は、非対格動詞でも、状態を表す動詞を完了形容詞として使用するためには、ル形を使う必要があると述べている。しかし、これらの動詞ではル形 (の使用) が排除されている。そのため、タ形を選択せざるを得ないのだ、と考えられる[2]。ただ、このように特殊なふるまいを示す「第4種の動詞」を除けば、名詞修飾節に生起する動詞についても、概ね、ル形は属性叙述文、タ形はエピソード文に関係することが確認できる。

同じ傾向は、主節主動詞として生起する動作動詞においても見ることができる。次の例は、冒頭にあげた事例の主動詞を状態述語から動作動詞に替えたものである。

(19) a. こんなところで花子が {踊っている/踊っていた}
b. こんなところで虫が {鳴いている/鳴いていた}
(20) a. 上手に踊るな～/*上手に踊ったな～
b. 大声で鳴くな～ / *大声で鳴いたな～
(21) a. 花子は上手に{踊るよ/踊ったよ}
b. あの山の鳥は {大声で鳴くよ/大声で鳴いたよ}
(22) a. 祭りで、上手に {踊る/*踊った} 少女を見つけたよ
b. 山で{大声で鳴く/*大声で鳴いた}鳥を見つけたよ

ここでも、現場を離れた(20)-(22)の発話が、ル形は属性叙述文として、タ形はエピソード文としてそれぞれ解釈されている。
以上を、<時間と空間による束縛>の有無という観点から見れば、現場によって時間的にも空間的にも束縛された個体の局面を表すル形を含む(1a, b)(2a, b)や(19 a, b)(20a, b)だけでなく、タ形を含む場合の(3a, b) (6a, b)も、過去の観察現場に時間的・空間的に束縛された「あの花/あの虫」の一局面を表していて、エピソード文の認定には、時間的・空間的束縛が決定的な役割を果たしていることが窺える。一方、ル形を含む場合の(3a, b) (7a, b)、(21 a, b)および(22a, b)は、個体の少なくとも時間的に安定した性質を表す点で共通している。従って、属性叙述文の成否においては、時間的に束縛されないことが決定的な役割を果たすことが分かる。

以上をまとめると、[表1]のようになる。

[表1]

エピソード文	属性叙述文	時空間的束縛
(1a, b) ル/ タ	---	(+時空間)
(19a, b) ル/ タ	---	(+時空間)
(2a, b) ル/*タ	---	(+時空間)
(6a, b) *ル/ タ	---	(+時空間)
(3a, b) タ	ル	(+時空間/-空間)
(7a, b) ---	ル/*タ	(+空間/-時間)
(20a, b) ---	ル/*タ	(+空間/-時間)
(21a, b) ---	ル/*タ	(+空間/-時間)
(22a, b) ---	ル/*タ	(+空間/-時間)

[表1]から、(23)のように言うことができる。

(23) 時間的、空間的に束縛された事象はタ形、少なくとも時間的に束縛されない事象はル形を取る。ただし、この区別は、現場 (発話現場＝観察現場) において捨象される。

[2] ただし、この結論は暫定的なものとしておく。

これにCarlson(1977)の存在論を当てはめてみると、どのようになるのだろうか。次のセクションでは、この点について見てみよう。

4. Carlson(1977)の存在論

Carlson(1977)の存在論では、事物の存在レベルをstage, object, kindの3つに分類することが提案されている。このうち、objectとkindはindividual(個体)として、個体の時空間的な局面を表すstageと対立するとされる。

Kindは「リンゴ」「みかん」といった時間、空間に束縛されず存在する事物の類概念を表す。それに対して、Objectは、テーブルの上にある「リンゴ」や「みかん」、あるいは、飼い犬のポチのように、時間的に恒常的に存在するが、空間による束縛を受ける事物が当てはまる。Kindとobjectは時間的に安定した存在であるという点で、individual(個体)と呼ばれる。このkindやobject、つまり、individual(個体)の時間的切片/スライスがstageである。

(24)Kind (類) : 時間、空間に束縛されず存在する事物の類概念。
e.g. 「リンゴ」「みかん」
Object(個体) : 時間的に恒常的に存在するが、空間による束縛を受ける個体。
e.g. テーブル上の「リンゴ」「みかん」、飼い犬の「ポチ」
Stage (局面) : kindやobject、つまり、individual(個体)の時間的切片/スライス
e.g. [ポチ]のスナップショット

Stage, object, kindは、言語的には、(25)のように表現される。

(25)a. Dogs are intelligent. (kind)
b. Italians smoke. (kind)
c. John smokes. (object)
d. A dog is barking. (stage)
e. John is smoking. (stage)

(25a-c)が individual-level 述語、(25d.e)がstage-level 述語である。(25)が示すように、stageは individual(個体)の時間的切片であるため、stageに用いる述語は、objectとkindのどちらにも用いることができる。また、object だけに使えてkindに使えない、という述語はない。こうしたことから、Carlsonは、stage-level 述語と (objectとkind の individual(個体)に用いられる) individual-level述語という2タイプの述語を設定し、stage-level 述語から individual-level 述語を作る、即ち、stag-level 述語を individual-level 述語に写像する generalization function (Gn function)という関数を導入している。例えば、(26)と(27)のa文とb文の意味は以下のように記述される。

(26) a. John is smoking.
a'. Smoke(John)
b. John smokes.
b'. Gn(smoke)(John)
(Carlson and Pelletier,1995:20)

(26a')のsmokeは、個体、または、stageのしかるべき状態を表す述語、また、(26b')のGn(smoke)は、smokeから派生した属性述語に対応する。従って、(26a)はJohnの喫煙の局面ーstage、(26b)は、喫煙が John の習性であるという Johnの特徴を表すことになる。同様に、(27a',b')の italians は、イタリア人という類概念 (を表すItalians)に適用される述語である。(27a)は、複数のイタリア人の喫煙のstage、(27b)は、喫煙がイタリア人の習性であることを表している。

(27) a. Italians are smoking.
a'. ∃x[italians(x) & smoke(x)]
b. Italians smoke.
b'. Gn (smoke)(italians)

(26a,b)(27a,b)の主語はいずれも同じであることから、エピソード文か属性叙述文かを決定する要因は、主語名詞ではなく、述語のタイプ―stage level述語かindividual1 level 述語か―であるとされる。そして、stage-level 述語とindividual-level述語の違いは、(28)が示すように、

stage-level述語が時空間項 (Davidsonian項) を伴うのに対して、individual-述語は伴わない、という違いに還元されると考えられる[3]。

(28) a. John is smoking on the lawn/this morning.
b. John is a smoker (*on the lawn/*this morning).

(26b)(27b)は generic sentence と呼ばれるが、このタイプの文は、know French のように恒常的状態を表す述語によって語彙的に表示される場合と、speak French のように習慣(同じ動作の累加)として表示される場合とがある。両者の違いは、speak French in (a situation)という speak French と状況との意味関係が、エピソード述語によって語彙的に表示されるか、show knowledge of French in (a situation) という show knowledge of French と状況の意味関係が語彙項目によって表示されないか、にある。ただし、後者の状態述語は状況を一般化すると捉えるなら、次のように、両者の意味を統一的に記述することができるようになる (Carlson and Pelletier,1995:38)。(sは situation の変項、GEN は顕在的な量化副詞を欠く属性叙述文を量化する generic quantifier。)

(29)a. speak French: λxGEN[x,s;](x in s; x speaks French in s)
b. know French: λx GEN[x,s;](x in s; x shows knowledge of French in s)

しかし、GEN 演算子は、量化領域の設定に関して次のような問題に遭遇することになる。(30)の習慣文を見てみよう。

(30) Mary smokes cigarettes/ *cigarette.

(30)は、Mary が喫煙する状況-Mary smokes a cigarette-の累加を表す。とすると、GEN 演算子の量化対象はエピソード述語の“smoke a cigarette”になる。従って、得られる習慣文は、“Mary smokes a cigarette”となるはずである。しかし、実際に得られる文は、複数名詞 cigarettes を含む(30)でなければならない。そこで、名詞句が表す数に関して制限を設けないことを、generic 文の前提条件とすると、今度は ‘a cigarette’も‘cigarettes’も認可される、(31a)のような例が説明できなくなる。

(31) Mary smokes (a cigarette)/(cigarettes) after dinner.

そのため、Carlson and Pelletier(1995:40)は、(30)と(31)の違いを説明するために、量化の対象を、目的語が表すタバコから状況へとシフトすることを提案している。つまり、明示的に状況を制限する‘after dinner’を含む(31)では、たった1つの状況が量化の対象である。これに対して、非明示的に量化が行われる(30)では、状況の合計が量化の対象になる。この違いは次のように記述される。

(32)a. GEN[s;](Mary in s; ∃x(cigarette(x) & Mary smokes x in s))
b. GEN[s;](Mary in s & after-dinner(s): ∃x(cigarette(x) & Mary smokes x in s))

(32a)では状況sのサイズは限定されていない。Maryが異なるタバコ$x_1, x_2, \cdots, x_n$を吸う状況の合計：$s=s_1 \oplus s_2 \oplus s_3 \ldots \oplus s_n$が量化の対象である。

[3]Kratzer (1995) によれば、例えば、(i)の is dancing は、stage-level 述語であるので、時空間項—Davidsonian 項ーの変項を含む。ここでは locative の ‘on the lawn/this morning’が変項の値となっている。一方、(ii)の‘dancer’は individual-level 述語に分類され、Davidsonian 項は含まない。

(i) Manon is dancing on the lawn/this morning.
[dancing(Manon, 1) & on-the-lawn(1)]
[dancing(Manon, 1) & this-morning(1)]
(ii) Manon is a dancer.
Dancer(Manon)
(Kratzer,1995:128)

5. ル形とタ形の分布(条件)

では、generic 文とエピソード文の区別をル形とタ形に適用してみよう。ここでは、文が表す出来事を Carlson(1977)の存在論に当てはめるために、stage を状況(situation)と呼びかえ、当該の出来事のある局面、スライスとしての状況を表すと見なすと、ル形は individual、タ形は stage レベルに属する事象を叙述する、と言うことになる。

(33) ル形: individual レベルの(少なくとも時間(・空間)に束縛されず存在する)事象を叙述する
タ形: stage/situation レベルの(時間・空間に束縛される)事象の局面ー時空間的切片ーを叙述する

例えば、ル形とタ形の両方の使用が可能な§1の例文(3a)では、ル形は generic 文、タ形は stage/状況を表すエピソード文を表すことになる。この違いに留意して、その意味を記述すると、次のようになる。

(3)a. あの山の花は{きれいだよ/きれいだったよ}

(34)a. あの山の花はきれいだよ
GEN[x,s;](x in s; ∃x(flower(x) & beautiful(x) in the mountain (s))
b. あの山の花はきれいだったよ
∃[x,s;](flower (x) & beautiful(x) in the mountain at t (s))

(34a)は、総じてあの山の花はきれいであることを表し、(34b)は、あの山の特定の花がきれいであったことを表している。

また、(33)から、(35)を導くことができる(Dahl,1995)。

(35) ル形:特定の参照時を示唆しない
タ形: 発話時以前/過去の特定の参照時の存在を示唆する

ここで「参照時」というのは、話者が文の表す出来事を評価する/した評価時を指す。(35)に基づけば、(1a,b)でタ形を使用すると、参照時が発話時より前に設定されることになり、発話時以前からの観察行為が示唆される。一方、ル形は発話時に参照時が設定され、そこから過去・未来に向かってリンクが張られるので、このような読みが生じないことが予測・説明できる。また、(2a,b)では参照時と発話時が一致するので、タ形が排除されることが説明できる。(3a,b)では、参照時がル形では発話時(=報告時)、タ形では過去の観察時に設定されるので、前者の場合には属性叙述/generic 文、後者の場合には、過去の出来事に言及するエピソード文、という異なる読みが生じること、さらに、(6a,b)の回想文では、過去の特定の時間に参照時が設定されるので、ル形が使えないこと、他方、当該の「花/虫」時空間を超えた属性を表示する(7a,b)の連体修飾節ではタ形が認可されないこと、などが説明、予測できることになる。

さらに、(33)(35)から、ル形とタ形が(36)のような対比想定を持つことが導出される。

(36) ル形:当該個体/事象と時空間を異にする他個体/事象との対比を示唆する
タ形:当該個体/事象内での時間的推移に伴う変化の推移を示唆する

これによれば、§1の(6a,b)で問題としているのは、他個体の美しさや大きさとの比較ではなく、当該主語が表す同一個体の過去の状態であること、逆に、(7a,b)で問題としているのは、他個体との対比において評価され得る当該個体の属性であること、その結果、(6a,b)ではル形が認可されず、(7a,b)ではタ形が認可されないことが説明できる。

6. おわりに

Generic 文を作るか、エピソード文を作るか、という観点から、ル形とタ形の意味を捉えることにより、一見複雑な様相を呈するル形とタ形の分布条件をうまく捉えることができることを示した。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 C(課題番号 25370447 研究代表者 山森良枝)による支援を受けている。

参照文献

Carlson, Gregory N. (1977) *Reference to Kinds in English*. Ph.D.dissertation, University of Massachusetts, Amherst.

Carlson, Gregiry N, and Francis Jeffry, Pelletier (1995) *The Generic Book*, The University of Chicago Press, Chicago.

Dahl, Östen (1995) "The marking of the episodic/generic distinction in tense-aspect system" In G. N. Carlson & Pelletier F. J. (eds.) *The Generic Book*, 412-425, The University of Chicago Press, Chicago.

Krazer, Angelika (1995) "Stage-level and individual-level predicates" In G. N. Carlson & Pelletier F. J. (eds.) The Generic Book, 412-425, The University of Chicago Press, Chicago.

井上 優(2001) 「現代日本語の『た』」つくば文化フォーラム編『「た」の言語学, 97-163, 東京, ひつじ書房.

影山太郎(1996)『動詞意味論』くろしお出版

金田一春彦(1950) 『国語動詞の一分類』(金田一編(1976)所収, 5-26)

金田一春彦(編)(1976)『日本語動詞のアスペクト』むぎ書房

金水 敏(1998) 「いわゆる‘ムードの「タ」’について－状態性との関連から－」『東京大学国語研究室創設百周年記念国語研究論集』170-185, 東京, 汲古書院.

定延利之(2004) 「ムードの『タ』の過去性」『国際文化研究』(神戸大学国際文化学部紀要)21号, 1-68.

山岡政紀(1999)「属性動詞の語彙と文法的特徴」『国語学』197 集, 105-118.

山岡政紀(2000)『日本語の述語と文機能』くろしお出版

文末詞による心理的関係構築の調整：顔文字の間合い感覚(2)
Adjusting psychological relation: face marks and sense of distance (2)

伊東 昌子†
Masako Itoh
†常磐大学
Tokiwa University
masakoit@tokiwa.ac.jp

Abstract
This study examined message-receiver's sense of distance when they received a mobile-mail message in which face marks were used. Independent variables were number of face marks, receiver's sex, and the same/opposite sex between sender and receiver. Dependent variable was the distance which the receiver (the participants) wanted to be away from the sender if the receiver were to meet and talk with the sender. The participants were undergraduate students. The given situation was that the message was sent by a person whom the receiver newly met with his or her friend. In case of no face marks and a few face marks, the distances were within the personal distance in proxemics. However, in case of many face marks, the distances fell in the social distance without both the sender and the receiver were girls in which the distance remained within the personal distance. The distance negatively correlated how many face marks the participants usually used. The results imply that the use of many face marks in the sentence-final area is not polite expression and it may threaten the negative face of the receiver even though the impression of the massage is friendly.

Keywords — Sentence final expression, Face, Proxemics

1. はじめに

本研究は，会話やメール文そしてソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）上のメッセージ文の文末周辺に使用された言語記号および非言語記号が，受け手が抱く相手との関係調節感覚に与える影響を，心理学実験で解明しようとするものである．具体的には，終助詞，顔文字，「！」に類する記号である．最近ではスタンプも利用されているが，スタンプはメッセージ文全体の装飾性に関係する場合が少なくないため，現時点では考慮の対象外とする．メッセージ文の文末周辺に使用される言語記号および非言語記号に焦点をあてた理由は，以下の 2 点である．

第一に，メッセージ文の送り手と受け手の持続的相互行為が前提とされるメッセージ文は，その意味内容の理解に加えて，受け手が送り手の意図や態度をどう感知するかがその後の関係構築に影響を与える．日本語では，メッセージ文内容の差し出し方を文末表現で調整することが多い．翻って受け手は文末表現から送り手の態度を敏感に感知する．しかし，メッセージ文の文末周辺に使用される言語記号や非言語記号の意味や用法は，主に使用者の立場から分析されて論じられてきた．本研究は，受け手の内部反応をより詳しく解明しようとする立場である．受け手の内部反応が解明されれば，文末周辺の表現が人と人の相互行為に与える影響をより良く理解できる．

第二に，受け手の内部反応をより深く探る方法の開発である．メッセージ文の文末表現が受け手に与える影響に関しては，受け手の主観的印象を問う調査が多く行われてきた．しかし意識される印象のみが受け手内部で喚起される反応ではない．例えば，メッセージ文の文末に終助詞「の」が使用されると，メッセージ文の送り手が「関わりたい」「反応を期待している」と受け手に知覚され，受け手の関わり感が増すことがわかった（伊東・永田, 2007）[1]．さらにその関わり感に着目して，文末に「の」を使用した文と使用しない宣言文を用いて記憶実験を行ったところ，直後再生，1 週間後の遅延再生ともに，「の」を使用した文内容の方がより良く記憶されていた．この効果は，主張性が明確な終助詞「よ」を使用した場合は，認められなかった（伊東, 2010）[2]． 終助詞「の」については，多くは女性が使用し語調が柔くなると説明されているが，受け手の内部反応としてはメッセージ文への関わり感が増し，文内容がよりよく記憶に留まる．実に，したたかな機能である．このような内部反応の発見には，実験手法が有効である．本研究においても，文末周辺の記号，具体的には顔文字使用が引き起こす受け手内部の反応を解明する理論的枠組と実験手法の開発をめざす．

私たちは普段電子メールや SNS で複数の相手と連絡を取り合ったり，近況を公開したりしている．ただ，言語表現だけでは非言語的表情やニュアンスが伝わりにくい．このため，文末周辺に表情や感情を示す顔文字を使用する．近年では顔文字使用の一般化に伴い，「顔文字」を電子的に変換すると多様な顔文字が提供

されるようになった．顔文字に関しても初期の研究では，使用者の立場に立ち，誰がどのように使用するかについての報告が提供されてきた [3-7]．しかし近年では，顔文字が使用されたメッセージ文が受け手にどのような印象を与えるが調べられるようになった．それらの研究は，林（1978）[8]による対人認知構造の基本次元である「親しみやすさ」「社会的望ましさ」「活動性」に基づく形容詞を採用して，メッセージ文の印象を調べており，それらは顔文字使用が受け手に送り手のパーソナリティ特性を直接喚起させることを前提としている．これに対し，本研究では，複数の研究で明らかになった顔文字が多用される場合の相反する印象を考慮して，送り手のパーソナリティ特性の直接喚起とは別の内的反応喚起メカニズムを提案したい．

顔文字が使用されたメッセージ文の印象を調べた先行研究では，顔文字が少数使用された場合は，親しみやすさや友好性が共通して喚起された [9-11]．ただし顔文字が多用されると親しみやすい印象は持たれるものの，「不快」「嫌い」との反応が報告されている [12-14]．この不快感は顔文字が少数の場合は生じない．「友好的で親しみやすい」しかし「不快で嫌い」との相反する印象と反応は，どのようなメカニズムから生じるのであろうか．

相互行為時の相反する反応に関しては，社会的基本欲求であるフェイス欲求（Brown & Levinson (1978, 1987)[15]を参考にして説明を試みる．ポジティヴフェイスは，相互行為を行う相手に受容されたい，共にありたいとの欲求であり，ネガティヴフェイスは，他者に踏み込まれたくない，適切な距離を保ちたいとの欲求である．両方のフェイスは並行して働くとされる．メッセージ文のやり取りを含め，人と人が相互行為を行うときはフェイス欲求が発動され，メッセージ文の受け手は送り手の自分に対する距離感を感知し，その距離感と状況的閾値域が照合されて快・不快あるいは接近・回避感が喚起されると推察される（距離感仮説）．顔文字使用の有無や頻度は，受け手に感知される距離感に影響を与え，それと閾値域との関係により喚起された情動が印象として報告されるのであろう．

それではその閾値域はどのように決まるのか．この点に関しては，人と人が相互行為を行うときの分節化された空間として知られるプロクセミクス [16]を仮定する．人と人が相互行為を行うときに適切とされる空間距離は，両者の関係性（家族，恋人，友達，同僚など）や関わり合う様態（私的会話か会議かなど）に依存して異なる．その距離は大きく 4 種類に分節される．密接距離・排他域（接触から約 45cm），個体距離の近接相（約 45cm から約 80cm）と遠方相（約 80cm から約 120ｃｍ），社会距離の近接相（約 120cm から約 210cm）と遠方相（約 210cm から約 360cm），公衆距離（約 360cm より遠い距離）である．密接距離は恋人同士あるいは乳幼児と母親といった親密な関係にある者たちが触れ合いささやき合う距離である．個体距離は友人や知り合いが私的会話を楽しむときに自然にとる距離である．社会距離は典型的には仕事場で会議を行う距離である．公衆距離は演説や講義を聴く距離である．

知り合い程度の関係であれば，個体距離内の近接相と遠方相の境界から遠方相内が適切と考えられ，親しみを示すとはいえ密接距離に迫るならば，相手は不快になるであろう．それはネガティヴフェイスを脅かす行為になりかねない．滝浦が（2008）[17]が「人に話しかけるときは言葉で他者に触れることである p.26」と述べるように，言語的な相互行為であるとしても，人と人の身体的距離感が喚起され，それは情動反応と連動して，関係構築の持続や遮断あるいは警戒に影響を与えると推察される．その内部反応が印象として認識されるとも言えよう．

伊東（2015）[18]では，距離感仮説に基づき，大学生を対象として，友達に紹介されて間もない知人から送られてきたメッセージ文という設定で，文末の顔文字量を変化させた刺激文を用いて，受け手（参加者）が，自分に対して送り手がとるであろう距離を判断する実験を行った．その結果，以下の 4 点が明らかになった．1)使用された顔文字量は，送り手の受け手に対する距離感を受け手に感知させる．2)その距離は個体距離の範囲内に位置し，顔文字なし，少数，多用の順に距離が短くなる．3)顔文字が無い場合は個体距離の遠方相，少数の場合は近接相の中間から遠方相への境界付近，多用の場合は密接距離に迫る距離感を感知させる．4)女子の方が男子よりも送り手の自分に対する距離感を近く判断する．以上の結果は，印象調査研究が明らかにしてきた顔文字が無い場合は礼儀正しく真面目という印象や，少数の場合は親しみやすく友好的との印象と整合性がある．また，顔文字を多用した場合の密接距離に迫る距離感は，親しみやすい印象ではあるが不快という反応を説明できる距離である．

上記の研究は，メッセージ文に使用された顔文字の量により相手の自分に対する距離感が異なって感知されることと，その距離感がプロクセミクスに準拠する

ことを示す．ただし，顔文字の多用が受け手のネガティヴフェイスを脅かし，不快を引き起こす根拠はまだ示されていない．そこで本実験では，先行研究と同じ状況設定において，メッセージ文の受け手が送り手に会ったときに保ちたい距離の方に着目して調べることを目的とする．関係構築の初期に顔文字を多用した場合，送り手が密接距離に近づくような距離感を受け手に喚起させるならば，さらにそれが受け手のネガティヴフェイス閾値を脅かすならば，負の情動が生じ，受け手が送り手に対して保ちたい距離は大きくなると考えられる．この点を調べることを目的とする．なお，伊東（2014）において普段顔文字を使用する程度と不快感に負の相関傾向が認められたため，本実験でも普段の顔文字使用と距離感の関係も調べる．

仮説 1　関係構築初期に顔文字が無い，少数，多用のメッセージ文を受け取った場合，受け手が送り手に対して保ちたい距離は，多用の場合に最も大きくなる．

仮説 2　受け手の普段の顔文字使用頻度と顔文字多用の場合の距離感は負の相関がある．

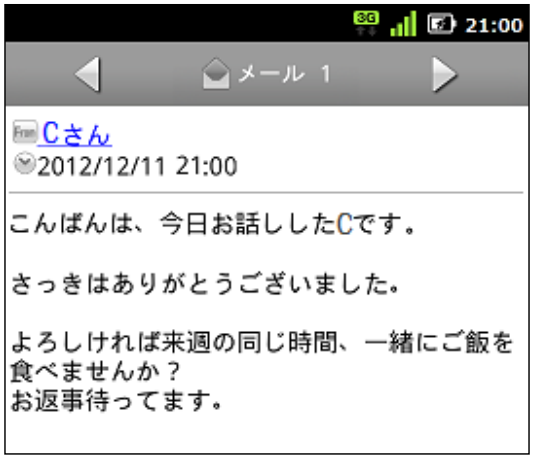
2.　方法

参加者　電子メール経験のある私立大学の学部生，男子 30 名，女子 62 名，計 92 名．

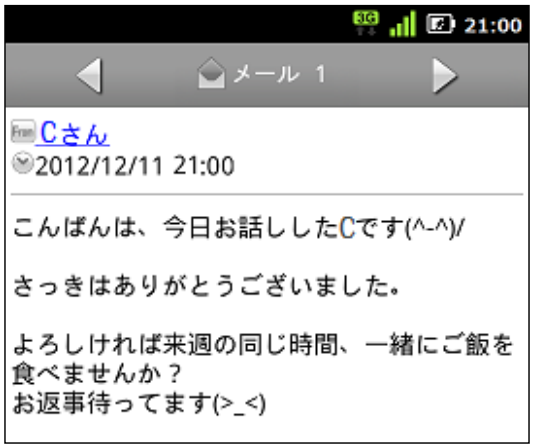
刺激材料　状況設定としては“大学でお昼に友人の A を通して知り合い，少し会話をした相手 B（同性）あるいは C（異性）から夜に携帯電話上でメールが届いた”である．メッセージ文の原型は，「こんばんは、今日お話しした○○です。さっきはありがとうございました。よろしければ来週の同じ時間、一緒にご飯を食べませんか？お返事待ってます。」という挨拶に続く 4 文から成る．顔文字の種類としては，戸梶（1996）[19] を参考にして，第一文には主張を表す(^_^)/，第 2 文には嬉しさを表す(^o^)，第 3 文には誘うことに少し恐縮する意味として(^_^;)，第 4 文には返事をもらえるか不安な(>_<)を使用した（図 1 参照）．

実験計画　独立変数は，顔文字量（顔文字無し，第 1 文と第 4 文の文末に使用する少数，文毎に使用する多用），送り手が同性か異性か，受け手の性別である．顔文字量と送り手が同性か異性かは被験者内要因である．さらに，参加者の普段の私的メールにおける顔文字の使用量（多い方，少ない方，使用しない）と，私的やり取りの仲間の中で顔文字を多用する人の多さ（多い方，少ない方，いない）の質問を行った．

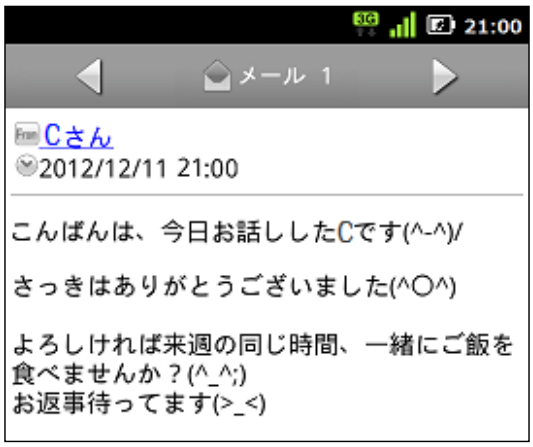
手続き　教室に少なくとも 5m 四方の空間をあけ，床に 2.5m の距離をとって目印をつけた．参加者には知り合い同士で参加してもらった．参加者にはスクリーン上で実験概要と状況設定の説明を行った後，各条件の刺激を呈示して，下記の手続きの実施を依頼した．



a）顔文字無し条件



b）顔文字少数条件



c）顔文字多用条件

図 1　顔文字使用に関する刺激条件と刺激
（C は異性の場合．B は同性の場合．）

参加者らは2.5mの距離で向き合い，刺激を呈示される毎に，メッセージ文の受け手役の参加者が送り手役の参加者に近づき，送り手に対して保ちたい距離で止まるように依頼された（ストップディスタンス法）．受け手役の参加者に与えた教示は以下である．「スライドに示すメッセージ文を送ってきた相手と実際に会った時にどのくらいの距離で話をしたいと思うかを判断して下さい．ゆっくりと相手に近づき，ここと思うところで止まって下さい．」受け手役の参加者は2.5mの距離からゆっくりと送り手役に近づき停止した．停止した時点で両者のつま先間の距離を測定した．条件の順序は，送り手が同性の場合で顔文字無し，少数，多用を行い，次に送り手が異性の場合の3条件であった．6条件を終了した後に，役割を交代して同様に行った．2名とも測定が終了した後に，参加者の顔文字使用量と仲間の使用状況について質問を行った．

なお，参加者には知り合い同士で，かつ同性同士で参加してもらった．したがって異性からのメール文の場合は，ペアの相手を異性と想定することになる．参加者を知り合い同士にした理由は，以下のとおりである．実験では向かい合って2.5mの距離から徐々に近づいていくため，実際に初対面の相手には現実的気づまり感が生じる．実際に異性同士の組み合せにした場合も同様である．例えば，互いに照れ合いスムーズな測定ができにくい状況があった．予備検討を重ねた上で，現実的気まずさの影響を受けずに判断できるペアとして知り合いで同性同士のペアを参加者とした．

3. 結果

3-1. 距離

平均距離と標準偏差を表1に示した．距離については，女子が受け手の場合，送り手-同性では，顔文字無し，少数，多用の順に，103.76cm，78.05cm，108.55cm，送り手-異性では，112.97cm，104.98cm，144.18cmとなった．男子が受け手の場合，送り手-同性では118.63cm，100.57cm，143.87cm，送り手-異性では120.93cm，99.53cm，153.67cmとなった．顔文字量，受け手の性別，送り手が同性か異性かを要因とする分散分析の結果，いずれの要因でも主効果が認められた（$F(2, 180)=87.65$, $p<.01$; $F(1, 90)=3.99$, $p<.05$; $F(1, 90)=32.60$, $p<.01$）．受け手の性別と相手が同性か異性かの間に交互作用が認められた（$F(1, 90)=17.51$, $p<.01$）．

まず，「相手と実際に会った時にどのくらいの距離で話をしたいと思うか」について移動を止めた距離は，顔文字が多用された場合が一番大きく，次に無い場合，少数の場合は最も小さい距離であった．その距離は，女子同士の場合を除き，顔文字無しでは個体距離の遠方相と社会距離との境界周辺，少数では個体距離の遠方相中間周辺，多用では社会距離の近接相にまで遠く退いている．この結果は，先行研究において，顔文字多用の場合に送り手が密接距離に迫る距離になった結果（表2）とは対照的である．全ての条件において，本実験の距離は，先行研究（送り手が受け手（自分）に対してとるであろう距離）よりも大きかった．その

表1 自分（受け手）が送り手に対してとりたい距離cm （）内は*SD*

送り手	女子（受け手）が移動して止まる			男子（受け手）が移動して止まる		
	顔文字無し	顔文字少数	顔文字多用	顔文字無し	顔文字少数	顔文字多用
同性	103.76 (35.54)	78.05 (26.85)	108.55 (42.48)	118.63 (34.48)	100.57 (39.46)	143.87 (44.36)
異性	112.97 (34.92)	104.98 (34.12)	144.18 (53.27)	120.93 (34.92)	99.53 (37.33)	153.67 (40.18)

表2 自分（受け手）に対して送り手が実際にとるであろう距離cm （）内は*SD* （伊東, 2015より）

送り手	女子（受け手）が送り手を止める			男子（受け手）が送り手を止める		
	顔文字無し	顔文字少数	顔文字多用	顔文字無し	顔文字少数	顔文字多用
同性	82 .32 (27.03)	59.92 (19.68)	43.36 (18.01)	97.59 (20.92)	76.89 (20.25)	61.95 (13.63)
異性	96.67 (28.12)	73 .38 (22.62)	51.66 (21.03)	106 .41 (31.19)	85.09 (22.59)	66.66 (21.04)

差は，特に，多用の場合に最も大きくなった．この結果は，従来の印象研究が示した親しみがあり友好的な印象ではあるが不快で嫌いといった矛盾する印象を説明する反応と考えられる．

3-2. 普段の顔文字使用頻度との関連

各顔文字使用条件について，距離と受け手である参加者の普段の顔文字使用頻度，そして仲間の使用状況との相関関係を分析した．その結果，多用の場合において，参加者の普段の顔文字使用頻度と距離に負の相関が認められた($r = -.41, p < .05$)．私的メールに顔文字を使用しない人は，距離をより大きくとりたいことがわかった．この結果は伊東（2014）において顔文字を普段使用しない受け手が顔文字を多用したメッセージ文を受け取った場合，不快をより感じる傾向にある結果と整合する．

4. 考察

本研究では，距離感仮説に基づき，伊東（2015）と同じ大学生同士の関係構築初期という設定で，メッセージ文の受け手が送り手に対して保ちたい距離を，ストップディスタンス法を用いて測定した．その結果，顔文字が多用された場合の距離が一番大きかった．しかも，女子同士の場合を除き，社会距離にまで退いていた．この結果は仮説 1 を支持するものである．関係構築の初期に顔文字を多用したメッセージ文は，受け手のネガティヴフェイスの閾値に抵触する距離感を感知させ，不快感が生じたことが示唆される．その他の条件では，先行研究で示された距離よりも 20cm 程度退くものの，個体距離内で相応する距離を保っていた．

女子同士の場合のみ，顔文字が多用されても顔文字無しの場合と変わらない距離であり，個体距離の遠方相中間あたりに留まっていた．不快とまでは感じていないことが示唆される．受け手のネガティヴフェイス侵害がどの程度に感じられるかは，自身と相手の性別や自身の表現スタイルに依存して異なるであろう．例えば，少人数グループで，あるトピックについて議論したりゲームをしたりするとき，女子同士は狭い部屋の方が協調的で快適という報告がある．男子同士は逆に混んでいない空間の方が協調的で快適になると報告されている[20-21]．この点から女子同士は特別な空間的了解があるとも考えられる．また，顔文字の使用は男性に比べて女性の方が多いとの報告があり[22]，本実験においても，顔文字を普段多用する女子は 34%，男子では 20%であった．女子の方が顔文字使用に関して抵抗が少ないとも考えられる．しかし，その女子でさえも顔文字が多用された場合の距離は，顔文字少数の場合と同じにならず，顔文字無しと同様の距離まで退いていた．

顔文字を使用する頻度と距離の関係については，顔文字が多用された場合の距離は，普段の顔文字使用頻度と負の相関関係にあり，仮説 2 も支持された．ただし普段の使用頻度が「多い方」と報告した参加者においてさえ，女子同士の場合を除いて，社会距離の近接相にまで退いていた．

本実験は，文末周辺の顔文字が，メッセージ文の受け手内部に送り手と自身の距離感を生じさせ，その場の閾値との照合により情動反応が引き起こされることを示唆する結果を示す事ができた．顔文字の使用は，送り手が受け手に親しみを見せて，受け手との心的距離を縮めようとする工夫であろう．関係構築の初期の堅苦しさをやわらげる手段として使用される積極的ポライトネスの一手段とも言える．送り手にとっては気持ちを伝える意味で，使用したい表現であろう．このような表現は，メッセージ内容に関する表現不足を補う機能もあると考えられる．しかし，表 1 と表 2 の差に認められるように，顔文字が多用された場合に受け手は明らかに大きく退いている．少なくとも日本人にとっては，上下の距離を計算する必要がない大学生同士であっても，関係構築初期の顔文字の多用は，ポライトではないのである．

メッセージ文の文末周辺の言語記号や非言語記号は関係構築の調整に重要であることは一般的に了解され，その分析には使用された表現データが採用される．また，受け手の印象に関しても，例えば，顔文字がかわいい，面白いといった印象が強調されがちである．電子的にも多様な顔文字が提供されている．しかし，受け手の内部反応は，表面的な印象と必ずしも一致しない．伊東（2014）において，男子は女子が顔文字を多用しても不快感を訴えていない．しかし，本実験では，顔文字を多用する異性に対して，男子はどの条件よりも遠くに退いていることが象徴的である．心理的関係構築における内部反応としての送り手への“わきまえ”要求が暗黙裡に働くことがわかる．

心理学実験によって明らかになった受け手の内部反応は，言語的相互行為の機微を説明する日本語教育にも生かせるであろう．文末周辺の表現は，日本人にとって重要な関係構築の間合い感覚を受け手に喚起させ

る実質的な機能を発揮する．ただし，その反応は見えず運用面が着目されがちである．このため，表出方法を持たない暗黙の受け手内反応を明らかにする手段を幅広く探索・開発することが，日本語の文末表現という人と人の相互行為の境界に置かれた言語的・非言語的表現の関係構築作用の理解に新たな扉を開くと考えられる．学問領域の境界を越えて，今後もその手段を検討していきたい．

参考文献

[1] 伊東昌子・永田良太(2007) “談話場における相互行為の構築に関わる文末詞の修辞機能”, 認知科学, Vol. 14, No. 3, pp. 282-291.

[2] 伊東昌子(2010) ”文末詞「の」が記憶に与える影響：相互行為の観点から”, 認知科学, Vol. 17, No. 2, 287-296.

[3] 大坊郁夫(2002)”ネットワーク・コミュニケーションにおける対人関係の特徴”, 対人社会心理学研究, Vol. 2, 1-14.

[4] Katsuno, H., & Yano, C. (2002)”Face to face: On-line subjectivity in contemporary Japan”, *Asian Studies Review*, Vol. 26, 205-231.

[5] 野島久雄(1993)”絵文字の心理的効果”, 現代のエスプリ, 306, 139-142.

[6] 野島久雄(1999)”電子メディアの社会心理学”, 情報処理, Vol. 40, 66-70.

[7] Sproull, L., & Kiesler, S. (1986)”Reducing social context cues: The case of electric mail”, *Management Science*, 32, 1492-1512.

[8] 林文俊(1978) ”対人認知構造の基本次元についての一考察”, 名古屋大学教育学紀要（教育心理学科）, Vol. 23, 27-38.

[9] 竹原卓真・佐藤直樹(2003) ”顔文字の有無によるメッセージの印象の違いについて”, 日本顔学会誌, Vol. 3, No. 1, 83-87.

[10] 竹原卓真・栗林克匡(2006) ”様々なエモティコンを付加した電子メールが受信者の印象形成に及ぼす効果：感謝と謝罪場面の場合”, 日本感性工学研究論文集, Vol. 6, 83-90.

[11] 田口雅徳(2014) ”顔文字の付与および文頭・文末の小文字化がメール文の印象に与える影響ー御礼文，挨拶文，依頼文を用いての分析ー”, 獨協大学情報学研究, Vol. 3, 105-111.

[12] 田口雅徳(2006) ”顔文字の提示量がメール文の印象評定に与える影響”, マテシス・ウニウェルサリス, Vol. 6, No. 2, 69-79.

[13] 伊東昌子(2013) ”関係構築における心的距離を感知させる文末表現：顔文字の場合”, 日本認知科学会第 30 回大会発表論文集, 於）玉川大学, P2-12, 385-388.

[14] 伊東昌子(2014) ”初期関係構築における顔文字使用とフェイス欲求”, 日本認知科学会第 31 回大会発表論文集, 於）名古屋大学, P1-13.

[15] Brown, P. and Levinson, S. C. (1978, 1987) “*Politeness: some universals in language usage*”, Cambridge: Cambridge University Press.

[16] Hall, E. T. (1966) “*The hidden dimension*”, New York, Doubleday. 日高敏隆・佐藤信行（訳）(1970) ”かくれた次元”, みすず書房.

[17] 滝浦真人(2008) “ポライトネス入門”, 研究社.

[18] 伊東昌子(2015) ”文末詞による心理的関係構築の調整：顔文字と間合い感覚(1) “, 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 於）千葉大学, P2-11, 379-383.

[19] 戸梶亜紀彦(1997) “コンピュータ上でのコミュニケーションにみられる情報表現に関する研究ー情緒表現記号の使用方法についてー”, 広島県立大学紀要, Vol. 8, 125-138.

[20] Ross, M., Layton, B., Erickson, B., & Schopler, J. (1973) “Affect, facial regard, and reactions to crowding”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 28, 69-76.

[21] Stokols, D., Rall, M., Pinner, B., & Schoper, J. (1973) “Physical, social and personal determinants of crowding”, *Environmental and Behavior*, Vol. 5, 87-115.

[22] 文化庁文化部国語課（編）(2004)”平成 15 年度国語に関する世論調査：情報化社会と言葉遣い, 国立印刷局.

聴覚呈示された同音異義語の処理過程 ―音韻から形態へのフィードバックは生じるのか―

Feedback Activation from Phonology to Orthography in Processing of Auditorily Presented Homophones

水野 りか，松井 孝雄
Rika Mizuno, Takao Matsui

中部大学
Chubu University
mizunor@isc.chubu.ac.jp

Abstract

Feedback activation from phonology to orthography occurs in processing of visually presented homophones. The aim of this study was to examine whether such feedback activation also occurs for auditorily presented homophones. If feedback activation does not occur, lexical decision time to homophones would be shorter in proportion to their phonological familiarity as compared to nonhomophones. If it does occur, lexical decision time to homophones would be shorter in proportion to their phonological familiarity as above, but it would be longer than that of nonhomophones because the activation of the orthographic representation of their multiple mates would consume processing capacity. The experimental results supported the latter, indicating that feedback activation from phonology to orthography occurs even in processing of auditorily presented homophones.

Keywords ― homophones, auditory presentation, feedback activation

1. 問題と目的

視覚呈示された同音異義語の語彙判断課題は，単語の語彙アクセス過程での音韻的符号化の様子や音韻情報の関与の程度を調べるのによく用いられてきた (Yates, 2013)。英語では，同音異義語の出現頻度が同じ音韻の仲間 (mate) より低い時に同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語より長くなる，いわゆる同音異義語効果 (homophone effects) が生じることがいくつかの研究で確認されてきた (e.g., Rubenstein, Lewis, & Rubenstein, 1971)。Rubenstein et al. (1971) は，この現象は同音異義語の音韻情報が出現頻度順に仲間の形態情報を活性化すると仮定すれば説明できるとした。そして最近では Pexman, Lupker, & Jared (2001) が，同音異義語効果は PDP モデル (Seidenberg & McClelland, 1989) で仮定されているような音韻から形態へのフィードバックが生じ，その結果，出現頻度の高い仲間の形態情報の活性度が高くなるという考え方で説明すべきと主張した。

一方，日本語の同音異義語の場合は，英語と同様同音異義語効果が認められるとする知見や (川上, 2006; Tamaoka, 2007), 仲間の少ない同音異義語では同音異義語効果が認められるが仲間が多い同音異義語の語彙判断時間は非同音異義語よりむしろ短くなるという知見が得られていた (Hino, Kusunose, Lupker, & Jared, 2013)。前者でも仲間の多い同音異義語が刺激であったことから，結果は一貫していなかったことになる。

水野・松井 (2016a) は，日本語の仲間の多い同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語より時には長く，時には短くなったのは，同音異義語の音韻的親近性が影響したためではないかと考えた。英語の同音異義語はほとんどの場合仲間が 1 つで，多くても 2 個，まれに 3 個のものがある程度である (Reed, 2012)。しかし日本語の同音異義語の仲間は 3 つ以上の場合が多く，10 個以上ある場合も少なくなく，「こうしょう」に至っては 47 個もある (松村, 2014)。仲間の数が多ければ，その音韻に接する頻度も多くなり，音韻の親近性が高くなる（Ziegler, Tan, Perry, & Montant, 2000)。仲間の数に大きなばらつきがあれば必然的に音韻的親近性の変動も大きくなるため，それが仲間の多い同音異義語の語彙判断時間の変動を大きくした可能性は否めない。そこで水野・松井(2016a)は，仲間の

数の多い同音異義語と少ない同音異義語の総出現頻度を統制して実験を行い，仲間の多い同音異義語でも同音異義語効果が認められ，その大きさはむしろ仲間の少ない同音異義語よりも大きいことを見出した。次に水野・松井 (2016b) は，仲間の数の多い同音異義語で，音韻的親近性が高い条件と低い条件を設定して語彙判断時間を測定・比較し，音韻的親近性が低い場合は同音異義語効果が認められるが，高い場合には語彙判断時間が短くなり非同音異義語との差がなくなることを確認した。そして，日本語の同音異義語の処理でも音韻から形態へのフィードバックによって複数の形態情報が活性化されて同音異義語効果が生じるが，音韻的親近性が高い場合は語彙判断時間が短くなり同音異義語効果が顕在化しない場合があると結論した。

では，形態情報が呈示されない場合つまり同音異義語が聴覚呈示された場合にも，視覚呈示された場合と同じように，音韻から形態へのフィードバック（以下，音-形フィードバック）は生じるのだろうか。聴覚呈示された単語処理の代表的なモデルの 1 つは，ニューラルネットワークモデルの TRACE モデルである (McClelland & Elman, 1986)。このモデルでは，入力された単語の音韻情報はそれと類似した音韻情報を持ついくつかの候補の表象を活性化するが，様々な情報をもとに活性度は競合・抑制を経て収斂され，最終的にもっとも活性度の高い候補が同定されると仮定されている。したがって，Pexman et al. (2001) の PDP モデルの考え方も TRACE モデルも，基本的な考え方は極めて類似していると言える。ただし，TRACE モデルはあくまでも聴覚的認知のモデルであるため，文脈の影響については明記されているが，Pexman et al. (2001) が提案したような音-形フィードバックについては特に触れられていない。ただし，Ziegler, Petrova, & Ferrand (2008) は音と綴りの一貫性をフィードバック一貫性 (feedback consistency) と呼び，一貫性のない場合に比べてある場合の方が聴覚呈示による語彙判断時間が短くなったことから音-形フィードバックの存在を示唆しており，生起する可能性は十分考えられる。

そこで本研究では，音韻的親近性の高い同音異義語と低い同音異義語の同音異義語効果を聴覚呈示実験で測定し，音-形フィードバックが生起するのか否かを検討する。

もしも聴覚呈示では音-形フィードバックが生じないならば，同音異義語の仲間の形態情報は活性化されないため，同音異義語効果は生じないと考えられる。そして，聴覚呈示では形態的手がかりがないので入力語は同定できないが，語彙判断を行うだけなら同定は不要で単語か否かを判断すればすむので，単語らしさを反映する音韻的親近性が高い同音異義語の語彙判断時間は低い同音異義語よりも短くなると予想される。また，音韻的親近性を反映する総出現頻度は刺激語自体の出現頻度を揃えるため必然的に仲間のない非同音異義語の方が同音異義語より低くなることから，非同音異義語の語彙判断時間の方が同音異義語よりも長くなると予想される。

一方，聴覚呈示でも音-形フィードバックが生じるならば，同音異義語の場合は仲間の形態情報が活性化されて呈示された同音異義語自体の活性度が単語と判断するための閾値に達するのが遅れるため，音韻的親近性の高低にかかわらず同音異義語効果が生じると予想される。ただし音韻的親近性が高いほど語彙判断は迅速に行われるため，同音異義語効果は音韻的親近性が低い場合の方が顕著になると予想される。

2. 方法

2.1 参加者

日本語を母語とする大学生 22 名（女性 11 名，男性 11 名）。

2.2 実験計画

分析は，水野・松井 (2016b) の視覚呈示実験のデータを併せて，呈示方法（視覚・聴覚）と音韻的親近性（高・低・非同音異義語：統制）の 2 要因混合計画とした。

2.3 刺激

選定は刺激語を視覚呈示した水野・松井(2016b)

Table 1

Means and *SD*s of attributive values of the stimuli in each condition

	Nonhomophone		Homophone				Nonword	
			Low PF*		High PF			
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Total F.			11,481.75	14,532.46	43,946.75	26,163.33		
Total CL of Frequency			3.80	0.49	4.57	0.26		
F	4,997.25	7,095.65	5,159.50	6,587.58	4,986.00	4,030.17		
CL of Frequency	3.44	0.45	3.44	0.49	3.56	0.35		
Number of Mates			8.59	5.06	11.32	7.32		
Familiarity	5.76	0.25	5.54	0.30	5.66	0.30		
Number of Moras	3.40	0.49	3.60	0.58	3.55	0.59		
Neighborhood Size	138.70	80.27	125.90	78.74	120.05	66.22	120.97	69.52
Character Frequency	543,287.05	496,061.87	600,811.50	479,120.23	489,715.75	360,558.54	535,859.28	373,432.51
CL of Character Frequency	5.62	0.30	5.55	0.38	5.64	0.38	5.61	0.33
Stroke Count	21.95	4.94	22.40	5.56	20.10	5.32	21.37	5.15

Not e. PF stands for phonological familiarity, and CL for common logarithm.

で行ったため，その際の留意点を記す。刺激語の出現頻度は天野・近藤 (2003b) で調べるものとした。水野・松井 (2015b) は，天野・近藤 (2003b) の 2 文字の漢字の出現頻度の範囲が 1 から 32,000 強と非常に幅広いことに着目した。そして，このように大きなばらつきがある場合，例えば，出現頻度 10 と出現頻度 1,000 には比較的大きな違いがあるが出現頻度 10,000 と出現頻度 11,000 にはさほど大きな違いはないと感じるように，頻度が低い場合よりも高い場合の方が心理的ないしは実質的な差が小さいと考えた。そして，物理量と心理量の違いに関する Fechner (1860) の法則に則り，出現頻度の常用対数値を求め，心理的な差を線形に増大させるべきだと考えた。そして，出現頻度効果，すなわち，出現頻度が高いほど語彙判断時間が短くなる効果を，出現頻度と出現頻度の対数値で比較し，対数値の方が出現頻度効果をより明確に把握できることを明らかにし，対数値をとることの妥当性を示した。よって，刺激の出現頻度関連の差の検定はすべて，常用対数値で行うものとした。

水野・松井 (2016b) の刺激は 2 文字の漢字表記語で，仲間の多い同音異義語で音韻的親近性の低い低条件の 20 語と音韻的親近性の高い高条件の 20 語を選定し（例えば，「競技」は出現頻度 9,831 で仲間の数は 5 だが総出現頻度は 79,352 と高く，「解説」は出現頻度は「競技」とほぼ同じ 9,794 で仲間の数も 5 と同じだが総出現頻度は 18,890 と「競技」よりもかなり低い），総出現頻度に有意差があることを確認した。非同音異義語は 20 語，非単語は 60 語とした。総出現頻度と同音異義語数は大辞林第三版 (松村, 2014) でアクセントが同じであることが確認されたものから求め，非単語には日本語母語者の語彙判断時間に影響することが確認されている転置非単語（前後の文字を入れ替えることで単語となる非単語）(Mizuno & Matsui, 2013) が含まれないよう留意するとともに単語 3 条件に用いられている漢字は使用しないようにした。同音異義語 2 条件の同音異義語数，単語 3 条件の刺激の出現頻度 (天野・近藤, 2003b)，親密度，モーラ数 (以上，天野・近藤, 2003a) と，非単語を含めた 4 条件の形態的隣接語数 (川上, 1997)，文字の出現頻度 (天野・近藤, 2003b)，画数 (天野・近藤, 2003a) の平均には差がないことを確認した。

本実験では，以上の計 120 語を Globalvoice-English3 Professional (Hoya サービス(株)) で音声ファイル化した。その上で，SoundEngine ver. 5.0 (Coderium (株)) で 500 ms の長さに揃え，使用した。漢字表記の場合の非単語条件を含めた 4 条件の刺激語の各種属性値を Table 1 に示す。

2.4 装置

PC (Fujitsu, FMV Esprimo D583/H)，21 inch 液晶

ワイドモニター (IO-DATA, LCD-MF223EWR)，及び，ヘッドホン (Sony, MDR-XB500) を用いた。実験制御は Super Lab 4.5 (Cedrus Co.) で行い，反応は反応ボックス (Cedrus Co., RB-730) で取得した。反応ボックスの右端のボタンに「単語」，左端のボタンに「非単語」のラベルを貼った。

2.5 手続き

個別実験で，利き手で「単語」ボタンが押せるよう左利きの参加者の時は反応ボックスを 180 度回転させた。参加者はヘッドホンをつけ，20 試行の練習の後，120 試行の本試行を行った。試行の呈示順は被験者ごとにランダムにした。参加者には聞こえた刺激が単語か非単語かをできるだけ早く正確に判断して該当ボタンを押すよう教示した。各試行では 1,000 ms のインターバルの後，画面中央にアステリスクが 500 ms 呈示され，その後マイクのマークが視覚呈示されると同時に刺激が聴覚呈示された。反応が正解ならピンポン， 誤りならブーというフィードバックが 500 ms 呈示された後，マイクのマークは消え，次の試行に進んだ。

3. 結果

平均から±2.5*SD* 以上離れたデータ (1.02%) は分析の対象から除外した。Figure 1 には，各条件の正答の語彙判断時間と *SD* を水野・松井 (2016b)

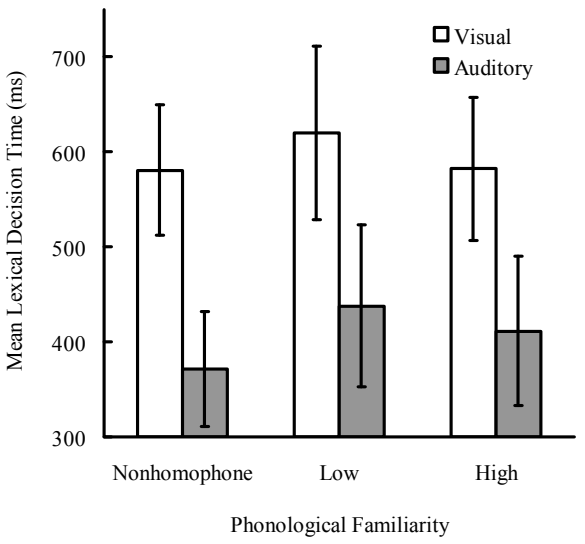


Figure 1. Means and *SDs* of lexical decision time in visual (Mizuno & Matsui, 2016b) and auditory presentation in each condition.

Table 2

Means and *SDs* of error rates (%) in visual (Mizuno & Matsui, 2016b) and auditory presentation in each condition.

	Nonhomophone		Low PF*		High PF	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Visual	5.96	5.71	7.55	5.14	6.17	6.21
Auditory	6.59	6.97	13.41	7.60	16.82	7.62

Note . PF stands for phonological familiarity

の視覚呈示のデータと併せて示した。なお，水野・松井 (2016b) で参加者分析と項目分析結果が一致していたため，ここでは項目分析は割愛した。

語彙判断時間について，呈示方法を参加者間，音韻的親近性を参加者内とする混合 2 要因分散分析を行った結果，呈示方法の主効果 (F (1, 67) = 91.27, p < .0001, η_p^2 = .58)，音韻的親近性の主効果 (F (2, 134) = 56,58, p < .0001, η_p^2 = .46)，及び，交互作用が有意だった (F (2, 134) = 7.80, p = .0006, η_p^2 = .10)。音韻的親近性の単純主効果は，視覚呈示でも(F (2, 134) = 19.57, p < .0001)，聴覚呈示でも (F (2, 134) = 44.91, p < .0001) 有意だった。下位検定の結果，視覚呈示では低条件と高条件，低条件と非同音異義語条件に有意差があり (p < .01, *HSD* = 20.97)，低条件の語彙判断時間だけが他の 2 条件より長かったが，聴覚呈示では 3 条件すべての間に有意差があり (p <. 01)，低条件と高条件の語彙判断時間がなし条件より長く，低条件の語彙判断時間が高条件よりも長かった。なお，視覚呈示と聴覚呈示では刺激呈示と測定のタイミングが異なるため，語彙判断時間については呈示方法の単純主効果の分析は行わなかった。

誤答率は Table 2 に示す通りで，角変換の後，上と同様の混合 2 要因分散分析を行った結果，呈示方法の主効果 (F (1, 67) = 16.46, p = .0001, η_p^2 = .20)，音韻的親近性の主効果 (F (2, 134) = 13.75, p < .0001, η_p^2 = .17)，及び，交互作用が有意だった (F (2, 134) = 8.90, p = .0002, η_p^2 = .12)。条件の単純主効果は視覚呈示では有意でなく (F (2, 134) = 2.07, p = .13)，聴覚呈示では有意で (F (2, 134) = 20.58, p < .0001)，下位検定では低条件と高条件の誤答率が非同音異義語条件よりも有意に高く (p

< .01, *HSD* = 5.60)，低条件と高条件の誤答率には有意差はなかった。呈示方法の単純主効果は，音韻的親近性の低条件と (F (1, 201) = 6.54, p = .01) 高条件で有意で (F (1, 201) = 31.20, p < .0001)，ともに聴覚呈示の方が視覚呈示よりも高かったが，非同音異義語条件では有意でなかった (F (1, 201) = 0.17, p = .68)。

4. 考察

視覚呈示の場合は (水野・松井, 2016b) 音韻的親近性が低い場合のみ同音異義語効果が認められ，音韻的親近性の高い同音異義語の語彙判断時間は非同音異義語と変わらなかった。このことは，視覚呈示では同音異義語の音韻情報が複数の仲間の形態情報を活性化したが，呈示された同音異義語自体の形態情報で最終的に意味的収斂が生じ，音韻的親近性が高い場合には同音異義語でも迅速な語彙判断が行われたことを示唆している。一方，聴覚呈示では，音韻的親近性が高い場合の語彙判断時間は音韻的親近性が低い場合より短かったものの，いずれの場合も同音異義語効果が認められた。このことは，聴覚呈示でも音-形フィードバックが生じたことを示している。そして，視覚呈示とは異なり音韻的親近性が高い場合にも同音異義語効果が認められたのは，聴覚呈示では形態情報がなく意味的収斂が生じないため，音韻的親近性が高くても同音異義語の語彙判断時間が非同音異義語と同じになるほど短縮はしなかったためだと考えられる。

誤答率については，視覚呈示では 3 条件に差がなかったが，聴覚呈示では同音異義語の 2 条件の誤答率が非同音異義語条件よりも高かった。そして，2 種の同音異義語条件はともに聴覚呈示の方が高かったが，非同音異義語条件では呈示方法で差がなかった。形態情報がないことだけが影響したならば非同音異義語でも呈示方法で差が認められるはずであるが，そうでなかったことは，仲間の有無が影響したことを端的に示している。そして，聴覚呈示でだけ同音異義語の 2 条件の誤答率が高かったのは，視覚呈示の場合は形態情報により活性化が収斂して呈示された同音異義語の意味情報だけが活性化されたのに対し，聴覚呈示の場合は音-形フィードバックによって活性化された複数の仲間の形態情報がそれぞれの意味情報も活性化して意味的混乱が生じたからではないかと考えられる。ただし，この誤答の生起過程については今後さらに検討が必要である。

5. 結論と今後の課題

本研究結果は，同音異義語が聴覚呈示されても音-形フィードバックが生起して仲間の形態情報が活性化されることを示していた。しかし，日本語は同音異義語が多いだけでなく仲間の数も多いため，常にこうした処理が行われているのだとすると，英語のように仲間が少数である場合に比べて日本語の処理に時間がかかることになってしまう。実際にそうならないのは，McClelland & Elman (1986) が TRACE モデルで想定したような，文脈による活性度の収斂があるからであろう。水野・松井 (2015a) は視覚呈示された同音異義語の語彙判断も文脈によって促進されることを見出しているが，形態情報がない聴覚呈示では文脈の有無がより顕著な差を生む可能性がある。よって今後は，聴覚呈示された同音異義語の語彙アクセス過程への文脈の影響を検討する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K04435 の助成を受けた。

引用文献

天野 成昭・近藤 公久 (2003a). NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第 1 期 CD-ROM 版　三省堂

天野 成昭・近藤 公久 (2003b). NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性第 2 期 CD-ROM 版　三省堂

Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik.* Leipzig: Breitkopf und Härtel.

Hino, Y., Kusunose, Y., Lupker, S. J., & Jared, D.

(2013). The processing advantage and disadvantage for homophones in lexical decision tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *39*, 529-551.

川上 正浩 (1997). JIS 一種漢字 2965 字を用いて作成される漢字二字熟語数表－－Macintosh 版岩波広辞苑第四版に基づく類似語数調査－－ 名古屋大学教育学部紀要教育心理学科, *44*, 243-299.

川上 正浩 (2006). 同音異義語の存在が漢字二字熟語の語彙判断課題に及ぼす効果 日本認知科学会第 23 回大会発表論文集, 202-203.

松村 明（編）(2014). 大辞林 第三版 三省堂

McClelland, J. L., & Elman, J. L. (1986). The trace model of speech perception. *Cognitive Psychology*, *18*, 1-86.

Mizuno, R., & Matsui, T. (2013). Orthographic or phonological?: Exploration of predominant information for native Japanese readers in the lexical access of kanji words. *Psychologia*, *56*, 208-221.

水野 りか・松井 孝雄 (2015a). 日本語の同音異義語処理への文脈の影響 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 313-320.

水野 りか・松井 孝雄 (2015b). 語彙判断時間への出現頻度の影響－対数化のすすめ－ 日本心理学会第 78 回大会発表論文集, 594.

水野 りか・松井 孝雄 (2016a). 音韻的親近性と仲間の数が日本語母語者による同音異義語の語彙判断に与える影響 認知心理学研究, *13*, 71-79.

水野 りか・松井 孝雄 (2016b). 同音異義語の語彙判断時間への音韻的親近性の影響 日本認知心理学会第 14 回大会発表論文集, 129.

Pexman, P. M., Lupker, S. J., & Jared, D. (2001). Homophone effects in lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*, 139-156.

Reed, A. D. (2012). *Reed's homophones: A comprehensive book of sound-alike words*. Candler, NC: Pisgah Press.

Rubenstein, H., Lewis, S. & Rubenstein, M.A. (1971). Evidence for phonemic recording in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, *10*, 645-657.

Seidenbrg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*, 523-568.

Tamaoka, K. (2007). Rebounding activation caused by lexical homophony in the processing of Japanese two-kanji compounds words. *Reading and Writing*, *20*, 413-439.

Yates, M. (2013). How the clustering of phonological neighbors affects visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*, 1649-1656.

Ziegler, J. C., Petrova, A., & Ferrand, L. (2008). Feedback consistency effects in visual and auditory word recognition: Where do we stand after more than a decade? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*, 643-661.

Ziegler, J. C., Tan, L. H., Perry, C., & Montant, M. (2000). Phonology matters: The phonological frequency effect in written Chinese. *Psychological Science*, *11*, 234-238.

言語統計解析に基づく計算モデルを用いた文章の適切性判断に関する検討

An examination of aptness in a sentence decision using computational models based on a statistical language analysis

白水優太朗[1]，寺井あすか[2]，王婉瑩[3]，中川正宣[4]，
Yutaro Shiramizu, Asuka Terai, Wanying Wang, Masanori Nakagawa

[1] 東京工業大学社会理工学研究科，[2] 公立はこだて未来大学システム情報科学部，[3] 清華大学人文学院，
[4] 大妻女子大学人間生活文化研究所

[1]Tokyo Institute of Technology, [2]Future University Hakodate, [3]Tsinghua University,
[4]Otsuma Women's University

aterai@fun.ac.jp

Abstract

Selection restrictions are co-occurrence constraints or possibilities which are observed between given lexical items. Although a sentence is grammatically correct, it is hardly interpreted (e.g. “The typhoon attacks happiness.”) with violations of selection restriction. In the present study, three types of computational models are constructed based on corpora that estimate aptness of a noun as the Object or the Subject in the sentence “Subject-Object-Verb”. One model is a Bayes model and the two others are network models. Psychological experiments are conducted to elucidate which model estimate the aptness most successfully. Comparison among the results of psychological experiment and model simulation endorses that the Bayes model brings about best performance.

Keywords — Sentence generation, Language statistical analysis

1. はじめに

本研究では、「主語 (S) が目的語 (O) を動詞 (V)」という形式の文章を対象とし、文章の適切性がどのように判断されているかについて、言語統計解析に基づく計算モデルの構築・シミュレーションにより検討する。上記のような文章は、主語、目的語、動詞にそれぞれ単語を当てはめることで「台風が町を襲う」といった、文を生成することが可能である。しかし、「台風が喜びを襲う」のように、文法的には正しいが意味的に解釈が不可能なものが存在する。これは「台風は一般的に場所や建物を襲うことはあるが、感情は襲わない」という、知識に基づいた判断が行われているためであり、このような動詞が主語と目的語の組み合わせに要求するルールを、動詞の選択制限と呼ぶ。 中本・黒田（2005）は、動詞の選択制限の成立過程を、意味フレームを用いて表現し、「S が O を襲う」という文における主語（S）と目的語（O）の選択制限における意味フレームの存在を心理実験により明らかにした。さらに、言語統計解析を用いて意味フレームを「S が O を襲う」という文における意味フレームの推定が可能であることが示された（永山 2007）。さらに、「襲う」以外の様々な動詞に対応可能な文生成モデルとして、主語と動詞を与えることで目的語としてふさわしい名詞を推定可能な計算モデルが構築されている（堀田他 2012, 2013）。しかし、先行モデルでは「主語・動詞が与えられた際に目的語としてどのような名詞がふさわしいか（目的語選択）」、という点にのみ着目されており、「目的語・動詞が与えられた際に主語としてどの名詞がふさわしいか（主語選択）」、に関する検討は行われていない。そこで、本研究では目的語、動詞を与えることで主語としてふさわしい名詞を推定可能な計算モデルを構築し、心理実験結果とシミュレーション結果の比較を通じて文章の適切性判断の認知メカニズムを検討した。

2. 文生成モデル

はじめに、モデル化の対象となる動詞 v_l における主語（S）、目的語（O）の共起関係を抽出することで、確率的知識構造の構築を行った。すなわち、「S が O を v_l」という文における主語（S）、目的語（O）、動詞 v_l の共起頻度データを、毎日新聞 18 年分（1991 年-2008 年）、小学校国語教科書、ブログデータ等から抽出した。抽出された係り受け頻度データに対し Naive Bayes Clustering (NBC, Kameya & Sato 2005)

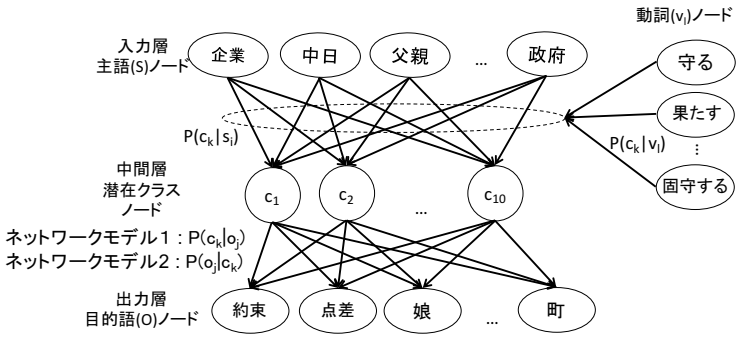


図 1　ネットワークモデル 1・2（目的語選択課題）（例：「父が O を守る」）

を用いて潜在クラスの推定をした。この手法では主語 s_i、目的語 o_j, 動詞 v_l の共起確率を潜在クラス c_k を用いて以下の式 (1) によって決定されると仮定し、EM アルゴリズムを用いて $P(c_k)$, $P(s_i|c_k)$, $P(o_j|c_k)$, $P(v_l|c_k)$ を推定する。本研究では、潜在クラスの数を 10 として推定を行った。

$$P(s_i, o_j, v_l) = \sum_k P(c_k)P(s_i|c_k)P(o_j|c_k)P(v_l|c_k) \tag{1}$$

さらに推定された確率値に対し Bayes の定理を用いて $P(c_k|s_i)$, $P(c_k|o_j)$, $P(c_k|v_l)$ を求める。

これらの確率値を用いて目的語選択課題・主語選択課題の 2 種類の課題に対応する計算モデルを各課題に対しネットワークモデル 2 種とベイズモデルを構築した。目的語選択課題に対する 2 種類のネットワークモデルは 3 層構造からなっており（図 1）、入力層に主語（S）と動詞（V）を入力することで、各名詞（o_j）が目的語として用いられた際の文章「S が o_j を V」の適切性を出力する。ネットワークモデル 1 の出力値 $x_c1(o_j)$ は式（2）、ネットワークモデル 2 の出力値 $x_c2(o_j)$ は式（3）により表される。

$$x_c1(o_j) = \sum_k P(c_k|s_i)P(c_k|o_j)P(c_k|v_l) \tag{2}$$

$$x_c2(o_j) = \sum_k P(c_k|s_i)P(o_j|c_k)P(c_k|v_l) \tag{3}$$

ベイズモデルの出力 $x_b(o_j)$ は式（4）により推定される。

$$x_b(o_j) = P(o_j|s_i, v_l) \propto \sum_k P(s_i|c_k)P(o_j|c_k)P(c_k|v_l)P(c_k) \tag{4}$$

ベイズモデルによる推定値は「主語 (S) が目的語 (O) を動詞 (V)」という形式での主語 s_i、目的語 o_j、動詞 v_l の共起頻度を反映した値となっているが、Naive Bayes Clustering（Kameya&Sato 2005) において式（1）を仮定し潜在クラス c_k の推定を行う際、平滑化を行うことで 0 頻度問題の解消を行う。そのため、言語統計解析結果を用いて条件付き確率を推定することで、「主語 (S) が目的語 (O) を動詞 (V)」における 3 単語共起頻度をそのまま用いることで生じる 0 頻度問題を解消した推定を可能としている。

同様に、主語選択課題に対するモデルとして入力層に目的語（O）と動詞（V）を入力することで、各名詞（s_i）が主語として用いられた際の文章「s_i が O を V」の適切性を出力する 3 種類のモデルを構築した。出力値は式（1）〜（3）の o_j を s_i に、s_i を o_j に変換することで、主語選択課題における文章の適切性が推定される。本研究では、日本語能力試験に含まれる動詞を選択し、選択された動詞と似た意味を持つ動詞を分類語彙表 (2004) に従ってグループ化を行うことで、モデル化の対象となる動詞グループを作成し、各動詞グループを対象として計算モデルを構築した。モデル構築に用いた動詞グループは全 39 グループ、総計 861 語の動詞が含まれている。

目的語選択課題に対するモデルのシミュレーション結果を表 1、主語選択課題に対するモデルのシミュレーション結果を表 2 に示す。

表 1　目的語選択課題に対するモデルのシミュレーション結果 (() 内の数値は、出力値 $x_{c1}(o_j)$、$x_{c2}(o_j)$ または $x_b(o_j)$).

	動詞：守る					
	ネットワークモデル 1		ネットワークモデル 2		ベイズモデル	
	父親が o_j を守る	中日が o_j を守る	父親が o_j を守る	中日が o_j を守る	父親が o_j を守る	中日が o_j を守る
1	安全 (0.234)	リード (0.167)	身 (0.012)	首位 (0.035)	身 (0.051)	首位 (0.203)
2	環境 (0.233)	首位 (0.165)	安全 (0.008)	リード (0.032)	安全 (0.033)	リード (0.185)
3	沈黙 (0.232)	得点 (0.165)	ルール (0.006)	トップ (0.008)	ルール (0.026)	トップ (0.049)
4	人権 (0.232)	点差 (0.163)	環境 (0.006)	得点 (0.006)	環境 (0.026)	得点 (0.038)
5	日本 (0.232)	大量点 (0.159)	沈黙 (0.006)	座 (0.006)	沈黙 (0.023)	座 (0.035)

表 2　主語選択課題に対するモデルのシミュレーション結果 (() 内の数値は、出力値 $x_{c1}(s_i)$、$x_{c2}(s_i)$ または $x_b(s_i)$).

	動詞：運ぶ					
	ネットワークモデル 1		ネットワークモデル 2		ベイズモデル	
	s_i が資材を運ぶ	s_i が幸運を運ぶ	s_i が資材を運ぶ	s_i が幸運を運ぶ	s_i が資材を運ぶ	s_i が幸運を運ぶ
1	鳥 (0.067)	鳥 (0.801)	人 (0.002)	人 (0.023)	容疑者 (0.017)	人 (0.027)
2	女中 (0.066)	風 (0.772)	風 (0.002)	風 (0.020)	業者 (0.014)	風 (0.024)
3	風 (0.065)	渡り鳥 (0.766)	容疑者 (0.001)	私 (0.015)	自衛隊 (0.011)	私 (0.017)
4	渡り鳥 (0.064)	親鳥 (0.766)	私 (0.001)	方 (0.013)	男 (0.011)	方 (0.015)
5	親鳥 (0.064)	コウノトリ (0.757)	方 (0.001)	ファン (0.009)	輸送機 (0.010)	ファン (0.011)

3. 実験

モデルの妥当性を検証するため目的語選択課題（実験 1)、主語選択課題（実験 2）を用いた 2 種類の実験を実施した。

実験 1 では、実験参加者は大学生・大学院生 86 名、動詞 8 種類、主語 8 種類を用い、各動詞・主語の 16 ペアに対し 24 種類の目的語となる名詞を用いて評定実験を実施した。実験参加者は「名詞が【　】を動詞」(例：「父が【　】を守る」）という文の目的語として提示された名詞（例：身, 得点）がどの程度ふさわしいかを 7 件法で評定してもらった。

実験 2 では、実験参加者は大学生・大学院生 103 名、動詞 8 種類、目的語 16 種類を用い、各動詞・目的語の 16 ペアに対し 24 種類の名詞を用いて評定実験を実施した。実験参加者は、「【　】が名詞を動詞」(例：「【　】が資材を運ぶ」）という文の主語として提示された名詞（例：業者、鳥）のふさわしさを 7 件法で評定してもらった。

計算モデルによる出力値と評定平均値の順位相関係数を表 3 に示す。目的語選択課題、主語選択課題の課題の違いに関わらずベイズモデルが最も高い相関 (0.49**, 0.41**; $^{**}p < .01$) を示している。

表 3　計算モデルの出力値と評定平均値の順位相関係数 (N=384)

	目的語選択課題	主語選択課題
ネットワークモデル 1	0.28	0.24
ネットワークモデル 2	0.48	0.36
ベイズモデル	0.49	0.41

4. 考察

本研究では、目的語選択課題、主語選択課題の 2 種類の課題を用いて「主語 (S) が目的語 (O) を動詞 (V)」という形式の文章の適切性がどのように判断されているかについて、計算モデルシミュレーションと心理実験を用いて検証した。その結果、課題に関わらずネットワークモデルと比較し、ベイズモデルがより人間の行う文生成を表現しており、主語・目的語・動詞の共起頻度に基づき文章の適切性が判断されている可能性が示唆された。

参考文献

[1] 中本敬子・黒田航, (2005) “意味フレームに基づく選択制限の表現：動詞“襲う”を例にした心理実験による検討”, 言語科学会第 7 回大会ハンドブック.
[2] 永山遼, (2007) “言語統計解析に基づく文生成メカニズムの計算モデル”, 東京工業大学社会理工学研究科人間行動システム専攻修士論文.
[3] Kameya, Y., & Sato, T. , (2005) “Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora” , Proceedings of symposium on large-scale knowledge resources, pp.65-68.
[4] 堀田崇史、木村玲奈、寺井あすか、中川正宣, (2012) “言語統計解析に基づく文生成の計算モデル構築”, 第 29 回日本認知科学会発表.
[5] 堀田崇史、寺井あすか、中川正宣, (2013) “言語統計解析に基づく文生成の計算モデルの実験による検討”, 第 30 回日本認知科学会発表.

(言語学者による) 容認度評定の認証システムを試作する構想
入念に設計された日本語文の容認度評定データベースに基づいて

黒田 航[1] 阿部 慶賀[2] 横野 光[3] 田川 拓海[4] 小林 雄一郎[5] 金丸 敏幸[6] 土屋 智行[7] 浅尾 仁彦[8]
[1] 杏林大学 [2] 岐阜聖徳学院大学 [3] 富士通研究所 [4] つくば大学 [5] 東洋大学 [6] 京都大学 [7] 九州大学 [8] NICT

概 要

本発表は研究発表とは違う．その目的は，第一著者を代表者として科学研究費の助成を受けた研究「言語研究者の容認度評定力の認証システムの試作：容認度評定データベースを基礎にして」の周知と，研究プロジェクトへの協力の呼びかけである．特に評定課題の刺激となる日本語文集合の選定で，プロジェクト外のいる研究者 —言語学者や心理学者— からの希望を受け付けたいと思っている．

1 はじめに

1.1 研究プロジェクトの目的

本研究の第一の目的は，項目反応理論に基づいた日本語文の十分な規模の容認度評定データベースの構築である．これは理論系 vs 実験系の別や基礎 vs 応用の区別を問わずに研究資源として有用であるため，構築が待望されているデータと思われるのだが，国内外問わず，今だに構築がない．このデータを，統制した日本語文集合への一般人の反応をサンプリングして構築する．

第二の目的は，当該データベースを土台にした，研究者向け容認度評定能力の認証システムの試作である．これが何のために必要，かつ有効かと言うと，想定システムの無償利用が可能になれば，個々の言語研究者が自分の容認度判断の信頼度を有能性のシグナルとして発信する事が可能となるからである．これは長期的に言語研究で使用される「証拠」の質を上げ，Evidence-based Linguistics (EBL) [10] の基礎になる事が期待できる．

1.2 研究の背景と位置づけ

言語研究者はしばしば，文の容認度を評定し，それに基づいて議論する．それは，自然な文 (=容認可能な文) と不自然な文 (容認不可能，あるいは困難な文) の区別を確定し，その差が生じる理由を明らかにする事が，言語学の目標の一つだからである．この判断を容認性判断，ないし容認度評定と呼ぶ．

容認性判断と容認度評定の違いは，前者が Yes/No の二値判断=カテゴリー判断なのに対し，後者は中間的段階を認める所にある（更に言うと，容認性判断と別に文法性判断もあるが，両者の区別はここでは取り上げない）．以下では，より一般的な概念である「容認度評定」の方で総称する．

例えば言語研究者は，次のような対比を用いて議論を進める:

(1) a. その獣は獲物を襲った．
b. その獣は獲物に襲いかかった．

(2) a. ?*その発作は患者を襲った．
b. *その発作は患者に襲いかかった．

*の付いた事例は容認が困難な事を，烙印のない事例は容認度に異常がない事を．?*が付いた事例は中間事例である事を，それぞれ表わす．

容認度評定を証拠に使う事は言語研究で一般的な方法であるが，明らかな難点が二つある．第一に，外部参照値がないため，個々の判断にどれ程の信頼が置けるのかが不明である．この種の判断が確証バイアス [1, 2, 3, 4, 6, 8] に左右される事が特に問題である．

第二の問題は，個々の評定者による評定値と「真」の容認度との関係のモデル化が単純過ぎる事である．これは私見では，第一の問題よりずっと深刻である．観測精度の問題を真剣に考慮するなら，任意の文について，容認度評定は事例ごとに独自の統計分布を示し，幾つかの分布クラスが存在すると考えるべき理由がある．だが，現在の言語学では，容認度評定の結果測定自体が行われていないので，その必要性すら自覚されてない．

容認度評定は長らく理論言語学の（ほぼ唯一の）証拠として使われて来たし，今だに完全な代替がない状態である．この理由で言語学の研究成果は玉石混交であり，分野外から見た信用は下がり続けているのだと思う．

だが，事態が改善される兆しは微かである．例外的な研究として [11, 12, 13] がある位である．

1.3 到達目標

この状況は明らかに泥沼であり，それから脱するには少なくとも次の A が必要であり，B が実現できれば更に望ましい:

A. 第一に，統制された刺激文で構成される文集合に対する非専門家の容認度評定値の分布をデータベース化し，容認度評定という課題の反応分布を明らかにし，結果を研究者の共有資源とする．

B. 第二に，上の容認度評定値データベースを (部分的に) 参照し，個々の研究者の判断の信頼度を保証する認証制度を実現する．

容認度評定データと認証システムが利用可能となり，言語研究者が判断の信頼性を自己開示する事が可能になれば，言語学の研究成果の信頼度が長期的に引き上げられる．それが期待できるのは，学会の権威への挑戦が簡単になるからである．

2 研究方法と計画

2.1 方法

容認度評定の認証は次の 3 つの手順 (正確には 4 手順) で実現できる．

(3) 認証システムの構築手順

Step 1. 刺激文集合 E の設計と構築

Step 2. E に対する一般被験者の反応のデータベース化 (結果を D)

Step 3i. D に基づく認証クラスの特定

Step 3ii. 容認度評定力の認証システムの開発

2.2 計画

今後の実行計画は次の通りである:

(4) 計画

H28 年: Step 1 を実施し，可能であれば Step 2 の予備実験も実施

H29 年: Step 2 (と Step 3i) を実施

H30 年: (Step 3i と) Step 3ii の実施

具体的手順を以下で順に説明する．

2.3 Step 1.

なるべく大きな規模の，統制の取れた文の集合 E を用意する．ただし，

(5) a. E の事例数は少なくとも数百の規模．可能ならば千台に乗せたい．

b. E は逸脱のない (=容認度の高い) 文だけでなく，逸脱のある (=容認度の低い) 文を十分に含んでいる必要がある．

c. E はサンプルとは言え，それなりのカバーを持ち，選定基準が学派の利害から独立している必要がある．

E の構築で制御すべき要因の一つが逸脱の度合いである．これは不自然な文を作る作業を前提としており，これは言語学を学んだ研究者の協力を得て実現する．

もう一つの条件は，E の代表性の確保のために日本語の基本構文をなるべく多くカバーする事である．この際，基本構文に強く結びついた動詞を選定する事が必要になる．これは大規模言語データを日常的に扱っている研究者の協力を得て実現する．

ここで宣伝

刺激文集合 E の選定でプロジェクトに参加していない方々 (特に言語学者や心理学者) を対象に希望調査を行う予定です．Web 調査を考えていますので，関与を希望する方は第一著者に連絡を下さい．

2.4 Step 2.

言語学を専門としない一般被験者 R に一定の指示 I を与え，E のそれぞれの文 e_i の容認度を評定して貰う．e_i に平均 m_i と分散 v_i が割り当てられる．この結果 D は，(e_i, m_i, v_i) という三組である．ただし，

(6) a. R は (少なくとも) 数百人の規模であるべき．

b. I の例は ⟨ 4. 違和感なし — 3. 言っている事はわかるが，軽く違和感を感じる — 2. それなりに違和感を感じるが，言いたい事は理解できる — 1. 強く違和感を感じるが理解できない程ではない — 0. 意味不明 ⟩ の 5 件法など．

この段階で重要なのは，幅広い範囲の評定者と最適反応を導く I の設計である．これは心理実験と効果測定の専門家の協力を得て実現する．

2.5 Step 3

2.5.1 Step 3i.

評定者 P の容認度判定の信頼度を，次の指標で評価する (ただし，本手順の b が Step 2 の一部として実行可能な場合には，そうする)．

(7) a. D から適当な部分集合を選定し，これを T とする (T の要素数は数十)．なお，T は D の公開部分から除外する．

b. P に R に与えたのと同じ指示 I を与え，T のそれぞれの要素 t_i について，容認度を評価して貰い，かつ反応の分散の大きさを予想して貰う．

c. $x_i = [(t_i$ の平均値$) - (P$ による t_i の評定値$)]$ と $y_i = [(t_i$ の分散のクラス$) - (P$ の予想した t_i の分散のクラス$)]$ を評価する．

段階 b で使う分散評価の基準は，{ L: 大きい (=評定値が人によって割れる); S. 小さい (=評定値が人によって割れない); M. 両者の中間ぐらい } の 3 値分類を想定する．

段階 c の評定者 P の容認度評定の信頼度の評価法は次の通り: D のうちの k 個が T として選ばれて，P に刺激として与えられるとして，それぞれの刺激 t_i について，

$$X = \Sigma_{i=1}^{k} x_i^2, \quad Y = \Sigma_{i=1}^{k} y_i^2$$

を計算する．この時，P による評価の R による評価に対するズレの指標 $Z^2 = (X + Y)/k$ の値が小さいほど，P による容認度評定はそれだけ (R に対し高い代表性をもっていると判断できるので) 信頼できると考える．

なお Y の個々の要素については，分散クラスの予想値と真値とが

(8) a. (L, L), (M, M), (S, S) のように一致した場合は 0,

b. (L, M), (M, S) のように 1 度の食い違いを生じた場合は δ,

c. (L, S) という 2 度の食い違いを生じた場合は 2δ

の罰則が発生すると想定する (L, M, S の区分の基準や δ の値は事後的に求める).

2.5.2 Step 3ii.

ズレの分布 Z を予備調査で確定すれば，その後は任意の人が行った容認度判定の信頼度を，例えば事後的に定める α, β を用いる事で，次の 5 クラスのどれかに分類する事が可能である:

(9) a. S 級 ($+2\alpha$ 以上),

b. A 級 ($+1\alpha$ と $+2\alpha$ の間),

c. B 級 (-1β と $+1\beta$ の間),

d. C 級 (-2β と -1β の間),

e. D 級 (-2β 以下)

正規分布なら，$\alpha = \beta = \sigma$

とは言え，Z の分布は不明であり，言語研究者に対象とする予備調査の結果に基づいて，分布の性質を確認する必要がある．

以上の手順で容認度評定の認証システムのエンジンが得られる．本格的な運営は将来の課題とする．

3 議論

3.1 本研究の挑戦性

自然言語文の十分な規模の容認度評定データベースは，構築が待望されている言語研究の重要な基礎データである．その理由は，この種のデータが理論系 vs 実験系の別や基礎 vs 応用の区別を問わずに言語研究のリファレンスとなるからである．しかし，そのようなデータベースは国内外問わず，今だに存在していない．それを世界に先駆けて実現しようとする本研究には少なくとも次の二つの斬新性がある．

第一の斬新性は，容認度評定データベースの構築のための方法論を提示する所にある．具体的に言うと，容認度評定を，刺激に対する個々人の反応パターンの統計分布と見なし，項目反応理論 (Item Response Theory) [14, 15, 16] を応用して記述する．その背景として，容認度分布に質的に幾つかの異なるクラスを見出す事を想定している．これは従来の言語観には皆無だった視点であり，この想定の正しさが確証されれば，それだけでインパクトの強い成果が得られる．

第二の斬新性は，当該のデータベースを，専門の研究者が行う容認度評定の信頼性の認証評価システムの構築という応用を見込んだ形で構築する所にある．認証評価の対象となった人の容認度評定の信頼性は，評定の代表性の保証という形で与えられる．このような評定の質的保証がないために，言語学者による専門研究の成果は玉石混交である．言語研究者が本認証システムを使って自己情報の開示 (シグナリング) を始めれば，その効果の蓄積の結果として，玉を石から見分ける事が将来は可能となるはずである．

判断の代表性の保証は，判断の正確さに自分が代表する集団の反応の分散の予想を組み込む事で高精度化される．共有されている刺激（この場合，自然言語文）に対する反応の平均値を予測する課題 (John Maynard-Keynes の言う「美人コンテスト」) は典型的であるが，当刺激に対する反応の分散を予想させ，その精度を評価に組み入れるのは類を見ないモデル化であり，一定の効果が期待できる．

なお，システムの本格的な運用は試作成功後の課題とする．

3.2 補足的注意

本研究の第一段階の成果は，二点目の斬新性が真でなくても，それだけで容認度評定の基礎理論の刷新に貢献する．ヒトの認知活動の複雑さを考えると，同一の刺激に対し一様な反応が得られ，それが真の反応であるという，従来の言語学の理想化は素朴過ぎる．だが，そのモデルの改訂は今ま

で誰も試みていない．構築された容認度評定データをサンプルとする事で，ヒトの容認度評定の緻密なモデル化が将来的に可能となると期待できる．この点については§4.1 で再説する．

容認度データベース構築では日本語が対象となる，それには三つの理由がある．i) 第一に，異国語 (例えば英語) の言語資源の構築は非母語者に手に負える程に簡単なものではない．ii) 第二に，仮に構築が可能だとしても，日本国内での有用性が限定される．iii) 第三に，構築されたものが英語のデータでないとしても，このようなデータベースの構築が可能である事実を立証するだけでインパクトは十分に大きく，方法論自体は言語に依存しない透明性の高いものなので，他言語の研究でも本研究の成果を追従する事が確実に起こると期待できる．

一方，日本語データの構築が済んでしまえば異言語への移植は難しい事ではない．特に期待できるのは，日本語教育への展開性である．

4 最後に

4.1 射程の限界

最後に幾つか，現時点で取り上げる予定にない事を明示しておきたい．

本研究の射程は二つの意味で限られている．第一に，本研究は萌芽的ものであり，一気に完成度の高い成果を上げる事は目指していない．方法論の確立が最優先事項であり，応用的有用性の追求はそれに準じる．

第二に現実的な面として，したいと思っている事のすべてをやり遂げるのに (研究者の頭数や力量を含めて) 十分な研究資源が備わっている訳ではない．端的に言えば，期間内，予算内で達成できる事が限られている．

以上の制限の下で，将来的に達成すべきであるが射程外にあるのは次である:

(10) a. 容認度評定に文脈が与える影響の測定

b. 得られた結果の社会言語学的考察

まず (10a) について言うと，ベースライン反応がわかっていないと文脈の影響は調べようがない．本研究の目標は，将来的に文脈効果の研究を可能とするためのベースライン反応の記述である．

一般的に容認度を考えるためには，表現 E に内在する容認度，文脈効果 C，評定者効果 R の三組で構成される容認度空間 $E \times C \times R$ を考える必要がある．このモデル化で重要な事は，C と R の分離である (R は評定者の個性 $\approx$ 癖と見なして良い)．R を C から分離するモデル化は，ほとんどの言語の意味構築の理論で明示的に行われていない事であるが，容認度評定が心理反応の一種である事を考えれば，モデルの精緻化のために明らかに導入すべき仮定の一つである．

E，C，R のそれぞれは，理想的には他の二つの要因を固定した状態で測定すべき抽象的対象である．今回の調査に関して言うと，E と C を固定して R を記述する事が主な目的である．これが確立したら，その後に，E と R を固定して，C を記述する事が可能になる．期待を込めて言うと，これは実験意味論/語用論 (experimental semantics/pragmatics) [7, 5] の研究精度を向上させるだろう．

ここで，R は際限なく変異するもの，つまり評定者の数だけ異なりがあるものでなく，幾つかの基本戦略 (strategies) に分類できるものと想定している．これは未検証の想定であるが，予備的な調査 [9] から示唆されている可能である．本研究の目標の一つはこの想定の妥当性の検証であり，容認度評定の認証システムを実装は，その検証の肯定的結果の応用となる．

4.2 社会調査との統合の必要性

上述の R を構成する要因が，単に認知的なものであるだけでなく，社会言語学なものである事が想像できる．例えば，容認度評定の戦略が，学齢や学習履歴や学習態度と相関を持つ事は容易に想像しうる．だが，容認度評定の戦略が具体的にど

いう形で評定者の社会的属性と結びついているかは，しっかりした社会調査を実施しなければ確定しようがない．これは将来的に実現すべき目標の一つであるが，調べるべき社会的属性の選定を含め，現時点では準備が整っていない．この方向性は本研究が一定の成果を収めた後に着手したい．

参考文献

[1] Jonathan Baron. An analysis of confirmation bias. In *Paper presented at the 22nd Annual Meeting of the Psychonomic Society, 6–8 November, 1981, Philadelphia*, 1981.

[2] H. W. Bierhoff and R. Klein. Expectations, confirmation bias, and suggesttibility. In V. A. Gheorghiu, P. Netter, H. J. Eysenck, and R. Rosenthal, editors, *Suggestion and Suggestibility*, pp. 337–346. New York: Springer, 1989.

[3] B. Evans. *Bias in Human Reasoning: Causes and Consequences*. Psychology Press, 1990. [refers to the confirmation bias?].

[4] Joshua Klayman. Varieties of confirmation bias. *Psychology of Learning and Motivation*, 32:384–418, 1995.

[5] Jörg Meibauer and Markus Steinbach, editors. *Experimental Pragmatics/Semantics*. Linguistics Today 175. John Benjamins, Amsterdam/Philadelphia, 2011.

[6] Ian I. Mitroff. Scientists and confirmation bias. In Ryan D. Tweeney, MIcheal E. Doherty, and Clifford R. Mynatt, editors, *On Scientific Thinking*, pp. 170–175. Columbia University Press, 1981.

[7] Ira A. Noveck and Dan Sperber, editors. *Experimental Pragmatics*. Palgrave Macmillan, 2005.

[8] T. ギロビッチ. 人間この信じやすきもの: 迷信・誤信はどうして生まれるか. 新曜社, 1993. [原典: Thomas Gilovich (1993). *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*, Free Press].

[9] 黒田 航. 言語表現の容認度とは何か? また何であるべきか?— 言語学者であるはずなのに，容認度判断が何であるかに自信をもって答えられない (大半の) 人々への手引き. 2011. URL: http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/on-acceptability.pdf

[10] 黒田 航. 証拠に基づく医療 (ebm) との比較を通じて理論言語学の方法論を見直す. In 第 *16* 回日本認知言語学会発表予稿集, 2015. URL: http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/kuroda-jcla2015proc.pdf.

[11] 斎藤 幹樹. 下位構文スキーマが容認性判断に与える影響の統計的評価. In 日本認知科学会第 *32* 回大会発表論文集, pp. 1–8, 2015.

[12] 斎藤 幹樹. 容認性判断に関わる認知的要因: 認知文法的観点からの分析. 未刊行修士論文, 京都大学, 2015.

[13] 藤田 元. 多重主格構文の容認性判断について: 容認性の一般理論に向けて. In 日本認知科学会第 *32* 回大会発表論文集, pp. 598–603, 2015.

[14] 豊田 秀樹, 他. 項目反応理論 *[*入門編*]*. 朝倉書房, 第 2 版 edition, 2012.

[15] 豊田 秀樹, 他. 項目反応理論 *[*中級編*]*. 朝倉書房, 第 2 版 edition, 2013.

[16] 野口 裕之, 他. 組織・心理テスティングの科学. 白桃書房, 2015.

問題解決型学習における認知負荷と認知活動についての実験的検討

Experimental Investigation on Relationship between Cognitive Loads and Cognitive Activities in Learning through Problem Solving

水野 陽介[1]，三輪 和久[1]，小島 一晃[2]，寺井 仁[3]，
Yosuke Mizuno, Kazuhisa Miwa, Kazuaki Kojima, Hitoshi Terai

[1]名古屋大学大学院，[2]帝京大学ラーニングテクノロジー開発室，[3]近畿大学産業理工学部情報学科
[1]Graduate School of Information Science, Nagoya University, [2]Learning Technology Laboratory, Teikyo University,
[3]Faculty of Humanity-Oriented Science and Engineering, Kinki University
y.mizuno@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We investigated changes of cognitive activities during learning through problem solving. We defined three types of cognitive loads caused by related cognitive activities, proposed a cognitive model for explaining such activities, and tested the model with Reversi game as an experimental task. To control three types of cognitive activities, we developed a learning environment in which participants were given the best move as help information; and perceptual representation of discs on the game board was manipulated. We controlled the intrinsic activity with or without presenting help information, extraneous activity by the disc representation, and germane activity by instructor's instruction. Experimental results revealed that the proposed cognitive model was effective, promising the validity of the model-based research for investigation of the cognitive load theory.

Keywords — Cognitive Load Theory, Problem solving

1. はじめに

学習にはワーキングメモリが重要な役割を担う．ワーキングメモリの容量は限られるため，効果的な学習のためには，ワーキングメモリに対する負荷を調整する必要がある．ワーキングメモリに対する負荷は，認知負荷(Cognitive Load)と呼ばれ，1988 年に Sweller により提唱されて以来，研究が重ねられてきた[1].

認知負荷理論では，認知負荷を課題内在性負荷・課題外在性負荷・学習関連負荷の 3 種類に分類する[2]. 課題内在性負荷は，課題遂行に関連する負荷であり，学習において考慮すべき要素の数によって定義されている．課題外在性負荷は，学習とは関連ない処理に発生負荷で，学習素材のデザインが悪いことにより高まる負荷である．学習関連負荷は，スキーマ構築や記憶など学習と関連する負荷である.

Sweller は，3 種類の負荷が研究によって異なる説明がされている問題を指摘し，Element Interactivity (EI)の概念を用いた統一的な定義を与えた[3]．EI とは，ワーキングメモリ上で同時に処理しなければならない要素の複雑さを表す．課題内在性負荷と課題外在性負荷は EI の大きさによって定義されるため, 学習者が同じ程度の知識量を持っていれば課題によって負荷の大きさは課題によって規定される．一方で，学習関連負荷は，学習者のモチベーションや目標などによって大きさが決定される．本研究では，課題の複雑さによって課題内在性負荷と課題外在性負荷を操作し，学習者の内的な目標を操作することで学習関連負荷を操作する.

認知負荷を用いた学習の効果検証のためには, 3 種類の認知負荷を個別に操作し，測定することが必要である．実際，2000 年代中盤以降は，この点に関して研究が行われてきたが, 3 種類の認知負荷を独立に制御し，測定することができた事例は少ない[4][5][6]. 認知負荷の測定には，主に主観評定や第二課題への反応時間が用いられてきた．しかし，最近ではそれらの指標の信頼性に疑問がもたれている[7][8].

本研究では，認知負荷を発生させる認知活動の側に焦点を当てる．具体的には，課題内在性負荷を発生させる活動を「課題内在性活動」，課題外在性負荷を発生させる活動を「課題外在性活動」，さらに学習関連負荷を発生させる活動を「学習関連活動」と呼ぶ．これらの認知的活動を制御し，それらが発生させる負荷を測定することを行う．また，課題遂行に関する認知モデルを仮定し，3 種類の各認知活動がどの認知処理に負荷を与えるかに関する検討を行う．そのために，3 種類の認知活動を操作した実験を行い，課題への反応時間を指標に用いた分析を行う.

2. 実験システム

本研究では，先に開発したオセロ対戦環境を用いた実験を行った[9][10]．本環境には，ヘルプ提供機能と盤面表示操作機能という特徴がある.

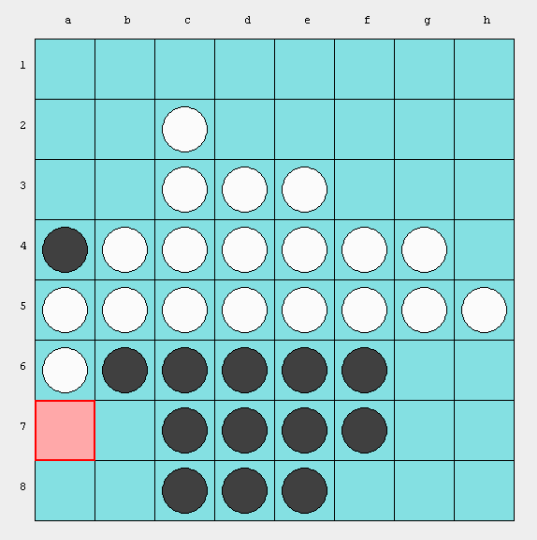


図 1 最善手ヘルプが支援された盤面例

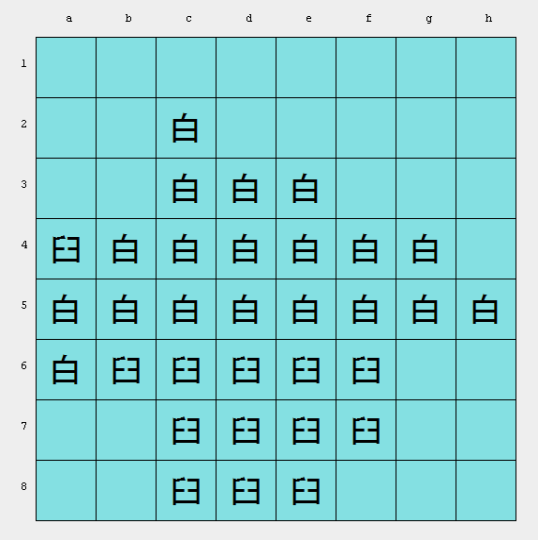


図 2 臼白盤面の例

ヘルプ提供機能は，図 1 に示したように最善手の場所を参加者に提供する．本研究における「ヘルプ」とは，参加者が石を置く際に，「最善手」の情報を提供することを意味する．

盤面表示操作機能とは，図 2 に示したように盤面上の石を通常の黒石，および白石から，漢字の「臼」「白」に変更する機能である．

ヘルプ提供機能における最善手の計算および対戦相手のコンピュータが指す石の場所の計算には，オープンソースとして提供される「Edax」を用いた．

実験参加者は先手で黒石を打つこととした．参加者は画面に表示される盤面上をダブルクリックすることで石を置くことができる．ヘルプがある場合でも，候補手を無視していずれの場所にも石を置くことができる．

3. 問題解決モデルと認知活動

本論文では，問題解決モデルを仮定し，3 種類の認知活動と認知プロセスとの関係について検討を行う．図 3 は，オセロ課題を解く参加者の問題解決モデルを表す[11]．最初に，「知覚プロセス」において，参加者は問題状態を認識する．続いて，参加者は既知の定石や先読みなどを利用し，より有利な場所に石を置くべきか決定する「処理プロセス」に移る．次の「遂行プロセス」では，処理プロセスにおいて決定された場所へ，実際に石を置く．参加者が石を置くと，それに続いて対戦相手の石も置かれ，問題状態が変化し，再び次の知覚プロセスへと移行する．この一連のプロセスに対して，各プロセスをモニターするなどして，先読み効率の向上や，既知の定石の更新，新規定石の発見，相手の戦略意図の把握など，効果的な戦略の立案などを行うメタ認知プロセスが関与する．

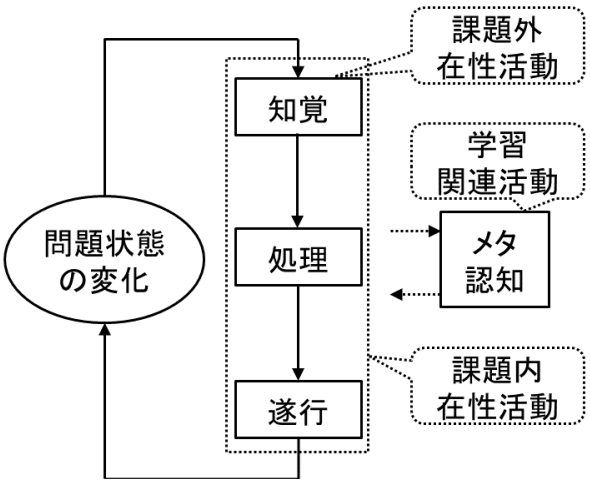


図 3 問題解決モデル

問題解決モデルにおいて，認知プロセスと 3 種類の認知活動は以下の関係になると仮定する．課題外在性活動は，課題遂行のためには本来必要ではない認知活動に発生する．本実験の状況においては，後に具体的に述べるように，知覚プロセスに生じる．課題内在性活動は，課題を行うために必須な認知活動に関連し，知覚プロセスから遂行プロセスまでの一連のプロセスに生じる．学習関連活動は学習成績を向上させる認知活動に関連し，ここではメタ認知プロセスに生じる．

本実験では，評価指標として，「1 手あたりの平均時間」を用いる．これは，対戦相手が石を置いてから参加者が自分の石を置くまでの平均時間を示す．この指標は，石を置く場所を決定するための思考時間を表し，参加者の内的プロセスに生じた認知活動の量を反映する指標であると考えられる．

本実験では，第 2 章で述べた実験システムを用いて 3

種類の認知活動を操作する．

課題外在性活動は，盤面表示により操作する．課題状況を理解するための知覚プロセスにおいて，「臼」と「白」を用いた盤面を読み替える活動を課題外在性活動と定義する．すなわち，盤面要因により，課題外在性活動を制御する．課題内在性活動は，ヘルプ提供機能により操作する．課題内在性活動は，盤面の状態を把握し，自分の石を配置可能な場所を探し，その中でも有利な場所を先読みや定石を用いて探索する活動と定義する．これらの活動のうち，石の配置可能場所の探索と先読みに関連する活動を最善手ヘルプの提供で軽減する．このように，ヘルプ要因によって，課題内在性活動を制御する．学習関連活動は，参加者への教示により操作する．具体的には，「この目的は，どうしたら相手に勝てるかの「作戦」を発見することである．後でアンケートを行う」という教示を行うことによって，参加者に定石の発見や精緻化，先読み活動の効率化方法の探索，相手の戦略を把握するなど，メタ認知活動を促す．すなわち，教示要因によって学習関連活動を操作する．

仮説

前述の問題解決モデルが妥当であるならば，3 種類の認知活動それぞれについて仮説を立てられる．

仮説 1:学習関連活動に関連する教示要因を操作した場合，メタ認知活動が増大するため，1 手あたりの平均時間が増加すると考えられる．ゆえに，教示要因の主効果が確認されると予想できる．

仮説 2:課題内在性活動に関連するヘルプ要因を操作した場合，ヘルプを行うことで知覚・処理・遂行の各プロセスに発生する活動量が減少する．そのためヘルプ要因の主効果が確認できると予想できる．

仮説 3:課題外在性活動に関連する盤面要因を操作した場合，知覚プロセスに生じる課題外在性活動が増大すると考えられる．しかし，ヘルプがある場合はヘルプにより知覚プロセスにおける活動が軽減されている．よって，ヘルプなしの場合にのみ盤面要因の効果が観察されると考えられる．すなわち，盤面要因とヘルプ要因の交互作用が有意となり，その上で，ヘルプなし水準における盤面要因の単純主効果が確認できると予想できる．

4. 実験 1

目的

前述の 3 つの仮説を検証し，第 3 章で提案した問題解決モデルの有効性を確認することを目的として実験を行った．

方法

大学生および大学院生計 40 名が一斉に実験に参加した．参加者は練習として 1 ゲームを行った後，実験群ごとに設定を調整したオセロ課題に 10 ゲーム取り組んだ．32 手まで進んでいる盤面を初期盤面とした．初期盤面はオセロプログラム同士を対戦させ，最終的にほぼ同じ程度のスコアとなった盤面を 10 種類算出し，ランダムに設定した．

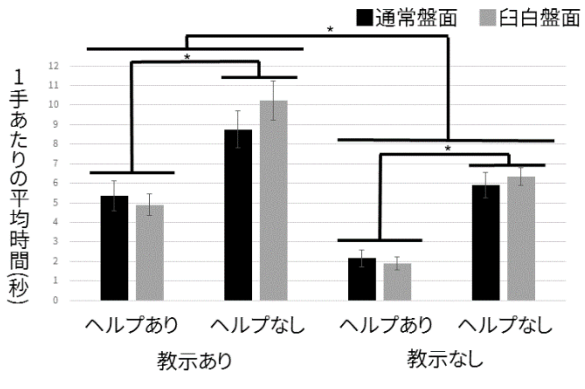
盤面要因に関しては，参加者内要因とし，10 ゲームのうち，奇数回目は通常盤面，偶数回目は臼白盤面を設定した．

ヘルプ要因と教示要因に関しては，参加者間要因とし，「ヘルプなし・教示なし群」「ヘルプなし・教示あり群」「ヘルプあり・教示なし群」「ヘルプあり・教示あり群」の 4 条件を設け，ヘルプの有無と教示の有無を操作した．それぞれ 11 名，9 名，10 名，10 名の参加者を割り当てた．ヘルプありの 2 群では，最善手の情報を提供する．教示ありの 2 群では，実験の最初に「この目的は，どうしたら相手に勝てるかの「作戦」（手の打ち方）を発見すること．後でアンケートを行う」と教示を行った．実験後，全群にアンケートを行った．

結果

図 4 に，1 手あたりの平均時間を示す．1 手あたりの平均時間を従属変数とし，教示要因，ヘルプ要因，盤面要因を独立変数とする 3 要因混合計画の分散分析を行った．1 手あたりの平均時間は，実験を通しての平均を用いた．

その結果，教示要因の主効果が有意であり（$F(1,36)=27.23$, $p<.01$），ヘルプ要因の主効果が有意であった（$F(1,36)=46.77$, $p<.01$）．盤面要因の主効果は有



*:p<.01

図 4 実験 1 1 手あたりの平均時間

意ではなかった($F(1,36)=0.90$, *n.s.*).

ヘルプ要因と教示要因の交互作用，および教示要因と盤面要因の交互作用は有意ではなかった(ヘルプ要因と教示要因の交互作用：$F(1,36)=0.05$, *n.s.*，教示要因と盤面要因の交互作用：$F(1,36)=0.48$, *n.s.*)．ヘルプ要因と盤面要因の交互作用が有意であった($F(1,36)=4.55$, $p<.05$)．修正 Bonferroni の方法で下位検定を行うと，通常盤面水準と臼白盤面水準においてヘルプ要因の単純主効果が有意であった(通常盤面水準：$F(1,36)=22.93$, $p<.01$，臼白盤面水準：$F(1,36)=58.83$, $p<.01$)．ヘルプなし水準とヘルプあり水準において盤面要因の主効果は有意ではなかった(ヘルプなし水準：$F(1,18)=2.72$, *n.s.*，ヘルプあり水準：$F(1,18)=2.65$, *n.s.*).

考察

教示要因の主効果があったことから仮説 1 を，ヘルプ要因の主効果があったことから仮説 2 をそれぞれ確認することができた．しかしながら，仮説 3 は確認することができず，盤面要因に関する有意差はなかった．5 回の臼白盤面のゲームを通して，臼白盤面に参加者が慣れ，容易に「臼」と「白」を区別できるようになったのではないかと考えられる．そこで，実験 2 では，さらに視認性が悪い盤面を作成し，実験を行った．

5. 実験 2

目的

実験 2 では，実験 1 で確認できなかった盤面要因について検討を行う．そのため，操作する要因はヘルプ要因と盤面要因のみとし，仮説 2 および仮説 3 を検討する．

方法

大学生 45 名が一斉に実験に参加した．手続きは実験 1 と同様に行った．ただし，教示要因は検討しないため，全員が「教示なし」で行った．実験条件は，「ヘルプなし群」「ヘルプあり群」の 2 条件を設定し，それぞれ 22 名，23 名の参加者を割り当てた．実験 2 では，実験 1 の臼白盤面に代わり，「L 盤面」を用いた(図 5)．L 盤面では，参加者の石が「L」を 90° ずつ回転した図形で表され，相手の石が「反転 L」を 90° ずつ回転した図形で表される．盤面を読み取るための心的回転や読み替えを行う認知活動が課題外在性活動として生じると考えられる．

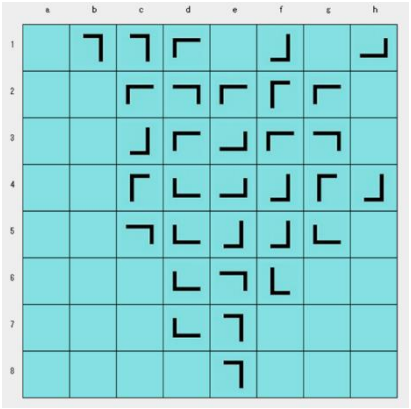


図 5 L 盤面の例

結果

図 6 に，1 手あたりの平均時間を示す．1 手あたりの平均時間を従属変数とし，ヘルプ要因と盤面要因を独立変数とする 2 要因混合計画の分散分析を行った．1 手あたりの平均時間は，実験を通しての平均を用いた．

その結果，ヘルプ要因の主効果と盤面要因の主効果が有意であった(ヘルプ要因：$F(1,43)=17.01$, $p<.01$, 盤面要因：$F(1,43)=4.89$, $p<.05$).

また，ヘルプ要因と盤面要因の交互作用が有意であった($F(1,43)=4.71$, $p<.05$)．修正 Bonferroni の方法で下位検定を行うと，通常盤面水準と臼白盤面水準においてヘルプ要因の単純主効果が有意であり(通常盤面水準：$F(1,43)=12.65$, $p<.01$，臼白盤面水準：$F(1,43)=15.08$, $p<.01$)，ヘルプなし水準において盤面要因の単純主効果が有意であった($F(1,21)=7.99$, $p<.05$)が，ヘルプあり水準において盤面要因の単純主効果は有意ではなかった($F(1,22)=0.00$, *n.s.*).

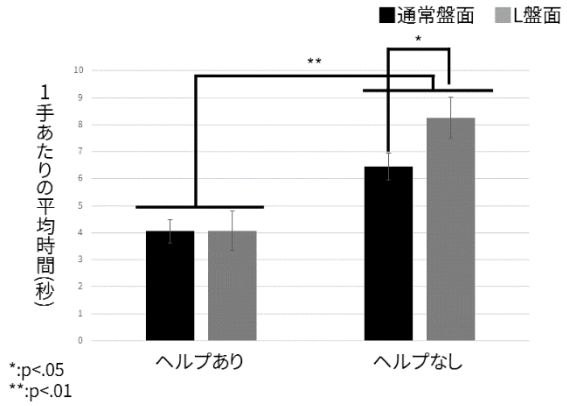


図 6 実験 2 1 手あたりの平均時間

考察

ヘルプ要因の主効果があったことから仮説 2 を，ヘルプなし水準における盤面要因の単純主効果があったことから，仮説 3 を確認することができた．

6. まとめ

実験 1 および実験 2 を通して，仮説 1〜3 の正当性を確認することができ，3 種類の認知活動と，問題解決モデルの各プロセスとの関係が明らかになったと考え

る．

しかしながら，本研究に関しては課題が残る．学習関連活動の指標は，前後にテストを行い，そのパフォーマンスで計測するのが一般的であるが，本実験では前後のテストを行っていない．また，従来から行われてきた主観評定など，反応時間以外の指標による認知活動測定を行い，反応時間の信頼性を検証する必要がある．

また，認知活動と認知負荷の関係についてもさらなる検討が必要である．認知負荷の観点から考えると，学習効果は 2 種類の認知活動によってもたらされると考えられる．一つは，ある課題に対する課題内在性活動を行うコストが減ることによる学習効果である．これは，特定の課題遂行に割ける認知資源が増大することで得られる効果である．もう一つは，より活発な学習関連活動を行うことの成果として，宣言的記憶に蓄積される知識の精緻化による効果である．従来の認知負荷理論では，学習に関連する負荷は学習関連負荷であるとされているが，その他の負荷を発生させる認知活動との観点から議論されるべきである．

今後は，それぞれの負荷が学習に及ぼす影響をプレテストとポストテスト間のパフォーマンスで計測する実験を行う．

7. 謝辞

本研究の一部は公益財団法人中山隼雄科学技術文化財団，および JSPS 科研費 15H02927 の助成による．

参考文献

[1] Sweller, J., (1988) "Cognitive load during problem solving: Effects on learning", Cognitive Science, Vol. 12, No. 2, pp. 257-285.

[2] 三輪 和久・寺井 仁・松室 美紀・前東 晃礼, (2014) "学習支援の提供と保留のジレンマ解消問題", 教育心理学研究, Vol. 62, No. 2, pp. 156-167.

[3] Sweller, J., (2010) "Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load", Educational psychology review, Vol. 22, No. 2, pp. 123-138.

[4] Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P., (2009) "Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load?", Computers in Human Behavior, Vol. 25, No. 2, pp. 315-324.

[5] DeLeeuw, K. E., & Mayer, R. E., (2008) "A comparison of three measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load", Journal of Educational Psychology, Vol. 100, No. 1, pp. 223-234.

[6] Galy, E., Cariou, M., & Melan, C., (2012) "What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types?", International Journal of Psychophysiology, Vol. 83, No. 3, pp. 269-275.

[7] Naismith, L. M., Cheung, J. J., Ringsted, C., & Cavalcanti, R. B., (2015) "Limitations of subjective cognitive load measures in simulation-based procedural training", Medical Education, Vol. 49, No. 8, pp. 805-814.

[8] Haji, F. A., Rojas, D., Childs, R., Ribaupierre, S., & Dubrowski, A., (2015) "Measuring cognitive load: performance, mental effort and simulation task complexity", Medical Education, Vol. 49, No. 8, pp. 815-827.

[9] 水野 陽介・三輪 和久・寺井 仁, (2015) "オセロ課題を用いたアシスタンスジレンマの実験的検討", 第 73 回先進的学習科学と工学研究会資料(SIG-ALST-B403), pp. 51-55.

[10] Miwa, K., Kojima, K., & Terai, H., (2015) "An experimental investigation on learning activities inhibition hypothesis in cognitive disuse atrophy", In Proceedings of the Seventh International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications (Cognitive 2015), pp. 66-71.

[11] Miwa, K., Kojima, K., Terai, H., & Mizuno, Y., (2016) "Measuring Cognitive Loads Based on the Mental Chronometry Paradigm", In Proceedings of the Eighth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications (Cognitive 2016), pp. 38-41.

「T パズルは洞察問題ではない」の実験的証明
The Empirical Evidence that the T-puzzle isn't the insight problem

髙岸　悟
Satoru Takagishi

放送大学大学院
The Open University of Japan, Master Course
takagisi.satoru@gmail.com

Abstract

The T-puzzle is one of the most popular materials of the insight problem. I tried to show the empirical evidence that the T-puzzle isn't the insight problem. But my experiments on this issue haven't been so successful as to endorse the hypotheses.

Keywords — T-puzzle, geometric puzzle, insight problem solving, problem solving

1.　はじめに

放送大学『教育心理学特論』の中の「ミシン目研究」，「折り紙問題」，「２本の紐問題」に触発され，図形パズルの傑作「Tパズル」で修士論文を決意するも，すでに 1997 年から行われ，今では複雑な装置（連続フラッシュ，眼球運動，モニター画面でのパズル）や多数の被験者（観察学習，社会的効果，感情や気分）というように進化していた．しかし，日本認知科学会第 32 回大会の横山拓「洞察問題解決におけるメタ学習」では，新しい仮説（「洞察問題解決の熟達」）や新しい分析（「手数と時間経過」「悪手率」「ゴールを見ながらのピース回転比率」）が研究には大事なことを再確認させてくれた．

2.　洞察問題

認知科学辞典では，「洞察問題解決とは，ひらめき，洞察をともなうような創造的問題解決の一種を指す．心理学実験においては，2 本の紐問題，9 点問題などのゲシュタルト心理学者が考案した問題がよく用いられる．これらの問題解決の特徴としては，(a)生産的思考：過去の類似問題の応用によっては解けない，(b)理解容易性：解が簡単でいわれてしまえば，すぐに理解可能である，(c)インパス：同じ間違いを何度もくり返す，(d)非連続性：解への接近度の自己評定が非常に低い段階から一挙に到達する，などが挙げられる．ウォラス(Wallas)によれば，洞察問題の過程は，(a)心的準備段階（初期の理解とその後のインパスの段階），(b)あたため（当該の問題解決とは異なる活動を行う段階），(c)ひらめき（解を得る段階），(d)解の検証の 4 つの段階からなるとされる．」（鈴木宏昭）

「創造性とは，新奇で独自かつ生産的な発想を考え出すこと，またはその能力．創造性についてはさまざまな研究が行われているが，その本体について明確な結論は得られていない．しかしいくつかの注目すべき特徴は見られる．たとえば数学上の発明・発見の過程は典型であり，比較的型にはまった位相を追って進行する．イギリスの心理学者 Graham Wallas(1858-1932)はこれを，(1)準備，(2)孵化，(3)啓示 ，(4)検証，の 4 段階に分けた．」（藤永保，ジャポニカ）

つまり，洞察問題解決研究と創造性研究は，思考過程が同じであり，さらに，「洞察問題解決は，認知発達と類似している（開・鈴木 1998）．」，「洞察問題解決は，チャンス（未来に重要な事象が発生することを未然に示唆する事象）発見と似ている（三輪・寺井 2003）．」，「洞察問題解決は，「モノ探し」に似ている（寺井・三輪 2004）．」，「そして，この**ゆらぎ**こそが，次の段階の思考へと私たちを導いてくれるのである．発達においても洞察においても，ゆらぎの多い人たちは次のレベルの思考への変化が行われる一方，一貫したやり方しか使わない人たちは一つの場所にとどまり，その先へ進むことはない．多様な認知ソースが文脈と相互作用し，揺らぐ中で志向が生まれ，発展するのである．

ここにあらわれた人間の思考の姿と同じものが生物の進化にもあると言ったら飛躍しすぎだろうか．」（鈴木宏昭「教養としての認知科学」2016 東京大学出版会 P.237），とあるように，洞察問題解決研究は，創造性研究から認知発達，チャンス発見，（記憶中の）モノ探し，そして生物進化過程へと広がりを見せている．

3.　T パズル

Tパズルは，1997 年(Suzuki,H. & Hiraki,K.)以来，今日まで，洞察問題解決の論文の中で最も多く用いられている題材である．図形パズルの中では，ピースの少なさと難易度において最高のパズルである．

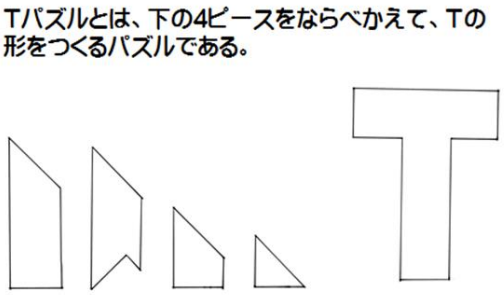


図１　Tパズル

開・鈴木(1998)によれば,「洞察問題において重要なのは，洞察の前後において，表象の存在論レベルでの変化が生じているか否かである．（略）洞察前，5 角形は縦棒**あるいは**横棒の一部として意味づけられている．一方，（略）洞察後，5 角形は縦棒**かつ**横棒であるという意味付けがなされている.」

4.　Ｔパズルの先行研究

4.1　制約緩和理論

1998 年，開・鈴木によって提唱された洞察問題解決の理論で，3 つの制約（対象，関係，ゴール）とその緩和を用いての説明であり，洞察問題解決の論文において最も引用数が多い.

4.2　無意識の関与

4.2.1　2015　小田切・鈴木　連続フラッシュ抑制による潜在過程で上書きされず，閾下呈示時間の長さは潜在処理の促進には関係がない.

4.2.2　2013　鈴木・福田　連続フラッシュ抑制による閾下プライミング実験群は，統制群と比べて，解決平均時間は大きな差があった.

4.2.3　2006　西村・鈴木　サブリミナルカットを挿入した実験群は，統制群と比べて，解決平均時間は大きな差があった.

4.3　観察学習

4.3.1　2015　堀江・清河　他者観察時の構え（いいところ，または，悪いところを探して観察）においては有意差なし.

4.3.2　2011　小寺・清河　他者観察時の自分か他人かでは，自分は抑制で他人と偽自分は効果あり.

4.3.3　2007　清河・植田　他者観察の交替（20 秒ごと）は，言語的・非言語的なやりとりがなくても，制約の緩和を促進し，結果として，洞察問題解決も促進した.

4.4　社会的な影響

2013　有賀　同形型紙の上に置く．3 群に分け「他の人は 5 分で解いているパズルです」と「20 分」「統制群」．平均値の差はなし，10 分から 20 分の間の完成者数と未完成者数では有意差があった.

4.5　過去試行の影響

2006　阿部・中川　同形型紙を見ながらの試行，同じ思考を繰り返すと被験者に報知，結果として一試行にかける時間は増加したが解決までの試行数は有意に減少した.

5.　仮説

二十数年前，筆者の T パズル初挑戦は数時間かけるもギブアップであった．しかし，単純で難解な図形パズルは受験算数との共通性から，教材として 10 セット購入し，小 3 の子ども 9 人にやらせた．すると，その中の 1 人が数分で完成させてしまった．その子は，のちに，開成，桜蔭，女子学院に合格した子どもではなく，途中で中学受験を断念した子であった．その後二十数年，何百人かに T パズルをさせたが，インパスにおちいらずに解けたのは，その子を含めわずか 2 名であった.

同じ間違いを繰り返すことなく，ふつうに取り組む彼らにとって，T パズルは洞察問題ではない．つまり，彼らのように洞察問題を，洞察問題ではない問題に変えることが問題解決につながるのではないだろうか.

提案として，創造的問題のいくつかの解法をインパスに陥る前に切り変えることができれば，洞察問題を洞察問題ではない単なる問題として解けるはずである．解法の例を以下に示す.

(1) 算数・数学を使ったら
(2) ゆっくり記録したら
(3) 立場を変えたら
(4) 問題を回転させたら
(5) 友達と一緒にやったら

つぎに，切り替えのタイミングだが，実験者としての経験から，イライラや困った顔，乱雑な手つき，やる気をなくした独り言などの顔や動作の感情表現をソマティックマーカーとしたい.

ただし，今回の検証は(1)～(3)までを独立させて実施する．

6. 検証

6.1 算数・数学を使ったら

図形パズル 図形パズルは，一般的に算数・数学の組み合わせで解くことはできない．

Tパズルの T 「T」は，例外的に算数・数学の組み合わせで解くことができた．

図形パズルに共通した解き方は，まず，特定のピースの正しい場所（図形の周辺部や特徴的な形などの比較的やさしく部分正解できる場所）探しから始まる．つぎに，そのピースと適合するピースを順に加えていけばよいのだが，ときとして，適合可能性のあるピースが複数ある場合には（難問ではよくあるが），候補の中から仮に選び，行きづまったら先ほどの仮のところに戻り，他の候補のピースに置き換えて進める．これを繰り返すことよって完成にたどり着く．

たとえば，ジグソーパズルでは，中心から最も遠い周辺部である四隅がいつも特定のピースの正しい場所になる．

Tパズルの場合，図形の周辺部は，Tの横棒の左右と縦棒の下の 3 か所である．一方，この 3 か所に適合可能なピースは，大きい四角形と小さい四角形と三角形の３つしかない．つまり，Tの 3 つの周辺部と 3 つのピースの組み合わせで決まる．そして，その 3 つのピースを置いたときにできる中央の空白部分と 4 つ目のピースである変形 5 角形が一致したのが正解となる．

Tの 3 つの周辺部と 3 つのピースの組み合わせは，3！=6（通り），ピースには裏表があるので，2×2×2=8（通り），全部で，6×8=48（通り）．

ところが，大きい四角形を横棒にすると，変形５角形は縦棒となりヘコミ部分が中央にできるので，未完成となることがわかれば，大きい四角形は縦棒に決まる．また，Tは左右対称なので，その大きい四角形は裏返す必要がないから，小さい四角形と三角形が横棒の左右になる．よって，2×2×2=8（通り）．

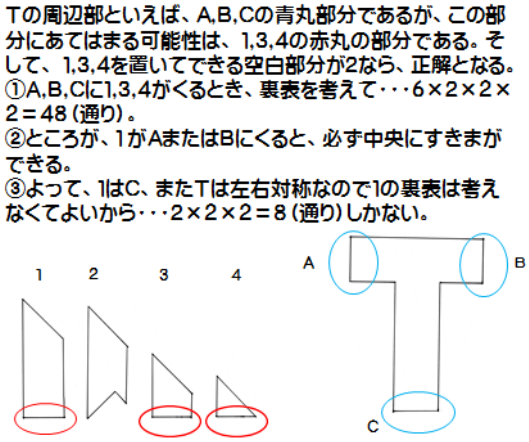


図２ Tの周辺部に対応する３つのピース

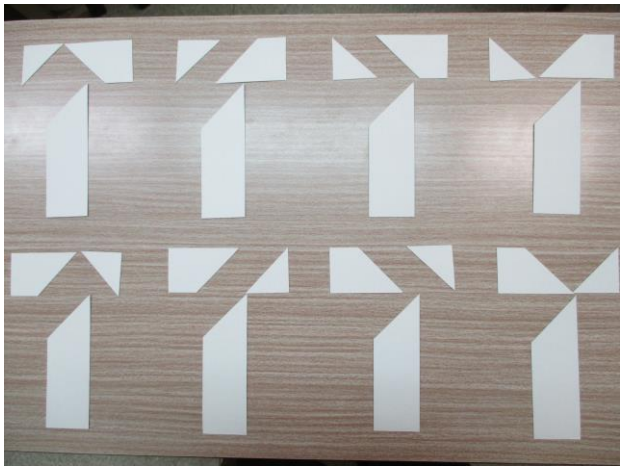


図３ Tの周辺ピースの組み合わせ

6.2 ゆっくり記録したら

被験者 12 歳から 60 歳までの男女 12 名

装置 ビデオ装置，以下の記録用紙

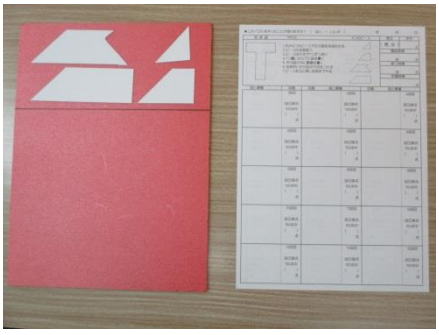


図４ パズル台と記録用紙

手続き

- ４つのピースで「T」を完成させる．
- ピースは片手で1つずつおいていく．

・1つ置いたらその図を描く.
・その図の中に順番を書く（１から４まで）.
・ピースを４つ置いたらその回は終わり.
・自分で点数をつける（１００点満点中）.
・ピースを元の位置にもどして次の回へ.
完成なら時間を記入し終了.

結果

(1) 12 名の被験者のうち，経験者 2 名は除いた.
(2) 自力完成率は，１0%（10 名中 1 名が自力完成）であった.
(3) 被験者 10 名とも同じ図を描くことはなかった.
(4) 対象の制約の逸脱の割合（逸脱数/試行回数）は，自力完成者８３．３%(5/6) が一番高く，次は２０%（3/15）と完成・未完成でその差は大きい.

考察

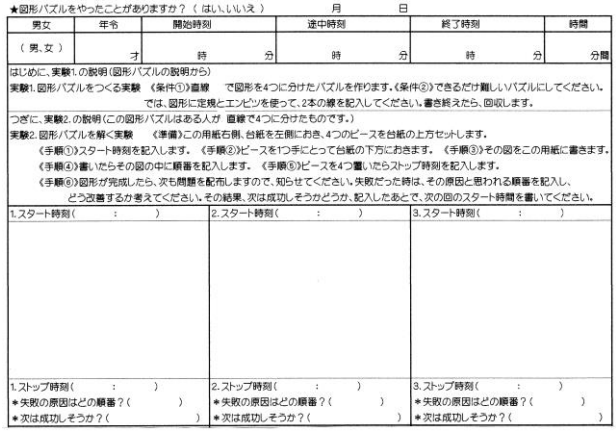
(1) 先行研究の対照実験での自力完成率が 10%程度であることから，ゆっくり記録することは被験者の自力完成に影響をあたえていない.
(2) 図を描くことは効果があった. 同じ形を何度もくり返すのが，洞察問題の特徴として挙げられているが，同じ図はなかった.

6.3 立場を逆にしたら

6.3.1 実験 1

被験者 20 歳から 74 歳までの男女 6 名

装置 Ｔ字の用紙とはさみ，以下の記録用紙


★図形パズルをやったことがありますか？（ はい、いいえ ）　月　日

男女	年令	開始時刻	途中時刻	終了時刻	時間
（ 男、女 ）	才	時 分	時 分	時 分	分間

はじめに、実験1.の説明(図形パズルの説明から)
実験1. 図形パズルをつくる実験 《条件①》直線 で図形を4つに分けたパズルを作ります。《条件②》できるだけ難しいパズルにしてください。
では、図形に定規とエンピツを使って、2本の線を記入してください。書き終えたら、回収します。

つぎに、実験2.の説明(この図形パズルはある人が 直線で4つに分けたものです。)
実験2. 図形パズルを解く実験 《準備》この用紙右側、台紙を左側におき、4つのピースを台紙の上方セットします。
《手順①》スタート時刻を記入します。《手順②》ピースを1つ手にとって台紙の下方におきます。《手順③》その図をこの用紙に書きます。
《手順④》書いたらその図の中に順番を記入します。《手順⑤》ピースを4つ置いたらストップ時刻を記入します。
《手順⑥》図形が完成したら、次も問題を配布しますので、知らせてください。失敗だった時は、その原因と思われる順番を記入し、
どう改善するか考えてください。その結果、次は成功しそうかどうか、記入したあとで、次の回のスタート時間を書いてください。

1.スタート時刻(:)	2.スタート時刻(:)	3.スタート時刻(:)
1.ストップ時刻(:)	2.ストップ時刻(:)	3.ストップ時刻(:)
＊失敗の原因はどの順番？( )	＊失敗の原因はどの順番？( )	＊失敗の原因はどの順番？( )
＊次は成功しそうか？( )	＊次は成功しそうか？( )	＊次は成功しそうか？( )

図５ パズル作成後の記録用紙

手続き はじめ被験者に，できるだけ難しい図形パズル（直線で４分割）をつくるように指示. 作成後Ｔパズルをやってもらう.

結果

(1) 自力完成率は，66.7%（6 名中 4 名が自力完成）であった.
(2) 実験の途中で，被験者のパズルの完成を疑う発言は一度もなかった.
(3) 未完成に終わった 2 名は，ともに一度も対象の制約から逃れることがなかった.

考察

(1) 立場を逆にすることは，パズルの完成に影響を及ぼしている，といえる.
(2) 被験者自らＴを分割しているので，パズルの完成を疑う発言がなかったと考えられる.

6.3.2 実験 2

被験者 23 歳から 68 歳までの男女 10 名

装置 Ｔパズルと以下の見本・記録用紙

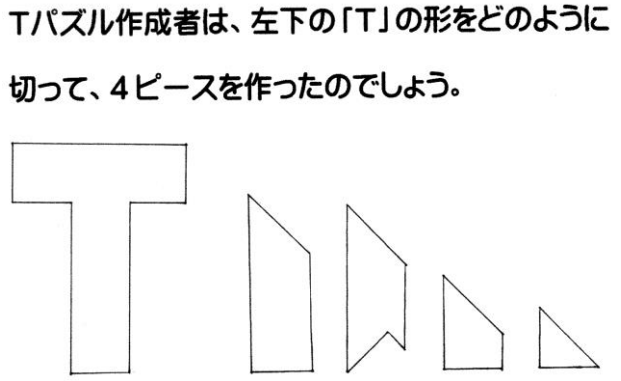


図６ 反転実験の見本

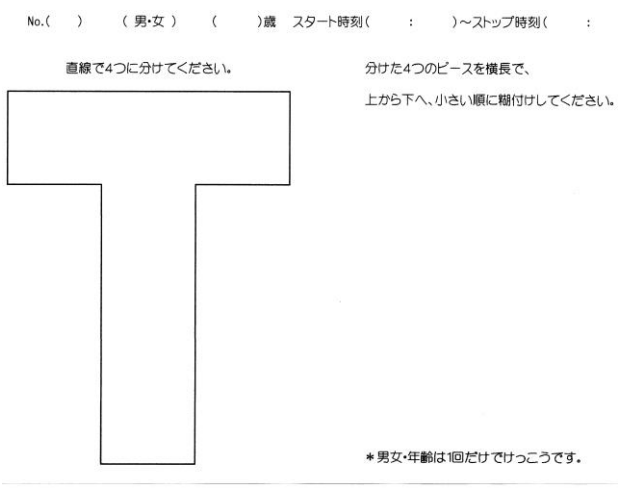


図７ 反転実験記録用紙

手続き　Tパズルの試行 5 分後，パズルを回収．問題作成見本を見ながら，Tを４分割して問題の 4 ピースを作るよう指示.

結果

(1)5 分以内に自力完成の 1 名を除き，自力完成率は，66.7%（9 名中 6 名が自力完成）であった.

(2)自力完成できなかった 3 名のうち 1 名は，常に，こういうの昔から苦手なんだ，と言い続けていた.

(3)自力完成できなかったもう 1 名は，Tを分割せずに，自分で図を書いてTパズルを続けた.

(4)自力完成できなかった残りの 1 名は，時計ばかり見ていて途中からやる気がみられなかった.

考察

(1)立場を逆にすることは，パズルの完成に影響を及ぼしている，といえる.

(2) 自力完成できなかった 3 名のうち 2 名は，やる気をなくす前に別のやり方をしていれば，結果はまた違っていただろう。

7. 今後の課題

(1)創造的な問題の一般解法，たとえば「交換と逆転，直列と並列の入れ替え，四則，鏡像，拡大，縮小」（畑村洋太郎 2003）のような解法を誰もがわかりやすいように整理する.

(2)その解法をインパスに陥る前にチェンジするタイミングとして，ソマティックマーカーの使い方を一般化する.

(3)小学生，中学生，高校生にも創造性開発に使えるようにしたい.

謝辞

本研究におきましては，放送大学大学院の三宅先生，白水先生，そしてゼミのみなさまには，たくさんの助言とたくさんの励ましの言葉をいただきました.

実験に際しましては，東京大学の奥野誠先生とウニゼミのみなさま，放送大学文京学習センターの科学サークルのみなさま，放送大学千葉学習センターの囲碁サークルのみなさま，そして実験に参加された 28 名の方々にご協力をいただきました．ここに記して感謝の意を表します.

参考文献

[1] 開一夫・鈴木宏昭, (1998)“表象変化の動的緩和理論：洞察メカニズムの解明に向けて”, 認知科学, 5(2)69-79.

[2] 鈴木宏昭, (2003)“ゴール制約による洞察の創発”, 日本認知科学会第 19 回大会論文集, 52-53.

[3] 鈴木宏昭, (2003)“認知の創発的性質:生成性，冗長性，局所相互作用，解放性”, 人工知能学会誌, 18, 376-384.

[4] 鈴木宏昭・宮崎美智子・開一夫, (2003)“制約論から見た洞察問題解決における個人差”, 心理学研究, 74, 336-345.

[5] 鈴木宏昭, (2004)“創造的問題解決における多様性と評価”, 人工知能学会論文誌, 19, 145-153.

[6] 西村友・鈴木宏昭, (2004)“洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理”, 日本認知科学会第 21 回大会論文集, 42-43.

[7] 鈴木宏昭・上原達朗, (2004)“協同洞察問題解決における共有経験の効果”, 日本心理学会第 68 回総会発表予稿集, 640.

[8] 鈴木宏昭・若生彩古, (2005)“洞察問題解決における観察と制約緩和”, 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, 913.

[9] 鈴木宏昭, (2006)“創造的問題解決における潜在学習”, 日本心理学会第 70 回大会発表論文集, 913.

[10]鈴木宏昭・福田玄明・熊沢修, (2011)“閾下プライミングを用いた洞察問題解決における潜在システムの分析”, 日本認知科学会第 28 回大会論文集, 84-88.

[11]鈴木宏昭・福田玄明・熊沢修, (2012)“解の閾下呈示が洞察問題解決に与える影響：連続フラッシュ抑制を用いた検討”, 日本認知科学会第 28 回大会論文集, 84-88.

[12]鈴木宏昭・福田玄明, (2013)“部分解の継時的な閾下呈示が洞察問題解決に与える影響”, 日本心理学会第 77 回大会発表論文集.

[13]鈴木宏昭・福田玄明, (2013)“洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討”, 認知科学, 20, 353-367.

[14]鈴木宏昭, (2015)“創発主義と洞察問題解決の認知科学”, リクルート・マネージメント・ソリューションズ, 38, 36-37.

[15]小田切史士・鈴木宏昭, (2015)“洞察問題解決における潜在情報の性質：連続呈示された閾下情報は統合できるのか”, 日本認知科学会第 32 回大会論文集, 901-907.

[16]横山拓・鈴木宏昭, (2015)“洞察問題解決におけるメタ学習”, 日本認知科学会第 32 回大会論文集, 891-900.

[17]鈴木宏昭, (2001)『思考と相互作用』(認知科学の新展開２「コミュニケ―ションと思考」), 岩波書店, 第６章.

[18]鈴木宏昭, (2007)「創造的問題解決」(放送大学テキスト

「認知過程研究」’07），放送大学, 第 9 章.
[19]鈴木宏昭, (2016) “教養としての認知科学”, 東京大学出版会.
[20]三輪和久・寺井仁, (1997) “洞察問題解決の性質：認知心理学から見たチャンス”, 人工知能学会論文誌, 12, 1a.
[21]寺井仁・三輪和久, (2004) “洞察研究に基づく「モノ探し」のプロセスの分析”, 認知科学, 11(3), 262-269.
[22]寺井仁・三輪和久・古賀一男, (2005) “仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決”, 認知科学, 12(2), 74-88.
[23]田村昌彦・三輪和久, (2013) “眼球運動が洞察問題解決における固着形成・解消に与える影響の検討”, 心理学研究, 84(2), 103-111.
[24]清河幸子・伊澤太郎・植田一博, (2007) “洞察問題解決に他者観察の交替が及ぼす影響の検討”, 教育心理学研究, 55, 255-265.
[25]小寺礼香・清河幸子・他, (2011) “協同洞察問題解決における観察の効果とその意味：観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響”, 認知科学, 18(1), 114-126.
[26]阿部慶賀・中川正宣, (2006) “洞察的問題解決過程における過去試行からの回避傾向が解決過程に及ぼす影響” 認知科学, 13(2), 187-204.
[27]阿部慶賀・北村英哉, (2013) “特集―高次認知過程における意識的, 無意識的処理―編集にあたって”, 認知科学, 20(3), 287-292.
[28]駒崎久明・楠見孝, (2002) “洞察問題解決における表象変化と制約緩和:マッチ棒代数課題の反復試行による検討”, 認知科学, 9(2), 274-284.
[29]織田涼・服部雅史, (2014) “洞察問題解決における手がかりの利用に気分が及ぼす影響”, 日本認知科学会第 31 回大会, 840-846.
[30]有賀敦紀, (2013) “社会的比較に基づく洞察の促進・抑制”, 心理学研究, 83(6), 576-581.
[31]中野良樹, (2012) “数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決におけるトップダウン処理とボトムアップ処理の統合”, 秋田大学教育文化学部研究紀要, 教育科学部門, 67, 33-41.
[32]中野良樹, (2014) “数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決を予測する要因の探索”, 秋田大学教育文化学部研究紀要, 教育科学部門, 69, 121-131.
[33]笹金龍也, (2012) “数学的問題解決の「ひらめく」状態に推移する過程におけるメタ認知の働きをとらえるための素地的研究”, 上越数学研究 , 27, 133-142.
[34]笹金龍也, (2013) “数学的問題解決の「ひらめき」に係わるメタ認知の働きに関する一考察”, 上越数学研究 , 28, 29-38.
[35]佐藤浩一・大川愛, (2014) “他者との協同と思考の言語化が洞察問題解決に及ぼす影響”, 教育心理学会 56 回総会.
[36]三宅なほみ, (2005) “学習プロセスそのものの学習：メタ認知研究から学習科学へ”, 日本認知科学会, 冬のシンポジウム予稿集.
[37]白水始, (2004) “協調学習における理解深化過程の分析―発話を対象とした分析方法の提案―”, 博士論文.
[38]三宅芳雄, (2012) “教育心理学特論”, 放送大学教育振興会.
[39]畑村洋太郎, (2003) “創造学のすすめ”, 講談社

異なる目標を持つ二者による協同問題解決 —— 課題達成後の主観評価にみる制御焦点の効果 ——

Communication and problem solving by two parties with same-or-different goals: Effects of manipulation by regulatory focuses on subjective evaluations

池永将和† 原田悦子‡
Masakazu Ikenaga, Etsuko T. Harada
筑波大学人間総合科学研究科† 筑波大学人間系‡
{Graduate School of Comprehensive Human Sciences†, Faculty of Human Sciences‡}, University of Tsukuba
information.ikenaga@gmail.com

Abstract

It is commonly said that there are constant communication problems between different sections within a same company. Tanikawa, Suzuki, Kato, Hukuzumi, & Harada (2015) proposed a hypothesis that those communication gaps are coming from different motivations, goals, or values of different sections, which can be explained from the theory of regulatory focuses (Higgins, 1997). Based on this hypothesis that different motivations or goals derive different communication behaviors and attitudes, we executed a communication experiment with experimentally operating goals and motivation based on the regulatory focus theory, using the Desert Survival Situation task. Results of subjective evaluations on communications and problem solving by parties with/without different goals showed that persons with the promotion focus tended to evaluate discussions higher than persons with the prevention focus, and that parties with different regulatory focus evaluated their accomplishment higher than parties with the same regulatory focus. Implications for design of communication method will be discussed.

Keywords — group discussion, collaborative problem-solving and communication, motivation and values, regulatory focus

1. 問題と目的

よりよいモノづくりのためには,「使う側」とともに「作る側」の認知的特性を知ることの重要性が指摘されている（海保, 1992）．現在，一般に企業においてモノが作られる場合が多く，また企業内における「作る側」は，多様な部署や役割に分かれて進められるのが通常である．このとき，それぞれの部署・役割の人物は，各部署に掲げられた目標（例えば，商品コンセプトに沿ったデザインに仕上げるといった目標，工場で出来上がる商品のうち不良品を少なくする目標など）を達成しながら，「一つモノを作る」という全体の目標を達成する．

こうした協同作業の際，コミュニケーションを通して互いの意見を調整する必要があるが，しばしばそうしたコミュニケーションにおいて葛藤が生じることが指摘されている（谷川・鈴木・加藤・福住・原田，2015）．また，それらの葛藤の背景には，両者の価値観やモノの捉え方のズレがあり，そこにHiggins(1997)の制御焦点的な違いがある可能性が指摘されている．そうした視点から，谷川ら(2015)は，「ユーザビリティ専門家の意見が，ソフトウエアエンジニアに伝わりにくい」とことの原因を探るため，インタビュー調査を行い，その結果において，ソフトウエアエンジニアの立場の人物は，「作業工数がひっ迫しているため，成果をよりよいモノにするための議論など，余計な作業を発生させる可能性のあることを避けるといった考え方や行動の基準」を持っており，こうした考え方や行動の基準が防止焦点に類似していると指摘している．また，ユーザビリティ専門家の立場の人物は，「できるだけ良い成果にするための議論や他のメンバーによる評価などを積極的に行う考え方や行動の基準」を持っており，

この考え方や行動の基準は促進焦点に類似していると指摘している. こうした制御焦点の相違が, 異なる部署間のコミュニケーションの障害の原因となっているといえるのであろうか.

そこで本研究では, コミュニケーションに葛藤が生じる原因として, 協同で問題解決を行う人物が, それぞれ異なる目標と異なる制御焦点を持つという仮説に着目し, 二者が異なる目標と異なる制御焦点を持つように実験的に設定した上で協同問題解決を行った場合に, その対話や協同問題解決に対して, どのような主観的評価をもつのかという点について, 実験的に検討することを目的とした.

2. 実験方法

2-1 実験期間

2015 年 6 月 2 日から 6 月 22 日まで実施された.

2-2 実験参加者

実験参加者は, 国立大学の学生 82 名 (男性 42 名, 女性 40 名, 平均年齢 20.80±1.65 歳) であった. 参加者は, 2 名一組で募集し, (初対面の人物どうしで意見を譲り合い, 全く議論をしなくなってしまう可能性を避けるために) 友人同士であること, また, 実験課題に関する特有の知識を持つことを避けるために, 医学・医療関係の学部ではない学生であることを募集条件とした.

2-3 実験課題

実験では「砂漠生き残り課題」を用いた. この課題は, 自分の乗った飛行機が砂漠に不時着してしまい, 大破した飛行機の中から, 生き残るための品物を取り出したいため, 12 の品物の中から取り出す優先順位を決める課題である. 実験で用いた課題の説明用紙を表 1 に示す.

この課題に対する目標として,「救助隊に見つけてもらえるようにするため」の優先順位を決める促進焦点の目標 (P) と,「できるだけ長く生き延びるため」の優先順位を決める防止焦点の目標(D)の二つを設定した. また, 目標 P の人物は, 実験中はパイロット役を演じるように求められ, 目標 D の人物は, 医者役を演じるように求められた.

実験参加者 2 人一組は, 同じ目標を持つ群 (PP 群／DD 群) と異なる目標を持つ組 (PD 群) にランダムに割り振られた. 結果, PP 群 14 組 28 名 (男性 14 名, 女性 14 名, 平均年齢 19.88±3.95 歳), DD 群 13 組 26 名 (男性 12 名, 女性 14 名, 平均年齢 20.92±1.29 歳), PD 群 14 組 28 名 (男性 16 名, 女性 12 名, 平均年齢 20.57 歳±1.10) となった.

2-4 手続き

まず, 実験参加者は, 役割について教示がなされ, 実験中はその役として振る舞うように求められた. 続いて, ロサンゼルスに向けて飛行機に乗ることなど, 砂漠生き残り課題についての前半部の説明がなされた. 役割になりきるためのウォーミングアップとして, 現在飛行機に乗っている状態であり, ペアの参加者は偶然飛行機に乗り合わせたことを教示し, 互いに自己紹介等の会話をするように求められた. その後, 飛行機が墜落したことや砂漠の様子といった課題の後半部の説明を行った.

目標について充分に考えた上で課題に取り組ませるために, まず一人で課題を行い, その後, 二人で協同して課題を行うよう求められた. その際, コミュニケーション評価, 課題評価等に多様な項目による質問紙調査を実施した.

2-5 質問紙

一人で課題に取り組む直前に, 対人印象評価(1 回目)を測定し, 一人の課題後に, 課題評価(1 回目)を測定した. また, 二人で課題に取り組んだ後に, コミュニケーション評価, 課題評価(2 回目), 対人印象評価(2 回目)を測定した.

コミュニケーションに対する評価への影響を測定するために, 6 項目を独自に選定した.「相手と意思疎通が充分に取れた」,「全般的にグループに満足している」,「自分の意見を伝えることができた」,「相手の意見を理解することができた」,「聞きたいことがあった時に聞けないことがあった」,「相手の考え方と自分の考え方は異なっていた」の 6 項目について, 6 件法で回答を求めた.

同様に, 課題の主観評価を測定した.「砂漠不時着課題は楽しかった」,「十分に課題が達成できたと思う」の課題評価 2 項目と,「全員が生き残ることができる」,「はやく救助隊に見つけてもらうことができる」の目標評価 2 項目について, 一番左を「0. まったくあてはまらない」, 一番右を「100. とてもあてはまる」になるように, Visual Analog Scale(VAS)で回答を求めた.

2 名一組ペアの互いの印象評価について, 課題を行う前の状態に, 群ごとのバラつきがないことを示すために, また,「課題の協同作業を通して印象評価がどのように変化するか」という点について制御焦点の影響を検討するために, 対人印象評価の項目を測定した. 対人印象評価として, 林(1978)で用いられた 3 次元 20 項目の形容詞対から, 回答者の負担を考慮して, それぞれ個人的親しみやすさの次元から 3 項目 (「心のひろい－心のせまい」「感じの良い－感じの悪い」「人懐っこい－近づきがたい」), 社会的親しみやすさの次元から 3 項目 (「責任感が強い－無

責任な」「慎重な－軽率な」「分別のある－無分別な」），力本性の次元から 3 項目（「堂々とした－卑屈な」「積極的な－消極的な」「意欲的な－無気力な」）を抜粋して用いた．また，意見の調整を通して変化する対人印象の評価であると考えられた 4 項目（「考えの筋道が通っている－考えの筋道が通っていない」「態度が柔軟だ－態度が強硬だ」「大胆な－臆病な」「こだわりを持っている－こだわりを持っていない」）を新たに加え，合計 13 項目を用いた．これらは，一方の形容詞に対しての印象に近い時に 0，もう一方の形容詞についての印象に近い時に 100 になるように，VAS（Visual Analog Scale）で回答を求めた．

3. 結果

有効回答者数は，PP 群 12 組 24 名（男性 12 名，女性 12 名，平均 20.58±1.58 歳），DD 群 12 組 24 名（男性 12 名，女性 12 名，平均 20.83±1.27 歳），PD 群 13 組 26 名（男性 14 名，女性 12 名，平均 20.61 歳±1.13）であった．

コミュニケーション評価 6 項目について，主成分分析を行った結果，2 つの成分が抽出され，第 1 主成分は，「意思疎通の程度」「グループへの満足」など，意見をやり取りすることができた程度に関するものであったため，「満足」，第 2 成分は，「聞きたいことが聞けなかった」「考え方が異なっていた」など，意見の違いについて話し合うことに関する物であったため，「議論の価値」と名付けられた（表 2）．各主成分得点について，群ごとの平均を算出し，本人の目標条件（2 水準：P／D）と協同者との目標の組み合わせ条件（2 水準：同じ／異なる）を要因とする，2 要因分散分析を行った．結果，「議論の価値」についてのみ，本人の目標条件の主効果に有意傾向が見られた（$F(1,70)=2.84, MSe=0.992, p=.096, \eta_p^2=0.039$）（図 1，図 2）．この結果から，促進焦点の目標条件（P）の人物は，防止焦点の目標条件（D）の人物よりも，議論の価値を高く評価する傾向にあることが分かった． また，交互作用は見られなかった．

課題評価 4 項目について，本人の目標条件（2 水準，対応なし：P／D）×協同者との目標の組み合わせ条件（2 水準，対応なし：同じ／異なる）×協同問題解決の前後(2 水準，対応なし：前／後)を要因とする，3 要因分散分析（混合計画）を行った．結果，すべての項目において協同問題解決の前後の主効果が優位であった（課題が楽しかった：$F(1,70)=11.80, MSe=120.74, p<.001, \eta_p^2=0.14$；充分に課題が達成できた：$F(1,70)=50.37, MSe=217.20, p<.001, \eta_p^2=0.42$；全員が生き残ることができる：$F(1,70)=48.87, MSe=214.16, p<.001, \eta_p^2=0.41$; はやく救助隊に見つけてもらうことができる：$F(1,70)=41.99, MSe=163.27, p<.001, \eta_p^2=0.37$）．

また，「充分に課題が達成できた」という項目のみ，協同問題解決の前後と協同者の目標の組み合わせ条件に交互作用が見られた（$F(1,70)=5.15, MSe=217.20, p=.026, \eta_p^2=0.07$）．多重比較の結果，協同問題解決を行う前の達成感において，目標の組み合わせ条件が同じ条

表 2　コミュニケーション評価の主成分分析（プロマックス回転）

項目番号	項目内容	成分		共通性
		1満足	2議論の価値	
1	意思疎通の程度	0.82	0.07	0.68
2	グループへの満足	0.83	−0.06	0.69
3	意見を伝えられた	0.75	−0.23	0.62
4	意見を理解することができた	0.66	0.21	0.48
5	聞きたいことがあった時に聞けた	0.13	0.77	0.61
6	考え方が異なっていた	−0.13	0.63	0.41
回転後の負荷量の平方和		2.40	1.09	
因子間相関				
成分1．満足		—	0.01	
成分2．議論の価値			—	

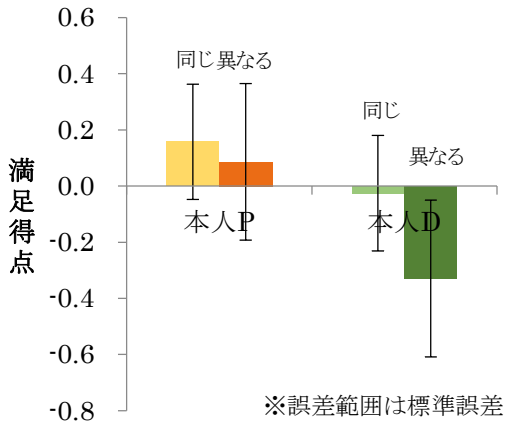


図１　第１主成分「満足」得点

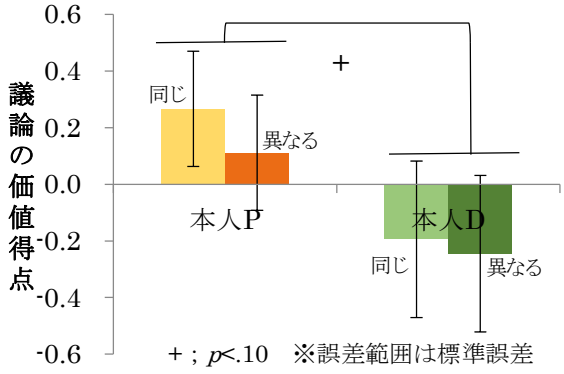


図２　第２主成分「議論の価値」得点

件の組の方が，異なる条件よりも，高く評価していたことが分かった（p=.033）．この結果は，協同問題解決を行う前のベースラインの評価が異なったことを示しており，協同問題解決を通した主観的な達成感を測定するためには，協同問題解決の前後の評定値の差分を算出する必要がある．そのため，「十分に課題が達成できた」項目のみ，二人で課題を行った後の評価値から，一人で課題を行った後の評価値を減算し，協同課題を通して変化した達成感の変動値を算出した．この変動値について，本人の目標条件（2 水準：P／D）×協力者との目標の組み合わせ条件（2 水準：同じ／異なる）の 2 要因分散分析を行った結果，協同者の目標の組み合わせ条件の主効果が有意であった（F (1,70) =5.15, MSe= 5.07, p =.026, η_p^2= 0.06）（図 2）．この結果から，協力者との目標の組み合わせが異なる群は，同じ群よりも十分に課題が達成できたと評価していることが分かった．

その他の要因については，主効果と交互作用ともに有意な差が見られなかった．

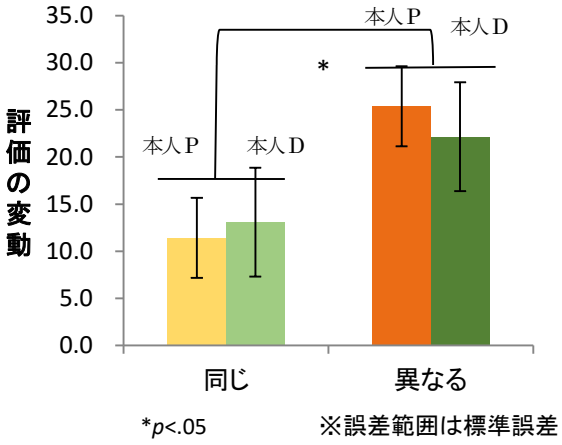


図３　「充分に課題が達成できた」の評価の変動

対人印象評価 13 項目について，協同問題解決の前後の回答を含めたすべての測定値を併せて主成分分析（プロマックス回転）を行った．結果，林（1978）の結果と同じ項目がまとまり，「1.個人的親しみやすさ」「2.社会的親しみやすさ」「3. 力本性」の 3 成分が抽出された．新たに加えた 4 項目も，3 つの成分に回収される形となった（表 3）．

参加者ごとに各主成分得点を算出し，本人の目標条件（2 水準，対応なし：P／D）×協同者との目標の組み合わせ条件（2 水準，対応なし：同じ／異なる）×協同問題解決の前後(2 水準，対応あり：前／後)を要因とする，3 要因分散分析（混合計画）を行った．すべて成分において，二人で課題を行う前後の主効果のみが有意であり（個人的親しみやすさ：F(1,70)=0.84, MSe = 0.35, p=.036, η_p^2= 0.01；社会的親しみやすさ：F(1,70)=5.16, MSe= 0.309,p=.026, η_p^2= 0.069；力本性：$F_{(1,70)}$=4.70, MSe= 0.441, p=.034, η_p^2= 0.063），その他のいずれの条件間にも，有意な差は認められなかった．

4.考察

本研究では，実験的なコミュニケーション課題において，制御焦点の観点から異なる目標を設定した組を設置し，そこでのコミュニケーションや課題達成についての主観的評価について検討を行った．

コミュニケーション評価について分析を行った結果，促進焦点の目標を持つ人物は，防止焦点の目標を持つ人物よりも，「議論の価値」を高く評価していることが分かった．つまり，促進焦点の目標をもつ人物は，協同者は自分と異なる考え方を持ち，協同者に聞きたいことは質問することができたと評価しており，互いの意見を調整するために積極的に議論を行っていたことが示された．

また，防止焦点の人物は，協同者は自分と同じような考

表 3　対人評価項目の主成分分析（プロマックス回転）

項目番号	項目内容	成分1	成分2	成分3	共通性
		個人的親しみやすさ	社会的親しみやすさ	力本性	
9	感じの悪い―感じの良い	0.80	0.13	0.11	0.43
11	態度が柔軟だ一態度が強硬だ	0.79	0.27	−0.13	0.46
5	心の広い一心の狭い	0.72	0.08	0.19	0.68
13	こだわりを持っている一こだわりがない	−0.67	0.32	0.45	0.62
2	人懐っこい―近づきがたい	0.59	−0.17	0.19	0.63
10	考えの筋道が通っている一通っていない	−0.06	0.86	0.08	0.79
8	分別のある一無分別な	0.17	0.81	−0.03	0.49
3	慎重な一軽率な	−0.01	0.76	−0.30	0.69
1	責任感が強い一無責任な	0.07	0.63	0.14	0.72
6	消極的な―積極的な	0.07	−0.03	−0.90	0.74
4	意欲的な一無気力な	0.06	0.13	0.76	0.69
12	大胆な一臆病な	0.11	−0.20	0.74	0.65
7	堂々とした一卑屈な	0.44	−0.05	0.45	0.59
	回転後の負荷量の平方和	3.08	2.69	2.81	
因子間相関					
成分1. 個人的親しみやすさ		―	0.04	0.23	
成分2. 社会的親しみやすさ			―	−0.02	
成分3. 力本性				―	
N=148					

え方を持ち，協同者に聞きたいことを質問できなかったと評価しており，互いの意見を調整するために消極的な考え方や行動をとったことが明らかになった.

こうした結果は，谷川ら（2015）が述べている，促進焦点のユーザビリティ専門家が，良い結果のための議論を積極的に行うなどの思考・行動や，防止焦点のシステムエンジニアが，良い結果のための議論を行うことに消極的などの思考・行動に合致した結果が得られたと言える.

また，本人の目標条件と協同者の目標条件との交互作用が見られなかった結果から，異なる目標を持つ群（PD）において，一方の人物は議論の価値を高く評価しているのにもかかわらず，もう一方の人物は議論の価値を低く評価する傾向にあることがわかった. つまり，一方の人物が，その議論は積極的な議論であったと評価しているが，もう一方で，その議論は消極的な議論であったと評価していた人物がいたことになるため，コミュニケーションにおける葛藤は，全体のメンバーのうち，一部のメンバーのみが感じている可能性，あるいは，個々人の感じているコミュニケーションの葛藤は，メンバーごとに異質な葛藤である可能性があることを示している．積極的に議論をしていたと判断した人物にとって，「互いの考え方が異なっていたため，全体として話を通すことが大変だった」「聞きたいことがあったときに聞くことができたが，うまく回答してもらえなかった」という葛藤が生じ，消極的な議論であったと評価した人物にとって，「互いの考え方が同じような感じであったのにもかかわらず，なぜか時間が長引いてしまった」「聞きたいがあったときに聞けなかったけれども，相手がうまく説明してくれなかったのが悪い.」といった葛藤が生じていた可能性が考えられる.

課題評価について分析を行った結果，協力者との目標の組み合わせ異なる条件のときに，同じ条件の時よりも，「十分に課題が達成できた」という項目の評価が高くなるということがわかった．この結果から，制御焦点間，あるいは，目標の葛藤とともに生じる，多角的な視点からの課題の検討によって，達成感が上昇することが示唆された．しかし，池永・原田（2016）によると，異なる目標をもつ二者の砂漠生き残り課題の回答は，促進焦点の目標を持つ専門家の回答よりも，専門家らによる回答から遠くなることが示されている. つまり，主観的な達成感の上昇と，実際の回答の質が上昇することは，乖離していることが明らかとなった.

対人印象評価について分析を行った結果，協同問題解決の前後のみ有意な差が見られた. つまり，制御焦点の影響によって，協同者の印象に対しては影響がなく，コミュニケーションに対する評価や達成感の評価へ影響していたことが分かった. 実験的，かつ，特殊な状況にて発生するダイナミズムへの評価は制御焦点による影響を受けるが，その評価は直接的に協同した人物への評価に影響しないということが言えるであろう.

池永・原田（2016）は，同課題において，防止焦点の

目標を持つ二者の群のほうが，促進焦点を持つ二者の群よりも，意思決定方略として消去法を使用していたことを指摘している．この結果は，防止焦点の二者は，自己主張を避けつつ，消極的な意思決定方略をとり，促進焦点の二者は，自己主張を上手く利用し，積極的な意思決定方略を取ったと考えられる．この意思決定方略に対する積極性・消極性は，コミュニケーション評価に関する成分 2「議論の価値」評価と一致した結果であった．

本研究は，コミュニケーションに葛藤が生じる原因として，協同で問題解決を行う人物が，それぞれ異なる目標と異なる制御焦点を持つことに着目して実験的に検討を行った．結果，池永・原田（2016）で指摘された課題解決のための意思決定方略だけでなく，課題への取り組み方（コミュニケーション）に対する主観評価，及び，課題自体に対する主観評価へも，同様に制御焦点の影響が見られた．

本研究の限界として，その影響が動機づけの理論における「制御焦点」によるものであるのか，制御焦点を誘導するために使用した「目標」によるものであるのか，あるいは，それらの目標を掲げるに役割を与えたことによる「立場」の影響であるのか，といった区別がつけられないことが挙げられる．しかし，実験的状況を付与したことによって，さまざまな影響をもたらしたということに違いはない．つまり，個人特性による影響ではなく，その人物に託される目標設定といった状況的・文脈的な設定による影響が，協同問題解決の主観的な評価や意思決定方略に影響を及ぼしたと言えるであろう．

そのため，こういった状況的・文脈的な設定が，協同問題解決のダイナミズムの中で，どのように影響しているのかについての詳細を，今後検討することが必要だと考えられる．制御焦点が，実際にどのような意思決定方略へ影響しているのか，あるいは，立場といった状況的・文脈的な情報はどのように利用され，意思決定に影響するのかを明らかにすることによって，コミュニケーションのダイナミクスの中で生じる葛藤を解明することにつながると考えられる．また，そこで生じる葛藤と葛藤解決の方略，および，コミュニケーションの成果との結びつきも併せて検討する必要があると考えられる．

参考文献

［1］林文俊 (1976). 対人認知構造における個人差の測定(1)―― 認知的複雑性の測度についての予備的検討―― 名古屋大学教育学部紀要(教育心理学科), 23, 27―38.

［2］ Higgins, E. T. (1997). Beyond Pleasure and Pain. *American Psychologist*, 52, 1280－1300.

［3］ 池永将和・原田悦子 (2016). 異なる目標を持つ二者による協同問題解決 ――会話プロセスの検討―― 日本認知心理学会第 14 回大会発表論文集, 133.

［4］ 海保博之, (1992). インタフェースの認知科学的諸問題 日本認知科学会 (編), 認知科学の発展 Vol.5 特集インタフェース (pp.1-5). 講談社サイエンティフィク.

［5］ 谷川由紀子・鈴木栄幸・加藤浩・福住伸一・原田悦子 (2015). ソフトウエア技術者の思考の特徴 : その役割認識と価値観 日本認知科学会 32 回大会論文集, 198―204.

付録：砂漠生き残り課題の説明用紙

砂漠への不時着　　あなたは**パイロット（医者）**です

７月のある日（午前10時ごろ），あなたを含め５名の乗客を乗せた小型飛行機は，エンジントラブルを起こし，ある砂漠に不時着しました．その際，着地の衝撃で小型飛行機は大破してしまいました．全員がすり傷やねんざを負い，程度の差こそありますが，奇跡的に大きなけがもなく無事な状態で飛行機を脱出することができました．大破した飛行機は，ガソリンが漏れだしており，いつ炎上するかわからない状況です．事故はあまりに突然だったため，飛行機が現在位置を知らせる時間は無かったようです．この飛行機が目的地の空港に着かないことから，おそらく非常事態のための救助隊が探索してくれることと思いますが，どこから救助か来るかわからず，私たちを発見できるかは不明です．

不時着前の機内アナウンスでは，
1）最も近くの居住地は約１１０km 南南西にあること
2）不時着場所付近は全く平坦で，サボテンが生えている他，不毛の地域だということ
を告げていました．このことを踏まえると，最も近くの居住地まで歩くことが良いかどうかの判断も難しそうです．

目を凝らして見ると，大破した飛行機の破片の中に 12 このモノが見えます．しかし，大破した飛行機からガソリンがもれており，品物を取り出すことは危険が伴うため，優先順位の高いモノから品物を取り出していくことを決めました．

＜あなた方の身なり＞
- ✓ 服装（半袖シャツ，ズボン，靴下，タウンシューズ）
- ✓ 各１枚のハンカチとサングラス
- ✓ 全員で，8 ドルばかりの小銭と 100 ドルの紙幣，
- ✓ 全員で，１箱のタバコとボールペンが１本

＜不時着直前の砂漠の天気予報＞
昼は約 43℃まで上がり，夜は約１℃まで下がります．

選択肢となる 12 品は，磁石の羅針盤，大きいビニールの雨具，約２リットルのウォッカ，１人につき１リットルの水，ガラス瓶に入っている食塩（1000 錠），弾薬の装填されている 45 口径のピストル，鏡（化粧用小さめ），「食用に適する砂漠の動物」という本，赤と白のパラシュート，懐中電灯（乾電池が４つ入っている），この地域の航空写真，１人１着の軽装コートであった．

情報機器を利用する場面における学習とその加齢による変化：シミュレーションによる検討
Age-related Changes of Learning on using ICT equipment: Investigation by simulation

大門 貴之[1]，原田 悦子[2]，須藤 智[3]，宇佐美 慧[2]
Takayuki Daimon, Etsuko T. Harada, Satoru Suto, & Satoshi Usami
[1] 筑波大学人間総合科学研究科，[2] 筑波大学人間系，[3] 静岡大学
University of Tsukuba, Shizuoka University
takdaimon@gmail.com

Abstract

We investigate the age-related changes of learning through sequential problem solving, while people use ICT equipment. In our three previous studies with the Groton Maze Learning Test (GMLT), where some guides to GOAL were embedded in order to observe processes of problem solving and learning through it, participants' legal, or trial errors were varied, depending on ages and also on whether they used embedded guides or not, while only older adults showed illegal, rule-ignoring errors. In addition, participants reported varieties of meaning from embedded guides at the introspective interviews. Based on those results, we had decided to execute simulation studies to see how those various factors were affecting participants' performance belong with aging, e.g., guide-utilization, route-search strategies, and those learning processes while solving the GMLT.

For those research goal, we implemented an original simulation program of our three previous GMLT experiments, and analyzed the effect sizes of each factors (parameters) and age. Results showed some different pattern of parameters, interacting with age, offering some new reinterpretation of the behavioral data with parameter representation.

Keywords — cognitive aging, learning, using ICT equipment, simulation and analysis of effect size of parameters

1. 情報機器利用を検討するための GMLT

社会の遍在的情報化により，現在われわれの生活圏内には多様な ICT 機器（情報通信機器；information-and-communication technology）が広く浸透している．それに伴い，高齢者が日常生活で ICT 機器に触れる機会も増えているものの，その一方で，高齢者は ICT 機器利用に困難を示すことが少なくなく，その利用を支援することの必要性が問われ，研究が行われている．例えば，Harada, Mori, & Taniue (2010)は，高齢者が ICT 型食事支援機器を利用する中で，どのように操作が学習されていくか，それが情報提示デザインによってどのように異なるか検討した[1]．その結果，若年成人では 4 つの情報提示デザインによる学習に大きな違いはみられなかったが，高齢者では学習時の情報提示デザイン間で学習の進展に相違がみられ，情報提示デザインによっては大きくエラー率が増大することが示された．これは，若年成人・高齢者で学習の様相が異なり，高齢者は学習時の情報提示の方法によって，大きく影響を受けること，逆にいえば，情報提示デザインによって高齢者の学習を支援し，エラー発生を抑えられることが示唆された．しかしながら，この研究では全体的な課題達成とその中でのエラー発生率に焦点が当てられ，その背後にある認知的メカニズムと加齢の関係について，特に高齢者に特有なエラー行動や年齢群間における操作エラーの質の違いについては十分に踏み込むことができていない．

そこで本論文では，ATM や上述の食事支援システムなど様々な ICT 機器に共通する特徴として，系列的な問題解決とそこでの学習に注目し，そこで高齢者に特有なエラーがみられるか，またそれがどのように変化していくのか，そうした様相が情報ガイドデザインで異なるかを検討することを目的として研究を行なった．こうした問題を検討できる実験課題として，こうした機器利用場面に類似した系列的な問題解決とそこでの学習が求められる Groton 迷路学習課題[2]（以下 GMLT と略す）を取り上げた．GMLT については，原田・須藤・山口（2013）[3]において，機器利用での課題遂行の関係との構造的類似性を示すことを報告している．GMLT では，10×10 のマトリックスに隠された唯一の正解経路を，一つずつマスに触れながら探索することが求められる．同じ正解経路を探索する試行が 5 回繰り返され，経路探索時間（1 試行あたりに要した時間），ルールに則ったエラー（試行錯誤を伴う上下左右方向への探索エラー），ルール破りのエラー（ルールに則ったエラー以外のエラー）が変化する過程から，その系列的な問題解決の学習の時系列的変化を捉えることができる．

著者らはこれまでに，ICT 機器利用，その中でも特

に，ICT 機器利用時の操作で求められるような系列的に問題解決を遂行する場面に関して GMLT を用いて 3 つの実験で観察し，そこで実験参加者がどのように問題解決およびその学習を行うかを検討した[4] [5] [6]. これらの GMLT を用いた 3 実験では，上述した 10×10 のマトリックスに隠された唯一の正解経路を探索するという課題設定は変えずに，マトリクス上に正解経路探索・学習の補助となりうるガイド情報を埋め込み，実験参加者がそうした埋め込まれたガイド情報をどのように利用し，その結果，経路探索や学習がどのように変化するかを検討してきた．実際の ICT 機器の利用学習において，「何をどのように操作すれば」「この機器は何をどうしてくれるのか」を学習する際，我々は闇雲に「利用可能なすべてのボタンを押す」のではなく，ボタンの形状や配置，ボタン名や提示順序といった「当該の行為レパートリー（ボタン）のもつ意味，位置づけに関する情報」を理解しながら，その背後にある「作り手側，あるいは機器自体がもつ論理性や意図，構造性」を推測しながら「今ここで行うべき行為」を学習しているものと考えられる．その際の「デザイン」がもたらす情報を受け取る方法，過程，その成否に何らかの相違があるからこそ，その学習過程に加齢の効果が見られるとするならば，GMLT の 10x10 のマトリクス上に付加されたガイドデザイン情報についてもその利用の様相に加齢変化が見られるものと考えられる．

そこで，配置意味が異なるガイドデザイン（確定的 vs 確率的，単一的 vs 複合的，など）を付与した GMLT とそうでないものとを，若年成人と高齢者の群で実施し，そこでの経路探索学習を観察することによって，ガイドデザイン情報の利用によってどのように経路探索学習が異なるか，またそれが若年成人-高齢者間でどのように異なるかということを検討することが可能になると考えたものである．

これまでのこうした実験結果を簡単にまとめると，1) GMLT の経路上に配置意味が確定的な単一のガイド（正解経路上の曲がり角だけを「黄色」に着色したガイド）を付与した実験（実験 1）を行ったところ，こうした最も簡単な配置ルールのガイドにおいては，若年成人だけでなく高齢者の学習も同様に促進させることが確認された．続いて，2) 配置意味が確率的なガイド，すなわち GMLT の正解経路上あるいは外に無作為に置かれたガイドを付加した実験（実験 2：三角形の方向指示が図示されているが，ガイドのおよそ半数が正解系路上ではないところにおかれている場合）では，若年成人・高齢者のいずれも複雑なガイド配置の中から配置ルールを抽出して，それを経路探索学習に利用することができる人があること，しかし特に高齢者において，ガイド利用への注意が持続しない可能性があることも示唆された．

そして，3) GMLT の経路上に配置意味は確定的だが，それ以外に確率的なガイドも存在する（赤色の報告を示す三角形ガイドは必ず正解経路上にあるが，それ以外の色の三角形ガイドは無作為に正解経路外に配置）場合の実験（実験 3）を実施したところ，確定的な意味が読み取りづらくなる条件（三角形ガイドが示すのとは逆向きに進むのが正解という条件）の結果をそうではない条件（三角形ガイドが進行方向を示す条件）に比較してみると，若年成人の経路探索学習は阻害されなかったが，高齢者群では学習が大きく阻害され，エラーが増加することが示された．また，この実験の参加者内省報告から，ガイドの意味は多様に読み取られ，それに伴って参加者はガイド利用と経路探索を異なる過程として行っていた可能性が示唆された．

特に実験 3 の結果から改めて 3 つの実験全体を見通したとき，行動上観察できる実験時の課題達成の結果だけでは，当初の目的としていた経路探索学習におけるガイドデザイン間の比較ならびにその年齢群間比較に関して，検討できる範囲が不十分であることが示された．すなわち，各実験では主として，ガイド利用が若年成人と高齢者で異なり，それによってルールに則ったエラー数・ルール破りエラー数が変化した，という観点から考察を行ってきたが，実験 3 の内省報告から，ガイド利用は，一連の経路探索（1 試行内の探索）や学習のあり方（5 試行の間における探索の学習）自体を変化させる可能性が示唆されたため，ガイド利用とそれによる過程変化についても同時に検討・考察する必要があると考えられた．

そこで本論文では，そうした加齢に伴う，内的な変化による行動の現れ方の可能性を検討するため，計算機シミュレーション（以下，シミュレーション）を採用し，内的要因の影響を検討する視点から 3 実験の実験結果を再解釈し，経路探索学習のガイドデザイン間の比較・年齢群間の比較に新たな視点を提供する可能性を追究した．

2. GMLT 実験の結果を再解釈するためのシミュレーション

シミュレーションでは，課題を行った環境を再現，異なる条件間での動きをシミュレートし，その結果を実験結果と比較する必要があり，その実験環境をどのような視点でシミュレーション・プログラムとして記述するかを決める必要がある．すなわち，参加者のどのような行動を取り上げ，課題構造・ルールのどのような点に注目するかという視点が必要となる．

従来の認知科学のシミュレーション研究，代表的にはACT-Rによるシミュレーション（例：Byrne, 2001）[7]では，プログラムの記述や構成において，前提要件として認知過程を階層構造として捉えているが，その根拠は必ず確かなものではない．さらに，それらの認知モデルの構成は実験を説明する最適モデルであることを志向しており，その効果を「検証する」を目的とするとは言えない形となっている．

そのため本研究では，シミュレーションをする対象を，実験者がシミュレーション・プログラムで記述するに当たって重要と考えた「参加者の振舞い」と「それをもたらしうる実験課題設定」として組み込み，それらをパラメタとして表現，（乱数発生とそれを対象とするIF-THEN文で構成する）シミュレーション・プログラムの実行結果における各パラメタのもつ説明力を検討の対象とすることでそれらの仮説群の有効性を検討した．単純な形で検討を進めていくために，パラメタの分割・統合の表現型としての階層構造モデルを取らず，さらに参加者の多様な行動の網羅的な可能性を表現するために確率表現を用いるが，「最も適合する唯一のモデルを見つける」ことは志向せず，各実験環境で起こりうることを上記の3つの実験のデータを基に検討する形で実施した．

本研究では，ガイドなし群(オリジナルのGMLT)でのシミュレーション，実験1・実験2・実験3の各シミュレーションを実施した．各シミュレーションでは10前後のパラメタを使用し，それぞれを生起確率0.2，0.5，0.8で変動させてシミュレーションを実施した．各シミュレーションで利用したパラメタ一覧を表1に示す．

各シミュレーションの結果として，GMLTでのルールに則ったエラーとルール破りのエラーを算出した．それらを実測実験の結果と比較するため適合度（最小二乗和）を算出した上で，それを従属変数とし，全パラメタの主効果および年齢・ガイドを独立変数として分散分析を実施した．分析では，パラメタ間・年齢間・ガイド間で適合度がどれほど異なるかを検討したため，効果量η_p^2を算出し，有効な影響力をもつパラメタの検出を行った．本稿では紙幅の関係から，単純主効果の効果量を中心に結果を示す．

以下では，各実験シミュレーションで設定したパラメタを説明する．

3. シミュレーション結果の概要

3.1. ガイドなしGMLT

ガイドデザイン間の経路探索学習をシミュレーションで検討するための統制条件として，まず，3実験で共通する情報ガイドが付与されていない環境（オリジナルのGMLT）でのシミュレーションを検討した．実測値データについては，若年成人48名，高齢者47名のデータに基づいている．

実施に当たり，まずガイドなしGMLT条件で，どのようなパラメタが用意される必要があるかを整理した．GMLTでは，ある1試行において，スタートからゴールまでの一連の経路探索行動がどれほど正解経路から外れたかによってその試行でのエラー数が決まる．そして全5試行の間でその値がどのように推移するかというところから経路探索学習が検討される．そこで，経路上での進み方を表現するパラメタとして，経路探索パラメタを6，試行間での経路探索の学習を表現するパラメタとして学習パラメタを5設定した．

経路探索パラメタとしては例えば以下のものがある．まずGMLTではスタートが左上，ゴールは右下と設定されているため，参加者の経路探索は左/上方向よりも右/下方向を優先的に選択する．そこでパラメタとして「右/下方向に進む可能性があるとき，左/上よりも2倍の重み付けで右もしくは下方向を探索する」と設定した．ただしこのパラメタの影響は自明であることから，計算量の都合上，生起確率を変動させず，0.8と固定させ，固定パラメタ①と表記した．

これ以外に経路探索パラメタとして5つあり，大きく，経路を進む場面のパラメタ（経路探索パラメタ①②③）と，経路を戻る場面のパラメタ（経路探索パラメタ④⑤）を2種設定した．

次に学習パラメタについては，ある試行において，ある特定のマスでエラーしたか，およびそのエラー数に応じて，次の試行でそのマスでエラーしないか否かを確率的に定めた．これを学習パラメタ①－④として設定した．また．GMLTの正解経路はいくつもの曲がり角を有するため，曲がり角の位置の学習が重要と考

えられる．そこで，「エラーなく曲がれた曲がり角は次の試行ではエラーしない」というパラメタ学習パラメタ⑤を設定した．

シミュレーション結果

全部で 10 のパラメタの中で，単純主効果の効果量の大きさを年齢別に検討した（図 1）．ルールに則ったエラー（試行錯誤でのエラー）では，若年成人の経路探索パラメタ①・②・③・④，高齢者の経路探索パラメタ①・②，学習パラメタ①・⑤の効果量が相対的に大きかった．すなわち，これらのパラメタの生起確率が変化することによって若年成人・高齢者でのルールに則ったエラーにおける適合度が大きく変動することが示され，それぞれの課題達成がこうしたパラメタの影響下にあった可能性が高いことを示した．

これに対し，ルール破りのエラー（GMLT のルールに則らないエラー：斜めに行くルートを選ぶなど）では，若年成人ではいずれのパラメタも効果量が小さい（図 2）のに対し，高齢者のデータでは，経路探索パラメタ②・③・④で効果量が高かった．すなわち，高齢者では，エラーをして正しく元いた正解のマスに戻れたが，再度同じエラーをする，エラーした方向を回避する，1 回エラーした後に元いた正解のマスに戻る，という経路探索行動がルール破りのエラーをもたらす潜在的要因である可能性が示された．若年成人ではそのようなルール破りのエラーにおける適合度が大きく変動するようなパラメタはなかった．

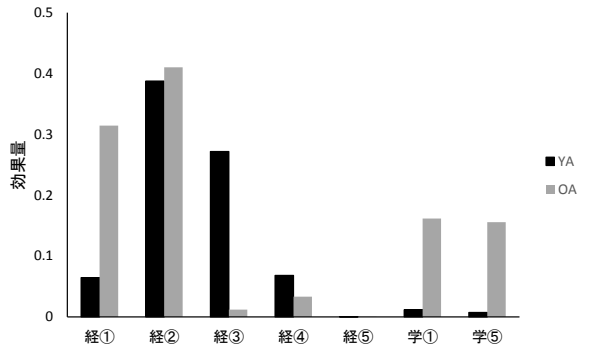


図 1 ガイドなし条件のシミュレーション：ルールに則ったエラーにおける単純主効果の効果量

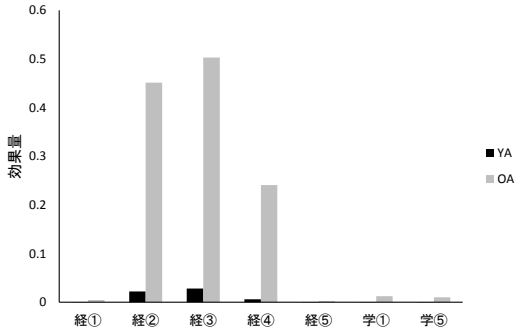


図 2 ガイドなし条件のシミュレーション：ルール破りのエラーにおける単純主効果の効果量

考察

以上より，若年成人のルールに則ったエラーは経路探索においてどのように進むか，どのように戻るかという行動によってもたらされ，試行間の学習によってルールに則ったエラーの推移を決定付けることはなかった．一方で高齢者は経路探索においてどのように進むか，あるいは経路の試行間での学習の効果によってルールに則ったがもたらされた可能性が示唆された．このようにルールに則ったエラーにおいて，シミュレーションでは若年成人と高齢者で効果量の大きいパラメタの組合せが異なり，これが実験結果として観察されたエラーの差として表れていたと考えられる．一方，ルール破りのエラーでは高齢者のみ，効果量が高いパラメタが見られた．実際，若年成人のルール破りのエラーは 5 試行を通じて極少なのに対し，高齢者では当該パラメタが表現する経路探索行動によってルール破りエラーがもたらされる可能性が示唆された．

3.2. 確定的情報ガイドを付与したシミュレーション（実験 1）

実験 1 では正解経路のすべての曲がり角を黄色に配色し，これをガイド(確定的，単純なガイド)とした．そこで，実験 1 のシミュレーションで使用するパラメタとしては，ガイドなし条件のシミュレーションで使用した固定パラメタ 1，経路探索パラメタ 5，学習パラメタ 5 に加えて，実験 1 ガイドパラメタとして次の 2 つを追加した．すなわちガイド利用に際して，ガイドマスにたどり着いたらそこで次のガイド方向に正しく曲がる（実験 1 ガイドパラメタ①），そして次のガイドまで直進する（実験 1 ガイドパラメタ②），という 2 つのガイド利用行動を設定した．なおシミュレーションでは，計算量の問題から学習パラメタ②③④を生起確率 0.5 とする固定パラメタとして実施した．

なお，実測値データについては，若年成人 24 名，高齢者 24 名のデータに基づいている．

シミュレーション結果

ルールに則ったエラーにおいて，若年成人・高齢者とも経路探索パラメタ②③，実験 1 ガイドパラメタ①②の効果量が大きく（図 3）．いずれのパラメタとも若年成人の方が大きな効果量を示した．これらのパラメタの生起確率が変化することによって若年成人のルールに則ったエラーにおける適合度が大きく変動することが示された．すなわち，両年齢群においても，エラー方向へ回避する・連続して同じエラーをするという経路探索行動，曲がり角の学習，ガイド間を直進する・ガイド位置で曲がるというガイド利用行動によってルールに則ったエラーが増減したと考えられる．

一方，ルール破りのエラーにおいては，ガイドなし条件のシミュレーション結果と同様，高齢者の経路探索パラメタ②③④のみ効果量が高かった（図 4）．すなわち，高齢者で発生するルール違反エラーでは付与された情報ガイド利用は影響を及ぼしていなかったものと考えられる．

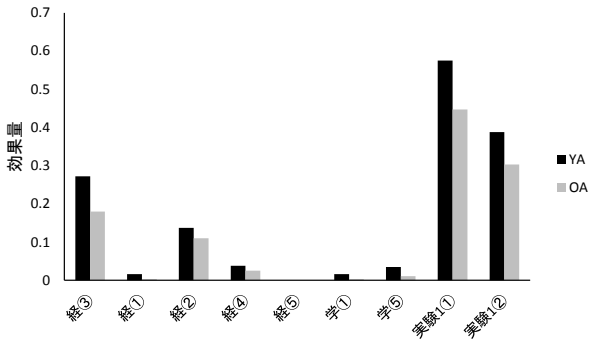


図 3 実験 1 条件（確定的ガイド）におけるシミュレーション：ルールに則ったエラーにおけるパラメタ効果量

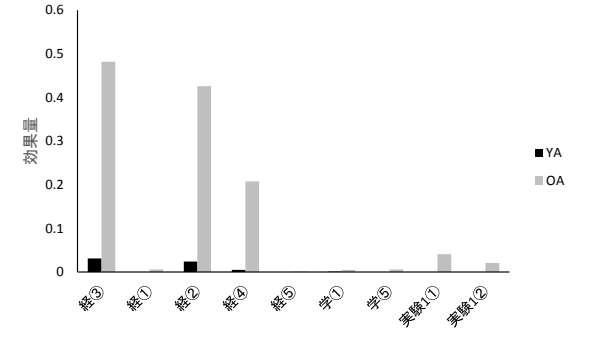


図 4 実験 1 条件（確定的ガイド）におけるシミュレーション：ルール破りのエラーにおけるパラメタ効果量

考察

以上より，実験 1 の確定的･単純な情報ガイド付加の結果，若年成人・高齢者とも同じパラメタの組合せにより，ルールに則ったエラーにおける適合度が変動しており，全体として高齢者よりも若年成人においてその効果量が大きかった．すなわち，若年成人の方が高齢者よりもガイドの効果が大きいこと，実験 1 の実測実験結果における年齢群間の差は，パラメタの組合せによる相違ではなく，その効果量の値の大小によって言及できる可能性が示唆された．

その一方で，ルール破りのエラーは高齢者でのみ効果量が高く，さらにそれはガイドなし群と同じパラメタであったことから，ルール破りのエラーをもたらす経路探索行動はガイドの有無に関わらず同様にみられることが示唆された．

3.3. 確率的情報ガイドを付与したシミュレーション（実験 2）

実験 2 では正解経路上の 50%と正解経路外の 50%にランダムにガイド（形状は一つのマスを対角線で 4 分割した一つの三角形を着色）を付与して行った．観察された実験結果では，ガイドの配置意味に気づいたか否かによって大きく結果が異なったため，その気づきの有無で参加者を群分けして分析を行った．そこで本シミュレーションにおいても，若年成人･高齢者いずれもガイドの意味に気づいた群と気づかなかった群で分けてシミュレーションを実施した．なお実測値データについては，若年成人 12 名（うち，意味に気づいた者 10 名，気づかなかったもの 2 名），高齢者 12 名（うち，意味に気づいた者 2 名，気づかなかったもの 10 名）のデータに基づいている．

パラメタとしては，ガイドなし条件のシミュレーションで使用した固定パラメータパラメタ 1，経路探索パラメータパラメタ 5，学習パラメータパラメタ 5 に加えて，現在いるマスに近接するガイドに進む（実験 2 ガイドパラメータパラメタ①），あるガイドにたどり着いたら，ガイドの指示方向に直進する（実験 2 ガイドパラメータパラメタ②），という 2 つのパラメタでガイド利用行動を表現した．

シミュレーション結果

若年成人でガイドの意味に気づいた参加者は，経路探索パラメタ②③，実験 2 ガイドパラメタ②の単純主効果の効果量が大きかった（図 5）．これに対し，若年成人でガイドの意味に気づかなかった参加者については，経路探索パラメタ①②，学習パラメタ①⑤，実験

2 ガイドパラメタ①②の効果量が大きかった．ガイドの意味に気づくか否かで，ルールに則ったエラーを生成する過程が大きく変化すること，ガイドの意味を言語ができない場合であっても，ガイドが大きな影響を与えていることが示された．

同様に高齢者においてもガイドの気づきによって効果量の様相が違っていた．高齢者のガイドに気づいた群は若年成人の同ガイド群と同様に，経路探索パラメタ②③，実験 2 ガイドパラメタ②の効果量が大きく，エラー方向を回避する，連続して同じエラーをする，ガイドの指示方向へ直進する，といった経路探索やガイド利用ができるかどうかによって，ルールに則ったエラーが変動することが示された．ただしその効果量は若年成人・気づき群のそれよりも値が小さかった．

一方，高齢者のガイドに気づかなかった群では，経路探索パラメタ①③，学習パラメタ①⑤，実験 2 ガイドパラメタ①②で単純主効果の効果量が大きく，これは若年成人・ガイドに気づかなかった群と同じパラメタの組合せでであった．しかし，ガイドに気づいた群とは異なり，ガイドに気づかなかった参加者群では高齢者での効果量が若年成人よりも全体として小さいという傾向はみられなかった．経路探索パラメタ①，学習パラメタ①⑤，実験 2 ガイドパラメタ①の効果量は高齢者で大きく，それ以外のパラメタでは若年成人のほうがの効果量が大きかった．

ルール破りのエラーについては，高齢者・ガイドに気づかなかった群で経路探索パラメタ②③④の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかった（図 6）．すなわち，エラーして元いた正解のマスに戻る，連続して同じエラーをする，エラー方向を回避する，といった経路探索ができるかどうかによって高齢者・ガイドに気づかなかった群のルール破りのエラーが増減することが示された．若年成人のガイド両群ならびに高齢者・ガイドに気づいた群ではすべてのパラメタで効果量が小さかった．

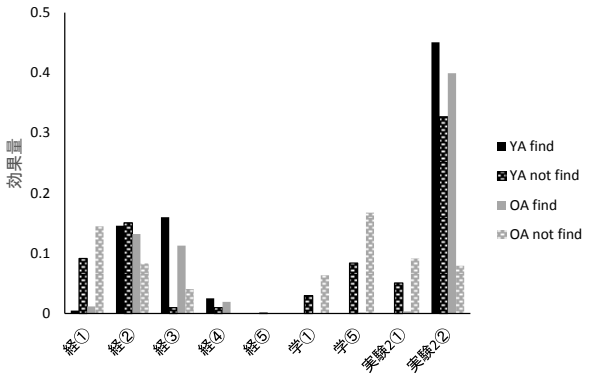


図 5 実験 2 条件(確率的ガイド)におけるシミュレーション：ルールに則ったエラーにおけるパラメタ効果量

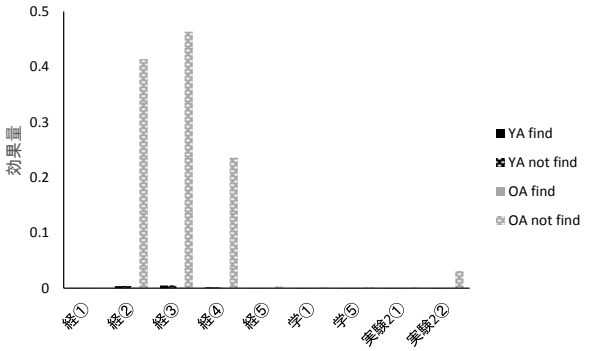


図 6 実験 2 条件(確率的ガイド)におけるシミュレーション：ルール破りエラーにおけるパラメタ効果量

考察

ルールに則ったエラーに関して，実験 1 のシミュレーションでは年齢群間で共通する効果量の高いパラメタが得られたが，そのような傾向は実験 2 のシミュレーションでは得られなかった．むしろ，年齢群間およびガイドに気づいたかどうかによってパラメタ効果量の大小はばらばらであった．そのため，個々パラメタの効果量の大小に着目するばかりでなく，（特に効果量の大きな）パラメタの組合せを検討する必要があると考えられた．パラメタ数も多く，比較すべき群の組合せ（年齢群 2，気づきの有無 2）もあるため，パラメタの組合せという観点からここからさらに考察を行うことが困難であった．例えば，高齢者でガイドの意味に気づいたかどうかによってルールに則ったエラーに差が生じた理由を本シミュレーションのみから解釈することは難しいことが示された．この問題については総合考察でさらに検討する．

ルール破りのエラーは先の 2 つのシミュレーション結果と同様に，高齢者でのみ効果量が高いパラメタが示され，特にガイドの意味に気づかなかった群でのみ

その現象が示された．ルール破りのエラーをもたらす経路探索行動は，課題間を通じて同様であると同時に，ガイドの意味への気づきの有無とも関連すると考えられた．

3.4. 確定的で複雑な情報ガイドを付与したシミュレーション（実験3）

実験3では，実験2のガイド設定と同様に経路上のガイド配置はランダムであるが，それに確定的な要素（正解系路上のものだけ赤色で配色，それ以外は赤以外のランダムな3色に配色）を加えることで，ガイドの意味に気づきやすくした際に，エラーがどのように推移するか検討した．そこで，実験3のシミュレーションで使用するパラメタとしては，ガイドなし条件のシミュレーションで使用した固定パラメタ1，経路探索パラメタ5，学習パラメタ5であり，それに加えて実験3ガイドパラメタとして，実験2の二つのガイドパラメタと同様に，実験3ガイドパラメタ①②を設定した．加えて，「現在いるマスに近接するガイドが赤色以外の色なら，そのガイドは避ける」という新たなガイド情報に対応するパラメタ（実験3ガイドパラメタ③）を設定した．

また，実験3では課題間で難易度の違いを出すために，ガイド（三角形）が正解の進行方向向きの場合と正解の進行方向とは逆向きの場合の2群を設け，前者を順向群，逆向群とし，年齢群とガイド方向の2条件を要因とする4つの条件下でシミュレーションを行った．なお実測値データについては，若年成人24名，高齢者24名であり，いずれも半数ずつ，順向群・逆向群に割り当てられた実験データに基づいている．

シミュレーション結果

ルールに則ったエラーについて，若年成人・順向群では，経路探索パラメタ②③，実験3ガイドパラメタ②の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかった（図7）．若年成人・逆向群では，若年成人・順向群と同様に，経路探索パラメタ②③，実験3ガイドパラメタ②の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかった．すなわち，若年成人については，逆向群も順向群も，エラーした方向を回避する・連続して同じエラーをするという経路探索や，ガイドの指示方向を直進するというガイド利用ができるか否かにより，ルールに則ったエラーが増減した．

一方，高齢者順向群では，経路探索パラメタ②，学習パラメタ⑤，実験3ガイドパラメタ③の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかったのに対し，高齢者・逆向群では，経路探索パラメタ③，学習パラメタ①⑤，実験3ガイドパラメタ③の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかった．高齢者についてのみ，逆向群のルールに則ったエラーが増減した．

ルール破りのエラーについては，高齢者の順向群・逆向群の両群で経路探索パラメタ②③④の効果量が大きく，それ以外のパラメタの効果量は小さかった（図8）．すなわち，高齢者については，順向，逆向の両ガイド群とも，エラーして元いた正解のマスに戻る，連続して同じエラーをする，エラー方向を回避する，といった経路探索ができるかどうかによってルール破りのエラーが増減することが示された．ただし，いずれも順向群のほうが逆向群よりも，パラメタの単純主効果効果量は大きいことが示された．若年成人はすべてのパラメタで効果量が小さかった．

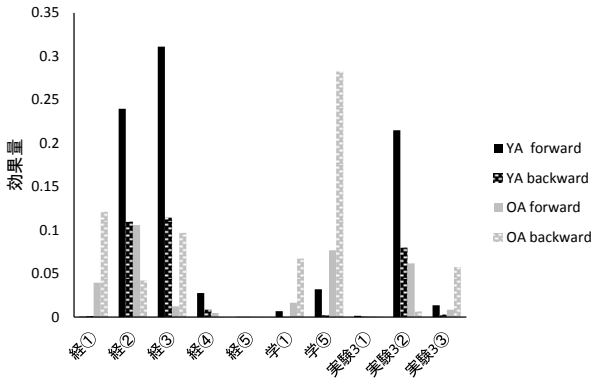


図7 実験3条件（複雑な確定的ガイド）におけるシミュレーション：ルールに則ったエラー

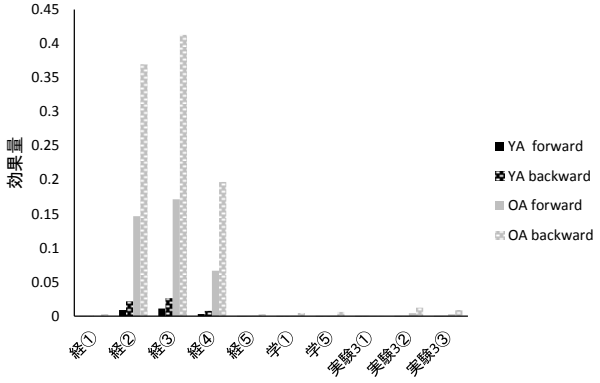


図8 実験3条件（複雑な確定的ガイド）におけるシミュレーション：ルール破りのエラー

考察

特定のマスに示された方向を示す三角形が特定の色(赤)である場合は，正解系路上にあり，その方向(順向群)あるいはその逆の方向(逆向群)に向かうことが正解であるというガイドを付加された実験３において，若年成人と高齢者とでは，異なる結果を示した．

ルールに則ったエラーについて，若年成人では，効果量が大きいパラメタの組合せが順向群・逆向群で同じであり（経路探索パラメタ②③，実験３ガイドパラメタ②），効果量の大きさのみが異なっていたので，この効果量の差がルールに則ったエラー数の差として表れたと考えられる．その一方で，高齢者では，効果量が大きいパラメタの組合せが順向群・逆向群で異なり，順向-逆向群間差が若年成人とは異なるメカニズムで生じたと考えられる．

また，順向群・逆向群をそれぞれ年齢群間で見てみると，順向群・逆向群とも年齢群間で効果量が大きいパラメタの組合せが順向群・逆向群で異なっていたため，ガイドの利用において，単純に効果量の大きさのみで実験結果としてのルールに則ったエラー数の年齢群間差を説明することができなかった．

以上より，若年成人の順向群・逆向群においては実験１のシミュレーション結果と同様に，効果量の大きいパラメタの組合せが同一であるが，高齢者の順向-逆向群間，順向群・逆向群の年齢群間においては，実験２のシミュレーション結果と同様に，関与するパラメタが異なり，またそれぞれの関与の程度も異なることが示された．実験３の実験課題は実験１（確定的なガイド配置）・実験２（確率的なガイド配置）の実験課題を混合させた設定であったため，実験３のシミュレーション結果にも一方で実験１のシミュレーション結果と類似する点がみられ，もう一方で実験２のシミュレーション結果と類似する点がみられたと言えよう．この点についてさらに総合考察で検討する．

ルール破りのエラーは，高齢者順向群・逆向群のみ効果量の高いパラメタがみられ，またそのパラメタの組合せは両群間で等しかった．そのため，このパラメタの組合せにおける効果量の差が実験結果として高齢者のルール破りのエラー数の順向-逆向群間差としてあらわれていたことが示された．

4. 総合考察

本研究でとりあげたシミュレーションの方法では，既存の総合的認知モデル（例えば，ACT-R）は採用せず，独自のパラメタを構成してシミュレーションを実施した．それにより，実験の結果だけでは検討が不十分であった，経路探索学習におけるガイドデザイン間の比較・年齢群間の比較に関して，ガイド利用だけでなく，試行内の経路探索，試行間の学習についてもシミュレーションの結果から検討できる可能性を開くことができた．

例えば，実験１のシミュレーションでは，ルールに則ったエラーにおいて若年成人・高齢者で効果量の大きいパラメタの組合せは等しく，結果としてこの組合せの効果量の差が実験結果としての群間のルールに則ったエラーの差と考えることができるようになった．他方，例えば実験３の逆向群における年齢群間のシミュレーションでは，同じ逆向群という実験条件下でも，若年成人・高齢者間で効果量が大きいパラメタの組合せそのものが異なるため，課題達成として観察された加齢の効果は，特定パラメタの効果量の差のみではなく，パラメタ間の組合せの違い自体から考える必要があることが示されたといえよう．

ここで，本論文で述べる，シミュレーション結果における効果量の大きなパラメタの組合せという観点について考察をしておきたい．本論文のようなシミュレーションの方針の一つに，効果量の大きいパラメタを一つずつ個別にみていき，その個別のパラメタにおける効果量の群間差，そしてその集合から実験結果を解釈するという考察のアプローチもあると思われる．例えば，実験３のシミュレーションにおけるルールに則ったエラーに関して，高齢者の順向-逆向群間で各パラメタの効果量の違いについて考えると，経路探索パラメタ①では順向群より逆向群のほうが効果量が大きく，経路探索パラメタ②ではその逆で逆向群より順向群の方が効果量は大きかった．それ以外のパラメタも同様に効果量の大小を群間で記述し，その中で特徴的なパラメタをいくつか抽出し，それぞれの効果量の群間差を実験結果としてのルールに則ったエラー数の違いとみなし，さらにまた実験結果の解釈に一つずつパラメタを当てはめてみることは可能である．

しかしながら，本論文ではそのようなやり方を採用していない．本研究ではパラメタを独立した内的過程(GMLT 解決・学習ルール)として考え，各シミュレーションにおける重要と考えられるものから有限個数（10 前後のパラメタを目安として）含めて，計算を行った．またその結果の記述の方法として，実測値とのズレを対象とした分散分析の枠組みを用いている．このため，パラメタの効果量はあくまでも最初に設定

したパラメタの組合せに基づいて変動すると考えられる（例えば，実験 3 のシミュレーションでは計 14 のパラメタ）．すなわち，効果量が大きい/小さいという判断はこのパラメタ全体を枠組みとして相対的に行われることが必要であり，個別のパラメタごとで行われるべきでないと考えた．実際，このように，シミュレーション実施前にはパラメタ全体で計算環境を考えていることから，シミュレーションの結果を検討する場面でのみ，パラメタ全体という前提を不問に付し，個別パラメタのみに注目をすることは，問題があると考えたためでもある．

本論文で採用した，シミュレーション結果として「効果量の大きいパラメタの組合せ」から実験結果を再解釈するという方針にも問題があるであろう．これは実際に計算を行ってみた結果，本論文でのシミュレーション結果から，実験結果を再解釈することが単純ではなく，時として複雑になりすぎて解釈が困難になったという問題にも関係している．例えば，実験 1 のシミュレーションでは若年成人と高齢者で効果量の大きかったパラメタの組合せが等しかったために，効果量の差が実験結果のエラー数の差を示していたことを比較的容易に考察することができた．しかしながら，実験 2 のシミュレーション結果から実験 2 の結果を解釈することは困難を伴った．本研究で目的とする系列的問題解決とその学習が加齢によってどのように異なるかという問題においては， 各実験に対応する 3 つのシミュレーションにおいて，年齢群の差を同じパラメタの組合せから解釈しようできる場合（実験 1 とそのシミュレーション）と，大きくパラメタの組合せが変化するために解釈が難しくなる場合（実験 2 とそのシミュレーション）が出てきたためである．本来，実験結果の考察を深めるために行ったシミュレーション研究が，結果的に実測値と同様に「複雑すぎて解釈が難しい」ことになっており，そもそもの目的が達成できていないともいえよう．

このように人を対象とする高次認知過程を対象とする研究において，一つの研究内でどのような実験とそのシミュレーションを実施するかによって，結果の現れ方も，また各種要因のもたらす影響の大きさ，さらにはその解釈も変わりうる．これは実験データの解釈は必ずしも一意に定まるものではなく，その解釈は常に変更可能性が開かれていると考えられる．こうした特性は，本研究のシミュレーションに特異なものではなく，人間を対象とするすべての研究に共通と思われ，また逆に，統一的で，そうした変更可能性を許容する形でないシミュレーションについての意味や妥当性について，疑問を投げかけるものでもあろう．

研究手法を以上の観点で改めて考えてみてもなお，パラメタの組合せを主軸として実験結果を解釈することには依然として問題が残っている．その一つは，これらのシミュレーションで設定したパラメタが「研究者によって任意に定められている」ことである．本研究シミュレーションで扱ったパラメタは，実測での実験を行った際に，実験過程の観察から，あるいは実験結果の精査から考察された説明可能性から浮かび上がってきた認知的過程をリストアップして，重要かつ本質的と考えられるものをとりあげてパラメタの選定を行った．そのためパラメタの一般性については，保証されず，あくまでも本研究の実験課題，実験参加者，実験要因として取り上げた要因変数に依存して表れてきたものともいえよう．

こうした問題への対処の一つとしては，GMLT が「実験課題として，実世界での認知的課題を代表している」と考える際に射程とされている情報機器利用の特性について，より明確にし，そうした要件を満たす形で実験を組んでいくことが「実際的な意味」をもたらす要因となっていくと考えられる．上述のように，本研究でのシミュレーションにおけるパラメタ設定，その結果として得られた特徴的なパラメタの組合せはあくまでも GMLT の実験実施結果をベースとして考えられたものである．すなわち，実際の ICT 機器利用において，今回の実験者から抽出したパラメタ設計とそれに基づく結論がどの程度有益なものであるかは，実験で用いた課題構造やそこでの要因が，実際の機器利用での要因・「人の視点からみたときの課題構造」とどのように関係しているかについて，丁寧に対応関係を考えていく必要があり，それにより研究成果の一般性についても論じていくことが可能と考えられる．また，シミュレーション結果から得られた結論から，実際の情報機器の情報デザインの変更を行い，仮説検証型に情報提示を変化させた場合の操作変化といった形で効果を検討することにより有用なものとなっていく可能性があろう．

本来，多様な要因で変動をするであろう人の高次認知的過程とそこでの加齢の効果を，個別要因の量的比較だけで検討を進めていくことの難しさを考えたとき，本研究はその研究の難しさを示すと同時に，一定の「示唆的な」結果をもたらしていることについても強

調しておきたい．特に実験１においては，単純かつ確定的な情報デザインガイドの効果が，量的な大小はあれ，若年成人・高齢者の両群に同じような影響を与えていたこと，それに対し，実験 2，３の確率性のあるガイド，ならびに複雑性のあるガイドではそうした「年齢群を超えた共通の効果」が見られなかったことである．とりわけ，実験３での「本来は確定的なガイドであるが，それ以外の情報も付与されているために，まずは利用可能な情報を抽出する必要がある」ガイドの付与において，若干の知覚的負荷，すなわちガイドの向きが「正解の向きとは逆」であるか否かという変化が，若年成人では大きな意味を持たないのに対し，高齢者にとっては大きな変動をもたらした点は，きわめて示唆的であろう．こうした「示唆」をどのように実際の ICT 機器の情報デザインに反映させていくかさらに考察を深めていきたい．

以上，本論文で取り上げた実験・シミュレーションの併用がどれほど有効であるか，それに伴う解釈の変更可能性についての考えが妥当かどうかを検討していくためにも，また加齢と複雑な人工物利用の関係性について，理論的な知見をより確かなものにしていくためにも，実際の機器利用場面でのデザイン変更への連続性を含めて，さらに検討していく必要がある．実験室と実際の場面，さらにシミュレーションをつないだ研究の展開を望みたい．

文献

[1] Harada, E. T., Mori, K., & Taniue, N. (2010). Cognitive aging and the usability of IT‐based equipment: Learning is the key. Japanese Psychological Research, 52, 227-243.

[2] Schroder, M. D., Snyder, P. J., Sielski, I., & Mayes, L. (2004). Impaired performance of children exposed in utero to cocaine on a novel test of visuospatial working memory. Brain and cognition, 55(2), 409-412.

[3] 原田悦子・須藤智・山口一大 (2013). 「使うことの学習」 過程を知る: GMLT による加齢効果の実験室的検討. JCSS Japanese Cognitive Science Society, 92-98.

[4] 大門　貴之・原田　悦子・須藤　智 (2015). ガイドの利用は経路探索の学習を変容させるか：加齢による検討, 日本認知心理学会第 13 回大会

[5] Daimon, T., Harada, E. T. & Suto, S. (2014). Comparing learning process of young and older adults in the problem solving task: Effect of embedded aid. Cognitive Ageing Conference 2014.

[6] 大門　貴之・原田　悦子・須藤　智 (2015). 高齢者は問題解決の学習場面でガイド情報を利用できるか：若年成人との比較を通して，日本心理学会第 79 回大会

[7] Byrne, M. D., (2001). ACT-R/PM and menu selection: Applying a cognitive architecture to HCI. International Journal of Human-Computer Studies, 55, 41-84.

表１ 本研究での４つのシミュレーションで用いたパラメタの一覧

パラメタ	内容	生起しない場合
固定パラメタ	右/下方向に進むとき，左/上よりも2倍の重み付けで右か下方向に探索する	ランダム探索
経路探索パラメタ①	右/下方向に進む場合にはその方向に直進する	ランダム探索
経路探索パラメタ②	エラーして正しく元いた正解のマスに戻れたが再度同じエラーをする	否定
経路探索パラメタ③	エラーした方向を回避する	否定
経路探索パラメタ④	1回エラーした後に元いた正解のマスに戻る	否定
経路探索パラメタ⑤	2回連続してエラーした後に元いた正解のマスに戻る	否定
学習パラメタ①	エラーしなかったマスは次の試行でもエラーしない	固定パラメタ①
学習パラメタ②	1回エラーしたマスは次の試行ではエラーしない	固定パラメタ①
学習パラメタ③	2回エラーしたマスは次の試行ではエラーしない	固定パラメタ①
学習パラメタ④	3回エラーしたマスは次の試行ではエラーしない	固定パラメタ①
学習パラメタ⑤	エラーなく曲がれた曲がり角は次の試行ではエラーしない	固定パラメタ①
実験1ガイドパラメタ①	あるガイドにたどり着いたら，次のガイドまで直進する	学習パラメタか固定パラメタ①
実験1ガイドパラメタ②	あるガイドにたどり着いたら，次のガイド方向に曲がる	学習パラメタか固定パラメタ①
実験2ガイドパラメタ①	現在いるマスに近接するガイドに進む	学習パラメタか固定パラメタ①
実験2ガイドパラメタ②	あるガイドにたどり着いたら，ガイドの指示方向に直進する	学習パラメタか固定パラメタ①
実験3ガイドパラメタ①	現在いるマスに近接するガイドに進む	学習パラメタか固定パラメタ①
実験3ガイドパラメタ②	あるガイドにたどり着いたら，ガイドの指示方向に直進する	学習パラメタか固定パラメタ①
実験3ガイドパラメタ③	現在いるマスに近接するガイドが赤色以外の色なら，そのガイドは避ける	学習パラメタか固定パラメタ①

ぬいぐるみ型端末を用いた世代間コミュニケーション支援の評価
Evaluation of an Intergenerational Communication Support by a Stuffed Doll Device

新井田統[†]，石原妙子[‡]，後舎満[§]，塚本陽一[§]
Sumaru Niida, Taeko Ishihara, Mitsuru Gosha, Yoichi Tsukamoto
[†]KDDI研究所，[‡]オージス総研，[§]KDDI株式会社
KDDI R&D Laboratories, Inc., OGIS-RI Co. Ltd., KDDI Corporation
niida@kddilabs.jp

Abstract
This paper reports the project of creating a communication device by a participatory design process. We organized a hackathon event for co-creating new devices with users. A concept model was developed based on the idea selected through this event. We conducted a field trial for evaluating features of intergenerational communication by using this concept model. The results showed the concept model promoted increase in the quantity of communication between grandparents and grandchildren. The result authenticates potency of this concept.

Keywords — Participatory Design, Co-creation, Intergenerational Communication, Field trial

1. はじめに
著者らは，次世代のコミュニケーションサービスをユーザと共創する活動の一環として，ぬいぐるみ型端末 Comi Kuma の開発を進めている．この端末は，ぬいぐるみを触ることでスタンプが飛ぶというシンプルな機能のみに絞ったインタフェースにより，気軽な遠隔コミュニケーションや非言語情報のやりとりなどを促進し，コミュニケーション活動を活発化させることが期待されている．新奇な機器への受容性を理解するには，実生活環境でのユーザによる利用行動を分析し，サービスデザインの有効性を評価する必要がある．本稿では，離れて暮らす祖父母と孫の間のコミュニケーションに本端末が与える影響を，フィールド実験により評価した結果を報告する．

2. 参加型デザインによる端末開発
筆者らは，これまでにも参加型デザイン[1]のワークショップによるサービスの改善や開発を進めてきた[2][3]．今回のプロジェクトでも，筆者らを含むサービス提供者側と，提供されたサービスを使用するユーザ側の両方の立場からメンバーが参加している．本稿では提供者の立場で参加している人を“企画メンバー”，ユーザの立場で参加している人を“参加メンバー”と記載する．本プロジェクトでは，ハッカソンを実施する前期ステージと，開発デバイスの完成度を高めて受容性評価を行う後期ステージが設けられた．前期ステージでは参加メンバーが活動の中心を担い，アイデア出しや簡易に動作確認ができる初期モデル（プロトタイプ）の作成を行っている．後期ステージではプロトタイプのコンセプトを引き継ぎながら完成度を高めた“コンセプトモデル”の開発を行った．開発の中心が企画メンバーに移りながらも，提供価値について双方で議論を行うことで，常にユーザの視点を取り入れるプロジェクトデザインとしている．

ハッカソンは「BE PLAYABLE」をテーマとして，面倒なもの，嫌なもの，億劫なものを「遊び化」することを課題に実施した．約 30 名が参加して 5 つのチームを形成し，2 週間の制作期間を挟む 2 日間の活動を行った．最終日に各チームよりプロトタイプが提案された．プロトタイプ作成には，スマートフォンとハードウェアを連携させるフィジカル・コンピューティング・ツールキット“konashi”を利用した．提案されたプロトタイプはそれぞれ，ダイニングテーブルに設置する照明型デバイス「kazokumo」，お年寄りとその孫にあたる子どもをつなぐ新しいおもちゃ「エスパーけん玉」，おひとりさま＝「ぼっち」を救うヘッドフォン型ガジェット「bocchix」，クマのぬいぐるみを介してメッセージのやりとりができる「Comi Kuma（プロトタイプ開発時の名称は Warmy）」，スマホアプリで収集したサウンドが出るボール型おもちゃ「あそぼーる」の 5 つである[4]．ハッカソン実施後に企画メンバーが 5 つのプロトタイプの中から一つを選定してコンセプトモデルの開発が進められた．

上記のプロトタイプの中から選定されたアイデアは Comi Kuma である．ぬいぐるみを触ったり動かしたりするだけで，２つのぬいぐるみ間でスタンプのやりとりを行うことができるデバイスである．プロトタイプは，市販品のぬいぐるみを利用して作成され，センサがぬいぐるみの動きを認識し，その情報をトリガーと

してスマートフォン間でスタンプを交換するというものであった．ぬいぐるみを触ることでスタンプが飛ぶというシンプルな機能ながら，気軽な遠隔コミュニケーションやノンバーバルなやりとりなど，これからのコミュニケーションをさらに発展させる可能性を秘めていると考えたことが選定理由である．

コンセプトモデル開発中に参加メンバーと企画メンバーとのワークショップの場が 2 回設けられ，提案したアイデアの提供価値を活かした形で具体的な機能の実装に向けて議論が行われた．コンセプトモデルの開発は，参加メンバーではなくエンジニアやぬいぐるみデザイナーにより行われ，参加メンバーと開発状況を共有しながら進められた．コンセプトモデルは，搭載する機能に合わせてプロトタイプと同等の抱きしめられるサイズとし，かわいらしさを強調するために目や頭を大きくするなど，内外ともにリデザインが行われた．開発されたコンセプトモデルとスマートフォン上での表示画面を図 1 と図 2 にそれぞれを示す．本端末には 12 個のセンサが内蔵され，様々なぬいぐるみの動きを検知して動きに合ったスタンプをスマートフォンの通信機能と連動して通信ネットワークを介して送受信できる．送受信したスタンプは，プロトタイプではスマートフォンに表示されていたが，コンセプトモデルでは胸のリボン部分の小型ディスプレイにも表示可能となり，コミュニケーションにおいてスマートフォンの画面を必ずしも必要としていない．スマートホン上では，お互いに送り合ったスタンプがアイコン写真と共に表示される．

送信可能なスタンプの種別は，“大好き”（ぬいぐるみを抱きしめる），“挨拶”（ぬいぐるみの頭をなでると時間によっておはよう，こんにちは，こんばんはと異なるスタンプが送られる），“おーい”（ぬいぐるみの手を上げる），“なかよし”（ぬいぐるみの手を握る），“おやすみ”（ぬいぐるみを仰向きに横たえる），“キス”（ぬいぐるみの鼻に息を吹きかける）など 11 種類である．

3. フィールド実験

筆者らは，離れて暮らす祖父母と孫を対象としてフィールド実験を行った．ハッカソンにおいて参加メンバーが提案した，スタンプというシンプルなコミュニケーション手段を使うことで夫婦や恋人間で伝えづらいメッセージを伝えやすくするという提供価値の有効性を，世代間コミュニケーションの場を対象として評価することとした．



図 1　開発したデバイス



図 2　スマートフォン上のスタンプ表示

フィールド実験は，秋田県五城目町に住む祖父母と，関東圏に住む孫世帯のペアを対象に実施した．五城目長は人口減少や町民の高齢化といった課題の解決に積極的に取り組んでおり，今回の評価実験参加世帯も，町役場の協力を得て募集された．実験に参加したのは 2 組の家族である．家族 A の孫世帯は両親と中学校一年生の長女，小学校一年生の次女の 4 人家族である．家族 B の孫世帯は両親と 3 歳の長男，1 歳の次男の 4 人家族である．両家族とも，孫世帯の母親の実家が祖父母世帯である．家族 A では次女，家族 B では長男を主たる利用対象者として設定した．

実証実験の目的は，コンセプトモデルを使用して祖父母と孫の間のコミュニケーションの特徴の変化を定性的･定量的に確認することである．実験参加者が行った課題は，コンセプトモデルを 1 週間使用し，その間の使用実態の確認と意識の変化を日誌により報告するものである．実験期間の前後に，調査者による実験参加者のお宅の訪問インタビューの場を設けた．初日のインタビューでは家族構成や普段のコミュニケーションの状況について聞いた．実験後の 2 回目のインタビューでは，日誌と利用期間中のサーバログとを確認し，それぞれのコミュニケーションについて細かな意味づけを行った．

4. 結果

事前に行った訪問調査において，これまでのコミュニケーションについて質問した．家族 A では週に 3 回ほど母親と祖母が電話で話をしており，さらに子供の写真がメールで送られることがあるとのことであった．家族 B は週に 2-3 回程度母親と祖母が通話や SMS でコミュニケーションを取っているとの話であった．

事後に行った訪問調査において，Comi Kuma の置き場所を確認したところ，家族 A の孫世帯はリビングの電話台の下に置いていた．テーブルタップがありスマートフォンの充電も行われている場所であるため，Comi Kuma への充電は継続的に行われていたと考えられる．次女は学校から帰宅したときなどにリビングで自ら触れていたとのことであった．これに対して家族 B の孫世帯は，借り物であるコンセプトモデルを 1 歳の次男が乱暴に扱って壊してしまうことが怖かったとのことで，子供が入れないよう入り口に柵が設置してある台所内の，1m 程度の高さのあるゴミ箱の上に置いていた．ここは充電が継続的にできる場所ではなく，また子供が使いたいと言ったときに渡していたとのことであった．

事後のお宅訪問調査では，利用期間中に記述した日誌の内容を元にインタビューを実施した．1 週間利用した感想を聞いたところ，家族 A の孫世帯では共通の話題ができたことで祖父母とのコミュニケーションが増えたと回答された．祖父母世帯では，やっと慣れて楽しくなってきたところで，終了してしまうのが残念との感想であった．家族 B の孫世帯でも，祖父母とのコミュニケーションが増えたと感じていると回答された．

家族 A の孫世帯では，手に入れた当日は次女がぬいぐるみ遊びをして可愛がっていたとのことであった．実験開始 1 日目は，スタンプが届いたかどうかを母親と祖父母が電話で確認しあいながら利用をしており，「普段ぬいぐるみなど触る機会もない秋田の両親が，孫のためにぬいぐるみの手足を動かしているのだと思うと微笑ましい」といった感想が書かれていた．2 日目に学校が始まると，登校後に母親がスタンプを送信し，下校後には母親が次女を促して送信をしていたようだが，「送信しても相手からの反応がすぐにないため，少し飽きてきたようだ」とメモされていた．4 日目には，長女が固定電話で話をしつつ Comi Kuma でスタンプを送って楽しそうに遊んでいたと日誌で報告されている．5 日目の日誌には「祖父母との共通の話題ができ，電話で会話することが多くなった．秋田の事にも関心を持つようになった」とある．インタビューでは，徐々に使うタイミングが朝と子供が帰宅後と夜寝る前に限定されていったと話しており，利用が進むにつれ利用方法が習熟していったことが見て取れた．また，朝の挨拶は祖父母からの返事が返ってこないが，挨拶としてとりあえず送り，子供が帰宅後と夜の利用では，双方向でのコミュニケーションを行っていたとのことであった．

家族 B の孫世帯では，入手当日に「くまさんをゆびさして，ばあばにやると言ってやりはじめました」と，長男から送信し，返信もすぐに返ってきたとのことであった．1 日目には祖父母から送られてきており，それを母親が伝えると何度かスタンプを送るようになり，「やめるときは，つかれたをやるようになりました」とのことで，状況に依存した利用が行われていた．また，使うときに充電がきれるという問題が祖父母世帯でも孫世帯でも発生していたようである．2 日目には朝に Comi Kuma を使ってスタンプを送り合った後，夕方に祖父母から電話がかかってきたものの，長男は恥ずかしがって電話に出なかったとのことである．4 日目には，長男が「くまさんやろうか」と言って自発的に利用し始める行動が見られ，夜に電話で話をしながら Comi Kuma を利用したとのことであった．また祖父母と母親が電話で朝と夜だけに送ると確認し合い，利用方法の習熟が見られている．5 日目と 6 日目には，朝と晩に双方向でのコミュニケーションが行われていた．孫世帯へのインタビューでも，以前はあまり子供が祖父母のことを話すことはなかったが，スタンプの送受信時にアプリ上に祖父母のアイコン写真が出たときに「ばあばとじいじだね」などと普段の生活で祖父母のことを口にするようになったとの話が出ていた．

図 3 に期間中にサーバに残されたログから求めた，二つの家族での送受信されたスタンプの総数を示す．家族 A は 905 回，家族 B は 322 回と膨大な量のスタンプを送信している．さらに，日別スタンプ数を図 4 に示す．いずれの家族とも，序盤に使用数が減少した後に終盤に向かい増加傾向を示しながら実験終了日を迎えている．送信された数の多かったスタンプ種別は，家族 A では “おーい”（24.8%），“おやすみ”（18.3%），“挨拶”（18.0%），家族 B では “なかよし”（24.2%），“挨拶”（17.8%），“おーい”（14.9%），“おやすみ”（14.9%）であった．両家族ともに “挨拶” や “おーい”，“おやすみ” などの呼びかけや，就寝前の挨拶「おやすみ」が多用されていた．

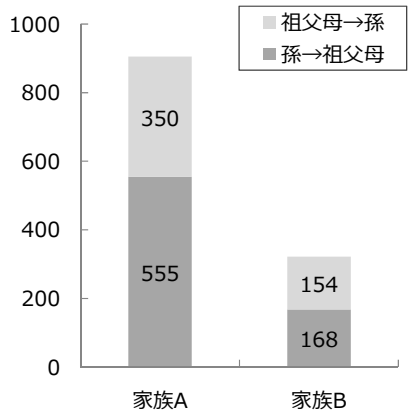


図 3　送信スタンプ総数

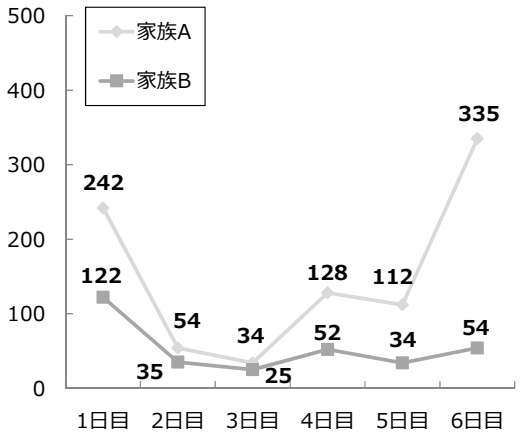


図 4　送信スタンプ数の経日変化

5.　考察

コンセプトモデルを用いた実証実験により，Comi Kuma により祖父母と孫のコミュニケーションが活性化することが確認された．利用開始から 2 日目以降に利用頻度の低下が見られるのは，当初はデバイスに対する興味から利用されるが，生活リズムがお互いの家庭で異なることから丁度良いタイミングで返信が得られずに，双方向コミュニケーションが失敗していることで，孫側の利用の動機づけが弱まったためと考えられる．しかしその後，両家族とも母親と祖父母間で利用する時間帯について合意がなされ，お互いの利用行動を一致させることで，双方向コミュニケーションが増加し，最終的に利用頻度が高まったと考えられる．ログからも，相手から返信スタンプが届くと，その後 5 分間~10 分間様々なスタンプを送信しあうコミュニケーションが発生していることが確認され，コミュニケーションの活性化に繋がっていることが見て取れた．

6 日間で送信されたスタンプの内訳をみると，両家族共通して孫からの送信が祖父母からの送信に比べて多かった．これは，未知の人工物に対して若年層ほど試行錯誤で利用するという傾向と類似しており，特に本実験では，ぬいぐるみという子供の触りたくなる形状であったことが影響したと考えられる．

事前インタビューでは，祖父母から「孫に電話を代わってもらおうとしても，電話の向こうで「嫌」と言う声が聞こえてくる」など，孫が祖父母との言語コミュニケーションに消極的姿勢であることが聞かれていた．実験後のインタビューでは，本端末の利用を通じて電話の回数が増え，言語コミュニケーションに繋がっている例も見られたことから，本端末を用いることで，コミュニケーションのきっかけが与えられていると考えられる．相手と繋がる単機能のデバイスが，常に生活の中で視界に入っていることから，毎日お互いの生活やお互いの姿を想像したり意識する機会が増加し，更に挨拶がぬいぐるみの頭を撫でるという簡単な動作でできることで，毎日の定期的なコミュニケーションのきっかけになっていると推察できる．

6.　まとめ

ユーザ参加型のプロジェクトにより開発したぬいぐるみ型端末の受容性評価を，遠隔に住む祖父母と孫による世代間コミュニケーションを対象に行った．孫がぬいぐるみとのコミュニケーションを取る中でスタンプが送信され，それに対して祖父母からのフィードバックを得ることで結果的に対人間コミュニケーションが増加する傾向が見られており，世代間コミュニケーションの促進に一定の効果が得られた．祖父母と孫の間に共通の話題が作られたことや，ぬいぐるみが家に存在することで，日頃からコミュニケーション相手を身近に感じる効果があったことなど，様々な要因が影響していると考えられる．

参考文献

[1] 塩瀬隆之，水町衣里，小林大祐(2012)．インクルーシブデザインでデザイナがユーザに期待する役割，システム制御情報学会誌，56(2)，pp. 65-70，2012.
[2] 新井田統，久保隅綾（2014）．参加型デザインによる Wi-Fi AP 設定マニュアルの改訂，2014 年度日本認知科学会第 31 回大会，P2-48.
[3] 新井田統，田才浩之，塚本陽一(2015)．新サービス提案に向けた仮想研究所におけるユーザとの協調作業，HI 学会 UXSD 研究会配付資料.
[4] http://aufl.kddi.com/prototype/ (2016 年 7 月 18 日現在)

運転支援方法とユーザビリティ・行動変容の関係に関する実験的検討
Relationship between Usability Evaluation and Behavior Changes with Advanced Driving Assistant System

松林 翔太[1 2 6]，三輪 和久[1]，山口 拓真[2 6]，神谷 貴文[3]，鈴木 達也[3]
池浦 良淳[4]，早川 聡一郎[4]，伊藤 隆文[5]，武藤 健二[5]

Shota Matsubayashi, Kazuhisa Miwa, Takuma Yamaguchi, Takafumi Kamiya, Tatsuya Suzuki
Ryojun Ikeura, Soichiro Hayakawa, Takafumi Ito, Kenji Muto

[1]名古屋大学大学院情報科学研究科，[2]名古屋大学未来社会創造機構，[3]名古屋大学大学院工学研究科，
[4]三重大学大学院工学研究科，[5]株式会社デンソー，[6]JST/COI
Nagoya University, Graduate School of Information Science,
Nagoya University, Institute of Innovation for Future Society (MIRAI),
Nagoya University, Graduate School of Engineering,
Mie University, Graduate School of Engineering,
Denso Corporation
JST/COI
matsubayashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

Recently, many automation systems that cooperate with human become popular in our society; however, it is unclear how use of such systems changes the relationship between users' system understanding and behavior. We report an experiment in which we used advanced driving assistant system (ADAS) that cooperates with drivers for obstacle avoidance. Participants performed driving tasks with the system that provided them (1) with mild / strict driving control, and (2) with / without assistance information, and then, participants evaluated the usability of the system. Additionally, we investigated how driving behavior changes in each of the conditions by comparing their pre- and post-driving behavior. The results are summarized as follows. First, the strict control lowered the usability evaluation on the system. Second, without assistance information, drivers' behavior changed slighter than with information, and in some cases changed against the system support. Third, behavior changes depended on their personality under the strict control, or without assistance information.

Keywords — Usability Evaluation, Behavior Change, Human-Computer Interaction, Advanced Driving Assistant System (ADAS), Personality

1. はじめに

技術の発展により自動化システムが身近な存在になってきている．これらの自動化システムは「第三の人工物」と呼ばれ [1]，自律的な活動によって人間の活動を肩代わりしている．しかし現状では，人間の活動をそれらのシステムにすべて委任することは困難な場合も多い．例えば自動車の運転においては，操作の遂行権限などに基づき，完全手動から完全自動までの間に 4 つのレベルが定義されている [2]．人間とシステムが協調しながらひとつの課題に取り組む場面がますます増えることは容易に想像できる．

自動化システムの導入による利点として，元来人間が担ってきた身体的負荷は分散されることが挙げられる．その一方，自動化レベルの上昇はシステム内部処理における透明性の低下，いわゆる「ブラックボックス化」がユーザに対して引き起こされると指摘されている [3]. ターゲット検出の意思決定判断を支援するシステムを用いた実験では，精度の高いシステムであったとしても稀に生じるエラーの理由がユーザに提示されない場合は，システムに対する信用が低下することが示されている [4].

このような自動化レベル上昇に伴う諸問題に対するアプローチとして，自動化システムを対象にした新たなユーザビリティアンケートが提案されている [5]. そこでは従来項目「有効さ」「効率」「満足度」に，「意図の理解」「違和感のなさ」「モチベーション」の新規項目が新たに加えられている．これら新たな観点に基づいたシステムに対するユーザビリティ評価に，自動化システムの挙動がどのように影響するか検証を行う必要がある．

また，自動化システムとの協調によってユーザはその認識に変化が生じる．運転支援システムのひとつである ACC (Adaptive Cruise Control System: 車速・車間自



図 1　実験に使用したドライビングシミュレータ．左図は装置の外観を，右図はステアリングと速度計に表示される情報提示の一例を示す．警告時には各視覚刺激は緑色で表示されるが，介入時には赤色で表示され，音や振動パターンも変化する．ステアリング LED は左右方向に流れるように遷移することでドライバの操作を誘導する．

動制御システム) を用いた実験では，ACC を長時間利用するほどシステムの制約に関する言及が増えてくることが知られている [6]．その他，ドライバと ACC が同一の運転目標を共有すること，ACC が行う介入に関する情報が提示されることによって，ドライバが抱く ACC に対する信用性・受容性が向上することも示されている [7].

これらの先行研究では ACC や LKA (Lane Keeping Assistant System: 走行レーン維持システム) などの運転支援システムに対する認識に関しては検討されているものの，その認識がドライバの身体的な行動にどう影響するかについては十分検討されていない．教育目的の支援システムを通して行動変容を促す際には，態度や知識，目標などの個人特性が重要な要因であると言われているが [8], 特に自動車運転は非常の多くの複雑な認知・運動プロセスを経ることから，個人特性に着目することは必要不可欠である [9]．とりわけ，加齢によって生じる感覚・注意・身体機能の低下は運転行動に大きな影響を与えることから [10]，自動化システムに対する認識と，システムとの協調行動における身体的動作の関係について十分な検証が必要である．

そこで本研究では，運転支援システムにおいて，内部処理の透明性に関わる「情報提示」の有無と，ドライバの行動裁量に関わる「制約」の強度が，ユーザビリティ，およびその後の支援なし走行時の行動にどう影響するかを実験的に検討した．実験において，システムによる制約が強いことはドライバに行動の裁量権が与えられないことを意味し，システムが行う処理が提示されないことはシステムに関する情報がドライバに与えられないことを意味する．また，情報提示はドライバの認知的理解に対する支援であり，制約は身体動作に対する支援であると捉えられる．合わせて，これらの支援内容によって，ドライバが持つ個人特性 (年齢，注意機能) がユーザビリティ評価と行動変容にどう影響するか，さらに評価が最終的な行動にどう影響するかについても検討した．

2. 実験方法

2.1. 装置・刺激

実験環境として，運転支援システムが搭載されたドライビングシミュレータ (DS) を使用した (図 1)．本システムは，ドライバの運転状況をもとにリアルタイムで先読みを行い，規範的な安全許容範囲から逸脱と予測される場合，まず情報提示による認識的な誘導を行う．その後，情報提示による誘導のみでは十分ではないと判定された場合は，速度介入と操舵介入による身体的な誘導が行われる．

情報提示は，ドライバに減速やステアリング操作を促す警告時と，実際にそれらの介入が行われる介入時それぞれ実施される．具体的には，聴覚刺激としてビープ音と注意対象の通知 (例: “駐車車両に注意”など)，視覚刺激として速度計に表示されるアイコン (徐行マーク，誘導方向矢印) とステアリング LED，触覚刺激としてステアリングとアクセルペダルの振動が提示さ

れた．各刺激は警告時と介入時では色やパターンが異なっていた (図 1).

速度・操舵介入は，運転教習員のデータに基づき設定された安全許容範囲から逸脱しないように，その大きさや向きが決定される．速度介入は障害物回避時と交差点通過時に規定速度まで強制的に減速させるものである．一方，操舵介入は障害物回避時にステアリングに対して力が加わるものだが，このときの力は非常に微弱であり，ドライバは操舵介入の誘導に対して意図的に反発することも可能であった.

本運転支援システムは，駐車車両や交差点の死角に潜むリスクをドライバに提示し，必要に応じて安全な走行へと誘導する．そのため，ドライバが十分に安全な運転を行った場合，情報提示や速度・操舵介入の一部は実施されない．したがってシステムが提供する各支援をドライバが理解することができれば，自身の運転行動を見直してより安全な運転行動への改善，いわば教育効果が期待できる.

参加者は駐車車両回避，信号なし交差点の通過，歩行者回避の順で設定された約 500 m の直進道路を走行した．実験では全走行で同じコースを使用している．なお，駐車車両付近と歩行者付近は速度・操舵介入ともに行われる可能性があるが，交差点付近は回避対象がないため操舵介入は行われない．ただし，交差点付近はその他 2 地点より規範的速度が低く設定されているため，介入が入りやすい．走行データは 10 ms 間隔で取得した (運転支援システムの詳細な仕様については [11] [12] を参照).

運転支援システムの評価には，上述のユーザビリティアンケート [5]を用いた. アンケートは「有効さ」「効率」「満足度」「意図の理解」「違和感のなさ」「モチベーション」それぞれについて 3 つの質問の全 18 問で構成され，5 件法で回答を求めた．また，参加者の主観的注意機能を測定するため，注意機能尺度アンケート [13] を使用した．全 13 問を 5 件法で回答を求め，注意分割・注意多動性・注意切替に関して主観的な評定を行わせた.

2.2. 条件デザイン

実験ではドライバ行動の制約強度と情報提示の有無を操作した．制約には弱 (ドライバの裁量が大きい / 支援が入りにくい) と強 (ドライバの裁量が小さい / 支援が入りやすい) の 2 つの設定を用意した．情報提示については，行う場合と行わない場合の 2 つの設定を用意した．それらを組み合わせた弱無条件・弱有条件・強有条件の 3 条件に，参加者 89 名をランダムに割り振った (表 1).

2.3. 手続き

参加者には実験の最初に注意機能尺度アンケートに回答させた. 続いて実験の流れについて説明を行った. この際，実験の目的を「運転支援システムの評価」と伝えたが，支援内容については「速度・ステアリング・各種表示の 3 つの支援」とだけ教示し，支援内容の詳細は伝えなかった (情報提示無条件のみは「速度・ステアリングの 2 つの支援」と教示).

DS に乗車しシート位置や高さを調整した後，DS の操作に慣れさせるため，支援なしの設定で練習走行を 2 回行わせた．その後，日常的な運転を心がけるよう教示し，支援なし本番走行 (プレ走行) を 3 回行った.

続いて 3 条件いずれかの支援が設定された状況で，練習走行を 2 回，本番走行 3 回を実施した (支援あり走行). この練習走行では参加者の安全面を考慮し，意図的に駐車車両・歩行者に接近するよう誘導し，速度・操舵介入を体験させている．また，潜在的リスクの存在を参加者に知覚させるため，支援あり練習走行時にのみ，交差点通過時に右方向から飛び出してくるバイクを表示させている．このバイクは交差点手前で停止し，それ以降は移動しない．本番走行の教示はプレ走行の本番と同様であった.

支援あり本番走行を終えた後，参加者は支援システム全体に関してユーザビリティアンケートに回答した. 回答後，プレ走行と同様の設定・教示で支援なしの本

表 1　実験参加者の条件および群の内訳．*n* は人数，*M* は平均, 括弧内は標準偏差を示す. また *age* は年齢，*att* は注意機能尺度得点を表している.

条件	年齢	*n*	M_{age}	注意	*n*	M_{att}
弱無		28	62.8 (12.3)		28	3.50 (0.5)
	若年	11	50.1 (9.6)	高	13	3.88 (0.3)
	高齢	17	71.1 (3.9)	低	15	3.16 (0.3)
弱有		26	58.7 (12.5)		26	3.44 (0.4)
	若年	15	50.7 (8.1)	高	12	3.83 (0.2)
	高齢	11	71.7 (5.0)	低	14	3.09 (0.1)
強有		26	60.8 (13.3)		26	3.50 (0.1)
	若年	13	48.1 (11.1)	高	14	3.86 (0.2)
	高齢	13	69.9 (4.2)	低	12	3.08 (0.3)

番走行 (ポスト走行) を 3 回行った.

3. 結果

実験中の酔いを訴えた 9 名を分析から除外し，80 名を分析対象とした．また，参加者の個人特性による影響を検討するため，事後的に年齢および注意機能尺度得点を全参加者の中央値で二分し，それぞれ若年群・高齢群，注意高群・低群とした (表 1).

走行データの分析に関しては，支援が実施される可能性のある区間として，駐車車両の前後 100m，交差点の前後 50m，歩行者の前後 100m のみを抽出した．以降の分析には，本番走行 3 回のデータを参加者ごとに平均した値を用いている.

なお，今回の結果では最も顕著に効果が見られた区間として，速度介入は交差点，操舵介入は駐車車両の区間を取り上げる．また，実験的に操作した 3 条件に関しては，弱有条件-弱無条件間で情報提示の効果を，弱有条件-強有条件間で制約強度の効果を確認する.

3.1. 支援介入率

操作した支援内容がシステムの介入頻度に与えた影響を検討するため，速度・操舵介入率を分析した．速度・操舵介入が行われていた時間割合を参加者ごとに算出し, それぞれ 1 要因 3 水準 (支援: 弱無 / 弱有 / 強有) の分散分析を実施した (図 2).

速度介入率 (交差点) においては, 支援の主効果が有意であり ($F(2, 77) = 7.97, p < .001$)，下位検定の結果，弱有-弱無間と弱有-強有間はともに有意であった ($t(52) = 3.72, p < .001$; $t(50) = 3.14, p < .005$)．操舵介入率 (駐車車両) においては，支援の主効果が有意であり ($F(2, 77) = 33.24, p < .001$), 弱有-弱無間と弱有-強有間はいずれも有意であった ($t(52) = 2.95, p < .005$; $t(50) = 8.04, p < .001$).

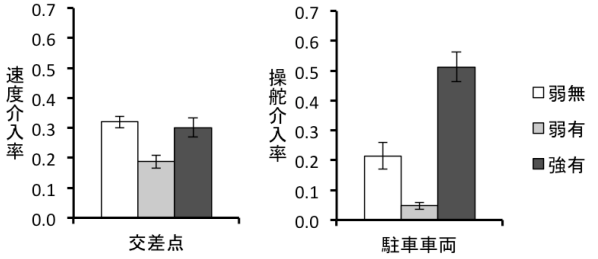


図 2 支援あり走行時における支援内容ごとの介入率．左図は交差点区間の速度介入率，右図は駐車車両区間の操舵介入率を示す．対象となる区間を通過するまでにかかった時間のうち，システムによる速度・操舵介入が行われていた時間の割合を算出した．エラーバーは標準誤差を示す.

情報提示無条件と制約強条件においてシステムの介入頻度が増えていたことから，意図した条件操作が行えていたことが確認された.

3.2. ユーザビリティ評価

支援内容が評価に与える影響を検討するため，ユーザビリティの各項目について 1 要因分散分析を実施した (図 3).

その結果，効率・意図の理解・違和感のなさの各項目において支援の主効果が有意であり ($F(2, 77) = 6.81, p < .005$; $F(2, 77) = 4.85, p < .05$; $F(2, 77) = 3.22, p < .05$)，下位検定の結果，3 項目いずれも弱有-強有間で差が見られた ($t(50) = 3.47, p < .001$; $t(50) = 3.11, p < .005$; $t(50) = 2.54, p < .05$)．また，モチベーションにおいて支援の主効果が有意傾向であった ($F(2, 77) = 3.03, p = .054$).

個人特性がユーザビリティ評価に与える影響を検証

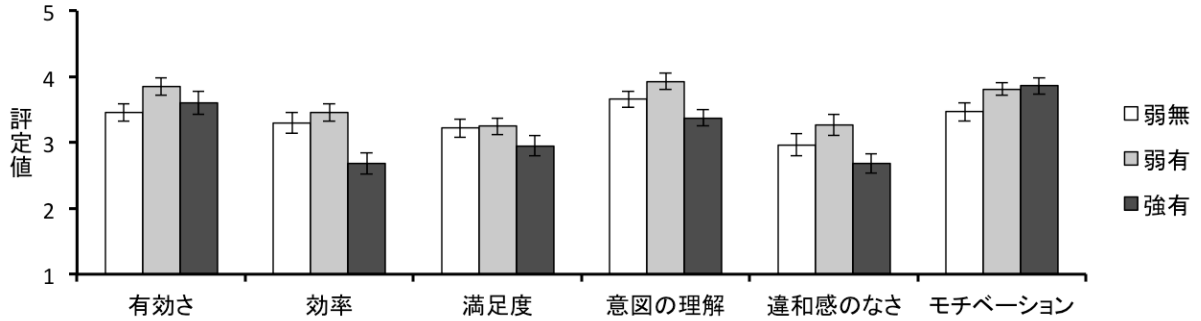


図 3 支援あり走行後に実施したユーザビリティ評価アンケートの結果．モチベーションを除く 5 項目は得点が高いほどシステムに対して好意的に感じていたことを表す．モチベーションは「システムに頼らず自身の操作で運転したい」という動機の強さを表している．エラーバーは標準誤差を示す.

するため，各項目について支援×年齢および支援×注意の 2 要因分散分析を行った．その結果，モチベーションにおいて，年齢の主効果と注意の主効果がそれぞれ有意であった ($F(1, 74) = 4.08$, $p < .05$; $F(1, 74) = 4.38$, $p < .05$)．その他項目では主効果および交互作用は確認されなかった (Fs < 1, *n.s.*).

以上より，支援システムによる制約が強まると効率・意図の理解・違和感のなさのユーザビリティ評価が低下することが明らかになった．これは，制約強条件ではシステムの介入頻度が弱条件に比べて著しく高かったことに起因していると考えられる．一方，情報提示を行わなくてもシステムに対する評価は低下しなかったことは驚きである．また，「自身の操作で運転したい」というモチベーションは支援内容によらず，高齢群および注意高群が高いことが明らかになった．

3.3. プレ-ポスト間行動変容

支援システムと協調して運転を行った後，参加者の運転行動がどのように変容したか，その教育効果を検討するため，プレ-ポスト間の平均速度・平均マージン (自車-回避障害物間の距離) の変化量を参加者ごとに

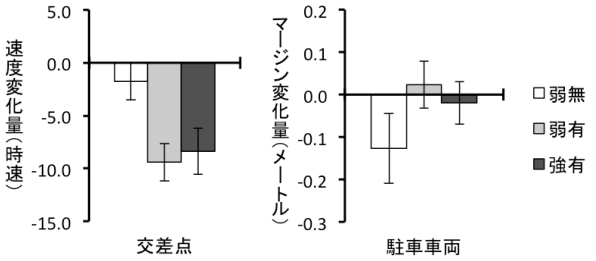


図 4　支援内容ごとのプレ-ポスト走行間における行動変容の結果．左図は速度変化量を示し，負の値はプレ走行からポスト走行にかけて速度が減少した (システムによる支援に従った安全な運転行動に変容した) ことを，正の値は速度が上昇した (システムによる支援に反した危険な行動に変容した) ことを表す．右図は操舵変化量を示し，正の値はプレ走行からポスト走行にかけてマージンが増加した (システムによる支援に従った安全な運転行動に変容した) ことを，負の値はマージンが減少した (システムによる支援に反した危険な行動に変容した) ことを表す．エラーバーは標準誤差を示す．

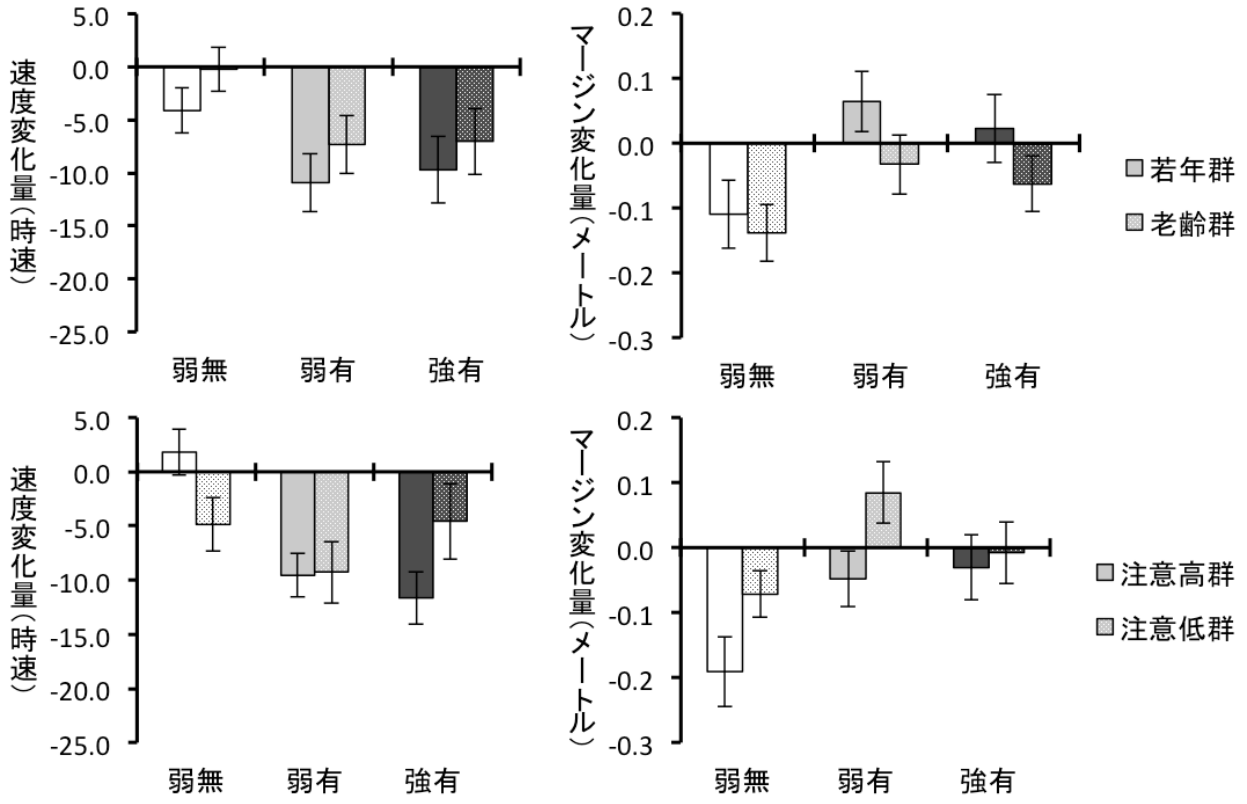


図 5　支援内容および年齢群・注意群ごとのプレ-ポスト走行間における行動変容の結果．左側は速度変化量，右側はマージン変化量を示し，上段は年齢，下段は注意と支援内容の関係をそれぞれ示している．エラーバーは標準誤差を示す．

算出し，それぞれ 1 要因分散分析を実施した (図 4).

速度変化量 (交差点) においては, 支援の主効果が有意であり ($F(2, 77) = 4.61, p < .05$)，下位検定の結果，弱有-弱無間に有意差が見られたが ($t(52) = 2.78, p < .01$), 弱有-強有間には有意差は見られなかった ($t(50) = 0.37$, *n.s.*).

マージン変化量 (駐車車両) においては, 支援の主効果が有意であり ($F(2, 77) = 4.98, p < .01$)，下位検定の結果，弱有-弱無間は有意であったが ($t(52) = 3.05$, $p < .005$)，弱有-強有間に有意差は見られなかった ($t(50) = 0.86$, *n.s.*).

情報提示無条件は有条件に比べ速度減少量が小さいことが明らかになった．マージン変化量は全体的に変化が小さかったが，提示の有無で差が見られた上，かつ無条件はプレ走行時に比べ有意に低下していた ($t(27) = 13.75, p < .001$)．このことは，提示無条件の参加者が支援による誘導とは逆方向，すなわち危険な方向へと行動が変容していたことを示している．一方，制約強条件は弱条件よりも支援介入頻度が有意に高かったにも関わらず，速度・マージン変化量に有意な差は見られなかったことは特筆すべき結果である．

続いて個人特性がユーザビリティ評価に与える影響を検証するため，各変化量について支援×年齢および支援×注意の 2 要因分散分析を行った (図 5).

その結果，速度変化量に関して，支援と注意の交互作用が有意であり ($F(2, 74) = 3.22, p < .05$)，弱無条件と強有条件における注意の単純効果が有意傾向であった ($F(1, 74) = 3.03, p = .08$; $F(1, 74) = 3.41, p = .06$). マージン変化量に関しては，年齢の主効果が有意傾向で ($F(1, 74) = 3.00, p = .08$)，注意の主効果が有意であった ($F(1, 74) = 5.39, p < .05$).

注意能力は支援内容によって速度変化にもたらす影響が異なっていた．情報提示が行われない場合は注意低群のほうが速度を大きく低下させた一方，制約が強い場合は逆に注意高群のほうが大きく速度を低下させた．マージンに関しては，支援内容を問わず，高齢群および注意高群が誘導に反して狭くなる傾向が観察された.

4. 考察

本研究では運転支援システムを用いて，内部処理の透明性に関わる「情報提示」と行動裁量に関わる「制約」を実験的に操作し，ユーザビリティ評価とその後の行動変容に与える影響を検討した．また，年齢と注意機能がユーザビリティと行動変容に影響するかについても検証を行った.

その結果，以下の 4 点が明らかになった．まず制約に関して，(1)ドライバの行動裁量に対する制約を強めシステムによる介入頻度を増やした場合，システムに対して違和感や理解不足を感じ，ユーザビリティ評価の低下を引き起こした．評価後の支援なし走行では，高い介入頻度の割には行動変容が小さく，その変化量は制約の弱い場合と同程度に過ぎなかった．これは，システム介入中は常に視覚・聴覚・触覚の刺激が提示され続けていたことに起因すると考えられる．特に注意能力の自己評定が低いドライバにおける行動変容が小さかったことから，過多な情報を処理する上で注意資源が不足し，その結果システムの意図が十分に把握できなかったことが原因と推測される.

また，情報提示に関して，(2)システム挙動に関する情報が提示されない場合，意外なことにもユーザビリティ評価は提示される場合と変わらなかった．しかしその後の支援なし走行では，提示ありの場合と比べて行動変容が有意に小さくなった．特に障害物回避マージンはシステムと協働を行う前よりも狭くなっており，システムの誘導とは逆方向，つまりより危険な行動へと行動が変容していた．この条件では介入前にも介入中にもシステムがドライバに情報を一切提供しない．よって内部処理の透明性は確かに低下しているものの，注意資源が割く対象も存在しため，各ユーザビリティ評価は低下しなかったと考えられる．ただ，その後の支援なし走行において，特に注意能力の自己評価が高いドライバがシステムの誘導とは逆方向に行動が変容した．これは，情報提示がなく意図の不明な介入よりも自身の運転操作を信用し，支援なし設定に戻った際にもその過信状態が継続されてしまったためではないかと推測できる．一方，注意能力の自己評価が低いドライバは意図の分からない介入に不安を覚え，消極的ながらもシステムの誘導に従ったものと考えられる.

続いて個人特性のうち，(3)注意に関して部分的に支援内容との間に交互作用が観察された．このことは個人特性によって最適な支援内容が異なることを意味し，個々人に沿った運転支援システムの必要性を示している．一方，弱有条件は年齢および注意に影響された項目が他の 2 条件よりも少ないことから，(4)適切な設定の運転支援システムであれば，個人特性の差から生じる影響を最小限に抑えられる可能性が示唆された.

5. 結論

本研究では，人間と協調して課題を行う自動化システムの挙動が，私たちの認識および行動変容にどのように影響するか，また，個人特性やシステムに対する認識が行動変容にどのように影響するかを実験的に検討した．その結果，システムの挙動がシステムに対する認識に影響し，その挙動や認識に加えて注意機能など一部の個人特性がその後の行動に効果を及ぼすことが明らかになった．システムの挙動によって行動に影響する要素が異なる点は，今後ますます増える自動化システムとの協調場面において重要な知見である．

今回の実験では，システムに対する意図の理解や違和感が協調場面において重要な役目を果たしていることが示されたが，参加者が具体的にどのような意図を理解し，どのような点に違和感を感じていたかは不明である．参加者が構築した ACC のメンタルモデルについて一部では検討されているが [14] [15]，参加者がシステムをどのような理解をしているのか，またその測定手法は適切かなど議論の余地が残されている．加えて，本システムを教育システムとして考えた際，システム利用後にも長期的に行動変容が見られるか，DS から実車における運転に教育効果が転移するかなど，考慮すべき課題は多い．

今後も引き続き，自動化システムに対する認識と行動の関係に着目した研究を進めていきたい．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16H02353，および国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーションプログラム (名古屋 COI)」の支援によって行われた．

参考文献

[1] Norman, D. A., (1991) “Cognitive Artifacts”, *Designing Interaction: Psychology at The Human-Computer Interface*, 17-38. New York: Cambridge University Press.

[2] SAE International (2014) “Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems”, SAE J3016.

[3] 三輪 和久, (2014) “オートメーションと付き合うために知っておくべきこと –認知的廃用性萎縮の課題–”. 『電子情報通信学会誌』, Vol. 97, No. 9, pp. 782-787.

[4] Dzindolet, M. T., Peterson, S. A., Pomranky, R. A., Pierce, L. G., & Beck, H. P. (2003) “The role of trust in automation reliance”. *International Journal of Human Computer Studies*, Vol. 58, No. 6, pp. 697-718.

[5] Maehigashi, A., Miwa, K., Kojima, K., & Terai, H. (in press) *Lecture Notes in Computer Science*.

[6] Larsson, A. F. L. (2012) “Driver usage and understanding of adaptive cruise control”, *Applied Ergonomics*, Vol. 43, No. 3, pp. 501-506.

[7] Verberne, F. M. F., Ham, J., & Midden, C. J. H. (2012) “Trust in Smart Systems: Sharing Driving Goals and Giving Information to Increase Trustworthiness and Acceptability of Smart Systems in Cars”, *Human Factors*, Vol. 54, No. 5, pp. 799-810.

[8] Masthoff, J., Grasso, F., & Ham, J. (2014) “Preface to the special issue on personalization and behavior change”, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 24, No. 5, pp. 345-350.

[9] 土居 俊一, (2007). “ドライバ特性を踏まえた運転支援”, 『デンソーテクニカルレビュー』, Vol. 12, No. 1, pp. 3-11.

[10] 自動車技術会中部支部, (2005) “高齢者運転適性ハンドブック ： 高齢者にやさしい車社会を目指して”, 東京: 自動車技術会.

[11] 山口 拓真・奥田 裕之・鈴木 達也・早川 聡一郎・池浦 良淳・武藤 健二・伊藤 隆文, (2016) “スーパーバイザ型協調制御の提案とその評価”, 『自動車技術会 2016 年春季大会 学術講演会講演予稿集』, No. 65-16S, 1593-1598.

[12] 神谷 貴文・ 山口 拓真・奥田 裕之・鈴木 達也・松林 翔太・三輪 和久・武藤 健二・伊藤 隆文, (2016) “スーパーバイザ型協調制御の実験的検証”, No. 65-16S, 1599-1604.

[13] 鈴木 大輔・和田 裕一・岩崎 祥一 (2004) “認知・感情 注意機能尺度の作成の試み (7)”, 『日本応用心理学会大会発表論文集』, No. 71, p. 40.

[14] Piccinini, G. F. B., Rodrigues, C. M., Leitão, M., & Simões, A. (2014) “Reaction to a critical situation during driving with Adaptive Cruise Control for users and non-users of the system”, *Safety Science*, Vol. 72, pp. 116-126.

[15] Beggiato, M., & Krems, J. F. (2013) “The evolution of mental model, trust and acceptance of adaptive cruise control in relation to initial information”, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 18, pp. 47-57.

ネット投票の賛否の要因 —メディアリテラシーとプライバシー感度からの探索— Factors Influencing Approval/Disapproval of Elections via Internet: Exploration from the Perspectives of Media Literacy and Privacy Sensitivity

野村　竜也，藤吉　竜馬，塚元　優太
Tatsuya Nomura, Ryuma Fujiyoshi, Yuta Tsukamoto
龍谷大学理工学部情報メディア学科
Department of Media Informatics, Ryukoku University
nomura@rins.ryukoku.ac.jp

Abstract

For the aim at exploring psychological factors influencing people's approval/disapproval of elections via the internet, an online social survey was conducted from the perspectives of media literacy and privacy sensitivity. The results suggested that persons approving elections via the internet tended to have higher media literacy than those not approving them, although the trend was influenced by equipment used for the internet access and personal traits such as gender.

Keywords — Election via Internet, Media Literacy, Privacy Sensitivity

1. はじめに

継続する選挙投票率の低下に対して、インターネットを介した投票方式、いわゆるネット投票が注目を浴びながら、現時点では本格的導入に至っていない。その理由としては、システムのセキュリティや安定性、投票結果の秘密保持等に対する懸念が挙げられているが、実際の有権者が感じている心理的障壁についての実証的研究は行われていない。

インターネットと投票行動の関連については、幾つかの既存研究が存在する。宮田ら[1]はインターネットを介したニュースへの接触が政治的関心を高め知識も高めることを、小林[2]はネットニュースの利用が投票行動に正の影響を与えることを見出している。しかし、これらの既存研究ではネット投票については触れられていない。

本研究では、ネット投票の賛否を規定する心理的要因の探索を目的として、オンラインでの質問紙調査を行った。本調査では、インターネット利用に影響を与える要因としてのメディアリテラシー、および投票結果の秘密保持に関連するネット上でのプライバシー感度がネット投票の賛否にどのように影響を与えるかについて探索を行った。

2. 方法

本調査は、調査会社への委託により 2015 年 11 月にインターネット上のホームページを介して行われた。調査会社に登録されている 20 代～50 代の男女からランダムに選ばれたモニターに電子メールで回答依頼がなされ、回答者が 300 人に到達した時点で調査が締め切られた。回答者数を表 1 に示す。

表 1　本調査における回答者数

	20 代	30 代	40 代	50 代
男性	37	37	38	38
女性	38	38	37	37

測定内容としては、フェイスシートにおいて、「インターネット利用の際に現在最も使用頻度の高い機器」について「PC」「スマートフォン」「タブレット」「携帯電話」から 1 つ選択して回答するよう求めた。また、ネット投票に関して「賛成」「反対」「どちらでもない」から 1 つ選択して回答するよう求めた。

メディアリテラシーの測定については、高比良ら[3]の「情報活用の実践力尺度」から「判断力」「処理力」「発信・伝達力」の 3 下位尺度を使用した。ネット上でのプライバシー感度の測定については、佐藤ら[4]の「インターネット版プライバシー次元尺度」を使用した。本尺度は、各項目で示される自己情報についてネット上の匿名な不特定多数の人に対してどのくらい知られたくないと感じるかを尋ねるものであり、4 つの下位尺度（自伝的情報、属性情報、識別情報、暗証情報）から構成される。表 2 に、メディアリテラシーおよびプライバシー感度の尺度における下位尺度とその項目数および項目例を示す。

表 2　メディアリテラシーおよびプライバシー感度の尺度における下位尺度とその項目数および項目例

尺度	下位尺度	項目数	項目例
情報活用の実践力尺度[3]	判断力	8	“噂を聞いたときには，それがどのくらい根拠があるかを確認している．”
	処理力	8	“長い文章でも，その要点はたいてい把握できる．”
	発信・伝達力	10	“相手の反応に気を配りながら話すほうである．”
インターネット版プライバシー次元尺度[4]	自伝的情報	11	“生い立ち”, “思想信条”
	属性情報	8	“出身地”, “家族構成”
	識別情報	4	“本名”, “住所”
	暗証情報	3	“クレジットカードの番号”, “暗証番号、パスワード”

注：情報活用の実践力尺度は 5 件法（1．全くそう思わない～5．とてもそう思う）
　　インターネット版プライバシー次元尺度は 4 件法（1．知られてもよい～4．知られたくない）

3.　結果

各下位尺度の Cronbach のα係数は、「情報活用の実践力尺度」において「判断力」で.695、「処理力」で.751、「発信・伝達力」で.733、「インターネット版プライバシー次元尺度」において「自伝的情報」で.929、「属性情報」で.911、「識別情報」で.904、「暗証情報」で.912となった。各下位尺度得点は、対応する項目の得点の合計として算出した。

回答者分布から、ネット投票に関する意見は「賛成」と「非賛成（「反対」「どちらでもない」）」に、ネット利用の際の機器は「PC」と「非 PC（「スマートフォン」「タブレット」「携帯電話」）」に分類した。回答者分布を表 3 に示す。

表 3　ネット投票の賛否と利用機器に関する回答者分布

ネット投票		「PC」利用	「非 PC」利用
賛成	男性	64	25
	女性	40	37
反対	男性	47	14
	女性	36	37
賛成	20 代	18	20
	30 代	18	21
	40 代	35	13
	50 代	33	8
賛成	20 代	12	25
	30 代	20	16
	40 代	23	4
	50 代	28	6

ネット投票の意見については年代および性別との関連は認められなかったが、利用機器については年代が上がるほど、まだ男性ほど PC を最も利用頻度の高い機器とする傾向が認められた（利用機器と年代とのクロス：$\chi^2(3) = 39.000$, $p < .001$、利用機器と性別とのクロス：$\chi^2(1) = 17.392$, $p < .001$）。

これらの個人要因とメディアリテラシー、ネット上でのプライバシー感度との関連を探索するため、ネット投票の意見と利用機器と性別を独立変数、上記下位尺度得点を従属変数とした 2×2×2 の 3 要因分散分析を行った。表 4 に結果を示す。いずれの分析においても 2 次の交互作用は認められなかった。

「判断力」得点においてはネット投票の賛否と利用機器の 1 次の交互作用が有意であり、Bonferroni 法による単純主効果検定の結果、ネット投票「非賛成」群において「PC」利用群が「非 PC」利用群よりも有意傾向で得点が高い（$p = .079$）ことが認められた。また、「非 PC」利用群においてネット投票「賛成」群が「非賛成」群よりも有意傾向で得点が高い（$p = .073$）ことが認められた。この得点においてはネット投票の賛否と性別の 1 次交互作用も有意であったが、単純主効果検定の結果では群間に有意な差は認められなかった。

「発信・伝達力」得点では、ネット投票の賛否と性別の主効果およびこれらの要因の 1 次交互作用が有意となった。単純主効果検定の結果、男性においてはネット投票「賛成」群が「非賛成」群よりも有意に得点が高い（$p = .006$）ことが認められた。また、ネット投票「非賛成」群においては、女性が男性よりも有意に

表 4　尺度得点に対する分散分析の結果

		主効果			1 次交互作用			
		利用機器	ネット投票賛否	性別	利用機器×ネット投票	利用機器×性別	ネット投票×性別	2 次交互作用
判断力	F	1.294	2.080	.707	4.805	.715	3.950	.815
	p	.256	.150	.401	.029	.399	.048	.367
	η^2	.004	.007	.002	.016	.002	.013	.003
処理力	F	.005	1.664	.050	1.154	.746	1.674	.659
	p	.945	.198	.823	.284	.388	.197	.418
	η^2	.000	.006	.000	.004	.0025	.006	.002
発信・伝達力	F	1.295	4.188	9.707	.368	.211	6.474	1.733
	p	.256	.042	.002	.545	.646	.011	.189
	η^2	.004	.0135	.031	.001	.001	.021	.006
自伝的情報	F	.038	.041	24.349	.395	.163	3.292	1.016
	p	.845	.840	< .001	.530	.686	.071	.314
	η^2	.000	.000	.075	.001	.001	.010	.003
属性情報	F	.021	4.045	7.889	.481	.893	1.496	.264
	p	.884	.045	.005	.489	.346	.222	.608
	η^2	.000	.013	.026	.002	.003	.005	.001
識別情報	F	.798	.017	33.308	.199	.485	2.429	.066
	p	.373	.897	< .001	.656	.487	.120	.797
	η^2	.002	.000	.100	.001	.001	.007	.000
暗証情報	F	.087	1.279	23.158	1.127	.019	.000	2.791
	p	.769	.259	< .001	.289	.891	.999	.096
	η^2	.000	.004	.0716	.003	.000	.000	.009

得点が高い（$p < .001$）ことが認められた。

また、「プライバシー次元」の 4 尺度得点いずれにおいても性別の主効果が有意であり、女性は男性よりも得点が高いことが認められた。「属性情報」得点においてはネット投票の意見の主効果が有意であり、ネット投票「非賛成」群が「賛成」群より得点が高いことが認められた。

有意性の認められた要因に関する尺度得点の平均と標準偏差を図 1 に示す。

4. 考察

今回の調査結果では、ネット投票に賛成な人は賛成でない人と比べてメディアリテラシーが高い傾向にあること、ただしそれは普段主に使用している機器や性別などの個人特性に依存することが示唆された。特に、普段 PC を利用せずネット投票に賛成でない人はそうでない人に比べメディア情報を無批判に信用しやすい傾向、ネット投票に賛成でない人は自分自身の属性に関する情報をネット上で他者に知られたくないと感じる傾向が示唆された。

一方、ネット投票に対する賛否とメディアリテラシーおよびプライバシー感度との関連の可能性は見出されたものの、分析における各要因の効果サイズは大きいものではなく、年代との関連も含め、より大規模な調査が必要である。

参考文献

[1] 小林哲郎, (2011)“ネットニュースがもたらす政治的知識”, 新情報, Vol.99, pp.10-18.
[2] 宮田加久子, 安野智子, 市川芳治, (2014) “政治過程におけるオンラインニュースの効果：政治的知識に及ぼす直接的・間接的効果”, 社会心理学研究, Vol.30, pp.21-34.
[3] 高比良美詠子, 坂元 章, 森津太子, 坂元 桂, 足立にれか, 鈴木佳苗, 勝谷紀子, 小林久美子, 木村文香, 波多野和彦, 坂元 昂, (2001) “情報活用の実践力尺度の作成と信頼

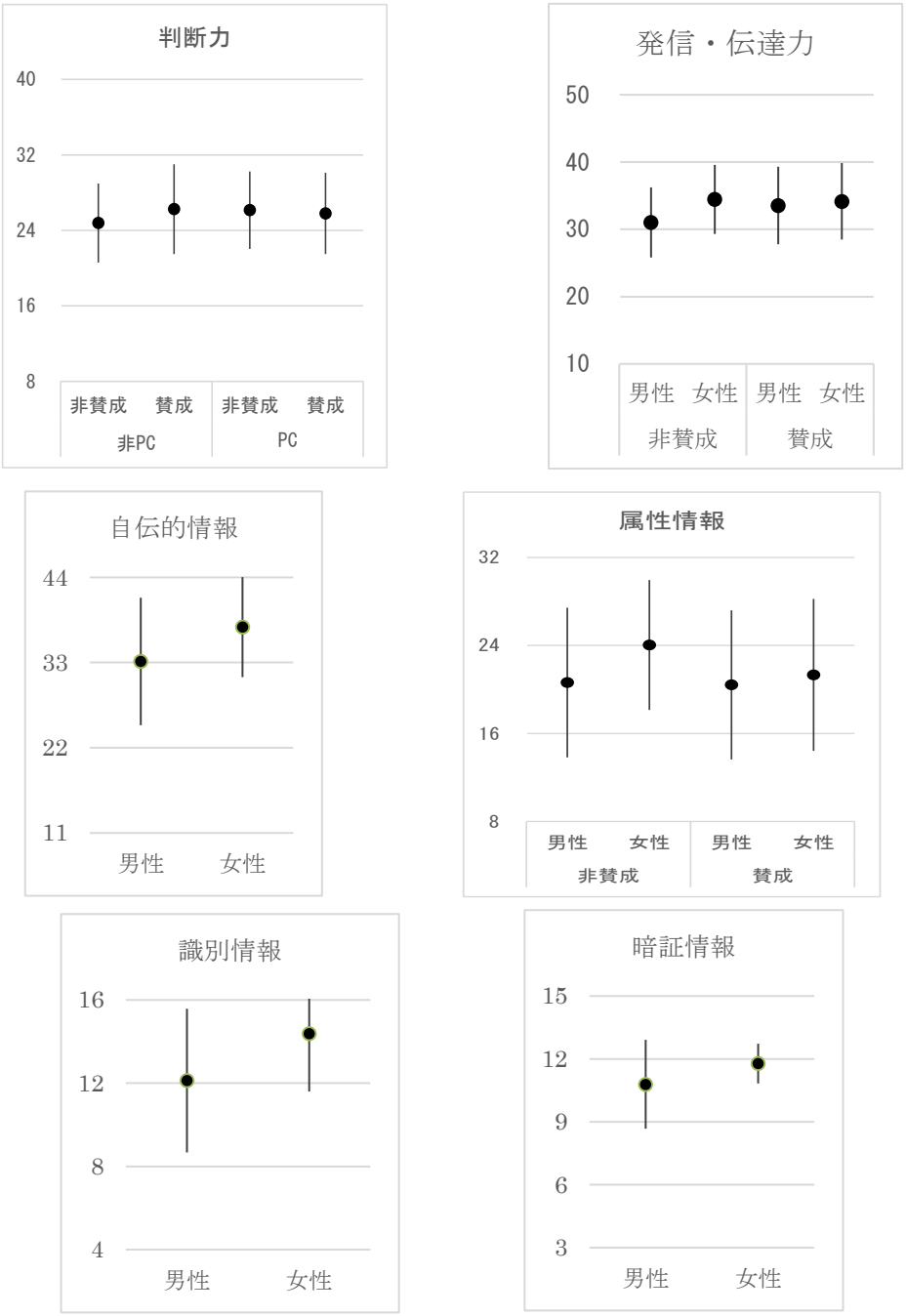


図１　有意性の認められた要因に関する尺度得点の平均と標準偏差

性および妥当性の検討”，日本教育工学会論文誌，Vol.24, pp.247-256.
[4] 佐藤広英，太幡直也，(2013)“インターネット版プライバシー次元尺度の作成”，パーソナリティ研究，Vol.21, pp.312-315.

食品や健康の話題に関するウェブ情報探索プロセスの分析：批判的思考態度との関連性について

An analysis of seeking process of food and health information focusing on critical thinking disposition

南部 美砂子†，村田 友香‡
Misako Nambu, Yuka Murata

†公立はこだて未来大学，‡株式会社アイ・エム・ジェイ
†Future University Hakodate, ‡IMJ Corporatio
m-nambu@fun.ac.jp

Abstract

This study aims to investigate the relation of critical thinking disposition and process of information seeking on the web. In our experiment, participants were presented with an opinion about food and health, and asked to seek information and then to express their own opinion with reasons. The results of quantitative and qualitative analyses showed that participants in high disposition group sought objective information apart from their original beliefs. However, with or without critical thinking disposition, they shared common misconceptions of the information.

Keywords — information seeking, web searching, critical thinking disposition, food and health information

1. 背景と目的

「○○は体に良い／悪い」という情報が，巷に溢れている．それらのなかには，科学的あるいは医学的な裏付けが乏しいものも数多く含まれている．例えば，最近よく目にする飲料用の水素水．現時点では健康への影響に関する医学的検証が十分には行われていないにも関わらず，体に良いというイメージを消費者に与えながら，続々と商品化されている．

こうしたイメージや不確実な情報，誤った情報などに，惑わされたり騙されたりせず，正しい判断をするためにはどうすればよいのだろうか．とりわけ，身近で簡便なウェブ上での情報探索は，どうあるべきなのだろうか．

ウェブ検索システムを使った情報探索行動の研究では，ウェブに関する知識や経験が多い人ほどバランスの良い探索を行っており，より高いパフォーマンスを示すことが明らかにされている[1]．一方ウェブ検索の初心者は，提示された問題文のなかのキーワードにとらわれがちであることや，検索結果の内容よりも件数に注意が向きやすいことなども指摘されている[2]．これらの研究結果から，ウェブ検索の経験を重ねることにより，情報探索行動がより望ましい方向に変化すると考えられる．

これに対し本研究では，ウェブに関する知識や経験ではなく，心理特性としての「批判的思考態度」に注目する．批判的思考とは，主観にとらわれることなく，物事を客観的にとらえ，多角的・多面的に検討し，適切な基準にもとづき判断することである[3]．またそうした思考を支える態度は批判的思考態度と呼ばれており[4]，情報の探索や評価，メディアリテラシーとも密接に関係することが明らかになっている[4][5]．また，大学生を対象にした都築ら[6]の実験では，与えられた資料に対して批判的な読みを行っていたグループにおいて，批判的思考態度尺度の得点が有意に高いことが示されている．

以上の知見をふまえると，ウェブ上での情報探索においても，批判的思考態度の水準が高ければ，さまざまな情報を客観的に検討したうえで適切な判断ができると考えられる．しかしながら，批判的思考態度とウェブ検索システムを使った情報探索の関係性を直接的に検討した研究は，これまで行われてきていない．そこで本研究では，心理学実験にもとづき，批判的思考態度の高低によるウェブ情報探索プロセスの違いについて，定量的・定性的な分析を行った．

2. 実験

実験参加者　情報系学部に所属する大学生 19 名（男性 8 名，女性 9 名．平均年齢 21.8 歳）が実験に参加した．うち 4 名において実験上の不備があったため，これらを除いた 15 名分のデータを分析の対象とした．なお，19 名全員が自発的な参加であり，報酬はなかった．

実験計画　批判的思考態度条件（3 水準）による一要因被験者間計画．批判的思考態度尺度[4]の得点にもとづき，平均値±1/2SD を境界として，参加者を低群 4 名（~108 点）／中群 6 名（109~120 点）／高群 5 名（121 点~）に分けた．

手続き　実験は個別に行った．実験参加者は来室後，批判的思考態度尺度，インターネットの利用頻度，健

康情報への興味や関心などの項目を含む質問紙（後述）に回答した．次に，発話思考法のデモ映像を視聴してから，発話思考法の練習を 2 回行った（クロスワードパズル，誕生日プレゼントのためのウェブ情報探索）．

参加者が思考の内容を十分に発話できることを確認してから，実験課題として，「カップ麺は週に 1 回であっても食べない方がよい」という意見[1]を参加者に提示し，ウェブ上にある情報を十分に探索したうえで，自分自身の意見を根拠や理由とともに報告するように求めた．また課題遂行中は，発話思考を行うことを求めた．課題終了後には，意見の決定に至るプロセスや，判断が難しかった情報，信頼したサイト，課題前後の考えや意見の変化などについてインタビューした．実験中は，音声，映像，検索ログ，画面遷移などを記録した．

本実験の手続きの詳細は，大学生の思考プロセスの分析を行った都築ら[6]の研究 2 を参考にした．本実験では，判断の材料となる資料を与えるかわりに，参加者自身でウェブ上の情報を探索することを求めた．

質問紙　以下の 4 つのブロックで構成されていた．

① 批判的思考態度尺度[4]：下位尺度である「論理的思考への自覚」，「探究心」，「客観性」，「証拠の重視」に含まれる 33 項目（5 件法）．

② インターネット使用：頻度，時間（1 日あたり），手段（端末），目的，よく使用する検索サイト，よく使用する SNS.

③ 健康情報に対する関心[7]：日頃から積極的に情報を集めている，知らないことがあると気になる，テレビやインターネットで見たことをまねする（5 件法）．

④ 健康情報に関する信念：エナジードリンクは眠気覚ましにも効果がある，カップ麺は週 1 回でも食べると体によくない，ファストフードは週 1 回でも食べると体によくない（すべて 5 件法，その理由の自由記述）．

3. 結果

事前の信念と探索行動の量的分析

検索課題の意見について，「カップ麺は週 1 回でも食べると体によくない」という項目により事前の信念（「正しいと思う(1)」から「間違っていると思う(5)」）を分散分析により確認したところ，批判的思考態度による有意な効果は見られなかった．表 1 に示す通り，全般的に，やや肯定的な評定（体によくない）が行われていた．他の 2 項目（エナジードリンク，ファストフード）においても群間に差はなかった．

検索回数，閲覧サイト数，政府機関サイト数，企業サイト数，探索時間の 5 つの指標について，批判的思考態度条件を要因とする分散分析を行った．いずれも，要因の有意な効果は示されなかった．各群の平均値を表 1 に示す．

表 1　各群の平均値

	批判的思考態度		
	低	中	高
カップ麺(1-5)	1.80	2.83	2.50
検索回数	7.20	8.50	8.25
閲覧サイト数	15.20	12.50	10.00
政府系サイト数	.60	.50	.75
企業系サイト数	.40	.17	1.00
検索時間(分:秒)	27:17	32:23	26:32

探索行動の質的分析

一方，検索語句，検索ログ，情報探索中の発話プロトコルデータ，課題試行後のインタビューを対象とした質的分析では，態度群間の差異が明らかになった．

典型的な検索は，「カップ麺は週に 1 回であっても食べない方がよい」という検索課題の意見文のなかから，カップ麺（カップラーメン），週 1 回，体（健康）によくない（わるい）といった直接的に関係する語句を選び出し，他の語句と組み合わせながら進められていた．各群の最初の検索語句は，以下の通りである．

態度低群：

カップ麺／栄養，カップ麺／体に悪い，カップ麺／健康，カップ麺／週に一度食べない方がいい

態度中群：

カップ麺／週 1，カップ麺／栄養価，カップ麺／体に悪い，カップ麺／種類，カップ麺／健康／悪影響，カップ麺／健康／影響

態度高群：

カップラーメン，カップ麺／中身，一般男性／カロリー，カップ麺／健康

検索語句の内容には，態度群ごとの特徴があらわれていた．高群ではとくに，中・低群ではよく使われていた以下の語句が，まったく見られなかった．

- 意見文の「週 1」，「体に悪い」
- ネガティブ語（例えば，脅威，被害，有害，悪影響）

[1] 予備調査の結果から，大学生にとってカップ麺は，よく食べるにも関わらず不安や後ろめたさもあり，全般的に関心の高い対象と考えられることから，実験課題として採用した．

これに加えて，閲覧サイトに未知の単語（例えば，タンパク加水分解物，過酸化脂質，ポリペプチド）があれば，「なんだこれ」，「わかんないから調べてみよ」などと発話しながら，それらを検索語にして情報探索を展開していた．また「論文」という検索語は，高群にしか見られなかった．これらから高群では，中立的な検索語句によって，客観的，批判的な情報探索が行われていたと考えられる．

さらに高群では，課題試行中の発話においても，「例は出ないのか(H1)」，「そのパーセントが知りたいですねぇ(H3)」，「体にどう反応するかってのが書いてないな(H2)」といった，具体的なデータやエビデンスを求める傾向が見られた．なお，中群でも「数値がないな，信用できない(M6)」といった発話を確認することができたが，低群ではまったく見られなかった．

一方，低群と中群では，意見文の語句から離れて独自の語句で検索を展開するような言動があまり見られなかった．以下は，その傾向がもっとも顕著であった事例である．

低群(L4)（検索回数 3，語句数 4，独自語句数 0）：

1 カップ麺／週に一度食べない方がいい
2 カップ麺は週に一度食べない方がいい
3 カップ麺／食べない方がいい

さらに，課題試行中の発話プロトコル，および実験後のインタビューによると，低群と中群では，情報探索によって正しい情報であるという確証を得られなかったにもかかわらず，特定の情報を自分の意見の根拠にしてしまう人が多かった．例えば，「はっきりは書いてないけど（中略）けっこう依存症になっている人が多そう(M4)」と発話し，その後に根拠として「依存性が高い」と報告していた．また，自分自身の信念と一致する情報のみを探索したり，未知の単語（例えば，グルタミン酸）があったとしても，調べることなく放置する様子も見られた．低群のインタビューではとくに，「（検索結果の）一番上から見ていく(L4)」という発言もあった．これらから，批判的思考態度の水準が低い場合，情報の正しさや客観性をあまり気にしていないと考えられる．

4. まとめと今後の課題

これらの結果から，個人の批判的思考態度はウェブ情報探索において，閲覧サイトの多様性や客観性（例えば，公的機関の情報を探索するかどうか）よりも，そこからどのような情報を抽出してその先の情報探索へと展開していくか（例えば，客観的な数字を求めるかどうか）という側面と強い関連性を持つと考えられる．つまり，ウェブ情報探索の広さではなく深さにおいて，批判的思考態度のポジティブな影響が生じると考えられるだろう．

しかしながら，批判的思考態度の高低にかかわらず，サイト内の情報を誤解したまま，あるいは独自に解釈したうえで，自らの意見の根拠としていた事例もいくつか見受けられた．中立的かつ客観的に情報探索を展開しようとしていた高群でさえ，ウェブ上の情報に対し，慎重さを欠く行動をとることもあった．そうした危うさは，どのような文脈において出現するのだろうか．より詳細な分析が必要である．

ウェブ検索はもはや，情報探索における主要な手段となっている．わからないことがあれば，本を読むより，辞書を引くより，まずグーグルにきくというのが，私たちにとって日常的な行為である．本研究では，個人の批判的思考態度がウェブ探索に関わる情報リテラシーと密接に関係していることが明らかになったが，両者は因果ではなく，相互作用する関係にあると考えられる．つまり，ふだんから物事を批判的に考えようとすることが，ウェブ情報探索のリテラシーの向上につながると同時に，ウェブ情報探索の技術を高めることが，個人の批判的思考態度の醸成にもつながる．こうした循環的な向上の支援を考えることは，情報社会をよりよく生きるための手助けとなるだろう．

参考文献

[1] 齋藤ひとみ・三輪和久 (2003). 問題解決活動としてのWWW 情報探索:科学的発見の枠組みに基づく検討. 認知科学 10(2), 258-275.
[2] 平原友弘・佐々木整・竹谷誠 (2000). 情報検索に置ける検索手法のプロトコル分析. 電子情報通信学会施術研究報告. ET, 教育工学 99(713), 1-6.
[3] 平山るみ・楠見孝 (2004). 批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響. 教育心理学研究 52, 186-198.
[4] 平山るみ・楠見孝 (2006). 批判的思考能力と科学的リテラシーがリスク認知に及ぼす効果. 日本教育心理学会総会発表論文集 48, 258.
[5] 楠見孝・松田憲(2007). 批判的思考態度が支えるメディアリテラシーの構造. 日本心理学会第 70 回大会発表論文集, 858.
[6] 都築幸恵・新垣紀子 (2012). 賛否の分かれる身近な社会問題に対する大学生の思考プロセスの分析. 認知科学 19(1), 39-55.
[7] 楠見孝・平山るみ (2013). 食品リスク認知を支えるリスクリテラシーの構造：批判的思考と科学リテラシーに基づく検討. 日本リスク研究学会誌, 23(3), 1-8.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ユーザーの信頼と購買意欲を誘発する商品推薦エージェントの設計論
The PRVAs Design to Improve User's Trust and Buying Motivations

松井 哲也 †，山田 誠二 †‡
Tetsuya Matsui, Seiji Yamada
† 国立情報学研究所，‡ 総合研究大学院大学，東京工業大学
† National Institute of Informatics，‡ SOKENDAI，Tokyo Institute of Technology
tmatsui@nii.ac.jp， seiji@nii.ac.jp

Abstract

The PRVAs, product reccomendation virtual agent, are widly used in online-shopping. They are needed to be trusted by custmers, however, there were almost no researches about PRVA's design to be trusted. In this research, we suggest the user inner state transition model that reach to trust agent. We planed to raise transitions by changing agent inner state, emotion and knowledge. In our model, agent's positive emotion and more knowledge increase trust. The positive emotion can be infected from a agent to an user. An user tend to be trusted a partner when he or she has positive emotion. Knowledgable is one aspect og agent's intelligence and more knowledge bring more trust. We experimented to verify this model with participants in three other conditions. As a result， we showed our transition operators and transition model are validated.

Keywords — PRVA，Anthropomorphic agent，Trustworthy， Interaction design， inner state transition

1. はじめに

擬人化エージェントやロボットを社会の中に実装することを考えた時，クリアしなければならない問題の一つとして,「人間に信頼感を与える」ということが挙げられる．特に擬人化エージェントが人間の代わりに労働をしたり，社会的な役割を演じることを求められる場合には，この問題は避けては通れないものである．本研究では，ウェブ上のオンラインショッピングサイトなどでユーザーに購買してもらいたい商品を推薦することを目的とした商品推薦エージェント (PRVA, Product Recommendation Virtual Agent) を題材として，ユーザーと擬人化エージェントとの間に信頼を形成するためのデザイン論を考える．

商品推薦エージェントには，ウェブ上での商取引の相手という側面と，バーチャルな店舗における店員という側面がある．ウェブ上の取引相手に対する信頼については，Ang ら [1] は，プライバシーの保護のレベル，希望したものをもたらしてくれる能力，問題を是正する意思の三要因によってもたらされるとしている．また Moon[2] は，コンピュータを用いた取引では自己開示が重要であることを示している．同様の傾向は人間同士の信頼についても見られ，Bickmore らは信頼者と被信頼者の間の雑談と信頼の関係を調べた研究で，雑談は相手の信頼性に関する知識と親密性を上げる効果があるとしている [3]．また Fogg はユーザーがウェブページの信頼性（credibility）を評価する基準として，専門性と信頼感 (trustworthiness) を挙げている [4]．より広く，ユーザーからコンピュータへの信頼を形成する要因としては，Artz らのサーベイ論文がある [5]．そこではユーザーが信頼性を判断する基準として,「評判に基づく期待」[6] と「行為を行う能力」[7] を挙げている．これらの研究から，信頼は単一の基準によって評価されるものでは無く，いくつかの基準が存在することがわかる．

商品推薦エージェントの推薦効果を上げるためのデザインについての研究には Terada ら [8] がある．この論文では，高い推薦効果を上げる PRVA に相応しい外見として，若い女性・動物・ロボットなどを挙げている．一方，物質的身体を持った PRVA，すなわちロボット店員を用いた研究も行われている．[9] では，ユーザーは単にロボット店員に接客された場合よりも，店外にいるロボット店員によって店内に案内された後，レジでロボット店員に接客された場合のほうがロボット店員に対して親密感を持つことを示している．すなわち，PRVA の外見や接客の形式などは推薦効果や親密感に大きく影響を与えていることが分かる．しかし，推薦方法や状態遷移についての設計論はまだほとんど提出されておらず，また「ユーザーを信頼させ

る設計論」についての研究も無い.

2. 信頼状態遷移モデル

本研究では、「ユーザーからエージェントへの信頼」を操作する操作子として,「ユーザーの感情」と「エージェントの知識量」を想定した（以下，それぞれ「信頼」「感情」「知識量」と表記する）．このような二つの操作子を想定するのは，先行研究からユーザーは信頼性を複数の基準から判断していると考えられ、なおかつこの二つが「信頼」に与える影響が先行研究から明らかにされている上に，操作することが技術的に容易であると考えられるからである．

信頼者の感情が信頼に与える影響については，いくつかの先行研究がある．Dunn らは，信頼者はポジティブな感情の時のほうが，親しくない被信頼者のことをより信頼することを示している [10]．一方 Myers らは，信頼者がネガティブな感情の時には被信頼者に対する信頼が低下することが示されている [11]．また Dong らは，被信頼者がポジティブな表情をしていれば，信頼者の抱く信頼はより大きくなることを明らかにしている [12]．これらより，ポジティブな感情は信頼を増幅させる影響があることが明らかである．また意思決定との関連では，Druckman らは，人はリスクを伴う意思決定は感情に基づいて行う傾向があることが示されている [13].

どのようにユーザーの感情をポジティブにするかにおいては，情動伝染を用いることを考える．情動伝染は対話相手の表情などを無意識に模倣することにより，話者の感情が相手に伝染する現象である [14]．人間と擬人化エージェントの間でも，表情による情動電伝染が生じることが知られている [15]．またロボットの「動き」を用いてロボットの感情を伝染させることができるという実験結果もある [16].

以上より，本研究では次のような内部状態遷移モデルを提唱する．まず「感情」「知識量」がどちらも低い状態を，信頼が最も低い初期状態とし，この状態を { ＬＬ } で表す．なお,「感情」が低いとはポジティブではない状態であり，高いとはポジティブな状態であると定義する.「知識量」の高低は，知識量の大小を示す．次に,「感情」「知識量」のどちらかが高くなった状態を中間状態とし，この状態を { ＨＬ }，{ ＬＨ } で表す．この状態から，もう片方の状態も高くなった状態を目標状態とし，この時に信頼が最も高くなると想定する．この状態を { ＨＨ } と表す．この遷移モデルを 1 に示す．ユーザーは，A か B のどちらかのルートを通ると想定される．

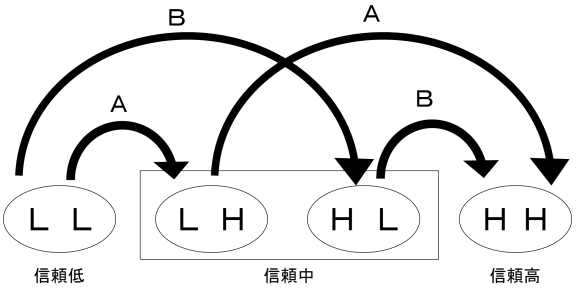


図 1 本実験で想定する遷移モデル

3. 遷移オペレーター

次に，実験で採用した遷移オペレーターについて解説する．この研究では「遷移オペレーター」とは,「表出することによってエージェントの状態を変化させる外見・動作・テキストの一纏まりの束」と定義する.「感情」については，情動伝染を利用する手法を採用するため，情動伝染を起こす要素として知られている表情 [15] とジェスチャー [16] を採用する.「知識量」については，推薦商品に関する，音声とテキストで示す説明文の長さで示す．すなわち，低い時には商品の価格など最低限の情報しか提示せず，高い時にはそれに加えて，商品に関する周辺的な情報を提示する．

4. 実験

本研究では，エージェントのタスクとして商品推薦を設定し，さらに推薦する商品については「国内の城への日帰り旅行」を設定した．これはあまり先入観がなく，かつ普段のオンラインショッピングであまり購入しない商品を題材にするほうが，PRVA の効果を検証しやすいと考えたためである．本研究で行った三つの実験は，いずれも同じ枠組みの中で行った．その枠組みでは，参加者はそれぞれ 10 回の推薦動画を見た．各推薦動画では 10 か所の城のうちいずれかへの旅行が PRVA によって推薦される．実験動画の一例を図 2 に示す．各動画を見た後，参加者は動画の印象に関する以下のようなアンケートに「はい」か「いいえ」のどちらかで回答した.

- Q1:あなたは推薦中に楽しい気分になりましたか?
- Q2:あなたは擬人化エージェントは正しい知識を持っていると感じましたか？
- Q3:あなたは擬人化エージェントを信頼できると思いましたか？
- Q3:あなたは推薦された城に行きたいと思いましたか？

このアンケートの結果が，推薦動画を見ることによってどのように変化するかを見るのが本実験の主な



図 2　実験に用いた商品推薦画像の例

目的である．

PRVA による推薦動画は，名古屋工業大学によってウェブ上でフリーで配布されている音声対話システムのツールキットである MMDAgent を用いて作成した [1] PRVA 自体は同ページで他のツールキットと同時に配布されている Mei を用いた．また Mei の発話をよりスムーズにするために，株式会社 AHS のテキスト読み上げソフト「VOICELOID+ 結月ゆかり EX」[2] を使用した．

この枠組みの中で，以下に示す三つの実験を行った．いずれの実験でも，参加者は実験のために雇われた人々である．

実験結果については，いずれの実験でも以下のような解析を行った．Q1 と Q2 については，連続する 2 推薦間で「はい」と回答した参加者の割合を χ 二乗検定で比較した．この際，もし有意差が見られて，「はい」と回答した参加者の割合が増加していれば，「感情」もしくは「知識量」の状態遷移が起こったと見なす．このような検定を行うのは，状態遷移が起きたかどうかということよりも，「遷移オペレーターによって状態遷移が起きたか」，すなわち遷移オペレーターの実装と同時に遷移が起きたかどうかが重要であるためである．一方，「信頼」の遷移については「感情」と「知識量」を含めたエージェントおよびユーザーの内部状態遷移から結果的にもたらされるものであり，遷移オペレーターの実装後にすぐに引き起こされるとは考えにくい．このため，「信頼」については，実装する遷移オペレーターの種類を前半の 5 推薦（R1-R5) と後半の 5 推薦 (R6-R10) とで変化させ，各推薦の後で「はい」と回答した参加者の数について，遷移オペレータ条件が異なる 5 推薦間で t 検定を行った．この時に有意差が見られれば，「信頼」の状態変化が起きたと見なす．

[1] http://www. mmdagent. jp/
[2] http://www. ah-soft. com/voiceroid/yukari/index. html

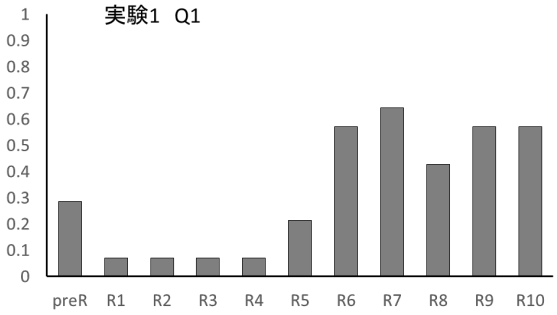


図 3　実験 1 で各推薦後，Q1 に「はい」と答えた被験者の割合

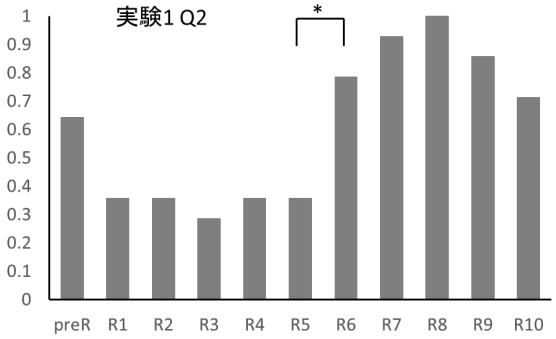


図 4　実験 1 で各推薦後，Q2 に「はい」と答えた被験者の割合

5.　実験 1：知識量付与の効果

5.1　実験手法

参加者は 15 人の日本人の 20 代と 30 代の男女であり，年齢の平均は 29．0 歳（標準偏差は 5．7 歳）であった．このうち 7 名が男性で 8 名が女性である．

この実験では，PRVA は全 10 推薦のうち，前半の 5 推薦では感情の遷移オペレーターのみを実装され，後半の 5 推薦で更に知識の遷移オペレーターも実装される．

5.2　実験結果

Q1 と Q2 については，推薦 6 で知識を付与した効果があるかどうかを見るため，各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を，連続する 2 推薦の間で χ 二乗検定で比較した．その結果が 3 と 4 である．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり，横軸は推薦番号である． 4 において，R5 と R6 の間で有意差が見られた（$p < 0.05$）．

次に Q3 について，前半 5 推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と，後半 5 推薦で「はい」と答え

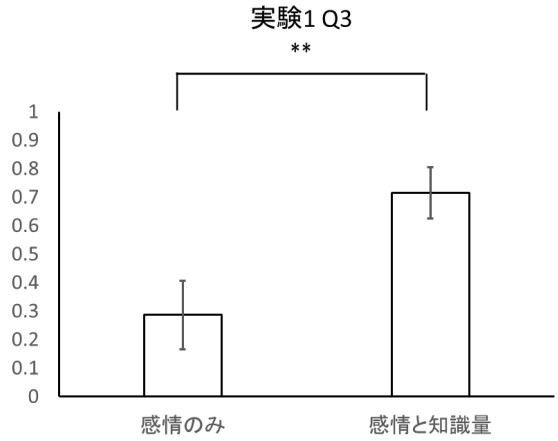


図 5　実験 1 で Q3 に「はい」と答えた被験者の割合

た参加者の割合の平均とを，t 検定で比較した．その結果を 5 に示す．グラフの中のバーは標準偏差を示す．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり，横軸は実装されていた遷移オペレータである．ここでは各条件間で有意差が見られた ($p < 0.01$)

6.　実験 2

6.1　実験手法

参加者は 15 人の日本人の 20 代と 30 代の男女であり，年齢の平均は 29．3 歳（標準偏差は 6．9 歳）であった．このうち 8 名が男性で 7 名が女性である．

この実験では，PRVA は全 10 推薦のうち，前半の 5 推薦では知識の遷移オペレーターのみを実装され，後半の 5 推薦で更に感情の遷移オペレーターも実装される．

6.2　実験結果

Q1 と Q2 については，推薦 6 で感情を付与した効果があるかどうかを見るため，各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を，連続する 2 推薦の間で χ 二乗検定を行い比較した．その結果 6 と 7 である．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり，横軸は推薦番号である． 6 について有意差が見られた（$p < 0.01$).

次に Q3 について，前半 5 推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と，後半 5 推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均とを，t 検定で比較した．結果を 8 に示す．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答

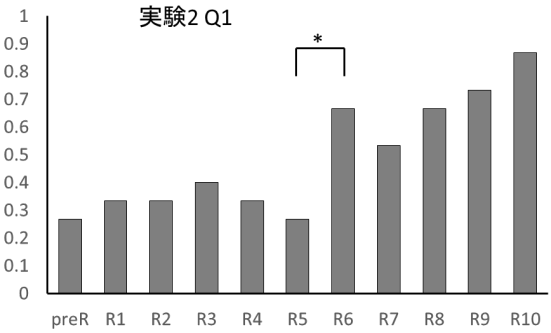


図 6　実験 2 で Q1 に「はい」と答えた被験者の割合

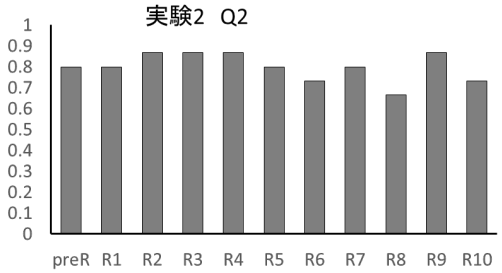


図 7　実験 2 で Q2 に「はい」と答えた被験者の割合

えた被験者の割合であり，横軸は実装されていた遷移オペレータである．ここでは有意差は見られなかった．

7.　実験 3：遷移オペレーターなし

7.1　実験手法

実験 3 は対照実験として行った．参加者は 15 人の日本人の 20 代と 30 代の男女であり，年齢の平均は 29．7 歳（標準偏差は 6．5 歳）であった．このうち 8 名が男性で 7 名が女性である．この実験では，PRVA にはいずれの推薦でも，いかなる遷移オペレーターも実装されなかった．

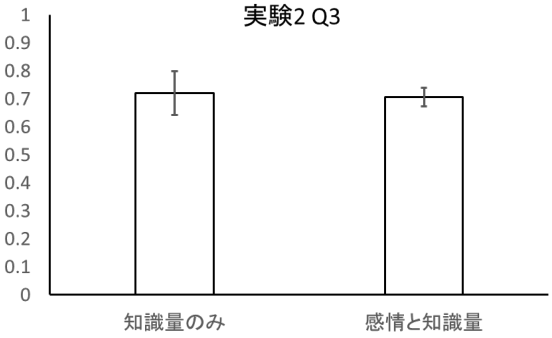


図 8　実験 2 で Q3 に「はい」と答えた被験者の割合

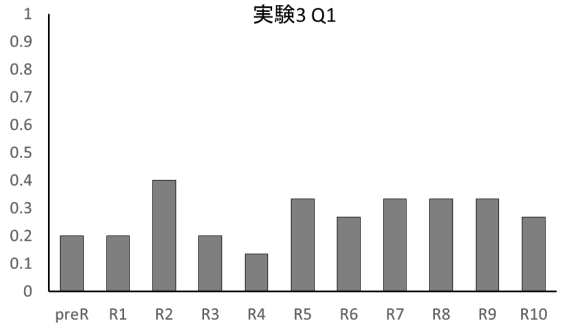


図 9　実験 3 で Q1 に「はい」と答えた被験者の割合

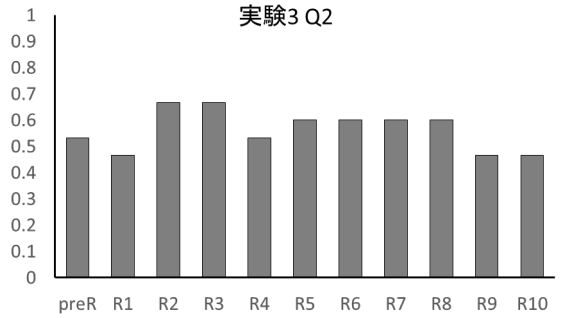


図 10　実験 1 で Q2 に「はい」と答えた被験者の割合

7.2　実験結果

Q1 と Q2 について，各推薦後に「はい」と答えた参加者の割合を連続する 2 推薦の間で比較するため，χ 二乗検定を行った．その結果が 9 と 10 である．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり，横軸は推薦番号である．preR は Pre-R の状態で訪ねたアンケートの結果であり，以後一度目の推薦を R1，二度目の推薦を R2 と定義する．ここではいずれについても有意差は見られなかった．

次に Q3 について，前半 5 推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均と，後半 5 推薦で「はい」と答えた参加者の割合の平均とを，t 検定で比較した．結果を 11 に示す．各グラフにおいて，縦軸は「はい」と答えた被験者の割合であり，横軸は実装されていた遷移オペレータである．ここでは有意差は見られなかった．

8.　考察

実験 1 では，どの推薦の後で状態遷移が見られるかを調べたところ， 4 では推薦 5 と推薦 6 との間で有意差が見られたが， 3 ではどの推薦の間でも有意差が見れなかった．この実験では推薦 5 と推薦 6 の間では，「知識量」に関する遷移オペレーターが変化している．このため,「知識量」の状態遷移は遷移オペレーターによるものであるとするのが妥当であると考えられる．

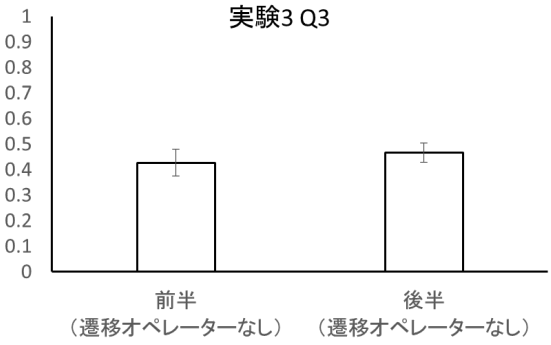


図 11　実験 3 で Q3 に「はい」と答えた被験者の割合

また， 5 については，実装した遷移オペレーターが異なる前半と後半の間で有意差が見られた.「知識量」についての状態遷移が見られたのと同期して「信頼」の状態遷移が起きていることから,「信頼」も遷移オペレーターに影響を受けて遷移した可能性が高いと考えられる．

実験 2 では， 6 を見ると,「感情」に関する遷移オペレーターを実装した R5 と R6 の間で有意差が見られているが， 7 ではどの推薦の間でも有意差は見られなかった．この実験では推薦 5 と推薦 6 の間では,「感情」に関する遷移オペレーターが変化している．このため実験 1 とは相補的に，遷移オペレーターにより「感情」の状態変異が起きたとするのが妥当であると考えられる．一方， 8 においては，実装した遷移オペレーターが異なる前半と後半の間で有意差は見られなかった．

実験 3 については， 9 と 10 のいずれでも有意差は見られなかった．

この三つの実験の結果を比較すると，まず用意した遷移オペレーターが想定通りに作用したことがわかる．実験 1 と実験 2 のいずれにおいても，新しい遷移オペレータを実装した直後に「感情」もしくは「知識量」の状態遷移が起きている．一方，実験 3 ではいずれの推薦間でも有意差が見られず，この有意差が単に時間経過によって生じたわけではないことは明らかである．ただし「知識量」については，この実験結果からは,「説明が長くなった」ことによる結果か,「説明の中に歴史的な知識が含まれた」ことによる結果かは判別できない．しかし推薦効果を最大にするという点から考えると，単にセリフを長くするよりも，その分量を使って商品に関する周縁的な知識を説明したほうが望ましいことは自明であると考えられる．

なおいずれの実験でも，Pre-R 状態では遷移オペレーターは実装されておらず，この時の参加者の内部

状態は「感情」「知識量」双方においてLであると考えるのが妥当であると思われる．ただし，3では遷移オペレーターの実装後にむしろ値が大きく下がっている他，7ではPre-Rの状態で既に高い値を示しており，遷移オペレーターの実装後も大きな変化はなく高い値を維持している．これらのことから，Pre-Rの段階でPRVAの外見が既に「感情」や「知識量」，さらには「信頼」に影響を与えている可能性があり，また外見と遷移オペレーターが相補的なだけでなく時には干渉的にはたらいている可能性も否定できないが，今回の実験ではそこまでは分析できない．そこで，有意差が見られた場合についてはLからHへの遷移が起きたと定義し，それ以外の場合については判定を留保することとする．

次にそれが信頼に対してどう作用したかを見ると，実験1では後半で「知識量」の状態がHに遷移したのと同じタイミングで,「信頼」が有意に増加している．しかしこの実験では前半から「感情」の遷移オペレーターを実装していたにも関わらず，前半では「感情」に関するアンケート項目の結果は低い値を見せている．実験2では,「信頼」については前半と後半とで有意な差が見られず,「前半」からすでに高い値を見せている．実験2では6において「感情」の状態遷移が見られるが，このことによる信頼への影響は見られない．

ここまでの考察から，今回の3つの実験の結果について二つの解釈が可能である．一つは,「知識量」は信頼に影響を与えるが,「感情」は影響を与えないという解釈．二つ目は,「知識量」と「感情」の合計が，ある一定の閾値を超えると「信頼」に影響を与えるという解釈である．このうち，蓋然性が高いのは二つ目のであると考える．その理由は，まず第一に,「感情」が信頼に影響を与えることは先行研究から強く示唆されている．過去の，信頼者の感情がポジティブであれば初対面の被信頼者をより信頼しやすいといった研究 [10] や，ポジティブな表情の被信頼者ほど信頼されやすいという研究 [12] は，被信頼者・信頼者の感情状態が信頼に与える影響の大きさを示すものであり，これらの効果は被信頼者が擬人化エージェントの場合でも成り立つと考えるのが妥当であると思われる．第二に，実験3については「信頼」は前半から高い値を示しているが，この実験では「知識量」は前半ですでにかなり高い値を示している．これはエージェントの外見が，既にかなりの「知識量の多さ」を想起させるものであったことが原因であったと考えられる．以上のことから，実験2においては「知識量」が前半ですでに大きな値であったため,「感情」との合計が一定の閾値を超えて,「信頼」の状態を高くしたと考えるのが妥当であると思われる．実験2では，前半では「感情」と「知識量」の合計は閾値に達せず,「信頼」は低いままであったが，後半になって合計が閾値に達したため,「信頼」の状態遷移が起きたと考えられる．

この結果は，信頼は単一の基準ではなく，複数の基準から判断されるという複数の先行研究と整合的である．このモデルをさらに検証するのは今後の課題である．

9. まとめ

本研究では，単純な遷移オペレーターを実装することによって，ユーザーの内部状態を遷移させて信頼を上昇させることを目指した．ユーザーの感情とエージェントの知識量を変化させる遷移オペレーターを定義した上で，実験1では途中から「知識量」の遷移オペレーターを，実験2では途中から「感情」の遷移オペレーターを実装し，それらが予想通りに作用することを明らかにした．一方，実験1では「知識量」の遷移オペレータはユーザーからエージェントへの信頼に大きな影響を与えたが，実験2では「感情」の遷移オペレーターの影響は大きくは見られなかった．実験3では，遷移オペレーターが無い場合には内部状態に変化は起きないことが示された．

この結果から,「感情」と「知識量」の評価はそれぞれ単独ではなく相補的に働いており,「どちらか片方がある値よりも大きい場合」もしくは「二つの合計値がある値よりも大きい場合」に「信頼」の状態を変化させるというモデルが導かれた．この結果は，ごく単純な手法により「信頼」をデザインできることを示したものであり，PRVAを始めとする擬人化エージェントやその他のエージェントのデザイン，ひいては人と人のコミュニケーションに関わるデザインを改善する可能性を示すものである．

謝辞

本研究の一部は，JSPS科研費新学術領域研究「認知的デザイン学」(No.26118005) の助成を受けたものである．

参考文献

[1] L. Ang, C. Dubelaar, and B.-C. Lee, “Trust, choice and online shopping,” 2002.

[2] Y. Moon, “Intimate exchanges: Using computers to elicit self-disclosure from consumers,” *Journal of consumer research*, vol. 26, no. 4, pp. 323–339, 2000.

[3] T. Bickmore and J. Cassell, "Relational agents: a model and implementation of building user trust," in *Proceedings of CHI '13*, pp. 396–403, 2001.
[4] B. J. Fogg, "Persuasive technology: using computers to change what we think and do," *Ubiquity*, vol. 2002, no. December, p. 5, 2002.
[5] D. Artz and Y. Gil, "A survey of trust in computer science and the semantic web," *Journal of Web Semantics*, vol. 5, no. 2, pp. 58–71, 2007.
[6] L. Mui, M. Mohtashemi, and A. Halberstadt, "A computational model of trust and reputation," in *Proceedings of HICSS '02*, pp. 2431–2439, 2002.
[7] T. Grandison and M. Sloman, "A survey of trust in internet applications," *Communications Surveys & Tutorials*, vol. 3, no. 4, pp. 2–16, 2000.
[8] K. Terada, L. Jing, and S. Yamada, "Effects of agent appearance on customer buying motivations on online shopping sites," in *Proceedings of CHI '15*, pp. 929–934, 2015.
[9] K. Kamei, T. Ikeda, M. Shiomi, H. Kidokoro, A. Utsumi, K. Shinozawa, T. Miyashita, and N. Hagita, "Cooperative customer navigation between robots outside and inside a retail shop?an implementation on the ubiquitous market platform," *annals of telecommunications-annales des télécommunications*, vol. 67, no. 7-8, pp. 329–340, 2012.
[10] J. R. Dunn and M. E. Schweitzer, "Feeling and believing: the influence of emotion on trust.," *Journal of personality and social psychology*, vol. 88, no. 5, p. 736, 2005.
[11] D. Myers and D. Tingley, "The influence of emotion on trust," *Unpublished PhD thesis.) Princeton, NJ: Princeton University*, 2011.
[12] Y. Dong, Y. Li, and T. Sun, "Happy faces considered trustworthy irrespective of perceiver's mood: Challenges to the mood congruency effect," *Computers & Security*, vol. 47, pp. 85–93, 2014.
[13] J. N. Druckman and R. McDermott, "Emotion and the framing of risky choice," *Political Behavior*, vol. 30, no. 3, pp. 297–321, 2008.
[14] E. Hatfield, J. T. Cacioppo, and R. L. Rapson, *Emotional contagion*. Cambridge university press, 1994.
[15] J. Tsai, E. Bowring, S. Marsella, W. Wood, and M. Tambe, "A study of emotional contagion with virtual characters," in *Intelligent Virtual Agents*, pp. 81–88, Springer, 2012.
[16] J. Xu, J. Broekens, K. Hindriks, and M. A. Neerincx, "Robot mood is contagious: effects of robot body language in the imitation game," in *Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems*, pp. 973–980, International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2014.

企業内ユーザビリティ専門家の情報システム開発プロジェクト参画における認知プロセス

Cognitive process of in-house usability experts participating in information system development project

谷川　由紀子[1, 4]，鈴木　栄幸[2]，加藤　浩[3]，福住　伸一[1]，原田　悦子[4]
Yukiko Tanikawa, Hideyuki Suzuki, Hiroshi Kato, Shin'ichi Fukuzumi, Etsuko Harada

[1] NEC 情報・ナレッジ研究所，[2] 茨城大学，[3] 放送大学，[4] 筑波大学
NEC Corporation, Ibaraki University, The Open University of Japan , University of Tsukuba
y-tanikawa@cw.jp.nec.com

Abstract

The interview for software engineers and usability experts in a system vender about their working experiences, working environment, and recognition to work were executed, and were analyzed focusing on "the cognitive process of usability experts participating in information system project". It was revealed that participating in a project for usability experts is a process of determining a balance between three goals and objectives, namely, to improve business implementation process in a customer, to avoid risks for a team of usability experts, and to build an appropriate organization of software engineers for usability improvement activity. Moreover, we found that usability experts recognize consciousness of system engineers to collaboration with usability experts as a key to judgement.

Keywords ― Balance, Business implementation process, Risk avoidance, Organization building, Consciousness to collaboration

1　背景と問題

使いやすい情報システムを構築するためには，システム開発技術に加えて，利用者視点での設計の考え方，また利用者の認知・行動プロセスといった使いやすさ向上に関わる専門的な知見を活用することが必要[1]となる．そこで，このような知見を持つユーザビリティ専門家が開発プロジェクトに参画し，ソフトウェア技術者と協業する場面が増えてきている．

しかし，この協業においては，様々な問題が発生している．筆者らも，使いやすさ向上のためのソフトウェア技術者支援方法の研究において，ユーザビリティ専門家の知見を形式知化しメソッドやツール[2]としてソフトウェア技術者に展開する活動，また，開発プロジェクトに参画して使いやすさ向上を直接支援する活動に取り組む中で，実際に協業がうまくいかないケースに直面してきた．このような問題ケースの分析[3]から，その原因には，Seffah, A.[4, 5]，Ferre, X.[6]らの指摘する，ソフトウェア技術者とユーザビリティ専門家との，もの（対象・課題）の見方や捉え方，重視すること，役割認識，といった思考や文化の違い[7,8]が関係するのではないか，と考察した．

ソフトウェア技術者の認知特性については，Hinds, P.[9]が，対象システムを熟知するシステム提供者と，数か月のシステム利用経験者と，システムを初めて使う利用者との比較実験から，システムを熟知する提供者は，初めての利用者にとってのシステム操作の難しさを過小評価する傾向があることを明らかにしている．また，Seffah, A.[4,5]，Ferre, X.[6]が，ソフトウェア技術者の日常使う言葉や道具，また設計活動におけるものの見方，役割認識，価値観，規範が，ユーザビリティ専門家のものと異なることが，両者の協働における齟齬の原因になっていると指摘している．しかし，両者それぞれの具体的な特性を実証的に明らかにはしていない．

そこで，筆者らは，ソフトウェア技術者の認知特性，また文化の特性を明らかにする研究に取り組んでいる[10,11]．本稿では，ソフトウェア技術者と協働するユーザビリティ専門家に焦点をあてて，そのシステム開発プロジェクト参画における認知プロセスを分析すると共に，プロセスに影響する両者の価値観や役割認識等の違いについて分析し考察する．

2　方法

2.1. インタビュー

筆者らのうち 2 名が所属する企業のソフトウェア技術者 15 名（実務経験 10 年以下の若手 9 名とベテラン 6 名）およびユーザビリティ専門家 12 名を対象として，仕事への普段の取り組み方や認識，仕事に関わる環境（所属組織や実行体制），仕事の経験や受けてきた指導・教育等について，半構造化インタビューを行った．

さらに，実験から半年後に．特に仕事の責任範囲や優先度の認識，目標意識をはじめとする「仕事に対する認識」を掘り下げると共に，システム開発に関わる実務経験のより詳細な確認を目的とする半構造化インタビュー（フォローアップインタビュー）を行った．

インタビューの時間は，初回インタビューとフォローアップインタビューを併せて一人平均 3.5 時間だった．インタビューは，筆者らのうちの 3 名とインタビュー対象者の選定･依頼に協力いただいたユーザビリティ専門家 1 名の併せて 4 名で行った．インタビューの模様は，参加者の許可を得て，全てビデオデータとして記録した．

2.2. 分析の手続き

27 名のインタビューデータからトランスクリプトを作成した．トランスクリプトは，一人平均 45,000 字（A4 サイズ 60 ページ）前後だった．このトランスクリプトにインタビュー時のメモを加えて，情報システム開発プロジェクトにおける設計対象の見方，役割認識，また価値観に着目した予備的な分析を行った．具体的には，インタビュー参加者が語ったエピソードの中から仕事（設計活動）の進め方，役割認識や価値観が関係していると思われるものを抽出し，その構造を分析した．この結果をもとに，詳細分析の着目点（テーマ）として，システム開発プロジェクト参画の際の認知プロセス，すなわち，何を「ミッション」と認識し，どのような「制約」また「葛藤」を感じ，その解決のためにどのような「葛藤解決アプローチ」をとっているか，またそのような感じ方や行動はどのような「普段の仕事の進め方」を背景とするのか，を設定した．さらに，焦点をあてる分析対象をユーザビリティ専門家として，彼らの視点からのソフトウェア技術者との感じ方や行動の違い，またその違いがどのように専門家自身のプロジェクト参画プロセスに影響しているかを併せて分析することとした．

上記分析の着目点（テーマ）を考慮して，インタビュー参加者のうち，ユーザビリティ専門家 4 名（いずれも実務経験が 10 年を超えるベテラン，うち 2 名は，ユーザビリティ専門家としてだけでなく，ユーザビリティの知見を持つソフトウェア技術者としても活動，また 1 名はプロジェクト参画時の専門家チームのマネジメントも担う）に，システム開発プロジェクトにおいてユーザビリティ専門家との協業経験のあるソフトウェア技術者 2 名（実務経験 10 年以下の若手 1 名とベテラン 1 名）を加えた 6 名を対象として，M-GTA[12] を用いて分析を行った．

具体的には，まず， 1 人目の参加者のトランスクリプトから，着目する発話・対話箇所を抜きだして，その解釈を数行の文章にまとめると共に，そのエッセンスを表す概念名（例：機会損出回避，使いやすさは見た目のよさ）を作成した．トランスクリプトの他の箇所に，作成した概念に対応する別の発話・対話があれば，事例としてその概念に紐づけると共に，事例内容を踏まえた概念修正の必要性を検討した．また，新しい概念を作成したら，既存の概念との関係を検討し，必要に応じて概念の修正を行った． 併せて，概念間の関連を記述した（例：使いやすさは分業可能→＜だから＞→使いやすさ向上のアウトソース）．

1 人目の参加者の分析に続けて，2 人目の参加者のトランスクリプトを同様の手順で分析し，1 人目の分析結果に追加した．すなわち，1 人目の分析で作成した概念に対応する発話・対話があれば，その概念に事例として紐づけると共に，事例内容を踏まえて必要な概念修正を行った．着目した発話・対話を，既存の概念に紐づけできない場合は，新しい概念を作成し，既存概念との関係を検討，記述した．

このようにして，分析対象に設定した 6 名のトランスクリプトを分析し，概念の作成と概念間の関係の検討と記述，より上位の概念の作成（例：“ 機会損失回避 ” と “ 赤字回避 ” の上位概念としての “ チームとしてのリスク回避 ”）および上位概念間の関係の検討と記述を行った．

さらに，ユーザビリティ専門家 5 名（いずれも実務経験が 10 年を超えるベテラン，うち 1 名は，ユーザビリティ専門家としてだけでなく，ユーザビリティの知見を持つソフトウェア技術者としても活動，また 2 名はプロジェクト参画時の専門家チームのマネジメントも担う）を対象に加えて，抽出した概念に対応する発話・対話の事例としての紐づけと共に，事例の内容を踏まえた概念の修正と，それに伴う概念間の関係の修正を行った．上位概念についても，同様に，概念，および概念間の関係の修正を必要に応じて行った．

3 結果と考察

分析を通じて，49 個の概念（付録参照）を作成した．

3.1. コアとなる 3 つの目標

これらの概念の比較検討を通じて，次の 3 つの概念

が，システム開発プロジェクト参画におけるユーザビリティ専門家の認知プロセスのコアになっていることが見えてきた．すなわち，顧客の「システム利用現場における業務実施プロセス(使いやすさ)向上(CP45)」，専門家自身の「チームとしてのリスク回避(CP01)」，そしてソフトウェア技術者の「使いやすさ向上活動に適した組織づくり(CP47)」，である．

これら 3 つの概念は，ユーザビリティ専門家が，システム開発プロジェクトに参画する際に自分たちのミッション，すなわち，参画を通じて果たすべき役割であり達成すべき目標と認識しているものである．

ユーザビリティ専門家は,「使いやすさは現場における業務実施上の問題解決(CP10)」と認識している．従って，使いやすさ向上の担い手としてプロジェクトに参画することを通じて，表 1 の発話例に示すように，顧客・システム利用現場が明示した要求（課題認識）の背後にある本質的な要求（潜在的な課題認識）を把握して，解決策を設計・提供することで,「現場の業務実施プロセス向上（CP45)」を達成しようとする．

表 1　事例 1

T:	えーっと，会議中に電話を受け取りたくないですと．だから電話をシャットダウンする機能が，そうすると必要ですよね？でも，でもそれはなんのためかっていうと，お客様に失礼なことをしたくないっていう上位ニーズがあって，お客様に失礼なことをしたくないんだったら，電話，緊急なときは受けとれなきゃいけない，とかいうので．あのー，その**目の前のニーズと，上位のニーズとかっていうのを，結構いつも考えるようにしていて．で，その上でどういう作業が，あの，その，行為がある**っていうか，あの，電話を受け取る受け取らないっていう判断が，あるので．そういう，必ずもく，目的というか，まあ，その，**上位のやりたいことっていうのを考えて**．あんまり目の前のこと聞かないようにしてるとか．そういうことがあります．で，**いつどこでって考えるときに，その，えーっと，それは何でかみたいなことを考えてから，作業を考える**っていう感じですかね．

一方で，プロジェクトには，期間や予算，またユーザビリティ専門家への依頼タイミングの遅さなど，様々な制約がある．中には，下流工程（システムの詳細設計・製造）での依頼のように,「設計の前提となる利用シーン把握(CP02)」のための「現場部門ヒアリングや観察調査(CP03)」を行う時間的余裕がなく「使いにくさの根本的な改善は難しい(CP06)」といった,「システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上(CP45)」の高いレベルでの達成を最初から困難にするような制約もある．このような状況の中で,「専門家集団としての部門（チーム）の評判や収益を落とすリスクを回避(CP01)」することも，ユーザビリティ専門家にとっては必須の目標であり，達成すべく活動する．

さらに，ユーザビリティ専門家は，表 2 の対話例に示すように，プロジェクト参画を通じて，ソフトウェア技術者による使いやすさ向上への意識を高めると共に，そのための考え方や効果的な進め方を啓蒙・普及したいと考えている．すなわち，プロジェクトへの参画は，ソフトウェア技術者の「使いやすさ向上への意識醸成(CP41)」のための場づくりと認識し，そこでの自身の活動を通して,「使いやすさ向上活動に適したソフトウェア技術者の組織づくり(CP47)」を図ろうとしている．

表 2　事例 2

T:	そうですね．はい．あとはあれですね．システムは規模が大きくなった時には,「僕たちには業務知識がないので，あなたたちの業務知識をきちんと提供してください」っていうような最初の取り決めをしておくので，その，取り決めの元に，きちんと業務情報を提供してもらってやる，っていうことなので，あの，きちんと，**向こうにも考えさせる責任の一端を担わせる**っていうことはや，やってます．丸投げをさせないようにはしてます．**丸投げされちゃうと僕らの活動の意味がなくなってしまって．**うん．まぁ**外注になっちゃいますね．**
M:	これは，ゆくゆくは，いっ…，そこ，**一緒で考えながら，SE の，向こうの，会社全体の SE の意識を変えていくような活動**をされてるの．
T	はい．一応，**主眼としてはあります，はい．**

これらのうち，顧客の「システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上(CP45)」と専門家自身の「チームとしてのリスク回避(CP01)」は，個々のプロジェクトにおける達成を必須とする目標である．一方，ソフトウェア技術者の「使いやすさ向上活動に適した組織づくり(CP47)」は，より長期的な目標であり，個々のプロジェクトは，その達成に向けた 1 つの場として位置付けられる．

3.2 3つの目標のバランス見極めのプロセス

ユーザビリティ専門家にとって，システム開発プロジェクトへの参画は，以上のように，これらの3つのミッションを達成しようとするプロセスである．それと同時に，図1に示すように，目標としての3つのバランスを見極めるプロセスともなっていることがわかった．さらに，この見極めのプロセスにおいて，ユーザビリティ専門家が判断の重要な拠り所としているのが，ソフトウェア技術者による「ユーザビリティ専門家との協業（CP26)」への意識であることも見えてきた．

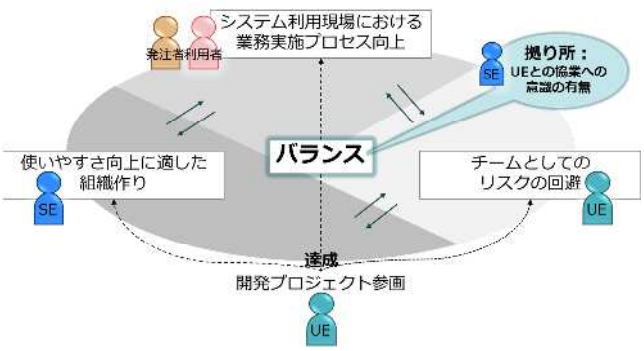


図1 3つの目標のバランス

例えば，表3の発話例において，ユーザビリティ専門家は，2つのプロジェクトを取り上げてそこに参加するソフトウェア技術者の協業に対する意識を比較することで，ソフトウェア技術者のチームが組織として使いやすさ向上に取り組む方向に変わろうとしているか否かを評価している．より具体的には，「自分たちもやれるように，ちょっと変わんなきゃ」と考えたチームは，ユーザビリティ専門家からの影響を受けて自分たちのやり方を専門家との協業がしやすいように変えようとする．一方，「自分たちは，構築に専念したい」と考えて，ユーザビリティ専門家から成果を受け取るだけで自分たちのやり方を変えようとしないチームは，使いやすさ向上を「自分たちでやろうっていう気はあんまりない」と見なされている．

しかし，依拠する概念・学問領域の違いに起因する価値観，役割認識等のギャップの影響で，ソフトウェア技術者に対する「ユーザビリティ専門家との協業(CP26)」への意識づけは，簡単にはいかない．意識づけがどうしてもうまくいかない場合，ユーザビリティ専門家は，プロジェクト参画の過程で，長期目標であるソフトウェア技術者の「使いやすさ向上活動に適した組織づくり」をあきらめて，個々のプロジェクトでの達成を必須とする顧客の「システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上」，専門家自身の「チームとしてのリスク回避」に絞る判断を行い，プロジェクトにおける行動（活動の仕方）を変更する．

表4の対話例では，ソフトウェア技術者に対する協業への意識づけがうまくいかず，ユーザビリティ専門家が開発プロセスにおける働きかけをあきらめて，プロジェクトとしての達成目標に絞る判断をしたことが示されている．

表3 事例3

T:	あんまり，そこはもう，自分たちじゃない人たちがやるっていう感じで．あのー，自分たちはもう，**構築に専念したいっていう，意識が強くて**ですね．もうちょっと余裕のある，もっと巨大なプロジェクトが隣にあって．そこは，なんか自分たちも，そのもの，なんか，で，**自分たちもやれるように，ちょっと変わんなきゃとかって，変わったチームもある**んですけど．このシステムに関しては，へー，そういう事もあるんだぐらいで．**なんかあんまり自分たちでやろうっていう気はあんまりないような．感じはしますね．**

表4 事例4

T:	まぁ，言ってもやっぱり僕たちの，**僕たちって**あの，やっぱり，何て言うんですかね，こういう**事業部門からすると，** UI，UI設計の代行者っていうか，**外注の1個みたいに思われている部分もある**ので，**なかなかこう言っても聞いてもらえない．**まぁ，言いますけどね．**ちゃんと聞いてきてくれないと，UI がずれるのでっていう話はする**んですけど，まぁあまり**「忙しくて聞けなかった．」とか「とりあえず見たから返す」っていうケースはやっぱりありますね．**
W:	そうやってプロジェクトが進んでいったときって，後から直しっていうかそこのフィードバックってないんですか．
T：	いや，それはあります．お客さんからフィードバックがあれば当然僕らのほうに直しの依頼が来ますし，**直しの依頼が来た時は**「それ見たことか」ってたいてい思うんですけど，**「だから言ったのに」って思いながらもまぁ直すんですけど，だから言ったのにとは言わずに直します**けど．まぁありますよ．必ずフィードバックはありますね．「よかったね」とか言われた時にフィードバックはないんですけどね，逆に(笑)．

3.3. 協業への意識づけを阻む要因

3 つの目標達成のプロセスにおいては，先にも述べたように，ソフトウェア技術者に対する「ユーザビリティ専門家との協業」への意識づけが重要になる．しかし，この意識づけは，表 3，表 4 にも示したように，なかなか困難である．

意識づけを阻む要因には，次の 6 要因があることが分析を通じて明らかになった．すなわち，(1)依拠する概念・学問領域の違い，(2)顧客システム開発における目標の違い，(3)システム開発プロジェクトにおける役割認識の違い，(4)使いやすさ向上に対する目標のズレ，(5)使いやすさを向上させる範囲に対する認識（スコープ）のズレ，(6)使いやすさに対する評価の観点のズレ，である．これら 6 要因の大元となるのが，(1)依拠する概念・学問領域の違い，であることも分かった．ここで，ソフトウェア技術者が依拠する概念・学問領域とは，ソフトウェアエンジニアリングの考え方(CP18)である．

ソフトウェアエンジニアリングとは，現実のコンピュータの上で稼働する信頼性の高いソフトウェアを経済的に開発する[13]ことを目指すエンジニアリングアプローチである．ここで重視される信頼性に基づいて，システム開発においては，「仕様通り(CP17)」，また「正常動作と品質水準達成 (CP24)」が主要な評価基準となっている．

システム開発プロジェクトにおけるソフトウェア技術者の目標が，「システムが問題なく動くこと(CP46)」であり，その役割認識が「要求仕様のシステムとしての実現(CP25)」であって，いずれも顧客に提供するモノ（システム）をスコープとするのは，ソフトウェアエンジニアリングにおける信頼性の重視に依拠しているものと考えられる．これに対して，ユーザビリティ専門家は，システムの利用者が利用シーンにおいてどのような要求を持っているのかをもとにシステムの設計・開発を進める「人間中心設計の考え方(CP16）」に基づき「システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上(CP45)」を目標として，その役割を「現場における業務実施上の問題解決(CP10)」と認識している．つまり，システムを含めたヒトによる業務実施のプロセスをユーザビリティ専門家はスコープとして活動しているといえる．図 2 に，両者の活動スコープのイメージを示す．このように，両者の活動スコープにはズレが存在する．

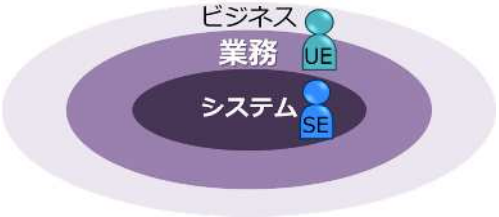


図 2　活動スコープ

また，ソフトウェアエンジニアリングにおいて経済性が重視されることから，システム開発では，低コストで早く開発できるように，「分業＆並列実施(CP19)」を標準的な進め方としている．表 2 から表 4 の発話例にみられる，使いやすさ向上をユーザビリティ専門家に完全に委託する，すなわち，「使いやすさ向上のアウトソース(CP05)」の行為は，「分業＆並列実施(CP19)」を標準的な進め方するソフトウェア技術者にとっては，当たり前のやり方といえる．しかし，使いやすさ向上は，図 2 にも示すように，活動のスコープがシステムに留まらない．すなわち，システム利用を含む業務プロセス全体を対象として，さらにそれを実施するヒトの視点で包括的に評価しなければならない．

これに対して，ソフトウェア技術者は，図 2 に示す活動スコープにそって，使いやすさを，システムの「見た目のよさ(CP09)」と捉える．すなわち，使いやすさ向上で対象とする範囲は，システムと人間とのインタフェースとなる画面のグラフィックデザインとなる．画面のグラフィックデザインであれば，開発作業として完全に切り出すことができ，かつ自分たちにはないスキルが必要となる作業のため，ユーザビリティ専門家に完全に委託（使いやすさ向上のアウトソース:CP05）して「分業＆並列実施(CP19)」で進めることに，疑問を持つことはないと考える．

すなわち，依拠する概念・学問領域の違いに起因する「ヒト（利用者）の視点とモノづくりの視点(CP29)」が，ソフトウェア技術者に「分業＆並列実施(CP19)」で「ユーザビリティ専門家は外注先(CP15)」との認識から，「ユーザビリティ専門家との協業(CP26)」への意識の変化を阻む要因になっていると考察する．

3.4 協業への意識づけのアプローチ

3.3 に示したように，日常的な仕事に対する考え方が異なる中でも，ソフトウェア技術者による「ユーザビリティ専門家との協業（CP26）」への意識を，ユーザビリティ専門家は 3 つの目標達成のプロセスにおいて

重視していることから，その意識づけを図るために，様々なアプローチをとっている．例えば，先の発話例 2 では，使いやすさ向上に関わる作業を「丸投げされちゃうと僕らの活動の意味がなくなってしまう」ので，ソフトウェア技術者にも「考えさせる責任の一端を担わせる」ことを，作業ルールとして合意したことが述べられている．

これらのアプローチの中でも重要と考えられるのが，ソフトウェア技術者による「プロセスとしての活動成果・効果を体感(CP23)」，3.3 で述べた使いやすさに対する認識の違いの解消のためのアプローチである．表 5 の対話例では，「プロセスとしての活動成果・効果を体感(CP23)」がないと，協業への意識がうまれにくいことが指摘されている．すなわち，ユーザビリティ専門家の活動プロセスとその活動成果（設計案），さらにその活動成果によるプロジェクトへの効果を，一連のものとして体感する，活動成果だけ受け取る，プロジェクトへの効果だけみるのではなく，そこに至る活動の過程（プロセス）との繋がりで理解することが，協業への意識づけに重要ということである．

表 5　事例 5

W:	これ, 事業部の, お客さんと話す方の人たちも, あんまり意識が変わらない？開発部門の人は何となくわかったんですけど,
T:	お客様の反応が変わったなっていうのは分かるから, 困ったら声かけてくれるんですけど, かえ, **今度開発が変わったなっていうのがわかんない**んですよね. 開発のも結構, 変わるじゃないですか. なんか, こう, **ちゃんと組みやすいようになってたりとか, あのー, フローとかも見直したりとかっていうことの, 細かいことは見てないんですよね. うん, なんか, 事業部は.**

表 6　事例 6

T:	で, **よく後ろに座ってるだけまず最初いるとか**. そのうちなんかパッと出したものとか, ワイヤーフレームとか出すと, あ, 聞いてたんだなみたいなことがわかってくるので. **それで徐々になんか, あ, じゃあこんなのどう？って. そうするとみんなから質問がくるので, 徐々に入ってくようにする**, みたいな.

さらに, 3.3 で述べた使いやすさに対する認識の違いの解消も協業への意識づけに必要であることから，表 6 の発話例では，使いやすさに対する認識の違いをプロジェクトの初期段階の場を活用して時間をかけて解消を試みたこと（専門性への誤解解消と反発回避のための期間と場づくり(CP21)）が語られている．

一方，表 7 の対話例では，「顧客からの信頼獲得(CP42)」によって, 顧客の代弁者の位置づけを獲得し，顧客に従うというソフトウェア技術者の行動の傾向[11]を利用して，彼らに「ユーザビリティ専門家との協業(CP26)」を意識づけるようにしていることが語られている．

表 7　事例 7

T:	あ, でも, いや, **特にエンドユーザーから僕らが離れちゃったらもう, 立ち位置がまったくなくなるので,** 何だかんだ言ってるけど, エンドユーザーの心は掴んでるよね, っていう状態にならないと.
K3:	あぁ, なるほどね.
T：	だからなんか, こう, 火が吹いてるプロジェクトとかってこう, 何か落下傘のようにピーっと投入されたら（笑）, **まず最初にやることは, エンドユーザーの心を掴むこと.** そこを掴まない限り, その, こう, 落下しただけで, 行くところがない（笑） ~中略~ 放り込まれたとき. そのときにとにかく, エンドユーザーの心を掴めば, あの, まぁ, 唯一こう, 原点になれますし, 担当事業部側も, まぁ**お客様がいいって言ってるんだったら, まぁ, この部隊もいいのかな, とか, あの, まぁ評価されますよね.** ってか要は, 投入された時点では, その, たぶん, 他の, プロジェクトメンバーすら「こいつら, どんだけの実力があるんだろう」と思って見てるんで. そこは, だからエンドユーザーの心を掴んだら, あ, **お客様の心を掴んでるってことは, もうこの人たち, まぁ信頼してもいいのかも**, とか. **だんだんみんなが動いてくる**ので.

この例から，依拠する概念・学問領域の考え方（人間中心設計：CP16）に基づく「ヒト（利用者）の視点（CP29）が, 顧客の「業務実施プロセス向上（CP45）」達成のためだけでなく，ユーザビリティ専門家自身の「チームとしてのリスク回避(CP01)」達成のための盾にもなること，それを専門家が明確に認識して活用していることがわかる．すなわち，Higgins, E.T. [14,15] の制御焦点理論における促進焦点に類似した価値観に基

づいて,「現場・利用者が何を求めているか」を起点にして，それを満たすことを最優先に，他の人の意見を積極的に取り入れながら活動することが，ユーザビリティ専門家自らを守る手段ともなること，それを認識しているからこそ，ユーザビリティ専門家はより積極的にそのように行動するのではないかと考察する.

4 おわりに

情報システムベンダーにおいて，システムの設計開発を担うソフトウェア技術者とユーザビリティ専門家に，仕事の経験や環境，また仕事に対する意識をインタビューし，開発プロジェクト参画におけるユーザビリティ専門家の認知プロセスに焦点をあてて分析した. その結果，ユーザビリティ専門家にとってプロジェクト参画は，顧客の「システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上」，ユーザビリティ専門家自身の「チームとしてのリスク回避」，そしてソフトウェア技術者の「使いやすさ向上活動に適した組織づくり」, の 3 目標間のバランスを見極めるプロセスであることがわかった. さらに，ユーザビリティ専門家が見極めの拠り所としているのが，ソフトウェア技術者による「ユーザビリティ専門家との協業」への意識であることが明らかになった.

これまでの使いやすさ向上に関わるソフトウェア技術者教育では，ソフトウェア技術者自身の使いやすさ向上スキルの育成を目的として,「ヒト（利用者）の視点」や使いやすさ向上のための画面設計方法やその基礎となる人間の知覚・心理等を対象としてきた. しかし，本研究を通じて，ユーザビリティ専門家との協業への意識づけが，開発プロジェクトにおける使いやすさ向上を効果的に進める上で重要であることが明らかになった. 今後は，本知見を踏まえて，ソフトウェア技術者の新たな教育プログラムを考えていきたい.

参考文献

[1] Norman, D. A.(2013) : The psychology of everyday things. Revised and Expanded Edition. Basic Books , 2013.

[2] Tanikawa, Y., Okubo, R., Fukuzumi, S. (2012): Proposal of human-centered design process support environment for system design and development; Proceedings of the 4th Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) International Conference, pp.7825-7834.

[3] Tanikawa, Y., Suzuki, H., Kato, H., Fukuzumi, S. (2014) : Problems in Usability Improvement Activity by Software Engineers - Consideration through verification experiments for human-centered design process support environment; HCI International 2014 Proceedings Vol.12 LNCS8521, pp.641-651.

[4] Seffah, A., and Metzker, E.(2004): The obstacles and myths of usability and software engineering; Communications of the ACM, 47(12), pp.71-76.

[5] Seffah, A., Gulliksen, J., & Desmarais, M. C. (Eds.). (2005): Human-Centered Software Engineering-Integrating Usability in the Software Development Lifecycle (Vol. 8). Springer Science & Business Media.

[6] Ferre, X. (2003): Integration of Usability Techniques into the Software Development Process; Proceedings of the ICSE Workshop on Bridging the Gaps between Software Engineering and Human–Computer Interaction, pp.28-35.

[7] 海保博之 (1992)：“インタフェースの認知科学的諸問題”，認知科学の発展 第 5 巻 特集「インタフェース」，日本認知科学会，講談社, 1992：pp.1〜4

[8] 佐伯胖 (1992)：“ヒューマン・インタフェースは異文化交流の場である”，認知科学の発展 第 5 巻 特集「インタフェース」，日本認知科学会，講談社, 1992：pp.5〜27

[9] Hinds, P. (1999) : The curse of expertise: The effects of expertise and debiasing methods on predictions of novice performance. Journal of Experimental Psychology: Applied, 5, pp.205-221.

[10] 谷川由紀子他（2014）:“情報システム開発におけるソフトウェア技術者の思考の特徴に関する考察”，2014 年度日本認知科学会第 31 回大会発表論文集， pp.149-158

[11] 谷川由紀子他（2015）:“ソフトウェア技術者の思考の特徴：その役割認識と価値観”，2015 年度日本認知科学会第 32 回大会発表論文集， pp.195-204

[12] 木下康仁，（2007）：ライブ講義 M-GTA, 弘文堂.

[13] F. L. Bauer (1972): Software Engineerin, Information Processing (North-Holland Publishing Co.) 71: pp.530‑538

[14] Higgins, E. T. （1997）: "Beyond pleasure and pain. ", American Psychologist, 52, 1280-1300.

[15] Higgins, E. T. （1998）: "Promotion and prevention: Regulatory focus as a motivational principle", Advances in Experimental Social Psychology, 30,1–46.

付録

	概念名	NO.
	ヒト（利用者）の視点とモノづくりの視点	CP29
ユーザビリティ専門家に関連する概念	人間中心設計の考え方	CP16
	システム利用現場における業務実施プロセス（使いやすさ）向上	CP45
	使いやすさは現場における業務実施上の問題解決	CP10
	使いやすさ向上施策（設計案）の顧客との交渉・調整	CP04
	設計案の意味を語れること	CP44
	使いやすさ向上の理想解と実現解	CP43
	現場の業務実施上の問題把握	CP07
	設計の前提としてのシステム利用シーンの把握	CP02
	現場部門へのヒアリングや現場観察	CP03
	現場の利用者視点の重要性	CP34
	顧客（発注者）の役割と現場の利用者の役割	CP35
	下流工程における使いにくさ改善の困難	CP06
	チーム評価を組み込んだ進め方	CP11
	様々な視点による評価を重視	CP12
	評価基準設定の難しさ	CP13
	使いやすさ向上に適した組織作り	CP47
	使いやすさ向上への意識醸成	CP41
	顧客からの信頼獲得	CP42
	ソフトウェア技術者の後方支援	CP39
	専門性への誤解解消と反発回避のための期間と場づくり	CP21
	協同作業の取り決め	CP40
	チームとしてのリスクの回避	CP01
	赤字回避	CP01-1
	機会損失回避	CP01-2
	松竹梅の改善案提案	CP08
	数字やコードによる実装指示	CP27
	インタフェース設計の基本方針資料	CP31
	インタフェース設計における使いやすさ向上の実践スキル	CP30
ソフトウェア技術者に関連する概念	ソフトウェアエンジニアリングの考え方	CP18
	システムが問題なく動くこと	CP46
	要求仕様のシステムとしての実現	CP25
	仕様通り	CP17
	正常動作と品質水準達成の評価	CP24
	他者評価は批判	CP20
	分業＆並列実施	CP19
	工数見積可能な決め事（ルール）	CP38
	現場ニーズを知ることができない	CP22
	システム開発プロセスにおける「利用シーン把握」	CP37
	システム開発教育における「利用シーン把握」	CP36
	使いやすさは見た目のよさ	CP09
	使いやすさ向上は分業可能	CP14
	使いやすさ向上のアウトソース	CP05
	ユーザビリティ専門家は外注先	CP15
	ユーザビリティ専門家との協業	CP26
	プロセスとしての活動成果・効果を体感	CP23
	インタフェース仕様（設計案）に対する認識のギャップ	CP28
	自分にとっての使いやすさ	CP32
	顧客（発注者）による現場要求・問題の軽視	CP33

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

現代美術家の作品コンセプト生成過程に関するケーススタディ
― ドローイングの利用に注目して ―
Formation of an art concept: How is visual information from drawing utilized by an artist in concept formation?

髙木 紀久子*，横地 早和子**，岡田 猛***
Kikuko Takagi , Sawako Yokochi , Takeshi Okada

*東京大学大学院学際情報学府，**東京未来大学，***東京大学大学院教育学研究科・情報学環
The University of Tokyo, Tokyo Future University The University of Tokyo,
qq116213@iii.u-tokyo.ac.jp, yokochi-sawako@tokyomirai.ac.jp, okadatak@p.u-tokyo.ac.jp,

Abstract

When producing a new series of artworks, how does the artist form an art concept? In order to capture this formation process, we conducted a case study of a contemporary artist. We interviewed the artist about his creation process once every three weeks for about ten months. During that period, in order to develop his art concept, the artist first drew his ideas on paper and then took photographs to collect visual information. After these two phases, he began the hands-on creation of the artworks. In this paper, we analyze the drawings and interview data collected during the drawing phase. The results show that the artist used various types of constraint modification. By changing the constraints on his own creative activity, the artist often reflected upon his creative process, asking himself what he really wanted to do, and explored new images, using feedback on unexpected findings and the feeling of confusion at his own drawings.

Keywords — Art concept, Concept formation, Contemporary artist, Constraint modification, Inspiration, Surprise, Visual information, Case study

1. はじめに

現代の美術創作においては，作品の元となるコンセプトが重要である（Godfrey，1998[1]; 海野・小倉，1988[2]）. 現代美術家が新しい作品のコンセプトを形成する際には，どのような認知過程が関わっているのだろうか.

美術創作についての先行研究からは，創作過程に含まれる様々な制約を変更し，新しい問題空間を発見するための方法の 1 つである「ずらし・ずれ」の重要性が指摘されてきた（e.g., 岡田・横地・難波・石橋・植田,2007[3]；岡田・横地・高木，2013[4]; 高木・岡田・横地，2013[4]）. また，ずらしやずれによって生じた意図しない状況との出合い，すなわち予期せぬ発見（驚きの結果）の利用についても，科学的発見過程や建築家のデザイン過程の研究でその役割が検討されてきた（e.g., Klukarni & Simon, 1988[6]; Klahr & Simon, 1999[7]; Suwa & Tversky, 1997[8]）. さらに，エキスパートの美術創作における制約の働きについて，Stokes（2008[9]）は生成と解釈のサイクルにおける制約の機能（促進と抑制）を指摘している.

美術創作過程における予期せぬ発見の利用については，高木ら（2013）のケーススタディがその詳細を検討している．彼らは，現代美術家が作品コンセプトを生成する際に，何度か予期せぬ現象に出合い，それを利用して類推を行い，新たな作品コンセプトを生成したことを明らかにした.

本研究では，その研究の発展として，新たな作品コンセプトを発見する前に，美術家がどのようにアイデアスケッチ（ドローイング）を行い，アイデアを生成していったかを，ずらし・ずれや予期せぬ発見などの詳細な分析を行うことにより検討する.

1.1. 作品アイデア生成の初期に見られるずらし・ずれ：これまで，美術創作におけるずらし・ずれは，長期にわたる創作活動の中で検討されてきた（岡田・横地・難波・石橋・植田, 2007; Okada, Yokochi, Ishibashi, & Ueda, 2009[9]）.ずらしとは，既有知識の中の事例の構造の大枠を当てはめ，その中の一部の特徴を変更しながら，新しいものごとを創造する過程を指している. 特に，美術創作活動におけるずらしは，「自分の創作活動に関与している制約条件の一部を意図的に変更すること」を含んでおり，新しい問題空間を発見するための有効な方法の 1 つであると考えられる（髙木・岡田・横地，2013）.

一方，ずれとは，何らかの偶然による制約条件の変更（主に, 外側からの働きかけによる制約条件の変更）

により，既存の問題空間の制約が外れて何らかの変化が生じ，新たな問題空間が発見される過程を示している（髙木ら, 2013）．こうしたずらしやずれがどのように美術の創作活動に関わっているかについて，高木ら（2013）は，現代美術家 1 名の約 10 ヶ月にわたる創作活動を検討した．その結果，創作過程はドローイングフェイズ，写真フェイズ，実制作フェイズの 3 つに分かれており，特に写真フェイズで新しい作品コンセプトの発見があったことを示している．また，その発見過程においては，写真による視覚情報の収集を通して活発なずらしやずれ，類推などの活動が生じていたことも示している．新しい作品コンセプトが生成されたという意味で，写真フェイズは重要であったが，それに先立つドローイングフェイズにおいても類似の認知的活動が行われていると予想される．実際，ドローイングの際には描かれる対象が前のドローイングの特徴を引き継ぎつつ少しずつ変化したり，用いる道具を変えたりしており，何らかのずらしやずれが起きていると考えられる．ところが，写真フェイズで用いた分析の枠組みはそのままドローイングフェイズの枠組みに転用する事は難しい．なぜなら，ドローイングに描かれる図像は，写真の被写体のように客観的に対象を特定できる図像ではなく，美術家の内的なイメージであったり漠然とした形や記号であったりする．また，ドローイングの際に目を閉じて描いてみたり，鏡のみを見て直線を引こうとしたりするなど，ドローイングの行為そのものを変化させるような試みも多用している．

そこで，従来のずらし・ずれの定義に従いつつ，ドローイングフェイズにおけるずらし・ずれの特徴を捉えるための新たな分析の枠組みを設定することとした．具体的には，創作における制約の変更と，表現内容の要素の変更の，大きく 2 つのずらしの枠組みである．

1.2. 創作における制約の変更 : 創作活動には，さまざまなレベルの異なる制約が関与している．例えば，描くための筆や紙（道具），描く対象（対象），そのときの身体の状態，アイデアの枠組み（上位概念や創作ビジョン）などである．ドローイングにおいては，特に「創作行為の制約の変更」と「創作の道具の変更」が関与していると想定される．創作の道具の変更とは，文字通りドローイング等に用いる物理的な道具（描画材，素材など）を変えることを意味する．一方，創作行為の制約の変更とは，身体的行為における制約を変えることを意味する（Yokochi & Okada, 2005[11]）．この場合の制約とは，1．外界（情報）の入力方法と，2. 外界への出力方法である．外界情報の入力は知覚等を用いて行われるが，例えば目を閉じるなどして情報入力の方法を変更する事がこれに当たる．また，出力方法についても，非利き手で描くなど普段とは異なる描き方をすることで，従来の制約が外れ（あるいは新たな制約が加わり），創作行為そのものが変化すると考えられる．このように，創作行為における制約を変更することで，予期せぬ発見や驚きを伴う結果を生じさせることが可能となる．したがって，ドローイング行為に関わる制約の変更は，新しい作品アイデア生成に関わる重要なプロセスと考えられる．

1.3. 表現内容の要素の変更 : ずらしが起きるのは，創作行為や道具だけではない．思いついたアイデアやイメージなどの特徴の一部を維持しつつ，別の要素を変化させるといったずらしも行われる．例えば，「壁」というアイデアに端を発して，光と影で構成された壁を発想したり，プロペラが回ることでできる壁を発想したりすることがこれに当たる．つまり，直前までのドローイング，または複数のドローイング間において，作品アイデアの一部を維持して他の要素を変更する，このようなずらしを本研究では「アイデア生成のための概念操作」と呼ぶこととする．

1.4. 予期せぬ発見による驚きの利用と触発 : 科学的発見や建築家によるデザイン過程の研究等では，予期せぬ発見が効果的に利用されていることが示されている（Klahr & Simon, 1999; Suwa & Tversky, 1997）.高木ら（2013）は，美術創作における予期せぬ発見の利用に際しては，類推が重要な役割を果たしている可能性を指摘した.具体的には，予期せぬ驚きの発見をした場合，その機会を逃すことなく発見の意味を解釈するために，より精緻な情報収集を行うことを示している．さらに，予期せぬ発見をもたらした対象の本質的な意味を理解するために，類似の新しい事例を探しながらそれらに共通する要素を考えるという，典型的な類推とは異なるタイプの類推が起きていたことも示している．このような類推が，ドローイングフェイズにおいても生じる可能性があるため，予期せぬ発見がどのドローイングで生じたかについても特定する必要がある．

表１　ドローイングフェイズにおける分析カテゴリーの定義

大カテゴリー	中カテゴリー	小カテゴリー		定義	事例
ずらし・ずれ	創作の制約の変更	①創作行為の制約の変更		身体的行為における制約の変更．この場合における制約とは，1．外界（情報）の入力方法，2．外界への出力方法（行為における意図（態度）や動機を含むが作品アイデアは含まない）を指す． これらの制約を変更することで直前まで行っていた行為が変われば，行為の制約の変更があったとする．	1の例：（直前の行為）対象を見ながら描く ⇒（次の行為）目を閉じて描く 2の例： ・鏡を見ながらふわっとした線で描く ⇒鏡を見ながらフリーハンドで横線を描いて（それを頼りに）描く ・何も考えず無になって描く ⇒少し頭の中を整理しながら描く
		②創作の道具の変更		ドローイング等に用いる物理的な道具（描画材，素材など）の変更．	・ボールペンのみの使用からボールペン（黒・銀）、ミリペン、修正ペン（白）への混用へと変更
	表現内容の要素の変更	③アイデア生成のための概念操作		直前までのドローイング，または複数のドローイング間において，作品アイデアの一部を維持して変更することを指す． すなわち，頭の中で思いついた，または外化した作品アイデアの表面的特徴の一部（視覚的または概念的）を維持して主題やアイデアの内容を変更することを指す．また，作品アイデアの素材の角度・サイズ・色・形状・個数といった主題以外の細部の変更もここには含む． これらの変更が行われた場合、アイデア生成のための概念操作が行われたとする． なお，ここでは１枚のドローイング制作中に起きたことは含まない．	・（建物をモチーフにしたアイデアを考えた後で）大きなビルの中に、階段と入り口がいっぱいある部屋があったら面白い。急いでるのに全然自分のいきたいところに行けない，コピー一枚とるのにどこ行ったらいいのか分からない ・この眠たい（アイデア）が出たときに，これを光を当てたら影ができるし，出てきた影が本当のもっと近いものになっていくんじゃないか
触発		④外発的触発		新しいドローイングの作成において，外界から何らかのヒントを得ている場合．特に， 1．デュシャンや大ガラスなどのデュシャン作品，言説等をアイデア探索のために使用している場合． 2．散歩の途中に出会ったことや，外化したドローイングなど外界環境から気づいたことを利用した場合． ただし，利用されたアイデアのソースが不明の場合は，便宜的にこのカテゴリーに該当することとする．	1の例：デュシャンの大ガラスを見たときに，上半分，下半分という，ものすごく意識にあって．上半分が彼女としたら，下半分が他者というか，要するに外と内というか（中略）何か作品として具体的にこうしていけそうだなという時期に大ガラスを偶然見る機会をもらったので，これは作品としてできるという確信があって ２の例：笹がものすごく綺麗に動いている状況に出会って，全体が動いているというか，全体でひとつの美意識ができるので面白いなと。
		⑤内発的触発		美術家自身の過去の作品や作品シリーズのコンセプト，あるいは美術家の子どもの頃の思い出や，過去の経験といった作品以外の記憶をソースとして利用した場合．	・美術家自身の過去作品：ワードバルーン（過去作品）のここにちょっと模様が出てきたんです ・記憶の例：小さいときに感じた原始的な感動みたいなものを思い起こそうとして，作品を作ってるんじゃないかな
感情		⑥驚き		ずれやずらしの結果、何らかの予想外の結果が生じ、それに伴って生起する感情体験	・こういうのを描いたらすごく落ち込んできてね．自分は何を今までやってきたんやろうと思って．

ところで，創作初期に行われる作品コンセプトの探索においては，様々なソースからの触発も考慮に入れる必要がある．後述するように，本研究は，その対象者である現代美術家にマルセル・デュシャンの作品「大ガラス」から何らかの発想を得た新しい作品を制作するよう依頼することではじめられた．当然のことながら，新しい作品コンセプトの生成には，デュシャンの大ガラスから受ける触発が何らかの影響を及ぼすことが予想される．熟達した美術家は自分自身の創作ビジョンを有しており，それにしたがった創作活動を行うことが示されている（横地・岡田，2012[12]）ことから，外界からの触発だけが新しい作品コンセプトの生成に影響を及ぼすのではなく，自己の創作ビジョンや既発表の作品シリーズのコンセプトなども発想の元になり，新たなコンセプトの探索に影響を及ぼすことが予想される．このように，外発的な契機による触発と，内発的な契機による触発の両方がどのようにドローイング過程で生じるのかについても検討が必要であろう．以上のことから，本研究では作品コンセプトが生まれていく初期の様子について，ドローイングを使用した探索活動に焦点をあて，ずらし・ずれ，触発，驚きの発見の観点から検討する．

2.　方法

2.1. 事例の概要：本研究の対象は国内外で活躍する現代美術家 1名(インタビュー当時 50 代の男性)である．2007 年 12 月から 2008 年 9 月 までの間に，およそ 3 週間に 1 度のペースで美術家篠原猛史氏にインタビューを行った(計 13 回 2 ，表 1 参照)．その際初回インタビューにおいて以下の協力依頼がなされた．1. 東大駒場博物館に所蔵されているマルセル・デュシャン作品 「大ガラス」のレプリカ作品から何らかの発想を得た，新しい作品の創作すること，2. 創作途上のメモをできる限り残し,また発想のヒントになったものを写真で記録すること，3. 定期的なインタビューに応じること．初回インタビューは，デュシャン作品「大ガラス」を見た印象について質問し，2 回目以降のインタビューでは，前回のインタビュー以降に制作された作品について説明を求めた．質問内容は「ドローイング，スケッチ，メモ，写真毎にその内容や意図についての説明」「制作中の作品の説明」「インタビュー時点で頭の中で考えているアイデアの確認」「今後の予定」

等であった（髙木ら, 2013 参照).

2.2. 作品コンセプト生成の概要：篠原氏の作品コンセプト生成は，およそ以下の 3 つのフェイズを経て進行した．1. アイデアスケッチ(ドローイングフェイズ), 2. 身の回りの気になる場面の写真撮影を利用したアイデア探索(写真フェイズ). その途中での新しい作品コンセプト White Noise の生成．3. 作品制作（実制作フェイズ）.

2.3. データの整理と分析の枠組み：発話データの分類に際しては，発話をドローイング毎にセグメンテーションし，ずらし，驚き，触発に関する発言があるユニットを抽出し，上述した分析の枠組み，すなわち「創作行為の制約の変更」「創作の道具の制約の変更」「アイデア生成のための概念操作」「触発（外的・内的)」「驚き」のカテゴリーを設定し，インタビュー・データとドローイングの分析を行った（表 1 参照).

3. 結果と考察

3.1. ドローイングフェイズにおける作品コンセプト生成過程の概要

ドローイングフェイズで作られたアイデアスケッチ（立体も含む）は，全部で 80 点であった．ここでは，どのようにドローイングが行われたのかを概観する.

当初から篠原氏は,

「デュシャンの大ガラスを見たときに，上半分，下半分という意識があって．上半分が彼女としたら，下半分が他者というか，要するに外と内というか．僕自身，以前からある…同じように相反するもののボーダーとかをなくすとか，両極にあるものをひっつけるという．何か作品として具体的にいけそうだなという時期に大ガラスを見る機会をもらったので，これは作品としてできるという確信が」

と述べ，写真フェイズで発見される作品コンセプトの下位コンセプトである「ボーダー」概念や，その下位概念の「境界」を成立させる「上・下」,「外・内」,「引き合い」について述べており，4 年前から試している「両極にあるものをひっつける」というアイデアが，大ガラスを契機に具現化できるというイメージを持ったと言及している．このような関心をもとに，篠原氏は「頭の中のアイデアを描き出す」ドローイングを始めたが，作品コンセプトの探索は，一つの方略で進むのではなく，アイデアの主題の一部をずらす思考の探索と身体的行為の制約の変更をダイナミックに取り入れた探索を行いながら漸進的に進行する様子が見られた.

具体的には，ドローイングの当初（No. 1 から No. 19）は，デュシャンの大ガラス作品の視覚的・概念的な特徴を利用しつつ，美術家自身のこれまでのコンセプトから「ボーダーをなくす」「両側にあるものをひっつける」というアイデアも利用しながら始まった．この初期のアイデアがデュシャンの作品コンセプトの繰り返しにならぬように，別の角度から見ようとしている様子も見られた．また，散歩の途中に出会ったものや，フェルメールなどの他者作品，子どもの頃の思い出も触発のソースとして利用され，頭の中のアイデアを外化しながら探索が進められていた.

ドローイングの中盤（No. 53）からは，鏡を見ながら描く，頭を空にして描く，形を塗り込むといった身体行為の制約を活発に改変するずらしが見られた．その際，描画材もミリペン（極細の水性ペン)，黒や銀のボールペン，修正ペン，マジック，サインペンと変更しながら，さらに画材を複数混在させるといった多様な方法で探索を進めていた．その後の No. 68 以降では，当初行っていた頭の中のアイデアをボールペンで線描きするという方法に戻り，最後のドローイング（No. 75 から No. 80）では，これまでに出たアイデアを確認する作業が行われた．確認された要素は，探索の中で見つけた気になる形と，物理的な動きや光の反射といった断片的なアイデアであり，それらを組み合わせて具体的な作品案が検討された.

3.2. ドローイングフェイズの詳細な分析：

ここからは，上述した分析の枠組みに基づいて，一連のドローイングでどのようなずらしやずれ，触発，予期せぬ発見の利用などが行われたのかを検討する.

3.2.1. 探索初期：外発的触発・アイデア生成のための概念操作（No.01~19．図 1 参照）

篠原氏はデュシャンの大ガラス作品から得た「反射」のアイデアが自身の過去作品の中に出現したことを見いだし，それを発展させようとする（No.01~06).

「ワードバルーン（自分の過去作品）にちょっと模様が出てきたんです．今までのものに反射がプラスされてきた．こういう形態や反射は以前からあったんですけれども，大ガラスの向こう側に映るのを見たときに，向こう側の景色，見えるものを取り入れて作っていったらデュシャンの繰り返しになるので，そこから発展させた」

その後は，散歩で見かけた看板から得たアイデア「壁」について，要素をずらしながら 10 種（枚）の「壁」を中心としたアイデアが次々と探索された(No.10～19)．偶然であった看板を「壁」と見なし，それを外発的な触発の契機に，「丸い壁」「光の壁」「精神的にすごい壁」「扉もある意味壁」と，壁の意味を次々とずらしながらドローイングを行っている．そうすることで，デュシャンの大ガラスの特徴を自分の作品アイデアに引きつけつつ検討している様子が見られる．発話からも，外化したアイデアの一部のずらしが頻繁に行われていることが示唆される．

3.2.2. 思考実験による作品コンセプトのさらなる探索：アイデア生成のための概念操作・内発的触発（No.34~52）

ドローイング No. 34 から 36 では，幼少期の経験で得た情動的な感覚を触発のソースにする試みが見られる．

「小さいときに楽しかったことをいろいろ思い出したら，色だったり形だったりしたような気がして．例えば，お祭りとか金魚すくいが面白いとか，風船割りが面白いじゃなくて，人の影とか光とか，動きとか，どぎつい赤とか，そういう色とかざわめきとか，音とかで何かワクワクしたなと思った」

ドローイングにおいても，光，動き，色彩，音声，気分といったものを視覚的な形状に置き換えて探索している．その際の発言からは，探索の軸は小さいときの楽しかったことからお祭り，人の影，光，動き，色，音と抽象化されてずらされ，さらにワクワクの質，ワクワクしたもの，パズルといったように連想ゲームの様に頭の中のアイデアの主題が改変されていく様子がわかる．この段階に来ると，触発のソースはデュシャンをはじめとする外発的触発から，美術家自身の過去の記憶といった内発的触発へと変容が見られる．

3.2.3. 描画における身体行為の変更：創作行為の制約の変更（No.32, 53~57）

外化したアイデアの一部をずらすようなアイデア生成のための概念操作をドローイングで行っている途中に，創作行為の制約の変更や道具の変更がしばしば起きていた．例えば，No. 32 では，細いマジックと極細のものを使用し，実際に目をつぶって描いている．これは，一つ前のドローイングで錯覚や錯視について考え，既成のものの捉え方を外す目的で行うことが語られている．

また，No. 53 から 57 までは，手元を見ずに鏡を見ながら描くという行為の制約の変更が行われたり，その

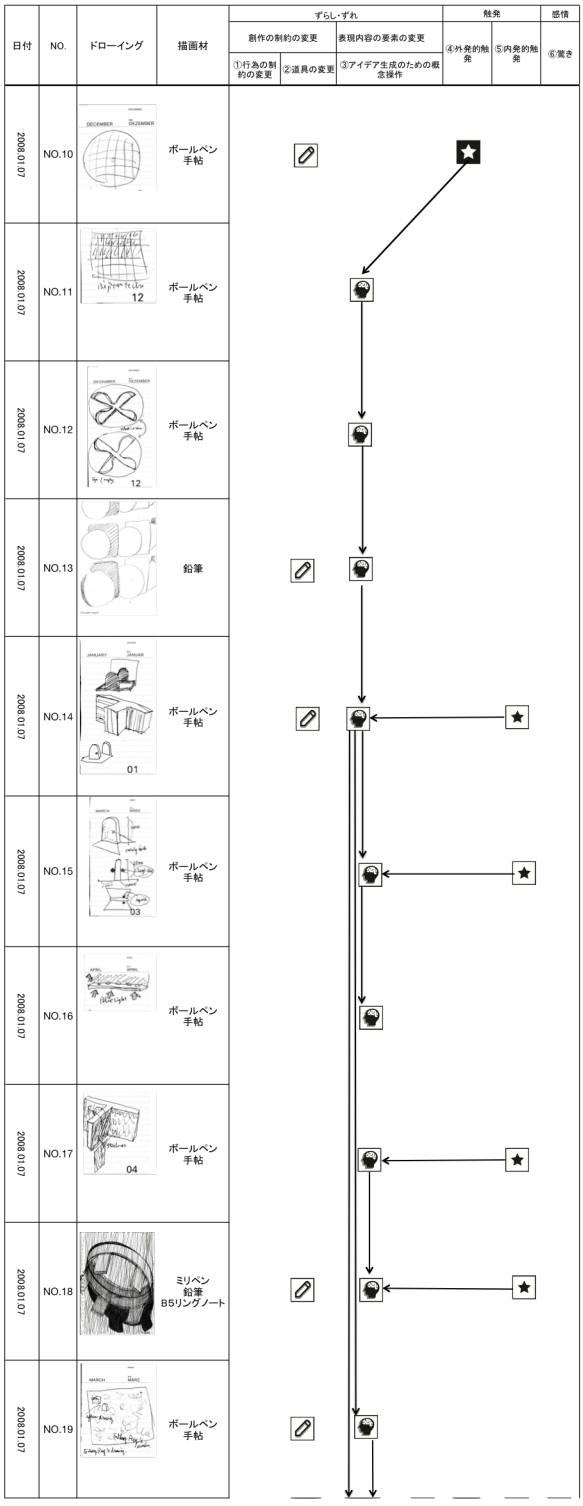


図 1　ドローイング No.10 から No.19 におけるずらし・ずれ，触発，驚きの変遷

ようにして描いたドローイングがあまりにも拙いことに驚いたりしている．その後，何かの目的や表現方法を意識して描かなくてはいけないという省察がおきていた．No. 32 でも既成のものの捉え方を外す試みが意図的になされており，美術家は行為をずらすことで，驚きの結果を積極的に生み出していると考えられる．

このように，篠原氏のアイデア探索には，描画する際の身体の動きの制約に変更を加え，意図しないものが如何に外化されるのかを探り，そのフィードバック情報を利用するという行為が見られる．すなわち頭の中のアイデアやイメージを外化して再現するのではなく，自身の身体行為を通じて得られる，未だ見ぬ新しい問題空間を探索していることが示唆される．

3. 2. 4. 外化の変更の継続：創作行為の制約の変更，道具の変更（No. 58~63. 図 2 参照）

ドローイング No. 57 は美術家にとっても予想外の拙い出来であったため，描きたいものを意識して，1 枚のドローイングにすべて重ねて描くという，創作行為の制約のさらなる変更を行う．

「これ(No.57)描いて死ぬのいややと思いだして，これが絶筆で，最後の作品ですと言われたとき，「こんなんいやや」と思って…一体何が自分を左右しているのかと思って，何か分からないけれども…逆にすごく描きたいものを全部一枚の紙に描いてみようかと…自分の描きたいものを意識して，いろいろなものを重ねて描いたら合わさったら何が出てくるのかなと思って．」

こうして，No. 58 からは描画材もボールペン（黒・銀），ミリペン，修正ペン（白）を混在させて，多くの痕跡を紙の上に残す．気分的にも取り直し，一枚の紙にアイデアを重ねる描画方法が No. 58 から 63 まで続く．

3. 2. 5. 描きながら発展していくアイデア：創作行為の制約の変更（No. 64~67）

ここでは，ドローイングに外化される形は，頭の中のイメージの完成形をそのまま描いたものではなく，描きながら発展していく様子が語られている．例えば，ドローイング No. 65 で浮かび上がった形に，気になるものを感じつつ，同時に違和感も感じている．

「ここで割と考えたんですよ．そしたら多分，白と黒とか両極にあるものというか，元々ひとつだったのか，それとも二つがひとつになったのか分からないんですけれども，両方の極端なものが分離することによって何かできてきたのか，まったく別のものが寄り添っていってひとつになってきたのか，なんかそういうものを表現しようとしてるんじゃないかなと，潜在的

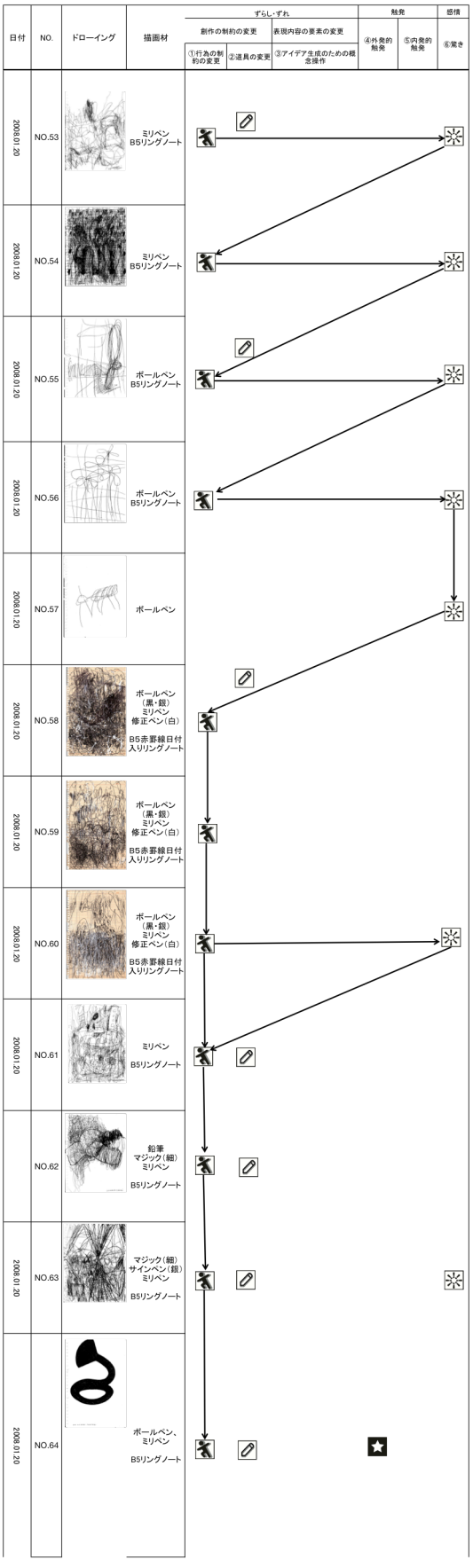


図 2　ドローイング No.53 から No.64 におけるずらし・ずれ、触発、驚きの変遷

にあるものがふっと出てきて．」

この発言に見られるように，外化したイメージに違和感を覚えつつ違和感の意味を考える事で，「両極にあるものを表現しようとしているのではないか」と気づいた事がうかがえる．しかし，次のドローイング No. 66 を描いたが予想と異なってきたため，「両極にあるもの」を白と黒で表してはどうかと，表現内容をずらすことで新たなドローイングを行う様子がうかがえる．このように，外化したドローイングからのフィードバックを用いることで，本当に求めていた形を探索している事が分かる．

3. 2. 6. 作品コンセプトのアイデアの調整:内発的触発（No. 74~80）

No. 74 以降は，出されたアイデアを検討するため，外化されたアイデアを整理しながら描き起こしている．

「今まで描いたものの中から気になるものを，自分の頭を整理するために，ちょっといろいろ光の屈折を考えて，三面にするか，二面にするかとか，光る素材とか写る素材に変えたらどうなるかなと」

このように，ドローイングフェイズ終盤では，自分自身が描いたアイデアという内発的触発をソースにし，1 つもしくは複数のアイデアを合成して作品化することを考えていることが見られる．

4. 総合考察

現代美術家が作品コンセプトの生成を行う初期段階（ドローイングフェイズ）について，ずらしやずれ，触発，驚きの結果などの観点から分析を行った．本研究では，実際の創作過程に関わる制約がどのように変更されるのかを，創作の制約の変更と，表現内容の要素の変更の 2 つのずらし・ずれの枠組みから分析を行った．その結果，作品コンセプトの探索は，アイデアの主題の一部をずらす表現内容の制約の変更と身体的行為の制約の変更が何度も繰り返し行われる，漸進的な探索過程の特徴が垣間見られた．また，作品コンセプトの探索には，初期段階ではデュシャンをはじめとする外発的触発から始まるものが多く，探索が進むに従い内発的触発による探索が増加することも示唆された．

一方，ドローイングフェイズにおけるずらしやずれには，創作行為の制約の変更や表現内容の要素の変更は見られるが，作品のアイデアの枠組みそのものを捉え直すような概念操作の制約の変更は見られなかった．これは，作品コンセプトの検討が始まったばかりの段階であり，思考の上の制約に気づいて，それに対して操作を加えるといった，写真フェイズで起きたようなアイデアの捉え直しが生じるレベルには至っていなかったと考えられる．ただし，予期せぬ発見や驚きの感覚はドローイングによって外化された意外な図像に対して生じていた．Suwa & Tversky (1997)の指摘するように，こうした驚きの感覚が，新たなイメージの生成を促したり，本当に描きたいと思っている形の発見に導いたりする可能性があると考えられる．

参考文献

[1] Godfrey, T. (1998). Conceptual Art (Art and Ideas). London: Phaidon Press.

[2] 海野弘・小倉正史,（1988）．“現代美術：アール・ヌーヴォーからポストモダンまで”，東京：新曜社.

[3] 岡田猛・横地早和子・難波久美子・石橋健太郎・植田一博,（2007）．“現代美術の創作における「ずらす」のプロセスと創作ビジョン”，認知科学，**14**, 303-321.

[4] 岡田猛・横地早和子・髙木紀久子（2013）．“芸術表現のモデル:現代美術家の創作過程のケーススタディに基づいて”，日本認知科学会第 30 会大会発表論文集，64-73.

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

[6] Kulkarin, D., & Simon, H. A. (1988). The process of scientific discovery: The strategy of experimentation. *Cognitive Science*, **12**, 139-175.

[7] Klahr, D., & Simon, H. A. (1999). Study of scientific discovery: Complementary approaches and convergent findings. *Psychological Bulletin*, **125**, 524-543.

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

[9] Stokes, P (2008). Creativity from Constraints: What can we learn from Motherwell? from Modrian? from Klee?. *The Journal of Creative Behavior*, 42, 223-236.

[10] Okada, T., Yokochi, S., Ishibashi, K., & Ueda, K. (2009). Analogical modification in the creation of contemporary art. *Cognitive Systems Research*, **10**, 189-203.

[11] Yokochi, S. & Okada, T. (2005). Creative cognitive process of art making: A field study of a traditional Chinese ink painter. *Creativity Research Journal*, **17**, 241-255.

[12] 横地早和子・岡田猛（2012）“芸術家”，金井壽宏・楠見孝編，実践知：エキスパートの知性，pp. 267-292. 東京：有斐閣.

絵画鑑賞はどのように進むのか？ 発話に基づくタイムコースと解説文の効果の検討

How art appreciation goes on? Analysis of time-course and effects of commentary based on free conversation

田中吉史
Yoshifumi Tanaka
金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology
tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Abstract

It is known that art appreciation beginners have “reality constraints,” specifically a strong tendency to insist on identifying the depicted object and its realistic expression in the artwork. We examined effect of reading commentaries on artwork to the relaxation of reality constraints, and time course of appreciators’ response to painting. In the first session of the experiment, 24 pairs of participants appreciated two paintings under one of three conditions: reading commentaries on the objects depicted in each painting, reading commentaries on the formal aspect of the painting, and reading no commentary. In the second session, the participants viewed a concrete painting one of two paintings by van Gogh and by Sisley without any commentary. In each session, participants freely talked to each other while viewing the paintings. The analysis of the verbal protocol indicated that the commentaries on the formal aspect might enhance to respond to formal aspect of the painting in the early stage of appreciation and to integrate various aspect of the painting. The results also suggested that the object commentaries might strengthen the reality constraints and increase to insist on the local objects on each painting.

Keywords — Art Appreciation, Creativity, Constraints Relaxation

1. はじめに

近年の美術鑑賞教育では、芸術鑑賞の過程を、作品から与えられる情報を受動に受け取る過程としてではなく、鑑賞者自身が能動的に情報を引き出していく過程として捉え、鑑賞者の能動性や創造性を促進することが注目されている [1]。一方、芸術における創造性への認知科学的アプローチでは、創作者の認知過程に注目が集まっており、鑑賞者の創造性についてはあまり検討されていなかった。

近年の創造性に関する認知科学的研究の多くは、我々の思考における制約を緩和することで、創造的思考が促進される、と捉えている。制約緩和パラダイムを芸術鑑賞の過程にも適用することで、芸術鑑賞における創造性にアプローチすることが可能になると考えられる。

美術鑑賞の初心者は、絵画に描かれた事物の写実性や事物の特定に固執する傾向（写実性制約）があることが指摘されている [2, 3]。この写実性制約を緩和することが、鑑賞者にとっての創造的な思考を促すことにつながると考えられる。

田中・松本 [2] は、写実性制約を緩和するための方法として、絵画鑑賞時に呈示される解説文の効果を検討した。彼らの実験では、美術初心者の大学生に 5 点の絵画を 1 点ずつ呈示し、気づいたことを自由記述させるという課題が用いられた。その際、最初の 3 点の鑑賞（事前鑑賞）については、絵画とともに、それに描かれた事物に関する解説文を呈示される対象物解説文条件、絵画の構図や表現技法についての解説文を呈示される構図解説文条件、絵画のみ呈示される統制条件、事前鑑賞を省略する条件の 4 条件を設け、解説文なしで呈示される後半 2 点の絵画（事後鑑賞）に対する自由記述を分析した。その結果、事前鑑賞で解説文を呈示された条件では他の条件よりも記述量が多く、また、構図解説条件では他の条件よりも絵画の形式的側面に着目した記述が増え、写実性制約が緩和される可能性が示唆された。

本発表では、以下の問題点について検討する。

第 1 に、絵画に対する言語的な反応を、筆記ではなく発話によって収集することを試みる。田中・松本 [2] は参加者一人ずつに絵画を呈示して、筆記によって絵

画に対する反応を収集していたが、全体に記述量が少なかった。絵画を見て気づいたことが多くあっても、それを書くのが面倒であり、そのため反応が少なかった可能性もある。そこで今回は、友人同士 2 人一組で絵画鑑賞し会話するという状況設定を行い、発話によってより多くの反応を収集することを試みる。

第 2 に、絵画鑑賞時の時間経過に伴う反応の変化を検討する。田中・松本 [2] は鑑賞する時間を統一しておらず、参加者の自由記述がどの程度時間をかけて行われていたのが不明であり、時間経過と共に絵画への反応がどのように変化するのかは検討されていなかった。そこで、今回は鑑賞時間を 5 分間とし、1 分ごとに発話の特徴を検討することで、時間経過と共に反応がどのように変化するかを検討する。なお、美術館での鑑賞行動の研究では、作品 1 点あたりの鑑賞時間は 40 秒程度という報告があり [4]、それと比べると 5 分間という時間設定はかなり長い。一般的な鑑賞時間より長い 5 分間鑑賞することで、鑑賞体験にどのような影響を及ぼすのかも検討する。

第 3 に、田中・松本では具象画と抽象画 1 点ずつのみの反応を検討していた。しかし、単に具象画、抽象画と言ってもさまざまなスタイルがあり、それによって鑑賞者の反応は変化するはずである。そこで今回は現在進行形の実験の中から、2 点の異なる作家による具象画に対する反応を比較する。

本発表では、絵画ごとの発話を探索的に分析しながら、上記の問題について検討を行う。

2. 方法

参加者 実験には、美術初心者の大学生 48 人が友人同士の 2 人一組で参加した。実験後の質問紙調査によると、通常の学校教育以外で美術教育を受けた経験のある人はいなかった。また、1 年あたりに美術館を訪れる回数は 0-1 回程度であった。

鑑賞材料 鑑賞材料として、田中・松本 [2] と同じ、ゴッホ「夜のカフェテラス」、ルノワール「ムーラン・ド・ラ・ギャレット」（以上、具象画）、カンディンスキー「コンポジション VII」、マティス「ピアノのレッスン」（以上、抽象画）の 4 点に加え、シスレー「夏の風景」（具象画）、モンドリアン「大きい赤の平面、黄色、黒、灰色と青によるコンポジション」（抽象画）の 2 点、合計 6 点を鑑賞材料とした。これらの絵画の画像を、下に作者名とタイトルを載せて、A3 サイズでカラープリンターにより印刷した。なお、本報告では、これらの 6 点のうち、後述する事前鑑賞フェーズ、事後鑑賞フェーズで呈示された 2 つの具象画、ゴッホ「夜のカフェテラス」（図 1、以下ゴッホ）とシスレー「夏の風景」（図 2、以下シスレー）を分析対象とした。これらはともに風景画であり、いわゆる印象派に属し、一つ一つのオブジェクトの形態がやや曖昧に描かれているという共通点がある。一方、ゴッホが夜の街中を、シスレーが昼間の田園風景を描いているという点で対照的である。ゴッホは、夜の街頭に面して営業する明るいカフェテラスと背後に続く暗い街路を描いた風景画であり、比較的明確な形のオブジェクトが多数描かれており、オブジェクトの大きさが奥行きを知る手がかりとなる。一方、シスレーは、丘の上から見た田園風景を描いた風景画で、手前にある草地と廃屋のような建造物、樹木と、その向こうに平野と山脈が広がっている。ゴッホとは対照的に、対象物はややぼやけて描かれている。

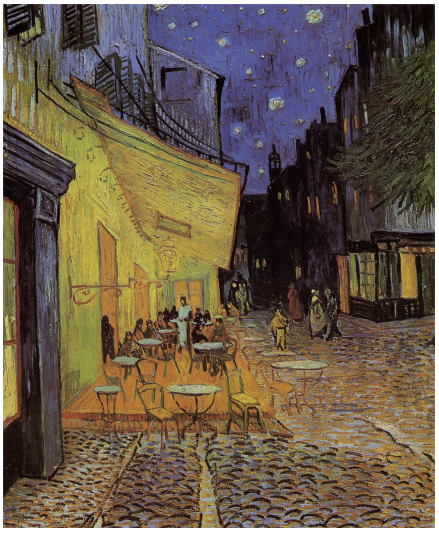


図 1 鑑賞材料：ゴッホ/夜のカフェテラス

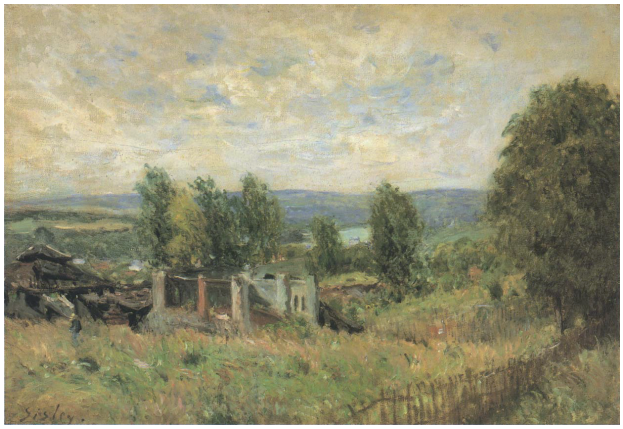


図 2 鑑賞材料：シスレー/夏の風景

手続き 実験は、事前鑑賞フェーズ、解説文フェー

ズ、事後鑑賞フェーズの 3 フェーズからなった（表 1）。事前／事後鑑賞の絵画の組み合わせは、ゴッホとカンディンスキーを事前鑑賞、シスレーとモンドリアンを事後鑑賞に用いる条件と、絵画と事前／事後の組み合わせを逆にした条件の 2 つであった。解説文フェーズでは解説文の種類に 3 条件（統制条件、対象物解説文条件、構図解説文条件）設定し、ルノワールとマティスが呈示された。

参加者は 2 人でマジックミラーの前の長机に横に並んで着席し、机の上に置かれた絵画を見ながら自由に会話した。なお、2 人のうち 1 人は話し手、もう 1 人は聞き手となり、主として話し手が気づいたことを話すこと、聞き手は相づちや問いかけを自由に行いながら話し手の発話を促すように教示し、相談して話し手と聞き手を決めてもらった。続いて、各絵画を 1 点につき 5 分ずつ見ながら、気づいたことを会話するように教示した。教示の後、事前鑑賞フェーズの絵画が 2 枚、解説文なしで呈示された。続く解説文フェーズでは、3 つの条件のいずれかで 2 点の絵画が（対象物解説文条件と構図解説文条件ではそれぞれの解説文を伴って）呈示された。続いて、事後鑑賞フェーズでは、2 点の絵画が解説文なしで呈示された。鑑賞中は、絵画に触れたり、指さしすることは制限しなかった。鑑賞中の様子は、マジックミラー越しで正面から録画・録音された。

表 1　実験手続き：鑑賞フェーズ、解説文条件と絵画の組み合わせ

事前鑑賞フェーズ	解説文フェーズ	事後鑑賞フェーズ
ゴッホ、 カンディンスキー	ルノワール、 マティス ・解説文なし ・対象物解説文 ・構図解説文	シスレー、 モンドリアン
シスレー、 モンドリアン	ルノワール、 マティス ・解説文なし ・対象物解説文 ・構図解説文	ゴッホ、 カンディンスキー

3. 結果

3.1 分析方法

本報告では、事後鑑賞フェーズで呈示された 2 点の具象画 (ゴッホとシスレー) に対する発話を分析する。なお、事前の教示では話し手と聞き手で役割を決めたが、聞き手も積極的に発言しているペアが多く、話し手と聞き手の発話にかなりの相互作用が見られた。そこで、以下の分析では、両者を区別せず、ペアの発話全体を分析することとした。

事前鑑賞フェーズでは、すべてのペアが解説文の条件に分かれる前にゴッホまたはシスレーを鑑賞しているので、それぞれの絵画について 12 ペアずつのデータを用いた。事後鑑賞フェーズでは、事前鑑賞では見なかった絵画について、解説文なし条件、対象物解説文条件、構図解説文条件に分かれており、それぞれの絵画と解説文条件の組み合わせで、4 ペアずつのデータを用いた。

まず、録音された会話をテキストデータに書き起こした。その際、方言や口語的な表現は適宜修正を行った。また、単純な相づち、絵画とは関係ない雑談などの発話は除外した。このテキストデータを、テキストマイニング用ソフトウェア「Text Mining Studio 5.2.1」を用いて分析した。日本語解析エンジンとして TMStudio3.2 を用いて形態素解析と係り受け分析を行い、この出力を基にこの後の分析を行った。

3.2 全般的傾向

発話量の指標として発話の全形態素数を見たところ、田中・松本 [2] とは異なり、両絵画とも条件間の差は見られず、事前鑑賞-事後鑑賞フェーズ間の差も見られなかった。

発話データを見ると、文脈に依存した省略や倒置が多く、また個々の発話は短いものが多かった。そこで、各ペアの発話を時間軸に沿って話題ごとに分割してアイデアユニットに分け、アイデアユニットを単位として以下の分析を行った。

3.3 ゴッホに対する発話

3.3.1 ゴッホにおける時間ユニットごとの特徴語

絵画を呈示してから 1 分ごとの時間ユニット 1〜5 にわけ、各時間ユニットで開始されたアイデアユニットをまとめて、発話の時間的推移を検討した。

解説文条件別に、補完類似度に基づいて、時間ユニットごとの特徴語を求めた (表 2)。いずれの条件においても、作者名、題名は冒頭のユニット 1 の特徴語となっていた。

次に形式的側面に関する特徴語に着目した。絵画の形式的側面（大きさや明暗、遠近感や距離など）に関する特徴語が出現する時間ユニットをみると、事後鑑

表 2　ゴッホに対する条件別の時間ユニットごとの特徴語 (補完類似度)

時間ユニット	1	2	3	4	5
事前鑑賞	いう (4.749) ゴッホ (4.638) 星 (4.638) 夜のカフェテラス (3.092) 感じる (2.809) 遠い (2.445) すごい (2.304) する (2.304) 明るい (2.051) する＋ない (1.799) 暗い (1.799) 黄色 (1.799) 見る＋できない (1.799)	っぽい (6.95) 不思議 (5.786) わかる＋ない (4.403) 感じる (4.185) 大きい (4.057) すごい (3.02) ている (2.674) 建物 (2.547) 石 (2.547) 全体的 (2.547) 多分 (2.547) 大きさ (2.547) 名前 (2.547) 木 (2.547)	思う (5.654) 普通 (3.548) 扉 (3.053) いる (2.643) ある (2.601) 人 (2.601) 良い (2.558) ランプ (2.106) 来る (2.064) 大きい (1.569)	いる＋ない (4.951) ウエーター (3.972) 色 (3.972) 無い＋ない (3.888) こわい (3.469) 本当 (3.469) ている＋ない (2.965) なる (2.462) する (2.434) 人 (2.434)	見る (5.019) 一緒 (4.007) 台 (4.007) 机 (3.508) 思う (3.023) 暗い (3.009) 見る＋できる (3.009) 描く (2.51) ている (2.018) ランプ (2.018)
事後鑑賞・解説文なし	夜のカフェテラス (8.19) する (8.052) 感じる (6.032) すごい (5.257) ゴッホ (5.022) 絵 (3.943) 描く (3.943) ヨーロッパ (3.168) ている＋ない (2.628) カフェテラス (2.628)	カフェ(4.528) 人間 (3.733) ている (3.457) 飲む (3.197) 酒 (3.197) 見る＋できる (2.921) いう (2.627) なる (2.126) 気 (2.126) 大きい (2.126) 知る＋ない (2.126)	上 (5.828) 違う (5.352) 行く (4.876) 星 (4.876) 光る (4.203) 作る (4.203) なる (2.775) 大きい (2.775) 思う (2.497) わかる＋ない (2.299) 描く (2.299) 明るい (2.299)	いる (7.274) いう＋？(4.938) 見る (4.938) ウエーター (4.236) 着る (4.236) 人 (3.752) っぽい (2.348) やる (2.348) 確か (2.348) ている (1.876)	ある (5.748) やる (4.876) 外 (4.876) いる (4.518) 無い＋ない (4.32) 椅子 (4.203) 入る (4.203) いる＋ない (3.727) 子供 (3.727) っぽい (2.299)
事後鑑賞・対象物解説文	わかる (6.881) 良い (4.892) 易い＋しやすい (4.526) 夜のカフェテラス (4.526) ゴッホ (4.046) 星 (3.863) みる＋したい (3.017) 教科書 (3.017) 埋もれる (3.017) 光 (2.538)	いる (5.78) 強い (3.853) 絵 (3.704) 描く (3.555) いう＋？(3.334) 椅子 (3.334) 細かい (3.334) 石 (3.334) すごい (3.185) カフェテラス (2.815)	いう (6.615) きれい (4.839) 確か (4.839) 雑 (4.839) 入口 (4.456) 見る＋できる (4.073) メイン (2.228) 感 (2.228) 周り (2.228) 部分 (2.228)	ている (11.668) する (7.272) 無い＋ない？(4.396) 感じる (3.786) ランプ (3.031) 色 (2.576) 描く (2.499) お客さん (1.743) すぎる (1.743) する＋？(1.743) やる (1.743) 感 (1.743) 行く (1.743) 出る (1.743) 大きさ (1.743) 店 (1.743) 塗る (1.743) 日本 (1.743) 木 (1.743) 油絵 (1.743)	人 (6.554) ある (3.713) なる (3.495) わかる＋ない (3.277) 屋根 (3.277) 見る＋できる (2.803) 大きい (2.803) 本当 (2.803) 無い＋ない (2.074) 見る (1.856)
事後鑑賞・構図解説文	いう (4.749) ゴッホ (4.638) 星 (4.638) 夜のカフェテラス (3.092) 感じる (2.809) 遠い (2.445) すごい (2.304) する (2.304) 明るい (2.051) する＋ない (1.799) 暗い (1.799) 黄色 (1.799) 見る＋できない (1.799)	っぽい (6.95) 不思議 (5.786) わかる＋ない (4.403) 感じる (4.185) 大きい (4.057) すごい (3.02) ている (2.674) 建物 (2.547) 石 (2.547) 全体的 (2.547) 多分 (2.547) 大きさ (2.547) 名前 (2.547) 木 (2.547)	思う (5.654) 普通 (3.548) 扉 (3.053) いる (2.643) ある (2.601) 人 (2.601) 良い (2.558) ランプ (2.106) 来る (2.064) 大きい (1.569)	いる＋ない (4.951) ウエーター (3.972) 色 (3.972) 無い＋ない (3.888) こわい (3.469) 本当 (3.469) ている＋ない (2.965) なる (2.462) する (2.434) 人 (2.434)	見る (5.019) 一緒 (4.007) 台 (4.007) 机 (3.508) 思う (3.023) 暗い (3.009) 見る＋できる (3.009) 描く (2.51) ている (2.018) ランプ (2.018)

賞フェーズの構図解説文条件ではユニット 1 から、事前鑑賞フェーズと、事後鑑賞フェーズの統制条件ではユニット 2 から、対象物解説文ではユニット 4 からこれらの語が出現していた。つまり、構図解説文条件では他の条件より比較的早い段階で形式的側面への言及が見られ、対象物解説文条件では形式的側面への言及がむしろ抑制される傾向があることが示唆された。

3.3.2 オブジェクトの大きさと遠近法に関する発話

形式的側面についての発話の中で、特に絵画の全体的構図に関わる発話として、ランプや扉、人物などのオブジェクトの大きさや距離、遠近感に関する発話を検討した。発話の中には、単にオブジェクトの大きさに言及するものの他、大きさを比較したり、そこから遠近法の歪みに言及するものなど画見られた。そこで、これらの発話として、「遠近感」「奥行き（感）」「遠近法」「距離-> おかしい+ない」「大きさ-> おかしい+ない」「比率-> おかしい+ない」「対比-> おかしい+ない」「比率-> おかしい」「対比-> おかしい」「違和感+ない-> おかしい」「わりと-> おかしい」「大きい」「大きい+ない」「小さい」「小さい+ない」「小さい+すぎる」「大きい+すぎる」「大きい」「大きさ」という単語や係り結びを含むアイデアユニットをふくむペアを抽出した。その結果、事前鑑賞フェーズで 12 ペア中 5 ペア、事後鑑賞フェーズの解説文なし条件と対象物解説文条件で 3 ペアずつ、構図解説文条件で 2 ペアが、該当するアイデアユニットを含んでいた。これらのうち、遠近表現の歪みに関する言及を行っているペアは、事前鑑賞フェーズでは 2 ペア、事後鑑賞フェーズの解説文条件で 1 ペア、対象物解説文条件は 0 ペア、構図解説文条件では 2 ペアであり、構図解説文条件では大きさに関する言及を行ったすべてのペアが遠近表現の歪みに言及していたが、対象物解説文条件では個別のオブジェクトの大きさを指摘するに留まっていた。

3.4 シスレーに対する発話

3.4.1 シスレーにおける時間ユニットごとの特徴語

シスレーでは、ゴッホと比較すると、「これ」など指示代名詞とともに絵画中のオブジェクトを指さす行動が頻出していた。そこで、指さされたオブジェクト（以下、指さし対象と呼ぶ）を符号化し、発話中の指示代名詞に置き換えて、発話の書き起こしの中に埋め込んで分析することとした。指さし対象の一覧と、条件別の平均頻度を表 3 に示す。

シスレーに対する発話についても、ゴッホと同様、補完類似度に基づいて、解説文条件別に、時間ユニットごとの特徴語を求めた (表 4)。ゴッホと同様、いずれの条件においても、題名は冒頭のユニット 1 の特徴語となっていた。

一方、シスレーでは、事前鑑賞・事後鑑賞とも対象物の色に対する言及は見られたものの、それ以外の形式的要素への言及はあまり見られず、絵画中の対象物に関する単語が多くを占めていた。参加者は、シスレーに対しては絵画中のオブジェクトが何かを特定することにほぼ集中していたと考えられる。

3.4.2 指さし対象と発話の関係

前述の通り、シスレーに対する発話では、絵画中のオブジェクトを指さしながら、そのオブジェクトが何かについて発話されることが多かった。そこで、絵画中の指さし対象のうち、最も出現頻度の高かった 4 つ (BLl:画面左隅の建物、BLc:画面中央の建造物らしきもの、HMld:画面左下隅にある人を思わせるオブジェクト、WHc:画面中央の遠景のなかに見える小さな白い領域）と、発話中の単語や他の指さし対象との共起関係を、条件ごとに分析した。分析にあたっては Text Mining Studio 5.2.1 の「注目語分析」を用い、4 つの指さし対象を注目語として設定した。

条件ごとの共起ネットワークを図 3、4、5、6 に示す。事前鑑賞フェーズ (図 3) では、HMld と BLc とが他の語を介してネットワークを形成し、WHc は他の多くの単語や指さしオブジェクトとネットワークを形成していたが、BLl は「屋根」「家+ない」とのみ共起していた。事後鑑賞フェーズの解説文なし条件 (図 4) では、WHc は「湖」という単語とのみ共起しており、「湖」としてのみ解釈されていると考えられる。一方、他の 3 つの指さし対象は、他の指さし対象（図中ではアルファベットで示されている）やさまざまな単語とネットワークを形成しており、これらが相互に関係づけられて発話されていることが示唆される。構図解説文条件 (図 6) では、4 つの指さし対象はすべてリンクで結びついており、相互に関係づけるような発話がなされていることが読み取れる。しかし、対象物解説文条件 (図 5) では、4 つの指さし対象は相互に独立したネットワークを形成しており、バラバラに言及されて関連づけが殆どなされていないことが示唆される。

表 3　シスレーにおける指さし対象の一覧と条件別の平均頻度

対象	ラベル	事前鑑賞	事後・解説なし	事後・対象物	事後・構図
中央付近の建物	BLc	2.25	2.00	2.25	1.50
中央付近の建物の下部	BLcd	0.33	0.00	0.25	0.00
左隅の建物	BLl	2.08	2.75	2.50	1.75
右下の柵	BRrd	0.58	1.75	1.00	0.25
画面の中央付近（漠然と）	Center	0.75	1.00	0.75	0.25
下の草むらを差す（広い範囲）	GR	0.83	0.50	0.50	0.25
下部左の草むらを差す	GRl	0.08	0.00	0.75	0.00
下部右の草むらを差す	GRr	0.17	1.00	0.00	0.25
画面左下の人物	HMld	1.58	3.00	2.25	1.50
左端を指さす	Left	0.33	0.25	0.25	0.25
画面左の中央付近を指さす	Leftc	0.17	0.25	0.00	0.00
画面左の遠景を差す	LNDl	0.25	0.50	0.25	0.25
画面中央の遠景を左右に点々と指す	LNDrl	0.50	0.75	0.25	0.25
画面の下半分を漠然と指す	Lower	0.33	0.00	0.00	0.25
画面中央の BLc から左端の中央を指さす	Lowercl	0.08	0.00	0.00	0.00
画面右の遠い山	MTr	0.75	0.25	0.25	0.00
中央左右の山並みをなぞる	MTrl	0.92	0.50	0.25	0.50
中央右下，柵の間のやや明るい箇所を指す	OBJcd	0.00	0.25	0.25	0.00
画面右下隅	Rde	0.17	0.00	0.00	0.00
画面右下方全体	Rightd	0.00	0.00	0.00	0.50
サインを指さす	SIGN	0.17	0.00	0.00	0.00
空全体	SKY	0.50	0.50	1.50	0.25
空の中央を指す	SKYc	0.00	0.50	0.75	0.50
空の中央やや右部分	SKYcr	0.08	0.00	0.00	0.00
画面左の空を指さす	SKYl	0.33	0.50	1.00	0.25
画面右上隅の空	SKYrue	0.08	0.25	0.50	0.00
中央の木	TRc	0.25	0.00	0.00	0.00
左端の木	TRl	0.08	0.00	0.25	0.00
右端の木	TRr	0.67	0.25	0.50	0.25
左の木の根元、BL c と BLL の間の白い斑点	SPOT-WHlc	0.00	0.00	0.00	0.75
中央右の白い部分	WHc	1.42	1.00	2.75	1.00
WHc の下の部分	WHcd	0.50	0.25	0.00	0.25
絵画全体	Whole	0.33	0.00	0.00	0.00
中央やや右下（白い領域の真下）の黄色い一点を指す	YLcd	0.25	0.75	0.00	0.75
左下隅のやや黄色い一点を指す	YLrd	0.00	0.25	0.00	0.00
左中央から中央を指す（白い部分と左右の木に隠れた部分を差す）	WHlcr	0.08	0.00	0.00	0.00
画面右、木と山の稜線の交わる箇所を指さす	TRr-MT	0.08	0.00	0.00	0.00
中央、BL c の右のやや丸い濃淡を指す	CIRCLE	0.00	0.00	0.25	0.00
画面左下隅から中央に向けて両手のひらを広げる	HMld-Center	0.00	0.00	0.25	0.00
建物の大きさを 2 本の指で示し，人と比較する	COMP(BLc,HMld)	0.08	0.00	0.00	0.00

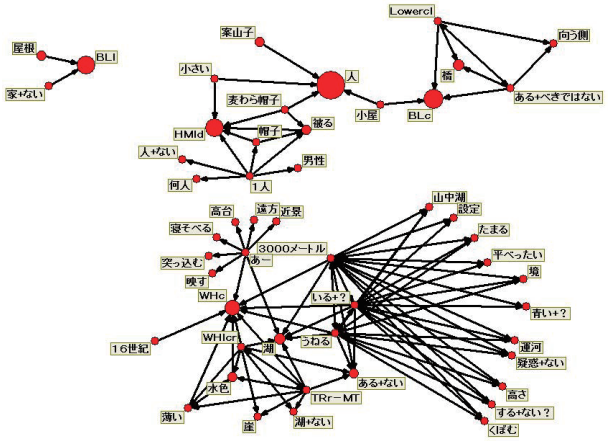


図 3　シスレーの事前鑑賞フェーズにおける指さし対象と発話の関係

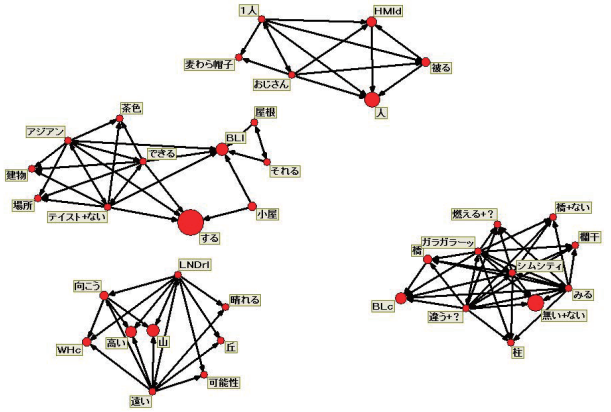


図 5　シスレーの事後鑑賞フェーズ・対象物解説文条件における指さし対象と発話の関係

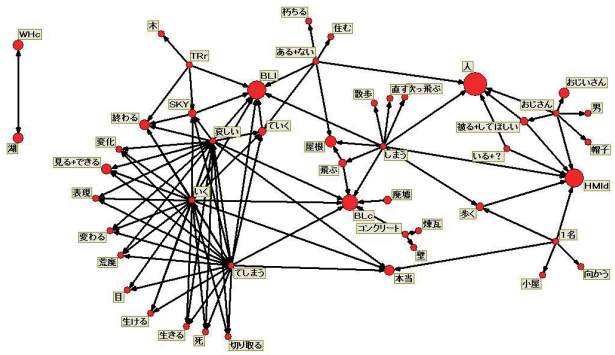


図 4　シスレーの事後鑑賞フェーズ・解説文なし条件における指さし対象と発話の関係

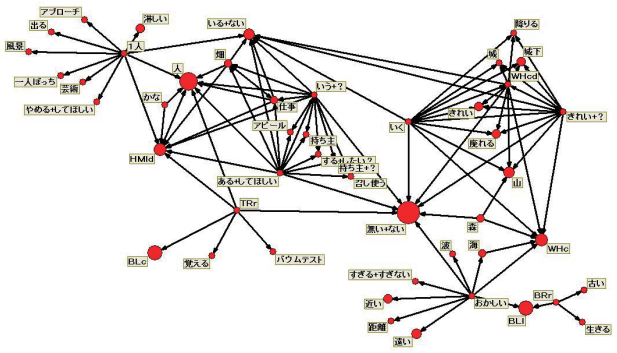


図 6　シスレーの事後鑑賞フェーズ・構図解説文条件における指さし対象と発話の関係

表 4　シスレーに対する条件別の時間ユニットごとの特徴語 (補完類似度)

時間ユニット	1	2	3	4	5
事前鑑賞	夏の風景 (8.583) ている (5.087) ある (3.922) 海 (3.433) 茶色 (3.433) いう (3.402) 感じる (3.308) きれい (2.85) ている＋？(2.85) 廃れる (2.85) 淋しい (2.85)	高い (5.512) 夕焼け (4.968) 感じる (4.494) SKY(4.424) 後ろ (3.675) 状態 (3.675) 保存 (3.675) オレンジ (3.131) あ (2.586) 田舎 (2.586) 描く (2.586) 明るい (2.586)	違う (7.126) 家 (7.126) わかる＋ない (5.333) 人 (5.333) 大きさ (4.46) 養豚 (4.46) BLl(3.999) 柵 (3.563) いる (3.551) 知る＋ない (2.218)	する (6.609) 色 (6.609) いる (4.051) 木 (3.838) 感じる (3.411) ある (2.772) 知る＋ない (2.558) GR(1.919) やる (1.919) 稲刈り (1.919) 感じる＋ない (1.919) 床 (1.919) 塗る (1.919) 日本 (1.919) 描く＋？(1.919) 平和 (1.919) 変える (1.919) 油絵 (1.919)	家 (6.1) ている＋ない (5.07) 無い＋ない (4.16) 森 (4.04) SKYc(3.545) 建物 (3.545) 混ざる (3.545) 青 (3.545) BLc(3.09) 雲 (3.05)
事後鑑賞・解説文なし	夏の風景 (8.359) シスレー (5.491) 知る＋ない (4.417) 違う (3.819) HMld(3.696) 無い＋ない (3.696) 感じる (3.573) 廃墟 (3.343) 無い＋ない？(3.343) いう (3.221) 多分 (3.221)	GRr(4.777) 草 (4.777) 色 (4.215) SKYc(3.559) 近づく (3.559) ている (3.184) WHc(2.997) 湖 (2.997) 終わる (2.997) 茶色 (2.997) 風景 (2.997)	日本 (8.9) 汚い (6.139) 描く (6.139) する (5.47) ポジション (4.665) 緑 (4.236) すごい (3.807) ある (3.138) BRrd(2.949) 黄色 (1.903) 黄色い (1.903) 海 (1.903) 絵 (1.903) 間違いない (1.903) 芸術 (1.903) 青い (1.903) 多い (1.903) 白 (1.903) 飛ぶ (1.903) 描く＋ない (1.903) 別 (1.903)	良い (5.803) わかる＋ない (5.355) 人 (5.349) っぽい (5.343) 遺跡 (4.466) 街 (4.466) 向こう (4.466) 住居 (4.466) 竪穴 (4.466) 被る＋してほしい (4.466)	いる (4.697) 麦 (4.356) 空 (4.238) 山 (4.238) Center(3.897) YLcd(3.897) ひまわり (3.897) 名前 (3.897) あ (2.978) なる (2.978) 難しい (2.978) 来る (2.978)
事後鑑賞・対象物解説文	夏の風景 (7.666) ている (6.074) 草 (4.713) ある (4.314) いる (4.201) シスレー (4.145) いう (3.689) あ (2.953) うそ (2.953) 子供 (2.953)	BLc(8.434) 家 (6.154) 橋 (5.06) 見る＋できない (4.969) っぽい (3.783) 火事 (3.374) 明らか (3.374) BLl(3.282) カス (2.781) 小屋 (2.781) 燃える (2.781)	無い＋ない (6.194) ている (5.9) 山 (5.62) おかしい (4.18) 海 (3.747) MTrl(1.873) いう＋？(1.873) やる (1.873) ガレキ (1.873) 花 (1.873) 光景 (1.873) 自然 (1.873) 色 (1.873) 川 (1.873) 無い (1.873)	良い (4.462) YLcd(3.987) ある (3.947) いく (3.485) ひまわり (3.485) ている＋ない (2.983) いる (2.97) イメージ (2.482) 気 (2.482) 高い (2.482)	懐かしさ (4.627) 外 (4.229) 木 (4.229) 夏の風景 (3.036) 思う (2.762) 確か (2.24) 人 (2.24) MTrl(2.115) 懐かしい (2.115) 形 (2.115) 長い (2.115) 無い (2.115)
事後鑑賞・構図解説文	夏の風景 (8.583) ている (5.087) ある (3.922) 海 (3.433) 茶色 (3.433) いう (3.402) 感じる (3.308) きれい (2.85) ている＋？(2.85) 廃れる (2.85) 淋しい (2.85)	高い (5.512) 夕焼け (4.968) 感じる (4.494) SKY(4.424) 後ろ (3.675) 状態 (3.675) 保存 (3.675) オレンジ (3.131) あ (2.586) 田舎 (2.586) 描く (2.586) 明るい (2.586)	違う (7.126) 家 (7.126) わかる＋ない (5.333) 人 (5.333) 大きさ (4.46) 養豚 (4.46) BLl(3.999) 柵 (3.563) いる (3.551) 知る＋ない (2.218)	する (6.609) 色 (6.609) いる (4.051) 木 (3.838) 感じる (3.411) ある (2.772) 知る＋ない (2.558) GR(1.919) やる (1.919) 稲刈り (1.919) 感じる＋ない (1.919) 床 (1.919) 塗る (1.919) 日本 (1.919) 描く＋？(1.919) 平和 (1.919) 変える (1.919) 油絵 (1.919)	家 (6.1) ている＋ない (5.07) 無い＋ない (4.16) 森 (4.04) SKYc(3.545) 建物 (3.545) 混ざる (3.545) 青 (3.545) BLc(3.09) 雲 (3.05)

4. 考察

田中・松本 [2] とは異なり、解説文の有無や事前・事後鑑賞で発話量に違いがなかった。参加者のペアが友人同士であったため発話が促されたのと同時に、他者とのやり取りによってより多くのアイデア生成と発話が行われたのかもしれない。

時間ユニットごとの特徴語をみると、最初の 1 分間は題名や作者名の発話が集中していた。絵画鑑賞の開始段階で、題名がかなり強い手がかりとなることが確認されたが、逆に言えば鑑賞が進むにつれて、題名そのものからは離れていく、ということでもある。美術館での絵画鑑賞が作品 1 点あたり平均 1 分に満たないという報告 [4] があることを考えると、通常の状況では、多くの鑑賞者は題名から示唆される事物の確認だけで鑑賞を終えていると考えられる。

解説文条件と時間ユニットごとの特徴語の関係から、解説文の効果が時間的観点からどのように作用するかが読み取れる。ゴッホにおいては（表 2）、事後鑑賞フェーズの構図解説文条件では鑑賞を始めた初期の段階から、主に色や明るさなどの形式的要素へに注目していた。解説文なし条件や対象物解説文条件で、こうした形式的要素への言及が特徴語として顕れてくるのは 1 分以降（時間ユニット 2 以降）であり、構図解説文を読んだことが、形式的要素に気づきやすくしていたと考えられる。ただし、事前鑑賞フェーズでも最初の時間ユニットで明暗や色への言及が見られている。事後鑑賞フェーズに入るまでにすでに 4 点の絵画を鑑賞していることによる疲労や、対象物鑑賞文によって形式的要素への着目が抑制される可能性もある。この点は今後さらに検討する必要がある。

一方、解説文の効果は単にどのような要素に着目するか、ということの他に、絵画に描かれた局所的な対象物の情報から、いかに絵画全体についての解釈を引き出すか、という点にも影響している可能性はある。ゴッホにおいては、個々の対象物の大きさを手がかりに遠近法の歪みに気づくのは構図解説文条件の参加者に見られた。同様の効果は、シスレーにおいても見られている。シスレーでは全体に形式的要素に着目した発話は少なかったが、指さし対象と発話の共起関係に関する分析 (図 3、4、5、6) から、構図解説文条件では全体に複数の対象物間が関連づけられていくのに対して、対象物解説文では、局所的な対象物に注目して、それらを関係づけることにはつながりにくいことが分かった。解説文を読まない条件（事前鑑賞フェーズ、解説文なし条件）では、構図解説文ほどではないにせよ、複数の対象物が関連づけられていく可能性が示唆されたので、構図解説文がこうした絵画全体の処理を促す、というだけではなく、対象物解説文がむしろ局所的な対象物への注目を促してしまう、別の言い方をすれば写実性制約をより強める作用を持つということも考えられる。

今回の 2 点の具象画のうち、ゴッホでは構図解説文において形式的要素への注目が促進されたが、シスレーでは必ずしもそのような傾向は確認されなかった。特に遠近法に関して、ゴッホは街路という遠近感の際立つ対象物を描いているのに対して、シスレーではそれほど遠近感を際立たせるような対象物がないことによるのかもしれない。もう一つの可能性は、題名の違いによる影響である。ゴッホにおいては「夜のカフェテラス」という絵画に描かれた具体的な対象物を指し示す題名が付けられているのに対し、シスレーの場合は「夏の風景」という絵画全体の情景を表し、特定の事物を指し示すのではない題名となっている。鑑賞者は写実性制約により事物を特定することをまず行う傾向があるため、むしろ「夜のカフェテラス」のような具体的な対象物を指し示す題名のほうが、事物を特定が早く達成されるため、事物の特定より先の処理を促す可能性もある。特に、シスレーの場合、題名が具体物を指し示していないため、鑑賞者は却って事物の特定に集中してしまうのかもしれない。これまで解説文のように豊かな情報量をもつ言語的情報の効果を検討してきたが、題名のような限られた言語的情報が、鑑賞者をいかにガイドするのかという点についても検討する必要があるだろう。

今回は、条件ごとに全ペアをまとめた形で、各鑑賞条件の全体的特徴を分析してきた。実際には同じ条件のなかでもペアによる特徴の違いは存在する。個別のペアの鑑賞過程について、よりミクロな観点から分析することも必要となろう。また、今回ゴッホについては指さし対象についての分析は行わなかったが、ゴッホにおいても指さしがどのように行われているかを検討することで、ゴッホの絵画のどの部分からどのような情報が引き出され、写実性制約が緩和されていくのか、と言った点が明らかにできるかもしれない。

謝辞

本研究は JPSP 科研費 JP15K00213 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Arenas, A., （2001）“From Image to Mind:Reflection on the Relationship Between Art and Public” (木下哲

夫 (訳) ”みる・かんがえる・はなす–鑑賞教育へのヒント”), 淡交社.
[2] 田中吉史・松本彩希, (2013) “絵画鑑賞における認知的制約とその緩和” 認知科学, Vol. 20, No. 1, pp. 130-151.
[3] 石橋 健太郎・岡田 猛, (2010) “他者作品の模写による描画創造の促進” 認知科学, Vol. 17, No. 1, pp. 196-223.
[4] Brieder, Nadal, Leder & Rosenberg(2014) “Art in time and space: Context modulates the relation between art experience and viewing time”, PlosOne, Vol. 9, No. 6, pp. 1-8.

ジャズの即興演奏学習場面における演奏者の「音の協働探索」
“Collaboratively Exploring Nice Sound” by Players in Jazz Improvisation

蓮見 絵里†
Eri Hasumi

† 立教大学大学院文学研究科
Graduate School of Arts, Rikkyo University
er317hsm@hotmail.co.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate the characteristics of the interaction between a teacher and student while making nice and comfortable musical phrases in jazz improvisation lessons. The study focused on the use of speech and instrumental sounds. Video data showing one-on-one interaction was analyzed.

The analysis revealed six methods of interaction: (1) the teacher extracted a part of previous student's performance on assessment using the sound of the instrument; (2) the teacher improved a phrase made by the student; (3) the student expressed her point of view using the sounds of the instrument; (4) the teacher played musical phrases contrasting with the student's previous one; (5) the teacher used jazz theory to rework the musical phrase; and (6) the teacher designed a musical phrase with self-assessment.

Keywords — Improvisation (即興演奏), Collaboration (協働), Situated Action (状況的行為)

1. 問題と目的

1.1. ジャズの即興演奏での「快適な音の探索」

ジャズの即興演奏では，パフォーマンスのなかで前もって作曲された素材を改訂しつつ，予期しなかったアイデアのデザインを行う[1]．その際，前もって作られた曲のメロディーやコード(和音)が，おもに即興演奏のための構造を提供する[9]．これは，演奏者がオリジナルの曲に対して崩しを行うことを意味する．

しかし，オリジナルの曲に対して単に崩せばよいというわけではなく，快適さを持った音であることも必要である．即興的にメロディーを作り出すならば，それが曲のコードに対して快適な音である，あるいはメロディーという一つのまとまりが快適なものである必要がある．しかし，あるコードに対して，毎回決まったアプローチを行えばいいというわけでもない．なぜなら，直前までどのような演奏が展開していたのかによって，次に求める快適な音は異なるからである．

このように，ジャズの即興演奏では，その瞬間のコードや，直前までの演奏の展開といった状況にとって快適な音を探し続けることが課題となる．ジャズの演奏者になるためには，楽器のスキルももちろん必要ではあるが，変化し続ける状況にとって快適である音を見つけること，すなわち「快適な音の探索」を学習しなければならない．では「快適な音の探索」とは，どのようにして可能となるのだろうか．本研究では，ジャズの即興演奏の教授学習における「快適な音の探索」を「状況的行為」[12]ととらえ検討する．状況的行為は「すべての行為のコースは，本質的なあり方で，物質的・社会的な周辺環境(circumstances) に依存したものだという見方を強調」する概念であり，「そのアプローチの目的は，どのように人々が知的な行為を達成するために自分の周辺環境を用いるかを研究する」(邦訳 p.49)ことである．したがって，複数の演奏者がより快適な音に迫るために，その場にあるどのような資源をどのように利用し相互行為を行うのかといった，快適な音の協働的な探索過程に焦点を当てる．

1.2. ジャズの教授学習に関する研究

ジャズの教授学習に関する実証研究では，一つ目に，ある教授方法の効果を検証する研究がある．そこでは，練習の際に楽器を使用するか否か，聴覚教材か楽譜教材かでの効果の違い，そしてある教育プロジェクトの効果などを検討している．教授方法の効果の検証は，教授前後の演奏の比較(たとえば[2][15])，あるいは参加者への聞き取り調査(たとえば[6][8][14])によって行われているが，相互行為の分析は行われていない．

二つ目に，教授学習の相互行為を記述した研究がある．Sudnow[13]は，教授学習でのフレーズづくりにおいて，学習者の演奏にたいして，指導者が発言によるアドバイスとフレーズの作り方を示す演奏を行い，その指導者の演奏で利用されている規則を学習者は聴こうとする様子を記している．Berliner [1]は，師弟関係にある二者が演奏の録音を聴きながら，それをもとに演奏や表情を用いて演奏を変化させることで，録音からアイデアを吸収する様子を記述した．Haviland [5]は，ジャズのマスターク

ラスにおいて，指導者が，楽器演奏と言語といった複数の表現を重ねて演奏で何が行われていたのかを説明することで，音楽の要点を示すことを指摘した．教授学習の相互行為において，演奏者は発話や演奏で応答すること，また発話がなくとも表情を伴った演奏のみでも相互行為が可能であること，そして演奏と発話とを重ねて相手に対して説明を行うことといった，演奏の音を利用した相互行為の複数の方法の存在を示している．しかし，演奏の音の内容の記述については，Havilandの指導者の一回の演奏のみであることから，これらの研究では教授学習での音の探索において重要だと考えられる演奏の音の検討が不十分であるといえる．

1.3. ジャズのパフォーマンスの資源

ジャズのパフォーマンスにおける資源としては，演奏者自身のこれまでの経験を経て長期記憶となった音楽の素材や抜粋などの知識[9]，演奏者により産出された先行する音[1][4][5][7][11]，発話[7]，身体動作[3]，演奏する場所の雰囲気[10]，楽器と身体との配置の関係[13]などがある．

これらの資源のなかでも，即興演奏の教授学習において，演奏による音が重要であると考えられる．それは，教授学習で演奏を利用しているという記述から，また，Berlinerの研究のなかで，ジャズ演奏者は，演奏のすべてを言葉によって語りつくすことは困難であるとインタビューで述べていることから示唆される．そこで，以下ではジャズのパフォーマンスを扱った先行研究から，演奏者がどのようにその場で生み出された音を利用するのかについて検討したものを取り上げる．

Berliner[1]は，ジャズの学習者は，自身で産出した演奏の発展のさせ方を学ぶとして，どのような発展の方法があるのかを，多数のプロの演奏のレコーディングを用いて示している．そして，演奏者は，先行する演奏の音高(pitch)，音域，リズム，輪郭，音色，アクセントといったものに注目するとともに，先行する演奏を利用して変化させるときには，ある注目箇所について変化させる，あるいは新たな音をその演奏の一部と差し替えたり，間に挿入したり，前後に足したりすることを指摘した．

また，共演者の音の利用についても指摘されている．Graiter[4]は，ギターとドラムによるコンサートでの演奏を分析し，音の繰り返しやシンクロ，相手の音の隙間埋めや引き継ぎによって，音楽のまとまり，演奏者間の精神的な結びつき，演奏の予期を作り出すとした．Berliner[1]は，一貫性と変化を程よく持った曲となるように，先で示した同一の演奏者の場合による音の利用と類似のもの，さらに先行する演奏の感情的な色合いなどの利用，あるいはそれとは対照的な演奏を行うことを示した．

ジャズのパフォーマンスの研究は，演奏者が演奏のどこに注目し，どのように音を変化させたり加えたりするのかについて詳細に示している．しかし，快適な音の協働的な探索において，これらがどのように用いられるのかは不明である．

ジャズの教授学習とパフォーマンスの研究では，快適な音の探索はジャズ演奏者の重要な課題であるにもかかわらず，その過程については重要な資源である音を含めて記述し検討されることが十分ではなかった．そこで本研究では，発話そして演奏された音といった資源の利用のあり方を解明することによって，いかにして快適な音に迫るのかを明らかにする．

2. 方法

ジャズピアノレッスンの指導者と学習者(レッスン歴 2 年)の一対一の教授学習場面をビデオカメラにて撮影した．学習者は月 2 回，各 1 時間のレッスンを受けていた．電子ピアノが 2 台設置され，二人が同時に演奏することが可能であった．曲《But not for me》を使用した学習が行われた 4 回分のレッスン(1 回約 1 時間)を利用した．学習場面において，指導者と学習者による音の探索が，より明確な形で頻繁におこなわれる事例を検討するため，学習者の演奏と指導者の評価・演奏のセットを「フレーズの探索学習エピソード」として抜粋した．このエピソードは，以下の 3 つの基準をもとに選出した．

- エピソードには，指導者が学習者の直前で演奏したフレーズを評価したのち，該当する小節のフレーズを演奏することを必ず含む．
- エピソードの開始は，指導者が評価を行った学習者のフレーズの演奏からとする．
- 該当する小節以外を評価したり演奏する場合，あるいは該当する小節を演奏していても，指導者の演奏を学習者が模倣するといった課題の移行が見られた場合，その直前でエピソードの終了とする．

学習者が即興的に演奏するメロディーは，ピアノの比較的高い音域，つまり鍵盤の右側で右手を用いて演奏された．したがって，ここでは，「フレーズ」を「右手を使用して，単音で 2 音以上の音を並べたもの」とした．

その結果，表 1 に示される 8 つの「フレーズの探索学習エピソード」が抽出された．今回の分析では，演奏回数が最も多いエピソード 6 について，音の探索過程を十分に検討できると予測し，詳細な分析を行った．

3. 結果と考察

今回詳細に検討するエピソード6では,4分の4拍子,2 小節間のフレーズの探索学習が行われた．コードは 1 小節目はFm7，2小節目はBb7である．全部で22のフレーズが見られた．フレーズは出現順から，P-1~P-22 とした．以下では，そのトランスクリプトの一部である図1~7をもとに相互行為の検討を行う．

表1　フレーズの探索学習エピソード

Episode No.	Student	Teacher		Total
	Play	Play	Sing	
1	2	1		3
2	2	5		7
3	2	9		11
4	2	4	2	8
5	2	3		5
6	8	14		22
7	4	7		11
8	2		1	3

(注) ・Playは楽器によるフレーズの演奏を示す.
・Singは声によるフレーズの演奏を示す.
・Play, Sing Totalの数字は演奏回数を示す.

3.1. 演奏による評価箇所の抽出

指導者はP-4のフレーズにおいて，学習者のP-1の3小節目以降のフレーズの輪郭とリズムを利用した．輪郭の利用は，P-1の3小節目のフレーズの音高の推移(Ab→G→Bb)と，P-4 のフレーズの音高の推移(G→F→Bb)が，いずれも，1音目から2音目で下行し，2音目から3音目で上行し，さらに3音目は1音目よりも上の音高であることから示される．また，リズムの利用は，P-1 の 4 小節目，P-4 の 1 小節目を見ると，いずれも，フレーズ1音目とベース1音目がほぼ同時であり，フレーズ2音目はベース3音目と4音目の間に位置し，フレーズ3音目がベースの5音目とほぼ同時に演奏されることから示される．

そしてP-4の直前に「ここ(の)」，直後に「ちょっと単純すぎたかな？」という発話が見られた．このことは，指導者の P-4 を評価していることを示しているが，P-4 は P-1 のフレーズの輪郭とリズムを利用していることから，学習者のP-1の評価として聞くことができる．

以上のことから，指導者は，学習者のフレーズの一部の輪郭とリズムを利用した演奏を行い，さらにその演奏に評価を与えることで，学習者の演奏の一部を抽出し評価を行ったといえる．このように，2小節間のフレーズの探索は，学習者の演奏から，その一部が取り出され評価されることで始まった．したがって，どの箇所でフレーズの探索学習を行うかは，学習者の演奏の前には決定していない．それは，学習者あるいは指導者どちらかによって決まるものではなく，学習者の演奏と，指導者の聴取のあり方の関係によって決まるといった状況に依存したものであった．

3.2. 指導者によるフレーズの改良

指導者は，P-4 において，学習者の P-1 の 3 小節目以降を取り出し，「単純すぎ」という否定的評価を行った．その後の指導者の P-6 は，その直後に「とか」という発話から，例示として示されたといえる．

指導者は P-6 において，P-4 のフレーズの音高の一部を利用した．音高の利用は，P-4 と P-6 のフレーズの 1, 2 音目の G, F の一致から示される．またリズムにおいても，P-6 は P-4 一部を利用していた．まず 1 小節目のベースの 1~3 音目の隣り合う音の時間の間隔は，P-4 では 0.6~0.7 秒であり，P-6 では 0.6 秒であることから, P-4 と P-6 は，ほぼ同じ速さで演奏されたといえる．そして，P-4 のフレーズ 1 音目と 2 音目の時間の間隔(G, F)は 1.5 秒, P-6 のフレーズの 1 音目と 2 音目(G, F)では 1.6 秒であり，このことからフレーズのリズムの一部の利用が示される．

これらに対して，P-4 から P-6 では，フレーズ 3 音目以降は P-4 では Bb であったが, P-6 では E, F, Ab となった．このことは，P-6 では音数が増加し，より複雑なフレーズとなったと考えられる．さらに，P-4 と P-6 のフレーズの一番最後の音は, 2 小節目にもその音が鳴っているが，P-4 の 3 音目 Bb に対し，P-6 の 5 音目 Ab となっている．両者を比較すると，P-6 は 2 小節目のコードである Bb7 に対してより緊張感を与える音である．このことから，P-4 は P-6 に比べて，フレーズの終わりの音高をより緊張感があるものへと変更したと考えられる．

以上のことから，指導者は，学習者のフレーズの音数と音高を変え，より緊張感がある複雑なフレーズとして例示したといえる．この緊張感と複雑さの増加は，学習者の P-1 への評価である「単純すぎ」に基づいたものであると考えられる．つまり，P-4 において学習者の演奏の不十分な点を，指導者が引き受けて改良したものが例示されたといえる．

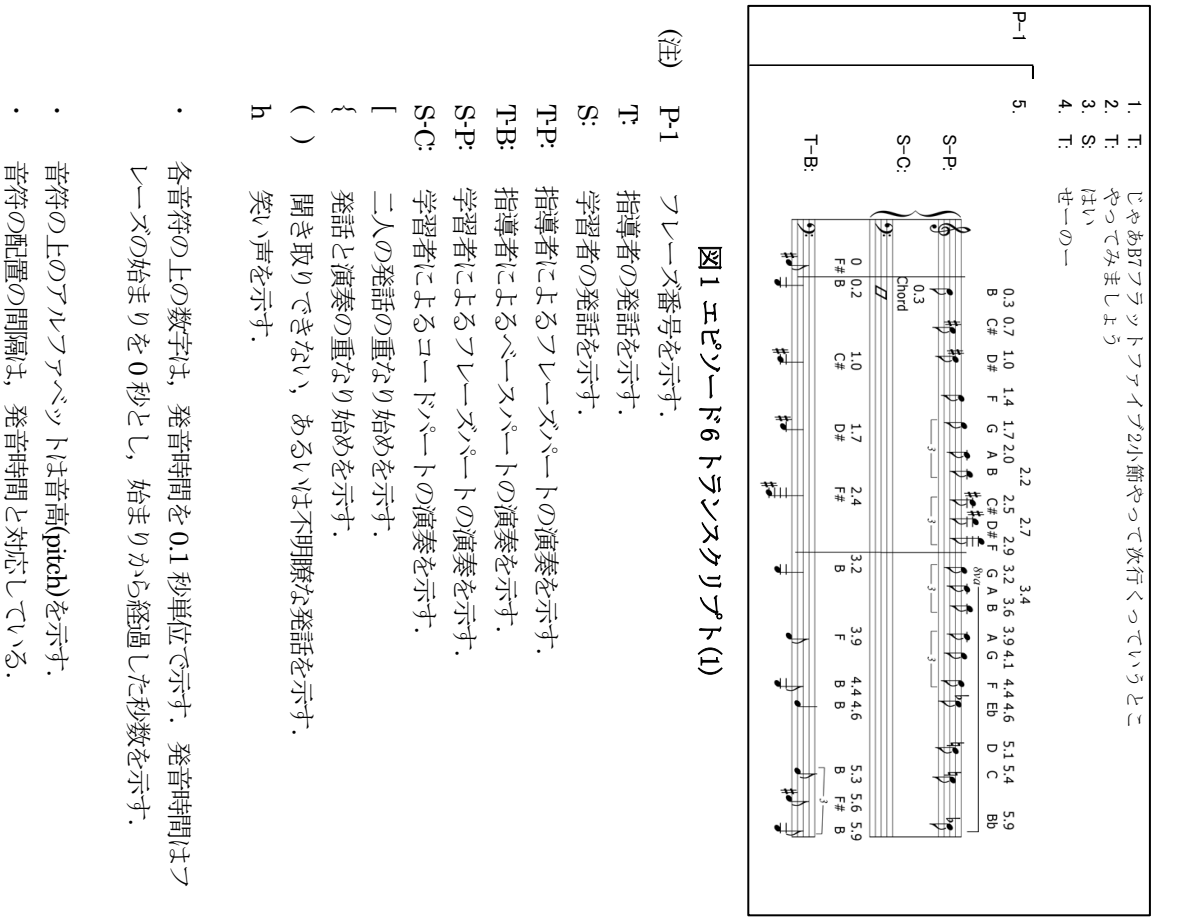


図1 エピソード6 トランスクリプト(1)

(注) **P-1** フレーズ番号を示す.
T: 指導者の発話を示す.
S: 学習者の発話を示す.
T-P: 指導者によるフレーズパートの演奏を示す.
T-B: 指導者によるベースパートの演奏を示す.
S-P: 学習者によるフレーズパートの演奏を示す.
S-C: 学習者によるコードパートの演奏を示す.
[二人の発話の重なり始めを示す.
{ 発話と演奏の重なり始めを示す.
( ) 聞き取りできない，あるいは不明瞭な発話を示す.
h 笑い声を示す.

- 各音符の上の数字は，発音時間を0.1秒単位で示す．発音時間はフレーズの始まりを0秒とし，始まりから経過した秒数を示す．
- 音符の上のアルファベットは音高(pitch)を示す.
- 音符の配置の間隔は，発音時間と対応している.
- リズム表記，音の長さ，小節線は著者の聴取を基に判断した.

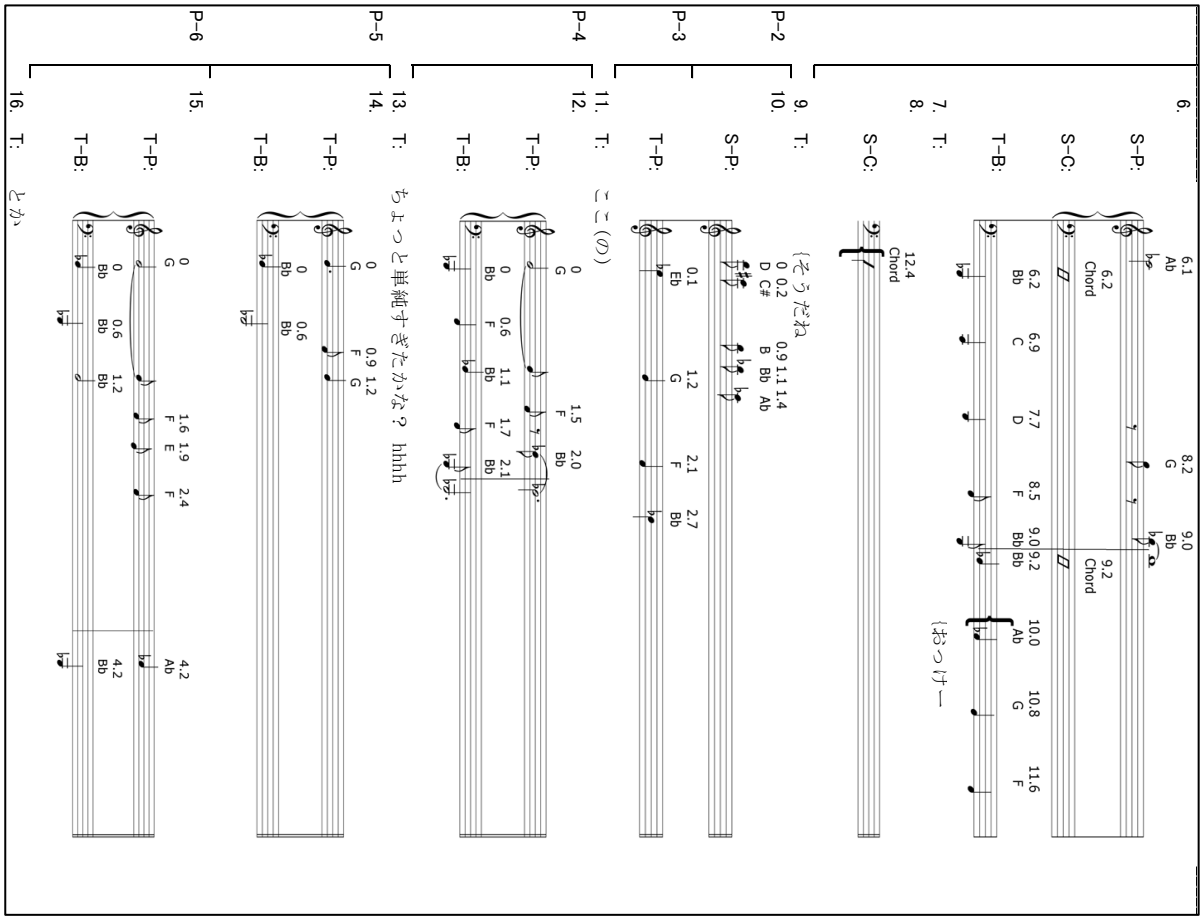


図2 エピソード6 トランスクリプト(2)

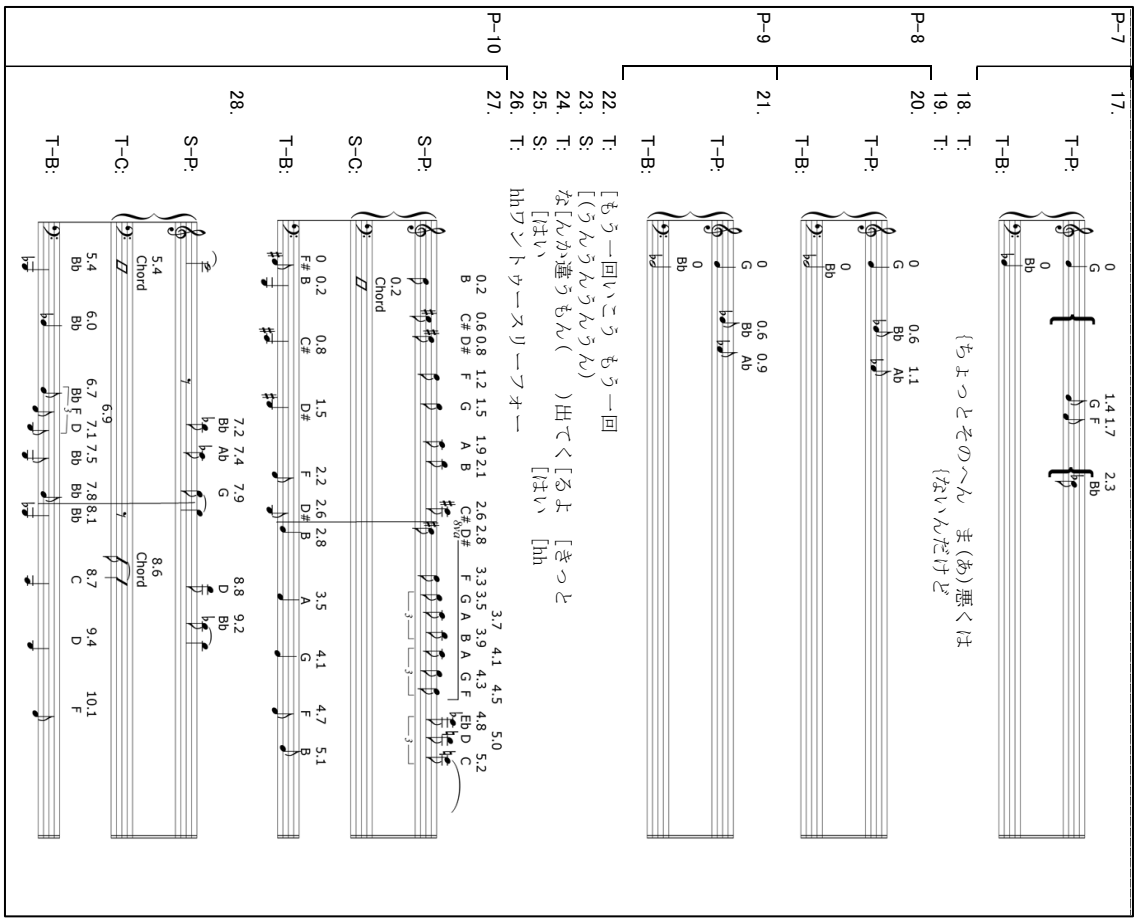


図3 エピソード6 トランスクリプト(3)

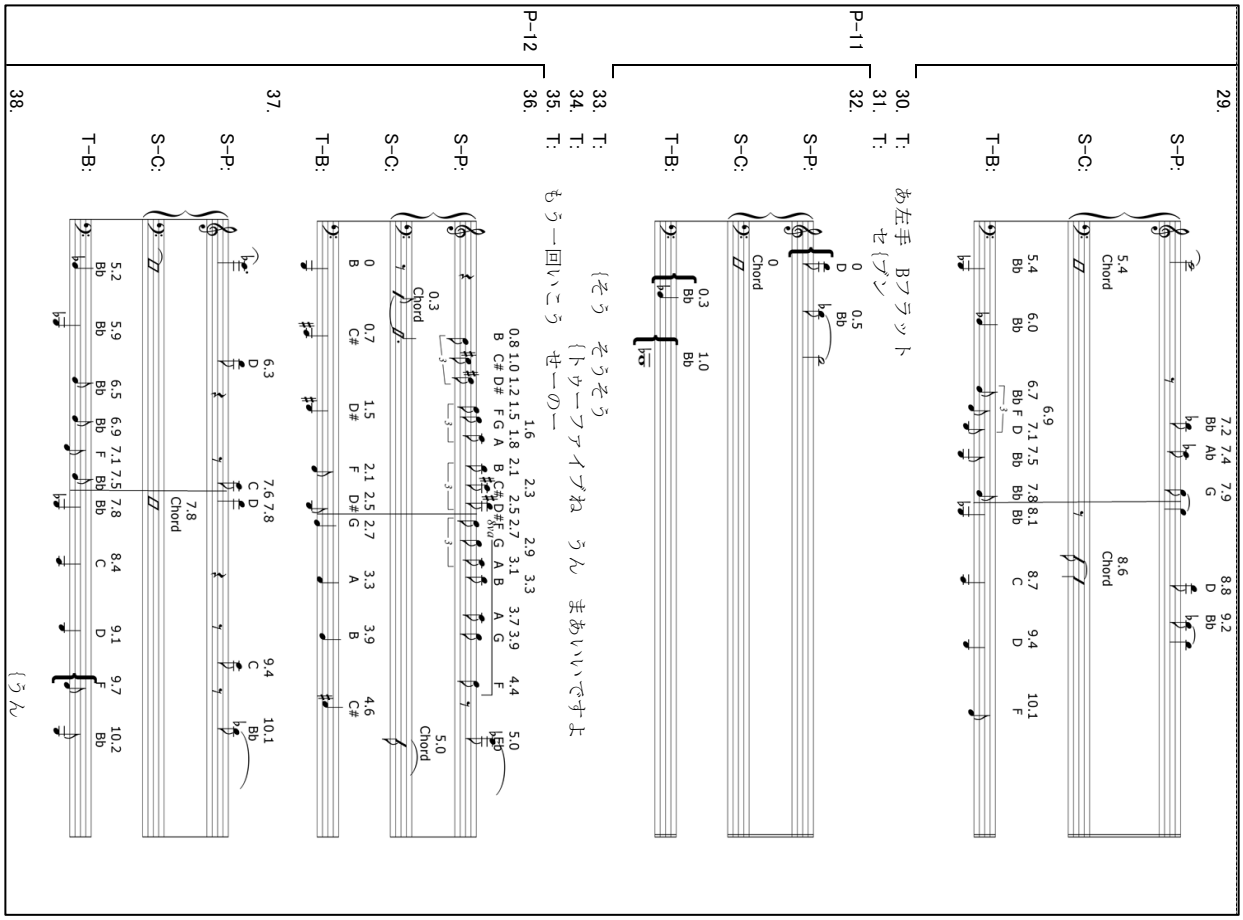


図4 エピソード6 トランスクリプト(4)

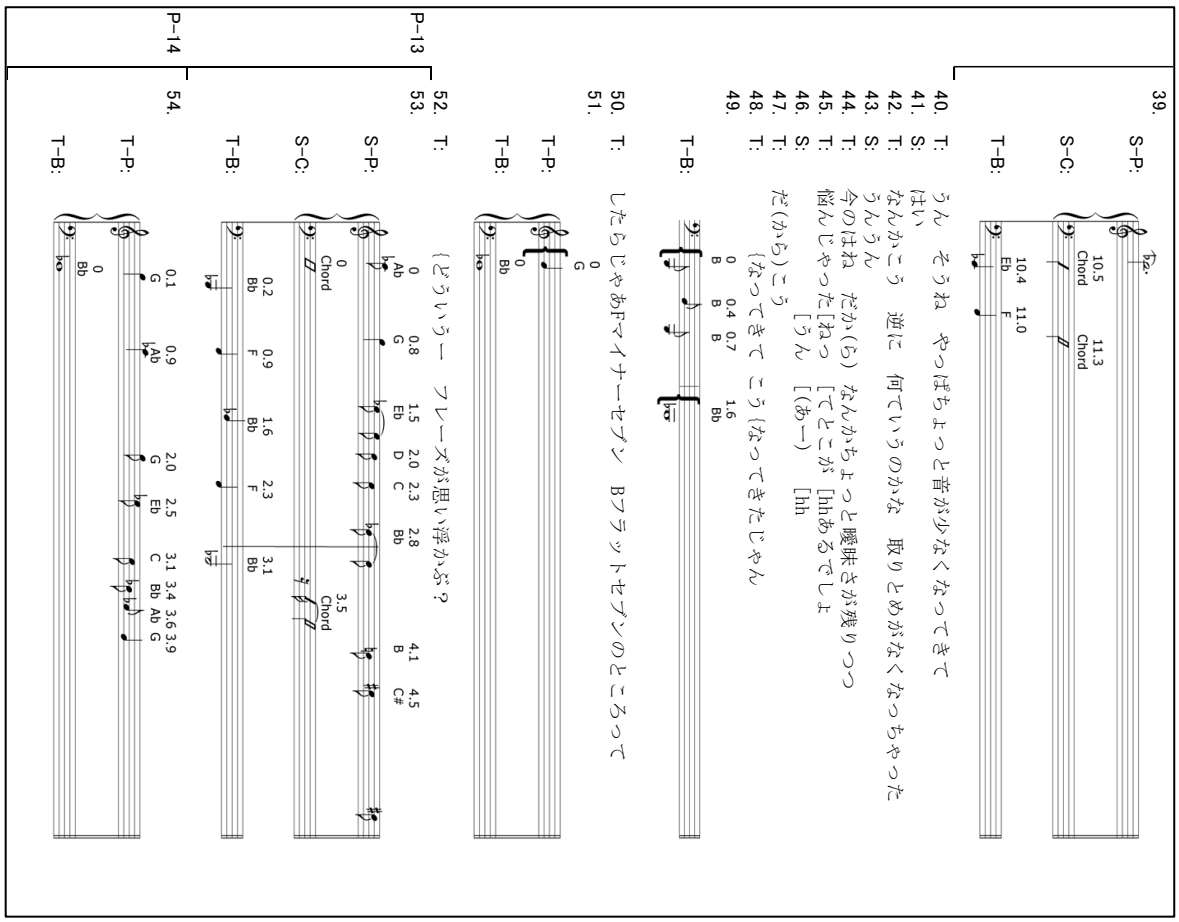


図5 エピソード6 トランスクリプト(5)

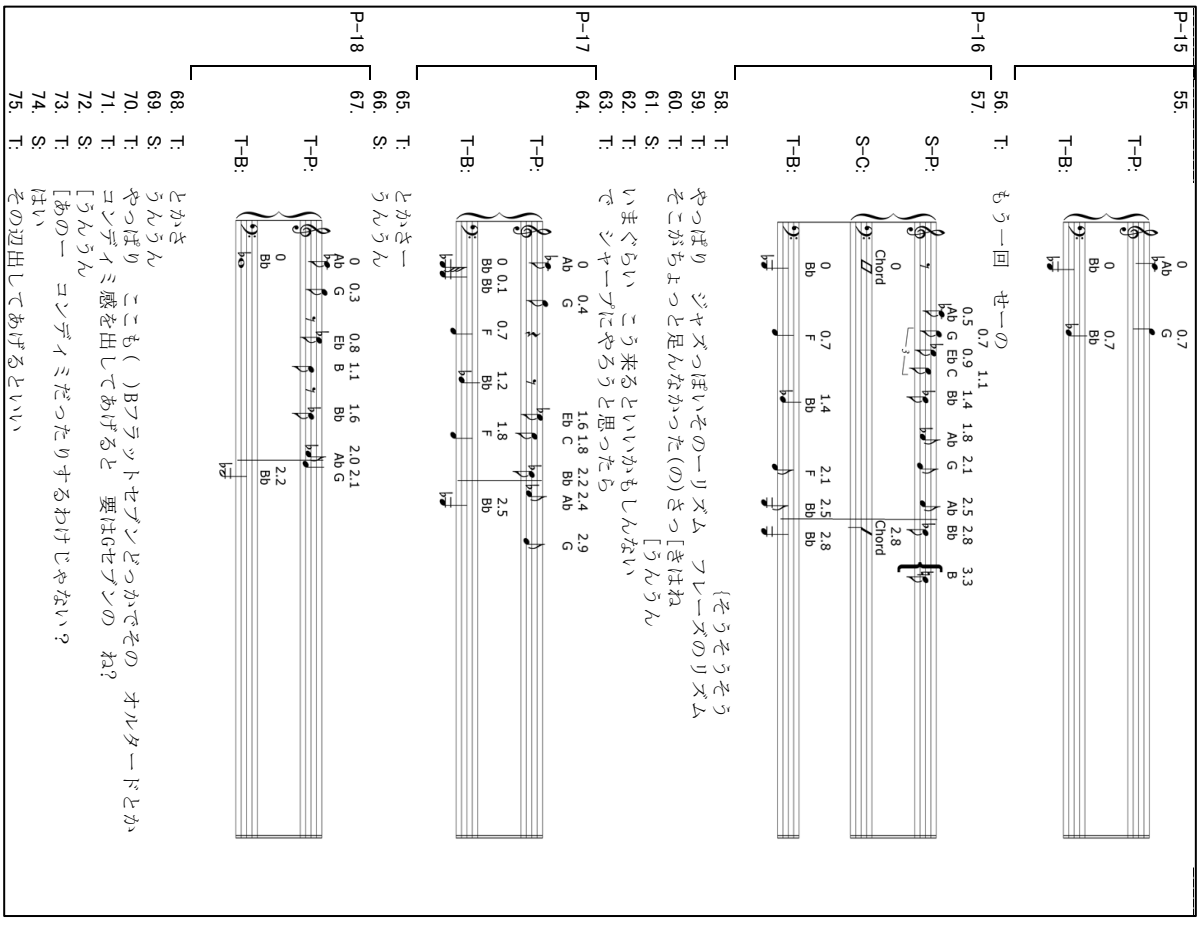


図6 エピソード6 トランスクリプト(6)

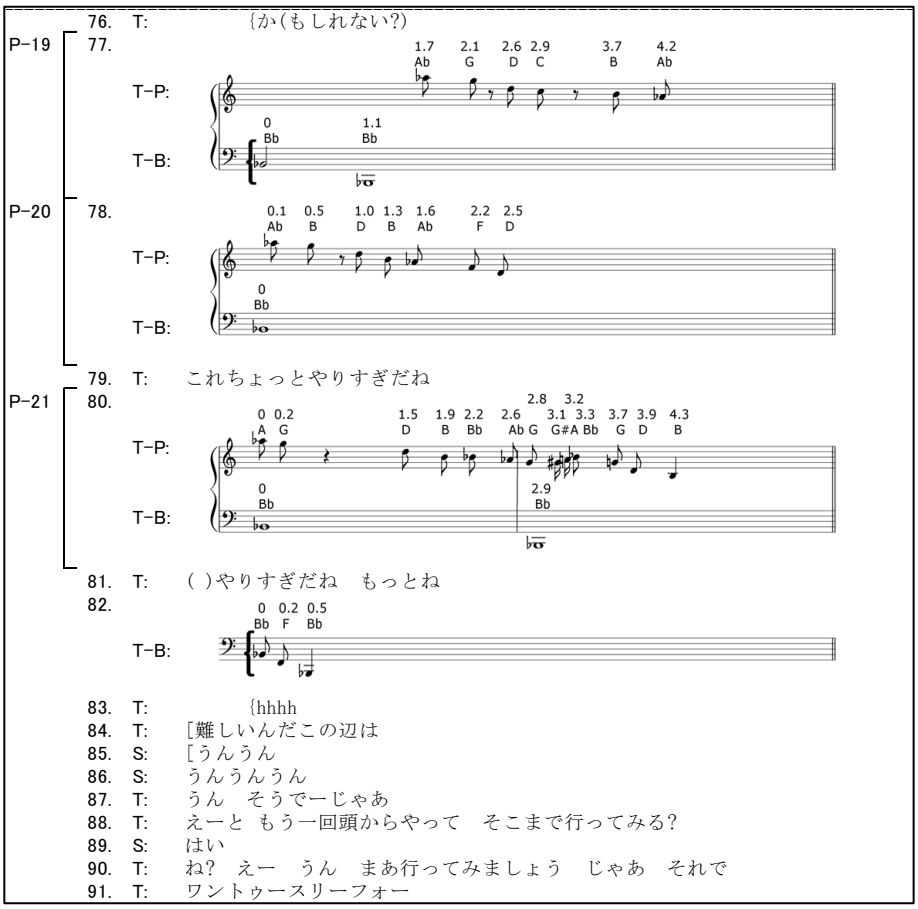


図7 エピソード6 トランスクリプト(7)

3.3. 学習者の注目箇所の表現

学習者による P-12 にたいして, 指導者は「音が少なく」「取りとめがなく」「曖昧さが残りつつ悩んじゃった」といった評価を行った後, 学習者は P-13 で再び演奏をする. その後, 特に発話はなく指導者の P-14, 15 が続き, 学習者に「もう一回」と演奏を求め, P-16 にて演奏する.

指導者は P-14 において, 学習者による P-13 の音高の一部を利用した. これは, P13 の 1~3 音目と, P-14 の 2~4 音目が Ab, G, Eb で一致していることから示される. その後さらに P-16 において, 学習者は指導者の P-14 の音高を利用した. これは, P-14 のフレーズ 2~8 音目と P-16 のフレーズ 1~7 音目の音高が Ab, G, Eb, C, Bb, Ab, G と一致していることから示される. これらのことから, P-13, 14, 16 において音高の利用が連続で行われたといえる.

それに対して, P-13 と P-16 のフレーズのリズムを比較すると, 冒頭部分に違いが見られる. まず, P-13, 16 ともに, 1 小節目のベースの 1~4 音目の隣り合う音の時間の間隔は, 0. 7 秒であることから, ほぼ同じ速さで演奏されたといえる. そして, P-13 のフレーズ 1~4 音目(Ab, G, Eb, D)において, 隣り合う音の時間の間隔は, 0.8, 0.7, 0.5 秒であった. P-16 では, 1~4 音目(Ab, G, Eb, C)において, いずれも 0.2 秒であった. これらのことから, P-13 に比べ P-16 では, 冒頭部分の音同士の時間の間隔をより狭めて演奏したといえる. このような, P-16 のフレーズ冒頭のリズムの変更は, P-14 では確認されなかった. P-14 の 2~5 音目(Ab, G, Eb, C)の時間の間隔は, 1.1, 0.5, 0.6 秒となっており, P-16 の 1~4 音目の 0.2 秒とは大きく異なる. したがって, 冒頭部分の音同士の時間の間隔を狭めることは, P-16 において行われたと考えられる. このような音同士の時間の間隔を狭めるという変更は, P-12 にたいする指導者の「音が少なく」という評価に対応していると考えられる. つまり, 学習者は指導者に指摘された自身の演奏の不十分な点を, 先行するフレーズを利用しつつリズムの変更を行うことにより補おうとしたと考えられる.

音同士の時間の間隔を狭めた P-16 の直後, 指導者はフレーズのリズムにたいして肯定的な評価を行った. つまり指導者は, 学習者がリズムに注目し変更を行ったと解釈した.

以上のことから, 学習者は先行する音高を利用しつつ, 音同士の間隔を詰めるといったリズムの変化を行うことにより, 先ほどの自身の演奏で不十分とされた点を補い,

そのことはリズムに注目し変更したと指導者に解釈されたといえる.

3.4. 指導者による対照的な演奏

指導者は，P-16 のフレーズのリズムに対して肯定的な評価を行った．その後の P-17 では，その直前に「シャープにやろうと思ったら」，直後に「とかさ」という発話が見られる．指導者は P-17 を，学習者とは異なる方向性の演奏の例示として位置づけたといえる.

その P-17 では先行する演奏の音高を利用していた．P-17 における音高の利用は, P-16, 17 のフレーズの 1~7 音目と P-14 の 2~8 音目の一致(Ab, G, Eb, C, Bb, Ab, G)から示される.

一方, リズムにおいて P-17 は P-16 とは異なっている．まず，ベース 1 音目から 4 音目までの音同士の時間の間隔は P-16 では 0.4 秒，P-17 では 0.5~0.7 秒の間であった．したがって，ほぼ同じ速さで演奏されたといえる．P-16, 17 の 1~4 音目(Ab, G, Eb, C)の隣り合う音同士の時間の間隔をみると，P-16 では，すべて 0.2 秒であるのに対し，P-17 では 0.4, 1.2, 0.2 秒であり，P-16 よりも時間の間隔の広がりが見られた．したがって，P-16 と P-17 では，P-16 では音同士の間隔を詰めたのに対して，P-17 では，音同士の間隔を大きくあけたと考えられる.

以上のことから，指導者は P-17 の例示において，P-16 の評価したリズムについて，さらに変更を加えたといえる．さらに，リズムの変更の仕方は，学習者が音同士の間隔を詰めたのに対して，音同士の間隔を大きく空けるといった対照的な方法で行われた．学習者は，リズムについて工夫を行ったが，同じフレーズであってもリズムの工夫のあり方は複数の可能性があることが，指導者によって示された.

3.5. フレーズの改変過程における理論の利用

P-18 の演奏の直後，指導者は「オルタード」「コンディミ」を利用することを推奨する．この二つはいずれも，音階を表す理論的な言葉である．そして，これらの音階を象徴する音は，該当する箇所のコードにおいては，B, C#, E, F#である.

指導者による演奏のなかで，P-14, 15, 17 では，これらの音は含まれていないが，理論的な言葉の直前の P-18, そして直後の P-19 において，B の音が含まれている．このことから, 演奏の途中から「オルタード」「コンディミ」といった音階に基づいて演奏を行ったといえる．また，この事実は，P-16 と P-17 におけるリズムへの注意ののち，新たに音高の選択に注意を向けたことを示している.

さらに P-18 は，P-17 の音高を利用している．このことは, P-17 と P18 の 1~3 音目(Ab, G, Eb)と, 5~7 音目(Bb, Ab, G)の一致により示される.

以上のことから，指導者はフレーズを繰り返し演奏するその途中で，先行するフレーズを音階の理論という新たな観点を用いて変更を加えるようになったといえる.

3.6. 指導者の自己評価を伴うフレーズの構築

指導者の P-19 は，例示として示された P-17, 18 と 1, 2 音目の音高が一致している(Ab, G)．P-19 と P-20 は，1~3 音目の音高が一致している(Ab, G, D). その後の P-20 と P-21 では，1~4 音目の音高が一致している(Ab, G, D, B)．つまり，指導者は自身の前の演奏の音高を利用しているが，演奏をするたびに利用する数を増加させていた．このことから，先行するフレーズに変更を加えつつ，また先行するフレーズを手掛かりとして，フレーズを構築していたと考えられる.

そして，P-20 と P-21 の直後において，指導者はそれらの演奏にたいして「やりすぎ」という否定的な評価を行っていた．自身の演奏にたいして自ら評価を行うということは，その言葉が発話者自身にも向けられた言葉となっていることを意味する.

以上のことから，指導者は先行するフレーズを手掛かりとしてフレーズの構築を行った．そして，フレーズの構築は, 自ら評価をしながら行われていた. このことは, 指導者が学習者と同様のフレーズをもとに音を探索していたことを示す．また，先行するフレーズが，フレーズの構築の手掛かりとなっていたことから，指導者の演奏は，学習者にたいする働きかけだけではなく，指導者が音を探索するうえで支えとなる道具となっていた.

4. 結論

フレーズの協働的な探索過程を検討した結果, 以下の 6 点が明らかとなった.

(1) 演奏による評価箇所の抽出
(2) 指導者によるフレーズの改良
(3) 学習者の注目箇所の表現
(4) 指導者による対照的な演奏
(5) フレーズの改変過程における理論の利用
(6) 指導者の自己評価を伴うフレーズの構築

演奏者は，先行する演奏からその一部を利用し変更を

加えていた．このことから，音の探索過程では，先行するフレーズを再構成が行われていたといえる．さらに，先行するフレーズの利用と変更には複数の方法があり，そのことによって遂行されることに(1)～(6)のような違いが見られた．

指導者は，(2)のように学習者の演奏の不十分な点を補うかたちで変更することによって，あるいは，(4)(5)(6)のように，学習者の演奏が「快適な音」となったと判断した場合には，その演奏を対照的な方法や，理論を用いた新たな方法によって再構成を試みた．一方，学習者は(3)のように，先行するフレーズの一部を変更することで指導者から指摘された不十分な点を補った．そのことは指導者の学習者の注目箇所にたいする理解をもたらし，その後の(4)以降の相互行為の進展を可能にした．

このことから，指導者と学習者は，快適な音の探索に向けて，先行する音の利用と変更を通して，演奏の不十分な点を補う，あるいは相手の演奏から，その演奏で注目した箇所の理解を行い，相手の演奏が十分な場合には対照的あるいは新たな方法から再構成を行っていたといえる．

参考文献

[1] Berliner, P. F. (1994). Thinking in jazz: The infinite art of improvisation. Chicago: University of Chicago Press.

[2] Cahn, D. (2007). The effects of varying ratios of physical and mental practice and task difficulty on performance of a tonal pattern. Psychology of Music, 36(2), 179-191.

[3] Davidson, J. W., & Coulam, A. (2006). Exploring jazz and classical solo singing performance behaviours: A preliminary step towards understanding performer creativity. In G. Wiggins & I. Deliege (Eds.), Musical creativity: Multidisciplinary research in theory and practice. New York: Psychology Press, pp. 181–199.

[4] Graiter, M. (2008). Grounding in musical interaction: Evidence from jazz performances. Musicae Scientae, Special issue, 71-110.

[5] Haviland, J. B. (2011). Musical spaces. In J. Streeck, C. Goodwin, & C. LeBaron (Eds.), Embodied interaction: Language and body in the material world New York: Cambridge University Press, pp. 289-304.

[6] Kerr, D., & Knight, B. A. (2010). Exploring an industry-based jazz education performance training programme. International Journal of Music Education, 28(4), 301-312.

[7] Monson, I. (1996). Saying something: Jazz improvisation and interaction. Chicago and London: The University of Chicago Press.

[8] Parsonage, C., Fadnes, P. F., & Taylor, J. (2007). Integrating theory and practice in conservatoires: Formulating holistic models for teaching and learning improvisation. British Journal of Music Education, 24(3), 295-312.

[9] Pressing, J. (1998). Psychological Constraints on Improvisational Expertise and Communication. In B. Nettl & M. Russell (Eds.), In the course of performance: Studies in the world of musical improvisationChicago: University of Chicago Press, pp. 47-67.

[10] Sawyer, R. K. (1992). Improvisational creativity: An analysis of jazz performance. Creativity Research Journal, 5(3), 253-263.

[11] Sawyer, R. K. (1995). Creativity as mediated action: A comparison of improvisational performance and product creativity. Mind, Culture, and Activity, 2(3), 172-191.

[12] Suchman, L. A. (1987). Plans and situated action. New York: Cambridge University Press. (サッチマン, L. A. 佐伯胖 (監訳) (1999). プランと状況的行為 産業図書)

[13] Sudnow, D. (1978). Ways of the hand. Cambridge : Harvard University Press. (サドナウ, D. 徳丸吉彦・村田公一・卜田隆嗣 (訳) (1993). 鍵盤を駆ける手 新曜社)

[14] Virkkula, E. (2015). Communities of practice in the conservatory: Learning with a professional musician. British Journal of Music Education, 33(1), 1-16.

[15] Watson, K. E. (2010). The effects of aural versus notated instructional materials on achievement and self-efficacy in jazz improvisation. Journal of Research in Music Education, 58(3), 240-259.

デザインにおける視覚情報の認知的研究
-視線追跡装置を利用した日本人と中国人の比較分析-
Cognitive Study of Visual Information in the Design
- An Analysis of the Difference Between Japanese and Chinese using Eye-Tracking-System -

寺 朱美，深見 友，永井 由佳里

Akemi Tera, Tomo Fukami, Yukari Nagai

北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology
tera, fukami.tomo, ynagai@jaist.ac.jp

Abstract

It is an interesting problem for both the creators and the consumers of design to determine how a design is received. Therefore we carried out an experiment to observe, using an eye-tracking system to learn how participants chose a design as their favorite one. We measured by eye-tracking system how people obtained visual information when they chose a design by means of this experiment. As a result, Japanese participants used numerous convergence functions but they have individual variations. On the other hand, Chinese participants, on the average, used a convergence function for length and breadth perception with both left and right eyes for sight reception.

Keywords — design, sight information, eye-tracking system, eye movement, convergence

1. はじめに

デザインは送り手であるデザイナーが意図や情報を表現創造し受け手に届けられる．世界にはさまざまな人々がともに存在していることから，あるデザインが好ましいかそうではないかを受け手が判断する要素や選択の過程，基準はその社会的，文化的背景によって多様であるといえる．デザインがどのように見られるか，視覚情報としてどのように受け取られるかを知ることは，デザイナーにとっても受け手にとっても興味深い課題である．Michigan fish test で報告されているのは，同じ絵や写真を見ても，西洋と東洋ではまったく違う見方をしていることである．アメリカ人が絵の中で最も目立つ大きな対象のみに注意を払っていることに対し，アジア人は全体像をとらえようとしていると報告されている[3]．また，Masuda による実験では，日本人は全体と同時に特に細部に注意を払って記憶していることが報告されている[2]．そこで，デザインを選択するという課題で受け手がデザインをどのように眺め，どのように選択するか，また日本人とそれ以外の人々の見方は同じかどうかを調査するために，視線追跡手法を用いた観察実験を行った．

視線追跡装置による眼球運動計測データは，外界の情報を得る際の眼球の動きを記録し定量的に分析することが可能である．一般的に両目は左右同時に視線移動するが，広い場面を一瞬にして把握する場合，両目が左右で異なる眼球運動を行う現象（輻輳：ふくそう）が生じる[1]．この眼球運動機能を利用して，デザインを選択する際に人々がどのように視覚的な情報をとらえるかという観点から視線データを分析した．

2. 実験方法

実験では，食品パッケージデザインにおいて，同じ図柄で背景色の異なる 10 種類のデザインから 1 つを選択する時の眼球運動を観察記録し，分析した．背景色は，あらかじめアンケート調査を実施し，「甘い，酸っぱい，伝統的」などの感覚的なイメージを持つ 10 色を選んだ[5] [6]．

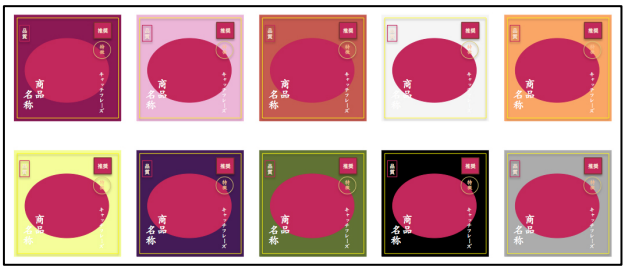


図 1 背景色が異なるデザイン一覧（イメージ）

モニターに，同じ図柄で背景色の異なる 10 種類のパッケージデザイン（デザイン 1～デザイン 10）を上下 2 段で一覧した画面（図 1）を 10 秒間提示し，その後，

各 1 枚ずつを 5 秒間提示し，再び 10 種類（デザイン 1〜10）の一覧を 10 秒間提示した（図 2）．また，被験者に，もっとも気に入った背景色のデザインを選択することを課した．

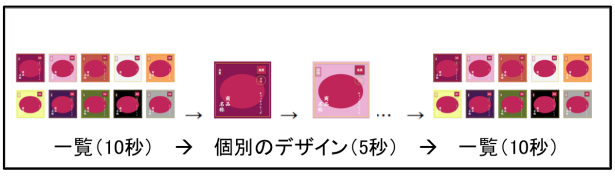


図 2　提示方法

視線追跡装置は固定式の Tobii X-120，モニターは Dell 2005FPW（解像度 1680×1050）を用いた．また，実験は実験室で実施し，測定には顎台を用いた（図 3）．

実験対象者は 17 名，日本人 11 名（J-1〜J-11）と中国人 6 名（C-1〜C-6），すべて本学の大学院生，および大学職員である．実験者は，視線追跡装置を用いて被験者がデザインを選ぶ時の眼球運動を観察し記録した．この時，デザイン 1 を見る最初の 5 秒間の視線データから，左右両目の X 軸と Y 軸の視野角をそれぞれ取り出し，その差の絶対値（輻輳の幅の値）を算出し分析した．



図 3　実験環境

3.　実験結果

表 1 は，被験者全員の左右両目の X 軸と Y 軸の差分の値を表す．図 4 は，表 1 のデータをグラフ化したものである．輻輳の視野角度の平均は，日本人が X 軸 28.3°，Y 軸 33.4°，中国人が X 軸 24.7°，Y 軸 24.9°であった．輻輳の幅の平均値は X 軸，Y 軸ともに日本人グループの方がやや広い傾向がみられる．

日本人被験者の場合，X 軸方向に輻輳機能を多用するケースと Y 軸方向に輻輳機能を多用するケースというように，異なる視覚情報の受容を行うタイプがみられることがわかった．しかし，個人差が顕著で，およそ半数の被験者が X 軸方向と Y 軸方向に比較的少ない視野角度の輻輳機能を利用して視覚情報を受容していることがわかる．一方，中国人グループは X 軸方向と Y 軸方向の輻輳における視野角が平均的でほぼ近い値であった．すなわち，中国人被験者が瞬時に視覚情報を受容する場合，X 軸方向と Y 軸方向の両方でほぼ近い値で少ない幅で輻輳機能を用いることがわかった．また，日本人と比較すると個体差が少なく平均的に輻輳機能を利用していることがわかった．

表 1　両目の X 軸と Y 軸の差分の値

ID	X軸両目差分の値 単位：視野角（度）	Y軸両目差分の値 単位：視野角（度）
J-1	9.4	11.1
J-2	97.5	43.1
J-3	11.5	18.6
J-4	12.5	30.2
J-5	21.1	22.8
J-6	21.1	22.3
J-7	13.0	14.8
J-8	11.4	12.6
J-9	20.0	79.4
J-10	45.0	23.3
J-11	48.3	89.2
J 平均	28.3	33.4
C-1	17.1	21.3
C-2	21.0	43.6
C-3	37.8	18.3
C-4	34.7	16.9
C-5	18.6	30.9
C-6	19.2	18.4
C 平均	24.7	24.9

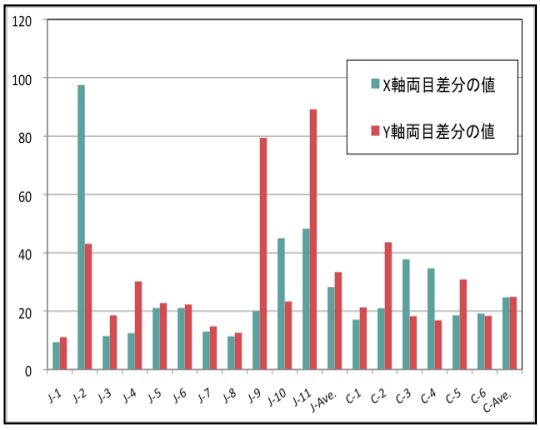


図 4　両目の X 軸と Y 軸の差分の値

図 5 は，日本人被験者 J-2 の左右両目の X 軸と Y 軸の差分の値を表し，図 6 は J-8 のデータを表す．また，図 7，図 8 は，それぞれ中国人被験者 C-1 と，C-5 のデ

ータをグラフ化したものである.（＊以下，図中の青線はX軸方向の両目の視野角の差を表し，赤線はY軸方向の両目の視野角の差を表す.）

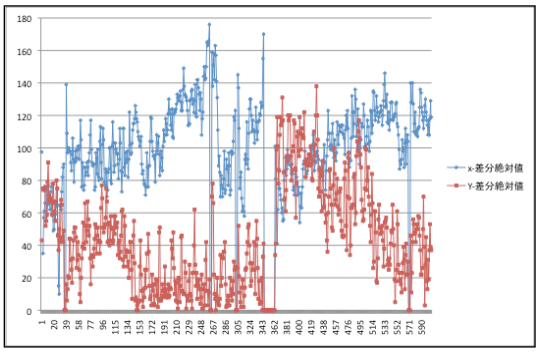


図5　両目のX軸とY軸の差分の値（J-2）

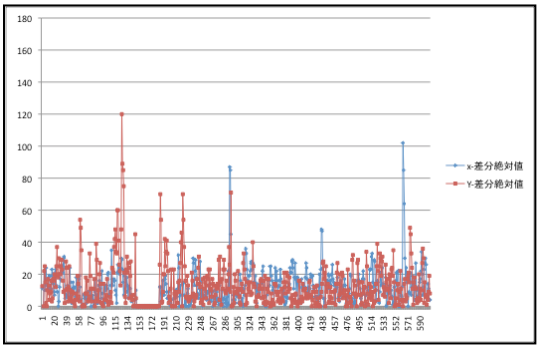


図6　両目のX軸とY軸の差分の値（J-8）

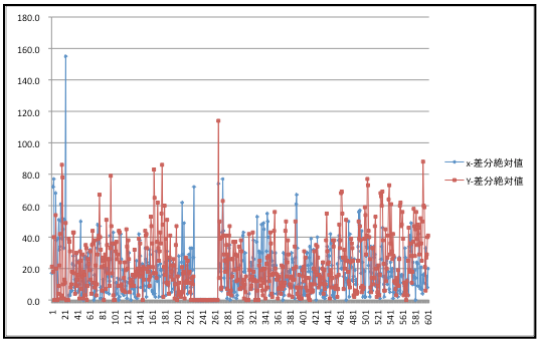


図7　両目のX軸とY軸の差分の値（C-1）

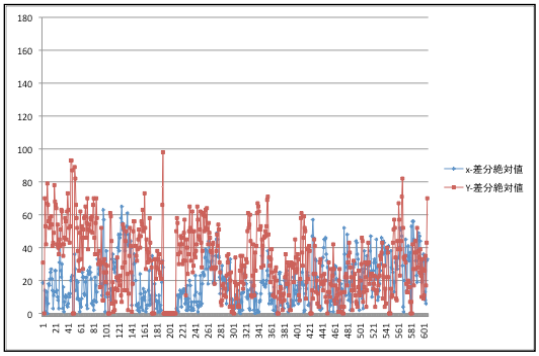


図8　両目のX軸とY軸の差分の値（C-5）

日本人被験者J-2（左）は，X軸方向とY軸方向に幅の広い輻輳を行い，広い場面を一瞬で把握する様子がみられる．X軸方向の輻輳が顕著な時はY軸方向への輻輳はやや狭く，Y軸方向の輻輳が顕著な時はX軸方向への輻輳は狭いというように画面全体に視野を拡散していることがわかる.

被験者J-8（右）はX軸方向とY軸方向ともに輻輳の幅が小さく，両目ともに輻輳機能をあまり利用していないことがわかる（図5）.

中国人被験者C-1は，X軸方向とY軸方向ともに平均的に輻輳を行っているが，範囲はやや狭い（図7）. 被験者C-5のデータをみると，X軸方向とY軸方向で交互に輻輳を行っている．しかし，日本人被験者J-2（図5）と比較すると輻輳の幅はそれほど広くないことがわかる（図8）.

平均的に日本人被験者の方が輻輳を頻繁に使う傾向があるが，個体差が大きい傾向がみられた．すなわち，日本人グループは，X軸方向に輻輳を行う被験者と，Y軸方向に輻輳を行う被験者，それらを交互に多用する被験者，そして，積極的に輻輳を行わない被験者がいることがわかった．一方，中国人グループは，1名を除く被験者で輻輳の範囲がやや狭い傾向があることがわかった.

4.　考察

本研究では好みのデザインを選択するという課題がある時，受け手がデザインをどのように眺め，どのように選択するか，また日本人とそれ以外の人々の見方は同じかどうかを調査するために，視線追跡手法を用いた観察実験を行い，デザインを選択する時の視線データを記録し，分析した．被験者の眼球運動の特徴を調べる過程で，中国人グループで輻輳はそれほど広範囲には行われず，6名中5名において輻輳機能はほぼ一定で範囲がやや狭く使われていた．一方，日本人グループのうち半数の被験者は，広い範囲の輻輳を行い，好みのデザインを選択した．日本人被験者は，X軸，Y軸の両方向に広い範囲で輻輳を行う個体が比較的多い傾向がみられる一方で，輻輳がかなり狭い範囲の被験者も確認され，中国人グループと比較すると個体差が顕著であることがわかった.

寺らは，視線追跡装置を利用した実験において，英語テキストと日本語テキストの読解過程を観察した結果，日本人が英語と日本語の両方のテキスト読解で戻り読みを多用するという現象が顕著であり，読解時に

テキスト情報を理解する際の日本人の特徴であると述べている[4]．日本語は膠着語文法に分類され，必要な叙述が後続的に出現する．このため前出のテキスト情報を探索する目的で広い範囲で戻り読みが多用されている可能性がある．このことから，日本人被験者が好みのデザインを選ぶ課題では，できるだけ広い画面に注意を払いながら視覚情報を選択している可能性が考えられる．好みのデザインを選択する場合，広範囲に輻輳を行って画面情報を取得する現象が，日本人の背景と関わりがあることを示唆する．

一方，今回の実験で日本人被験者の輻輳機能の利用方法に個人差が顕著にみられたことから，他の要素を抽出するための実験が必要であると考える．デザインから情報を取得し理解する過程は文字から情報を取得し理解する過程と重なる部分が存在するという可能性は否定できないが，さらに他の要素を調査する必要がある．

5. まとめ

今後ますます世界的な規模の交流が進み，Web サイトから情報を取得する機会は地球規模で増加する．デザインの視覚情報がどのように人々に受容されるかを知ることは，どのような情報が人々にとって有益であるかを知るためには必要不可欠な研究である．

今回の実験では日本人と中国人被験者の比較研究を行ったが，視覚情報の取得において社会的文化的な背景がもたらす要素について知るためには，文化背景の異なる他の被験者について詳しく調査する必要がある．

参考文献

[1] 古賀一男，中澤幸夫，苧阪良二編：眼球運動の実験心理学,名古屋大学出版会，1993.

[2] Masuda, T. & Nisbett, R. E. ：Attending holistically vs. analytically: Comparing the context Sensitivity of Japanese and Americans. Journal of Personality and Social Psychology, 81, 922-934, 2001.

[3] Nisbett, R. :The Geography of Thought: How Asians and Westerners Think Differently... And Why, Free Press, 2003.

[4] Akemi Tera, Kiyoaki Shirai, Takaya Yuizono and Kozo Sugiyama, Analysis of Eye Movements and Linguistic Boundaries in a Text for the Investigation of Japanese Reading Processes, IEICE Trans., Vol.E91-D, No.11, pp.2560-2567, 2008.

[5] 寺朱美，深見友，門松怜史，永井由佳里：視線追跡装置を利用したデザイン評価の試み，Design シンポジウム 2014 論文集，2014.

[6] 深見友，寺朱美，永井由佳里：背景色が引き出すデザインの創造的認知について，第 62 回日本デザイン学会春季研究発表大会，日本デザイン学会，2015.

ダンス経験のない教員がダンスを教えるために −指導不安の定量化−
Teachers Should Teach Dance Though Inexperienced: Quantification of the Teaching Anxiety

山口 莉奈[1]，正田 悠[2]，鈴木 紀子[3]，阪田 真己子[1]
Rina Yamaguchi, Haruka Shoda, Noriko Suzuki, Mamiko Sakata

[1]同志社大学大学院文化情報学研究科
[2]立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構
[3]帝塚山大学経営学部
[1]Graduation School of Culture and Information Science, Doshisha University
[2]Ritsumeikan Global Innovation Research Organization, Ritsumeikan University
[3]Faculty of Business Administration, Tezukayama University
dip0010@mail4.doshisha.ac.jp

Abstract
The purpose of the present study is to confirm the replicability of five components of the teaching anxiety found in our previous study (Yamaguchi et al, 2015) as well as to explore how the teacher's degree of such the anxiety differs according to his/her attributes. We focused on "dance teaching anxiety," which we defined as the teacher's concerns regarding physical education curricula. We conducted a questionnaire survey for teachers ($N = 202$) who participated in a training seminar by Nippon Street Dance Studio Association. We conducted exploratory factor analysis, extracting four factors as for the teaching anxiety: anxieties for lack of knowledge, students, their own dance skills, and student interest. Decision tree analyses showed that the teacher's degree of such the anxiety differed as a function of his/her attributes such as sex, age, previous dance experience, and previous dance teaching experience.

Keywords — Teaching anxiety, compulsory education, exploratory factor analysis, decision tree

1. はじめに
平成20年3月に告示された中学校学習指導要領の改訂に伴い，中学校保健体育においては，従前では選択単元であった「ダンス」が必修化された[1] . 筆者らは，このダンスの必修化に伴って教員にいかなる不安が生じているのかを定量化し，その不安の原因を明らかにすることを目指している．

ダンスに限らず，学習指導要領の改訂に伴って現職教員には不安や混乱が生じる[2-5]．例えば，高等学校学習指導要領改訂に伴い男女共習となった家庭科では，男女の能力や技術の差，指導方法に不安を抱いた教員が多いことが報告されている[3]. 平成20年にダンス同様必修化となった武道では，授業実施に伴う生徒の安全の確保や用具教材の整備に対して多くの教員が不安を抱いていると報告されている[4]. ダンスについても，必修化に伴い多くの教員が指導力不足への不安を抱いている[2, 5]．学習指導要領の改訂による授業形態や指導法の変化に対して，教員になんらかの不安が生じるのは避けられないといえる．

また，こうした不安には，学習指導要領の改訂に伴って教員が共通してもつ一般的な指導不安と，ダンスに特有の指導不安があると考えられる．たとえばダンス単元では，生徒の興味・関心が個々人によって大きく異なることや，教員自身が見本を見せて指導を行わなければならない点がほかの科目と異なる．特に，平成20年に必修化となったため，ダンス経験やダンス指導経験，あるいはその研修を受けたことのない体育教師が未だ一定数いる．そうした中で，これまで自身が経験したことがない，あるいは教えたことのないことを教えなければならないという不安はダンス指導に特有のものであると考えられる．

こうした背景のもと，筆者らはダンス指導において生じる課題や困難点を「ダンス指導不安」と定義し，新学習指導要領施行から5年以上経過した現在もなお教員が抱いている不安の実態を解明するとともに，その不安の原因がいかなるものなのかを調べてきた．山口・正田・鈴木・阪田（2015）[5]では日本ストリートダンススタジオ協会主催の学校教員・教職課程履修中の大学生向けリズムダンス研修会 (以下:「NSSA 主催リズムダンス研修会」) に参加した現職教員を対象に質問紙調査を実施し，得られた自由記述に対してテキストマイニングを実施した．共起ネットワークによって相対的に強く結びついている単語同士を検出してグループ分けを行ったところ，教員がダンス指導の際に抱くダンス指導不安が5つの不安から構成されることが示された．抽出された5つのダンス指導不安は「知識不足に対する不安」，「経験不足に対する不安」，「授

業構成に対する不安」,「生徒に対する不安」,「指導法に対する不安」であった．こうして 5 つの不安要素を抽出することができた一方で，これらの要素は自由記述から抽出されたものであるため，教員の中にあるダンス指導不安が全て反映されているわけではなく，アンケート回答時点で教員が最も不安に感じている事柄のみを言及している可能性がある．そこで，本研究ではこれら 5 つの不安要素から計 49 の質問項目を作成し，これら 5 つのダンス指導不安が再現されるかを調査した．また，それぞれの要素が教員のどのような属性（性別・年齢・ダンス指導経験の有無）から生じているのかを明らかにする．

現実の教育場面での学習過程を直接の分析対象とする「学習科学」は，学習者の知識・技能習得過程を解明し，よりよい学習環境をいかにして構築するか，という問題に主眼がおかれてきた[6]．本研究では，「体育教員の多くが，ダンス経験がないにもかかわらず，ダンス指導を行っている」[7]という指導者側が抱える問題に取り組む．また実践的には，教員自らが抱いている不安の原因を明らかにすることで梅澤（1996）[8]によって指摘されている教員自らが授業の問題点を的確に診断することができないような状況を打破することができる．さらに，教員自らの手でダンス指導授業の問題点を的確に捉え，振り返り，さらに省察するためのノウハウを提案することが可能になると考えられる．このように，本研究は「自らが十分に熟達していないことがらを教授する」という問題への一アプローチであり，学習環境のデザイン研究への貢献が期待される．

2. 方法

2015 年 5 月から 11 月に福井県・神奈川県・千葉県・静岡県の 4 県で実施された「NSSA 主催リズムダンス研修会」の参加者 202 名に対し，研修会終了後に質問紙調査を依頼した．研修会 1 回あたりの参加者数は，20〜54 人であり，参加者は全員現職教員であった．質問紙は山口他（2015）[5]において認められた 5 つの不安要素のそれぞれについて 8〜10 項目の質問項目を作成し（合計 49 項目），ダンス指導不安尺度の原案として使用した．質問紙の回答方法は，各質問項目に対して「1：全く不安に感じない」から「7：とても不安に感じる」までの単極 7 段階評価とした．それに加え，性別，年齢，ダンス経験の有無，ダンス指導経験の有無の付帯質問にも回答してもらった．全質問項目において，無回答のものが一つでもあれば分析対象から除外した．

回収した 202 名のうち有効回答は 136 名（67.33%）であった．136 名のうち男性は 87 名，女性は 49 名で平均年齢は 31.45（*SD* = 8.22）歳，平均教員歴は 7.26（*SD* = 7.52）年であった．

3. 結果

探索的因子分析を行う前に，項目分析および GP 分析を行った．項目分析では偏りのある項目（どちらかの極に全体の 80%以上が集中するもの）に該当するものはなかった．また，GP 分析でも上位群と下位群に差がない項目はなかった．よって，作成した 49 項目すべてを分析対象とした．

探索的因子分析によって，教員のダンス指導不安の背景にある 4 因子を抽出した（ミンレス法，独立クラスター回転による．表 1）．因子数は平行分析によって決定した．第 1 因子では，Q3「ステップの名前やその由来に関する知識」や，Q5「現代的なリズムダンスの歴史やリズムダンス導入の背景に関する知識」というような教員自身の知識に関する項目の因子負荷量が高かった．第 2 因子では Q37「生徒がお互いの発表を鑑賞すること」や，Q34「生徒が協調性を大切にしながら創作活動を行うこと」という生徒に関する項目の因子負荷量が高く，第 3 因子では Q13「自分自身が見本になること」や，Q9「自分自身がダンスを楽しむこと」というような教員自身のダンス能力に関する項目の因子負荷量が高かった．さらに，第 4 因子では Q31「生徒のニーズに合った振り付けを考えること」や，Q29「生徒のレベルに合った振り付けを考えること」というような生徒のレベルやニーズに関する項目の因子負荷量が高かった．

以上の各因子に影響を与えた要因を探索するため，決定木分析を行った（図 1）．その際，探索的因子分析より抽出された各因子（表 1）から回帰法で算出した因子得点を目的変数，性別，教員歴，ダンス経験の有無，またダンス指導経験の有無を説明変数とした．その結果，第 1 因子，第 3 因子，第 4 因子の因子得点はダンス経験の有無に，また，第 2 因子の因子得点は，ダンス指導経験の有無の影響を受けることが示された．

4. 考察

本研究では，筆者らの先行研究（山口他，2015）[5]の自由記述に基づき作成された評定尺度への回答を分析することにより，同様のダンス指導不安が再現されるのか，またそのようなダンス指導不安が教員のどのような属性から生じているのかを明らかにすることを目的とした．その結果，ダンス指導不安は大きく 4 因子からなること，また，それらはダンス経験の有無と

ダンス指導経験の有無の影響を受けることがわかった．

本研究で抽出した4因子において，教員自身の知識に対する不安（第1因子）は，山口他（2015）[5]で抽出したダンス指導不安要素のうち,「知識不足に対する不安」と対応するものである．同様に，生徒に対する不安（第2因子）と生徒のレベルやニーズに対する不安（第4因子）は「生徒に対する不安」に対応していると考えられる．しかし，教員自身のダンス能力に対する不安（第3因子）は山口他（2015）[5]で抽出されたものとは異なる不安要素である．筆者らの先行研究[5]では，教員のダンス能力に対する不安は独立したものとしては抽出されておらず,「経験不足に対する不安」の一要素であった．これらの結果をふまえると，教員自身のダンス能力に関する不安は，本研究で新たに生じたものではなく，自由記述では現れなかっただけで教員自身が実際には抱いていた不安である可能性が高い．

また，決定木分析の結果より，教員由来の不安は，教員自身のダンス経験に起因し（図1a, c, d），生徒由来の不安はダンス指導経験に起因する（図1b）ことが示された. 教員自身の知識不足に対する不安（第1因子）というのは, 指導法に対する知識によるものではなく，ほとんどがダンスそのものの知識に対するもの（e.g., ステップの名前）であった．そのため、第1因子（教員自身の知識に対する不安）はダンス指導経験ではなく，ダンス経験に起因したのだと考えられる．

同様に，教員自身のダンス能力に対する不安（第3因子）はQ13「自分自身が見本になること」やQ15「自分自身が格好よく踊ること」というような項目であり，本研究の結果は，ダンス経験のない教員がこうした不安を抱いていることを示している．裏返せば、教員自身は生徒に対して自身が一人で踊り見本を示す必要性を感じており，それを自信をもってできないことに一種のぎこちなさややるせなさを感じていることを示している．

さらに，生徒のレベルやニーズに対する不安（第4因子）はQ31「生徒のニーズに合った振り付けを考えること」やQ32「生徒のレベルに合った創作活動の指導」という質問項目が含まれている．ダンスは近年，子どもが習い事として始めたいスポーツランキングの上位に入っており[9]，体育の中の一種目としてのダンスであっても生徒は「格好よく踊れるようになりたい」などといった高いレベルを求めていると考えられる．しかし，多くの現職教員が学生時代にダンスの授業を受講した経験がないのが現状であり，ダンス経験のない教員が生徒の求めている高いレベルやニーズに応えるのは難しいと考えられる．

その一方で，生徒に対する不安（第2因子）はQ38「生徒がダンスを楽しむこと」やQ48「経験者と初心者を同時に指導すること」というような質問項目である．生徒由来の不安というのは，担当する生徒によって違うため毎年変化するものであるが，長年の経験から得られた知識によって解決することができる部分も大きいと考えられる．ゆえに，第4因子はダンス指導経験を通してレベルの違う生徒を指導することや生徒がダンスを楽しむ方法を把握することができるため，ダンス指導経験の有無が起因していると考えられる．

前述した通り，ダンス指導不安の多くは生徒由来の不安ではなく，教員由来の不安である．しかし，全ての不安がダンス経験がないことに起因するものではないことがわかった．自らが十分に熟達していないことがらを教授するためには，練習を重ね熟達者と同様の技術を兼ね備えていなければならないわけではない．したがって，教員のダンス指導不安を取り除くためには，教員自身のダンス経験，技能を向上させるだけでなく，ダンス指導経験を積むことも必要である．

今後も継続的に現職教員が抱いているダンス指導不安の実態や原因を解明することを目指す．本研究での調査は，NSSA 主催リズムダンス研修会に参加していた現職教員を対象にしているため中学校の一般的な現職体育教員の現状を反映できていないと考えられる．そのため，今後は調査対象を拡大し，より一般化することが重要である．

参考文献

[1] 文部科学省, （2008）“中学校学習指導要領解説保険体育編”, pp. 7-11.

[2] 中村 恭子, （2009）“中学校ダンス必修化の課題-中学校教員を対象とした調査に基づいて-”, 順天堂大学スポーツ健康科学研究, Vol. 1, No. 1, pp. 27-39.

[3] 浜島 京子, 武藤 八恵子, （1997）“新指導要領実施後における高等学校家庭科教員の意識の変化”, 日本家庭科教育学会誌, Vol. 40, No. 3, pp. 41-48.

[4] 鹿屋体育大学生涯スポーツ実践センター, （2010）“中学校における武道必修化に関するアンケート調査報告書”.

[5] 山口 莉奈, 正田 悠, 鈴木 紀子, 阪田 真己子, （2015）“ダンス必修化に伴う教員の不安構造の分析”, 日本認知科学会第32回大会, pp. 309-312.

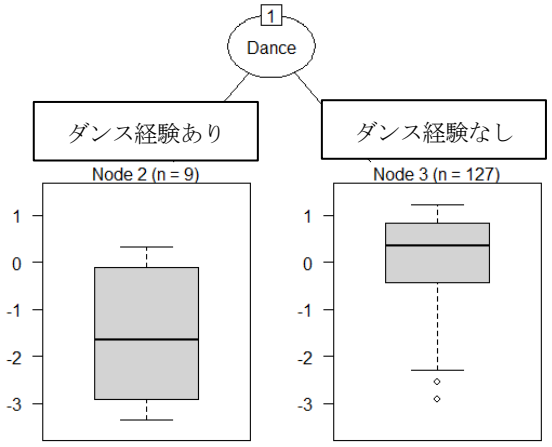
[6] 三宅 なほみ, 三宅 芳雄, 白水 始, （2002）“学習科学と認知科学”, 認知科学会, Vol. 9, No. 3, pp. 328-337.

[7] 山口 莉奈, 正田 悠, 鈴木 紀子, 阪田 真己子, （2016）“ダンス必修化に伴う教員の指導不安の定量的分析”,

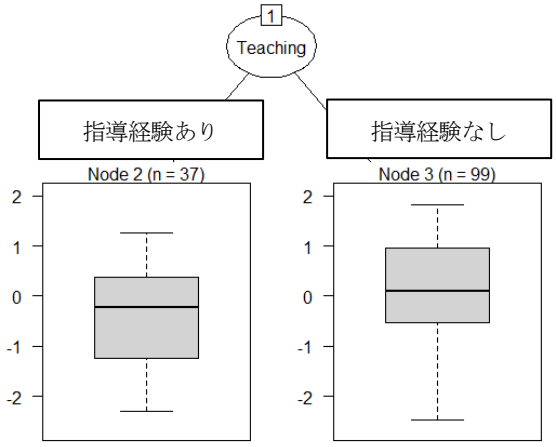
情報処理学会第 78 回全国大会, pp. 4-913-4-914.
[8] 梅沢 実, （1996）“模擬授業を中心とした教育実習事前指導における学習者・授業理解”, 教育実習研究指導センター研究紀要, Vol. 20, pp. 89-104.
[9] スポーツランキング plus+, （2015）“中学生の子供が習い事として始めたいスポーツランキングベスト 6！”, http://sports-ranking.net/archives/290.html, 2016 年 7 月 13 日参照.

表 1 因子パターン行列

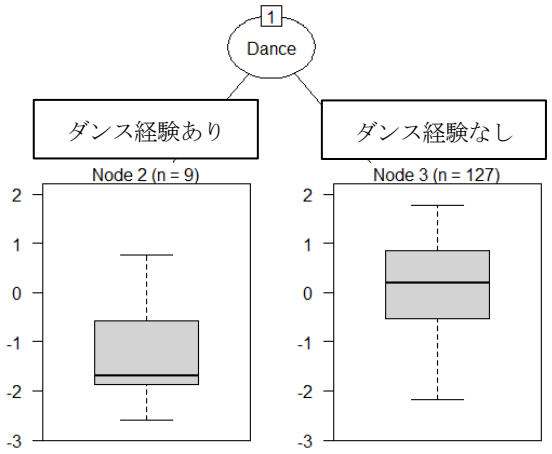
	質問項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
Q3	ステップの名前やその由来に関する知識	0.97	−0.07	0.01	−0.15
Q5	現代的なリズムダンスの歴史やリズムダンス導入の背景に関する知識	0.89	0.19	−0.24	−0.03
Q4	現代的なリズムダンスとその他のダンス（創作ダンスやフォークダンスなど）の違いに関する知識	0.87	0.21	−0.10	−0.25
Q6	ステップの動き方に関する知識	0.87	0.01	0.10	−0.06
Q8	格好よく見えるステップに関する知識	0.86	−0.04	0.17	−0.05
Q7	ステップの組み合わせ方	0.79	−0.04	0.11	0.10
Q11	自分自身のダンスのスキル	0.58	−0.14	0.49	−0.05
Q14	自分自身の指導スキル	0.58	0.03	0.41	−0.08
Q19	自分自身のダンス経験	0.50	0.15	0.30	−0.11
Q22	短時間で既成教材の習得と創作活動の両方を行うこと	0.44	0.23	0.00	0.22
Q21	創作活動（生徒自らが習得してステップをもとに創作を行う学習）の評価の基準	0.39	0.37	−0.13	0.18
Q38	生徒がダンスを楽しむこと	−0.16	1.00	0.13	−0.26
Q37	生徒がお互いの発表を鑑賞すること	0.02	0.94	−0.02	−0.31
Q34	生徒が協調性を大切にしながら創作活動を行うこと	0.09	0.91	−0.15	−0.06
Q36	生徒が恥ずかしがらずに踊ること	0.08	0.88	−0.10	−0.16
Q39	生徒が授業で習得したステップを用いて創作活動を行うこと	0.00	0.85	0.01	−0.02
Q35	生徒が自分らしさを表現すること	0.09	0.82	−0.29	0.05
Q25	経験のある生徒主体の授業にしてしまうこと	−0.02	0.78	−0.11	−0.03
Q27	テストの内容	0.23	0.68	−0.11	−0.01
Q47	自分自身が恥ずかしがらずに生徒を指導すること	−0.27	0.68	0.36	−0.13
Q44	生徒のモチベーションの上げ方	−0.14	0.67	0.24	0.16
Q48	経験者と初心者を同時に指導すること	0.04	0.64	0.09	0.12
Q17	経験者の生徒から指摘を受けること	−0.16	0.64	0.20	−0.15
Q45	リズムにのりきれない生徒への指導	−0.08	0.60	0.25	0.16
Q24	導入での生徒のひきこみ方	0.16	0.54	0.13	0.07
Q41	創作活動においてオリジナリティのある振り付けを引き出す言葉がけ	0.15	0.54	0.11	0.13
Q49	経験者と初心者それぞれに応じたアドバイス	0.09	0.54	0.15	0.21
Q26	経験のない生徒主体の授業にしてしまうこと	0.00	0.54	0.02	0.28
Q40	口だけの指導になること	−0.03	0.53	0.36	0.01
Q28	集団指導の方法	0.14	0.52	−0.15	0.29
Q46	生徒に上手く伝わる説明	0.13	0.50	0.05	0.30
Q43	経験者に対する興味のひかせ方	−0.01	0.49	0.19	0.28
Q23	カリキュラムの組み方	0.37	0.48	−0.22	0.22
Q42	ダンスの楽しさを教えること	−0.01	0.48	0.44	0.04
Q33	生徒に基本的なステップを習得させること	0.15	0.47	0.18	0.13
Q20	既成教材（全員が同じ振り付けを習得する学習）の評価の基準	0.22	0.43	0.15	−0.02
Q13	自分自身が見本になること	0.12	−0.02	0.80	0.07
Q9	自分自身がダンスを楽しむこと	−0.14	0.12	0.77	0.03
Q10	自分自身がリズムをとること	0.06	−0.02	0.76	0.08
Q12	自分自身が振り付けを覚えること	0.20	−0.06	0.74	−0.06
Q15	自分自身が格好よく踊ること	0.37	−0.05	0.62	0.01
Q16	自分自身の体の使い方	0.32	0.08	0.60	−0.01
Q18	自分自身がダンスの授業を行う体力	−0.38	0.44	0.45	−0.08
Q2	ダンスが苦手な生徒に対するアドバイス	0.38	0.16	0.44	−0.13
Q1	選曲の仕方	0.23	0.13	0.29	0.15
Q31	生徒のニーズに合った振り付けを考えること	−0.10	0.13	0.05	0.88
Q29	生徒のレベルに合った振り付けを考えること	0.03	0.07	0.11	0.76
Q32	生徒のレベルに合った創作活動の指導	0.00	0.39	−0.19	0.70
Q30	生徒のニーズに合った選曲	−0.16	0.28	0.10	0.60



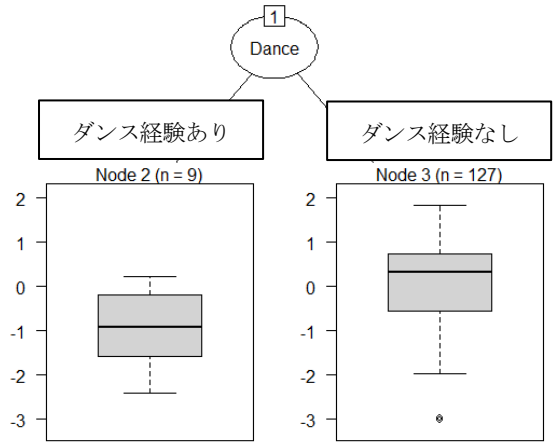
（a）教員自身の知識に対する不安（第 1 因子）



（b）生徒に対する不安（第 2 因子）



（c）教員自身のダンス能力に関する不安（第 3 因子）



（d）生徒のレベルやニーズに対する不安（第 4 因子）

図 1 教員がダンス指導に際して抱く不安から抽出された各因子（表 1）の因子得点を目的変数，性別，教員歴，ダンス経験の有無，ダンス指導経験の有無を説明変数とした決定木分析の結果

私たちはみんなリーダーになりたい
-ドラムセッションにおける leader-follower スタンスの神経基盤の検討-
Everyone want to be a leader
-neural correlates of leader-follower stance during drumming interaction-

高橋英之[†]，佐武宏香[†]，守田知代[†]，浅田稔[†]，内藤栄一[‡]
Hideyuki Takahashi[†], Hiroka Sabu[†], Tomoyo Morita[†], Minoru Asada[†], Eiichi Naito[‡]
[†]大阪大学，[‡]CiNet
Osaka University, Cinet
takahashi@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

Abstract
In a typical social interaction scene, some individuals take a leader stance (leading the interaction) and some take a follower stance (following the leaders). An appropriate leader-follower role-sharing is an important key for the success of the social interaction. In this presentation, we would like to introduce our recent finding about neural correlates of leader-follower stance during drumming interaction

Keywords — leader-follower stance, drumming interaction, fMRI

1. はじめに

複数人でのコミュニケーション全般において，イニシアチブをとる個体（leader）とそれに追従する個体（follower）と役割分担をとることが円滑なコミュニケーションを行う一つの鍵と言える [1]. 例えば音楽合奏場面において，みんなが leader として楽器を演奏していたら，アンサンブルは崩壊する．逆にみんなが follower として他者に追従ばかりしていたら，個性が無いつまらないアンサンブルになるであろう．我々はコミュニケーションにおいて leader 的スタンスをとるのか，follower 的スタンスをとるのか，常に暗黙的に選択し続けていると言える．

では我々の脳は leader 的スタンスでいるときと，follower 的スタンスでいるときでどのように働きを変えているのであろうか？これを検討するために，パソコン上でエージェントと行う交互リズム合わせ課題（図 1）において，エージェントが leader である，すなわち被験者が follower 的スタンスをとる場合の脳活動と，エージェントが follower である，すなわち被験者が leader 的スタンスをとれる場合の脳活動を fMRI によって比較した．

2. 課題の概要

16 人の成人被験者が実験に参加した．課題はすべて MRI 装置の中で行った．交互リズム合わせ課題とは，ボタン押しでエージェントと交互にリズムよくドラムを叩く課題である．被験者は 20 秒，エージェントとこの課題を行い，その後にどれだけエージェントが自分のリズムに合わせてくれたのか，どれだけ自分がエージェントにリズムを合わせたのかについてアナログスケールで評定した．エージェントは異なる外見のものを二種類（leader エージェントと follower エージェント，これらの性質は被験者には明示せず）用意し，被験者はそれぞれのエージェントと交互に 10 回ずつ交互リズム合わせ課題を行った．そして実験終了後に leader エージェントと follower エージェントのどちらが好みかを被験者に二択で尋ねた．

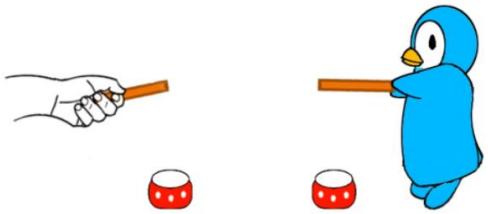


図 1．交互リズム合わせ課題

3. 結果の概要

被験者がエージェントを評価した二つのアナログスケールを主成分分析により一次元に圧縮し，それを被験者がどれだけ leader 的スタンスをとっていたのか，follower 的スタンスをとっていたのかについての尺度とした．その結果，被験者は leader エージェントに対しては follower 的スタンスを，follower エージェントに対しては leader 的スタンスをとっていたことが分かった．実験終了後の選好判断においては，16 人の被験者の内，15 人が follower エージェントを選好した．

また脳活動の解析から，被験者が leader 的スタンス

をとっているときには，腹側線条体や腹内側前頭前野の活動が高まることが分かった（図 2）．これらの脳部位は，金銭報酬など被験者にとって快であるフィードバックを得た際に活動が高まることが知られている[2]．従って，この結果は，相手が自分に追従してくれる，すなわち自分が leader であるという感覚は我々にとって報酬になることを示唆している．さらに社会的存在の認知に重要だと知られている吻側部の活動も，follower エージェント相手に高まった．これは相手が自分に追従してくれるという感覚が，エージェントに社会性を感じる一つの要件であることを示唆している．一方で，相手が leader であり自分が相手に追従しなくてはいけない状況においては，タイミングを計るような運動制御にかかわる運動制御前運動野や内側頭頂葉の活動が高まることも分かった．

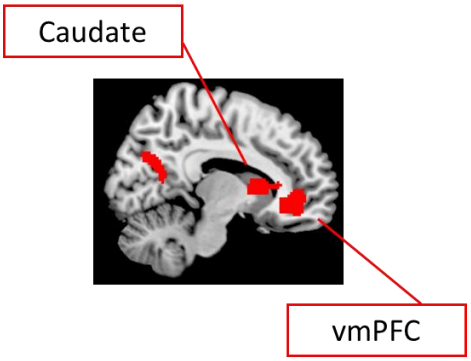


図 2. Leader スタンスの際に活動する報酬関連領野

4. 考察

実験終了後の選好判断から，殆どの被験者が自分に追従してくれる follower エージェントを選好した．また自分が leader であるというスタンスは，報酬関連領野の活動を高めることが分かった．この結果は，我々にとって他者に追従してもらうという感覚は快であり，報酬として機能することを示唆している．このような動機付けは，金銭などの外発的な報酬とは異なる内発的動機付けであり，社会的コミュニケーションにおける人間の行動を考える上で，このような内的な動機付けの影響についても考慮しながら理論を構築してく必要があると思われる．

参考文献

[1] Fairhurst, M. T., Janata, P., & Keller, P. E. (2014). Leading the follower: an fMRI investigation of dynamic cooperativity and leader–follower strategies in synchronization with an adaptive virtual partner. Neuroimage, 84, 688-697.

[2] Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2008). Processing of social and monetary rewards in the human striatum. Neuron, 58(2), 284-294.

カテゴリ数を学習するファジィ分類アルゴリズム
A fuzzy clustering algorithm for learning the number of category

西田 豊
Yutaka Nishida
大阪大学 大学院基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University
nishida [at] sigmath.es.osaka-u.ac.jp

Abstract

Prototype and exemplar model in category learning are described as a mixture model with different number of mixing distribution. For constructing a computational model with high descriptive validity, we need appropriate number of mixing element in mixture model. Generally appropriate number of mixing element is not given so that we need to estimate the number of mixing element as a parameter. Although DP-means is a good algorithm to achieve this purpose, estimate value of membership is obtained as a binary value. The membership parameter should be represented as fuzzy continuous value in a cognitive model. In this paper, we developed DP-means with fuzzy membership parameter.

Keywords — category learning, number of category, nonparametric Bayes, DP-means algorithm, fuzzy membership

1. 概念の計算的認知モデル

概念は認知心理学において記憶や注意と並び古くからの研究トピックの一つでありさまざまな研究アプローチがとられてきたが，計算論的なアプローチが活発に行われているのが特徴でもある (Pothos and Wills, 2011)．概念とは無数の情報から将来有効に活用できるように形成された知識といえる (松香・本田・吉川，2010)．

人間は概念を形成する学習をどのように行っているかについては類似性をベースとした 2 つのモデルが有名である．1 つはプロトタイプモデルと呼ばれるもので，以下のような特徴がある．

- カテゴリに属する事例からそのカテゴリの情報を要約しプロトタイプを形成する．
- 新規事例はプロトタイプとの類似性によって，カテゴリに属するか否かが判断される．
- カテゴリは単一のプロトタイプによって表現される．

もう 1 つは事例モデルと呼ばれるもので，以下のような特徴がある．

- これまでに観察・経験した事例を記憶として保持している．
- 観察した個々の事例と新規事例との比較によってカテゴリ化を行う．
- カテゴリは個々の事例として記憶されている．

どちらのモデルも事例 $\mathbf{x}_i$ と参照点 $\mathbf{r}_j$ との心理的距離 d_{ij} を以下のように定義する．

$$d_{ij} = ||\mathbf{x}_i - \mathbf{r}_j||^2 \tag{1}$$

心理的距離 d は次式で類似性 s に変換される．λ は勾配を決定するパラメタ．

$$s_{ij} = \exp(-\lambda d_{ij}) \tag{2}$$

事例 $\mathbf{x}_i$ をカテゴリ k に分類する確率は

$$P(R = k|x) = \frac{\sum_{j\in k} s_{ij}}{\sum_c \sum_{j\in c} s_{ij}} \tag{3}$$

で得られる．

プロトタイプモデルと事例モデルの違いは分類対象である新規事例と比較する参照点の個数の違いとまとめることができる (Rosseel, 2002)．

カテゴリ学習を密度推定の問題と捉えるとプロトタイプモデルは線形判別，事例モデルはカーネル密度推定と考えることができる (Jäkel, Schölkopf and Wichmann, 2008)．ある概念が平均 $\boldsymbol{\mu}$, 分散共分散行列 $\boldsymbol{\Sigma}$ を持つ正規分布で表現できるとすると，プロトタイプモデルは

$$p(\boldsymbol{x}) = N(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma}) \tag{4}$$

を考え，事例モデルは

$$p(\boldsymbol{x}) = \frac{1}{n_c} \sum_{k=1}^{n_c} N(\boldsymbol{\mu}_k, \boldsymbol{\Sigma}_k) \tag{5}$$

を考えている．n_c はカテゴリ c に含まれる事例数である．すなわち，プロトタイプモデルと事例モデルは各カテゴリごとの混合要素数が 1 の場合と全事例数 n_c の場合という混合分布モデルにおける両極に位置するモデルであり統一的に扱うことが可能である．

どちらの説が正しいのかという検証は実験的に行われてきたが，それぞれの説で支持する結果が得られている．おそらく，人間は状況にあわせて，カテゴリ化の方略を変えていてどちらの説も正しいと考えられる．しかし，プロトタイプモデルは単純すぎて，人間が学習できるカテゴリを再現できないことも多い．また，事例モデルは観察されたすべての対象を記憶しているという仮定が人間の心理モデルとしては妥当ではない．ちょうどいいくらいの混合要素数 k を持つモデルが必要となる．

一般的にカテゴリを学習する状況において，あるカテゴリがさらに k 個のサブカテゴリに分類されるというような教師ラベルは与えられない．このようなネスト構造を学習するためには，教師なし学習によって達成させなければならない．すなわち，カテゴリを学習する際の混合要素数 k は教師なし分類モデルによって推定されるパラメータである．

このような認知モデルとして DP-means (Kulis and Jordan, 2012) を応用することを考える．DP-means は 2 つの特徴を持った，教師なし学習アルゴリズムである．まず，事前にクラスタ数を定める必要がないため，データからちょうどいいサブカテゴリの数 k を推定することが可能である．さらに，データを学習する順番が分類結果に影響するという点が，認知モデルとしての記述妥当性を高めると考えられる．

2. ディリクレプロセス混合モデルと DP-means

DP-means の目的関数は以下のようにかける．

$$\min ||\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_c||^2 + \lambda k \tag{6}$$

この目的関数を最小化するアルゴリズムは以下で与えられる．

- クラスターペナルティ λ をセットする．
- クラスター数 k を 1, クラスター中心 μ_1 を全平均とする．

1 すべてのデータポイント $\mathbf{x}_i$ に対し
  - $c = 1, ..., k$ について $d_{ic} = ||\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_c||^2$ を計算する．
  - もし $\min_c d_{ic} > \lambda$ であるならば，$k = k + 1$，データ i の所属をクラスター k，クラスター k の平均 $\boldsymbol{\mu}_k$ を $\mathbf{x}_i$ とする．
  - そうでなければ，データ i の所属を $\arg\min_c d_{ic}$ とする．

2 各クラスターでクラスター平均 $\boldsymbol{\mu}_j = \frac{1}{|\ell_j|} \sum_{\mathbf{x}_i \in \ell_j} \mathbf{x}$ を求める．

- 1. と 2. を収束するまで繰り返す．

DP-means はディリクレプロセス (DP) 混合モデルのある極限として導くことができる．

正規混合モデルにおける EM アルゴリズムにおいて，混合要素の分布の分散をゼロに近づけるという極限を考えたとき，分類を考えているデータとクラスター中心との距離が最も近いクラスターへの所属確率は 1 に収束し，それ以外のクラスターへの所属確率はゼロに収束する (Bishop, 2006)．これは K-means と同等である．

同様の議論が DP 混合モデルでも可能である．DP 混合モデルの混合要素の分布の分散をゼロに近づけるという極限を考えたとき，最も近いクラスター平均を持つクラスターに分類する．もし最も近いクラスターとのユークリッド距離の 2 乗が λ よりも大きければ，新しいクラスターを生成する．すなわち λ は新しいクラスターの生成しやすさを調節するパラメータとして解釈することができる．

DP-means の特徴として，まず K-means アルゴリズムとよく似ている．ただし，データポイントと既存のクラスター中心との距離が λ よりも遠い場合は新しいクラスターを生成する．DP-means と K-means を比較すると，DP-means では全平均をクラスター中心とするシングルクラスターを初期値としてスタートするのに対し，K-means はランダムな初期値をとる．また，DP-means は分類結果が処理されるデータの順序に依存するのに対し，K-means は分類結果が初期値に依存する．

3. DP-means のファジィ拡張

DP-means ではディリクレプロセス (DP) 混合モデルのクラスタ内分散を 0 に近づけることによって，ハードクラスタリング（所属のパラメータがバイナリ）を達成する．ベイズ的な事後分布の計算が必要なくなり，K-means によく似たアルゴリズムとなるため計算速度は向上するが，事後確率として得られていたクラスターへの所属度が所属するかしないかの 2 値になってしまった．

認知的なモデルを考えるとき，カテゴリの所属度としてファジィなパラメータを推定できたほうがよい．しかし，DP-means の K-means ライクな高速のアルゴリズムはそのままのほうがよい．DP 混合モデルと DP-means は連続な所属度の解を得るか計算速度をとるかどちらか一方しか得られない．そこで，DP-means をエントロピー正則化の枠組み (Miyamoto, Ichihashi and Honda, 2008) を用いて，ファジィな所属度パラメータを得られるよう拡張する．

DP-means の目的関数にファジィ正則化項を加え，拡張を行う．ファジィDP-means の目的関数は以下のように書ける．

$$\min \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} u_{ij}||\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_j||^2 + \lambda k + \eta^{-1}\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} u_{ij}\log u_{ij} \tag{7}$$

ここで，$\mathbf{x}_i$ は事例，$\boldsymbol{\mu}_j$ はサブカテゴリの平均，u_{ij} は事例 i がサブカテゴリ j に所属する程度を意味する．n と k はそれぞれ事例数とサブカテゴリ数である．λ と η はそれぞれクラスタ数調整パラメータとファジィ調整パラメータである．アルゴリズムは DP-means とほぼ同じであり，所属度とカテゴリ平均のパラメタ推定にエントロピー正則化ファジィK-means の方法を用いて以下のように求まる．

$$u_{ij} = \frac{\exp(-\lambda||\mathbf{x}_i - \mu_j||^2)}{\sum_{l=1}^{K}\exp(-\lambda||\mathbf{x}_i - \mu_l||^2)} \tag{8}$$

$$\mu_j = \sum_{i=1}^{N} u_{ij}\mathbf{x}_i \Big/ \sum_{i=1}^{N} u_{ij} \tag{9}$$

ファジィDP-means であれば，K-means ライクな計算速度と連続的なファジィ所属度パラメータの両方を実現する．

4. データ解析

アヤメデータをファジィDP-means を用いて解析し，提案手法の挙動を確認する．ファジィDP-means を用いて解析した結果を示す (図 1)．ファジィ罰則 $\eta = 0.2$, クラスタ罰則 $\lambda = 10$ のときクラスタ数 $k = 3$ と推定された．クラスタ数を直接指定することなく，クラスタリングが実行可能というノンパラメトリックベイズの特徴を持ちつつ，DP-means では推定できなかった連続的な所属度を推定することが可能となった．

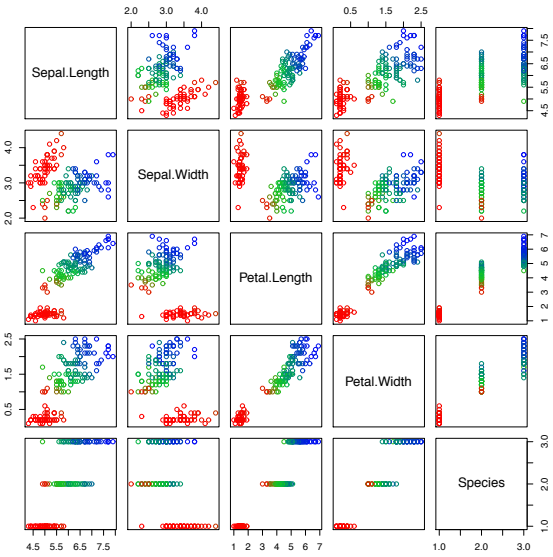


図 1 ファジィ罰則:$\eta = 0.2$, クラスタ罰則:$\lambda = 10$ のときの結果.，推定されたクラスタ数は k=3 となった．

5. まとめ

概念学習におけるプロトタイプモデルと事例モデルは，混合モデルにおいて，混合要素数のパラメータがとりうる最小値か最大値かの両極に位置すると考えられる．記述妥当性の高い認知的なモデルを考えるにあたっては，適当な混合要素数のパラメータを持つ混合モデルを構成すればよいことになる．しかし，一般的に混合要素数は与えられないため推定が必要になる．DP-means は適当な混合要素数を推定するのに適したアルゴリズムであるが，事例がカテゴリに所属するかしないかという 2 値的な判断となってしまう．しかし，人間が判断する場合，カテゴリへの所属はファジィさを持って表現されるべきである．そこで，ファジィ所属度を推定できるように拡張を行った．ファジィDP-means はあらかじめ設定しなくてはならないパラメータが 2 つ存在する．これらのパラメータをどのように設定するかはさらなる研究が必要となる．

文献

Bishop, C.M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.

Jäkel, F., Schölkopf, B., and Wichmann, F.A. (2008). Generalization and similarity in exemplar models of categorization: Insights from machine learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, **15**, 256–271.

Kulis, B. and Jordan, M.I. (2012). Revisiting k-means: New Algorithms via Bayesian Nonparametrics. *Proceedings of the 29 th International Conference on Machine Learning*.

松香敏彦・本田秀仁・吉川詩乃 (2010). プロトタイプ理論再考. 『認知科学』, **17**, 95–109.

Miyamoto, S., Ichihashi, H. and Honda, K. (2008). *Algorithms for Fuzzy Clustering*. Springer-Verlag.

Pothos, E. M. and Wills, A. J. (2011). *Formal Approaches in Categorization*. Cambridge University Press.

Rosseel, Y. (2002). Mixture Models of Categorization. *Journal of Mathematical Psychology*, **46**, 178–210.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ランダムに配置された粒子群画像の周期的提示による運動認知
Virtual Measurement of Perceived Translational Velocity of Periodically Illuminated Random Dots

大槻 正伸，遠藤 佑哉，蛭田 一希，小泉 康一，車田 研一†
Masanobu Ohtsuki, Yuya Endoh, Kazuki Hiruta, Koichi Koizumi, Kenichi Kurumada
†福島工業高等専門学校
National Institute of Technology，Fukushima College
ohtsuki@fukushima-nct.ac.jp

Abstract
A method for virtual measurements of translational velocity of illuminated dots shown on the screen at various constant time intervals and number densities was proposed. The subjects were requested to evaluate the apparent velocity of the illuminated dots by finding the corresponding constant translational motion of a red circular mark shown aside. The average separation distance between a pair of adjacent dots is seen almost proportionally correlated to the perceived velocity exhibited by the continual images of the randomly scattered dots illuminated on the screen.

Keywords — Apparent movement(motion), Random Dots, Translational velocity, Virtual Measurement

1. はじめに
人間は，粒状や粉状の物質の流れ（砂糖がさらさらと自然に落下している場合や，粉が混合機内で混ぜ合わされている場合等の流れ），特に流れの速度をどのように認知しているのであろうか？ 粒状物質が，総じて一方向へ運動をしているとき，それが連続体（水やゲル状のもの）の運動として誤認される可能性がある，という経験的な事実がある．これはプロセス工学的観点では，運動しながら加工される途中の製品を視覚のみで判別する場合，対象性状の誤認につながる問題である．例えば，チーズ工場では，原料の粉体が混合機で混ぜられていき，そのうちにどろどろのチーズになるのを職人がのぞき窓から見て認知し混合機をとめる．これを誤認すると製品製造上大きな問題であるが，多くの場合，職人はこれを正確に認知する．

今回の「粒状物質の流れの認知研究」には以上のような背景がある．

文献[2]で，我々は以下のように粒子群の流れの特徴認知の一側面について研究した．

（1）鉛直下方へ約 2[m/s]で運動する粒子群を毎秒 5000 コマで高速度撮影する．

この動画のコマ要素をランダムな順番に並べ替え，それを毎秒 10 コマで再生する（この「時系列ランダム化動画」は，各粒子の瞬間位置のメモリーを強制的に破棄した粒子位置像である）．

（2）時系列ランダム化動画を観察者に提示すると，
- もとの時系列動画と比較して粒子の見かけ運動速度がはるかに大きくなる，
- 粒子群の位置が時系列上は完全にランダム化されているにもかかわらず，粒子群は鉛直下方へ並進運動しているような視覚印象を観察者に与えること等が示された．

時系列ランダム化動画は，各粒子の位置自己相関は完全に消去されているから，相互に脈絡のない粒子群の画像が次々に現れるだけである．しかし人間の視覚は隣接するコマ間での粒子群の位置の自己相関を補間的に創出し，粒子群が鉛直下方へ並進運動していると認識するものと考えられる．

2. ランダムな粒子画像の運動認知
粒子の時間的情報をなくした画像を高速に提示すると，人間はそれを落下等の運動と知覚することが分った．そこで，その人工的なモデルとして，コンピュータで全くランダムに点を配置した画像をある周期で提示したら，人はどのような運動として認知するかを調べることとした．もちろん，ある周期で提示される画像は，その都度乱数により全くランダムな位置に配置される． したがって，p 枚目と q 枚目の画像の相関はない（$p \neq q$）．これの刺激をここでは「ランダムドット群の周期的提示刺激」とよぶことにする．

本研究に近い視覚心理学的研究には，仮現運動（対象物が離散的に空間的位置を変えていく場合であっても実際には運動しているような知覚を生ずる現象）についての研究事例がある[1][3][4][5]．仮現運動の例としては「動くネオンサイン」のように，ネオンランプが実際に動いているわけではなく，多くのランプを適当な時間間隔で点灯させたり，消灯させたりをうまく制御することによって，まるであるパターン（簡単な絵や文字等）が動いているかのような視覚印象を作りだす

現象がある．

仮現運動の視覚心理学的研究には，ランダムドットキネマトグラムによる，刺激提示時間，刺激提示時間間隔，空間間隔等と，仮現運動の知覚の強さ，正確さとの関係等の研究がなされている[1][3][5]．しかし，全くの「ランダムドット群の周期的提示刺激」に対する運動認知に関する既往の研究は少ない．

さて，コンピュータで制御された「ランダムドット群の周期的提示刺激」を見ると，観察者による，ある運動（ドット群の流れ）の知覚は，簡単にできる．さらに，観察者に「上（下）に動いているものと感じるよう」と指示をすると，観察者がそれを意識すると，実際に観察者は，上（下）に動く運動として感じることができる．

意思による，被知覚錯視画像の認知内容を制御できることはしばしば経験される．例えば図１（A）図を見て，（B）または（C）の直方体を知覚できるが，意思によってどちらか一方の錯視に収束させることができる．この他にも，「回る女性の錯視」[6]も有名な仮現運動錯視で，観察者は自分の意思で，２つ（右回りか左回りか）の錯視のうちどちらかに収束させることができる．

ランダムな位置のドット群の周期提示刺激による仮現運動の方向は，上記２例（図 1，文献[6]）よりも，意思による収束の制御が簡単であるという印象がある．

さらに，「右（左）の運動として知覚する」「斜め右（左）上がり（下がり）の運動として知覚する」等々も比較的簡単に意思により制御できることが経験されている．

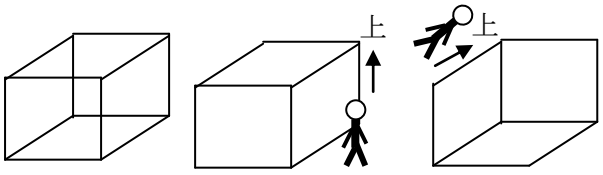


図１　２種類の直方体の錯視
（(A)を見ると直方体（B）か直方体(C)を知覚できる．）

3.　知覚速度の測定実験

今回は，ランダムドット群の周期的提示刺激による，運動知覚，特に知覚速度の測定実験を行った．

まず測定ツールとして，図１に示す画面を提示するプログラムを Delphi2010 で設計した．このプログラムでは，右の 10[cm]四方の枠内に粒子を *n* 個ランダムな位置に表示し続け，指定された時間後にまた全くランダムな *n* 個の粒子を表示する，という動作を繰り返す．

さらに，「速度比較粒子」（枠中左のやや大きな赤紫色の点）を表示し，この点の上下運動の速度を「↑↑」「↑」「↓↓」「↓」ボタンで変化できるようにした．

・提示する周期（100[ms]に一回提示等）
・粒子の大きさ（円の直径）
・粒子の個数(*n*)

も可変とした．

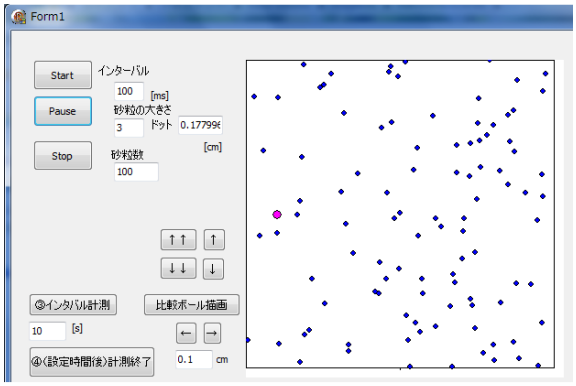


図２ 提示するランダムドット画面の例

このプログラムにより，ランダムな位置にほぼ円形の粒が配置された画像を，指定された時間毎に毎回新たなランダムな位置で表示する．そして指定された時間提示し続ける．今回は，被験者にこのプログラムによる画像を提示し，鉛直方向の上昇運動と落下運動の観察者による知覚速度を計測することとした．

実験は次のような手順で行った．

（１）コンピュータ画面を観察者の正面に配置し，観察者の両眼－画面間距離を 50[cm]とし，このプログラムによりランダムに粒子が配置される画像を指定された周期で提示する．

（２）観察者は「上昇（あるいは落下）するものと思って見るように」どちらかに意思を決定する．

（３）観察者は，速度比較粒子の速度を，画面の「↑↑」「↑」ボタン，「↓」「↓↓」ボタンの操作により変化させる（「↑」より「↑↑」ボタンの方が速度を大きく変化させることができる．「↑」ボタンは微調整用として用いる）．そうして，認知される粒子群の運動速度と速度比較粒子の速度が一致したと感じたところでキー操作をやめる．

（４）速度比較粒子の速度（画面に表示される）を読み取り記録する．

（５）（１）～（４）を，いくつかの条件で行う．

4. 実験結果

今回は OT1, E, H, K, OT2, OS, A の 7 名の観察者（被験者）で実験を行った．結果を図 3，図 4 に示す．

図 3 は，提示周期時間を 100[ms]一定にして，ドット数を 50[個]，100「個」，150[個]，200[個]としたときの観察者ごとの知覚速度の測定結果のグラフであり，図 4 はドット数を 100[個]一定にして，提示周期時間を 50[ms]，100「ms」，150[ms]，200[ms]としたときの観察者ごとの知覚速度の測定結果のグラフである．

グラフの OT1↑（↓）は観察者 OT1 が上昇（落下）を意識したときの知覚速度を示している．

これらの測定結果から，次のことが示唆される．

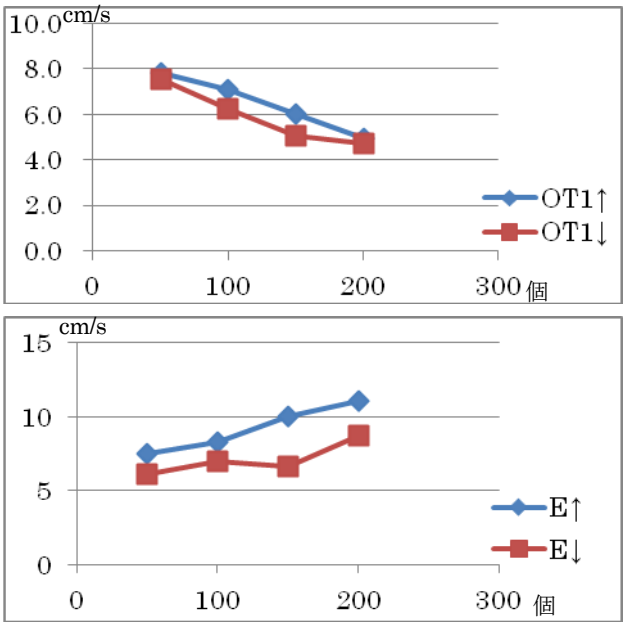
（1）知覚速度には個人差がある．

（2）上昇と落下の知覚速度は，同一観察者であっても必ずしも一致しない．

（3）上昇知覚速度と落下知覚速度は相関しているが，その大小には個人差がある．

（4）周期を 100[ms]一定にして，ドット数を変化させた場合（図 3），ドット数の増加にしたがって，知覚速度が減少する傾向の人もいれば，増加する傾向の人もいる．

（5）ドット数を一定（今回は 100[個]）とし，刺激提示周期を変化させた場合（図 4），提示周期時間を大きくすると，認知速度は減少するという傾向が強く見られた．



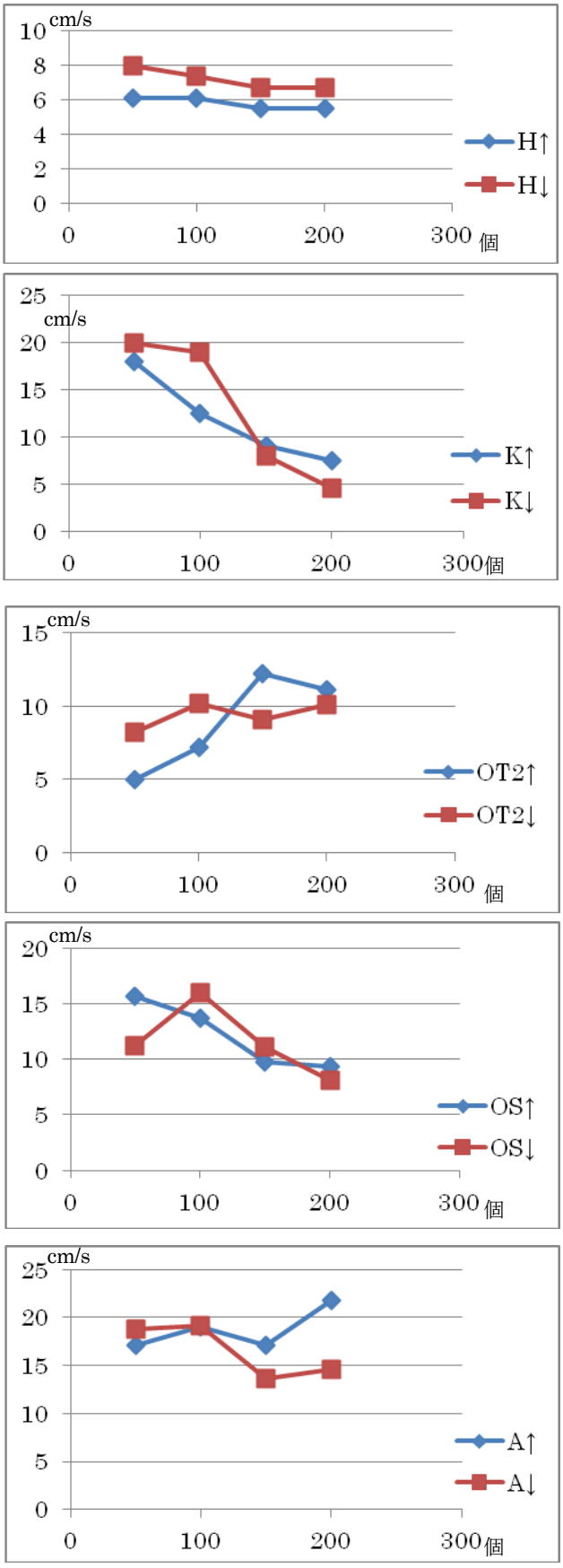
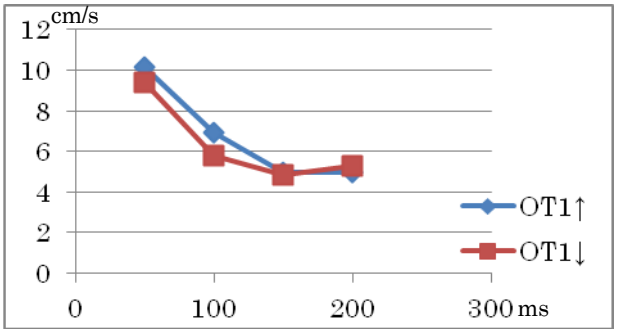
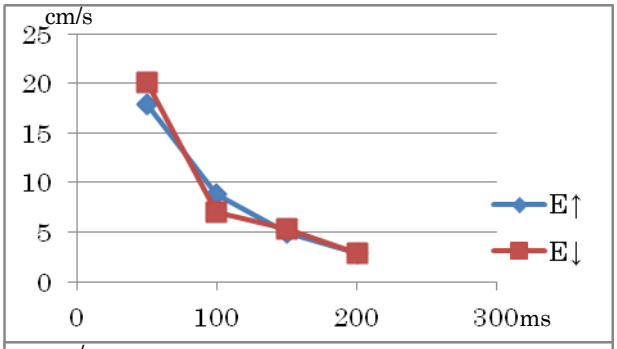
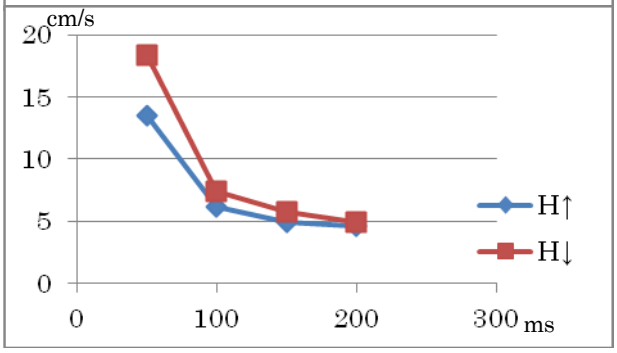
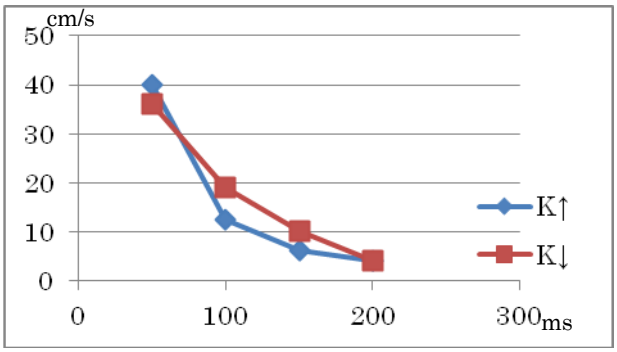


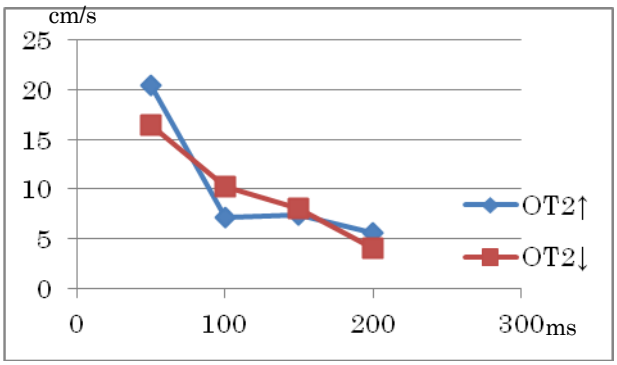
図 3　測定結果 1（100[ms]提示）ドット数の変化による知覚速度の変化

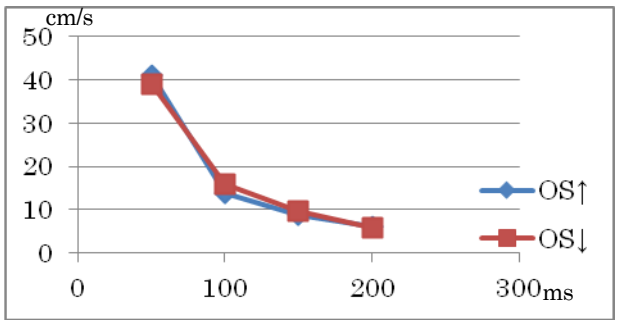












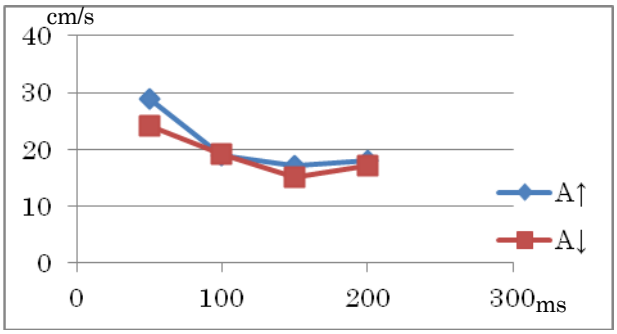


図 4　測定結果 2（ドット数 100 個固定）提示周期時間変化による知覚速度の変化

5.　考察

あるランダムドット n 個がある画像 Im1 と，これと全く確率的に独立な別のランダムドット n 個がある画像 Im2 を考える．

Im1 のドットを $P_1, P_2, \ldots, P_n$ とし，Im2 の $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ とする．

$$d_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} \min_j d(P_i, Q_j)}{n}$$ とする．

ここで $d(P,Q)$ は点 P と点 Q の平面上の距離である．d_n は，すなわち，ランダムドット画像 Im1 の各点に対して，最も近くにある Im2 の点までの距離の確率的平均である．これを「最近点平均距離」とよぶことにする．実際に実験で使用した，コンピュータ画面上の 10[cm]四方の空間におけるランダムドットの画像で，コンピュータプログラムで最近点平均距離を求めたところ次のようになった．

表 1　最近点平均距離

単位[cm]

d_{50}	d_{100}	d_{150}	d_{200}
0.74	0.52	0.42	0.36

仮現運動の認知に，「Im1 の各点 P_i を，Im2 の最も近い点 Q_j に移動したものと解釈する」というメカニズム，あるいはこれに近いメカニズムが働いている仮定すると，認知速度は d_n に比例するという仮説が成り立つ．

今回は，刺激提示周期を

T（T=50[ms],100[ms],150[ms],200[ms]）とし，

$v = v(n,T) = \dfrac{d_n}{T}$ と認知速度との関係を調べる．

この v を「最近点移動平均速度」とよぶこととする．v の値をいくつか計算した結果は表 2 のとおりである（特に今回の測定に関係するところを太字にしてある）．

表 2　最近点移動平均速度

$v = v(n,T)$　　単位　[cm/s]

T \ d_n	d_{50}	d_{100}	d_{150}	d_{200}
50[ms]	14.8	**10.4**	8.4	7.2
100[ms]	**7.4**	**5.2**	**4.2**	**3.6**
150[ms]	4.9	**3.5**	2.8	2.8
200[ms]	3.7	**2.6**	2.1	1.8

観察者ごとに

・↑（上昇認知速度）　↓（落下認知速度），

・周期 100[ms]固定，ドット数 100[個]固定

の条件で，すなわち，図 3，図 4 の各グラフに対応して，v=$v(n,T)$と認知速度（測定結果）との相関係数を求めたところ表 3 のようになり，強い相関が見られた．特に，ドット数 100[個]の場合はかなり強い相関がみられた．

表 3 には，さらに，観察者が知覚する運動（上昇，落下）速度は，「各個人の持つ特有の定数 α により α×$v(n,T)$である」という数学的モデルのもと，各観察者の α を最小二乗法により求めた結果も示してある．すなわち，係数 α は観察者間個人差に対応する指標であると考えられる．

表 3 の観察者 OT1 の，100[ms]固定の条件での，↑（上昇）↓（落下）の認知速度と，v=$v(n,T)$の関係のグラフを図 5 に示す（表 3 の太字の部分に対応）．

表 3　観察者ごとの v=$v(n,T)$と知覚速度の相関係数と α

	100[ms]固定		100[個]固定	
	相関係数	α	相関係数	α
OT1↑	**0.929**	**1.22**	0.991	1.11
OT1↓	**0.989**	**1.13**	0.973	1.03
E↑	-0.929	1.61	0.998	1.67
E↓	-0.754	1.25	0.993	1.76
H↑	0.830	1.07	0.987	1.31
H↓	0.974	1.33	0.989	1.70
K↑	0.998	2.34	0.995	3.33
K↓	0.867	2.63	0.989	3.37
OT2↑	-0.916	1.47	0.969	1.89
OT2↓	-0.734	1.68	0.970	1.70
OS↑	0.951	2.33	0.993	3.53
OS↓	0.319	2.15	0.999	3.48
A↑	-0.616	3.34	0.973	3.28
A↓	0.768	3.10	0.942	2.90

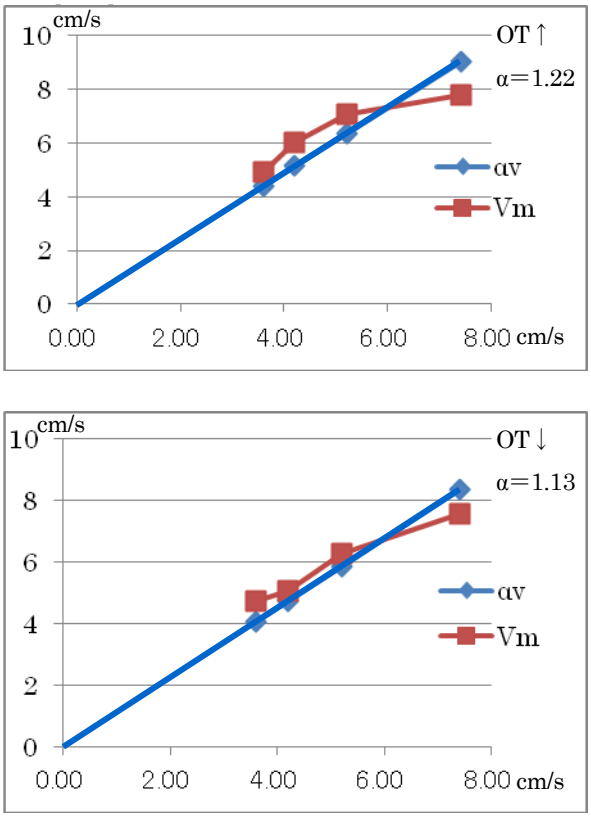


図 5　観察者 OT1 の 100[ms]固定の αv と測定認知速度 Vm

6. 今後の課題

今回は10[cm]四方の正方形内に一様にランダムに配置されたドットの周期的提示について，↑（上昇），↓（落下）の運動を意識した場合の測定を行った．

観察者からは，上昇（落下）を意識するのは簡単であるが，比較点との速度比較をしているうちに，例えば斜めの運動等も少し意識に入り込んでしまうこともあるという印象の訴えもあった．

そこで今後の課題として，次のことがあげられる．

（1）斜めの運動を意識し錯視を制御した場合の速度の計測, および今回の上昇, 落下の場合との比較.

（2）ランダムな点の位置を，正方形の縦中央付近に多く分布するような確率分布によりランダムな点を描画し，より上昇（落下）を認知しやすい条件で実験を行うこと．そして，今回の結果と比較すること．

（3）ランダムにドットを描く範囲を変化させて（例えば15[cm]，20[cm]四方の空間等で）の実験と今回の実験結果との比較.

（4）各個人で,「上昇認知速度＞落下認知速度」かどうかの脳の「くせ」もありそうである.

この「くせ」があるかどうかを明確に結論づけるためのより詳しい実験（特に同一の個人で測定データを増やす）．これは同時に，今回の実験結果の信頼性の保証にもつながるものである.

（5）仮現運動の認知に,「Im1 の各点 P_i を，Im2 の最も近い点 Q_j に移動したものと解釈する」というメカニズムが，どの程度正確に働いているかを調べること.

図 4 を見ると，ドット数 100[個]の場合，認知速度は提示周期にほぼ反比例している．ということは，このメカニズムは，提示周期に依存せずに働く可能性がある．このメカニズムが働く強さと提示周期との関係について調べることも課題としてあげられる.

（6）上昇（落下）等の意識による錯視の制御のメカニズムについて調べること.

参考文献

[1] 内川 恵二, 塩入 諭編, (2007 年) “視覚Ⅱ” 朝倉書店, pp.1－66

[2] 車田 研一，山野 真世，渡辺 伶馬，大槻 正伸，(2015 年) “離散粒子群の流動の視覚印象をとらえる手法の検討”
公益社団法人化学工業会第 47 回秋季大会，発表番号 K116

[3] 佐藤 隆夫, (2016 年現在 WEB ページ)
“人間の運動視知覚機構”
http://results.atr.jp/atrj/ATRJ_02/16/abstract.cgi

[4] 田崎 京二他編 (1979 年) “視覚情報処理” 朝倉書店, pp.296－343

[5] D.マー (乾, 安藤訳), (1987 年) “ビジョン” 産業図書, pp.174－237

[6] 回る女性の錯視 (2016 年現在 WEB ページ)
https://www.youtube.com/watch?v=gjzW06S7CqY

「目を離す」ことによる事故の防止を目指した注意配分理論に基づいたアプローチ
The approach based on the capacity model to prevent accidents caused by taking one's eyes off

原田 恵†，竹内 亨†，筒井 章博†
Kei Harada, Susumu Takeuchi, Akihiro Tsutsui
†NTT未来ねっと研究所
NTT Network Innovation Laboratories
harada.kei@lab.ntt.co.jp

Abstract
Despite of progress in technology, there are many accidents caused by taking one's eyes off such as dementia patients wandering and small children kidnapping. To prevent these "eye's off" accidents, we aim to make the alarm service based on inattentional unawareness and capacity model. For this goal, we examined how change the auditory ability with mental load during dual task at this paper. The result showed the different tendency between two performance indexes, i.e. reaction time and unaware rate, in the middle mental load level condition exceptionally. According to this result, we found the perception filter is changed with mental load level.

Keywords — attention, inattentional unawareness, capacity model

1. 序論

近年の技術や医療の進歩は目覚ましいが，それでも未だ解決に至っていない社会的な問題がある．幼児の失踪や認知症患者の徘徊による事件や事故もその一つである．国内における子ども（13 歳未満）の略取・誘拐は年間 100 件近く（2014 年度）起こっており[1]，米国においては 18 歳未満の行方不明件数は年間約 47 万件（2014 年度）にものぼる[2]．さらに，国内において認知症患者が行方不明者として届けられた件数は年間約 1 万件（2013 年）に達し[3]，幼児や認知症患者が事件に巻き込まれることは非常に多い．

これらの問題に共通しているのは，保護者が被保護者から「目を離した」隙に発生するということである．目を離すことを言い換えると，通常は注意を被保護者に向けているが，急な出来事の発生によって注意を被保護者からそらすことだと言える．我々は，この目を離すという現象には注意資源が深く関わっていると考え，注意の選択モデルや容量限界に基づいて上記の問題を解決するというアプローチをとる．

最終的に実現させたいサービスは，保護者が知覚できないくらい被保護者が離れたらアラームを鳴らすというものである．一定距離が空いたらアラームを鳴らすサービスは GPS や iBeacon などを用いて実現できるが，保護者が知覚できている場合でもアラームが何度も鳴ることで保護者がアラームに馴化してしまい，本当に危ない時を知らせるアラームを聞き逃してしまう恐れがある．その解決策として，保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時のみアラームを鳴らすという方法が挙げられる．このサービスを実現するために，本研究では，最低知覚域の変化要因とされる心的負荷を操作し，最低知覚域の変化の様相を明らかにする．最低知覚域については，聞こえたか聞こえなかったかという 2 値をとる「聞き逃し率」という指標と，聞こえた場合に反応するまでにどれだけの時間がかかったかという連続的な値を取る「反応時間」という 2 種類の行動指標を用いて表す．

2. 関連研究

2-1. 初期選択モデルと後期選択モデル

カクテルパーティ効果や視覚ナローイング（Visual Field Narrowing: VFN）のように，ある刺激は注意を向けられているかそうでないかによって，同じ強度や時空間にあっても知覚される場合とされない場合がある．これらの現象を説明するモデルは，初期選択モデルと後期選択モデルに分けられる[4].

初期選択モデルとは，複数の知覚的情報が入力された直後に選択フェーズがあり，選ばれた情報のみが知覚され，他は抑制されるとするモデルである．代表的な理論としては，ある物理的特徴を持つ情報のみを選択するというフィルター理論や，物理的特徴以外に意味的特徴の分析もなされており，フィルターは情報を通さないのではなく弱めるだけとするフィルター減衰理論がある[4].

後期選択モデルでは，複数の知覚的情報は一旦並列的に受容された後に選択フェーズに移行し，一部が選択されるとしている．代表的な理論としては選択的反

応理論があり，後述する注意の容量限界によって生じる情報処理のボトルネックが情報処理の後期にフィルターとして働くと提唱している[4].

2-2. 注意の容量限界

もし注意が無限の資源であれば，複数の情報を同時に処理できることになり，知覚する情報を選択する必要がなくなる．そのため，先述した選択モデルは，注意は有限の資源であるという前提に立っている．これは注意の容量限界と呼ばれている[4]．有限の注意資源がいつ配分されるかは先述した選択モデルで示されており，どのくらい配分されるかは注意配分理論によって示されている．

注意配分理論では，注意資源の配分が課題の心的負荷によって影響されるとしている．心的負荷とは個人にとっての課題の困難度を指し，学習や慣れの影響を受ける．例えば，サッカーの初心者はドリブルすることに精一杯で味方がどこにいるかまでは頭が回らないが，熟練者はドリブルを学習しきっているため，味方の位置を把握する余裕がある．これは，ドリブルという課題の心的負荷が初心者と熟練者にとっては異なるため，注意資源の配分のされ方も異なることを示す例である．なお，注意資源の配分は意識的にも無意識的にも行われていると言われている．

2-3. inattentional unawareness

注意配分理論を踏まえると，保護者と被保護者の距離が同じでも，保護者の心的負荷によっては被保護者を知覚できなくなる可能性がある．基礎研究フェーズにおいても，周囲に注意を十分に配分できない状態では，普段は知覚できる外部刺激を知覚できない現象の存在を支持する研究は多い[5][6][7]．この知覚に関する現象はinattentional unawarenessと総称されており，気が付かない刺激が視覚刺激の場合は inattentional blindness，聴覚刺激の場合はinattentional deafness と呼ばれている[5].

2004 年にイグノーベル賞を受賞した Simons らの研究では，実験参加者にバスケットボールの動画を見せ，パスの回数を数えるという課題を課した[6]．その動画ではパスをし合っているプレイヤーの間をゴリラの着ぐるみを着た人物がすり抜けていくのだが，課題遂行に多くの注意を費やしている実験参加者はゴリラの着ぐるみの存在に気が付かないという結果が示された．また，オーケストラの音楽を聞かせてティンパニの音を数える課題を課した実験では，楽曲内に不自然なエレキギターの音を割り込ませた．その結果，課題を課さないコントロール群と比較すると，課題を課された群はエレキギターの音に気が付かないことが多かったという[5]．これらの研究は，課題とイレギュラーな刺激のモダリティが同じであるが，モダリティを変えた研究もある[7].

日常生活における inattentional unawareness，すなわち，被保護者を知覚できなくなる事態を防ぐためには，序論で述べたように，保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時にアラームを鳴らすサービスが役にたつ．本研究では，目を離すという現象を再現するため，継続的な主課題と断続的な副課題を同時に課す二重課題法を用いて被験者実験を行った．被保護者が発することが多いと予想されるため，イレギュラーな刺激には足音を模した聴覚刺激を用いた．主課題の難易度を操作することで心的負荷を操作し，最低知覚域の変化の様相を明らかにするという本研究の目標にアプローチする．

3. 方法

3-1. 課題

主課題として暗算課題，副課題として単純反応課題を設定した二重課題を採用した．暗算課題は PC 画面に表示された計算式の答えを筆記で回答する課題で，難易度は項の桁数によって 3 段階に分けた．単純反応課題は700ms～2500ms の間のランダムな時間間隔で提示される聴覚刺激に気付いたらキーを押す課題で，聴覚刺激の強度は 6 段階に分けた．これら 2 つの課題を同時に課し，単純反応課題への反応時間と聞き逃し率を測定した（図 1）.

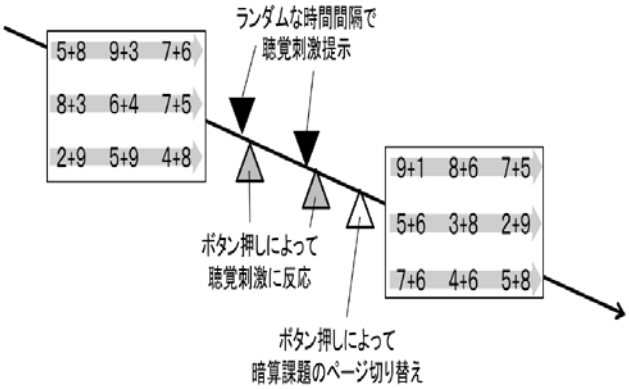


図 1. 実験課題

課題は暗算課題の難易度毎にブロックワイズし，各難易度 2 セットずつ，計 6 セット行った．行うセットの順番は，実験参加者毎にカウンタバランスを取った．各セットでは，6 段階の強度の聴覚刺激をそれぞれ 12 回ずつ提示し，1 セットは 72 試行であった.

3-2. 刺激

暗算課題は13インチのPC画面全体に，難易度Lv.1では1桁同士の2項の加法式を9題，難易度Lv.2では2桁同士の2項の加法式を9題，難易度Lv.3では3桁同士の2項の加法式を6題提示した（図2）．画面内の全ての計算式に回答したらキー押しによって画面を切り替え，暗算を続行するよう教示した．難易度Lv.1では18ページ，難易度Lv.2では6ページ，難易度Lv.3では4ページの問題を解き終わったら1セットが終了するようにした．

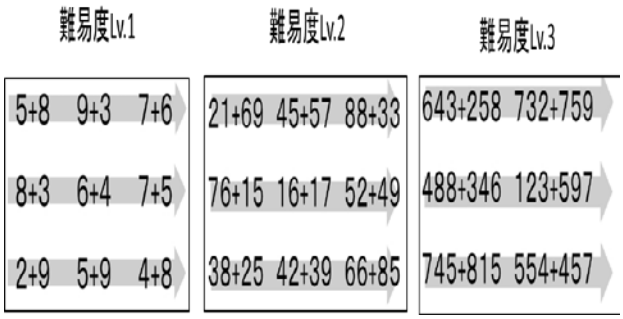


図2. 難易度別の主課題画面

聴覚刺激は被保護者の足音を模すように，事前に足音を測定してから刺激の強度を決定した．生活環境における事前測定において，精密騒音計NL-52（リオン社製）を用いて測定したところ，足音の周波数は約329Hz，音圧は70-73dBであったため，聴覚刺激の周波数も約329Hzとし，音圧は71/71.5/72.5/73/73.5/74dBの6種類を設定した．聴覚刺激の提示時間は500 msであった．課題遂行のためにpsychopyというフリーソフトを用いた．

3-3. 実験参加者・実験環境

実験参加者は矯正前後のいずれかにおいて健常な聴力・視力を有する健康な男女13名（女性7名，27.5±2.17歳）であった．実験はNTT武蔵野R&Dセンタ内の非シールドルームで行い，実験時間は約30分であった．

4. 結果

ここからは，実験参加者13人分の反応時間と聞き逃し率の平均値について述べる．なお，反応時間が3秒以上の試行はエラーとして解析から除外した．

4-1. 難易度の主効果：全体

副課題への反応時間と聞き逃し率を主課題の難易度別に解析したところ，難易度の主効果は反応時間においても聞き逃し率においても見られなかった．一方，t検定（両側，有意水準5%）を行ったところ，反応時間はLv.1とLv.3のペア（$t(12)=2.646$, $p<.05$）とLv.2とLv.3のペア（$t(12)=2.791$, $p<.05$），聞き逃し率はLv.1とLv.2のペア（$t(12)=2.744$, $p<.05$）とLv.1とLv.3のペア（$t(12)=3.023$, $p<.05$）において難易度の主効果が見られた（図3）．

なお，反応時間と聞き逃し率の相関係数は0.18であった．

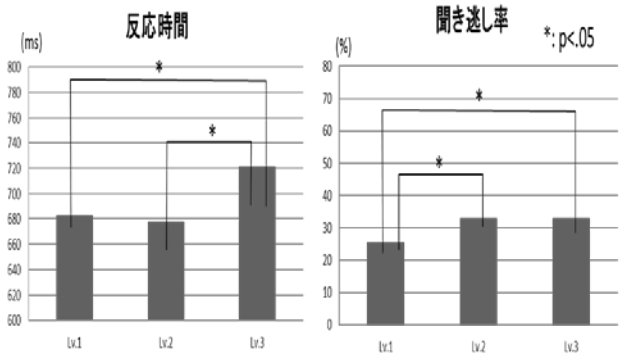


図3. 主課題の難易度による，反応時間と聞き逃し率の変化

4-2. 難易度の主効果：刺激強度別

上記の解析を副課題の刺激強度（音圧）別に行ったところ，難易度の主効果は71dB~74dBのどの場合においても，反応時間・聞き逃し率のどちらにも見られなかった（図4）．

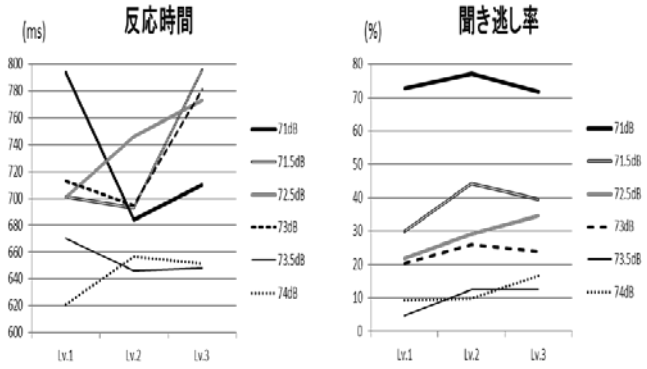


図4. 副課題の刺激強度別にみた，主課題の難易度による反応時間と聞き逃し率の変化

4-3. 刺激強度の主効果：全体

副課題への反応時間と聞き逃し率を副課題の刺激強度（音圧）別に解析したところ，反応時間には刺激強度の主効果が見られなかったが，聞き逃し率において主効果が見られた($F(5,72)=16.547$, $p<.01$)．Tukey法による多重比較を行ったところ，5%と1%有意水準において，図5に示すペアに有意差が認められた(図5)．

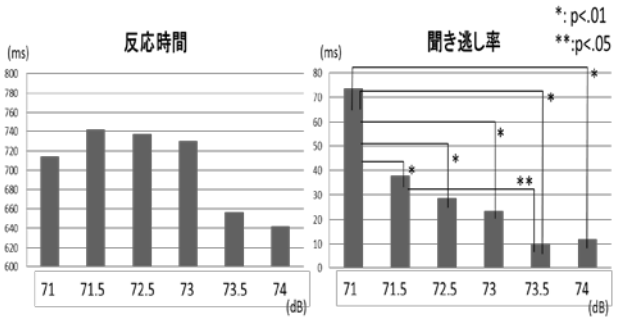


図 5. 副課題の刺激強度による，
反応時間と聞き逃し率の変化

4-4. 刺激強度の主効果：難易度別

上記の解析を主課題の難易度別に行ったところ，反応時間への刺激強度の主効果は Lv.3 において見られた(F(5,71)=3.117, p<.05) (図 6)．Tukey 法による多重比較を行ったところ，有意な差があるペアはなかった．

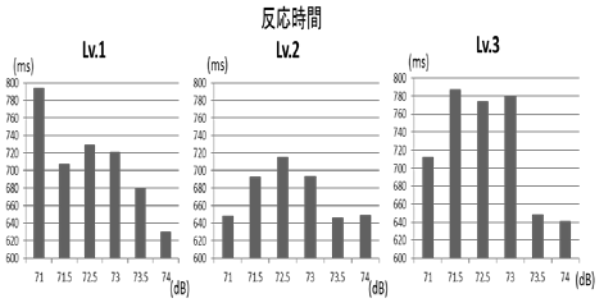


図 6. 主課題の難易度別にみた，
副課題の刺激強度による反応時間の変化

聞き逃し率については，刺激強度の主効果はすべての難易度において見られた (Lv.1(F(5,72)=14.460, p<.01), Lv.2(F(5,72)=16.027, p<.01), Lv.3 (F(5,72)=14.363, p<.01)．Tukey 法による多重比較を行ったところ，5%と 1%有意水準において，図 7 に示すペアに有意差が認められた (図 7)．

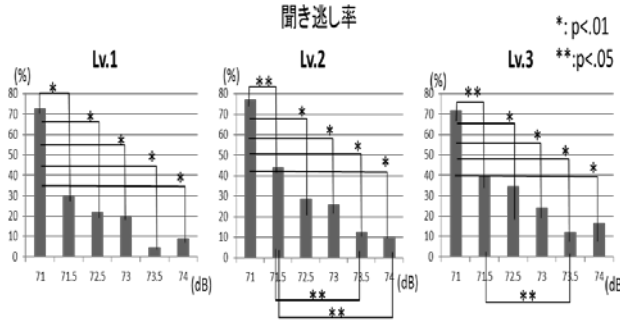


図 7. 主課題の難易度別にみた，
副課題の刺激強度による聞き逃し率の変化

5. 考察

5-1. 難易度と反応時間・聞き逃し率の関係

主課題の難易度の主効果は分散分析においては見られなかったが，t 検定では主効果が見られたペアも存在した．このことは，Lv.1・2・3 の 3 群間ではパフォーマンスの平均に差があったとは言えないが，特定のペア間ではパフォーマンスの平均に差があったことを示している．そのため，難易度の操作は特定のペア間においては妥当であったと言える．

しかし，図 3 を見ると，主課題の難易度と反応時間・聞き逃し率は比例関係にないことが考えられる．反応時間は難易度 Lv.3 時に急激に遅くなり，聞き逃し率は難易度 Lv.1 時の低さが顕著である．ここで注目すべきは，反応時間と聞き逃し率の変化の様相が異なるという結果である．

反応時間が遅くなったり，聞き逃し率が高くなったりすることは，ともに副課題への注意配分量が少なくなることに起因する．そのため，両者の変化の様相はほぼ共通していると予想されるが，本研究では両者の変化の様相は異なっている．その理由は横軸の中央である難易度 Lv.2 にあると考えられる．

難易度 Lv.2 時は，反応時間は 3 難易度の中で最も早いのに対し，聞き逃し率は最も高い (図 3・4)．これは，反応時間のサンプル数は少ないが，それらの値はどれも小さいということである．これに基づくと，反応時間が遅くても反応できた試行は少ないということになり，副課題の聴覚刺激を通すかを決めるフィルターは，速く反応できだけの強い知覚を生む刺激だけを通し，反応はできても遅くなってしまう刺激は通さなかったと考えられる．そのため，刺激が弱くても知覚してパフォーマンスが比例的に悪くなるフィルター減衰理論とは異なり，高いパフォーマンスが保証される強い刺激のみを知覚するフィルター理論が Lv.2 では適用された可能性がある．

5-2. 刺激強度と反応時間・聞き逃し率の関係

図 5 より，副課題の刺激強度と反応時間・聞き逃し率も比例関係にないことが分かる．特に反応時間と刺激強度の間には，規則性がないようにも捉えられる．一方，反応時間と聞き逃し率はともに 73.5dB と 73dB の間で，反応時間は長くなり，聞き逃し率は高くなっており，値がネガティブな方向にそれぞれ大きく変化している．この 73.5dB と 73dB について t 検定を実施したところ，反応時間においても聞き逃し率においても平均の差は有意であった(t(12)=3.754,p<.05, t

(12)=2.113,p<.1).

しかし，dB という単位は相対値であるため 73.5dB は 73dB の 1.059 倍となり，感知できる差はわずかである．さらに，40dB 以上の範囲で聴覚刺激の音圧を増減させても反応時間は変わらないという実験結果もあり[8]，本実験の反応時間において 73.5dB と 73dB の間に差が見られたことは先行研究には反している．この原因としては，生活環境への適用を目指すために非シールドルームで実験を行ったため，環境音が外乱となってしまったことが考えられる．しかし，2 種類の指標において共通してパフォーマンス的にネガティブな差が見られたということは，知覚レベルに関する閾値が 73.5dB と 73dB の間にあると捉えることもできる．

6. まとめ

本研究では「目を離す」ことによる事故や事件を防ぐために，保護者の最低知覚域外に被保護者が出てしまった時のみアラームを鳴らすサービスの実現を目指し，心的負荷の増減による最低知覚域の変化の様相について，反応時間と聞き逃し率を判断指標として検討した．

二重課題を課した実験の結果，反応時間と聞き逃し率への心的負荷の主効果は見られなかったが，心的負荷が増加すると反応時間は伸び，聞き逃し率は増加する傾向にあった．反応時間と聞き逃し率はともに注意配分戦略に関わっているにも関わらず，本研究では相関関係が見られなかった．その理由としては，心的負荷が中程度だった条件下においては，負荷が高かったり低かったりする条件とは異なる知覚フィルターが働き，聞き逃し率を抑える代わりに反応時間を早めたためだと考えられる．

今後は，本研究のような，心的負荷によって知覚フィルターが異なるという結果が，マルチタスク環境下でなくても得られるかを観察する必要がある．

参考文献

[1] 警察庁 (2014), “罪種別子供（13 歳未満の者）の被害件数の推移” Retrieved from https://www.npa.go.jp/hakusyo/h25/honbun/html/pf221000.html, (2016 年 5 月 19 日)

[2] FBI (2014), “NCIC Missing Person and Unidentified Person Statistics for 2014” Retrieved from https://www.fbi.gov/about-us/cjis/ncic/ncic-missing-person-and-unidentified-person-statistics-for-2014#two (May 19th, 2016.)

[3] 厚生労働省 (2014), “行方不明になった認知症高齢者等に関する実態調査結果及び取組について” Retrieved from http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12301000-Roukenkyoku-Soumuka/3-1.pdf (2016 年 5 月 19 日)

[4] 安西 祐一郎・苧阪 直行・前田 敏博・彦坂 興秀 (著) (1994), “岩波講座 認知科学 9 注意と意識”, 岩波書店

[5] Sablina, K., Sabine, S., & Oliver,V. (2009), “Inattentional Deafness Under Dynamic Musical Condition”, Proceeding of the 7th Triennial Conference of European Society for Cognitive Science of Music, 246-249

[6] Daniel, J. S, & Christopher, F. C. (1999), “Gorillas in our midst: sustained inattentional blindness for dynamic events”, Perception, 28, 1059-1074

[7] Dana, R., & Nilli, L. (2015), “Load-induced inattentional deafness”, Atten Percept Psychophys, 77, 483-492.

[8] 高岡佳弘 (1990). 聴覚の反応時間測定法に関する研究. 日本耳鼻咽喉科学会会報, 93, 746-755

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ベッド型歩行器具の他動歩行感覚を拡張する没入型歩行感覚提示の印象に関する研究

Impressions by Presenting the Sensation of Immersive Virtual Walking with Expansion of the Sensation during Passive Leg Movement by Using a Bed-type Walker

尾方 寿好[1]，片桐 雅貴[2]，鈴木 裕利[3]，石井 成郎[4]，澤野 弘明[2]
Hisayoshi Ogata, Masaki Katagiri, Yuri Suzuki, Norio Ishii, Hiroaki Sawano

[1]中部大学生命健康科学部，[2]愛知工業大学情報科学部，[3]中部大学工学部，[4]愛知きわみ看護短期大学
[1]College of Life and Health Sciences, Chubu University
[2]Department of Information Science, Aichi Institute of Technology
[3]College of Engineering, Chubu University
[4]Aichi Kiwami College of Nursing
hisaoga@isc.chubu.ac.jp

Abstract

The purpose of the present study was to determine impressions by presenting the sensation of immersive virtual walking with expansion of the sensation during passive walking-like leg movement (PWM) by using a bed-type walker. Virtual walking was provided by using a head-mounted display (HMD). The following three control trials were conducted: PWM without landscape change in the virtual environment, PWM without wearing the HMD and only virtual walking without PWM. More than 80% of the subjects gave positive comments such as “amusing”, “interesting” and “just like walking” for the trial in which virtual walking and PWM were combined, whereas half or less than half of the subjects gave such positive comments for the other trials, indicating that the combination of immersive virtual walking and PWM has the potential to provide positive impressions.

Keywords — Passive Walking-Like Leg Movement, Rehabilitation, Supine Posture, Virtual Reality

1. はじめに

歩行困難者の機能回復訓練に「他動歩行」がある。これは、機械や人の力によって脚を動かして歩かせる方法であり、歩行機能回復やフィットネス向上を図ることを目的として行われている[1]。これまでの他動歩行器具は立位姿勢で利用されていたが、社会の高齢化が進み寝たきり者が増加する現代において、寝た状態でも利用可能な運動器具が必要であると考えられる。そこで、我々はベッド型の他動歩行器具を開発している (図 1)。

使用者は器具上に仰向けの体勢になり、足裏に圧力が加わりながら股関節の屈曲伸展動作が課される。ところで、患者が歩行訓練を行う際、歩行動作改善のため正常な歩行を想像することが重要であると報告されている [2]。現状のベッド型他動歩行器具のみでは使用者が天井を見上げ、正常な歩行を想像することが難しく、また、退屈であるという問題点が挙げられている。そこで、これらの問題点を解消するために、HMD (Head Mounted Display) を使用し、ベッド型他動歩行器具の脚の動きに合わせて仮想空間内のキャラクタの動きを同期させて、歩行の視覚情報を提示するシステムを提案する。この提案システムを使用することによって、如何なる印象を使用者に与えるのかを明らかにすることを本研究の目的とした。



図 1 ベッド型の他動歩行器具

2. 方法

1) 提案システム

本節では、ベッド型他動歩行器具を拡張する没入型歩行感覚提示システムを提案する。提案システムの構成を図 2 に示す。

被験者はベッド型他動歩行器具に仰向けの体勢をとり、HMD (OculusRiftDK2) を装着する。仮想空間内において CG キャラクタが歩行を行い、CG キャラクタの一人称視点の映像を被験者に提示する (図3参照)。HMD には、センサが内蔵されており、頭部の動きに応じて映像がリアルタイムに追従するので、仮想空間に没入できる利点がある。仮想空間として、開発環境である Unity で提供されている 3D 都市モデル空間アセットを使用した。

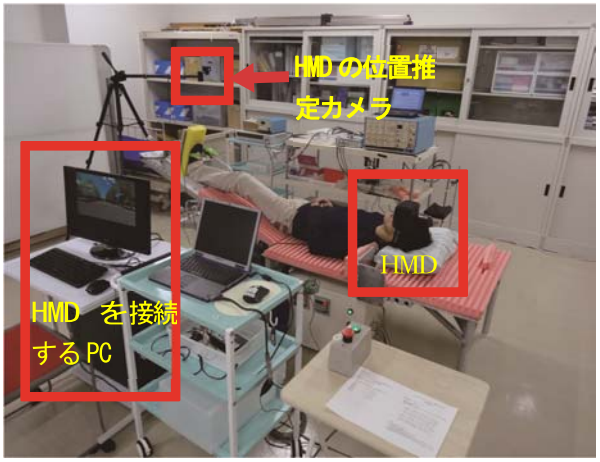


図 2　システム構成図

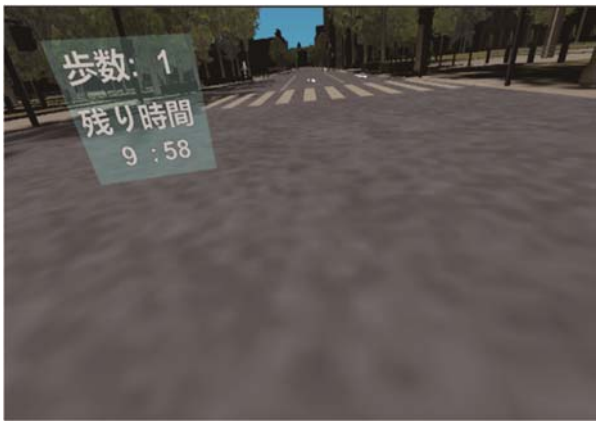


図 3　提案システムの映像の一例

今回の実験では、他動歩行器具の動作周波数は、片足が上下して再び元の位置に戻ってくるまでを 1 周期として、0.3Hz の動作周波数で行った。つまり 1 周期は 3.3 秒である。これは、仮想空間内のキャラクタの 1 歩あたりの時間が約 1.65 秒間であることを意味する。また、仮想空間内のキャラクタの 1 歩のあたりの移動距離は 64cm の設定とした。

2)　実験プロトコル

被験者は、10 代から 20 代の男性 24 名とした。24 名を 6 名ずつの 4 つのグループに分け、以下 4 種類の試技の 1 つに参加させた。一つ目は、提案システムを使用した試技 (試技 1)、二つ目は、ベッド型他動歩行器具のみを使用した試技 (試技 2)、三つ目は、提案システムにおいて仮想空間内の風景を変化させない試技 (試技 3)、四つ目はベッド型他動歩行器具を動作させず、仮想空間内の風景のみが変化する試技 (試技 4) である。

3)　印象評価方法

印象評価には定義法と SD (semantic differential) 法を用いた。前者は、特定のフォーマットに形容詞を記述させて印象を評価する方法である。後者は、形容詞対を用いて印象を評価する方法である。図 4 に SD 法の評価方法を示した。数直線を 7 等分して、目盛りの真ん中を「どちらでもない」とし、両側に向かって「やや」「かなり」「非常に」という尺度を設定した。用いた形容詞対は全 75 対であった。この構成は、評価因子 (好き-嫌い、など) が 31 対、活動・力量・迫力性因子 (迫力のある-迫力のない、など) が 23 対、アトラクティブ因子 10 対 (面白い-つまらない、など)、その他の因子が 11 対であった。本研究では、数直線の目盛に左側から 1~7 の数字を当てはめ、Mann-Whitney の U 検定を用いて試技間での印象の差を比較した。有意水準は $P<0.05$ とした。

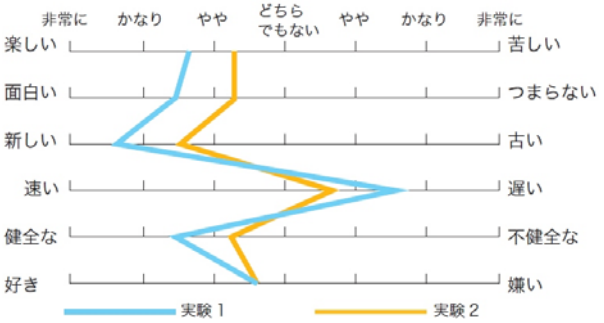


図 4　試技 1 と試技 2 のセマンティック・プロフィールによる印象の比較

3.　結果および考察

試技 1 と試技 2 を比較した結果、75 対すべての形容詞対について、印象に関する統計的な差は認められなかった。試技 1 と試技 3 を比較した結果、「良い-悪い」「明るい-暗い」「迫力のある-迫力のない」「温かい-冷たい」「緊張する-緊張しない」「熱い-冷たい」の項目に有意差が認められた。試技 1 の方がより「悪い」「暗い」「迫力のない」「緊張する」「冷たい」という評価であった。試技 1 と試技 4 を比較した結果、「全体的な-部分的な」「能動的な-受動的な」の項目に有意差が認められた。試技 4 の方が、より「全体的な」「能動的な」という評価であった。以上のように SD 法の結果からは、試技 1 はポジティブな印象は得られなかった。一方、定義法による印象評価については、試技 1 では「楽しい」「面白い」「歩いているようだ」といった肯定的な意見が被験者の 8 割以上から得られた。これに対し、試技 2 と 3 では「歩いている感じ」「歩いているような」という意見は、被験者の半数以下であった。また、試技 3 と 4 でも「楽しかった」「面白い」という意見は、被験者の半数であった。これらの結果から、試技 1 はより肯定的にとらえられていたと考えられる。一方、各試技において「動作音がうるさい」「歩いている

距離が短い」「歩いている感覚が遅い」といった装置の動作音や提案システムの移動距離やキャラクタの歩行速度についての意見も確認された。

4. 今後の課題

本研究で残された課題として次の 2 点を挙げる。一つ目は、提案システムの印象評価をより精密に行うことである。このためには、静かな動作音や、自然な歩行感覚を提示できるシステムを構築すること、立位他動歩行との比較を行うこと、SD 法や定義法による印象評価にとどまらず、没入感そのものに関する調査 [3] を行うことが必要であると考えられる。二つ目の課題は、提案システムが歩行機能回復やフィットネス向上において、積極的効果をもたらすか否かを解明することである。これには、各種生理指標を評価することが必要である。

5. おわりに

ベッド型他動歩行器具による脚動作の感覚を拡張するため、HMD を用いた没入型歩行感覚提示システムを構築し、この印象を SD 法と定義法の 2 つの方法で評価した。その結果、定義法から「楽しい」「面白い」「歩いているようだ」といった印象を得られたことから、本研究の提案システムは、肯定的な印象を与える可能性がある。

参考文献

[1] Ogata H, Higuchi Y, Ogata T, Hoshikawa S, Akai M, Nakazawa K, (2009) “Pressor response to passive walking-like exercise in spinal cord-injured humans”, Clin Auton Res, Vol. 19, No. 2, pp. 113-122.

[2] 大橋麻美, 保坂 章夫, 岡田 利香, 久保 通宏, 関根 由里, 古谷 信之, 増岡 泰三, 後藤 博, (2005) “脳卒中急性期片麻痺患者における歩行イメージ再学習後の歩容変化”, 理学療法学, Vol. 32, Suppl No.2, p. 441.

[3] 渡邉 翔太, 長野 祐一郎, 岡ノ谷 一夫, 川合 伸幸, (2014) “仮想空間における没入感の定量化手法の提案-仮想空間内での身体移動のずれが没入感に及ぼす影響-”, 2014 年度日本認知科学会第 31 回大会発表論文集, pp. 92-95.

3D イメージと 3D 印刷されたオブジェクトの利用が空間的推論に与える影響
Influences of using 3D image and 3D-printed object on spatial reasoning

前東晃礼[1]　三輪和久[1]　小田昌宏[1]　中村嘉彦[2]　森健策[3]　伊神剛[4]

Akihiro Maehigashi, Kazuhisa Miwa, Masahiro Oda,
Yoshihiko Nakamura, Kensaku Mori, Tsuyoshi Igami

[1] 名古屋大学情報科学研究科，[2] 苫小牧工業高等専門学校創造工学科，
[3] 名古屋大学情報連携統括本部，[4] 名古屋大学医学部
Nagoya University, Graduate School of Information Science,
Tomakomai National College of Technology, Department of Engineering for Innovation,
Nagoya University, Information and Communications,
Nagoya University, Graduate School of Medicine
mhigashi@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

In this study, we experimentally investigated the influences of using a three-dimensional (3D) graphic image and a 3D-printed object on a spatial reasoning task requiring participants to infer cross sections of a liver in a situation where liver resection surgery was presupposed. The result showed that using a 3D-printed object produced more accurate task performance and faster mental model construction of a liver structure than using a 3D image. Using a 3D-printed object was assumed to reduce cognitive load and information accessing cost more than using a 3D image during the task.

Keywords ― External resources, Mental models, 3D image, 3D print, spatial reasoning

1. はじめに

物体の形状や構造の推測，または物体間の位置関係の推測は空間的推論とよばれる[1]．空間的推論は，ルート探索，坂道の傾斜角度の推測，部屋の家具の配置を考えるなど，日常のあらゆる場面で行われる．

空間的推論が行われる際には，多くの場合に外的表象が利用される[2]. John, Cowen, Smallman, and Oonk [3]は，空間的推論において，外的表象として，同一情報を 2 次元(以下，2D)と 3 次元(以下，3D)イメージで示す効果について実験的検討を行った．その結果，3D イメージの利用は，物体の全体的な構造の理解に有効であることを明らかにした．3D イメージの利用においては，複数視点の情報の獲得，奥行情報の獲得，さらに 2D イメージでは表現されない構造の特徴を把握することが可能であるため，全体的な構造の理解が促進されると考えられている．その一方，2D イメージの利用は，単一視点の情報に集中することができるため，特定の位置関係の理解に有効であることを明らかにした．

さらに，いくつかの研究は，空間認識能力の高い人においてのみ，3D イメージを利用する効果が現れることを実験的に示している e.g.[4]．空間認識能力は，空間的表象を内的に保持，操作する能力である[5]．空間認識能力の高い人は，3D イメージの複雑な情報を上手く活用することができるため，その情報を利用する効果が顕著に現れると考えられている[4].

近年，3D プリンタの登場により，グラフィックスをオブジェクトとして複製することが可能になった．3D プリンタによるオブジェクトの作成は，これまでにない全く新しい表現手法である．教育，産業，医療などの様々な現場で利用されているが，外的表象としての 3D 印刷されたオブジェクトの利用が空間的推論に与える影響についてはあまり検討が行われていない．Maehigashi, Miwa, Terai, Igami, Nakamura, and Mori [6]は，実際の肝切除手術現場において，3D 印刷された肝臓のオブジェクトがどのように利用されているかエスノグラフィの手法に基づく検討を行った．発話分析の結果，肝臓のオブジェクトの利用は，医師らの肝構造のメンタルモデルの精緻化を促進し，正確な肝切除のシミュレーション，メンタルモデルの共有を促すことが示された．また，肝臓オブジェクトの利用は，3D イメージの利用よりも，医師らのメンタルモデルの精緻化を促進する可能性が示唆された．

本研究の目的は，実際の肝切除手術現場を想定して，3D イメージとオブジェクトの利用が空間的推論に与える影響について実験的に検討を行うことである．本研究の仮説は以下である．3D イメージの利用と比較して，オブジェクトの利用は，(1)メンタルモデルの精緻化を促し，(2)迅速なメンタルモデルの形成を促す．

2. 実験

本研究では，実際の肝切除手術現場を想定した空間的推論課題を実施した．参加者は，3D イメージまたは 3D 印刷されたオブジェクトが示す肝臓の内部構造を記憶して，または参照しながら，肝臓の切断面上に現れる血管と腫瘍の位置の推測を行った．

2.1 方法

2.1.1 参加者

参加者は，名古屋大学の大学生 48 名であった．

2.1.2 要因計画

本実験は，外的表象要因 2 水準(イメージ/オブジェクト)と課題要因 2 水準(記憶/参照)のそれぞれ参加者間と参加者内の混合要因計画であった．

2.1.3 材料

参加者の正面には，患者が横たわる手術台を想定したメインデスクが設置され，右 90 度横には，器具が置かれる台を想定したサブデスクが設置された．メインデスクには，3 つの箱が設置され，それぞれの箱に解答用紙と患者の肝臓を想定して作られた内部構造の見えない薄グレーの肝臓のオブジェクト(以下，ターゲット)が入れられた．サブデスクには，参加者が記憶または参照をする肝臓の 3D イメージが表示されたコンピュータ，または肝臓のオブジェクトが入れられた箱が設置された．図 1 は，3D イメージ，オブジェクト，ターゲットを示す．



図 1 : 3D イメージ(左)，オブジェクト(中)，ターゲット(右)．

3D イメージは，CT(Computed Tomography)による患者の臓器計測によって獲得された肝臓データに基づいて，名古屋大学情報科学研究科で開発された画像診断支援システム Pluto を使用して作成された．最も太い血管である下大静脈とそこから枝分かれする 5 本の血管が青色で表現され，腫瘍が白色で表現された．オブジェクトとターゲットは，3D イメージと同様の肝臓データに基づいて，3D プリンタを使用して作成された．具体的には，厚さ 0.02mm のアクリル樹脂のユニットを約 4000 層重ね，その後，余分な樹脂を溶かし，表面を磨いて完成させた．オブジェクトは，実際の手術現場で利用されるものと同じ手法で作成された．肝臓内部の構造が可視化され，3D イメージと同様に，最も太い血管である下大静脈とそこから枝分かれする 5 本の血管が青色で表現され，3D イメージと同一箇所に，腫瘍が白色で表現された．また，3D イメージとオブジェクトと同一のデータから，3 つのターゲットが作成された．ターゲットは，患者の肝臓を想定して作成された．手術中に，実際の患者の肝臓内部を視覚的に確認することはできないため，肝臓表面は薄い灰色で覆われ，ターゲットの内部構造を視覚的に確認できないように作成された．また，3 つのターゲットのそれぞれの異なる位置に，肝臓を一周する線が描かれ，その線を境に分離された 2 つの領域を示す「A」と「B」の印がつけられた．

2.1.4 実験課題

上記の材料を使用して，2種類のテストを実施した．1 つ目のテストは血管の位置テストであった．参加者は，ターゲットの線に沿って肝臓を切断した場合，その切断面上に現れる血管の位置を，解答用紙に描かれた切断面の輪郭上に示すことが求められた(図2)．その際，最も太い血管 である下大静脈を「○」，そしてそこから分岐する血管を「×」で示すことが求められた．2種類の肝臓データに基づいて作成された各3つのターゲットでは，下大静脈0本と分岐血管2本，下大静脈1本と分岐血管2本，下大静脈1本と分岐血管3本が，正解として断面上に現れた．2つ目のテストは，血管の位置テストであった．参加者は，ターゲットの線に沿って肝臓を切断した場合，腫瘍がターゲットの「A」と「B」のどちらの領域に存在するか解答することが求められた．



図 2 : 肝臓の切断面の輪郭(左)，実際の切断面(中)，血管の数を正確に示した参加者の解答(右)．

2.1.5 手続き

24名の参加者はイメージ条件，残りの参加者はオブジェクト条件にランダムに割り振られた．まず，参加者は空間認識テストを受けた．空間認識テストは，Guay and McDaniels [7]により作成された空間認識テストであった．このテストは，24問から成るメンタルローテーションを要する課題であり，3分間でこのテストをできるだけ多く正確に行うことが求められた．

次に，実験課題の練習を行った．練習課題では，全て

の参加者が，下大静脈1本と分岐血管3本の3Dイメージまたはオブジェクトを使用して，記憶課題と参照課題を行った．課題前の最短1分から最長3分の間に，参加者は，サブデスク上で記憶課題では肝構造を記憶し，参照課題では肝構造を観察した．その後，課題として，1つのターゲットについて血管と腫瘍の位置テストを行った．

その後の本実験の記憶課題では，課題前の最短3分から最長5分の間に，参加者は，サブデスク上で肝構造を記憶した．3分経過後に，肝構造を記憶できたと参加者が判断した，または5分経過後に，参加者はメインデスクに向かって，3つの箱の内の1つからターゲットと解答用紙を取り出して，血管と腫瘍の位置テストを開始した．その際，イメージ条件ではコンピュータの画面が消され，オブジェクト条件では，オブジェクトがサブデスク上の箱の中に入れられた．解答用紙には，血管と腫瘍の位置テストが記載されていた．1つのターゲットについて解答が終了した後は，そのターゲットと解答用紙を元の箱に戻し，別の箱に入っているターゲットと解答用紙を取り出して，同様のテストを行った．3つのターゲットについて，テストに解答して課題は終了した．

本実験の参照課題は，基本的に記憶課題と同じ流れで実施された．参照課題では，記憶課題とは別の肝臓データに基づいて作成された3Dイメージまたはオブジェクト，そしてターゲットが使用された．課題前の最短3分から最長5分の学習時間の間に，参加者は，サブデスク上で肝構造を観察した．3分経過後に，肝構造の観察が十分であると参加者が判断した，または5分経過後に，参加者は，メインデスクに向かって，血管と腫瘍の位置テストを開始した．参照課題では，各テストを行っている間も，3Dイメージまたはオブジェクトを自由に参照することが可能であった．

課題を行う順序は，参加者間でカウンターバランスがとられた．また，3つの箱に入っているターゲットと解答用紙のセットは，ランダムな順で配置された．さらに，課題の種類と2種類の肝臓データの組み合わせについても、参加者間でカウンターバランスがとられた．各課題の間には，5分間の休憩がとられた．

参加者は，できる限り正確に血管と腫瘍の位置テストを行うように教示が行われた．また，実際の手術現場で，患者の肝臓を手術台の外へ持ち出すことは不可能であるため，課題遂行中に，参加者が，ターゲットをメインデスクの範囲外に持ち出すことは禁止された．さらに，実際の手術現場では，医師らは，3D 印刷された肝臓オブジェクトを患者の肝臓の真横に置いて，肝臓内部の構造の確認を行うため[6]，オブジェクト条件では，オブジェクトをメインデスクに持ち入れることは許された．

3. 結果

空間認識テストの正答数に関して，イメージ条件(M=9.08)とオブジェクト条件(M=7.88)で有意な差はみられなかった(t(46)=1.01, p=32)．この結果から，空間認識能力に関して条件間の均一性が確認された．

次に，学習時間について，2(外的表象: イメージ/オブジェクト)×2(課題: 記憶/参照)の分散分析を実施した．学習時間は，課題前に参加者が 3D イメージまたはオブジェクトを記憶または観察した時間であった(図 3)．その結果，交互作用はみられなかった(F(1, 46)=0.14, p=.71)．外的表象要因の主効果がみられ，イメージ条件よりもオブジェクト条件で有意に学習時間は短いことが示された(F(1, 46)=7.72, p<.01)．また，課題要因の主効果がみられ，記憶条件よりも参照条件で有意に学習時間は短いことが示された(F(1, 46)=23.35, p<.001).

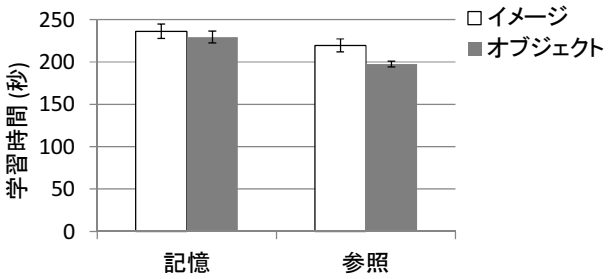


図 3：学習時間

また，血管の位置テストに関して，下大静脈と分岐血管の各血管における血管数の乖離値を算出した．血管数の乖離値は，各条件で，参加者の記入した血管と正解の血管数の差分の絶対値を平均した値であった．そのため，この値が 0 に近いほど血管数が正確に記入されたことを意味する．下大静脈と分岐血管のそれぞれの血管数の乖離値について 2(外的表象: イメージ/オブジェクト)×2(課題: 記憶/参照)の分散分析を実施した．その結果，下大静脈の数の乖離値について交互作用はみられなかった(F(1, 46)=1.73, p=.19)．また，外的表象要因の主効果はみられなかった(F(1, 46)=0.50, p=.48)．一方，課題要因の主効果に有意傾向がみられ，記憶条件よりも参照条件で乖離値が低く，正確に血管数が記入される傾向が示された(F (1, 46)=3.08, p=.09)．次に，分岐血管数の乖離値の結果を図 4 に示す．分析の結果，交互作用はみられなかった(F(1, 46)=0.09,

p=.77). 外的表象要因に主効果がみられ，イメージ条件よりもオブジェクト条件で乖離値が有意に低く，正確に血管の数が記入されたことが示された(F(1, 46)=8.30, p<.001). しかし，課題要因の主効果はみられなかった(F(1, 46)=2.19, p=.15).

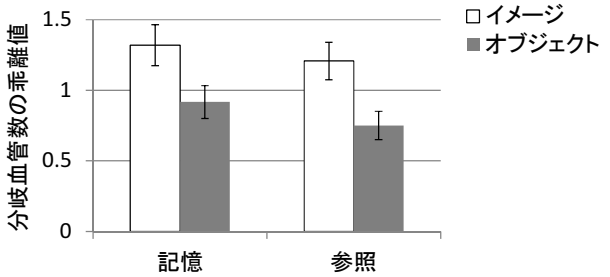


図 4：分岐血管数の乖離値

さらに，腫瘍の位置テストの得点について，2(外的表象: イメージ/オブジェクト)× 2(課題: 記憶/参照)の分散分析を実施した．各テストで正しく腫瘍の位置が解答されれば，1 点が与えられた．腫瘍の位置テストの得点は，各条件における 3 つのターゲットに関するテストの合計得点の平均であった(図 5). そのため，得点が高いほど，参加者は正確に腫瘍の位置を解答したことを意味する．分析の結果，交互作用が有意であった(F(1, 46)=18.98, p<.001). 交互作用について単純主効果の検定を行った結果，記憶条件では外的表象要因の単純主効果に有意傾向がみられ(F(1, 92)=3.38, p=.07), 参照条件では有意差がみられ(F(1, 92)=21.15, p<.001), イメージ条件よりもオブジェクト条件で有意に得点が高く，正確に腫瘍の位置が解答されたことが示された．なお，外的表象要因の主効果はみられたが(F(1, 46)=18.98, p<.001)，課題要因の主効果はみられなかった(F(1, 46)=0.12, p=.73).

最後に，各条件における空間認識テストの得点と課題パフォーマンス(学習時間，血管数の乖離値，腫瘍の位置テストの得点)の相関分析を行った(表 1). その結果，記憶条件におけるイメージ条件で，空間認識テストの得点と学習時間に正の相関が確認され，分岐血管数の乖離値に負の相関が確認された．これらの結果は，記憶課題で 3D イメージを利用した際に，空間認識能力の高い参加者ほど，学習時間が長く，分岐血管数を正確に記入したことを示している．

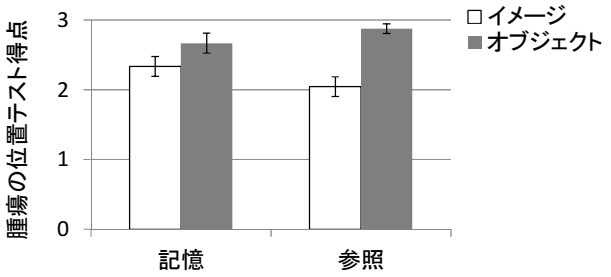


図 5：腫瘍の位置テスト得点

4. 考察

血管と腫瘍の位置テストの結果，3D イメージよりもオブジェクトを利用した際に肝構造の理解は促進された．つまり，オブジェクトの利用は，3D イメージの利用よりも，メンタルモデルの精緻化を促進させたことが明らかとなった．

オブジェクトの利用は，3D イメージの利用よりも認知的負荷を削減させた可能性が考えられる．先行研究は，ヴァーチャル 3D 環境よりも現実世界で奥行き情報が豊富であるため，人間の奥行きの認識は正確であることを示している[8]．このことは，3D イメージにおいても奥行情報が不足していることを示している．そのため，3D イメージを利用する際に，参加者は，奥行情報を補足または修正し，一時的にそのイメージを内的に保持した上で，そのイメージをターゲットに対応づける必要があったと考えられる．一方，オブジェクトを利用する際には，参加者は，認識したイメージを内的に操作することなく直接的にイメージをターゲットに対応づけることが可能であったと考えられる．そ

表 1: 各条件における空間認識テストの得点と課題パフォーマンス(学習時間，血管数の乖離値，腫瘍の位置テストの得点)の相関関係．値は相関係数(r)を示す.

		学習時間	血管数の乖離値		腫瘍の位置テスト得点
			下大静脈	分岐血管	
イメージ	記憶	.45**	-.14	-.44*	.30
	参照	-.22	-.19	-.13	-.19
オブジェクト	記憶	.08	-.03	-.04	-.30
	参照	.17	.21	-.05	.18

* p < .05, ** p < .01

の結果，オブジェクトの利用により，参加者は，認知的負荷を削減させて内的な操作から生じるエラーを削減することができたと考えられる．

また，オブジェクトの利用は，3Dイメージの利用よりも情報獲得に掛かるコスト(information accessing cost)を削減させた可能性が考えられる．情報獲得コストは，情報を獲得する際に掛かるコストである[9]．今回の実験における 3D イメージの利用では，マウス操作を行って情報を獲得する必要があった．一方，オブジェクトの利用では，オブジェクトを持ち上げて物理的に回転させて情報を獲得することが可能であった．そのため，オブジェクトの利用は，情報獲得に掛かるコストや操作ミスを軽減させることができた可能性が考えられる．

学習時間に関する分析の結果，3Dイメージよりもオブジェクトを利用した際に肝構造を学習する時間は短かった．上記のように，オブジェクトの利用により，認知的負荷や情報獲得に掛かるコストが削減されたことにより，迅速なメンタルモデルの形成が促進され，学習時間が短くなったと考えられる．

さらに，記憶課題で 3D イメージ条件を利用した場合にのみ，空間認識テストの得点と学習時間または分岐血管数の乖離値との相関関係が確認された．空間的認識能力の高い参加者は，複雑な空間情報を正確に保持して操作することが可能であるため，肝構造の学習に十分な時間を掛けてメンタルモデルを精緻化させ，課題に正確に解答することができたと考えられる．特に記憶課題では，参加者は，内的イメージの記憶または操作に基づいて課題を遂行する必要があった．また，今回の分岐血管に関する血管の位置テストは最も難易度の高い課題であった．そのため，記憶課題の分岐血管に関するテストで空間的認識能力の影響が顕著に現れたと考えられる．

本研究では，実際の肝切除手術現場を想定して，3Dイメージとオブジェクトの利用がメンタルモデルの形成に与える影響について実験的に検討を行った．その結果，オブジェクトの利用は，3Dイメージよりも，迅速かつ正確なメンタルモデルの形成を促進させ，正確な空間的推論を促すことが明らかとなった．

謝辞

本研究はJSPS科研費 15H01614 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] Byrne, R. M. J., & Johnson-Laird, P. N. (1989). Spatial reasoning. *Journal of Memory and Language*, Vol.28, No.5, pp.564-575.

[2] Hegarty, M. (2011). The cognitive science of visual-spatial displays: Implications for design. *Topics in Cognitive Science*, Vol.3, No.3, pp.446-474.

[3] John, M. S., Cowen, M. B., Smallman, H. S., & Oonk, K. M. (2001). The use of 2D and 3D displays for shape-understanding versus relative-position tasks. *Human Factors*, Vol.43, No.1, pp.79-98.

[4] Nguyen, N., Nelson, A. J., & Wilson, T. D. (2011). Computer visualizations: Factors that influence spatial anatomy comprehension. *Anatomical Sciences Education*, Vol.5, No.2, pp.98-108.

[5] Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The cambridge handbook of visuospatial thinking* (p. 121-169). New York: Cambridge University Press.

[6] Maehigashi, A., Miwa, K., Terai, H., Igami, T., Nakamura, Y., & Mori, K. (2015). Investigation on using 3D printed liver during surgery. *Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, pp.1476-1481.

[7] Guay, R., & McDaniels, E. (1976). The Visualization of Viewpoints. West Lafayette, IN: The Purdue Research Foundation.

[8] Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.7, No.1, pp.31–37.

[9] Gray, W. D., Sims, C. R., Fu, W.-T., & Schoelles, M. J. (2006). The soft constraints hypothesis: A rational analysis approach to resource allocation for interactive behavior. *Psychological Review*, Vol.113, No.3, pp.461–482.

幼児はどのように静物を認識していくのか？
形と色に基づいた静止の再生的直後心像を用いた横断的な一調査
How do infants get recognition about the still life?
A Cross-sectional research using some silent reproductive immediate images based on color and shape

牛久香織
Kaori Ushiku
早稲田大学人間科学研究科
Graduate School Human Sciences, Waseda University
kaori_ushiku@moegi.waseda.jp

Abstract

It was examined on infant's recognition about the still life based on color and shape by drawing for coloring that can externalize one's own internalized image and can complete drawing image through an act to apply a color.

It suggests that the stage to grasp a color and the shape of the thing itself will come earlier than the stage to recognize thing in itself. And when they catch the shape of the thing which they regard preferably or sincerely and the shape with many similar things they often do wrong recognition without attention being suitable for a detailed portion, but they can switch to appropriate recognition by the later learning experience by adjusting information. It suggests progress of the acquisition will shift after time of the trial and error, too.

Keywords — silent reproductive immediate image（静止の再生的心像）, graphic imitation（描画的模倣）, color（色）, shape（形）, infant（幼児）, cross-sectional research（横断的調査）

1. はじめに

生後私たちが言葉を獲得した当初に最も多く言葉として発するのはおおよそにして物の名前である．そして私たちの生活環境に存在する物は必ず色と形を帯びて存在する．では言葉を獲得し日々の生活体験を積み重ねていくなかで幼児は色と形を帯びた物をどのように認識していくのだろうか.

1-1. 二次的就巣性としての人間の発達について

Portmann (1951)が二次的就巣性とした人間は，感覚機能が開始されながらも運動機能は全く未成熟のまま誕生することで環境の変化に応じて行動する融通性を得た．生後１ヶ月を過ぎて原始反応が消えると生後3ヶ月頃から色の認識が可能になり,生後 7 ヶ月頃で腹這いが始まってつたわり歩きまでの各過程を順次経て行動範囲と空間範囲を広げていき,生後 9 ヶ月頃には親指と他の指との拇指対向性が確立して握る･掴むに加えてつまむ運動を可能にさせてさらに探索活動を活性させていく.外界に対する能動的で積極的な働きかけを繰り返してものの質感や量感といった特性を獲得し,ものの機能や役割や用途を一つ一つ確かめて外界の空間の位置づけや大小関係や遠近関係などの秩序化を進める．生後１歳半頃に直立歩行と言語活動が始まり,離乳という食事の変革が起きた後に新規の活動として描画活動が開始される．両手が自由に使え，気の向くまま自由に足を向けることができる直立歩行において最大値の探索活動が可能になる．離乳し普通食へ移行することは,歯ごたえや舌の感触で食物の質感を捉え，多種の味覚を得ることである．言語獲得は，自他が存在する世界を認識して行われるコミュニケーションのツールの獲得であるといえる．そして描画活動には，描く本人に内在する外界の事物事象についての認識や獲得された概念についてのヒントが多く含まれており，描画活動が直立歩行と離乳と言語活動の開始に伴って開始されることは大変興味深い.

1-2. 描画技術の発達について

生後１年半頃から開始される描画活動は「殴り書き」と呼ばれ，当初は単なる手と腕を用いた運動にすぎない．だが言語獲得の発達と生活体験の蓄積に並行するように描画活動の技術も発達し，表現の工夫や感情移入をして自らの思いを絵に表現していくようになる．Luquet（1971）は子どもの絵は本質的に写実性を求めて描かれており，発達とともに偶然の写実性から出来損ないの写実性，知的写実性とたどって視覚的写実性に至るとしたうえで，子どもは目の前に実際にある対象を写し取るのではなく，心理的実在との絵の一致を求めて描いていることを指摘した．心理的実在とはPiaget&Inhelder(1968)のいうところの心像であり，描いている絵はそれぞれの子どもが心像を表現しようと試みていると考えられる.Lowenfeld(1956)によると，

形に意味づけを始める時期には好みで色をぬっているが事物を図式的に描き表情が現れる時期に対象物の色でぬることができるようになるとされ,子どもに内在化された心像が外在物と一致する時期に至るいえるのではなかろうか.幼児の色彩の捉え方の発達段階として井出（1975）は,0~3 歳を生理的段階とし,4~5 歳は概念色段階に入り,5~6 歳いのいて固有色段階に至るとした.

1-3.心像について

心像は能動的な内在的模倣によって発生するものであり，複雑さのいろいろな段階や程度に応じた階層的水準が存在している. Piaget&Inhelder(1968)は静止の心像を再生する手段として口頭描写･描画･身振りによる再生･モデルからの選択を提示し，子どもにおいては口頭描写は他の 3 つの手段との組み合わせでしか利用できず，描画･身振りによる再生･モデルからの選択の 3 つの手段についても描画像･動作像といった変種の像を直接の対象とすることになるため心像は間接的にしか到達しないという実践的な問題が生じることを認めながらも，心像は能動的で内在化された模倣であって，内在化される心像と模倣の動作や描画像との間には密接な関係がある，特に描画は，内在化された心像を再び外在化させることであり，内在化は必然的に生じるとした. だが十分な描画技術を持ち得ず,描画技術の著しい発達過程において個人差も大きい幼児期において描画課題を与えることは難しい.そこで,形が既に与えられているぬり絵を用い,色をぬる行為を通して自らの内在化した心像を外在化して描画像を完成させることを再生と考え,幼児の静物に対する認識について検討してみたいと考えた.ぬり絵は形を与えた他者との共作であり,形にそのものの色を与えることは外在物を一般化されたものとして共有したことになるのではなかろうか.

2. 調査

2-1. 目的

幼児は静物をどのように認識していくのか，色と形にもとづいて静止の再生的直後心像を横断的に調査することで確認する.

2-2. 方法

2-2-1.対象

2015 年 4 月時点で満 3 歳児から満 6 歳児の 4 学齢男女各 15 名合計 120 名を対象とした. 対象者は全員色覚健常者である. 平均月齢 68.1 ヶ月, 標準偏差 14.4 であった.

2-2-2. 期間

2015 年 11 月 27 日金曜日から同年 12 月 14 日月曜日まで行った.

2-2-3. 場所

都内区立保育園･児童館･小学校他, の蛍光灯下で行った.

2-2-4. 刺激

1) ぬり絵刺激

フリー素材(ぬりえランド http://kids-nurie.com)から 1)対象者に馴染みが深く, 2)調理品を含む複数の食品と食器が描かれている, ことを理由としてお子様ランチのぬり絵を選択した. ぬり絵刺激を図 1 に示す.

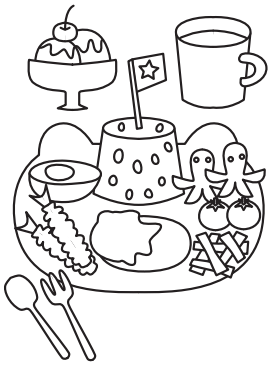


図 1 ぬり絵刺激

2) 色刺激

サクラクレパス(SAKURA CRAY-PAS)ふとまき 16 色を用いた. クレパスは, クレヨンよりもやわらかくて伸びが良く面塗りに適しており, 混色･重色が可能であるため, 保育園･幼稚園･小学校低学年において多用されている. 色数については, 就学年齢の子どもを持つ保護者に聞き取り調査の結果, 小学校低学年までは 16 色のクレパスセットを指定されることが多いことがわかり, これにしたがった.

2-2-5. 手続き

学齢毎に保育室および教室で行った. まず子どもたちに着席してもらい, 落ち着いたところでぬり絵を配布し, 次にクレパス 16 色を渡してぬり絵を行ってもらった. ぬり絵が終了した子どもから順次回収した. 回収時, 絵に描かれているものを指差して「これは何ですか？」と口頭質問を行い, 調査実施者もしくは施設の保育者および教諭が調査対象者の口述回答を質問紙に記入した. 質問については, 回答を促さずに自主的な回答を待ち, 無回答の場合であっても無理に聞き出すことはしないよう留意した.

2-2-6. 分析

形が既に与えられているぬり絵をみて色をぬる行為を通して自らの内在化した心像を外在化して描画像として再生しているとの観点から調査を行っており,対象物にそのものの色をぬっているか否かと対象物が何であるかの口述回答によって対象物への認識を確認する.ただし描画技術の著しい発達過程にあり,描画技術の個人差も大きい幼児を対象とするため,ぬった色についての調査においてはぬり方によって対象の選別を行う.

2-3. 事前調査

ぬり絵に描かれている調理品を含む複数の食品と食器についてそれぞれの名称と色についての調査を行った. 調査協力者は, 中学生以上男女各 15 名計 30 名で平均年齢 34.3 歳(SD=18.15)であった.

2-3-1. 名称について

調査協力者にはぬり絵をみてそれぞれの名称を答えてもらい, 描かれている品目名称を確認した. 品目名称を図 2 に示す.

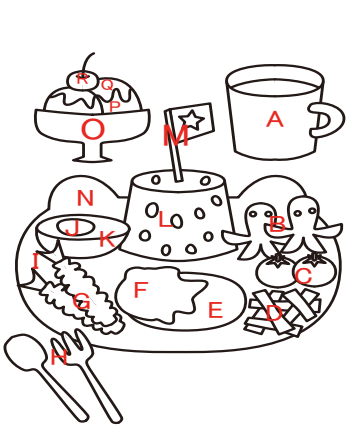


図 2 ぬり絵に描かれたものの名称

2-3-2. 色について

ぬられている色を確認する対象物の検討を行った. 結果, 1)旗･食器･アイス･飲み物･ライス･ハンバーグソースについては選択され得る色の範囲が広い 2)ゆで卵の白身はぬり絵を印刷する用紙と同じ白色であるためにぬる必要がないと判断される可能性が高い 3)さくらんぼは調査実施時期には入手困難である, の理由からタコの形状のウインナー･プチトマト･フライドポテト･ハンバーグ･海老フライの身の部分･海老の尾･ゆで卵の黄身の 6 品目 7 名称についての色を確認することにし, 伴って名称回答を確認する対象も同様とした.

各品目についてそのものの色とは色刺激で使用するサクラクレパス 16 色のどの色にあたるかを明らかにするために, 調査協力者にはさらに 1)適切な色を確認する食品 6 品目についてそれぞれ担当を決めて調理を行い, 2)日本色研究事業株式会社発行の新配色カード 199a を用いて調理した食品の色と同じと思われる色を目測によって確認し, 確認できた PCCS 値を記録してもらった. この時, 食品の部位によって色合いが異なって見える場合には色票と照らし最も一致すると思われる番号を記入することとした. 計測された PCCS 値をマンセル値に換算したものをサクラクレパス太巻き 16 色のマンセル値と比較し, さらに 6 品目の食品を担当調理した調査協力者の意見を聞いて, サクラクレパス太巻き 16 色における適切な色を決定することにした. 6 品目 7 名称についてサクラクレパスを用いた場合に適切であると選択した色を表 1 に示す.

表 1 6 品目 7 名称に適切な色

品目もしくは名称	適切な色		
B.タコの形状のウインナー	赤	橙	焦茶
C.プチトマト	赤	橙	黄
D.フライドポテト	黄	黄土	
E.ハンバーグ	焦茶	茶	肌
G.海老フライの身の部分	肌	黄土	黄
I.海老の尾	赤	橙	
J.ゆで卵の黄身	黄	橙	赤

2-4. 結果

2-4-1. 名称回答

6 品目 7 名称についての名称回答結果を表 2 に示す.

表 2 6 品目 7 名称についての名称回答結果

品目もしくは名称	回答できた割合
B.タコの形状のウインナー	37
C.プチトマト	16
D.フライドポテト	35
E.ハンバーグ	73
G.海老フライの身の部分	82
I.海老の尾	39
J.ゆで卵の黄身	3

(表示は%)

B. タコの形状のウインナーについてはタコの形のウインナーという意味合いであれば同義, C. プチトマトについてはミニトマトも同義, D. フライドポテトについてはポテトで同義, G. 海老フライの身の部分は海老フライで同義, I. 海老の尾については海老の尻尾で同義として回答できた割合を算出した. 回答できた割合が低い B. タコの形状のウインナー, C. プチトマト, D. フライドポテト, I. 海老の尾, J. ゆで卵の黄身についてはさらに回答内訳を確認した. B. タコの形状のウインナーの名称回答内訳を表 3 に示す.

表 3　B. タコの形状のウインナーの名称回答内訳

	タコウインナー	タコ	ウインナー	ソーセージ	無回答/わからない	そのほか
年少児	8	12	1	1	7	1
年中児	9	15	5	0	1	0
年長児	13	10	5	0	0	2
小学1年児	14	7	5	2	2	0
合計	44	44	16	3	10	3

（単位は人）

年少児および年中児の回答ではタコが最も多いが, 学齢が上がるにしたがってタコウインナーおよびウインナーの回答が増加する. C. プチトマトの名称回答内訳を表 4 に示す.

表 4　C. プチトマトの名称回答内訳

	プチトマト/ミニトマト	トマト	無回答/わからない	そのほか
年少児	2	19	5	4
年中児	3	19	2	6
年長児	5	18	0	7
小学1年児	9	17	0	4
合計	19	73	7	21

（単位は人）

年少児から小学１年児にかけてトマトの回答が最も多いが, 学齢が上がるにしたがって極微減した. 一方, プチトマトもしくはミニトマトは学年が上がるにしたがって増加した. その他の名称は, 柿･みかん･りんご･オレンジ･金柑, と球状の果物名が並んだ. D. フライドポテトについての名称回答内訳を表 5 に示す.

表 5　D. フライドポテトの名称回答内訳

	ポテト	チーズ	無回答/わからない	そのほか
年少児	5	5	10	10
年中児	7	8	5	10
年長児	10	6	5	9
小学1年児	20	2	1	7
合計	42	21	21	36

（単位は人）

年少児ではポテトとチーズの回答が同数で無回答/わからないとそのほかの回答が上回っていたが, 学齢が上がるにしたがってポテトの回答が増えて小学１年児では最も多くなった. I. 海老の尾の名称回答内訳を表 6 に示す.

表 6　I. 海老の尾の名称回答内訳

	海老のしっぽ	食べられないところ	骨	無回答/わからない	そのほか
年少児	1	1	7	12	9
年中児	10	6	0	10	4
年長児	13	3	0	10	4
小学1年児	23	0	0	6	1
合計	47	10	7	38	18

（単位は人）

年少児では骨･食べられないところと自分なりの印象を回答するものがみられるが, 学齢が上がるにしたがって海老の尾とする回答数が増加し, 小学１年児では 7 割を超えて回答した. 無回答/わからないとした対象者は, 質問時に海老フライの尾を指さされても海老フライという１品目の部分について質問されていることを理解できなかった様子がみてとれた. J. ゆで卵の黄身の名称回答内訳を表 7 に示す.

表 7　J. ゆで卵の黄身の名称回答内訳

	卵	ゆで卵	卵の中身/卵の中/卵の真ん中	黄身	ゆで卵黄身	無回答/わからない	そのほか
年少児	16	0	2	0	0	9	3
年中児	18	0	2	7	1	1	1
年長児	23	0	0	7	2	0	0
小学1年児	10	3	2	14	0	0	1
合計	67	3	6	28	3	10	5

（単位は人）

ゆで卵であると回答した数は, 年中児で１, 年長児で２, 小学１年児で３と少なかった. 卵の黄身部分と白身部分をそれぞれ指差して質問したが, どちらも卵と答える場合, 先に卵と答えるともう片方は無回答になる場合, が年少児から年長児には多かった. 黄身と回答した割合は年少児では 0 であったが学齢が上がるにしたがって増加し, 小学１年児では半数近くが回答した.

確認する対象とした 6 品目 7 名称とは別に, 名称回答結果において 1) 事前に想定していた名称を回答した割合が低かった L. ライス, 2) 形の認識や品目名の理解に特徴がみられた N. ランチプレート, 3) 状況や大きさの把握に特徴がみられた R. さくらんぼ, についても名称回答内訳を提示する. L. ライスの回答結果内訳を表 8 に示す.

表 8　L. ライスの名称回答内訳

	ご飯	チャーハン	ピラフ	プリン	ゼリー	無回答/わからない	そのほか
年少児	3	3	0	11	2	9	2
年中児	3	4	2	2	3	8	8
年長児	3	3	2	5	4	5	8
小学1年児	3	2	2	1	1	5	15
合計	13	12	6	12	10	27	33

（単位は人）

年少児の回答ではご飯･チャーハン･ピラフといったご飯類よりもプリン･ゼリーといったデザート類の回答が多い特徴があるが, 学齢が上がるにしたがってご飯類の回答数が増加する. そのほかの回答は, チキンライス･ケチャップライス･カレーピラフなど具体的な回答が多数を占めた. N. ランチプレートの回答結果内訳を表 9 に示す.

表 9　N. ランチプレートの名称回答内訳

	お皿/皿	くまの皿	かえるの皿/かえるプレート	食器	うつわ	無回答/わからない	そのほか
年少児	6	4	0	0	0	17	3
年中児	11	2	0	5	0	12	0
年長児	12	3	1	1	3	10	0
小学1年児	1	3	5	8	4	9	0
合計	30	12	6	14	7	48	3

（単位は人）

お皿･くまの皿･かえるの皿/かえるプレートと皿でも 3

通りの回答が存在し,加えて年少女児１名はうさぎの皿と回答した.かえるの皿/かえるプレートの回答は年少･年中児ではみられなかったものの学齢が上がるにしたがって増加して小学１年児では対象者の６人に１人が回答し,くまの皿の回答は学齢が上がると微減少した. R.さくらんぼの回答結果内訳を表 10 に示す.

表 10　R.さくらんぼの名称回答内訳

	さくらんぼ/チェリー	みかん	りんご	無回答/わからない	そのほか
年少児	14	2	4	8	2
年中児	30	0	0	0	0
年長児	28	0	2	0	0
小学1年児	29	0	0	1	0
合計	101	2	6	9	2

（単位は人）

年少児においては,みかん･りんご,そのほかの回答において金柑･柿の回答がみられるが,学齢が上がるにしたがって減少し,小学１年児においては１人を除いてさくらんぼ/チェリーと回答した.

2-4-2. ぬり方の選別

ぬり絵において個別の品目が描かれていることが理解できており,その物の色をぬろうとしている段階に達しているものを色についての調査対象とした.該当しない段階のものは,色をぬることができていないものとして扱った.当段階には年少児の約 37%,年中児の 90%,年長児の約 93%,小学１年児の約 97%,全対象者の 81%が該当した.

2-4-3. 適切な色をぬった割合

事前調査で決定した６品目７名称に適切な色を実際にぬった割合を表 11 に示す.

表 11　６品目７名称に適切な色をぬった割合

品目もしくは名称	回答できた割合
B.タコの形状のウインナー	37
C.プチトマト	16
D.フライドポテト	35
E.ハンバーグ	73
G.海老フライの身の部分	82
I.海老の尾	39
J.ゆで卵の黄身	3

（表示は%）

B.タコの形状のウインナーはわずかに過半数を割ったが,そのほかについては過半数を超えた対象者が適切な色をぬった結果となった.C.プチトマト,G.海老フライの身の部分と I.海老の尾については,ぬり分けた内訳も合わせて提示する.C.プチトマトのぬり分け内訳を表 12 に示す.

表 12　C.プチトマトのぬり分け内訳

	適切な色のぬりわけの詳細		
	へたを実とぬり分けた	へたと実のぬり分けなし	合計
年少児	20	47	67
年中児	50	43	93
年長児	67	23	90
小学1年児	67	33	90
全体	51	37	88

（表示は%）

プチトマトのへたと実をぬり分けた割合は学齢が上がるにしたがって増加しているが年少児から年中児の増加率に比べ年中児から小学１年児の３学齢間での増加率は小さく,小学１年児においても対象者の 33%がへたと実をぬり分けていない. G.海老フライの身の部分と I.海老の尾のぬり分け内訳を表 13 に示す.

表 13

G.海老フライの身の部分と I.海老の尾のぬり分け内訳

	G.とIをぬり分け	G.とIをぬり分けていないが適切な色をぬった		合計
	それぞれに適切色をぬった	G.海老フライの身の部分	I.海老の尾	
年少児	13	20	10	43
年中児	50	17	10	77
年長児	73	20	3	96
小学1年児	60	10	13	83
全体	49	17	9	75

（表示は%）

I.海老の尾を適切な色な色でぬっている割合がどの学齢においても低いが,G.海老フライの身の部分と I.海老の尾のぬり分けをしてそれぞれに適切な色をぬった割合は年少児に比較して年中児以上は大幅に増加している.

2-4-4. 6 品目 7 名称についての名称回答とぬった色の関係について

６品目７名称について名称回答とぬった色についてスピアマンの順位相関係数を用いて相関係数を算出したうえで学齢毎に名称回答と適切な色をぬった対象者数をグラフで表示した.なお,相関係数を算出する際にぬった色の置き換え方として適切な色は 2,適切な色に加えて他の色を使用していれば１,そのほかは 0,とし全ての相関係数算出時に同様に行う.

B.タコの形状のウインナー

名称回答結果において,そのほかは 0,タコは 1,ウインナー･ソーセージは 2,タコウインナーは 3,と置き換えて相関係数を算出した結果,相関係数は 0.078 であった.さらに名称回答結果において,そのほかは 0,タコは１,ウインナー･ソーセージ･タコウインナーは 2 と置き換えて再度相関係数を算出した結果,相関係数は 0.101 であった.名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 3 に示す.なお,タコウインナーとした回答を回答ができた,適切な色でぬった場合を色がぬれた,とした.

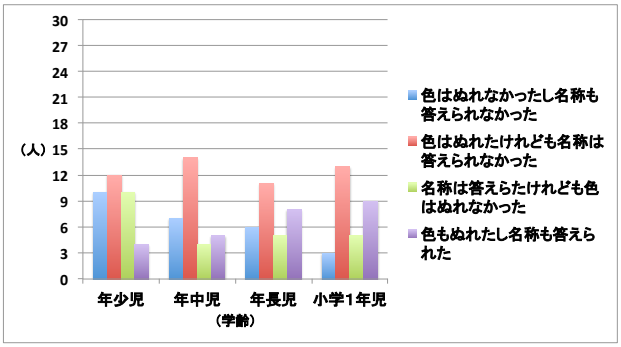


図 3　B. タコの形状のウインナー
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって減少し, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. だが年少児においては, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数よりも, 色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数および名称はこたえられたけれども色はぬれなかったに相当する人数が多かった. また, 年中・年長・小学 1 年においては, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数よりも色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数が多かった.

C. プチトマト

名称回答結果において, そのほかは 0, トマトは 1, プチトマト・ミニトマトは 2, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は 0. 320 であった. さらに名称回答結果において, そのほかは 0, トマト・プチトマト・ミニトマトは 1, と置き換えて再度相関係数を算出した結果, 相関係数は 0. 257 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 4 に示す. なお, プチトマト・ミニトマトとした回答を回答ができた, へたと実をぬり分けてそれぞれを適切な色でぬった場合を色がぬれた, とした.

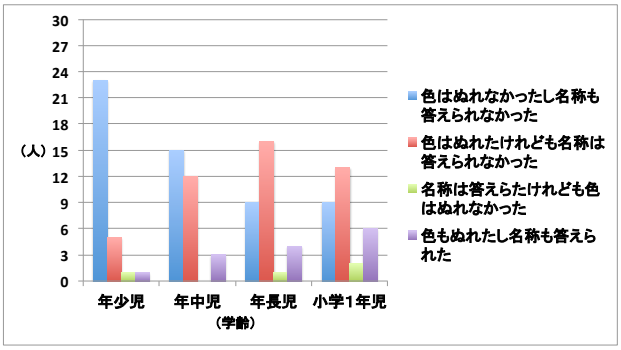


図 4　C. プチトマト
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から年長児にかけての 3 学齢において, 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって減少し, 年長児と小学 1 年児では同数であった. 年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢において, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. だが年少児から小学 1 年児の全学齢において, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数よりも, 色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数が多かった. 加えて年少児・年長児・小学 1 年児においては, 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する対象者が見られた.

D. フライドポテト

名称回答結果において, そのほかは 0, ポテトは 1, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は 0. 468 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 5 に示す. なお, ポテトとした回答を回答ができた, とした.

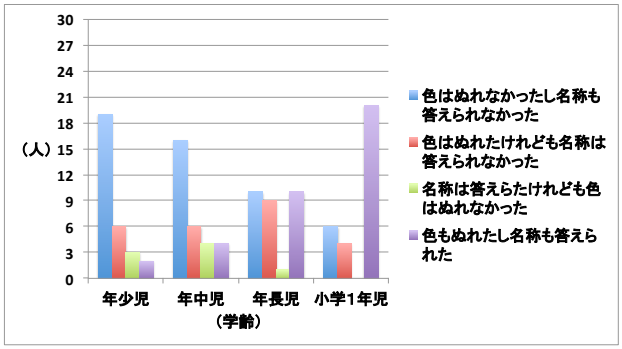


図 5　D. フライドポテト
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は学齢が上がるにしたがって減少し, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. だが年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数は, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数より多かった. 加え名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する人数は, 年少児においては色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数より多く, 年中児・年長児・小学 1 年児においても対象者が見られた.

E. ハンバーグ

名称回答結果において, そのほかは 0, ハンバーグは 1, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は

0. 452 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 6 に示す.

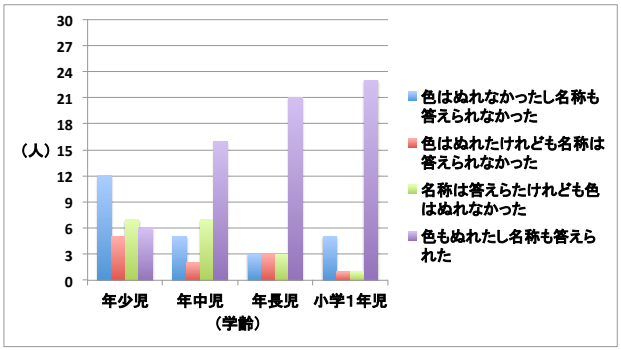


図 6　E. ハンバーグ
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から年長児にかけての 3 学齢において, 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって減少したが, 年長児から小学 1 年児にかけては増加した. 年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. だが年少児においては, 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する人数が, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数より多かった. また, 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する人数, および色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数は年少児から小学 1 年児の 4 学齢すべてにおいて対象者が見られた.

G. 海老フライの身の部分

名称回答結果において, そのほかは 0, 海老·天ぷらは 1, 海老フライは 2, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は 0. 180 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 7 に示す. なお, 海老フライとした回答を回答ができた, G. 海老フライの身の部分と I. 海老の尾をぬり分けてそれぞれを適切な色でぬった場合を色がぬれた, とした.

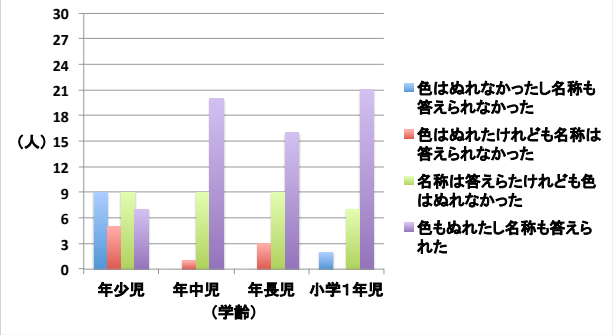


図 7　G. 海老フライの身の部分
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

色もぬれなかったし, 名称も答えられなかったに相当する人数は年少児から年中児にかけて減少して年中児·年長児では対象者が見られなかった, 小学 1 年児では再度対象者が見られた. 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は, 年少児から年中児にかけて増加したのち, 年中児から年長児にかけて減少し, 年長児から小学 1 年児にかけて再度増加した. 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する人数は, 年少児から年長児にかけての 3 学齢で同数を維持したのち, 年長児から小学 1 年児にかけて減少した. 色はぬれたけれど名称は答えられなかったに相当する人数は, 年少児から年中児にかけて減少したのち, 年中児から年長児にかけて増加し, 小学 1 年児では対象者が見られなかった.

I. 海老の尾

名称回答結果において, そのほかは 0, 骨·からは 1, 食べられないところは 2, 海老のしっぽ·しっぽ·お尻は 3, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は 0. 478 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 8 に示す. なお, 海老のしっぽとした回答を回答ができた, G. 海老フライの身の部分と I. 海老の尾をぬり分けてそれぞれを適切な色でぬった場合を色がぬれた, とした.

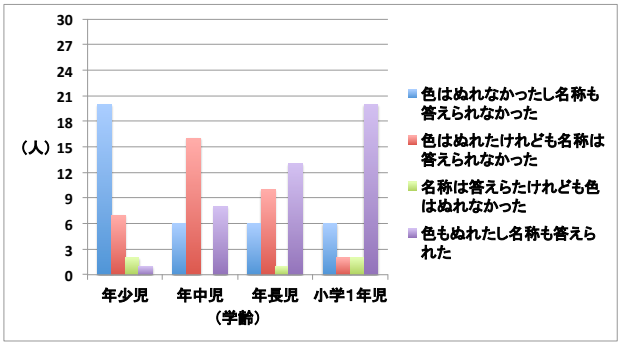


図 8　I. 海老の尾の部分
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は, 年少児から年中児にかけて減少し, 年中児·年長児·小学 1 年児では同数であった. 色はぬれたけれども名称は答えられなかったに相当する人数は, 年少·年中児では色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数より多く, 年長·小学 1 年児でも対象者は見られた. 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する対象者は, 年少·年長·小学 1 年児でみられた.

J. ゆで卵の黄身

名称回答結果において, そのほかは 0, 卵･ゆで卵は 1, 卵の中身･卵の中･卵の真ん中･卵の実は 2, 黄身は 3, ゆで卵の黄身は 4, と置き換えて相関係数を算出した結果, 相関係数は 0.418 であった. さらに名称回答結果において, そのほかは 0, 卵･ゆで卵は 1, 卵の真ん中･卵の中身･卵の中･卵の真ん中･卵の実は 2, 黄身･ゆで卵の黄身は 3, と置き換え, ぬった色の置き換えは前述の通りとして再度相関係数を算出した結果, 相関係数は 0.417 であった. 名称回答とぬった色についての学齢毎の結果を図 9 に示す. なお, ゆで卵の黄身とした回答を回答ができた, とした.

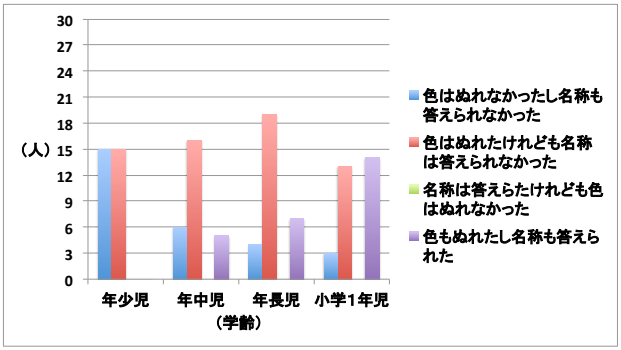


図 9 J. ゆで卵の黄身
名称回答とぬった色についての学齢毎の結果

年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢で, 色もぬれなかったし名称も答えられなかったに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって減少し, 色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数は学齢が上がるのにしたがって増加した. だが, 色はぬれたけれども名称は言えなかったに相当する人数は年少児から年長児にかけて色もぬれたし名称も答えられたに相当する人数より多く, 小学 1 年児でも対象者が見られた. 名称は答えられたけれども色はぬれなかったに相当する人数は, 年少児から小学 1 年児にかけての 4 学齢すべてにおいて対象者が見られなかった.

2-4-5. 2 標本ウイルコクソン検定による分析結果

6 品目 7 名称のうち, 事前に想定していた名称を回答した割合が低かった D. フライドポテト, L. ライス, について学齢を一要因として名称回答について 2 標本ウイルコクソン分析を行った.

D. フライドポテト

名称回答結果において, ポテトは 2, チーズ･チーズフライは 1, そのほかは 0, に置き換えて分析を行った. 算出された各学齢間の有意確率を表 14 に示す.

表 14 D. フライドポテト
2 標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.094
年少児-年長児	0.027
年少児-小学1年児	0.000
年中児-年長児	0.545
年中児-小学1年児	0.007
年長児-小学1年児	0.030

年少児と年中児では $w= 347.5, p= 0.094$ となり, 有意差は認められなかった. 年少児と年長児では $w= 312.5, p= 0.027$ となり, 5%水準で有意差が認められた. 年少児と小学 1 年児では $w= 212.5, p= 0.000$ となり, 0.1%水準で有意差が認められた. 年中児と年長児では $w= 411.0, p= 0.545$ となり, 有意差は認められなかった. 年中児と小学 1 年児では $w= 282.0, p= 0.007$ となり, 1 %水準で有意差が認められた. 年長児と小学 1 年児では $w= 315.0, p= 0.030$ となり, 5%水準で有意差が認められた.

L. ライス

名称回答結果において, オムライス･ケチャップごはんチキンライス･カレーピラフ･豆ご飯などをご飯類とし, ご飯類の回答は 2, プリン･ゼリーの回答は 1, そのほかの回答は 0, に置き換えて分析を行った. 算出された各学齢間の有意確率を表 15 に示す.

表 15 L. ライス
2 標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.041
年少児-年長児	0.053
年少児-小学1年児	0
年中児-年長児	0.816
年中児-小学1年児	0.088
年長児-小学1年児	0.042

年少児と年中児では $w= 319.0, p= 0.041$ となり, 5%水準で有意差が認められた. 年少児と年長児では $w= 326.0, p= 0.053$ となり, 有意差は認められなかった. 年少児と小学 1 年児では $w= 216.5, p= 0.000$ となり, 0.1%水準で有意差が認められた. 年中児と年長児では $w= 465.0, p= 0.816$ となり, 有意差は認められなかった. 年中児と小学 1 年児では $w= 352.0, p= 0.088$ となり, 有意差は認められなかった. 年長児と小学 1 年児では $w= 330.5, p= 0.042$ となり, 5%水準で有意差が認められた.

6 品目 7 名称のうち, 名称回答の正答率が低く名称回答とぬった色との相関係数が比較的高い割合であった, I. 海老の尾, と J. ゆで卵の黄身, について学齢を一要因として名称回答およびぬった色について 2 標本ウ

イルコクソン分析を行った.

I.海老の尾の名称回答についての分析

名称回答結果において,海老のシッポの回答は 3,食べないところの回答は2,骨･お尻の回答は1,そのほかの回答は 0,に置き換えて分析を行った.算出された各学齢間の有意確率を表16に示す.

表16 I.海老の尾の名称回答結果について

2標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.016
年少児-年長児	0.013
年少児-小学1年児	0.000
年中児-年長児	0.704
年中児-小学1年児	0.003
年長児-小学1年児	0.013

年少児と年中児では $w= 301.0, p= 0.016$ となり,5%水準で有意差が認められた.年少児と年長児では $w= 298.0, p= 0.013$ となり, 5%水準で有意差が認められた.年少児と小学1年児では $w= 141.0, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年中児と年長児では $w= 426.0, p= 0.704$ となり,有意差は認められなかった.年中児と小学1年児では $w= 269.0, p= 0.003$ となり, 5%水準で有意差が認められた.年長児と小学1年児では $w= 303.5, p= 0.013$ となり,5%水準で有意差が認められた.

I.海老の尾にぬった色についての分析

ぬった色において,適切な色は2, 適切な色に加えて他の色を使用していれば 1,そのほかは 0,と置き換えて分析を行った.算出された各学齢間の有意確率を表17に示す.

表17 I.海老の尾にぬった色について

2標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.022
年少児-年長児	0.000
年少児-小学1年児	0.000
年中児-年長児	0.205
年中児-小学1年児	0.125
年長児-小学1年児	0.961

年少児と年中児では $w= 307.5, p= 0.022$ となり,5%水準で有意差が認められた.年少児と年長児では $w= 236.5, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年少児と小学1児では $w= 201.0, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年中と年長児では $w= 379.5, p= 0.205$ となり,有意差は認められなかった.年中児と小学1年児では $w= 363.0, p= 0.125$ となり,有意差は認められなかった.年長児と小学1年児では $w= 447.0, p= 0.961$ となり,有意差は認められなかった.

G.ゆで卵の黄身の名称回答結果についての分析

名称回答結果において,ゆで卵の黄身の回答は 5,黄身の回答は 4,卵の中身･卵の中･卵の真ん中の回答は 3,ゆで卵を 2,卵を1,そのほかの回答は 0,に置き換えて分析を行った.算出された各学齢間の有意確率を表 18に示す.

表18 G.ゆで卵の黄身の名称回答結果について

2標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.000
年少児-年長児	0.000
年少児-小学1年児	0.000
年中児-年長児	0.857
年中児-小学1年児	0.037
年長児-小学1年児	0.014

年少児と年中児では $w= 230.0, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年少児と年長児では $w= 230.0, p= 0.000$ となり, 0.1%水準で有意差が認められた.年少児と小学1年児では $w= 118.0, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年中児と年長児では $w= 460.5, p= 0.857$ となり,有意差は認められなかった.年中児と小学1年児では $w= 320.0, p= 0.037$ となり, 5%水準で有意差が認められた.年長児と小学1年児では $w= 301.5, p= 0.014$ となり, 1%水準で有意差が認められた.

G.ゆで卵の黄身にぬった色についての分析

ぬった色において,適切な色は2, 適切な色に加えて他の色を使用していれば 1,そのほかは 0,と置き換えて分析を行った. 算出された各学齢間の有意確率を表19に示す.

表19 G.ゆで卵の黄身にぬった色について

2標本ウイルコクソン分析による各学齢間の有意確率

学齢間	有意確率
年少児-年中児	0.016
年少児-年長児	0.003
年少児-小学1年児	0.001
年中児-年長児	0.499
年中児-小学1年児	0.288
年長児-小学1年児	0.7

年少児と年中児では $w= 315.0, p= 0.016$ となり,5%水準で有意差が認められた.年少児と年長児では $w= 224.5, p= 0.003$ となり,1%水準で有意差が認められた.年少児と小学1年児では $w= 270.0, p= 0.000$ となり,0.1%水準で有意差が認められた.年中児と年長児

では $w=220.0, p=0.499$ となり,有意差は認められなかった.年中児と小学1年児では $w=405.0, p=0.288$ となり,有意差は認められなかった.年長児と小学1年児では $w=435.0, p=0.700$ となり,有意差は認められなかった.

3. 考察

事前に想定していた名称と異なる名称回答も見られる結果となり,適切な色の判断が難しいところもあった.B.タコの形状のウインナーの名称回答について年少では見た目でタコと答える回答数が最も多く,学齢が上がるにしたがって対象物の物質名であるウインナー·ソーセージと答える回答数が一度増加してから,最終段階として形状名と物質名を合わせたタコウインナーの回答に移行した.C.プチトマトの年少児の名称回答でみかん·りんご·柿·金柑が見られ,形状には注目するが大きさや食べる際の形状や食べ方には注意が向いていない様子が見てとれた.D.フライドポテトは,調査前に想定していた名称を回答した数が全対象者の約35%と大変低かった.フライドポテトは楕円形もしくは球状に近いジャガイモを短冊切りにして揚げた品目で厚さがあって直方体に近い形状であるため, 平たい長方形のイラストから想起できなかったと思われる.G.海老フライの身の部分で海老フライの回答は年少児ですでに半数を超え,年長児では 9 割を超えて回答されており,海老フライという品目名が早い段階で認識されていた.I.海老の尾は,年少児ではわからないに次いで骨という回答が多く,身とは違って固い部分と感じている様子がみてとれる.学齢が上がるにしたがって食べられないところという認識が進み,海老のしっぽと答えられるようになると食べられないところという回答がみられなくなり,食べられないところは海老のしっぽであると理解されるに至った.J.ゆで卵の黄身のように,卵であることはわかっていても部分の名称がわからないため卵と答える割合が高く,またランチプレートの上に半分に切って置けるはゆで卵だからと判断するのは就学後だがそれでも25%程度だった.L.ライスの名称回答は, 1 枚のぬり絵のなかにアイスクリームがデザート用の器に盛ったイラストが描かれ,さらに旗がついた楊枝が飾られているにも関わらず低学齢は円すい台の形からプリン·ゼリーを答えており,状況や性質よりも形で物質を判断する傾向にある.N.ランチプレートは形状からくまの皿·かえるの皿と動物の形をみたてた回答が見られた.低学齢ではくまが多く,学齢が上がるとかえるが増えた. 上部の 2 つの曲線部分は,くまなら耳,かえるなら目であり,くまの耳は半円を傾けた形状で,かえるの耳は楕円に近い半円を垂直に置いた形状となる.顔の形状もくまが円形で耳と耳の間は緩やかな山形の曲線状になるのに対してかえるの顔は楕円で目と目の間はほぼ直線になり,ランチプレートの形をあえて言えばかえるである.低学齢でくまが多い理由として乳幼児期の衣服ブランドのキャラクターやぬいぐるみにくまのモチーフが多いことが関係しているように思う.R.さくらんぼの回答では,低学齢でみかん·りんごがみられた.ともにさくらんぼと同じ丸い形状ではあるが,どちらも丸いままでデザートの上にのせることのない果物であり,大きさも2盛りのアイスクリームにのせるには大きすぎた.

4. 結論

日常的に目につき日常的に会話にのぼるものは名称も色も形も早い段階で把握しており,何であるかの判断ができており,日常生活で身近にあるものはそのものが何とわからない場合でもそのものの色と形を把握できている場合が多く,そのものが何であるかを認識する段階よりもそのものの色や形を把握している段階のほうが早い時期であると示唆された.加えて形が好ましいものや親しんでいるものの形状である時には好ましいものや親しいものであると捉えたり,形状が類似しているものを多く見慣れている場合については詳細部分に注意が向くことなく知っているものから選択してそのものであると捉えたりするが,その後の学習経験で情報を調整してより適切なものに変更することができることも示唆された. また,低学齢から高学齢にかけての認識の移行は順序よく移行していくのではなく,獲得までの経過として,わからないと感じたり,そのものの特徴や要素を表す言葉を名称として用いたりして試行錯誤の時期を経て移行していくことも示唆された.

5.参考文献

[1]A.Portmann 高木正孝訳 (1961)「人間はどこまで動物か−新しい人間像のために」岩波新書

[2]G.H.Luqet 須賀哲生訳 (1979)「子どもの絵」金子書房

[3] R.Kellog 深田尚彦訳(1971)「児童画の発達過程 なぐり描きからピクチュアへ」黎明書房

[4]V.Lowenfeld(1956) 勝見勝訳「子どもの絵」白揚社

[5]J.Piaget&B.Inhelder 久米博·岸田秀訳(1968)「心像の発達心理学」国土社

[6]井出則夫(1975)「新編·幼児期の美術教育」詩文堂新光社

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

音楽鑑賞教育における前向きな学びの可能性
Possibility of Forward Learning of about Education of Appreciate of Music

杉澤千里‡
Chisato sugisawa,
†富士市立富士南小学校, ‡
Fuji City Fuji Minami Elementary School
chisato.0169.@gmail.com

Abstract
The purpose of this study was to investigated how much elementary school pupils understood the musics about them each other. Then I tried to find out how they appreciated the music, asking them what they felt. And I showed them about the apparent characteristics of music. The result showed that the more the apparent characteristics of music increased, the more the pupils tried to talk of it with each other. I am sure that these results show that they come to appreciate music more deeply .

Keywords — Apparent Characteristics of Music Appreciate of Music, Forward Learning

１．はじめに

音楽鑑賞の授業の際に，子どもたちに楽曲を聴かせ，感想を発言するようはたらき掛けると，思い浮かべた情景や曲を聴いての印象，曲を聴いて湧き上がってくる感情等を答えることが多い。このように，音楽鑑賞活動は，子どもたちの心情面に少なからず影響を与えているといえる。一方でこのような子どもたちの発言の多くは，根拠となる楽曲の特徴を捉えているわけではないために，単発的で，その場限りの発言が多く，「鑑賞の授業としての学びの視点が曖昧である。」「子ども同士の学び合いにつながらないために，表面的な理解にとどまる。」といった問題点がある。

このような，鑑賞授業における課題を解決するためには，子どもたちが，「楽曲に直接表れている特徴」という共通の視点を持ち，理由や根拠を明らかにして話し合うことが必要ではないかと考える。例えば，「急にテンポが速くなって強い音が出てきたから，恐ろしい感じがした。」という子どもの発言につなげる形で「その後，ゆっくりでだんだん音が弱くなったので，平和が戻ったように思った。」と発言する子どもがいたとしたら，子どもたちの中にその楽曲に対する共通の理解が生まれる。このように，強弱や，速さといったどの子どもにも明らかに聴き取ることができる音楽的要素を軸にして話し合いを行うことが，子どもたちに，楽曲に対するより深い理解を促すのではないかと思われる。

２．美術分野における対話型鑑賞法（ＶＴＳ）について

対話型鑑賞法とは，1980 年代半ばにアメリカのニューヨーク近代美術館で子ども用に開発された美術の鑑賞法であり，日本でも 2000 年前後から教育普及プログラムの一環として学校教育現場などでも取り入れられてきている。その方法としては，一枚の絵を大きめに投影し、10 名から 15 名程度を相手にナビゲーターが一人一人次のような問いかけを行う

> この作品の中でどんな出来事が起きているでしょうか。
> 作品のどこからそう思いましたか。
> もっと発見はありますか。

これにより「ひとりひとり見ている場所も，そこを見て気付くことも，その気付きを表現する言い方も違ってかまわない。むしろ違った方がよい。」場ができる。対話的型鑑賞法ではそういう場が，成立したケース，不成功に終わったケース，を分ける 1 つの基準として，はじめは作品の表面的な特徴についての単発的な発言が多いが，発言が進むに従って徐々に，相互に関連した発言が出る。また，作品に込められた意味や作者が伝えようとした意図に迫ろうとする発言に変わることが，挙げられている。

このように，対話型鑑賞法では表面的な特徴についての単発的な発言から，相互に関連した発言に変わることが可能になるとされている。このためには、ナビゲーターによる調節が必要となるが，学校の授業ではその役割を担うのが教師であろう。

３．対話型鑑賞法（ＶＴＳ）における課題と

前向きな学びの可能性

一方で，（ＶＴＳ）は，協調的学習の視点が弱いという課題も指摘されている。

確かにＶＴＳにおけるナビゲーターの質問は，子どもたちに作品から受ける印象とその根拠についての気付きを促す。また，他の子どもの意見を聞くことで自分の意見を発展させることができる。しかし，ナビゲーターである教師が，順番に子どもたちに質問を繰り返すために，子どもたちの自由な発話が阻害される可能性を含んでいる。

対話を使った学習とは，子ども達と教師，あるいは子どもたち同士の協調によって成り立ち，その協調学習であるが故に高い学習効果を期待できる。遠山・益川は「一人では解けなかった問題も、人と話し合っているうちに解けるようになったり解くためのヒントを得られたりすることがある。これは，必ずしも相手が答えを知っている場合だけでなく，最初は未知でも自分たちの既有知識や推論を働かせて『そういえば』と話し合っているうちに答えが見えてくる場合が含まれる。このような『最初は解けると思っていなかった問題をいつの間にか解けるようになるプロセス』を『前向きな対話』と読んでいる。」としている。

では，前向きな対話を生む前向きな学びとはどのようなものであろうか。白水は「前向きアプローチ」として，「既存の教育目標に対し，子どもの『今できること』『わかること』を出発点に教育現場がより良い教え方を探し，必要な場合は目標自体を，随時修正する。子どもが目標を超えて学ぶ姿を見せれば，それに合わせて目標を高く設定し直すことを行う。」と定義している。また，このような前向きな授業の特徴として次の４つを挙げている。１）子どもも先生も研究者も未知の可能性を信じて，目前の困難を乗り越えようとする。２）「それで上手くいく」いう保証がない分、子どもをよく見ようとするため，学習者中心の授業デザインになりやすい。３）先生が主体的に全ての活動に意味を求めるようになるため，子どもとの間にも共通理解が形成されやすく，結果として子どもが自分でやっていることや，学んでいることの意味を了解しやすくなる。４）「ゴールにたどり着かせること」だけが目的ではないので，先生も子供も次のゴールを見つけやすい。

今まで，このような前向きな学びに関する研究は，算数，理科といった教科の問題解決場面に見られることが多かった。しかし，目標となるゴールがはっきりと見えにくい芸術の授業でこそ，『学びのゴールがそこに近づいたら、次のゴールを探す』という『前向きなアプローチ』に適しているのではないかと考える。

そして，このような前向きな学びを促進する対話を生み出すためには，「子どもたちが『もっと知りたい』といった，話し合いの動機付けを高めるような視点を持つこと。」「教師は対話を方向付けるのではなく，子どもたちの自発的な対話を促すことに徹すること。」が大切であると考える。また，子どもたちが根拠を明らかにしながら仲間と共に話し合うことによって，「作品から直感的に感じる印象」といった素朴概念から脱却し，より深い楽曲理解を促す新しい概念を作りあげていくことに，本研究における認知科学的意義を見出したいと考えた。

４．顕在的属性と潜在的属性

吉村は，美術作品の鑑賞において，「いきなり感情やイメージといった潜在的属性を生むのではなく，まず，作品に現れている色や筆遣い，形や配置という顕在的な属性を捉えるプロセスから始まる。なぜなら、注意深い観察とそれを意識化して言語表現する能力のトレーニングに役立つ共に，友達や先生と作品に対する受け止め方や，感じ方を共有する根拠を得られることになるからである。あるいは，逆に先生や多くの友達と受け止め方が違った場合，他の人達が何を根拠にそう感じたのか理解することで自分の注意点のユニークさを知ることになる。また，顕在的属性は単独で用いられることはなく，『顕在的特性＋潜在的特性』の形を取るのが一般的である。」としている。

音楽鑑賞教育に上記の２つの属性を当てはめるとしたら，「顕在的属性」とは学習指導要領でいう「音楽を形作っている要素や音楽の仕組み」のことで，具体的には，「音色，リズム，速度，旋律，強弱，フレーズ，音の重なり，音階，調，和声，拍の流れ，反復，問いと答え，変化」のことであり，「潜在的属性」とは学習指導要領でいう「音楽を聴いて心に描いた情景，様子，気持ちなど想像したこと、感じたこと」などであり，具体的には，「情景」「曲想」「感情表現」のことであるといえる。

このことから考えるに，音楽鑑賞授業の際には，「音楽を形作っている要素や音楽の仕組み」といった，子どもたちが音楽を耳にして共通に聴き取ることのできる項目を根拠として，そのことについて注意深く話し合うことを通して，曲から受ける印象や気持ち，思い浮かべる情景へと理解を深めていけるのではないかと

考えた。

５．仮説

音楽鑑賞の授業において,楽曲の「顕在的属性」に視点を当てて話し合う形での対話型鑑賞法を取り入れることで，子どもたちのより深い楽曲理解を生むことができる。そしてそれは，教師による子供の発話の価値付けや，方向付けによってではなく，教師が子供の発話を単純に繰り返したり発話の根拠を問いただしたりすることで，子供の自発的な気付きを促すことにより促進される。

６．調査方法

６−１.対象児

本学４年生３学級９０名

６−２.実施時期と教材名

(1)平成 27 年 5 月　「パパパの２重唱」
(2)平成 27 年 6 月　「ブラジル」
(3)平成 27 年 9 月　「白鳥」と「美しきロスマリン」
(4)平成 27 年 10 月　「ファランドール」
(5)平成 27 年 12 月　「メヌエット」と「クラリネットポルカ」
(6)平成 28 年 3 月　「山の魔王の宮殿にて」

６− ３.手続き

音楽鑑賞授業において，子どもたちに楽曲を鑑賞させた後，教師が「『気付いたこと」』『思ったこと』『感じたこと』がありますか」と問いかけた。その後，挙手をした子どもたちを教師がランダムに指名し，発言を促した。調査期間は，平成２７年５月より、平成２８年３月までであり、その間に６曲の鑑賞教材について発話内容と発話時間を記録し分析した。

５月、６月の授業では、子どもたちの自由な発言を尊重するために,「音楽を作っている要素や音楽の仕組み」といった顕在的属性について触れず，子ども達の思うままに発言させた。

この場合，子どもたちの発言が滞ってしまったために,教師による誘導的な発話が多くなる傾向にあった。また，学びの視点が曖昧なために，個々の子どもたちの発話に単発的なものが多くなり，子ども同士の学び合いに到らなかった。このような反省のもとに，９月からは，次のような顕在的属性に留意した視点を示したボードを掲示してから，鑑賞するようにした。

音色　リズム　はやさ　強弱　せんりつ 拍の流れ　音の重なり　音の高さ　変化

５月，６月，９月，１０月，１２月,3月，の全ての音楽室での発話を録音し，その後，書面に起こした。そして，発話数の推移と、全部の発話数に対する子どもの発話数の割合について調べた。この場合の発話数とは，一人の人物が発言を始めてから発言を終わるまでを１回とした発話回数のことである。このため，短い単語１語でも１つの発話数とカウントされている。このような課題はあるが，発話数が増えているということは，１つの楽曲に対して，様々な観点からの学びが進んでいる１つの指針となるのではないかと考えられる。また，全発話数に対する教師の発話数の割合が減って子どもの発話数の割合が増えていけば，それだけ子ども同士の相互の意見のつながりが見えたと考えられる。

この後，子どもの発話については，顕在的属性（「音の重なり」「速度」「旋律」「フレーズ」「拍の流れ」「音の重なり」「反復」「変化」）と潜在的属性（「情景」「曲想・心情」）のカテゴリーに分けて,その数を調べた。この際，１回の発話の中に複数のカテゴリーが含まれていたり，顕在的属性と潜在的属性が共に含まれていたりという例が見られたため，発話数ではなく，各カテゴリーの数で分析した。授業の回数を重ねるごとに，楽曲に直接現れている顕在的属性に関する発話が増え，そのことによって子ども同士の発話につながりが見られるようのなるのではないかと考える。

また，このように子ども同士の発話につながりが見られるようになることで，教師が，子どもの発話を価値付けたり，方向付けたりすることが少なくなり，代わりに相槌を打ったり，子どもの発話の単なる繰り返しをしたりということが多くなるのではと考えられる。

そこで，個々の楽曲に関する発話記録をもとに，前向きな学び（白水）が生じているか分析した。この際，それぞれの楽曲の発話記録において，次の①〜④のような前向きな対話の特徴（遠山・益川）が見られたかどうか，評価基準を作って表にまとめた。

（音楽鑑賞場面での前向きな対話の特徴と評価基準）
特徴１　対等な立場で話をしている。
評価基準　誰もが気軽に意見を出しやすい授業の雰囲気ができている。

特徴２　課題遂行役とモニター役が役割交代を繰り返す。
評価基準　前に発言した子どもの言葉を受けて，自分の考えを述べている。

特徴３　探索的な問題解決の過程を共有する。
評価基準　対話を繰り返しながら，楽曲構造への理解や情景・曲想等への理解を深めている。

特徴４　一人ではたどりつけなかった理解を作る。
評価基準　一人では考えつかなかった楽曲理解が生じている。

７．結果

７－１発話時間の推移について

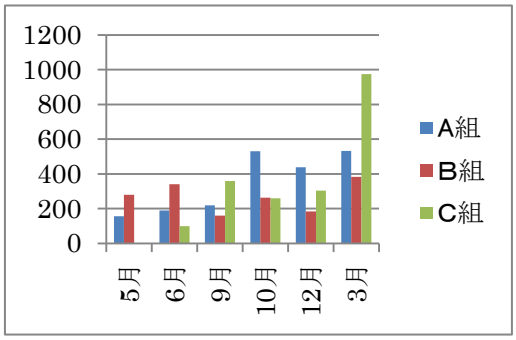


図１　教師と子どもの発話時間の推移

図１は、実際に教師と子どもたちが楽曲について話し合っている総時間を示した物である。C組の５月については時間の記録が取れなかった。

話し合いの前や途中で楽曲を鑑賞する時間を取ったが、その時間は省いてある。A組、C組は，当初発話時間が短かったが，９ 月以降発話時間が延びている。一方、B組は，当初発話時間が長かったが，他の２学級に比べて，発話時間の伸びが見られなかった。

７－２教師と子どもの発話数の推移

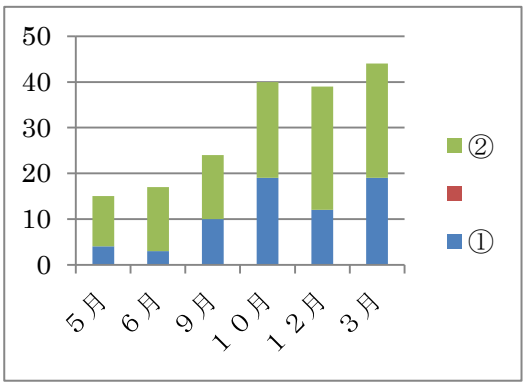


図２　A組の発話数①教師②子ども

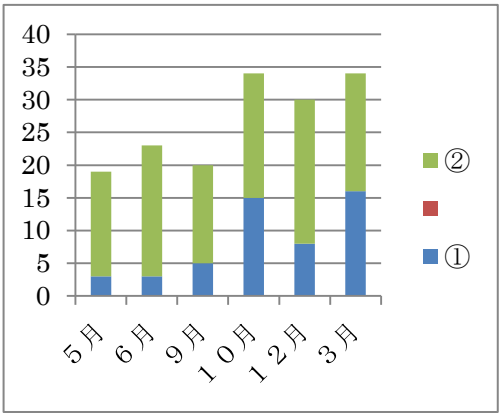


図３　B組の発話数①教師②子ども

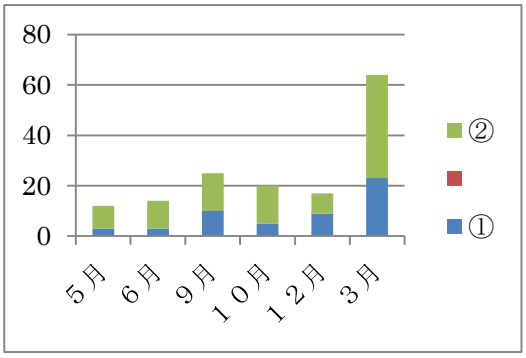


図４　C組の発話数　①教師②子ども

図２～図４はA組、B組、C組の教師と子どもの発話数の月ごとのグラフである。発話数そのものに学級差が見られるものの、全体的に教師の発話数よりも子どもの発話数の方が多い。また、顕在的属性を示してから、鑑賞活動を行った９月以降、発話数が増えている傾向にあることから，教師と子ども，子ども同士，の対話がより活発になってきているといえる。

７－３子どもの発話における属性について

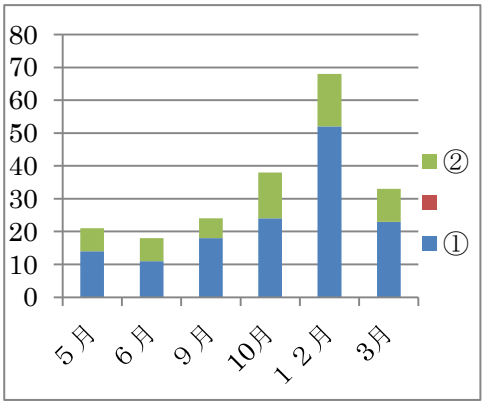


図５　A組①顕在的属性②潜在的属性

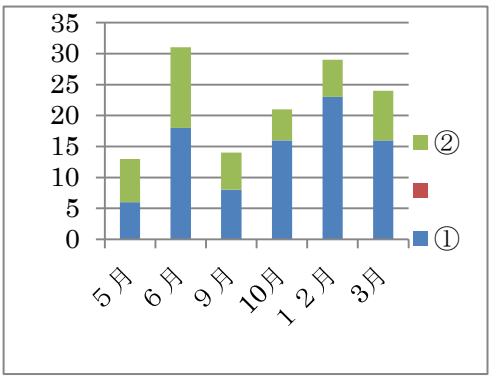


図６　B組①顕在的属性②潜在的属性

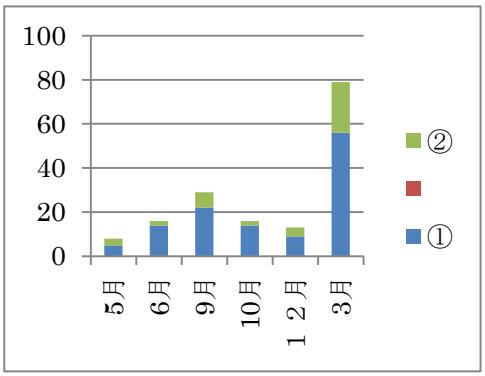


図７C組①顕在的属性②潜在的属性

図４～図６は，子どもたちの発話における顕在的属性と潜在的属性の数を示した物である。９月より顕在的属性の数が増えていることが分かる。また、B組C組の３月においては、顕在的属性だけでなく，潜在的属性も伸びていることから，顕在的属性を踏まえた形での潜在的属性に触れた発言が増えていると考えられる。

また、これは、潜在的な特性の根拠となる顕在的属性を捉えることが，最終的に全ての発話数やカテゴリー数を増やし，これによって，曲想・感情やイメージと行った潜在的な特徴も増えたと思われる。

７－４児童と教師の発話内容の変容

表１）前向きな対話の有無（○×）

①特徴１　②特徴２　③特徴３　④特徴４

月	A組 ① ② ③ ④	B組 ① ② ③④	C組 ① ② ③ ④
5月	○ ○ × ×	○ ○ ××	○ ○ × ×
6月	○ ○ × ×	○ ○ ××	○ × × ×
9月	○ ○ ○ ○	○ ○ ××	○ ○ × ×
10月	○ ○ ○ ×	○ ○ ××	○ ○ × ×
12月	○ ○ ○ ○	○ ○ ××	○ ○ ○ ×
3月	○ ○ ○ ○	○ ○ ××	○ ○ ○ ○

表１より、全ての学級において，５月６月には特徴①、特徴②は見られたが、特徴③特徴④に関してはほとんど見られなかったことがわかる。それが、特にA組，C組で９月以降，特徴③，特徴④に関しては，月を追うごとに顕著に見られるようになった。

それと同時に，月を追うごとに，子どもの，発話数，１つの発話における文字数共に，増えていった。

一方，教師においては，発話数は増えているものの，内容的には，子どもの発言を単純に繰り返したり，確認したり，といった補助的なものに変わっていった。これに伴い，教師の１回の発話における文字数も減る傾向にあった。特にこの傾向は，前向きな発話の多いA組C組に多く見られた。

７－５前向きな対話の特徴が見られるようになった学級の発話内容とその変容

次に，特徴が全て見られるようになったA組と，最後まで特徴３及び特徴４が見られなかったB組の５月と３月の発話内容について表す。発話時間が長いため，発話のまとまりごとに場面を区切り，場面ごとに発話内容を分析した。

Tは教師の発話。Cは子どもの発話，◎は場面ごとの発話内容に関する筆者の見解，※はその時に付随した教師または、子どもの行動，・は周囲の子どものつぶやき，を示している。

４年A組　５月８日　「パパパの２重唱」

（場面１）１回鑑賞した後の感想を子どもが自由に発言する。

Ｔ１：気付いたことを言ってくれる人？

Ｃ１：大きくなったり小さくなったり

Ｃ２：男の人と女の人の声

Ｃ３：パ，パ，みたい

Ｃ４：ほとんど同じことを言っている

◎一人一人の子どもが，強弱の変化や男女の声の違い，気付いたことを発言しているが，それぞれの発言につながりが見えないため，対話が止まってしまう。

（場面２）教師が楽曲に表れている場面を意識した発問を加える。

Ｔ２：お話してる場面なんだけれど、どんなお話の場面だと思う？

Ｃ５：ダンスみたい。

Ｃ６：踊りながら歌っている。

Ｔ３：どんな場面なのだろう。
Ｃ７：ダンス
Ｃ８：結婚式
Ｃ９：結婚したじゃない。パパちゃんと。
◎Ｃ５のダンスを受けて，Ｃ６が「踊りながら歌っている」と発言している。このあとＴ２が「どん場面だろう」と発話したために，Ｃ７～Ｃ９が結婚式の場面を思い浮かべているが，音楽的根拠がないために、子どもたちの発言が止まってしまう。

(場面３）２人の気持ちについて問う。
Ｔ４：では２人はどんな気持ちだと思う。
C10：楽しそう。
C11：楽しくて嬉しい。
◎教師が新たな発問をしたが、C10 の発言にC11 が一言付け加えただけで、深まりのある発話となり得なかった。

この楽曲に関する対話では特徴１、特徴２がわずかに見られたものの、特徴３、特徴４については全く見られなかった。

４年A組　３月４日(金)　「山の魔王の宮殿にて」
（場面１）フレーズに区切れがあり，そのフレーズが反復を繰りしていることに気付く。
Ｔ１： 気が付いたこと、思ったことを教えてください。
Ｃ１：なんか途中で途切れている
Ｔ２：何が切れているの？
Ｃ１：音楽が
Ｃ２：途中でタ，タ，タンというのが多い
Ｃ１：えーとね。音がね。繰り返しをしている。はじめの方。
Ｔ３:なるほどね。今の発言に関連して何か（発言が）ある？関連して何かある人いる？
Ｃ３：Ｃ１さんが言ったことは，最初から最後までだいたい続いている。
Ｔ４:(主題を歌った後)だけが続いているってことね。それで終わっているってことね。
◎Ｃ１が２回３回と発言するにつれて，自らの発言内容を深め,区切れが繰り返しになっていることに気付く。それを受けて，Ｃ３が繰り返しが最初から最後まで続いているとつなげている。この段階の発話において，特徴１～特徴３までが見られたと言える。

（場面２）速さと強弱の変化に気付く
Ｃ４：え～となんだっけ。最後に大きくなる。
Ｔ５：大事だよね。これだよね。
※黒板に f 記号を書く
Ｃ５：Ｃ４が言った大きくなっているところで，一緒でだんだん速くなっている。
Ｔ６：だんだん変わっていることだよね。
Ｃ６：Ｃ５さんに付け足しで音がだんだん大きくなるにつれて，速さもだんだん変わっていく。
Ｔ７：いい言葉聴いたよ。知ってる？これとこれ一緒なんだ。
※大きさと速さをつないで，つれてと黒板に書く。
Ｃ７：音の強さとリズムの速さがだんだん強くなっていく。
Ｔ８：音が大きくっていうのと、強くってというのと両方ってこと？
Ｃ８：強弱が付いている。
Ｔ９：強弱って何？
Ｃ９：最初は小さくて，だんだん最後大きくなっている。
◎Ｃ４が最後に大きくなると発言し、その発言に付け加えたり,発言を言い換えたりしてＣ５，Ｃ６Ｃ７，が強さと同様に速さが変化していくことを述べている。それに加えて，Ｃ８，Ｃ９，が強弱の変化について言及している。この段階において特徴１～特徴４まで全て表れていると言える。

（場面３）同じ旋律を繰り返していながら音色が楽器によって異なることに気付く
C10：全部同じことを弾いているんだけれど，速さと強さが違ってちょっと違う音に聞こえる
T10：全部同じだってことはこれ(繰り返しを指す)があること？いまこれとこれ（強弱と速さ）出たよね。あとこれとこれ(楽器とか速さ)とか？
C11：繰り返されているけれど，楽器がちょっと変わっている。
T11：楽器が変わっている？
C12：えっと，C11 さんと同じで最初の楽器と途中の楽器が変わった。
T12：最初と途中の楽器が違った？最後は？とにかく変わっているってことだね。
・太鼓があった。
C13：C12 とつなげて，同じリズムでも楽器が違う
T13：もう一度聴いてみましょうか。

※再度、視聴する。

◎C10 の「ちょっと違う音に聞こえる」という発言を受けて，T10 がその根拠に強弱，速さ, 楽器, 繰り返し，といった楽曲における顕在的属性を指し示すことで子どもの発言を確認したり、次の発話を促したりしている。C13 の発言は、C10 の同じ旋律でも楽器が違うことで，音色が異なり，曲の印象が変わっていくことを確認している。

（場面４）場面２の速さと強弱の変化を再確認する。

T14：その後何か気付いたことがありますか。
C14：強弱のことなんですけれど、急に強くなったり速くなったりではなく、だんだん強くなる。
T15：こういうイメージ
※黒板にクレッシェンドと書く。

（場面 5）感じ取った曲想を踏まえて，そこから思い浮かべる情景を膨らませる

C14：不気味な感じ
T16：雰囲気だね
C15：不気味でちょっと暗い感じ。
C16：誰かが追いかけている感じ
T17：意見として言ってくれるといいんだけれど
※C２のつぶやきにT17 で答えている。
C２：誰かが追いかけて走っている。
T16：ありがとう
C17：楽しい音楽じゃない。暗いかんじ。ゾンビが追いかけている。ふしぎな音楽。
C18：C18 さんが追いかけってくるって言ったけど，最初は隠れてきてこっそりきているかんじで，最後らへんになると見つかって追いかけてくる。
C19：ゾンビみたいな音楽。
C20：最後に誰か分からないけれど，捕まった感じ。
T17：わかる？
C22：思い浮かべたことで，捕まっていると言ったけれど、焦っている感じ。
◎C14～C22 の対話の中で「不気味で暗い雰囲気の中で、最初は，こっそりきたゾンビに、最後は見つかったことで，追いかけられ捕まってしまった。」というストーリーができあがっている。この過程において，子どもたちはお互いの発話をつなげながら，より深い楽曲理解をし，自分達で新しい楽曲解釈を生み出していると言える。そして，この場面においては、教師は子どもの発言を促したり確認したりしている程度である。

２つの発話記録を比べたところ，２つの記録共に，子どもたちが思ったことを自由に発言し，その発言を受けて他の子どもが発言するということができている。

しかし，「パパパの２重唱」では、子どもたちの発話が，根拠となる音楽的特徴について述べられていいないために，前向きな発話の特徴３，特徴４までは見い出せなかった。

一方で、「山の魔王の宮殿にて」では楽曲構造についての理解を段階的に深めながら，それが醸し出している曲想について，対話を繰り返しながら理解を深めている。そして、最後に、曲から思い浮かべた情景に関する言葉をつなげながら、１つの物語を形作っていることが分かる。このことから、前向きな対話の特徴１～特徴４までの全てが表れていると言える。

４年B組　５月８日「パ、パ、パの２重唱」

（場面１）１回鑑賞した後の感想を子どもが自由に発言する。

Ｔ１：曲を聴いての感想を発表してください。
Ｃ１：言葉が分からなくて変だ。
Ｃ２：パーパー言っている。
Ｃ３：それだけお父さんがいいの。
Ｃ４：英語だから変にきこえる。
Ｃ５：歌詞が重なっているところがある。
Ｔ２：一人じゃないってことだよね。
◎教師が２人で歌っていることを確認している

（場面２）教師の発言を受けて，子どもが男女２人の声で歌われていることに気付く

Ｃ６：弾いたりするの大変そう。
Ｃ７：トランペットがずっと出ていた。
Ｃ８：男の人と女の人がね。英語でいろいろでてきて分からなかった。
Ｃ９：聴いたことがないけれど、愉快な曲
C10：パ，パ，とか言ってきて楽しい曲。
C11：繰り返し言ってきた。
C12：男の人と女の人が面白い言葉を使っていて。
C13：男の人と女の人が一緒に歌を歌っている。
C14：愉快だから踊っている。パ，パ，パって。
◎Ｃ１２の言葉を受けてＣ１３が男の人と女の人が一緒に歌っていること発言している。

（場面３）教師が新たな発問をしたため，個々の子どもたちが思いついたことを発言した

Ｔ３：男の人と女の人が何か一緒に、話をしているって感じがしない
Ｃ15：パパパといっていたから分からなかった。
Ｃ16：パパパっていっていたからパパの悪口かな。
◎教師の曲の情景についての問いかけに対して，子どもたちは自由に発言しているが，子ども同士の発話のつながりが薄く，深い楽曲理解には到らない。前向きな対話の特徴１，２，は，見られるが子ども同士の発話関係性は薄い。

4年B組　3月3日　「山の魔王の宮殿にて」

（場面１）強弱の変化から速度、音色の変化、曲のイメージ化へと続く

Ｔ１：何か「気付いたこと」「思ったこと」「感じたこと」がありますか。
Ｃ１：どこかで聴いたことがある。
Ｃ２：後半ちょっと大きい所が少しあった。
Ｔ２：そうだね。大切だね。
Ｃ３：弱い感じで、最後の方がなんか大きくて激しい。
Ｔ３：大きかったっていうこと？
Ｃ３：激しい
Ｔ４：激しいっていい言葉だね。
Ｃ４：怖い。映画とかでできそうな。
Ｔ５：いいね。
Ｃ５：私は最初は小さかったけれどだんだん(楽器が)多くなって
Ｔ５：あ～小さかったけれど。楽器が多くなったけれど・・・。
Ｃ６：最初はゆっくりだったけれどだんだん速くなってきて、最終的にすごい速くて、例えるなら回転？
Ｔ６：いい言葉だね。ゆっくりから速くなる？
※渦巻き状の図を黒板に書いて黒板に描く。
Ｔ７：こういうイメージ？まだ気が付いたことがある人？

（場面２）子ども発言の中から，主旋律の繰り返しとその変化いう気付きが生まれる。

Ｃ７：後半にシンバルがすごくでっかくて
Ｔ８：楽器に気が付いているね。
Ｃ８：（主題の旋律）がずっと繰り返されている。
Ｔ９：そのことに気が付いた人いなかった。これ大切だよ。
Ｃ９：その同じ旋律について何ですけれど、最初は同じ音だけれど音が高くなる。
Ｔ10：気付いた？音が変わるよ。これが(主旋律)
※途中から音を上げてオルガンで主旋律を演奏する。
Ｔ11：同じ音だけれどここから高くなる。
◎教師が子どもの発言に大きく介入してしまったために子ども同士の発話につながりが無くなってしまった。

（場面 3）強弱、速さ、繰り返し、音の高さ、といった楽曲構造を示す顕在的属性から曲想・情景といった潜在的属性に関する対話に変わる。

Ｃ２：なんか戦っているようにきこえている。
Ｃ９：怖いです。
Ｃ10：　Ｃ２さんにていて最後の方は追いかけている。
Ｔ12：いい表現だね
Ｃ11：強い所と弱いところがある
Ｃ12：ゲームで聴いたことがある。
Ｔ13：そういうのも大切かもね。いろいろ確かめるために、もう一度聴いてみましょう。
Ｃ13：進んでいくごとにだんだんテンポが速くなる
Ｃ14：最初は(主旋律)だけだけれど、他の音もなんかちょっと聞こえる。
Ｔ14：増えてきたのね
Ｃ15：最初は魔王の宮殿で、そこから後半は魔王のいる山になっている。
Ｔ15：そういうイメージって大切なだね。
◎子どもたちの単発的な発言に、１つ１つ教師が「いいね」「大切だね」と価値付けてしまったために、子ども同士のつながりのある発話が見られないまま終わってしまった。

この学級では特徴１，特徴２，は見られたが，特徴３，特徴４，は最後まで見られなかった。その理由として，子どもたちは活発に発言しているが，子ども同士の発話につながりがあまり見られないということが挙げられる。

このように，子ども同士の発話につながりが薄く，対話が途切れがちになると，教師の介入が見られるようになる。このような場合，教師は子どもたちに発言を促すために「いいね」「大切だね」と言った価値付けのある発話をしてしまうことが多く，さらに，子ども

同士の対話による前向きな学び合いを阻んでしまうと思われる。

８．考察

以上の結果により，音楽をより深く理解するための足場掛けとして，楽曲の「顕在的属性」に視点を当てて話し合うことが，子どもたちの楽曲理解を深めるという点で有効であることが分かった。

「顕在的属性」に視点を当て，鑑賞授業を試みた９月より発話数，発話時間，共に増える傾向があった。そして，発話記録の分析により，どの学級も活発な話し合いがなされていることも分かった。また，教師の発話数よりも子どもの発話数の方が多いことから，教師を介しての発話よりも，子ども同士の発話のつながりの中で発話の方が多いことを示しているといえる。それと共に，楽曲における「顕在的属性」に裏付けられた，子どもたち独自の楽曲解釈を含む「潜在的属性」が見られるようになった。

そこで，子どもたちの対話の中に前向きな対話の特徴が表れているかさらに詳しく調べた結果，どの学級にも特徴１，２は見られたものの，特徴３，４はその特徴が見られた学級と見られなかった学級に分かれてしまった。

特徴１（対等な立場で話をする）特徴２（互いの発話を聴いて発言する）に関しては，どの発話記録にも頻繁に見られることから，学級内に誰もが自由に意見を発言ことができる雰囲気があり，友達の発言を取り入れて発言することが日常的行われていたことが分かる。

一方で，特徴３(探索的な問題解決の過程の共有)と特徴４（一人ではたどりつけなかった理解を作る）は、子どもたちの学びに建設的な相互作用をもたらすという点で大きな役割を果たしているが、その表れ方に学級による違いがあった。また，前向きな対話の特徴が全て表れたA組と，前向きな対話の特徴３と４の両方が見られなかったＢ組の３月の発話記録を比べると発話時間では，A組の方が１５０秒ほど長く、発話回数では、A組の方が１０回ほど多かった。

また，発話内容の変化も違いが見られた。A組の発話記録を見ると、５月当初は子ども同士の発言のつながりが薄く、特徴も１，２がかろうじて見られるに過ぎなかった。それが，どの子にも共通して聴き取ることができる「顕在的属性」に注目して鑑賞し，それを根拠に話し合いを進めることで，子どもたちの楽曲構造への理解が進み、そこから思い浮かべる、曲想や情景、感情と言った「潜在的属性」についても、より深い理解が進んでいくことが分かった。それも，（１）曲に表れている音色，速さ，強弱，変化と言った特徴→（２）そこから感じる感情，曲想，→（３）思い浮かべた情景，という順番に，内容におけるまとまりを持って話し合いが進み，最後には楽曲に対する１つの物語を作りあげて行く様子まで見て取ることができた。また，個々の子どもが記録として書いたワークシートにも，「顕在的属性」に裏付けられた「潜在的属性」に関する記述が見られたのである。

一方で，前向きな対話の特徴３，４が見られなかったＢ組については，子ども同士の発言につながりが薄く，子どもたちは，自分の発言は述べるが，他の子どもの発言を聴いて発言することが少ない。このため，教師が，子どもたちの発言が途切れてしまうのを防ぐために，「いいね」「大切だね」と価値付けを伴った発言をしてしまったと思われる。また，このことで，子どもたちは、自分の発言に対する教師の価値判断を求めるようになり，他の子どもの発言を聴いて意見を述べることが少なくなったのではないかと思われる。教師が，子どもの発話を価値付けするのではなく，単純に繰り返したり，その根拠を問うたりする程度にとどめておけば，もう少し子ども同士の発話につながりが生じたのではないかと考えられる。

授業における発話記録の場合，授業者の違いが問われることが多いが，A組、Ｂ組、Ｃ組とも、４０代後半の同じ教師行った授業での記録である。このような違いが出た理由として，対象となる子どもが違えば，発話内容も異なることが，考えられる。例えば，「授業で鑑賞する曲や似たような曲を鑑賞したことがある。」「楽器等を習った経験がある。」といった音楽経験のある子どもが学級にいると発言内容にも違いが表れる。また，他の教科の授業でも活発に発言する子どもが多いといった学級の雰囲気も少なからず影響していると思われる。

本研究は，グループ学習ではなく，学級全体での討議の形を取っているので，実際に発言した子どもたちの発話のみの記録となっている。このため，今後は，対話を聴いてはいるが，討議に参加していない子どもたちの学びについても，ワークシートなどから検討すべき課題となっている。

また，学級全体の討議に参加できない子どもの考えの変容と見るためにも，グループ学習の場の発話記録

も検討するべきであると考えている。

謝辞

本論文の作成にあたり助言をいただいた放送大学大学院の三宅先生、白水先生、並びに研究室の皆様に感謝する。

参考文献

[1]白水　始, (2015). 学習の再定義―学校を学校的でないものに, 日本認知科学会 32 回大会, 746-749

[2]遠山紗矢香, (2015). 前向きな対話の特徴と育成可能性 日本認知科学会 32 回大会 752-761

[3]吉村浩一, (2013). 鑑賞教育における認知心理学教育心理学会 55 回総会, 25

[4]吉村浩一, (2012). 絵画に顕在するものを展示解説文に生かす意義　展示学　10042－051

[5]文部科学省　平成 20 年　小学校学習指導要領解説音楽編

[6]一柳智紀 (2009) 教師のリボイシングの相違が児童の聴くという行為と学習に与える影響, 教育心理学研究 57. 373. －384

[7]高垣マユミ, (2010). 授業デザインの最前線Ⅱ, 北大路書房

[8]福のり子（責任編集), (2012).「2011 年度アート・コミュニケーションプロジェクト報告書」, 京都芸術大学アートコミュニケーション研究センター

[9]三宅　なほみ, (2012).「人工ロボット共生学：実践的な学習研究にロボットを導入して、何ができるか」 Cognitive Studies 19(3)292-301

[10]フィリップ・ヤノウイン, (2015).　京都造形芸術大学アート・コミュミケーション研究センター翻訳　株式会社淡交社

協調的な学びに関する教師の信念の変容プロセス
How Teachers Change Beliefs about Collaborative Learning

河﨑 美保†，遠藤 育男‡，益川 弘如††
Miho Kawasaki, Ikuo Endo, Hiroyuki Masukawa
†追手門学院大学，‡静岡県伊東市立対島中学校，††静岡大学大学院
Otemon Gakuin University, Tajima junior high school, Graduate School of Education, Shizuoka University
mikawasaki@otemon.ac.jp, ikuo818@yahoo.co.jp, ehmasuk@ipc.shizuoka.ac.jp

Abstract
This study examined how an elementary school teacher changed beliefs about collaborative learning through lesson study for five years. We collected documents of the teacher's lesson plan and interviewed him about those lessons. The results suggested that he changed his pedagogical content knowledge through introducing a method of collaborative learning; Knowledge Constructive Jigsaw. The teacher's learning seemed supported by social relationships in/outside the school and effective tools. However, it is suggested the change of beliefs about collaborative learning was not irreversible nor connected to certain learning theory explicitly.

Keywords — Teacher's Belief, Professional Development, Collaborative Learning, Knowledge Constructive Jigsaw

1. はじめに
協調的問題解決など 21 世紀型スキルの育成に向けた授業づくりが求められている。しかし学校現場では、授業研究や各種研修によって検討・共有された各教科の一般的、代表的な方法によって授業が行われている。そしてそれは,「この教科では～することが重要である」といった教科観や「～した方が学習しやすい」といった学習観と結びついていると考えられる。よって，授業に新しい要素を取り入れようとする場合に，既存の教科観や学習観と相容れず，抵抗感や違和感が生じ，変容に時間を要することもあるであろう。教師の学び，成長に関して大島（2008）は，「学び」の形の変革期において，知識観・学習観等「学びに関する知識」が変容しており，教師は自らが持つ「教科内容の知識」を新しい学びに関する知識に照らして再考し，いかに教えるかといった「教授内容の知識」へと変換する必要があると述べている[1]。このように教授内容の知識の変容を支援するには，教師個人が学びに関する知識としてもっているもの，すなわち認識論的信念に注目し，新しい学びに関する知識との間で生じるコンフリクトやそのコンフリクトがどのように解消されうるのかという点に焦点を当てた研究が必要であろう。以上より，本研究はある公立小学校における 5 年間の校内研究を通して教授内容の知識を変容させたと考えられる教師が，そのプロセスにおいてどのような認識論的信念のコンフリクトを経験し，それを解消し得たかを検討する。

2. 方法
対象は静岡県内の公立小学校の教員である A 先生であった。同校は校内研修を通して、21 世紀型スキル育成を目指した新しい方法を取り入れていった学校である。平成 23 年度から 25 年度までの 3 年間,「全ての子により深い学びを引き起こすため，教師はどのように授業を計画し実行したらよいか」を明らかにすることを目的とし,「かかわり合い」を学びを深めるキーワードとして授業研究に取り組んでいた。さらに平成 26, 27 年度は,「協調的な問題解決による思考力・判断力・表現力の育成」を研究主題とし，その手段としてジグソー学習法の効果的な導入に取り組んだ。当初は既存の授業型の中に班で話し合う時間を設け，そこでのかかわり合いが学びを深めるものとなっていたかを検討していたが，徐々にジグソー学習法を取り入れ，平成 26 年からは研究主題に反映されるまでになった（詳細は遠藤・益川，2015）[2]。

平成 23～27 年度の 5 年間においてA先生が行った 7 つの研究授業の指導案，および校内研修の経緯を記録した資料を収集するとともに, 平成 26 年度および平成 28 年度に学習観や授業観についてA先生へのインタビューを行った。また 2 回目のインタビューでは，7 つの研究授業について指導案に基づき振り返り授業の意図や当日の様子を想起してもらった。

3. 研究授業の概要
A 先生は平成 26，27 年度に研修主任を務め，平成 25 年度はそれに近い立場で校内研修を遂行する中心的役割を担った。その結果，平成 23 年度からの 5 年間（教員歴 8～12 年目）において前任の研修主任に次いでジグソー学習法による授業を数多く行った教員であ

った。

A 先生の教授内容の知識の変容を検討するため，授業案や実際の授業の発話記録に残されているという点から研究授業に着目した。平成 23，24 年度に A 先生は 3 つの研究授業①～③を担当した。

研究授業①（23 年度 11 月）は 5 年生算数「図形の面積」で，自力解決，班での話し合い，一斉での練り上げという一般的な算数授業型に基づいたものであった。

研究授業②（24 年度 7 月）は 6 年算数「並べ方と組み合わせ」で，2 回の班の話し合いを設け，1 回目の話し合いでは解きたい方法を子ども自身に選ばせ，同じ解き方を選んだ者同士で班を作り，2 回目には異なる解き方同士で話し合うという構成をとった。

研究授業③（24 年度 11 月）は 6 年算数「比例と反比例」で，A 先生自身が初めてジグソー学習法による研究授業を行った。

なお学校としてジグソー学習法による研究授業が行われたのは 24 年度 6 月であり，A 先生の研究授業③は学校としては 2 度目のジグソー学習法実践にあたった。

4. 研究授業①～③を通じた学び

以上より A 先生は授業の方法として，一般的な授業型から中間形態を経てジグソー学習法を採用するに至っている。この教授内容の知識の進展の背後にある認識論的信念の変容として各授業で焦点化された手立てに注目すると，研究授業①では班での話し合いが活性化するよう算数の得意な児童，苦手な児童が各班にバランスよく配置されるような班編成を試み，研究授業②ではジグソー学習法に似た構成であるが，解法をランダムに割り当てるのではなく子ども自身に選ばせるという方法を採っている。研究授業③では，1 回目の話し合いに簡単な課題を用意することで，2 回目の話し合いで算数が苦手な児童も自分の担当した課題について説明できることをねらった。これらの手立ての背後には，「話し合いには司会が必要である」「子どもは自ら解法を選ぶことでより意欲的に学ぶ」「簡単な課題がより多くの児童の参加を引き出し話し合いを促す」といった認識論的信念が存在すると考えられた。そして実際には「（司会がいても）算数の苦手な児童の話し合いへの参加が低調であった」「子どもに解法を選ばせたことで偏りが生じ，2 回目の多様な解き方で班を組むことが難しく学習成果に差が生じた」「簡単な課題が話し合う必然性を低減させた」という結果からジグソー学習法に対する違和感や懸念が徐々に解消され学習の深まりのために重要な条件が学ばれたと考えられた。こうした学びは平成 26 年度に行った個別のインタビュー（第 1 回インタビュー）において校内研修という文脈を離れ A 個人の学びとして成立していることが確認された。このように教育目標への手立てを追究して教授内容の知識を進展させようとするなかで、新しい方法に対する違和感を契機に暗黙の認識論的信念が顕在化し、それを具体的に指導案に反映させ検証することで認識論的信念が更新されたと考えられる。

このような変化を確認するために平成 28 年度に第 2 回目のインタビューを行った。第 2 回インタビューにおいては，大きく「学習観の変化」「各研究授業の意図と当日の様子」「研修主任の経験」「大学教員の関わり」「ジグソー法の理解を促したもの」「校内でジグソー法を広めるための手段」「ジグソー法固有のよさ」についてたずねた。

5. 学習観の変化

まず学習観の変化について，「子どもたちはこういうふうに学ぶ」，「どういうときに深く学ぶ」といった学習観が過去を振り返って変化したと思うかをたずねたところ，以前はテストの得点など目に見える形での知識の定着に目が向いていたが，過去 5 年の研修を経て，思考力や話し合う過程での表現力といった長期的にみる学力の変化の大切さに目が向くようになったと語られた。

その変化のきっかけとして，平成 24 年度に初めてジグソー法による授業を行い，発話の分析や，数週間後に授業内容の想起を求める回顧テスト（遠藤・益川，2015）をすることで，学力の厳しいとされる児童でも話し合うことが少しでもできており，回顧テストでも一定の成果が見られたことを挙げ，その結果，通常のテストとは異なる観点から学力をみる視点を意識できたと語られた。

そこで，そのような学習観は個人として確信度の高いものかたずねた。これに対して 27 年度に，ジグソー法で授業をしたときにそこに参加できない児童がいることが校内で話題となっていたことが語られ，定着すべき最低限の理解も重要であることと，思考力，表現力をのばしていくような授業の大事であるという認識の間に葛藤が生じている状況であることが窺われた。

6. 各研究授業の意図と当日の様子

第2回インタビューにおいて，平成23～27年度の研究授業におけるグループ活動中にどのように児童に関わろうとしたか，各授業の指導案を提示して振り返ってもらい聴取した。表1にその結果の概要を示した。

研究授業①については明確に「学力と人間関係」を意識したと回答が得られたが，研究授業②についてはどのような授業をしたか，全体的に想起されなかった。また，研究授業⑤については，直前まで指導案を練り直していたことが想起されたが，当日の授業の様子は想起されなかった。

表1 グループ学習中の指導の観点

研究授業	年度	単元	意識したこと
①	23	三角形の面積	学力と人間関係
②	24	並べ方と組み合わせ	―
③	24	比例と反比例	三つの視点を見つけられているかどうかを確認した
④	26	並べ方と組み合わせ	エキスパートの班の課題内容に応じて誤りに介入するか非介入するか分けた
⑤	26	比例と反比例	―
⑥	26	全体としての1	どの班も正解していたが，他の班の考えを見て表現の練り直しが起きることを期待した
⑦	27	三角形の面積	三つの解き方から公式を考えているかを確認したが，できていなくても介入しなかった

注）―：想起なし

研究授業③，④，⑥，⑦については班の解答の状況を確認したことが想起され，④では特定の誤りには再度考え直すよう働きかけたのに対して，⑦ではそのような介入はしなかったと語られた。④ではエキスパート課題での誤りがジグソー活動にプラスに働く場合とマイナスに働く場合があるという認識のもと，介入の有無を選択したと語られた。結果としてはあえて介入しなかった班に，ジグソー活動がうまくいかなかった班があり，エキスパート活動中に介入しなかったことがよくなかったのではないかという考えも生まれたことが語られた。⑥や⑦ではジグソー課題を解いた後，他の班の解答を参考に練り直す機会があり，その際に児童らが自発的に気づくことを期待したため，介入することがなかったと語られた。ただし⑦では当日の児童の発話を確認すると他の班の考えを反映させた様子が見られなかったという課題の認識も語られた。

7. 研修主任の経験

平成26年度，27年度に研修主任をした経験についてたずねたところ，1年目はジグソー法を校内に浸透させる点で大変であったが2年目はこの困難は小さくなったこと，その一方で2年目は授業への参加が難しいという児童が存在するという問題の顕在性が高まったことが語られた。

ジグソー法を校内に浸透させることが1年目から2年目にかけて進んだ要因として，1年目は単学級と二学級の学年があったが，二学級の学年ではいずれかの学級の教員が核となり浸透させることが行いやすいのに対して単学級にはそういった機会がないこと，担任の教員が算数をもてないことがあったことなど，学校のシステム上の要因が挙げられた。2年目は担任外としてA先生自身が色々な学年の授業に入る機会があったり，転入してきた先生自分の授業を見てもらう機会が多かったことが要因として挙げられた。

2年目に新たに生じた問題については，「5. 学習観の変化」の最後に語られた点と重なる問題であり授業に出席することが難しい児童に対する取り組みが学校の中で課題として認識されるに至ったことが語られた。

8. 大学教員の関わり

大学教員が研修に関わったことについて感想をたずねると，ジグソー法の理論だけを講演で聞くだけの導入では現場レベルの実践指導にはわかりにくいところがあるが，指導案を一緒に考えてくれることはありがたかったと回答が得られた。しかしすべてを受け入れているわけではなくそういう考え方もあるという幅の広がりがもたらされるとのことであった。たとえば，ジグソーの導入時にはエキスパート課題の分担を教師側から提示してしまっていいのかという問題意識があったことや，導入以降にも，エキスパート活動では間違った結論に至ってはいけないのではないかという考えが校内研修において話題となったことが例として挙げられた。前者のエキスパート課題を教師が提示することに関しては，児童に選択させるとうまくいかなかったことから教師が提示したところ，うまくいったという実際の授業での手ごたえを基に腑に落ちるという経験がされたと語られた。逆に，エキスパート課題の正誤については「6. 授業中の教師の言動の変化」で語られたように間違えないことがよいという考えに傾いているようであり，このように解消したという経験は語られなかった。

9. ジグソー法の理解を助けたもの

ジグソー法を理解していく上で助かったものをたずねたところ，「教科書」が挙げられた。具体的には，指導案を作成する際に6社の教科書を比較してたとえば

三角形を何㎝にするかといったエキスパート課題の選択に役立ったと語られた。

これに対して学習科学のテキストや他の学校での取り組みをまとめた報告書などについてたずねると，あまり参照していないということであった。また他の学校の実践の見学はジグソー導入年度前に一度行ったが，見学した授業ではエキスパート課題の解決を生かしてジグソー課題に取り組むことが実際にはできていなかったことから，課題が異なりすぎるとうまくいかないのではないかという課題づくりの難しさを感じたと語られた。

10. 校内でジグソー法を広めるための手段

研修主任として校内研修でジグソー法を広めていくときの手段として役に立ったものをたずねると，自分が普段の授業でジグソー法による授業をするというときには，「学習科学の考え方をいかした学び授業プラン（知識構成型ジグソー版）」と題されたジグソー法の授業案シートにプランを記入して事前に校内の情報共有システムにアップロードし，見に来られる先生に参観していただいたことが挙げられた。このようにして，研究授業を含めて他の教員にみてもらええるよう働きかけており，実際にみてもらうことが校内でジグソー法を広めていくよい方法であったと語られた。27 年度の末頃には実際にエキスパートの課題の組み方についてA先生自身も理解が進んだと感じることがあり，参観者からもその点について理解が進んだという感想が得られたと語られ，手ごたえを感じられたようであった。

11. ジグソー法固有のよさ

最後に大学教員からジグソー法が紹介され，取り組んできたが，仮に別のアプローチでもよかったようにも思うかたずねた。これに対して，以前には司会者がいて，うまく話し合いが進められる人がいて，話を振るということが話し合いなのかなと考えていた時もあったが，実際には考えて話すときには，自分自身も言葉を選びながら話しており，他の人に聞いてもらい他の人の言ったことに影響を受けながら話していくことが考えて話していることになり，生活や社会の中ではそういった場面が多いと感じること，それをたまたま小学校で行うときに何もなしで考えて話すのは難しい部分があるが，ジグソー法ではエキスパートの資料やそれについて自分で考えてきたことがあり，加えてそれが個々に違うことでより影響し合うことができるという部分がジグソー法のよさではないかという認識が語られた。

12. 考察

以上より，A先生は，第一に人（指導案に対する助言者としての大学教員，研修主任としての役割，校内の体制）やモノ（発話分析，回顧テスト，複数社の教科書, 授業プランのシート, 校内の情報共有システム）によって支えられながらジグソー法の実践を重ね，理解を深めていったことが示唆される。その結果，授業中の行為として，児童の誤りに積極的に介入するというよりはその必要性を判断し選択的に介入するか，介入せずに児童同士の交流から気づきが生まれる授業構成を図るなどの変化がみられた（「6. 各研究授業の意図と当日の様子」）。このいかに教えるかという教授内容の知識の変化の背後にある学習観の変化として，以前は，短期的にテストの点数で測られるような学力に目が向いていたが，長期的に思考力や表現力を伸ばしていくことも重要であるという認識に変化したことが語られた一方で，授業に参加する最低限の知識・理解という学力の問題への関心も再度高まっていることが窺えた（「5. 学習観の変化」）。また，「人が考えながら話すとき」についての認知プロセスに対する考えに基づき，それに小学生が従事する際の支援としてジグソー法の方法論（特に異なるエキスパート資料があり，共通のジグソー課題があるという点）の受容がなされていることが示された（「11. ジグソー法固有のよさ」）。以上のようなA先生の変容が認められたが，そうした変容のきっかけや考え方のソースとして学習科学の理論に触れたことへの言及はなかった点が注目される。

ジグソー導入期の学びが 5 年間を振り返った時にどのように位置づけられているかを検討すると，「4. 研究授業①～③を通じた学び」で述べたように，ジグソー導入期（平成 23，24 年度）においては，「話し合いには司会が必要である」「子どもは自ら解法を選ぶことでより意欲的に学ぶ」「簡単な課題がより多くの児童の参加を引き出し話し合いを促す」といった認識論的信念が存在すると考えられた。そして実際には「（司会がいても）算数の苦手な児童の話し合いへの参加が低調であった」「子どもに解法を選ばせたことで偏りが生じ，2 回目の多様な解き方で班を組むことが難しく学習成果に差が生じた」「簡単な課題が話し合う必然性を低減させた」という結果からジグソー学習法に対する違和

感や懸念が徐々に解消され学習の深まりのために重要な条件が学ばれたと考えられた。しかし，それ以降，本格的にジグソー法を導入した 3 年間を含めた 5 年間の取り組みを経て，振り返りを求めたインタビューでは，「エキスパート課題で間違えるとうまくいかない」という考え方が再度校内研修の中で話題となるようになり，A先生自身もこれを一概に否定してはいなかった。したがって，ジグソー学習法に対する違和感の解消の背後にあると推察された信念の変容は，必ずしも不可逆的なものではないことが示唆される。認識論的信念の状況依存性や変容の仕方，構造の多次元性といった観点からさらに検討する必要がある[3]。

河﨑・益川（2014）では，協調的な学びを取り入れた授業の実践経験が比較的豊富である教員を対象として，ジグソー法を用いた算数授業案を作成し，授業案に対する意見，および協調的な学びを取り入れた授業の実践経験に関するインタビューを実施したところ，授業に用いる課題の選択に関して，児童間に思考の多様性が生まれやすいこと重視していることが示された[4]。また「人それぞれ理解は異なる」「理解は容易に到達できない」という理解についての信念や，それを根拠として学習者間の思考の多様性と対話が必要であることが明確に語られた。たとえば協調的な学びがうまくいかなかったとしても，その原因として上記の理解についての信念に立ち戻り，そこから方策を考えるという考えが示された。このような一貫した理解についての信念は本研究の対象となったA先生には見られなかった。こうした相違の要因を検討することが今後と課題と言える。

A先生は「最低限の学力」や「授業に参加することができない児童」への問題意識を校内研修で話題になったことして重ねて語り，それに対して自分はこういう別の見方をするという立場を示すことはなかった。たとえば，「学力的に厳しい」児童への問題意識はジグソー導入時にもあり，その中でジグソーの導入を後押しした要因として発話分析と回顧テストが挙げられていた。しかし上記の低学力の問題の再燃に対して発話分析や回顧テストを実践を評価する道具として取り上げ，それによって見るとどうかという視点から語られることはなかった。こうした学習観の変容に働きかける役割をもった道具の位置づけが 5 年間の研修の中でどのように変化していったかにさらに注目して調査を行い分析する必要がある。

参考文献

[1] 大島　純，（2008）“教師の学びの新しい可能性：デザイン研究という授業のあり方”，秋田ほか（編），授業の研究　教師の学習：レッスンスタディへのいざない，明石書店. pp. 48-67.

[2] 遠藤育男・益川弘如，（2015）“デザイン研究を用いたエビデンスに基づく授業研究の実践と提案”，日本教育工学会論文誌, Vol. 39, No. 3, pp. 221-233.

[3] Lunn, J., Walker, S., & Mascadri, J., (2015) “Personal epistemologies and teaching”, H. Fives,& M. G. Gill (eds.), International handbook of research on teachers' belief ,pp. 319-335.

[4] 河﨑美保・益川弘如，（2014）“協調的な学びを取り入れた授業の実践を支える教師の信念”, 日本教育心理学会第 56 回総会発表論文集，p.393

観察学習におけるモデルの課題遂行成績が学習者の課題遂行成績に与える影響

田中 観自[1,2,3]，河合 隆史[1]，渡邊 克巳[1,2]
Kanji Tanaka, Takashi Kawai, Katsumi Watanabe

[1] 早稲田大学 理工学術院
Waseda University, Faculty of Science and Engineering
[2] 東京大学 先端科学技術研究センター
The University of Tokyo, Research Center for Advanced Science and Technology
[3] 日本学術振興会
Japan Society for the Promotion of Science
kanji.t9@gmail.com

Keywords — Observational learning, Sequence learning

1. はじめに

キーボードのタイピングといった連続的な動作を必要とする行為は日常生活において重要な役割を担っている．これまで，連続的なボタン押しを必要とする系列学習課題を扱った研究において（例えば，系列反応時間課題，serial reaction time task; Nissen & Bullemer, 1987），モデルが課題を遂行している様子を，身体的運動なしに観察するだけで，観察者はその系列を学習できることが示されてきた(Bird & Heyes, 2005)．その一方で，観察者が観察するモデル選定については不明な点が多い. 例えば, Heyes and Foster(2002)の研究では，モデルの平均反応時間は約 300ms で, エラー率は 5%未満だったと記されているが，例えば，モデルは元々速く反応できる特性だったのか，あるいは系列の学習によって速くなったのかなど不明な点が多い．系列学習では，学習が進むにつれて，系列の要素がチャンキングされて，強化されていく(e.g., Hikosaka et al., 1999)．そのため，モデルのパフォーマンス水準は，観察者の学習効果に大きな影響を与えると思われる．そこで本研究では，モデルの課題遂行成績が学習者の課題遂行成績に与える影響について検討した．

2. 実験１

2.1. 方法

本研究には, 大学生または大学院生20名(男性8名，女性 12 名)が参加した．すべての参加者は健常であり，実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した．

ターゲット刺激が出現する可能性のある場所を示すため，モニタの黒色の背景上に 4 本の白線を水平に並べるように引いた．ターゲット刺激は白色の円で，4 本の白線のいずれかの上に呈示された．反応装置には 4 つのボタンが備わっており，参加者は左手の中指と人差し指と右手の中指と人差し指を使用するよう伝えられた．反応ボタンはターゲット刺激と空間的に対応させた状態に配置された．例えばターゲット刺激が最も左側に表示された場合，対応する反応ボタンも最も左側に位置していた．ターゲット刺激は，ボタンが押されるまで呈示され，次のターゲット刺激は反応から 200ms 後に呈示された．反応が間違っていた場合，画面の中心に“×”が 400ms 表示され, 次のターゲット刺激が呈示された. 本研究では，２つの second-order conditional 系列を採用した．系列は，121342314324 と 341243142132 であった．各数字は反応ボタンの場所を指しており，１は最も左の反応ボタンであり，４は最も右の反応ボタンを指している．一つ目の系列は学習用に採用し，残りの系列はテスト用として採用した.

実験は全 14 ブロックで構成されており，各ブロックは 96 試行であった. まず, 第１ブロックでは, 同じターゲット刺激が連続で繰り返さない条件で, ランダムに系列が作成された. 第 2 ブロックから 13 ブロックまでは, 学習系列(121342314324)が使用された．各ブロックが開始するときに，系列の開始場所はランダムに決定された. 第 14 ブロックでは, テスト系列(341243142132)が使用された.

実験参加者はモニタから約 60 ㎝離れた場所に座り，呈示されたターゲット刺激に対して，できる限り速く正確に反応するように教示された．なお，課題中に特定の系列が繰り返されていることは伝えな

かった．そして，実験参加者は彼らの作業風景を肩越しに撮影することに同意した後に，課題を開始した．

課題終了後, 第 2 ブロックから第 13 ブロックまでの間，ある特定の系列が繰り返されていたことを参加者に伝え，どの程度気づいていたのかについてアウェアネステストを行った．Inclusion テストでは，実験参加者は，学習した系列をできる限り再現しながら 100 試行を遂行した．なお画面上に刺激は一切呈示されず, 反応に関する時間制限も設けなかった．その後，exclusion テストとして，inclusion テストで入力した系列内容を入力しないようにランダムに 100 試行入力するように伝えた．

2.2. 結果

まず，第 2 ブロックから第 13 ブロックまでのパフォーマンスを，第 2 ブロックから第 7 ブロックと第 8 ブロックから第 13 ブロックまでの 2 つのセッションに分類した．第 1 セッションにおいて平均エラー回数と反応時間の中央値について参加者で順位付けを行い，その順位和が最も少なかった参加者を優等モデル，順位和が最も多かった参加者を非優等モデルとして選定した（図 1）.

3. 実験 2

実験 1 では，系列反応時間課題において反応時間とエラー回数に基づいて，優等モデルと非優等モデルを選定した．実験 2 では，これらのモデルが系列学習している様子を観察することで，モデルの違いによって学習効果に差が見られるのかどうについて検討した．

3.1. 方法

実験 2 には，実験 1 に参加していない大学生または大学院生 37 名(男性 20 名，女性 17 名)が参加した．すべての参加者は健常であり，実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した．そして，実験参加者は優等モデルを観察する群（N = 19 ; 優等モデル群）と非優等モデルを観察する群（N = 18 ; 非優等モデル群）に分類された．

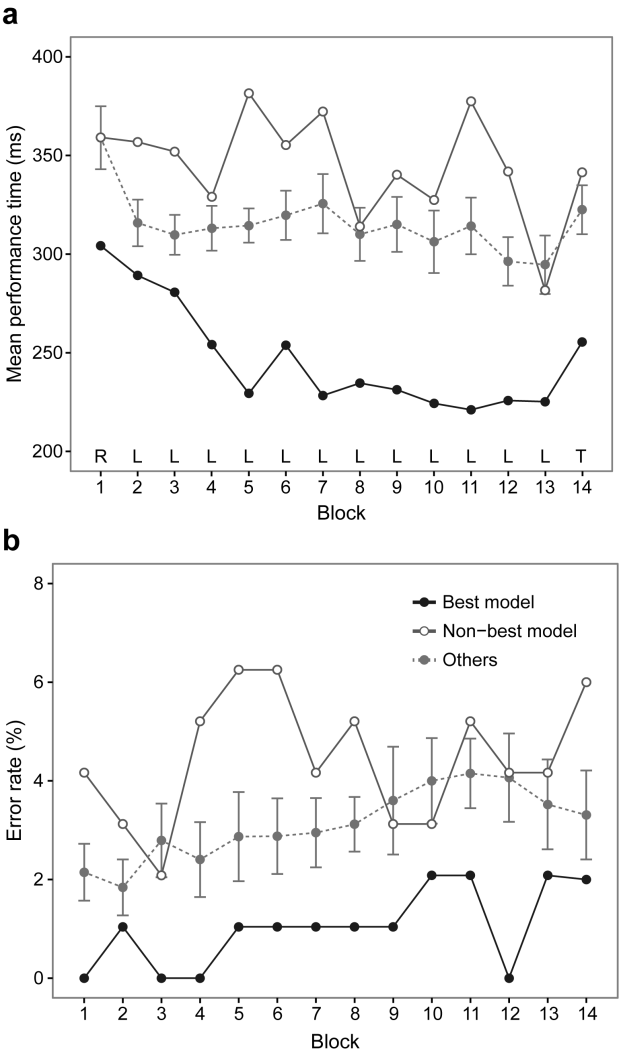


図 1. 参加者の課題遂行成績. 選定された優等モデル(Best model)と非優等モデル(Non-best model)とそれ以外の参加者の平均を示す．(a) 各ブロックの平均遂行時間．(b)各ブロックのエラー率.

実験 2 の系列学習において使用した刺激は，実験 1 と同じであった．まず，すべての参加者は第 1 ブロックとして，ランダムに生成された系列を遂行した．そして，優等モデル群は，優等モデルが系列を遂行している様子を収めた動画を観察し，同様に，非優等モデル群は，非優等モデルが系列を遂行している様子を収めた動画を観察した. これらの動画は，各モデルの第 2 ブロックから第 7 ブロック目までの計 6 ブロックの作業風景を含んだものであった（以後，第一セッションと呼ぶ）.

参加者は動画を視聴している間，モデルの手および指の動き，刺激が呈示されているスクリーン，および反応ボタンを観察することができた．なお，参

加者は，モデルの観察をまるで自分が遂行しているように感じながら観察するように求められたが，指等の動きは一切行わないように教示された．観察後は，観察した系列と同じ系列を６ブロック分遂行し（第８ブロックから第１３ブロックとする），その後観察した系列とは異なるテスト系列を遂行し，最後に，系列のアウェアネステストを行った．

3.2. 結果と考察

各参加者の第１ブロックの平均反応時間をbaselineとして，その他ブロックにおける速度指標を以下の計算式で求めた：(Baseline – 各ブロックの平均反応時間) × 100 / Baseline．速度指標が大きければ大きいほど，baselineに比べて反応時間が速くなっていることを示唆している．

学習系列の速度指標に関する 2（優等モデル群，非優等モデル群）×6 (第８ブロック目から第13ブロック目までの 6 ブロック)の分散分析を行ったところ (図 2)，モデル群による主効果は見られず($F(1, 31) = 0.37$, $p = 0.54$, $\eta_p^2 = 0.012$)，ブロックの主効果も見られなかった ($F(5, 155) = 1.53$, $p = 0.18$, $\eta_p^2 = 0.047$)．また，モデル群とブロックの交互作用も有意ではなかった ($F(5, 155) = 0.55$, $p = 0.73$, $\eta_p^2 = 0.017$)．この結果は，観察するモデルによって，後に遂行する学習系列の平均遂行時間に差がないことを示唆している．

次に学習系列の最終ブロックとテスト系列のブロックの速度指標に関する 2 (優等モデル群, 非優等モデル群) × 2 (第 13 ブロックと 14 ブロック)の分散分析を行ったところ，モデル群の主効果は見られなかったが($F(1, 31) = 0.29$, $p = 0.58$, $\eta_p^2 = 0.009$)，ブロックの主効果は有意であった($F(1, 31) = 49.51$, $p < 0.0001$, $\eta_p^2 = 0.61$)．また，モデル群とブロックの交互作用は有意ではなかった($F(1, 31) = 0.74$, $p = 0.39$, $\eta_p^2 = 0.023$)．この結果は，テスト系列の速度は，学習系列の最終ブロックの速度に比べて遅いことを示しており，また交互作用が有意でなかったことから，両群ともに，潜在学習が生じていたことを示唆している．

4. 実験３

実験２の結果は，モデルの違いによって系列学習の効果に差がないことを示唆するものであった．しかしながら，実験参加者が観察した動画は，モデルの学習初期の様子であった．実験３では，モデルの学習後期の様子を観察させることで，モデルによる学習の効果が異なるのかどうかを検討した．

4.1. 方法

本研究には，実験１および実験２に参加していない大学生または大学院生 21 名(男性 8 名，女性 13 名)が参加した．すべての参加者は健常であり，実験遂行において必要な視力および運動機能があることを確認した．

実験３では，実験２で用いた優等モデルの８ブロック目から１３ブロック目までのパフォーマンス（以下，第２セッション）を録画した動画を刺激として使用した．その他の刺激および実験の手続きは実験２と同じであった．

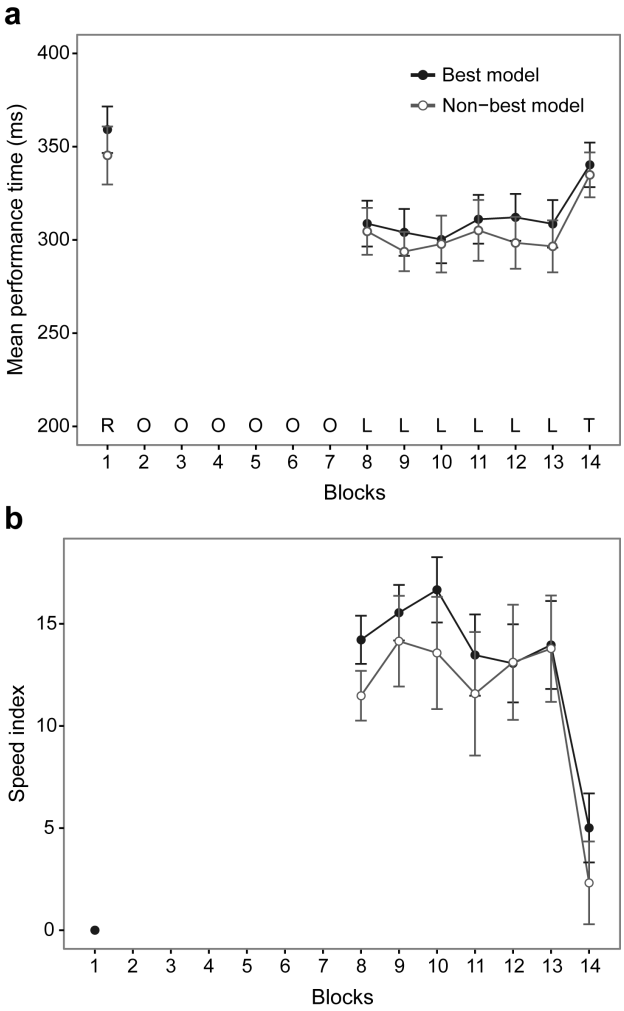


図 2. 実験２の結果. 優等モデル群(Best model)と非優等モデル(Non-best model)の課題遂行成績．(a) 平均遂行時間．(b) 速度指標．

4.2. 結果と考察

実験２で，優等モデルの第１セッションの動画を観察した群と，実験３で，優等モデルの第２セッションの録画した動画を観察した群の課題遂行成績を比較した（図 3）.

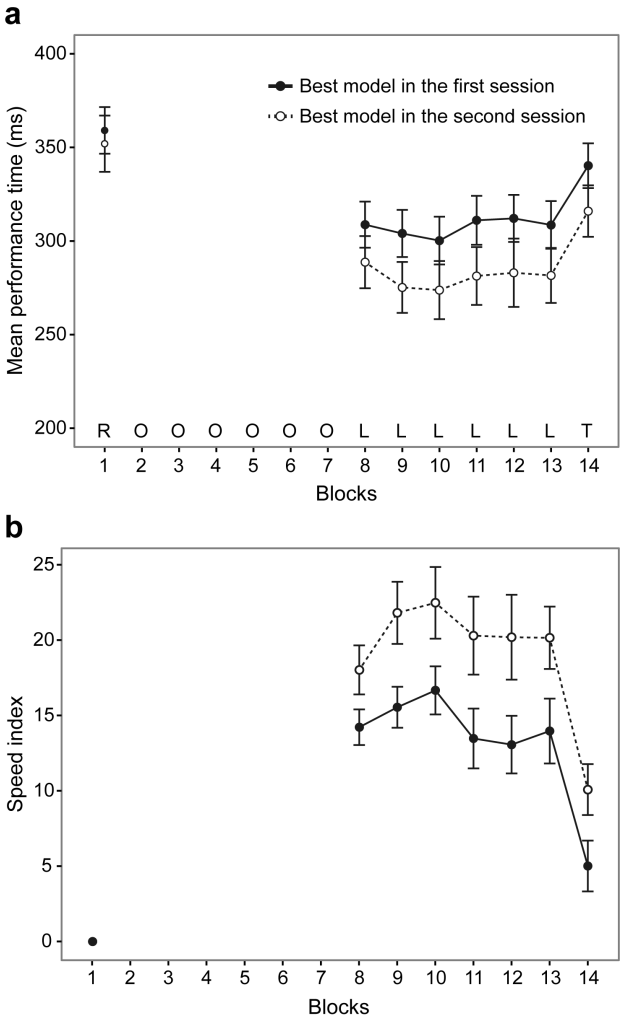


図 3. 実験３の結果．優等モデルの第１セッションを観察した群と第２セッションを観察した群の課題遂行成績．(a) 平均遂行時間．(b) 速度指標.

第 8 ブロックから第 13 ブロック目までの速度指標において，2 (優等モデルの第 1 セッションと第 2 セッション) × 6 (第 8 ブロックから第 13 ブロック) の分散分析を行ったところ，モデルのセッションに関する主効果が見られ（$F(1, 28) = 6.87$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.19$)，ブロックに関しては主効果の有意傾向が見られた($F(5, 140) = 2.14$, $p = 0.063$, $\eta_p^2 = 0.071$). 観察セッションとブロックで交互作用は見られなかった（$F(5, 140) = 0.41$, $p = 0.83$, $\eta_p^2 = 0.014$）．これは，優等モデルの学習後期の様子を観察すれば，後に実際に遂行するパフォーマンスが速くなることを示唆しており，モデルの学習習熟度によって観察学習の効果が異なることを示唆している.

第 13 ブロックと 14 ブロックの速度指標において，2 (優等モデルの第 1 セッションと第 2 セッション) × 2 (第 13 ブロックと 14 ブロック)の分散分析を行ったところ，セッションの主効果が見られ($F(1, 28) = 5.49$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.16$)，ブロックの主効果も見られた($F(1, 28) = 40.30$, $p < 0.0001$, $\eta_p^2 = 0.59$)．しかしながら，優等モデルのセッションとブロックの交互作用は有意ではなかった($F(1, 28) = 0.13$, $p = 0.71$, $\eta_p^2 = 0.0049$)．これらの結果は，実験２と同様に，潜在学習が生じていることを示唆している.

5. 総合考察

本研究では，モデルの課題遂行成績が学習者の課題遂行成績に与える影響について検討した．実験２の結果は，モデルの課題遂行成績に依らず，人は観察学習ができることを示しており，非優等なモデルを観察した場合でも，その中から学習に必要な要素を抽出し，モデルの課題遂行成績による干渉は受けないことを示唆している．その上で，優等モデルの第２セッションを観察した場合は，後の課題遂行時に優れたパフォーマンスに繋がることを示した．これは，第２セッションのパフォーマンスが第１セッションのパフォーマンスに比べて一定しており，それが観察学習にとって有益であることを示唆している．つまり，初学者に観察学習をさせる場合は，初学者のモデルを観察させるのではなく，ある程度学習を行ったモデルを観察させる方が，より効率的であることを示唆している.

参考文献

[1] Bird, G., & Heyes, C. (2005). Effector-dependent learning by observation of a finger movement sequence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *31*(2), 262-275.

[2] Heyes, C. M., & Foster, C. L. (2002). Motor learning by observation: Evidence from a serial reaction time task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, *55*(2), 593-607.

[3] Hikosaka, O., Nakahara, H., Rand, M. K., Sakai, K., Lu, X., Nakamura, K., ... & Doya, K. (1999). Parallel

neural networks for learning sequential procedures. *Trends in Neurosciences*, *22*(10), 464-471.

[4] Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, *19*(1), 1-32.

人間は環境の厳しい変化に柔軟に適応する能力をいかに発展させるか

Researching on How one can Develop one's Ability to Adapt oneself to Severely Changing Environment Flexibly

福　永　征　夫　　アブダクション研究会
Masao FUKUNAGA　　Abduction Research Institute
jrfdf117@ybb.ne.jp　　http://abductionri.jimdo.com/

キーワード：ラティスの構造モデル，３軸認知場のモデル，プロセスの知のモデル
Key words： Model of Lattice Structure, Model of 3 Axial Cognitive-Field, Model of Knowledge in Process

［アブストラクト・abstract］
２１世紀に生きるわれわれが直面する地球規模の難題群に主体的かつ能動的に対処するためには，人間の営みのパラダイムを自然の系の基本的なルールとよりよく適合するものに転換し，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現しなければならない．自然の系の基本的なルールと適合するための条件は，部分／全体，深さ／拡がり，斥け合う／引き合う，競争／協調，という一見矛盾し二項対立する相補的な（complementary）ベクトルの間に融合という臨界性（criticality）を実現して行くことであろう．

To cope with many difficult problems of the earth independently and actively, with which we are faced in this 21 century, we have to change over the paradigm of our daily life to adjust ourselves better to the rule of the natural world, and have to realize such activities as Cognition, Thinking and Action, Evaluation and Emotion self-conclusively that are neutral to natural selective pressure because of high degree of freedom.

It may be the condition for adapting ourselves to the rule of the natural world, to realize Fusion at the critical point between complementary vectors as part/whole, depth/width, exclude/include, competition/cooperation, and so on, even if they are apt to be regarded as paradoxical binomial conflict at a first look.

１．持続可能性を確保する「循環の論理」を考える

1.1　自然や生命・社会の系には保存と変革の相補的な方向性がある

自然や生命・社会の系には，（1）安定度を増大させる保存の方向性，すなわち，内部エネルギーを減少させる方向性と，（2）自由度を増大させる変革の方向性，すなわち，エントロピーを増加させる方向性，の相補的な二つのベクトルが相互に作用し，循環して，融合という臨界性を実現し，システムの恒常性（ホメオスタシス）や定常性が維持されているものと考えられる．

そして，前者は自然や社会の系の部分域同士が，互いに斥け合うという排他的な作用を志向して，保存のベクトルとして働き，後者は自然や社会の系の部分域同士が，互いに引き合うという包括的な作用を志向して，変革のベクトルとして働く．

１．２　持続可能性を確保する「循環の論理」は，相補的なベクトルを逆理（パラドックス）とみなす数学的な論理を乗り越える

例えば，人間の脳という自然の系では，その情報処理に当たって，情報の自己言及，個の情報と全体の情報の相互作用，情報の自己組織化という機能を発揮しているが，そのダイナミックスを説明するためには，自然の系の相補的なベクトルの相互作用の論理を必要としている．

ところが，人間が生み出した数学の論理では，今日に至るまで，こうした相補的なベクトルを逆理（パラドックス）とみなして，自らは対象とせずに，その取り扱いをもっぱら哲学的な推論に委ねてきた．

「循環の論理」とは，自然や生命・社会の系に内在する論理であり，自然や生命・社会のシステムを部分域同士が互いに斥け合うという，ネガティヴ･フィードバックと，部分域同士が互いに引き合うという，ポジティヴ・フィードバックの間の大きなネガティヴ・フィードバックの行き来として捉え，恒常性や定常性を自己完結的に実現して行く，非線形の力学的な論理のことである．

２１世紀に生きるわれわれは，地球環境問題，資源・エネルギーの枯渇，貧富の差の拡大，人口の爆発，難病の発生，災害や事故の巨大化，民族・宗教・文化・政治・経済をめぐる対立と紛争の激化，凶悪な犯罪やいじめ・虐待行為の多発など，地球規模の難題群に直面し，今や紛れもなく，生存と進化の袋小路に陥っている．

それらは根源的には，近代以降の主知主義的な伝統によ

る「演繹数理の論理学」に対する過度の傾斜と偏向に起因している. 自然や生命・社会の系が示す相補的な二つのベクトルを逆理の矛盾だと捉えて，長い期間にわたりトレード・オフの手法で問題を便宜的に処理してきたのである.

様々な時間・空間のスケールで問題が生起し，多様な姿をもつ自然の破壊や自律的な人間の精神の荒廃を伴う地球規模の難題群に対して，われわれが主体的かつ能動的に対処して, 持続可能性を確保するためには, 人間の営みのパラダイムを,「循環の論理」という自然の系の基本的なルールとよりよく適合するものに転換しなければならない.

２.『ラティスの構造モデル』は自然や社会の相補的な相互作用を表わす「循環の論理」のモデルである

X, Y, XorY（exclusive）,XandY,から成る数学的なラティスは静態的な論理概念である.

『ラティスの構造モデル』(Model of Lattice Structure）は自然や社会の系の互いに“斥け合う”作用のネガティヴ・フィードバックをラティスのXorYに見立てて（XorY）と表わし, 互いに“引き合う”作用のポジティヴ・フィードバックをラティスのXandYに見立てて（XandY）と表わして, 脳を含む自然や社会の系の保存（XorY）と変革（XandY）の相補的な相互作用一般を，後の１１．３で述べるように四本の計算式で表現する「循環の論理」の構成的な動態モデルである.

３．人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するためアルゴリズムの推論とヒューリスティックの推論を循環させて生存と進化のストーリー線を紡ぎ出す

人間は直面するテーマを対象にして, 第一に, 既存の知識を論理的に適用して逐次的に分析的な推論を進める. これが（XorY）という，アルゴリズムによるタテ糸の推論のプロセスである.

つぎに, このプロセスによる問題の解決に行き詰まりを生じると，第二には, 先の既存の知識と新しい知識を接合することを試みる. そして, 広域的な知識と高次の知識を構成的に生み出すことに成功すると, 第一のアルゴリズムによる推論のプロセスに戻って, その広域的な知識と高次の知識を問題に論理的に適用して逐次的に分析的な推論を進める. この第二の広域的な知識と高次の知識を構成的に生み出すプロセスが（XandY）という，ヒューリスティックによるヨコ糸の推論のプロセスである.

後に述べるように, 人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため，主として（XorY）という「時間的な情報」から成るアルゴリズムの推論と，主として（XandY）という「空間的な情報」から成るヒューリスティックの推論を循環させて，知識の組み換えを図り，生存と進化を目指して, ストーリー線を紡ぎ出している.

４.「（XorY）／（XandY）」という相補的な相互作用は, 人間が持続可能性を確保するために行わなければならない知識の組み換えの基幹的な枠組みを与える

われわれの認知, 思考と行動, 評価・感情のための情報処理には, 次に掲げるように, 相補的な相互作用の視座が多様に存在している.

このように,「（XorY）／（XandY）」という相補的な相互作用は, 人間が厳しい環境の変化に対して，既存の知識の組み換えを図り，生存と進化を目指して，持続可能なストーリー線を紡ぎ出すための基幹的な枠組みを与えている.

そして，これらは５．で示すように，厳しい環境の変化に対し, 環境の淘汰圧に対する自由度の高い, 環境に中立的な認知, 思考と行動, 評価・感情を自己完結させるストーリー線を実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くための情報処理の枠組みとして, 意識的または無意識的な制御で同じ認知場において共役し, 多元的・多面的に（XorY）, かつ包括的に（XandY）働く.

【１】「部分［部分域］（XorY）／全体［全体域］（XandY)」
【２】「部分を貫く（XorY）／部分を連ねる（XandY)」
【３】「差別化（XorY）／一体化（XandY)」
【４】「差異性（XorY）／類似性（XandY)」
【５】「排他性（XorY）／包括性（XandY)」
【６】「分離（XorY）／結合（XandY)」
【７】「必然［論理］（XorY）／偶然［蓋然］（XandY)」
【８】「分析（XorY）／構成（XandY)」
【９】「演繹（XorY）／帰納（XandY)」
【10】「深さ［深化］（XorY）／拡がり［拡張］（XandY)」
【11】「守成（XorY）／創成（XandY)」
【12】「自律（XorY）／他律（XandY)」
【13】「競争［裏切り］（XorY）／協調［協力］（XandY)」
【14】「多元性・多面性（XorY）／包括性（XandY)」
【15】「非平衡性（XorY）／平衡性（XandY)」
【16】「一様性（XorY）／多様性（XandY)」
【17】「分化（XorY）／汎化（XandY)」
【18】「個別化（XorY）／標準化（XandY)」
【19】「微視化（XorY）／粗視化（XandY)」
【20】「秩序（XorY）／自由（XandY)」
【21】「保存（XorY）／変革（XandY)」
【22】「効率（XorY）／効果（XandY)」
【23】「外在する（XorY）／内在する（XandY)」
【24】「外側から見る（XorY）／内側から見る（XandY)」
【25】「時間の情報（XorY）／空間の情報（XandY)」
【26】「通時態（XorY）／共時態（XandY)」

【27】「異時性（XorY）／同時性（XandY）」
【28】「社会の公共性（秩序）（XorY）／個人の自由（XandY）」
【29】「逐次性（XorY）／同時性（XandY）」
【30】「直列性（XorY）／並列性（XandY）」
【31】「因果性（XorY）／相関性（XandY）」
【32】「二値論理（XorY）／多値論理（XandY）」
【33】「客観性（XorY）／主観性（XandY）」
【34】「予期する（XorY）／想像する（XandY）」
【35】「理論的な知識と行動（XorY）／臨床的な知識と行動（XandY）」
【36】「シミュレーション（XorY）／ゲーミング（XandY）」
【37】「アルゴリズム（XorY）／ヒューリスティック（XandY）」
【38】「リスクを減らす（XorY）／チャンスを増やす（XandY）」
【39】「リージョナリズム（XorY）／グローバリズム（XandY）」
【40】「他者性（XorY）／自己性（XandY）」

５．淘汰圧に対する自由度が高く，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現する

５．１「部分域」の最適化と「全体域」の最適化を循環させて融合する

人間が自然や生存環境の厳しい変化や変動に柔軟に対処して生存と進化を遂げて行くための基本的な条件は, 常に部分域（**XorY**）の最適化と全体域（**XandY**）の最適化を矛盾なく融合させ, 営みの全方位において, 環境の淘汰圧に対する自由度が高く，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，矛盾のない循環的なストーリー線として実現し，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにあるだろう.

ここで環境の淘汰圧に対する自由度が高く, 環境に中立的な営みとは, 特定の「領域的な知識」に基づく［自己や人間］という部分域の最適化と，他の「領域的な知識」を取り込んだ「広域的で高次の知識」に基づく［他者や自然の生態系を含めた］全体域の最適化を循環させて，矛盾なく融合する営みのことを意味する.

それは, 部分域と全体域の間に融合という臨界性(critical-ity)を実現していくことである.

５．２「演繹＝論理」と「帰納＝蓋然」の推論を循環させて融合し，広域的で高次の知識と行動を実現する

人間は複雑に変化し変動する自然や生存環境の系を的確に理解することができないので, 部分に分節して, より簡易な系として捉えざるを得ない.

そこで, 部分の系を対象に既存の特定の「領域的な知識（vertical-domain knowledge）」Aを排他的に適用し, 分析論的立場から, 対象を論理的に掘り下げて捉える.
これが演繹**(X or Y)**という知識を貫く過程である.

しかし, 系の他の部分を含めた系の全体を捉えるとなると, 対象の性質が知識Aの限界を超えることになって, 知識Aからは, 対象を説明できる正しい帰結を導けないことが多い.

知識Aの限界で生じた説明のつかない帰結Xを理解するには, 視座を相補的に転換して, 構成論的立場から, 蓋然的に知識の幅を拡げなければならない.

仲介する領域的な知識または暗黙的な知識Bを仲立ちにして, 帰結Xを説明できそうな, 新たな領域的な知識Cを探索し, AとBとCを，包含的に「広域的な知識（horizontal-domain knowledge）」として組み換えなければならない.
これが帰納（**XandY**）という知識を連ねる過程である.

このとき, A⇒B⇒CおよびC⇒B⇒Aの２方向の広域的な知識が形成されるが，その両方が相互に還流されて, 方向の違いによって変らない，「より普遍的な高次の領域的な知識（high-dimensional general knowledge）」Dが創造される蓋然性がある.
これがアブダクション（abduction）という知識の融合の過程である.
この知識Dによって, 系の部分と系の全体を, 矛盾なく融合させて捉えることができる.

すなわち, われわれは, 新たに形成された高次の領域的な知識Dを適用し, 分析論的立場から, 対象を論理的に掘り下げて捉えた知識と行動を実現することができるようになる.

そして, われわれは, さらに, 自然や生存環境のより複雑な系を捉えるために, この高次の領域的な知識Dに基づいて, 次なる貫く過程と連ねる過程を循環させ, 変化する自然や生存環境の中で生存し進化するのに必要な, より多元的・多面的で包括的な(plural, many-sided and comprehensive knowledge)知識と行動をエンドレスに創造し, 整備して行かなければならないことになる.

このように知識を貫く過程と連ねる過程を循環させて融合し，広域的で高次の知識と行動を実現し続けることは，環境の淘汰圧に対する自由度の高い，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，矛盾のない循環的なストーリー線として実現し, 個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにつながるであろう.

５．３「守成」と「創成」の営みを循環させて融合し，資源とエネルギーの利用効率と活用効果を上げる知識と行動を実現する

人間が環境の変化や変動を乗り越えて持続的な生存と進化を遂げるためには，その営みの「守成」（**XorY**）の契機と「創成」（**XandY**）の契機をしっかりと捉えて両立させ，それぞれのための知識と行動を矛盾なく融合し, 循環させて,

個人と集団が,資源やエネルギーの利用効率と活用効果を上げる営みを追求して実現し続けることが必要不可欠となる.

ここで「守成」とは既存の方法による効果と効率を維持し高めることを言い,「創成」とは既存の方法を踏まえた新規の方法によって,新たな効果と効率を創り出すことを言う.

「創成」を欠く「守成」では一時的な持続はあっても,やがては生存の領域が限局されたものとなるだろう.

「守成」を放擲した「創成」だけでは生存の基盤を喪失するので成り立たずに消滅する.

「守成」と「創成」が矛盾し相食む状況は,早晩破局と滅亡をもたらすだろう.

「守成」と「創成」の営みを循環させて融合し,資源とエネルギーの利用効率と活用効果を上げる知識と行動を実現し続けることこそが,環境の淘汰圧に対する自由度の高い,環境に中立的な認知,思考と行動,評価・感情を自己完結させて,矛盾のない循環的なストーリー線として実現し,個人や集団としての自己同一性(アイデンティティ)を確保して行くことにつながるであろう.

６.『３軸認知場のモデル』では認知,思考と行動,評価・感情の「時間の情報」と「空間の情報」が表象され遂行される

６．１ 時間を空間化し,空間を時間化して,「時間の情報」と「空間の情報」を表象する

「時間の情報」を通時的な空間で表わし,「空間の情報」を共時的な時間で表わすために,時間と空間から成る認知場のモデルを構成しなければならない.

『３軸認知場のモデル』(Model of 3 Axial Cognitive-Field)は「知」「情」「意」の時間と空間における情報を組織化して表象する,脳の座標のモデルである.

「知」は「事実」の系を意味し,主として,主体・他者の誰か,事物・事象の何かが,何をした,どのようになった,どのように存在した,という「認知の情報」を扱う.

「情」は「価値」の系を意味し,主として,「事実」の系および「目的」の系の個々の情報に対する,「リターンとリスク」の「評価・感情の情報」を扱う.

「意」は「目的」の系を意味し,主として,主体が,何をどのように考えるのか,主体が,何をどのように行うのか,という「思考と行動の情報」を扱う.

６．２「評価・感情の情報」は「リターンとリスク」の複合的な情報に変換される

[a(わるい)]というネガティブな評価・感情のレベルをリスクのレベルに変換すると,[a-1(大変わるい) a-2(ややわるい) a-3(わるい)]は,[a-1(ハイリスク) a-２(ミディアムリスク) a-３(ローリスク)]となる.

[A(よい)]というポジティブな評価・感情のレベルをリターンのレベルに変換すると,[A-1(大変よい) A-2(ややよい) A-3(よい)]は,[A-1(ハイリターン) A-２(ミディアムリターン) A-３(ローリターン)]となる.

ポジティブな評価・感情とネガティブな評価・感情を両方の複合的な評価・感情として捉えると,a-３(ローリスク)・A-1(ハイリターン)が最も選択すべきもので,a-1(ハイリスク)・A-３(ローリターン)が最も選択すべきではないもの,となる.そして,両極の間には他の７つの類型が存在することになる.

このようにすると,人間は脳の情報処理において異なる感情を伴う経験や学習を横断的に取り扱うことが容易になり,認知場の評価･感情のネットワークを合理的で安定的に形成できるようになる.

６．３ 座標は,Ｘ軸＝「事実」と「目的」の空間軸,Ｙ軸＝時間軸,Ｚ軸＝「価値」の空間軸,である

(１) 外部環境に存在し生起する事物や事象の事実に関する「認知の情報」.

(２)「認知の情報」と主体の「思考と行動の情報」に対して,生体の内部環境が表わす「評価･感情の情報」.「評価・感情の情報」は,チャンスの希望を増やし,リスクの不安を減らすための指標として働く.

(３)「事実」「価値」「目的」の系の情報の間に発生する不均衡を発見し,三つの系の関係を制御して,その時々のベスト・プラクティスに近づけようとする「思考と行動の情報」.

人間は,現前の[今][ここ]において発生する上記の三種類の情報を,Ｘ軸＝「事実」と「目的」の空間軸,Ｙ軸＝時間軸,Ｚ軸＝「価値」の空間軸,から成る「３軸認知場」という自らの情報の場に,互いに相補的な「時間の情報」と「空間の情報」の連鎖として表象し,現前の[今][ここ]における経験と学習の営みを表象し遂行すると共に,それらを記憶として蓄積し,来たるべき未来の[今][ここ]に対処するために活用し続ける.

なお,座標の上で,三種類の情報は,互いに同形な,ストーリー線と呼ばれる経験と学習のシークエンスを描きながら,互いに一対一に対応して布置される.

６．４「時間の情報」と「空間の情報」を定義する

「時間の情報」とは,空間の軸が同じ位置の**[今][ここ]において,**時間的に継起して,異時に存在･生起した,事物・事象という「事実」または主体の「思考と行動」または「評価・感情」の情報の,通時的で,**(ＸorＹ)**の差異性と排他性の関係を示す組み合わせを言う.

「空間の情報」とは,時間の軸が同じ位置の[今][ここ]において,空間的に隣接して,同時に存在･生起した,事物・事象という「事実」または主体の「思考と行動」または「評価・感情」の情報の,共時的で,**(ＸandＹ)**の類似性と包括性の関係を示す組み合わせを言う.

６．５　三つの系の「時間の情報」と「空間の情報」を用いて効率と効果が把握されている

「３軸認知場」の［今］［ここ］における三つの系では，「空間の情報」を用いて，「時間の情報」を微分すると共に，「時間の情報」を用いて，「空間の情報」を微分している．そして，前者では，時間の変化率，即ち効率を，後者では，空間の変化率，即ち効果が把握されている．

これは意識の座としての「目的」の系が，「事実」「価値」「目的」の系の情報の間に発生する不均衡を発見し，三つの系の関係を制御して，その時々のベスト･プラクティスに近づけようとする「思考と行動」が発動される根拠となる．

７．人間は，過去を想起し，未来を想像し（ＸandＹ）予期して（ＸorＹ），［今］［ここ］に対処している

７．１　経験と学習のストーリー線を積み上げて行く

人間は，過去の認知，思考と行動，評価･感情を想起し，未来の認知，思考と行動，評価･感情を想像し，予期して，［今］［ここ］の状況に対処している．

人間は自然や生存環境の厳しい変化や変動に柔軟に対処し，リスクの不安を減らしチャンスの希望を増やすための営みを追求して，生存と進化を遂げて行かなければならない．

そこで，人間は，現前の［今］［ここ］の状況から，来たるべき未来の［今］［ここ］に向けて，「時間の情報」（ＸorＹ）と「空間の情報」（ＸandＹ）のあり得る最適な組み合わせを想像し（ＸandＹ）予期し（ＸorＹ）ながら，次に来る現実の［今］［ここ］の営みを決定して，経験と学習のストーリー線を積み上げて行く．

７．２　人間に内在するプロセスの知が「時間の情報」と「空間の情報」を連接する

人間には「起(begin)」「承(succeed)」「転(change)」「結(conclude)」というプロセスの知(knowledge in process)が内在しているものと考えられる．

（１）（起→承）が「時間の情報」であれば，（承→転）には「空間の情報」が連接する．そして（転→結）として「時間の情報」が連接する．

（２）（起→承）が「空間の情報」であれば，（承→転）には「時間の情報」が連接する．そして（転→結）として「空間の情報」が連接する．

こうして，人間は厳しく変化する環境に柔軟に適応するため，（ＸorＹ）という「時間的な情報」による推論と，（ＸandＹ）という「空間的な情報」による推論をエンドレスに循環させて，知識の組み換えを図り，生存と進化を目指して，ストーリー線を紡ぎ出している．

このように（ＸorＹ）の過程と（ＸandＹ）の過程を循環させて融合し，広域的で高次の知識と行動を実現し続けることは，環境の変化に対する自由度の高い，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結させて，矛盾のない循環的なストーリー線を実現して行くことであり，個人や集団としての自己同一性（アイデンティティ）を確保して行くことにつながるであろう．

７．３　「３軸認知場」では，情報のフィード・バックとフィード・フォワードが働いている

「３軸認知場」では，未来への歩みを想像し予期するために，現前の［今］［ここ］における認知，思考と行動，評価・感情の情報は，常に，現前の［今］［ここ］における過去の「時間の情報」と「空間の情報」の場にフィード・バックされて，過去の情報との類似（共通）性と差異（領域）性がチェックされ，未来の情報の場に，「時間の情報」と「空間の情報」のありそうな蓋然性ないし，あり得る可能性がフィード・フォワードされる．

また，現前の［今］［ここ］における認知，思考と行動，評価・感情の情報は，常に，以前の［今］［ここ］という現在における数多くのネットワークの経路を通じて、以前の［今］［ここ］という現在における過去の「時間の情報」と「空間の情報」との類似（共通）性と差異（領域）性がチェックされ，未来の情報の場に，「時間の情報」と「空間の情報」のありそうな蓋然性ないし，あり得る可能性がフィード・フォワードされる．

この多重なフィード・バックとフィード・フォワードのプロセスは，『ラティスの構造モデル』の計算式を『３軸認知場のモデル』に適用することによって，明らかにすることができる．

８．　『ラティスの構造モデル』がもつ循環の論理を「３軸認知場のモデル」に適用する

８．１　広域的な情報のネットワークを組織化する

「（ＸorＹ）／（ＸandＹ）」の相補性からなる『ラティスの構造モデル』の論理を「３軸認知場のモデル」に適用すると，人間の脳の情報処理の主たる特徴を明らかにすることが可能になる．

「３軸認知場」の「知」「情」「意」の各系では，［今］［ここ］における新たな情報を過去の情報の場にフィード・バックして，既存のすべての情報との間で悉皆的に，広域的な情報のネットワークを組織化する．

これは「ラティスの構造のネットワーク」と呼ばれる．

「ラティスの構造のネットワーク」は，情報科学の分野で研究が進んでいる「スモールワールド・ネットワーク」と同型のものではあるが，それよりも，より網羅的，重層的で，計算論的である点に固有の特色がある．

そして各系では，広域的な情報のネットワークを組織化すると同時に，［今］［ここ］における新たな情報と既存の情報との類似（共通）性（ＸandＹ）と差異（領域）性（ＸorＹ）を調べ上げて，未来の情報の場に，ありそうな蓋然性

ないし，あり得る可能性をフィード・フォワードする．

フィード・バックという，自己に言及して過去を想起する機能と，フィード･フォワードという迫り来る未来の環境の変化と変動を想像し予期する機能の両方を働かせながら，われわれ人間は，現前の［今］［ここ］において，保存（**XorY**）と変革（**XandY**）の分岐点に立ちながら，次なる［今］［ここ］において現実化する環境の変化と変動に対処している．

８．２　フィード・バックによって広域的な情報のネットワークが組織化されるパターンを明らかにする

（１）新しい［今］［ここ］［情報 ｎ］が，以前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ｜ｘ≧１］と結びつく．

（２）以前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ｜ｘ≧１］が，その一つ前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ－１｜ｘ≧１］と結びつく．

（３）そして，その［情報ｎ－ｘ－１｜ｘ≧１］が，更にもう一つ前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ－２｜ｘ≧１］と結びついた時に，

新しい［今］［ここ］［情報 ｎ］が，以前の［今］［ここ］のその一つ前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ－１｜ｘ≧１］と斜向的に結びつくことになる．

（４）上の（１）～（３）のプロセスを繰り返して，（イ）新しい［今］［ここ］［情報 ｎ］，（ロ）以前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ｜ｘ≧１］，（ハ）以前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ｜ｘ≧１］の，その一つ前の［今］［ここ］［情報 ｎ－ｘ－１｜ｘ≧１］の３つの部分域から成る広域的なノードのリンクが，新しい［今］［ここ］に近接して広がる小域的なノードのリンクから，中域的なノードのリンクへ広がり，さらに，［今］［ここ］から離隔して広がる大域的なノードのリンクへと，近い過去から遠い過去の情報に向かって次々に組織化されて行く．

８．３　フィード･フォワードによって次なる［今］［ここ］を想像し予期するパターンを明らかにする

（１）以前の［今］［ここ］［情報ｎ－ｘ｜ｘ≧１］のその一つ前の［今］［ここ］［情報ｎ－ｘ－１｜ｘ≧１］が，以前の［今］［ここ］［情報ｎ－ｘ｜ｘ≧１］と結びつく．

（２）以前の［今］［ここ］［情報ｎ－ｘ｜ｘ≧１］が，新しい［今］［ここ］［情報 ｎ］と結びつく．

（３）新しい［今］［ここ］［情報 ｎ］が，次の未来の［今］［ここ］［情報ｎ＋１］と結びついた時に，

以前の［今］［ここ］［情報ｎ－ｘ｜ｘ≧１］が，次の未来の［今］［ここ］［情報ｎ＋１］に斜向的に結びつくことになる．

８．４　「ラティスの構造のネットワーク」は重層的な入れ子の構造を形づくる

「３軸認知場」の「時間の情報」と「空間の情報」の場において，次々に生じる（１）新しい［今］［ここ］の情報［情報 ｎ］と，（２）以前の［今］［ここ］の情報［情報 ｎ－ｘ］，そして（３）以前の［今］［ここ］のその一つ前の［今］［ここ］の情報［情報 ｎ－ｘ－１］の３つの部分域から成る広域的な情報のネットワークが，ストーリー線上の過去から未来に向けて次々に生じる，新しい[今][ここ]の情報の層ごとに，小域的なリンクから，中域的なリンクへ広がり，さらに，大域的なリンクへと広がりが組織化されて行く．

未来を例にすると，未来の新しい[今][ここ]の情報［情報 ｎ＋ｘ｜ｘ≧１］の層ごとに，過去の情報を再編成する形で，新しい広域的な情報のネットワークが形成される．

つまり，未来の新しい［今］［ここ］の情報［情報 ｎ＋ｘ｜ｘ≧１]の層の新しい広域的な情報のネットワークが，未来に向けて，重層的に積み重ねられ，入れ子構造の重層的なネットワークが形づくられる．

すなわち，現在の［今］［ここ］の情報［情報 ｎ］の広域的な情報のネットワークが，未来の［今］［ここ］の情報［情報 ｎ＋１]の広域的な情報のネットワークの下部に包摂され、［情報 ｎ＋１］の広域的な情報のネットワークが，次の未来の［今］［ここ］の情報［情報 ｎ＋２］の広域的な情報のネットワークの下部に包摂されて行く．

この場合に，［情報 ｎ］の広域的な情報のネットワークの記憶の構造は，［情報 ｎ＋１］の広域的な情報のネットワークの下部構造として，［情報 ｎ＋１］の記憶の構造は，［情報 ｎ＋２］の下部構造として，それぞれが未来に向けて保全される．

しかし，［情報 ｎ＋１］の広域的な情報のネットワークの平面では，［情報 ｎ］の広域的な情報のネットワークにおける情報の間に成立していた類似（共通）性（**XandY**）と差異（領域）性（**XorY**）の関係に修正を加えて，再編成することが可能になる．［情報 ｎ＋２］の広域的な情報のネットワークの平面では，［情報 ｎ＋１］の広域的な情報のネットワークにおける情報の間に成立していた類似（共通）性（**XandY**）と差異（領域）性（**XorY**）の関係ついても同様である．

そして，この修正と再編成が生じる機構は，**８．５**において示されるものであると考えられる．

人間の記憶における情報の保全と情報の修正の両方を可能にしている，この重層的な入れ子構造のネットワークは，人間の情報処理のための基盤を安定的に保全する一方，他方では，新しい情報の獲得に伴う修正を加えて，その営みの環境への適応と進化を支えているのである．

８．５　新しい［今］［ここ］の情報［情報 ｎ］が情報の連鎖の位相を変える

（１）新しい［今］［ここ］の情報［情報 ｎ］が，過去の情報の間に存在した，過去の連鎖の位相［（**XandY**）または（**XorY**）の位相］を変える．

（2）［情報 n］と［情報 n−1］が関係づけられる．
（3）［情報 n−1］と［情報 n−2］の間の連鎖の位相を変える．
（4）［情報 n］と［情報 n−2］が関係づけられる．
（5）［情報 n−2］と［情報 n−3］の間の連鎖の位相を変える．
（6）［情報 n］と［情報 n−3］が関係づけられる．
（7）（2）から（6）までの５つの関係が均衡すれば，それらの間の結合が強められる．不均衡であれば，それらの間の結合が弱められる．
（8）［情報 n−1］と［情報 n−2］，［情報 n−2］と［情報 n−3］，［情報 n−1］と［情報 n−3］，［情報n−3］と［情報 n−4］，［情報 n−1］と［情報 n−4］の間の５つの関係が均衡すれば，それらの間の結合が強められる．不均衡であれば，それらの間の結合が弱められる．
（9）（7）の５つの関係と（8）の５つの関係が重複する部分は，後の方の関係が，前の方の関係を修飾して，結合が増価するか，減価する．
(10)［情報 n−2］以下の部分域を起点とする，すべての５つの関係についても，上と同様のプロセスが進行する．

９．プロセスの知によって，広域的で高次の「時間の情報」と「空間の情報」を自己完結的に創り上げる

９．１ 全方位の営みをバランスさせ，その対称性を確保し高めることが重要である

われわれが，営みの全方位において，環境の淘汰圧に対する自由度が高く，環境に中立的な認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現するためには，次のような『プロセスの知のモデル』（Model of Knowledge in Process）のサイクルを循環させて，「時間の情報」と「空間の情報」を，広域化し高次化しながら，創り上げることが重要である．

①起(begin)：相補的な「フレーム」に基づくアクションを重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，テーマを発意し方向づける．

②承(succeed)：相補的な「フレーム」に基づく経験と学習を重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，テーマを深化し拡張する．

③転(change)：相補的な「フレーム」に基づく部分と全体の整合化へ擦り合わせを重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，テーマに有意な多次元の広域的な知識・行動と高次元の領域的な知識・行動を構成する．

④結(conclude)：相補的な「フレーム」に基づく能力開発と人材育成を重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，能力開発と人材育成を重ねて，テーマに有意な多次元の広域的な知識・行動と高次元の領域的な知識・行動を実行に移すと共にテーマに有意な知識と行動の見直しと改善を図る．

以上の四つのプロセスには，各々３項目，全１２項目にわたり，知識と行動の方位を示す，相補的な情報処理の視座が「フレーム」として与えられている．環境の淘汰圧に中立的な，認知，思考と行動，評価・感情を自己完結的に実現するためには，全方位の営みをバランスさせ，その対称性を確保し高めることが重要である．

９．２ 起(begin)＝生成 ： アクションを重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる［結＝収束］を想起し，次なる［承＝継続］を想像し予期して，テーマを発意し方向づける

「アクションを重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ．

９．２．１ ［重負担からの脱却と生存の効率化を図る］のフレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：生存のための資源・エネルギー・情報の利用効率の向上を図る
②「拡張し構成するフレーム」：資源・エネルギー・情報の活用効果を高めて生存を脅かしている重苦や重負担からの脱却を図る

９．２．２ ［トータルなコントロールを働きかけ受け入れる］ のフレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：他の機能・事業・知見からトータルなコントロールを自らに受け入れる
②「拡張し構成するフレーム」：自らの機能・事業・知見からトータルなコントロールを他に働きかける

９．２．３ ［理解と働きかけのコンセプトを構築し，実行・検証して更新する］ のフレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：現に生存する時間・空間領域での適応コンセプトを構築し，実行・検証して更新する
②「拡張し構成するフレーム」：より大きな時間・空間領域での適応コンセプトを構築し，実行・検証して更新する

９．３ 承(succeed)＝継続 ： 経験と学習を重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる［起＝生成］を想起し，次なる［転＝変化］を想像し予期して，テーマを深化し拡張する

「経験と学習を重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ．

９．３．１ ［事業分野の拡大と深化を図る］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：事業分野の深さを追求する
②「拡張し構成するフレーム」：事業分野の拡がりを追求する

９．３．２ ［機能分野の拡大と深化を図る］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：機能分野の深さを追求する
②「拡張し構成するフレーム」：機能分野の拡がりを追求する

９．３．３ ［知見分野の拡大と深化を図る］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：知見分野の深さを追求する
②「拡張し構成するフレーム」：知見分野の拡がりを追求する

９．４ 転(change)＝変化 ：部分と全体の整合化へ擦り合わせを重ね，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる［承＝継続］を想起し，次なる ［結＝収束］を想像し予期して，テーマに有意な多次元の広域的な知識・行動と高次元の領域的な知識・行動を構成する

「整合化へ擦り合わせを重ねる」の情報処理フレームは，３項から成り立つ.

９．４．１ ［人為を自然のルールに適合させる］ のフレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：人為の自然のルールへの不適合度を下げる
②「拡張し構成するフレーム」：人為の自然のルールへの適合度を上げる

９．４．２ ［多能なイニシアティブ（initiative）と英明なコーディネーション（coordination）を確保する］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：注意の制約を前提に個人やリーダーの能力の限界を補完する
②「拡張し構成するフレーム」：多能化をめざして個人やリーダーが自己の能力の限界を打破する

９．４．３ ［時間・空間領域の部分と全体の間に矛盾のない最適化を実現する］ のフレームは相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：短期・小域と中期・中域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する
②「拡張し構成するフレーム」：中期・中域と長期・大域の間に矛盾のない理解と働きかけを実現する

９．５ 結(conclude)＝収束 ： 能力開発と人材育成を重ねて，循環的なストーリー線を紡ぎ出し，広域的で高次の知識と行動を形成して，蓄積しながら，前なる［転＝変化］を想起し，次なる［起＝生成］を想像し予期して，テーマに有意な多次元の広域的な知識・行動と高次元の領域的な知識・行動を実行に移すと共にテーマに有意な当該の知識と行動の見直しと改善を図る

「能力開発と人材育成を重ねる」 の情報処理フレームは，３項から成り立つ.

９．５．１ ［組織責任者ならびに独創専門家としての能力を開発し人材を育成する］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：組織の運営責任者としての能力を開発し人材を育成する
②「拡張し構成するフレーム」：独創のできる専門家としての能力を開発し人材を育成する

９．５．２ ［研究開発型人材ならびに導入活用型人材としての能力を開発し育成を図る］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：導入活用型の人材としての能力を開発し人の育成を図る
②「拡張し構成するフレーム」：研究開発型の人材としての能力を開発し人の育成を図る

９．５．３ ［職種転換重視ならびに一貫経験重視の能力開発や育成を図る］ のフレームは，相補的な２項から成り立つ

①「深化し分析するフレーム」：同職種での一貫経験を重視して能力を開発し人材を育成する
②「拡張し構成するフレーム」：異職種への職務転換を重視して能力を開発し人材を育成する

１０．人間の脳は，意識の働きによって「時間の情報」と「空間の情報」を統合する

人間の脳は，意識の働きによって［今］［ここ］という時間と空間の窓をフォーカスし，［今］［ここ］において，「時間の情報」と「空間の情報」を統合している.

１０．１ 意識の働きで［ここ］という「空間の情報」によって［今］という「時間の情報」を微分する

私たちがバスを利用して通っていた駅への道を，初めて徒歩で行かなければならないことを思い描いて見よう.
これは**７．２**の（1）に挙げたストーリー線のパターンに該当するケースである.（起→承）の「時間の情報」と（転→結）の「時間の情報」は，これまでのバス通勤の経験でアルゴリズム（**XorY**）**が**明らかになっている.
あとは途中での人通りの混雑を迂回するために，（承→転）

の「空間の情報」のヒューリスティック（XandY）を効率的にインターフェースさせれば，ストーリーが循環することになる.

この例のように，主たるアルゴリズムが存在する場合，私たちの意識は［今］という「時間の情報」には介入せずに［ここ］という空間の情報に向けられている.
このとき時間の意識は特定されずに全時間に開かれている.
このようなプロセスを指して，「時間を空間化」していると言う.

これは言い換えると，意識の働きで［ここ］という「空間の情報」によって［今］という「時間の情報」を微分していることである.

それは主体が空間を移動するのに伴う時間の変化率を見ていることに当たる.

人間はこのプロセスを通じて自らの活動の効率を測っているものと考えられる.

１０．２　意識の働きで［今］という「時間の情報」によって［ここ］という「空間の情報」を微分する

これに対し，現前の事実を写生するという立場の俳人が吟行の場で句作に取り組むところを思い描いて見よう.
これは**７．２**の（2）に挙げたストーリー線のパターンに該当するケースである.
多くの場合，オブジェクトも表現も都度に創り出されるものなので，アルゴリズムは不定である. これは，俳人がその時と場所の環境に適応して芸術的に意義のある俳句を効果的に生み出さなければならない創造のプロセスと言えるだろう.（起→承）の「空間の情報」と（転→結）の「空間の情報」は，ヒューリスティック（XandY）として探索しなければならない. さらには，（承→転）の「時間の情報」のアルゴリズム（XorY）を効果的にインターフェースさせることができれば，ストーリーが循環することになる.

この俳人の例のように，主たるアルゴリズムが存在しない場合，人間の意識は[ここ]という空間には介入せずに[今]という時間に向けられている.
このとき空間の意識は特定されずに全空間に開かれている.
このようなプロセスを指して，「空間を時間化」していると言う.

これは言い換えると，意識の働きで［今］という時間の情報によって［ここ］という空間の情報を微分していることである.

それは主体の時間が経過するのに伴う空間の変化率を見ていることに当たる.

人間はこのプロセスを通じて自らの活動の効果を測っているものと考えられる.

１０．３　人間の脳は，［今］［ここ］という意識の推移おいて，効率の情報と効果の情報を統合している

人間の脳の３つの系では，時間の軸と空間の軸が交わる［今］［ここ］という意識の推移において，効率の情報と効果の情報を統合して，それぞれの系のベスト・プラクティスを実現しようとしている.

とりわけ「意」という意識の座としての目的の系は，［今］［ここ］において「知」「情」「意」の系の情報の間に発生する不均衡を発見し，三つの系の関係を制御して，その時々のトータルなベスト・プラクティスに近づけようとする機能を果たしている.

そのために「意」の系は，３つの系の［今］［ここ］における時間の変化率と空間の変化率を総合的にモニターして，アルゴリズムとヒューリスティックの連接が生み出す効果と効率の推移を点検し，必要な調節を発意して決定し，実行する.

１０．４　過去のストーリー線を想起して，未来のストーリー線を想像し（XandY），予期し（XorY）ながら，［今］［ここ］の現前に対処する

人間は止めどなく変転し展開する現前から未来への生活局面の変化と変動に対処するために，先行きのストーリーを想像し（XandY），予期し（XorY）ながら，過去の「時間の情報」と「空間の情報」のストーリー線から類似のもので，「リターンとリスク」の評価のよいものを取り出して再現し，［今］［ここ］の現前に対処する.

変化や変動が非連続なものであれば，先行きのストーリーを想像し，予期しながら，過去の異なる局面のストーリー線から切り出した情報を組み換えて，再構成しながら，[今][ここ］の現前に対処しなければならない.

それでも不十分ならば，新たな学習と経験に基づき，人間に具わるプロセスの知を駆動させて，新たなストーリー線を創造しながら，未来の［今］［ここ］において現実化しそうな環境の変化と変動に対処しなければならない.

このような経過の中で，試行錯誤を経ながら冗長な形をとって形成される，「時間の情報」と「空間の情報」のシークエンスが，経験と学習の積み重ねを通じて，一方では，次第にその無駄を省かれて，起・承・転・結を単位として括られ，他方では，小域または中域または大域のスケールで，起・承・転・結の単位が次第に大きなスケールの単位に連接されて，より広域的で高次の知識のシークエンスとして組織化されていく可能性がある.

１０．５　［今］［ここ］において無意識的に自己組織化される「ラティスの構造のネットワーク」は「プロセスの知」としての主体の意識の形成に与っている

新しい［今］［ここ］において，「知」「情」「意」の３系で形成される，「ラティスの構造のネットワーク」は無意識的に自己組織化されるが，これが，新しい［今］［ここ］における「プロセスの知」としての主体の意識の形成に与って枢要な役割を担っているものと考えられる.

１１．『ラティスの構造モデル』の論理を考える

『ラティスの構造モデル』(Model of Lattice Structure）は,脳を含む自然や社会の系の保存（XorY）と変革（XandY）の相補的な相互作用一般を，四本の計算式で表現する構成的な動態モデルである.

これは,脳を含む自然や社会の系のプロセスを,（XorY）というネガティヴ・フィードバックと，（XandY）というポジティヴ・フィードバックの間の大きなネガティヴ・フィードバックとして捉え,恒常性や定常性を自己完結的に実現して行く，非線形な循環の論理モデルである.

１１．１　二つの部分域を　P_2，P_1　とする

自然や社会の系において,相互に作用する二つの部分域をP_2，P_1 とし,それぞれが保持するエネルギーの準位の相対的な比率を ℓP_2, ℓP_1として,$\ell P_2=1$，$1>\ell P_1>0$，とする.

ℓP_1 は,有理数または無理数の値を取るものとする.

１１．２　「引き合い」（XandY）と「斥け合い」（XorY）を波形の相互作用だと仮定する

エネルギーと情報を担う二つの部分域,P_2とP_1の間の相互作用の実体は,P_2の波形とP_1の波形が「引き合い」と「斥け合い」をするプロセスであると仮定する.

「引き合い」では,P_2とP_1の波形と情報の類似（共通）性が現われ,「斥け合い」では,両方の波形と情報の差異（領域）性が現われる.

１１．３　自然や社会の系の恒常的な循環の動態を四本の式で表わすことができる

（１）自然や社会の系が,臨界点における「引き合い」と「斥け合い」のエネルギーの均衡から逸脱し均衡へ回帰する恒常的な循環の動態を,四本の式で表現することができる.

① $\ell P_2/\ell P_1>(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$　・・[式１]

② $\ell P_2/\ell P_1<(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$　・・[式２]

③ $\ell P_2/\ell P_1=(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$　・・[式３]

④ $(FL+CL)^2=FL$　・・・・・・・[式４]

ＦＬは,系の臨界点のエネルギー準位を意味する.

ここでエネルギー準位とは,位置エネルギーと運動エネルギーを合わせた全エネルギーの準位をいう.

またＣＬは，相互作用のために,Ｐ₂　から　Ｐ₁　へ移動するエネルギーの準位いう.

$CL=\sqrt{\{(\sqrt{5}-1)/2\}}-(\sqrt{5}-1)/2$
$\fallingdotseq 0.168117389$　となる.

（２）二つの計算項　$\ell P_2/\ell P_1$，　$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ は,ℓP_2とℓP_1の格差が大きくなると,前者の計算項の値が大きくなり,後者の項の値が小さくなる.

ℓP_2とℓP_1の格差が小さくなると,前者の計算項の値が小さくなり,後者の項の値が大きくなる.

このように二つの計算項　$\ell P_2/\ell P_1$，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ は,互いに真逆の相補的な動きを示すことがわかる.

『ラティスの構造モデル』では,系は,真逆の相補的な動きに従って,次の（３）と（４）の間を変遷し,カオスの発生を活かしながら,全域的に波形と情報の同型性と異型性を走査する.

（３）$\ell P_2/\ell P_1$を「引き合う力」を表象するものと見立てるならば，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$ は「斥け合う力」を表象するものと見立てることができる.

これは[式１]［式２]において,ℓP_1が,

$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq 0.61803398$ の値域で有理数の値を取り，　$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq 0.61803398$ の値域で無理数の値を取るときに実現する.

この場合,「引き合い」では,互いの波長が比較的に離隔する二つの波形同士が低周波域で波形と情報の類似（共通）性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が比較的に近接する二つの波形同士が高周波域で波形と情報の差異（領域）性を探索し合う作用をする.

結果として[式１]では「引き合う力」が勝ることになる.

反対に[式２]では「斥け合う力」が勝ることになる.

（４）$\ell P_2/\ell P_1$を「斥け合う力」を表象するものと見立てるならば，$(\ell P_2+\ell P_1)/\ell P_2$　は「引き合う力」を表象するものと見立てることができる.

これは[式１]［式２]において，ℓP_1が,

$\ell P_1>(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq 0.61803398$ の値域で有理数の値を取り，　$\ell P_1<(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq 0.61803398$ の値域で無理数の値を取るときに実現する.

この場合,「引き合い」では,互いの波長が比較的に近接する二つの波形同士が高周波域で波形と情報の類似（共通）性を探索し合い,「斥け合い」では,互いの波長が比較的に離隔する二つの波形同士が低周波域で波形と情報の差異（領域）性を探索し合う作用をする.

結果として[式１]では「斥け合う力」が勝ることになる.

反対に[式２]では「引き合う力」が勝ることになる.

（５）[式３] の解は，　$\ell P_1=(\sqrt{5}-1)/2\fallingdotseq 0.61803398$　となる.

それは,この値で,左辺の項が示す作用の力と,右辺の項が示す作用の力が均衡していることを示すところの,臨界点ＦＬのエネルギー準位を意味している.

そして８．２で示されたネットワークの組織化パターンのフラクタル性は[式３]による臨界性を表わしている.

（６）[式１]の作用が,[式３]の臨界点からの逸脱である場合には,[式２]の作用は,[式３]の臨界点への回帰となる.

また,[式２]の作用が,[式３]の臨界点からの逸脱である場合には,[式１]の作用は,[式３]の臨界点への回帰となる.

臨界点からの逸脱は,自然や社会の系が持つ自由度を増大させる方向性を表わし,臨界点への回帰は安定度を増大させる方向性を表わしている.　　【２０１６・７・１８】

モンティ・ホール問題における選択変更確率の強度についての検討
An empirical study of strength of the selection bias on the Monty-Hall problem

田村 昌彦 †
Masahiko Tamura
† 立命館大学
Ritsumeikan University
m-tamura@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract

This paper reports the characteristic of the human selection behaves under uncertain circumstance. In the experiment, participants conducted the Monty-Hall problems which were controlled the rewards and number of doors. The analysis using nonlinear regression revealed that the worth of the door which was already selected was equal to twice the door which was not selected. Further more, the ratio of switched selection has upper limit.

Keywords — Monty-Hall problem, Nonlinear regression

1. はじめに

モンティ・ホール問題はアメリカの TV 番組，“Let's Make A Deal” で行われていたクイズ・ショウを発祥とした問題である．この問題は，論理的には選択を変更することが有利な状況にあるにもかかわらず，多くの人が選択変更をしない問題であることで知られている．このような現象は，3 囚人問題に代表されるような，事象の確率を正しく見積もることができないために発現する現象であると考えられている（たとえば，[1]）．

一方で，我々は事象の確率を正しく見積もることができない，あるいは，困難な場合，ヒューリスティックスを用いた確率判断を行っていることが指摘されている（たとえば，[2]）．モンティ・ホール問題においても，ヒューリスティックスを用いた確率判断が行われていると考えられる．

そこで本研究では，事象の確率を操作することで，これを確認することを第 1 の目的とした．さらに，既存の選択を放棄し，新しい選択を行うために必要な価値を実験的に同定することを第 2 の目的とした．これにより，既存の選択と，新しい選択の主観的等価点を求めることによって，選択変更確率の強度について検討した．

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 31 人（女性 25 人，男性 6 人）が実験に参加した．平均年齢は 19.58 歳（$SD = 1.04$）であった．

2.2 課題

2 点について，モンティ・ホール問題を改変して用いた．オリジナルのモンティ・ホール問題では，実験参加者（以下，参加者）に 3 枚の扉が呈示される．3 枚の扉のうち，1 枚の扉が当たりの扉であり，その背後に賞品（本実験では，賞金 10,000 円）が隠されている．参加者は，当たりの扉がどれであるか予測し，賞金を獲得することを要求される（1 回目の選択）．第 1 の変更点は，呈示する扉の枚数を，3 枚，4 枚，あるいは，5 枚のいずれかの扉を呈示するように変更した．1 回目の選択後，オリジナルのモンティ・ホール問題では，実験者が，残った扉から 1 枚，確実にハズレである扉を開ける．ここで，参加者は再度，扉を選択することができる（2 回目の選択）．すなわち，初めに選択した扉を継続して選択するか，当たりと予測する扉を変更するかを選択する．なお，本実験では，実験者は残った扉から複数枚の確実にハズレである扉を開ける．詳細は手続きで述べる．第 2 の変更点は，参加者の 2 回目の選択時に，賞品の価値を統制した．オリジナルのモンティ・ホール問題では，賞品の価値は固定であるが，本実験では，2 回目の選択時に，扉を変更して当たりを引き当てた場合の賞金額を増額した．

2.3 要因計画

2 要因の参加者内要因計画とした．第 1 の要因は扉数要因であり，参加者に呈示する扉を統制した．呈

示する扉数は，3 枚，4 枚，あるいは 5 枚のいずれかであり，3 水準であった．第 2 の要因は賞金額要因であり，2 回目の選択時において，扉を変更してアタリを当てた場合に，賞金額を増額した．増額は，0 円から 80,000 円の間とし，8,000 円ごとに設定した．したがって，賞金額は 10,000 円（増額なし）から，90,000 円まで，8,000 円ごとに増額した賞金額を設定したため，合計 11 水準であった．

2.4 装置

実験課題は Microsoft Windows 7 が稼働するパーソナル・コンピュータ（以下，PC）上で動くプログラムを作成して用いた．

2.5 手続き

参加者は 1 人ずつ 1 台の PC の前に座り，実験用プログラムを操作して課題に取り組んだ．課題は，実験用プログラムの操作を習得するための練習課題が 1 問と，33 問の本番課題で構成された．1 問の課題の流れは以下のとおりである．最初に参加者は，扉数要因にしたがい，PC に接続されたディスプレイ上に，3 枚，4 枚，あるいは 5 枚のいずれかの扉の絵が呈示された．参加者は，1 回目の選択として，呈示された扉の中から当たりが隠されている扉を 1 枚予測し，選択することを求められた．当たりの扉を引き当てると，10,000 円の賞金が得られることが告げられた．参加者が 1 回目の選択を行った後に，残った扉の中から，ハズレの扉が告げられた．参加者に告げられたハズレの扉数は，残った扉数 −1 枚であった．したがって，常に参加者自身が選択した扉以外に，1 枚の当たりか，あるいは，ハズレかが不明の扉が残された．ここで参加者は，2 回目の選択を求められた．2 回目の選択では，参加者は当たりと予測する扉を，1 回目に選択した扉から，残りの扉に変更することが可能であった．このとき，当たりと予測する扉を変更し，その扉が当たりであった場合，賞金額要因にしたがい，賞金が増額されることが告げられた．

なお，課題の出題順序はランダマイズされ，課題の途中で，参加者の予測について，正誤のフィードバックは行わなかった．

3. 結果と考察

事後のアンケートで，モンティ・ホール問題を事前に知っていたと回答した 7 人の参加者を分析対象から除外し，24 人の参加者を分析対象とした．扉数ごとの賞金額による選択変更率の推移を図 1 に示した．

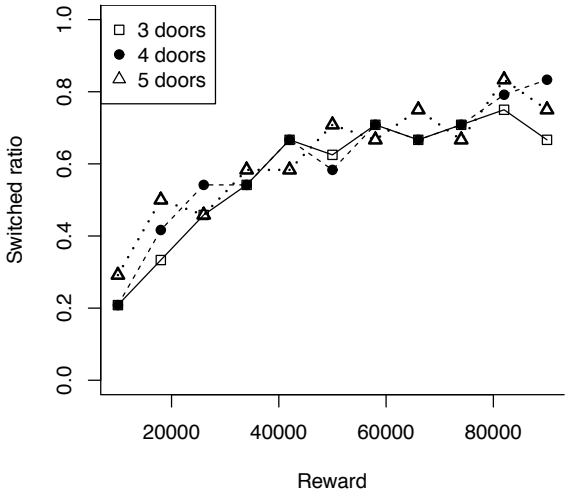


図 1 扉数ごとの賞金額による選択変更率の推移．

賞金額の推移，および扉数が選択変更率に与える影響を検討するため，賞金額と扉数を説明変数，選択する扉を変更したか否かを目的変数として，ロジスティック回帰分析を行った．賞金額と扉数を変数として強制投入したところ，賞金額のオッズ比は 1.00 ($p < .01$) で有意であったが，扉数のオッズ比は 1.10 ($p = .31, ns$) で有意ではなかった．したがって，扉の選択変更に，賞金額は影響を与えるものの，扉数は影響があるとはいえないことが示された．

本研究のようなモンティ・ホール問題において，2 回目の選択時に，選択する扉を変更した方が当たりを引き当てる確率は上昇する．さらに，扉数の増加に伴い，変更時の当たりを引き当てる確率は上昇する．ロジスティック回帰分析で，扉数の要因の効果が認められなかったことは，我々が 2 回目の選択より以前の情報を考慮していない可能性を示唆している．つまり，参加者は，ハズレと通知された扉の情報を利用せず，単に残された扉の数のみを考慮していたと考えられ，ヒューリスティックスを用いた方略が採用された可能性を示唆している．このことは，[2] の主張を支持する結果といえるだろう．

しかし，ロジスティック回帰分析の結果では，扉の選択変更に賞金額が影響を与えるオッズ比は 1.00 であり，検定結果だけでは，影響を与えることを明言しにくい．先のロジスティック回帰分析が，このような結果になった理由として，扉の選択変更率の推移に，

上限が存在する可能性が考えられる．実際，ロジスティック回帰分析の結果，得られた予測値では，モデル・フィットが良いとはいえないだろう．

そこで，非線形回帰分析を行い，複数のモデルを当てはめて検討した．検討対象としたモデルは，4 パラメタ・ロジスティックモデル，4 パラメタ・対数ロジスティックモデル，および，3 パラメタ・対数ロジスティックモデルの 3 種類とした．なお，この非線形回帰分析では，賞金額要因のみを検討した．すなわち，扉数に関わらず，賞金額ごとに扉の選択変更率を算出し，その値をもとに分析を行った．これは，先のロジスティック回帰分析で，扉数要因の効果が認められなかったことに基づき，扉数要因を検討対象から除外することで，賞金額要因の検定力を高めるために行った．

分析の結果，赤池情報量規準（AIC）をもとに，3 パラメタ・対数ロジスティックモデルが，最もモデル・フィットが良いことが明らかになった．3 パラメタ・対数ロジスティックモデルは以下の式 (1) で表される．

$$f(x) = \frac{d}{1 + exp(b(log(x) - log(e)))} \quad (1)$$

対数ロジスティックモデルは，用量反応曲線の 1 種とされ，パラメタ b は反応速度（傾き）を，パラメタ d は上限値を，パラメタ e は半数効果用量（$ED50$）を表す．分析の結果，$b = -1.24$ ($p < .01$)，$d = .89$ ($p < .01$)，$e = 21513.49$ ($p < .01$) であった．図 2 に賞金額による選択変更率と予測値の推移を示した．

非線形回帰分析の結果は，本研究において，以下の 2 点で重要な知見を得ることができた．第 1 に，扉の選択変更率に上限値が存在することである．第 2 に，全体の半数の参加者が扉の選択変更を行うため，すなわち，自身が 1 回目に選択しなかった扉に変更するためには，21,513.49 円の価値を必要としている点である．

非線形回帰分析の 2 点目で挙げた知見からは，我々が，既存の選択と，新たな選択が等価に見積もっていないことを改めて示した．このような既存の選択と，新たな選択の非対称性が存在することは，既に指摘されている（たとえば，[3]）．しかし，非線形回帰分析の 1 点目で挙げた知見である，選択変更率の上限を含めた検討は十分に行われてきたとはいえないだろう．とりわけ，上限値は半数効果量に影響を与える．このことは，我々が選択を変更する価値を説明するポイントを予測する上で重要となる点であり，今後はこの点を検討していく必要があるだろう．

以上，本研究では，モンティ・ホール問題を用い，我々の選択行動における意思決定を検討した．その結果，我々は，意思決定時点以前の情報を適切に使用した規範的な判断を行っておらず，ヒューリスティックスを用いた判断を行っていることが示唆された．また，既存の選択を放棄するために必要な価値を測定することにより，既存の選択肢から選択を変更しない偏りの強度を算出した．更に，この際，選択肢の変更率には上限が存在することを明らかにした．

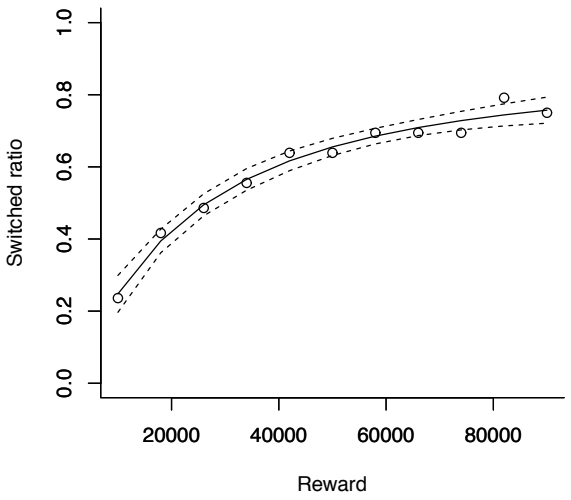


図 2　賞金額による選択変更率と予測値の推移．横軸は賞金額を，縦軸は 2 回目の選択時に扉を変更した比率を示す．実線は 3 パラメタ・対数ロジスティックモデルに当てはめたときの予測推移を，破線は 95%信頼区間を示す．

参考文献

[1] Ichikawa, S. and Takeichi, H. (1990) ‘’Erroneous beliefs in estimating posterior probability” Behaviormetrika, Vol. 27, pp. 59-73.
[2] Craig R. Fox, Jonathan Levav, (2004) “Partition-Edit-Count: Naive extensional reasoning in judgment of conditional probability” Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 133, pp. 626-642.
[3] Tversky, A. and Kahneman, D. (1981) “The framing of decisions and the psychology of choice” Science, Vol. 211, pp. 453-458.

思考実験を通した問題解決の妨害要因
Barriers in construction of internal model via thought experiments

松室 美紀 †，三輪 和久 †
Miki Matsumuro, Kazuhisa Miwa
† 名古屋大学
Graduate School of Information Science, Nagoya University
muro@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

This study aimed to observe and break the barriers to physics problem solving via thought experiment using Thought Experiment Externalizer (TE-ext). TE-ext enables students to visualize a problem situation. We can observe the thought experiments of the participants through the TE-ext. Our experiment identified three barriers to conducting an effectve thought experiment. First, participants tended not to change the situation from the original one; second, incorrect or inappropriate knowledge was applied to the situation; third, the participants did not apply the results of their TE to other situations. These factors prevented participants from rejecting their initial incorrect model and finding a new one through TEs.

Keywords — Thought experiment; scientific reasoning; physics problem solving

1. はじめに

近年の科学教育において，思考実験への注目が高まっている [1, 2]．本研究では，思考実験を外化するシステムを用い，物理問題の解決において，思考実験を通した内的モデルの修正を阻害する要因を検討する．

思考実験とは，心的に実施される実験を指し，4 つのステップからなる [3, 4, 5]．まず，思考実験を実施する状況を心的に想像する (ステップ 1)．続いて，その状況を変更したり，何らかの操作を実施する (ステップ 2)．背景情報や知識を利用し (ステップ 3)，実験の結果を心的に観察する (ステップ 4)．状況の操作を通して，それまで使用できていなかった知識や感覚的なスキーマを利用することができる [6, 7]．アインシュタインやガリレオらが思考実験を通し科学的発見に至ったとされるように [3, 8, 9]，思考実験は誤った内的モデルの修正に有効であると考えられる．

2. Thought Experiment-externalizer

本研究では，思考実験の各ステップを外化するシステムである Thought Experiment externalizer (TE-ext) を用い，学生の思考実験を取得する．

題材として図 1 に示した糸巻き問題を用いる．多くの学生が糸巻きの軸を回転の中心とする誤った内的モデルを構築し，糸巻きは反時計回りに左に転がると回答してしまう．実際は机と糸巻きの接点が回転の中心となり，糸巻きは時計回りに右に転がる．四角い糸巻きが右に引きずられることを想像することにより，正しい内的モデルへの修正が行われやすいことが示されている [10]．

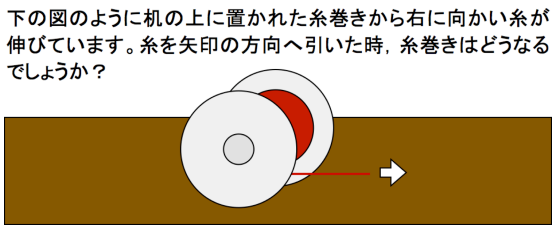
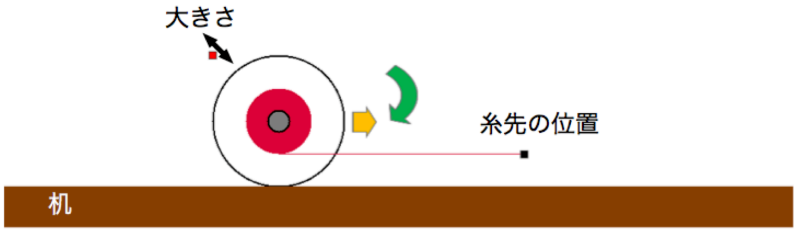


図 1　糸巻き問題

図 2 に TE-ext を示す．TE-ext は糸巻き問題における思考実験の各ステップを外化するシステムである．糸巻き問題の思考実験は，状況の視覚化にあたる問題状況のイメージから始まる．TE-ext はこのイメージを図 2(a) に示した通り実際に PC モニタ上に外化する．続いて，ステップ 2 の操作の実施にあたる糸巻きの属性の操作が行われる．純粋な思考実験の場合，この操作は頭の中で行われるが，TE-ext を使用すると，図 2(b) に示した操作パネルにより，実際に糸巻きの属性を変更することが可能である．糸巻きの残り糸の量，形，大きさ，糸の太さ，向きが変更可能である．ステップ 3 では，操作に基づき思考実験に必要な知識が想起される．外化が困難であるため，現在の TE-ext はこのステップの外化は行わない．最後に，想起され



(a) TE-ext における糸巻き



(b) 操作パネル

図 2　TE-ext の画面例．(a) 糸巻き部分と (b) 操作パネルを拡大して示す．(a) には机の上に置かれた糸巻きを横から観察した状態が示されている．(b) の操作パネルで糸巻きの残り糸の量，形，糸の太さが操作される．糸巻きの大きさと糸先の位置の操作は，(a) に示される赤と黒の四角をドラッグすることにより行われる．また，アニメーションの回転方向，移動方向は，アニメーションボタンにより指定される．

た知識に基づき，糸巻きの動きが心的に観察される．TE-ext では，実際にアニメーションを設定し，糸巻きを動かして観察することができる．TE-ext を用いることにより，糸巻き問題の解決のために行われた思考実験をシステムの操作系列として取得することが可能である．

3.　目的

思考実験を通した糸巻き問題の内的モデルの修正には 3 つの妨害要因が想定される．第一に，内的モデルの修正のためには，思考実験のステップ 2 で様々な操作を行い，手がかりとなる状況 (四角い糸巻) を作る必要がある．しかし，問題の初期状況と異なる状況を考えにくいため多様な操作が行えないという阻害要因 1 が存在する [11]．続いて，手がかりとなる状況での思考実験では，ステップ 3 で状況に即した知識や経験を使用する必要がある．しかし，すでに持っている誤った内的モデルを使用してしまうという阻害要因 2 が存在する [12, 13]．さらに，ステップ 4 で手がかりとなる結果を観察し，新しい内的モデルを構築したならば，それを問題状況に当てはめる必要がある．そこには，最初の内的モデルに固執してしまい，異なる状況で構築した内的モデルを問題状況に当てはめることができないという阻害要因 3 が存在する [14]．本研究ではこれらの阻害要因の存在の確認と緩和を試みる．

4.　実験

4.1　方法

4.1.1　参加者

文系の学部生 19 名が実験に参加した．

4.1.2　手続き

実験は 3 つのフェーズからなる．始めに，参加者は紙面上で糸巻き問題に回答した．これをフェーズ 0 とする．続いて，実験者より TE-ext の使用方法が教示され，その後，参加者は糸巻き問題の回答を 5 分間，TE-ext を用い自由に思考した．その後，参加者はプレテストと同様に糸巻き問題に回答した．これをフェーズ 1 とした．フェーズ 1 の思考時間における操作の多様性から，妨害要因 1 の有無を判断した．

フェーズ 2 の始めには，想定される妨害要因 1 を緩和するための教示が行われた．具体的には，参加者に様々な糸巻きの属性の変更を示し，それらの属性を変化させて回答を考えるよう教示した．その後，参加者は TE-ext を用いて，5 分間の思考を行った．思考時間の後，参加者は再び糸巻き問題の回答を行った．

最後にフェーズ 3 が行われた．フェーズ 3 では，参加者はまず，四角い糸巻き問題に回答した．四角い物体は，Anzai & yokoyama (1985) において，内的モデ

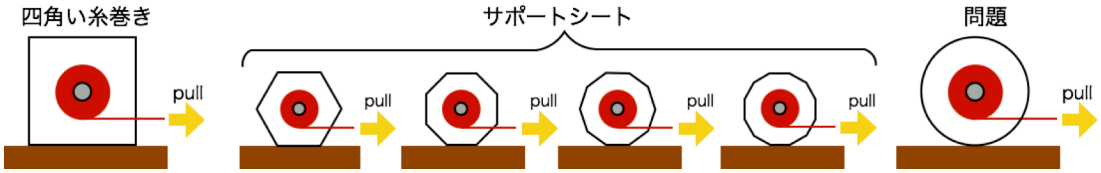


図 3　四角い糸巻き問題とサポートシート，円形の糸巻き問題の関連

ルの修正の手がかりとされている [10]．もし，妨害要因 2 が存在しているならば，参加者は自身の持つ内的モデルに従い，期待される「右方向，回転しない」の組み合わせ以外の選択を行うだろう．その後，参加者は TE-ext を用いて 5 分間の思考を行った．

フェーズ 3 の思考時間では，四角い糸巻き問題で新しい内的モデルを構築できた参加者が，円形の糸巻き問題にその内的モデルを適用できるよう，図 3 に示したサポートシートが与えられた．サポートシートでは，参加者は六，八，十，十二角形のそれぞれについて，円形の糸巻き問題と同様に糸を引いた場合の動きを回答することが求められた．サポートシートにおいて，四角形を徐々に円形に近づけ，連続的に内的モデルを当てはめていくことにより，図 3 に示した通り，妨害要因 3 が緩和され，参加者が四角形で構築した新しい内的モデルを円形の糸巻きに適用するすることが期待される．最後に，もう一度，円形の糸巻き問題への回答が求められた．

4.2　結果

各フェーズにおける紙面上での円形の糸巻き問題への回答を図 4 に示す．正答に至った参加者は存在せず，内的モデルの修正が起こらなかったことが示される．全フェーズで回答に有意な偏りが存在し (Fisher's exact test $ps < .05$)，反時計回りと左移動の組み合わせが期待値より有意に多く選ばれていた ($ps < .002$)．

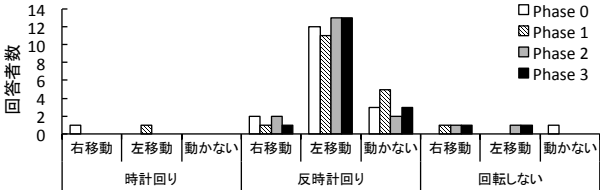


図 4　円形の糸巻き問題の回答

続いて，図 5 に各フェーズの思考時間におけるアニメーション時の糸巻きの形の割合を示す．3 (フェーズ) × 6 (形) の分散分析の結果，交互作用が有意に達した ($F(10, 180) = 13.84, p < .001$)．フェーズ 1 では，形の単純主効果が有意であり ($F(5, 90) = 26.412, p < .001$)，他の多角形よりも円形の糸巻きで有意に多くのアニメーションが行われていた ($ps < .05$)．この結果より，妨害要因 1 の存在が確認された．この偏りはフェーズ 2 において解消され ($F(5, 90) = 1.376, p = .241$)，教示により妨害要因 1 が緩和されたことが示される．

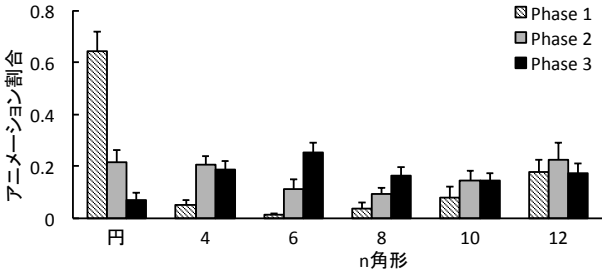


図 5　アニメーション実行時に選択された糸巻きの形

フェーズ 3 における四角い糸巻き問題とサポートシートにおける各多角形の移動，回転方向の回答を図 6 に示す．四角の糸巻きにおいて，回答に有意な偏りがあり (Fisher's exact test $p = .024$)，右に引きずられるという回答が有意に多かった ($p = .002$)．半数以上の参加者が初期の内的モデルに影響されず，正しい内的モデルの手がかりとなる結果を観察したことが示される．一方で他の半数の参加者は誤った内的モデルに基づき，他の回答を選択していた．これらの参加者に関しては妨害要因 2 が働いていたと考えられる．

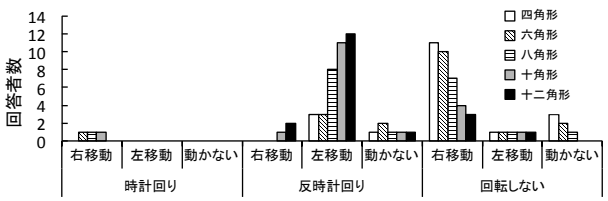


図 6　四角い糸巻きとサポートシートの糸巻きの回答

四角い糸巻き問題で妨害要因 2 が観察されなかった参加者も，最終的な円形の糸巻き問題で正答に至ることはなかった (図 4)．図 6 より，多角形の角が多くな

るにつれて，左回りの選択が増加している．これは，彼らが，四角い糸巻きで構築できたであろう新しい内的モデルを，問題状況に適用することに失敗したことを示す．サポートシートを与えたにもかかわらず，妨害要因 3 が緩和されることはなかった．

5. 考察

以上の結果から，想定した 3 つの妨害要因の存在が確認された．第一に，妨害要因 1 に関して，参加者は基本的に問題状況を用いたアニメーションの観察を好むことが示された．しかし，この傾向は教示により緩和される．よって，初期状況への固着は思考実験の妨害要因となるが，教示により比較的簡単に緩和されるため，内的モデル修正における大きな困難ではないと考えられる．

第二に，妨害要因 2 については，新しい内的モデルの構築の手がかりとなる状況として設定した四角い糸巻き問題において，約半数の参加者が最初の内的モデルに基づき，実験者の想定と異なる回答をしていたことから，その存在が示された．本実験では，この点に関して特に支援を与えていない．そのため，今後の課題として，妨害要因 2 を緩和できるよう TE-ext を改良する必要がある．TE-ext の改良については，後に論ずる．また，四角い糸巻き問題以外の手がかりとなる状況の利用も有効であると考えられる．

最後に，妨害要因 3 に関しては，四角い糸巻き問題で糸巻きに働く右向きの力に気付いた参加者であっても，正答に到達しなかったことから，新しい内的モデルの元の問題への適用は容易ではないことが示された．参加者は多角形の角を増やすに従い，初期の内的モデルの利用に戻っていく傾向があった．また，最終的な回答の理由において，角が少ない糸巻きの動きを例外として説明していた (e.g., 辺が長いと摩擦力が大きいから右に動くが，円ならば左へ転がる)．この結果は，思考実験の状況と円形の糸巻き問題の共通点ではなく相違点に着目してしまい，思考実験の結果を利用して内的モデルを修正することができなかったことを示している．

6. 今後の課題

本実験の結果，現在の TE-ext は正しい内的モデルへの修正を支援するシステムとして利用するためには，不十分であることが示された．現在の TE-ext の問題点として，ステップ 3 の支援が存在しないことが挙げられる．思考実験にどのような知識が用いられているかに関しては，統一した見解は存在しない．しかし，多くの先行研究は，思考実験に使用される知識は，単なる物理的な法則ではなく，より潜在的な知識であるとしている [5, 6, 15]．例えば，Clement (2009) は，行為と知覚の結びつきにあたる，知覚的知識が思考実験に利用されるとしている [6]．このような，行為や知覚，感覚，感情と結びついた知識は，それが獲得された行為や状況と同様の行為，状況により利用が促進される [16]．そこで，そのような知識の使用を促進させるための TE-ext の改良を行った．

改良前の TE-ext では糸巻きの動きを選択すると，自動で糸が直線的に引かれ，選択された動きが再現された．しかし，この過程で，学習者は自身の持つ知識から運動の推定を行うよりも，アニメーションの観察に注力してしまう．そのため，新しい内的モデルが構築されにくく，さらに，各観察を個別に捉えてしまい，新しい内的モデルの適用も困難となると考えられる．そこで，我々は，TE-ext の思考実験プロセスに，図 7 のように学習者自らが糸巻きの糸を引くステップを追加し，潜在的な知識利用の促進を試みる改良を加えた．この改良の効果については現在検討中である．

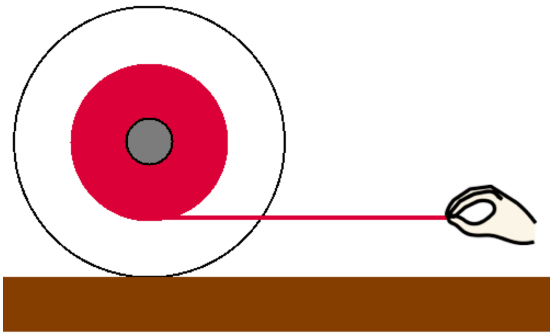


図 7 改良された TE-ext．手のアイコンを使い，学習者が糸を引くことができる．

参考文献

[1] Matthews, M. R., (2014) “Science teaching, 20th anniversary revised and expanded edition” New York, NY: Routledge.
[2] Nersessian, N. J., (1992) “In the theoretician’s laboratory: Thought experimenting as mental modeling” In Proceedings of the biennial meeting of the philosophy of science association, Philosophy of Science Association, pp.291-301.
[3] Brown, J. R. (2006) “The promise and perils of thought experiments” Interchange, Vol. 37, pp. 63-75.
[4] Kösem, Ş. D., & Özdemir, Ö. F., (2014) “The nature and role of thought experiments in solving conceptual physics problems” Science & Education, Vol. 23, pp. 865-895.

[5] Reiner, M., (2006) “The context of thought experiments in physics learning” Interchange, Vol. 37, pp. 97-113.
[6] Clement, J. J., (2009) “The role of imagistic simulation in scientific thought experiments” Topics in Cognitive Science, Vol. 1, pp. 686-710.
[7] Hegarty, M., (2004) “Mechanical reasoning by mental simulation” Trends in Cognitive Sciences, Vol. 8, pp. 280-285.
[8] Brown, J. R., (1991) “The laboratory of the mind: Thought experiments in the natural sciences” New York, NY: Routledge.
[9] Nersessian, N. J., (2002) “The cognitive basis of model-based reasoning in science” In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), The cognitive basis of science, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 133-153.
[10] Anzai, Y., & Yokoyama, T., (1984) “Internal models in physics problem solving” Cognition and Instruction, Vol. 1, pp. 397-450.
[11] Wason, P. C., (1960) “On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task” Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol. 12, pp. 129-140.
[12] Chinn, C. A., & Brewer, W. F., (1993) “The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction” Review of Educational Research, Vol. 63, pp. 1-49.
[13] Dunbar, K., (1995) “How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories” In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), The nature of insight, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 365-395.
[14] Gick, M. L., & Holyoak, K. J., (1980) “Analogical problem solving” Cognitive psychology, Vol. 12, pp. 306-355.
[15] Chandrasekharan, S., & Nersessian, N. J., (2015) “Building cognition: the construction of computational representations for scientific discovery” Cognitive science, Vol. 39, pp. 1727-1763.
[16] Barsalou, L. W., (2008) “Grounded cognition” Annual Review of Psychology, Vol. 59, pp. 617-645.

思考実験を通した内的モデル修正の検討
Cues to construct new internal model via thought experiments

頓部 有以子[†]，松室 美紀[†]，三輪 和久[†]
Yuiko Tonbe, Miki Matsumuro, Kazuhisa Miwa
[†]名古屋大学
Nagoya University
tonbe@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract
In this study, we investigated which situations were effective to construct a new internal model via thought experiments. We considered two new situations different from the previous studies based on the thinking processes for constructing the new internal model. In the first situation, students construct a new internal model and apply it to the original problem situation directly. The second situation has the students realize their implicit internal model. We assume that by finding differences between such situations and the original one, they are supposed to reject their incorrect internal model and construct new one. Results of our experiments showed that these situations had only little effect to construct the new model, indicating that the construction of a new internal model was very hard because of the strong incorrect internal model constructed initially.

Keywords — thought experiments, internal model, physics problem solving

1. はじめに
現在の教育は知識偏重型であり，主体的に考える力の低下が懸念されている．本研究では，自主的に考えるための方略として思考実験を取り上げる． 思考実験とは，心的に実験を実施し，観察された結果に基づき結論を導きだすことである[1]．新しい知識や情報を得ることなく，自身の持つ知識に基づいて問題の解決が行われる．思考実験は 4 つのステップからなる[2]．まずステップ 1 では頭の中で問題の状況をイメージする．続いてステップ 2 でイメージした状況の操作や変更を行う．ステップ 3 で状況に則した背景知識を利用する．ステップ 4 ではこれまでのステップから結果を心的に観察し，結論を導く．

本研究の目的は，思考実験を通して，学生に物理問題解決における内的モデルを修正させることである．物理問題解決においては，初期に生成した直感に頼った間違った内的モデルを，正しい内的モデルに修正することが重要であるとされている[3]．

本研究では，糸巻き問題を実験題材として扱う．図 1 に示された糸巻きの糸を白い矢印で示した方向へ引っ張ったときの糸巻きの回転方向と進行方向の回答が求められる．多くの学生は回転の中心を糸巻きの軸とする誤った内的モデルを形成し，反時計回りに左方向に転がると回答してしまう．Anzai & Yokoyama [4] は，四角い糸巻きを提示することにより，糸巻きと床との接点を支点の軸とする正しい内的モデルが形成され，時計回りに右に転がるという解に到達しやすくなることを示している．

先行研究では，学生が思考実験を通して内的モデルを修正できない 3 つの要因が示されている[5]．第一の要因として，学生はステップ 2 で初期の問題状況を変更して考えることができないことが挙げられている．そのため，内的モデルを修正する手がかりとなる状況をつくることができない．第二の要因は，ステップ 3 で，初期の誤った内的モデルを使用することである．そのため，状況に則した知識や経験を使用することができない．第三の要因は，初期の誤った内的モデルに固執してしまい，新しく構築された内的モデルを問題状況に適用できないことである．そのため，思考実験を通して新しい内的モデルを構築できたとしても，それを元の問題状況に当てはめることができない．

このうち第一要因に関しては，教示を行えば様々な状況を作り出す操作を行えることが示されている．しかし，第二要因に関しては，先行研究では支援は行っていない．第三要因に関しては，支援をしたにも関わらず，参加者が正答にたどり着くことはなかった．以上から，第二，第三要因により内的モデルを修正することはできなかったことが示された．

そこで，本研究では第二，第三の妨害要因に着目をし，その緩和を試みる．

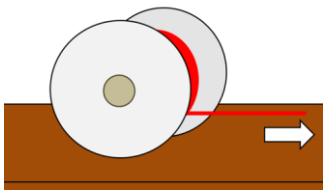


図 1 糸巻き問題

2. 2種類の思考実験状況

本研究では，思考実験を通して内的モデルを修正できるか否かは，ステップ 1，ステップ 2 でどのような状況を構築すればよいかが重要になると考える．そこで，内的モデルの修正へと異なるプロセスをたどると考えられる 2 種類の状況を考え，その効果を検討した．

2.1 共通点の利用

第一に，思考実験によって新しい内的モデルを構築し，異なる問題状況にそのまま当てはめることができる状況である．思考実験の状況と問題状況の共通点に着目することにより，思考実験で観察した結果を問題にそのまま適用することができる．

先行研究で用いられた四角い糸巻き（図 2(a)；以下，四角問題とする）が，この状況に当てはまる．思考実験においては，糸巻きに右の力がはたらき，引きずられる結果を観察する．学生は元の糸巻き問題との，糸巻きが平面上に置いてあるという共通点から，この結果をそのまま利用し，円形の糸巻きも右方向に移動すると考えることができる．しかし，先行研究から示された通り，平面上に置かれているという共通点が強く働きすぎ，誤った内的モデルが利用された上，回転方向については適用できる結果が観察できない．そこで，誤った内的モデルが用いられにくく，回転方向に関しても新しい情報を与える状況として，傾斜上に糸巻きが置かれた状況を考案した（図 2 (c)；以下，傾斜問題とする）．傾斜問題では，経験から坂の上を回転しながら移動する結果を観察しやすい。そこから進行方向と回転方向が同一であるという新しい内的モデルを構築し，糸巻きが机に置いてあるという共通点から，その内的モデルを元の平面上の糸巻きに適用することができると考えられる．

2.2 相違点の利用

第二に，思考実験によって誤った内的モデルを意識させ，問題状況との相違点に気づかせる状況である．学生は思考実験の状況と問題状況の相違点に気づくことによって，意識された誤った内的モデルとは異なる内的モデルを構築しなければならないことに気づくと考えられる．そのような状況として，糸巻きの軸に棒が通り，机から持ち上げられている状況を考案した（図 2 (b)；以下，軸問題とする）．軸問題では，糸を引くと糸がほどけるという結果を観察することにより，学生自身が糸を引くと糸がほどけるという内的モデルを持っていることを意識させる．平面上に置かれた糸巻きの状況と思考実験の状況を比較することで，軸の有無の相違点に気づき，平面上に置かれた糸巻きでは糸がほどけるという内的モデルが利用できないことに気づき，内的モデルを新しく構築しようとすると考えられる．これらの状況の思考実験を通した，内的モデルの修正への有効性を確認するため，実験を行った．なお，以降で糸巻き問題を言及する際は，元の平面上に円形の糸巻きが置かれた状況の糸巻き問題を指す．

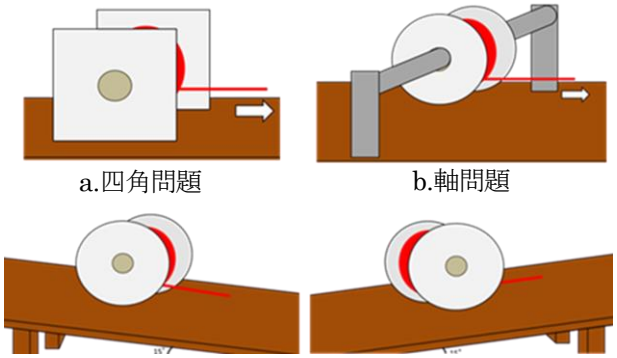


図 2 四角問題と新しく考案された問題

a. 糸を引くと右に引きずられる結果を観察
b. 糸を引くと糸がほどける結果を観察
c. 傾斜上を回転しながら移動する結果を観察

3. 実験 1

新しく考案した 2 つの状況に，先行研究で利用されていた四角い糸巻きを用いた状況を加え，3 つの状況で内的モデル修正の効果を検討した．

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

文系の女子大学生 110 名が実験に参加した． 四角問題を利用する四角条件に 35 名，傾斜問題を利用する傾斜条件に 38 名，軸問題を利用する軸条件に 37 名が振り分けられた．

3.1.2 手続き

実験は集団で同時に実施された．はじめに図 1 の状況を示し，糸巻きの移動方向と回転方向を 5 分で回答させた．これをプレテストとする．条件別の各問題において糸巻きの糸を右に引いた場合の進行方向と回転方向を 5 分で回答させた（条件別問題）．ただし，軸条件に関しては，回転方向のみを回答させた．また，傾斜問

題に関しては右下がりのみを用い，糸を引く方向は，傾斜と平行に右とした．最後に，プレテストと同様に糸巻き問題を回答させた．これをポストテストとする．各問題において，回答の理由を記述させた．

3.2 結果と考察

図 3 に条件ごとに，各問題で各選択を行った参加者の割合を示す．正答に至った参加者が，全体で 5 名しかいなかったため，条件ごとに分析と考察を行う．

四角条件では，ポストテストで正答に至った参加者は存在しなかった（図 3（a））．プレテストとポストテストにおいて，回答の偏り方に有意な差は存在しなかった（Fisher's exact test $ps \approx 1.000$）．グラフに示されるように，条件別問題では，16 名（45.71%）の参加者が期待された回答である「回転しない，右方向」を選択した．しかし，それらの参加者も含め，プレ，ポストテストともに左回り，左方向を選択した参加者に偏りが生じた．先行研究で正答者がでなかったことを合わせて考えると，四角い糸巻きは内的モデルの修正に有効ではないことが示される．

傾斜条件では，ポストテストで正答に至った参加者は 3 名存在した（図 3（b））．プレテストとポストテストにおいて，回答の偏り方に有意な差は存在しなかった（Fisher's exact test $ps = .758$）．傾斜問題では，12 名（31.58%）の参加者が期待された回答である「右回り、右方向」を選択した．しかし，そのうち正答に至った参加者は 2 名（16.66%）であった．正答できた参加者は，ポストテストの回答理由に「糸を引く方向に糸巻きが移動する」と記述していた．ここから，正答に至った参加者は，傾斜問題で観察した結果を糸巻き問題に適用することにより，正答に至ったと考えられる．

軸条件では，ポストテストで正答に至った参加者は 2 名存在した（図 3（c），（d））．プレテストとポストテストにおいて，回答の偏り方に有意な差は存在しなかった（Fisher's exact test $ps = .657$）．軸問題では，32 名（86.49%）の参加者が期待された回答である「左回り」を選択した． 正答できた参加者は，ポストテストの回答理由に「平面では動きを制御する軸がないため，糸を引くと右方向に移動できる」と記述していた．ここから，軸問題と糸巻き問題を比較し，軸の有無を糸巻きの動きに関連付けられた参加者が，新しい内的モデルを構築できたと考えられる．

実験 1 の結果より，四角条件では正答者が存在しなかったことから，四角い糸巻きは内的モデルの修正に有効ではないと考えられる．その一方，傾斜条件と軸条件では，先行研究[5]の結果とは異なり，正答へ到達した参加者が存在した．正答者の回答から，傾斜条件では傾斜問題と糸巻き問題の共通点， 軸条件では軸問題と糸巻き問題の相違点に着目をすれば正答に至ると考えられる．

4. 実験 2a

実験 1 の結果から，傾斜条件と軸条件で内的モデルの修正が行われた．そこで，実験 2 では傾斜問題と軸問題の両方を思考させ，それぞれの糸巻き問題との共通点，相違点に気づかせることにより，内的モデルが修正されるかどうかを検討した． また，先行研究を合わせ，数百人の参加者ではじめに誤った内的モデルが構築されることが確認されたため，本実験ではプレテストを省略した．

4.1 方法

4.1.1 実験参加者

大学 1 年生 12 名が実験に参加した．

4.1.2 手続き

本実験は，事前問題 2 問とポストテストからなる．事前問題の傾斜問題では，右上りの傾斜に糸巻きを置いた時と，右下がりの傾斜に糸巻きを置いた時の両方において，回転方向と進行方向を 4 分で解答させた．実験 1 の結果では，傾斜問題で実験者の期待する回答を行った参加者は 3 割程度であった．これは糸を引くことにより誤った内的モデルが想起されてしまったためであると考え，問題に糸を引くことは含めなかった．その後，平面上に置かれた円形の糸巻きとの共通点を 4 分で記述させた．ただし，平面上の糸巻きの状況に関しては，糸を引くことは教示しなかった．さらに，軸にささった糸巻きで糸を右に引いた時の回転方向を 4 分で解答させた．その後，平面上に置かれた円形の糸巻きとの相違点を 4 分で記述させた．傾斜上に置かれた糸巻きと軸にささった糸巻きの思考させる順はカウンターバランスがとられた．ポストテストでは，それぞれの状況場面と平面に置かれた糸巻きをより関連付けて思考をさせるために，共通点，相違点を参考にするよう教示を行い，平面上に置かれた円形の糸巻きにおいて糸を引いた時の回転方向と進行方向を 8 分で解答させた．

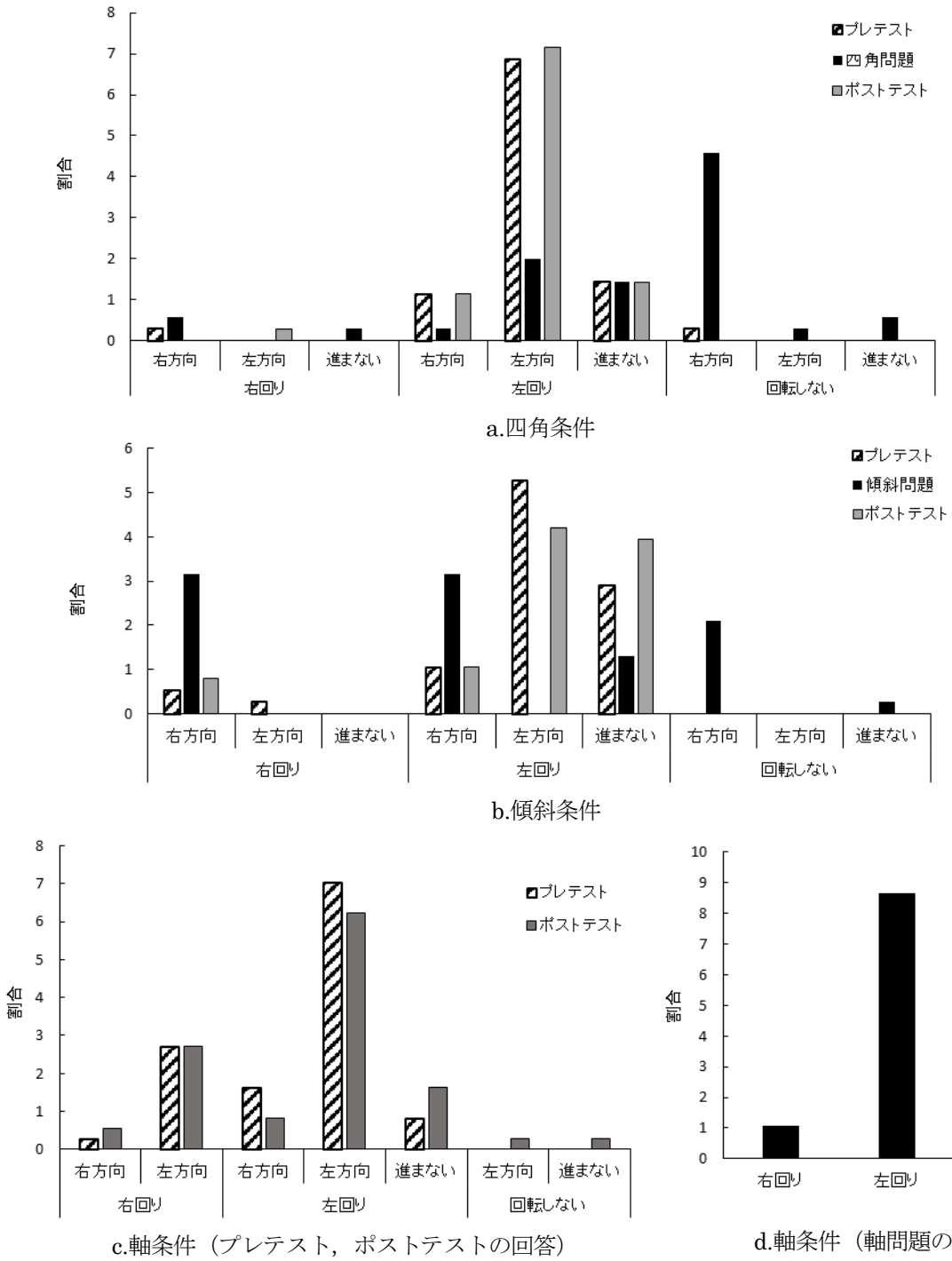


図３　各選択の回答をした参加者の割合

a. 四角条件でプレテスト，四角問題，ポストテストの糸巻きの進行方向，回転方向の各選択を回答した参加者の割合
b. 傾斜条件でプレテスト，傾斜問題，ポストテストの糸巻きの進行方向，回転方向の各選択を回答した参加者の割合
c. 軸条件でプレテスト，ポストテストで糸巻きの進行方向，回転方向の各選択を回答した参加者の割合
d. 軸条件で軸問題の糸巻きの回転方向の各選択を回答した参加者の割合

4.2 結果と考察

ポストテストの回答結果を図 4 に示す．2 名がポストテストで正答に至った．正答者が少なかったため，統計分析は実施せず，参加者の回答の特徴を述べる．

傾斜問題では，参加者全員が期待通り，右上がりの問題では「左回り，左方向」，右下がりの問題では「右回り，右方向」と回答した．この結果から，参加者は，傾斜問題では進行方向，回転方向が同一となることを理解したと考えられる．また，参加者全員が共通点の記述において，この理解を平面上の糸巻きに適用するために重要な床と糸巻きが床に接しているという点が記述されていた．

軸問題では，1 名を除く参加者は期待通り「左回り」と回答した．この結果から，参加者は軸問題で糸がほどける状況を理解したと考えられる．また，参加者全員が相違点の記述において，糸巻きの軸の有無に着目した点を記述していた．

それぞれの事前問題で，実験者の期待した回答が行われていた．しかし，ポストテストでは，正答に至った参加者は 2 名のみであった．ポストテストの回答理由から，これまで四角い糸巻きや傾斜上の糸巻きの糸を引くことにより得られていた糸を引いた方向に力がはたらくという点を理解していなかったと考えられる．そのため，軸問題と平面上の糸巻きの相違点を，糸巻きが動くかどうかということにのみ適用し，糸がほどけるという誤った内的モデルを棄却できなったと考えられる．

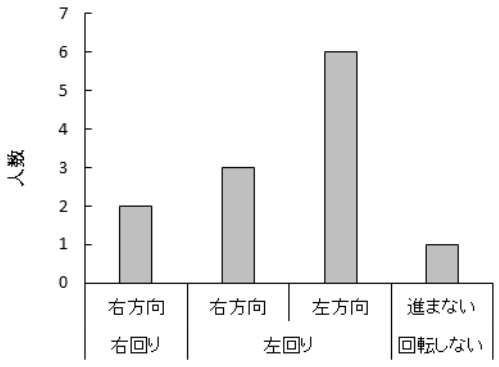


図 4　ポストテストの回答
糸巻きの回転方向，進行方向の各選択を回答した参加者の人数

5.　実験 2b

実験 2a の結果から，糸巻きの糸を引いたときに引いた方向に力がはたらくという新しい内的モデルを構築させる状況が必要であると考え，図 5 の問題を追加した．追加した問題では，糸巻きから糸が全てほどけ，軸から直接糸を伸ばした糸巻きの進行方向と回転方向を解答させた．これを残り糸なし問題と呼ぶ．残り糸なし問題では，糸を白い矢印で示した方向へ引っ張ったときの進行方向の回答として「右方向」が期待される．回転方向に関しては，「回転しない」か「右回り」という回答が得られると考えられる．机に糸巻きが置かれているという共通点を通して，糸を引いた方向に糸巻きが移動するという理解を平面上の糸巻きに適用することを想定した状況である．そのため，進行方向と回転方向の回答と合わせて共通点の記述を行わせた．

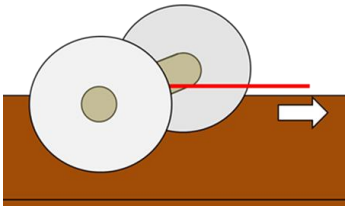


図 5　残り糸なし問題

5.1 方法

5.1.1 実験参加者

大学生 1 年生，2 年生 19 名が実験に参加した．

5.1.2 手続き

実験 2a の事前問題に，残り糸なし問題の回答と共通点の記述を追加し，実験を実施した．手続きは以下の点を除き実験 2a と同様である．各条件別問題の回答時間，共通点と相違点の記述時間をそれぞれ 3 分ずつに短縮した．また，ポストテストの回答時間を 4 分とした．

5.2 結果と考察

ポストテストの回答結果を図 6 に示す．1 名の参加者がポストテストで正答に至った．正答者が少なかったため，統計的な分析は実施せず，参加者の回答の特徴を述べる．

傾斜問題，軸問題では，実験 2a と同様に，ほぼすべての参加者が実験者の期待に沿った回答と共通点，相違点を記述した．傾斜問題で 1 名，軸問題で 1 名が期待と異なる回答が行われていた．軸から直接糸を伸ばしきった糸巻きの問題では，参加者全員が「右方向」を選択しており，そのうち半数の 8 名が「右回り、右方

向」を回答した．このことから，糸を引くことで右向きの力がはたらくことを理解し，ステップ 3 で新しい内的モデルが構築できたと考えられる．以上の結果は，3 つの問題で参加者が実験者の期待する内的モデルや理解を獲得していたことを示すが，ポストテストでは正答に至らなった．ポストテストで 17 名が糸巻きは「左回り」すると解答しており，誤った内的モデルは維持されたままであると考えられる．参加者は事前問題を通して，新しい内的モデルや理解，共通点を理解することができた．しかし，それらのモデルや理解は糸がほどけるという強固な誤った内的モデルにより妨害され，平面上の糸巻き問題での適用，または，新しい内的モデルの構築に利用されなかったと考えられる．3 つの事前問題をすべて考慮に入れることは，負荷が高く困難であった可能性も存在する．

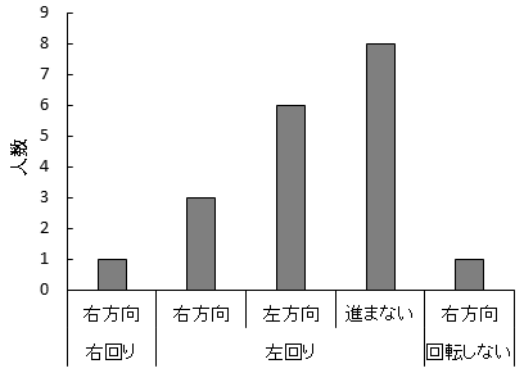


図 6　ポストテストの回答
糸巻きの回転方向，進行方向の各選択を回答した参加者の人数

6.　結論

本実験では，内的モデルの修正に有効な状況を検討した．様々な設定をしたが，そのいずれも糸巻き問題の正しい内的モデルへ修正するには効果が薄かった．様々な状況で新しい内的モデルの構築や誤った内的モデルの意識化ができ，各状況と問題状況の共通点，相違点に気づくことは可能であった．しかし，糸がほどけるという誤った内的モデルが強固にはたらき，修正を妨げたと考えられる．以上の結果は，思考実験を通した内的モデルの修正は，誤った内的モデルに妨害され，非常に困難であることを示す．思考実験を行う目的として，Prediction（予測），Proof（証拠），Explanation（説明）が挙げられている[2]．思考実験を通して，回答を考えることは Prediction（予測），Proof（証拠）にあたる．本研究の結果から，誤った内的モデルを持っている場合，思考実験を通してそのような目的を達成することは困難であることが示された．そこで，今後は思考実験を行う目的の内、説明のために行われる思考実験に焦点を当て，内的モデル修正の検討を行う．

参考文献

[1] Reiner, M., (2006) “The context of thought experiments in physics learning” Interchange, Vol. 37, pp.97-113
[2] Kösem, Ş. D., & Özdemir, Ö. F., (2014) “The nature and role of thought experiments in solving conceptual physics problem” Science & Education, Vol.23, pp.865-895
[3] Vosniadou, S., & Brewer, W. F., (1987) “Theories of knowledge restructuring in development” Review of Educational Research, Vol.57, pp. 51-67.
[4] Anzai, Y., & Yokoyama, T., (1984) “Internal models in physics problem solving” Cognition and Instruction, Vol.1, pp.397-450
[5] Matsumuro, M., & Miwa, K., (in press) “Three barriers to effective thought experiments, as revealed by a system that externalizes students’ thinking” Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Philadelphia, PA: Cognitive Science Society

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

ポテンシャルゲームを用いてクジ比較における認知をモデル化する
Modeling cognition in lottery comparison by using potential games

犬童 健良†
Kenryo Indo
†関東学園大学
Kanto Gakuen University
kindo@kanto-gakuen.ac.jp

Abstract

The "games in mind" approach for the cognitive modeling framework describes the human mind as a collection of rather simple, autonomously responsive agents reacting to each other in an optimal manner as if they are players in a specific form of von Neumann and Morgenstern's game theory, and thereby simulates semiotic inference driven by "marked" phenomena. This article applies and extends the framework to the lottery comparison task, a type of decision-making problem under risk, by using potential games. The cross-attention potential in a lottery comparison task can be translated into Monderer and Shapley's potential games developed using game theory. By supposing a choice of lottery and one of its outcomes, a potential game ranks the strength of the concern about a possible outcome of an unchosen lottery. Differences in payoffs of the game can be identified using the differences in potentials. Additionally, the equilibrium points can be interpreted as the consequence of congestion avoidance between two agents. By using experimental data on attentional rank potentials for the Allais-type choice questions used in the previous study by the author, relationships between equilibria and risky shifts are argued.

Keywords — lottery comparison task, games in mind, potential game, cross attention, congestion avoidance

1. はじめに

リスク下の選択の実験研究では，２つのクジを記述し，好きな方を選ぶよう参加者に質問するのが通例である．例えば次のような質問文を与える．

選択問題１．「確率 80%で 400 万円当たるクジを引くオプション A と，確実に 300 万円もらえるオプション B のうちいずれかを選べるとします．あなたはどちらを選びますか？」

いうまでもなく，一つのクジはその可能な結果である賞金とその確率によって記述される．クジ比較の認知過程は，一方のクジから可能な結果を選び，他方のクジの可能な結果と比較する思考を含む．被験者は問題文章や付随する図表を理解し，またそれに反応して，適切な選択を回答するために必要な情報を，必要に応じて可能な結果間を比較した記憶を参照しながら得ていると考えられる．

定義（交差的注目）．*一方のオプション（クジ）から可能な結果の集合 X，他方の可能な結果の集合 Y とする．X と Y から一方，例えば X を選び，その一つの要素 $x \in X$ を選んで，他方からの一つ $y \in Y$ を選んで比較することを，本論文では，（X から Y への）交差的注目(cross attention)と呼ぶ.*

交差的注目は両クジの可能な結果を点とする 2 部グラフの有向枝，あるいは表（2 次元配列）のマス目の位置とみなせる．選択問題 1 に対する交差的注目は仮想法を用いた以下の 4 文によって表現される．

1. 選んだクジが当ったとして，選ばなかった現金
2. 選んだクジが外れたとして，選ばなかった現金
3. 現金を選んだとして，クジが当選すること
4. 現金を選んだとして，クジが外れること

選択問題 1 に対する典型的回答は，後で述べる選択問題 2 の回答と合わせて，リスク選択の規範的理論（期待効用最大化）では予測できない回答パタンを引き出すことが知られている(Allais, 1953; Kahneman & Tversky, 1979)．心理学者はこれに代わるリスク選択の記述的理論を提案してきた（プロスペクト理論(Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1992)，TAX 理論(Birnbaum & Chavez, 1997; Birnbaum, 2008)，優先ヒューリスティックス(Brandstätter et. al., 2006)など）．しかし交差的注目を系統的に調査した先行研究は殆ど知られていない．

犬童(2013)は選択問題 1 他 4 問の交差的注目のランクを質問調査した．回答データは犬童(2014a)に付録として掲載されている．本論文では，犬童(2016)の「心の中のゲーム」アプローチをクジ比較に拡張し，交差的注目のランクをポテンシャルゲームとして解釈する．例えば，選択問題 1 の回答データ 96 件中には，2 枝間ではすべての順序が出現するが，２，１，４の順により気になる程度が増すことはない．心の中のゲームモデルでは，この未出現順序を「クジか現金か」と「後悔か安堵か」の両対立軸に対応する 2 エージェント間の混雑回避の結果（均衡点）として説明する．

図 1 は，選択問題 1 における交差的注目を有向枝として可能な結果を結んだサイクルを示している．

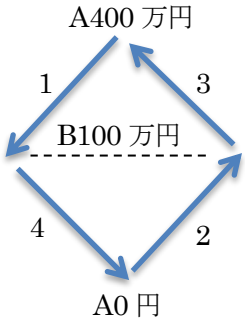


図 1　交差的注目のサイクル

図 1 のサイクルに沿って，各枝の交差的注目にその気になる度合い（有徴性）を表す値 ρ を割り当てる．本論文では，ρ を交差的注目ランク，あるいはポテンシャルと呼ぶ．図 1 で ρ 値の差が正である隣接枝は，枝の順方向に「より気になる」という関係，また逆方向に「より気にならない」という関係をもつ．

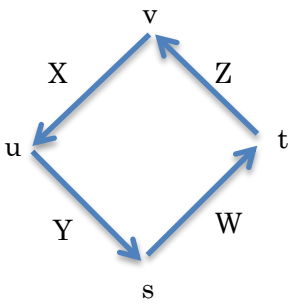


図 2　混雑ゲーム．図 2 に示される矩形経路において，エージェント 1 は地点 t から出発し，地点 u に移動する．エージェント 2 は地点 v から出発し，地点 s に移動する．エージェント 1 は道 ZX または道 WY を使い，エージェント 2 は道 XY または道 ZW を使う．

図 1 のサイクルには，最善と最悪（13：24），優越と劣位，ないし安堵と後悔（14：23）という異なる対立軸のペアが含まれることに注意する．隣接する枝間の移動は一方の対立軸を不変に保ちつつ，他方の対立軸を反転させる．また連続する 3 枝の道は，両方の対立軸の間の「交換」を意味する．

本論文の提案するモデルの中心をなす作業仮説を，推測 1 として予め述べておく．

推測 1. *人々がクジの可能な結果について交互に比較するとき，何らかの観点で一つの結果に着目して（それをメリットとして）あるオプションを選ぼうと考えたとしよう．もし選ばないつもりのもう一つのオプションのある結果がより気になり，さらに，選ぶつもりであるオプションの別の結果がよる強く気になるとしたら，その選択を裏付けていた観点は揺らぐ．その結果，決定は不安定になる．*

推測 1 で述べているような事態とは，すなわち図 1 で隣接する 2 辺間で生じる混雑，衝突，もしくは干渉である．実際，第 3 節で述べるように，ρ 値の差の実証データは図 1 の隣接枝間で負相関をもつ．これは現実の認知過程において，混雑回避が生じていることを示す一つの証拠と考えうる．

異なる評価の観点ができるだけ同時に意識されないようにすることによって，意思決定者の決定が安定化されると考えられる．ポテンシャルゲームは，エージェントの自発的活動間で発生する混雑ないし干渉を分析する理論モデルである．

「心の中のゲーム」は，ゲーム理論の定式化を借りて心の中のゲームをモデル化し，その均衡点によって論理や確率の推論を近似する新しい認知モデル化のアプローチとして提案された(犬童，2016)．心の中のゲームでは Minsky の心の社会やフレーム理論が引用され，推論課題に対する同じ回答パタンは同じゲーム，つまりプレイヤー，プレイヤーの戦略とペイオフとされた．これに対し本論文では，同じ選択の回答であっても，交差的注目ランク（ポテンシャル）から個人ごとに異なるペイオフが設定されうる．また，犬童(2016)は，有徴現象をトリガーとする均衡点の移動を記号論的推論とみなしているが，ポテンシャルゲームを用いることによってより明確なモデル解釈が与えられる．

ポテンシャルゲームは，混雑ゲームとして，交通や市場の最適化問題の一環で研究された(Zangwill & Garcia, 1981)．またコグニティブ無線（自律分散型の電力供給ソフトウェア）(Mitola, 2000)への応用が知られる(Wang et al. 2012)．ポテンシャルゲーム，より一般にゲーム理論と最適化理論に共通する「均衡プログラミング(Zangwill & Garcia, 1981)は，経済のみならず，生物，物理，工学，社会，会社組織など，自律的エージェントシステム一般に適用されうる．「心の中のゲーム」アプローチは，「均衡プログラミング」の認知システムへの応用とみなせるが，その主な目的は従来の手法では困難であった認知現象の記述と解明であり，オ

ペレーションズリサーチの分野のように最適化アルゴリズムを詳しく論じることは必ずしも重要ではない．本論文の以降の部分では，まず第 2 節でポテンシャルゲームについて紹介し，交差的注目の未出現順序がゲームの均衡点を意味することを説明する．第 3 節では改めて交差的注目とそのランクを定義し，情報の流れとして解釈する．また混雑回避の実証的根拠として，図 1 のサイクルに沿った隣接 2 枝間でポテンシャルの差が負の相関をもつことを示す．第 4 節ではリスク選好の変化を，混雑ゲームの均衡点と関連付けする．第 5 節で道としての意味をもたない未出現順序を，より一般的な「情報の流れの阻止」として論じる．第 6 節で関連研究にふれる．第 7 節でまとめとする．

2. ポテンシャルゲーム

Monderer & Shapley (1996) のポテンシャルゲームは以下のように定義できる．

定義（ポテンシャルゲーム）．*各プレイヤーが戦略を変更したときのペイオフの変化が，各プレイヤーの観点で見たポテンシャルの変化とつねに同符号であるような標準形 2 人非協力ゲーム（双行列ゲーム）はポテンシャルゲームと呼ばれる．*

要するに，ポテンシャルゲームでは，ポテンシャルをプレイヤーの共通のペイオフと考えてよい．図 2 の混雑ゲームのポテンシャルを表 1 に示す．

表 1　混雑ゲームのポテンシャル

1 ＼ 2	t 経由	u 経由
v 経由	ρ (Z)	ρ (X)
s 経由	ρ (W)	ρ (Y)

表 1 のポテンシャルは，直観的には，（非混雑時の費用を無視すると）混雑時の各枝の費用の大きさに対応する．ゲームの均衡点は，表 1 のポテンシャルを共通ペイオフとみなして計算した結果と一致する．ポテンシャルゲームにはつねに純戦略の均衡点とペイオフの交互改善道が存在する(Monderer & Shapley, 1996).

次の推測 2 は，交差定注目ランクをポテンシャルとした混雑ゲームへと翻訳する．

推測 2. *現実の選択者の知能は，できるだけ，このような不安定性が発生するのを避けようとするはずである．その不安定性の要因は，図 1 の枝の向きに沿って，ひとつのセグメントを共有に通り道にする注目の移動で生じる干渉，ないし混雑の現象に対応する．またそのような不安定性は，最終的な決定に至った時点では，最小化される．それゆえ，クジの選択の認知過程は，混雑ゲーム（より一般的にポテンシャルゲーム）の均衡点として記述することが可能である．*

交差的注目のランク ρ をポテンシャルとみなすと，図 1 のサイクルは心の中のゲームのペイオフ表に半自動的に翻訳される．例えば XYZW = 1432 とすると，表 1 の行は「最善」対「最悪」，列は「後悔」対「安堵」（ただし後悔とは劣位側から優位側を見ること，安堵とは優位側から劣位側を見ることであるとする）の 2 対立軸をなす（表 2 参照）．

表 2　未出現順序 142 に対応するゲーム

＼	後悔	安堵
最善	ρ (3)	ρ (1)
最悪	ρ (2)	ρ (4)

ペイオフ表の行と列や，戦略の順序を入れ替えてもゲームの構造は不変であることに注意すると，枝番号のシフト X = 1, 2, 4, 3，すなわち図 1 を回転させて図 2 に重ねることによって得られるゲームは同一である．

ただし本論文のポテンシャル ρ 値は，通常のポテンシャルゲームとちがって，同時並行的な異なるゲームのペイオフを意味する．またゲームの均衡点にかんしても，通常通り，最適反応の組として定義されるが，ペイオフの解釈に依存して異なる意味をもつ．一つは認知過程が「より気になる」方に動いていくと仮定することであり，これは ρ 値を費用と考えることに相当する．認知過程の収束先である均衡点は，注目の「焦点」(focal point)である．もう一つの解釈は，「より気にしなくてよい」方に意識が拡散していくと仮定する．これは ρ 値を利得と考えた場合である．認知過程の均衡点は，「放念点」(ease point)とでも呼ぶべきものである．焦点と放念点は，ネットワークフロー問題におけるシンク(sink)とソース(source)に対応するということは，明らかであろう．

交差的注目の実証データ(犬童, 2014a)において，3 枝間で ρ (Z) > ρ (X) > ρ (Y) なる ρ 値の順序が全データまたはその一部で出現しないもの，すなわち 2 枝ペアの ρ 値の差 $\Delta\rho(X,Y)=\rho(X)-\rho(Y)$ と $\Delta\rho(Z,X)=\rho(Z)-\rho(X)$ が同時に正の値にならないものが存在する．

これらの相補的な ρ 値のパタンは，認知的な混雑ゲームにおける 2 種類の均衡点を意味する．

命題 1（未出現順序の意味する均衡点）．*交差的注目ランク ρ の降順の順序 ZXY を考える．もし ZXY が未出現であるならば，すなわち ZX と XY が同時に生じないならば，枝 X は混雑ゲームの均衡点である．*

系．*もし ZXY がポテンシャルの未出現であるならば，ZX のとき X は焦点（シンク），XY のとき X は放念点（ソース）である．*

証明．表 1 を以下のように 2 通りのゲームのペイオフとして解釈する．ゲーム XY を仮定すると，相補性から ¬ZX である． ρ(X) ＞ ρ(Y) かつ ρ(X) ≧ ρ(Z) であるから，X は ρ 値を利得と解釈するときのゲームの均衡点（放念点）である．ZX を仮定すると ¬XY である．すなわち ρ(X) ≦ ρ(Y) かつ ρ(X) ＜ ρ(Z) であるから，X は ρ 値を費用と解釈したときの均衡点（焦点）である．証明終．

ポテンシャルは，電磁気学への応用では物理的な意味をもつ．同様に，認知への応用において，「より気になる」関係を通じて定義されるポテンシャルは，「情報」の流れを意味する．これはたんに概念的な類比にとどまるものではなく，本論文の交差的注目の分析によって例示されるように，厳密に定式化したり，実際に測定したりすることが可能なものである．

3. 気になる木：交差的注目と情報の流れ

一般に，グラフの各枝 m∈M に数値を割り当てる関数 ρ：M→Z^+は，ポテンシャル関数と呼ばれる．

定義（クジ比較におけるポテンシャル）．2 つのクジ間の比較において，交差的注目の集合を M＝{1, 2, …, m}とする．交差的注目に対して気になる程度を割り当てる関数を，クジ比較のポテンシャル，あるいはたんにポテンシャルと呼ぶ．

本論文では，クジ比較におけるポテンシャル ρ を交差的注目のランクとして具体的に測定できると仮定する．犬童(2013)は Allais 背理の例題を用いた実験で，リスク選択問題における交差的注目を調査した．実験は PC 教室の授業時間内で行われ，96 名が Web 上の入力フォームから回答を投稿した．各回答者は選択問題 1 を含む 4 つの連続する問題に回答し，同時に，各交差的注目が気になる程度を 5 段階評価した．

ポテンシャルの認知的な解釈は， ρ 値が小さければ小さいほどより気になること，すなわちその有徴性(markedness)を表すものと解釈される．またポテンシャル ρ の差⊿ρ は意思決定者の情報処理を自然に解釈する．⊿ρ＞0 のとき， x から y への注目点移動は，より気になる方への意識の流れであり，また⊿ρ＜0 のとき，より気にならない方への（逆方向の）意識の拡散を表す．

3.1. 有徴シグナルとしての未出現順序

「気になる程度」としての ρ 値は，有徴性を測る指標である．有徴性とは，「何か変だ」「気になる」という非通常性の主観，ないし違和感である．その違和感が具体的に何を指すのかは必ずしも明らかではないが，何らかの「解釈」や「推理」が適用されることにより，「記号」ないし「兆候」として解釈しうる．例えば，ワイシャツの袖口についた口紅の跡は，その人物の昨夜の行動についてのある連想を呼び起こさせるだろう．

表 3 は選択問題 1 と 2 の回答パタンごとに調べた選択問題 1 の厳密な ρ 値の順序の度数分布である．

表 3　選択問題 1 の ZXY 出現度数と選好変化

ρ の降順	可能な結果（I は無差別）			
Z X Y	AC&AI	AD	BC&BI	BD
1 4 2	1	0	6	3
4 2 3	1	1	1	2
2 3 1	1	0	0	2
3 1 4	0	1	0	1
データ件数	13	12	40	31

有徴現象は，通常の状態と区別できる示唆的特徴を持つのがふつうである（通常あるはずの特徴が欠けている場合も含む）．表 3 における特定の順序の出現は，あるデータの部分集合の可能性を示唆する．ただし表 3 においては，未出現が通常，すなわち既定(default)の状態であり，出現の方が稀，つまり有徴である．例えば 231 の出現はリスク選好の維持の兆候であり，またその未出現はリスク選好の変化の兆候である．

有徴性はいわば主観的な有意性である．それは統計学の検定手続きにおける統計的有意性とは異なる．実際， ρ(Z)の平均が低く ρ(Y)の平均が高いとき，ZXY が未出現になる傾向は，乱数実験によって再現できる．言いかえれば，ρ 値の高低差は，231 の出現を通じて，リスク選好維持を符号化する．命題 1 により，未出現順序は均衡点のシグナルである．実際，図 1 の各枝が焦点になる回数は，16，14，16，42，放念点は 24，47, 21, 15 である（ただし ZX＝XY＝0 を除外した）．

3.2. 混雑回避の実証的根拠

これまで見てきたように，混雑ゲームは，交差的注目の一対の二項対立からなる基本構造であり，そのポテンシャルの未出現順序はゲームの均衡点として解釈される有徴シグナルである．

図 1 のサイクルに沿った注目の移動（思考）を考える．エージェント 1 は，確実な金額である B を経由して，クジの可能な結果を，最善から最悪に向けて移動し，その可能な経路（純戦略）は A400，B100，A400 を順方向に辿る道 14 または逆方向に辿る道 32 である．エージェント 2 はクジ A の可能な結果を経由して，B から出発して B に戻り，その経路は B100, A400, B100 を順方向に辿る道 31 または逆方向に辿る道 24 である．もし 1 が道 14 を使い，かつ 2 が道 31 を使うとすると，枝 1 は混雑する（あるいは異なる 2 観点で評価しようとする情報が互いに干渉し合う）．実際，サイクルに沿った枝ペア間で⊿ρ の相関係数は負である（図 3 参照）．

	q1	q2	q3	q4	d14	d42	d23	d31	d12	d43
q1	1	0.022	0.270	−0.242	−0.071	−0.106	0.162	0.044	0.125	−0.026
q2		1	0.321	0.304	0.093	0.054	−0.021	−0.101	−0.074	0.083
q3			1	0.295	0.225	0.033	−0.171	−0.185	−0.222	−0.080
q4				1	0.193	0.204	−0.213	−0.202	−0.300	0.068
d14					1	−0.279	−0.200	−0.598	−0.667	−0.42
d42						1	−0.305	−0.157	−0.249	0.556
d23							1	−0.110	0.438	0.322
d31								1	0.639	−0.267
d12									1	0.010
d43										1

図 3　リスク選好とポテンシャル ρ の差の相関係数．ロウデータ（犬童(2014a)付録）から選択問題 1 の交差的注目 k = 1, 2, 3, 4 を枝とみなし，ペアごとにポテンシャル $(\rho)_{k \in \{1,2,3,4\}}$ の差をとって $d_{ij} = \Delta\rho(i, j)$ とし，ピアソンの積率相関係数行列を求めた．q1 から q4 は各選択問題の回答を，リスク愛好 1，リスク回避 −1，無差別 0 とした．14 と 31，12 の間で負相関が強い．また図 1 の各枝ペアはすべて負相関である．

図 3 から明らかなように，異なる枝のペアの間にはつねに負の相関がある．とくに 31 と 14 の間で負の相関が強まっている．別の指標として，図 1 のサイクル上で隣接するペア同士 (14, 42)，(42, 23)，(23, 31)，(31, 14) について注目すると，ペアをシフトした相手と ρ 値の差の符号についてクラメールの連関係数を求めると，やはり (31, 14) の間に強い連関が認められる（期待値を ρ 値の標本分布から求めた場合，それぞれ 0.39，0.51，0.31，0.53，また差の標本分布を直接用いると，0.17, 0.35, 0.04, 0.43 である）．

道 31 は「後悔が安堵よりも重要（より気になる）」こととして，また道 14 は「最善であることが最悪であることよりも重要（より気になる）」こととして解釈できる．それゆえ，道 31 と道 14 が同時利用されないという事実は，認知的に解釈すると，道 1 で干渉し合う（安堵，後悔）と（最善，最悪）という異なる評価の基準の重なりを避けているということを意味する．つまり図 3 に示された負の相関は，ρ 値をポテンシャルとするポテンシャルゲームにおける混雑回避を反映していると考えられる．

4. リスク選好変化の分析

選択問題 1 では現実の人々はより確実な金額の方を選ぶ傾向がある．ところが，クジの価値の大小関係を保つように確率の値を変更すると，より大きな金額のクジを選ぶ回答の比率が増える．

選択問題 2.「確率 20%で 400 万円当たるクジ C と，確率 25%で 300 万円当たるクジ D のどちらか一つを選べるとしたら，あなたはどちらを選びますか？」

筆者による実験では全 96 件中，問題 1 で B 選択，問題 2 で D 選択の比率はそれぞれ 74%, 38%であった（犬童，2013）．また問題 1 で B 回答の 71 件中，問題 2 で D 以外，つまり（無差別を含む）よりリスクに対し寛容になった比率は 65%である．

このようなリスク選好の変化は，選択問題 2 の確率は選択問題 1 の確率を 1/4 に縮小したものであるため期待効用最大化の仮定と矛盾する．

図 4 は選択問題 1 の ρ 値をいくつかの領域に区分し，選択問題 2 におけるリスク愛好側への選好変化の度合い（リスクシフトと呼ぶ）を領域ごとに表示している．

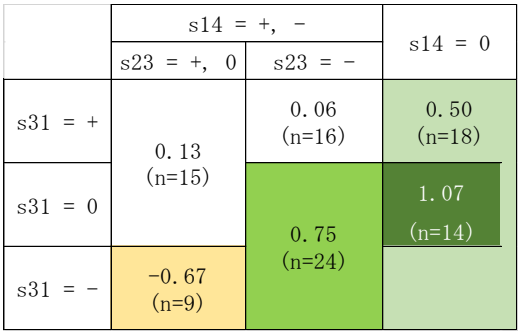


図 4　選択問題 1 と 2 の間のリスクシフト平均値．リスクシフト値 q2 − q1 > 0 は選択問題 2 でよりリスク愛好的になることを意味する（最大 2）．カッコ内は度数．s ij は図 1 の隣接枝ペア間における ρ の差の符号，R の決定木帰納ライブラリ rpart を用いた（cp = 0.02）．

変数 s ij は図 1 の隣接枝ペア(i, j)に対するポテンシャルの差 ⊿ρ(i, j) の符合に対応する．すなわち sij は 2 枝のうちいずれがより気になるかを示す．s14 = s31 = 0 の領域ではリスクシフトがとくに高い（度数 14，平均 1.07）．この領域は 314 が平坦であることによって，1 が単独で焦点，放念点のいずれにもならないように，予めコミットされる．また領域 s23 = - かつ s31≠ + もリスクシフトが比較的高い（度数 24，平均 0.75）．この領域では 3 が放念点となる．一方，領域 s14 ≠ 0 では s31 = +（度数 16，平均 0.06）と s23, s31 ≠ -（度数 15，平均 0.13）の小領域でリスクシフト平均が 0 に近くなる. 後者では 3 が焦点になる．事実，表 3 から読み取れるように，リスク選好が変化する回答では 231（および 241）は未出現である（また道 241 は一貫してリスク回避のみ出現する）．

興味深いことに，次節で述べる選択問題 3 からのリスクシフト回帰木は，選択問題 1 からそれと類似し，また選択問題 1 の変数 s をそのまま用いることもできる（第 6 節で再び触れる）．

5. 道なき道：情報の流れの阻止

選択問題 1 の回答データ中，2 枝間での未出現順序はないが，3 枝間の厳密順序 214，すなわち ρ(2) > ρ(1) > ρ(4) のみが全 96 件中未出現である（つまり s12 = - ⊥ s14 = + だが，図 3 に示したように，これらの負相関は強い）．

直観的には，s14 = s21 = + の全件未出現は次のように翻訳できよう．「最善値 400 万円を基準とした B の 100 万円（枝 1）よりも，クジ A が外れたときの安堵（枝 4）がより気になり，かつクジ A が外れときの後悔（枝 2）がより気にならない」ことはない．犬童(2014b)は，最適化問題の類推から，この未出現順序を「ある水準で相対的に見た後悔を最小化し，安堵を最大化した」結果と推測している．

心のモデルとしての混雑ゲームは，現実的な認知過程として解釈できる必要がある．ところが図 1 から分かるように，214 (=ZXY) には可能な結果を結ぶ道としての具体的な意味がない．情報の流れの阻止(blocking)として見ると，この未出現順序は，「クジの優位」への注目が，「クジの劣位」から「現金の優位」についての思考の推移の遮断である．交差的注目の未出現順序 ZXY を，より抽象的に，「X は Z から Y への情報の流れを阻止する」こととして読むことは論理的に不可能ではなく，命題 1 より，混雑回避の結果である均衡点を論理的に含意する．

表 4　未出現順序 214 のポテンシャル

1 ＼ 2	後悔	安堵
クジ A	ρ(2)	ρ(1)
現金 B	ρ(3)	ρ(4)

実際，表 4 として示したように， 214 が未出現の場合に対応するポテンシャルゲームは，「クジか現金か」と「後悔か安堵か」の両対立軸に対応する 2 エージェント間の混雑ゲームである．

次のような選択問題 3 の回答データにおいても，同様の対立軸のゲーム，あるいは阻止関係として解釈できる未出現順序が見出される．

選択問題 3.「確率 10%で 500 万円，89%で 100 万円が当たるが, 1%で 0 となるクジ(オプション E) と，確実な 100 万円（オプション F）のいずれか一つを選べるとします．あなたはどちらを選びますか？」

交差的注目は以下の 6 通りである(図 5 も参照).

1. クジで 500 万円当ったときの，現金 100 万円
2. クジで 100 万円当ったときの，現金 100 万円
3. クジで外れたときの，現金 100 万円
4. 現金を選んだときの，クジの 500 万円当選
5. 現金を選んだときの，クジの 100 万円当選
6. 現金を選んだときの，クジの外れ

実証データが示す選択問題 3 における未出現順序は, ZX = 31 に対して Y = 4, 5, 6 である. この阻止関係のより現実感を伴う一つの読み方は,「クジの優位」への注目が,「クジの劣位」から「現金を選んだときのクジの結果すべて」に対する思いを断つということである. また順序 ZX = 43 に対しては Y = 1, 5, 6 が未出現であり，その解釈としては,「クジの劣位」は,「現金の劣位」からは「思わしからざるすべての結果」への懸念を阻止する．その他，452，425，245，345 が未出現である（したがって，s45 = + のとき，s42 = 0 または s52 = 0 であり，また s45 = s35 = + ならば s34 = 0 である．s45 = + は 12 件ある．ただし 45 は道でない（図 5 右上参照）．

ちなみに，実験では交差的注目の番号付けの説明のための補助として, 表 4 を反時計回りに 90 度回転させたものに相当する図表を用いた．このため表中の番号の配置によって視覚的に誘導された可能性はある（選択問題 1 の 214 や選択問題 3 の 316 は全データにおいて未出現であるから，もちろんリスク選好に対しては

中立である).

次の選択問題 4 は，選択問題 2 と同様 8 個の交際的注目を持つ（図 5 下参照).

選択問題 4.「確率 10%で 500 万円当たるクジ G と確率 11%で 100 万円当たるクジ H のどちらか一つを選べるとしたら，あなたはどちらを選びますか？」

すでに述べたように，選択問題 3 と選択問題 4 の間のリスクシフト回帰木は，選択問題 1 と選択問題 2 のものと類似する．選択問題 1 では 14 が平坦であるか，または 231 が放念する経路である場合に，リスクシフトが起きやすかった（図 4)．選択問題 3 では，これは 16（または 15）が平坦であるか，または 341（または 241）が放念する経路であることに相当する．事実，選択問題 2 で B の比率は全体で 74.0%だが， s24＝- では 41 件中 92.7%（A 回答は 3 件)，また s24 ≠ - のとき， s16＝- の 23 件で 47.8%，さらに s15＝0 の 9 件で 33.3% と，確実性のある B の比率が減る．すなわち s24 ≠ -， s16＝-， s15＝0 はリスクシフトを増大させる経路になっており，前述の回帰木の観察と矛盾しない.

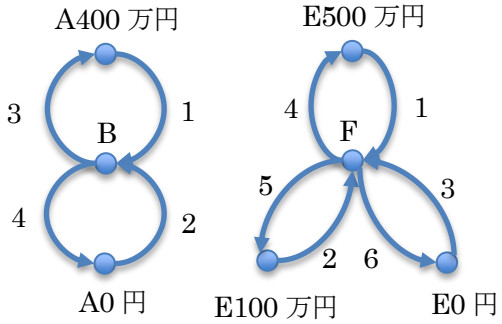


図 5　選択問題 1 と選択問題 3 の交差的注目ネットワーク．可能な結果間の遷移関係をグラフとして表現した．左が選択問題 1，右が選択問題 3 のグラフである．各矢線とそれに振られた番号は一つの交差的注目に対応する．各問題における長さ 4 のサイクルは，選択問題 1 の 1423，選択問題 3 の 1634 と 1524，選択問題 2 と 4 の 1423，5867，1467，2358 である．また選択問題 3 には長さ 6 のサイクル 152634 と 163524 がある.

図 6 に示したように，選択問題 2 と選択問題 8 の交差的注目は，ネットワークとして同一の位相的性質をもっている.

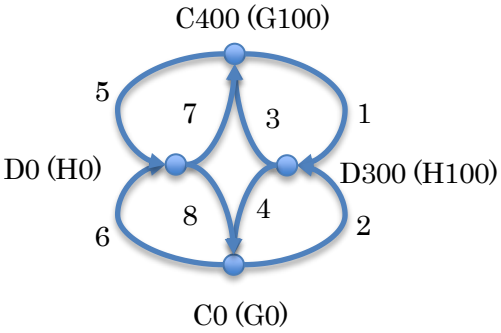


図 6　選択問題 2 および選択問題 4 の交差的注目ネットワーク．環状に並ぶ 13，57，86，24 の小サイクルを互いに結ぶことによって，長さ 4，6，8 のサイクルが生成される.

興味深いことに，選択問題 2 と選択問題 4 の実証データから，ρ が s31＝+ と s12＝- でリスク回避型が多く，これは互いの ρ を交換しても成り立っていることが分かる．選択問題 2 と 4 の s12 と s31 は，選択問題 3 に対しても同様の傾向を示すが，ただし選択問題 1 に対しては成立しない.

6.　関連研究

リスク選択に限らず，多属性の意思決定を記述する理論モデルは，補償型と非補償型に分類できる．補償型意思決定モデルでは，選択対象の主観的な価値あるいは魅力を単一次元の数値として評価する．非補償型は評価尺度を 1 次元に落とし込めない場合である．リスク選択では，例えば期待効用理論，マクシミン期待効用理論，プロスペクト理論，注意交換の移送理論などが補償型である.

期待効用理論のモデルパラメータは最低 1 個である（定数リスク回避)．(累積）プロスペクト理論では，符号依存する価値関数と確率ウェイト関数が用いられるので実証データから最低 4 パラメータが推定される．逆 S 字の確率ウェイト曲線は，参照点で屈折する価値関数と共にリスク選好の典型的な 4 つ折りパタンを記述する（関数形は複数知られるが，Prelec の関数を用いるとパラメータ数 1 である)．逆 S 字の確率ウェイト関数は，直観的には，リスクに対する不安(anxiety)や希望(hope)といった感情的要素と結びつけて解釈できる．また脳神経科学的手法を用いて確率ウェイト関数の推定を行った研究がある．しかし，確率ウェイト関数は個別のクジの確率を結果のランクに依存して評価するものであり，クジ比較の認知を直接にモデル化す

るものではない.

Birnbaum & Chavez の注意交換の移送(TAX) 理論は，クジ比較によって生じる単調な確率ウェイトからの再配分によって逆 S 字の確率ウェイト関数が作り出される認知過程を記述する．TAX は，期待効用理論の違反だけでなく，枝独立性（および 1 階確率支配）の違反を含む，累積プロスペクト理論を用いても予測できない多様なリスク選択のアノマリを記述できる(Birnbaum, 2008)．これに対し，本論文の提案する交差的注目のポテンシャル差および混雑ゲームとしての解釈は，確率ウェイトの移送経路の利用頻度ないし費用勾配に対する均衡化である.

優先ヒューリスティックス（PH）は，非補償型の意思決定モデルであり，現実の人々の選択を少数の手続き的ルールを用いて記述することができるとされる．Brandstätter et al. (2006) の用いたクジ比較の手続きは以下のようである．いずれの可能な結果（枝）の数も 2 以下のとき, PH は手続きの各ステップで最悪値，最悪値の確率，最善値の順で 2 クジを比較し，最善値に対する金額ないし確率の差の比率 10%以上であれば比較を打ち切りそのクジを採択する．また可能な結果（枝）の数が 3 以上のクジがあるときは，さらに最善値の確率も比較する．驚くべきことに，PH では，価値関数や確率ウェイトを用いずに，Kahneman & Tversky (1979) の問題群に対する典型的な回答パタンをほぼ完全に予測できる.

選択問題 1 に PH を適用すると，ステップ 1 では両クジの最悪値に着目し，「B が A を 100 万円上回る」という事実が見出される．また停止基準をチェックすると，「差額 100 万円」の「全体の最善値 400 万円」に対する比は 25%であり, 打ち切り基準 10%を超えるから，PH の手続きは停止され，B が採択される.

ここで統計的検定の手続きの類比として，B 回答者は PH の打ち切り基準にしたがい,「最善値 400 万円を有意水準として 100 万円という値」が主観的に有意な差と結論したと考えてみることにしよう．すると，選択問題 1 に対する枝 1 と枝 3 では，枝 1 のポテンシャルが相対的に低い，つまり s31 = +, 0 となる傾向があると予想される．ところが, 実証データでは s31 と AB 間の選択との間に統計的な有意性はない（$\chi^2 = 1.5313$, df = 2, p = 0.465）.

選択問題 1 に対する PH の予測は，典型的な現実の選択である 75%の B 回答と一致するが, 残り 25%の A 回答を説明できない(PH は個人差を説明できないか，あるいは PH にしたがわない人が 25%以上いる)．実際には，図 4 の回帰木で見たように，s31 は，s14 や s23 と組合せることによって，リスクシフト，つまり選択問題 1 における確実性効果の解除に関連している.

またプロスペクト理論における編集局面，後悔理論，意思決定場理論，標本に基づく意思決定などは，交差的注目を考慮したモデルと考えることが可能と思われるが，紙幅の都合で本論文ではこれ以上詳細に立ち入らない．また,「価値」関数や「確率ウェイト」関数を用いない,「比較」の観点に基づく意思決定モデルが着目されている(Vlaev, Chater, & Stewart et al., 2011)．数学的には，期待効用理論は効用差に基き一般化される (Vind, 2000)．心理学的実証研究としては，Birnbaum が論じた多様な枝独立性の違反の例は，現実の人々がクジ間の優劣を判定する認知過程に，可能な結果の表示（クジの枝）の分岐や合併が強く影響することを明らかにしている．Indo (2012)はクジ比較における枝の比較が，セルオートマトンを用いた 2 次元的な競争（局所多数決）として表現し，（クジの枝の）独立性の違反を再現した．このモデルでは金額と確率の大きさに応じて，2 クジの可能な結果を 2 次元トーラス上の小領域とし，隣接セル間での相互作用から得られる均衡配置の構成比率によって選択を予測できるような初期配置を反復実験によって求める．また犬童(2012)は確率の曖昧性回避（Ellsberg の背理）のセルオートマトンモデルを示した．しかし Allais の背理については整合的なコンピュータ実験結果が得られなかった（論文は未公刊）．そこで可能な結果間のより自由度の高い相互作用を用いるモデル作成のため，交差的注目の実証データの必要性が生じた．本論文のポテンシャルゲーム分析は，局所多数決をより一般的な地理的競争（混雑回避）としてセルオートマトンモデルを修正する方法を示唆している.

7. まとめ

本論文では,“心の中のゲーム”における有徴性シグナルによって駆動される推論のモデルを改良し，ゲームを実証的データから構築する方法を論じた．具体的には，クジの比較における交差的注目の有徴性を，ポテンシャルゲームのポテンシャルとして解釈し，モデルを再構成した．実証データにおけるポテンシャルの未出現順序は，意思決定者が考慮する 2 軸の二項対立に対応する混雑ゲームにおける情報の流れを阻止，あるいは，それによって生じる均衡点のマーカーである.

また Allais 背理におけるリスク選好変化の分析によって，観点間の干渉を最小化する混雑回避が，あたかも側抑制のようにはたらき，リスク回避からリスク愛好への変化（確実性効果の消失）と関係していることが明らかにされた．

なお本論文が提案する手法は，リスク選択問題だけでなく，意思決定一般に適用可能であると考えられる．また混雑回避を考慮したセルオートマタモデルの改良や，現実の人々の確率ウェイトが交差的注目に依存している可能性についても，今後の課題としたい．

参考文献

[1] Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine. Econometrica, 21, 503–546.

[2] Birnbaum, M. H. (2008). New paradoxes of risky decision making. Psychological Review, 115(2), 463–501.

[3] Brandstätter, E., Gigerenzer, G., & Hertwig, R. (2006). The priority heuristic: making choices without trade-offs. Psychological Review, 113 (2), 409–432.

[4] Zangwill, W. I., & Garcia, C. B. (1981). Pathways to Solutions, Fixed Points, and Equilibria. Prentice Hall.

[5] Indo, K. (2012). Modeling risky decision making by cellular automata. In N. Rußwinkel, U. Drewitz, and H. van Rijn (eds.), Proceedings of the 11th International Conference on Cognitive Modeling, Berlin: Universitaetsverlag der TU Berlin, 232–233.

[6] 犬童健良(2012). セルオートマトンを用いた曖昧性選好のモデリング, 第 16 回実験社会科学カンファレンス, 青山学院大学, 2012 年 12 月 8 日一般報告 S10 配布資料.

[7] 犬童健良 (2013). アレの背理における注目と注目の流れ. 行動経済学, 6, 70-73.

[8] 犬童健良 (2014a). アレの背理における反事実的注目とリスク選好の認識的安定性. 関東学園大学経済学紀要, 39, 53-80.

[9] 犬童健良 (2014b). リスク下の選択における認知的資源配分: 注目の枠組みの最適性. 日本認知科学会第 31 回大会論文集, 864-872.

[10] 犬童健良 (2016). 論理と確率の推論を「心の中のゲーム」としてモデル化する，認知科学, 23 (2), 153-169.

[11] Kahneman, D., and Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. Econometrica, 47, 263–291.

[12] Mitola, J. (2000). Cognitive radio···an integrated agent architecture for software defined radio. (URL: http://web.it.kth.se/~maguire/jmitola/Mitola_Dissertation8_Integrated.pdf)

[13] Monderer, D., and Shapley, L. S. (1996). Potential games. Games and Economic Behavior, 14(1), 124-143.

[14] Tversky, A., and Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. Journal of Risk and Uncertainty, 5 (4), 297–323.

[15] Vind, K. (2000). von Neumann Morgenstern preferences. Journal of Mathematical Economics, 33(1), 109-122.

[16] Vlaev, I., Chater, N., Stewart, N., & Brown, G. D. (2011). Does the brain calculate value?. Trends in cognitive sciences, 15(11), 546-554.

[17] Wang, J., Xu, Y., Anpalagan, A., Wu, Q., & Gao, Z. (2012). Optimal distributed interference avoidance: potential game and learning. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 23(4), 317–326.

[18] Zangwill, W. I., & Garcia, C. B. (1981). Pathways to Solutions, Fixed Points, and Equilibria. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

中国語における述語動詞を中心とした帰納的推論の計算モデルの構築

The Construction of Computational Model for Inductive Reasoning in Chinese with a focus on predicate verb

張寓杰[1]，張亜麗[2]，寺井あすか[3]，王婉瑩[2]，菊地賢一[1]，中川正宣[4]
Yujie Zhang, Yali Zhang, Asuka Terai, Wanying Wang, Kenichi Kikuchi, Masanori Nakagawa

[1]東邦大学理学部情報科学科，[2]清華大学外国語学部日本語学科
[3]公立はこだて未来大学システム情報科学部 [4]大妻女子大学人間生活文化研究所
Toho University, Tsinghua University, Future University Hakodate, Otsuma Women's University
zhang@sci.toho-u.ac.jp

Abstract

In previous studies, we constructed a computational model of inductive reasoning based on the probabilistic concept structure estimated by the statistical analysis of large scale Chinese language data (e.g. Zhang, et al. 2013). This model mainly depended on similarities of nouns between premises and the conclusion. However, Heit and Rubinstein (1994) showed that not only nouns but also predicates affect the inductive reasoning.

In this study, adding to the previous model, the relationships between subject (nouns) and predicate (verbs), predicate (verbs) and objects (nouns) were included in the model based on the probabilistic concept structure estimated by the statistical analysis of large scale Chinese language data. Then, the validity of the model was verified using the psychological experiment.

Furthermore, for the comparison of simulation results between the previous model and the present one, we input the same predicate (verbs) and nouns in the both models. The results show that erroneous outputs of the previous model are improved successfully in the present one.

Keywords — Inductive Reasoning, Statistical Language Analysis, Computational Model

1. 研究背景と研究目的

帰納的推論とは，初期の観察や命題に対して意味情報を増加させる結論を導く思考である．つまり，いくつかの個別知識から，一般法則を導き出す推論を意味する．

帰納的推論の心理学的メカニズムを説明するために，今までにさまざまな計算モデルが提案されてきた(Rips, 1975; Osherson, 1990; Sloman, 1993; Sanjana, 2002)．しかし，これらのモデルは，全て共通して，非常に限られた知識領域のみを対象とした帰納的推論以外は検証していないという問題点を含んでいる．心理実験の評定だけで，人間の持つ膨大な知識を構成する数えきれない概念間における類似度や特徴の関連強度を推定することは極めて困難である．坂本(Sakamoto & Nakagawa 2007, 2008, 2010)は，以上の問題点に対し，日本語の大規模言語データの統計解析に基づいて確率言語知識構造を構成し，広い知識領域での帰納的推論の計算モデルを構築した．さらに，張他(2013)は中国語の帰納的推論の計算モデルを構築して，このモデルの日本語以外での有用性を明らかにし，日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのシミュレーション結果を比較している．

一方, Heit & Rubinstein (1994)は述語の帰納的推論への影響を明らかにするため，以下の心理実験を行った．

解剖学的な特性

前提：鷹は二つの房のある肝臓を持っている．

結論：鶏は二つの房のある肝臓を持っている．57.5%
虎は二つの房のある肝臓を持っている．40.1%

生活習慣に関する特性

前提：鷹は夜間の食事を好む．

結論：鶏は夜間の食事を好む．42.2%
虎は夜間の食事を好む．49.0%

たとえば，解剖学的な特性を述語として，「タカはふたつの房のある肝臓を持っている」という前提に対して，ニワトリは同じような特性をもっているという結論のもっともらしさを判断するときに，人間の判断の結果は 57.5%である．また，トラはこの特性を持っているという結論のもっともらしさはニワトリより低く，40%である．しかし，述語の部分を生活習慣に関する特性に変えて，「タカは夜に食事を好む」とすると，トラは同じような特性を持っているという結論のもっともらしさはニワトリより高くなる．

この場合，「二つの房の肝臓をもっている」という特

性は生態学的な特性であり，タカとニワトリは同じ生態学的カテゴリーである鳥類に属するので，その類似性はタカとトラの類似性より大きくなる．しかし，述語を生活習慣に変えると，タカとニワトリの生活習慣に関する類似性はタカとトラより小さいため，トラが同じ特性をもっているという結論のもっともらしさはニワトリより大きくなると考えることができる．

以上のように，Heit & Rubinstein (1994)は，同じ前提条件の名詞に対して，述語動詞を変えると，人間の帰納的推論の判断が変わるという実験結果を示している．しかし，前記の坂本や張の計算モデルでは帰納的推論における前提や結論に含まれる名詞部分しか考慮しておらず，前提や結論の述語が帰納的推論に与える影響は考慮していない．

本研究の目的は，このような先行研究の問題点を解消するため，述語動詞の影響を考慮した帰納的推論の中国語における計算モデルを構成し，心理学実験を行い，計算モデルの妥当性を検証することである．さらに本研究では，本モデルと張他(2013)で構築された中国語の計算モデルとを比較し，本モデルが先行モデルより妥当性が高いことを実証する．

2. 研究方法

本研究では，張他(2013)の計算モデルを修正し，結論のもっともらしさを計算する際，結論における名詞と動詞間の類似性を加えて，以下のような新たなモデルを構成する．

ここで $v(N_i^c)$は結論(N_i^c)の尤もらしさの値，$P(c_k|N_i^c)$，$P(c_k|N_j^+)$，$P(c_k|V)$は各々結論(N_i^c)，前提事例の名詞(N_j^+)，述語動詞(V)が与えられたときの潜在クラス(c_k)の条件付確率を示している．これらの条件付確率は中国語の大規模言語データの統計解析に基づきあらかじめ推定されている(張他 2013 参照)． また，d_{ij}^+は，各名詞の潜在意味クラスの条件付確率 $P(c_k|N_i^c)$, $P(c_k|N_j^+)$に基づいて計算される結論N_i^cと前提事例N_j^+の距離であり，d_i^vは，$P(c_k|N_i^c)$，$P(c_k|V)$に基づいて計算される結論N_i^cと述語動詞 Vの距離である．mは距離の計算に用いる潜在意味クラスの数で，対象が潜在意味クラスへのメンバーシップ値からなる m次元の特徴空間において距離が計算される．$SIM_+(N_i^c)$と$SIM_v(N_i^c)$は各々，結論と前提事例の名詞，結論と述語動詞の類似性の大きさを表す．a と b は，前提名詞と述語動詞の重みづけパラメータで，βはd_{ij}^+とd_i^vの変化が類似性の変化に影響する程度を表す相対的感度を示している．

$$v(N_i^c) = a\mathrm{SIM}_+(N_i^c) + b\mathrm{SIM}_v(N_i^c) + h \quad (1)$$

$$\mathrm{SIM}_+(N_i^c) = \sum_j^{n^+} e^{-\beta d_{ij}^+} \quad (2)$$

$$\mathrm{SIM}_v(N_i^c) = e^{-\beta d_i^v} \quad (3)$$

$$d_{ij}^+ = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|N_j^+))^2} \quad (4)$$

$$d_i^v = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|V))^2} \quad (5)$$

表１　シミュレーション課題

主語プラス動詞（S+V）		
	名詞	動詞
課題１	指针（計測器の針） 树枝（木の枝）	卷曲 （曲がる）
課題２	指针（計測器の針） 树枝（木の枝）	摆动 （揺れる）
課題３	水管（水道管） 河流（川）	断裂 （断裂する）
課題４	业绩（業績） 成绩（成績）	达标 （標準に達する）
課題５	业绩（業績） 成绩（成績）	超群 （ずば抜ける）
課題６	书籍（書籍） 商品（商品）	面世 （出てくる）
動詞プラス目的語（V+O）		
課題７	特点（特点） 风格（風格）	具有 （持つ）
課題８	时间（時間） 机会（機会）	争取 （勝ち取る）
課題９	运动员（スポーツ選手） 队员（メンバー）	带领 （率いる）

この方法で構築した計算モデルに基づいてシミュレーションを行った．シミュレーションで入力した名詞と動詞の項目は以上の表１に示されるように述語動詞として使われる動詞と名詞の組み合わせは，「主語+動詞（*S+V*)」と「動詞+目的語（*V+O*)」の二種類があるので，今回のシミュレーションでは両方を用いた．

3. 結果と考察

シミュレーションで用いた課題は，「主語+動詞（S+V)」の課題６個，「動詞+目的語（V+O)」の課題３個，合計９個の課題である(表１参照).

表２　主語+動詞（S+V）のシミュレーション課題の例

名詞	日本語訳	動詞	日本語訳
指针	計測器の針	卷曲	曲がる
树枝	木の枝		

表３ 先行研究のモデルの出力結果

結論	日本語訳	尤もらしさ
树枝	木の枝	1.519
指针	計測器の針	1.519
低产田	収穫量の低い田畑	1.334
铁链	鉄製のチェーン	1.325
附加费	ほかの費用	1.318
针头	注射針	1.310
核裁军	核軍縮	1.309
党群	党と大衆	1.307
树干	木の幹	1.293
二拇指	人差し指	1.286

表４ 本研究のモデルの出力結果

結論	日本語訳	尤もらしさ
指针	計測器の針	2.942
树枝	木の枝	2.908
树干	木の幹	2.866
树根	木の根	2.864
躯干	胴	2.848
二拇指	人差し指	2.835
腰身	ウエスト	2.828
低产田	収穫量の低い田畑	2.791
附加费	ほかの費用	2.776
帘布	カーテン	2.775

以上では，本研究のモデルと先行研究の張他(2013)のモデルのシミュレーション結果を比較する．以上の表３，４の例は，先行モデルと本モデルの各々に，表２の主語+動詞（S+V）課題の２つの名詞と一つの動詞を入力した場合の出力結果である(ただし尤もらしさの値の上位 10 個の単語だけを抽出).

表３の先行研究のモデルの出力結果では，動詞「卷曲(曲がる)」と組み合わせても意味の通じない名詞「低产田（収穫量の低い田畑)」，「附加费（ほかの費用)」，「核裁军（核軍縮)」，「党群（党と大衆)」が上位に出力されていたが，表４の本研究のモデルの出力結果では，動詞「卷曲（曲がる)」と組み合わせても意味の通じる名詞の方が上位に出力されている．つまり，本研究のモデルのほうが全体的に妥当性が高いと考えられる．

一方，表６，７は，先行モデルと本モデルの各々に，表５の動詞+目的語（V+O）課題の２つの名詞と一つの動詞を入力した場合の出力結果である(ただし尤もらしさの値の上位 10 個の単語だけを抽出).

表６の先行研究のモデルの出力結果では，動詞「争取（勝ち取る)」と組み合わせても意味の通じない名詞「整流器（整流器)」，「纸张（紙)」，「家用电器（家電製品)」が上位に出力されていたが，表７の本研究のモデルの出力結果では，「公民権」，「果実」など，動詞「争取（勝ち取る)」と組み合わせても意味の通じる単語が出力されている．また，やはり動詞「争取（勝ち取る)」と組み合わせても意味の通じない名詞「纸张（紙)」の順位が本研究のモデルでは先行モデルより下がっている．つまり，本研究のモデルのほうが全体的に妥当性が高いと考えられる．

以下の図１はモデルのシミュレーション結果と心理学実験における評定平均値との相関係数が示されている．図１からわかるように，９課題共に本研究で提案したモデルの結果は先行研究のモデルの結果より相関係数が高く有意である．

これらの結果から本研究で構成した計算モデルが中国語の帰納的推論における述語動詞の影響をより正確に表現できているといえる．

今後，同じ手法で日本語の述語動詞を中心とした帰納的推論の計算モデルを構築し，モデルの妥当性を検証した上，本研究で構築した中国語の計算モデルとの比較を行う予定である．

表５　動詞+目的語（V+O）のシミュレーション課題の例

名詞	日本語訳	動詞	日本語訳
时间	時間	争取	勝ち取る
机会	機会		

表６ 先行研究のモデルの出力結果

結論	日本語訳	尤もらしさ
时间	時間	1.393
机会	機会	1.393
良机	好機	1.140
整流器	整流器	1.122
纸张	紙	1.121
贴息贷款	利子補給の貸付	1.116
贴息	利子	1.116
优秀奖	優秀な賞	1.114
家用电器	家電製品	1.071
外援	援助者	1.056

表７ 本研究のモデルの出力結果

結論	日本語訳	尤もらしさ
特权	特権	2.675
果实	果実	2.659
公民权	公民権	2.629
机会	機会	2.528
决赛权	決勝戦の権力	2.513
优秀奖	優秀な賞	2.509
豁免权	治外法権	2.462
时间	時間	2.461
良机	好機	2.453
纸张	紙	2.315

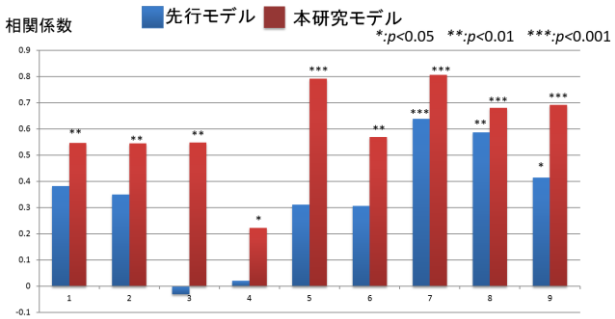


図１　先行モデルと本研究モデルに対してシミュレーション結果と心理学実験における評定平均値との相関係数の比較

参考文献

[1] Heit, E., & Rubinstein, J. (1994) “Similarity and property effects in inductive reasoning”, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20, 411-422.

[2] Kameya, Y., & Sato, T. (2005) “Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora”, Proceedings of Symposium on Large-scale Knowledge Resources, 65-68.

[3] Kayo Sakamoto, Asuka Terai, Masanori Nakagawa (2007) “Computational models of inductive reasoning using a statistical analysis of a Japanese corpus”, Cognitive Systems Research, 8, 282-299.

[4] Kayo Sakamoto, Masanori Nakagawa (2008) “A Computational Model of Risk-Context-Dependent Inductive Reasoning Based on a Support Vector Machine”, T. Tokunaga and A. Ortega (Eds.): LKR2008, LNAI 4938, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.295-309

[5] Kayo Sakamoto, Fang Xie, Masanori Nakagawa (2010) “Syntactic Dependency Analysis Reveals Semantic Concept Structure Underlying Inductive Reasoning: Towards a Domain-Inclusive Structure that Enables Context-Dependent Knowledge Selection”, Cognitive Studies, Vol.17, No.1, 143-168.

[6] Osherson, D. N., Smith, E.. E.., Wilkie, O., López, A.., and Shafir, E. (1990) “Category based induction”, Psychological Review, 97, 185-200.

[7] Rips, L. J. (1975) “Inductive judgment about netural categories”, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14, 665-681.

[8] Sloman, S., A. (1993) “Feature based Induction”, Cognition, 49, 67-96.

[9] Sanjana, N., & Tenenbaum, J. B. (2002) “Bayesinan models of inductive generalization”, In. Becker,S., Thrun, S., Obermayer, K (Eds.) Advances in Neural information Processing Systems, 15.Cambridge, MA: MIT Press.

[10] 張寓杰, 寺井あすか, 董媛, 王月, 中川正宣, (2013) “日本語と中国語における帰納的推論の比較研究—言語統計解析に基づく計算モデルを用いて—”, 「認知科学」, No. 20 Vol. 4, 439-469.

隠喩的表現における面白さと間違い探しの関係の検討
A study of relationship between humorousness and false discovery in metaphorical expressions

中村 太戯留 †
Tagiru Nakamura
† 慶應義塾大学 / 東京工科大学
Keio University / Tokyo University of Technology
†tagiru@sfc.keio.ac.jp

Abstract

Humor is considered to occur by finding out a mistake along with positive emotional valence. If so, it is hypothesized that a feeling of "something false" is involved in humor detection. This study is an attempt at revealing the feeling in the use of metaphorical humorous expressions. Twenty-one university students were participated in this experiment, and judged whether or not the expression was humorous and contained "something false" as well as its explainability in a logical way. In the stimuli which was judged humorous by more than half participants, about half participants answered the feeling of "something false" was mainly involved in the humorous expressions, while the others answered opposite. In the former participants, half of participants answered that the reason was explainable, the others answered opposite. Therefore, it is suggested that humor detection can involve not only finding a mistake but also other mechanism such as finding a newly-found relationship, along with positive emotional valence.

Keywords — metaphorical expression, humor, something false.

1. はじめに

ユーモアの存在理由として，進化論の観点から，心的空間のバグ取りが候補の一つとして挙げられている [1]．心的空間における誤信念を放置すると自然淘汰の対象となる可能性が高まるため，ポジティブ情動という強力な報酬によって積極的にバグ取りに従事するようにヒトを仕向ける機制がユーモアの本質であると考えられている [1]．もしそうならば，ユーモアを感じる際には,「何かが間違っている」という感覚が関与する可能性が考えられる．また，もし進化の過程で得た能力であるとするならば，論理的な思考によらない何か別の直感的な機制が関与する可能性も考えられる．ただ，間違っているものが多すぎると一定時間内でのバグ取りに失敗して面白くないと感じる可能性も考えられる．本研究では，隠喩的表現を用いて [2]，これらの可能性を実証的に検討することを試みた．

2. 方法

実験参加者　21 名（女性 9 名，男性 12 名）の大学生が実験に参加した．

刺激　"A と掛けて，B と解く．その心は，X" という形式の表現を用いた．刺激は，例えば，"消しゴムと掛けて，中間管理職と解く．その心は，どちらも身を削ってます" というもので，68 表現を用いた [3, 4, 5]．

手続き　各刺激を提示し,「面白い」か「面白くない」か，間違い（突っ込みを入れたくなる箇所）は「多い」か「少ない」か「なし」か，間違いがある場合にはそれは「すぐには論理的に説明できない」か「全て論理的に説明できる」かを選択してもらった．これらの組み合わせとして，合計 10 個の選択肢のなかから選択して回答してもらった．なお，刺激はランダムな順序で提示した．

3. 結果

全実験参加者のうち過半数が「面白い」と判定した表現を「面白い表現」，それ以外を「面白くない表現」とした．面白い表現は 20 個（全体の 29.4%），面白くない表現は 48 個（全体の 70.6%）であった．

この面白い表現において，実験参加者ごとの「間違いあり（多い，少ないをあわせたもの）」の選択率（面白いという判定数に対する,「間違いあり」の選択数の割合）は 61.0%（*SD*: 32.8）,「間違いなし」の選択率は 39.0%（*SD*: 32.8）であった（角変換した比率に対する t 検定, $p < .05$）．また,「間違いあり」の割合の方が高い実験参加者は 12 名（57.1%）で，うち 6 名は全て「間違いあり」と判定していた (図 1)．その 12 名のう

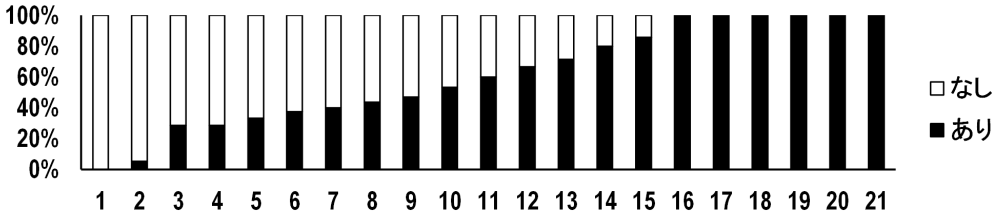


図 1 「面白い表現」における実験参加者ごとの間違い「あり」と「なし」の比率

ち,「全て論理的に説明できる」の方が多い実験参加者は 6 名,「すぐには論理的に説明できない」の方が多いのは 6 名で同数であった．一方,「間違いなし」の方が高いのは 9 名（42.9%）で，うち 1 名は全て「間違いなし」であった．その 9 名のうち,「全て論理的に説明できる」の方が多いのは 1 名,「すぐには論理的に説明できない」は 5 名，両者が同数は 2 名であった．さらに，面白い表現において，間違い「無」は 39.0% (*SD*: 32.8),「少」は 46.8% (*SD*: 23.5),「多」は 14.2% (*SD*: 19.4) であり，角変換した比率に対する一元配置分散分析の結果は有意であり ($F(2, 60) = 9.154, p < .001$), Bonferroni の多重比較の結果,「多」が「無」や「少」よりも有意に少ないという結果であった ($p < .05$).

面白い表現と面白くない表現との理由ごとの比率の比較において,「間違いが多くて，すぐには論理的に説明できない」の比率は,「面白くない」場合の方が「面白い場合よりも有意に多くなっていた ($p < .05$, 表 1).

4. 考察

「面白い表現」においては,「間違いあり（多い，少ないをあわせたもの)」は「間違いなし」よりも選択者数が有意に多いことから，ユーモアを感じる際には,「何かが間違っている」という感覚が関与する可能性が示唆された．ただ，実験参加者を個別に見た場合,「面白い」という判定のうち，全て「間違いあり」が 6 名に対して，全て「間違いなし」が 1 名であり，実験参加者によって「面白い」と判定する理由が大きく異なっている可能性が考えられた．例えば,「ダイエットと掛けて，バスケットボールと解く．その心は，リバウンドに注意」は，14 名（66.7%）が「面白い」と答えているが，うち 9 名が「間違いなし」を選択しており，間違いというよりはむしろ，ダイエットとバスケットバールの新たな関係性を提示している例のように見受けられる．そのため，ポジティブな情動を伴った心的空間のバグ取り [1] という捉え方は，あくまでユーモアを生じる一つの機制であり，他の機制（例えば，新たな関係性の提示）もありうると考えられる．

表 1 「面白い表現」と「面白くない表現」の比率の差

間違い	多さ	説明	面白い (*SD*)	面白くない (*SD*)
×	無	–	38.5% (31.6)	26.4% (26.9)
○	少	○	19.8% (22.0)	14.7% (19.5)
○	少	×	24.5% (20.1)	28.5% (21.5)
○	多	○	10.7% (17.3)	9.5% (11.8)
○	多	×	6.5% (8.5)	* 20.9% (24.6)

なお,「面白い表現」においては，間違いが「すぐには論理的に説明できない」と「全て論理的に説明できる」との間に有意差は認められなかったため，約半数は論理的に何が違うのか説明できないにもかかわらずユーモアを感じており，論理的な思考によらない何か別の機制（おそらくは情動機制）が関与する可能性が示唆された．ただ，間違いが多すぎるとその機制が機能しなくなる可能性（おそらくは処理労力が報酬に見合わないと判断され処理が中断される）も示唆された．

今後の検討課題としては,「間違いなし」でもユーモアは生じるのか，あるいはユーモアが生じる場合には実験参加者が意識していない部分で何らかの「間違い」が関与しているのかの区別，また,「何かが間違っている」と感じても「面白くない」と判断される場合もあることから，どのような条件でポジティブ情動が生じるのかに関しての研究を挙げることができる．

参考文献

[1] Hurley, M. M., Dennett, D. C., & Adams, R. B. (2011). *Inside jokes: Using humor to reverse engineer the mind.* Cambridge MA: The MIT Press. （ヒトはなぜ笑うのか，片岡宏仁訳, 勁草書房, 2015）
[2] 中村太戯留. (2009) 隠喩的表現において“ 面白さ ”を感じるメカニズム. 心理学研究, 80(1), pp.1-8.
[3] 中村太戯留, 松井智子, & 内海彰. (2013). 隠喩的表現における面白さの強度の検討. 日本認知科学会第 30 回大会予稿集, pp.634-635.
[4] 中村太戯留, 松井智子, & 内海彰. (2014). 隠喩的表現における面白さの強度と理由の関係の検討. 日本認知科学会第 31 回大会予稿集, pp.827-828.
[5] 中村太戯留, 松井智子, & 内海彰. (2015). 隠喩的表現における面白さと見劣り効果の関係の検討. 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp.620-621.

現代日本語共通語のコピュラ・終助詞の韻律と発話構造
The Structurally Determined Accent of Copulas and Particles in Modern Common Japanese speech

定延 利之†
Toshiyuki Sadanobu
†神戸大学
Kobe University
sadanobu@kobe-u.ac.jp

Abstract

It has traditionally been thought that the Modern Common Japanese accent is lexically determined (e.g. Beckman and Pierrehumbert 1986). Contrary to this common view, I showed that this does not necessarily hold depending on speaking modes, by pointing out that all the letters are pronounced with an initial high accent when the speaker is not thinking about the meaning of each individual character (Sadanobu 2015). This paper further claims that there are cases of lexical indeterminacy of accent. More specifically, it shows that the accent of some copulas and particles are not determined lexically, but sometimes depend on their positions within speech structure.

Keywords — Accent, Lexical Determinacy, Japanese, Copula

1. はじめに

現代日本語共通語では，アクセントはその語ごとに決まっていると伝統的に考えられてきた．これに対して筆者は，話し手が１文字ずつ意味を考えずに発話する場合（以下「文字モードの発話の場合」と記す）は全ての文字は決まって頭高型アクセントになることを指摘して，この通説が発話モード次第では不当になることを示した（文献[1]）．本発表はアクセントが語ごとに決定されていない場合がさらにあることを主張する．感動詞・コピュラ・格助詞・終助詞のアクセントが語ごとには決まらず，発話構造における位置によって決まる場合があるということを具体的に示す．

2. 文字モードの頭高型アクセント

拙稿（文献[1]）で述べたのは，「アクセントが語彙ごとに決まっている」という現代日本語共通語の語の性質(lexical determinacy, 文献[2])は，発話モードによっては（つまり発話の単位次第では）成り立たないことがあるということである．具体的に言えば，話し手がことばを１文字ずつ，意味を意識せずに発話する「文字モード」の場合，全ての文字は頭高型アクセント（第１モーラにアクセント核があり，第１モーラだけが高いアクセント）で発せられる．アクセント核（そこまでは高く，直後から低くなる部分）の位置をアポストロフィー「’」で示しながら，例を(1)～(5)に挙げる．（以下でもアクセントが問題になる箇所では同様にアクセント核の位置を記す．）

(1) A（え’え） B（び’い） C（し’い） D（でぃ’い） …… V（ぶ’い） W（だ’ぶりゅう） X（え’っくす） Y（わ’い） Z（ぜ’っと）
(2) 認（に’ん） 知（ち’） 科（か’） 学（が’く）
(3)a. 田中さん（たなかさん） 柴田さん（し’ばたさん）
b. 夏さん（か’さん） 朱さん（しゅ’さん） 徐（じょ’さん） 曹さん（そ’うさん） 張さん（ちょ’うさん） 孟さん（も’うさん）
(4) 「定（さ’だ)」という字はこう書きます．
(5) 「し’く」と読む字なんて，ないね．

例(1)はアルファベットであり，これらは全て頭高型アクセントで発せられる．例(2)は「認知科学」という意味ある合成語としてなら「にんちか’がく」のように発せられるところだが，１文字１文字，まるで視力検査のように読むと全て頭高型になる．例(3a)で示すように「さん」は直前のモーラが高ければ（「田中」の「か」は高い），高く発せられ，直前のモーラが低ければ（「柴田」の「た」は低い），低く発せられる，つまり独自のアクセントを主張しない韻律外性(extrametricality)という性質を持っている．ところが，それにもかかわらず例(3b)のように１文字の名前に付けば全体が頭高型になるのは，名前が文字の意味とは切り離されたものとして（たとえば夏という姓は暑い季節とは別物として）発せられるからである．同様のことは「くん」「ちゃん」にも当てはまる．音読みの文字だけでなく例(4)

の「定」（さだ）のような訓読みの文字も，意味（決める意）と切り離された場合はやはり頭高型である．例(5)の「しく」のように実在しない文字でも，実在しないからアクセント型がわからず発音できないというわけではなく，意味を考えなければ頭高型で発せられる．

これらの音調を「アクセント」と呼ぶ理由は，理念的なものではなく，一般に「アクセント」と呼ばれている韻律との類似という記述的なものである．これは具体的には以下 3 点である．第 1 点，これらの音調はモーラ内部でのピッチが変動せず一定という聴覚印象がある．第 2 点，各モーラのピッチは，当該のモーラが伸縮しても，それによって変化を受けないという聴覚印象がある．たとえば，カナ文字に馴染みのない学習者に「サダ」とカタカナを書かせている最中には(6)のように，

(6) さーーー’だー，はい，そうです．

「サダ」という文字の発音は学習者の筆記のタイミングに応じてさまざまに伸縮するが，それにかかわらず，「さ」の部分は一定の高ピッチ，「だ」の部分は一定の低ピッチに聞こえる．第 3 点，たとえば意味がないことが意識されつつも，文字単位ではなく，まとまった文字列単位で発話される場合，この音調は消え，代わって合成語アクセント（逆 2 型アクセント）らしき音調が現れる．つまり「合成語になったことで各文字のアクセントが合成された」と感じられる音調になる．たとえば次の(7)では，

(7) 箱には FVZA とランダムな記号が付いている．

「FVZA」は何ら意味がないことを話し手が承知しつつも，1 文字ずつ「え’ふ」「ぶ’い」「ぜ’っと」「え’え」と発音され得るだけでなく，「えふぶいぜっとえ’え」とも発音され得る．

以上 3 点から本発表では問題の音調を「アクセント」と判断している．「アクセント」は語の音調である以上，ここで見ているのは，「語」の認定が発話モードによって変わり得るということでもある．具体的には，意味を考えずに 1 文字ずつ発音する場合はその 1 文字が 1 語になって独自のアクセント（頭高型アクセント）を持つということ，また意味を考えずに文字列をまとまったものとして発音する場合はそのまとまりが 1 つの合成語になって合成語アクセント（逆 2 型アクセント）を持つということである．（なお，この頭高型アクセントと逆 2 型アクセントを同じものと見ることは魅力的な考えではあるが支持できない．たとえば(1)の「W（だ’ぶりゅう）」が頭高型であって逆 2 型でないことを考えられたい．逆 2 型の合成語アクセントはアクセント合成におけるスキャニング運動（文献[3]）の考えを採れば特別な仮定を設けることなく説明できる．）

3. 読み上げ感動詞の頭高型アクセント

いま見た文字モードのアクセントと同様のアクセントは感動詞にも観察される．感動詞が「いま・ここ・わたし」(Here-now-I)の立場から発せられるのではなく，「その時・その場・その人物」の立場から，いわば読み上げるように発せられる場合，決まって頭高型アクセントになる（文献[4][5]）．本節タイトルの「読み上げ感動詞」とはこの場合の感動詞を指したものである．たとえば次の(8)のように，

(8)a. 箱を開けたらあ’ら不思議．
b. 箱を開けたらお’や不思議．
c. 箱を開けたらま’あ大変．
d. 箱を開けたらな’んと中身は……
e. 箱を開けたからさ’あ大変．

物語の登場人物（箱を開けた人物またはその周囲の人物）の驚きのきもちと結びつく感動詞「あら」「おや」「まあ」「なんと」「さあ」は全て頭高型アクセントで発せられる．

『上品』な発話キャラクタ（文献[6]）はまるで他人事のように驚くので，「その時・その場・その人物」の立場から発せられる場合と同様，驚きの感動詞は頭高型で発せられる．たとえば(9)のいかにも上品な発話は，

(9)a. あ’ら，田中さんじゃありませんの．
b. お’や，お久しぶりね．
c. ま’あ，大変．
d. な’んと，さようでしたか．

文頭の感動詞「あら」「おや」「まあ」「なんと」が全て頭高型アクセントで発せられる．これら『上品』な発話キャラクタの感動詞を除くと，「いま・ここ・わたし」の立場から発せられる驚きの感動詞は，「あら」「あれ」「おや」「えー」など，基本的に上昇調イントネーションで発せられる．驚きが平静状態から興奮状態への移

行であることからすれば，これは不自然ではないだろう．

以上，感動詞は「いま・ここ・わたし」の立場から発せられる場合はアクセントはなく専らイントネーションで発せられるが，「その時・その場・その人物」の立場から発せられる場合，頭高型アクセントを持ち，『上品』キャラの感動詞もそれに準じるということを述べた．

前節と本節で述べたことからすれば，現代日本語共通語は語のアクセントとしては頭高型をデフォルトとし，臨時に語ができたり（前節），アクセントを持たないはずの語が臨時にアクセントを持ったりした場合（本節），デフォルトのアクセント型が顕現するとまとめられる．

4. 非述語文節のコピュラの低アクセント

名詞に直接後接するコピュラ「だ」は韻律外性(extrametricality)という特性を持ち，韻律的に独自の「主張」をせず，環境からの要請にしたがう．たとえば(10)(11)を見てみよう．

(10)a. サ’ル
b. トリ
c. イヌ’
(11)a. サ’ルだ.
b. トリだ.
c. イヌ’だ.

まず，(11a)の「だ」が低アクセントなのは，語「サル」のアクセント型が(10a)に示すように頭高型で，「ル」が低アクセントだからである．また，(11b)の「だ」が高アクセントなのは，語「トリ」のアクセント型が(10b)に示すように平板型で，「リ」が高アクセントだからである．そして，(11c)の「だ」が低アクセントなのは，語「イヌ」のアクセント型が(10c)に示すように尾高型で，「ヌ」が高アクセントではあるが直後のモーラは低アクセントと指定されているからである．コピュラ「だ」だけでなく，「じゃ」や「です」の「で」といった他のコピュラ（の一部）についても，やはり同様の韻律外性が観察できる．（以下，簡単のためコピュラは「だ」で代表させる．）

ところが，コピュラが文末ではなく，非述語文節の末尾に現れる場合は，コピュラは韻律外性を持たず，常に低アクセントになる．このことを示す例を(12)に挙げる．

(12)a. わ，人がいっぱいだなぁ.
b. 人がだなぁ，いっぱいだなぁ，入ってだなぁ，……

平板型アクセントの語「いっぱい」にコピュラ「だ」が直接後接している（そしてさらに助詞「なぁ」が直後に続いている）点では(a)(b)は同じだが，(a)の「だ」は文末に，(b)の「だ」は非述語文節の末尾に位置している．そして(a)の「だ」は高アクセント，(b)の「だ」は低アクセントで発せられる．「いっぱい」の場合と同じことは「偶然」「絶対」の場合にも観察できる．これら「いっぱい」「偶然」「絶対」は副詞的と言うこともできる．

こうした(b)のコピュラ「だ」の低さは，(a)のように「いっぱい」とコピュラが緊密に結びついて一体となってはおらず，両者の間の区切れが小さなものでないため（コピュラ「だ」が「いっぱい」の内容にではなく，「いっぱい」という発話にメタ的に付いている，と言えばよいだろうか），コピュラ「だ」が孤立し，「環境にしたがう」韻律外性を発揮できないものと考えられる．

名詞に後接しない場合も，非述語文節の末尾に現れるコピュラは低アクセントである．例として(13)を挙げる．

(13) そことだね，うちでだね，打ち合わせをだね，

ここでは，名詞的要素（「そこ」「うち」「打ち合わせ」）に格助詞（「と」「で」「を」）が後接して文節を構成し，それにさらにコピュラ「だ」（と間投助詞「ね」）が後接している．このコピュラ「だ」はすべて低アクセントで発せられる．このことは，一般に格助詞がアクセント核を持っており格助詞の直後でアクセントが下がると考えれば，コピュラの生起位置を取り沙汰しなくても説明できそうに見えるかもしれない．だが，たとえば「そことだけ」の格助詞「と」の直後の「だけ」や，「うちでさえ」の格助詞「で」の直後の「さ」が高アクセントで発せられることからすると，格助詞がアクセント核を持っているという仮定は記述的妥当性を欠くので，やはりコピュラの生起位置を考える必要がある．

5. 格助詞や動詞に直接後接するコピュラの低アクセント

非述語文節ではなく述語文節であっても，格助詞や動詞に直接後接するコピュラは低アクセントで発せられる．

次の(14)は，格助詞にコピュラが続く例である．

(14) 「一人で行くのか」「いや．社長とだ」

(14)の第2発話の第2文では，名詞「社長」に格助詞「と」が直接後接し，さらにコピュラ「だ」が直接後接している．これは前節(13)の「そことだね」などと似ており，違いはこれが非述語文節ではなく述語文節だという点だけだが，やはりコピュラ「だ」のアクセントは低である．つまり非述語文節であっても述語文節であっても，格助詞に直接後節するコピュラは低アクセントである．

次の(15)は，動詞にコピュラが続く例である．

(15)a. 行くだ．
b. 行くでちゅ．
c. 行くざます．
d. 行くでござる．
e. 行くでおじゃる．

コピュラは動詞に直接後接しないとしばしば考えられるが，厳密には異なる．現代日本語共通語世界には，『異人』も含めたさまざまなキャラの話し手がいるからである．『田舎者』キャラの話し手はコピュラ「だ」を(a)のように「行く」に直接後接させて，低アクセントで発する．同様に，『幼児』キャラの話し手は(b)のように「行く」にコピュラ「でちゅ」あるいは「でしゅ」を直接後接させ，『上品な中年女性』キャラの話し手は(c)のように「行く」にコピュラ「ざます」を直接後接させ，『侍』キャラあるいは『忍者』キャラの話し手は(d)のように「行く」にコピュラ「でござる」を直接後接させ，『平安貴族』キャラの話し手は(e)のように「行く」にコピュラ「でおじゃる」を直接後接させる．これらのコピュラはすべて低アクセントで発せられる．

6. 区切れ後のコピュラと低アクセント

さらに一般化すれば，文末・非述語文節末を問わず，大きな区切れの直後の，「メタ的」なコピュラは常に低いと言うことができる．このような一般化によって新たに説明可能になる低アクセントのコピュラの例として，(16)を見られたい．

(16)a. ちゃんと行っただなんて，嘘ばっかり．
b. あっかんべーだ．いーだ．
c. 「それでもう，ぐにょーってなっちゃったの」「それは確かに，ぐにょーだね」
d. この空欄に埋まる動詞は，「行く」だな．

これらのうち，引用と断定できそうなものは(a)に限られるが，引用とは言いにくい(b)(c)(d)の「だ」もメタ的ではある．定型となっている「あっかんべー」「いー」に続く「だ」だけでなく，その場で臨時に形成されたオノマトペ「ぐにょー」に続く「だ」も低いように，この低さの原因は，コピュラ直前の語のアクセントよりも，コピュラの直前の区切れの深さ，コピュラのメタ性に求めるべきだろう．メタ性ゆえの切れ目の深さが音調のリセットを促し，「だ」を低くしているということである．

結局のところコピュラの韻律外性は，「述語文節において」「名詞に直接後接する」場合という，前接要素（名詞）とコピュラが極めて緊密に結びつき，区切れが浅い場合に限られる．非述語文節では名詞が名詞性を失い，副詞的になっているので区切れが深くなり（第4節），また，もともと名詞と違ってコピュラと直接結びつきにくい格助詞や動詞（第5節），その他（第6節）の要素にコピュラが直接後節する場合も，区切れが深くなり，コピュラは低アクセントになる．

次の(17)のような，動詞「て」形や「ながら」に続くコピュラ「だ」のアクセントが低くなるのも，直前にポーズを入れられる区切れの深さによるものではないか．

(17)a. それも，高齢の親を置いて，だ．
b. スマホを見ながら，だ．

7. 動詞に直接後接する格助詞の低アクセント

コピュラだけでなく，格助詞も，前節要素との区切れが深いと低アクセントで発せられる．例を(17)に挙げる．

(18)a. 行くがよい．
b. 当たるを幸い，……

c. 行くに越したことは無い.
d. 言うに事欠いて……
e. この辞典の第 3 巻は「乗る」から「巻く」までだ.

格助詞は本来，名詞に直接後接するものであり，動詞に直接後接するケースは存在するものの，それは慣用句的な色彩を備えたもの(a-d)や，メタ的なもの(d)である．これらはいずれも，動詞と格助詞の結びつきが緊密ではなく，区切れが深いと考えることができる．このことを反映して，(a)の格助詞「が」，(b)の格助詞「を」，(c)(d)の格助詞「に」，(d)の格助詞「に」，(e)の格助詞「から」「まで」は低アクセントで発せられる．

格助詞とは区別されるが，「は」「も」が動詞に直接後接する際には(19)のように必ず低アクセントで発せられることも，これらが本来的には名詞に直接後接するものとして，格助詞と同様に区切れの深さから理解できるかもしれない．

(19)a. 言うは易し，行うは難し
b. 行くも地獄，行かぬも地獄.

8. 真偽を主張する終助詞の低アクセント

第 2 節に記した基準に従えばイントネーションというよりもアクセントと呼ぶべき韻律が，終助詞についても観察できる．例を次の(20)に挙げる．

(20)a. 行くよ.
b. 行くわ.
c. 行くさ.
d. 行くぞ.
e. 行くぜ.
f. 行くな.

行くことを相手が了解しているかどうか確認する場合，(a)の終助詞「よ」は「く」と同じ高さで，長く平坦なイントネーションで発せられる．だが，それとは違って，「行くのか行かないのか」が問題になっている局面で，行くこと（つまり命題の真性）を強く主張する場合，「よ」は低アクセントで発せられる．同様に，(b)の「わ」，(c)の「さ」，(d)の「ぞ」，(e)の「ぜ」も，強く主張する場合に低アクセントで発せられる．これらとは異なり，(f)の「な」は行くことを禁止する場合に低アクセントで発せられるが，（行かないこと，つまり命題の偽性を）強く主張しているということはできる．

9. まとめ

以上，本発表では，これまで語彙ごとに決まっていると考えられてきた現代日本語共通語のアクセントに，構造的に決まる部分があることを具体的な観察を通して示した．それらの観察は以下の 4 点にまとめられる．

第 1 点．そもそも，何が語であるかは，話し方によって変わる部分がある．現代日本語共通語は語のアクセントとしては頭高型をデフォルトとする．臨時に語ができたり（第 2 節の 1 文字ずつ意味を考えずに読む場合），アクセントを持たないはずの語が臨時にアクセントを持ったりした場合（第 3 節の他人事の感動詞の場合），デフォルトの頭高型のアクセント型が顕現する．

第 2 点．コピュラは韻律外性を持つとはかぎらず，大きな区切れの直後のメタ的なコピュラは低アクセントになる（第 4 節～第 6 節）．

第 3 点．本来なら名詞に直接後接する格助詞が動詞に直接後接する場合，格助詞と直前の動詞の区切れは深く，格助詞は低アクセントになる（第 7 節）．

第 4 点．終助詞にもその意味次第でアクセントが認められる．命題の真偽を強く主張する終助詞は低アクセントで発せられる．

付記

本発表は，日本学術振興会の科学研究費補助金による基盤研究(A)（課題番号：15H02605，研究代表者：定延利之）の成果を含んでいる．

参考文献

[1] Sadanobu, Toshiyuki, (2015) “Four types of linguistic resources for variable speaking units in common Japanese”, Journal of the Phonetic Society of Japan, Vol. 19, No. 2, pp. 109-114.
[2] Beckman, Mary E., and Janet B. Pierrehumbert., (1986) “Intonational structure in Japanese and English”, in Colin J. Ewen and John M. Anderson (eds.), Phonology yearbook; an annual journal 3, 255-309, Cambridge: Cambridge University Press.
[3] 定延利之, (2000) 認知言語論, 大修館書店.
[4] 定延利之, (2015) “感動詞と内部状態の結びつきの明確化に向けて”, 友定賢治（編）感動詞の言語学, pp. 3-14, ひつじ書房.
[5] 定延利之, (2016) コミュニケーションへの言語的接近, ひつじ書房.
[6] 定延利之, (2011) 日本語社会 のぞきキャラくり：顔つき・カラダつき・ことばつき, 三省堂.

言語のグラウンディングと状況の事例記憶
Grounding language in situational memory

Santiago Campos
ycl@outlook.com

Abstract
Recent years have seen a heated debate on the nature of concepts as mental representations. One side argues for a "classical" account of abstract universal symbols, with the other side focusing on the role of "embodiment" and empirical experience. While both sides have successfully refuted each other, this "symbodiment" debate remains at a standstill. Given how the original debate was arguably inspired by a debate in linguistics, in this paper I propose a reanalysis of the "symbodiment" debate, taking insight from the other side of linguistics divide, namely Wittgenstein, naturalistic philosophy and cognitive linguistics. I propose that the social and pragmatic nature of language and human cognition implies that concepts cannot possibly be fixed structures in the brain containing a determinate set of information. I propose a model where situational information is stored as exemplars, and language comprehension works by triggering relevant memories. I argue that this model suffices to explain both the contributions and shortcomings of the embodiment paradigm, as well as provide a suitable theoretical framework for further developments in cognitive linguistics.

Keywords — JCSS, Cognitive Science, symbodiment, embodiment, concepts, cognitive linguistics, Wittgenstein, exemplar, memory-prediction, semantics

1. 生成文法と古典的概念

20 世紀後半以降，認知心理学が行動主義心理学を批判し，主流の学派になった．そこから発展した学際の認知科学の主要なアプローチは脳活動を「情報処理」と考えることであり，コンピュータが発展するにつれ，大脳とコンピュータの仕組みと同質であると考えられてきた．アルゴリズムとデータを操るコンピュータと同様，人間の脳には「心的表象」(mental representation) なるデータを様々なアルゴリズムで処理していくという考えだ．その中で最も輝いた学問の一つはチョムスキーが唱える「生成言語学」であった．

チョムスキーが言語学者として世界中で有名だが，Haspelmath (2011) が指摘したように，彼は精神哲学者としての功績も大きい．チョムスキーの言語理論は認知科学全般に与えた影響も大きく，その主要な主張は以下の点にまとめられる．

- 言語は思考の媒体である．
- 人間の脳内に言語情報を処理するモジュールがある．
- そこに文法のルールを司る「普遍文法」と言葉を収録する「レキシコン」がある．

その人間に普遍とされる「思考の言語」を解明すべく，言語の文法に関する様々な形式理論が提唱され，その趣旨は「統語論の心的表象」の研究とされる．また，レキシコンの性質に関する研究も盛んになり，それは「単語の心的表象」の研究に当たる．レキシコンとはいわば脳内辞書のようなもので，Jackendoff (2002) によれば各単語に「少しの音声，少しの文法，少しの意味, そしてその使い方」が収録されているとされる．

その「意味」の部分についてはしばしば「概念」(concept) という言葉が用いられる．「概念」は何であるか，具体的な定義が定まっておらず，研究者によって用法に違いが見られるが，Bloom (2000) の簡潔な定義では「概念は種の心的表象」とする．そのため「概念」という言葉は「カテゴリー」と同義で使われることが多い．また，言葉の意味は心的表象は概念で構成されるとも考えられ，多くの概念に関する研究は自然言語の単語を扱うため，「概念」，「カテゴリー」と「意味」の用法に明確な区別はされていない．本論文でも同義語として考え，議論する研究分野によって使い分けることとする．

「概念」の具体的な性質について様々な理論がある．上記の主張を受け継ぐ主流の理論は所謂「古典派」の理論であり，それによると概念は抽象的な「記号」である．Fodor (1975) が代表とする考え方では，一定量の基礎的な概念（atomic concepts）が存在し，その他の概念はその規則的ながねんの組み合わせで構成される．有名な例では英語で「独身男性」を意味する Bachelor という概念は Male（雄）と Unmarried（未婚）という基礎的概念の組み合わせからなるという．つまり概念の構成とは，その概念を決定づける基礎的概念の羅列であり，いわば真理条件の羅列で構成される．こういった概念の関連性は概念の記録装置である「意味記憶」に記録され，自然言語のレキシコンはこういった概念の記録を参照する仕組みと成る．

また, 概念の由来については Fodor 自身が生得論を倡えるが，どれだけの概念が生得的であるか，また非生得論を倡える考え方もあるが，上記の「古典的概念理論」の共通点としては，概念は心的表象であり，外界の情報を抽象的なシンボル（記号）に変換したものであり，概念の構成は必要条件の羅列であるという考えだ．要約すると，「古典的概念」の考え方では，人間の知識は「概念」という単位にまとめられ，「意味記憶」という脳内装置に記録される．「概念」の構成は必要条件の羅列による定義のようなもので，その必要条件は還元不能 (atomic) の基礎的概念であるという．言語の意味の理解は上記の概念をレキシコンを通じて参照して成り立つとされる．

2. 身体性理論の台頭

上記の古典的概念の理論に対して様々な角度から批判がある．カテゴリー化研究の方では, Rosch (1973) の実験で，人間の自然なカテゴリー化の方法は心理条件の有無を機械的に読み取るのではなく，カテゴリーの中で典型性の高い事例を中心にカテゴリーが形成されることを発見し，古典的概念理論に対する大きな反証となった．.

また，近年話題を集めてきたものはいわゆる「身体性理論である」．古典的概念の理論に対して，Harnad (1990) の論文で Searle (1980) の「中国語の部屋」の論点を利用しながら循環論法に当たると批判した．概念の心的表象は抽象的記号で構成されるとすると，その記号と外界をつなげるものがない．また，概念の定義は基礎的概念であるという主張は，いわば国語辞典のようなもので，最初からその記号体系を理解しないものには参考になり得ないものだ．脳内の概念を構成する記号が意味をなし得るには実世界と何らかの「接地」(grounding) が必要である．

その「接地」に関する最も影響力のある理論は Barsalou (1999) の知覚シンボル理論である．Barsalou は心的表象の新しい理論を定義し，その心的表象の存在を認めながら，内容を抽象的なシンボルではなく，身体の運動や知覚等の情報を「そのままのモダリティー」で概念として記録されると主張した．「脳細胞の再利用」を強調して，概念は実世界における経験を抽象的な, 脱モダリティー (amodal) の情報として処理されるのではなく，身体の運動に伴う運動野細胞の活性化がそのまま「知覚シンボル」という心的表象を形成し，その心的表象が活性化されると，元の運動野や各知覚野の脳細胞が活性化され，元となった体験を再現 (simulate) するという認知理論を展開した．身体の情報に注目するところから，この理論がしばしば「身体性概念」(embodied concepts)と呼ばれた．

コンピューターのような抽象的なシンボルに基づいた情報処理，つまり主流の認知科学を批判する学説としての身体性理論は以前から存在したが，身体性理論はしばしば心的表象そのものを否定する，いわゆる反表象主義の立場を取った (Brooks, 1991; Valera et al., 1992 等). それに対して Barsalou の知覚シンボル理論は心的表象の存在を明確に肯定しながら，その内容として身体由来情報の役割を強調した．

この「身体性概念」の理論が影響力を持ったのは，Barsalou の論文の説得力のみならず，それに続いた数多くの実証的研究の成果である．Glenberg (2002) の実験では，言語理解作業において，手の動きと言葉の内容の促進効果，いわゆる行為・文一致効果(ACE)が観測された．また，Hauk et al. (2004) の実験において，fMRI に入った実験参加者が「kick」等の動詞を読むだけで，運動野の該当部位の活性化が観測された. Hauk and Tschentscher (2013) において身体性効果の研究のまとめと分析が見られる。

こういった結果は古典的概念理論で説明できず，また Barsalou の主張した身体性情報の「脳細胞の再利用」が確認され，身体性理論が世界中で注目を集めた．

身体性の研究のほとんどは自然言語の理解による脳活動や身体に関わる脳部位の反応との相関を分析するもので，概念理論でありながら，言語理解のモデルと考えることもできる．そのため，古典的概念理論に反対の姿勢を持つ認知言語学者の間では，身体性理論への注目が多かった．その主な例としては Gallese and Lakoff (2005) では，知覚シンボル，ミラーニューロンとメタファー理論を結合した身体性を中心とした概念論を展開した．

3. 身体性理論と表象主義の限界

しかし多くの古典的概念理論を主張する研究者が (Mahon, 2015) 身体性の理論では説明できない現象も少なくない．その主な例は抽象概念である．身体性効果が認められた研究の共通点はすべて身体の動作や知覚可能な具体的概念を対象にしたことである．具体的な概念は知覚可能であり，その知覚で使われる脳の部位の活性化が認められたが，人間は日常的に知覚のできない，例えば「正義，民主主義，科学」等，抽象的

な概念を使用するが，そういった抽象的な概念は身体性理論で説明できない．Gallese and Lakoff (2005) の主張では，抽象概念もメタファーによって最終的に身体性表象に帰結するとしたが，抽象概念を扱った一連の実験 (Aziz-Zadeh et al., 2006; Desai et al., 2013; Raposo et al., 2009; Rueschemeyer et al., 2007) において身体性効果が観測されなかった．

また，具体的な概念の場合は必ず身体性効果が観測されるわけではない．Postle et al. (2008) や Sato and Bergen (2013) では身体性効果が観測されず，身体性効果は実験参加者によってばらつきがあるの指摘がある (Willems and Casasanto, 2011)．こういった一貫性の欠如について，「概念の柔軟性」という主張が展開されてきた．つまり，概念は一定の内容を持った固定的なものではなく，文脈に高く依存するということである (Yee and Thompson-Chill, 2016)．また, Barsalou (2008) は知覚シンボルの「身体性」があるのみならず，感情，社会認知等，「状況認知」 (situated cognition) や経験全般の情報を強調する「接地認知」(grounded cognition) という呼称に転じた．

ただし身体性を超えた「状況」全体の認知，そして「固定的なコアのない」，文脈依存の柔軟的な概念を想定するのであれば，もはや概念を心的表象として考えることには矛盾が生じる．心的表象はつまり認知心理学の枠組みにおける脳の扱い「データ」のことであり，そのデータには固定性も内容の限界性もないようでは，従来の情報処理のパラダイムは成立しない．

ただし，それは身体性理論に価値がないというわけではない．身体性効果は限られた現象とはいえ，否定できないものであり，従来の情報処理の脳部位と異なる知覚や運動の部位が概念処理に関わるという発見は古典的概念への反証としての価値がある．そして様々な研究者が指摘する通り，身体性の理論の真の価値は認知科学の従来のパラダイムを覆す新しいモデルへ導くポテンシャルにある．

4. 認知言語学 Wittgenstein と自然主義による記号的意味論の否定

言語学の領域では，身体性は認知言語学との関係が深い．Barsalou (1999) 論文の遥か前に，Lakoff and Johnson (1980) では自然言語におけるメタファーの普遍性を指摘し，抽象的な概念は具体的な，基本的に身体性と関わる概念と同じ言葉で表現されることを強調した．それは後の認知意味論における「概念構造」の研究につながり，空間や移動の認知等の身体性を元にした意味論を展開した．

身体性のみならず, 認知文法で有名な Langacker は「認知的イベント」を提示し，「理性的な概念，直接経験と文脈の包括的な理解」として考え，Barsalou 等の「状況認知」と通じる概念論を展開した．しかし Langacker やその他の認知意味論では，概念の流動性を十分に理論に取り入れず，ほとんどの理論では身体性や状況認知という概念の内容の多様性を認めながらも，やはり固定的な概念を想定し，心的表象理論の前提を守った．

概念の流動性，そして意味論における流動性の含意を提唱したのは言語哲学の領域であり，その最も影響力を持ったものは Wittgenstein である．Wittgenstein は従来の分析哲学の方法を見つめなおし，言葉の意味そのもの，もっと言えば言葉の意味の仕組みを勘違いしていると主張した．言葉の意味は固定的で単純に記述可能なものではなく，文脈に依存するもので，有名な哲学者でも特定の言葉の意味についても完全に同意することは一度もないことを指摘した．

文脈依存である以上は, 言葉の意味はその「使い方」によってしか説明できないとした (meaning is use)．人間の言語はいわばゲームのようなもので，一定のルールがあり，そのルールを確認しながら言葉の意味を相互に確認でき，意思の疎通を測る．ただ，言語ゲームは単一のものではなく，同じ言語集団の中でも無数の異なるゲームが存在し，そのルールの違いによって例え同じ言葉でも異なる意味を持つ．Wittgenstein の後，イギリスを中心に「自然言語哲学」がこの理論を発展させた．

言語学では言葉の使用について考えられていないわけではなく，「語用論」という学問で多く研究されており，近年 Sperber and Wilson (1986, 2012) の「関連性理論」(relevance theory) に基づく分析が盛んである．だが主流の理論では「意味論」と「語用論」が区別されるもので，心的表象を扱う意味論の上で，その心的表象の応用は語用論という位置づけである．だが Wittgenstein の理論を踏まえるとすれば，言葉の意味と用法には実質的な区別がない．それは第 3 節で説明した身体性研究と流動的概念の考えと合致するところである．この理論も認知言語学にも受け継がれ，「用法基盤」モデルと称されるが，Wittgenstein の徹底した意味論と語用論の区別に至っていないモデルがほとんどである．

同じ哲学会では，Dennet や Millikan を代表とする自然主義哲学では，言語を進化生物学の方法論で研究し，言葉は一定の「生態」において一定の役割を果たす遺伝子のようなものとして考え，慣例的行為の研究を行っている．Dennet の言葉でいうと，認知の正体とは「理解なしの能力」(competence without comprehension) であり，人間の能力というのは必ずしも心的表象の獲得を経た「理解」を必要とせず，社会的慣例を覚えている過程で無意識に能力がつくものであるとする．同じく Millikan による concept の定義は一定の心的表象ではなく，「ある種を認識する能力」として考え，それを conception，つまりある個人がある種を認識するのに用いる具体的な方略だ区別する．

こうして自然主義哲学は Wittgenstein の流れを汲み，心的表象に依存しない認知の考え方を展開し、心的表象を想定せずに、人間の認知を社会性と慣習化による進化プロセスとして捉えている．

5. カテゴリーの事例理論

上述の理論，即ち身体性，状況認知，流動的概念そして意味論と語用論の非区別を踏まえると，心的表象に依存しない言語理解のモデルを構築できる．ただそれを完成されるためには，記憶のモデルも考慮する必要がある．

第 2 節で述べたように，古典的概念に対して最も早い段階で反証を提供したのはプロトタイプ理論である．それによると概念の内容は真理条件ではなく，ある典型的な事例（プロトタイプ）が中心となり，そのプロトタイプとの類似度によってそのカテゴリーの他の構成員が認識される．

プロトタイプ理論は古典的概念と根本的に異なるとはいえ，心的表象のモデルを覆すものではなく，単に心的表象に関する理論である．そのため認知言語学の意味論の中でプロトタイプ理論が中心的な位置を占める．

それと対象的に，同じカテゴリー化研究における重要な理論の「事例理論」(exemplar theory) は反表象主義と相容れる理論である．事例理論は Hintzman (1986), Nosofsky (1986) や Hawkins (2004) 等によって発展した理論で，コンピューターモデルの応用においても人間の分類行為と近い結果を発揮した．事例理論では，カテゴリーは真理条件の羅列でも，プロトタイプ理論を中心とした形式でもなく，すべての個別的な事例はすべて記憶に保存されると主張する．従来のカテゴリー理論とは，つまり脳内に「カテゴリー」という固定的な心的表象があり，その内容は一定の抽象度を持つが，事例理論では抽象物の記憶を否定し，経験におけるすべての事例が保存されるという．つまり bachelor（独身男性）というカテゴリーは古典的概念でいうと「男性＋未婚」になり，プロトタイプ理論では典型的な独身男性を中心としたカテゴリーを為すが，事例理論ではある個人が経験したすべて，もしくはほとんどの独身男性の事例が記憶に残ると主張する．

Hintzman の MINERVA 2 モデルでは，事例記憶の照合には「プローブ」と「エコ」という装置を想定する．ある事象が起こる場合，その事象と関連する脳活動は「プローブ」として記憶の内容を探り，記憶の中における当の事象と類似性の高い，また事例としての頻度が高いものの重和をとり，「エコ」として思い返す．例えばある犬を見た場合は，その見た犬，および注目している限りの状況をプローブとして記憶に送り，以前の経験で記憶したその他の犬と前後の状況をプローブの犬との類似性や，見た頻度の高いものの重和をとり，想起される．

事例理論の重要な点は心的表象を必要としないところである．古典的概念やプロトタイプでは，ある物体を分類する場合には脳内の心的表象と照合するが，事例モデルでは照合される対象は記憶された経験そのものである．その点では身体性理論から発達した「流動的概念」の考え方と合致する．また，事例モデルは心的表象を想定しない以上，記憶装置を「意味記憶」と「エピソード記憶」に分けず，単一の記憶システムだと想定する所は，Wittgenstein 等による意味論と語用論の融合と合致する．つまり「意味記憶」を想定しない以上は，「意味」を記録する装置が存在する必要がなく，言葉の用法の事例はエピソード記憶に記録されると考えられる．

6. 「状況事例意味論」の提案

以下，上述の処理論をまとめ，本論文の提案する「状況事例意味論」の詳細を述べる．身体性の研究から発展した Barsalou 等の「状況認知」の理論では，概念の内容は知覚，運動，感情，社会的認知等，人間が認知し得るすべての情報，つまり「状況」である．流動的概念，つまり反表象主義の理論を踏まえると，記憶の事例モデルと合致する．また，「意味論」を否定し，言語の本質をすべて「語用論」として考える Wittgenstein

の理論では，言語の記憶の仕組みは言語が使用された状況全体が事例として記憶に記録される．

「状況事例意味論」では，言葉の記憶ではなく，「発話行為」とその背景の「状況」を一単位となり，事例として記憶される．「発話行為」は Wittgenstein の後に発展した Austin 等の自然言語哲学の概念で，音声と文法としての狭義「単語」ではなく，発話をする行為のあらゆる側面を指す．つまり言葉のみならず，その言葉の音声の微妙な違いやイントネーション，声の大きさ，具体的な発話者，その発話の文脈等，人間がすべての状況を認知し，言葉の理解はその文字通りの意味だけではなく，状況全体の把握を通じて可能になる．

発話行為は事例として記憶され，その事例の想起は言語の理解を可能にすると考えることもできる．人間の記憶に無数の人による無数の発話行為が記録され，言語を理解する場合は，Hintzman (1986) の MINERVA のような仕組みで記憶を照合し，当の発話行為と類似性と頻度の高いものを想起し，その想起が発話行為の「意味」として考える．

本モデルはおおまかな枠組みに過ぎないが，様々な言語理解において十分に説明されていない現象を説明できる．例えば，言語理解の過程を記録した状況事例の想起として考えることによって第 2 節で述べた身体性効果を説明できる．一定の発話行為の状況の中では運動や知覚の情報が伴い，そのような発話行為が事例記憶から想起される場合は身体性効果が観測される．だが，抽象語等，身体性効果を伴わない発話行為も無論存在し，その場合は身体性効果が現れない．また，同じ単語でも発話行為のその他の要素によって身体性効果を伴わない場合も考えられる．

また，身体性の研究において第二言語を対象とした研究で，第二言語におけるタブー語等の感情反応が小さい事が報告されており(Pavlenko, 2008)，それは第一言語と第二言語の獲得における発話行為の記憶の差異として解釈できる．

Lakoff などの「概念メタファー」の多くの研究では，「時間が過ぎる」等、空間と時間を同じ単語で表すメタファー表現と文字の位置等の空間的情報の相関性が数多く報告され(Boroditsky, 2001 等)，それは概念メタファーの心理的実在性，および弱い言語決定論を裏付ける証拠として取り上げられたが，Casasanto (2009) が指摘するように，実験の作業を繰り返すことで，実験参加者の言葉のメタファーと異なる組み合わせの習得が可能になった．つまり，概念メタファーは固定的な心的表象ではなく，事例記憶を想起することによって起こる現象と考えた方が妥当だと思われる．事例記憶のの想起によって記憶に新しい方の記憶が想起されやすい現象があり，短期間における概念メタファーの習得を説明できる．また，長年繰り広げられた「言語決定論」に関しては，言語の心理的効果は記憶における発話事例の累積度の違いと考えることで，一弱い言語決定論を指示する．

7. 言語学における事例モデルとその展開

上記のモデルは実世界と言語の関係性としての「意味」の理解のモデルであるが，事例記憶をモデルとした言語のその他の側面を考える様々な研究が存在する．例えば，音韻論 (Pierrehumbert, 2001; Port, 2007)，構文 (Bybee, 2012) 言語獲得 (Abbot-Smith and Tomasello, 2006)では，概念の形成と内容ではなく，具体的な言語事例の記憶の累積として分析し，成果をあげている．また，言語コーパスを用いた MINERVA 2 の事例モデルのコンピューターモデルでは，人間に近い言語処理の結果が報告されている (Jones and Johns, 2015).

理論的な研究の領域では、Schmid (2016)の「定着と慣習化モデル」では, 認知言語学の伝統を組みながら，身体性や事例記憶を取り入れている．Schmid は Langacker の「定着」(entrenchment) の概念を分析し，言語に関わる定着を 4 種類に分類した．

- 記号的定着 (symbolic)
- 語用的定着 (pragmatic)
- 統合的定着 (syntagmatic)
- 系列的定着 (paradigmatic)

「意味と語形の相互定着」とし，「語用的定着」は「発話と同時に知覚される物理的，社会的，推定的情報との定着とした．それは伝統的な意味論と語用論と同じ区別であるが，第 4 節で叙述したようにその区別は不要であり，一本化して「状況定着」として整理できる．本論文の「状況事例意味論」はこうした状況定着のおおまかなモデルとして解釈できる．

また，統合的定着と系列的定着については，前者は連続に出現する言葉が一つの構文としての定着であり，後者は文において同じ位置における代替可能な言葉の間の定着である．この両者は言語の情報のみで完結するため「言語間定着」と称しても差し支えない．事例モデルとして，LSA というコンピューターモデルは言語コーパスをデータとして，言葉間の相関性を分析し，それによって文書分類に人間と同様のスキルを見せ，

TOEFL の一部問題に平均的な人間と同じ点数を獲得する等の成果をあげた．実世界の情報を扱わない LSA ではある程度人間に近い読解力を示したことで，記号的概念を指示する証拠とされ，LSA を作成した研究者は身体性理論を Barsalou (1999) の時から批判した．

しかし LSA のように文書からデータを取り出し，その相関性などを分析することで一定の言語理解を実現したとしても，それは必ずしも記号論が身体性や広義での接地論の反証になり得るわけではない．言語の獲得において必ず発話行為の知覚によって実世界に接地した言語を覚えるである．その実世界に接地した形で獲得した言語を一定量覚えた上で，言語間の定着関係によってある程度の意味の抽出は可能であると考えられる．第二言語の習得も第一言語に依存する形で覚えられるのも類似した過程であるといえる．

今後の言語学研究では、「状況定着」と「言語間定着」を共通かつ相互作用するメカニズムとして考えることで、言語の形式と意味のより精密な分析を期待できると考える。

8. 終わりに

本論文は斬新な認知モデルや理論を提案することを目的したものではなく，主に身体性認知の理論の近年の発展を見つめ，その矛盾を指摘する中，言語学と言語哲学との交差する共通概念を取り上げ，整理を加え，それぞれの理論が提供するエビデンスと矛盾しない言語理解のモデル，「状況事例意味論」にまとめた．また，認知言語学における発展の方向性をも提示した．

異なる学問が同じテーマを異なる側面から分析し，相互の研究の成果を共有できず，そのため研究の進歩の妨げにあることはしばしば指摘される事態である．身体性研究の膠着が指摘される中，Barsalou (2016) は「ドン・キホーテ的な行き詰まり」と称し，過激な理論を追求しないよう訓戒した．身体性を超えた「接地認知」を新しい研究の枠組みとして提案したが，接地認知の主要論点を全うするためには第四節で叙述したような認知言語学と言語哲学の知見を取り入れる必要があると考えられる．Wittgenstein が提唱したように，哲学の新の役割は概念の誤解を説いて，言葉の使用を改めることである．そのために学際的研究の必要不可欠であると考えている．

参考文献

[1] Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems, Behavioral and brain sciences, 22(04), 577-660.
[2] Barsalou, L. W. (2016). On staying grounded and avoiding quixotic dead ends, Psychonomic bulletin & review, 1-21.
[3] Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? English and Mandarin speakers' conceptions of time. Cognitive Psychology 43 (1): 1–22.
[4] Casasanto, D. (2009). When is a linguistic metaphor a conceptual metaphor? In V. Evans & S. Pourcel (Eds.), New Directions in Cognitive Linguistics (pp. 127-145). Amsterdam: John Benjamins.
[5] Casasanto, D., & Lupyan, G. (2015). All concepts are ad hoc concepts. In E. Margolis & S. Laurence (Eds.), The conceptual mind: New directions in the study of concepts (pp. 543-566). Cambridge: MIT Press.
[6] Fodor, J. A. (1975). The language of thought (Vol. 5). Harvard University Press.
[7] Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. Cognitive neuropsychology, 22(3-4), 455-479.
[8] Hawkins, J., & Blakeslee, S. (2007). On intelligence. Macmillan.
[9] Hintzman, D. L. (1984). MINERVA 2: A simulation model of human memory. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 16(2), 96-101.
[10] Jackendoff, R. (2002) Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution. Oxford University Press.
[11] Johns, B. T., & Jones, M. N. (2015). Generating structure from experience: A retrieval-based model of language processing. Canadian Journal of Experimental Psychology , 69, 233-251.
[12] Landauer, T. K. (2006). Latent semantic analysis. Encyclopedia of Cognitive Science
[13] Langacker, R. W. (1987). Foundations of cognitive grammar: Theoretical prerequisites (Vol. 1). Stanford university press.
[14] Mahon, B. Z. (2015). The burden of embodied cognition. Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne De Psychologie Expérimentale, 69(2), 172–178.
[15] Millikan, R. G. (1989). Biosemantics. The journal of philosophy, 86(6), 281-297.
[16] Pulvermüller, F. (2005). Brain mechanisms linking language and action. Nature Reviews Neuroscience, 6, 576–582.
[17] Rosch, E. H. (1973). Natural categories. Cognitive psychology, 4(3), 328-350.
[18] Schmid, H. J. (2015). A blueprint of the Entrenchment-and-Conventionalization Model. Yearbook of the German Cognitive Linguistics Association.
[19] Shapiro, L. (2010). Embodied cognition. Routledge
[20] Willems, R. M., & Casasanto, D. (2011). Flexibility in Embodied Language Understanding. Frontiers in Psychology, 2, 1–11.
[21] Wilson, D., & Sperber, D. (2012). Meaning and relevance. Cambridge University Press.
[22] Wittgenstein, L. (1953). Philosophical Investigations Oxford: Blackwell.

地図課題対話において発話の理解はどのように示されるか?
How does a hearer express her/his understandings of utterances in Map Task dialogue?

川端 良子[†‡], 松香 敏彦[‡], 伝 康晴[‡]
Yoshiko Kawabata, Toshihiko Matsuka, Yasuharu Den

[†] 国立国語研究所, [‡] 千葉大学
National Institute for Japanese Language and Linguistics, Chiba University

Abstract

A hearer is assumed to express his/her understandings of a speaker's utterances during conversation. Clark and Schaefer (1989) proposed a process called grounding. Grounding is a process that both speakers and hearers try to establish the mutual belief that they both understand the meaning of utterances. Although they described several patterns of grounding, it is not clear which type of grounding is more likely to appear in particular circumstances. To examine how hearers express his/her understandings of utterances, we analyzed Japanese Map Task corpus. The result showed that different types of grounding were observed in different types of verbal expressions, suggesting the innate nature of adaptability of grounding.

Keywords — task oriented dialogue, contribution, grounding

1. はじめに

話し手にとって重要なことは，発話が聞き手に理解されることである. 一方，聞き手は対話を先に進めるために，自分が発話を理解したことを話し手に伝える必要がある. 発話が成功するための条件に関する考えには，聞き手が発話を理解したという「正の証拠の提示」が必要であるとする立場[2, 3]と，発話理解に失敗したという「負の証拠の不在」によって，発話が理解されたとする立場[4]がある. どちらの考えが正しいかを判断することは簡単ではない.なぜなら，実際の対話データを見ると，発話に対して聞き手から正の応答があるケースと正の応答がなくても対話が継続するケースはどちらも観察することができるからである(例1，例2 [1]).

no	話者	発話
1	G	右側の方に一度行って
2	F	はい
3	G	で そのままもう一回左の方にぐるっと回って

図 1 聞き手から正の証拠が示される例

no	話者	発話
1	G	少し出て
2	G	左に弧を描いて
3	G	楠木ってあります？

図 2 正の証拠がなくても対話が継続する例

Clarkらは，発話の成功には，聞き手による正の証拠の提示が必要であるとしている.彼らは，話し手が発話の内容を提示することを「提示」(Presentation)，聞き手が発話の理解の証拠を提示することを「受理」(Acceptance)，この２つを構成要素とする単位のことを貢献(Contribution)と呼ぶことを提案し，さまざまな貢献のパターンを示している．Clark and Schaefer[2]は，聞き手の注意が継続することも発話理解の正の証拠の1つとしている. しかし，発話を理解しているにもかかわらず聞き手が注目しているだけで何も応答しないことが不自然な状況があることは経験的に明らかである. つまり，特定の状況において，理解の証拠の提示の方法は異なることが予想される.しかし，どのような状況でどの貢献のパターンが起こりやすいかについては，十分な分析が行われていない.

本稿では,『日本語地図課題対話コーパス』[5]から，発話の内容に経路情報を含む発話を抽出し(以降，行為提示節と呼ぶ)，その発話の表現によって聞き手の理解の提示方法がどのように異なるかを分析した結果を報告する．そして，異なる貢献のパターンの要因について検討する.

2. 日本語地図課題対話コーパス

『地図課題対話コーパス』は, 2人の実験参加者の一方の地図に描かれた経路をもう一方の地図に再現する課題の遂行中の言語活動が収録されている．経路が描かれた地図を渡される参加者は「情報提供者(Giver)」,経路が描かれていない地図を渡される参加者は「情報追随者(Follower)」と呼ばれる．2人は別々の部屋に入り，お互いに相手の地図が見えない状態で，マイクとヘッドフォンを

[1]『日本語地図課題対話コーパス』の対話の一部.GはGiver, FはFollowerの発話であることを示している.

用いて対話をしながら課題を行う．正しい経路を知っているのはGiverだけであるため，課題を成功させるためには，Giverが対話によって経路情報をFollowerに伝える必要がある．GiverはFollowerが経路描写を行う様子を実際に見ることはできない．したがって，Followerが発話を理解しているかどうかを対話から判断する必要がある．地図課題を達成するためには，FollowerがGiverの発話を理解する必要がある．このような状況設定から，地図課題対話コーパスを持ちいることで，発話の理解が言語を用いてどのように提示されているかを分析することが可能であるため，本研究に適している．

3. 分析データ

『地図課題対話コーパス』全128対話中の16対話を用いて分析を行った．これは,相手の顔が見えない条件（視認不可能条件）で実験を行った参加者32名(18歳から23歳までの男性16名,女性16名)が最初に行った対話である．

4. 分析1:言語表現と聞き手の応答の有無

4.1 目的

地図課題対話において，経路情報の提示の違いによって，聞き手の応答に違いがあるかを明らかにする．

4.2 分析方法

分析対象の16対話を,節単位[7]で分節化し，文末に関してはさらにムード[6]によって分類する．節単位の種類を表1 に示す.

表 1 節単位タグ一覧

節	と文末，並列節ガ，並列節ケド(ケレドモ,ケレド,ケドモ)，並列節シ，ヨウニ節，条件節タラ，条件節タラバ，条件節ト，条件節ナラ，条件節ナラバ，条件節レバ，条件節-その他，理由節カラ，理由節カラニハ，理由節カラ-助詞，理由節ノデ，タリ節，タリ節-助詞，テ節，テハ節，テモ節，テカラ節，テカラ節-助詞，テ節-助詞，トカ節，トカ節-助詞，ノニ節，引用節，引用節-助詞，引用節トノ，トイウ節，トイウ節-カ，間接疑問節，間接疑問節-助詞，連体節テノ，並列節ダノ，並列節デ，並列節ナリ，連用節，感動詞，接続詞
ムード	確言，禁止，許可，依頼(命令)，当為，意思(申し出，勧誘)，願望，概言，説明，比況，真偽疑問，疑問語疑問，否定
追加	体言止め，助詞(格助詞等)，副詞，擬音語・擬態語

地図課題は，出発地点から目標地点までの経路を一度に描写するのではなく，いくつかの部分課題に分割し，その線分を描写をくりかえすことで最終的な目標を達成することが知られている[1]. GiverからFollowerへの部分経路の情報提供は，上手く目標地点に近い位置までに移動できる場合もあれば，出発地点に近い位置まで戻ってやり直したり，同じ部分経路について複数回情報提供を行う場合もある．今回は，聞き手が発話を理解するパターンを分析対象とするため，目標地点に近い地点に移動しており，かつ，その部分経路に関する情報提供が1回目のケースを分析対象とした．この部分において，経路情報が提示される節単位(行為提示節)は，833個抽出された．行為提示節の種類を表に示す．表2は，平均して各対話で1回以上，部分経路の説明中に使用されている行為提示節の種類とその出現頻度を示している．それぞれの行為提示節の後，誰(話し手，聞き手)がどのような発話を行っているかについて調べ，出現傾向の要因を検討する.

表 2 行為提示節の種類別使用頻度

種類	頻度	種類	頻度
≪Giver≫		≪Follower≫	
テ節	221	真偽疑問	95
依頼	108	テ節	19
確言	100		
条件節タラ	51		
体言止め	48		
格助詞に	31		
条件節ト	27		
並列節ケド	19		

4.3 結果

行為提示節の発話の終りの時点より，発話の終了時点が遅い発話を最初の応答とした.その行為提示節ごとの種類の比率を表3に示す.

全体的な傾向としては(図13，図14)，行為提示節の次の発話は，感動詞が多かった(370回出現，44%(370/833)).感動詞の中では，「はい」(「はいはい」のような表現が繰り返される場合も含む，以下同様に繰り返しも含む)が179回(48%)，「うん」が119回(32%)，「あ」から始まる表現が34回(9%)，「そう」等が13回(5%)，その他が14回(4%)だった．これらは，発話の理解の表明(Assertions of understanding)[2]と考えられる．

全体的には，聞き手による発話理解の表明が行われていたが，発話の種類によって傾向が異なることが示された．特に，全体的な傾向と異なっていたのは,「条件節ト」によって経路情報が提示さ

れていた場合である．その他の表現は，発話の後，聞き手が発話を行っているほうが多かったが,「条件節ト」の場合は，次に同じ話し手が発話を行うことが多かった(図9)．同じように，同じ話者が続けて発話をする傾向が比較的多いのは,「条件節タラ」(図6)と「テ節」(図3)であった．

5. 分析2: 次発話の話者と言語表現

5.1 目的

「条件節ト」「条件節タラ」「テ節」によって，経路情報が提示された場合には，聞き手からの応答が少ないことが示された．本節ではその原因を検討する．興味深いのは，この3つの表現は，いずれも従属節と呼ばれる統語的特長を持っていることである．従属節は，文法的には文の中心となる主節と従属的な関係をもつものとされている[6]．対話においては，必ずしも文の形で発話が提示されていないため，単位として取り出すことは困難であるが，従属節の表現が用いられた場合には，同じ話し手がその後に発話をする傾向があるため，聞き手からの応答が少なくなっているのではないだろうか．この仮説の検証を行った．

5.2 方法

感動詞を除いた場合，行為提示節の後に，誰がどのような発話を行うかを分析した．

5.3 結果

表4は，行為提示節の後に誰がどのような表現を用いた発話をしているか，感動詞を除いて集計したものである．経路情報が「Giverテ節」(図15),「条件節タラ」(図18),「条件節ト」(図21),「並列節ケド」(図22)の表現で提示された場合，同じ話し手が発話を行うことが多かった．

6. 考察

分析1の結果，経路情報という類似した内容を含む発話であっても言語表現によって，聞き手の反応に違いがあることが示された．その原因として，同じ話し手が継続して話すことが考えられた．そこで，分析2を行った結果，聞き手からの理解の表明が比較的少なかった「条件節ト」「条件節タラ」「テ節」では，同じ話し手が，その語も発話を行うことが多いことが示された．この結果，同じ話し手が続けて発話をすることが予期されることが応答の有無に関係があることが示唆された．しかし，この説明では以下のことが説明できていない．

1. 「並列節ケド」は同じ話し手が発話を継続しているにもかかわらず，聞き手の理解の表明が少なくない．
2. 「条件節ト」の場合だけ，特に理解の表明が少ない．
3. Followerが「テ節」で発話をするときには，同じ話し手が発話を継続していない．

上記の原因は，聞き手の理解の表明の有無が，単に話し手が再び，発話を行う可能性が高いかどうかだけが要因ではないことを示唆している．例えば,「並列節ケド」は，文法研究においては，主節からの独立度が高い，すなわちより文らしい表現であるととされている[7]．文らしさが高いということで，意味のまとまりとして，理解の表明が行われることなどの理由が考えられるが,「並列節ケド」やそれ以外の独立性の高い従属節の数が少ないため，今回のデータでは明らかではない．

7. 結論

本研究は,『日本語地図課題対話コーパス』を用いて，課題を遂行するために必要な経路情報の提示に対して，聞き手はどのように理解の表示を行うかを分析した．その結果，節の種類によって，聞き手の応答が異なることが示された．特に「条件節ト」「条件節タラ」「テ節」において，聞き手の応答がなくても，対話が進行することが比較的多いことが多かった．その原因として，同じ話し手が継続して発話を行うことが予期されることが考えられた．しかし，それだけでは説明できない現象もあり，詳細な分析を行うことが，今後の課題である．

参考文献

[1] Carletta, J., Isard, A., Isard, S., Kowtko, J., Doherty-Sneddon, G. & Anderson (1996), “A. HCRC Dialog Structure Coding Manual”,Universities of Edinburgh and Glasgow.
[2] Clark, H.H. & Schaefer, E.F. (1989), “Contributing to discourse”, Cognitive Science, 13, pp. 259-294.
[3] Clark, H.H. (1996), “Using language”, Campridge University Press.
[4] Litman, D.J. & Allen, J.F. (1987),“A plan recognition model for subdialogues in conversations”,Cognitive science,11, pp.163-200.
[5] 堀内 靖雄・中野 有紀子・小磯 花絵・石崎雅人・鈴木 浩之・岡田 美智男・仲 真紀子・土屋 俊・市川 熹 (1999), “日本語地図課題対話コーパスの設計と特徴”, 人工知能学会誌, 14, pp.261-272.
[6] 益岡 隆志・田窪 行則(1992),” 基礎日本語文法 -改訂版-” くろしお出版.
[7] 丸山 岳彦・高梨 克也・内元 清貴 (2006),“第5章 節単位情報”,“日本語話し言葉コーパスの構築法”,国立国語研究所.

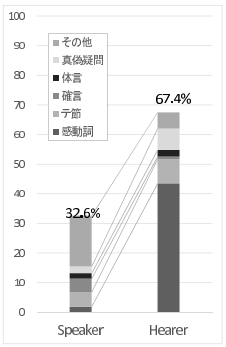


図 3 Giver テ節

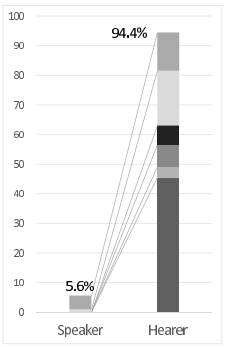


図 4 Giver 依頼

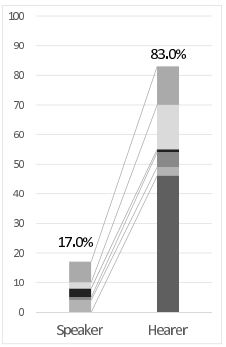


図 5 Giver 確言

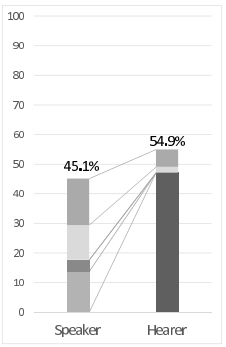


図 6 Giver 条件節タラ

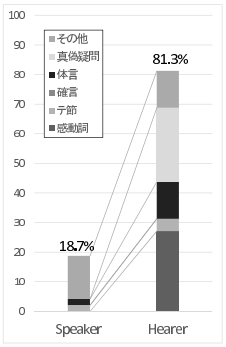


図 7 Giver 体言止め

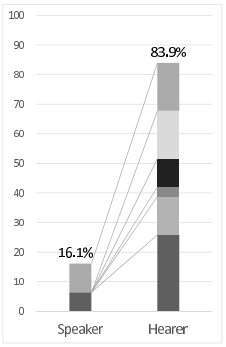


図 8 Giver 助詞に

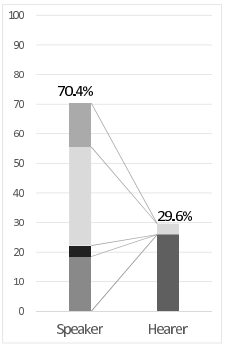


図 9 Giver 条件節ト

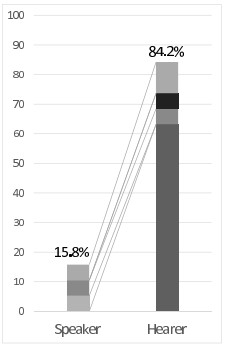


図 10 Giver 並列節ケド

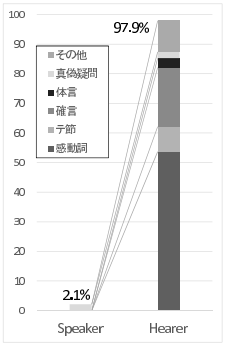


図 11 Follower 真偽疑問

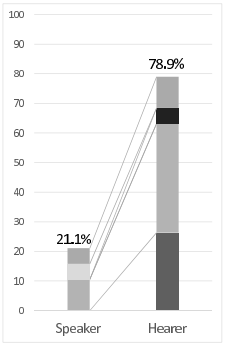


図 12 Follower テ節

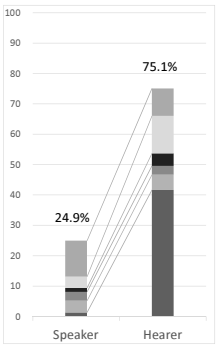


図 13 Giver 全体

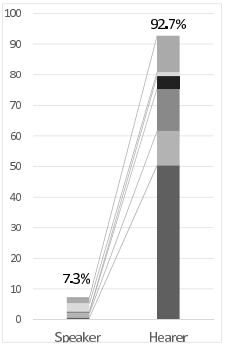


図 14 Follower 全体

表 3 行為提示節別，次発話の話者と発話の種類

次話者	話し手							聞き手						
行為提示節	感動詞	テ節	確言	体言止め	真偽疑問	その他	合計	感動詞	テ節	確言	体言止め	真偽疑問	その他	合計
≪Giver≫														
テ節	1.8	5.0	4.5	1.8	2.3	17.2	32.6	43.4	8.1	0.9	2.3	7.2	5.4	67.4
依頼	0	0	0	0	0.9	4.6	5.6	45.4	3.7	7.4	6.5	18.5	13.0	94.4
確言	0	4.0	1.0	3.0	2.0	7.0	17.0	46.0	3.0	5.0	1.0	15.0	13.0	83.0
条件節タラ	0	13.7	3.9	0	11.8	15.7	45.1	47.1	0	0	0	2.0	5.9	54.9
体言止め	0	2.1	0	2.1	0	14.6	18.7	27.1	4.2	0	12.5	25	12.5	81.3
格助詞に	6.5	0	0	0	0	9.7	16.1	25.8	12.9	3.23	9.68	16.1	16.1	83.9
条件節ト	0	0	18.5	3.7	33.3	14.8	70.4	25.9	0	0	0	3.7	0	29.6
並列節ケド	0	5.3	5.3	0	0	5.3	15.8	63.2	0	5.3	5.3	0	10.5	84.2
≪Follower≫														
真偽疑問	0	0	0	0	2.1	0	2.1	53.7	8.4	20.0	3.2	2.1	10.5	97.9
テ節	0	10.5	0	0	5.3	5.3	21.1	26.3	36.8	0	5.3	0	10.5	78.9

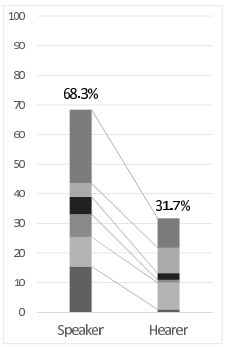


図 15 Giver テ節

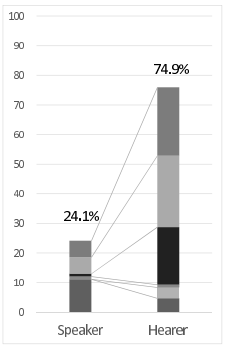


図 16 Giver 依頼

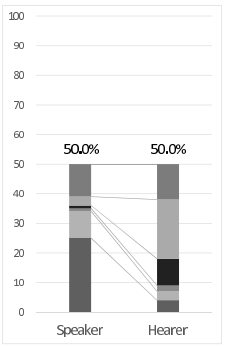


図 17 Giver 確言

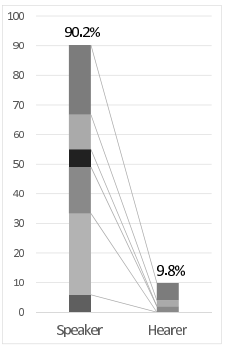


図 18 Giver 条件節タラ

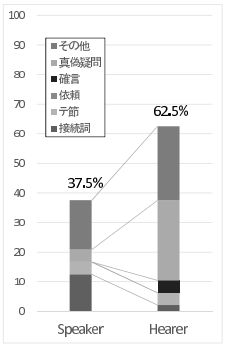


図 19 Giver 体言止め

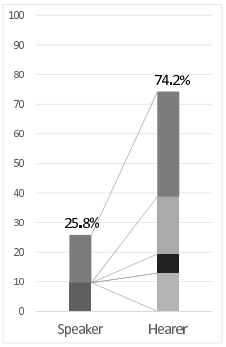


図 20 Giver 助詞に

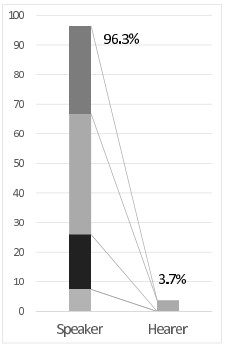


図 21 Giver 条件節ト

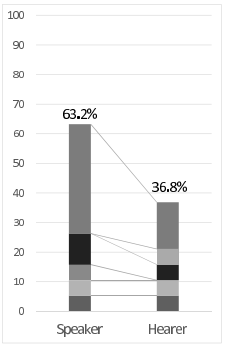


図 22 Giver 並列節ケド

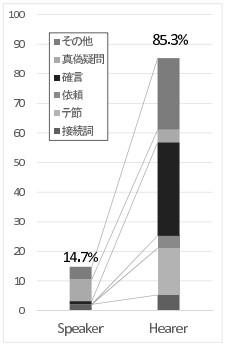


図 23 Follower 真偽疑問

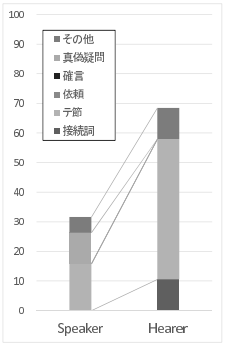


図 24 Follower テ節

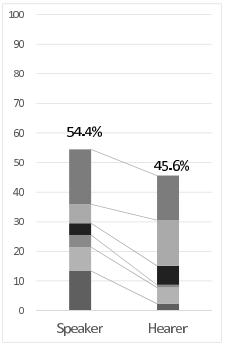


図 25 Giver 全体

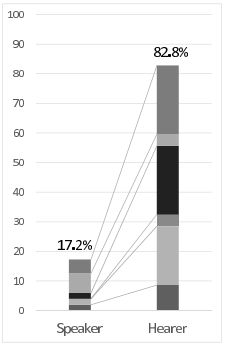


図 26 Follower 全体

表 4 感動詞を除いた，次発話の話者と発話の種類

次話者	話し手							聞き手						
行為提示節	接続詞	テ節	依頼	確言	真偽疑問	その他	合計	接続詞	テ節	依頼	確言	真偽疑問	その他	合計
≪Giver≫														
テ節	15.4	10.0	7.7	5.9	4.5	24.9	68.3	0.9	9.0	0.9	2.3	8.6	10.0	31.7
依頼	11.1	0	0.9	0.9	5.6	5.6	24.1	4.6	3.7	0.9	19.4	24.1	23.1	74.9
確言	25.0	9.0	1.0	1.0	3.0	11.0	50.0	4.0	3.0	2.0	9.0	20.0	12.0	50.0
条件節タラ	5.9	27.5	15.7	5.9	11.8	23.5	90.2	0	0	2.0	0	2.0	5.9	9.8
体言止め	12.5	4.2	0	0	4.2	16.7	37.5	2.1	4.2	0	4.2	27.1	25.0	62.5
格助詞に	9.7	0	0	0	0	16.1	25.8	0	12.9	0	6.5	19.4	35.5	74.2
条件節ト	0	7.4	0.0	18.5	40.7	29.6	96.3	0	0	0	0	3.7	0	3.7
並列節ケド	5.3	5.3	5.3	10.5	0	36.8	63.2	5.3	5.3	0	5.3	5.3	15.8	36.8
≪Follower≫														
真偽疑問	2.1	0	0	1.1	7.4	4.2	14.7	5.3	15.8	4.2	31.6	4.2	24.2	85.3
テ節	0	15.8	0	0	10.5	5.3	31.6	10.5	47.4	0	0	0	10.5	68.4

ひらがな・カタカナを用いた形態象徴の検討
Figural Symbolism of Japanese Hiragana and Katakana

平田 佐智子†, 小松 孝徳‡
Sachiko Hirata-Mogi, Takanori Komatsu
†株式会社イデアラボ, ‡明治大学総合数理学部
Idealab Inc., Meiji University
marshmallow1214@gmail.com

Abstract
In this article, we examined the figural symbolism of Japanese Hiragana and Katakana. Based on the experimental paradigm of Westbury (2005), we conducted an experiment to demonstrate the compatibility between Japanese Characters (Hiragana and Katakana) and two types of word balloons. As results, partly compatibility of two types of stimuli (only with Katakana and spiky balloons) were observed. The use of other experimental paradigm and other approach using objectively quantified roundness of characters should be concerned for further research.

Keywords — Figural Symbolism, Hiragana, Katakana

1. 序論

音象徴(sound symbolism)とは、音や音声が形や色などの視覚経験や美醜などの概念とつながりをもつ現象である。音象徴は音声がもたらす印象であるといえるが、文字がもつ形態情報もある印象をもたらす可能性が指摘されている。本研究ではこれを形態象徴(figural symbolism)とよぶ。形態象徴の存在はWestbury(2005)において指摘されており、アルファベットの持つ直線部分や曲線部分、円などの形態情報が、それ以外の印象をもたらす、としている[1]。アルファベットは言語によっては文字と音が厳密に対応しない場合があり、音象徴と形態象徴の分離が困難である。対して日本語は、同一の音をひらがなとカタカナという別の文字を使用して表現できる。この特性を用いて、同一の音を形態の異なる文字で表記し、音象徴と形態象徴を分離し、形態象徴の存在を検討することが可能である。

本実験では、Westbury(2005)[1]において用いられた実験課題を応用し、吹き出し画像とひらがな・カタカナを使用して、形態象徴が見られるかどうかを検討した。ひらがなは比較的曲線で構成されているのに対し、カタカナは直線で構成されているため、ひらがなは丸く、カタカナは角ばっているという形態象徴を持つと予想される。そのため、ひらがなを丸い吹き出し、カタカナを角ばった吹き出しと同時に呈示した方が、逆の組みあわせで呈示したときよりも処理が促進され、弁別反応時間が短くなると予測される。

2. 方法

実験参加者

大学生24名（男性13名、女性11名、平均年齢：20.17歳、*SD*＝1.25）が本実験に参加した。すべての参加者は実験の遂行に十分な視力を有していた。実験参加者の利き手は、23名が右手であり、1名は左手であった（全参加者が利き手で課題を行った）。なお、課題の達成状況に問題があったため、3 名のデータは分析対象としなかった。

手続き

課題では、2 種類の吹き出し内にひらがな・カタカナ一文字を組みあわせた刺激を呈示した。試行開始後、注視点200ms、ブランク画面500msが呈示された後に、吹き出しと文字を組みあわせた視覚刺激がランダムで呈示された。参加者は呈示された文字がひらがなであるか、カタカナであるかを判断し、テンキー上の1または3のキーをなるべく早く、かつ間違えないように押すよう教示された。視覚刺激はキー反応があるまで、あるいは2s経過するまで継続して呈示された。キー反応が無く2s経過した場合は呈示を打ち切り、強制的に次試行へと移行した。

刺激

吹き出し刺激には2つのカテゴリがあり、直線で構成された角吹き出しと、曲線で構成された丸吹き出しがあった（Fig.1参照）。各カテゴリには4個の吹き出し刺激が含まれており、全部で8個の吹き出しを使用した。吹き出し刺激の大きさは画面上で縦10センチ×横15センチであった。吹き出し内に呈示する文字刺激として、ひらがな・カタカナを使用

した。文字は一文字ずつ吹き出しの中央に配置された。なお、「へ」「り」はひらがな・カタカナの弁別が著しく困難である考えられたため、これらの文字を除いたひらがな・カタカナ各 46 文字を文字刺激として使用した。

使用フォントは游ゴシック Light で、大きさは画面上で縦 2 センチ×横 2 センチであった。使用する文字刺激の 1/4 ずつに角吹き出しと丸吹き出し各 1 種を割り当て、課題全体で個別の吹き出し画像が同回数呈示されるように調整した。

本試行の前に、4 回の練習試行を行った。本試行は 1 ブロック 88 試行で構成され、1 セッション中には 3 つのブロックが含まれていた。ブロック間には 30 秒の休憩を設けた。課題全体は 2 セッション、計 528 試行であった。セッション間には 3 分の休憩を挟んだ。実験全体で 25 分を要した。実験刺激の呈示には PC（lenovo 社 T440p）、刺激の制御及びデータ収集には Presentation 18.1、反応取得にはテンキー（BUFFALO 社製 BSTK02）を使用した。

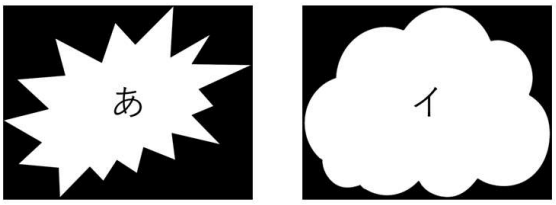


図 1　刺激画像の例

3.　結果

得られた全反応時間のうち、誤ったキーを押している試行（エラー試行）および各条件の平均反応時間から 3*SD* 以上離れている反応時間を分析対象から除外した。この処理により除外されたデータは全体の 3.98%であった。

以下のグラフ(図 2)は、本実験の平均反応時間を示している。文字種(2)×吹き出し種(2)の二要因分散分析を行った結果、文字種の主効果($F(1/20)=.59$, *ns.*)および吹き出し種の主効果($F(1/20)=.96$, *ns.*)は有意ではなく、交互作用のみが有意であった($F(1/20)=10.98$, $p< .005$)。そのため Ryan 法による多重比較を行った結果、角吹き出しにおけるひらがな・カタカナ間($F(1/40)=5.36$, $p<.05$)、およびカタカナにおける丸吹き出し・角吹き出し間($F(1/40)=8.07$, $p<.01$)に有意な差があることがわかった。

これらの結果から、カタカナは丸吹き出しよりも角吹き出しと共に提示した方が、文字分類が速やかに行われるのに対し、丸吹き出しでは文字との組み合わせによる差は見られないことがわかった。

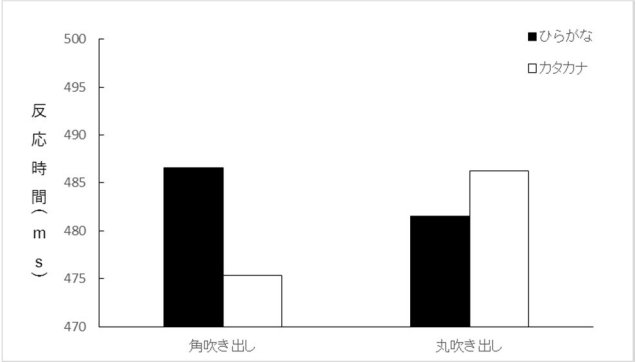


図 2　本実験における各組み合わせの反応時間

4.　考察

本研究では、日本語のひらがな・カタカナと 2 種類の吹き出しを用いて、日本語における形態象徴の存在を検討することを目的とした。Westbury(2005)を参考にした文字の弁別実験を行った結果、ひらがな・カタカナと 2 種類の吹き出しの組み合わせによって一部反応時間が短くなる現象、つまり文字と形態の適合性が観察されたといえる。

本研究においてみられた文字と形態の適合性は、カタカナと角吹き出しにおいてのみみられ、丸みを帯びたひらがなと丸吹き出しの間にはみられなかった。この原因としては、角吹き出しそのものが一般的に「強調、驚き」といった意味合いを持つものであり、注意を引きやすいのに対し、丸吹き出しは注意を引きにくいため、形態の要素が表れにくかったのではないかと考えられる。特に本課題では文字と吹き出しの一致性について明示的に問うものではなかったため、より注意の効果が表れやすい状態になっていたと考えられる。文字と形態の関係性について、別の課題を用いて検討することで、この問題を回避可能であるといえる。

本研究において一部みられた文字と形態の適合性、すなわち形態象徴は、個々の文字が持つ曲線や直線といった物理的形態特徴が引き起こしたのだろうか。あるいは、「ひらがな」「カタカナ」といった文字のカテゴリ全体がそれぞれ「丸いイメージ」「角ばったイメージ」を持っており、このカテゴリに付随するイメージによ

ってみられるものなのだろうか。この点について検討するには、個々の文字が持つ物理的形態特徴を捉えることが必須となる。小松・中村・鈴木(2014)では、文字を平面曲線として捉えた上で数式化し、文字の丸みを定量化する試みを示している[2]。このような、文字の形態を客観的に扱う知見を援用することで、日本語の形態象徴がどの認知レベルで起こっているのかが明らかになると考える。

参考文献

[1] Westbury, C. (2005). Implicit sound symbolism in lexical access: Evidence from an interference task. *Brain and Language*, 93(1), 10–19.

[2] 小松孝徳・中村聡史・鈴木正明, (2014)“「ひらがなはカタカナよりも丸っこいよね？」: 文字の数式表現および曲率の利用可能性”, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション（HCI）, Vol. 2014-HCI-159, No. 7, pp. 1-9.

行為文理解時の運動シミュレーションに動詞の時相が与える影響[1]

Verb aspect influences motor simulation during comprehension of action sentences.

粟津　俊二
Shunji, Awazu.
実践女子大学
Jissen Women's University
Awazu-shunji@jissen.ac.jp

Abstract
Recently, numerous studies have investigated the relationship between sentence comprehension and sensorimotor representation. Such studies have shown that action-sentence comprehension activates sensory-motor simulation. This study investigated whether aspect of verb influences sensory-motor simulation. Native Japanese speakers judged the sensibility of Japanese sentences and responded by either pressing or releasing buttons. Stimulus sentences were composed of the following four types: sentences that referred to hand actions in simple aspect, the hand-action-sentences in perfect aspect, other sentences that referred to mental actions in simple aspect, and the mental-action-sentences in perfect aspect. A three-way ANOVA was conducted in order to determine if verb aspect had a significant main effect on reaction times, and if there was a significant interaction between verb aspect and action. When participants comprehended sentences in perfect aspect, their responses were faster for hand sentences than for mental sentences. However, when they read sentences in simple aspect, the mental sentences were responded to faster. These results indicate that verb aspect influences sensory-motor simulation in Japanese sentences.
Keywords ― aspect, embodiment, sentence comprehension, action.

目的

人が言語をどのように理解しているのかという問題は、認知科学の扱う大きな問いである。近年では、言語理解と知覚運動表象の関係が盛んに研究されており、言語が意味する状況を実際に経験したときと同じ知覚運動表象が活性化してシミュレーションが行われ、それによって理解がなされると考えられている(Barsalou, 1999)。文の理解時に知覚運動表象が活性化することを示す研究は、MRI 実験においても(Aziz-Zadeh, Iacoboni, & Zaidel, 2006;Aziz-Zadeh, Wilson, Rizzolatti, & Iacoboni, 2006; Hauk, Johnsrude, & Pulvermüller, 2004)、行動実験においても数多い(Awazu, 2011; Glenberg & Kaschak, 2002; Scorolli, Borghi, & Glenberg, 2009)。行動実験では、行為文の有意味性判断をさせると、その文が意味する行為に含まれる身体動作が促進されるという結果がよく得られる Glenberg & Kaschak, 2002; 平ら, 2009)。これは、行為文読解時に、文が意味する行為を実行するときと同じ知覚運動表象を用いて、心的なシミュレーションが行われることに由来すると考えられている(Glenberg & Kaschak, 2002)。

このシミュレーションは、語の意味概念だけでなく、文全体の意味や文法も反映している。例えば、否定文ではまず肯定文がシミュレーションされ、それが否定されるという 2 段階の処理過程を経る(Kaup & Lu,2006;Kaup et al., 2007)。また、時相も扱われており、英語母語話者に対する英語文刺激においては、完了相では反応が促進されないが、進行相では促進された(Madden & Therriault, 2009; Bergen & Wheeler, 2010)。これらの結果は、文中の動詞の意味概念を表す知覚運動シミュレーションが、否定や時相などの文法的表現によって変容することを示唆する。つまり、語の意味概念が、周囲の言語的文脈によって動的に変化することを示唆する。

しかし、知覚運動シミュレーションと文法的差異の関係を扱った研究は少なく、どのように変化するのか詳細は不明な点も多い。例えば英語母語話者に対する英語文を用いた実験でさえ、完了相と進行相を比較して完了相は参加者の反応を促進しないことが示されたのみである。行為を完了したというシミュレーションがされているのか、そもそも完了形ではシミュレーションがされていないのかわからない。これは、行為の

[1] 本研究は JSPS 科研費 26370635 及び 16H02835 の助成を受けた。

実施のみを反応とした実験だけで、行為の完了を反応とした実験がないためである。

本研究の目的は以下の2つである。1つ目は日本語において、時相がシミュレーションされているかどうかを検討することである。ただし、日本語では進行相（～している）と完了相（～した）では文字数に差があり、英語における進行相（is＋-ing）と完了相(has+-ed)のように文字数が揃わない。そこで、単純相（～する）と完了相を比較する。なお日本語行為文単純相で知覚運動シミュレーションが発生することは、Awazu(2011) などによって確認されている。2つ目は、完了相において「動作が完了した」というシミュレーションが発生しているかどうかを検討することである。そのため、実験参加者の反応として、単純相(～する)に対応する反応として「ボタンを押す」ことを、完了相（～した）に対応する反応として「ボタンを押し終わる(押していたボタンを離す)」反応を比較する。反応方法(押す-離す)×文時相(単純相-完了相)の直交計画で、行動実験を実施する。もし、日本語文においても時相がシミュレーションされていれば、ボタン押し反応は単純相の方が完了相よりも早いことが予想される。また、行為の完了がシミュレーションされていれば、ボタン離し反応は逆に完了相の方が単純相よりも早いことが予想される。

方法

刺激

日本語の手の行為を表現する文(行為文)60を用意した。これを完了相30文(お金を拾った　など）と、単純相30文(手すりを握る　など）を用意した。また、具体的な身体動作を伴わない心的行為を表す文も60用意した。これを完了相30文(夢をあきらめた　など）と、単純相30文(約束を守る　など）を用意した。つまり、具体的行為の有無の2条件、時相の2条件の4条件について、各30文を用意した。本実験に参加しない協力者21名に対して、これら刺激文の特性を調査した。その結果、文字数、モーラ数、親密度、表象性（イメージ性）、自然さにおいて、完了相間、単純相間、及び行為文間、心的文間で5%水準のt検定(両側)ですべて有意差がなかった。なお、親密度、表象性、自然さは全て7段階評定である。

また、別にフィラー文として不自然な日本語文を、単純相15文、完了相15文の30文用意した。各群の参加者を刺激セットAとBの２つにわけ、各刺激セットには完了相行為文15，単純相行為文15，完了相心的文15，単純相心的文15，完了相フィラー文15，単純相フィラー文15の計90刺激を使用した。このうち、フィラー文は刺激セット間で同じものであるが、他の4条件は刺激セット間で異なった文である。

手続き

実験参加者として、右利きの日本語話者、20歳前後の女子大学生40名を募集し、20名を行為反応群、残り20名を完了反応群に配置した。行為反応群とはボタンを押すことで反応する群であり、完了反応群とは押していたボタンを離すことで反応する群である。また各群の20名を、10名ずつ別の刺激セットに割り振った。実験協力者は実験開始前に、書面による同意手続きを行い、利き手に関する質問紙に答えた。

実験は、実験制御ソフトウエアSuperLab4.5を使用し、ノートPCで行った。実験本体では、PC画面に表示される文が自然な文かどうかを判断し、自然な文なら左手人差し指で「1」キーを、不自然な文なら右手人差し指で「¥」キーで答えるよう求めた。実験は全90刺激文（90試行）であり、4条件各15の刺激文及び30のフィラー文は、すべてランダムな順で呈示された。30試行ごとに休憩を入れ、実験協力者が任意のタイミングで実験を再開した。

行為反応群では、まず画面に注視点「＋」が呈示され、参加者が「¥」キーを押すと消えた。その後2秒間「＋＋」が呈示され、その間ボタンを押さずに待機することを求めた。次に刺激文が1つ呈示され、適切な日本語文であれば「¥」を、不適切な日本語文であれば「1」を、できるだけ早く押すことを求めた。参加者のボタン押し、または10秒間無反応で経過すると刺激文は消え、黒画面となった。黒画面が1秒間呈示されたのち、再度「＋」が表示され、次試行へと移った。

完了反応群では、まず画面に注視点「＋」が呈示され、参加者が「¥」と「1」の両方のキーを押すと、「＋＋」に変わった。参加者は2秒間2つのボタンを押し続け、もしボタンを離した場合には「＋」に表示が戻った。2秒経過後、刺激文が1つ呈示され、適切な日本語文であれば「¥」を、不適切な日本語文であれば「1」を、できるだけ早く離すことを求めた。参加者のボタン離し、または10秒間無反応で経過すると刺激文は消え、黒画面となった。両方のボタンを放

した状態で黒画面が 1 秒間呈示されたら、再度「＋」が表示され、次試行へと移った。

結果

各文条件 15 文に対する全実験参加者の平均正答数と標準誤差を図 1 に示す。正答数に対して、反応方法（押す-離す）×時相(単純-完了)×文タイプ(行為文-心的文)の 3 要因分散分析を行った。時相の主効果だけが有意であり[F(1,38)=9.24,p<.01]、他の全ての主効果と交互作用は有意でなかった。完了相の文の正答数が低かった。

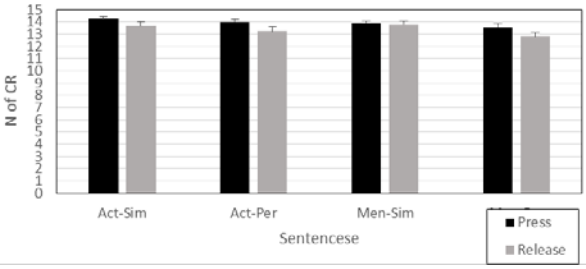


図 1　平均正答数と標準誤差

次に、反応時間の分析を行った。各被験者の有意味文試行への正反応だけを分析対象とした。さらに、反応時間が 300ms 以下の試行、及び 5000ms 以上の試行も分析から除外した。これらは、文を読解していないために反応時間が早い、あるいは逆に読解以外の何らかの理由で反応が遅い可能性が高いためである。図 2 に分析対象とした試行における平均反応時間と標準誤差を示す。

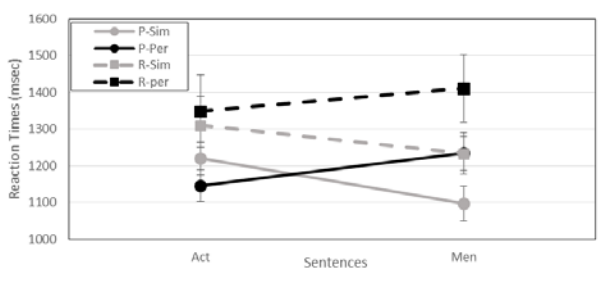


図 2　平均反応時間と標準誤差

反応方法×時相×文タイプの 3 要因分散分析を行った。時相の主効果[F(1,38)=7.73,p<.01]と文タイプ×時相の交互作用[F(1,38)=13.26,p<.01]が有意であった。交互作用について対比検定を行ったところ、単純相（図 2　灰色線）においても完了相（図 2　黒線）においても心的文と行為文の間に有意差があった(p<.05)。単純相においては心的文での反応時間が早く、完了相では行為文への反応時間が早かった。また、心的文の単純相と完了相の間に有意差が見られ、単純相への反応時間が早かった(p<.01)。他の主効果と交互作用は有意でなかった。

考察

本研究の意義は以下の 3 点であろう。第一に、日本語行為文の読解によって、身体動作が影響されることを追試したことである。この現象は筆者らがすでに確認しているが、相当に頑健な現象と考えられる(Awazu,2011; 粟津,2013;粟津ら,2015)。行為文理解時に、その文が意味する行為の知覚運動シミュレーションが発生し、反応時間に影響したと考えられる。

第二に、日本語文においても、時相が知覚運動シミュレーションに影響することを示した。時相は英語母語話者に対する英語文提示において、進行相では反応時間の促進が見られるが完了相では見られないことが示されていた。本研究は、これらの知見を日本語文の理解に拡張すると同時に、新たな知見を追加した。

本研究では、単純相においても完了相においても、行為文理解が反応時間に影響した。一般に文が意味する行為と、回答に用いる反応の方向や効果器が一致すると、反応時間が短くなるという現象が、行為・文一致効果として知られている(Glenberg & Kschak,2002 など)。しかし行為・文一致効果は、読解とボタン押し反応のタイミングによって、反応を促進することも、妨害することも知られている(Borreggine, & Kaschak, 2006)。重要なことは、促進にせよ妨害にせよ、文の読解によって実行為が影響されるという点である。本研究では、手を使う行為を意味する行為文と、身体動作を伴わない行為を意味する心的文とで、反応時間に差がみられた。単純相では心的文、完了相では行為文の反応時間が有意に短かった。この結果は、単純相と完了相では、読解時に活性化する知覚運動シミュ―ションが異なることを示唆している。

また、英語文とは異なり、完了相でも反応時間への影響が見られ、行為文の反応時間が促進された。これは英語完了相(have ～ed)と日本語完了相(～た)という言語の違いに由来する可能性がある。日本語には完了相と過去形の区別がないが、英語では区別があり、両者を組み合わせた過去完了形(had ～ed)も存在する。そのため、日本語文の完了相では行為がいつ終了したのかが明確でないが、英語文の現在形完了相では

直前に終了したことが強調されるのかもしれない。日本語文で「ちょうど」など副詞の影響を検討する必要があるかもしれない。

一方、本研究のオリジナリティは、ボタン押しとボタン離しという２つの反応行為を比較することで、完了相行為文読解時に活性化する知覚運動表象を検討することであった。しかしこの２つの反応方法には、差が見られなかった。ネガティブデータであるため詳細は不明であるが、「ボタンを押した」という完了相ではなく、「ボタンを離す」という単純相(進行相)の行為として認識された可能性もある。

行為を完了した、行為の目標を達成したかどうかは、行為あるいは行為文の理解に大きな影響を与えるはずである。本研究でも示したように、完了相と単純相では、文理解時に活性化する運動表象や、発生する知覚運動シミュレーションが異なる可能性がある。どのような差異があるのか、完了をどのように理解しているのかについては、今後の研究が必要である。

文献

Awazu,S.(2011) The action-sentence compatibility effect in Japanese sentences. Perceptual and Motor Skills, 113, 597-604.

粟津俊二.(2013) 行為文理解時の「抽象的な」知覚運動シミュレーション. 日本認知科学会第 30 回大会発表論文集, 136-141.

粟津俊二, 鈴木明夫 & 赤間啓之.(2015) 英語学習者における日本語文と英語文理解時の 運動シミュレーション. 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集,583-587.

Aziz-Zadeh,L., Iacoboni,M., & Zaidel,E.(2006) Hemispheric sensitivity to body stimuli in simple reaction time. Experimental Brain Research, 116-121.

Aziz-Zadeh,L., Wilson,S.M., Rizzolatti,G., & Iacoboni,M.(2006) Congruent embodied representations for visually presented actions and linguistic phrases describing actions. Current Biology, 16, 1818-1823.

Barsalou,L.W.(1999) Perceptual symbol systems. Behavioral and Brain Sciences, 22. 577-660.

Bergen,B., Wheeler,K.(2010) Grammatical aspect and mental simulation. Brain and Language. 112,150-158.

Borreggine,K.L., & Kaschak,M.P.(2006) The Action - Sentence Compatibility Effect: It's All in the Timing. Cognitive Science, 30, 1097-1112.

Glenberg,A.M., & Kaschak,M.P.(2002) Grounding language in action. Psychonomic Bulletin & Review, 9, 558-565.

Hauk,O., Johnsrude,I., & Pulvermüller,F.(2004) Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex. Neuron, 41, 301-307.

Kaup,B., & Lu,J.(2006) Processing negated sentences with contradictory predicates: Is a door that is not open mentally closed? Journal of Pragmatics, 38, 1033-1050.

Kaup,B., Lüdtke,J., & Zwaan,R.A.(2007) The experiential view of language comprehension: How is negation represented. In F.Schmalhofer & C.A.Perfetti.(Eds.), Higher Level Language Processes in the Brain. Inference and Comprehension Processes(pp.255-288). London: Lawrence Erlbaum Associates.

Madden,C.J., Therriault,D.J.(2009) Verb aspect and perceptual simulations. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 62, 1294-1303.

Scorolli,C., Borghi,A.M., & Glenberg,A.(2009) Language-induced motor activity in bi-manual object lifting. Experimental Brain Research, 193, 43-53.

平知宏, 中本敬子, 木戸口英樹, 木村洋太, 常深浩平, & 楠見孝. (2009). 具体文および抽象文を用いた行為・文一致効果の実験的検証. 認知心理学研究, 7, 57-69.

時鐘施設の音環境が時間共有感と街への帰属意識に及ぼす影響
Effects of belfry sound environments on shared sense of time and sense of belonging toward their towns

松田 憲[†]，黒田怜佑[‡]，楠見 孝[†‡]，辻 正二[‡‡]
Ken Matsuda, Ryosuke Kuroda, Takashi Kusumi, Syoji Tsuji

[†]北九州市立大学，[‡]山口大学，[†‡]京都大学，[‡‡]保健医療経営大学
The University of Kitakyushu, Yamaguchi University,
Kyoto University, College of Healthcare Management
matsuken@kitakyu-u.ac.jp

Abstract
Rapid urbanization and information technology has reduced human connection and a sense of regional community among local populations around the world. This may have led to a decrease in people's sense of belonging and feelings of fellowship toward their neighbors and towns. For improving weak human relations and local communities loss, we focused on such belfries as temples and churches, which have played a role in telling time since ancient days. In questionnaire survey, we compared 3 area with 3 kind of belfries and showed that participants who lives near belfry prefer their local area and hope to live long in their place. In psychological experiment, we suggested that the sound environment arouses a high-immersion and nostalgia in nearly belfries and evening situations, and these criteria lead to shared sense of time and sense of belonging toward their towns.

Keywords — local community, sense of belonging, shared sense of time, nostalgia

1. はじめに
本研究では，昨今の急速な産業化・都市化の進展や情報化社会などに伴い，人と人とのつながりが希薄になり，住民相互の信頼関係・人間関係を維持する地域コミュニティ機能の喪失が起こっている現状（Fukuyama, 1999）[1] を問題視し，地域コミュニティを再構築する手段について検討を行った．地域コミュニティは，街に居住する住民同士の信頼関係・規範によって築かれている（大塚・高木・石井，1996）[2]．そこで本研究では，地域住民間の仲間意識や街に対する帰属意識を向上させることが地域コミュニティの再構築する手段として有効であると考えた．

地域コミュニティの回復を実現させるためには，時間規範の寄与が大きいと考えられる（たとえば，辻，2008）[3]．そこで本研究では，地域コミュニティにおける住民間の帰属意識・仲間意識を向上させるにあたって，時鐘施設の音環境（例：寺や教会の鐘の音）に注目した．水口（2012）[3] によると，古代日本では時間について寺院によって提供される鐘音文化圏と政府によって提供される鼓鐘音文化圏の 2 つの文化圏が存在していた．これら 2 つの音の文化圏によって，時間分節や意識を民衆に広め，国家や法律などの社会的なルールが，現代のように共通認識されていないこの時代において，時鐘を告げることが街を治めるための 1 つの手段としていたことが分かる．現代においても，寺社からの鐘音は地域住民にとっての時間意識を高める役割を日常に担っていると考えられる．また，日本は多神教国家であるため，神田にあるニコライ堂のようにキリスト教徒以外の住民にも教会にある時鐘施設が日常的に受け入れられている．

2. 先行研究と本研究の目的
黒田・松田・楠見・辻（2016）[5] は，世の中で無数にあふれる音環境について，人工の音環境（例として事故現場におけるサイレン音など）や自然の音環境（森の情景におけるホトトギスの鳴き声など）と時を告げる機能を持つ時鐘施設の音環境（寺や教会など）の 3 つのカテゴリーに分類し，それぞれのカテゴリーを比較することで時鐘施設の音環境の特性を検討した．

その結果，時鐘施設の音環境は他の情景の音環境（自然の音環境や人工の音環境）に比べ，音を聞く人に没入感の向上を与えることができ，さらに教会よりも寺における音環境が情景への没入感の向上に強く影響していることを明らかにした．また寺と教会の情景に対する好意度，親近性の有意差や相関から，寺や教会などの音環境に対して感じる「ノスタルジア」や「好意度」が，没入感の上昇に密接に関わり合っていることが示された．

そこで本研究では，時鐘施設の音によって時間を共有するという共通の行為が，共にその音を聞いた周囲の人々との仲間意識をより強く高め，この仲間意識の向上が街や集団に属しているという実感（帰属意識）

を生むのではないかとの仮説を立て，時鐘施設の鐘音を聞く場所や時間帯が聞き手に与える影響について，アンケート調査と実験室実験によって検討した.

3. アンケート調査

調査参加者 時鐘施設に近接する 3 つの地域（千光寺「驚音楼の鐘」のある広島県尾道市，ザビエル教会の塔の鐘がある山口市,「元禄の鐘」と呼ばれる時鐘施設を持つ大分県日田市）に居住する 20 代から 80 代までの住人を対象に,「地域における時間意識とコミュニティの調査」という名目で行った．サンプリングにあたっては選挙管理委員会に協力を得て行い, 計 1800 人（各地域 600 人）を抽出した．調査用紙を郵送し，467 名の回収を行った（有効回収率 25.8%）.

調査期間 2013 年 2 月下旬〜3 月 14 日の期間に行った.

調査用紙 調査は 3 つの大問とそれぞれ 4 つの小問の，計 15 の設問からなった．問①（複数の研究で扱う設問を同一調査内でとったため，調査用紙上では問 8 であった）では,「時報として寺院の鐘の音が聞こえる環境に居住した経験はありますか？」という質問文に対し,「1. 現在、居住している」,「2. 過去に居住していた」,「3. 居住したことはない」, の 3 つから回答を求めた．そして現在居住している，または過去に居住していたと回答した参加者のみに対して，寺院の鐘の音に対する感覚・感情について,「(a) 居住している（していた）街への一体感を感じる」,「(b) その場に居合わせた人との一体感を感じる」,「(c) ノスタルジア（懐かしさ）を感じる」, という経験が参加者自身の経験にどの程度当てはまるかを，1：そう思う〜5：そうは思わない，の 5 段階で評定を求めた．さらに (a) で「1.そう思う」,「2.どちらかといえばそう思う」と答えた参加者には街への一体感を感じた場所について, (b) で「1.そう思う」,「2.どちらかといえばそう思う」と答えた参加者には居合わせた人との一体感を感じた場所について,「1. 寺院の境内」,「2. 寺院の近く」,「3. 自宅」,「4. 街中」,「5. 自宅以外の屋内」の中から 1 つを選択するよう求めた．(c) で「1.そう思う」,「2.どちらかといえばそう思う」と答えた参加者には，ノスタルジア（懐かしさ）を感じた時間帯について,「1. 午前中」,「2. 正午頃」,「3. 昼過ぎ」,「4. 夕方」,「5. 夜間」の中から 1 つを選択するよう求めた．問②（問 9）では「時報としての教会の鐘の音」, 問③（問 10）では「時報としてカラクリ時計の音」について，問①と同様の質問を行った.

結果と考察 時報として寺院の鐘の音が聞こえる環境に現在居住している参加者は 233 名で，過去に居住していたのは 70 名であった. 教会では現在居住しているのが 80 名で過去が 23 名, からくり時計は現在が 25 名で過去が 15 名であった．(a) 〜 (c) の質問への回答について，現在居住している住民は寺と教会とで類似した傾向を示した．およそ 7 割の住民が鐘の音を聞くことで街への一体感を，4 割弱の住民がその場に居合わせた人とも一体感を生じさせていることが分かった. 一方で，過去に居住していた住民は寺の鐘の音へのノスタルジア傾向が教会と比較して高く、街や住民への一体感も高かった．この結果は，教会よりも日本文化により深く根差した寺社のほうが歴史的ノスタルジア（Stern, 1992）の影響が強いことによると考える.

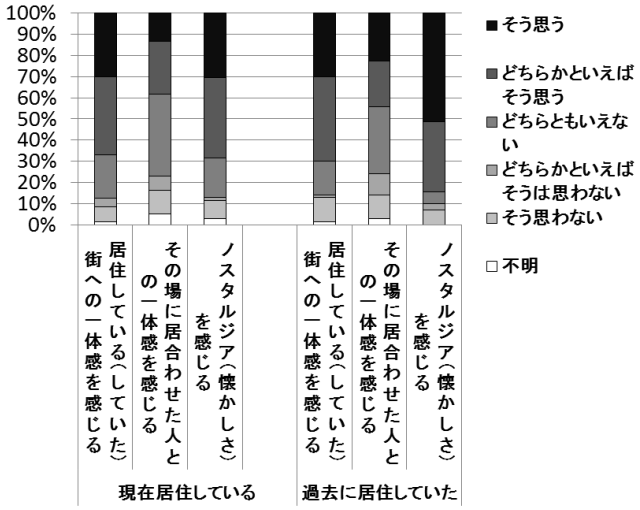
寺や教会の鐘の音を聞いて街への一体感を感じる場所としては自宅が最も多く，居合わせた人への一体感を感じる場所は自宅に次いで街中や施設の近くが多かった．寺は施設の近くと比較して町中が多く，教会は施設の近くのほうが多かったが，これは寺のほうが教会に比べて日本の街との文化的な適合性が高いことによると考える.

カラクリ時計は街や居合わせた人への一体感が強く, その場所は施設の前やその周辺が多い結果となった. カラクリ時計は寺や教会の音と比べて施設の前で多くの人と共に聞く機会が多く，同じ時間を共有している意識が強いためであろう,

時鐘施設の音を聞いてノスタルジアを感じる時間帯としては，寺と教会，からくり時計のすべての時鐘施設で夕方が多い結果であった．幼少期に街の中で夕方まで遊んだ帰り道に時鐘施設から発せられた鐘の音を聞いたという共通体験が，ノスタルジー感情の源泉となっているかもしれない. また, 寺と教会では午前中, 教会とからくり時計では正午頃という回答もある程度見られているが，前者は朝の礼拝の影響が，後者は正午の時報の影響があると考える.

以上より，寺や教会の近くに居住経験のある人は時を告げる寺鐘の音を聞く際に、ノスタルジアを感じる傾向が高く、街やそこに住む人々への一体感を強く意識することが示された.

黒田ほか（2016）[5] の先行研究では，時鐘施設の音環境は高い没入感を聞き手に与えることが示された. そして，その街にいるという感覚の向上が，街に対する帰属意識へ応用できるという可能性が示唆された.



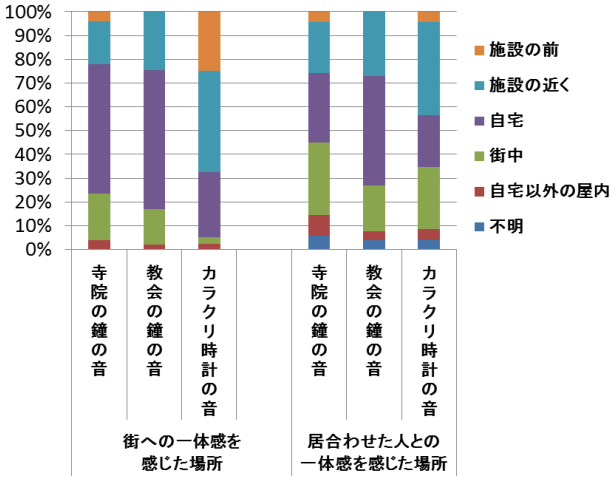
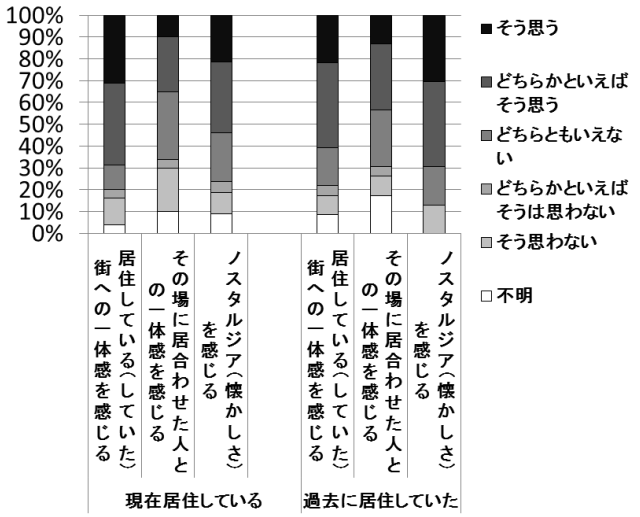


図２　一体感を感じた場所



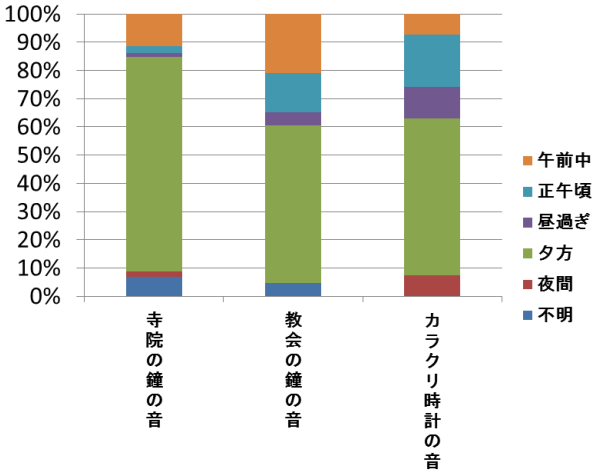


図３　ノスタルジアを感じた時間帯

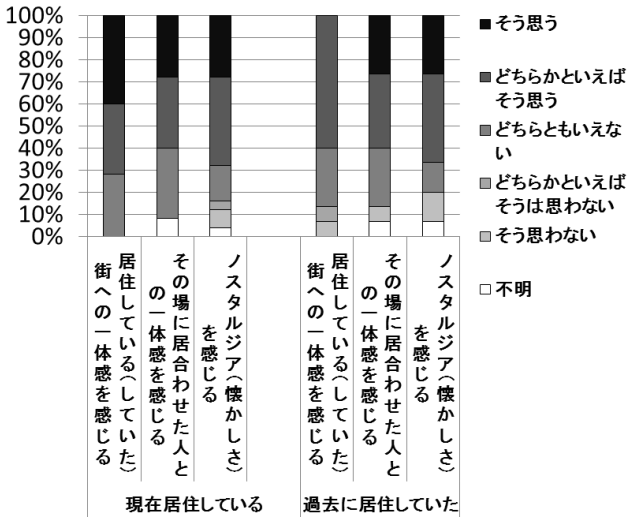


図１　時鐘の聞こえる環境への居住経験ごとの街や住民への一体感およびノスタルジア経験
（上段：寺，中断：教会，下段：からくり時計）

先行研究では時鐘施設そのものの画像を実験参加者に呈示していたが，アンケート調査の結果に基づいて，実験室実験で時鐘施設以外の情景，つまり街中や自宅といったあらゆる情景のもとで時鐘施設の音環境が街や住民との一体感を促進させることを示すことが出来れば，時鐘施設の音環境が地域コミュニティの再構築に大きく貢献できる可能性をより強く主張できる．

4.　実験室実験

要因計画　独立変数として，時鐘施設の音条件（寺の音条件，教会の音条件）と仮想場面の音環境に写る場所条件操作３水準（施設の近く，街中，自宅），情景画像から感じられる時間帯条件３水準（午前中，夕方，夜）の３つを操作した．施設条件と場所条件，時間帯条件はいずれも参加者内要因であった．

実験参加者　視力，聴力の健全な大学生 21 名（男性

13 名，女性 8 名，平均年齢 22.3 歳，年齢範囲 20 歳～26 歳)が実験に参加した．

実験材料　情景画像刺激の場所操作，時間操作を行うために，情景画像刺激 15 枚（内訳は施設近くの情景画像 6 枚，民家の室内画像 6 枚，街中の画像 3 枚）を使用した．また，情景画像から感じられる時間帯を 3 段階（午前中，夕方，夜）に分けた．民家の室内画像については，日本の住宅は和洋折衷様々あり一概に自宅と言っても様々な建築様式が存在する（水内 12)）．このことから，和風の自宅と洋風の自宅を朝・夕方・夜と 3 枚ずつ使用した．また，黒田ほか（2014）[5] の先行研究と同様に，現実に極力近い仮想場面を作りだすためにヘッドマウントディスプレイ（SONY Personal 3D Viewer HMZ-T2）により画像を呈示し，また刺激以外の聴覚情報に影響されないように，ノイズキャンセリングイヤホン（BOSE QC20i）を使用した．

手続き　黒田ほか（2014）[5] の先行研究と同様の実験環境下で行った．最初にどのような情景かを説明する画像が 3 秒間呈示された後に，刺激画像と音源を同時に呈示された．呈示時間は音源に合わせたため，寺鐘が 10.9 秒，教会が 11.2 秒であった．その後，評定画面が呈示され，その間に参加者には呈示された音源と画像に対して，情景に対する「没入感」,「親近性」,「帰属意識」,「懐かしさ」,「時間の共有感」を 7 件法で評価するよう求めた．なお，参加者が音刺激に接触する際に参加者が共に時鐘施設の時を告げる音を聞いているという目的が同じであることを極力統一するために（たとえば，単なる鐘の音と認識しないように)，時鐘施設の鐘音が時報機能を持つということを参加者には事前に説明した．

結果と考察　得られた結果（図 4）について分析を行ったところ，没入感・帰属意識・時間共有感の印象評価について場所条件で有意な主効果が得られた（*Fs* (2,40) = 12.76, 3.90, 9.82, *ps* < .01)．また，街中や自宅に比べて，施設近くにおいて時鐘施設の音環境への没入感・帰属意識・時間共有感の印象評価がもっとも高く，95%信頼区間においても中央値 4 を唯一上回っていた．これは，実験参加者が時鐘施設の音環境は施設近くにおいて，仮想場面に高い没入感や帰属意識，時間共有感を感じたといえる．さらに，施設近くにおける各評定値間の相関を見たところ，帰属意識と時間共有感との間に有意な正の相関が見られた（*r* = .41）．つまり，情景に写る街にいる人々との時間共有感の向上が，その街に街や集団に属しているという実感（帰属意識）を生むことに繋がることが示唆される．一方で，没入感・帰属意識・時間共有感の印象評価について「時間

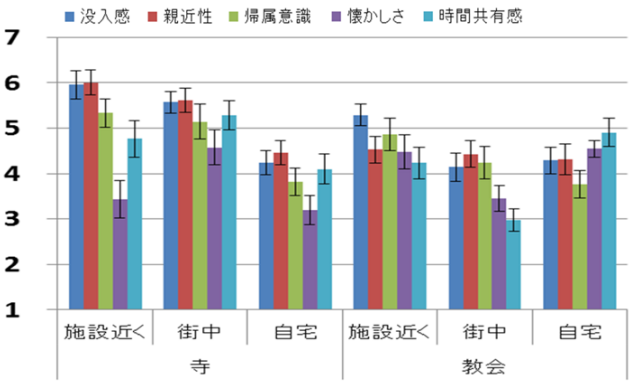


図 4　夕方×場所条件における各評定値
エラーバーは 95%信頼区間

条件×場所条件」の有意な交互作用が認められた（*Fs* (4,80) = 3.53, 3.12, 3.45, *ps* < .01)．施設近くの時間条件の主効果について単純主効果検定を行ったところ，施設近くでは全ての評定値（没入感・親近性・帰属意識・懐かしさ・時間共有感）において，時間条件の効果が有意であった（*ps* < .01)．そこで，施設近くにおける時間帯の効果を検討するために，没入感・帰属意識・時間共有感の評定値に注目したところ，施設近くにおいては夕方の時間帯に全ての評定値が高く，95%信頼区間においても中央値 4 を唯一上回っていた．そこで，施設近くの夕方における各評定値間の相関を見たところ，帰属意識と時間共有感との間に有意な正の相関が見られた（*r* = .60)．これは，実験参加者が時鐘施設近くおいて，夕方に高い没入感・帰属意識・時間共有感を感じたといえる．さらに，夕方における場所条件（施設近く・街中・自宅）で結果を見た場合にはどのような印象評価の違いが見られるかを検討するために，夕方の時間条件の主効果について単純主効果検定を行ったところ，夕方には全ての評定値において，場所条件の効果が有意であった（*ps* < .01)．没入感・帰属意識・時間共有感の評定値において 95%信頼区間が中央値 4 を上回っていたのは，夕方の時間帯における施設近くと街中であった．実験参加者は夕方の時間帯における時鐘施設近くと街中で，仮想場面に高い没入感・帰属意識・時間共有感を感じたといえる．夕方の時間帯における施設近くと街中の各評定値間の相関をそれぞれ見たところ，共に帰属意識と時間共有感との間に有意な正の相関が見られた（*rs* = .60, .67)．つまり，夕方の時間帯における施設近くと街中においては，情景に写る街の人々と時間を共有している感覚を抱き，時間共有感の向上によりその街に街や集団に属しているという帰属意識を生むことに繋がる．

続いて，音環境への没入感の高さが親しみやノスタルジアなどの肯定的な印象を感じさせるかについて検証を行うために，没入感・親近性・懐かしさの評定値

に注目した．するとそれらの評定値全てが没入感との間に有意な正の相関が見られた（*rs* = .93, .44）．音環境に対する没入感が上昇すると，親近性，帰属意識，懐かしさ，時間共有感も同様に上昇することを示しており，没入感の高さが音環境への親しみやノスタルジアを感じさせることだけでなく，その街に居合わせた感覚（所属している感覚）である帰属意識や時間を街の人と共有している感覚である時間共有感もまた上昇することが推測された．時鐘施設の音環境は，近隣住民にとって時を告げる寺鐘の音を聞く際にノスタルジアを感じさせる傾向が高く，街や住民への一体感を強化するという黒田ほか (2016) [5] の先行研究および本研究のアンケート調査の報告と整合性のある傾向を示している．

5. まとめ

本研究では，時鐘施設（寺や教会など）の音環境特性に注目した．時鐘施設の近隣に居住する住民を対象としたアンケート調査と，仮想場面における場所や時間帯を操作する実験室実験を行うことで，時鐘施設の音環境が聴き手に及ぼす印象評価を明らかにした．そして，この結果をもとに近年喪失しつつある地域コミュニティの再構築に向けた提案を行った．

アンケート結果から，寺や教会の近隣に現在居住している、あるいは過去に居住していた住民は，鐘の音を聞くことで街への一体感を感じていることが示され，それを感じる場所は自宅が多かった．居合わせた人への一体感を感じる場所は，自宅に次いで街中が多かった．カラクリ時計によって街や居合わせた人と一体感を感じるのは施設の前やその周辺が多かった．また，時鐘施設の音を聞いてノスタルジアを感じる時間帯は夕方が多い結果となった．

実験室実験の結果から，音環境への没入感の高さが親しみやノスタルジアなどの肯定的な印象を感じさせることを示した先行研究（黒田ほか，2016）［5］と同様の結果が得られた．さらに，時鐘施設の音環境について帰属意識と没入感との間に有意な正の相関が見られ，街や集団への帰属意識が高まることで，その場にあたかも居合わせた感覚である没入感の向上に繋がるという結果が示された．また，時鐘施設の音環境によって時間を共有するという共通の行為が，共にその音を聞いた周囲の人々との仲間意識をより強く高め，この仲間意識の向上が街や集団に属しているという実感(帰属意識)を生むことに繋がる，という本研究の仮説については，夕方の時間帯や時鐘施設近くで示された．特に，夕方における施設近くや街中における寺の音環境において，その傾向は顕著であった．

本研究によって，寺町寺院群などの地域コミュニティにおいては，時鐘施設の音環境の存在意義を示し，地域コミュニティを再構築できる可能性について提案できたといえる。現在，環境省の認定する「残したい“日本の音風景 100 選”」のように，寺町に鐘の音を残そうという運動が住民の間で行われている（土田・中村・中谷，2002）［7］．景観地区・美観地区に代表される伝統的建造物保存制度では寺町寺院群の保存に努める制度は存在しているが，その制度によって保存される選定基準には，街並みの景観や建造物に重点が置かれている（岩井，2007）［8］．寺町寺院群の街並みにおける景観の魅力は，本来視覚だけでなく聴覚などの知覚全体で捉えているものではなかろうか．サウンドスケープ論の視点（大塚ほか，1996）［2］から寺町寺院群の景観をみると，寺鐘の音環境全体を音風景として捉えることができる．寺町寺院群の街並みや景観の保存をするにあたって，音環境の保全ということにも目が向けられるべきであろう．

また，今後の研究では寺町寺院群などのごく限られた時鐘施設だけでなく，他にも様々な時報機能を持つ音環境（たとえば，駅のホームの発着音や学校チャイムなど）についても今後同様に検討していくことで，より広範囲の地域コミュニティ再構築への応用につながるのではないかと考えている。

6. 謝辞

本研究のアンケート調査は，文部科学省科学研究費補助金挑戦的萌芽研究「安心安全な社会構築のための時間政策的な研究」（2012 年度～2014 年度，研究課題番号：24651178，代表：辻 正二）の助成を受けて実施した．

参考文献

[1] Fukuyama, F., (1999) “The great disruption”, Simon & Schuster New York, Vol. 1, pp.1-27.
[2] 大塚敏雄・高木公明・石井晧，(1996) “松戸市における「鐘の音」のサウンドスケープと市民の意識”, 松戸市環境保全課, Vol. 20, No.6, pp.62-65.
[3] 辻 正二，(2008) “現代社会における社会的時間”, 辻 正二（監修）山口大学時間学研究所（編）時間学概論，pp. 167-194.
[4] 水口幹記，(2012) “日本古代における時間をめぐる二つの文化圏”, 時間学研究, Vol. 5, pp.1-17.

[5] 黒田怜佑・松田 憲・楠見 孝・辻 正二, (2016) “時報機能を持つ建築物の音環境が仮想場面の没入感に及ぼす影響”, 日本感性工学会論文誌, Vol. 15, No. 1, pp. 173-182.

[6] Stern, B. B., (1992) “Historical and personal nostalgia in advertising text: The fin de siècle effect”, Journal of Advertising, Vol. 21, No. 4, pp. 11-22.

[7] 土田義郎・中村 太・中谷みづき, (2002) “寺町寺院群の鐘と音風景”, 金沢市環境保全課, Vol. 1, pp.1-46.

[8] 岩井 正, (2007) “伝建地区（伝統的建造物保存地区）の現状と課題ー伝建地区全国アンケートからみたまちづくりのサスティナビリティー”, 創造都市研究, Vol. 2, No. 1, pp.1-17.

音のインタラクションにおけるエージェンシー認知
Identification of Agency in Interaction with Sound

齋藤 ひとみ†, 中野 亜美‡
Hitomi Saito, Ami Nakano

† 愛知教育大学教育学部情報教育講座, ‡ 愛知教育大学教育学部現代学芸課程情報科学コース
† Programs in Education for Information Science, Faculty of Education, Aichi University of Education, ‡ Informatics and Communication Technology, Programs in Contemporary Liberal Arts and Sciences, Faculty of Education, Aichi University of Education
hsaito@auecc.aichi-edu.ac.jp

Abstract

In this study we investigate identification of agency in interaction with sound. Nineteen pairs participated our experiment and they performed two tasks. In the task 1, one of them can't hear sounds by other of them. In the task 2, they can hear sounds by each other. The results of experiment, there was no significant between identification of agency in task 1 and those in task 2. We also compared their behavior between tasks and found that the number of copy-chunk and melody chunk in task 2 tend to have more than those in task 1.

Keywords — Identification of Agency, Interaction with Sound, HAI

1. 背景と目的

本研究では，音のインタラクションにおけるエージェンシー認知の誘発要因について検討する．エージェンシー認知の誘発要因を探る研究として竹内・中田 (2013)は，どのような振る舞いがエージェンシー認知に繋がるのかを検討した．この研究では，画面上に敷き詰められたボタンを押すことで色が反転するソフトを介して一方がもう一方に対してエージェンシー認知をするかどうかを検討した．しかし操作の際，一方に「機械的に振舞う，人間的に振舞う」という条件を課しており,この条件は参加者にとって実際に振舞うことが難しい条件であったと考えられる．竹内らの研究の結果を踏まえ，石川 (2014)は，実験条件を「人らしく振舞う」から「意図を伝えるために振舞う」に変更した．石川の実験では，宝集めゲームを使用した．マス目上には宝と炎があり,炎のマスはドライバーの画面には表示されないようになっている．課題設定は，ナビゲーターに宝をあつめるように，ドライバーにはナビゲーターが炎を踏まないよう誘導するよう伝えるものであった．

竹内らの実験では2者間での相互的な環境への働きかけとその結果の状態だけの手掛かりが与えられれば，自分の振る舞いに対する相手の反応の特徴に基づいて推定することが可能であることが明らかになった．しかしながら「人らしく振舞う」という条件が人にとって自然でない可能性が考えられる．また石川の研究では実験における振る舞いの条件を「人らしく振舞う」から「意図を伝えるために振舞う」に変更したが，実験ソフトがゲーム調で参加者が意図を感じる余裕のない環境になっていた．本研究では，これら先行研究の課題を踏まえ，実験方法を改良した検討を行う．

また，先行研究では，視覚的なインタラクションにおけるエージェンシー認知について検討しているのに対し，本研究では，音によるインタラクションを対象としている．具体的には，相互に音を鳴らすことが出来る実験システムを作成し，視覚的なインタラクションの場合と同様にエージェンシー認知が誘発されるのかどうか，また誘発要因に聴覚情報特有の特徴があるのかを調べる．本報告では，相互に音を鳴らすことができる実験システムを使った予備実験の結果について報告する．

2. 実験システム

25個のボタンをマウスでクリックすると楽器の音が流れる実験システムを開発した．実験システムの画面を図1に示す．各ボタンをマウスでクリックすると2〜3秒間それぞれ異

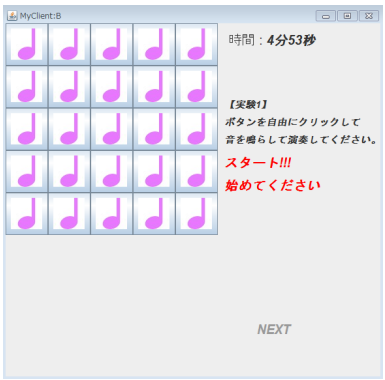


図 1 認知者の課題1画面

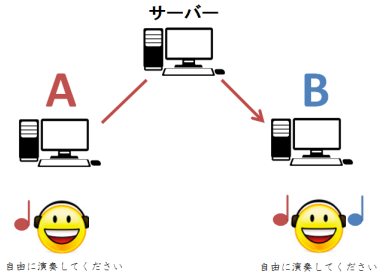


図 2 課題1の状況

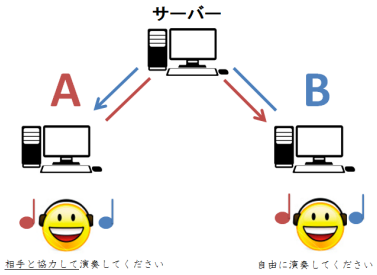


図 3 課題2の状況

なる楽器の音が流れる．使用した楽器の音は，インターネット上のフリー素材サイトSampleSwap(http://sampleswap.org/) から得たものである．2 台の実験システムはサーバーに接続しており，互いが鳴らした音が聞こえる仕組みになっている．サーバーは，各システムで押されたボタンをログとして書き込むようになっている．

3. 予備実験

3.1 実験参加者

愛知教育大学の学部生及び院生38 名がアルバイトとして実験に参加した．実験参加者は全て教育学部の学生であり，またその専攻教科は多様であった．

3.2 実験デザイン

実験は，意図なし(課題1) と意図あり(課題2) の順で実施した．実験は2 人組で実施し，参加者は，相手に意図を伝える(伝えない) 側である，エージェンシー認知誘発者と，相手の意図を認知するエージェンシー認知者にランダムに割り当てた．各課題について説明する．

3.3 課題

課題1の状況を図2に示す．課題1は，意図なしの条件であった．エージェンシー認知誘発者(認知誘発者) は自分の音しか聞こえていない状態で自由に演奏を行った．エージェンシー認知者(認知者) は，自分の音と認知誘発者の音が聞こえていた．どちらに対しても，実験課題として自由に音を鳴らすように指示した．

課題2の状況を図3に示す．課題2は，意図ありの条件であり，認知誘発者にも自身の音に加え，認知者の音も聞こえるようにし，実験課題として，誘発者の鳴らす音に合わせて音を鳴らすよう指示する．認知者は課題1と同様の状況，指示で実施した．課題1と課題2を比較し，認知者が認知誘発者の音を聞いて，自分の音と合わせているという意図を感じるかどうかでエージェンシー認知が行われているかどうかを判断する．

3.4 手続き

実験は2名一組で行った．実験の流れを説明し，実験プログラムを実施した．実験プログラムを終了した参加者から順番にアンケートを記入してもらい，回収後にデブリーフィングを行い実験を終了した．

3.5 アンケート

アンケートは実験後にWebサイトを利用して行った．認知誘発者と認知者でそれぞれ異なる設問を用意した．

認知誘発者については，性別，課題1において演奏するにあたって何を意識したか，課題2において(1)相手と協力して演奏するにあたって何か伝えようとしたか，(2)どんなことを伝えようとしたか，(3)どのように伝えようとしたか，(4)相手にどの程度伝わったと思うか，課題1と2両方について何か気づいたことがあるかを尋ねた．

認知者については，性別，課題1と課題2についてそれぞれ，(1)聞こえた音に対する印象(25の形容詞対)，(2)相手に何か意図があるのを感じたか，(3)どんな意図を感じたか，(4)相手のどんな特徴から意図を感じたか，課題1と2両方について何か気づいたことがあるかを尋ねた．

4. 予備実験の結果

誘発者の意図あり･なしの条件による違いを検討するため，システムログとアンケートデータの分析を行った．分析結果を表1に示す．クリック数について，課題を参加者内要因，認知者･誘発者を参加者間要因とする2要因混合分散分析を行った．分析の結果，交互作用が有意であったが，単純主効果に有意な差がみられなかった($F(1,28)=5.43, p<.05$)．次に，互いに音を真似るコピーチャンク，決まった音を鳴らしあってメロディーを奏であうメロデ

表 1 課題1と課題2の分析結果

分析データ	課題1		課題2	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
認知者のクリック数	378	212	420	230
誘発者のクリック数	446	197	338	179
コピーチャンク	9.6	4.9	12	5.2 +
メロディーチャンク	1.5	2	4.5	5.1 *
認知者の意図感受度	2.3	1.2	2.8	1.2 ns

ns:p>10 +:p<0.1 *:p<0.05 **:p<.01

ィーチャンクの出現数について課題を要因とする1要因参加者内分散分析を行った結果，コピーチャンクの出現数は課題1より課題2の方が多い傾向にあり($F(1,14)=3.52, p<.10$),メロディーチャンク出現数は課題1より課題2の方が有意に多かった($F(1,14)=5.16, p<.05$)．課題1と課題2でそれぞれ認知者が何かしら意図を感じたかどうかの程度を表した意図感受度については，課題間で有意な差はみられなかった．

5. 予備実験の考察

認知者のアンケートで課題1と課題2でそれぞれ何かしら意図を感じることができたか，を5段階評価で答えてもらったが，2つの実験間で有意な差はみられなかった．この原因としては誘発者と認知者の音の種類を同じものにしてしまったため，他者による音を認識できなかったという点，ボタンに音の名称の表示がなく,参加者が鳴らしたいと思った音を瞬時に鳴らすことができなかったという点が考えられる．また，平均値で比較すると課題1よりも課題2の方が認知者が意図を強く感じていたことや，課題1と比較して課題2の方がコピーチャンクやメロディーチャンクが有意に多かったことから，参加者数が少なく十分にデータをとることができことも原因して考えられる．実験のログを分析した結果として，誘発者の総クリック数が意図を伝えない場合と比較して意図を伝える場合の方が有意に少なかった．これは誘発者が認知者の音と合わせて演奏することを考慮し,一方的に音を連打するなどの無駄な行為が控えられたからと考えられる．今回の実験では，明確なエージェンシー認知の誘発要因を探ることができなかったが，誘発者による行動の違いが見られたことから，それらが音のインタラクションによるエージェンシー認知の要因となる可能性が示唆された.

6. おわりに

今回は聴覚情報によるインタラクション環境でエージェンシー認知の要因となりうる特性として，意図を伝えない時よりも意図を伝える時の方が音を鳴らす回数が少なくなる．相手の音を真似したり，真似するよう示唆する．相手の音に対して特定の音を鳴らし，メロディーを奏でる．といった行動を探ることができた．今後は，予備実験の結果を踏まえて実験システムを改善し，本実験を実施する．

参考文献

石川優太 (2014). 差異のある協同作業におけるエージェンシー認知誘発の要因認知要因を誘発する振る舞いとその影響. Bachelor's thesis, 愛知教育大学.

竹内勇剛・中田達郎 (2013). エージェンシー認知を誘発するコンピュータとのインタラクションと人らしさの帰属. 『人工知能学会論文誌』, **28** (2), 131–140.

気分誘導を目的としたネガティブ曲・ポジティブ曲の作成とその効果に関する試行的検討
Scoring for the mood induction and a trial study of the effects

林 美都子[†], 名木 小夏[‡]
Mitsuko Hayashi, Konatsu Naki
[†]北海道教育大学, [‡]株式会社ノースモバイル
Hokkaido University of Education, North Mobile Corporation
hayashi.mitsuko@h.hokkyodai.ac.jp

Abstract
This article tries to make sure what characteristics of music induce people's feelings, and actually those characteristics can bring the objective mood using pieces of music that are scored by the researchers. In a pilot study, two pieces of music, one for inducing a positive mood and the another for a negative mood, are composed. 10 university students answered the AVSM questionnaire (Taniguchi, 1995). The result shows that they are, on target, a positive mood music and a negative mood music. Then two pieces of music are added and 64 university students listened to them and evaluate them with AVSM and MMS(Terasaki, Kishimoto, & Koga, 1992). Then, it shows that those small pieces can take people into the on-target mood.

Keywords — musics for the mood induction, positive feelings, negative feelings**, Cognitive Science**

1. はじめに

感情が認知活動に及ぼす影響を検討するために、音楽によって気分誘導を行うことがあるが、既存の曲が用いられることが多く(例として、谷口,1991 など)、そのような場合、実験参加者が意図的・意識的に聞き覚えはなくとも、無意図的・無意識的に聞いたことがあり、そのことが実験結果になんらかの影響を与えている可能性を除外しにくい。実験ごとに新しく作曲すれば問題は解決できるが、そのためには、まず始めに、感情誘導を行うために必要な作曲条件を明らかにし、またその条件を満たした曲によって実際に誘導が行えることを実証的に確認する必要があろう。

本研究では、まず、音楽の主要な要素を、谷口(1996)や石宮(2012)に基づき、「調」「音高」「和音」「リズム」「旋律」の 5 つであるとした。その上で、先行研究並びに経験則からポジティブ感情が誘導されるであろう明るい曲、ネガティブ感情が誘導されるであろう暗い曲を作成するための条件を設定し、条件を満たす曲を作成した上で、その曲の感情価の特徴を AVSM(谷口,1995)で測定し、また実験参加者の感情価が変化したかどうかを MMS(寺崎・岸本・古賀,1992)で確認することとした。

2. 予備実験

まず、「調」「音高」「和音」「リズム」「旋律」などの各要素の条件の設定と、設定に基づいて作成した曲が明るい曲や暗い曲となるか、確認を行った。

調査参加者:大学生 10 名。

作成された曲: 明るい曲 P1(付録 1 参照)の特徴は以下であった。「調」はハ長調で、「音高」は中央ハから 2 オクターブ上のハ音までを使用して「旋律」は低い音から高い音へと上昇する音の並びを多用した。「リズム」に関してはテンポは 120 と軽快ではやかった。

暗い曲 N1(付録 2 参照)は、次のような特徴があった。「調」は嬰ハ短調で、「音高」は中央ハから 2 オクターブしたまでのハ音までを使用し「旋律」として高い音から低い音まで下降する音の並びを多用した。「リズム」はテンポは 80 と鈍重でおそかった。

いずれの曲も、「和音」については協和音とした。

調査材料:上述の曲 2 曲と、音楽の感情価測定尺度である AVSM(谷口,1995)を用いた。AVSM では、「高揚」「親和」「強さ」「軽さ」「荘重」の 5 因子が測定された。

手続き:まず AVSM と回答方法が印刷された用紙を渡し、説明を行った。その後 P1 か N1 のいずれかの音楽を最初から最後まで聞かせ、その後回答を求めた。

結果と考察

AVSM の各項目について、P1 と N1 の平均値を t 検定で比較したところ、「高揚」「親和」「軽さ」は P1 の方が N1 より得点が高く($t(8)=3.79$, $p<.01$; $t(8)=2.45$, $p<.05$; $t(8)=2.15$, $p<.10$)、「強さ」「荘重」においては N1 が P1 より得点が高かった($t(8)=2.96$, $p<.05$; $t(8)=3.00$, $p<.05$)。先述の条件で明るい曲と暗い曲の作成が可能であると判断し、同条件を満たす新たな 2 曲作成し、設定の条件を満たす音楽を用いることで気分誘導が可能であるか、本調査を実施することとした。

3. 調査

予備調査の結果を踏まえ、類似条件下で各1曲ずつ追加で作曲を行い、明るい曲2曲、暗い曲2曲を用いて、ポジティブ気分やネガティブ気分が誘導されるか確認した。

3.1. 調査参加者

予備調査に参加していない大学生64名。

3.2. 使用曲

予備調査で用いたP1,N1。さらに、それぞれに次のような特徴を追加し、ポジティブ曲の新曲としてP2,ネガティブ曲としてN2を作曲し、計4曲を用いた。P2は、P1と同様の特徴に追加して、八分音符と八分休符を導入し、スタッカートを用いることでリズム感と「軽さ」を増すことを目指した。N2 では、N1 と同様の特徴に追加して、不協和音を導入し、「リズム」要素として全音符を多用した。

3.3. 材料

予備調査同様、曲自体への感情価測定には AVSM、参加者の気分測定に MMS(寺崎・岸本・古賀,1992)を用いた。MMS は、「抑うつ・不安」「敵意」「倦怠」「活動的快」「非活動的快」「親和」「集中」「驚愕」の8因子が測定されるものであった。

3.4. 手続き

まず、MMS を配布し気分状態をプレ調査として測定した後、P1,N1,P2,N2 のいずれか一曲を聞かせ、AVSM の評定を実施した。その後、該当の曲を繰り返し流しながら、感情価が中立の単語についての感情評定を求めた。最後に、MMS を再度アフター調査として実施して気分が誘導されているか確認した。

3.5. 結果と考察

AVSM の結果(音楽の印象評定)

図1に、P群(P1,P2)とN群(N1,N2)の各曲について、AVSM の下位尺度5種類の平均得点を示した。尺度ごとに一要因分散分析を行ったところ、「高揚」尺度について統計的に有意な差が示された($F(3,60)=65.28$, $p<.01$)。HSD 法による下位検定の結果、P 群の曲は N 群の曲より得点が高かった($MSe=0.46$, $p<.05$)。「親和」尺度についても統計的に有意であり($F(3,60)=11.08$, $p<.01$)、P 群の曲は N 群より得点が高かった($MSe=0.61$, $p<.05$)。「強さ」尺度についても統計的に有意であり($F(3,60)=3.35$, $p<.05$)、N2 が P2 より得点が高かった($MSe=0.39$, $p<.05$)。「軽さ」尺度についても統計的に有意であり($F(3,60)=24.95$, $p<.01$)、P 群の曲は N 群より得点が高かった($MSe=0.43$, $p<.05$)。「荘重」尺度についても統計的に有意であり($F(3,60)=9.73$, $p<.01$)、N 群の曲は P 群より得点が高かった($MSe=0.62$, $p<.05$)。つまり、P 群(P1,P2)は気分を盛り上げ軽やかなポジティブな曲であり、N 群(N1,N2)は力強く荘重なネガティブな曲であることが確認された。

MMS の結果(音楽聴取前後の気分変化)

図 2 には、P 群(P1,P2)の曲を聴く前後における MMS 得点による気分変化の平均得点を示した。音楽聴取前後における、MMS による気分状態の変化を分析したところ、P 群の曲を聴く前より聴いた後の方が、「抑うつ・不安」得点や「倦怠」得点、「驚

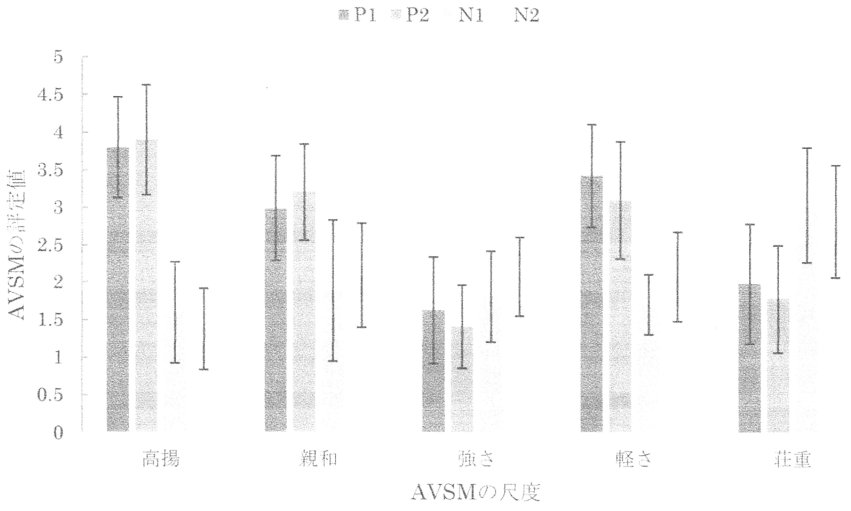


図1 P1,P2,N1,N2 の各曲に関する AVSM の5種類の下位尺度における平均値
(エラーバーは SD)

愕」得点が低下し(t(31)=2.79, p<.01; t(31)=2.36, p<.05; t(31)=2.98, p<.01)「非活動的快」得点が上昇していること(t(31)=2.98, p<.01)が示された。

図 3 には、N 群(N1,N2)の曲を聴く前後における MMS 得点による気分変化の平均得点を示した。N 群においては、「活動的快」得点や「非活動的快」得点、「親和」得点の低下が示された(t(31)=5.70, p<.01; t(31)=1.89, p<.10; t(31)=2.41, p<.05)。つまり、P 群の曲は不安やだるさを軽減し、リラックス状態を導き、N 群の曲は居心地の悪い不快感情を誘導したと考えられる。

今後、同一作曲条件下の曲数の増加、各音楽要素の系統的操作により、気分誘導を行うための作曲条件をより明確にすることを目指したい。

参考文献

[1] 岩宮眞一郎(2012). 図解入門　最新音楽の科学が良く分かる本　秀和システム

[2] 谷口高士(1991). 言語課題遂行時の音楽による気分一致効果について　心理学研究, 62(2), 88-95.

[3] 谷口高士(1995). 音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情常体尺度との関連の検討　心理学研究, 65(6), 463-470.

[4] 谷口高士(1998). 音楽と感情―音楽の感情価と聴取者の感情的反応に関する認知心理学的研究―　北大路書房

[5] 寺崎正治・岸本陽一・古賀愛人(1992).　多面的感情状態尺度の作成　心理学研究, 62(6), 350-356.

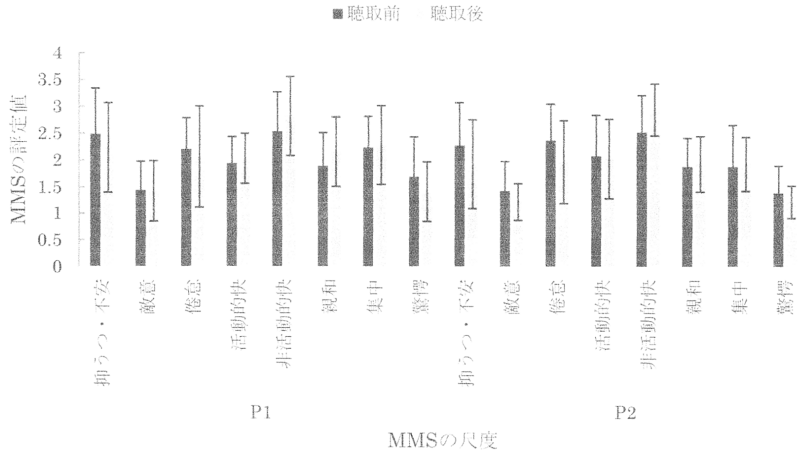


図 2　P 群(P1,P2)の曲に音楽聴取前と聴取後に関する気分評定 MSS の平均値(エラーバーは SD)

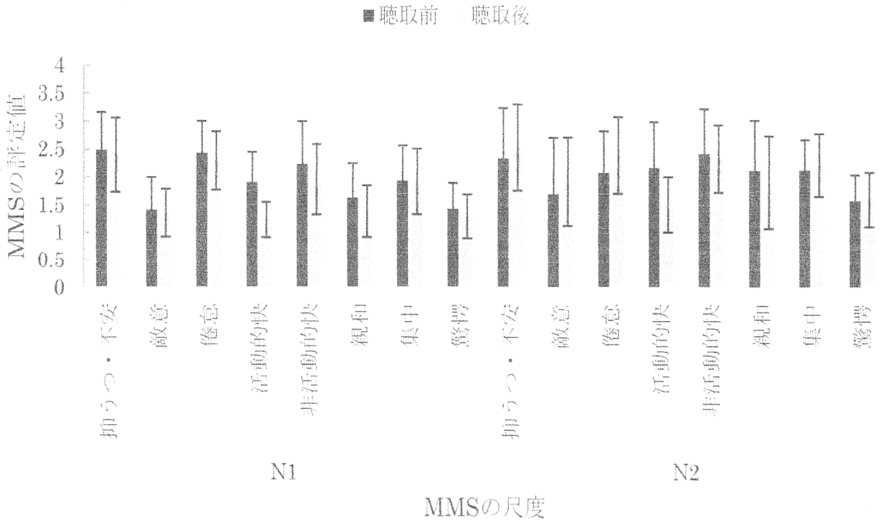


図 3　N 群(N1,N2)の曲に音楽聴取前と聴取後に関する気分評定 MSS の平均値(エラーバーは SD)

付録

付録１

ポジティブ感情誘導曲No.1(P1)



付録２

ポジティブ感情誘導曲No.2(P2)



付録３

ネガティブ感情誘導曲No.1(N1)



付録４

ネガティブ感情誘導曲No.2(N2)



偶像エージェントの啓示が利益分配場面で与える影響
Effects of revelation on the profit sharing

尾関 智恵†, 寺田 和憲‡
Tomoe Ozeki, Kazunori Terada
†岐阜大学大学院, ‡岐阜大学工学部
Gifu University Graduate School of Engineering, Gifu University
ozeki@ai.info.gifu-u.ac.jp

Abstract
People tend to feel there is intention behind some event. Some people feel that supernatural intent. Idol in the shape of God, might have been artificial agent that feel the intention of God to the people. Idol suppress fraud in the population of the people instead of God, and was monitoring agent, such as to increase the pro-social behavior. We examined the differences in the results of the work instructions by Buddhist statues and robot in dictator game. The results of the pre-experiment, robot group was distributed fairly, but the Buddhist statue group were people who were divided more than myself to pair. And, we asked a point that was emphasized at the time of distribution. Then, those who do not expect the indirect reciprocity has been found in many Buddhist statue group.

Keywords — HAI, Interaction, Priming, Religion

1. はじめに

本研究では偶像エージェントによる働きかけ（啓示）が人の利他的行動を引き出せるかどうかを調べることによって，エージェントが神の機能を代替可能であるかどうかを検討する．偶像は見た目が特徴的なものが多く，その装飾も細かい説明が用意されていることから，神を感じさせるためには外観が重要な要因となることが考えられる．

そこで本研究では外観を独立変数とし，向社会的な利他行動が発生するか否かを従属変数とする．これまでの研究で，人は利益分配場面で社会的つながりが感じられない相手には平等に分配しない傾向がある．そして低い利益を受けた方は攻撃的な感情が湧き，争いを引き起こすこともあった．また，相手の外観によってインタラクションする対象として見るか否かは，対象に意図を感じるなど心を読み取れるかが影響していることがわかっている．

一方，2.1 で詳しく述べるが神や宗教に関する言葉によるプライミングが向社会的行動に影響することもわかっている．そこで，文字ではなく仏像など神の代役として利用されてきた造形物をエージェントにし，同様の効果が得られるかどうかを検討する．そして今後の社会システムの調整役に必要な要素を特定するため，どういった外観が適切か２種類の形状のエージェント(メカニカルなロボット，標準的な和製仏像)を使って調査を行う．

2. 神という規範監視システム

人は身の回りに変化が起こると心的原因に基づいたものであると理解しようとする認知的性質がある．それは対人だけでなく人工物に対しても意図帰属を行っている[1]．複雑な物はもちろん，単純な図形や動きからも人は意図を読み取る傾向を備えている．そのため人が関与しない出来事について，人のような意図を持ってやったことのようにみなすことがある．さらには我々を取り巻いている環境も思考し，意図をもつと考え，その背後に常に知的な何かが存在すると考える傾向もみられる．これは宗教における精霊や超自然的行為者に関係しているといわれており[2]．そして神学的な教育を受けていない５歳以下の子どもたちが,「世界のすべてをお見通しである全知全能の存在」の話を受け入れやすく，信じている可能性が調査によって示されている [3].

それでは，なぜ我々人間はそういったものを存在として受け入れ，場合によっては誇大化してきたのだろうか.

「世界のすべてをお見通しである全知全能の存在」は一般的には「神」と呼ばれることが多いだろう．「神」の役割のひとつとして，集団の構成員が所属する組織を結束させる機能があるという考えがある．人数が増えた組織内で信頼関係を築くには，構成員全員の評価をいちいちしていたのでは効率が悪い．信頼できる第三者による「評判」を頼りに信頼できるかどうか評価していたとしても，さらに大人数の組織ではその「評判」を聞きまわって最新の状態にしておくには限界がある．そこで,「神」という人間社会の規範的な行動の監視役を作り出し，非規範的な行動を抑止する機能をもたせたと考えられている．特に「罰する神」の概念は、外部の脅威へ警戒を示

し，内部で出現するフリーライダーの抑制に役立ってきたと考えられる[4]．「神」は暖かく人を愛する存在ではなく，もともとは恐怖感を利用して公平さを欠く不届き者を律し，調整する役であったのだろう．神に対して「負（罰する神）」のイメージを強く持っていると不正行為が起きにくくなることや，地獄の信念を持つ文化圏ほど犯罪率も低いという調査もある[5]．

こういったことから，神はすべてを見通し組織全体の公平性を保つことで構成員に間接的利益を与え，結束力を高めてきたと考えられる．

2.1. 神と向社会性行動との関連性

「神」が規範的監視を行っていると認識した場合，人はどういった意思決定と行動をするだろうか．「負（罰する神）」の効果の他に，「神」やその位置付けを明文化してきた「宗教」は人の向社会性を引き出すという仮説が宗教の教義はもちろん宗教心理学研究などで提案されてきた．

その検証の一つとしてプライミング効果による実験がキリスト教圏を中心に行われてきている[6][7]．これは，神や宗教に関係する文字を使ったプライムが提示された後に利益分配をしてもらうと，他者への配分がそれ以外のニュートラルプライムより増えたという結果が得られている．つまり向社会的行動を選択するという効果が実験参加者に見られた．

しかし，現在社会には神はいないとする「無神論者」も多くいる．この実験参加者のうち「無神論者」は向社会的行動が低かった．しかし，宗教プライムではない裁判や契約といった言葉を使った現代社会の公平さを担う「世俗（宗教外の社会規範）」プライムについて，信仰がある参加者にとっての宗教プライムと同様の効果が得られた．従って，「神」の役割は「世俗」にシフトしてきている可能性がある．

また，最近ではインターネット上で不正を暴き許さない姿勢をとるなどの公平性を保つようなやりとりもみられる．こういった状況を表す新しい用語として「coveillance(インターネット上での相互監視)」といった言葉も生まれていることから，「神」の役割はこれらの他の媒体にシフトする時期を迎えている可能性も高い．

2.2. 神が原因帰属に与える影響

「神」の役割が他の概念や媒体にシフトしたとして，全てを取って代わることができるだろうか．人は「神」が行ったとする罰について理不尽を感じると予想するが，原因が「神」にあることで収まってきた．その状況は何をもたらしてきたのだろうか．

人は起こった現象を心的要因であるものと認識する場合もあるが，行為者（内的）と環境（外的）の原因があったかによってその扱いが異なってくる．原因帰属は潜在的なプライミングが意識的処理に影響した結果であるそこで超自然存在(すなわち､神)のプライミングによって人が内的・外的帰属どちらを感じやすくなるかの影響を調べた結果，神でプライミングされたとき，信者のみに限り自己帰属が減少した[8]．そしてこの実験では，自己帰属は、特定のエージェントの閾下プライミングによって影響される可能性が示されている．つまりエージェントに対する人の信念がどちらに帰属するかが影響するのである．

特に神についてよく考える者（信仰のある者）は自分の行為を外的な主体に帰属しやすいとされている．そのため「神」が行っているとされてきた監視や罰などの現象は，自分に原因があると考える自己帰属の面もあるかもしれないが，抗えない状況に陥った場合は「神」という外的な帰属として分類されるだろう．ライフイベントを「意図を持った何かの力」のせいと考え，「この苦しみは神の試練である」などといったように捉えるのである．

こういった外的帰属の傾向はどんな利点があるのだろうか．例えば，不満を他者にぶつけることなく我慢して収めることで，集団内の諍いを減少させている可能性があるだろう．さらに前向きに捉えると，こういった苦しい状況を耐えるだけでなく，「神」を心の支えにして改善しようと問題解決に取り組む可能性もある．そうであるとしたら，単に不正を抑えるだけでない効果が考えられる．

2.3. 神のようなエージェントは作れるか

「神」による規範監視システムは長きにわたり人の生活と共にあった．人は「神」の存在と性質についてプライミング効果実験結果のように無意識に知識共有し合い，公平性を保ち，嫌なことも試練だと耐えることで組織の効率化を行い，生き残ってきたのかもしれない．

しかし，様々な宗教で一般的に「神」は人に認識しやすいものではない．「神」はそこかしこに存在す

る捉えどころのない存在とされ，それゆえに「神の意図」を知覚するには特殊な技能がいるとされている．しかし，物体として目の前にあって視覚的に認識できれば多くの人は「神」らしき存在を見ることでき，これにより公平な行動をとるべきだという意図を知覚しやすくするだろう．「負（罰する神)」のような天罰を行う「神」をかたどった偶像は「神」の人工エージェントであり，村の高台に安置することで明示的に監視集団社会の中で起こる葛藤を軽減する(公平さを選択する/罪悪感を促進するような)作用があったのではないだろうか．逆に穏やかな顔をした「正」のイメージの偶像は，苦境の自分を見守り，利己的なフリーライダーが出現しないかを代理で監視している存在として認められているのかもしれない．その証拠に，教義では「神」らしき偽物を信じる危険性があるという理由で安易に偶像を作ってはいけない規律があるかが，それにもかかわらず今日まで偶像は作られ続けている．

偶像が社会均衡を導く道具の一つであったのであれば，前述の世俗プライムや「coveillance」が導く公平さを促す要素が「神らしさ」を構成する一つとして考えられる．しかし，説明や経験なしに見た者を納得させてきた神像や仏像などの神をかたどった偶像は，より短時間で神の役割を代替させることができる可能性がある．そうであれば，人工エージェントがこれまで神の担ってきた役割を代行することが可能かもしれない[9][10].

3. 方法

偶像エージェントによる啓示が人の行動判断から向社会性を導き出せるかを調べるため，エージェントが支持する独裁者ゲームでどのような分配を行い，とそれに至るまでのどういった振る舞いをするかをデータとして収集し分析を行う．また，事後アンケートにより配分に関して何を重視して分配したのかを収集し，その他に実験参加者の決定プロセス(感情変化や外化された決定過程)を調査できるよう，振る舞いや発話をビデオカメラ・IC レコーダで可能な範囲で動画・音声も収集する．また実験参加中の体調的変化(緊張感など)を調べたい．客観的データとして心拍計測と視点観測による生体的データも収集する予定である．手順としては以下を予定している．

＜実験手順＞
①実験の説明と説明書をつかって説明し，同意書にサインをもらう
②実験参加者にエージェント（仏像・ロボット）の前に座ってもらう．
前の机に２つの封筒と紙類と大きな封筒がある．
１つには「あなた」と書いてあり，１つには「ペアの相手」と書いてある．そして，１０枚の金券引換券がおいてある．
③実験者は「今，他の部屋にあなたとペアになった方が待機しています．わたしは席をはずすので，エージェントの指示に従ってその目の前の金券などについて作業をしてください」とお願いする．そして実験者は「作業が終わったら大きな封筒に全て入れて，終了した旨を私に教えてください.」とお願いする．
④実験参加者はエージェントの指示に従って作業する
※機械音声再生
「こんにちはわたしは（エージェント名）です.
実験にご協力いただきありがとうございます.
これから他の部屋にいるペアの相手とあなたの
謝金の取り分を決めてもらいたいと思います.
ここに千円分の金券があります.
これを他の部屋にいる相手と分けます.
どう分けるかはあなたが決めてください.
そしてあなたと相手の封筒それぞれに入れてください,
他の部屋にいる相手はもともと千円があったことはわかりません．それでは作業を始めてください」
⑤実験参加者から終了の合図があったら実験者は「一度事務所に行ってからあなたの封筒を持ってきますから待っていてください.」と封筒全てを持ち出す.
⑥実験参加者に待っている間に事後アンケートを実施してもらう

実験には２つのエージェント群を用意した．１つは神らしさを感じさせて向社会性を引き出すと予想される「仏像グループ」である（図１）．エージェントしてイ ｓ ム製作（http://www.isumu.jp）の伝如意輪観音像フィギア（高さ 27．5cm・幅 15．5cm・奥行き 15．5cm）を用いた．もう一つは，仏像グループエージェントと同程度の大きさのロボットのヴイストン株式会社製品（https://www.vstone.co.jp）ロボビー・ナノ（高さ 23cm・幅 12．1cm・奥行き 7．2cm）を使用し，「ロボビーグループ」とした（図２）．

独裁者ゲームの作業指示はエージェントによる

ものと参加者に感じさせるために，Alexander Käßner （ http://apps.alexkaessner.de ） の SpeakLine で機械音声による指示データを用意した．そして，仏像およびロボビー自身が話しているという演出のため，仏像の下には USB が接続可能なプラ板を，ロボビーには本体接続部に USB を接続し，実験装置の裏の PC につなげた．そして PC からスピーカーもしくはヘッドフォンにより指示音声を再生した．



図１：仏像グループのエージェント
（如意輪観音像フィギュア/イ Ｓ ム）

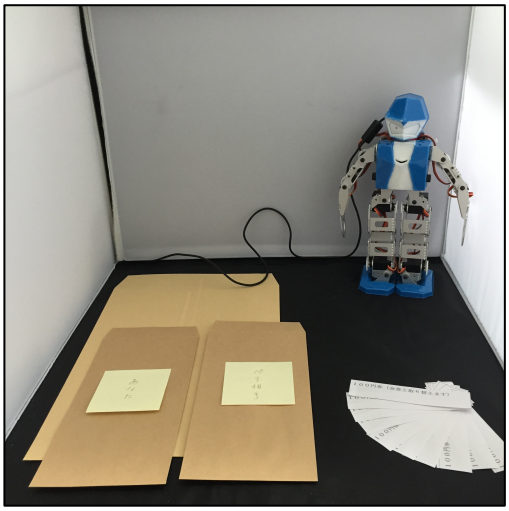


図２：ロボビーグループのエージェント
（Robovie-nano/ヴイストン株式会社）

4. 実験の実施と結果

偶像エージェントによる啓示が利益分配場面にあたえる影響を調査するにあたり，無神論者多数でも何らかの結果がでるのかを確かめるため，少人数による今回の実験を行った．

海外で行われている先行研究では，信仰を持つと申告する参加者が半数以上を占めている．しかし，日本においては統計上，無宗教もしくは無神論者と自覚する人が特に多いとされている．Pew Research Center による 2015 年世論調査内の「宗教は重要か」という問いに「はい」と答えた比率は，前述の Shariff2007 による宗教プライミング実験が行われたカナダでも世界的に低い 27%だったのに対し，日本はさらに低い 11%であった[11]（図３）．そのため，そもそも現代の日本で仏像や啓示といった宗教に関連する題材の実験が成立するのかを先に調査した．

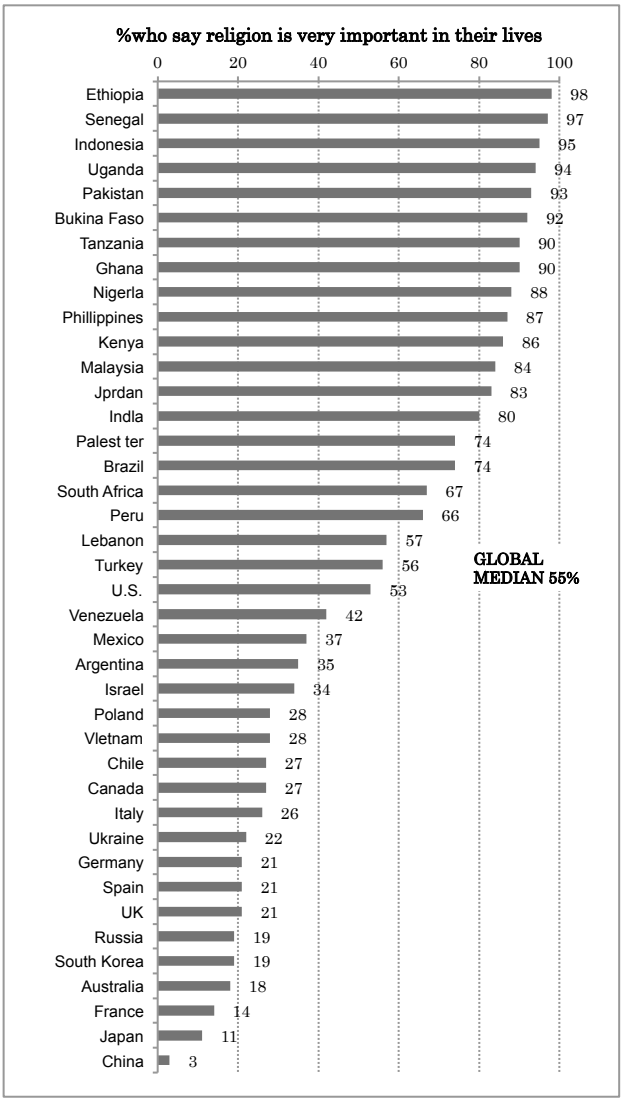


図３：「宗教が重要か」に対する肯定的回答の割合
（引用:http://www. pewresearch. org/fact-tank/2015/12/23/americans-are-in-the-middle-of-the-pack-globally-when-it-comes-to-importance-of-religion/）

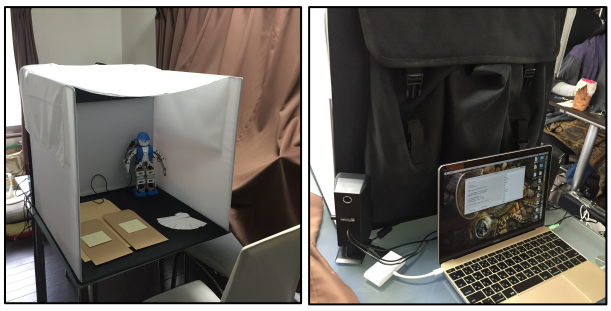


図４：今回の実験の実施環境

実験は移動式個人作業ブースを利用し，前述の手順に沿った形で実施を行った（図４）．実験者は「実験参加者の予約を受けた時点でコンピュータを使って自動的にペアが決定されています．あなたの所属以外の人になるようプログラムされているのであなたにも相手にもペアが誰だかわからないでしょう．その人と報酬を分け合うことになっています．私（実験者）も封筒の中身は見ないまま報酬手続きをする事務員に渡しますのでわかりません．事務員はこの実験の内容をわからないので，機械的に謝礼手続きをするでしょう．」という口頭説明を行い，ペア相手を意識してもらう構造とした．そのため実験手順のセリフはこの状況に合うように調整している．

参加者については表１の通りである．グループの分け方は，10 名の参加者を実験実施順に 2 名ずつロボビーグループその次の 2 名を仏像グループと交互に機械的に決定していった．

表１　今回の実験参加者と属性

	仏像グループ	ロボビーグループ
人数	10	10
平均年齢	28．3 歳	28．3 歳
性別	男 5 名　，女 5 名	男 3 名，女 7 名
信仰あり	5 名	2 名

実施の結果，利益分配については図４と図５のような結果が得られた．ロボビーグループは平均的にペア相手に 4.9 枚の金券引換券つまり 490 円分を相手に渡し，仏像グループは 5.1 枚つまり 510 円分で，ややロボビーグループを上回った．ロボビーグループは 9 人がちょうど半分の 5 枚（500 円分）を分け合ったが，それ以上は支払わなかった．一方，仏像グループは 8 人が半分の 5 枚以下を支払い，わずかではあるが 2 名は半分より多い 7 枚（700 円）を支払っていた．逆に，相手に少なく支払っているのはロボビーグループで 1 名，仏像グループで 2 名いた．これらのことから，どちらのエージェント群も公平な分配をしたが，仏像グループのみが自分より相手に多く支払う実験参加者がいる結果となった．

また，事後アンケートで利益配分の際，どういったことを重視したかをリッカート尺度（７件法）で「1 非常に重視した・2 重視した・3 やや重視した・4 どちらでもない・5 やや重視してない・6 重視してない・7 全く重視してない」の尺度を利用して評価してもらった．項目については以下の５つ用意し，文章を読んで当てはまるかどうかを回答してもらっている．これらを集計して平均した結果は表２の通りである．

重視①公平性
「みんなで公平になるほうようにしたほうがいい」
重視②評判
「相手に嫌だと思われないようにしたい」
重視③間接的互恵
「親切をすると自分にかえってくるものだ」
重視④慈愛・慈悲
「自分のことより相手の幸福を願います」
重視⑤自己愛・自愛
「自分を大切にしよう」

アンケート結果より，ロボビーグループも仏像グループも重視①公平性はそれぞれのグループの中でも重視された点だったようだ．その逆を見ると，ロボビーグループでは重視④慈愛・慈悲が平均的に重視されなかった．仏像グループでは重視③間接的互恵が一番重視されず，数値的にも「4.どちらでもない」にちかいものであった．また重視②評判と重視⑤自己愛・自愛が次いで重視されていない数値となった．

表２：利益配分の際，どういったことを重視したか．

	ロボビーG 平均	仏像 G 平均
重視①	1．50	2．40
重視②	3．00	3．70
重視③	3．10	4．10
重視④	3．90	3．20
重視⑤	3．10	3．60

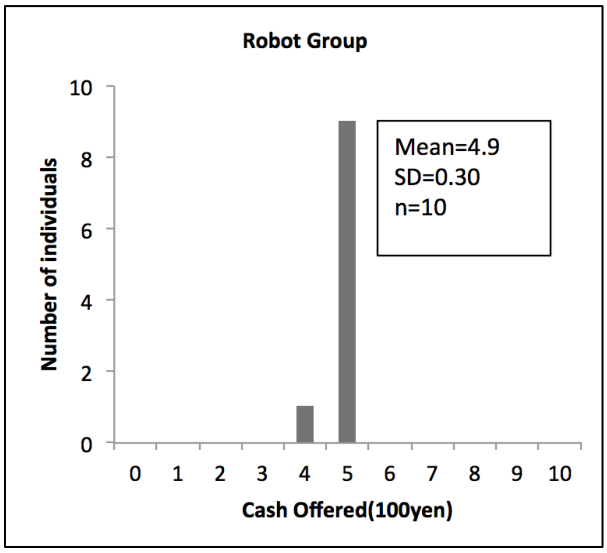


図４：ロボビーグループ　相手への利益分配結果

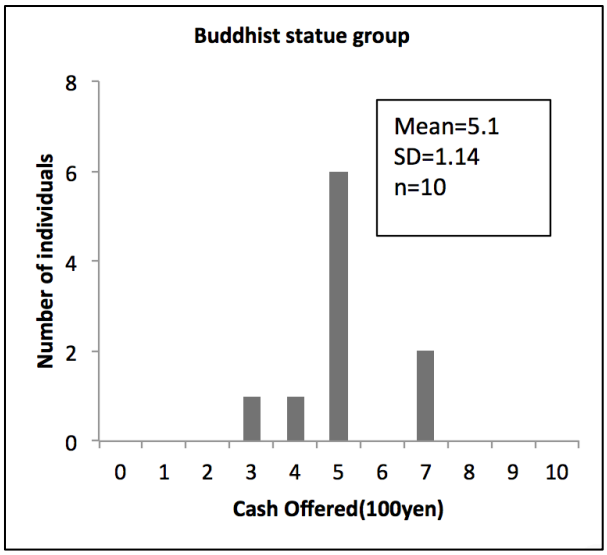


図５：仏像グループ　相手への利益分配結果

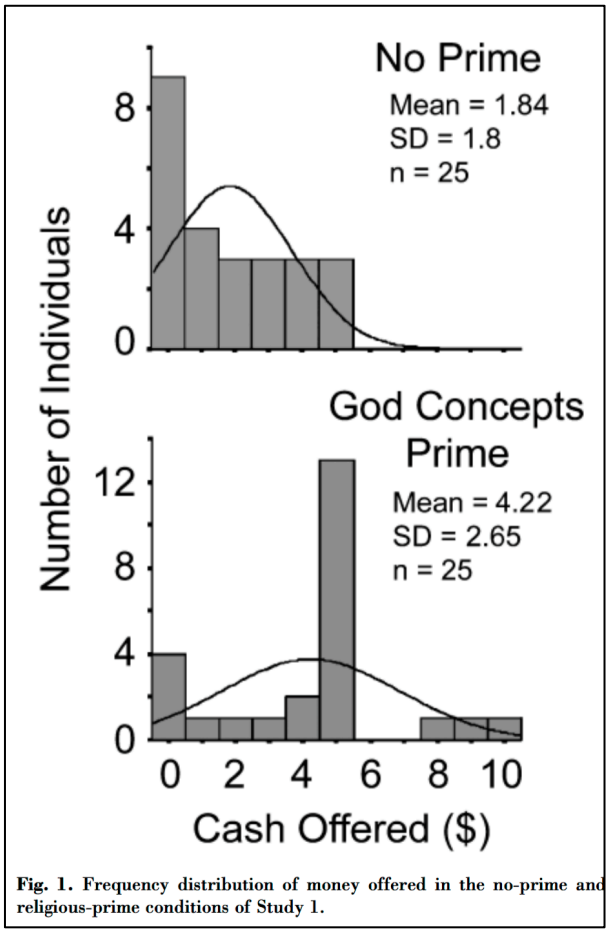


図６：引用：SST 実験におけるプライムなしと宗教プライムでの独裁者ゲームの利益分配結果（Shariff AF, Norenzayan A (2007) God is watching you: Supernatural agent concepts increase prosocial behavior in an anonymous economic game. Psychol Sci 18: 803-809. Fig1）

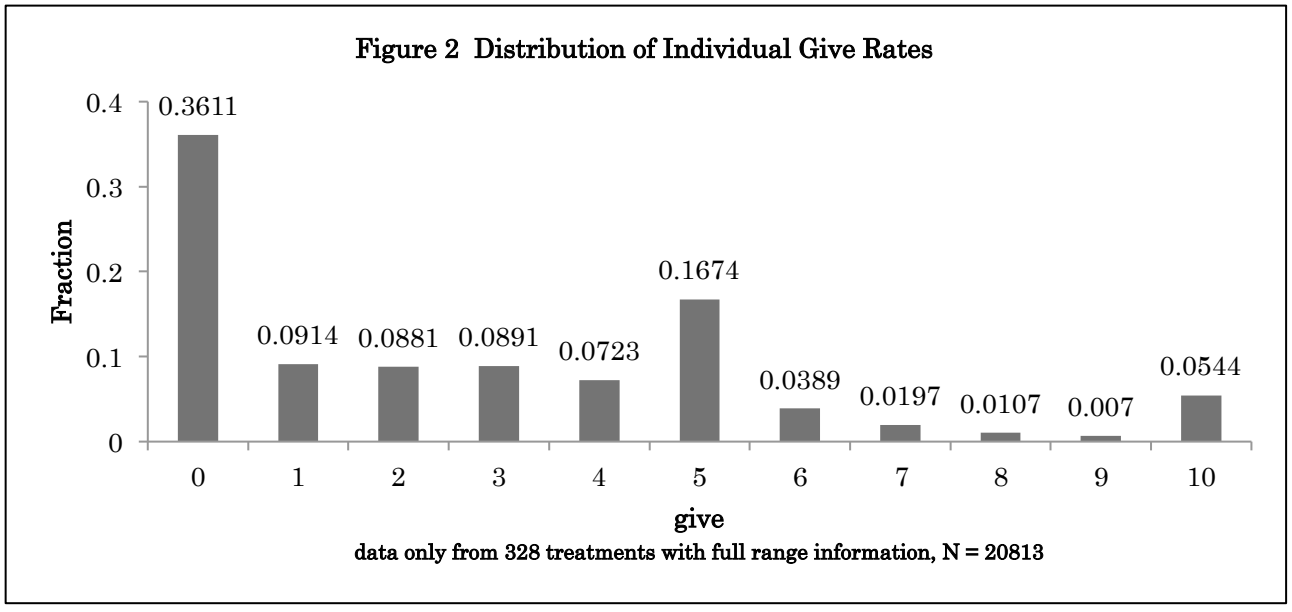


図７：引用：相手に支払う金額の割合（Christoph Engel (2010) Dictator Games: A Meta Study, Preprints of the. Max Planck Institute for Research on Collective Goods Bonn 7: 2010. Fig2）

5. 実験に対するまとめと考察

今回の実験の結果では両グループともペアと公平になる５枚の金券引換券（500 円分）を選択する実験参加者が大半で,全 20 名中 14 名であった．また，相手に少なく支払う実験参加者はロボビーグループに 1 名，仏像グループには 2 名いた. 両グループの差としては，自分より多く相手に渡していた実験参加者は仏像グループのみに 2 名見られた.

この結果について，先行研究である Shariff2007 の結果（図６）と，独裁者ゲームのメタアナライシスを行っている Christoph2015[12]のまとめ（図７）と比較をしてみた.

まずは Shariff2007 でプライムなし（No Prime）と宗教プライム（God concept prime）の両群で実験参加者がペアの相手に何ドル支払ったかを見てみると，プライムなしは公平になる 5 ドル以上払っている実験参加者はなく，まったく相手に支払っていない 0 ドルの実験参加者が 9 名と一番多い．これに対し，宗教プライム群は公平に5 ドル支払う実験参加者が 13 名と一番多く，かつ 5 ドル以上を支払っている実験参加者もあり，10 ドル全て支払った実験参加者も見られた．この宗教プライムの公平に半分の金額を相手と分け合う傾向は今回今回の実験で行ったロボビーグループと仏像グループ両群と類似している．また，半分の金額以上を支払う実験参加者が見られるところは宗教プライムと仏像プライムは同様の影響をえている可能性もある. ただし，サンプル数が今回の実験では少ないため，引き続き実験を続けてデータが蓄積されるとどうなるかは確認していく必要がある.

Christoph2015 では,「独裁者ゲーム」のキーワードで検索して得られた American Economic Association の EconLit（https://www.aeaweb.org/econlit/）データベースの 89 件，Research Papers in Economics（http://repec.org）の 240 件を，別ゲームをおこなったり重複したりしている論文について除外し調整した 179 件についてメタアナライシスを行っている．対象の論文内全ての実験参加者 20813 名が独裁者ゲーム内で相手にいくら支払ったかの割合がまとめを見てみると, 全体の 36.11%は相手に何も支払わない選択を行い, 16.74%は公平になるように半分の金額を選択していた．そして 5.44%は相手にすべてを支払っているという結果となっている．これにより独裁者ゲームの結果は全く支払わない人が多数というのが一般的な結果であり, Shariff2007 で得られたプライムなしと同様の傾向であることがわかる．特に，匿名のワンショットゲームでは，分配金額を決める提案者の大半は，いくつかの向社会的行動はあるものの，分け合うペア相手となる被分配者のために支払っても少額，あるいは全くお金を残さない身勝手な行動することを示した．そして，全く支払わない 0〜公平的に分配する 5 までを合計すると 86.94%で，自分の金額より多くの金額を与えている 6〜10 の合計は 12.44%となっている．つまり大多数は前者を選んでいることがわかる．この点で今回の実験の結果をみると，ロボビーグループは公平的な行動が多く, 0〜5 で 100%となっている. 一方, 仏像グループはで0〜5 で 80%, 6〜10 で 20%となり，Shariff2007 の宗教プライムでは，0〜5 で 88%，6〜10 で 12%となっている．この結果からも宗教プライムと仏像プライムは向社会的行動に影響を与えている可能性がある.

最後に信仰の有無と相手に支払う金額について関連があるかを見てみる．今回の実験では先着順にグループの振り分けを行ったため，信仰については実験者にも事前にわからない状態であった．その結果，ロボビーグループの信仰ありは 2 名，仏像グループは５名であった．宗教は仏教が一番多く，神道，キリスト教が含まれた．仏像グループの中で自分より相手に多く渡している 2 名は，1 人は信仰ありでもう 1 人は特になしと申告していた．一方，自分の方が多くなるよう相手に少額を支払っている実験参加者は両グループ合わせて 3 名いるが，全員信仰なしであった．サンプル数が少ないため，信仰の有無の影響ははっきり特定できない．しかし，Shariff2007 では，宗教プライム群の有神論者と無神論者の両方に向社会的行動の影響が見られ，明示的な宗教的信念よりも利己的行動を減少させるのにはるかに効果的であったと述べている.

以上より，今回の実験の少ないサンプル数ではあるが仏像グループは向社会的行動に影響がある可能性が観察された．また，今回の実験の両群は他の研究結果のプライムなしとは異なり，公平性を引き出す効果が見られた．ただし，これはエージェントというプライマーが要因になっているか，無神論者や無宗教の自覚の多い日本という文化が影響していかは分からない．従って，要因特定には引き続き実験を行っていく必要がある.

6. 今後の展開

5 で述べた通り，引き続き実験調査を行いサンプル

数の増加を図ってまとめていく予定である．また，事後アンケートで収集した分配場面で重視した点について，ロボビーグループと仏像グループの回答傾向が違うことから，意思決定プロセスの違いを見ることでロボビー並びに仏像の立体物プライマーとしての影響を調べていきたいと考えている．そして，「神」という概念や存在が人間社会に与えてきた効果や機能について調査を深めていきたい．

参考文献

[1] 寺田 和憲, 社本 高史, 伊藤 昭(2007)心の理論の枠組を利用した人工物から人間への意図伝達,ﾋｭｰﾏﾝｲﾝﾀﾌｪｰｽ学会論文誌, Vol. 9, No. 1, pp. 23-22

[2] 井上順孝 編(2014)“21 世紀の宗教研究 脳科学・進化生物学と宗教学の接点”,平凡社

[3] Larisa Heiphetz,Jonathan D. Lane, Adam Waytz,c Liane L. Young (2015) How Children and Adults Represent God's Mind, Cognitive Science (2015) 1–24

[4] Shariff, A.F., & Norenzayan, A. (2011). Mean gods make good people: Different views of god predict cheating behavior. International Journal for the Psychology of Religion, 21(1), 85–96.

[5] Shariff, A.F., & Rhemtulla, M. (2012, June 18). Divergent effects of beliefs in heaven and hell on national crime rates.

[6] Shariff AF, Norenzayan A (2007) God is watching you: Supernatural agent concepts increase prosocial behavior in an anonymous economic game. Psychol Sci 18: 803-809.

[7] Jonathan E. Ramsay, Eddie M. W. Tong, Joyce S. Pang, Avijit Chowdhury (2016) A Puzzle Unsolved: Failure to Observe Different Effects of God and Religion Primes on Intergroup Attitudes. PLoS ONE

[8] Dijksterhuis, Ap, Jesse Preston, Daniel M. Wegner, and Henk Aarts. 2008. Effects of subliminal priming of self and God on self-attribution of authorship for events. Journal of Experimental Social Psychology 44: 2–9.

[9] 高橋英之・寺田和憲・上出貴子,2015,”かみさまを HAI の視点から捉える”,人工知能学会,はこだて未来大学.

[10] H.Takahashi,K.Terada,T.Morita,S.Suzuki,T.Haji,H.Kojima,M.Yoshikawa,Y.Matsumoto,T.Omori,M.AsadaandE.Naito,2014,Differentimpressionsofotheragentsobtainedthroughsocialinteractionuniquelymodulatedorsalandventralpathwayactivitiesinthesocialhumanbrain, Cortex,Vol.58,pp.289-300

[11] Pew Research Center , Americans are in the middle of the pack globally when it comes to importance of religion. http://www.pewresearch.org/fact-tank/2015/12/23/americans-are-in-the-middle-of-the-pack-globally-when-it-comes-to-importance-of-religion/(2016.7 取得)

[12] Christoph Engel (2010) Dictator Games: A Meta Study, Preprints of the. Max Planck Institute for Research on Collective Goods Bonn 7: 2010.

[13] Lluis Oviedo (2016) Religious attitudes and prosocial behavior: a systematic review of published research, Religion, Brain & Behavior, 6:2, 169-184

[14] KRÁTKÝ, J, McGraw JJ, Xygalatas D, Mitkidis P, Reddish P (2016) It Depends Who Is Watching You: 3-D Agent Cues Increase Fairness. PLoS ONE 11(2): e0148845. doi:10.1371/journal.pone.0148845

[15] KRÁTKÝ, Jan. Religious Statues affect prosocial behavior: Priming by material artifacts suggesting on social presence affects prosocial behavior. In Výroční konference mezinárodní asociace pro historii náboženství, Erfurt 2015. 2015. (abstract のみ)

[16] Hirofumi Hashimoto, Nobuhiro Mifune, Toshio Yamagishi(2014) To Be Perceived as Altruistic: Strategic Considerations That Support Fair Behavior in the Dictator Game,Letters on Evolutionary Behavioral Science Vol.5 No.2(2014)17-20

[17] 今野裕之,堀洋道,1998,”正当世界信念が社会状況の不公正判断に及ぼす影響について”,筑波大学心理学研究,no.20,pp.157-162

[18] 堀田結孝,山岸俊男(2008) 最後通告ゲームでの意図のない不公正分配の拒否，実験社会心理学研究 47(2), 169-177, 2008

[19] 有賀敦紀・吉川左紀子・北村(鈴木)美穂・渡邊克巳(2009.8). 仏像の顔の認知：眼が合うことの影響 日本心理学会第 73 回大会 立命館大学.

擬人化エージェントとのインタラクションを促進する要因：デフォルメ度の操作と脈拍を用いた実験的検討
Factors on facilitating interaction with an embodied agent: An experimental investigation by deformed design and pulse rate

北村 文乃[†]，林 勇吾[‡]
Ayano Kitamura, Yugo Hayashi

[†]立命館大学大学院文学研究科，[‡]立命館大学総合心理学部
Ritsumeikan University Graduate School of Letters, Ritsumeikan University College of Comprehensive Psychology
[†]lt0486ie@ed.ritsumei.ac.jp

Abstract
Designing embodied agents that are empathic and positive towards humans is important in Human Agent Interaction (HAI) and design factors need to be instigated based on experimental investigation. One of the important factors on designing agents is the specificity. Less specific animated designs are better than realistic designs on facilitating positive emotions during interactions. Based on this notion, this study investigated the effects of a deformed embodied agent during a collaborative interaction task and investigated how subjective interpersonal states and emotional states change due to the degree of its deformed design. This was examined by using an interactive communication task with an embodied agent where its subjective and emotional state were controlled. The results obtained indicate that deformed agents evoke impressions of closeness and produce higher arousal states. We further discuss what kind of cognitive factors are related on facilitating interaction.

Keywords — Embodied Agent, Deformation, Collaborative Interaction, Pulse rate

1. 背景と目的
近年，ソフトバンク社の Pepper に代表されるように人間と協調的にインタラクション可能な人型ロボットや擬人化エージェントが社会に普及し，それらに関する研究が多数行われている．人間とエージェントとの間にどのようなインタラクションが可能なのかを明らかにするため，人間とエージェントとのインタラクションのデザインを検討する HAI (Human-Agent Interaction) に関する研究が盛んにおこなわれている．その中で，効果的なインタラクションを引き起こす要因とはどのようなものなのか，認知科学的な観点から検討することはきわめて重要であると言える．

人間同士のインタラクションでは，他者の考えや糸を推測する際に，トップダウン処理とボトムアップ処理が行われていることが知られている．トップダウン処理とは事前に持っている知識の枠組み（スキーマ）を元に相手から受け取った情報の処理を行う．一方，ボトムアップ処理とは話し方や見た目など相手の振る舞い，発言内容を元に情報の処理を行う．Media Equation 研究にも代表されるようにこれらの人間-人間で行われる処理は，人間-エージェントのインタラクションにも当てはめて考えることが可能である．例えば，エージェントの機能や性能に対するや期待や心構えはトップダウン処理，エージェントの外見や振る舞いなど実際の設計は，ボトムアップ処理と捉えることができる．

上記の認知プロセスの中で本研究では，後者のボトムアップ処理と関わるエージェントの外観に関する検討を行う．エージェントの外観は，社会的なインタラクションを引き起こす上で重要な要因であることが知られている．例えば，竹内・上杉・寺田・片上（2013）は，エージェントとの社会的インタラクションを促進する上で，ソーシャル・キューの重要性を述べている[1]．ソーシャル・キューとは相手の身体的な特徴，心理，言語，社会・対話行動，社会的役割の 5 つが取り上げられており，これらを適切にデザインし実装することでエージェントとの社会的インタラクションを可能にする．また，林・Copper・Kryssanov・浦尾・小川（2012）の研究では，エージェントの外見の検討において，実在する人間の既知性を誘発するデザインを取り入れることで，相手が人間であると認知した場合と同程度の人間らしさを作り出すことができることを述べている[2]．人間らしさをデザインするには，エージェントに人間と関連付け，呼び出しやすい知識（スキーマ）を用いることが有効である．

以上のような知見から，人間を想起させるエージェントをデザインすることは非常に有効であると考えられる．しかし一方で，「不気味の谷」現象[3]など人間に近いリアルさだけでは親密度は上がらないことを示す研究もある．田中・小島・松居の研究（2009）で検討されているように，人間の特徴をデフォルメ化したデ

ザインが有効であることが示されている[4]．しかし，デフォルメ化されたエージェントを人間との統制された比較を通じて実証的に検討した検討は行われていない．また，どのようなデフォルメ度が効果的なのか，またどのような感情や感性が関与しているのかに関しては，まだ十分な検討が蓄積されているとはいえない．

上記を踏まえ本研究では，人間が擬人化エージェントと協調的にインタラクションを行うゲーム課題を用いて，デフォルメされた擬人化エージェントとのインタラクションを，人間同士のインタラクションと比較し検討することを目的とする．特にこれまでの研究の多くは，質問紙調査による主観評価が主だったが，本研究では主観評価に加えて，人間らしさを感じる上で重要とされる感情状態の測定を脈拍の計測を通じて行った．脈拍の測定によって，人間の覚醒度を測定することができ，擬人化エージェントとのインタラクション時に人間と同程度の覚醒度が観察されるのかを検討する．

なお，本研究の課題に関して，高橋・片上（2011）の実験研究を参考に，Miku Miku Dance（以下，MMD）というソフトを用いて，擬人化エージェントの 3D アニメーション制作を行った[5]．MMD は，マシンスペックの低いコンピューターでも動かすことができ，初心者でも用意に 3DCG アニメーションを作成できるため，簡易な擬人化エージェントを作成するのに適したツールだと考えられる．使用する 3DCG モデルのデフォルメ度の客観的な計測には，高松・嶋津（2011）の計測手法に則り，ImgPrcser というソフトで行ったラベリング処理により算出された「省略」度と，人手により測定を行った「誇張」度とを用いた[6]．この客観的な数値により，どの程度のデフォルメを行ったエージェントが対人場面に適しているか実験結果から導き出すことが可能になると考えられる．

2. 実験手続き

人間と擬人化エージェントのインタラクションを検討するため，実験参加者に相手（エージェント）の外観や考えに注意を向けさせるため協調的な課題を開発した．Miku Miku Dance Ver9．26 (DirectX9 Version) ならびに Adobe Flash Professional CC 2015 を用いて次のような実験課題 Flash を作成した（図 1）．

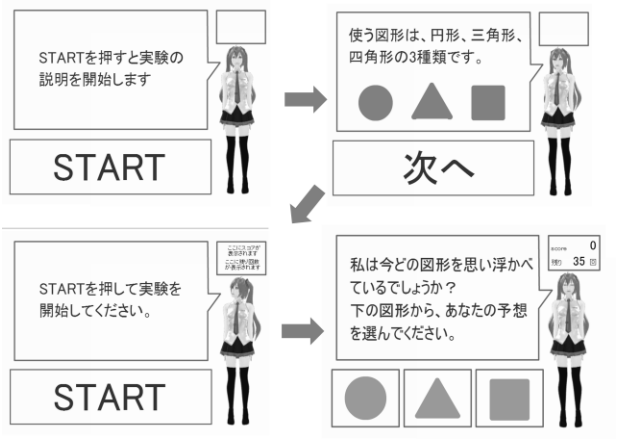


図 1 実験課題 Flash

プログラミング言語は Action Script3．0 を使用し，フレームレートは 10fps に設定した．また，フォントはすべて「_ゴシック」を使用した．エージェントは画面右側に配置し，実験説明などのテキストや実験課題がエージェントの口元から出ている「吹きだし」のように描き，エージェントが話しているように見せた．画面下方には，教示中や実験開始前には「次へ」「START」という次のステップへ進むボタンを配置した．実験中には，課題で用いる円形，三角形，四角形のボタンを同じ場所に出現させた．また，教示開始前・実験開始前・実験中に出現するボタンには，押したボタンの種類と押した時間がログとして記録されるよう設定した．モーションは，教示中や問題表示中に行う待機モーション，正解時に行う正解モーション，不正解時に行う不正解モーションの 3 つを設定した．待機モーションは，エージェントが左右に身体を揺らし，瞬きをし，右を見るなど待機しているようなアニメーションとした．正解モーションは，エージェントが笑顔で頷くアニメーションとした．不正解モーションは，エージェントが腕組みをするアニメーションとした．どの条件のエージェントも同じ動作をするように設定した．残り試行回数・スコアは，エージェントの真上に表示した．表示されるスコアは正答数×100 で表されるものとした．また，人間条件群の課題は，エージェントを表示しないことと教示文以外はエージェントを表示する課題とすべて同じ動作をするよう設定した．実験装置のパーソナルコンピューターは DELL 社の DC8LA を使用した．モニターは MITSUBISHI 社の Diamondcrysta RDT23IWLM を使用した．脈拍計は NISSEI 社の光電式脈拍モニターHR-40 パルスコーチを使用した．

パーソナルコンピューターで実験課題 Flash を

Adobe Flash Professional CS5 を用いて全画面で起動させ，実験参加者に表示されている「START」ボタンを押して Flash 内にあらかじめプログラミングされている実験教示を受けるよう指示した．リアル条件とデフォルメ条件の場合は，エージェントが出現し，「私は今から規則的に図形を思い浮かべるので，その規則を予想しつつ私が思い浮かべている図形を予想して当ててほしい」と教示した．対して，人間条件の場合は，「別室にいる人が規則的に図形を思い浮かべて入力するので，その規則を予想しつつ相手が思い浮かべている図形を予想して当ててほしい」と教示した．実験説明はテキストで進行し，説明文を読み終わったら実験参加者に「次へ」ボタンを押して次の説明文へ進むよう指示をした．「次へ」ボタンは説明文が表示された 1 秒後に出現した．課題内容の説明終了後に，1 問例題を行った．実験教示の終了後に，もう一度教示を聞くかどうかの選択肢が出現し，「いいえ」を選ぶと実験課題用を開始するためのボタンが出現した．実験参加者がそのボタンを押すと，3 秒後に実験課題へと移行した．実験課題では，画面上に一定の規則の下でエージェントが思い浮かべる図形に対し，その図形を予想し選択するようにエージェントが指示を出し，マウスを操作して正解のボタンを押すように求めた．実験参加者がボタンを選ぶと，エージェントの動作と画面のアニメーションによる正誤のフィードバックと正解図形の提示が 3 秒間行われた．これを 1 試行とし，全部で 35 試行行った．人間条件でも，エージェントが存在しないこと以外は全く同じ課題を行った．なお，実験中はメモを取らないようにあらかじめ実験者が注意を与えた．課題終了後は，エージェントが実験参加者に Google フォームで作成した質問紙調査ページに移動するように求めた．また，課題終了後には実験者が脈拍の測定を停止し，実験参加者から脈拍計を取り外した．人間条件では相手がエージェントではなく，別室にいる人間と本課題を取り組むように教示し，この条件との比較を行った．

3. 実験計画

大学生 91 名（男性 16 名, 女性 75 名, 平均年齢 20.38 歳，SD=1.18）を対象に，Google フォームを用いてインターネット上でアンケート調査を実施した．フリー配布されている MMD モデルを同一キャラクターで 12 体用意し，それぞれ正面から撮影したものについて「実際の人間と比べた時，このキャラクターはどの程度リアルに描かれていると感じたか」について 7 件法で回答するよう指示した． その際，MMD モデルの元となっているキャラクター全般への印象ではなく，提示された画像についてのみ答えるよう教示した．この結果を元に「最もリアルなモデル」と「最もデフォルメされたモデル」を決定し，エージェントが人間とどの程度類似しているかをデフォルメ度で分類した．

デフォルメ度の分類は[6]の手法を用い，2 値化した画像にラベリング処理を行ってその逆数から求めた「省略」度と，頭の大きさを頭頂から顎までの距離，全身の大きさを頭頂から足の裏までの距離として頭身を測定し，その逆数から求めた「誇張」度の 2 つを用いた．現実の人間に類似したリアルなエージェントを用いる条件（以下リアル条件とする，「省略」度 0.01，「誇張」度 0.14）とデフォルメされたエージェントを用いる条件（以下デフォルメ条件とする，「省略」度 0.14，「誇張」度 0.59）で実験を行った．また，比較条件として人間をゲームの相手と想定し画面右側には何も表示しない人間条件を加え，1 要因 3 水準計画で実験を実施した（図 2）．なお，課題は全ての条件で同じ動作をするように設定されている．



図 2 実験条件

実験参加者　大学生 30 名（男性 15 名，女性 15 名，平均年齢 21.5 歳，SD=1.11）を対象として行った．

収集データ

実験中に脈拍の記録・1 回の回答にかかった時間の記録を行った．実験終了後，神田・石黒・石田（2001）の尺度（表 1, [7]）を用いてエージェントの近づきやすさや親しみやすさを表す「親近性」・エージェントに抱いた快・不快を表す「愉快性」・動作そのものの活発性を表す「活動性」・性能への評価を表す「性能評価性」について，尺度の各形容詞に「非常に・かなり・やや」を付けたものに「どちらでもない」を加えた 7 件法で質問紙調査を行った．質問紙では同時に発見した規則を回答するようにも求めた．また，実験中のエージェントに違和感を覚えたか否か，覚えたとしたらそれは身体のどこの部位かということについても自由記述で

回答を求めた.

表 1　人間—ロボット間相互作用にかかわる心理学的尺度

親近性因子	1	やさしい	⇔	こわい
	2	感じの良い	⇔	感じの悪い
	3	親しみやすい	⇔	親しみにくい
	4	安全な	⇔	危険な
	5	暖かい	⇔	冷たい
	6	かわいらしい	⇔	にくらしい
	7	うちとけた	⇔	堅苦しい
	8	わかりやすい	⇔	わかりにくい
	9	近づきやすい	⇔	近づきがたい
	10	明るい	⇔	暗い
	11	思いやりのある	⇔	わがままな
愉快性因子	12	面白い	⇔	つまらない
	13	愉快な	⇔	不愉快な
	14	好きな	⇔	嫌いな
	15	興味深い	⇔	退屈な
	16	良い	⇔	悪い
活動性因子	17	速い	⇔	遅い
	18	すばやい	⇔	のろい
	19	はげしい	⇔	おだやかな
	20	積極的な	⇔	消極的な
	21	強気な	⇔	弱気な
	22	派手な	⇔	地味な
	23	陽気な	⇔	陰気な
性能評価性因子	24	敏感な	⇔	鈍感な
	25	賢い	⇔	愚かな

4.　結果

主観評価に関する分析

質問紙の尺度ごとの分析結果（図 3）では，親近性因子ではデフォルメ条件群が他条件群よりも有意に高かった（$p < .05$）．愉快性因子では有意差は見られなかった（$p > .05$）．活動性因子ではリアル条件群がデフォルメ条件群よりも高いとする有意傾向が見られた（$p < .10$）．性能評価性因子では，デフォルメ条件群が人間条件群よりも有意に低かった（$p < .05$）．また，エージェントに違和感を覚えたか否か質問したところ，リアル条件の方がデフォルメ条件よりも違和感を覚えた参加者が有意に多かった（$t(18) = 1.41, p < .05$）．

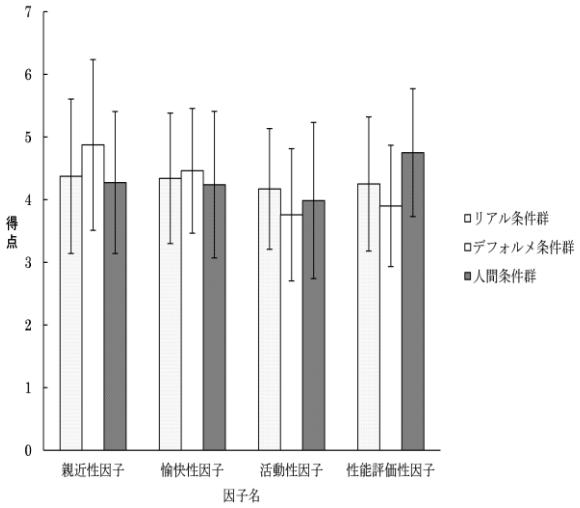


図 3　主観的評価

条件群ごとに違和感を覚えた平均人数を算出したところ，リアル条件群が 0．50 人，デフォルメ条件群が 0．20 人となった．この平均人数について t 検定を実施したところ，有意差が見られた（$t(18)=1.41, p < .05$）．

表 2 はリアル条件群とデフォルメ条件群において，実験中にエージェントに関して違和感を覚えた部位についての回答をまとめたものである．

表 2　違和感を覚えた部位

条件群	違和感を覚えた部位
リアル条件群	顔
	目元
	全体
	頭・口
	表情
デフォルメ条件群	色
	全体・頭身・首

感情に関する分析

実験開始前を基準とした脈拍の変化の分析結果（図 4）では，実験条件と脈拍計測時の間に交互作用が見られ（$F(5．89, 343.97) = 2.22, p < .05$），25〜30 試行目の間リアル条件群がデフォルメ条件群よりも有意に脈拍が下がっていた（$p < .05$）．

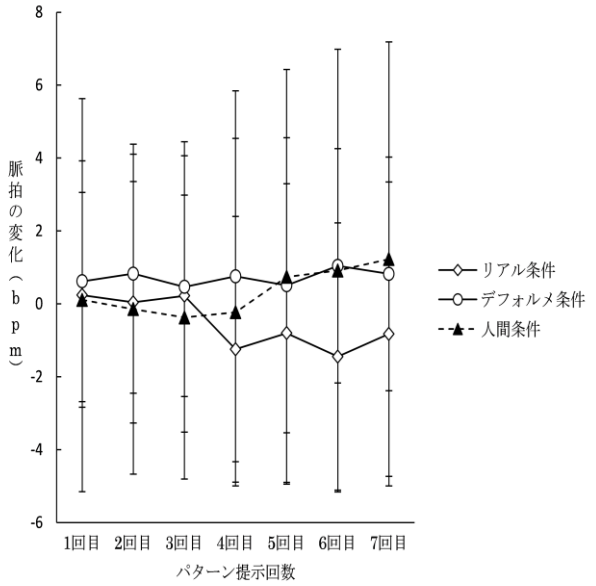


図 4　脈拍の変化

ボタン入力にかけた時間から各試行の思考時間の分析結果（図 5）では，デフォルメ条件群が人間条件群よりも有意に長い時間がかかっていた($p < .05$).

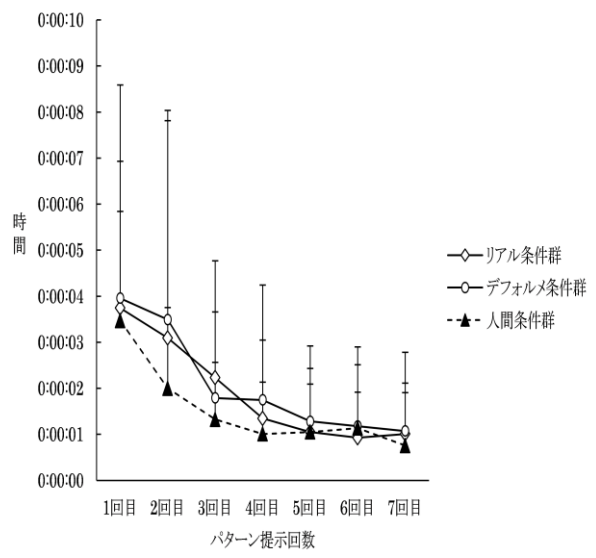


図 5　ボタン入力にかけた時間の変化

その他の分析

条件群ごとに正解数の平均値を算出したところ，リアル条件群が 20.1 回，デフォルメ条件群が 18.9 回，人間条件群が 19.1 回となった．この 3 つの平均値について一元配置分散分析を実施したところ，有意差は見られなかった（$F(2,27)=0.07, p > .05$）．

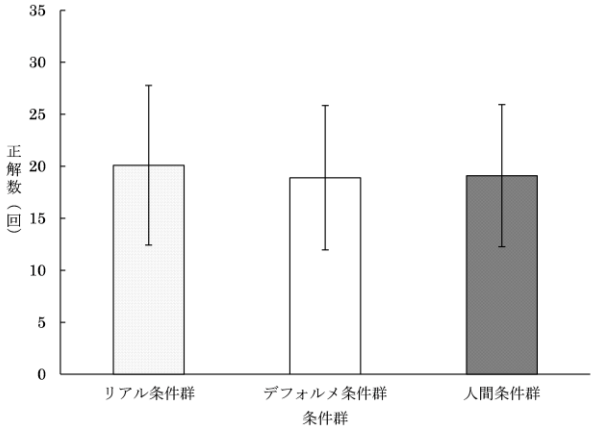


図 6　平均正解数

条件群ごとに平均規則発見人数を算出した（図 6）ところ，リアル条件群が 0.45 人，デフォルメ条件群が 0.25 人，人間条件群が 0.35 人となった．この 3 つの規則発見率について一元配置分散分析を実施したところ，有意差は見られなかった（$F(2,27)=0.50, p > .05$）．なお，規則を完全に正答できている者を規則発見者 1 人，「円形，円形，四角形，三角形，四角形」のように規則は合っているが規則の開始図形が間違っている者を規則発見者 0.5 人として扱った．

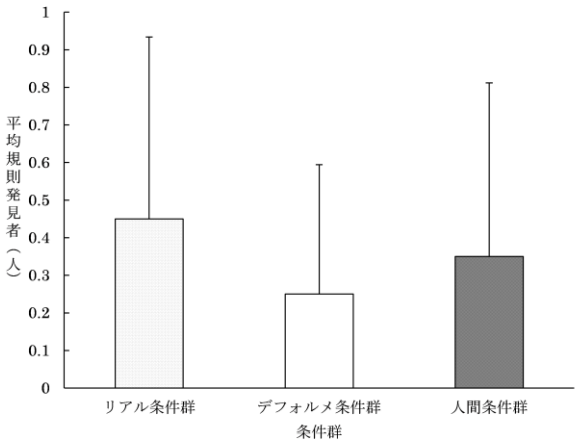


図 7　平均規則発見者数

実験課題開始から実験課題終了までにかかった総時間の平均の平均値を算出したところ，リアル条件群が 189 秒，デフォルメ条件群が 174 秒，人間条件群が 156 秒であった．この 3 つの平均値について一元配置分散分析を実施したところ，有意差は見られなかった（$F(2,27)=0.66, p > .05$）.

5.　考察

結果より，課題の正解数と規則の発見率はエージェ

ントの有無・デフォルメ具合によって左右されないということが示され，かつ実験課題終了までに要した時間も条件間で差は見られなかった．この事から，実験条件が異なっていても課題そのものは同等であったということが言えるだろう．

このような同等の課題を行っているにもかかわらず，デフォルメされたエージェントは，親近性は高かったもののエージェントとしての働きへの評価は高くなかったと考えられる．これを示唆する興味深いものとして，デフォルメ条件の規則回答欄には，規則的に図形を提示していたにもかかわらず「ランダムで同じものが連続で出てきたり順番を抜かしたりと一定的ではなかった」との回答があった．このように規則性を否定する回答は，リアル条件群と人間条件群では見られなかった．また，脈拍に関しては人間条件に対して統計的に有意でなかったことから，デフォルメされたエージェントとのインタラクションは人間とのそれと同程度の覚醒を引き起こすと考えられる．また，ボタン押しにかかった時間の分析から，デフォルメ条件では他の条件よりも考える時間が長かったことが示された．このこととデフォルメ条件の性能評価が低かったことから，デフォルメされたエージェントは人間相手の場合と比べて，問題解決の阻害となっているのではないかと推測される．この原因としては，外見から予期できない言葉遣いや情報がデフォルメされたエージェントからもたらされたため，上手く情報を伝達できなかったのではないかということが考えられる．先行研究で「たとえ同じ情報であってもその情報を表出するエージェントの外見が異なると，その情報が必ずしも同じ意味として解釈されない」[8]ということが報告されている．デフォルメされたエージェントと教示文や実験課題の文が上手く対応していなかったため，性能性評価が下がり実験参加者の問題解決の阻害となったのではないだろうか．しかし，デフォルメされたエージェントの親近性が高いことから，ボタンを押すまでに親近性を抱いたエージェントと接触をしていた可能性も捨てきれない．以上の可能性を除去するためには，出来るだけ早く課題を終わらせるように教示する，もしくは眼球運動を測定し実験参加者の視線を分析する必要があると考えられる．

対してリアルなエージェントは，デフォルメ条件に比べて表情を表出したり言葉を発したりする頭部が社交的な合図（ソーシャル・キュー）に強い影響力を持っているからだと推測できる．ソーシャル・キューはコンピューターを社交的な存在として人間に認知させるものであり，適切に組み込むことで人間との自然なインタラクションを可能にするものである．このソーシャル・キューに大きな役割を果たすだろう頭部は，頻繁に視線を向けられるために違和感を生じさせやすいのではないだろうか．違和感を覚える部位が多い為に親近性が低かったと考えられる．これは，森（1970）の「不気味の谷」にもあるように，人間に近すぎるリアルなデザインでは，親近感が得られないという知見と一貫する結果と言える．違和感を覚えられた部位は頭部に集中しており，これは．一方で，脈拍測定の結果より本実験においてリアルなエージェントはデフォルメされたエージェントと比べて，人間と同等の緊張感を持ってインタラクションをできなかった．

今後，今回用いたエージェントの中間のデフォルメ度を持つエージェントを用いて詳細に検討していけば，擬人化エージェントをデザインする上での客観的な指標が作り出せるのではないだろうか．ただし，具体的にどのような「中間」のデフォルメが有効なのかに関しては，実証的に検討していく必要性がある．例えば，人間らしさを有し，かつ感情に訴えるデザインとしては，ベビースキーマという身体に対して大きな頭・全体的に丸みのある体型などの特徴を持つスキーマを誘発するデザインが考えられる．人間にとって最適なデフォルメ度とは何か，インタラクション場面やユーザの特性の関係の中で詳細に検討していく必要性がある．

謝辞

本研究はJSPS科研費 16K00219の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 竹内勇剛・上杉繁・寺田和憲・片上大輔，（2013）“インタラクションのミニマムデザイン”，ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 15, pp. 1-14.
[2] 林 勇吾・Eric Cooper・Victor V. Kryssanov・浦尾 彰・小川 均，（2012）“対話エージェントとのコミュニケーションにおける心理特性―スキーマと擬人化に関する検討―”，日本感性工学会論文誌, Vol. 11, pp. 459-467.
[3] 森 政弘，（1970）“不気味の谷” Energy, Vol. 7, 33-35.
[4] 田中 かおり・小島 一晃・松居 辰則，（2009）“対話エージェントとのコミュニケーションにおける心理特性―スキーマと擬人化に関する検討―”，日本感性工学会論文誌, Vol. 26, pp. 2-18.
[5] 高橋 朋裕・片上 大輔（2011）. “常時稼働を想定した情報インタフェースとしてのエージェント設計” HAI シンポジウム 2011，Ⅱ-1 A-2.
[6] 高松 耕太・嶋津 恵子（2011）. “キャラクターの外見的特徴量の計測実験” 情報処理学会研究報告, Vol. 6, pp.

1-4.
[7] 神田 崇行・石黒 浩・石田 亨 (2001) “人間—ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価”, 日本ロボット学会誌, Vol. 19, pp. 362-371.
[8] 小松 孝徳・山田 誠二 (2008). “エージェントの外見の違いがユーザの態度解釈に与える影響—外見の異なるエージェントからの同一人工音の提示実験” 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌). Vol. 20. pp. 500-512.

タブレットによる機器メインテナンス操作の説明：年齢間比較を用いたエージェントによる理解促進効果の検討

Explanation how to do maintenance works of a copy machine: Through a mobile-terminal, by video with agents, comparing between older and younger adults

長谷川莉子[1]，赤津裕子[2]，原田悦子[3]
Riko Hasegawa, Hiroko Akatsu, Etsuko。T Harada
[1]筑波大学，[2]沖電気工業株式会社，[3]筑波大学
University of Tsukuba, Oki Electric Industry Company, University of Tsukuba
ricoh。segawa@gmail。com

Abstract

Although various forms of users' instruction manuals of tools, systems, or artifacts are spreading and being used widely recently, there are still few knowledge about how to make a good multi-media manuals, e.g., video manuals, based on cognitive studies. We executed two psychological experiments to compare manuals with different content forms (video movies vs. text-and-still image), or three styles of video manual equipped with anthropomorphous agents, which may facilitate users' performances and understanding. Fifty Older and fifty younger adults participated experiments to execute two maintenance tasks of copy machine, exchanging internal consumables parts, with five kinds of manuals displayed with a mobile terminal (a tablet). Results showed that participants' evaluations were higher with video manuals than text-and-still image type manuals. In addition, a video manual which contains a series of short video clips especially improved participants' performance of exchanging tasks, with shorter execution time. As for effects of anthropomorphous agents, embodied expression with agents enabled users easier to understand directions in manuals, especially expressed at the confirming stages of operations. Those results showed direct suggestion how to make a good design of manuals, and also implied what kinds of cognitive activities are occurring when people using manuals to do some tasks.

Keywords — multimedia manuals, video manuals, anthropomorphous agents, aging

1. 問題と目的

機器のマニュアル, いわゆるマニュアルの情報提示にも様々な表現形態，方法がある。従来，最も一般的な形では，紙に文字やイラストを印刷したものが用いられてきたが，近年は情報メディアコンテンツ制作が簡易になったことで，多様なメディアでのマニュアル作成がなされている。またタブレットなどモバイル端末の普及，ならびに情報管理やコスト削減の高まりも影響して，ネットワークを介して動画やアニメーションを配信する「取り扱い説明書」も増えてきた。

こうした情報型のマニュアルにおいて，しばしば問題となるのが，動画と静止画のいずれがマニュアルとして「よい」かという問題である。これまでに手続き的な操作の学習効果を動画と静止画を直接的に比較し，検討してきた先行研究が報告されているが，どちらがより優れているかといった一貫した結果はでていない（Spangenberg, 1973 ; Castro-alon.s.o, Ayres, & Pass, 2015 ; Meyer, & Land, 2005 ; Nrayanan & Hegarty, 2002, et al 他。）。たとえば，中西・安間・中村・勝木（2013）では，メディア（紙 vs タブレット)とコンテンツ（静止画 vs 動画)の違いによるマニュアル理解の影響を課題達成成績，主観評価，生理指標から，機器の組み立て課題を通して検討している。紙を用いた静止画マニュアルとタブレットを用いた静止画マニュアルを比較してメディアの効果の検討を行い，さらに，タブレットを用いた静止画マニュアルとタブレットを用いた動画マニュアルを比較してコンテンツ（形式)の効果の検討を行っている。メディアの違いは学習直後の作業パフォーマンスに大きな影響を及ぼさないが，一定期間後のパフォーマンスではタブレットを用いた

時より紙のマニュアルの成績が良かったという。また，コンテンツ形式の違いでは学習直後の作業パフォーマンスに影響を及ぼしたという。これは，動画コンテンツの場合，前頭葉の賦活がみられたことから，高い集中力を生み出していると考えられ，その結果として，短時間の学習でも直後の作業の成績が良くなることが示唆された。

しかし，中西ら（2013）の研究では，一旦マニュアルを視聴した後に課題作業を行っているため，ここでのマニュアルの効果は，記憶の測定になっている。すなわち，「わからないから説明書を見ながら作業する」といった，実際の参照しつつ作業を行うといったマニュアル利用の状況からは乖離している。そこで，本研究では，実際にマニュアルを参照しながら作業を行う状況で，コンテンツ形式（静止画と動画)の違いがどのような影響をもたらすのか検討することを目的とした。

またマニュアルとしての効果を考えるとき，当然ながら「どういうモノに関する，どういった内容のマニュアルなのか」という内容との相互作用を考慮することは必須である。概念的な説明のためのマニュアルと，組み立ての手順を説明するマニュアル，あるいは「問題状況と照らし合わせて解決方法を検討するための」マニュアルとでは，最適な表現形式やメディアが常に同一であるとは考えにくい。

そこで，本研究がとりあげるマニュアルは，オフィス機器のメインテナンス操作のための手順マニュアルを対象とした。各種機器が小型化・普及化して家庭や一般職場に持ち込まれるようになってきた結果，たとえばトナーの変更など「ちょっとしたメインテナンス作業」を一般ユーザの手に委ねることが増えてきている。こういったメインテナンス操作において，手順を記憶する必要性は薄く，また多様な達成方法を準備する必要もない。最適の操作手順を，誰にも間違いなく，また負荷なく容易に「マニュアルに沿って」実現できることが最重要課題となる。

特に機器メインテナンスを考えるとき，機器内の「どこ」に「どのような動きで」操作をするかという，空間的なダイナミズムを持つ対象指示コミュニケーションの特性を強く持つ。また一方で，一つ一つの操作を確実に達成していくことの重要性が大きいことも特徴であろう。

このように考えるとき，メインテナンス操作のためのマニュアルにおいて，動画表現は「どのように」「どの順に」を表現・理解するうえでのメリットが大きいと考えられる。しかし，動画のメディアとしての特性を考えるとき，情報の揮発性が高く，また「一方向的に情報が流れて」しまうために，主体的に理解・確認をしながら操作をする際に，それらがネガティブな特性となる問題もありうる。一方，特に 3 次元的な空間を 2 次元的なビデオ情報でうまく表現しきれるか否かという問題についても注意が必要であろう。

そこで，現在，よく利用されているのが擬人化エージェントの利用である。動画に擬人化エージェントを付与することにより，2種類のメリットが考えられる。一つは，淡々と情報が流れるのではなく，行うべき操作やそのレベルについての構造性を伝える役割を果たすこと，および，特に空間的な要素の強い対象指示コミュニケーションにおいて，直感的に理解しやすい表現方法をもたらすという点である。

前者について，擬人化エージェントはユーザと社会的なインタラクションを行うことを可能とし，ナビゲーションなどに応用されてきた。すなわち，エージェントがユーザに向かって説明を行うことで，より強くユーザの意識に働きかけ，より構造的で複雑なコミュニケーションができる可能性が考えられる。一方，後者の対象指示コミュニケーション支援としては，大澤・今井（2008）は機器そのものを直接擬人化することで，エージェントの身体イメージと説明対象である人工物の身体イメージを結びつけて行う説明の有効性を報告している。

以上から，本研究では，メインテナンス操作のためのマニュアルにおいて，1）動画の有効性を，同じタブレット端末上に表示される静止画マニュアルとの比較で，また 2）特に動画の有効性を高めるための擬人化エージェントの有効性を検討するために，人工物自体を擬人化させたエージェントキャラクターを画面上に提示し，さらにそのエージェントが「課題構造を伝えるための支援をする」ことで，より容易な操作マニュアルとなるか否かを検討した。

加えて，本研究では，参加者の年齢群を要因として加え，高齢者と若年者の比較を行った。これは，人―人工物間相互作用において，年齢群間の共通性と相違点の両者から，高次の認知機能を必要とする人―人工物間相互作用の背後にある認知的機能・特性について，多くの示唆を得られる（原田，2009）ことを目的として，年齢間比較を行ったものである。加えて，擬人化エージェントについては，未だ認知的加齢研究は少ないものの，高齢者のエージェント理解が若年成人のそ

れとは異なるという知見（Hasegawa, Harada, et al。2015）もあることから，高齢者にとっての動画，エージェントの効果を検討していくことを目的の一つとしたものである。

以上から，本研究では，機器のメインテナンス作業のための操作説明書を対象として，マニュアルを見ながらの作業を観察・分析することを目的とした実験を行い，従来の文字とイラストで示した静止画マニュアルと動画マニュアル，動画にエージェントを付与した動画の条件をとりあげ，2 つの年齢群参加者での比較を行いながら，タブレットを用いたマニュアルにおける動画と静止画のコンテンツ形式の効果，ならびに動画マニュアルにおけるエージェントデザインの検討を行った。

2. 方法

本研究では，動画と静止画のコンテンツ形式の効果を検討するとともに，どのようなエージェントのデザインがマニュアル理解に有効なのかを明らかにするために，エージェントに「達成すべき課題の下位目標を説明する」役割を持たせた情報デザインを行った。これは，エージェントが下位目標の説明を行うことにより，参加者(マニュアルの受け手）に作業課題の枠組みを持たせることが可能になるものと考えて仮説的に構成された。また，エージェントを使ったもう一つの情報デザインとして「説明の後に確認を促す」役割を持たせた。これは，ユーザがエラーを起こした場合に目標を正しく達成するには事後的な確認が必要となるため，エージェントが確認を促すことによって作業に関して気づきが得られるという仮説から設定された。

2-1. 研究計画と参加者

年齢(2）×条件（5）の参加者間計画で行い，各条件に男・女 5 名ずつ合計 10 名をランダムに割りあてた。

参加者は，筑波大学みんなの使いやすさラボ（略称みんラボ）に登録した高齢会員 50 名（男・女各 25 名；平均年齢 71.36±4.36 歳），および筑波大学学生 50 名（男・女性各 25 名；平均年齢 20.81±1.18 歳）であった。高齢者は郵送で，若年者は授業等で参加希望者をリクルートし，実験参加者には規定の謝金が支払われた。

2-2. 実験課題

複合機の消耗品交換課題 2 種を実施するよう，参加者に求めた。いずれも古い消耗品を取り外して新しい消耗品と交換する課題であり，ベルトユニットの交換と定着器ユニットの交換の 2 課題とした。いずれもタブレットの説明を見ながら操作を行うよう求めた。この課題を用いた理由は 3 点ある。まず，参加者が作業をどの程度理解し，どのような場面で間違えやすいのかを調べるために，作業工程がいくつかに分かれ，かつ適度な難易度の課題であることである。次に，説明書の中の写真や図と，本物の機器を見比べ位置の把握を行う課題が，マニュアルの有効性を検証するために適切であったこと，さらに，高齢者や学生のいずれの群にとっても，これらの消耗品の交換は接する機会が稀であり，使用頻度が統制しやすいと考えられたためであった。

2-3. 実験機器

参加者が操作する機器として，A 社の SOHO ユーザ向け複合機を用いた。課題で使用する機器パーツには同社のベルトユニットと定着器ユニットを用いた。また，説明を見るためのタブレット端末には Lenovo ThinkPad 8 8.3 インチを用いた。操作方法として，タッチパネルを用いて手のみで行うよう指示した。動画による説明は Adobe Flash Player で表示し，テキストによる説明は Adobe Acrobat Reader DC を用いた。

2-4. 実験条件

コンテンツ形式の影響とエージェントの効果を検討するために，5 つの条件を比較した。

AV 条件（図 1）では，表示のスタートボタンを押した後にまず，エージェントの紹介が流れ，その後，ステップ 1，ステップ 2，ステップ 3 と各ステップボタンが表示されたスッテプ選択画面が表示された。エージェントはステップ毎に 3 つに大別された操作手順を簡単に説明している。これは，参加者が最初に操作の枠組みを理解することを目的としていた。参加者がステップを選択すると，そのステップに対応した動画が流れた。1 ステップ毎に 1 から 4 つの動画があり，連続して次の動画が流れる。また，動画を選択して視聴することも可能である。つまり，ステップ 1-1 の動画から視聴すると，ステップ 1-1，1-2，1-3，1-4 と自動で再生され，ステップ 1-3 を選択するとステップ 1-3, 1-4 と自動で再生されるようになっていた。さらに，動画下部に「一時停止/再生ボタン」を設置し，動画を途中で止めることができるようにした。ここで流れる動画は A 社 HP で公開している交換手順ムービーを使用した。

V 条件（図 2）は，AV 条件とほぼ同様の説明画面のデザインだった。AV 条件から変更したところは，エ

ージェントの紹介画面とステップ説明画面を無くした2点である。

T 条件（図3）では，文字とイラストで表現された既存のマニュアルから本実験の課題となる作業の部分のみを抜粋し，PDF データ化したものを用いた。画面上で左右に指を滑らすと次のページへ進むようになっていた。



図1　AV 条件のマニュアル



図2　V 条件のマニュアル



図3　T 条件のマニュアル

また，AV 条件，V 条件，T 条件実施後に，新たに2つの条件を追加して実施した。

1 つ目は，確認画面付きのエージェント+動画のマニュアル条件（AVC 条件：Agent-Video confirming 条件）である。AV 条件とほぼ同様のデザインであるが，変更点が 2 点ある。1 点目は，動画の間に確認画面を設けたことである。ステップ内の動画が 1 つずつ停止し，操作上重要となるポイントをエージェントが画面上で提示するようなデザインにした。2 点目は，エージェントによる各ステップの説明を無くしたことである。これらの変更は，マニュアルデザインにおいて AV 条件とは異なるエージェントの役割を目的としてデザインした場合に，エージェントがどのような影響を及ぼすのか検討するために実施した。そこで，AV 条件では，事前に下位目標を設定する役割であったのに対して，AVC 条件では，動画での説明の後に確認をユーザに促すデザインにした。

条件群の二つ目は，確認画面付きの動画条件（VC 条件：Video confirming 条件）である。AVC 条件のエージェントの効果を比較検討するために設置し，マニュアルのデザインは AVC 条件からエージェントのイラストを取り除いたものであった。



図4　AVC 条件と VC 条件の確認画面

2-5.　質問紙

課題時の負担感を調べるために，Visual Analog Scale(VAS) を用いて課題作業に対して「不安を感じている」「緊張している」「自信がある」「安心している」の 4 項目を尋ねた。線分を 0~100 と見立てて，自分が今どの程度項目の感情を抱いているのか，あてはまるところに線を引くよう指示した。さらに，マニュアルに対して「このような“取扱説明書”を今後も使いたいか（使用欲求）」「“取扱説明書”のおかげで作業が楽になったと思うか（容易度）」についても VAS を用いて尋ねた。

加えて，複合機とマニュアルに対する印象評価について，SD 法 6 件法を用いて行ったが，本論文では報告を割愛する。

2-6.　手続き

実験は個別に行った。実施時間は 1 時間半程度であった。

まず実験全体について説明を行い，同意書に記入を求めた。複合機に対する使用経験・使用頻度と，複合機作業に関する負担感他を尋ねた後，発話思考法の説明と練習を行い，課題作業中に考えていることを声に出すよう指示した。その後，マニュアルの操作とベルトユニット交換課題について説明を行い，ベルトユニット交換課題を実施した。なお，交換作業中に自由にタブレットを操作してよいことを参加者に伝えた。ベルトユニット交換課題が終了した段階で，その時点での作業に対する負担感を質問紙で参加者に尋ねた。続いて，定着器ユニットの交換課題の説明を行い，実施した。定着器ユニット交換課題が終了した段階で，再度作業に対する負担感を尋ねた。その後，二つの課題をマニュアルを見ないで，もう一度行うように求め，各終了時に作業負担感を尋ねた。加えて，最後にマニュアルに対して「今後も使いたいか」「作業が楽になったか」を尋ねた。その後インタビューを実施し，実験

を終了した。

AVC 条件，VC 条件では，他の 3 条件と同じ手続きを行った。変更箇所は，「説明書を見ずに行う」2 回目の交換課題を実施しなかった点である。事前の 3 条件で実施した際，どの条件もエラーが少なかったため，手続きから除いた。AVC 条件，VC 条件では定着器ユニットの交換課題の後，使用後のコピー機に対する印象評価，タブレットに対する印象評価，タブレットに対する使用欲求と容易度を尋ねた。その後インタビューを行い，実験を終了した。

3. 結果

3-1. 作業に対する負担感

複合機を操作して作業することにどの程度，負担を感じているか推移を検討した。年齢（高齢者・若年者）×条件（AV・V・T・AVC・VC）×時点（使用前・ベルトユニット後・定着器ユニット後）の 3 要因混合計画分散分析を実施した。

「不安」に関しては，年齢の主効果が有意であり（F（1, 79）=8.70，p<.01），高齢者の方が若年者よりも不安が高いことが示された。時点の主効果が有意であり（F（2, 143）=13.14，p<.00），ベルトユニット交換後が一番不安が高く，続いて定着器ユニット交換後，使用前の順で不安感が高いことが分かった。特に，年齢と時点の交互作用が有意であり（F(2, 143) =7.96，p<.00），高齢者ではベルトユニット交換後に一番不安感が高く，続いて定着器ユニット交換後，使用前の順で不安感が高いことが分かった。また，条件の主効果も有意であり（F（4, 79）=4.81，p<.05），T 条件が V 条件に比べて不安が高いことが分かった。

「緊張」では，条件の主効果は有意ではなかった（F（4, 79）=0.12，n.s.）。年齢の主効果が有意であり（F（1, 79）=8.564，p<.004），高齢者の方が若年者よりも緊張が高いことが分かった。時点の主効果が有意であり，ベルトユニット交換後が，使用前と定着器ユニット交換後よりも緊張が高いことが分かった。また，年齢と時点の交互作用が有意であり（F(2, 126) =5.57，p<0.01），高齢者でベルトユニット交換後に一番緊張が高く，続いて定着器ユニット交換後，使用前の順で緊張が高いことが分かった。若年者は，ベルトユニット交換後が定着器ユニット交換後よりも緊張が高いことが分かった。

「自信」の結果では，年齢の主効果は有意ではなかった（F（1, 79）=0.37，n.s.）。条件の主効果は有意であり（F（4, 79）=3.85，p<.01），AVC 条件と VC 条件が T 条件に比べて自信が高かったと分かった。また，時点の主効果もあり（F（2, 158）=19.36，p<.00），ベルトユニット後と定着器ユニット後が使用前に比べて自信が高くなったことが分かった。

「安心」では，「自信」とほぼ同様の結果が得られた。年齢群に有意な差は見られなかった（F(1, 79) =0.29，n.s. ）。条件の主効果が有意であり（F（4, 79）=5.56，p<.05），AVC 条件と VC 条件が T 条件に比べて安心感が高かったと分かった。また，時点の主効果もあり（F（2, 158）=19.36，p<.00），ベルトユニット後と定着器ユニット後が使用前に比べて安心感が高くなったことが分かった。

以上の結果から，高齢者はタブレットを用いて交換作業を行っている間，不安や緊張が高いことが示唆された。また，「不安」や「緊張」の項目では T 条件の不安が V 条件に比べて高くなり，エージェント効果は得られなかったが，「安心」と「自信」の項目では，AVC 条件，VC 条件の方がポジティブな感情を高めることができた。さらに，不安と緊張のネガティブな評価は，自信や安心のポジティブな評価と相反しないことが明らかになった。ネガティブな面はベルトユニット交換課題後が一番高かったが，一方でポジティブな面もベルトユニット交換課題後に高まることが明らかになった。

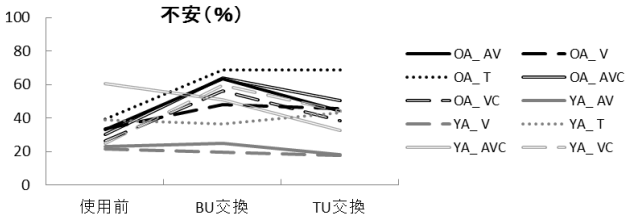


図 5 主観評価「不安」の推移

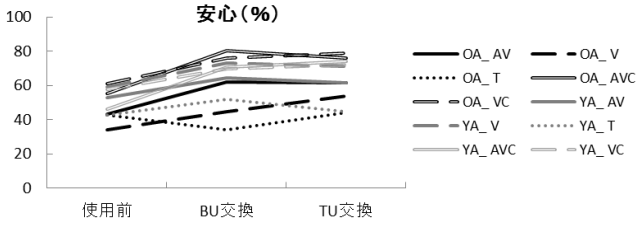


図 6 主観評価「安心」の推移

3-2. マニュアルに対する主観評価

定着器ユニット交換後に，「このような“マニュアル”を今後も使いたいか(使用欲求)」「“マニュアル”のおかげで作業が楽になったと思うか(容易度)」を VAS を

用いて尋ねた。その結果を年齢（高齢者・若年者）×条件（AV・V・T・AVC・VC）の二要因参加者間計画で分散分析を行った。

「このような“マニュアル”を今後も使いたいか」といった使用欲求に関して分析の結果，条件の主効果が有意であり（F (4, 79) =3.66，p<.01），AVC 条件と VC 条件，T 条件が T 条件よりも使用欲求が高いことが示された。一方で年齢の主効果はあらわれなかった（F (1, 79) =0.43，n.s.)。また，「“マニュアル”のおかげで作業が楽になったと思うか」という容易度に関しては，年齢の主効果，条件の主効果ともに有意ではなかった(F(1, 79) =0.74，n.s. ；F(4, 79) =0.94，n.s.)。

「使いたい」という使用欲求に関しては AVC 条件 VC 条件 V 条件と T 条件の間で差がみられた。動画を使った説明の方が従来のような文字やイラストを使った説明書よりも使ってみたいと評価されたが，エージェントによって使用欲求が高まることはなかった。「容易度」に関しては全条件で評価が高く，文字やイラストだけの説明であっても評価が低くなることはなかった。

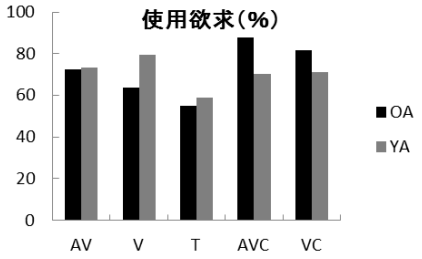


図 7　主観評価「使用欲求」の得点

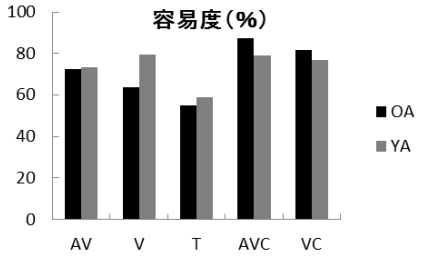


図 8　主観評価「容易度」の得点

3-3.　エラー

ベルトユニット交換課題を 7 つの工程とタブレット操作のエラーに分けてそれぞれの工程でエラーを起こした人数を数えた。各条件の高齢者と若年者を足し合わせ，エラーを起こした人数とエラーを起こさなかった人数に対して χ^2 分析を行った。その結果，「シャットダウン」の時は AV 条件のエラーが減り（χ^2 (4)= 11.76，p<.05)，「ベルトユニットを取り出す」の時では T 条件のエラーが多くなった（χ^2 (4)= 11.14，p<.05)。その他の工程では有意な差は得られなかった（「複合機を開ける」 χ^2 (4)= 3.53，n.s. ;「イメージドラムを取り出す」 χ^2 (4)= 6.26，n.s. ;「ストッパーリリースを取り外す」 χ^2 (2)= 2.93，n.s. ;「ベルトユニットを取り付ける」 χ^2 (4)= 7.60，n.s. ;「イメージドラムを戻す」 χ^2 (4)= 4.44, n.s. ;「複合機を閉める」 χ^2 (4)= 6.25，n.s.)。しかし，「タブレット操作」では，AV 条件でエラーの多さが有意であったのに加え（χ^2 (4)=16.53，p<.01)，VC 条件でエラーの少なさが有意であった。

定着器ユニットの交換では，「定着器ユニットの取り付け」に有意傾向が現れ T 条件でエラーが多くなっていることが示唆された（χ^2 (4)= 8.71p<.10)，他の工程では有意差は現れなかった（「シャットダウン」 χ^2 (4)=0.24，n.s. ;「複合機を開ける」 χ^2 (4)= 5.37，n.s. ;「定着器ユニットを取り出す」 χ^2 (4)= 6.25，n.s. ;「ストッパーリリースを取り外す」χ^2 (4)= 6.93，n.s. ;「複合機を閉める」エラーなし)。「タブレット操作」のエラーに関しては AV 条件でエラーの多さが有意であった（χ^2 (4)= 16.67，p<.01)。

AVC 条件と VC 条件にエラーの減少は見られなかった。AV 条件ではベルトユニットの交換課題の「シャットダウン」の作業時にエラーが減少したが，タブレット操作に関しては，ベルトユニット交換作業，定着器ユニット交換作業とともに AV 条件が一番多かった。これは，AV 条件の情報量が一番多いことが原因の一つに考えられる。動画が次々に流れていく中で，エージェントの音声も加わるため，情報負荷がかかってしまい，タブレットの操作にエラーが生じた可能性がある。ベルトユニット交換課題の「シャットダウン」では，まだ序盤だったため，情報量の多さにより，繰り返し動画を見る，集中して見るなどの行動をとり，エラーが減った可能性がある。一方で，初めてタブレットを操作してマニュアルを使う際，VC 条件でエラーを起こす人が少ないことが分かった。さらに，AV 条件ではタブレット操作のエラーの多さが有意であったものの，AVC 条件でエラーの多さが検出されなかった。動画を 1 つずつ停止させることで，AV 条件のエラーの多さを改善することができたと考えられる。

表 1 「BU_シャットダウン」のエラー人数

条件（N=20）	error	no_error
AV	6	14
V	13	7
T	13	7
AVC	15	5
VC	15	5

表 2 「BU_タブレット操作」のエラー人数

条件（N=20）	error	no_error
AV	11	9
V	6	14
T	2	18
AVC	5	15
VC	1	19

表 3 「TU_タブレット操作」のエラー人数

条件（N=20）	error	no_error
AV	3	17
V	4	16
T	8	12
AVC	3	17
VC	1	19

表 4 「TU_タブレット操作」のエラー人数

条件（N=20）	error	no_error
AV	5	15
V	0	20
T	1	19
AVC	0	20
VC	0	20

3-4. 課題遂行時間

消耗品交換課題のエラーと同様に，作業工程をベルトユニット交換課題では 7 つ，定着器ユニット交換課題では 6 つに分けて，作業を開始してから次の作業に移るまでの時間を計測した。作業時間の分散が大きかったため，Kruskal-Wallis の検定でノンパラメトリック分析を行い，各条件群の課題遂行時間の差を検討した。

ベルトユニット交換課題合計遂行時間の分析の結果は有意であり（χ^2 (4)= 40.13, p<.00），AV 条件 V 条件 T 条件よりも AVC 条件の方は遂行時間が短く，AV 条件 V 条件よりも VC 条件の遂行時間が短いことが明らかになった。また，定着器ユニット交換課題の合計遂行時間の分析の結果条件群の差が有意であり（χ^2 (4)= 39.58, p<.00），AV 条件 V 条件 T 条件よりも AVC 条件の方は遂行時間が短く，AV 条件 V 条件 T 条件よりも VC 条件の遂行時間が短いことが明らかになった。

また，各作業工程の遂行時間を検討した結果，ほとんどの工程で有意差がみられ，AVC 条件，もしくは VC 条件の遂行時間が短いことが明らかになった（「BU_シャットダウン」χ^2 (4)= 32.05, p<.00；「BU_複合機を開ける」χ^2 (4)=30.37, p<.00；「BU_ID を取り出す」χ^2 (4)=6.41, n.s.；「BU_BU を取り出す」χ^2 (4)=13.49, p<.01；「BU_BU を取りつける」χ^2 (4)=12.10, p<.05；「BU_ID を戻す」χ^2 (4)=21.75, p<.00；「BU_複合機を閉める」χ^2 (4)=8.69, p<.10, 有意傾向；「TU_シャットダウン」χ^2 (4)= 31.03, p<.00；「TU_複合機を開ける」χ^2 (4)=28.04, p<.00；「TU_TU を取り出す」$\chi 2$ (4)=9.69, p<.05, ；「TU_SR を取り出す」χ^2 (4)=18.53, p<.00；「TU_TU を取りつける」χ^2 (4)=10.85, p<.05；「BU_複合機を閉める」χ^2 (4)=7.59, n.s.）。

表 5 ベルトユニット交換課題遂行時間（秒）

条件 (N=20)	シャットダウン	内部を開ける	ID を取り出す	BU を取り出す	BU を取り付ける	ID を戻す	内部を閉める	合計遂行時間
AV	139.0	285.0	122.0	90.0	178.0	112.5	27.5	1083.0
V	149.5	200.5	110.0	89.0	156.5	74.0	29.5	928.0
T	147.0	153.5	141.5	115.0	156.0	67.5	27.5	981.0
AVC	89.0	56.5	101.5	52.0	131.0	58.5	21.0	533.0
VC	78.5	80.0	91.5	71.5	186.0	108.0	38.0	639.5

合計遂行時間の結果，AVC 条件，VC 条件で遂行時間が短いことが分かった。また，各工程においても AVC 条件, VC 条件で好きお香時間が短いことが分かった。この中で，特徴的な傾向を表していた「BU_複合機を開ける」について言及する。AV 条件 V 条件 T 条件よりも AVC 条件の遂行時間が短いことが明らかになったが，一方で VC 条件は AV 条件との間でのみ有意差がみられた。ほかの作業工程では，ほぼ同様の結果を示していたが，AVC 条件の遂行時間の短さが顕著になった。

4. 考察

主観評価において不安緊張などの作業時のネガティブな面はベルトユニット交換後に最も高くなったが，自信や安心もベルトユニット交換作業後に高まることが分かり，相反する関係ではないことが分かった。また，自信や安心といったポジティブな側面は AVC 条件と VC 条件で高くなった。さらに，説明書による操作の容易度の主観評価は条件によって変化しなかったものの，マニュアルの使用欲求に関しては，従来のイラストや文字で表示された T 条件よりも AVC 条件 VC 条件の方が高くなることが分かった。これらのことから，動画が連続して再生されるマニュアルよりも，各動画が止まり，重要なポイントを提示するマニュアルの方が主観的な評価が高いことが示唆された。

操作過程のエラーに関しては，条件間に大きさ差は見られなかったが，タブレット操作のエラーに関しては，最初に行ったベルトユニットの交換作業では AV 条件でエラーをする人数が多くなったのに対し，VC 条件でエラーを犯した人数が少なかった。AV 条件はマニュアル上で与えられる情報が多いことでエラーが誘発されてしまうと考えられる一方で，VC 条件でエラーが少ないのは確認画面が置かれることで情報が整理されやすくなり，タブレット操作を行う余裕が生まれるからと考えられる。

作業時間に関しても AVC 条件 VC 条件と他の条件との差がみられた。これも，エラー同様，動画が流れてしまうことで，情報の整理がつかなくなっているところを，確認画面を置くことで今目の前にある作業に集中できるという点が有効に働いているからだと考えられる。また，AVC 条件のマニュアルの効果が特に現れていたのが，ベルトユニット交換課題時の「複合機を開ける」という工程である。この時，AVC 条件の確認画面では，目や腕が付いた複合機型のエージェントが自身の体を持ち上げて内部を開けるようなイラストを提示した。そのため，参加者にとって説明書内の複合機の方向が分かりやすくなり，エラーからの復帰が早かったのではないかと考えられる。以上の結果から，動画による説明における，確認画面の有効性と，エージェントを用いたデザインの検討に示唆を与えることができた。

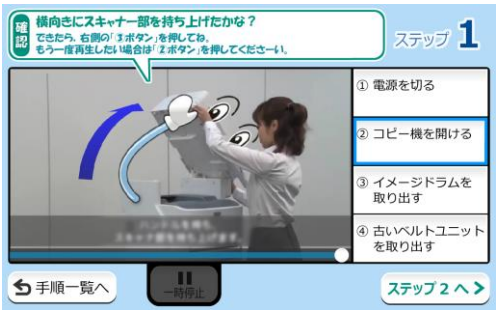


図 9 複合機を開ける確認画面（AVC 条件）

本研究では，オフィス機器のメインテナンス作業を対象としたマニュアルについて，コンテンツ形式ならびに擬人化エージェント付加の効果を検討した。

マニュアルのコンテンツ比較として動画と静止画のコンテンツを比較するとともに，動画での取扱説明にエージェントを加えエージェントのマニュアル理解促進の効果を検討した。その結果，AV 条件には動画の効果は現れたものの，エージェントの効果は表れなかった。下位目標の枠組みを参加者に持たせるためにエージェントに導入の説明を行わせたことで，参加者はそれを単なる説明と思い，動画上の説明と役割が混同してしまったことが原因である可能性が考えられる。AVC 条件では，エージェントは動画間で重要なポイントを確認する役割を持たせた。その際，機器全体の方向を把握しなければいけない場面などのエージェントの身体表現を活かすことができる操作場面であれば，タブレット画面上の機器の向きと，実際の機器との関係の理解が素早く行うことができる可能性が示唆された。

しかし，本研究の問題点としては，エージェントの身体表現による理解促進の効果がみられた場面が一部だけであり，AVC 条件 VC 条件間の差はあまりなかったことが挙げられる。今後は，どのような状況であればエージェントの身体性をうまく生かすことができるのか，場面を想定しながら，より深く検討していく必要がある。また，AV 条件のタブレット操作のエラーが増えるといったように，エージェントを入れることに

よって情報量が増えてしまい，逆に操作を難しくしてしまう可能性がある。どのようにエージェントを提示していくことが適切なのか，合わせて検討していく必要があるだろう。

本研究では，エージェントに対する加齢の影響も調べていたが，エージェントに対する評価に条件による大きな差は見られなかった。インタビューを行った際，AVC 条件の高齢者若年者共に「エージェントがいることによって分かりやすくなっている」と発話していたことから，年齢に関係なくエージェントからの情報を好意的にとらえていた可能性がある。このことから，ユニバーサルデザインに画面上でのエージェントが有効であると示唆することができた。

本調査では，動画による説明の効果とエージェントによるデザインの効果について探索的に検討した。動画での説明であっても，連続して流すと情報が過ぎ去ってしまい，作業にエラーが起きやすくなることが示唆された。そのため，動画を細かく区切り，確認を促すことでエラーの増加を抑え，作業時間の短縮につながることが分かった。また，エージェントの身体性を確認画面で生かすことで，方向性の手がかりとなる可能性が示唆された。

今後は本調査で見られた点を，より厳密に検討していく。

文献

[1] Castro-Alon.s.o, J. C., Ayres, P., & Paas, F. (2015). Animation.s. showing Lego manipulative tasks: Three potential moderators of effectiveness. *Computers & Education*, *85*, 1-13.

[2] Hasegawa, R., Harada, E. T., Kayano, W., & Osawa, H. (2015, August). Animacy perception of agents: Their effects on users behavior and variability between age groups. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on* (pp. 106-111). IEEE.

[3] Meyer, J. H., & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological con.s.ideration.s. and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher education*, *49*(3), 373-388.

[4] 中西美和，安間裕起，中村洋平，& 勝木辰明. (2013). マニュアルのメディア形態が作業手順の学習に及ぼす影響: 媒体の違い及びコンテンツの違いに焦点を当てて. *人間工学*, *49*(3), 132-143.

[5] 中西美和，安間裕起，中村洋平，& 勝木辰明. (2013). マニュアルのメディア形態が作業手順の学習に及ぼす影響: 媒体の違い及びコンテンツの違いに焦点を当てて. *人間工学*, *49*(3), 132-143.

[6] 大澤博隆, & 今井倫太. (2008). 擬人化した家電機器からの機能説明手法の評価. *情報処理学会研究報告知能と複雑系 (ICS)*, *2008*(5), 17-22.

[7] Spangenberg, R. W. (1973). The motion variable in procedural learning. *AV Communication Review*, *21*(4), 419-436.

[8] 鈴木聡, & 山田誠二. (2005). 擬人化エージェントによるオーバハードコミュニケーションのユーザの態度への影響. *情報処理学会論文誌*, *46*(4), 1093-1100.

身体的なインタラクションを通したコミュニケーション欲求に基づく他者モデルの構築過程

Process of Agency Identification Based on the Desire to Communicate in Embodied Interaction

坂本 孝丈，竹内 勇剛
Takafumi Sakamoto, Yugo Takeuchi
静岡大学創造科学技術大学院
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
dgs14010@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

Humans can communicate because they adapt and adjust their behavior to each other. We hypothesize that developing a relationship with others requires coordinating the desire to communicate and that this coordination is related to agency identification. To model this initial phase of communication, we created an experimental environment to observe the interaction between a human and an abstract-shaped robot whose behavior, moving on the floor and rotating, was mapped by another human. The participants were required to verbalize what they were thinking or feeling while interacting with the robot. At present, we do not have a sufficient number of participants, and experiments and data analysis are ongoing. We must verify the effects of interaction patterns and inspect what type of action and reaction are regarded as signals that enhance interpersonal interaction.

Keywords — Interaction, Agency, Communication relationship

1. はじめに

他者とのコミュニケーションは，相手が心を持っていることを前提とし行われる．このような人–人インタラクションにおいては，相手の内的状態に基づく行動モデルである他者モデルの構築が重要である．一方で対象が人であるからといって必ずしも他者モデルが必要になるとは限らない．例えば，交差点の人混みでは相手の心を想定することなく，ただすれ違うことができる．このような場合，対象が人であるにもかかわらず人–物インタラクションが行われていると見做すことができる．また，人がコンピュータに対して対人的な反応を示すメディアイクエージョン [1] は，物に対する人–人インタラクションであるといえる．これらのことから，他者モデルを構築すべき対象か否かはインタラクションを通して判断されると考えられる．

社会性の認知においてインタラクションを重視するアプローチとして，心の理論における Interaction Theory[2] や社会性認知のエナクティブアプローチ [3] が挙げられる．さらに，ミニマムな身体表現を用いたインタラクションを用いた成人間のインタラクションからコミュニケーションが成立する過程を明らかにする研究が行われている [4, 5]．これらの研究から，たとえ外観から得られる情報がなくともインタラクションのみから対象を他者と見做すことが可能であることが示されている．しかし，インタラクションを方向づけるような課題を設けない状態でのインタラクションを観察するような研究はほとんど行われていない．課題が設けられている状況では，対象と関わりたいという自身のコミュニケーション欲求がない状態や，対象のコミュニケーション欲求の有無を判断する過程が含まれていない．そこで本研究では，インタラクションを行う前提がない状態である未知の対象と人がどのようなインタラクションを行い，その対象に他者性を認知し得るのかという点に注目する．そこから，対象が自身と関わろうとしていると見做し，他者モデルを構築する過程を明らかにすることを目指す．

2. 背景

2.1 他者性認知過程

図 1 にインタラクションを行う前提がない状態を始点とした他者性認知過程のモデルを示す．インタラクションを行う前提がない状態であっても同じ環境内に物理的な身体を有する対象が存在する場合，身体レベルでのインタラクションは常に成立している状態である見做すことができる．例えば，双方が全く動かなかったとしても「相手と関わるつもりがない」という

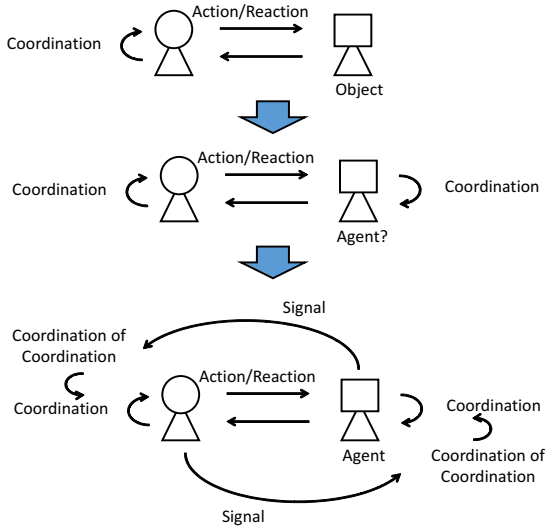


図 1　他者性認知過程

均衡が維持された関係性におけるインタラクションであるといえる．この状態から，身体レベルでのほとんど意識的されてないインタラクションを通して対象が自身と関係を構築し得る存在であることに気付く．そこから，その可能性を検証する段階に移行すると考えられる．本研究では，この他者性認知過程のモデルの妥当性を検討する．また，他者性を認知する方向に段階が進むきっかけとなるようなインタラクションの要因を特定し，その振る舞いをモデル化することを目指す．

人同士のコミュニケーションでは，互いの距離間や視線のやり取りなどを介して相手との関係性を調整しながら行われており，このような調整はあまり意識されずに行われている [6, 7, 8]．例えばエレベータに他者と乗り合わせた場合，できるだけお互いの距離が近づかないような位置に留まり，止むを得ず距離が近づく際にはできるだけ視線を逸らすだろう．このようなやり取りは「親密さを近づけるつもりがない」というメタメッセージを送り合っていると解釈することができる．一方で，対物的なインタラクションは人と物との関係性は固定されているか，人が一方的に関係性を決定している状態である．対象の振る舞いに相互の関係性を記述するメタメッセージが含まれていることに気付くことが他者性認知に必要であると考えられる．関係性を構築するために最初に交わされるやり取りは「関わりを持ちたい」というコミュニケーション欲求のやり取りであると考えられる（図 2）．このやり取りがどのような身体的インタラクションとして現れるのかを観察し，モデル化する必要がある．

対象との関係性がほとんど意識されていない段階から

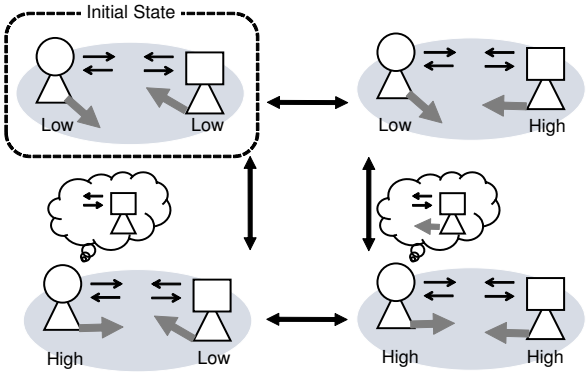


図 2　自身と対象のコミュニケーション欲求の遷移

ら対象との関係を構築しようとする段階への変化を検討するためには，インタラクション最中の当事者の内的状態の変化を捉える必要がある．そこで，本研究ではインタラクションを行っている当事者に自身の内部状態を逐一報告させる Think-aloud 法 [9, 10] を用いる．これにより，インタラクション最中の人の内的状態の変化を捉え，その変化のきっかけとなるような身体レベルのインタラクションについて検討を行う．

2.2　これまでの研究成果

先行研究では，未知の対象として床面を移動する機能のみを有する抽象的な形状のロボットを用いて実験を行った [11]．結果として，人とロボットの動きのタイミングが同期することが対象に他者性を認知するきっかけとなっている可能性が示唆された（図 3）．しかし，具体的にインタラクションのパターンがどのように変化していたかについて定量的に示すことはできていない．床面の 2 次元座標のみでは，参加者とロボットの距離や移動速度の変化などの要素から動きの同期が偶然なのか，社会的なインタラクションとして生じたものなのかを判断することが難しい．また，対象への接近や回避がコミュニケーション欲求に基づく行動なのか，接近–回避という関係の構築によるものなのかを切り分けることが困難であった．そこで本研究では，床面の 2 次元移動に回転方向の動きを加えることにより，身体位置と身体方向によるインタラクションを観察する実験を行う．これにより，人とロボットの間のインタラクションを距離，移動速度，移動方向，身体方向などの要素で分類し，その変化から関係性が対人的なものへ発展するきっかけを捉える．

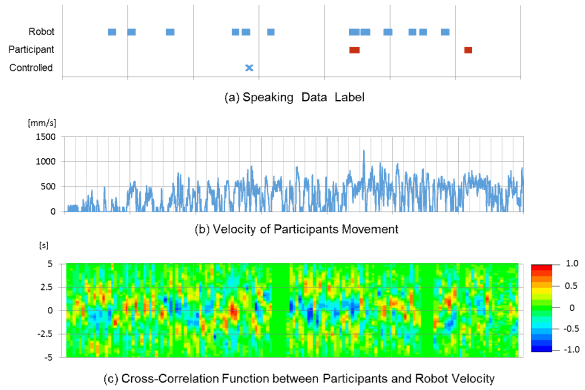


図 3　コミュニケーション欲求が低い状態から始まるインタラクションの変化の分析

3.　実験

本実験では，インタラクションを行う前提がない対象との身体的なインタラクションを通して，対象が自身と関係を構築し得る存在であると認知する過程を明らかにすることを目的とする．そこで，床面を移動，回転する機能のみを有するロボットを介した人同士のインタラクションを観察する．ロボットの動作を別室の他者の動きに対応させることで，対象に他者性を認知していない状態でありながら対人的な関係が成立し得るインタラクションの観察を行うことができる．また，Think-aloud 法を用いることによりインタラクション最中の人の内的状態と振る舞いとの関係性について分析を行う．

なお，現在のところ実験と分析を行っている最中であるため，本稿では実験方法と分析方法について述べる．

3.1　実験方法

3.1.1　実験環境

実験環境の概要を図 4 に示す．実験は，同様の装置で構成された 2 つの部屋を用い，参加者 2 名 1 組で行う．各部屋の床はテープにより直径 3 メートルの円形で区切られており，円形内が参加者とロボットがインタラクションを行うフィールドとなる．参加者の位置はレーザーレンジファインダー（北陽電気社，URG-04LX）で測定される．この位置座標は PC のソケット通信により，両部屋間で相互に送受信される．また，身体の向きは Nexus 5X の地磁気センサーにより取得され，無線 LAN を経由し別室の PC へとソケット通信により送信される．各部屋のロボットの位置と向きは別室の参加者の位置座標と身体方向に一致するように制御される．これによりそれぞれの部屋の参加者の移動が別室のロボットの移動に対応することになる．ロボットは方向転換せずに全方位移動可能なロボット（Nexus Automation Limited,3WD 100mm Omni Wheel Mobile Robot ）を用いる（図 5）．ロボットは，Bluetooth により PC との通信を行い制御する．また，ロボットの位置は各車輪のエンコーダから求め，Web カメラの映像から画像処理により位置の補正を行う．参加者の発話内容はヘッドセットに接続されたヴォイスレコーダにより録音する．

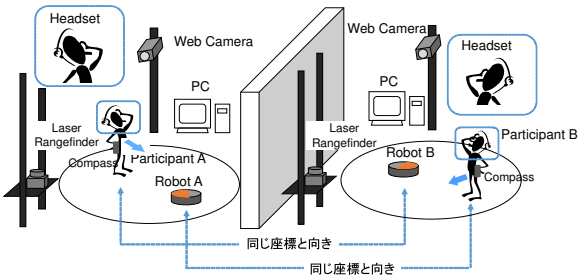


図 4　実験環境

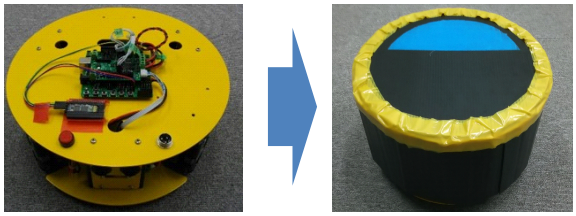


図 5　ロボットの外観

3.1.2　実験条件

実験条件はロボットの動きが別室の参加者のものであることを教示する条件（教示あり条件）と，ロボットの動きに関する教示を行わない条件（教示なし条件）である (図 6)．教示あり条件では，ロボットの振る舞いは別室の他者のものであると見做されるため，相互の関係性の調整を伴うインタラクションが実験開始直後から観察される．一方で教示なし条件では，ロボットに対して他者性を認知していない状態からインタラクションが開始される．この 2 つの条件におけるロボットとの距離や向きに応じた参加者の振る舞いの特徴を比較することで，コミュニケーション欲求の調整や他者性認知がどのような過程に基づいているのかを明らかにする．

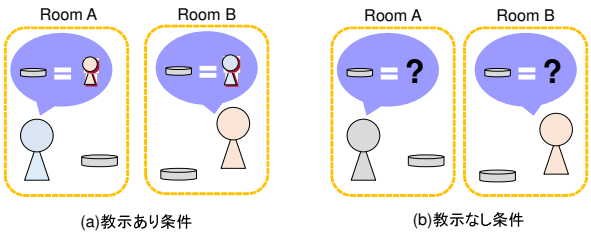


図 6　実験条件



図 8　インタラクションの様子

3.1.3　実験手順

実験手順を図 7 に示す．実験は実験参加者 2 名 1 組で行う．双方の参加者はお互いに相手の存在を知らされない状態で別々の部屋に案内される．参加者に「実験課題は思ったことや考えたことをすべて声に出して発話する課題である」と教示し，発話の練習としてタングラム課題を行わせる．タングラム課題終了後，ロボットとのインタラクションを行う段階に移る．参加者には練習と同様に思ったことや考えたことを発話するように教示を行う．ただし，課題時間中は円形のフィールド内から出ないようにし指示する．教示なし条件の参加者にはロボットの振る舞いに関する教示を与えず，自由にするように教示を行う．教示あり条件の参加者にはロボットの振る舞いが別室の参加者の動きに対応していることを説明し，自由にするように教示を行う．その後，参加者を部屋で一人にし，開始の合図とともに，互いの部屋のロボットが他方の部屋の参加者の位置に対応し動作する (図 8)．課題終了後，アンケートの回答を行わせる．



図 7　実験手順

3.1.4　観察項目

- 実験協力者の位置座標のログデータ（125ms 毎）
- ロボットの位置座標のログデータ（125ms 毎）
- 実験協力者の身体方向ログデータ（125ms 毎）
- ロボットの方向のログデータ（125ms 毎）
- 実験協力者の発話データ（125ms 毎）
- ビデオカメラにより撮影した実験協力者の行動
- 実験後のアンケート

3.2　分析方法

図 2 で示したコミュニケーション欲求の状態によって生じるインタラクションの特徴が異なると考えられる．双方のコミュニケーション欲求が低い状態におけるインタラクションでは，無意識的なインタラクションとして動作のタイミングの同期や身体方向の変化のタイミングが同期すると考えられる．これらの同期が生じたタイミングは

- 移動速度の相互相関関数

$$f(k) = \frac{Cov(A_t, B_{t+k})}{\sigma_{A_t}\sigma_{B_{t+k}}} \quad (1)$$

- 身体方向の相関係数

$$\rho_{cc} = \frac{\sum_i \sin(\alpha_i - \bar{\alpha})\sin(\beta_i - \bar{\beta})}{\sqrt{\sum_i \sin(\alpha_i - \bar{\alpha})^2 \sum_i \sin(\beta_i - \bar{\beta})^2}} \quad (2)$$

から求めることできる．

相互のコミュニケーション欲求が高まるについてれ，参加者とロボットの振る舞いがそれ以前の相手の振る舞いから受ける影響が大きくなると考えられる．このことを検証するために，まず参加者とロボットの振る舞いを，図 9 に示すような，静止．回転，移動，方向転換の 4 つの状態に分類する．分類の方法として，ある区間内（n フレーム分）の移動速度の合計，身体方向の変化量，移動方向の分散を用いる．分類後，それぞれの状態から別の状態への遷移の頻度や，遷移の要因を検証する．例えば，参加者が静止の状態から移動の状態へ移行した個所について，その直前（k 秒前）

のロボットの状態が移動となる頻度を示すことができる．さらに，そのような状況における移動方向や身体方向などの要素の分布を求めることで，参加者とロボット間の振る舞いの関係性を求めることが可能である．相互の振る舞いの定量的な記述ができれば，発話データと対応付け，コミュニケーション欲求の変化や他者性認知過程をモデル化できると考えられる．

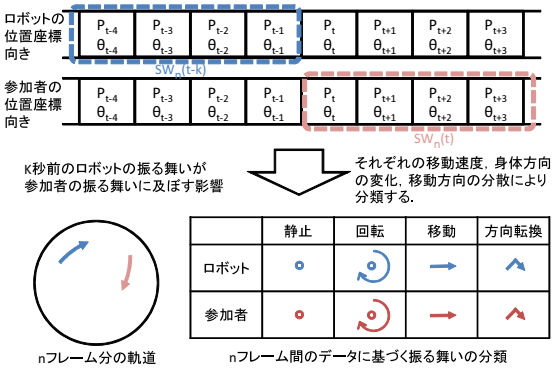


図 9　ロボットおよび参加者の振る舞いの分類方法

4.　まとめ

本研究では，人が未知の対象に対して自身と関係を構築し得る存在である可能性に気付く過程を含んだ他者性認知過程をモデル化することを目的としている．これまでの研究結果から，対象との動き出しのタイミングの同期が対象が自身と関係を構築し得る存在である可能性に気付くきっかけとして機能していることが示唆されている．しかし，対象とのインタラクションがどのように変化したのかを対象との距離や身体方向などの要素から具体的に記述する段階には至っていない．そこで本研究では，床面を回転・移動するだけの抽象的な形状の未知のロボットを介した人同士のインタラクションを観察する実験を行う．インタラクション最中の参加者の内的状態を Think-aloud 法により取得することで，参加者がロボットとの関係性をどのように捉えていたかを分析し，参加者の行動データからインタラクションのパターンの変化を捉える．現段階では実験および分析を行っている最中であるが，本研究の発展により他者性認知過程をモデル化できれば，人–人工物のファーストコンタクトにおける人工物の振る舞いをデザインすることが可能となる．例えば，人の振る舞いからその人が人工物とのインタラクションを求めているか否かを判断することができ，必要に応じてインタラクションを開始するためのきっかけとなるアクションを人工物側からしかけることができると考えられる．これにより，ロボットなどの自律的に振る舞う人工物が社会に迎合されることが期待される．

謝辞

本研究は，MEXT 科研費 26118001 の援助を受けたものである．

参考文献

[1] Reeves, B. and Nass, C. (1996), “The Media Equation”, Cambridge University Press.
[2] Gallagher, S. (2001) “The practice of mind: Theory, simulation, or primary interaction?”, Journal of Consciousness Studies, Vol.8, pp.83–108.
[3] De jaegher, H., Di Paolo, E. (2007) “Participatory Sense-Making: An enactive approach to social cognition”, Phenomenology and the Cognitive Science, Vol.6, pp.485-507.
[4] 飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎 (2012)“身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発”, 電子情報通信学会論文誌.A, 基礎・境界, J95-A(1), pp.165–174.
[5] Auvray, M., Lenay, C., Stewart, J (2008) “Perceptual interactions in a minimalist virtual environment”, New Ideas in Psychology, Vol.27, pp.32–47.
[6] Hall, E.T. (1966) “Hidden Dimension”, Doubleday Company. (日高敏隆, 佐藤信行 (訳)『かくれた次元』. みすず書房, 1970)
[7] Argyle, M. and Dean, J. (1965). “Eye-contact, distance and affiliation”. Sociometry, Vol.28, pp.289–304.
[8] Burgoon, J. K., Stern, L. A., Dillman, L. (2007). “Interpersonal adaptation: Dyadic interaction patterns”, Cambridge University Press.
[9] Ericsson, K.A. and Simon, H. A., (1980) “Verbal reports as data”, Psychological Review, Vol. 87, pp. 215–251.
[10] Ericsson, K.A. and Simon, H. A., (1993), “Protocol Analysis: Verbal Reports as Data (Rev. Ed.)”, MIT Press, 1993.
[11] Sakamoto, T. and Takeuchi, Y. (2015) “Model of Agency Identification through Subconscious Embodied Interaction”, Proceedings of the 3rd International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2015), Proceedings of HAI2015, pp.79–83.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

嘘を吐く時に何が心をよぎるのか
What We Think about When We Tell a Lie

石川　悟
Satoru Ishikawa

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
ishi_s@hokusei.ac.jp

Abstract

In this study, participants were requested to refuse an invitation from his friend by telling a lie, and to evaluate considerations while thinking the lie subjectively. Participants were categorized three groups with these evaluated values, especially depending on the degree of avoidance of responsibility. This tendency to avoid responsiveness was also observed in the contents of lies told by subjects.

Keywords — Telling a Lie, Avoidance of Responsibility

1. はじめに

人が嘘を吐く時，あるいは他者を騙そうとする時，他者を自身の意図通りに誘導させるのであれば，多くの事柄を考慮する必要がある．これまでの研究では嘘を吐く相手となる他者のどのような内的過程を推定しているか[1][2,]，あるいは嘘を吐く時に他者の内的過程をどれだけ推定しようとしているのか[3]，検討を進めてきた．

実際に嘘を吐く時には，このような内的過程の推定をおこないつつ，嘘を吐くことによって自身が受ける利益や嘘が露見した時に被る被害，あるいは嘘を吐いた相手に対して与えるであろう影響や嘘を吐くことによって相手が被る被害等，様々なことを考慮して，「どのような嘘」を吐くべきか決定していると考えられる．さらにこれらの事項の内，どの事項をどれだけ考慮するのかによって，嘘を吐く行動は影響を受け，実際に吐かれる嘘の内容も異なってくると考えられる．本研究では，被験者に嘘を吐かせた後に主観的に評価させた「嘘を吐く時に自身が考慮した」ことと「吐かれた嘘」との間に，どのような関連性が見られるのか探索的な検討をおこなった．

2. 方法

「嘘を吐く時に自身が考慮した」ことと「吐かれた嘘」との関連性を検討する嘘吐き場面は，質問紙として用意した．被験者には，文章で提示された「ある場面」の「あなた」になったつもりで２回嘘を吐かせ，続く回答項目に回答させた．

被験者　大学生 150 名(女性 75 名，男性 75 名）が実験に参加した．

質問紙　被験者は，提示された「ある場面」を想像しながら文章を読み進め，その後に設けた質問に回答した．「ある場面」には，被験者である「あなた」と，「友人 A」，「友人 B」を登場させた．「友人 A」との関係は，『最近知り合った「あなた」と同性の友人』であり，『「友人 A」は「あなた」を慕っているが，「あなた」は「友人 A」が苦手』，とした．一方「友人 B」との関係は，『昔からの付き合いのある「あなた」と同性の友人』であり，『お互いに慕い合う関係』とした．

被験者に読ませた「ある場面」は次のようなものだった．被験者である「あなた」が「友人 A」から遊びの誘いを受け，乗り気ではなかったが遊ぶ誘いを承諾した．翌日，「あなた」は「友人 A」と約束していた日時と同じ日時に「友人 B」から遊びに誘われ，「友人 B」の誘いを受けることを決め，「友人 A」からの誘いを断る嘘の口実を，「友人 A に嘘をついて誘いを断ることにしました．このとき「あなた」ならどのような嘘をつきますか？」と教示し回答させた（１回目の嘘）．この時「友人 B」は「あなた」が「友人 A」の誘いを断って自分の誘いを受けたということは知らないことにした．

続いて，「友人 B」と約束をした日に「あなた」が「友人 B」と軽い食事をしていると偶然「友人 A」が現れ「あなた」に声をかけてきた場面を読ませ，その状況で「友人 A」に返す言葉を，「あなた」は A さんに何か言い訳をするとします．「あなた」ならどのような言い訳をしますか？」と教示し，回答させた（２回目の嘘）．

２回の嘘を回答させた後で，「１回目の嘘」の回答時と「２回目の嘘」の回答時に被験者「嘘を吐く時に自身が考慮した」ことが何か以下の様に回答させた．

まず「１回目の嘘」の回答時に，「嘘が友人 A にばれないようにすること」，「友人 A がどのような気持ちになるのか」，「自分が友人 A に責められるのではない

か」の３項目,「あなた」自身の状態に関する５項目（「怒られること」,「嘘がばれること」,「どうしたら嘘を隠せるのか」,「嘘を隠すことができるのかどうか」,「嘘をつくときの表情を含む振る舞いについて」），および「友人A」に関する５項目（「嘘をついてしまうということ」,「傷つけてしまうこと」,「怒らせてしまうこと」,「悲しませてしまうこと」,「失望させてしまうこと」）のそれぞれをどの程度考えていたか，１（全く考えなかった)～５（とてもよく考えた）の５件法で回答させた.

次いで,「２回目の嘘」の回答時に「自身が考慮した」こととして,「１回目の嘘のこと」,「友人 A に関すること」,「友人Bに関すること」,「あなたに関すること」の４項目，および「あなた」自身の状態に関する５項目（「怒られること」,「責められること」,「どうしたらうまく切り抜けられるのか」,「その発言が適切かどうか」,「表情を含む振る舞いについて」），友人Aに関する５項目（「嘘をついてしまうということ」,「傷つけてしまうこと」,「怒らせてしまうこと」,「悲しませてしまうこと」,「失望させてしまうこと」），さらに「友人B」に関する４項目（「傷つけてしまうこと」,「怒らせてしまうこと」,「悲しませてしまうこと」,「失望させてしまうこと」）のそれぞれをどの程度考えていたか，１（全く考えなかった)～５（とてもよく考えた）の５件法で回答させた.

3. 結果

「１回目の嘘」を吐いた時に考えていた程度（「嘘が友人Aにばれないようにすること」,「友人Aがどのような気持ちになるのか」,「自分が友人Aに責められるのではないか」）と，「２回目の嘘」を吐いた時に考えていた程度（「１回目の嘘のこと」,「友人 A に関すること」,「友人Bに関すること」,「あなたに関すること」）に対する回答結果にしたがってクラスター分析をおこなった結果，３群（A群(91名)，B群(41名)，C群(16名)）に分けられた.

クラスター分析に用いたそれぞれの回答項目への回答結果を従属変数とし，クラスター分析に依り分けられた群を要因（３水準）とする分散分析の結果，どの質問項目においても群要因の主効果が見られ,「１回目の嘘についての３項目」，および２回目の嘘の時の「１回目の嘘のこと」と「友人 A に関すること」では，A群，B 群が C 群よりも高い値を示した．一方,「２回目の嘘」を吐いた時の「友人Bに関すること」と「あなたに関すること」についてはA群の値がB群，C群よりも高くなった（図１参照）.

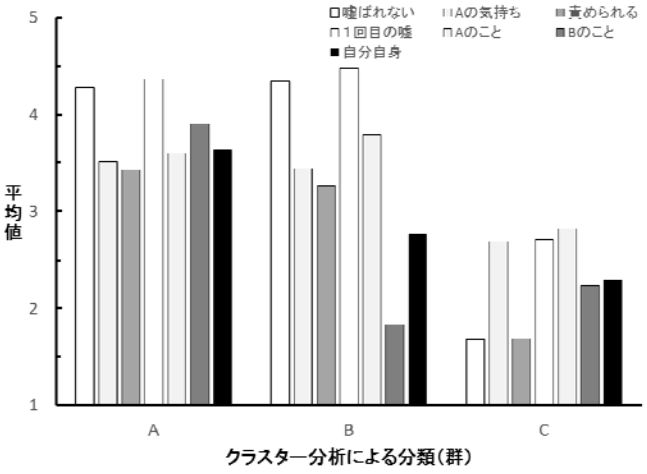


図１．群別の各評価項目の平均値

すなわち，A群の被験者は,「１回目の嘘」の時は「友人A」に嘘がばれないことを考慮し,「2回目の嘘」の時は「嘘のこと」に加え友人のことや自分のことについても考慮する傾向がみられた．B 群の被験者は,「1回目の嘘」の時にはA群同様「友人A」に嘘がばれないことを第一に考えるが,「2回目の嘘」の時は嘘のことと「友人A」に関することを考慮する一方で,「友人B」のことや自分に関することは考慮しない傾向が見られた．C群の被験者はA・B群とは大きく異なり,「1回目の嘘」と「2回目の嘘」のどちらの嘘を吐く時に，いずれの質問項目に対しても十分に考慮する傾向は見られなかった.

このような傾向が実際に被験者が吐いた嘘とどのように関連しているのか明らかにするため，まず被験者が「１回目の嘘」として回答した結果を，その内容にしたがって以下のように７つに分類した（表１）.

表1. 被験者が吐いた嘘の分類（1回目の嘘）

	内容
タイプA	約束の日時にバイトが入った
タイプB	約束の日時に家族／親族に関わる用事が入った
タイプC	約束の日時に自身に関わる用件ができた
タイプD	約束の日時に急用ができた（用件を示さない）
タイプE	約束の日時に先約があったことを忘れていた
タイプF	約束の日時に先約があった
タイプG	「Bさんとの約束」と特定した

次にクラスター分析により分類された各群の被験者が「１回目の嘘」としてどのような嘘をどれだけ吐いたのか調べたところ表２のようになり，群ごとに吐く嘘の傾向が異なった（$\chi^2[12] = 28.7, p < .01$）.

図１．群別の回答結果

表2. 各群の被験者が吐いた嘘のタイプわけ（1回目の嘘）

	A群	B群	C群
タイプA	25	8	1
タイプB	17	11	2
タイプC	16	3	1
タイプD	17	3	4
タイプE	6	7	1
タイプF	7	9	7
タイプG	3	0	0

同様に被験者が「２回目の嘘」として回答した結果を，その内容にしたがって５つに分類した（表３）．

表3. 被験者が吐いた嘘の分類（2回目の嘘）

	内容
タイプあ	用件が早く終わった／無くなった
タイプい	用件が終わり／無くなり，偶然Bさんに会った
タイプう	用件が終わった／無くなったのでBさんと会うことにした
タイプえ	用件が無くなった後Bさんから誘われた
タイプお	急な用件がBさんと会うことだった

その上で各群の被験者がどのような嘘をどれだけ吐いたのか調べたところ表４のようになり，群ごとに吐く嘘の傾向が異なった（$\chi^2[8] = 19.9, p < .05$）．

表4. 各群の被験者が吐いた嘘のタイプわけ（1回目の嘘）

	A群	B群	C群
タイプあ	44	22	1
タイプい	11	1	2
タイプう	4	0	0
タイプえ	4	1	0
タイプお	26	17	11

4. 考察

「嘘をつく時に自身が考慮した」ものが何か，そしてその程度がどのくらいか探索的に検討を行った結果，被験者を３群に分けることができた．また，２種類の「場面」で吐かせた嘘は，その内容にしたがい分類することができた．その中には，「嘘を吐くように」と教示したのにもかかわらず，「嘘」ではなく「真実の吐露」となったケースもあった．

A群の被験者は「如何に上手く嘘を吐くか」，そして自分自身が関わる事柄に焦点を当てて考慮していたと自己評価した．A 群の被験者が吐いた「１回目の嘘」の８割近くが「自身の都合ではなく外的な要因により都合が悪くなった」という嘘であり，「嘘がばれないこと」を重視しつつ「自身が責められる」ことからは避けたい傾向が明確に現れた．「２回目の嘘」においても「自身の都合ではなく用件が早く終わった」，あるいは「B さんにたまたま会った」と外的な原因によって「嘘を吐く事態」が生じたとする嘘が多く，自責から逃れようとする傾向が見られた．同様の傾向は「先約があった」「B さんと会うことだった」という自責的な「真実を吐露」する被験者が少ない点にも認められた．

一方 B 群の被験者は，「嘘を吐く時」の自己評価において大まかにはA群の被験者と同様の傾向を示したが，「２回目の嘘」において「B さんへの考慮」や「自身への考慮」を示す傾向は見られなかった．１回目の嘘を吐く時には「自身が責められる」ことを考慮する程度はA群と差異が見られなかったが，A群の被験者より自責的な傾向は，実際に「吐いた嘘のタイプ」に現れた．B 群の被験者は「先約があったことを忘れていた」という嘘を吐く者が多いのに対し，「具体的な用件を示さない」嘘を吐く者は少なかった．同様に「２回目の嘘」においても「B さんとたまたま会った」という回答は見られず，自身で「用件が B さんと会うことだった」と「真実を吐露」する割合が高くなった．

少数（全体の１割）現れた C 群の被験者は特殊な傾向を示した．自己評価はどの項目においても低く，特に「１回目の嘘を吐く時」に「嘘がばれないこと」や「自分自身が責められること」についての評価が低かった．このことはC群の被験者が実際に示した嘘においても明確に現れ，「嘘を吐く」というよりも「真実を吐露」するケースが半数近くにのぼった．「２回目の嘘」においても「用件が B と会うことだった」と「真実を吐露」するケースが８割近くになった．このことは，C 群の被験者は，「嘘を吐いてごまかす」のではなく「真実を吐露」ことにより重き置く判断基準を用いていた，と考えられる．しかし，観察された事例数が少なく，一般化可能であるかさらなる検討が必要である．

今後，このような嘘を吐く時に見られた「考慮すべき事柄」の違いやその程度の違いがどのような社会的事柄の認識と関連するのか，そして実際の「嘘を吐く」という行為にどのように影響するのか，さらなる検討が必要である．

参考文献

[1] 石川　悟・長田悠吾・大森隆司，(2009) “他者の意図を誘導する自己の行動調節 ～販売場面における予備検討～”，日本認知科学会第 26 回大会発表論文集，pp. 164-165.

[2] 石川　悟，(2011) “自身の意図の隠蔽と他者の意図の誘導”，日本認知科学会第 28 回大会発表論文集， pp. 399-401.

[3] 石川　悟，(2015) “自身の「嘘」に対する確信の生まれ方　～他者視点取得と懸念的被透視感から～”，日本認知科学会第 32 回大会発表論文集，pp.494-497.

矢印を用いた「組み合わされた方向サイン」のわかりやすさ：構造，アイコン，加齢の効果

How to combine pictograms and arrows? : Combination design, pictograms, and effects of aging

原田 悦子[†]，橋本 英奈[†]，須藤 智[‡]
Etsuko T. Harada, Ena Hashimoto, & Satoru Suto
[†]筑波大学，[‡]静岡大学
[†]University of Tsukuba, [‡]Shizuoka University
etharada@human.tsukuba.ac.jp

Abstract

Although individual pictogram is investigated thoroughly from the universal design viewpoint, complexity of real situations introduced another problems that sometimes it is difficult to understand which arrow comes with which pictogram when multiple pictograms and arrows are displayed in one announcement board. A psychological experiment has been executed to look for the best design for combination between a pictogram and an arrow for such a complex situation. Twenty five older adults and 25 younger adults participated the experiment to respond to the arrow based on the display of pictograms and arrows. The results showed that older adults showed longer reaction time than younger adults, but there were no interaction with aging and other experimental factors, which indicated the universal designs principle is working in those area. Against the hypothesis, however, putting the pictogram on the starting point of the arrow was difficult to respond than the pictogram put on the end side; and that adding some “wrap-up design” for the specific arrows-pictogram combination had interfering effects in some case. It is strongly implied that pictograms and arrows in one display should be designed as a whole, not searching a simple rule of combination.

Keywords — pictogram design, compound design, Aging and the universal design principle, Human-Artifacts interaction

1. はじめに

案内サインは，不特定多数の人が行動するために必要な様々な情報を，ピクトグラム（絵・図記号）や文字情報によって伝えるための表示・標識である．近年，日本では案内サインのわかりやすさを重視し，標準化，ユニバーサルデザイン化が進んできている．しかしながら，そこで扱われているのは，個々のピクトグラムや文字表記のデザインであり，それらが実際に利用されるフィールドにおいての「全体としてのわかりやすさ」についてはいまだ考慮されていない．

その結果，たとえば多くの情報を表示せざるを得ない都市部の駅コンコースや大規模デパートの表示板では，多くの行き先（ピクトグラムや文字表示）が複数の矢印と複雑に組み合わされ，特定の一つの行き先がどこにあるのかを理解することを難しくしている（例を図１に示す）．

そこで，特に複数のピクトグラム（もしくは文字表記）がある場合に，矢印との組合せ方をどのように構成することが人にとってもっとも「わかりやすい」のかを検討するために，心理学的な実験により検討を行った．具体的には矢印とピクトグラムの組を提示し，当該の施設がどちらの方向かを答える課題を行い，その反応時間の分析を行った．

また，こうした認知的デザインの評価において，デザインの良否がユニバーサルなものであるか否かは，必ずしもデータによって明らかにはされていない．そこで本研究では，参加者として若年成人と高齢者を得て，共通の結果が得られるか否かについても検討を行った．



図１　わからない案内サイン版の例
（新宿エルタワーの案内板）

本研究で検討した仮説は，大きく３つである．

1) **［アイコンと矢印の位置関係について］** アイコン（ピクトグラムの一般名として以下アイコンとする）と矢印の組合せについて，「対象であるAがこの方向にある」という認識の形態から，矢印の根本にアイコンがある方が，矢印の先にアイコンがあるよりも理解が容易なのではないか．

2) **［刺激複雑度の効果について］** 複数のアイコンと異なる方向の矢印が組み合わされた場合は，アイコンと矢印が一つずつ提示されている場合(単独条件)よりも理解が難しいであろう．その場合，アイコンと矢印の組合せを何らかの視覚デザインにより「まとめて」いる方が，単純に列挙してある「まとめなし」の場合よりもわかりやすいのではないか．

3) **［年齢群の効果について］** アイコンと矢印の関係性の理解についても，ユニバーサルデザインの原理が機能しているであろう．そうであるならば，全体的な反応時間は高齢者が大学生よりも長くなるにしても，加齢要因は他の要因との交互作用は示さず，いずれの年齢群でも同様の判断の容易さ・困難さを示すであろう．

2. 方法と仮説

実験計画 実験計画の概略ならびに刺激事例を図３に示す．参加者間要因として，年齢群（2:若年／高齢），参加者内要因として，刺激複雑度（3:単独／複数まとまりあり／まとまりなし）×アイコン位置（3：矢の先／矢の根／並行）×アイコン種類（4：エスカレーター／お手洗い／タクシー乗り場／階段）の４要因混合計画とした．なお，「複数まとまりあり」の条件では，刺激セット当たり２種類のまとまりの付け方をセットとし，参加者間でカウンターバランスをとった．

材料 アイコンへの親密度を統制するため，すべてのアイコンは公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団の定める標準案内用図記号の推奨度 A/B より，4種（エスカレーター，お手洗い，タクシー乗り場，階段）を本試行に，２種（バス乗り場，病院）を練習試行に使用した．実験後のインタビューにおいて，アイコンの意味がわかるか，見たことがあるかを確認し，すべての参加者が日常的に接し，意味がわかることを確認した．矢印は線分の長さ 35㎜，線分の太さ 5㎜，矢尻の角度 45 度，矢尻の長さ 35㎜ とした．

複雑度として，a) 矢印とアイコン一対の「単独」条件，b) ２対の矢印とアイコンを用い，それぞれの対応する矢印･アイコン間に一定のまとまりを持たせた「まとまりあり」条件，c)特に区別のない「まとまりなし」条件を設けた．b)のまとまり条件として複数のデザイン可能性が考えられたため，境界線条件とグレー条件，囲み条件と間隔条件の４デザインを作成し，２デザインずつ２群の刺激を作成して，各条件の半数ずつが異なる「まとまり」デザイン条件で実験を行った．

参加者 若年成人群として大学生 25 名（女 12，平均 21.45 歳），高齢者群として筑波大学みんなの使いやすさラボ登録者 25 名（女 13，平均 74.16 歳）が参加した．すべての参加者は規定の謝金を支払われた．なお，試行全体の正答率が６割を下回った２名（若年・男性１名，高齢・女性１名）のデータを分析から除外し，若年成人，高齢者いずれも 24 名のデータを分析対象とした．

手続き 実験は個別に行い，実験概要を説明して書面で同意を得た上で実験を行った．１試行の流れを図２に示す．１試行は注視点（黒色＋）を 1000msec 提示した直後に「<アイコン名>はどちらの方向にありますか」と画面中央部に書かれた教示文を提示した．参加者は教示文を読み終えたら，反応キー（上向き）を押すよう教示され，キー押しの直後にアイコンと矢印が組み合わされた刺激が提示された．参加者が「ターゲットの矢印の方向と合致したキー」を押して回答すると，１試行が終了し，次の試行の注視点が提示された．全72試行であり，本試行に先立って，練習試行（単独条件）を６試行実施した．また36試行目の後，自由に休憩を取ることができた．刺激提示は21.5WIDE型液晶ディスプレイ，回答は独立型のテンキー（SANWA SUPPLY 社，NT-UU5）を使用した．

課題本試行終了後，質問紙（日常生活で案内サインを見る頻度など）とインタビューを実施した．

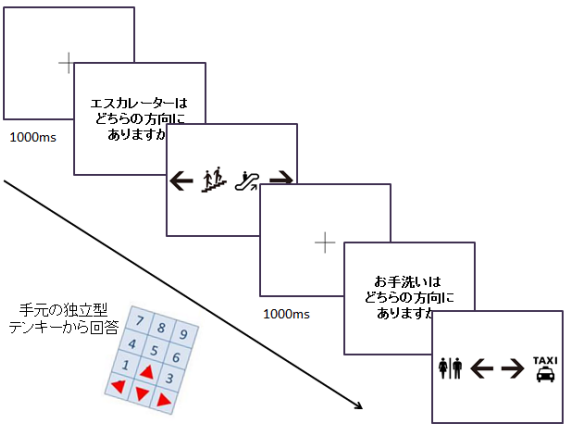


図２ 実験方法：１試行の流れ

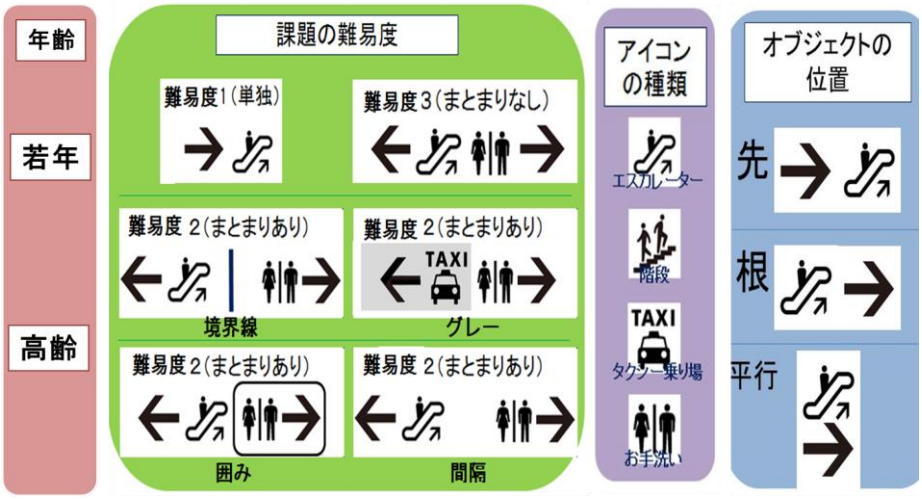


図 3　実験計画の概要

3.　結果と考察

正答率　年齢群ごとの正答率を検討したところ，若年群は平均 97%，高齢群は 95%であり，年齢群間の正答率の差は有意ではなかった(SD=2.981, $t_{(16)}$=2.034, p=.059)．

反応時間　刺激画像提示から参加者によるキー押しまでの反応時間を対象として，年齢群(2)×刺激複雑度(3)×アイコン位置(3)×アイコン種類(4)の4要因分散分析を行った．ただし誤答試行データは分析対象から除外している．本研究の主たる目的は，上記の 3 つの仮説を検討することであったため，仮説に基づき，それらの主効果から検討を行った．

年齢群の主効果　年齢の主効果は有意であった（$F_{(1, 32)}$=23.812, p<.001）が，年齢とその他の要因との間の交互作用については，年齢群×刺激複雑度を除き，有意な効果を示さなかった(F<1.0)．刺激複雑度の効果も年齢群間で同方向であったことから，アイコンと矢印の組合せデザインのわかりやすさについて，年齢群による差はなく，ユニバーサルデザイン原理を支持する結果となった．

刺激複雑度の主効果について　課題の複雑度（単独／まとまりあり／まとまりなし）の主効果は有意であり（$F_{(2, 64)}$=16.264, p<.001），多重比較の結果，単独とまとまりあり，単独とまとまりなしの間に加え，まとまりあり－まとまりなしの間にも有意な差が見られた．ただし，単独条件がもっとも短い反応時間で反応されることが仮説に合致した結果であったのに対し，まとまりなしの方がまとまりあり条件よりも早く反応が得られる結果となり，仮説とは異なる結果であった．

この効果について，年齢群とは 1 次の交互作用のみ有意傾向が見られた（$F_{(2, 64)}$=2.998, p=.057）ため，年齢群ごとに複雑度の単純主効果を検討したところ，若年群では，単純条件が他の 2 条件よりも反応時間が短いことのみが有意であったのに対し，高齢群では「まとまりあり」条件が「まとまりなし」条件よりも有意に反応時間が長いことが示された．

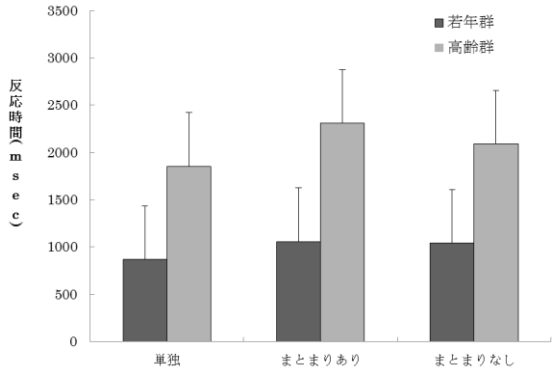


図 4　刺激複雑度と年齢群の交互作用（バーは SD）

これらの結果から，2 つ以上のアイコン－矢印の組合せが提示されている場合は，なんらかの「まとまり」を示すデザインが含まれることにより，まとまりデザインがない場合よりも反応が遅くなる傾向があり，特にそれは高齢群に強く出てくることが示された．

ただし，このまとまりの有無については，アイコン位置ならびにアイコンの種類との 2 次の交互作用も有意となっている（$F_{(2, 64)}$=4.484, p<.001）ため，さらにこの後で検討を行った．

アイコンと矢印の位置関係に関する主効果について　アイコンの位置（先／根／並行）における主効果が有

意であった（$F_{(2, 64)}$=7.389, p<.001）が，多重比較の結果，アイコンが矢印の「先」にある条件が，「根」にある，あるいは「並行」よりも反応が遅いことが示された．根と並行の間には有意な差は見られなかった．ただし，この刺激複雑度との１次の交互作用も有意であった（$F_{(4, 128)}$= 4.124, p=.004）．図５に見るように，単独条件ではアイコン位置の効果は有意ではなく，「まとまりあり」条件では，根条件が他の２条件よりも反応時間が長い，「まとまりなし」条件では「先」「根」「並行」の順に反応時間が長くなっていた．したがって，複数のアイコン－矢印が含まれる条件では，全体として「アイコンが矢印の根本にある」条件は「矢印の先にある」条件よりも反応時間が短くなることが示されたといえよう．

ただし，アイコン種類を含めた２次の交互作用についてはこの後で検討する．

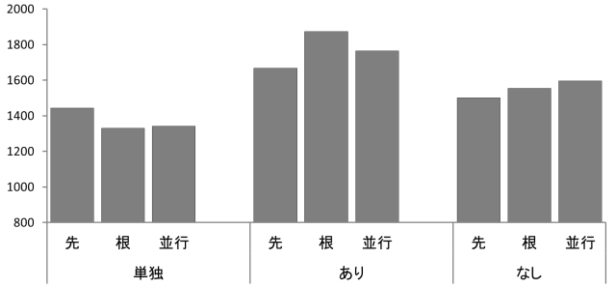


図５　アイコン位置と刺激複雑度の交互作用

アイコン種類を含む高次交互作用について　本研究の当初の計画において，アイコン種類は研究対象として含まれる要因ではなかった．しかし，アイコン種類は主効果が有意であった（$F_{(3, 64)}$=2.754, p=.048）の他に，年齢群を除く２要因，すなわち，刺激複雑度ならびにアイコン位置とのそれぞれの１次の交互作用（刺激複雑度とアイコン種類，$F_{(3, 64)}$=5.285, p<.001；刺激複雑度とアイコン種類，$F_{(3, 64)}$=4.581, p<.001），ならびに２次の交互作用についても有意であった．そこで，アイコン種類ごとに年齢群(2)×課題の複雑度(3)×アイコン位置(3)の３要因分散分析を行ったところ，年齢群の効果については，上述と同じく，主効果が共通に得られ，また刺激複雑度とのの交互作用が見られる場合がある以外には大きな効果は見られなかった．これに対し，他の２要因との間には様々な効果が見られた，

特に他のアイコンと異なる特徴を示したのは，「お手洗い」アイコンであった．刺激複雑度の主効果が強く，「まとまりあり」よりも「まとまりなし」条件が早く反応できたことから，さらに「まとまりあり」のデザインタイプごとに分析を行った結果，「お手洗い」アイコンでは，アイコンの位置が「矢印の先」の場合において，「単独」「グレー」「まとまりなし」のそれぞれが「境界線」「囲い」よりも早く反応できることが示された（図6）．これは，アイコン内の男女間分離線と，アイコンのまとまりを作るための囲い，境界線が干渉を起こすために，長い反応時間を要したものと考えられる．

このほか，アイコン内に矢印をもつ「階段」アイコンが特殊な結果を示すなど，個別のアイコンと矢印との組み合わせ方によって，わかりやすさが大きく変化することが示された．

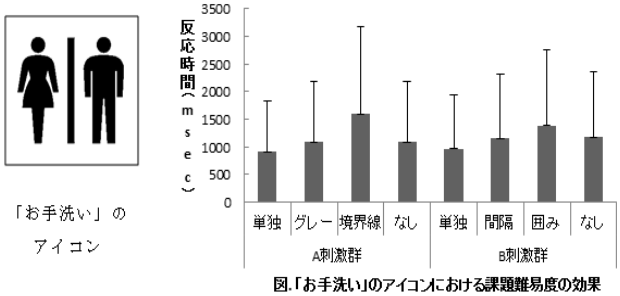


図６　「お手洗い」アイコンと刺激複雑度の効果

4.　総合考察

実験結果より，ユニバーサルデザインとしての「わかりやすさの共通性」は示されたものの，当初の仮説であった「矢印とアイコンの位置関係」ならびに「まとまりをつけることの効果」については，逆に干渉効果がある場合が示され，その効果が個々のアイコンデザインによって異なることも示された．これらの結果は，アイコンや矢印など複数を組合せて提示する場合に，アイコン自体のデザインも含めて，「全体的なよさ」をデザインし，評価する必要性があることが示された．

一方，矢印とアイコンの関係については，実験結果では仮説とは逆の結果が得られたものの，インタビュー時に２つの図を提示して「どちらがわかりやすいか」を尋ねた場合には，仮説と同じ，アイコンが矢印の根にある方が「わかりやすい」とされた．こうした「主観的なわかりやすさ」と実験課題の反応時間のずれが何を意味しているのか，今後さらに検討が必要であろう．

交通エコロジー・モビリティ財団（2012）案内用図記号の今後のあり方を検討する基礎調査事業成果報告書「案内用図記号の理解度・視認性・認知度調査等の実施」
http://www.ecomo.or.jp/barrierfree/report/data/24_03_pictogram.pdf （2016 年 7 月）

言語的経路指示の際に参照する地図の向きがもたらす影響
The effect of map orientation on verbal route descriptions

小島 隆次†
Takatsugu Kojima
†滋賀医科大学
Shiga University of Medical Science
tkojima@belle.shiga-med.ac.jp

Abstract

The present study examined the effect of map orientation on verbal route descriptions. In the present survey, participants were divided into two groups, A and B. Participants were presented two types of maps and instructed to make verbal route instructions for each map. The only difference between the two groups was the orientation of the maps. The maps were rotated 180 degrees for group B.

It was found that the map orientation had some effects on routes based on verbal descriptions and the first instructions or movements of direction for navigation. These results suggest that map orientation can affect verbal route descriptions under specified conditions.

Keywords — Verbal route description, Map orientation

1. はじめに

日常生活において、地図を見て空間を移動したり、経路探索を行う場合には、地図の向きが実際の空間の向きと一致するようになっていれば、言い換えると、地図の“上”が自分の“前”と一致するようになっていれば、地図が読み取りやすくなることが多いとされている。このことについては、経験的にそうであると納得する人も多いだろう。地図利用時の地図の向きと空間記憶や空間表象などとの関係については、地図の異方性や整列効果[1]との関係で様々な研究が行われている。ただ、地図の向きを問題とする空間認知関連研究の多くは、地図を利用する本人の空間記憶や空間表象などとの関係を扱うものが多く、言語的経路指示との関係で地図の向きの問題を扱っているものは数少ない[2]。

言語的経路指示とは、被指示者を特定の位置から目的地へと移動させることが可能な情報を、言語によって伝達することである[3] [4]。日常的で簡便な言い方をすれば、言葉を使って人に道案内を行うことである。

地図を参照しながら言葉で他者に経路を指示する場合に、その地図を見る向きの違いは、指示者が被指示者に対して提示する経路とその経路指示文の言語的特徴に、どのような影響をもたらすだろうか。経路指示者が参照する地図の向きが、被指示者への言語的経路指示に影響し、結果的に、例えば、経路や指示などのわかりやすさを左右することになれば、言葉による道案内を行う際の最適な地図参照の向きなどを提案することもできるだろう。

そこで本研究は、言語的経路指示と指示の際に参照する地図の向きの関係について検討するために、次のような調査を行った。

2. 調査

2.1. 目的

言語的経路指示と指示の際に参照する地図の向きの関係について探索的に検討することを目的とした。

2.2. 方法

2.2.1. 調査参加者

調査には、170 名の男女の大学生・大学院生が参加した。参加者は提示される地図刺激の種類に応じて、A と B の 2 つのグループに分けられた（A は 88 名 ; B は 82 名）。

2.2.2. 装置・刺激

調査は LimeSurvey を使用したインターネット実験形式であり、web ブラウザ上で行った。

地図刺激は以下の図 1 の 4 種類であった。地図自体の種類は地図 1 と 2 の 2 種類であったが、これら 2 種類の地図の回転状態に関して A と B の 2 種類の条件を設定した。ここで、A タイプの地図を基準としたとき、B タイプの地図は A タイプの地図を 180° 回転させたものとなっていた。この A と B の区分が、調査参加者の 2 つのグループ A と B の区分に対応していた。

地図 1A と地図 1B は大阪の西九条駅周辺の地図を改変したもので、地図 2A と地図 2B は東京の東十条駅周辺の地図を改変したものであった。各地図中には始点（赤い点）、中継点（緑の点）、終点（青い点）が記されていた。地図 1A と 1B 及び地図 2A と 2B の間において、これらの点はすべて同じ位置になっていた。

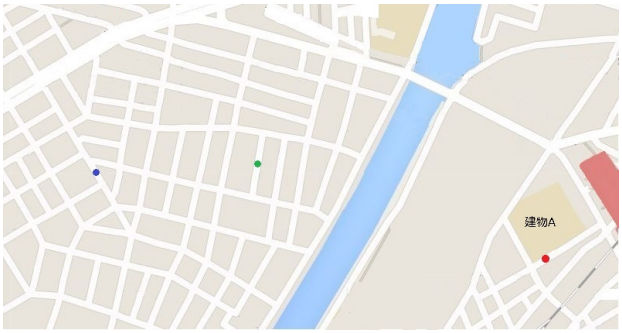


図 1a. 地図 1A

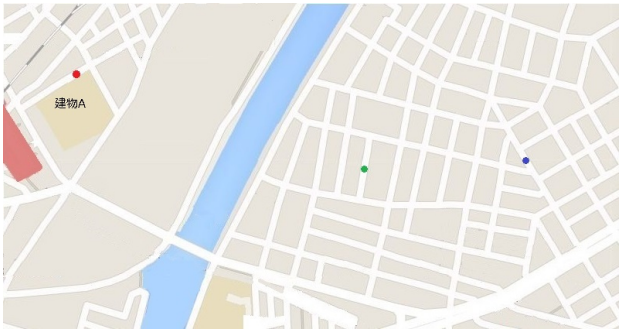
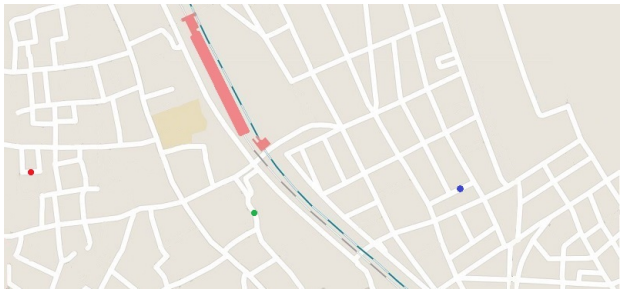
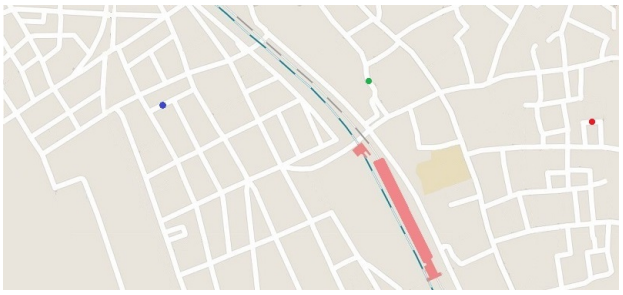


図 1b. 地図 1B


図 1c. 地図 2A


図 1d. 地図 2B

2.2.3. 手続き

参加者は調査用 web サイトにアクセスし、最初のページで調査全体についての教示を受けた。次のページでは問題文と地図刺激が提示された。問題文には、地図上に指定された始点（赤い点）を移動のスタート地点として、中継点（緑の点）を通過し、目的地である終点（青い点）までたどり着けるように、始点にいる人物に対して言葉のみで経路を指示するようにといった教示が記されていた。回答は自由記述で行われ、字数制限も時間制限もなかった。各調査参加者グループにつき、問題文と地図刺激から成る問題が 2 つ用意された。参加者グループ A には地図 1A と 2A が提示され、参加者グループ B には地図 1B と 2B が提示された。また、地図にも問題文にも、東西南北などの方角に関する情報は一切記されていなかった。

2.3. 結果

全ての経路記述回答について、記述によって指示された経路を辿った。その際、どのように解釈しても経路が一意に定まらない回答については、不適切回答として分析対象から除外した。また、経路の区分については、始点－中継点間と中継点－終点間で独立に行った。その結果、地図 1 全体（地図 1A と B）では始点－中継点間は 7 種類、中継点－終点間は 4 種類の経路が確認された。同様に、地図 2 全体（地図 2A と B）では始点－中継点間は 3 種類、中継点－終点間は 16 種類の経路が確認された。各調査条件における指示経路の度数と不適切回答数をまとめたものが、表 1 から 4 である。不適切回答については、始点－中継点間と中継点－終点間でそれぞれ独立に判定した。

表1. 地図1始点－中継点経路度数

	地図1	
経路	A	B
1	35	40
2	14	5
3	2	1
4	9	12
5	6	1
6	0	1
7	0	1
不適切	22	21

表2. 地図2始点－中継点経路度数

	地図2	
経路	A	B
1	54	48
2	10	9
3	3	5
不適切	21	20

表3. 地図1中継点－終点経路度数

	地図1	
経路	A	B
1	75	78
2	8	0
3	1	0
4	0	2
不適切	4	2

表4. 地図2中継点－終点経路度数

	地図2	
経路	A	B
1	3	2
2	10	6
3	19	14
4	6	2
5	8	11
6	2	0
7	1	5
8	2	3
9	1	2
10	2	0
11	3	3
12	1	0
13	2	0
14	0	4
15	0	1
16	0	1
不適切	28	28

また、各地図条件 AB 間での記述が指示する経路の差異を検討するために、カイ二乗検定を行った結果、地図 1 の AB 条件間において、始点－中継点間（$\chi^2(6, N= 127) = 10.75, p < .10$, Cramer's $V= 0.29$）と中継点－終点間（$\chi^2(3, N= 164) = 10.97, p < .05$, Cramer's $V = 0.26$）において統計的に有意な差がみられた。また、残差分析の結果、始点－中継点間では経路 2 において（$p < .05$.）、中継点－終点間では経路 1（$p < .05$.）と 2（$p < .01$.）において統計的に有意な差がみられた。

さらに、地図 1 での記述については、始点付近の経路状態から、始点からの移動方向は基本的に 2 種類（駅方向と川方向）に限られるため、この 2 種類の方向に着目し、この部分の記述に関して、質的な記述内容の分析と RMeCab による形態素解析と語の共起関係の抽出を行い、検討を行った結果、始点からの最初の移動方向に関わる記述に、AB 条件間で差異のある傾向が見られた。そこで、地図 1 に関して、始点からの 2 種類の移動方向で経路を再分類したものが表 5 である。また、この分類データに対してカイ二乗検定を行った結果、統計的に有意な差がみられた（$\chi^2(1, N= 127) = 7.40, p < .01, \phi = 0.26$）。また、残差分析の結果、どちらの経路においても AB 条件間で統計的に有意な差がみられた（$ps < .01$）。

表5. 地図1始点からの移動方向

	地図1	
経路	A	B
駅方向	44	54
川方向	22	7

3. まとめと展望

以上の結果から、地図 1 においては、言語的経路指示が、指示の際に参照する地図の向きに影響を受けることが示唆された。特に、始点からの最初の移動方向に関する分析から、地図の向きによって最初に指示される移動方向が影響を受けるケースが確認された。

しかし、地図 2 においては地図の向きの影響はあまり見られなかったことから、言語的経路指示が、参照する地図の向きによって影響を受ける条件について、今後より詳細に検討する必要があるだろう。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00202（代表：小島隆次）の助成を受けた。

参考文献

[1] Levine, M. (1982). You-are-here maps - Psychological considerations. *Environment and Behavior*, **4**, 221–237.

[2] Sugimoto, M., Kojima, T., & Kusumi, T. (2015). The effect of understandability on wayfinding through survey- and route-based expressions, *Cognitive Processing*, 16 (Suppl.1), S.79.

[3] Denis, M. (1997). The description of route: A cognitive approach to the production of spatial discourse. *Current Psychology of Cognition*, **16**, 409-458.

[4] Lovelace, K. L., Hegarty, M., & Montello, D. R. (1999). Elements of good route directions in familiar and unfamiliar environments. In C. Freksa & D. M. Mark (Eds.), *Spatial information theory: Cognitive and computational foundations of geographic information science* (pp. 65-82). Berlin: Springer.

人工物の評価における審美的情報と内省的情報
Aesthetic Information and Reflective Information, In The Evaluation of Artifacts.

荷方邦夫†
Kunio Nikata
†金沢美術工芸大学
Kanazawa college of Art
k-nikata@kanazawa-bidai.ac.jp

Abstract

For evaluation of the designed artifact,it has been pointed out that there are aesthetic, behavioral, and reflective (introspective) evaluation. In this study have examined, wheather aesthetic perspectives and reflective perspectives are contributed at evaluation. Or in impression formation for artifacts, we examined whether information related to the evaluation how the chosen.

As a result of considering the assessment of the evaluation statement for the product, the sentence about aesthetic perspectives value has been rated as the most helpful. Following the result, the statements that reflective value and aesthetic value are mixed was evaluated to be helpful. At the last, sentences of reflective value were assessed that it is not useful.

Keywords — Designed Artifact, Aesthetic Value, Reflective Value, User Experience

1. 問題と目的

デザインされた人工物の評価については，この10年程度で多くの視点から研究が示されている．その中でもSchmittら（1999）は，ユーザーの経験そのものに価値があるとする経験価値のアイデアを示し，ユーザー自身が構築する価値の側面を強調した．またNorman（2004）は，デザインされた人工物の価値・魅力に関わる観点として，感覚的な美しさや審美性に関係する本能的デザイン，ユーザビリティに関係する行動デザイン，そしてユーザーによって内発的に形成される内省的デザインの３つがあるとしている．さらに荷方（2011）はデザインされた人工物の価値や魅力に，ユーザーが頻繁に内省的な観点について言及することが多いことを指摘している．

荷方（2014）は，デザインされた人工物がもつ価値を，デザインが内包する情報の観点から説明した．この中で，情報は物理的情報と意味的情報の２つから構成され，それぞれ審美的（本能的）・行動的・内省的情報からなると指摘している．特に意味的情報は，Designの受け手が形成する，個人の経験的な次元であるナラティブとよばれる形式で構築される．その意味において，UXのような経験的な価値は，上記に述べたような審美的視点や内省的視点が含まれることになる．

このような人工物の評価において，審美的視点や内省的な視点がどのような形で寄与しているか．あるいは人工物に対する印象形成において，評価に関わる情報がどのように選択されるかについて，定量的な検討はなされていない．

本研究では，口コミサイトなどでしばしば見られる人工物のレビューを用い，人工物の評価に対してどのような影響を与えるか，また情報の選択のパターンがどのようなものであるかについて検討する．検討する評価情報として，Normanの指摘する本能的デザインに関連する審美的価値の情報と，内省的デザインに関する内省的価値に関連する情報を用いる．これは，従来デザインの要素として重要と指摘されるものと，近年新しく指摘されるようになったものが，実際に情報として機能しているか検討するためである．

2. 方法

実験参加者は大学生102名（男性28名，女性74名）である．

実験材料として用いた，評価の対象となる人工物は，４種類の商品と建築環境である．人工物は，低負担で利用できる商品や環境（文具・公共施設）と，比較的高負担の商品や環境（時計・個人住宅）が選択された．これらのレビューとしてつくられた文章12文が，評価の材料となった．それぞれにNorman（2004）が指摘する審美的価値に関わる文章と，内省的価値にかかわる文章，そして双方が混合された文章が作成された．

それぞれの文章は，４つの評価点からなっており，混合文は審美的・内省的要素が２つずつ使用されている．また，審美的要素，内省的要素については荷方(2011)の研究でそれぞれの要素にあたるとされた文から，レビューになると思われる文を選択した（Table 1）．審美的要素は主として視覚的美しさや感覚的情報のようなタイプの情報を．内省的要素は，使用によって形成されるエピソード情報が選択されている．

評価項目は，文章に対して参考になった程度と魅力的だと思った程度が７件法尺度で提示された．また，提示された３つの文章について，自分にとって良いと思う順序を 評定することを求めた．

実験は第一著者の大学での講義を受講する学生に行われ，実験に協力する学生に対し質問紙が配布され，持ち帰って回答し，提出するように求めた．質問紙は10日程度の間で回収された．

Table 1　レビューの例（ペン）

【審美的デザイン】

何と言ってもデザインがヨーロッパらしく，モダンでカッコイイ．ペン先がしっかりしていて，紙の上でなめらかに書けるのが気に入っている．安いペンと違って，色がチャラチャラしていなくていいと思うし，どんなときにも使いやすくて合うと思う．

【内省的デザイン】

初めて出逢った時に，そのデザインが気に入って一目惚れして買いました．友達とか彼女とかにも素敵だと褒められたのでますます愛着が．ついつい意識して丁寧に書くので，字もうまくなった気がする．あまりにも良かったので，なくしても良いように同じものを3本買って持ってます．

【混合デザイン】

大学生になって，少しはしっかりとした筆記具を持ちたいと思っていた時に薦められた．シンプルで無駄のないデザインだから嫌味がないし，とことん使い勝手や感触にこだわった感じがあって，心地よく使えるのも素敵です．長く使っていると，使い手に対する考えや思想のようなものも感じられるようになって，ますます好きになった．

3.　結果と考察

実験参加者によって評定された，デザインに対する魅力，そして情報が参考になった程度をTable 2に示す．レビュー文のタイプによって分散分析が行われた。評価者が文章に対して参考になったとした評価は，レビュー文のタイプによって有意に異なり（$f(1.527)=194.008$, $p<.01$），Bonferroniの多重比較を行った結果，審美的価値に焦点があてられた文章がもっとも参考になると評価され，続いて審美的価値と内省的価値が混合された文，つづいて内省的価値に焦点があてられた文章となった（いずれの条件間も$p<.01$）．これに対して文章の魅力度については，審美的価値に焦点をあてた文と混合文との差異が縮小したが（$p<.05$），参考度と同様の結果となった．($f(1.426)=45.226$, $p<.01$)．このことから，デザインされた人工物の評価については，審美的な観点の情報が特に選択されること，これに対して内省的な観点の情報は影響を及ぼしにくいことが示された．

Table 2　魅力度（上段）と参考度（下段）の平均値

	ペン	時計	公共施設	住居
審美	5.14	5.07	5.47	5.02
	4.85	4.71	5.49	5.01
内省	3.54	2.84	3.45	2.94
	4.16	3.96	3.93	4.13
混合	5.07	4.94	4.94	4.87
	5.04	4.85	5.20	5.02

また，同一対象のレビューに対する参加者の好みを検討するため，3つの文章の好みを順位づけするよう求めた結果（Table 3），同様に審美的価値を高く評価する参加者と，２つの価値を混合した文章を高く評価する参加者が多く，内省的価値単体での評価は低かった（$x2(4)= 462.84$, $p<.01$）．

Table 3　各文章の選択順位

	１位	２位	３位
審美	196	134	63
内省	35	67	291
混合	162	194	41

考察として，審美的観点は，デザインされた人工物がもつ顕著な特徴であると評価者に理解されていることがいえる．また内省的観点は，人工物の評価について内省的な観点が多く言及された荷方（2011１）の結果と比較して，内省的観点の価値が大きくないことを示す．その理由としてその個人の中でのエピソードとしての評価であるため，それが評価者自身にとっての参考になるとはみなされないことが示唆される．したがって内省的観点の情報は評価者個人の内的なプロセスを通す必要があり，物語的な情報が必ずしも有効に機能するとは言えないことを示している．

謝辞

本研究はJSPS科研費JP15K00690の助成を受けた

ものです.

引用文献

[1] Norman,D.A., (2004). *Emotional design, Why we love(or hate) everyday things*. N.Y.: Basic Books.
[2] Schmitt, Bernd H. (1999), *Experiential marketing: How to get customers to sense, feel, think, act, relate to your companyand brands*. New York: The Free Press.
[3] 荷方邦夫 2011 経験価値デザインとは何か―心理学に基づいた研究の可能性 金沢美術工芸大学紀要 **55**, 103-110.
[4] 荷方邦夫 2014 デザインの認識基盤となる意味とナラティブ Design シンポ 2014, 2105.

デザイン評価の分類と二重過程理論の関係 —文房具の口コミ評価による検討—

The relationship between the cognitive process of evaluation of designed products and the dual-process theory

島田 英昭†，森下 美帆†，荷方 邦夫‡
Hideaki Shimada, Miho Morishita, Kunio Nikata
†信州大学，‡金沢美術工芸大学
Shinshu University, Kanazawa College of Art
hshimada@shinshu-u.ac.jp

Abstract

We study the cognitive process of evaluation of designed products. This study investigates that the relationship between three evaluation dimensions in visceral, behavioral and reflective levels, which were proposed by Norman (2004) and the dual-process theory, which claimed that human information process consisted of intuitive system 1 and rational system 2 (e.g. Kahneman, 2011). Our hypothesis was that visceral not reflective evaluation was more dependent on system 1. In contrast, reflective not visceral evaluation was more dependent on system 2. And behavioral evaluation was dependent on system 1 and 2 at the midpoint between visceral and reflective evaluations. In the experiment, participants (N=133) looked at pairs of comments and images of stationary and rated likability of the stationary and the comment. The comments were operated in the three types: visceral, behavioral and reflective. Then, participants responded with rational and intuitive information processing style inventory. As results, the intuitive style score correlated significantly with the score of visceral type comments and behavioral ones but not with reflective ones. The rational style score didn't correlate significantly with the scores for any comment types. The results suggest that visceral and behavioral evaluations were on system 1 but not reflective one, while they lead to an unclear involvement of system 2.

Keywords — design, evaluation, dual-process theory

1. 問題と目的

デザインされたプロダクト（以下，単にプロダクトとする）の評価について，ノーマン(2004)は，本能レベル，行動レベル，内省レベルに分類している．本能レベルは見かけや外観，行動レベルは使い勝手や機能，内省レベルはプロダクトやそのブランドが持つメッセージやイメージおよび個人的な思い出に関係する．デザインの評価は，これら 3 つのレベルの処理が並列的に起こり，総合的に結論が下されると考えられる．

これら 3 つのレベルの中で，個人差や個人の置かれた状況により，重視されるレベルが異なると考えられる．たとえば，以下のような特徴が予想される．

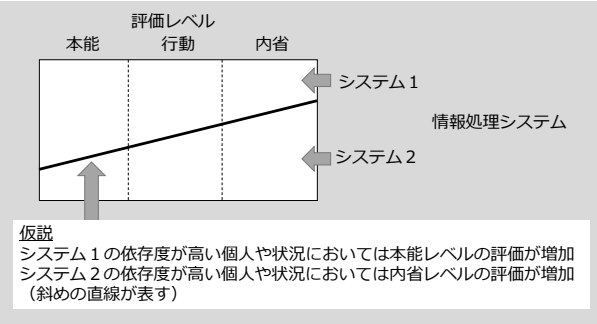


図 1　評価レベルと二重過程理論

- プロダクトの機能を重視する傾向が強い個人は行動レベルの評価を重視する．
- 短時間でプロダクトを直観的に購入する場合には本能レベルの評価が重視される．

本研究は，二重過程理論の観点から，上記のデザイン評価の各レベルの認知基盤を調べる．二重過程理論とは，人間の情報処理プロセスを 2 つに分けるモデルである．一つはシステム 1 であり，無意識で直観的，素早いがしばしば誤りを含み，認知的リソースを消費しない．もう一つはシステム 2 であり，意識的で熟慮的，遅いが誤りは少なく，認知的リソースを消費する（たとえば，カーネマン, 2012）．人間の思考や意思決定は，これら 2 つの情報処理が並列的に起こることで行われると考える．本研究は，デザイン評価の各レベルが，それぞれシステム 1，2 のどちらの情報処理システムが関係しているのか，明らかにすることを目的とする（図 2 に概念図）．

本研究は，文房具に対するポジティブな口コミをデザイン評価の各レベルに対応するように作成し，その口コミと文房具に対する評価を行う課題を用意した．その上で，その個人が重視するデザイン評価のレベルに合致した口コミは，その口コミや文房具の評価を高めると仮定した．また，同時に合理性—直観性に関する情報処理スタイルを測定し，システム 1 と 2 の相対

的依存度の個人差を評価した．この個人差を手がかりに，デザイン評価の各レベルとシステム 1，2 の関係について検討した．

2. 方法

質問紙調査を行った．実施にあたり，信州大学教育学部における倫理審査を受け，承認された（管理番号 H27-11）．

文房具の口コミ評価については，異なるデザインののり，蛍光ペン，ペンケース，手帳をそれぞれ 3 種ずつ準備し，写真を撮影した．また，写真と組み合わせる口コミを，本能レベル，行動レベル，内省レベルの 3 つのレベルに対応するように，4 種ずつ準備した．文房具と口コミを組み合わせ，合計 12 種の文房具とそれに対する口コミを準備し，各 1 ページに印刷した．各ページには，対象となる文房具と口コミに対して，口コミに対する魅力，口コミに対する共感，文房具に対する魅力，文房具に対する購買意欲の 4 つの質問を準備し，5 段階評価で回答を得るようにした．作成したページの例を図 2 に示す．

情報処理スタイル（合理性一直観性）の測定については，内藤・鈴木・坂元(2004)が作成した尺度をそのまま用いた[1]．合計 38 項目からなり，合理性と直観性に分けられる．二重過程理論との対応は，合理性が高いほど，あるいは直観性が低いほど，システム 1 に依存せず，システム 2 の働きが大きくなると考えられる．



図 2　文房具の口コミ評価のページ例

表 1　各評価レベルの平均評定値と標準偏差

	評価レベル		
	本能	行動	内省
M	3.10	3.59	2.77
SD	0.70	0.71	0.82

表 2　情報処理スタイルと評価レベルの相関係数

		評価レベル		
		本能	行動	内省
情報処理スタイル	合理性	-0.021	0.117	0.014
	直観性	0.193 *	0.198 *	0.087

＊：p<.05

大学生 133 名（男性 72 名，女性 60 名，平均年齢 19.9 歳）に対して，講義後に協力を求め，自己ペースで質問紙への回答を求めた．

3. 結果と考察

3 種の評価レベルの口コミに対する回答を得点化し，その平均値について分析した．4 種の指標および 4 種の文房具に対する評価を平均化し，本能，行動，内省の各レベルの平均値を得た結果を表 1 に示す．1 要因参加者内分散分析の結果有意であり（F(2,264)=108.63, MSe=0.208, p<.001, η_p^2=.451），多重比較（Holm 法, p<.05）の結果すべての水準間に有意な差がみられた．ここから，プロダクトの評価においては，平均的には行動，本能，内省の順番で重みがつけられているのではないかと考えられる．

次に，情報処理スタイルと口コミ評価の相関係数を算出した結果，直観性と本能レベル，直観性と行動レベルの間に有意な相関がみられたことから，本能レベルと行動レベルの評価は，システム 1 に基づく評価が行われていることが示唆された．ただし，合理性との相関は低く，直観性と合理性が相反する性質を持つとすれば合理性と本能レベルおよび行動レベルと負の相関がみられるはずであるが，それはみられなかったことになり，この不一致については今後の検討が必要となる．

[1] 材料作成時のミスにより，1 項目の文言が若干異なっていたが，影響はほぼないと考え，そのまま分析に用いた．

また，内省レベルとは，直観性，合理性ともに有意な相関はみられなかった．内省レベルも何らかの情報処理の結果であるから，内省レベルと情報処理スタイルの関係については，今後の検討が必要となる．

注

本研究は第2著者の平成27年度信州大学教育学部卒業論文を加筆・修正したものです．本研究は JSPS 科研費 JP15K00690 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] ノーマン, D.A.（著），岡本明・安村通晃・伊賀聡一郎・上野晶子（訳），（2004），“エモーショナルデザイン”，新曜社（Norman, D.A.，（2004），“Emotional Design”, Basic Books）
[2] カーネマン, D.（著），村井章子（訳），（2012），“ファスト＆スロー上”，早川書房（Kahnemann, D.，(2011), “Thinking, fast and slow”, Penguin）
[3] 内藤まゆみ・鈴木佳苗・坂元章，（2004），“情報処理スタイル（合理性―直観性）尺度の作成”，パーソナリティ研究, Vol.13, No.1, pp.67-78.

振付創作プロセスにおけるコンテンポラリーダンス作品の変容 ー環境との関係に着目してー

How Does the Environment Influence the Creating Process in Choreography? : The Case of Contemporary Dance Production

赤木 満里奈†, 野中 哲士‡
Marina Akagi, Tetsushi Nonaka
†神戸大学, ‡神戸大学大学院人間発達環境学研究科
Kobe University, Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University
marina753225@gmail.com

Abstract

Contemporary dance productions have been performed not only in the theater but also outside, for example, in the forest. That type of creation is called 'Site Specific', which means the creating process is based on the environment. The purpose of this study is to clarify that how the environment influences the creating process in choreography, focusing on the intentional changes by choreographers. I analyzed some video data of two contemporary dance productions' rehearsals from directions given by choreographers and director in the data. In order to recognize the intentions of directions, I also conducted interviews with choreographers. It was found that the content of directions had changed across rehearsals, which reflected the change of environmental settings.

Keywords — creation, choreography, contemporary dance, environment

1. はじめに

舞踊は芸術として発展を遂げる中で，劇場で踊られる様式が確立した．しかし，1970 年代以降ポストモダンダンスからコンテンポラリーダンスへと舞踊の流行が移り変わる中で，従来の劇場空間にとどまらず，美術館，街中や森林などの環境においても作品が上演されるようになった[1]．このように，表現活動の基盤を場の特殊性に依拠するものとして捉えられることは「サイト・スペシフィック」と呼ばれ，近年のコンテンポラリーダンスの特質の一つであると考えられている[2]．では，舞踊作品において，その創作プロセスの中で環境はどのように影響するのか．コンテンポラリーダンスにおいて，振付家の動きの創作についての実証的な研究は見受けられるが(中野ら[3]、Kirsh ら[4]、Kirsh[5])，一つの作品へと統合されていく詳細なプロセスや，創作環境に応じた動きの変容については検証されていない．

2. 目的

そこで本研究では，振付創作プロセスの中で環境との関係性による作品や動きの変容を実証的に明らかにし，振付者による意図的な変容をみることを目的とする．

3. 方法

3．1．対象

神戸ビエンナーレ 2015 主催, 兵庫県立美術館と神戸大学発達科学部の相互協力協定事業であり, 2015 年 10 月 25 日に兵庫県立美術館屋外大階段にて上演された, Site Specific Dance Performance #5 【動物の謝肉祭】より「森の奥のカッコー」,「白鳥」の 2 作品を選択し，兵庫県立美術館と神戸大学発達科学部身体表現スタジオで行われたそれらのリハーサル動画ならびに本番の上演動画を対象とする．「森の奥のカッコー」は，2 分 20 秒程度の，計 7 名での神戸大学学生による振付作品であり，「白鳥」は，3 分程度の，計 4 名での神戸大学大学院人間発達環境学研究科准教授，関典子氏による振付作品である．なお, いずれも演出は関氏によるものである．

3．2．兵庫県立美術館屋外大階段

安藤忠雄氏による建築である兵庫県立美術館の北口を通り抜けた場所に位置している．海側から山側に向かって 1 階から 3 階ほどまでの階段があり，演出者や観客はその 2 階部分に座り，演目を鑑賞する．また，舞台となる場所と海を隔てる大きな壁には，窓や扉らしき空間があり，その壁の南側には安藤氏の依頼によって, 元永定正氏が制作した立体作品「きいろとぶるう」や，ヤノベケンジによるオブジェ「Sun Sister」が展示されている(図 1，2)．



図．1



図．2

3．3．作品ごとの場所設定

「森の奥のカッコー」では，上記の場の中で，扉のある壁から元永氏の「きいろとぶるう」までの空間内で踊ることが設定されていた．また，「白鳥」では，壁の内側にさらに人工芝によって正方形に区切られ，その中で踊ることが課された．

3．4．方法

方法としては，リハーサル動画の中での振付の変更や，出される指示の内容を項目別に分類し，かつ振付・演出者にインタビューをすることで，その意図や効果，環境がどのように影響しているかについて分析する．

4．　分析１　項目への分類

4．1．項目の設定

「森の奥のカッコー」は，スタジオと兵庫県立美術館での 12 試行を分析し，基準を 2015 年 9 月 21 日のスタジオでの試行に設定した．その中で出された指示を分析した結果，1）演出者による指示 7 項目，2）周囲との協調に関する指示 3 項目に分類された．

「白鳥」は，スタジオと兵庫県立美術館での 8 試行を分析し，基準を 2015 年 4 月 28 日に兵庫県立芸術文化センターにて上演された関典子氏の初演に設定した．その中で出された指示を分析した結果，1）演出者による指示 6 項目，2）周囲との協調に関する指示 3 項目に分類された．

なお，周囲との協調に関する指示とは，演出者によってなされた指示の中で，筆者がそれらに相当するものであると判断し，分類したものを指す．

また，リハーサル動画を観察した結果，振付や構成に変更が見られ，これらについても項目を設定した．「森の奥のカッコー」では，振付の変更・追加・タイミングの変更・配置の変更の 4 項目，「白鳥」では振付の変更・追加・正面方向の変更・配置の変更の 4 項目に分類した(表 1，2)．

4．2．指示項目内容

各指示内容について述べる．まずは動きに関する指示だが，これには直接的なものと間接的なものがあった．直接的な指示は，「左手は頭の後ろ」のような明確な動きを示すものであり，間接的な指示は，「クリアに」のような抽象的なものである．作品性に関する指示は，その作品の解釈に関わる指示であり，「ミステリアスに」などとイメージを伝えるものが多くあった．目線，表情，方向，タイミング，配置の指示は文字通りそれらを指摘するようなものだが，多くは「遅い」「ラインが乱れがち」のような，理想とするものに届いていないことを示す指示であった．

表 1．森の奥のカッコー

		9月21日① スタジオ	9月21日② スタジオ	9月21日③ スタジオ	9月30日 美術館	10月4日① 美術館	10月4日② 美術館	10月10日 美術館	10月11日① 美術館	10月11日② 美術館	10月17日 美術館	10月18日 美術館	10月23日 スタジオ
振付面	振付の変更	基準		1	1			2					
	振付の追加		1	1	1			2			1		
	タイミングの変更		2	1	1								
	配置の変更		1		1			1			1		
演出者による指示	動き(直接的)		2	5		3	7		2				
	動き(間接的)		1	2	2	2	2	1				2	
	作品性		1	3		5	2	2					
	目線			1	1	2	1		1			1	
	表情							2				1	1
	タイミング		2	3	1			1					
	配置			1	3	2	2		2			1	1
周囲との協調	場所との関係				2		4		2			1	
に関する指示	演者との関係(群)			4	3	7	3	1	1			1	1
	観客との関係				1	3						1	

表 2. 白鳥

		4月28日 芸文	9月30日 美術館	10月4日 美術館	10月10日 美術館	10月11日① 美術館	10月11日② 美術館	10月17日 美術館	10月18日 美術館	10月23日 スタジオ
振付面	振付の変更		2							1
	振付の追加							1		
	方向の変更		1		3	1		1		
	配置の変更			1	2					
演出者による指示	動き(直接的)		5	5					2	1
	動き(間接的)		1	5	1				2	1
	作品性	基準		4					4	2
	方向		3	5						
	タイミング				1					
	配置		2	1						
周囲との協調	場所との関係		2	2						1
に関する指示	演者との関係(群)				1				3	1
	観客との関係									

5. 分析 2 環境による変化

5. 1. 項目の推移の特徴

まず「森の奥のカッコー」について述べる. 基準の試行と兵庫県立美術館での 1 度目の試行とを比較すると, 踊る時の位置などに関係する配置の指示が増加している. また, 兵庫県立美術館での 1 度目と 2 度目の試行を比較すると, 具体的な魅せ方などに関係する動きの指示が増加している. このことから, 1 度目である程度環境へ対応できたため, 2 度目からは観客を意識した指示になっていっていることが分かる. 演者との協調に関する指示はスタジオでも出されているが, 空間や観客との協調に関する指示は兵庫県立美術館での試行以降に出されていることからも同様のことが言える. さらに, 兵庫県立美術館での 3 度目と 4 度目の試行を比較すると, 多数の振付変更が行われている.

次に「白鳥」について述べる. 兵庫県立美術館での 1 度目と 2 度目の試行を比較すると, 全体的に指示の数が大幅に減少している. また, 観客との協調に関する指示がほとんどなされていないことも, 特徴として挙げられる. 振付・演出者へのインタビューにより, 1 度目と 2 度目の試行の間に, 振付や構成の整理をするための時間が設けられ, そこで演出上の問題が解消したことと, 群舞として魅せるのではなく, 個々の感性で強く踊ることを意図した作品であったため, 解釈を共有した後に指示をする必要性がなくなったことが, これらの特徴の理由として考えられる. さらに, インタビューにより, 作品の中で複数回正面方向の変更を施したことについては, 観客に対して, 演者が合わせ鏡になっているかのように違う面から魅せたいという意図があったことが判明した.

5. 2.「森の奥のカッコー」の振付変更理由

「森の奥のカッコー」の兵庫県立美術館での 3 度目と 4 度目の試行の間の振付変更は, 回る動きをほかの動きへと変えるものであった. 振付者へのインタビューによると, 配置をみせることを重視する作品だったため, 回ることによってそれが崩れることを防ぐという意味と, スタジオと違い兵庫県立美術館屋外大階段の床はコンクリートのため, 回りにくさの解消という, 環境に対して調整する意味であることがわかった. また, 兵庫県立美術館での 6 度目と 7 度目の試行の間の振付追加は, 全員が同じ動きをするユニゾンに入る前に付けくわえられたものだった. こちらもインタビューによると, スタジオで見ていたよりも動きが地味に見えたため, 一度場をしずめて全員でそろえてから動き出すことでより効果的にユニゾンを魅せるという意図があった.

5. 3. 配置における環境の利用

スタジオと兵庫県立美術館で大きく違うことは, 鏡がないことである. そのため, 正確な配置につくために利用した環境がたくさんあった. 空間的側面から述べると, 舞台となる空間内の壁の端やベンチ, 客席階段側の手すりの位置, 芝生の中などを基準に配置を決めていた. またその他に, 演者を基準にすることもあり, その際は一人の演者を中心にほかの演者が位置についていた.

6. 考察

本研究では, 2 作品のリハーサル動画をもとに, 振付の変更や出される指示の内容を項目別に分類することで, その意図や効果, 環境がどのように影響しているか

について分析した. 現在の分類によって, 時系列に沿って指示内容の項目が推移していくことや指示内容に特徴があることが判明した. また, 2 つの作品を比較すると，特に周囲との協調に関する指示に大きく差があることから，作品の目指す方向性によって変容の仕方がかわると考えられる.

さらに, 振付・演出者である関氏へのインタビューによると，スタジオでは本番の場所のことを想起しつつも，動きの面や表現面など身体中心に稽古していたのに対して，兵庫県立美術館では空間構成をかためていき，作品性を詰める作業が中心であったと述べられていた.

本研究では, 屋外であることや, 観客の目線が劇場空間よりも上にあるという兵庫県立美術館の環境的特性によって，現在のような振付創作プロセスを生んだといえる. つまり, 振付創作プロセスは, 一度振付が完成した際に終了するのではなく，リハーサル現場や本番を行う場所で調整や再構成，新たな創造的な変化を生むことで，成り立っていくものであると考えられる.

今回は，振付者による意図的な振付の変容について詳述したが，さらにダンサー自身に自然にあらわれる変容についても明らかにしていくことが，今後の課題である.

参考文献

[1] ダンスマガジン編集部, (1999)“ダンス・ハンドブック”, 新書館

[2] 関典子（2014）“Site Specific Dance Performance 考−コンテンポラリーダンスにおける動向に着目して−”，神戸大学大学院人間発達環境学研究科 研究紀要 第 8 巻第 1 号

[3] 中野優子・岡田猛, (2015) “コンテンポラリーダンスにおける振付創作プロセス”，日本認知科学会第 32 回大会発表論文集

[4] Kirsh, D., Muntanyola, D., Jao, R. J., Lew, A., & Sugihara, M. ,(2009)“Choreographic methods for creating novel, high quality dance”, Proceedings of 5th International Workshop on Design and Semantics of Form and Movement, Taipei, Taiwan, pp.188-195.

[5] Kirsh, D., (2012) “Running it through the body”, Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Sapporo, Japan, pp.593-598.

声楽における技の伝達と習得

Gesture and communication in the teaching of singing skills

山本真秀†，野中哲士‡
Maho Yamamoto，Tetsushi Nonaka
†神戸大学，‡神戸大学大学院人間発達環境学研究科
Kobe University, Graduate School of Human Development
ma.310.dolce@gmail.com

Abstract
Generally, when vocal music teachers teach how to sing well in vocal music or in chorus, they frequently use gestures and metaphor. In this study, I focus gestures and the words used in lessons of vocal music. In order to clarify the system how teacher and student communicate together in lessons, I analyzed the gestures and the words which teacher used and student's interpretations of teacher's advices. As a result, I found that teacher make another additional advices following to original advices. Moreover, I found advices often include another advices in their background.

Keywords—communication, gesture, words, vocal music,

１．問題と目的

声楽や合唱の指導の現場では，ジェスチャーや比喩が頻繁に使用される．声楽や合唱の経験者の間ではこのようなコミュニケーションを可能にする共通の認識があるのだろうか．あるいは，そのような共通の認識はどのようにして生まれるのだろうか．声楽や合唱の指導の現場では，実際どのようなジェスチャーや言葉がどのような状況で用いられ，「歌う」という技能はどのようにして他者に伝達されるのだろうか．

本研究では，声楽のレッスンにおいて上達するための指導をする際，どのようなジェスチャーや言葉が使用されているかを実証的に検討することを通じて，声楽のレッスンという場で先生と生徒の間でどのようにして意図が共有されているのかを明らかにすることを目的とする．

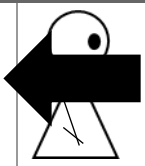
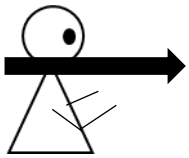
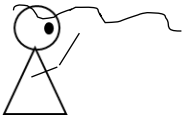
２．研究方法

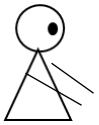
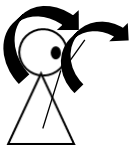
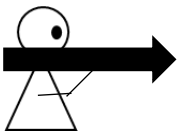
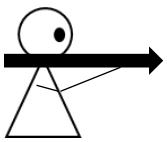
対象は声楽の先生と生徒（筆者）である．生徒はこの先生に 5 年間ほど習っている．1 回 1 時間ほどのレッスンをビデオ録画した．記録期間は 2015 年 5 月から 10 月の間の 3 回である．録画を基に先生が教えるときに使用したジェスチャーや言葉，また先生の指示が表す意味についての生徒の解釈を時系列に沿って記録した．これらのデータを分類し，分析を行った．

３．結果

3.1 群としての指示
一つの指示の後に続けて直前の指示を補足するような指示がみられた．

3.1.1 悪い例，良い例セットの場合…表 1
・5c（悪い例）5d（良い例）
・22a（良い例）22b（悪い例）
・25a（悪い例）25b（良い例）
・28a（悪い例）28b（良い例）
・29a（良い例）29b（悪い例）．
表 1

記録番号	ジェスチャー	言葉	表す意味・解釈
5c	 ×両手を顔の後ろへ。手のひらを後ろへ。	「u-o-(×)」	響きが後ろにいっている（×）
5d	 ○両手を顔の前へ。手のひらはピンと張って内側寄りの前へ。	「u-o-(○)」	響きを集めて前へ飛ばしている。（○）
22a	「Convien partir!」 Donizetti  ○両手を上から下に（矢印）	「Addio の所しっかり」	背筋を使って高音に上がる。矢印＝背筋のイメージ  実際は上だが反対方向の下のイメージで重心を下す。
22b	 ×手をひらひらさせる	「Addio（ふわふわ）にしてしまわないよう、おしりまくった方がかっこいい」	軽い、可愛い感じは×（＝手の動き）芯がほしい

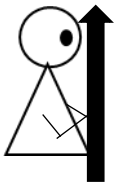
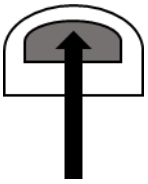
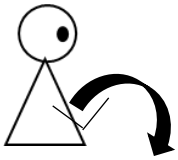
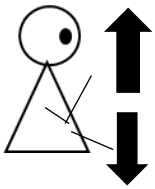
25a	「Dhe,vieni,non tardar」 Mozart  ×手下に	「incornar 最初の na からが大きすぎるんじゃない。na-でもう開かないって感じ」	
25b	 ○	「incoronar ってしてあげると出やすくなるんじゃないかな」	a で高音上がるときのイメージ 頭声 na より a は口大きくなる
28a	 ×両手顔横から後ろに	「細かいこと言っていい？ la terra の te が te（悪い例）になったね。」	広がった te の e 母音はきたない
28b	 ○前に	「la terra」	前に音を飛ばす
29a	 ○人差し指を立てて前へ	「i furti miei」	人差し指を立てる＝口縦まっすぐに
29b	 ×手頬へあてたまま	「i furti miei」	ほほにあてる＝音が停滞している

3.1.2 抽象的な指示を具体的な指示で補足する場合（言い換えを含む）…表 2

・5b が 5a を補足：5a は体と離れたところでのイメージで説明，5b は鼻（体）のポイントで具体的に説明している．

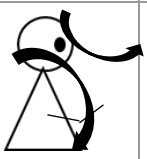
・6b が 6a を補足：6a は抽象的なジェスチャーで説明，6b は言葉で体の使う部分を説明している．
・9b が 9a を補足：9a は抽象的なジェスチャーで説明，9b は具体的な比喩で説明している．
・10 が 8, 9 を補足：8, 9 はイメージで説明，10 は筋肉の使い方で説明している．（8、9、10 と徐々に具体的になる．）

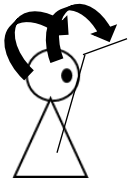
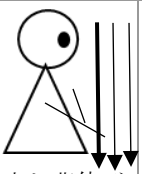
表 2

記録番号	ジェスチャー	言葉	表す意味・解釈
5a	 左手で筒を作り、右手の人差し指で筒をつくる	「u-o-の o-のここの筒の中イメージした方がいいかも。」	響きがここをとおる。頭声でまっすぐ響かせるため。 
5b		「この鼻の n～～（鼻をおさえる）振動するところ。この振動するところにむけて当てるようにして。」	ng ポイントにあてる
6a	 人差し指と親指でつまむように。矢印の方へ（前へ）手を出す。	「 u-o-o-u-o-o-u」	矢印はみぞおちの方向。 低音を前に飛ばすため。
6b		「下引っ張る、みぞおち出す。」	重心を下におろす。丹田を使う。 低音を出すためには、みぞおちがまだ必要。 芯のある声を出すため。
9a	 両手を真ん中から上下へ	「u-o-o-u-」	o-の高音が大事なので、何度も繰り返している
9b	 両手グーで上下へ	「ここをうよーんてストッキングでも伸ばすようなイメージ」	ストッキングを伸ばす＝力を込めて上下へ伸ばす 上の力：背筋で持ち上げる 下の力：重力をおろす これを勢いよくする。（高音を出すため）
10		「うんそうそう。 背筋を使ってね。背筋を伸ばすイメージ。」	

3. 1. 3 その他の場合…表 3
12 が 11 を補足：11 はやや具体的な比喩で説明，12 は大げさなジェスチャーで説明している．
19 が 18 を補足：18 は口を開けないという具体的な指示で説明，19 はやや抽象的な指示で説明している．
31 が 30 を補足：同じフレーズを違う側面から指示、補足している．

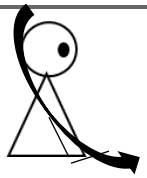
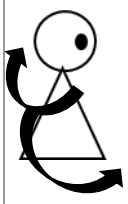
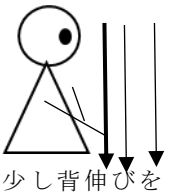
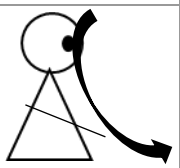
表 3

記録番号	ジェスチャー	言葉	表す意味・解釈
11		(u-oou-oou-) 「唇のまない」	唇は前へ。 響きを前へ飛ばすため。
12	 両手を唇の所から前に	「ここをこう、おえーっとだして」	唇を前へ

18	 右手を広げ矢印の方へ（悪い例）	「うん、で、低い音の時、ma-o-a-あんまり口開ける意味ない」	低音では口をあまり開けない方が響きが集まる
19		（ ma-o-a-音階下がっていく）「音集める」	音集める＝響き集める
30		「 incorona あける a あける a ar あけてから声を発しないといけない」	のどを音が出るときの状態（ひらく、あける）にしてから声を発する
31	 少し背伸びをしながら両手下に	「incoronar ここがあまりもたもたしないほうがいい」	nar のスピードがいる 下矢印は上矢印とバランスを保つ

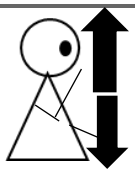
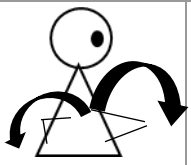
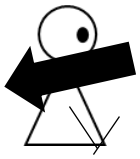
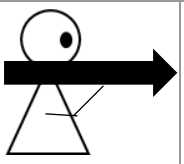
3.2 背景の省略された指示
言葉やジェスチャーで示す指示の中に，異なる指示や具体的な指示が含まれているものの，それを省略した形で指示している場面がみられた.

3.2.1 具体的な指示の背景に含まれる別の指示を省略している場合…表 4
・21, 22a, 31, 32：下矢印で説明しているが，同時に逆方向である上矢印が必要であることを含んでいる.
表 4

記録番号	ジェスチャー	言葉	表す意味・解釈
21	 人差し指を矢印の方向へ	（高音）「 ma-o-a- こっちしっかり締めてね」	こっち＝臀筋締める  と同時に  上下のバランスが大事（下が少なかった）重心下に。
22a	「 Convien partir!」 Donizetti  ○両手を上から下に（矢印）	「Addio の所しっかり」	背筋を使って高音に上がる。 矢印＝背筋のイメージ  実際は上だが反対方向の下のイメージで重心を下す。
31	 少し背伸びをしながら両手下に	「 incoronar ここがあまりもたもたしないほうがいい」	nar のスピードがいる 下矢印は上矢印とバランスを保つ
32		「vieni しっかりあけてから」	 下矢印は上矢印とバランスを保つ 上下に矢印＝あける、高音に上がるとき

3.2.2 一見抽象的な指示だが，その中に具体的な指示が含まれており，具体的な指示を省略している場合…表 5

6b：「下引っ張る」の中に，「丹田を使う」ことが含まれる．
9b：「ストッキングをのばす」とは「力を込めて上下へのばす」ことであり，すなわち「勢いよく背筋で持ち上げ，重心を下す」ことである．
16：人差し指を上にあげる指示には，「ピッチをあげるために頭声を使う，軟口蓋と後頭部を持ち上げる」という意味が含まれている．
26：右手は「みぞおちを使う」，左手は「背筋を使う」ことを表す．
28b：手を前に出すことは，「前に音を飛ばす」ことであり，そのために「口を縦に開く」ことを表す．（28a と文脈的に対比していることから，背景を読み取れる．）
表 5

記録番号	ジェスチャー	言葉	表す意味・解釈
9b	 両手グーで上下へ	「ここをうよーんてストッキングでも伸ばすようなイメージ」	ストッキングを伸ばす＝力を込めて上下へ伸ばす 上の力：背筋で持ち上げる 下の力：重力をおろすこれを勢いよくする。（高音を出すため）
16	 人差し指を上へ	「うん。ちょっと音程が粗いかな。U-i-」	ピッチが低かった。 人差し指上＝ピッチを上げる、頭声がいる
26		（レチタティーヴォ）「 che all'amoroso foco ここを	右手＝みぞおち 左手＝背筋を使うことを表す。
		絶対に抜かないように」	低音はみぞおちに力を入れると、芯のある声になる。同時に後ろ背筋に力を入れてバランスをとる
28a	 ×両手顔横から後ろに	「細かいこと言っていい？la terra の te が te（悪い例）になったね。」	広がった te の e 母音はきたない
28b	 ○前に	「la terra」	前に音を飛ばす

4．考察

3.1.1 より，悪い例を表す指示と良い例を表す指示は，それら片方の指示がもう片方に続いてみられた．このことから，片方の指示がもう片方を補足していると考えることができる．

3.1.2 より，抽象的な指示の直後に，その指示を具体的に言い換えた指示がみられた．後者の指示の存在により，生徒はその場面での指示をより明確に理解した．つまり，具体的な指示は抽象的な指示を補足しており，そのことは先生と生徒の間の意思疎通を促したといえる．

3.1.3 より，上記以外の場合の補足の指示がみられた．やや抽象的な指示が具体的な指示を補足していたことから，補足することにおいて必ずしも具体的な指示が抽象的な指示よりも分かりやすいわけではないと考えることができる．補足のパターンの種類については複数存在すると想定できるので，現段階ではまだ分析を行っていないデータの分析により検証する予定である．

これらのことから，一つの指示の後にそれを補足するような指示があり，この補足が先生と生徒の間の意思疎通を促していることが考えられる．

3.2.1 より，ここでは下矢印という具体的な指示をする一方で，逆方向である上矢印が必要であることを含んでいる．この上矢印が必要であるこ

とを生徒が理解できるのは，このような場面で過去に下矢印と同時に上矢印が必要であるという指示を受けたことがあるからである．すなわち，この過去の指示を先生は生徒が理解していることを前提として，上矢印という指示を省略して指示していると考えることができる．

3.2.2 より，一見抽象的な指示だがその中に具体的な指示が含まれており，具体的な指示を省略している場面がみられた．例えば，6b では「下引っ張る」という抽象的な指示には，「丹田を使う」ことが含まれている．3.2.1 の場合と同様に，過去に同じような場面で「下引っ張る」とは「丹田を使う」ことであるというような指示があり，それを先生は生徒が理解していることを前提として省略して指示していると考えることができる．

本研究では，冒頭に述べたように，声楽のレッスンという場で先生と生徒の間でどのようにして意図が共有されているのかを明らかにすることを目的としている．結果と上記の考察のとおり，ある指示を補足するような指示が存在することが分かった．また，指示の背景に別の指示が存在し，先生と生徒の過去のレッスンという体験によって二人が共有している背景を先生が省略して指示する場面があることが分かった．このことから，先生と生徒の間で意図が共有されており，意図の共有プロセスにおいてには何らかのシステムが存在することが予測できる．

ここで，3.1.2 の 6b の指示に注目する．6b は 6a を補足している．一方で 3,2.2 より，6b には背景に具体的な指示が含まれている．このことより， 6a，6b，6b の背景にある指示が入れ子になっていると考えることができる．この指示の入れ子について理解を深めるため，他の指示どうしの関連について検証を続ける必要がある．現在分析済みのデータは記録した 3 本のうち 1 本分であるため，残りの 2 本同様に分析し，考察に基づいて研究を進める予定である．

５．参考文献

[1]J.J.ギブソン，(1985)，生態学的視覚論，サイエンス社
[2]ニコライ.A.ベルンシュタイン ，(2003)，デスクテリティ　巧みさとその発達，金子書房
[3]Patricia Zuknow-Goldring, A Social Ecological Realist Approach to the Emergence of the Lexicon: Educating Attention to Amodal Invariants in Gesture and Speech
[4]マイケル・トマセロ，(2013)，コミュニケーションの起源を探る，勁草書房
[5] 喜多壮太郎，(2002)，ジェスチャー　考えるからだ，佐々木正人・國吉康夫　編，金子書房

ドラム打叩動作における身体の協応と熟達に関する研究：表面筋電図を用いた演奏安定性の検討

Motor Coordination during Tapping by Professional Drummers

谷貝 祐介†，古山 宣洋‡
Yusuke Yagai, Nobuhiro Furuyama
†早稲田大学人間科学研究科，‡早稲田大学人間科学学術院
Waseda University
mth_jyo1-2tokin@suou.waseda.jp

Abstract

Secrets of professional drumming techniques were investigated. A previous study has indicated that professional drummers exhibit less co-construction of the pair of antagonistic muscles (flexor and extensor) than non-drummers, when tapping as fast as possible for twelve seconds. Nevertheless, even professional drummers might use not only the pair of topical antagonistic muscle groups in the forearm, but also multiple muscle groups when they tap at a normal tempo for a relatively long time. To explore this possibility, we asked professional drummers (n=3, PDs), non-drummers (n=4, NDs), and an experienced drummer (n=1, ExD) to perform the following two tasks: [1] a two-minute tapping task using a drumstick at 120 and 160 bpm; and [2] a two-minute tapping task using a drumstick at 120 and 160 bpm, while rotating the wrist of the hand holding the stick. The tap-pressure data, Electromyogram (EMG) of the two pairs of antagonistic muscle groups of the forearm, as well as high-speed digital video data of the entire scene were acquired. Then, the mean and the standard deviation (SD) of Inter-Tap Interval (ITI), and the SD of Relative-Difference Signals (RDS) were calculated. The results indicated that the SDs of ITI in PDs were much smaller than those in NDs. The SDs of RDS in PDs, on the other hand, were much larger than SDs of RDS in NDs. These results corroborated previous studies, however, the histograms of RDS suggested that there were different distribution patterns of RDS, even among PDs, including a pattern interpreted as an index for co-construction of antagonistic muscle activation. Therefore, it is concluded that dexterous drum performance is not necessarily achieved only by using the pair of antagonistic topical muscles.

Keywords— motor control, coordination, electromyogram, drum performance, RDS

1. 問題：ドラム演奏の熟達

本研究の目的は，「ドラム演奏の熟達メカニズム」を明らかにすることである。本稿では，ドラム演奏の運動制御に焦点を当て，熟練者が，局所的な筋肉の制御ではなく，様々な筋肉を協働させながら，打叩間隔(Inter-Tap Interval，以下 ITI)[1]・打叩強度ともに安定した演奏を実現していることを，熟練者・未経験者・経験者の比較を通して検証した。

先行研究としては Fujii, Kudo, Ohtsuki, & Oda [1] が挙げられる。Fujii et al.[1] は世界一高速で打叩できるドラマー（World's Fastest Drummer，以下 WFD）と通常のドラマー（Ordinary Drummer，以下 OD）と未経験者（Non-Drummer，以下 ND）の比較検討を行った。その結果，第一に WFD は他群に比べて表面筋電の出力が極端に小さいこと，第二に主働拮抗筋である屈曲伸展筋が共収縮することなく，交互に活動をしていることを示した。以上を通して WFD は，無駄な筋負担を避けながら，高速かつ安定的な打叩を実現していることが指摘された。

しかしながら，以上の Fujii et al.[1]の検討には理論的な問題点が存在する。これまでの随意運動研究には鍵盤支配型モデルと自己組織的協応モデルの相反する二つのモデルが存在する[2]。「鍵盤支配型モデル」とは，中枢神経システムのライブラリに蓄えられた身体定位の情報を，文脈に応じて呼び出し，またそれらを組み合わせながら，一つの運動を実現していると捉えるモデルである。このモデルは，運動の自由度が膨大になることや（関節で 10^2，筋肉で 10^3，神経で 10^{14} のオーダーを決定しなければならない），横紋筋の性質上，命令―実行結果が１対１に対応しないことなどの問題があることが指摘されている[3]。

以上の指摘を踏まえ，Bernstein[3]は「自己組織的協応モデル」を提案した。そこには，中枢神経系によるトップダウンな制御ではなく，各所が相互に制約しあうことで，自己組織的に運動が形成されていくシステムが仮定されている。運動に必要な変数をすべて個別に指定しなくとも，身体諸部位が一つのシステムとして協働し，自律的に秩序を構成する。我々の運動は，要所さえ制御すれば創発するのである。

以上を踏まえると，Fujii et al.[1]が依拠していたのは，鍵盤支配型モデルであったように思われる。すなわち，

1 １打叩毎の時間的間隔のこと。Fujii et al.[1] では，それらについて，平均・標準偏差を算出し，演奏安定性の指標としている。

Fujii et al.[1]は，ドラムのスティック振り上げと振り下ろしを，屈曲伸展筋に対応させる 1 対 1 対応の命令形を想定している。このような捉え方では，Bernstein[3]が正しく指摘したように，身体各部が連鎖構造を持つ運動のダイナミクスを十分に捉えることはできない。

そこで本研究では，ドラム熟練者が，局所的な筋制御ではなく，様々な筋を協働させながら，打叩間隔・強度ともに安定した演奏を実現していることを実証する。検証する仮説は，以下の通りである。

仮説 1：熟練者は，命令―実行結果が 1 対 1 対応するような局所的な筋制御ではなく，多数の命令を最終的に 1 つの実行結果に調整することで演奏安定性（ITI・打叩強度）を維持している。

仮説 2：未経験者は，多数の命令に対して，実行結果を調整することができず，実行結果が多数出力されるため，演奏安定性（ITI・打叩強度）を維持することが困難である。

具体的には，以下に示す作業仮説の検証を通して，仮説 1, 2 を検証した。

2 分間の打叩課題（実験 1, 2)に対して，[1] 熟練者は場面に応じて主働拮抗筋を切り替えることで，演奏安定性(ITI・打叩強度)を維持することができ，[2]未経験者は多様な筋活動は認められるが，それらを調整することができず，演奏が不安定になること。また，手首を回旋させながらの打叩課題（実験 2)に対して，[3]熟練者は，場面に応じて主働拮抗筋を切り替えることで，演奏安定性(ITI・打叩強度)を維持することができ，[4]未経験者は，常に入射角が変動する状況に対して，筋活動が調整できず，演奏が不安定になること。

本研究では，Fujii et al.[1]で用いられた打叩時の打圧データ，主働拮抗筋の一対（尺側手根屈筋-長橈側手根伸筋）のデータに加え，指の運動を司る筋肉（深指屈筋-総指伸展筋）を対象とし，それらについて，打叩時の表面筋電図を取得し，検討した(図 1)。

2. 実験 1

2.1 目的

本実験では，2 分間の打叩課題を用い，熟練者は未経験者よりも，演奏安定性(ITI・打叩強度)が高くなることを検証した。またそれらが，身体定位の柔軟な調整から成立していることを，定性的・定量的検討を交えて検証した

2.2 方法

実験計画：実験参加者 2 要因（熟練度(2)・テンポ(2)）混合計画であった。具体的には，実験参加者の熟練度 2 水準（熟練者・未経験者）とテンポ 2 水準（120bpm, 160bpm）を操作し，検討した。なお，本実験では熟練度 2 水準の中間群として，経験者群を設定したが，n=1 であったため参考値として検討し，統計的検定には含めなかった。

実験参加者：ドラム演奏の熟練者・打楽器経験者・未経験者を対象に実験を行った。熟練者は，ドラム演奏歴を 20 年以上持つ，ヤマハのドラム講師(n=3, 全て男性)であった。平均年齢は 38 歳であった。演奏スタイルはロックであった。打楽器経験者は，中学校から高校卒業まで吹奏楽部で打楽器を演奏していた早稲田大学人間科学部学生(n=1, 女性, 20 歳)であった。同参加

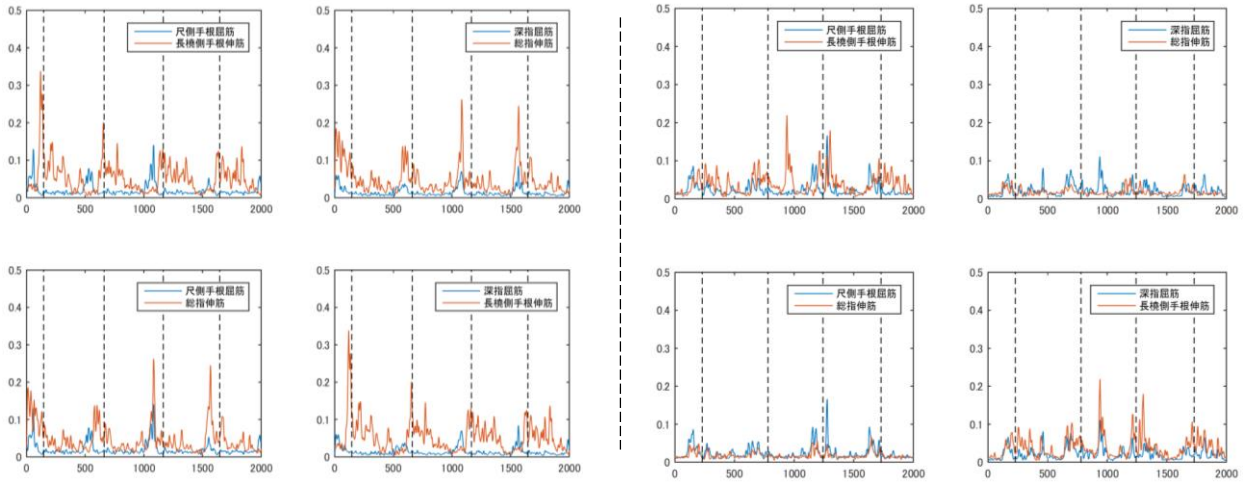


図 1：前腕の筋活動
（左：熟練者 1，実験 1，120bpm；右：未経験者 3，実験 1，120bpm）

者には 2 年のブランクがあったものの，経験者群として検討した。未経験者は，ドラム経験のない早稲田大学人間科学部学生(n=4，全て男性)であった。平均年齢は，22.25 歳であった。スポーツ経験にはばらつきがあった。なお，参加者は全員右利きであった。

使用機器：打圧データは，ドラム用練習パッド（VICFIRTH 社, VICPAD6）に圧力センサ（DKH 社, PH-464）を埋め込んだものを用い，取得した。打叩時の筋活動は，Biometrics 社製の表面筋電計（SX230）を用い，計測した。本実験では，4 本の表面筋電計を用い，1)尺側手根屈筋 2)長橈側手根伸筋 3)深指屈筋 4)総指伸展筋の筋電図を取得した。なお，当該筋についての貼付位置の決定は，触診によって行った。上記データはすべて時系列データであり，それらを同期して収録することができる TRIAS システム(DKH 社)を用い，計測した。サンプリング周波数は 1kHz とした。

補足データとして，ハイスピードカメラ(CASIO, EX-100PRO)を 2 台使用し，打叩時の映像データを記録した。撮影は 120fps で行った。

課題：テンポ 2 水準（120bpm, 160bpm）について，それぞれ 2 分間打叩することとした。これらを 1 セットとし，3 セット行った（計 6 試行）。実験参加者には，初めにメトロノーム音を呈示し，それに合わせて打叩させた。メトロノームは，打叩と同期してきたところで停止した。計測はメトロノームを停止したのち開始した。練習パッドの高さ・角度は固定した。使用スティック（Pearl 110H）は，同じ型のものを 4 本用意し，その中から参加者の好みのものを選ばせた。高さ調節が可能なドラム用の椅子（Pearl, D1000N）を用いた。椅子の高さは，実験開始前に参加者自身に調整させた。なお，未経験者には，膝の角度が 90 度より少しだけ大きくなる程度が一般的なドラマーの目安であることを伝えた。ドラム演奏経験の全くない未経験者には，それぞれのグリップの説明と叩き方の教示を行った。把持位置については，スティック全体の 3 分の 1 程度の位置を目安にした。グリップはフレンチグリップとした。なお，同グリップは，親指がスティックの真上に来るよう把持するものであり，ティンパニなどの高速打叩が要求される楽器演奏で用いられることが多い。

分析・統計：データ処理は全て，数値計算言語 Matlab（Mathworks 社）を用いた。打圧データは，各打叩のピーク値を算出後，それらの強度・ITI の平均値・SD を算出した。表面筋電データは，1) 全波整流後（全ての値を 2 乗した後，平方根を取った)，2) それらのデータに対して 9ms の移動平均をかけた。以上の処理を施した表面筋電データを用い，屈曲伸展筋の相対差分信号(Relative-Difference Signals (Hauer[4]; Fujii, et al.[5])，式(1)，以下 RDS)を算出した。

$$RDS = (\text{屈曲筋} - \text{伸展筋})/(\text{屈曲筋} + \text{伸展筋}) \quad \cdots(1)$$

同式は，時系列データ内の屈曲筋・伸展筋の出力の差分を両者の和で除した値を全て求めることで，試行内で屈曲筋・伸展筋の共収縮がどれほどの割合で起こっているか，またどちらが優勢であるかを検討するためのものである。具体的には，共収縮が優勢の場合には RDS=0 の頻度が高く，屈曲筋優勢の場合には上限が 1 となる正の値の頻度が高く，伸展筋優勢の場合には下限が−1 となる負の値の頻度が高くなる（図 2)。Fujii et al.[1] では，OD 群の RDS の SD が ND 群より有意に大きく，すなわち屈曲伸展筋の出力がはっきりと分離しているため，0 付近の値が表す共収縮の割合が少ないと主張されている。なお本実験では前腕の屈曲伸展筋に，センサを 2 個ずつ装着したため，以下の 4 つの筋肉の組合せについて RDS を算出し，検討した。

1)尺側手根屈筋—長橈側手根伸筋
2)深指屈筋—総指伸展筋
3)尺側手根屈筋—総指伸展筋
4)深指屈筋—長橈側手根伸筋

本実験では，Fujii et al.[5]との比較のため RDS の SD について検討したうえで，全ての RDS(筋の組み合わせ 4 条件×テンポ 2 条件＝8 条件)の分布について，ヒス

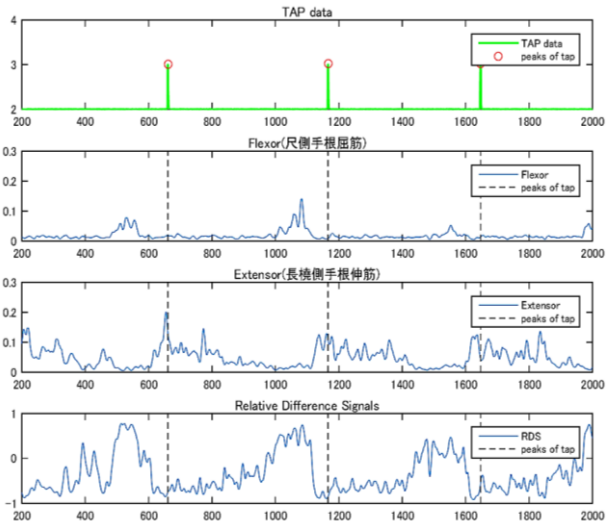


図 2：RDS の算出
(熟練者 1，120bpm；1 段目：打圧データ，2 段目：屈曲筋，3 段目：伸展筋，4 段目：RDS)

トグラムを作成し(図 3), それらを定性的に比較した。また, 補足データとして, 1試行2分間の RDS を, 時間軸で 10 分割 (12 秒間分)し, プロットすることで, 試行内の筋活動にどのような変遷があるのかについても検討した(図 4)。

ハイスピードカメラによる映像分析では, 熟練者2名について, 打叩 5 周期分の映像を抽出し, 定性的に検討した。映像は前横 2 点から撮影したデータの時系列を同期させ, 使用した。

統計処理は全て R(Ver.3.1.1)を用いた。等分散性の検定（バートレット検定）により, 取得データの正規性を確認した後, 熟練度（2 水準）×テンポ（2 水準）について, 繰り返しのある2要因分散分析を行った。多重比較はホルム法を用いた。なお, 本実験で得られたデータは全て, パラメトリックデータであった。

2.3 結果

ITI・打叩強度：ITI の平均値と SD について(表 1), 120bpm (周期は 500ms) では, 熟練者 507.9±11.9ms, 未経験者 507.912±34.94, 160bpm（周期は 375ms）では, 熟練者 380.92±8.18ms, 未経験者 362.02±28.82ms であった。繰り返しのある 2 要因分散分析の結果, ITI の平均については熟練度の主効果・交互作用は認められなかった(F(1,13)=0.44, ns, F(1,13)= 0.53, ns)。テンポについては主効果が認められたが, これは目標とされるテンポが異なるためであった(F(1,13)= 94.28, p<.001)。SD については, 熟練者は未経験者よりも有意に小さかった(F(1,13)=505.8, p<.001)。また, テンポの主効果・交互作用は認められなかった (F(1,13)= 0.23, ns; F(1,13)=0.11, ns)。以上の結果は, 熟練度によって ITI の平均自体に統計的に有意な差はないが, 打叩間隔のバラつきを表すSDは, 熟練者の方が有意に小さいことを示している。なお, 経験者(n=1)の ITI は, 120bpm では, 495.80 ±17.46ms, 160bpm では, 358.54±14.94ms であり, いずれの SD も未経験者よりは小さく, 熟練者よりは大きい結果となった。

打叩強度についての平均と SD では, 120bpm では, 熟練者 3.42±0.12mV, 未経験者 2.72±0.37mV, 160bpm では, 熟練者 3.45±0.32mV, 未経験者 2.68±0.35mV であった。繰り返しのある 2 要因分散分析の

表 1: ITI・打叩強度

Tap	熟練者(n=3)		未経験者(n=4)		経験者(n=1)	
	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM
ITI(ms)	507.9	380.92	507.91	362.02	495.8	358.54
強度(mV)	3.42	3.45	2.72	2.68	3.86	3.63
ITI SD(ms)	11.9***	8.18***	34.94	28.82	17.46	14.94
強度 SD(mV)	0.12**	0.32**	0.37	0.35	0.25	0.4

ITI目標値:120bpm 500ms; 160bpm 367ms
*p<.05, **p<.01, ***p<.001.

表 2: RDS SD

RDS SD	熟練者(n=3)		未経験者(n=4)		経験者(n=1)	
	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM
Mean 1	0.44*	0.45*	0.33	0.34	0.41	0.44
Mean 2	0.3+	0.3+	0.29	0.31	0.36	0.4
Mean 3	0.29	0.32	0.27	0.26	0.4	0.41
Mean 4	0.45	0.44	0.34	0.37	0.38	0.42
SD 1	0.05	0.09	0.02	0.03	0.03	0.03
SD 2	0.03	0.04	0.06	0.02	0.01	0.01
SD 3	0.06	0.08	0.06	0.08	0.03	0.04
SD 4	0.06	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01

1:尺側手根屈筋 – 長橈側手根伸筋, 2:深指屈筋 – 総指伸筋, 3:尺側手根屈筋 – 総指伸筋, 4:深指屈筋 – 長橈側手根
+p<.1, *p<.05, **p<.01, ***p<.001.

表 3: 熟練者毎の ITI・打叩強度

Tap	熟練者1		熟練者2		熟練者3	
	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM
ITI(ms)	533.20	394.36	495.70	370.86	495.09	377.57
強度(mV)	2.95	2.97	3.98	3.98	3.32	3.39
ITI SD(ms)	13.29	8.78	11.82	8.85	10.71	6.92
強度 SD(mV)	0.03	0.06	0.17	0.13	0.16	0.18

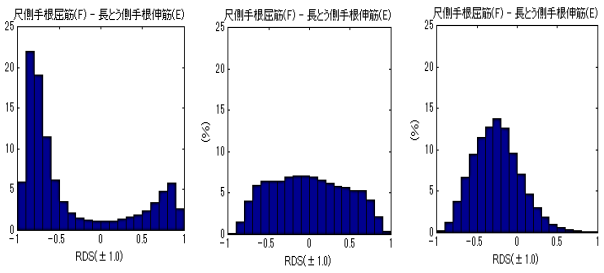


図 3：RDS のヒストグラム
（実験 1，120bpm，縦軸：1 試行内の RDS の割合(%)，横軸：RDS の値(±1)，左：熟練者 1，中央：熟練者 3，右：未経験者 3）

結果，打叩強度の平均では，熟練者は未経験者よりも有意に大きかった(F(1,13)=7.99, p<.05)。テンポの主効果・交互作用は認められなかった(F(1,13)=0.04, ns, F(1,13)= 0.62, ns)。SD では，熟練者は未経験者よりも有意に小さかった(F(1,13)=28.27, p<.01)。テンポの主効果・交互作用は認められなかった(F(1,13)=1.07, ns, F(1,13)=1.62, ns)。以上の結果は，打叩強度について，熟練者は未経験者よりも有意に出力が大きく，バラつきも少ないことを示した。なお，経験者の打叩強度は，120bpm では，3.86±0.25mV，160bpm では，3.63±0.40mV であり，全実験参加者の中で最も出力が大きかった。

Relative-Difference Signals (RDS)：Fujii et al.[5]にならい，屈曲伸展筋 2 対の RDS を算出後，それらの分布を表すヒストグラムを作成した（図 3，横軸：RDS の値（±1），縦軸：分布量（%））。なお，図 3 のプロット(尺側手根屈筋-長橈側手根伸筋）は，Fujii et al.[5]で対象とされた筋の組み合わせと同一のものとした。

熟練者 1 では，Fujii et al.[5]で提示されたプロットと，近似した谷型の分布が認められた(図 3，左)。RDS=0 付近での共収縮の割合は，1%程度であった。一方で熟練者 3 では，分布がフラットになった(図 3，中央)。すなわち，共収縮・伸展筋優勢・屈筋優勢の割合が 1 試行の中で均等になった。RDS=0 付近での共収縮の割合は 5%程度であった。経験者では，熟練者 3 と近似したフラットなプロットが認められた。未経験者は，全体を通して，やや伸展筋優勢の山型となった(図 3，右)。また，他群に比べ，狭い範囲に分布が集中していた。RDS=0 付近での共収縮の割合は，7-10%程度であった。

RDS の SD(屈曲-伸展筋 4 条件)の値(表 2)は，尺側手根屈筋- 長橈側手根伸筋について，120bpm では，0.44±0.05，未経験者 0.33±0.02，160bpm では，熟練者 0.45±0.09，未経験者 0.34±0.03 であった。深指屈筋 - 総指伸展筋について，120bpm では，熟練者 0.30±0.03，未経験者 0.29±0.06，160bpm では，熟練者 0.30±0.04ms，未経験者 0.31±0.02 であった。尺側手根屈筋 - 総指伸展筋について，120bpm では，熟練者 0.29±0.06，未経験者 0.27±0.06，160bpm では，熟練者 0.32±0.08，未経験者 0.26±0.08 であった。深指屈筋 - 長橈側手根伸筋について，120bpm では，熟練者 0.45±0.06，未経験者 0.34±0.05，160bpm では，熟練者 0.44±0.08，未経験者 0.37±0.03 であった。繰り返しのある 2 要因分散分析の結果，尺側手根屈筋 - 長橈側手根伸筋では，熟練者は未経験者よりも SD が有意に大きかった(F(1,13)=10.76, p<.05)。すなわちこのデータは，Fujii et al.[5]で示されていた結果と同様であった。テンポ要因・交互作用についてはいずれも有意差は認められなかった(F(1,13)=0.12, ns; F(1,13)=0.02, ns)。深指屈筋-総指伸展筋では，熟練者は未経験者よりも SD が大きい有意傾向が認められた(F(1,13)= 5.16, ns)。テンポ要因・交互作用についてはいずれも有意差は認められなかった(F(1,13)=0.55, ns; F(1,13)=1.43, ns)。尺側手根屈筋-総指伸展筋では，熟練度・テンポ・交互

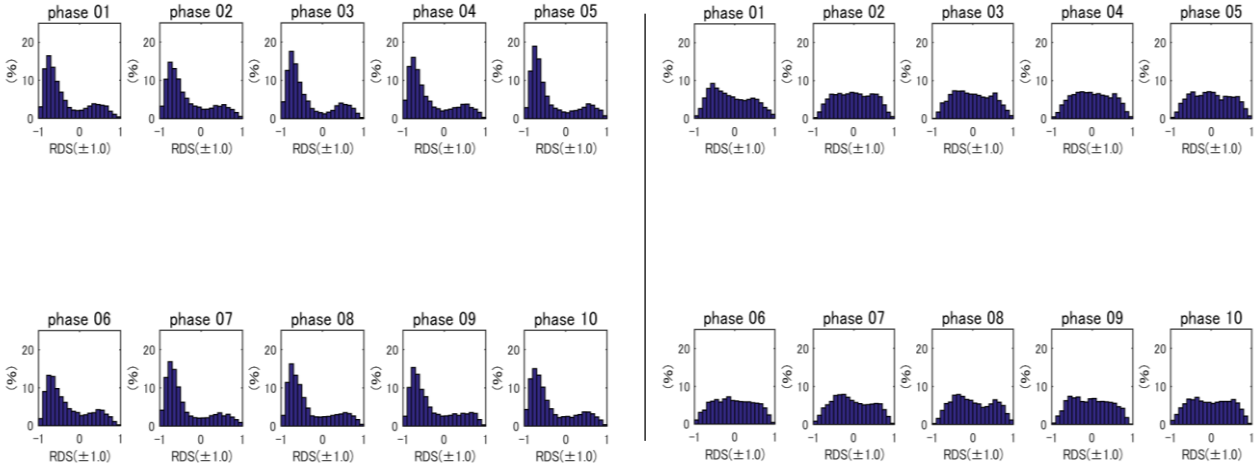


図 4：10 分割した RDS
（実験 1，120bpm，左：熟練者 1，右：熟練者 3）

作用ともに有意差は認められなかった(F(1,13)=0.03, ns; F(1,13)=0.25, ns; F(1,13)=0.23, ns)。深指屈筋-長橈側手根伸筋では, 熟練度・テンポ・交互作用ともに有意差は認められなかった(F(1,13)=0.65, ns; F(1,13)=0.33, ns; F(1,13)=1.36, ns)。経験者についてのRDSのSDは, 尺側手根屈筋総指伸展筋-長橈側手根伸筋について, 120 では 0.41±0.03, 160 では 0.44±0.03 であった。深指屈筋-総指伸展筋について, 120 では 0.36±0.01, 160 では 0.40±0.01 であった。尺側手根屈筋-総指伸展筋について, 120bpm では 0.40±0.03, 160bpm では 0.41±0.04 であった。深指屈筋-長橈側手根伸筋について, 120bpm では 0.38±0.02, 160bpm では 0.42±0.01 であった。

時間軸で10分割したプロットでは, 試行内で筋活動が遷移することが想定されたが, 熟練度・テンポにかかわらず, 1試行を通して同様の分布となった(図4)。

2.4 考察

本実験では, ITIの平均については, 熟練者と未経験者との間で, 統計的に有意な差は認められなかった。一方, 打叩強度の平均については, 熟練者は未経験者よりも有意に大きかった。また, それらのSDについては, 熟練者は未経験者よりも有意に小さかった。以上のデータは, Fujii & Oda.[6]や, Fujii et al.[1][5]で報告されたものと近似していた。

次に, RDSについて, SDを熟練度・テンポ要因から比較した。その結果, 本実験課題の主働拮抗筋になることが想定された, 尺側手根屈筋-長橈側手根伸筋のセットにおいて, 統計的に有意な差が認められた。すなわち, 熟練者は, 当該筋においてRDSのバラつきが大きいことが分かった。また, 本実験におけるRDSのプロットでは, Fujii et al.[5]で示された熟練者の分布と同様のものが認められた(図 3, 左)。一方で, 熟練者群においては, Fujii et al.[5]とは異なる平型の分布が認められた(熟練者 3, 図 3, 中央)。すなわち 2 分間で検討した時の, RDS=0 付近での共収縮の値は, 他の熟練者と比較して高かった。にも関わらず, 演奏安定性は維持されていたことから(表3), 当該筋の相補性だけが演奏安定性を実現する要因とは言えない可能性がある。

10 分割した RDS プロット (図 4)では, 筋活動の遷移は認められなかった。熟練者 3 では, 平型の分布となったため, 10 分割した場合, 試行内で筋活動が遷移することが想定された。しかし, 実際は同様の平型分布が続いていたことから, 以下のような可能性が導き出せる。1) 熟練者 3 特有の筋活動パターンがあること, 2) 上腕筋をベースに運動していた場合, 今回対象とした前腕筋は活動が抑えられたこと。いずれの場合においても, 前腕筋の活動のみから判断するには, あまりにも情報が乏しいことは確かである。

熟練者は全員, ドラム歴が20年以上のベテランドラマーであり, 日常的に使用している叩き方の癖が身についている。それは本実験のような課題統制下においても生起し得るものであり, その結果, 主働拮抗筋は各参加者に応じて異なる可能性がある。このような個別性を伴った筋活動は, Fujii et al.[1]で報告されているような, 屈曲伸展筋の 1 セットのみからの検討では捉えきれないものである。

3. 実験２

3.1 目的

実験 1 では, 2 分間の打叩課題を用い, 熟練者が, 柔軟な身体定位の調整から, 安定的な演奏を実現していることを検証した。本実験では, 身体定位が不安定になるような実験課題でも, 熟練者は演奏安定性を維持できることを以下の実験課題を用いて検証した。

3.2 方法

実験計画, 実験参加者, 使用機器は実験 1 と同一であった。

課題： 実験２では, 実験参加者に呈示する課題を, 回旋課題とした。これは, フレンチグリップ⇒アメリカングリップ⇒ジャーマングリップを実験参加者の任意の周期で繰り返すものであった。ジャーマングリップは手の甲が地面と平行となるグリップであり, アメリカングリップはフレンチグリップとジャーマングリップの中間位置でスティックを把持するグリップである。なおアメリカングリップは, 多様な場面に対応できることからドラムセットを使用する演奏家が好んで使うことが多い。本実験で対象とした熟練者は, 3 名ともアメリカングリップのユーザーであった。

分析: 打圧データは, ITI・打叩強度の平均と SD を算出した。表面筋電データについては実験 1 同様の処理を施したのち, RDS を算出した。その後それらの SD を算出し, 統計的検定を行った。 分析方法は, 実験 1 と同一であった。

表 4: ITI・打叩強度

Tap	熟練者(n=3)		未経験者(n=4)		経験者(n=1)	
	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM
ITI(ms)	494.16	376.1	491.93	363.01	461.39	352.66
強度(mV)	3.35	3.37	2.72	2.68	3.57	3.44
ITI SD(ms)	14.42**	9.44**	60.16	29.32+	15.29	19.27
強度 SD(mV)	0.1**	0.11**	0.36	0.35	0.3	0.44

+p<.1, *p<.05, **p<.01, ***p<.001.

表 5: RDS SD

RDS SD	熟練者(n=3)		未経験者(n=4)		経験者(n=1)	
	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM	120BPM	160BPM
Mean 1	0.48**	0.53**	0.37	0.4*	0.41	0.44
Mean 2	0.26	0.26	0.24	0.26	0.36	0.4
Mean 3	0.27	0.3	0.29	0.3	0.4	0.41
Mean 4	0.48	0.51	0.34	0.37	0.38	0.42
SD 1	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.03
SD 2	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01
SD 3	0.02	0.02	0.05	0.02	0.03	0.04
SD 4	0.01	0.01	0.06	0.03	0.02	0.01

1:尺側手根屈筋 – 長橈側手根伸筋, 2:深指屈筋 – 総指伸筋, 3:尺側手根屈筋 – 総指伸筋, 4:深指屈筋 – 長橈側手根
+p<.1, *p<.05, **p<.01, ***p<.001.

統計: 統計処理は全て R(Ver.3.1.1)を用いた。等分散性の検定（バートレット検定）により, 正規性の確認できたデータに関して, 熟練度（２水準）×テンポ（２水準）についての, 繰り返しのある２要因分散分析を行った。多重比較はホルム法を用いた。なお, 正規性が確認できなかったノンパラメトリックデータについては, ウィルコクソンの順位和検定を用い, 熟練度×テンポ 120, 熟練度×テンポ 160 それぞれについて検討した。

3.3 結果

ITI・打叩強度：ITI の平均と SD について, 120bpm（周期は 500ms）では, 熟練者 494.16±14.42ms, 未経験者 491.93±60.16ms, 160bpm（周期は 375ms）では, 熟練者 376.10±9.44ms, 未経験者 363.01±29.32ms であった。２要因分散分析の結果, ITI の平均については, 熟練度の主効果・交互作用による有意差はなかった(F(1,13)=0.19, ns; F(1,13)=0.66, ns)。テンポについては主効果が認められたが, これは目標とされるテンポが異なるためであった(F(1,13)=110.53, p<.001)。SD では, 熟練者は未経験者よりも有意に小さかった(F(1,13)=15.53, p<.01)。テンポ要因では, 160bpm よりも 120bpm の課題時に SD が大きくなる有意傾向が認められた(F(1,13)=0.07, p<.1)。交互作用については, 有意差が認められなかった(F(1,13)=2.77, p<.1)。以上から, 本実験のような身体定位を変動させながら行う課題であっても, ITI の平均に統計的に有意な差は認められなかったが, ITI のバラつきを示す SD は, 熟練者の方が有意に小さいことが示された。なお, 経験者(n=1)の ITI は, 120bpm では, 461.39 ± 15.29ms, 160bpm では, 352.66±19.27ms であった。打叩強度について 120bpm では, 熟練者 3.35±0.10mV , 未経験者 2.72±0.36mV, 160bpm では, 熟練者 3.37±0.11 mV, 未経験者 2.68±0.35mV であった。2 要因分散分析の結果, 熟練者は未経験者よりも有意に出力が大きかった(F(1,13)= 7.05, p<.05)。テンポによる主効果・交互作用は認められなかった(F(1,13)=0.29, ns; F(1,13)=2.21, ns)。打叩強度の SD は, 熟練者は未経験者よりも有意に小さかった(F(1,13)=24.64, p<.01)。また, テンポによる主効果・交互作用は認められなかった(F(1,13)= 0.01,ns; F(1,13)= 0.76,ns)。以上から, 熟練者が本実験課題のような状況においても, 安定的な打叩出力を実現していることが示された。なお, 経験者(n=1)の打叩強度は, 120bpm では, 3.57±0.30mV, 160bpm では, 3.44±0.44mV であった。

Relative-Difference Signals (RDS)：まず, RDS の分布を表すヒストグラムを作成した。熟練者１は, 実験１同様, 両端が山となり, 0 付近が低くなるような谷型の分布となった。RDS=0 付近での共収縮の割合は 1%程度であった。熟練者２では, 伸展筋優勢の分布となった。RDS=0 付近での共収縮の割合は 5%程度であった。熟練者３・経験者では, 実験１よりも, やや伸展筋優勢となった。RDS=0 付近での共収縮の割合は, 5%程度であった。未経験者は, やや伸展筋優勢の山型であった。

屈曲-伸展筋４条件における RDS の SD に関して, 尺

側手根屈筋- 長橈側手根伸筋について, 120bpm では, 熟練者0.48±0.05, 未経験者0.37±0.05, 160bpmでは, 熟練者 0.53±0.04, 未経験者 0.40±0.04 であった。深指屈筋 - 総指伸展筋について, 120bpm では, 熟練者 0.26±0.01, 未経験者 0.24±0.03, 160bpm では, 熟練者 0.26±0.01, 未経験者 0.26±0.02 であった。尺側手根屈筋 - 総指伸展筋について, 120bpm では, 熟練者 0.27±0.02, 未経験者 0.29±0.05, 160bpm では, 熟練者 0.30±0.02, 未経験者 0.30±0.02 であった。深指屈筋 - 長橈側手根伸筋について, 120bpm では, 熟練者 0.48±0.01, 未経験者 0.34±0.06, 160bpm では, 熟練者 0.51±0.01, 未経験者 0.37±0.03 であった。2 要因分散分析の結果, 尺側手根屈筋-長橈側手根伸筋では, 熟練度・テンポ要因の主効果・交互作用ともに有意差が認められた(F(1,13)=18.10, p<.01;F(1,13)=186.56, p<.001;F(1,13)=9.72, p<.05)。熟練度要因の主効果について, 熟練者は未経験者より, SD が大きかった。テンポ要因の主効果について, 160bpm では, 120bpm よりも SD が大きかった。深指屈筋-総指伸展筋では, 正規性を確認できなかったため, ノンパラメトリック検定を行った。その結果, 統計的に有意な差は認められなかった(ウィルコクソンの順位和検定：熟練度×120bpm, W=9, p=0.4,ns; 熟練度×160bpm, W=6, p=1,ns)。尺側手根屈筋-総指伸展筋では,テンポ要因・交互作用ともに有意差が認められた(F(1,13)=109.06, p<.001, F(1,13)=8.78, p<.05)。熟練度の主効果には, 有意差が認められなかった(F(1,13)=0.19, ns)。テンポ要因の主効果について, 160bpm では, 120bpm よりも, SD が大きかった。深指屈筋-長橈側手根伸筋では, ノンパラメトリック検定を行った。いずれにおいても有意差はなかった(ウィルコクソンの順位和検定：熟練度×120bpm, W=12, p=0.057, ns; 熟練度×160bpm, W=12, p=0.058, ns)。

経験者についてのRDSのSDは, 尺側手根屈筋-長橈側手根伸筋について, 120bpm では 0.41±0.03, 160bpm では 0.44±0.03 であった。深指屈筋-総指伸展筋について, 120bpm では 0.36±0.01, 160bpm では 0.40±0.01 であった。尺側手根屈筋-総指伸展筋について, 120bpm では 0.40±0.03, 160bpm では 0.41±0.04 であった。深指屈筋-長橈側手根伸筋について, 120bpm では 0.38±0.02, 160bpm では 0.42±0.01 であった。

3.4 考察

本実験では, 実験 1 とは異なり, グリップを変化させながら 2 分間の打叩を行う課題を課した。そのため, ITI や打叩強度について, 熟練者と未経験者間の差が大きくなることが想定された。その結果, ITI・打叩強度の平均については, 実験 1 同様, 有意差は認められなかったが, SD については熟練者の方が有意に小かった。以上から熟練者は, 本実験のように身体定位の変化を強いられる状況においても, 演奏安定性を維持できることが分かった。プロドラマーは, 実際の演奏場面において, 多様な種類の楽器を状況に応じて使い分けながら演奏することが求められる。日常的にこのような経験を蓄積している熟練者群の実験参加者が, 本実験課題を実験 1 とほとんど変わらない演奏安定性を実現できたのも, そのためであると推測される。一方, ITI のテンポ要因について, 160bpm では, 120bpm よりも打叩のバラつきを示す SD が有意に小さくなることが分かった。これは, 120bpm の課題では, 拍間隔が広く(120bpm では 500ms, 160bpm では 375ms), 一定のテンポを維持することが困難であったためであると考えられる。

RDS の値について, 本実験では主働拮抗筋がグリップに応じて頻繁に遷移するため, 熟練者群においても未経験者同様, 0 付近, あるいはやや伸展筋優勢(マイナス方向)で山型の分布になることが想定された。しかし結果は, 熟練者の方が未経験者よりも有意に SD が大きかった。すなわち, Fujii et al.[5]にならえば, 熟練者は実験 2 においても, RDS の両端の分布が大きく, 当該筋が交互に活動していることになる。プロットを参照しても, 熟練者に関しては, ほとんど山型とはならなかった。熟練者 1 については, テンポを問わず伸展筋優勢であり, 熟練者 2 については, RDS=0 付近での共収縮の割合が高い組み合わせがありながらも, 全体的な傾向としては伸展筋が優勢に働いていた。

また, RDS=0 付近での共収縮の割合は, 熟練者・経験者群よりも, 未経験者群の方が高かったことから, 未経験者は, 手首の回旋運動を, 屈曲伸展筋を共収縮させながら行っていたのに対し, 熟練者・経験者はこのような課題においても, 打面の反力を, 手首関節の迎合性を維持することで, 最大限に利用した可能性がある。

多くの RDS 分布で伸展筋が優勢であった点について, 打面の反力との兼ね合いとは別に, 重力との関係性が挙げられる。打叩の際, 重力方向に働くのは尺屈時の前腕の屈曲筋(尺側手根屈筋)であった。一方橈屈時, すなわち抗重力方向に働くのは, 前腕の伸展筋(長橈側

手根伸筋)であった。したがって振り下ろし動作時には重力を利用できるため，ほとんど屈曲筋が使われていないが，実験 1 の映像データからも明らかなように，スティックが打面に触れる数ミリ秒前，尺屈が起こる。この時，屈曲筋が主働筋として使われているため，Fujii et al.[5]や本実験の熟練者 1 に認められるような右端がやや盛り上がった分布になったと考えられる。一方，未経験者では比較的共収縮の割合が高かったことから，尺屈時に重力を利用できず，余分な筋緊張が起こっていたものと考えられる。

4. 統括的議論

本研究では，仮説検証のため，長時間の打叩(実験 1・2)や不安定な状態(実験 2)を実験課題として設定した。熟練者はそのような状況でも，ITI の SD は小さく，打叩強度の出力は未経験者よりも有意に大きかった(表 1, 4)。これらのデータは，本仮説が目指す，多対 1 への調整を直接的に明らかにするものではなかった。しかし熟練者は，多様な文脈の中でも，ITI・打叩強度を維持できていたことから，多数の命令を，1 つあるいは少数の実行結果に調整しているメカニズムの端緒を示すことができた。熟練者の RDS のデータでは，2 分間の課題においても，屈曲伸展筋の相補性が高く，演奏安定性も高いというような Fujii et al.[5]の仮説を支持するデータが認められた（熟練者 1)。一方で，演奏安定性は，必ずしも屈曲伸展筋の相補的な活動のみから達成されるわけではないことを示すデータも認められた（熟練者 3)。同データは，打叩動作の個別性を示すデータでもあり，Fujii et al.[1][5]で設定された，主働拮抗筋 1 対を対象とした検討では不十分であることが示唆された。

以上のデータは，仮説および予測した結果のすべてを支持するには不十分であった。しかし，ドラム演奏の熟達を，Fujii et al.[1][5]のような，局所的検討ではなく，連鎖的な協応レベルから検討することへの意義を支持する重要なデータとなった。さらに，このような身体全体が織り成す，連鎖的な協応構造からドラム演奏を検討することで，演奏者の個別性を範疇に入れながら，「熟達」を定義できる可能性がある。

5. 展望

本研究で検討した，熟練者が，命令—実行結果を多対 1 に調整しているという仮説の背景には，Bernstein[3]の，「感覚による調整」がある。これは，我々の動作が，感覚によって方向付けられ制御されていることを示したものである[3]。しかしながら，熟練者がどのように感覚調整を行っているのかに関しては，本研究では検証できなかった。そこで，打叩動作における「感覚による調整」の 1 つとして，スティックのダイナミックタッチ[7]に関する研究等を検討している。

謝辞

本研究の実施にあたっては，日本学術振興会科学研究費補助金挑戦的萌芽研究（課題番号 15K12053）の助成を受けました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

[1] Fujii, S., Kudo, K., Ohtsuki, T., & Oda, S. (2009). Tapping performance and underlying wrist muscle activity of non-drummers, drummers, and the world's fastest drummer. Neuroscience letters, 459(2), 69-73.
[2] 三嶋 博之 (2001). エコロジカル・マインド —知性と環境をつなぐ心理学— 日本放送出版協会
[3] Bernstien, N. A. (1967). On Dexterity and its Development . (デクステリティ 巧みさとその発達, 工藤和俊訳 佐々木正人監訳 (2003) 金子書房)
[4] Heuer, H. (2007). Control of the dominant and nondominant hand: exploitation and taming of nonmuscular forces. Experimental brain research, 178(3), 363-373.
[5] Fujii, S., Kudo, K., Shinya, M., Ohtsuki, T., & Oda, S. (2009). Wrist muscle activity during rapid unimanual tapping with a drumstick in drummers and nondrummers. Motor Control, 13(3), 237-250.
[6] Fujii, S., & Oda, S. (2006). Tapping speed asymmetry in drummers for single-hand tapping with a stick. Perceptual and motor skills, 103(1), 265-272.
[7] Turvey, M. T. (1996). Dynamic touch. American Psychologist, 51(11), 1134.

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

この論文は大会ホームページ上での公開が許可されていません。

起業プロセスは様々な利害関係の中でどのように行われるか
―情動的側面に着目して―
Relationality among Various Actors and Participants in Entrepreneurial Activities: From the Viewpoint of Emotional Exchanging Forms

北本　遼太 *
Ryota kitamoto
*筑波大学大学院
University of Tsukuba
S1421277@u.tuskuba.ac.jp

Abstract
In this paper, I focused on background that is needed for changing the form of working and capitalistic values, and investigated the process of starting welfare service. I used the Actor Network Theory for describing the process exchanging various things (for example emotionality) between various actors. In result, I described emotional interaction between entrepreneurs and community residents. And I discussed about the form of emotional exchanging between "the most peripheral participant" and entrepreneurs.

Keywords — Entrepreneurial process, Actor Network Theory, Capitalism, Welfare service.

１．問題と目的

1990年代のバブル崩壊以降、従来、自明視されてきた雇用形態である「終身雇用」「年功序列」は、終わりを迎え、その代わりとなる時代状況に即した多様な働き方の可能性を探求することが現代社会における課題である。例えば、城（2006）は、勤務年数に応じた出世を保証する「年功序列制」といった、企業側が用意した「レール」は、企業の資本の拡大が限界を迎えるとともに、崩壊していることを指摘しつつ、転職市場の拡大や、新会社法といった起業に対する行政支援の増加などについて多様な働き方の端緒として紹介している。

このような、多様な働き方の1つとして、自ら事業を立ち上げる「起業」という働き方に注目が集まっている。例えば、山形県鶴岡市在住の女性を対象に、「好きなこと×世の中にいいこと」で小さく起業する「ナリワイ起業」の支援を行う「鶴岡ナリワイプロジェクト」と呼ばれる活動が組織されている(鶴岡ナリワイ女性プロジェクトチーム、2015)。また、教育機関においても、大学発ベンチャーの支援を目的とする筑波大学国際産学連携本部が2014年に設置されており、2016年4月までに累計110社の起業を支援している（筑波大学国際産学連携本部、2016）。このように、起業家の育成・支援を目的とした民間団体や教育機関が設立されていることを考慮すると、既存の組織に所属するのではなく、自ら事業を立ち上げる「起業」という働き方に焦点をあてることは、社会的に重要な意義を持つ。また、学習は社会・文化レベルのシステムの変化であり、新しい活動の創出こそ学習のエッセンスである（茂呂、2001）という状況的学習論からの指摘を考慮すると「起業」を検討することで「学習」という心理学的トピックに関する理論的なアドバンスが期待できる。

ところで、城の指摘する働き方の転換は、現代社会を覆いつくす資本主義の限界を表している点にも留意すべきだろう。資本主義の限界に伴う格差の拡大といった生き辛さや、経済成長を第一目標とする近代的な資本主義に基づく価値観を転換する必要性は、多くの論者によって指摘されている（広井、2015；水野、2014；佐伯、2015）。例えば水野は、資本主義の構造として、ウォール街や富裕層といった「中心」と発展途上国や貧困層といった「周辺」の存在を指摘し、「周辺」を広げることによって「中心」が利潤を効率よく蒐集するシステムとして資本主義を捉えた。そして、地理的・物的空間、電子的・金融的空間、両方のフロンティアの拡大の限界とともに資本主義は終焉を迎えるため、資本主義的な価値観に基づく市場経済の成長・拡大からの脱却が必要であると主張している。

これらの指摘を考慮すると、数ある職業の中でも、新たなる価値観を検討する上で示唆に富むと考えられる事業に焦点を絞り、その事業の起業につい

て検討を行うべきであろう。それでは、どのような事業を対象とすれば、資本主義の限界を乗り越えた新たな価値観を考える上での示唆が得られるだろうか。次節では、広井のポスト資本主義に関する論考を紹介しながら、新しい価値観を考えるための示唆を得るために、どのような事業に注目するべきか言及する。

なぜ福祉事業か―ポスト資本主義における価値観―

広井（2015）は、地球レベルの資源・環境的制約という「外的な限界」と、人々にある程度モノが行きわたり需要が成熟・飽和するという「内的な限界」を資本主義の限界として指摘し、今後、我々がとりうる道として、市場経済をコミュニティや自然といった土台へと着陸させる「ポスト資本主義」と、電脳世界や宇宙開発によって市場経済を無限に離陸させる「電脳・超資本主義」という２つの可能性を示した。この２つの可能性を指摘した上で、人間の経済が自然やコミュニティという有限な基盤を持っており、「電脳・超資本主義」では、それらの基盤との解離の度合いに応じて様々な格差が生じ、その結果、個人や人間にとっての土台そのものを侵食するため、前者の「ポスト資本主義」を我々が今後取るべき道であると結論付けた。そして、ポスト資本主義においては、ロボット頼りの少ない人手で多くの生産を上げる「労働生産性」が重視される価値観から、多くの人手を使いながら自然資源の消費や環境負荷は抑えるという「環境効率性」を重視する価値観へと「生産性」概念の転換が課題であると主張する。このような転換を考慮すると、従来の「労働生産性」の下では、多くの人手を必要とするため生産性が低いとされた福祉事業のような対人サービスの領域が、「環境効率性」の下では、もっとも生産性が高い領域となることを広井は指摘している。つまりは、対人サービス業、特に福祉事業に注目し、研究することは、これからの社会（広井のいうポスト資本主義）において重要な意義を持つだろう。そのため、本研究では、数ある職業の中から特に福祉事業を行っている法人を対象とする。

次節から起業に関する先行研究をレビューし、本研究がとるべき分析の観点について議論していく。

心理学における起業研究―要素還元主義の危険性―

心理学の領域、特に社会心理学やパーソナリティ心理学においては、事業が起こり、継続し、経済的に成功した起業家たちは、どのような心理学的要因を備えているかといったテーマについて、実証主義的な研究が進められてきた(Brandstätter, 2011)。

この領域を総覧した研究の一つであるBrandstätter(2011)は、1990年から2010年までに発表された起業家を対象とした論文のレビューから、Big Fiveや自己効力感といった心理学的特性と起業家的な意図や起業家の業績との間の関係性の検討に研究が集中していることを指摘している。Big Fiveについては、誠実性・開放性・外向性が起業したいといった起業家的な意図および経済的成功に代表される起業家の業績と正の相関を示し、情緒不安定性は起業家的な意図および起業家の業績ともに負の相関を示すことを多くの研究の結果から結論付けた。また、自己効力感についても多くの研究でテーマとして取り上げられており、起業やビジネスの成功において、重要な要因であると紹介した。さらに、今後の展開として、これまで取り上げられてきたBig Fiveや自己効力感をはじめとする要因間の詳細な関連について、縦断研究を用いて検討する必要があることを主張した。

Laguna(2013)は、起業家特有の自尊心と全般的自尊心が、1年後の事業の開始に影響を与えるかについて検討した。起業家育成プログラムの参加者を対象に起業家特有の自尊心、全般的自尊心や、起業したいかどうかといった起業に対する意図を測定する質問紙調査を行い、1年後の事業開始をどの程度予測するか縦断的な調査を行なった。その結果、人口動態変数といったその他の変数よりも起業に対する意図の方が１年後の事業開始をより良く予測できるとし、起業家特有の自尊心と全般的自尊心については起業に対する意図を予測する変数として重要であると結論付けた。

以上のような、要素還元主義は、様々な関係の中で行われている社会的実践の多くを捨象し、不可視にしているという問題点が経営学サイドから指摘されている（入江、2006）。入江は、エジソンの例を用いて、「エジソンが電球といった新技術を開発し、事業の立ち上げに成功した。そのためには、1日３時間しか寝なかった」というエジソンの成功を個人的な努力や性向という要素に還元した説明からは、実際にエジソンのように事業を成功させるためには、電球の開発といった「新技術開発」をし、21時間働かなければならないという抑圧的な規範しか得られないとする。かなり単純化した例ではあるが、社会的実践を捨象した要素還元主義的な研究知見が最終的に社会に送り出す言説の危険性は、十分理解可能である。本研究の問題意識は、新たな価値観や働き方の可能性の探求である。このように問題

意識の宛先が社会的な実践へ向いていることを考慮すると、入江の指摘は重要であり、要素還元主義に陥ることなく、起業という現象を捉える必要がある。

アクターネットワーク論という観点
ー新たな社会 - 技術的アレンジメントの形成としての起業ー

では、起業プロセスを起業家個人のもつ要素に還元する心理学的研究を乗り越えるためにどのような視点があるだろうか。本節では、アクターネットワーク論に基づく起業研究のレビューを通して、本研究における分析の観点について議論する。アクターネットワーク論は、人間・人工物・制度・生命といったモノすべてにアクターとしてネットワークにおける役割を与え、具体的な行為を可能にする能力であるエージェンシーと、それらの布置である社会 - 技術的アレンジメントを二分せず、相互に形成しあうものとして捉えるといった理論的な特徴を持つ（上野・土橋、2006）。

松嶋（2006）は、起業家は既存の均衡を変更する特別な存在であり、自らがおかれた状況への鋭い洞察力を持ち、それらの心理的動機や行動特性を持った起業家によって計画通りイノベーションが進行するといったナイーブな通説に対して、アクターネットワーク論から問い直しを図った。具体的には、健康食品開発を手掛けるベンチャー企業を起業したK氏の事例をもとに、起業プロセスを様々な利害関係の間で行われるアクターの取り込みあいである「関心の翻訳」という観点から検討した。このような事例の検討から以下のことが明らかになった。①K氏が、医師から創業者へ転身したのは、K氏に特別な心理的動機が内在していたためではなく、JICAでの医療ボランティアや様々な医療プロジェクトでの出会いといった先行する「異種混合のネットワーク」から生じた結果であること。②医療業界においては先端的なコア技術が食品業界に持ち込まれることで様々なアクターの登場とともに解体・再構成されたということ。③コア技術の解体・再構成をはじめとする翻訳戦略の下で、あらかじめ用意された事業構想の成否というよりかは、事業構想そのものも再構成されるという起業プロセスを経たこと。このように、アクターネットワーク論に基づき、様々な関係との「関心の翻訳」を行う中で、先端的なコア技術や事業構想が力動的に揺れ動く様子を記述したという点において、松嶋の研究は意義を持つだろう。

また、アクターネットワーク論に依拠しながら、起業プロセスを検討した研究は海外においても行なわれている。Roscoe, Cruz, & Howorth(2013)は、起業研究における中心的な概念である機会（opportunity）が、物質性に埋め込まれた概念であることをホンジュラスの大規模農業法人の事例の検討を元に主張した。Roscoeらは、起業家個人とは独立して存在する機会を起業家が発見しているという前提を持つ「機会発見型」の研究を批判し、農業法人に関わる人々の口述史の分析を通して、ホンジュラスの気候や輸出入制度、栽培する野菜といった物質に埋め込まれた機会とそれらへ働きかける起業家の相互補完的な関係を記述した。つまり、起業家が、働きかけることで初めて機会は機会として立ち現われ、そして機会への働きかけを行なうことを通して、初めて起業家も起業家として立ち現われる。

以上のようなアクターネットワーク論の観点から見れば、技術的・政治的・経済的な利害関係の中で、制度や人物、気候、動物種といった起業家を含めた様々なアクター同士が相互作用しながら、新たな社会 - 技術的アレンジメントを形成し、同時に起業家を含めたアクターの新たなエージェンシーを形成するプロセスとして起業は捉えられる。このような観点に依拠すれば、従来の心理学的起業研究を乗り越え、実際の社会の中で豊かな動きを見せる起業プロセスを捉えることが出来るだろう。ところで、アクターネットワーク論で主に焦点が当てられてきた技術的・政治的・経済的な利害関係だけではなく、より多様な関係を人々のつながりは含んでいるという指摘がなされている(上野・ソーヤー・茂呂、2014)。次節では、上野らを紹介しながら、従来のアクターネットワーク論に依拠した研究において不足している点を指摘する。

アクターネットワーク論における「交換形態」という新たな次元

上野・ソーヤー・茂呂（2014）は、ラトゥールをはじめとするアクターネットワーク論が取り扱った事例は、政治的・経済的利害に関連するものが多く、政治的・経済的な同盟関係の中で初めて、人工物や技術は同盟を形成するアクターまたは敵対するアクターになるという政治的・経済的な次元にしか焦点を当てていないという限界を指摘した。そのような限界を乗り越え、従来のアクターネットワーク論とは異なる新しい観点を提供するために、人々の「交換形態」という別の次元に焦点を当て小学校における文楽を題材にした総合学習の事例を検討した。そこでは、プロの文楽演者・街の再興を狙う

表1 各法人のプロフィール

法人名	事業内容	設立年	事業所の所在地
特定非営利活動法人 静岡福祉総合支援の会 空と大地と	・就労継続支援(B型)事業 ・生活介護事業 ・就労移行支援事業 ・グループホーム・ケアホーム しおさい ・障害者雇用企業内サポーター育成事業(静岡県委託事業) ・障害者ジョブコーディネーター養成事業(静岡県委託事業) ・生活相談	2004年	静岡県焼津市
特定非営利活動法人 ぷらちなくらぶ	・居宅介護支援事業所[ぷらちなぷらん] ・訪問介護・自立支援 ・小規模多機能ホーム[スマイルぷらちな] ・ぷらちな児童デイ[児童デイサービス] ・子育て支援(子育てサロン＆一時預かり・子育て応援隊) ・新田キッズルーム[新田キッズルーム、幼稚園送迎ステーション] ・ギャラクシティ、ちびっこガーデン	2001年	東京都足立区
一般社団法人 アイネット	・厚生労働省認定『地域若者サポートステーション事業いばらき県西若者サポートステーション運営 ・茨城県・市町村委託青少年自立支援事業 ・生活困窮者の支援活動 ・青少年のいろいろな問題の相談、助言情報提供 ・仕事トレーニングプログラムの実施 ・講演会、講座、イベント等の企画 ・不登校・ひきこもりの仲間が集まるコミュニティ「笑える不登校倶楽部」運営	2013年	茨城県筑西市

NPO・近隣住民といった様々なグループが関わり、活動の物質的リソース・非物質的知識・技能・ボランティア的な仕事を贈与する一方、地元との一体感・所属感・アイデンティティの感覚などを返礼として受け取る「感情の交換」を行なっていた。また、小学校という制度を超えて地域や文楽コミュニティとつながりながら文楽に関する知識や技術をめぐる新しい社会 - 技術的アレンジメントが形成され、その中で、「文楽を地域の共有の文化財として残したい、また、そのようなものとして文楽を学習したい」といった学習に関する新たなエージェンシーが形成された。このような事例から、上野らは、「学習をめぐる社会 - 技術的アレンジメントの形成とは、人々の間の物質的リソース・非物質的知識・技能・仕事についての新しい交換形態を作り出すこと」として表現可能であると主張した。

このような上野らの主張を考慮すると、松嶋やRoscoeらのアクターネットワーク論に基づいた起業研究も技術的・政治的・経済的な側面しかとらえていないという点で不足している。特に、ケアの本質的な要素の1つとして「情動に関するコミュニケーション（広井、1997）」が指摘されており、福祉事業を対象とする本研究にとっては、上野らの指摘する「交換形態」という視点を取り入れ、検討する必要があるだろう。また、福祉事業を対象とすることで、上野らの取り扱った事例以上に情動面での人々やコミュニティ同士のつながりの記述が期待できるだろう。

以上から、本研究は、終身雇用制といった従来の働き方やそれを取り巻く資本主義に基づく「労働生産性」を重視する価値観が転換しつつある時代背景に着目し、福祉事業の起業プロセスについて検討する。そのための分析の観点として、起業を起業家個人の内的な心理特性に還元することなく、様々なアクターの間で揺れ動く起業プロセスの記述が可能なアクターネットワーク論を採用する。具体的には、福祉事業を行なっている法人の関係者を対象にインタビューを行ない、事業を立ち上げるにあたって、どのような関係者とどのように繋がりながら、新しい社会 - 技術的アレンジメントを作り上げているかという観点から起業プロセスを記述する。なお、記述する際、上野らの指摘に留意し、従来のアクターネットワーク論が主に焦点を当てていた技術的・政治的・経済的な利害関係だけでなく、情動を含む幅広い人々・制度・モノの間の交換に着目して記述する。しかし、一口に法人の関係者と言えども、法人設立のために尽力した中心的なメンバーから近隣住民まで、様々な関係者が想定可能である。そこで本研究では、特に法人の事業立ち上げに関わった中心的なメンバーであり、現在も法人に勤務する人物を対象に調査を行ない、どのような社会 - 技術的アレンジメントが新たに形成されたか記述する。

２．方法

データ収集及び分析方法：半構造化面接を用いてデータを収集した。M-GTAを用いて分析中である。

対象者：東京都内、静岡県内、茨城県内で福祉事業を行なっているNPO法人の立ち上げに関わったメンバー。東京都内のNPO法人については理事長、副理事長、事業開始初期から勤務する職員の計3名、静岡県内のNPO法人については理事長、副理事長、施設長の計３名、茨城県内の一般社団法人については、理事長1名にインタビューを実施した。各法人のプロフィールについては、表１に、各インタビュイーのプロフィールについては表２にそれぞれ示す。なお、インタビュイーの希望により、法人名、個人名を公表

表2 各インタビュイーのプロフィール

名前	所属団体	役職	メモ
大橋妙子	空と大地と	理事長	
小倉雅人	空と大地と	副理事長	(株)空と大地と 代表取締役兼任
	空と大地と	施設長 サービス管理責任者	
大竹恵美子	ぷらちなくらぶ	理事長	
団野純子	ぷらちなくらぶ	副理事長	
井上美保	ぷらちなくらぶ		
浅沼秀司	アイネット	理事長	

する。

主な質問項目：質問項目として、「法人として、行なっている事業について、どのような思いやこだわりをもっているか」「法人(事業)を立ち上げるにあたって、どのような点に苦労や、やりがいを感じたか」「どのような関係者とどのように関わりながら、事業を立ち上げたか。また、行なっているか」といった法人の事業についてや、その際の関係者などに関する項目を事前に準備した。また、面接状況に応じて適宜、各質問の内容について掘り下げるため、追加の質問や質問の変更などを行なった。

３．結果と考察

分析テーマ：福祉事業に携わる法人の事業立ち上げにおける新たな社会 - 技術的アレンジメントの形成プロセス

分析焦点者： 法人の事業立ち上げにかかわり、現在もその法人で勤務している人々

NPO法人「空と大地と」の大橋妙子氏、小倉雅人氏のインタビューデータについて、オープンコーディングを行なった結果の一部について本論では報告する。

施設へ向けられる住民感情と新たな名付けの創発（表３）

必要だが近くには欲しくないという【施設に対する矛盾した住民感情】を「ごみ焼却所」に例え、その中で、障がい者への差別や自分たちの組織への「宗教団体じゃないか」との噂といった【情動的な痛み】を受ける。それに対抗するように「自分たちはクリーンでクリアな組織を作る」という【活動における信念】を持ち続けた。また、それらの噂への対処として施設の【一般公開という対応策】を取る中で、重度の知的障がいを持つ「異様な」風貌の大人たちと子どもたちが交流することで、気持ちの悪い障がい者という障がい者類型から「けんちゃん」という名前を持った個人として認識する【交流から生まれる新たな名付け】が創出された。この子ども達による新たな名付けの創出は、大橋氏のやりたいことの【軸となる経験】として語られていた。

表3 施設へ向けられる住民感情と新たな名付けの創発に関するカテゴリと該当する語り

カテゴリ名	具体的な切片
【施設に対する矛盾した住民感情】	小倉:ごみ焼却場みたいなもんだよね。なきゃこまるけども。自分の近くにはほしくないっていう。
【活動における信念】	大橋:そう。だからあんなところがとか、噂とかもいっぱいたっちゃって。まぁでも一貫して私が思ってたのは、やってることは間違いない。私はクリーンでクリアなものをやり続けるっていう思いがあったので、で、
【情動的な痛み】	大橋:特にこの地域は、志太・榛原地域っていうのは、静岡県内でも遅れていると言われる結構差別、偏見とかっていうのが多い地域なんです。なので、障がい者とかっていうとね。ほんとにね。変な目で見られる。
	大橋:そう。だからあんなところがとか、噂とかもいっぱいたっちゃって。まぁでも一貫して私が思ってたのは、やってることは間違いない。私はクリーンでクリアなものをやり続けるっていう思いがあったので、で、
	大橋:でも若い子たちが出入りしたら噂になってなんか宗教団体じゃないかって噂になって、すぐにここを一般公開したり、もう誰でも入ってくださいって公開したり、私が、地域の人たちのそういう行事にずっと出て、川ざらいから、あっちからこっちから、先に一人でここに住んで、私はそういう行事に全部出たです。それが、コミュニティにつながる、その地域につながるっていうことをしなきゃいけないので。そうだったよね。役員やらされて。
【一般公開という対応策】	大橋:でも若い子たちが出入りしたら噂になってなんか宗教団体じゃないかって噂になって、すぐにここを一般公開したり、もう誰でも入ってくださいって公開したり、私が、地域の人たちのそういう行事にずっと出て、川ざらいから、あっちからこっちから、先に一人でここに住んで、私はそういう行事に全部出たです。それが、コミュニティにつながる、その地域につながるっていうことをしなきゃいけないので。そうだったよね。役員やらされて。
【交流から生まれる新たな名付け】	大橋:それをこうはじめ近所の子たちが、見に来るですよ。小学生とか幼稚園の子たちとかね。面白いものがいるって、あのある種動物園のように。うんで。学校は午前中に終わるから、午後からこの辺遊びながら、それで私は事業開いてから、もう公開、玄関あけてあるので。いいよいらっしゃいいらっしゃいって。子どもたちも一緒におやつ食べたりとかね。そうするとねぇ。この異様な大人がね。知的障がいの異様な大人がぼとぼとこぼしたり、お茶飲めなくてひっくり返したり、いろんなことするんだよね。そういうことを気持ち悪いって顔で見てるんだよね。でもそれがずっと回を重ねてくるとその子たちが、こぼしたからって拾ってあげたり。で、えっと。名前を憶えてけんちゃんって呼んだり。仲良くなってくるんですよ。それで、何が起こるかって、散歩に出た時にその子なんか、30メートルもあるくもやっとこさっとこのね。体こんなで、足こんなの歩いたこともない。家で垂れ流し状態の子、方だったので、年齢は30超えてましたけど。うん。それで、散歩に行ったときに中学生が歩いてきてね。何だこいつ気持ち悪いって言ったですよ。それでここに来ていた男の子たちとか女の子たちとかまぁ何人かいたんだけど。その子たちが前にいってね。こいつじゃないもんけんちゃんだもんって。この子、けんちゃんだもんって教えたですよ。泣けましたね。それはね。
【軸となる経験】	大橋:だから、ずっと気持ち悪いとかって見てた子たちが、そうやって前に立ってこいつじゃないもん、けんちゃんだもんって言ってくれるそれを私はなんかいまだになんかそれが自分の中に軸がありますよね。私が作りたいのは、こういうことなんだと思います。

このように、起業プロセスとは、新参者である自分たちへ向けられる既存のコミュニティ（この事例では地域住民）からの情動的なまなざしと相互作用するプロセスであると言える。このような相互作用の中から、障がい者という固定化した類型から、「けんちゃん」という交流を元にした彼ら独特の類型が生じたことは、新たな社会 - 技術的アレンジメントが形成された１つの事例として解釈可能であろう。また、子ども達が開放された空間の中で、勝手に障がい者類型を崩し、新しい類型を大橋氏にギブしたという解釈も可能であり、交換形態に基づく考察も有望であると考えられる。このような、「創発したもの」が新たな社会 - 技術的アレンジメント（交換形態）の形成プロセスにどのように位置づくか今後詳細な分析を通して検討する必要がある。

施設設立に関する理解の要請―提供と巻き込み―（表４）

また、大橋氏らは、単純に事業を起こす以上に地域住民に自分たちの活動や障がい者への【理解の要請】を重要視している。このような【理解の要請】を子細に見ていくと、２つのカテゴリが立ち現われてくる。まずは、川ざらい、林の掃除、町づくり委員といったコミュニティにおける役割を引き受け、地域の広報や話し合いのために機器や場所を提供し、自分たちの活動について理解を求めるとともに自分たちの活動に多少のことでは文句を言えない状況を作り上げるという【リソースの提供による理解の要請】であり、上野らが指摘する〈感情の交換（贈与と返礼）〉という交換形態の1つとして解釈可能である。このような〈贈与と返礼〉という交換形態の形成は、地域における自分たちの立ち位置を確固たるものとして社会 - 技術的アレンジメントを新たに再構成したプロセスとして考えられるだろう。

もう一つは、地域住民を巻き込んだ飲み会を開催し、地域住民との交流の中で自分たちへの理解を求める【巻き込みによる理解の要請】というものである。【リソースの提供による理解の要請】のような「贈与と返礼」ではない、大橋氏の能動的な動きとそれに対する地域住民の応答といった彼らの間で行われた相互作用は新たな交換形態を検討する上で、注目すべきであろう。このような【巻き込みによる理解の要請】が、大橋氏を含めた社会 - 技術的アレンジメントの新たな形成プロセスにどのように位置づくか、さらなる検討が必要である。

表4　施設設立に関する理解の要請に関するカテゴリおよび切片例

カテゴリ名	具体的な切片
【理解の要請】	大橋：…みんなやりたくないんですよ。コミュニティの役員。で、もう、あんたしかいないからやって頂戴っていわれて。私はその二つ返事でその人の嫌がることを率先して、やって、で、私はそこで理解を求めたというか。川ざらいとか普通は男性しか出ないので。私は一人もんじゃんね。離婚しているので。なので、川ざらいに出て、で、その、入って、それで男衆、この地域の30何軒の男衆と一緒に川さらいながら、休憩の時間にチャンスと思って、私こういうことしたいだよってお話するわけですよ。
	大橋：で、片方でこの地域の中で皆様にわかってもらわないといけないので、そういうあれに出て、それでこういうことしたいあぁゆうこうとしたいっていって。まぁお前変わったことしたいんだなっていわれながら、でもねぇ別にそれならなんか自分たちでいろんなことやってえらいなとかってみんながその関わりの中で、もちろんここで宴会やったりとか。
【リソースの提供による理解の要請】	小倉：町づくり委員。大橋：町づくり委員。北本：ほう。大橋：っていうのをみんなやりたくないんですよ。コミュニティの役員。で、もう、あんたしかいないからやって頂戴っていわれて。私はその二つ返事でその人の嫌がることを率先して、やって、で、私はそこで理解を求めたというか。川ざらいとか普通は男性しか出ないので。私は一人もんじゃんね。離婚しているので。なので、川ざらいに出て、で、その、入って、それで男衆、この地域の30何軒の男衆と一緒に川さらいながら、休憩の時間にチャンスと思って、私こういうことしたいだよってお話するわけですよ。
	小倉：町おこしの何かみたいなところで。だからいろんな資料を作ったりとか、その発表に向けてとか、なんかあって言うときにたまたま役員みたいなものをやってて。たまたまパソコン打てる人が、なんか印刷機がないとか、なんかそんな感じで重宝されたんだよね。また。大橋：あぁそうなんかその。うんと。地域の中で。文章作れる人はいないは、パソコンやれる人はいないわで。たまたま私たちはそういうものを持っていたので、で、で。それでみんながくっと入ってきたんだよね。それで公会堂とかもこの地域にはなかったので、ここを使ってくれていいよみたいに開放してるからどうぞみたいなことを言ったりして。なんせ。皆さんが、けっこう入って、フレンドリーに入ってくれて。まぁそれだけのことを私たちはさしてもらったんですけど。
【巻き込みによる理解の要請】	大橋：で、片方でこの地域の中で皆様にわかってもらわないといけないので、そういうあれに出て、それでこういうことしたいあぁゆうこうとしたいっていって。まぁお前変わったことしたいんだなっていわれながら、でもねぇ別にそれならなんか自分たちでいろんなことやってえらいなとかってみんながその関わりの中で、もちろんここで宴会やったりとか。
	大橋：そう。人呼んで。だから飲もうよとか言って。呼んだりしながら。そうやって地域の中に入っていって、障がい理解も一緒にもらって。なのであの時がもしかしたらエネルギーが一番あったかもしれない。そういうことしなきゃって理解をもらわなきゃっていうのがあったんでね。そんな感じ。だったね。最初はね。今振り返ってもよくあんなことしたなって思うくらいにね。その川ざらいやったりゴミ拾いやったりね。はい。そこかなまずその。ねぇ最初の所の関わりが。

コミュニティにおける最周辺参加者の存在(表５)

さて、これまでは、施設近隣に住む地域住民といった、本事例の法人の直接的な利害関係者との社会‐技術的アレンジメントの形成プロセスについて言及してきた。しかし、本事例では、そのような直接的な利害関係者だけではない、より幅広い関係者の存在を指摘できる。

例えば、当該施設では、東日本大震災の避難の際、通常時ではその関係性が可視化されないような【最周辺参加者】から避難の補助を受けている。この【最周辺参加者】は、「いつも、車で施設の前を通っている」という程度の関係であり、通常では可視化されないが、震災という非常時において初めて可視化される。このような【最周辺参加者】の存在について、避難の補助だけでなく「ほんとにまず気持ちがうれしかった」といった【感情贈与に対する喜び】や、そういった補助や感情贈与に対して、「ありがたい」といったような【最周辺参加者への謝恩感】を大橋氏は語っており、【最周辺参加者】との感情の交換が行なわれていたと解釈可能である。また、「あれ以来一度もほんとに会うこと」もなく、「名乗ってはくれない」といった【匿名性という最周辺参加者の特徴】も語られていた。このような匿名性のため、直接的に何かを返礼するのではなく、【「忘れない」という感情返礼】といった独特な返礼を大橋氏は行なっていた。こういった【最周辺参加者】を含めた地域コミュニティに根差すことは職員や利用者に【ネットワークを通した成長としての学習】をもたらす一方、南海トラフ地震に伴う大津波への対策のための施設移転が出来ないといった【地域コミュニティに根差した施設閉鎖の困難】も、もたらしており、コミュニティに根差した運営におけるアンビバレントな側面も指摘可能であろう。

表５ コミュニティにおける最周辺参加者の存在

カテゴリ名	具体的な切片
【最周辺参加者】	大橋:それでも私たちは声掛けしてって思って、戸締りをしていたらあの高齢のおじいさん、ご夫婦が来てくれて、で確かいつもここ車で通っていて。ここが福祉施設だって思っていて、で、避難に困っているだろうと思って、自分たちは途中で車を乗り捨てて、ここに来て下さったんです。助けに。北本:全然見ず知らずの人がですか。大橋:そう。うん。で私は、あの迷っちゃったんだと思ったの。あんまりご高齢だったもんだから。迷っちゃったんだと思って。いいからいいから一緒に逃げていこうって。このうちの車にのってとかいって。言ってたら。いや違うよって私たちは助けに来たんだよって言われて。あぁねぇありがたいなって。そのコミュニティがつながっている事のありがたさ。そこがいつも通っていたら、ここにねそういう子がいた。ラジオ体操をしてた。外で、だから何とかこの子たちを助けてあげなきゃいけないと言ってもらったときには、すごいありがたかったし、近所のおじいちゃんとかおばあちゃんとかをのっけて私たちは避難したんですけれども。
【感情贈与に対する喜び】	大橋:あの時に助けていただいてね。ほんとに気持ちがまずうれしかったって。自分たちで、海に近づいてくるなんてそんなね。それもご高齢の方がね。ありえないじゃない。それを全部おいてでも車乗り捨ててでも来て下さった、っていう思い、は私は本当にうれしかったですって
【最周辺参加者への謝恩感】	大橋:あぁねぇありがたいなって。そのコミュニティがつながっている事のありがたさ。そこが《施設の前の道路を》いつも通っていたら、ここにねそういう子がいた。ラジオ体操をしてた。外で、だから何とかこの子たちを助けてあげなきゃいけないと言ってもらったときには、すごいありがたかったし、
【匿名性という最周辺参加者の特徴】	大橋:それでご自分で名乗ってはくれないけれど私たちは、お祭りの時、ここ《施設》でお祭りをやるんですけど、300人くらいみなさん来てくれるですけど。こんなとこにね。その中にいらっしゃるのかもしれないけれど、分からないですよ。何も名乗らずに分からずに、なっていますけれども。
【「忘れない」という感情返礼】	大橋:えっとどこのどなたかわかりませんけれども、ほんとにあれ以来一度もほんとに会うこともない、お目にかからないしね。でもほんとに私は、忘れませんって《地域の広報誌に》コメント出させてもらったんだけどね。
【ネットワークを通した成長としての学習】	大橋:うん。《地域とのつながりを》津波に流されるわけにはいかないんですね。うん。だからそんなこともここのあれかね。ここの地域の方たちの、ありがたさなのかね。そのあの何だろうね。一つの障がい者の施設っていうそこから始まる、皆さんのからみ、からみがね。ここまで私たちを育ててくれているし、この子たちもそういう意味ではそうだったし。だから、それを学習といえば学習というんですかね？そういうことなんですよね？
【地域コミュニティに根差した施設閉鎖の困難】	大橋:そのなんかそういうことを含めてこの地域の人たちに支えてもらっているっていう思いは私の根源にあって。それがじゃあ全部移転って、もちろんここ、移転するにはお金かかるし、お金ないから移転できないんですけど、でもあの安全を重視したいんだけどもこの地域の方に支えてもらって、築いた今までのことはね、そうそう簡単に水には流せないというか。北本:そうですね。大橋:うん。津波に流されるわけにはいかないんですね。うん。だからそんなこともここのあれかね。ここの地域の方たちの、ありがたさなのかね。
【物理的距離が作る最周辺参加】	大橋:実はな、妙子って、こういうところと交流している、僕はそこにボランティアに行ってるんだよって。銀行員を長いことやって、それで、定年退職をして、娘さんがちょっと精神を患っていたので、一緒に沖縄に移り住んでいたの。で10何年いたんですよね。それでまた、千葉の人でね。それこそ千葉に帰ってきたんですけど。で、そのその時に、ここがねすごくいいとこでねって言って。で、だからこっち来たら私の所のボランティアやってあげるよって言ってたんだけど。千葉にすんじゃったんで。やってもらえなくなっちゃったんだね。それで知り合ったの。だから橋渡しはそのさっちゃんの弟がしてくれたんです。
【形式的手続きによる県外施設とのつながりの可視化】	大橋:はい。それもそこで、あの、提携書はどこにあるの？もうここにある？島田《の施設》にあるのか。小倉:もう向こうもってったの。大橋:向こうもってっちゃったと思うよ。島田にね。私たち姉妹都市提携、姉妹施設提携をしたんです。兄弟の契りを、ははは。で、おかしいね。そう。あの契りをしたですよ。それもねあってね。そういう、なんかね。別にそんな約束を交わさなくてもいいんだけど。でも、形だからしましょうって言って、それで、縁組をしたんだよね。姉妹施設の縁組。縁組です、縁組。
【物理的距離がもたらす安心感】	小倉:一つはね地震の災害があったら、というとことか。北本:なるほど。大橋:安心材料になる。こういうことを人はしたがるんだよね。ね。結局、なんかの証明なんだと思うんだけど。でも、これをねやったことでみんなで、なんかすごい喜んだよね。安心もらえたとかね。静岡で災害があった時にいつでも助けにくるよとかってね。できればうち。沖縄引っ越してらっしゃいみたいな。で、逆に、その逆もありだよって、台風が沖縄に来たって言えば、大丈夫ですかってメールを送って。で、静岡に上陸だよって時は向こうから生きているかいってメールが来たりとかそんなことの日々をみんなで分かち合っているみたいな。
	《 》内は著者注

こうした、匿名性を持ち、通常時においては可視化されないつながりを持つ地域住民といった【最周辺参加者】だけでなく、遠方に在住する古くからの知人とのつながりといった【物理的距離が作る最周辺参加】についても語られていた。そして、このような物理的に距離があるつながりの1つとして県外福祉施設とのつながりが語られていた。そのつながりにおいては、姉妹縁組の書類を取り交わす【形式的手続きによる県外施設とのつながりの可視化】によって、自然災害の発生時に相互に助け合うといった【物理的距離がもたらす安心感】が生成されていた。こういった安心感は物理的距離があるからこそ生じるものであり、匿名性や非常時に可視化されるといった特徴以外の最周辺参加者の特徴として、物理的距離という視点も指摘できる。

以上のような【最周辺参加者】のような、物理的に距離があり、匿名で通常時ではそのつながりが可視化されないといった関係者との感情の交換を見ることで、水野や広井が指摘する資本主義の限界を乗り越えたオルタナティブを考える上で示唆を得られるだろう。というのも、【感情贈与に対する喜び】への【「忘れない」という感情返礼】といったように匿名性という特徴に起因する独特の交換形態は、水野が指摘した中心による周辺からの利益の蒐集といった資本主義システムには乗らない新たな関係性を考える上で示唆を持つだろう。

また、広井のポスト資本主義論では、自然やコミュニティに根差した市場経済が必要であると指摘している。本事例においては、コミュニティに根差すことのアンビバレントな側面、自然災害といった自然との交通において人々が物理的距離のある施設とつながりを持つことで安心感を得ていること、また東日本大震災を契機に日常では可視化されない【最周辺参加者】とのつながりを見出しているといったことが明らかになった。このような知見は、ポスト資本主義が目指す、自然やコミュニティに着陸した市場経済のあり方を考える上で、一定の示唆を持つだろう。

先述の通り、本論では分析途中の結果を報告した。これまでのオープンコーディングの結果を基に他の事例を含めて、まとめたものについて発表時には議論したいと考えている。

4．参考文献

[1] Brandstätter, H. (2011). "Personality aspects of entrepreneurship: A look at five meta-analyses." *Personality and individual differences*, 51, 222-230.

[2] Engeström, Y. (1987). *learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orieta-Konsultit.
（エンゲストロム, Y. 山住勝弘・松下佳代・百合草禎二・保坂裕子・庄井義信・手取義宏・高橋　登（訳）(1999). 拡張による学習―活動理論からのアプローチ―　新曜社）

[3] 広井良典(1997).　ケアを問い直す―〈深層の時間〉と高齢化社会―　ちくま新書

[4] 広井良典(2015).　ポスト資本主義―科学・人間・社会の未来―　岩波新書

[5] 入江信一郎(2006). "アクターネットワーク論に基づいたイノベーションの記述"　上野直樹・土橋臣吾（編）　科学技術実践のフィールドワーク―ハイブリッドのデザイン―　pp.128-151　せりか書房

[6] 城　繁幸(2006).　若者はなぜ 3 年で辞めるのか？―年功序列が奪う日本の未来―　光文社新書

[7] Laguna, M. (2013). "Self-efficacy, self-esteem, and entrepreneurship among the unemployed." *Journal of Applied Social Psychology*, *43*, 253-262.

[8] 松嶋　登(2006). "企業家による翻訳戦略―アクターネットワーク理論における翻訳概念の拡張―"　上野直樹・土橋臣吾 (編)　科学技術実践のフィールドワーク―ハイブリッドのデザイン―　pp.110-127　せりか書房

[9] 水野和夫(2014). 資本主義の終焉と歴史の危機　集英社新書

[10] 茂呂雄二(2001).　"実践とエスノグラフィの意味"　茂呂雄二(編著)　実践のエスノグラフィ　pp.1-19　金子書房

[11] Roscoe, P., Cruz, D. A., & Howorth, C. (2013). "How does an old firm learn new tricks? A material account of entrepreneurial opportunity." *Business History*, *55*, 53-72.

[12] 佐伯啓思(2015). さらば、資本主義　新潮新書

[13] 高橋勅徳(2008).　企業家の社会的構成―企業を介した組織／集団の再生産と起業家精神―　滋賀大学経済学部研究叢書, *45*.

[14] 鶴岡ナリワイ女性プロジェクトチーム(2015).　実践コース「鶴岡ナリワイ女性実践道場」コンセプト・事業紹介 2016 年 5 月 16 日〈 http://tsuruoka-nariwai.com/%E3%82%B3%E3%83%B3%E3%82%BB%E3%83%97%E3%83%88%E3%83%BB%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E7%B4%B9%E4%BB%8B/〉(閲覧日 2016 年 4 月 26 日)

[15] 筑波大学国際産学連携本部(2016).　筑波大学発ベンチャー　2016 年 5 月 16 日〈http://www.sanrenhonbu.tsukuba.ac.jp/spin_offs/〉（閲覧日 2016 年 4 月 26 日）

[16] 上野直樹・土橋臣吾 (編著) (2006).　科学技術実践のフィールドワーク―ハイブリッドのデザイン―　せりか書房

[17] 上野直樹・ソーヤーりえこ・茂呂雄二(2014). "社会 - 技術的アレンジメントの再構築としての人工物のデザイン" 認知科学, *21*, 173-186.

危険予知訓練のための事故情報提供システムの試作と評価
Experimental Production and Evaluation of the System to Offer Accident Information for Accident Prediction Training

鈴木裕利*1，石井成郎*2，藤本健治郎*3，澤野弘明*4，尾方寿好*5，林直輝*6
Yuri Suzuki, Norio Ishii, Kenjiro Fujimoto, Hiroaki Sawano, Hisayoshi Ogata, Naoki Hayashi

中部大学工学部*1，愛知きわみ看護短期大学*2，鹿島建設株式会社*3，愛知工業大学情報科学部*4，
中部大学生命健康科学部*5，株式会社コーワメックス*6
College of Engineering, Chubu University*1，Aichi Kiwami College of Nursing*2，
Kajima Corporation*3，Department of Information Science, Aichi Institute of Technology*4，
College of Life and Health Sciences, Chubu University*5，Kowamex Corporation*6
yuris@cs.chubu.ac.jp

Abstract

At construction and manufacturing sites, etc., accident prediction training to predict risk factors which could cause accidents for workers are implement using illustration sheets, etc. At the same time, it is pointed out that this training is becoming stereotyped. Also, the lack of progress in passing down experience and knowhow regarding accident prediction due to the reduction in skilled laborers is viewed as a problem. And so in this research we created a prototype of a system to offer information on accidents which actually occurred based on the working conditions through the adoption of ICT technology. The results of an evaluation experiment using the prototype system confirmed that the information from the system had a certain degree of effect on work recognizing risk factors among workers. In the future we will conduct a detailed analysis on the results of the system and work to improve it via experiments on workers in construction sites.

Keywords —
Accident Prediction Training, Accident Information

1. はじめに

危険予知訓練とは，工事や製造の現場等で実施される作業内容から，事故や災害の原因となる危険因子を，作業者がイラストシート等を用いて予測し，指摘し合う訓練である．この訓練が，事故・災害の減少に有効であるという認識は存在するが，マンネリ化等の理由により，実際の効果が疑問視されている[1][2]．さらに，熟練労働者の減少により，現場の危険予知に関する経験，ノウハウの継承が進まない現状も問題視されている．

そこで，本研究では，ICT 技術の導入により，作業状況に即した，実際に起きたリアルな事故情報を提供するシステムを提案する．リアルな事故情報を題材に訓練することで，より現実感を持った効果的な危険予知訓練が可能になり，事故の防止につながると考える．

一方，危険予知訓練に ICT 技術を導入した事例として，高橋らがタブレット端末を用いた安全教材の開発を行って，一定の効果を確認しているが，端末の操作を難しいと感じる利用者の存在が観察されている[3][4]．本研究では，参加者の IT スキルの有無にかかわらず訓練が可能なシステムの構築を目指している．

本稿では，システム構築の第一段階として試作したシステムの概要と，その有効性について実験を実施して評価した結果について報告する．

2. 事故情報提供システムの概要

提案する事故情報提供システム（以下，提案システム）の画面例を図 1 に示す．提案システムでは，あらかじめ登録された過去の事故事例データベースから，訓練当日と同様の状況で発生した事故事例を検索して提示する．検索キー項目としては，天気，月，気温，湿度，事故種別を実装する．検索キーの入力データは事故種別を除いて，Web サイト上の情報，または，現地に設置されたセンサーから自動取得して，作業者の操作を減らす．

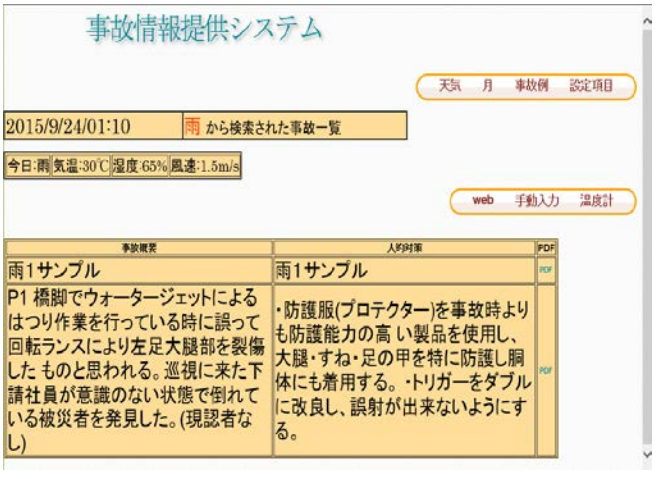


図 1　事故情報提供システムの画面例

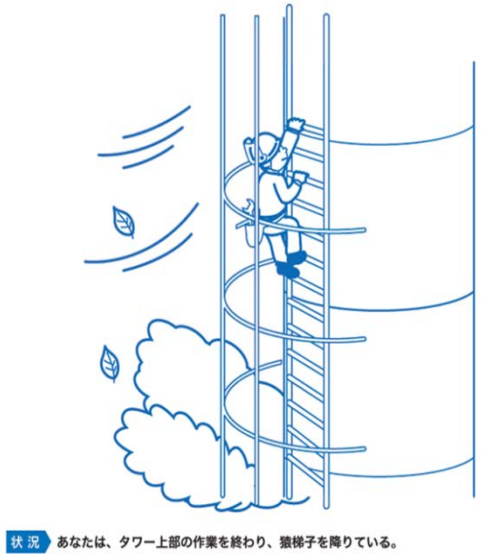


図 2　実験で使用したイラストシート
（出典：短時間 KYT イラスト・シート集②[5]）

3. 有効性評価のための実験

提案システムの有効性を比較するために行った実験について報告する．実験は，提示されたイラストシート内から危ないと思う状況・行動を探し，探し出した状況・行動の中から特に危ないと思った状況・行動を一つ選択する内容である（図 2 参照）．

建設業務の経験がない大学生 8 名を，各チーム 2 名の 4 チームに分ける．表 1 に示す事故情報システムを利用するシステム導入組チームを A，B，システム非導入組チームを C，D とする．この 4 チームが，表 2 に示す手順で実験に参加した．チーム A，B は，イラストシートを確認する前に，事故状況提供システムから提示された情報を閲覧する．チーム C，D はこの閲覧手順は省かれる．

実験結果として，表 3 にシステム導入組の回答内容，表 4 にシステム非導入組の回答内容を示す．「＊＊」は，各チームが特に危ないと指摘した状況・行動である．

表 1　実験でシステムから提供された情報

天気	晴れ	年齢	33
災害種類	飛来・落下	経験年数	15 年
起因物	工具袋		
災害発生時従事作業	タワー上部の作業終了後はしごを使い降りている	事故概要	タワー上部での作業終了後，はしごで降下中に作業袋が引っかかり，落下した作業袋が下にいた別の作業員に激突
人的	不注意	人的	自分の工具袋がしっかりと装着されているか確認する
物的	作業袋の装着方法	物的	作業袋の取り付け方の確認を作業前に行い，しっかりと取り付ける癖をつける

表 2　実験手順

	システム導入組（A&B）		システム非導入組（C&D）
手順 1	2 名 1 組にチーム分け	手順 1	2 名 1 組にチーム分け
手順 2	システム閲覧	↓	↓　　↓
手順 3	イラストシート内の危険探し	手順 2	イラストシート内の危険探し
手順 4	重要な危険決め	手順 3	重要な危険決め
手順 5	対策の提案・決定	手順 4	対策の提案・決定

表 3　システム導入組の回答内容

チーム	A	B
回答内容	風にあおられる	風が強い
	命綱がない（＊＊）	作業員落下防止の紐がない（＊＊）
	足・手を滑らせて落ちそう	腰にある道具が落ちそう
	工具が引っかかる	軍手をしていないから手を滑らせる
	下から誰か上ってくる	
	上から人が(降りてくる	下の様子を確認せずに降りている
	葉っぱがぶつかってくる	
	目に砂が入る	
	ヘルメット以外に体を守るものがない	

表 4　システム非導入組の回答内容

チーム	C	D
回答内容	風が強い	風が強い
	命綱がない（＊＊）	命綱がない（＊＊）
	(絵で見る限り)先の梯子がない	工具落ちそう
	ヘルメットのかぶり方が変	周りに安全確認をしている人がいない
	工具が落ちそう	
	足元を見ていない	
	梯子の固定	

4. 考察

システム導入組，非導入組どちらにおいても共通した回答内容は，「風」，「命綱」，「工具の落下」の 3 項目に関する指摘である．また，最も危険と判断した回答は「命綱」に関する指摘であり，同じであった．

一方，システム導入組にのみ得られた項目として，「下から誰か上ってくる」，「下の様子を確認せずに降りている」と，イラストに含まれていない下の部分を注目している点である．チーム A，B ともイラスト内の人物の下方側に注意を向けており，作業者だけでなく，一緒に作業を行う人へ向けた注意について記述している．チーム A の回答では，「上から人が降りてくる」という上方部に対する指摘も挙がっている．チーム D がチーム A，B に近い回答として「周りに安全確認している人がいない」と記述しているが，イラスト内の作業者の安全を確認している人がいないとの指摘であったと考えられる．このように，システム導入組がイラスト外の作業員への影響を危険と指摘した要因として，あらかじめ閲覧した事故事例の結果と考察される．閲覧した事故概要が「タワー上部での作業終了後，はしごで降下中に作業袋が引っかかり，落下した作業袋が下にいた別の作業員に激突」となっており，イラスト内の作業員以外へ危険が記されている．よって，イラストから危険を探す際に，イラストには現れていない他の作業員への注意が向いたのではないかと考えられる．

5. おわりに

本稿では危険予知訓練のための事故情報提示システムを提案した．提案システムは過去の事例及び天気などの情報に基づいて事故情報を提供する．評価実験の結果から，事故情報提供システムからの情報が，作業者の危険因子の認識作業において一定の効果があったと考えられる．今後は，建設現場における作業者との実験を実施してその効果の詳細な分析を行い，得られた知見を有効に生かしたシステムの構築を進める予定である．そして，構築システムをベースとして，事故を未然に防ぐためにより効果的な情報提供システムの開発を目指す．

参考文献

[1]広兼等，（2010）“安全教育における危険予知訓練について”，土木学会論文集 F, Vol.66, No.1, pp.55-99.
[2]正田等，（1992）“危険予知訓練におけるメディア間の効果の差について（III）”，人間工学，Vol.28，No.Supplement, pp.404-405.
[3]高橋等，（2013）“タブレット端末を用いた建設作業者向け安全教材の導入への利用可能性”，土木学会論文集 F4, Vol.69, No.4, I_89-I_95.
[4]高橋等，（2013）“建設作業者向け安全教材の開発と教育訓練効果の検証”，人間工学, Vol. 49, No.6, pp.262-270.
[5]中央労働災害防止協会編，（2001）“短時間 KYT イラスト・シート集②”．